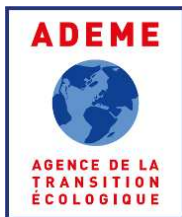


# CarSolEl, pour chiffrer les variations de stock de carbone en zone d'élevage

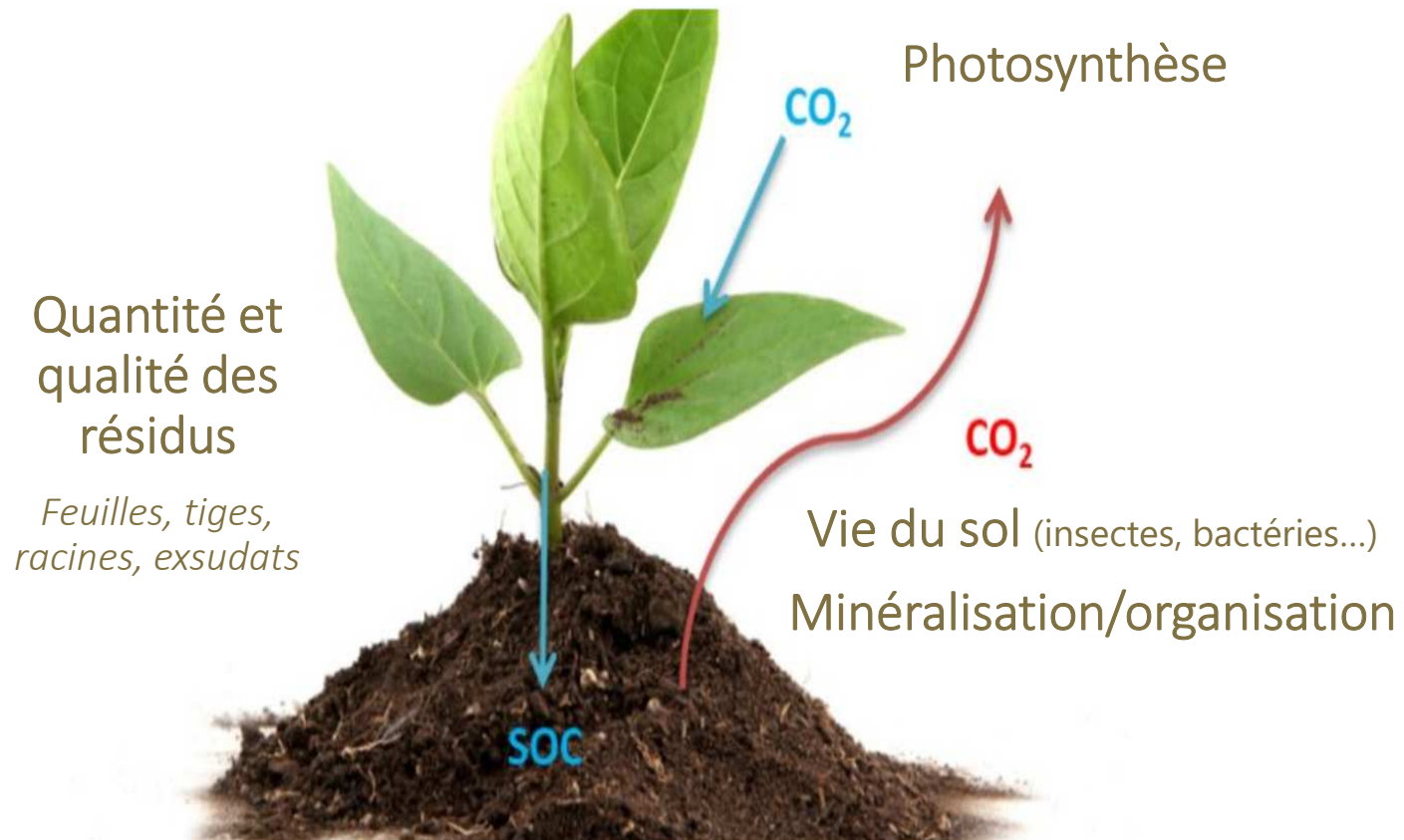


Hélène Chambaut, Institut de l'Élevage, France, Angers-Beaucouzé



23/01/2023

# Les plantes source de carbone organique pour les sols

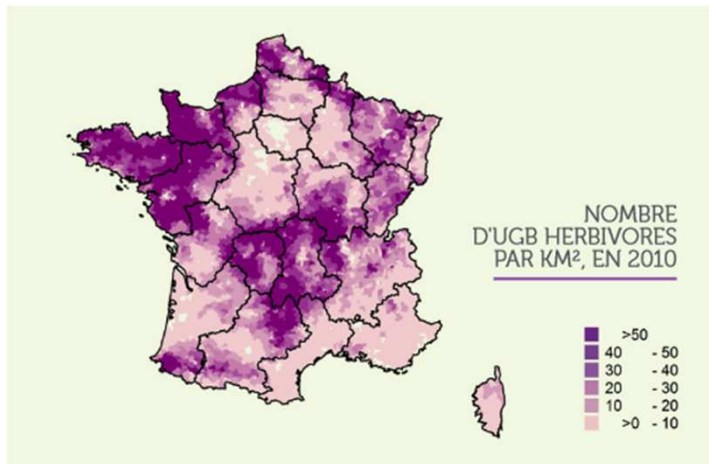


Source : EIP-Agri Grazing for carbon 2018

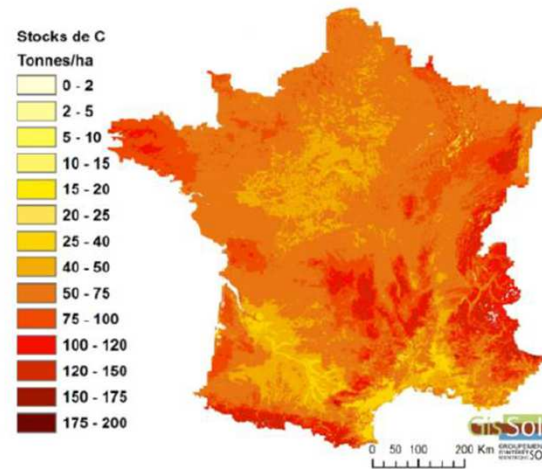
# Des territoires d'élevage riches en carbone



