



# OS1 : Vers des bonnes pratiques de description des données sur le carbone du sol : Quelles variables ? Quelles définitions ? Présentation du thésaurus sur les pratiques agricoles et forestières

---

A. Bispo et K. Fujisaki

InfoSol, INRAE, Orleans



## Objectifs

- Identifier les variables nécessaires permettant de répondre aux priorités scientifiques de l'Initiative 4 pour 1000, en se focalisant sur la **détermination des stocks de carbone du sol et l'évolution** des stocks de carbone du sol sous l'effet des pratiques agricoles et/ou forestières;
- Choisir des **définitions communes** pour chacune de ces variables, quantitatives et qualitatives, en s'appuyant notamment sur des normes internationales et divers thésaurus ;
- Définir des **règles communes** pour renseigner les variables quantitatives et qualitatives, notamment en ce qui concerne les pratiques agricoles et forestières.

# Méthode

Identification et  
définition des  
variables

- Analyse de la littérature, des normes et standards
- Débats et discussions

Classification  
des usages et  
des pratiques

- Analyse de la littérature, des normes et standards
- Définir une classification par usage

Développement  
d'un Thesaurus

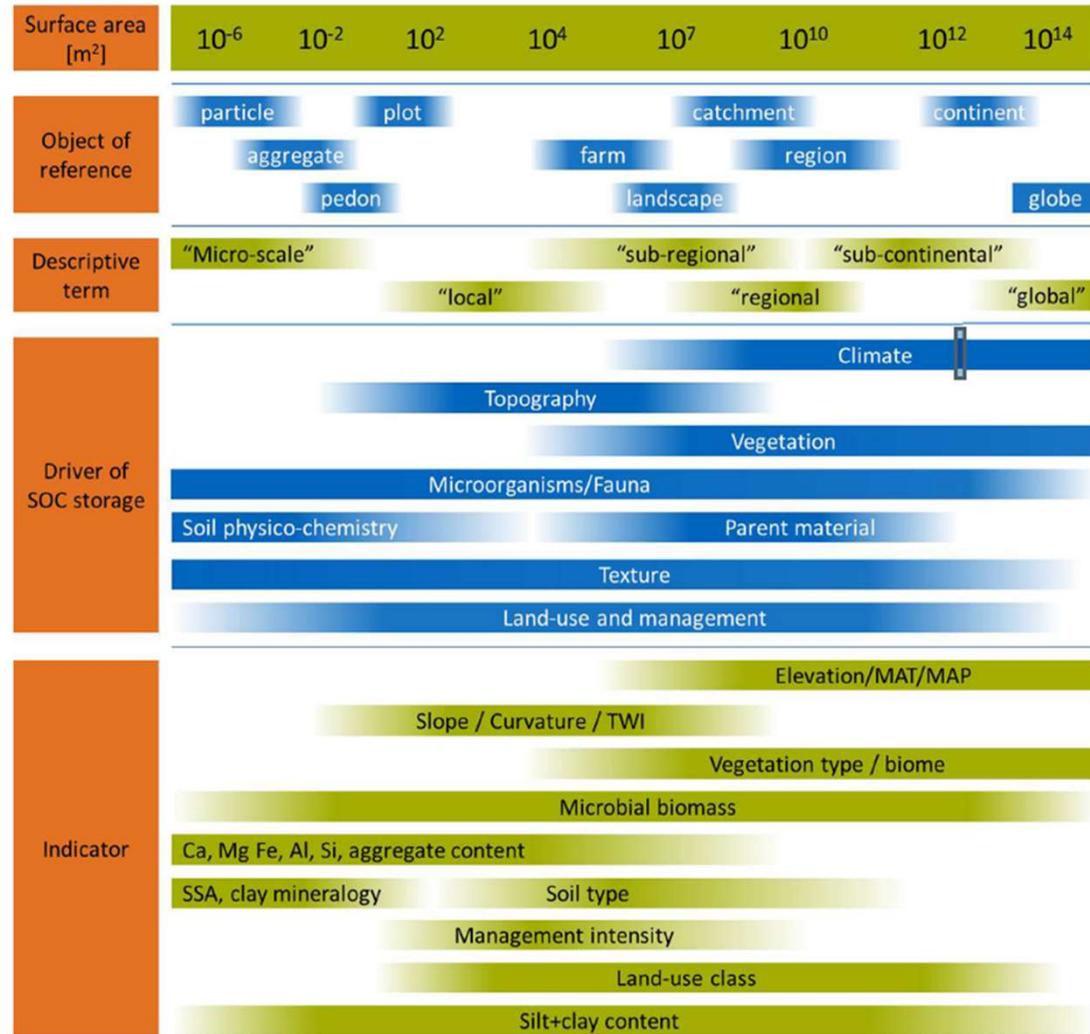
- Collecte/choix des définitions
- Débats sur les différentes versions
- Exposition du thesaurus

# Objectif 1: Quelles variables jouent sur les stocks ?

Aux échelles fines, de la particule de sol à la parcelle, les **propriétés physico-chimiques des sols, leur granulométrie et l'activité des microorganismes et de la faune** vont être les facteurs déterminants des stocks de COS et de leur dynamique.

