



INSTITUT NATIONAL
DES SCIENCES
APPLIQUÉES
TOULOUSE



Effets de la méthanisation sur le stockage et la séquestration de carbone organique dans les sols cultivés

Robin Béghin¹, F. Guérin², M. Guiresse³, D. Kleiber¹ et J.D^{1,3} Scheiner

¹ INP-Purpan PPGV, 31076 Toulouse; ² OMP GET, 31400 Toulouse; ³ ENSAT-ECOLAB,



PURPAN
UNITÉ DE RECHERCHE PPGV
Physiologie, Pathologie et Génétique Végétales



Laboratoire écologie
fonctionnelle
et environnement



en partenariat avec



ARVALIS
Institut du végétal



Contexte et enjeux

Gestion des matières organiques (MO) dans les sols cultivés :

- Fertilité des sols ;
- Qualité des cultures ;
- Flux et qualité de l'eau ;
- Lutte contre l'augmentation de la [CO₂] dans l'atmosphère

(Calvet et al., 2015)

Exemples de pratiques stockantes :

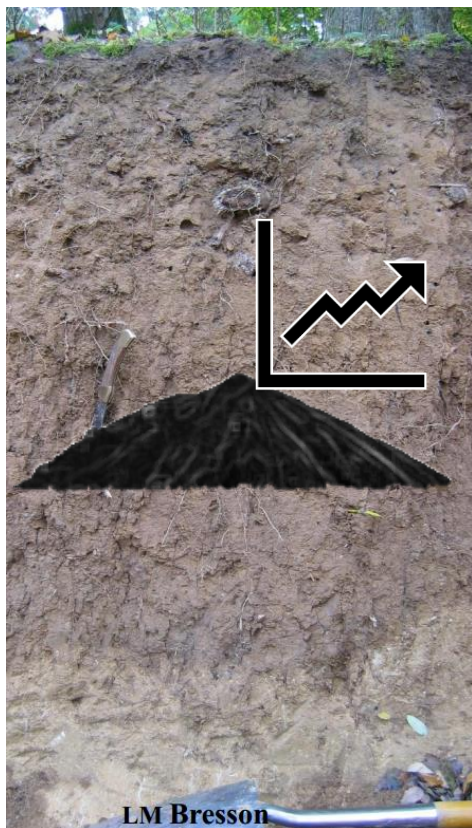
- Cultures intermédiaires
- Prairies temporaires dans les rotations
- Agroforesterie intra-parcellaire
- Semis direct sous couvert végétal
- Valorisation agronomique des produits organiques

(Pellerin et al., 2019)



