Les enseignements du projet SOLéBIOM sur l'évolution de la matière organique dans les sols

15 mai 2019, lycée agricole d'Auxerre – La Brosse

Anne-Sophie PERRIN

as.perrin@terresinovia.fr

Terres Inovia
l'agronomie en mouvement

Plan

1- Amélioration des connaissances sur la dynamique des matières organiques

Amélioration paramétrages des modèles (dont AMG et STICS)

2- Enseignements/simulations sur les plateformes Syppre Picardie et Berry

Terres Inovia
l'agronomie en mouvement

Picardie Innovations Végétales, Enseignements et Recherches Technologiques

Programme Genesys PIVERT, AAP 2014:

Projet SOLéBIOM

→ Amélioration des paramétrages de l'outil Siméos-AMG et du **modèle** STICS pour la **simulation** de l'évolution de l'état organique du sol des **systèmes de culture innovants**

Porté par : Agro-Transfert-Ressources et Territoires

a.duparque@agro-transfert-rt.org

jc.mouny@agro-transfert-rt.org

En partenariat avec : l'INRA (UR Agro-Impact Laon-Mons ; UR EGC Grignon)

et Terres Inovia

Avec le concours : du GIE GAO Arvalis –Terres Inovia – Terres Univia

Partie 1/2

Amélioration des connaissances sur les facteurs qui influencent le statut organique des sols :

1- Humification des résidus

2- Minéralisation de la matière organique du sol

3- Stockage de C

(paramètres implémentés dans l'outil Siméos-AMG)

Terres Inovia
l'agronomie en mouvement

Le carbone humifié – Quesako ?

→ C'est le carbone entrant dans l'humus

Variation stock de C humifié = somme (k1 x m) – (K x Ca)

Somme des **entrées de C** organique dans le compartiment **actif (Ca)** de l'humus du sol

Minéralisation du C actif humifié du sol

K : taux de C org du sol minéralisé / an
K est fonction du type de sol et climat

Cette proportion dépend **dans le cas des résidus de culture :**

→ Des indices de récolte (Qté biomasse restituée)
→ Pour résidus aériens du C/N des résidus de culture
→ Pour résidus racinaires : ratio biomasse racine/aérien

Cas des PRO : dépend de ses caractéristiques (composition, etc..)

Produits Résiduaires Organiques

Terres Inovia
l'agronomie en mouvement

Améliorations apportées sur l'humification des résidus de culture de l'outil Siméos-AMG

Valorisation données Terres Inovia
UNIP, Chambres agri, Arvalis etc.

- Paramétrages pour nouvelles plantes :

  + 9 nouvelles cultures principales :

cameline, lentille, sorgho, moutarde noire à graines, colza associé à des légumineuses gélives, chanvre, sarrasin, lupin, pois chiche

  + 35 nouveaux couverts d'interculture, dérobées et CIVE :

crucifères, graminées, légumineuses ou astéracées

- Paramétrages améliorés :

  22 cultures principales pré-existantes + dérobées (dont CIVE)

+ Paramétrage pour gamme plus complète de PRO

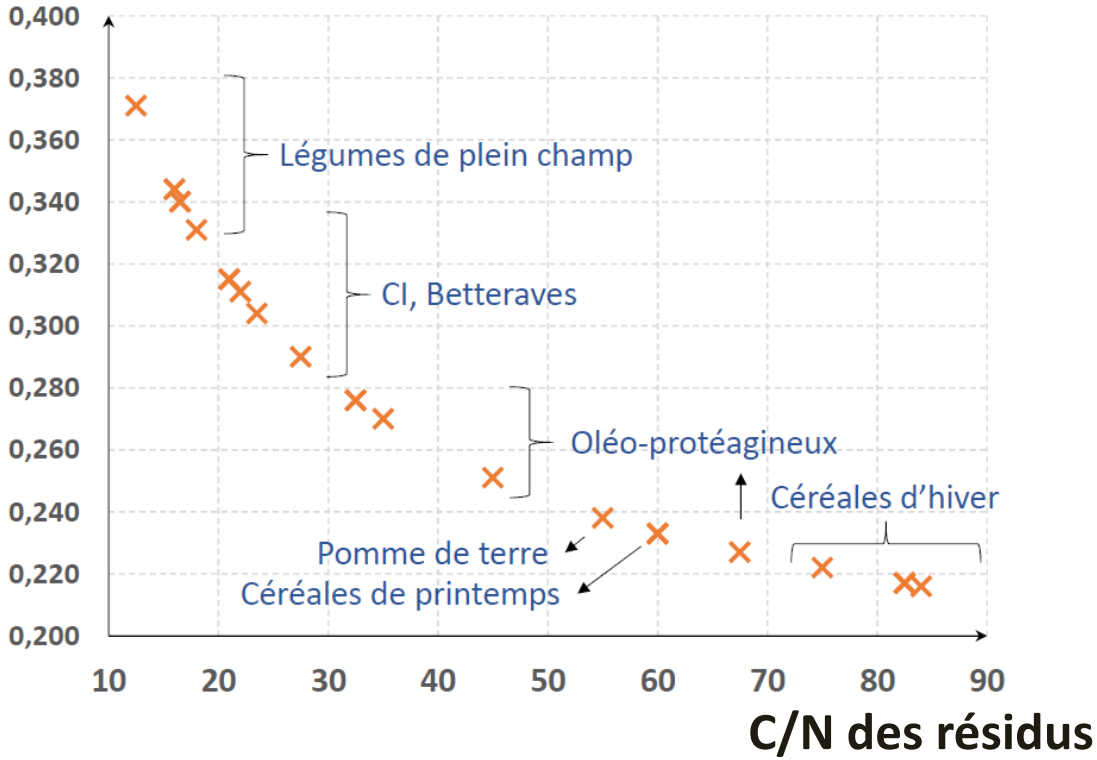
Produits Résiduaires Organiques

Terres Inovia
l'agronomie en mouvement

Améliorations apportées sur l'humification des résidus de culture de l'outil Siméos-AMG