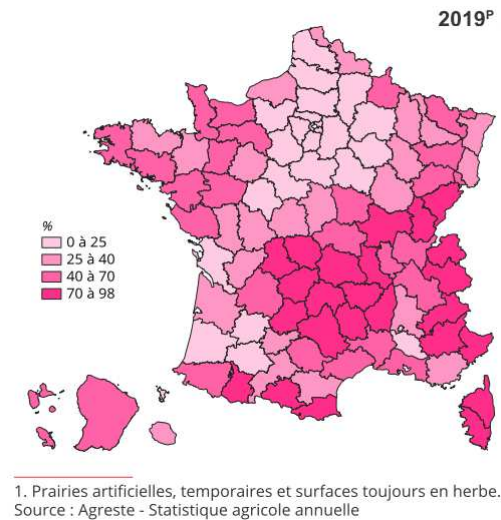
## Cheptels ruminant



## Soil Carbon stocks (0-30 cm)



## Prairie/SAU

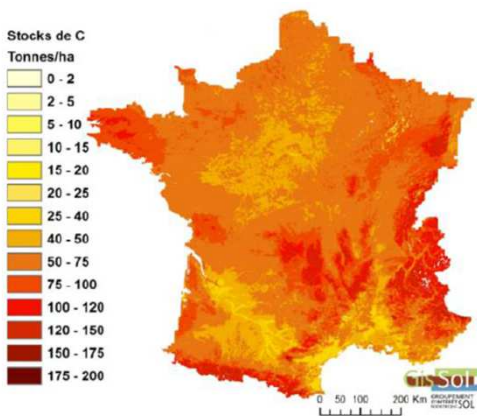


- **Prairies sur 44% de la SAU**, des stocks de carbone élevés en prairie permanente, surfaces non intégrables dans AMG
- Mes pratiques sur mes vieilles prairies sont elles favorables ou y a-t-il un certain équilibre atteint?
- **Des évolutions structurelles** : Moins d'élevages, plus de cultures à l'avenir sur certaines zones, quelles conséquences SOC?  
... ou levier réintroduire de l'élevage dans des zones de culture pour améliorer la fertilité des sols

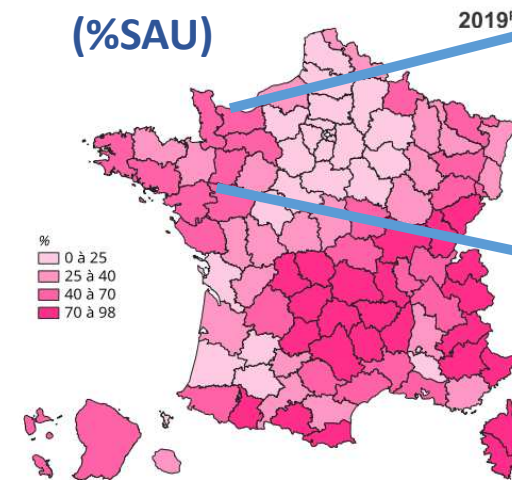
# Maintenir le stock, éviter le déstockage



Stocks de carbone organique dans les 30 premiers centimètres de sol



Part des prairies (%SAU)



1. Prairies artificielles, temporaires et surfaces toujours en herbe.  
Source : Agreste - Statistique agricole annuelle

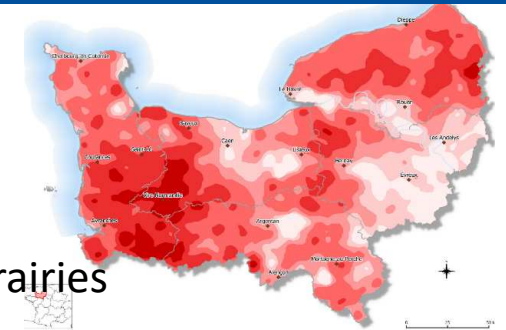
## Evolution des prairies

En 10 ans, -11,3% de prairies

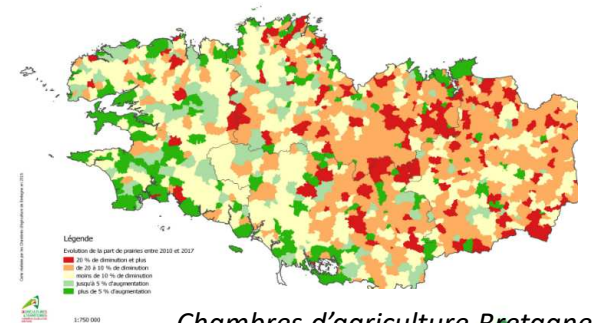
<https://draaf.normandie.fr>

20 % de diminution et plus

En 5 ans,  
-35 000 ha prairie  
+ 13 900 ha maïs..



Evolution de la part de SAU cultivée en prairie entre 2010 et 2017  
Sources RPS 2010 et 2017 - données ASP



Chambres d'agriculture Bretagne



Stock de carbone élevé sur prairies perm.