<https://www.4p1000.org/fr>

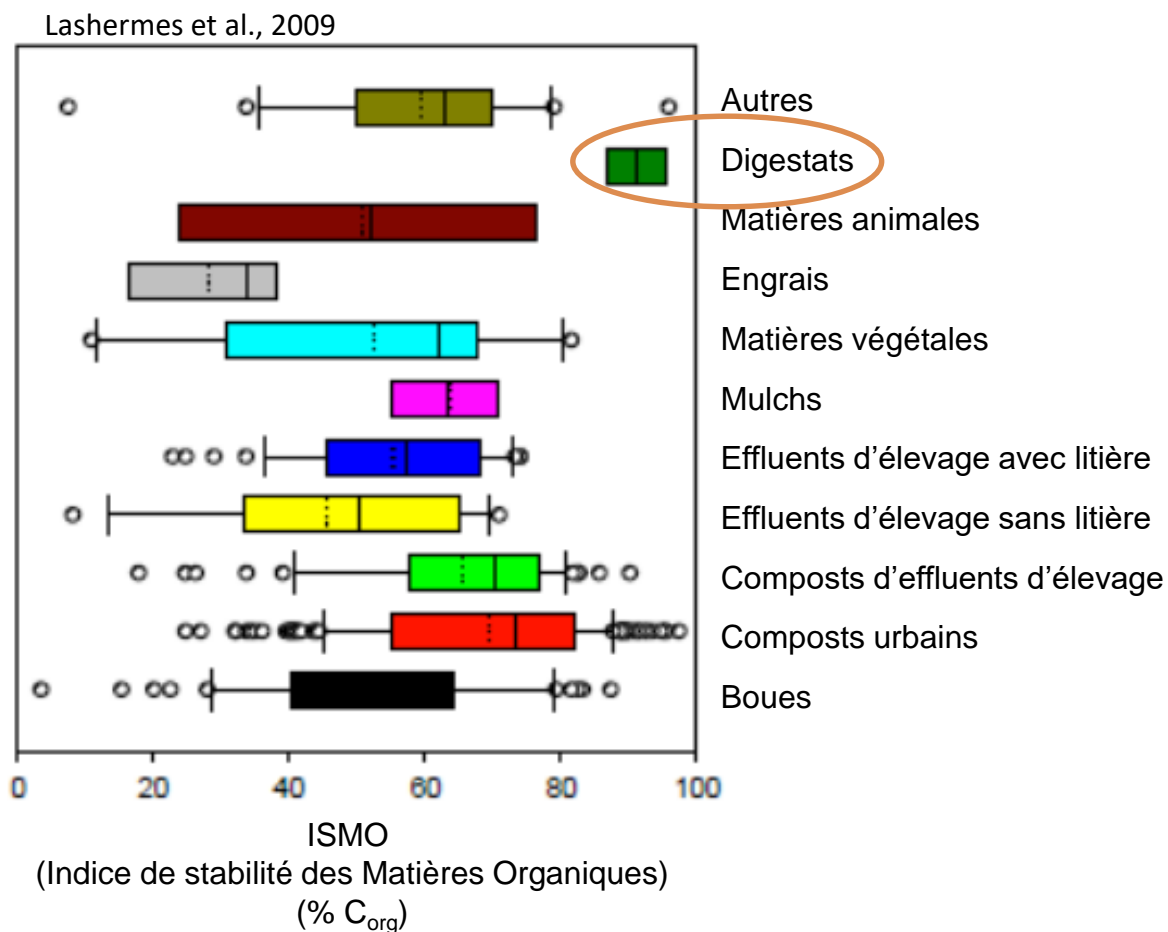
Problématique



- Stockage de C_{org} : augmentation du stock de carbone dans le temps.
 - ↳ Effet de l'apport de digestats de méthanisation sur le stockage de C_{org} dans les sols cultivés ?

Problématique

- L'apport de digestats de méthanisation induit un stockage **efficient** de C_{org} dans les sols

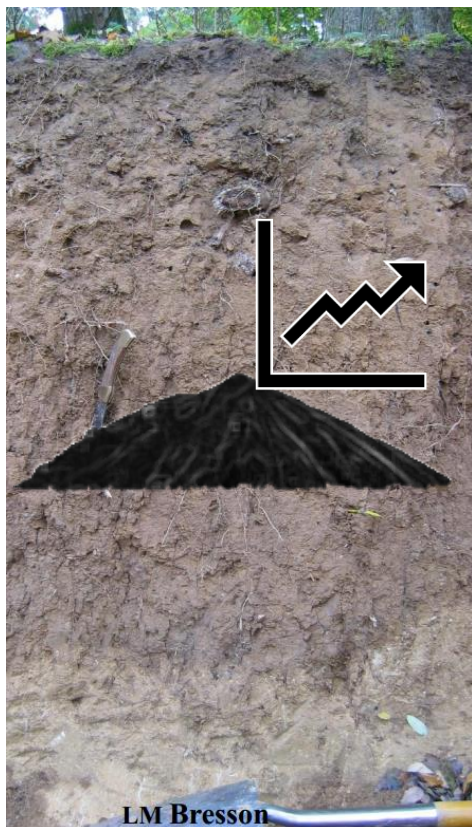


Mis en évidence par : Bertora et al., 2008; Marcato et al., 2009; Ambone et al., 2009; Cayuela et al., 2010; Stumpe et al., 2012; Chen et al., 2012; Schouten et al., 2012; Thomsen et al., 2013; Johansen et al., 2009 etc.

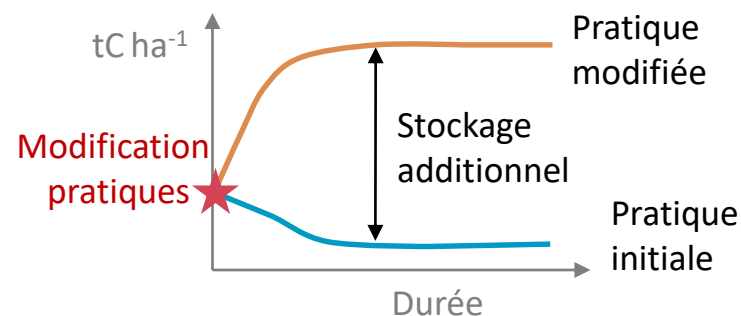
« La biodégradation préférentielle des matières organiques labiles durant la digestion anaérobie induit une augmentation de la proportion des matières organiques récalcitrantes à la biodégradation dans les digestats de méthanisation »



Problématique



- Stockage de C_{org} : augmentation du stock de carbone dans le temps.
- ↳ Effet de l'apport de digestats de méthanisation sur le stockage de C_{org} dans les sols cultivés ?
- Stockage additionnel : différence entre l'évolution du stock de C_{org} après la mise en œuvre d'une pratique par rapport à une pratique initiale, pendant une période donnée.



