



# Etat des connaissances sur les cultures intermédiaires multi-services (CIMS) et leur valorisation

Julie Constantin<sup>1</sup>, Camille Launay<sup>\*1,2</sup>

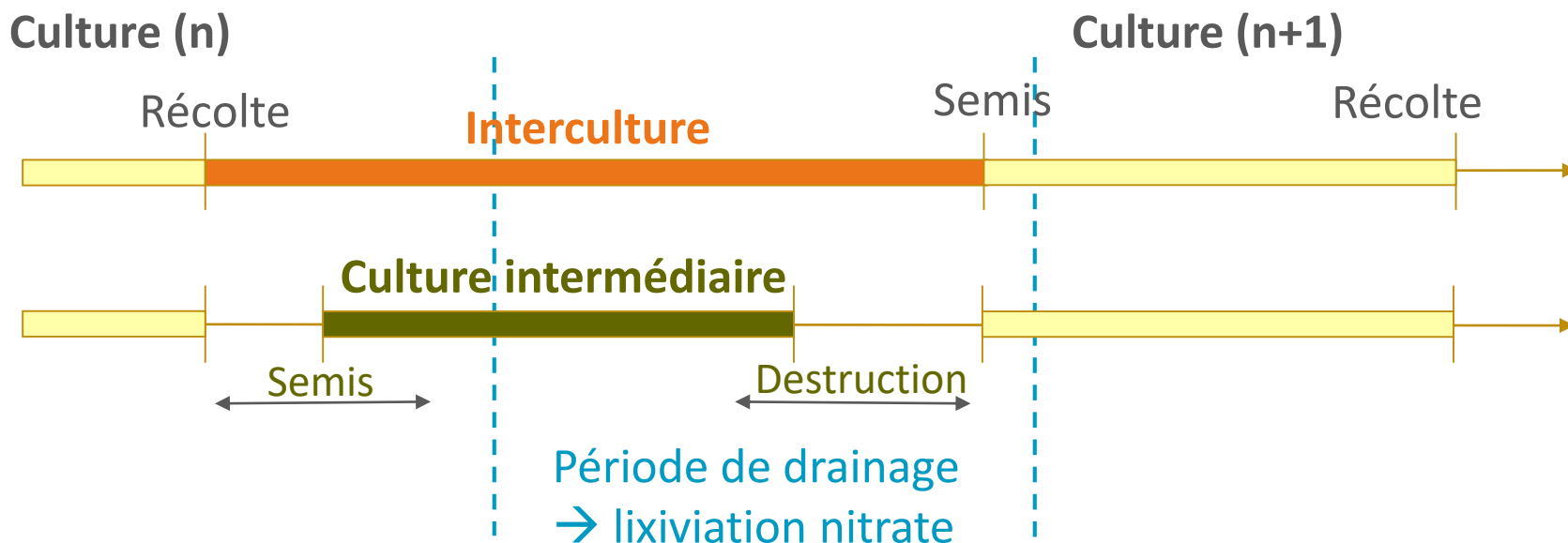
<sup>1</sup>INRAE UMR AGIR

<sup>2</sup>GRDF

*en partenariat avec*

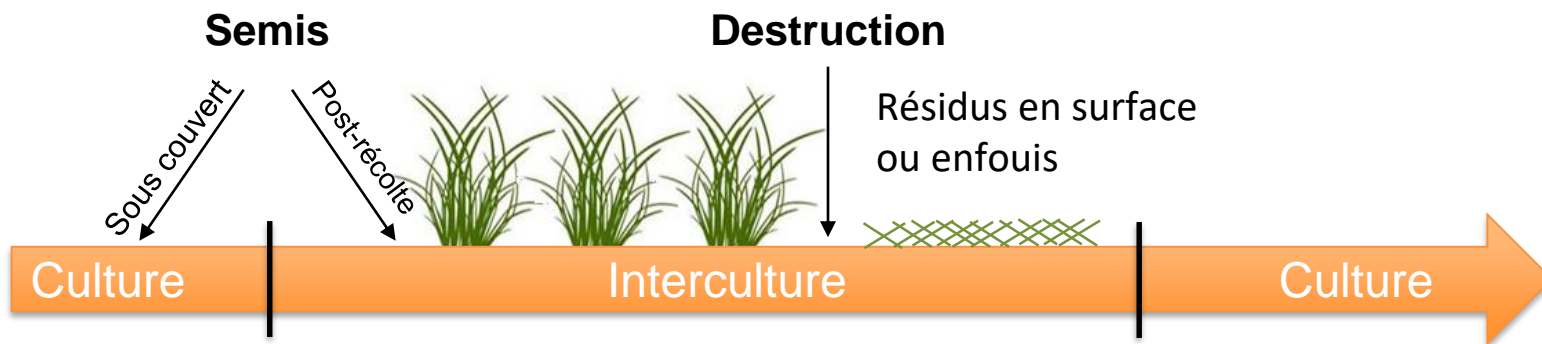


# Quelques éléments de définition



- **Interculture** = période entre 2 cultures de rente