→ Plus le C/N des résidus de culture est faible
→ Plus le potentiel de contribution au C humifié du sol est élevé

Coefficient isohumique k1

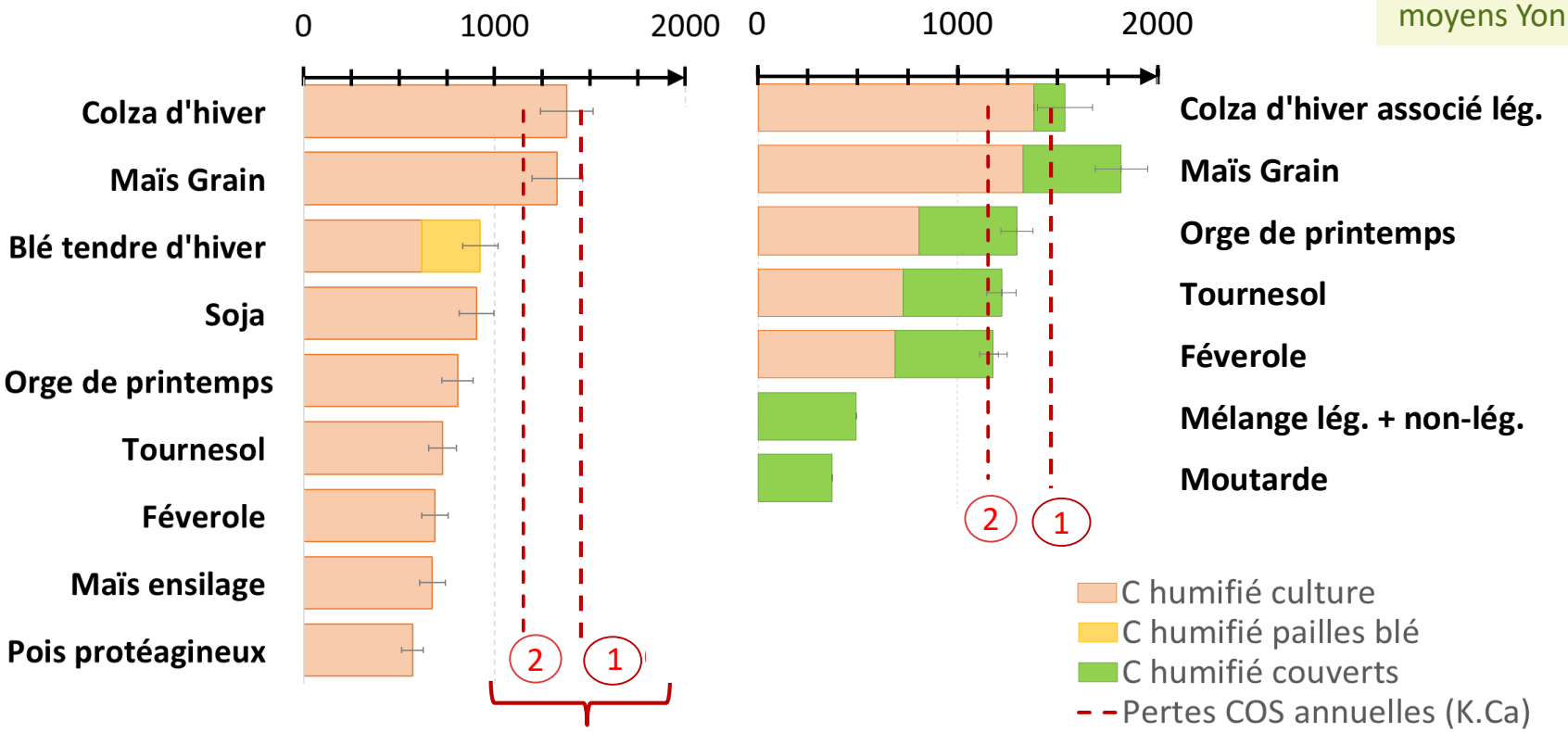


Terres Inovia
l'agronomie en mouvement

Améliorations apportées sur l'humification des résidus de culture de l'outil Siméos-AMG

Carbone humifié en kg de C par hectare et par an*

* pour des rendements moyens Yonne



Pertes annuelles de C par minéralisation des MO des sols pour :

(1) un sol de limon moyen profond à 1.6% de MO (cas courant Picardie)

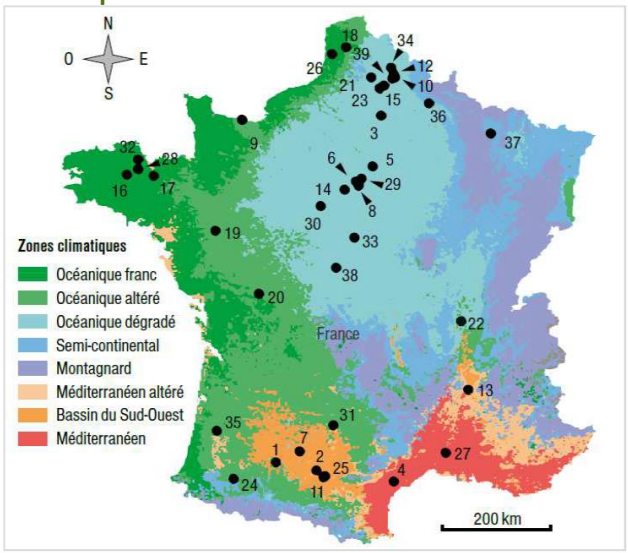
(2) un sol argilo-calcaire superficiel à 3% de MO

Améliorations apportées sur l'équation de minéralisation des matières organiques du sol-Vp