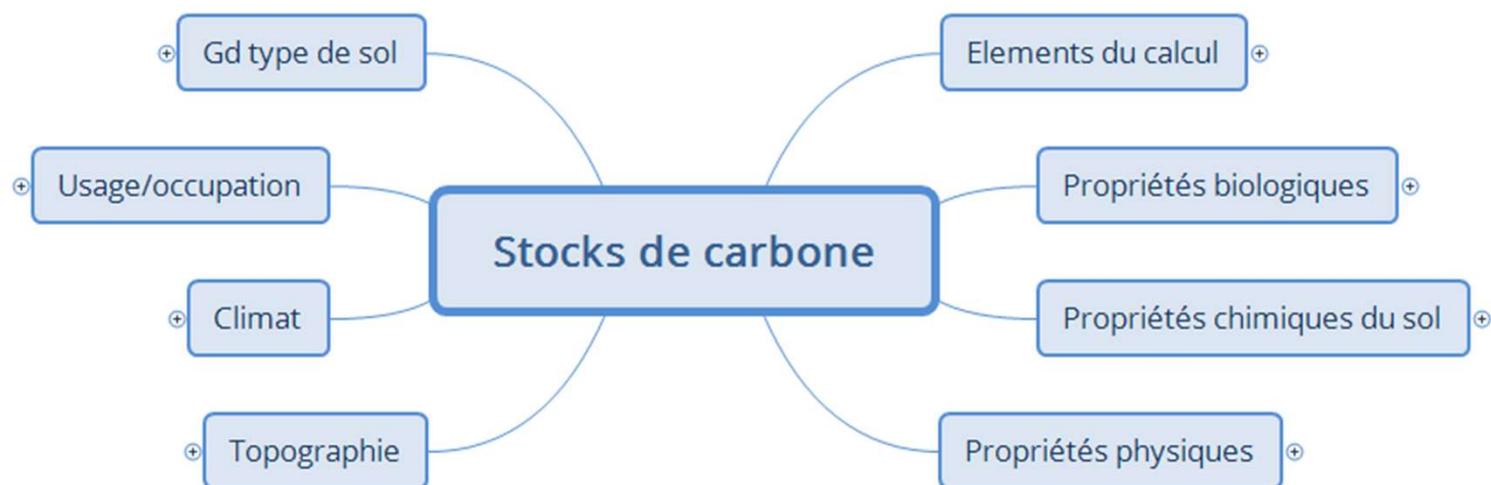
Aux échelles globales, **le climat et la végétation** sont les déterminants majeurs des stocks de COS.

*Importance selon l'échelle spatiale des déterminants du stockage de COS*

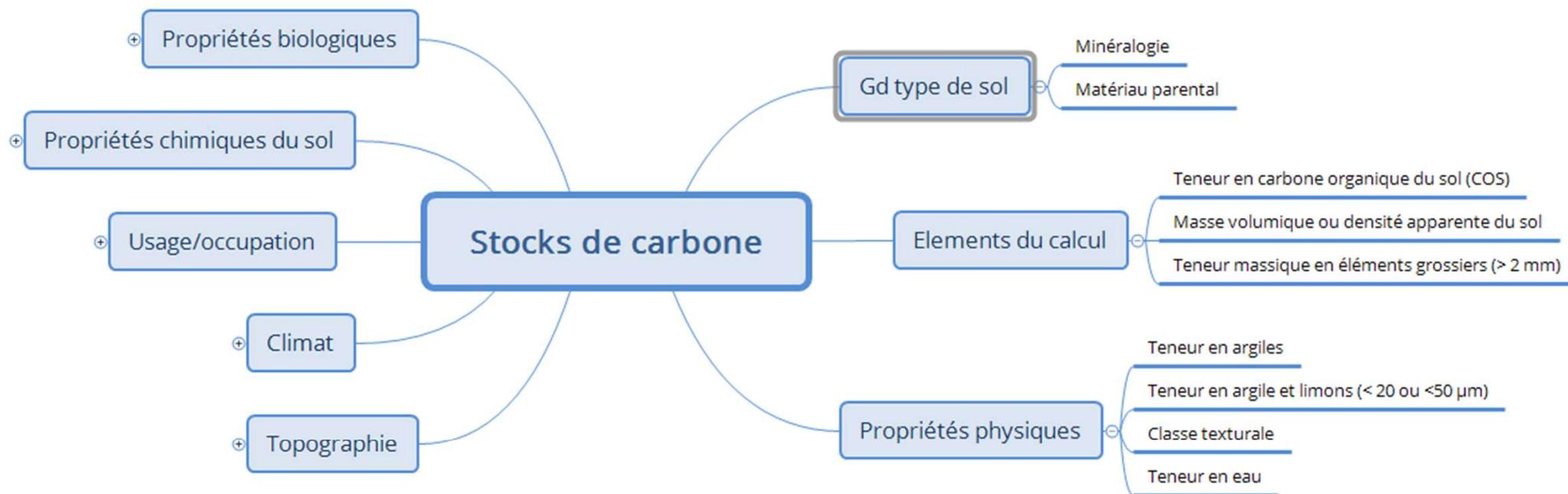


(Wiesmeier et al., 2019)