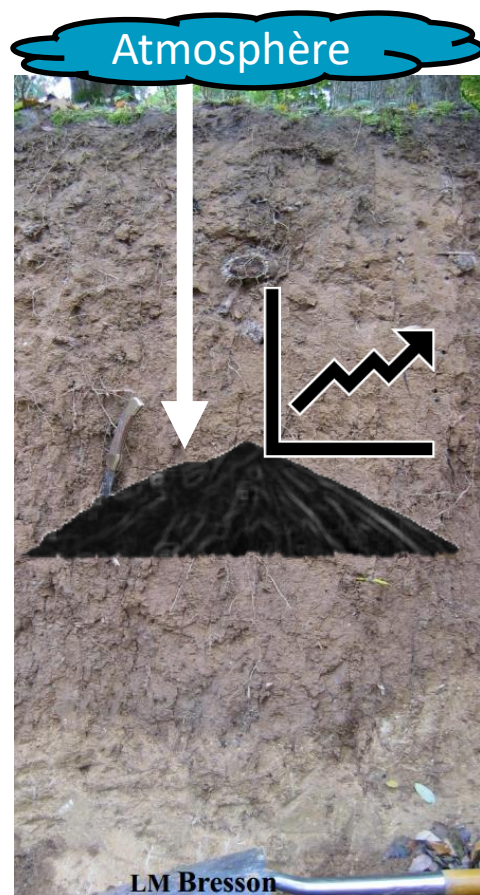
- ↳ Effet de l'adoption de la méthanisation sur le stockage de C_{org} dans les sols cultivés ?

Hypothèse : Stockage équivalent avec ou sans digestion anaérobie
(Pognami et al. 2009, Tambone et al. 2009, Thomsen et al. 2013)

- **Abattement** du carbone organique sous forme de CO_2 et CH_4
- **Conservation** des matières organiques récalcitrantes durant la digestion anaérobie



Démarche



Quantifier la séquestration de C_{org} :

- Retrait net de CO_2 de l'atmosphère, résultat d'un transfert de son carbone dans le sol ;
- Durabilité de la séquestration (> à 20 ans pour IPPC, 2006) :
 - Pérennité des pratiques stockantes et/ou durée de moyenne de rétention du C_{org} dans le sol.

Olson et al., 2014 / Chenu et al., 2019

Démarche

Méthode : Quantification des flux de C

Flux de CO_2 sortant lors de la méthanisation :

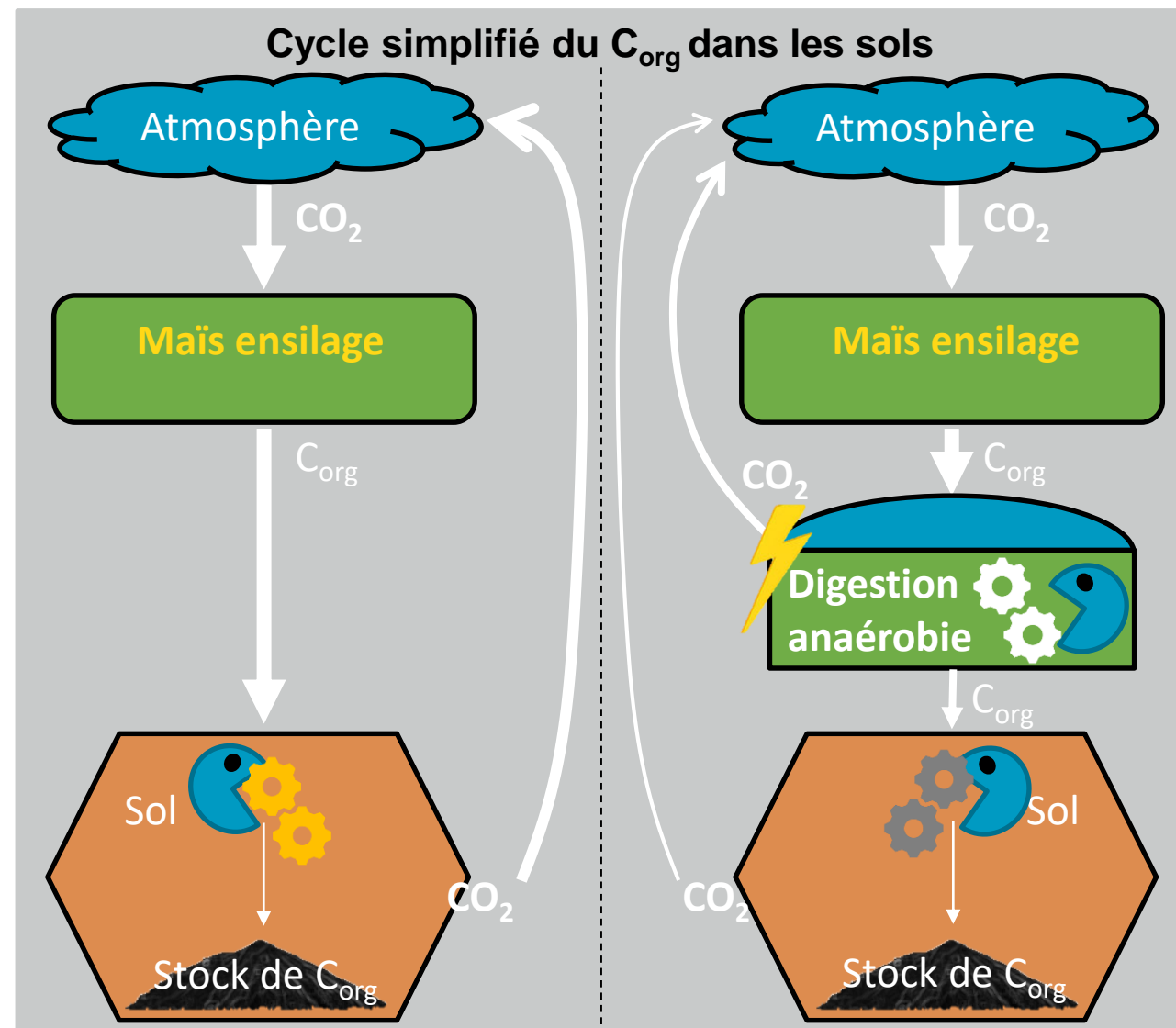
- Potentiel méthanogène du maïs ensilage