# CarSolEi Carbone Sols Elevage

Pour mieux intégrer de l'effet des conduites de prairies et du milieu sur l'évolution des stocks de carbone

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

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

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



# Un outil pour une approche globale du C des sols en élevage



- Un simulateur d'évolution du stock de carbone intégrant la gestion des prairies

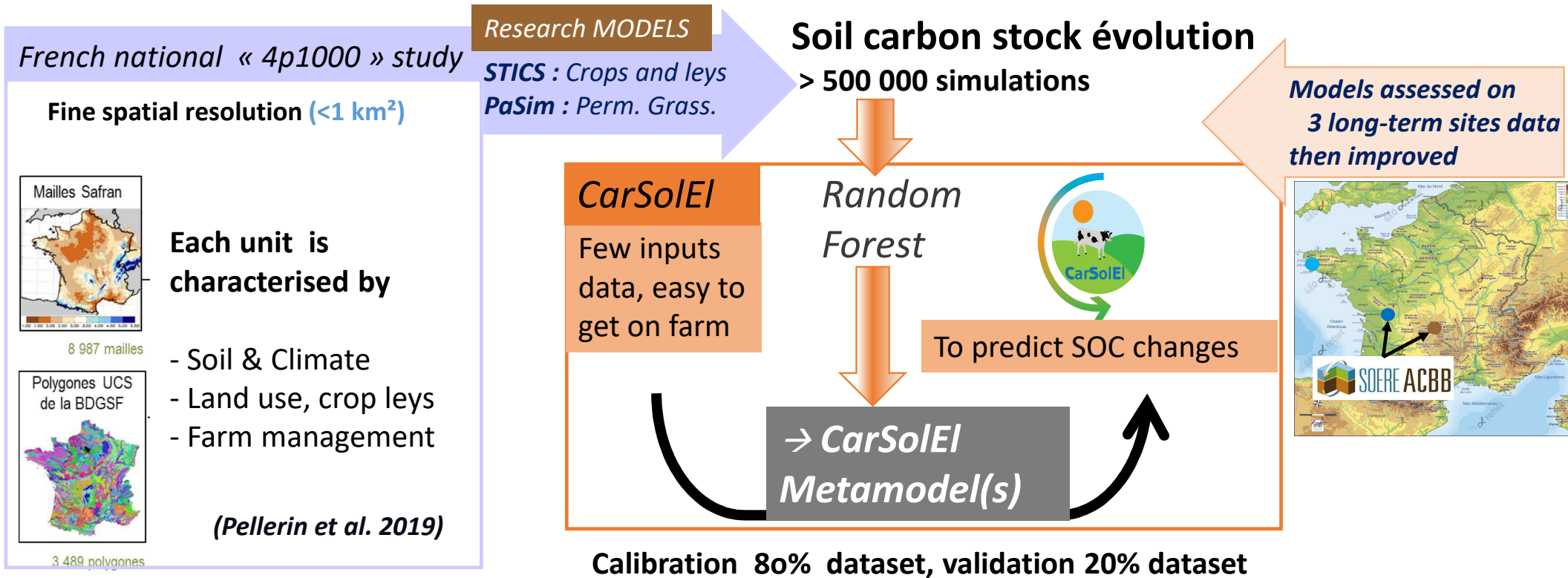


- **Mieux connaître la situation des ilots :**  
Savoir quelle parcelle est susceptible de perdre ou gagner en matières organiques sur le long terme ( 30ans)
  - Effet des conduites actuelles
  - selon le sol en place: pH, historique MO, texture, Ca
  - Selon les conditions météo : pluie, température
- Pour réfléchir à des **options favorables au maintien de la fertilité sur l'exploitation**

Chambaut H. Idele 29-30 juin 2022



# Construction du calculateur CarSolEI



# Simple et rapide : saisie en ligne



INRAE



<http://appsonline.idele.fr/Carsolei/>

La conception de l'outil a bénéficié de l'appui financier de l'ADEME et des filières d'élevage CNIEL-Interbev.

-- Version V1, Juin 2022 --

CarSolEI : prédiction de la variation de stock de C organique du sol



l'institut Agro  
agriculture • alimentation • environnement







# Regrouper les parcelles par type de sol et de conduites agricoles



9

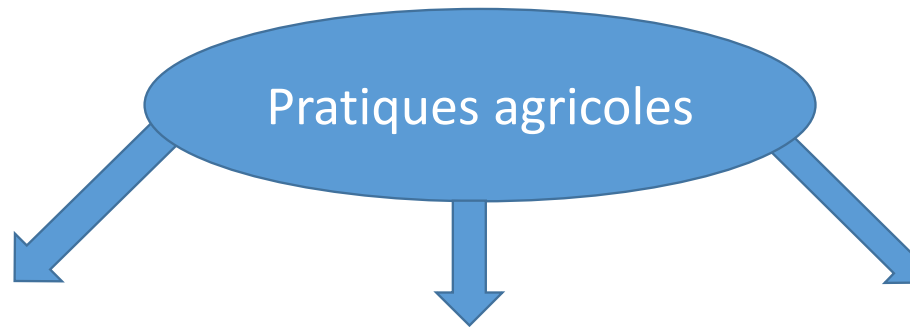
Regrouper par grand type de gestion et de sol :

Prairies perm. de fauche ou pâture -> culture/prairie -> Culture/culture



## Infos prairies

Nombre de coupes, rendements  
Jours et chargement au pâturage  
Dose et type d'engrais organiques  
Fertilisation minérale