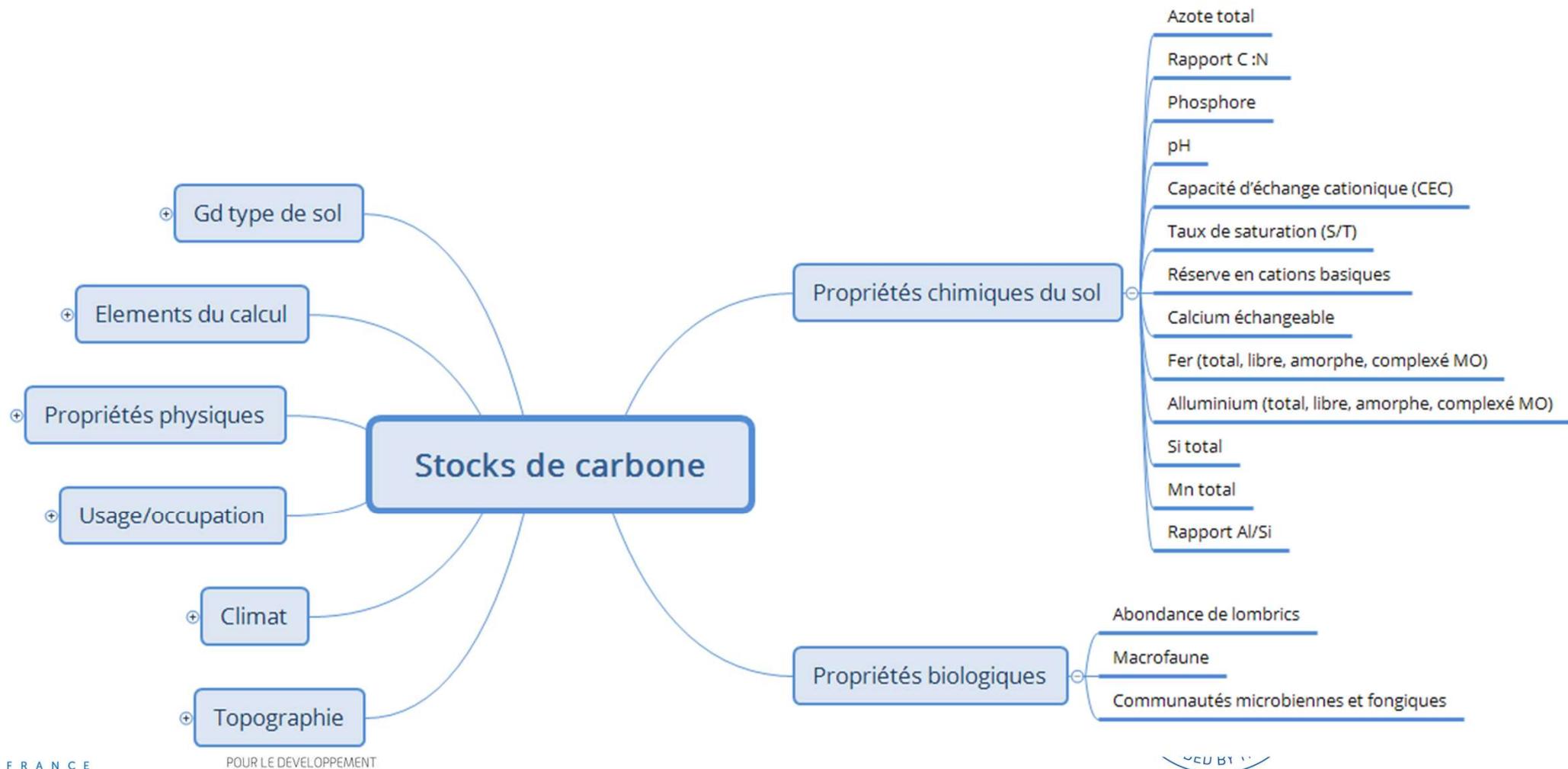
# Objectif 1: Quelles variables jouent sur les stocks ...