Flux de C_{org} entrant dans les sols :

- Teneurs en C_{org} du maïs ensilage et du digestat de maïs ensilage par analyse élémentaire
- Mesure des quantités apportées

Flux de CO_2 sortant des sols :

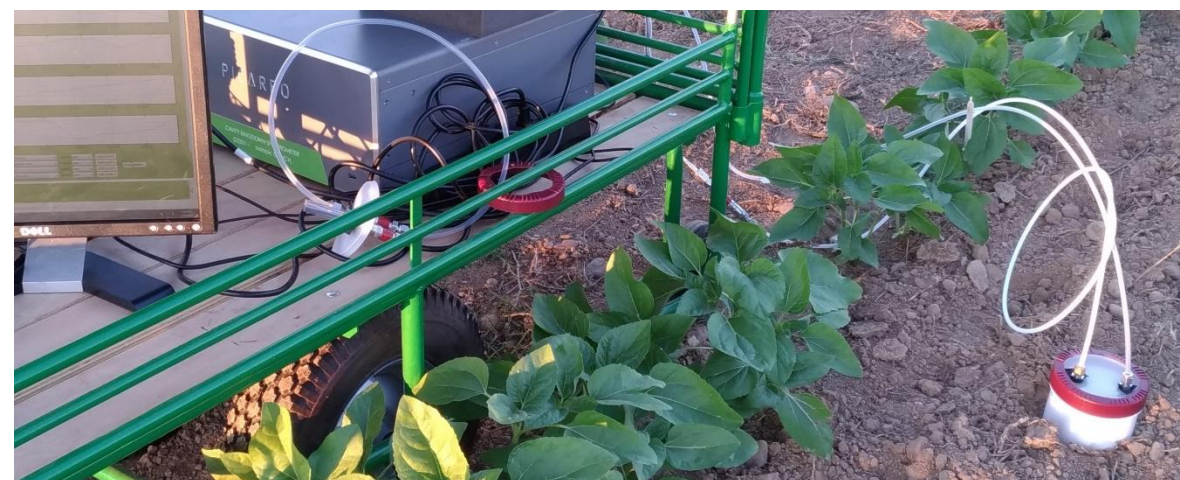
- Mesure de la production de CO_2 (et CH_4) à l'aide d'un dispositif d'incubation



Démarche

Dispositif expérimental :

- Enceinte d'incubation + analyseur
 - Modalités (4 à 5 réplicats) :
 - Sol non amendé → Respiration basale
 - Sol avec apport de maïs ensilage
 - Sol avec apport de digestat de maïs ensilage
- } Scénarii comparés
- Quantité de C_{org} apporté identique pour chacune des modalités
 - Plusieurs paramètres étudiés :
 - Conditions d'incubation (contrôlées, au champ)
 - Deux sols limoneux (12,5% et 22% d'argile)
 - Deux digestats (digesteur expérimental et à la ferme)