- **CIMS** = couvert végétal semé en interculture pour produire un/des service(s) écosystémique(s), non marchand
- **CIVE**, cultures dérobées = couvert végétal semé en interculture pour produire de la biomasse récoltée, marchand

# CIMS vs CIVE

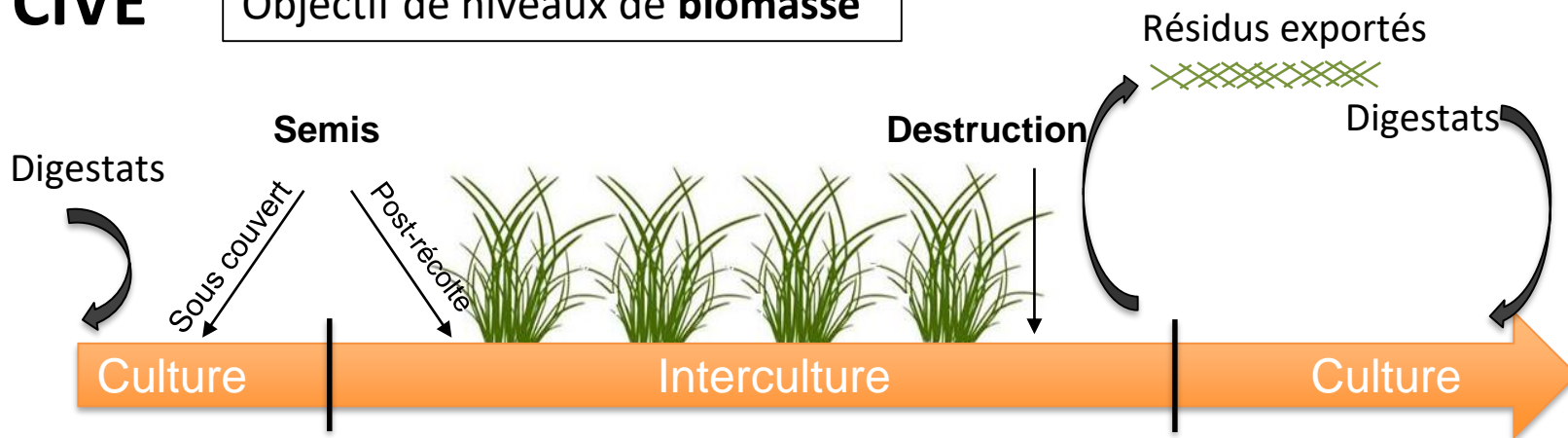


**CIMS**

Objectif de niveaux de **services**

**CIVE**

Objectif de niveaux de **biomasse**



Fertilisation ? Irrigation ?