Réseau expérimental constitué :

Données INRA - Arvalis - Terres Inovia

65 expérimentations – 39 sites



Systèmes grandes cultures
Essais au champ en sol nu
Diversité sols et climats

Ancienne équation :

- ✓ caractéristiques stables du sol (argile, $CaCO_3$, N organique)
- ✓ conditions climatiques locales (T°C et humidité sol)

Nouvelle équation :

Fonctions révisées : hydrique, argile et calcaire

Ajout nouvelles fonctions : pH et C/N du sol

L'ajout d'un effet « sdc » améliore la prédiction

Vp augmente avec la fréquence du colza

Vp diminue avec la présence de légumineuses

Meilleure représentativité des types de sol français

Terres Inovia
l'agronomie en mouvement

Voir aussi article Perspectives Agricole, Février 2018

Stockage de carbone organique & travail du sol

Le facteur « effet du travail du sol » sur le stockage de C a été supprimé dans l'outil Simeos AMG→ pas ou très peu d'effet

Travaux de l'INRA de Laon / essai longue durée d'Arvalis à Boigneville :
→ stockage de C en années sèches et déstockage en années humides
→ sur le long terme stockage identique entre non travail du sol et labour

+ diverses **méta-analyses internationales** vont dans le même sens

Faible effet possible du travail du sol sur le stockage de C dans les **sols de climats plus méditerranéens ?** (manque de données)

A noter :
- ✓ les couverts (restitués) ont un fort impact sur le stockage de C
- ✓ La réduction de la profondeur du travail du sol modifie les teneurs en surface (battance, portance)

Partie 2/2

Résultats de simulation : évolution C et N des sols exemple : SdC Syppre Picardie & Berry

Terres Inovia
l'agronomie en mouvement

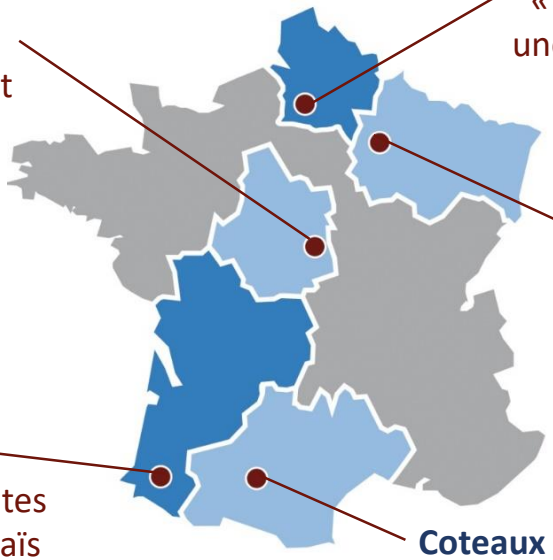
La fertilité : enjeux clé des systèmes innovants

Syppre Plateformes

Objectifs définis localement :

Sols argilo-calcaires du Berry
« un système robuste avec une bonne maîtrise des adventices et un **sol fertile (↗ N dispo) »**

Limons profonds de Picardie
« Valoriser le potentiel des sols avec une **fertilité améliorée (↘ tassements et battance, ↗ N dispo) »**



Terres de craies de Champagne
« Des productions de qualité avec moins de GES et sur un **sol fertile (↘ battance, ↗ N dispo) »**

Terres humifères du Béarn
« un système adapté aux contraintes futures avec une production de maïs maîtrisée et une rentabilité maintenue »

Coteaux argilo-calcaires du Lauragais
« Produire plus avec de la qualité et sur un **sol fertile (↘ érosion)** »

=> Dans 4 situations sur 5 la fertilité et la MO ressortent comme enjeu majeur pour des services parfois différents

Limon profond de Picardie

Syppre
ARVALIS Institut du végétal · ITB Institut Technique de la Betterave · Terres Inovia l'agronomie en mouvement

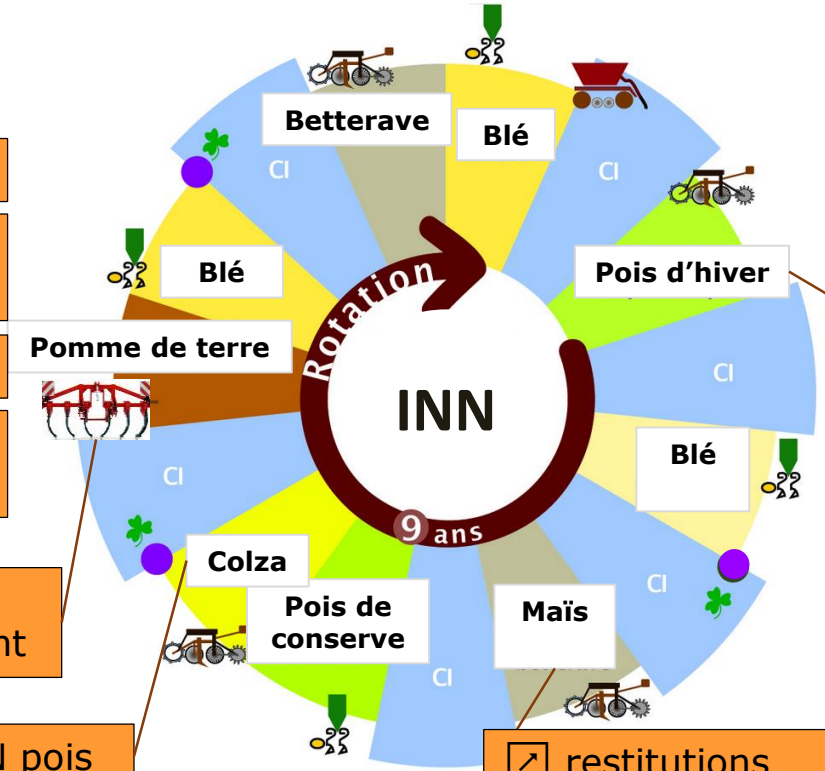
Système témoin

betterave
blé tendre
pomme de terre
blé tendre
colza ou
pois de conserve
blé tendre