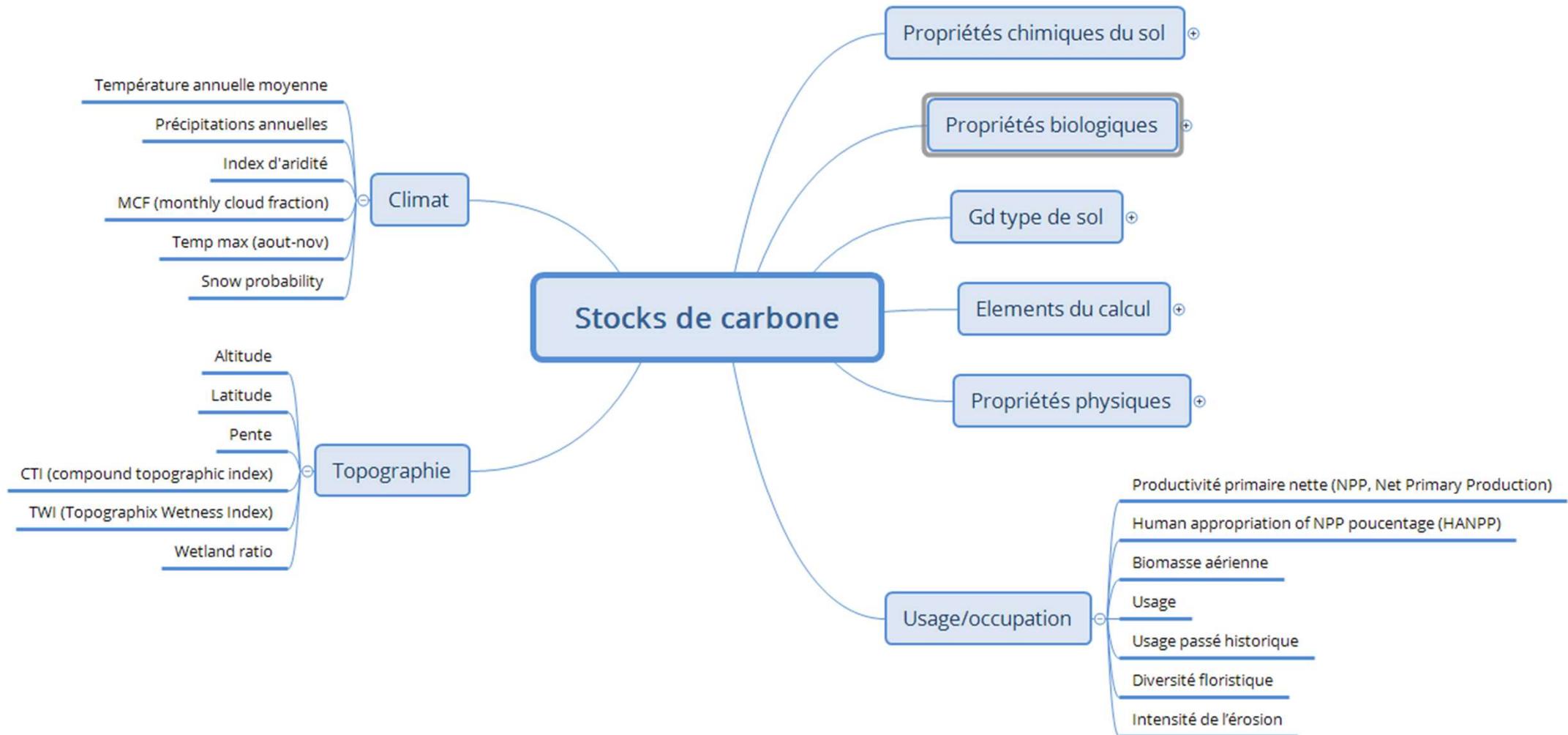
# Objectif 1: Quelles variables jouent sur les stocks ...



# Objectif 1: Quelles variables jouent sur les stocks ...



# Objectif 1: Quelles variables jouent sur les stocks ...



# Objectif 1: Quelles variables jouent sur les stocks ...

| Catégorie                   | Covariable                                     | Références (non exhaustif)  | Commentaire   |
|-----------------------------|--|---|---|
| Calcul stock de COS         | Teneur en carbone organique du sol (COS)       |   |   |
|                             | Masse volumique ou densité apparente du sol    |   |   |
|                             | Teneur massique en éléments grossiers (> 2 mm) | (Hobley et al., 2018; Poeplau et al., 2017)<br>(Rial et al., 2017)  | Débat sur la façon de prendre en compte les éléments grossiers lors du calcul de stock de COS<br><br>La proportion d'éléments grossiers est également un déterminant des stocks de COS (ici en Europe) : les sols évolués, peu soumis à l'érosion et pauvres en éléments grossiers peuvent présenter des stocks de COS importants |
| Propriétés physiques du sol | Teneur en argiles                              | (Hashimoto et al. 2017) & (Stahl et al., 2017)                      | Corrélation positive avec stocks de COS.  |
|                             | Teneur en argile et limon (<50 µm)             | (Arrouays et al., 2006; Martin et al., 2011)<br>(Zinn et al., 2018) | Déterminant majeur des stocks de COS en France.<br>Corrélation positive avec teneurs en COS mais uniquement à des altitudes <1000 m (Brésil)  |
|                             | Teneur en argile et limon fin (20 µm)          | (Chen et al., 2019; Feng et al., 2013; Hassink, 1997)               | Permet de calculer le potentiel de stabilisation du COS   |
|                             | Classe texturale                               | (Zinn et al., 2005)<br>(Callesen et al., 2003)                      | Et corrélation positive avec les teneurs totales de COS<br>La classe texturale des sols influence la relation entre les stocks de COS et les variables climatiques (sols nordiques sous forêt)  |
|                             | Teneur en eau volumétrique                     | (Kerr and Ochsner, 2020)<br>(Meersmans et al., 2009)                | Déterminant majeur des teneurs en COS (variables exprimées en cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )<br><br>Effet négatif du drainage sur les stocks de COS des prairies en Belgique  |

# Objectif 1: Quelles variables jouent sur les variations de stock ...

Importance des **stocks initiaux**  
(et donc des variables précédemment décrites)