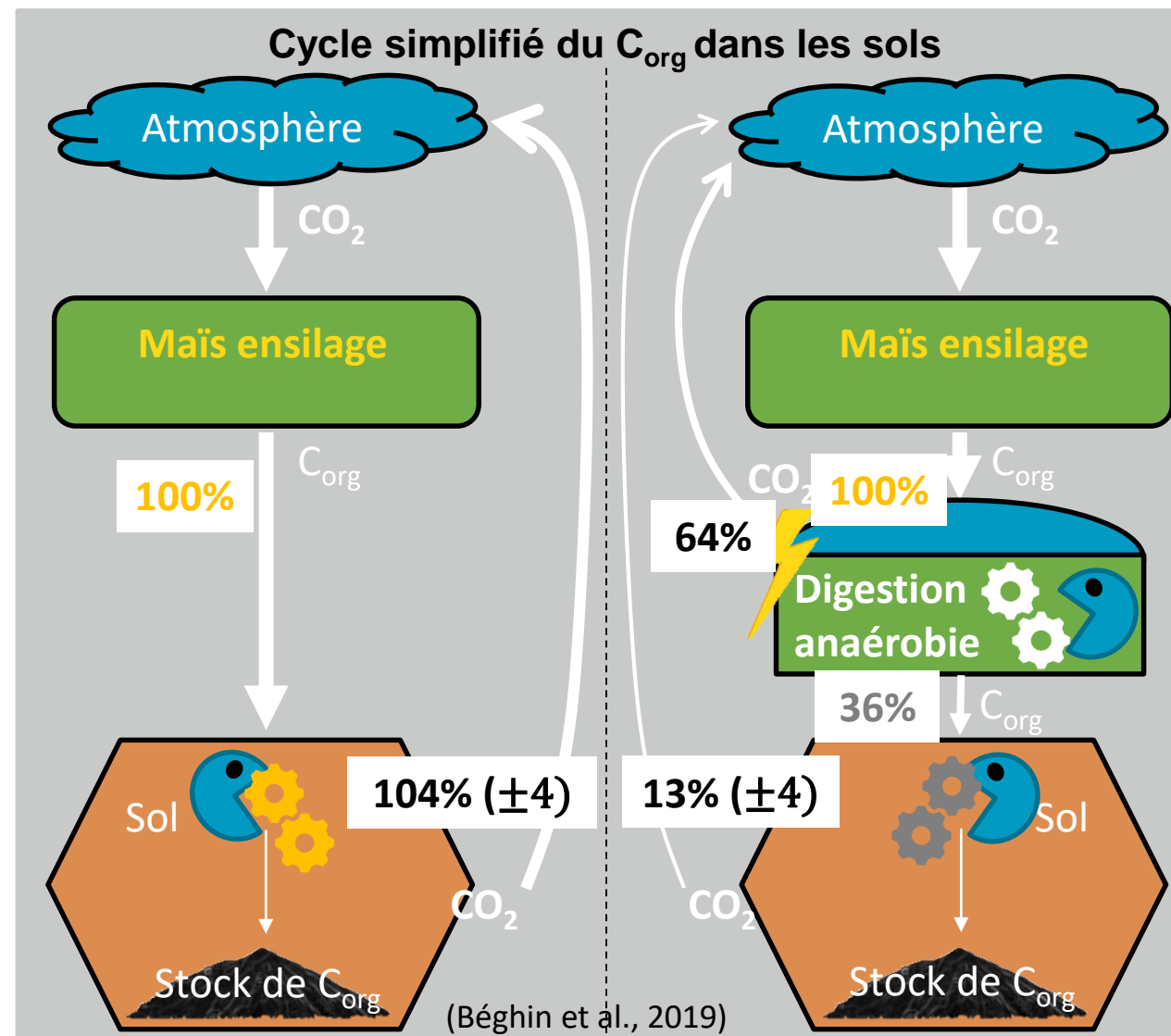
Résultats et discussion

Résultats :

- Pour le scénario sans digestion anaérobie :
Séquestration de C nulle ($100\% - 104\% = -4\%$)
- Pour le scénario avec digestion anaérobie :
Séquestration de C positive ($100\% - 64\% - 13\% = 23\%$)

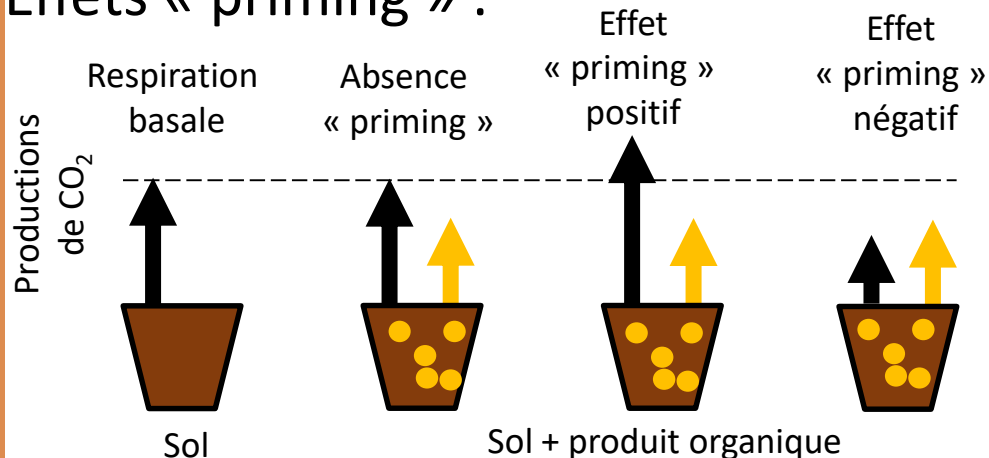
Discussion :

- Eléments d'explication d'après la littérature :
- ✓ **Conservation** des matières organiques récalcitrantes durant la digestion anaérobie (Pognami et al. 2009, Tambone et al. 2009, Thomsen et al. 2013)
- ✓ **Stabilisation/complexification** des matières organiques durant la digestion anaérobie (Gomez et al. 2007, Askri et al. 2015, Jimenez et al. 2015 et 2017)
- ✓ **Modification de la dynamique** de minéralisation des matières organiques endogènes à la suite d'apports en produits organiques : effets « Priming » (Chen et al. 2012)