TEM

Système innovant :
« Valoriser le potentiel des sols avec une **fertilité améliorée (↘ tassements et battance, ↗ N dispo)** »

- Apports organiques
- Optimisation des Couverts d'Interculture CI
- Résidus et CI restitués
- Réduction travail du sol et pas de retournement



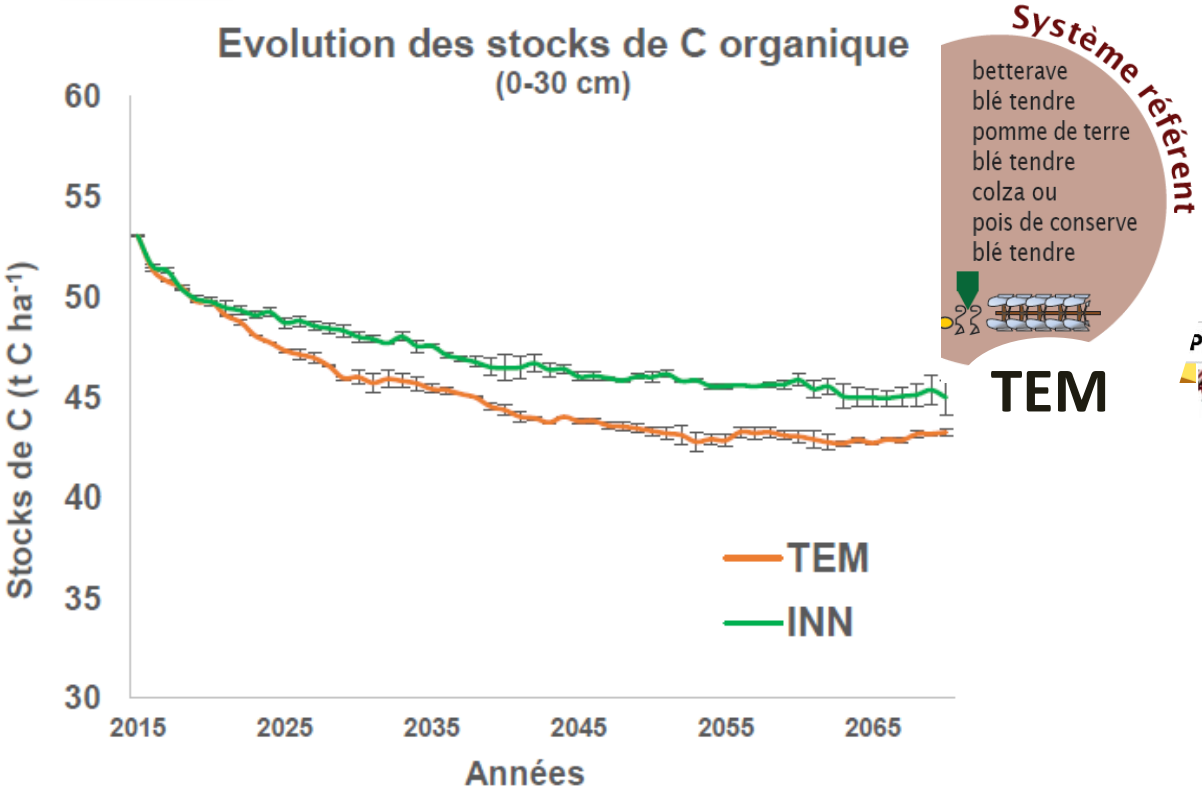
- Introduction N
- Travail profond sans retournement
- Valorisation N pois
- ↗ restitutions Matière Organique

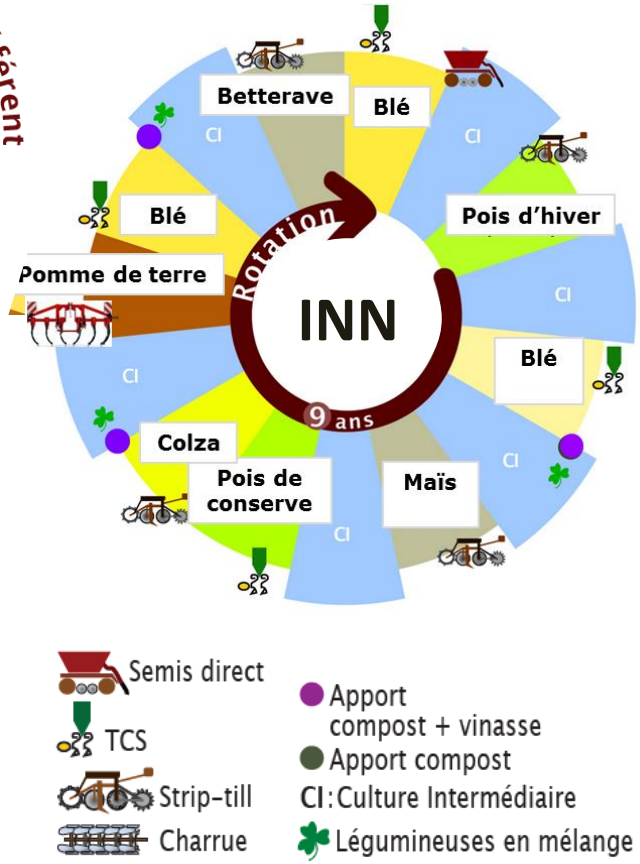
- Semis direct
- TCS
- Strip-till
- Charrue
- Apport compost + vinasse
- Apport compost
- CI : Culture Intermédiaire
- Légumineuses en mélange