X

**Les pratiques de gestion**  
**Les changements d'usage**



# Objectif 1: Quelles variables jouent sur les variations de stock ...

| Catégorie                     | Variable                                   | LUC / gestion  | Références  | Commentaire  |
|-------------------------------|--|----------------|---|--|
| Propriétés physiques des sols | Texture                                    | Gestion        | (Bai et al., 2019)  | Interaction avec l'effet des pratiques de type « climate smart agriculture »   |
|                               | Teneur en argile                           | LUC et Gestion | (Don et al., 2011; Fujisaki et al., 2018)<br>(Laganière et al., 2010)<br><br>(Fontaine et al., 2018; Stahl et al., 2017)                | Pas d'effet<br><br>Effet positif de la teneur en argile dans le cas de l'afforestation<br><br>Lien possible entre la lixiviation des particules fines dans les horizons profonds et le stockage de COS   |
|                               | Teneur en argile et limon fin              |                |   | Effet non étudié car très rarement disponible pour les études sur les stocks de COS  |
|                               | Type d'argile                              | LUC            | (Powers et al., 2011)   | Classes : low activity clays, high activity clays, allophanes  |
| Propriétés des sols           | Type de sol                                | Gestion        | (Fujisaki et al., 2018)   | Pas d'effet (sols cultivés tropicaux)  |
|                               |  | LUC            | (Wiesmeier et al., 2015)  | Effet des LUC sur les stocks de COS différent selon le type de sol (étude en Bavière)  |
|                               | Stock ou teneur en COS initial ou contrôle | LUC et gestion | (Francaviglia et al., 2019)<br><br>(Luo et al., 2017)<br><br>(Corbeels et al., 2019; Fujisaki et al., 2018)<br><br>(Stahl et al., 2017) | Effet négatif dans les cultures annuelle et pérennes du bassin méditerranéen<br><br>Effet négatif en Australie<br><br>Pas d'effet observé (changements de pratiques en cultures annuelles tropicales)<br><br>Pas d'effet observé (LUC forêts-prairies en Guyane) |

# Objectif 1: Quelles variables jouent sur les variations de stock ...

Importance des **stocks initiaux**  
(et donc des variables précédemment décrites)

X

**Les pratiques de gestion**  
**Les changements d'usage**

*Importance de consigner/répertorier ces informations liées aux usages, changement d'usages et aux pratiques > objectifs 2 et 3*



# Méthode

Identification et  
définition des  
variables

- Analyse de la littérature, des normes et standards
- Débats et discussions

Classification  
des usages et  
des pratiques

- Analyse de la littérature, des normes et standards
- Définir une classification par usage

Développement  
d'un Thesaurus

- Collecte/choix des définitions
- Débats sur les différentes versions
- Exposition du thesaurus

## Objectif 2 : Choisir des définitions communes / des référentiels

- Pour chacune des variables, quantitatives et qualitatives, notamment pour les occupations (“land cover”), usages (“land use”) et les pratiques (land management practices)
  - En s’appuyant sur
    - la littérature
    - des normes internationales (ex : IPCC, FAO)
    - divers thésaurus existants (ex : ANAEE, FAO\_Agrovoc)
  - Existence de standards pour définir le “land use” et le “land cover” avec des correspondances entre ces standards
  - Pas de standard exhaustif et harmonisé pour les “land management practices”
- 

## Objectif 2 : Choisir des définitions-référentiels / Land cover

- **LUCAS** : Land Use/Cover Area frame Survey

Développé à l'initiative de l'Union Européenne, programme d'inventaire de l'occupation et l'utilisation des sols pour fournir des statistiques harmonisées et comparables entre les pays de l'UE. Cet inventaire est réalisé à partir d'observations de terrain.

- **LCSS** : Land Cover Classification System

Développé par la FAO afin de fournir un cadre cohérent pour la classification et la cartographie de l'occupation du sol. Ses principaux objectifs étaient de surmonter la rigidité des classifications à priori de l'occupation du sol, qui, dans de nombreuses situations pratiques, ne permettent pas une affectation facile à l'une des classes prédéfinies et ne sont donc pas très adaptées à la cartographie.

- **SEEA** : System of Environmental-Economic Accounting

Cadre pour la fourniture à l'échelle mondiale de statistiques sur l'environnement et l'économie. Les classes de land cover ont été alignées avec le système LCSS (FAO)

- **International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP)**:

Cartographie de l'occupation des sols à l'aide de CERES (Clouds and Earth's Radiant Energy System)

- **CLC** : Corine Land Cover

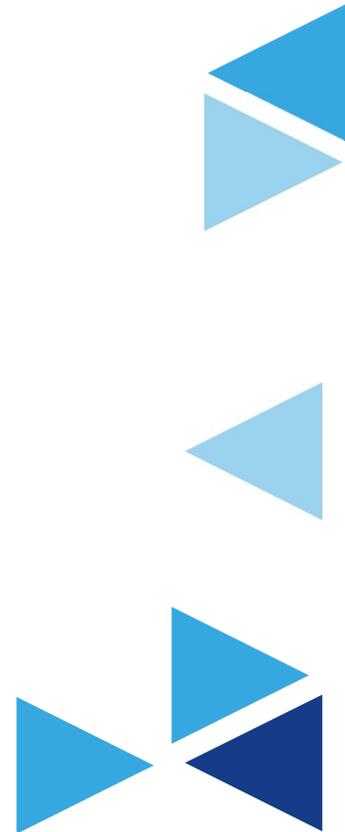
Inventaire de l'occupation des sols en Europe à partir d'images satellites, pour les surfaces > 25 ha. 44 classes d'occupation des sols

- Couverture géographique mondiale
- Facilité d'utilisation
- Préférence pour une démarche ascendante partant de l'observation de terrain
- Soutien possible de la FAO sur ce système (donc potentiel appui au Sud)