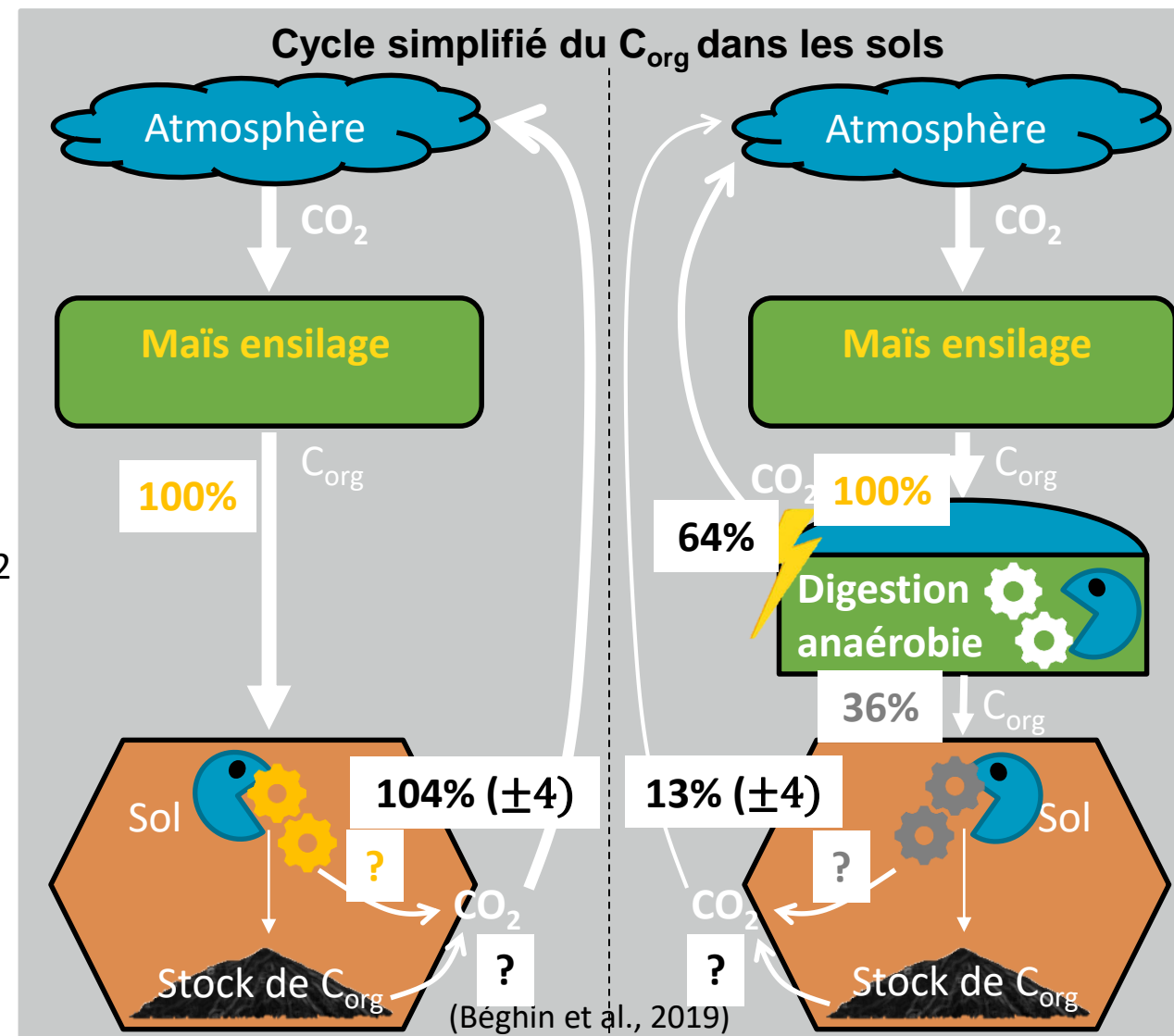
Démarche

Effets « priming » :



Méthode : différencier flux sortants CO₂

- Différence d'abondance en ¹³C de la matière organique des plantes en C3 et en C4 pour le traçage du C
- Mesure de la production de CO₂ + ratio isotopique ¹³C-CO₂ à l'aide du dispositif d'incubation