# Une grande diversité d'espèces utilisables comme cultures intermédiaires



- Des propriétés particulières :
  - Crucifères : vitesse croissance très rapide, glucosinolates
  - Légumineuses : fixation symbiotique (N<sub>2</sub>)
- **Des comportements différents face aux stress**
  - Légumineuses : sensibles au stress hydrique, germination lente
  - Graminées C<sub>4</sub> (ex. sorgho, moha): résistance stress hydrique et N
- Des complémentarité entre espèces pour **produire plusieurs services**



**Espèces non-hôte de pathogènes des cultures principales**

# Conditions de réussite d'une CIVE

- Somme de température suffisante : profiter des intercultures d'été (après orge, pois, colza)
- Somme de pluviométrie suffisante : favoriser espèces résistantes à la sécheresse en été, profiter des pluies d'orage
- Semer tôt en interculture d'été (juin) et récolter tard en interculture d'hiver (fin avril – début mai) => choisir des variétés précoces (impact sur le rendement)



**Adapter les cultures précédentes et suivantes**

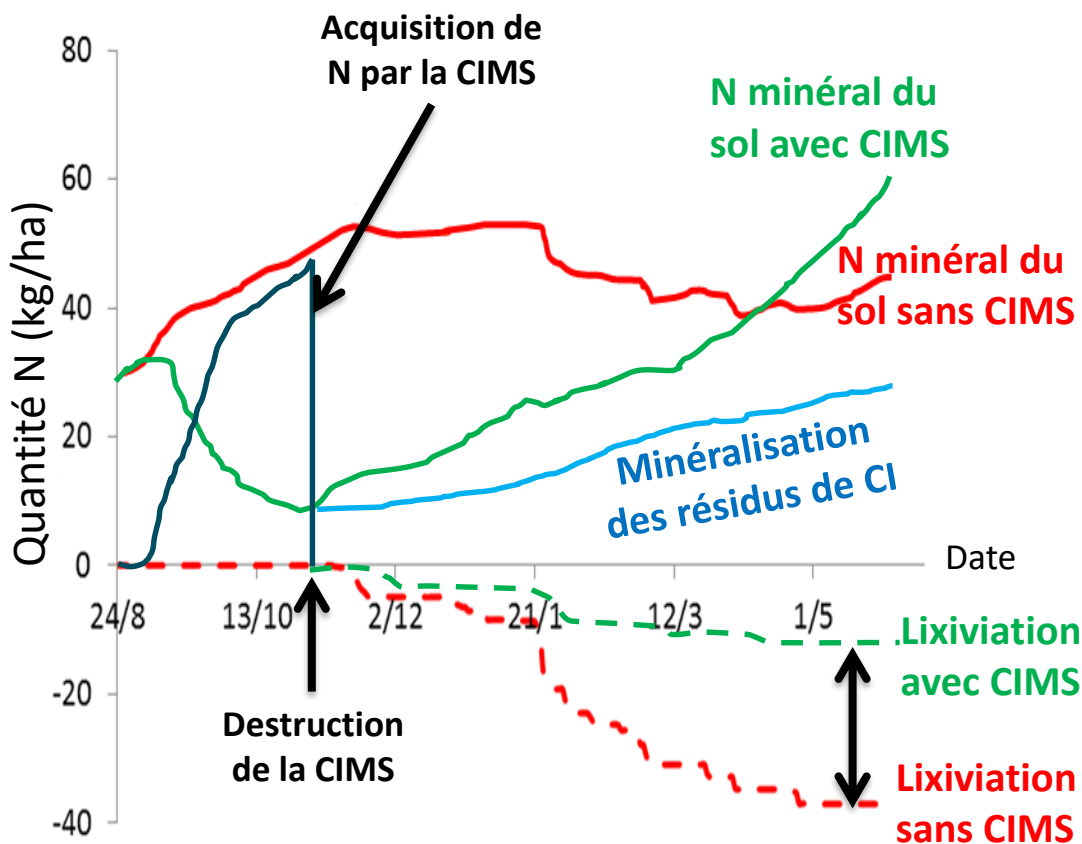
# CIMS et services écosystémiques

Pour les CIMS, ce sont des services de :