## Ex: SEEA – Occupation des sols

### Classification de l'occupation des sols

| Catégories |   |
|------------|---|
| 1          | Surfaces artificielles (y compris les zones urbaines et associées)      |
| 2          | Cultures herbacées  |
| 3          | Cultures ligneuses  |
| 4          | Cultures multiples ou étagées   |
| 5          | Prairies  |
| 6          | Zones arborées  |
| 7          | Mangroves   |
| 8          | Zones couvertes d'arbustes  |
| 9          | Végétation arbustive et/ou herbacée, aquatique ou régulièrement inondée |
| 10         | Zones de végétation naturelle clairsemée                                |
| 11         | Terres stériles   |
| 12         | Neige permanente et glaciers  |
| 13         | Étendues d'eau intérieures  |
| 14         | Étendues d'eau côtières et zones intertidales                           |



## Objectif 2 : Choisir des définitions communes / Land use

- **LUCAS** : Land Use/Cover Area frame Survey

Développé à l'initiative de l'Union Européenne, programme d'inventaire de l'occupation et l'utilisation des sols pour fournir des statistiques harmonisées et comparables entre les pays de l'UE. Cet inventaire est réalisé à partir d'observations de terrain. (version 2015)

- **IPCC 2006 et IPCC special report 2019**

Développés pour la comptabilité des émissions des GES

- **SEEA : System of Environmental-Economic Accounting**

Cadre pour la fourniture à l'échelle mondiale de statistiques sur l'environnement et l'économie.

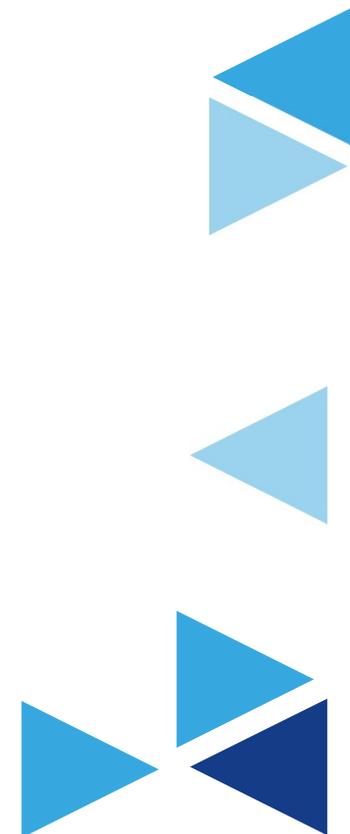
- **WCA : world census of agriculture de 2020**

Ce standard, rédigé par la FAO, est aligné avec le SEEA de 2012, mais groupes de catégories et définitions très légèrement différentes

- Couverture géographique mondiale
- Facilité d'utilisation
- Tableau de correspondance avec les autres systèmes

## Ex: SEEA – Usage des sols

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <b>1. Terres</b>           |  |
| <b>1.1</b>                 | Agriculture  |
| <b>1.2</b>                 | Sylviculture   |
| <b>1.3</b>                 | Terres utilisées pour l'aquaculture  |
| <b>1.4</b>                 | Utilisation de zones bâties et connexes  |
| <b>1.5</b>                 | Terres utilisées pour la préservation et la restauration des fonctions environnementales |
| <b>1.6</b>                 | Autres utilisations des terres   |
| <b>1.7</b>                 | Terres non utilisées   |
| <b>2. Eaux intérieures</b> | Eaux intérieures   |

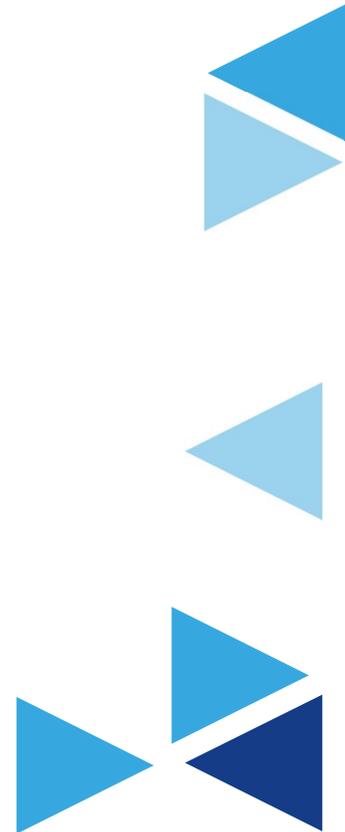


# Gestion des terres - Analyse de la littérature et des standards existants

Table 1. Examples of land management practices classification for the assessment of soil carbon stocks changes

