



**HAL**  
open science

## Quantifier le stockage de carbone dans les sols, les acquis du projet CarSolEl

H Chambaut, L Brun Lafleur, A Cadéro, K Klumpp, Olivier Therond, Françoise Vertès, J B Dollé, Anne-Isabelle Graux

► **To cite this version:**

H Chambaut, L Brun Lafleur, A Cadéro, K Klumpp, Olivier Therond, et al.. Quantifier le stockage de carbone dans les sols, les acquis du projet CarSolEl. Salon international des productions animales (Space), Sep 2021, Saint-Jacques-de-la-Lande, France. hal-03358835

**HAL Id: hal-03358835**

**<https://hal.inrae.fr/hal-03358835>**

Submitted on 29 Sep 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



## Carbone Sols Elevage

*IDELE : L. Brun Lafleur, H. Chambaut, J.B. Dollé,*

*INRAE: A. Cadéro, A-I Graux, K. Klumpp, O. Thérond, F. Vertès*

*avec la collab. de S. Buis, E. Casellas, A. Chabbi, M.L. Decau, F. Ferchaud, F. Louault, R. Martin*

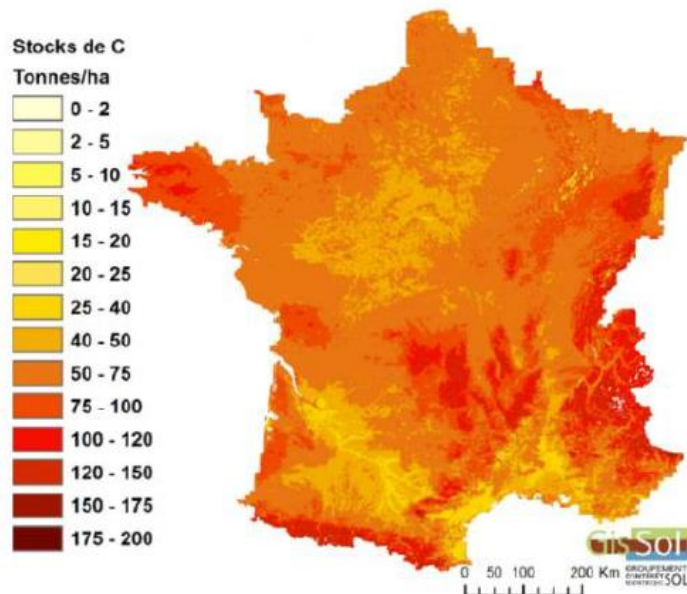


- Les matières organiques (MO) = **composés carbonés** d'origine végétale et animale
- Elles sont alimentées par les **entrées de C**
  - Litière, racines, fertilisation org, pâturage ...
- Elles sont la **clé de voute de l'agronomie**
  - Nutriments, structure et rétention d'eau du sol
- Elles participent à l'objectif de **↘ des émissions de GES**

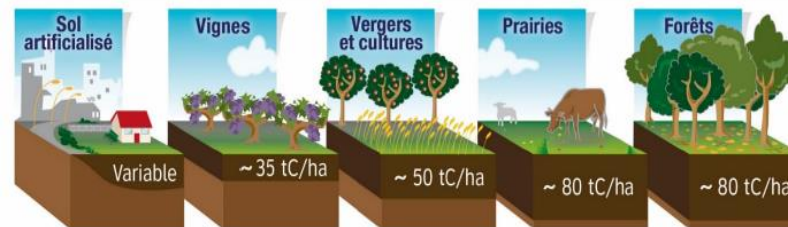


- Des stocks de carbone moyens variables entre régions, élevés sous prairies ... à conserver!
- Des surfaces en prairies importantes : 44% de la SAU, >70% dans certains territoires
- Des évolutions dépendantes des sols, du climat et des pratiques qu'il faut pouvoir chiffrer  
→ un besoin d'outils