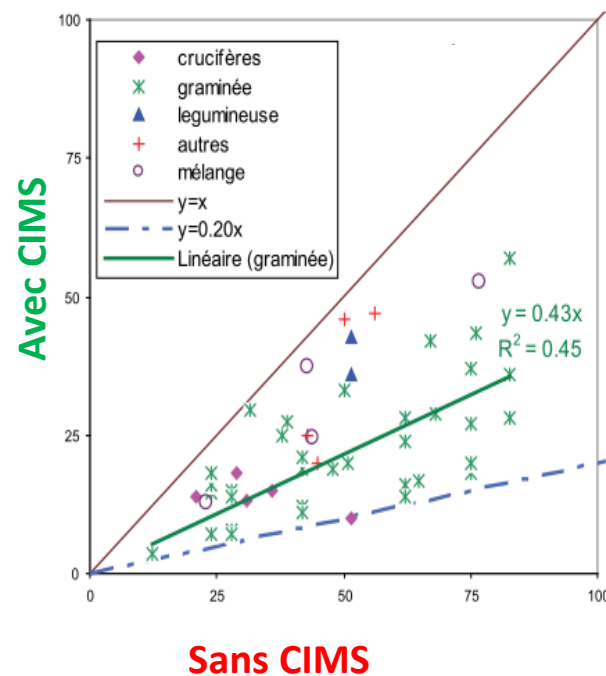


# L'effet « Piège à nitrate »: réduction de lixiviation



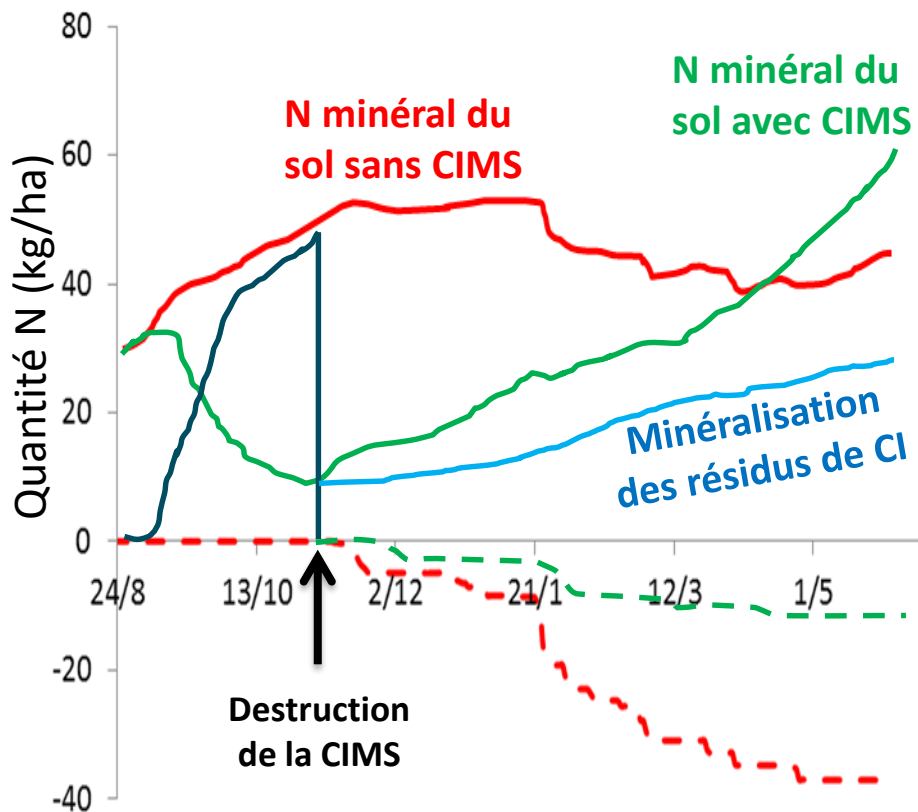
## N lixivié (kg/ha)