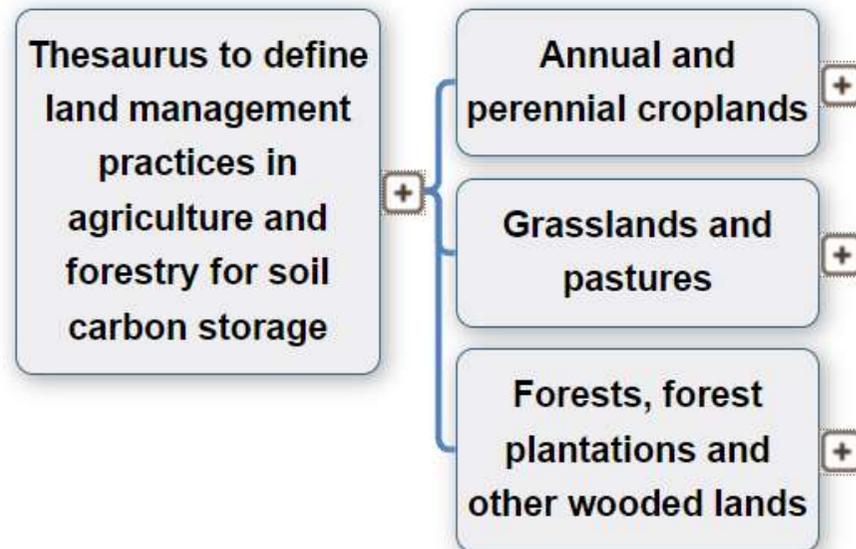
| Reference  | Forests  | Annual and perennial croplands   | Grasslands  | Land use change  |
|--|--|--|---|--|
| (Smith et al., 2007)<br>IPCC report for GHG mitigation in agriculture                |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Improved agronomic practices</li> <li>- Nutrient management</li> <li>- No till &amp; residue retention</li> <li>- Water management</li> <li>- Manure application</li> </ul>   |   |  |
| (Paustian et al., 2016)<br>Land management practices for climate-smart soils         |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Add nutrients; add lime; grow N fixing species</li> <li>- Grow cover crops; reduce or vegetate fallow fields</li> <li>- Reduce to economic-optimal rates</li> <li>- Reduce or halt tilling; implement residue retention</li> <li>- Improve timing and placement; use enhanced efficiency fertilizer</li> <li>- Rotate perennials; use agroforestry; use high-C input species; grow cover crops</li> <li>- Add amendments such as compost and biochar</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Convert to perennial vegetation</li> <li>- Restore to wetland</li> </ul>                                     |  |
| (Griscom et al., 2017)<br>Evaluation of land management practices for GHG mitigation | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Natural forest management</li> <li>- Improved plantations</li> <li>- Avoided woodfuel</li> <li>- Fire management</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Biochar</li> <li>- Trees in croplands</li> <li>- Nutrient management</li> <li>- Conservation agriculture</li> <li>- Improved rice</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grazing-feed</li> <li>- Grazing-animal management</li> <li>- Optimal intensity</li> <li>- Legumes</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reforestation</li> <li>- Avoided forest conversion</li> <li>- Avoided grassland conversion</li> </ul> |


  
 => Pas d'approche globale  
 => Proposition d'une classification

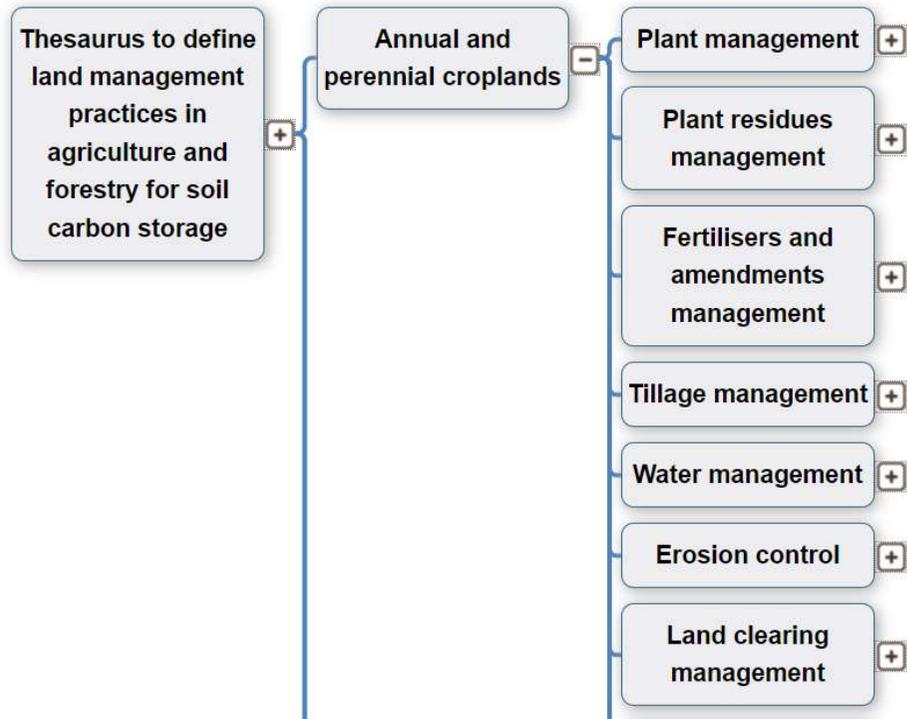


# Gestion des terres – Proposition d'une classification

- Basée sur les usages des sols plutôt que sur la couverture des sols (certaines pratiques de gestion modifient le couvert mais pas l'usage (ex : agroforesterie))
- En lien avec les recommandations IPCC