Terres Inovia
l'agronomie en mouvement

Limon profond de Picardie

Simulations Stocks de Carbone organique



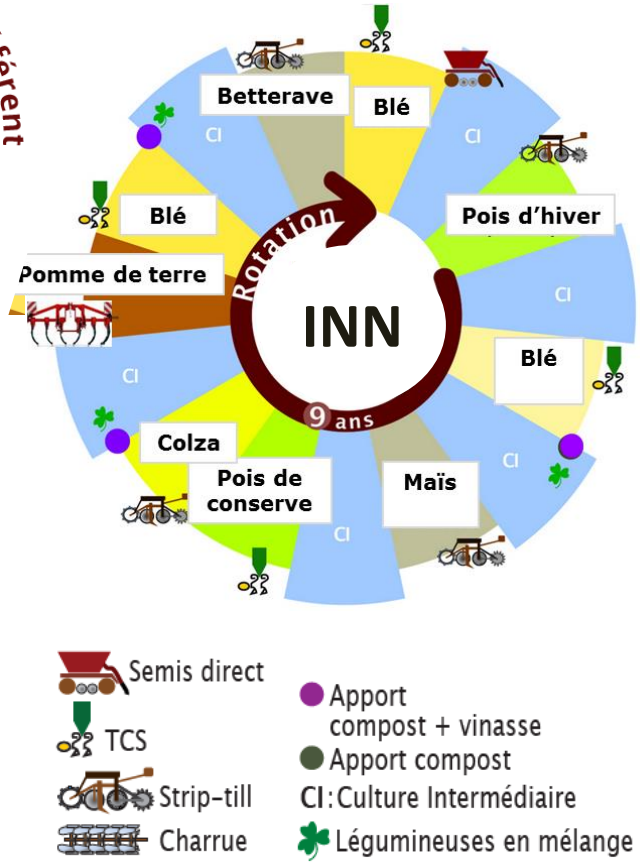


RQ plateforme Syppre Picardie :
Stocks initiaux >> à moy. locale → déstockage de C
mais SdC Innovant > SdC Témoin

Limon profond de Picardie

Simulation fourniture d'azote par le sol

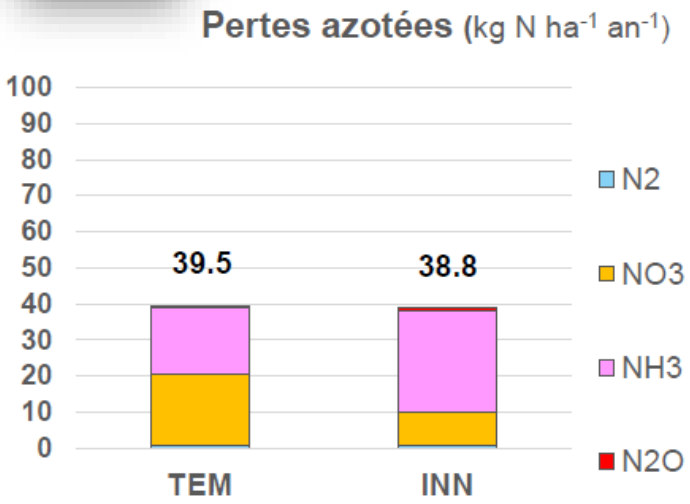
(modèle STICS)

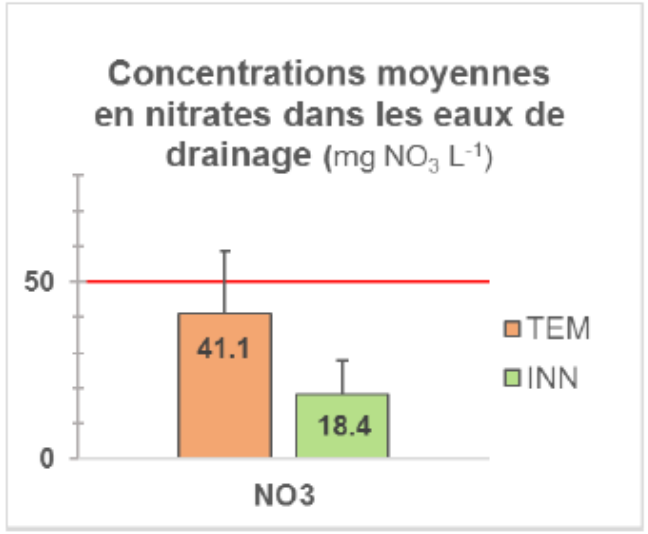


Kg d'azote par hectare /an	Témoin	Innovant
Fourniture (sol et résidus)	102	142
Azote minéral apporté	121	88

Limon profond de Picardie

Simulations des pertes d'azote (modèle STICS)





Sols argilo calcaires du Berry

Syppre
ARVALIS Institut du végétal · ITB Institut Technique de la Betterave · Terres Inovia l'agronomie en mouvement

Système innovant

« un système robuste avec une bonne maîtrise des adventices et un **sol fertile (↗ N dispo)** »

