



# Usage des sols, initiative 4/1000 et scénarios de décarbonisation

Jean-François Soussana

Directeur Scientifique Environnement, Inra, Paris



Projet conduit avec Jean-Luc Chotte<sup>1</sup>, Hervé Saint-Macary<sup>2</sup>, Alain Vidal<sup>3</sup>, Rattan Lal<sup>4</sup>

1. IRD, 2. CIRAD, 3. CGIAR, 4. Ohio State University.

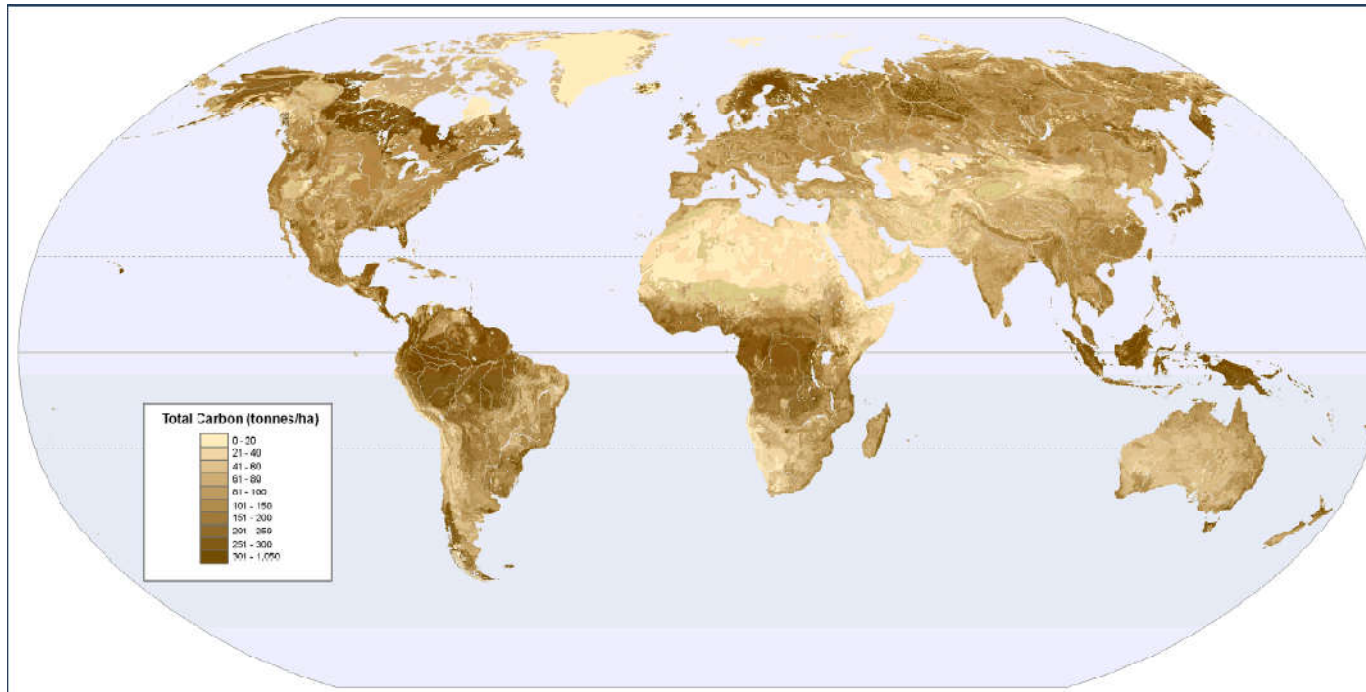
# COP21 : la place du secteur des terres dans les engagements des pays

## Analyse des contributions nationales

(INDCs, source : IIASA, publication lors de la COP21)

- Le secteur des terres représente à la fois un quart des émissions mondiales de gaz à effet de serre et **un quart des engagements nationaux** d'atténuation (INDCs)
- 129 pays ont pris des engagements dans le secteur des terres, dont des engagements d'adaptation pour les pays du Sud
- L'accord de Paris ne suffira pas pour atteindre la cible des 2°C. Il subsiste un déficit d'engagement d'environ **12 Gt CO<sub>2</sub>** (UNEP, Gap report, 2015)