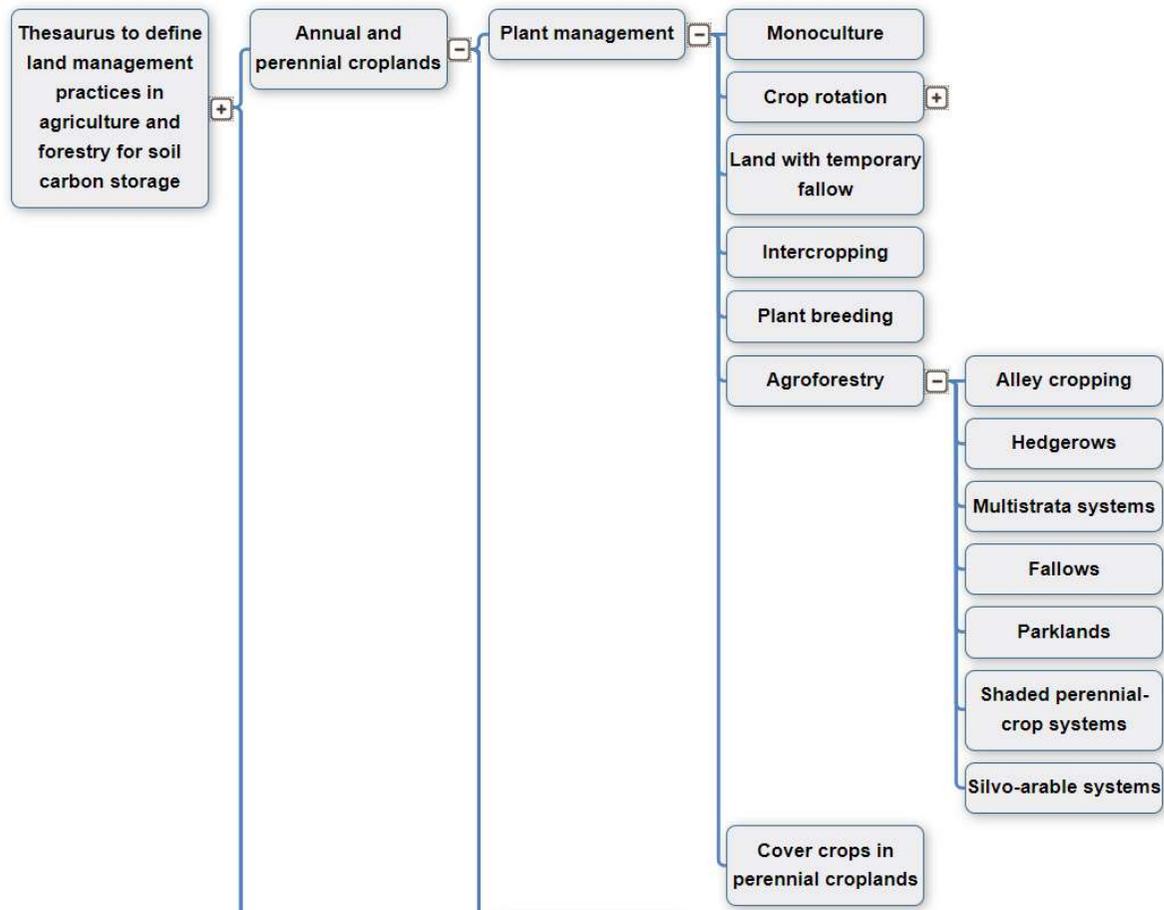
# Gestion des terres – Proposition d'une classification et définition des termes



- Classification basée sur les « opérations techniques »
- Au total : 226 termes définis

# Gestion des terres – Proposition d'une classification et définition des termes

Le thésaurus se présente sous la forme d'une map à cliquer, avec des définitions, des liens et des références



## Alley cropping

Fast-growing, usually leguminous, woody species (mainly shrubs) grown in crop fields, usually at high densities. The woody species are regularly pruned and the prunings are applied as mulch into the alleys as a source of organic matter and nutrients. Usually found in tropical regions. Sometimes referred as 'intercropping systems'

*Cardinael, R., Umulisa, V., Toudert, A., Olivier, A., Bockel, L., Bernoux, M., 2018. Revisiting IPCC Tier 1 coefficients for soil organic and biomass carbon storage in agroforestry systems. Environ. Res. Lett. 13, 124020. Adapted from Nair, P.K.R., Kumar, B.M., Nair, V.D., 2009. Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 172, 10–23.*

<https://doi.org/10.1088/1748-9326/aab5f>  
<https://doi.org/10.1002/jpln.200800030>

## Conclusions

- Liste des variables “sol” et “hors sol” à renseigner jouant sur les stocks de carbone et leur variation (faire le lien avec les variables disponibles dans les bases de données)
- Proposition de standards pour décrire les métadonnées liées à la couverture, aux usages et aux pratiques
- Première description explicite des pratiques de gestion des sols à travers un thésaurus

## Discussion and perspectives

- Thésaurus ouvert, libre et diffusé
  - Lien pour le trouver ?  
<http://data4c-plus.net/admin/thesaurus/index>
  - Lien pour le télécharger :  
<https://dataverse.cirad.fr/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.18167/DVN1/HMCPMF>
  - Différents formats disponibles (excel, SKOS)
  - Soumission du thesaurus sur Agroportal <http://agroportal.lirmm.fr/ontologies/DATA4CPLUS>
  - Rédaction d'un article présentant le thesaurus
- A venir :
  - Tester son utilisation dans de futurs travaux sur le carbone
  - Favoriser les méta analyses
  - Dispositif pour le faire vivre, l'enrichir...