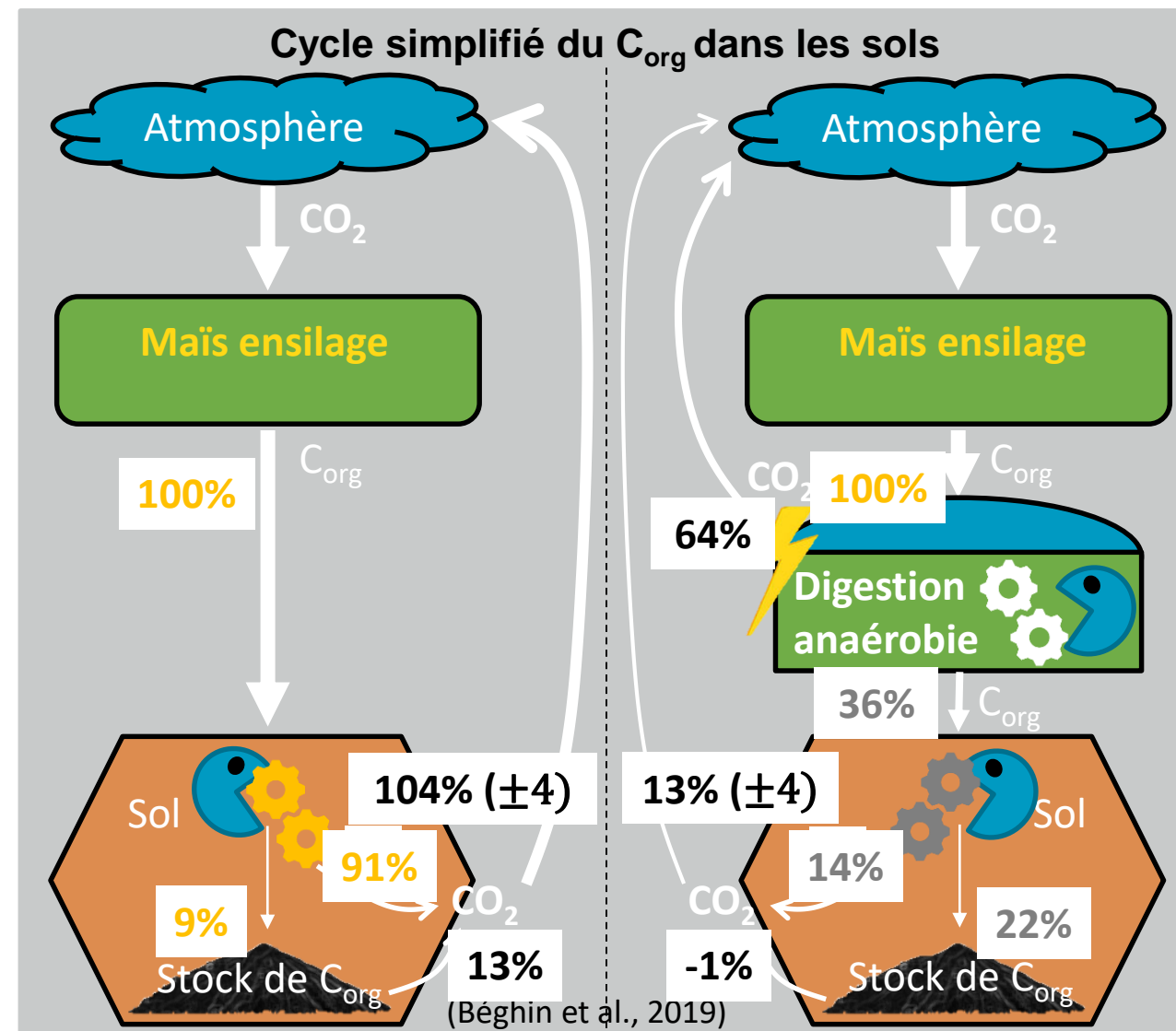


Résultats et discussion

Résultat :

La méthanisation induit une plus forte séquestration de C_{org} dans les sols par rapport au scénario initial en raison :

- De la forte stabilité des matières organiques apportées
- Et
- Des effets « priming »



Message

Nouvelles externalités positives de la méthanisation ?
**Le stockage additionnel de matières organiques (agronomie)
et la séquestration de C_{org} (environnemental)
dans les sols cultivés**

Perspectives de recherche après thèse

1 Généricité à consolider

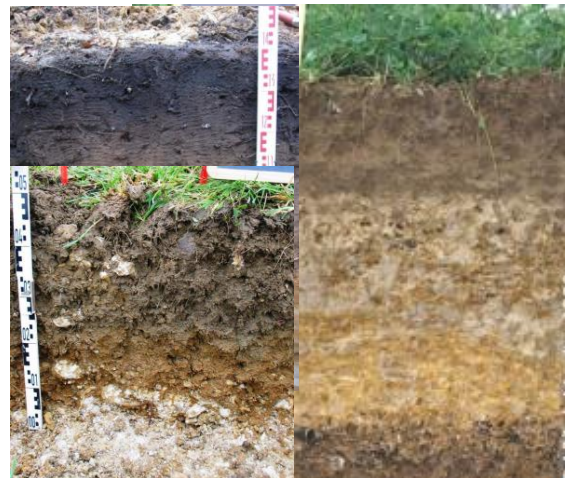
La méthanisation induit une augmentation de la séquestration de C_{org} dans les sols ?