# Les sols mondiaux contiennent de deux à trois fois plus de carbone que l'atmosphère



(UNEP, FAO, JRC 2010)

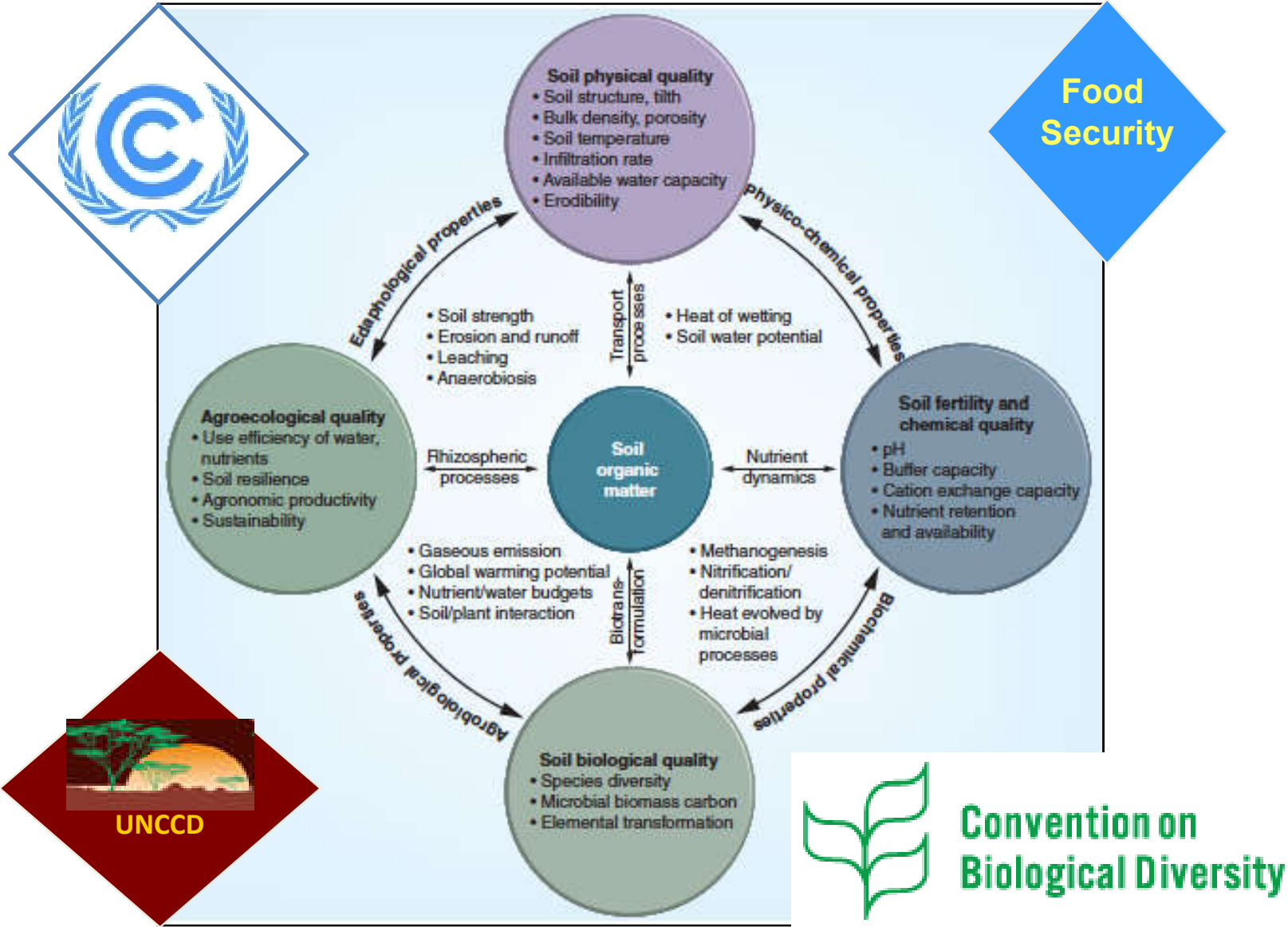
**Les sols pourraient-ils re-stocker une partie du carbone qui a été émis par l'homme dans l'atmosphère ?**