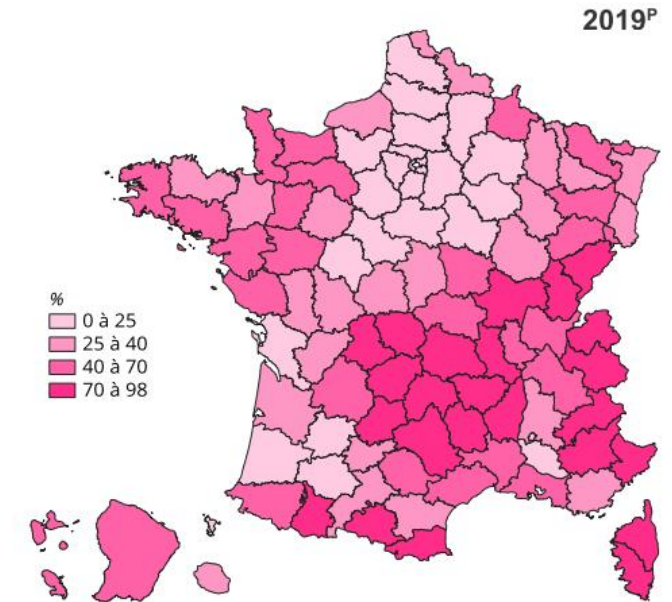
## Etat actuel des stocks C (0-30 cm)



## Stocks moyens (0-30 cm) selon les usages



## Surfaces en prairies dans la SAU



- **En grandes cultures :**

**Outils mobilisant le modèle AMG** préconisés par le label Cultures

=> intègrent la **nature des cultures et du sol** des ilots, les **fertilisations**, le **travail du sol**, la **gestion des résidus**, les **intercultures**



- **En exploitations d'élevage herbivore :**

- 88% des surfaces fourragères sont des prairies, dont les  $\frac{3}{4}$  sont permanentes (PP) , non simulées par les outils grandes cultures

=> **Développement d'un outil** adapté aux rotations prairies-cultures et PP dans le conseil en exploitation → **projet CarSolEI (2018-2021)**



- **Objectifs :**

- Produire un **outil** adapté aux grands bassins d'élevage en France métropole
- Donner des **Repères d'évolution des stocks en élevage** : situations types en région

- **En s'appuyant sur :**

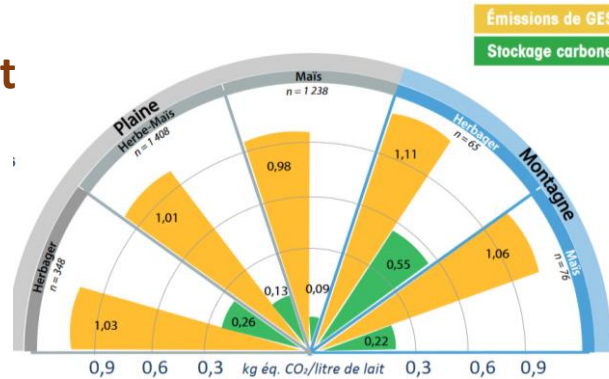
- Des **modélisateurs et biostatisticiens + collab. de chercheurs de l'étude 4p1000**
- **3 sites expérimentaux long terme INRAE**
- Des **ingénieurs IDELE, conseillers plan carbone en élevage et des éleveurs**

- **Financeurs**

**Ademe** avec le soutien des **filières lait et viande** : Interbev, Cniel, CNE

## Empreinte carbone du lait

Carbon Dairy, 3 135 fermes

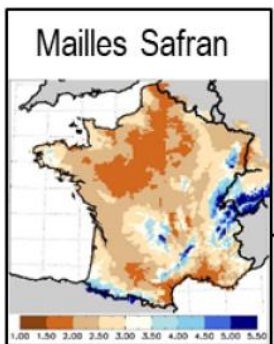


## • L'outil de calcul vise à :

- Estimer la **variation moyenne annuelle du stock C à moyen terme (30 ans)** qui intègre les pratiques sur cultures et prairies d'une exploitation
- **Etre utilisable** dans le cadre des **plans d'action climat** : accessibilité données, rapidité calcul, variations sur les 30 premiers cm de sol (IPCC)
- **Etre fiable** dans l'estimation des tendances d'évolutions des stocks de C et représentatif **d'une majorité de situations ... sans être exhaustif**

*Etude INRAE « 4p1000 »*

**Résolution spatiale fine**  
< 8x8 km



8 987 mailles



3 489 polygones

Sur chaque « unité spatiale » :

- **Sol & Climat**
- **Occupations de sols ; rotations** incluant la prairie + prairie permanente
- **Pratiques** « actuelles » et « stockantes »