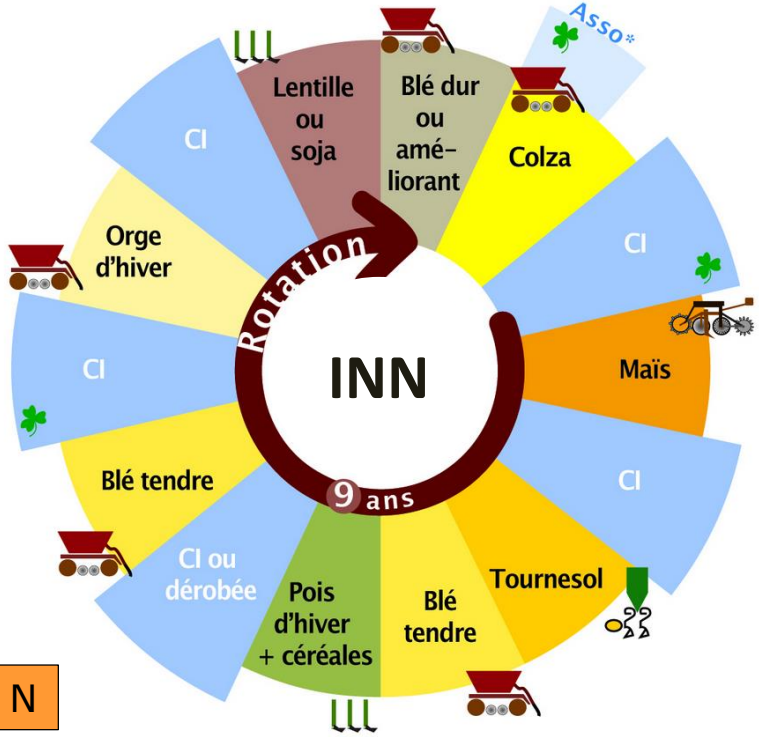
Introduction N

↗ restitutions N et MO

Optimisation des Couverts d'interculture CI

Résidus et CI restitués

Réduction travail du sol et pas de retournement



Valorisation N lentille/blé dur

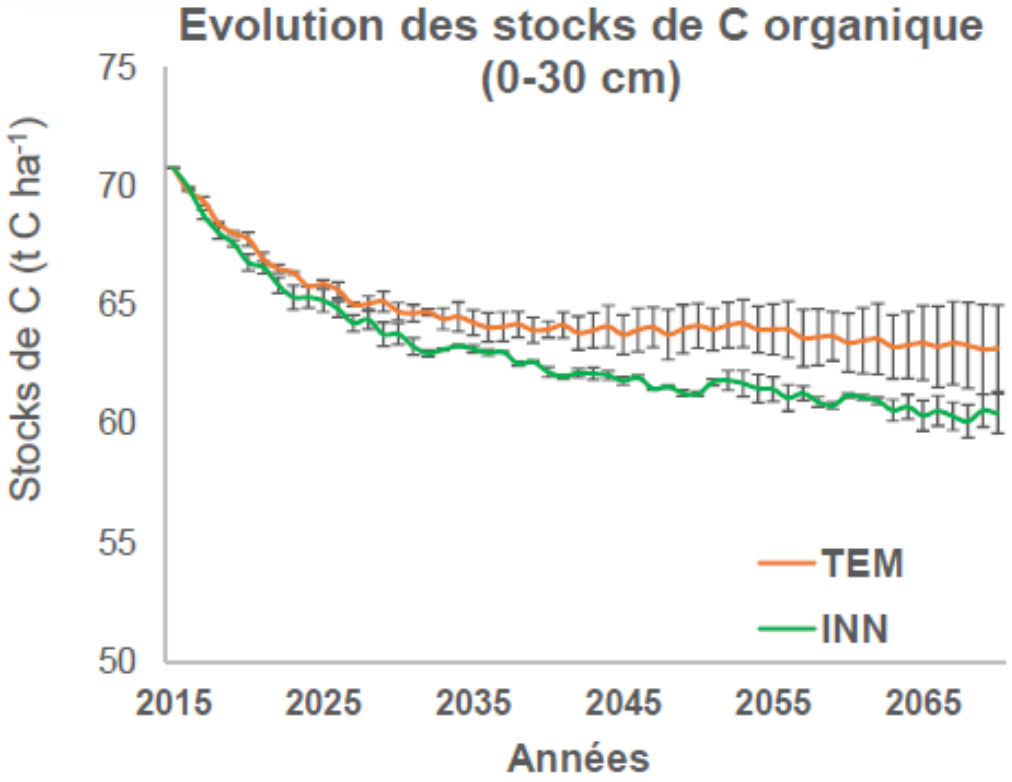
Semis direct
TCS
Strip-till
LLL Travail sol profond
CI : Culture Intermédiaire
*Asso. : Légumineuses associées
Légumineuses en mélange