**Un taux annuel de stockage dans la sol de 4 pour mille (0,4% par an) pourrait-il stopper la croissance atmosphérique du CO<sub>2</sub> ?**

## Pourquoi le carbone du sol ?

- 1,4 milliard de tonnes de carbone/an : potentiel de stockage de carbone dans les sols agricoles, soit +0.48% par an pour l'horizon de surface [d'après GIEC, 2007, 2014]
- La moitié des sols agricoles sont dégradés.
- 110 -200 milliards de UD \$ Coût des engrais remplaçant les nutriments perdus par l'érosion des sols [FAO et ITPS, 2015]
- 24-40 million de tonnes de grains. Gain de production par tonne de carbone stockée par hectare [Lal , 2006] dans les pays en développement
- Réduction de la variabilité des rendements après restauration des sols et augmentation de leur teneur en matière organique [Pan et al. , 2009]

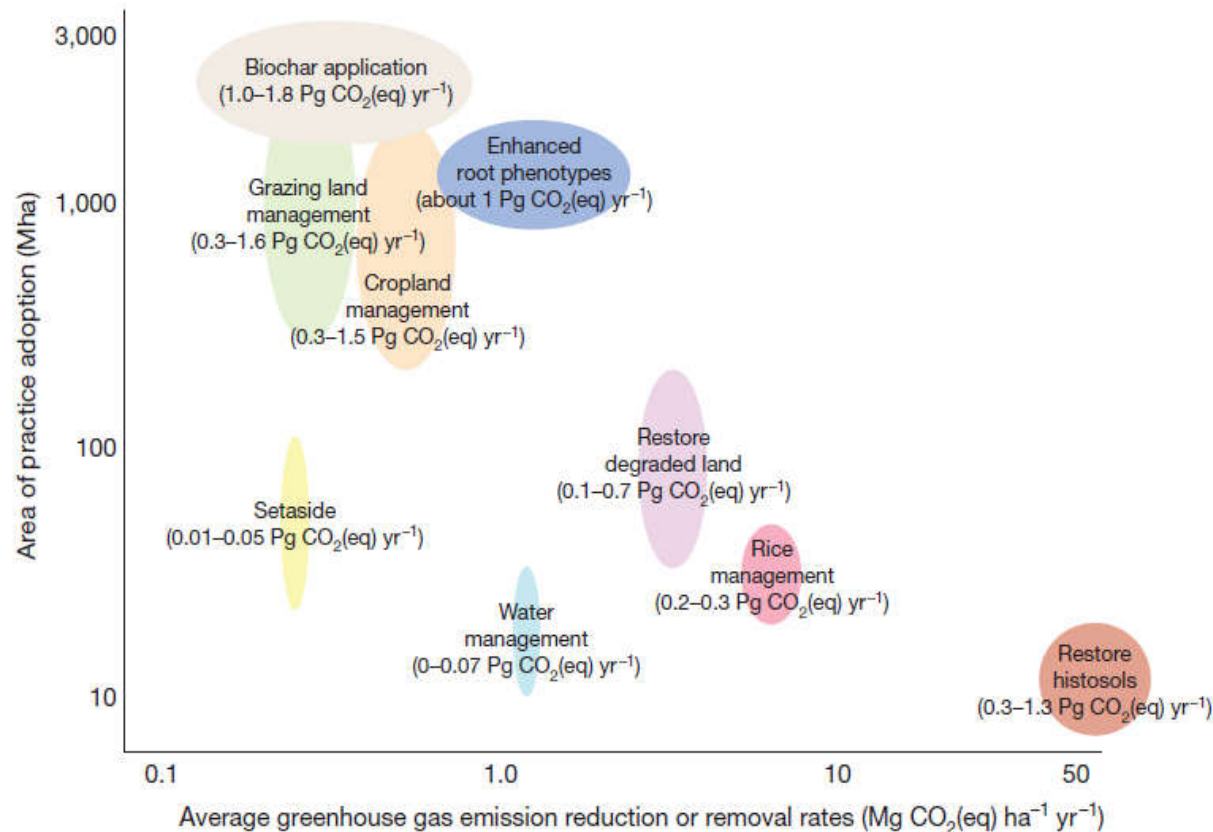
# Matière organique du sol : des bénéfices multiples