## Infos Milieu

Analyse de sol  
pluie, température

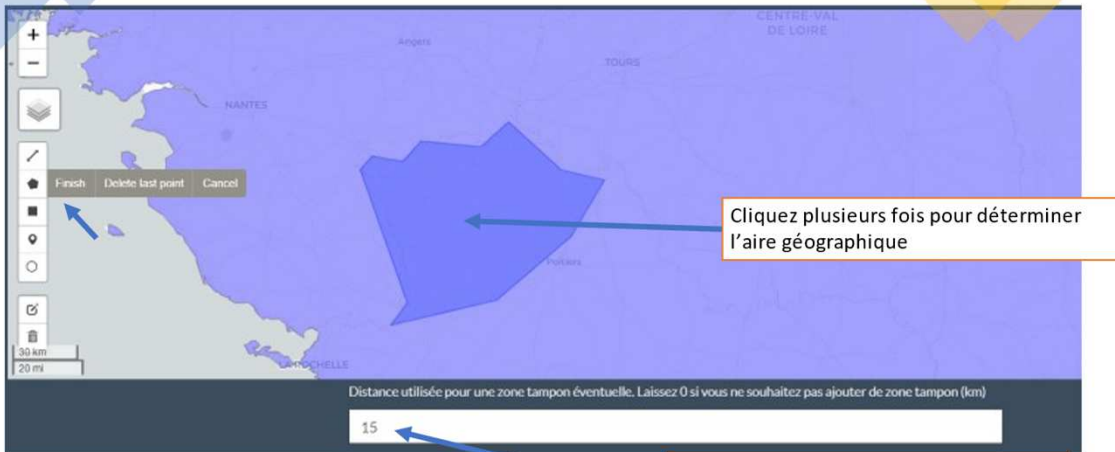


## Infos cultures

Nb d'années en cultures versus en prairie  
Types de cultures et rendements  
Fertilisations minérales ou orga. (doses, types)  
Fréquence d'implantation de couverts interm.  
Irrigation ( oui/non)

9

# Préciser les infos de sol/meteo proposées



# Saisir la conduite d'une parcelle type



## Conduite des surfaces

### Rotation

Durée de la rotation (en années) (Le modèle a été calibré sur des rotations jusqu'à 10)

Durée de la prairie dans la rotation (années)

### 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 ?

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

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

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

Y a-t-il de l'irrigation ?

Nombre de cultures intermédiaires au cours de la rotation

Quantité de matière sèche exportée en moyenne par an par hectare pour les cultures sur la rotation (t/an/ha). Se calcule en cumulant les contributions de chaque culture (hors récoltes sur prairies) en divisant par le total des années (nb ans en culture + nb an en prairie).

Rendements de la culture intermédiaire (somme des biomasses cumulées de cultures intermédiaires les années où elles sont présentes/nombre d'année rotation) [Variable qui sera utilisée dans la version2]

# Saisir les pratiques moyennes



### Cultures en rotation

1ère culture	2ème culture	3ème culture	4ème culture
Mais fourrage	Blé tendre	Prairie	Prairie
5ème culture	6ème culture	7ème culture	8ème culture
Prairie	Prairie	Prairie	Rotation terminée

### Conduite des prairies

La prairie est-elle fauchée ou pâturée ?

Fauchée et pâturée

### Information sur la fauche

Nombre de coupes par an : 1

quantité de matière sèche fauchée cumulée sur l'année en moyenne (tMS/ha) : 4

### Information sur le pâturage

Nombre de passages de pâturage par an en moyenne (maximum 10 jours de pâturage par passage) : 2

Nombre total de jours de présence des animaux au pâturage par an en moyenne : 13

Chargement au pâturage moyen sur les jours de présence au pâturage (UGB/ha) : 5,4

Les animaux pâturent 1.053 t MS/an  
Les animaux pâturent 70.2UGB x jours par an

La valorisation de l'herbe est de 5.053t MS/ha et /an.



l'institut Agro  
agriculture • alimentation • environnement



# Résultat immédiat

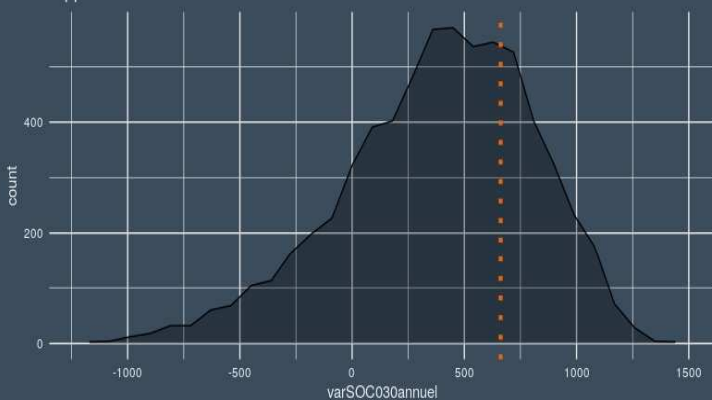


## Résultat Carsolel

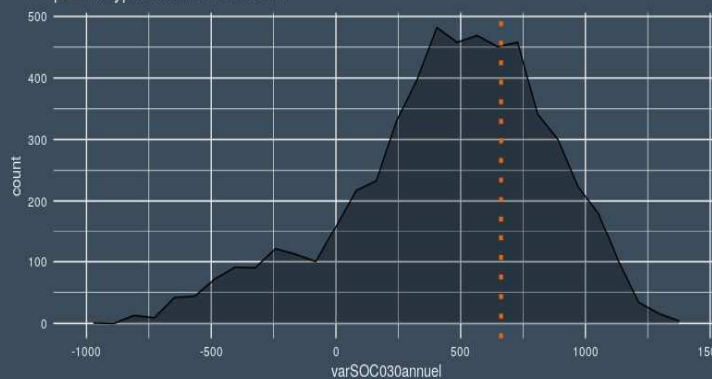
Si les pratiques décrites sont maintenues sur 30 ans, en moyenne, le stockage annuel de carbone organique dans le sol est de :

662 kg/ha/an sur 0-30 cm de profondeur

Placement du stockage de carbone de l'exploitation par rapport à ceux de la zone sélectionnée simulée



Placement du stockage de carbone de l'exploitation par rapport à ceux de la zone sélectionnée simulée pour le type de modèle : sticsPT



Voici le début du jeu de données qui va être sauvegardé :

predVarSoc030()	metamodel	SOC030Initial	TYPO_CLIM	temperatureMin_median
661.85	sticsPT	53.87	4	8.70
NA	NA	NA	NA	NA
NA	NA	NA	NA	NA
NA	NA	NA	NA	NA
NA	NA	NA	NA	NA

↓ Exporter les données vers un fichier csv

## Avec CarSoIEI

- ✓ **Une projection de l'évolution du stock de carbone** de ma parcelle
  - en moyenne annuelle sur 30 ans
  - pour l'horizon 0-30 cm
- ✓ **Un positionnement** de ma parcelle par rapport aux autres de la zone sélectionnée