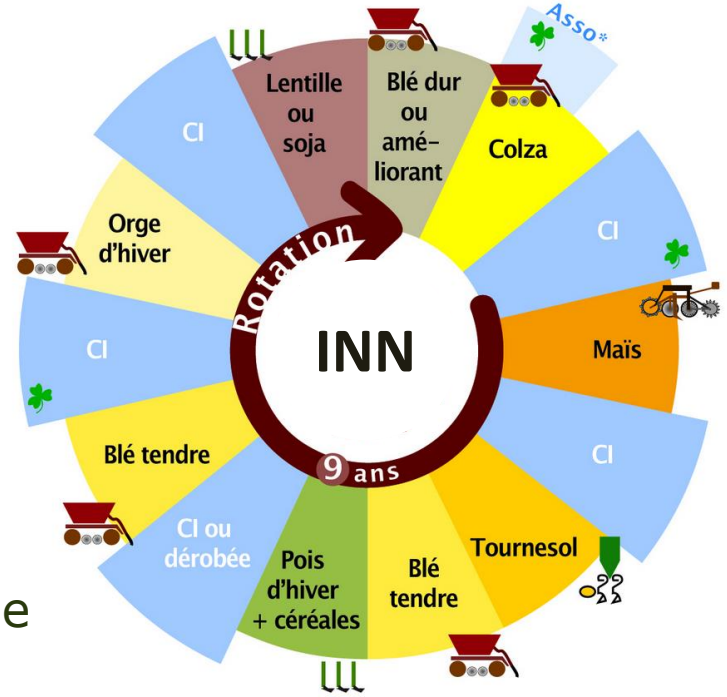
Terres Inovia
l'agronomie en mouvement

Introduction N

Sols argilo calcaires du Berry

Simulations Stocks de Carbone organique





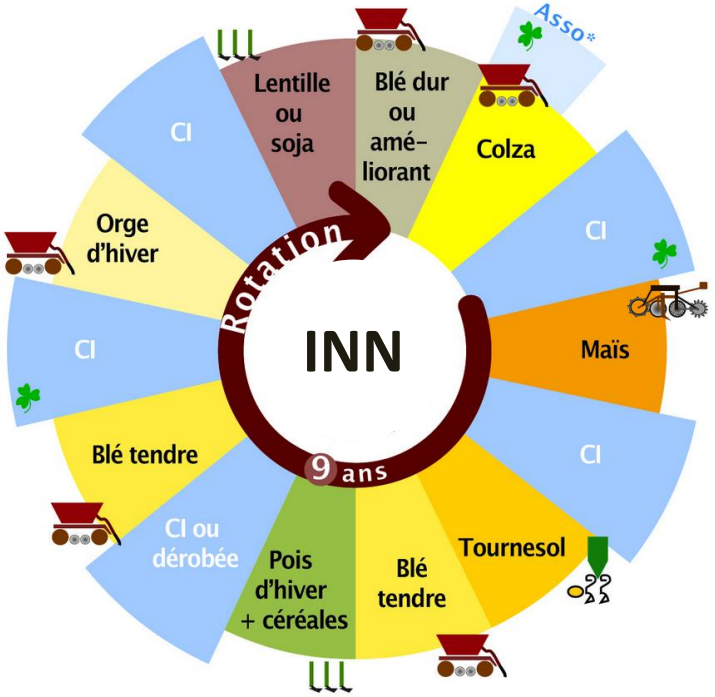
Stocks en C initiaux >à la moyenne locale

Terres Inovia
l'agronomie en mouvement

Sols argilo calcaires du Berry

Simulations fourniture d'azote par le sol (modèle STICS)

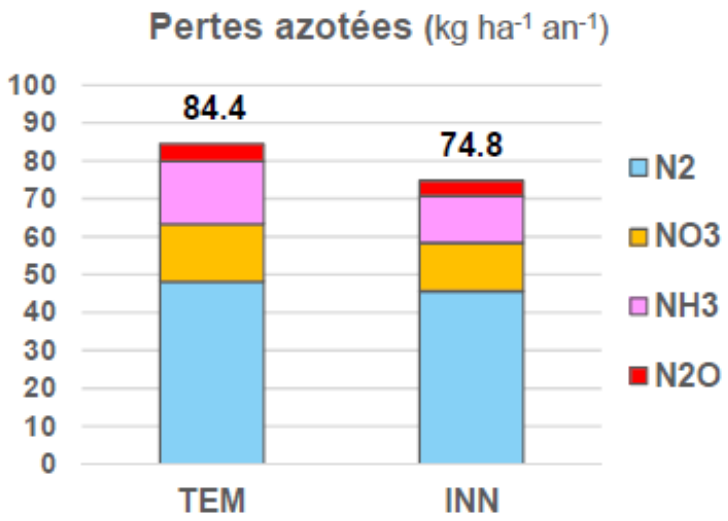
Kg d'azote par hectare /an	Témoin	Innovant
Fourniture (sol et résidus)	145	143
Azote minéral apporté	171	112

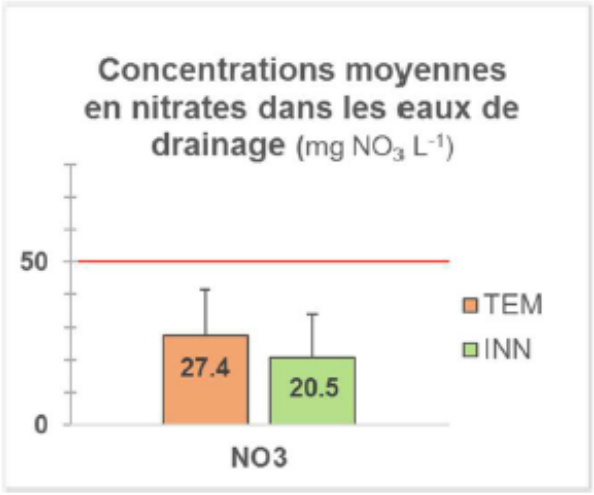


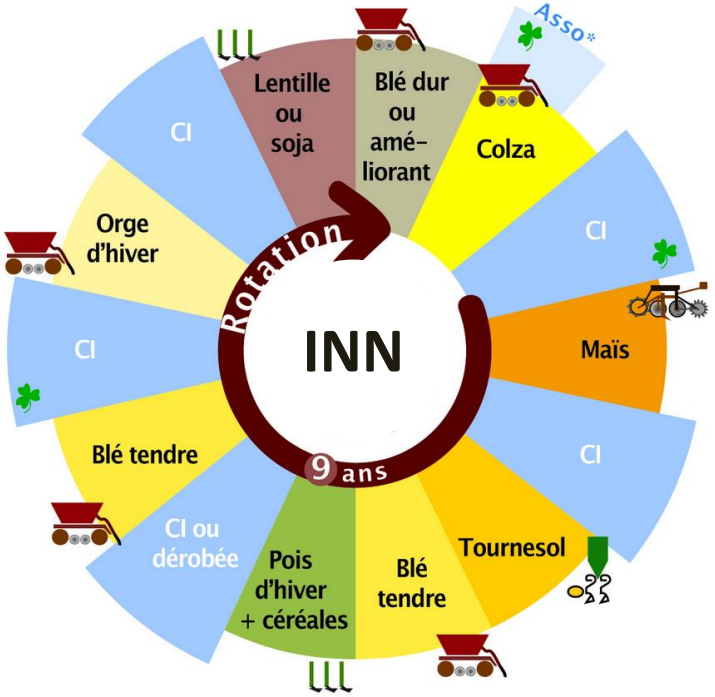
Terres Inovia
l'agronomie en mouvement

Sols argilo calcaires du Berry

Simulations des pertes d'azote (modèle STICS)