# Une ré-évaluation récente du potentiel techniques des sols agricoles

RESEARCH PERSPECTIVE

(Paustian et al., Nature, 2016)



Confirme le potentiel élevé des sols agricoles,  
en incluant stockage carbone, réduction N<sub>2</sub>O et CH<sub>4</sub> : **2,2 GtCO<sub>2</sub>-C/ an**

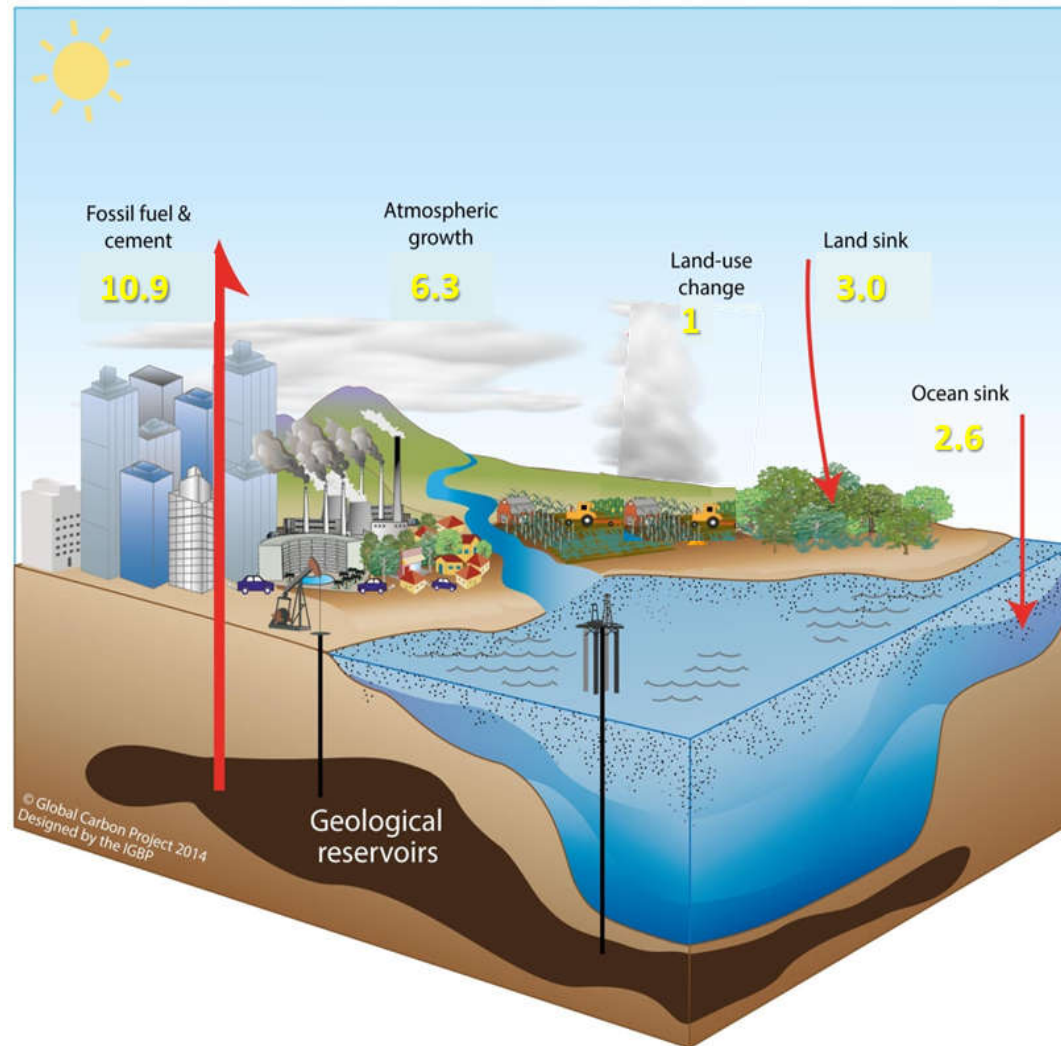
Plus de 80 % du potentiel technique provient de la séquestration de carbone dans le sol