*Modèles STICS et PaSim*

**Évolution moyenne du carbone des sols**  
> 500 000 simulations

*Projet CarSolEI*

Nos contraintes

Un nombre réduit de variables explicatives accessibles en ferme

*Méthode statistique*

Nos besoins

La variation de SOC moyenne annuelle à 30 ans

→ *Métamodèle(s) ou « résumés statistiques » intégrés à une interface*



V0 : version des modèles STICS et PaSim utilisée dans l'étude  
V1 : version améliorée des modèles STICS et PaSim



- Comparaison des simulations **STICS** aux observations du C des sols de 3 sites INRAE long terme

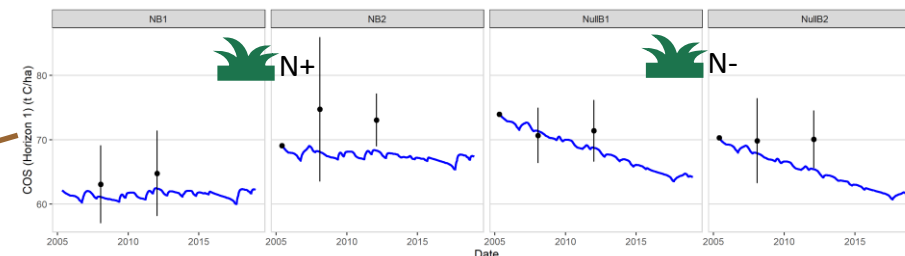
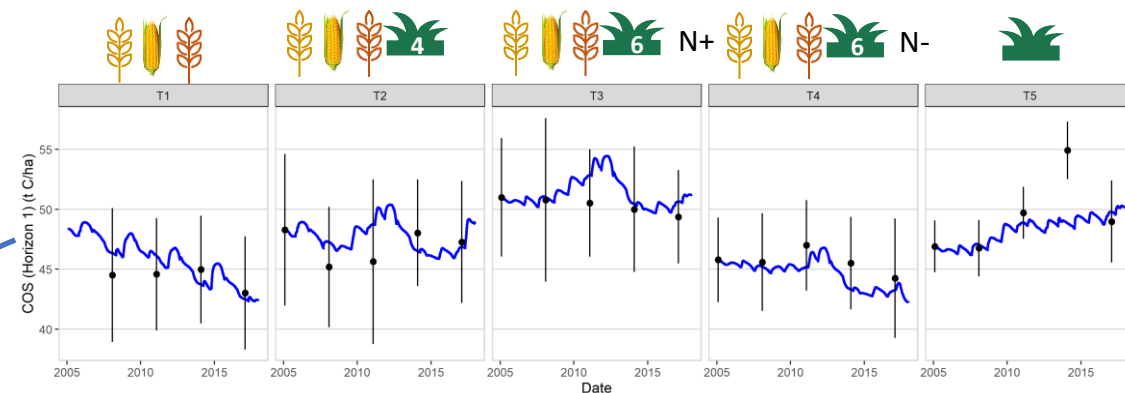
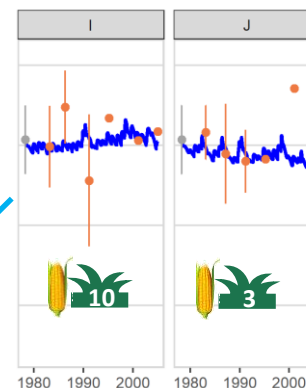


**Kerbernez**  
 1 rotation avec PT de 3 ans, 1 PP  
**MO:** 4.7%; COS: 81t C/ha (0-25cm)  
**7 obs.** de COS&NOS + rdt MS et %N

**Lusignan**  
 3 avec PT de 3 ou 6 ans, 1 PP  
**MO:** 1.9%; COS: 48t C/ha (0-30cm)  
**5 obs.** de COS&NOS + rdt MS et %N  
 ; BM %N %C des racines (prairies);  
 eau et N<sub>min</sub> du sol