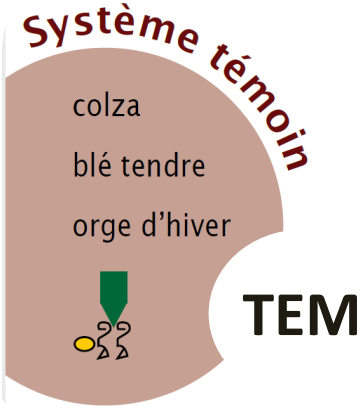
Terres Inovia
l'agronomie en mouvement

Sols argilo calcaires du Berry

Résultats 2018

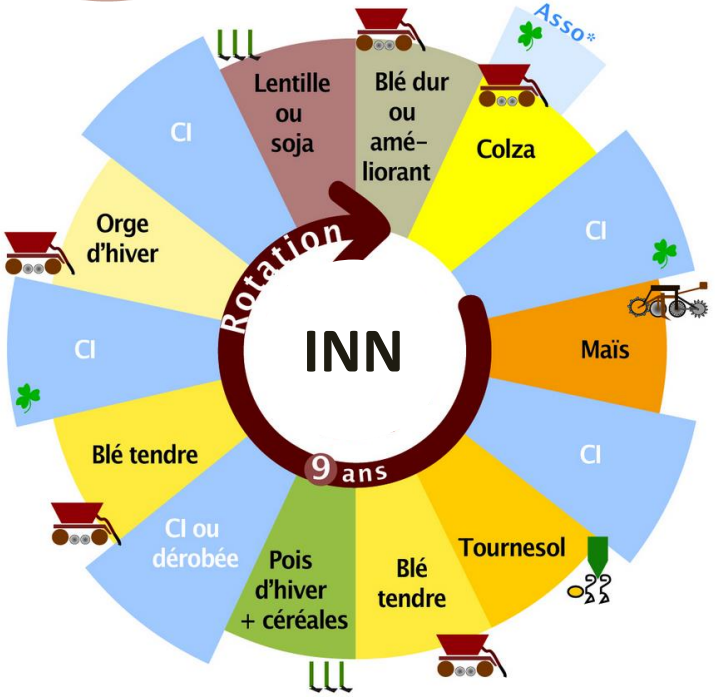
Colza témoin
(précédent orge de blé):

398 g/m² biomasse colza entrée hiver
550g/m² biomasse couvert entrée hiver
28,1q/ha rendement



Colza innovant
(précédent blé dur de lentille):

1115 g/m² biomasse colza entrée hiver
550g/m² biomasse couvert entrée hiver
32,9 q/ha rendement en innovant



Kg d'azote par hectare /an	Témoin	Innovant
Fourniture (sol et résidus)	145	143
Azote minéral apporté	171	112

Terres Inovia
l'agronomie en mouvement

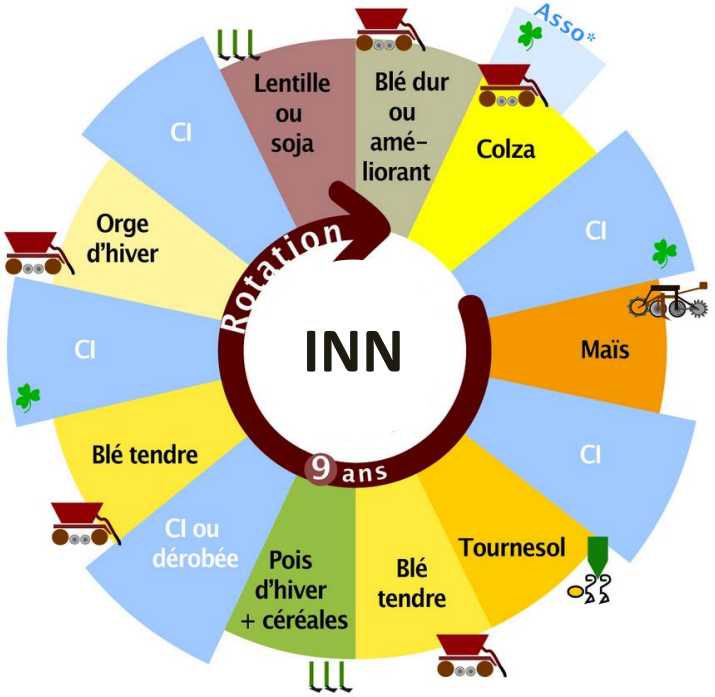
Sols argilo calcaires du Berry

Simulations du bilan Carbone global (GES) – modèle STICS

Simulations 50 ans	INN vs TEM (kg eqCO2/ha)
Stock de C (0-30 cm)	+10094
Emissions N_2O directes	-10790
Emissions N_2O indirectes	-1387
Bilan GES	**-2083**
Bilan GES annuel	**-38**

Bilan GES favorable au SdC Innovant comparé au SdC Témoin

(idem sur les 5 plateformes Syppre)



Terres Inovia
l'agronomie en mouvement

Conclusions

- Améliorations récentes des connaissances sur la dynamique des MO

- **Outil Siméos-AMG** paramétré pour simuler l'impact sur le statut organique des sols des systèmes de culture avec oléoprotéagineux, chanvre et couverts

→ Outil d'aide à la **co-conception** de systèmes de culture

Plus d'informations

- Colloque restitution projet SOLéBIOM: *http://tinyurl.com/Solebiom*
- Article dans Perspectives Agricoles (mai 2019)

Terres Inovia
l'agronomie en mouvement

Merci !

D’après les travaux réalisés par :

Hughes Clivot (INRA/Terres Inovia)
Annie Duparque & Jean-Christophe Mouny (AgroTransfert-RT)
Bruno Mary (INRA)

Dans le cadre du projet SOLéBIOM

Terres Inovia
l’agronomie en mouvement