# Des émissions négatives qui peuvent stabiliser le climat et limiter la hausse des prix agricoles

- Une technologie simple mais stratégique
  - Doublement des engagements pris pour l'Accord de Paris,
  - Sans doute la seule technologie **d'émission négative** disponible à grande échelle avant les années 2050
  - **Stratégique** pour atteindre la cible du 2° C, voire du 1,5° C
- Marchés carbone et sécurité alimentaire
  - Hausse des prix agricoles en cas de taxes sur les émissions de méthane et de N<sub>2</sub>O d'origine agricole;
  - Cette hausse est nettement moindre si l'on subventionne le carbone stocké dans les sols,
  - A coût compétitif, stockage de carbone et augmentation des rendements
  - Dans ce cas, la production peut augmenter sans pénaliser la sécurité alimentaire (modélisation GLOBIOM, IIASA)

# Le cycle global du carbone en 2030-2050

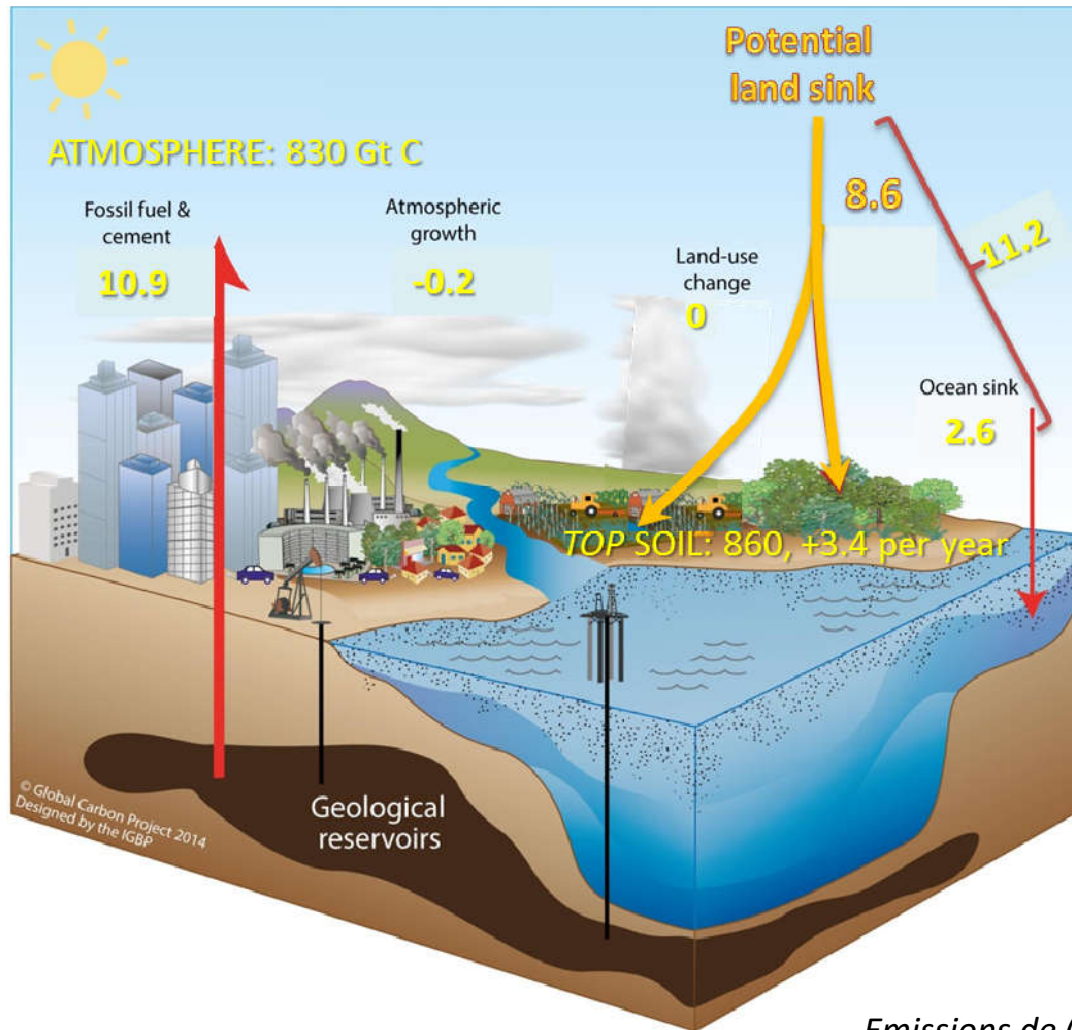
(sur la base des engagements, hors secteur des terres, des états pour l'Accord de Paris)