Exporter sur son PC le résultat



l'institut Agro  
agriculture • alimentation • environnement

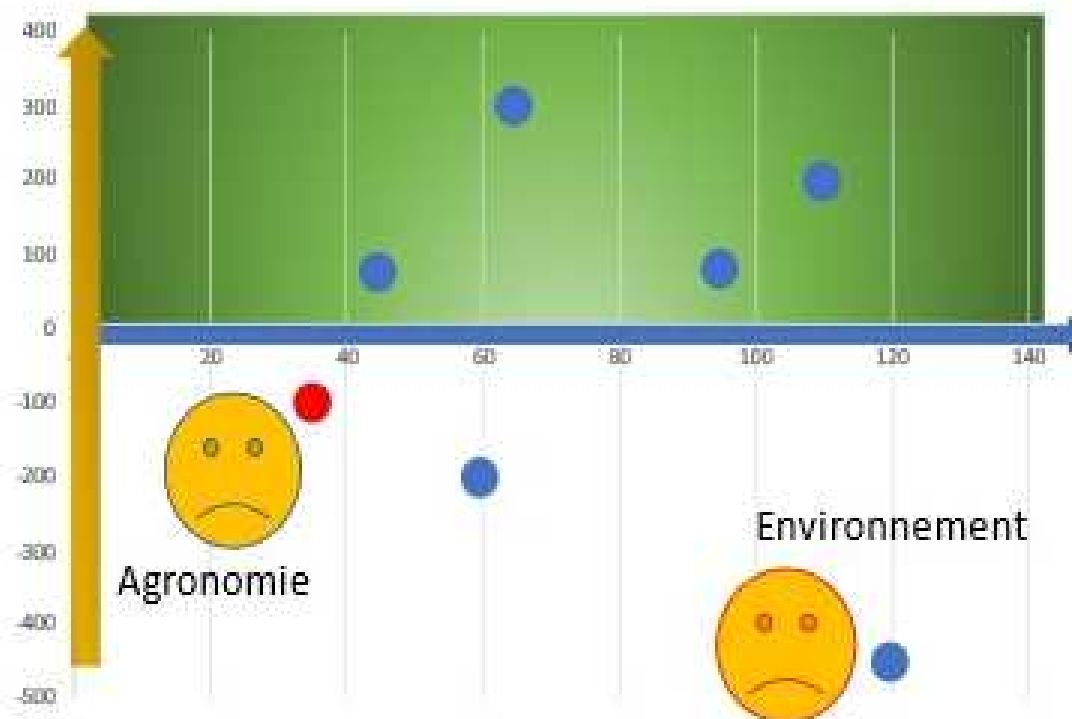


# Un outil pour réfléchir globalement



Résultat CarSolEl (Kg C/Ha/an)

Evolution positive d'  
enrichissement :  
parcelles stockantes



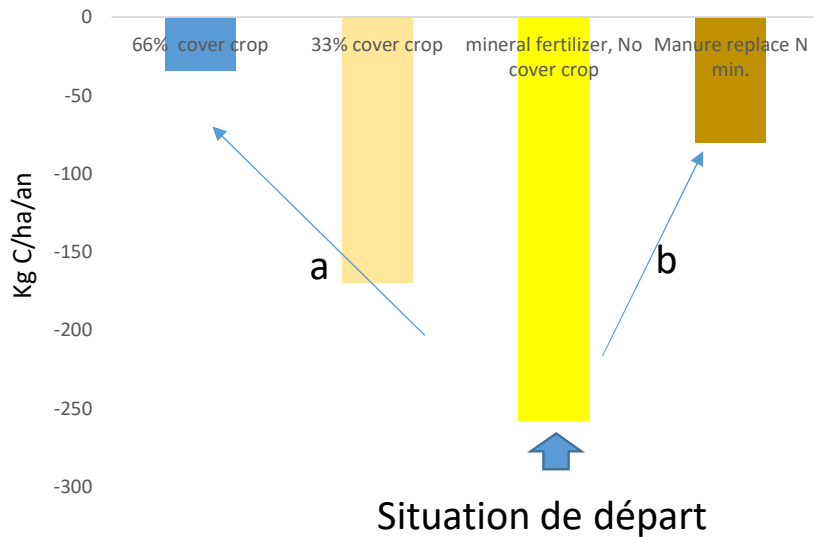
Niveau de stock actuel (TC/HA)  
Analyse de sol

Situations prioritaires  
'Appauvrissement'