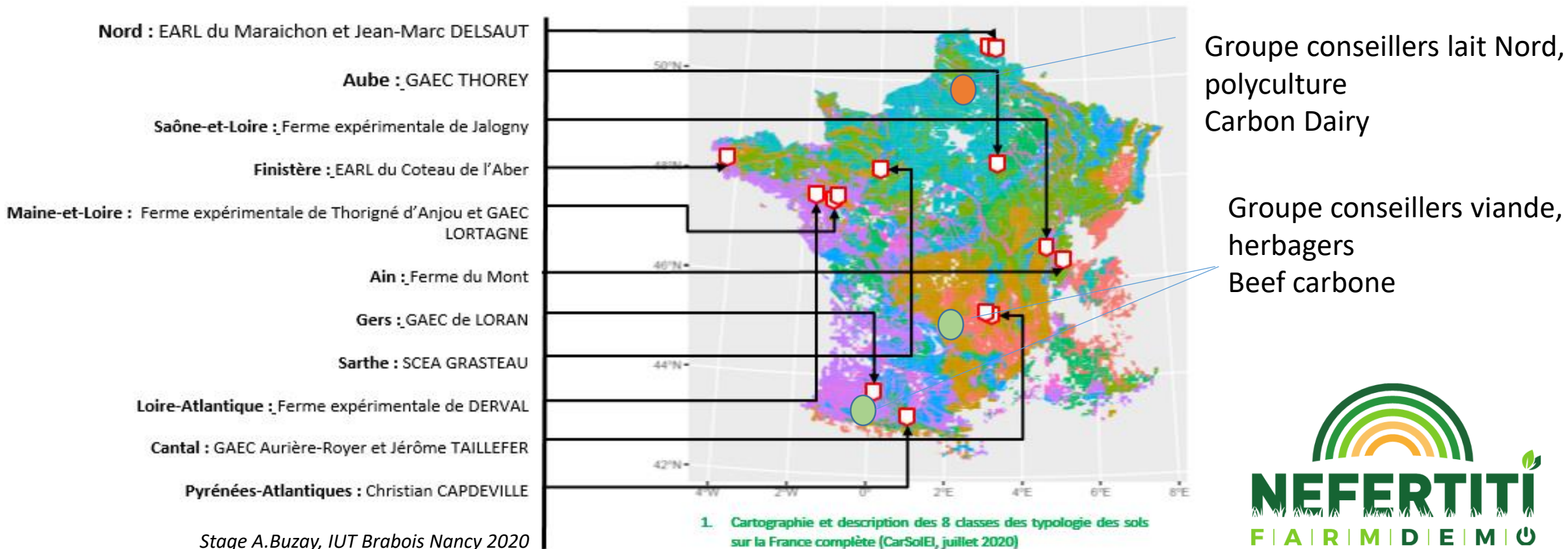
**Theix**  
 4 PP  
**MO:** 7% COS 69 t C/ha (0-20cm);  
**3 obs.** de SOC&SON; + rdt et %N

Evaluation limitée à des situations de prairie fauchée

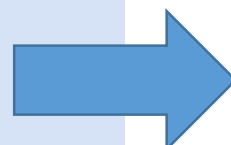


- **L'outil est-il Compréhensible? Accessible? Intéressant? Fonctionnel?**

→ Développement de l'interface conseiller éleveur



Stage A.Buzay, IUT Brabois Nancy 2020



## Sélectionner la zone correspondant à la ferme

### Climat moyen :

Pluviométrie et températures min/max moyennes annuelles (30 ans) de la zone



### Sol

- Profondeur de sol, taux de cailloux,
- Texture (argile, sable),
- pH et CaCo<sub>3</sub>
- Etat du stock initial (taux de matières org....)

=> **par défaut, référentiel INRAE sol** ( Moyenne locale des pixels 4/1000 sélectionnés)

=> **Modifiable avec analyses de sol de l'exploitation**

Regrouper par grand type de modes de gestion et de sol  
 Cultures/cultures - cultures/prairies - Prairies perm. de fauche ou pâture



## Années en prairies

Nombre de coupes et rendement moyen annuel d'herbe et/ou chargement au pâturage en UGB.JPE/ha et par an

Fertilisations minérales ou organiques (doses, types)

Fixation légumineuses

## Années avec cultures

Nombre d'années en cultures et en prairie (si rotation)

Types de cultures et rendement moyen

Fertilisations minérales ou organiques (doses, types)

Fréquence d'implantation de couverts intermédiaires

Irrigation ( oui/non)

## Sélection de la zone et de l'occupation du sol

Vous pouvez choisir une zone ou conserver la France métropolitaine entière. Si vous choisissez de sélectionner une zone, les données pédoclimatiques seront présélectionnées en fonction de cette zone.