Gt C (milliards de tonnes de carbone)



## Le cycle global du carbone en 2030-2050 avec mise en œuvre complète de l'initiative 4 pour mille



### Mesures :

- Agriculture (cultures, prairies)
- Sols salinisés et désertifiés,
- Stopper la déforestation et la dégradation des forêts tropicales,
- Reforestation & agroforesterie,

Séquestration totale de carbone dans les sols à raison de 3.5 Gt C/ an,

Soit 0,4% du stock de C de l'horizon de surface 0-40 cm (860 GtC)

*Emissions de (N<sub>2</sub>O et CH<sub>4</sub>) non compensées dans ce scénario*

## Séquestration de carbone dans les sols : potentiel et co-bénéfices

- Potentiel technique total : 3,4 milliards de tonnes de C (dont 1,4 pour les sols agricoles)
- Co-bénéfices :
  - **Stabilisation plus rapide du climat, en complément de la réduction des émissions de GES,**
  - **Neutralité de la dégradation des terres (UNCCD, COP12),**
  - **Augmentation moyenne des rendements de +1,3% par an (essais dans des pays en développement),**
  - **Adaptation au changement climatique (rétention et infiltration de l'eau),**
  - **Préservation de la diversité biologique (du sol et des paysages reboisés).**

## Limites et potentiel de mise en œuvre de l'initiative 4 pour mille

- L'adoption des mesures de séquestration concerne des millions d'acteurs. Elle prendra du temps et doit respecter les droits fonciers,
- Après un changement de pratiques, le stockage de carbone durera 30-50 ans environ avant d'approcher un nouvel équilibre,
- Les stocks de carbone devront être conservés pendant un siècle et plus si possible.

### **Faut-il attacher une valeur carbone au foncier ?**

- Des carences en N et P peuvent limiter le stockage de carbone dans le sol;
- Dans les zones sèches, la conservation de l'eau doit être associée à celle du sol.

⇒ **Rechercher des solutions issues de l'agro-écologie (symbioses racinaires, associations végétales, agroforesterie) limiterait les émissions de N<sub>2</sub>O**

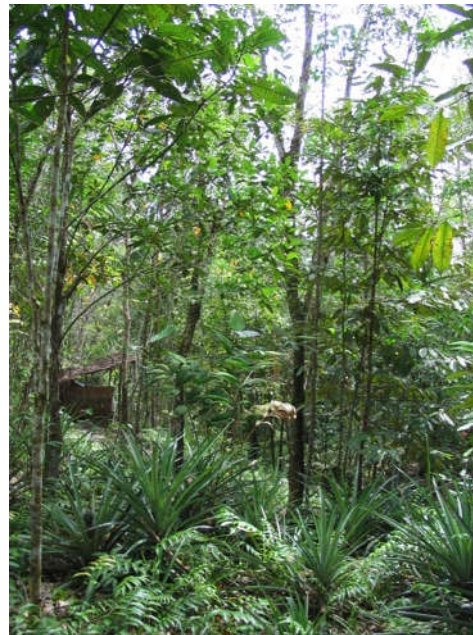
⇒ **L'agro-écologie, via la diversification des cultures, la couverture des sols et l'agroforesterie, facilite aussi l'adaptation au changement climatique**