# Optimiser les pratiques pour assurer un stockage additionnel

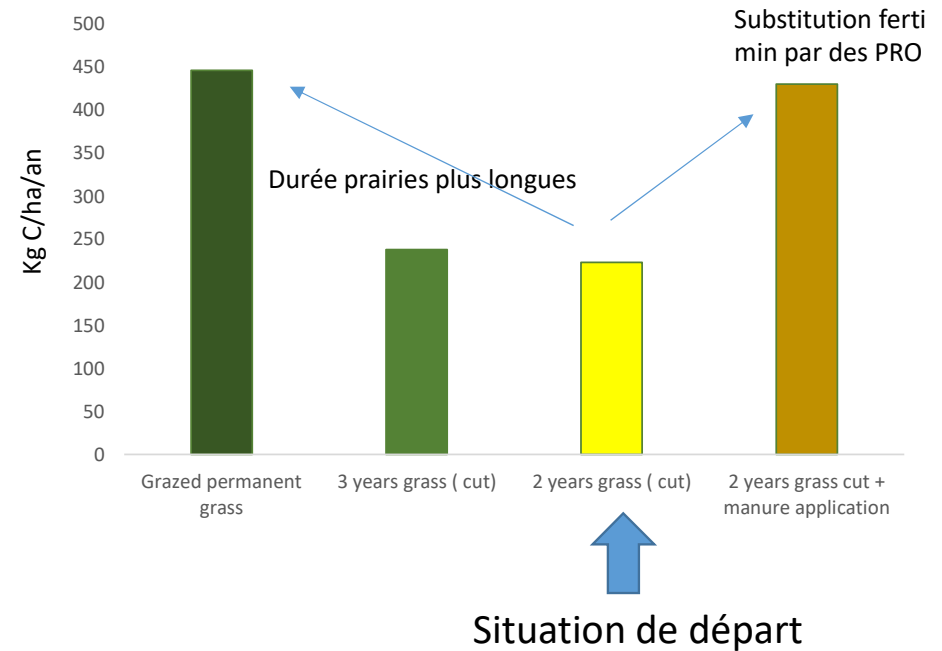


## Ilots cultures



a- Parcelles hors SPE, effet accroissement fréquence CI  
 b Parcelles épardables: effet de substitution N min par N org.

## Gestion des prairies



# Les limites...



Leviers	<u>NON Simulable</u>
<b>Travail du sol</b>	Réduction de l'épaisseur de labour Modification de gestion des résidus (enfouis/exportés/laissés en surface)
<b>Plantes</b>	Modifier lac nature ou le rendement des cultures intermédiaire implantée Effet de l'implantation de prairie sous couvert de céréales Des pâturages très intensifs (très forts chargements instantanés de pâturage tournant dynamique), situations de plein air hivernal (parcelles parking) sont hors de domaine de validation du calculateur <u>CarSoleil</u> . Flore prairial complexe favorisant un enracinement profond et multi strate
<b>Déjections</b>	Passage d'un épandage lisier à du digestat de méthanisation Compostage de fumiers auparavant apportés brut

Et les limites liées au domaine de validité dumodele :

- érosion, ruissèlement
- Sols de marais ou très hydromorphes ou tourbeux...
- Effet des ligneux : agroforesteries, implantation haies , gestion haies

**Version de stics utilisée (Pellerin et al 2019) sous estime l'effet bénéfique de la prairie temporaire sur le stock de carbone**



# Conclusion

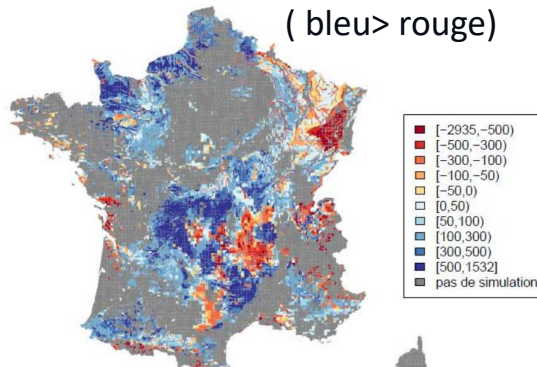


- Avec le stockage de carbone, l'élevage contribue au cycle naturel du carbone et ainsi à la lutte contre le changement climatique
- L'outil CarSolEI permet de mieux appréhender l'influence du milieu et des conduites sur l'évolution du stock de C en élevage incluant des prairies de courte et longue durée
- Des évolutions restent à conduire pour améliorer le chiffrage avec PT
- L'équilibre entre productions animales et végétales dans les territoires est à rechercher pour la fertilité des sols, la qualité de l'eau, l'autonomie et climat

# Pratiques favorables au stockage

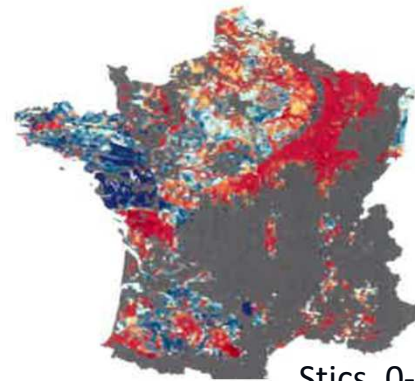


Prairies globalement stockantes  
(bleu > rouge)



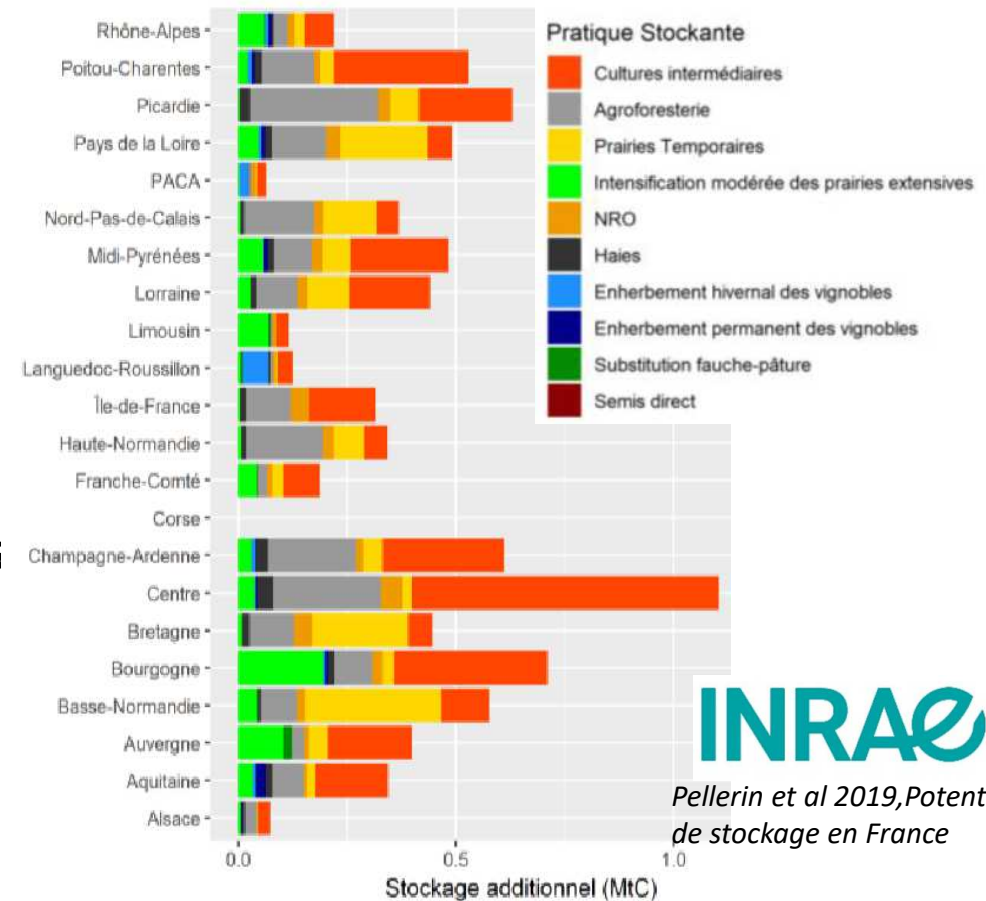
PaSim, 0-30 cm, *In Pellerin et al. 2019*