Digestats



X

Type de sol



X

in situ

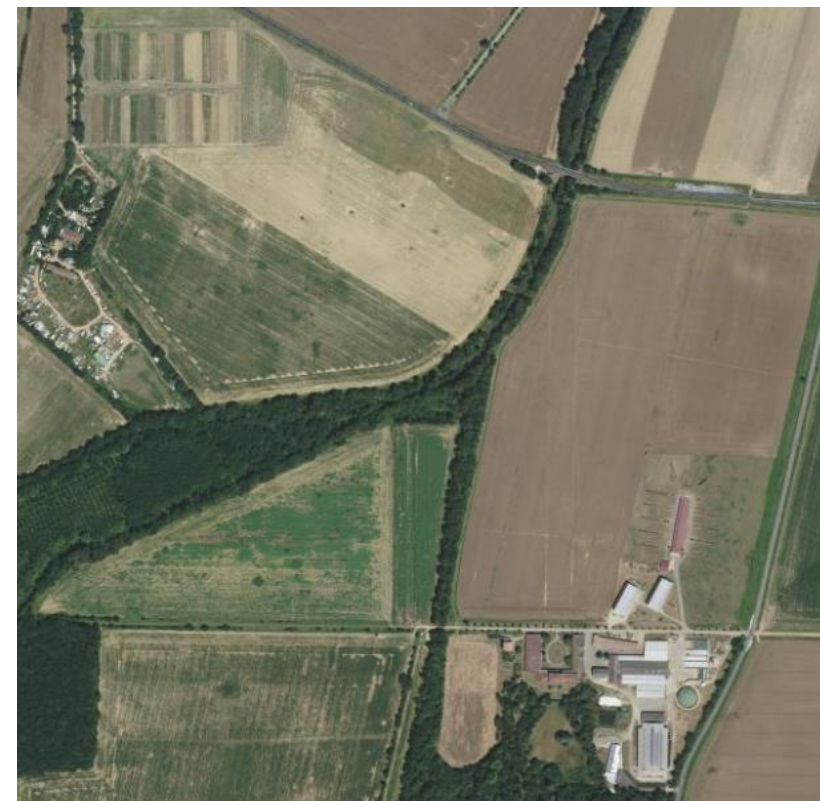
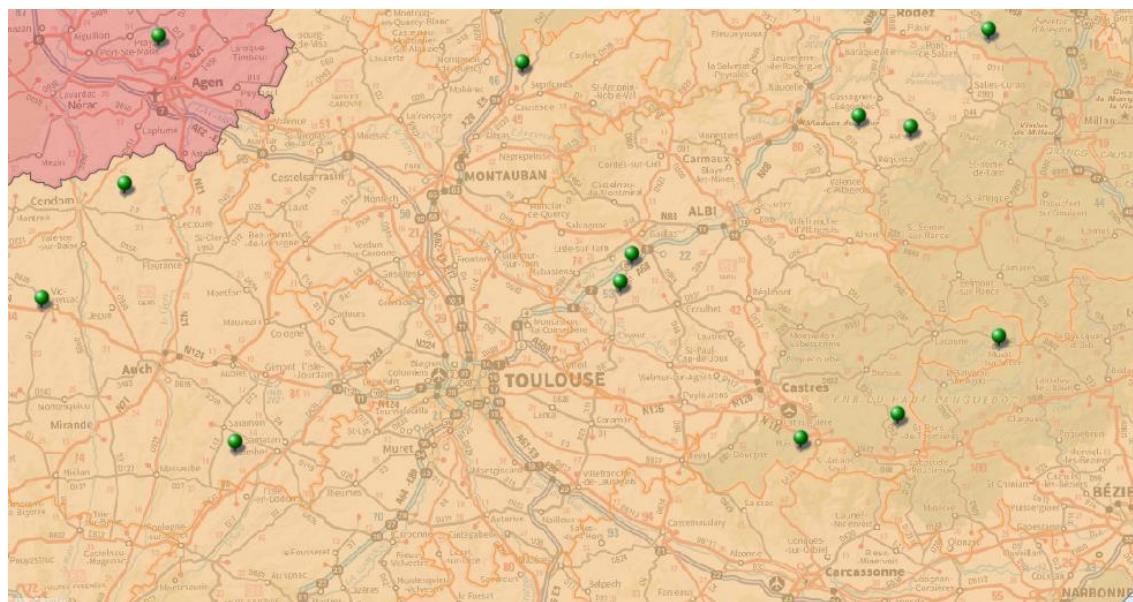


2 Expliquer les processus de l'effet « priming » négatif induit par l'apport de digestat

Perspectives de recherche après thèse

- 3 Prise en compte des modifications du système d'exploitation à la suite de l'implantation d'une unité de méthanisation sur la séquestration de C_{org}

14 installations de méthanisation à la ferme à proximité de Toulouse donc celle de l'exploitation de l'Ecole d'Ingénieurs de Purpan



Merci