## Exemples de pratiques agroécologiques

Agriculture  
de conservation

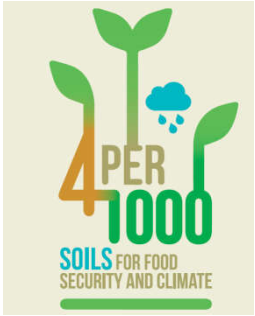


Agroforesterie



Recyclage  
des produits  
organiques

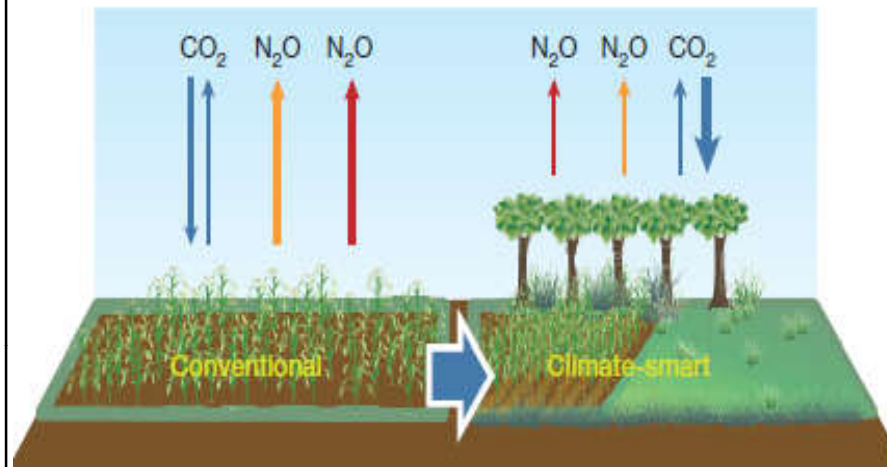




# Combiner science, pratiques & politiques publiques

## Science & technologie

- Processus sol-plante
- Réseaux de mesure et de suivi des sols et des gaz à effet de serre
- Télédétection
- Bases de données et modèles



## Pratiques

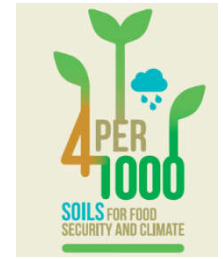
Réduction du labour      Rotations  
 Gestion fertilisation  
 Restauration des sols      Amendements  
 Agroforesterie

## Mise en œuvre

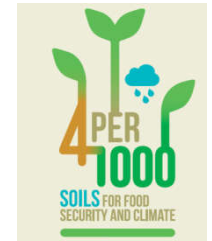
- Programmes nationaux et internationaux
- Paiements pour services écosystémiques et marchés
- Filières et chaînes de valeur
- Systèmes d'aide à la décision
- Engagement sur les usages des terres

Paustian et al. (2016)

# Thèmes du programme international de recherche



- La connaissance spatialisée du potentiel de séquestration de carbone organique dans les sols :
  - **Cartographie des stocks et de leur évolution,**
  - **Potentiel de stockage selon les systèmes et les pratiques, risques de perte de carbone, mécanismes de séquestration**
  - **Effets associés sur les rendements et sur les bilans environnementaux (azote, phosphore, eau)**
- La définition et la co-construction à différentes échelles (individuel à collectif) de stratégies agronomiques et forestières visant l'objectif 4‰ :
  - **Conception de systèmes, modélisation des effets des pratiques et des transitions dans les systèmes,**
  - **Suivi des impacts des pratiques et mise en place de sites de démonstration,**
  - **Coûts de mise en œuvre, effets économiques et sociaux,**
  - **Compatibilité avec les objectifs du développement durable (SDGs) ;**
- Méthodologies de suivi, rapportage et vérification (MRV) de la séquestration de carbone des sols à faible coût par tonne évitée de CO<sub>2</sub> :
  - **Méthodologie générique combinant des inventaires de stocks de carbone des sols, des statistiques spatialisées sur les pratiques agricoles ou forestières, des données avancées de télédétection et des estimations (ensemble de modèles, ou coefficients) du taux de stockage de carbone,**
  - **Méthodologie en mode projet permettant de certifier la variation des stocks de carbone (objectif : coût de quelques dollars par tonne de CO<sub>2</sub> évitée),**
- Evaluation des barrières à l'adoption, formation, appui aux politiques publiques, instruments de financement.



**Merci de votre attention**