Cultures et Prairies temporaires :



Stics, 0-30 cm

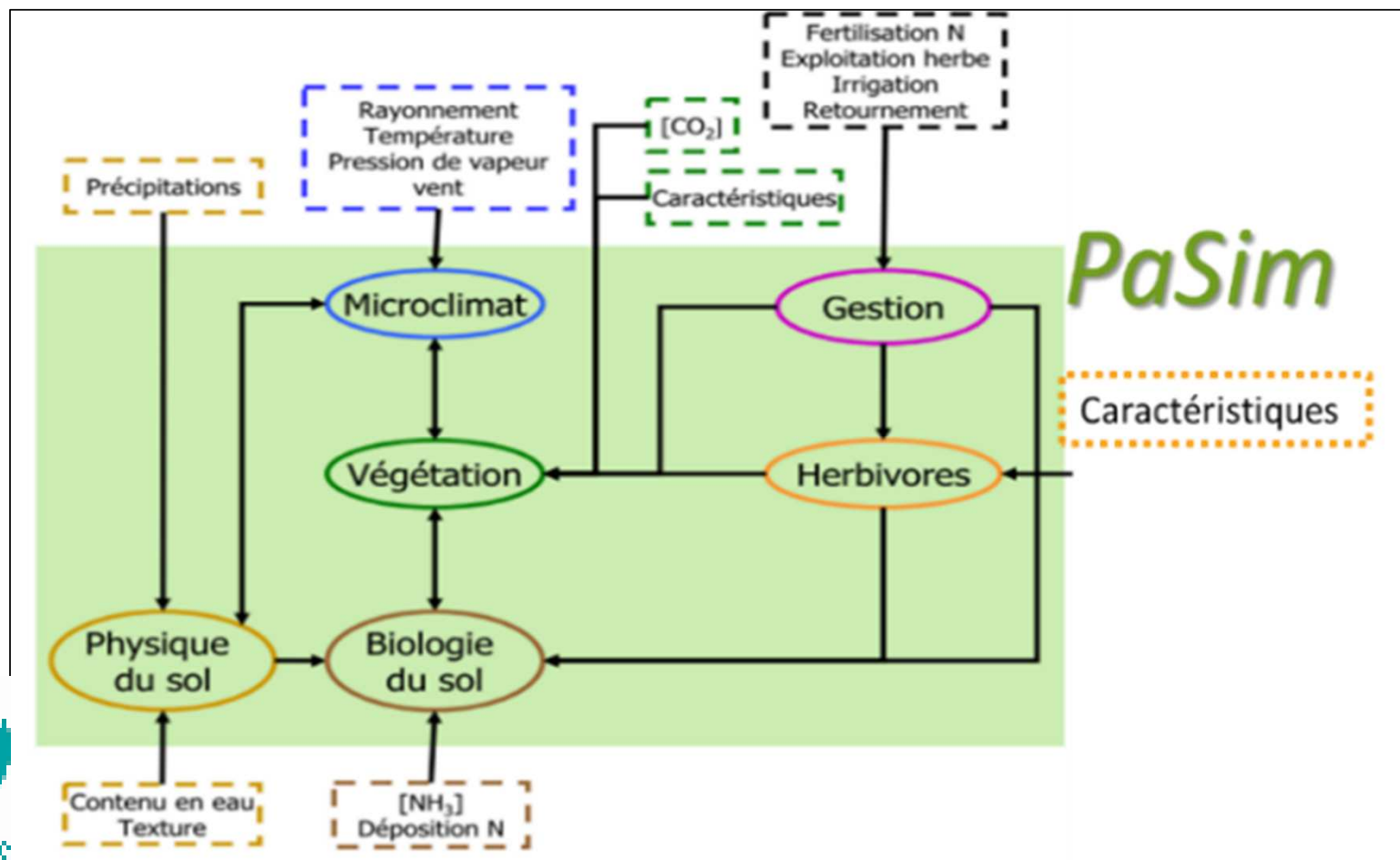
- Planter des couverts dans les rotations
- Favoriser l'implantation de nouvelles prairies
- Allonger la durée de vie des prairies
- Favoriser le pâturage
- Favoriser le pâturage
- Associer graminées et légumineuses,
- bien répartir les épandages
- Favoriser l'arbre : haies et agroforesterie