Sélectionner une zone à partir d'une carte

Sélectionnez la situation dans laquelle vous êtes : prairies ou grandes cultures

Prairies permanentes

Dans la zone sélectionnées et pour le métamodèle choisi, on a **670 lignes**.

Sélectionner une zone en la dessinant

oui

Vous pouvez masquer la carte de sélection une fois votre zone délimitée

Masquer les cartes (conseillé pour plus de visibilité une fois la sélection faite)  Affichage de la carte permettant de sélectionner votre zone  Affichage des UPC sélectionnés (conseillé pour vérifier la zone sélectionnée)

Distance utilisée pour une zone tampon éventuelle. Laissez 0 si vous ne souhaitez pas ajouter de zone tampon.

0 50

# Lancer un simulation pour chaque groupe de parcelles

## Conditions climatiques

Vous avez sélectionné 80 unités qui vont servir à préparer les conditions pédoclimatiques.

type de climat

montagnard

température minimale (°C, médiane sur 30 ans)

5.4

température maximale journalière (°C, médiane sur 30 ans)

12.8

pluviométrie annuelle (mm, calculée sur 30 ans)

1017

On a sélectionné 80 upc : 2018\_6638 2018\_6639 2018\_6720 2018\_6721 2018\_6722 2018\_6803 2018\_6804 2018\_6805 2073\_6476 2073\_6556

## Conditions pédologiques

Stock de C organique du sol initial (T/ha)

110

profondeur totale du sol (cm)

40

pourcentage massique de cailloux en surface (0-30cm)

15

pH du sol

6.5

pourcentage massique de calcaire du sol

0

pourcentage massique d'argile du sol

21

pourcentage massique de sable

40

## Conduite des surfaces

Rotation

Fertilisation

La parcelle reçoit-elle de la fertilisation azotée (ou y a-t-il des légumineuses) pendant la rotation, et si oui de quel type ?

fertilisation organique uniquement

Pourcentage de légumineuses (Attention ! ce taux ne sert qu'à calculer un équivalent d'apport d'azote (pas de croissance d'herbe spécifique))

0

Quel(s) types de fumure organique la parcelle reçoit-elle au cours de la rotation ?

fumier ou compost  lisier  vinasse

Azote total apporté par engrais organique (kg N/ha) en moyenne sur la rotation

50

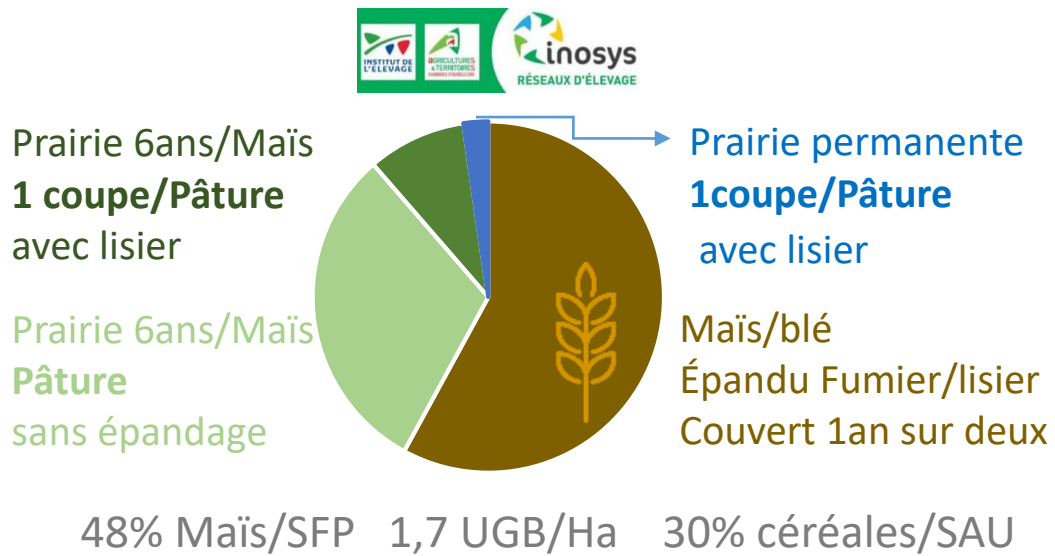
Conduite des prairies

La prairie est-elle fauchée ou pâturée ?