**INRAE**

*Pellerin et al 2019, Potentiel de stockage en France*

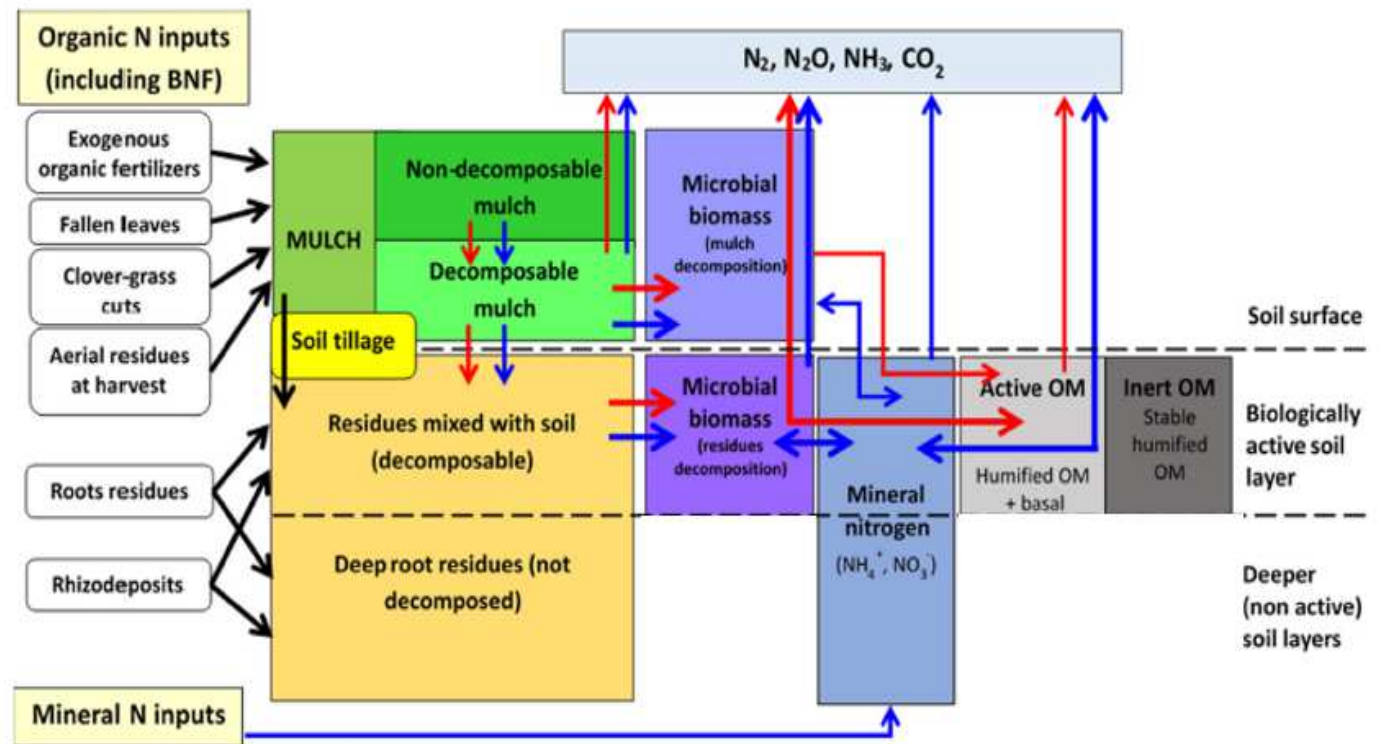
# Un modèle prairie permanente



# Stics en cultures et prairies temporaires



- **MO fraîches** (en surface et enfouies par le travail du sol)
- **Biomasse microbienne**
- **MO humifiée** (active / inerte)



Représentation de la matière organique dans STICS



# Ecart entre modélisation et mesure : Essais SOERE + Kerbernez



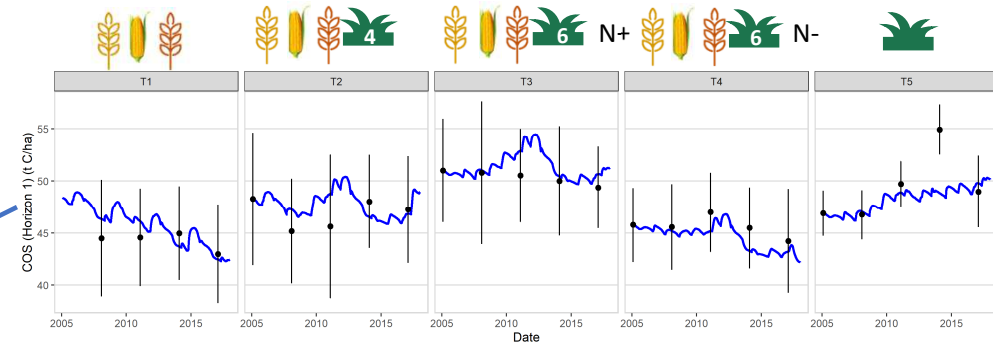
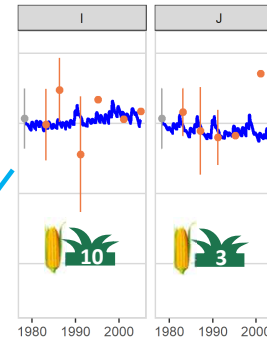
- Comparaison des simulations avec une modèle de culture (**STICS**) et de prairie (**PaSim**) aux observations du C des sols de 3 sites INRAE long terme.



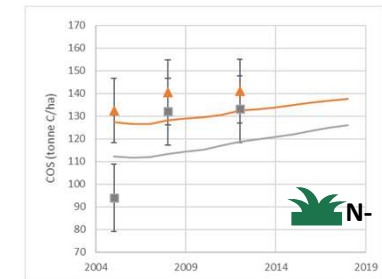
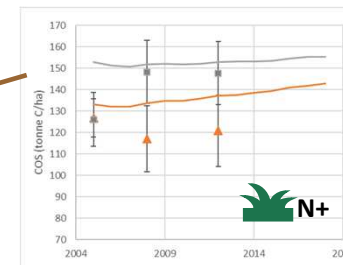
**Kerbernez**  
1 rotation avec PT de 3 ans, 1 PP  
**MO**: 4.7%; COS: 81t C/ha (0-25cm)  
**7 obs.** de COS&NOS + rdt MS et %N

**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



**PaSim**



Evaluation limitée à  
des situations de  
prairie fauchée