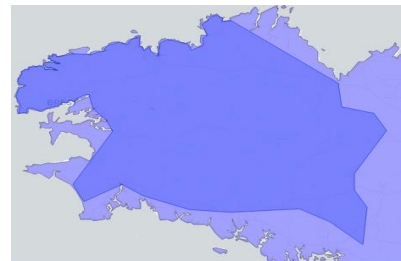
Curseurs => Renseigner la pratique moyenne

- Carsolel estime la variation du stock de carbone de chaque conduite renseignée
    - Pour les 30 premiers centimètres de sol
    - Sur une année moyenne ( 30 ans)
- => Fonction d'export des résultats obtenus sur le groupe de parcelles considéré
- Si valeur positive : stockage de carbone
    - La conduite agricole permet d'enrichir le sol en matières organiques
  - Si valeur négative « dé-stockage de carbone »
    - La conduite actuelle ne permet pas de conserver le stock de matières organiques héritées du passées

## Ferme laitière, ouest Bretagne

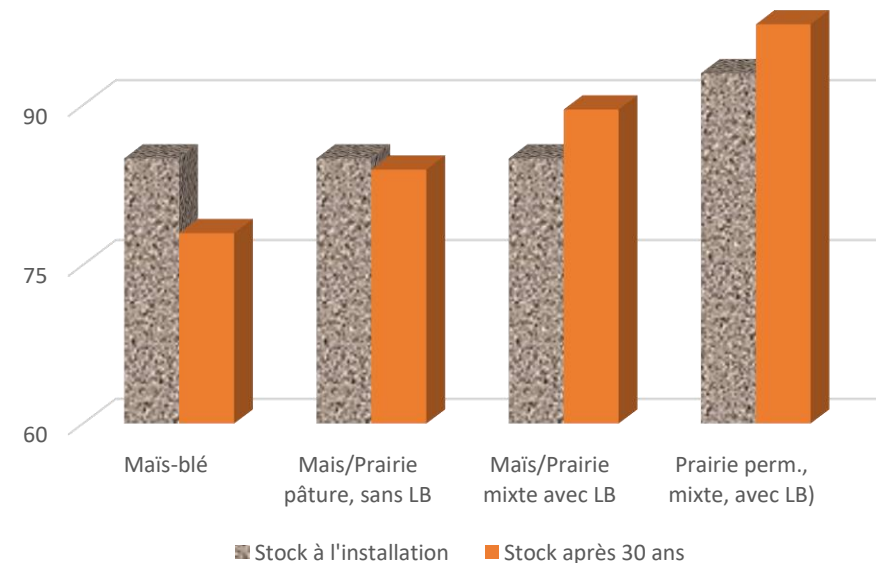


## Carsolel V1



**Sol à 20% d'argile**  
**Riche en MO**  
**Pluie 1 040 mm/an**

Evolution du stock de carbone sur 30 ans pour l'horizon 0-30 cm (en TC/Ha)



Cultures seules	Fertilité du sol se réduit malgré 100 kg N org/ha/an et cult. Interm.
Prairies temp./maïs	Fertilité maintenue en privilégiant les épandages sur fauche
Prairie permanente	Stock élevé est renforcé en fauche/pâture avec apport de lisier

## Zone hors surface épandage des effluents

- Ilot cultures : augmenter la fréquence des CI, insérer de la prairie temporaire, de la luzerne
- Ilot rotation prairie/culture : accroître durée des prairies (Flore, implantation sous couvert), meilleure gestion des récoltes  $\Leftrightarrow$  Rdt, ferti min.

## En zone épandable

Mieux répartir sur la surface épandable  
=> substitution N min par N org.



## Adapter la gestion stock/pâturage

- Baisser chargements sur ilots proches bâtiment VL, périodes sèches (râteliers)
- Accroître les ares pâturables (aménager accès, clôtures, points d'eau, échanges parcelles...) => surface pâturée et durée annuelle aux prés

Comparer l'évolution du carbone du sol **CARSOLEL** pour 1 ou 2 scénarios cohérents



- **Une évaluation plus précise de l'évolution possible des stocks de carbone dans les exploitations herbagères**
- **Une vue globale de son exploitation et une exploration de leviers pour veiller au maintien de la fertilité des sols et contribuer à la réflexion sur le climat**
- **Un outil et des fiches repères disponibles en 2022**



Merci