Justes et al. 2012 : Méta-analyse

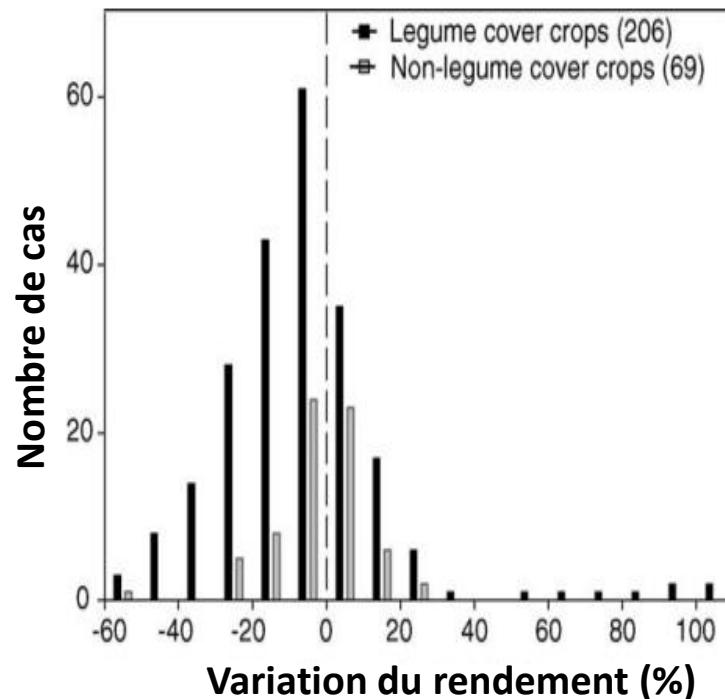


**CIVE : une réduction de la lixiviation identique voir améliorée (durée de développement accrue et résidus exportés)**

# L'effet « Engrais vert » et impact sur le rendement



Tonitto et al. 2006 : Meta-analyse

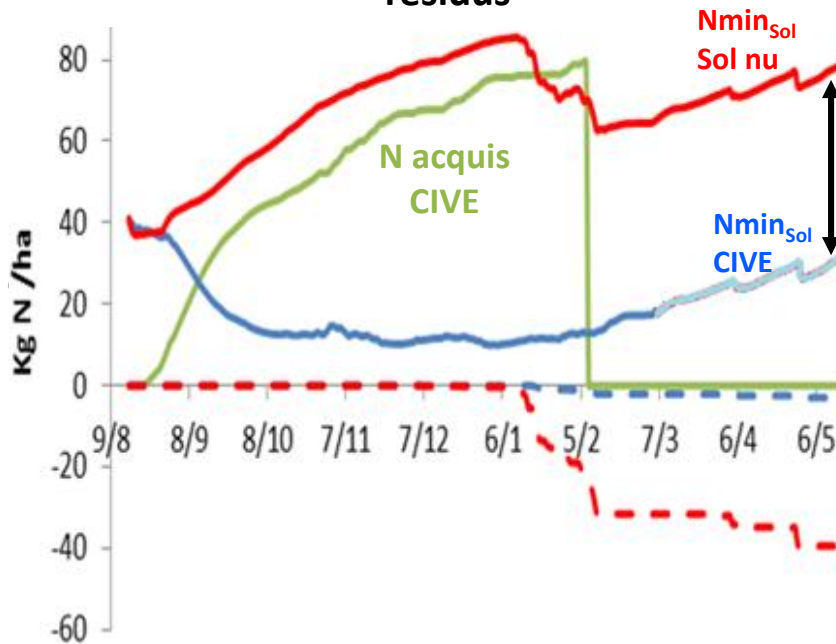


**➔ CIVE : Pas de minéralisation des résidus, seulement des racines**

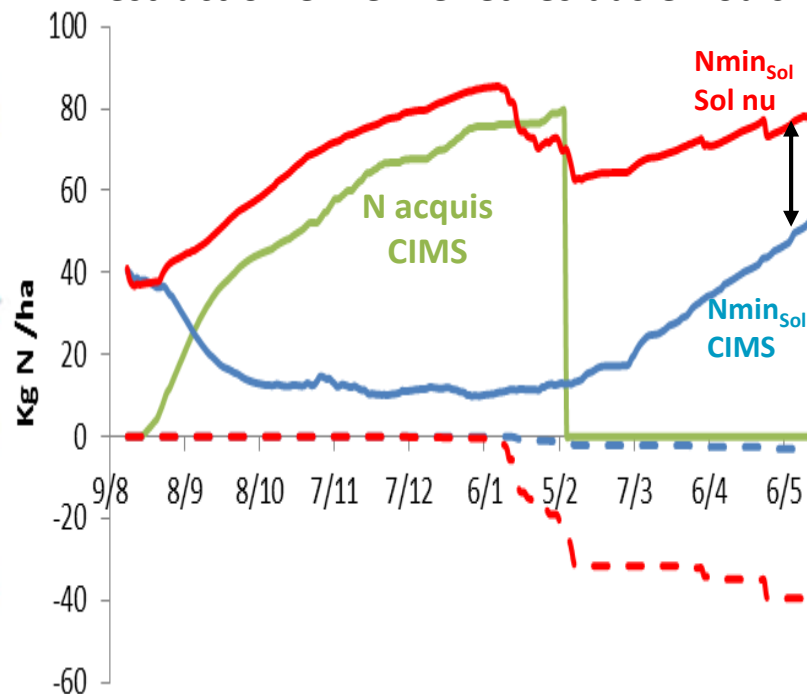


# Effet de la date de destruction sur l'azote disponible pour la culture suivante

Destruction en février et exportation des résidus



Destruction en février et résidus enfouis



Compétition pré-emptive possible

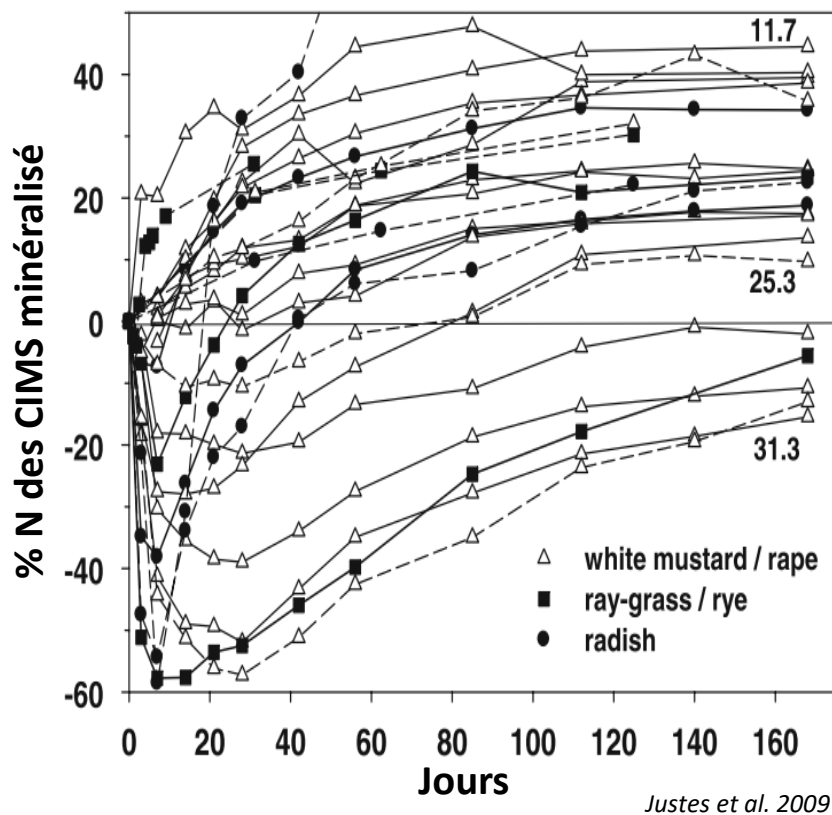


Impact négatif pour la culture suivante



***CIVE : risque de compétition pré-emptive accrue (forte biomasse, peu de minéralisation des résidus) dans certains cas (hiver sec) mais adaptation des espèces possibles et retour des digestats.***

# Dynamiques de minéralisation des résidus



Une grande variabilité dans les dynamiques de minéralisation des résidus de CIMS.

Une minéralisation nette pour les résidus riches en N

Une organisation nette de l'azote minéral du sol pour des CIMS pauvres en N (rapport C/N élevé)



***CIVE : Pas de phase d'organisation de l'azote minéral du sol***

# Impact à long terme sur le stockage de carbone (1)

C. Poeplau, A. Don / Agriculture, Ecosystems and Environment 200 (2015) 33-41

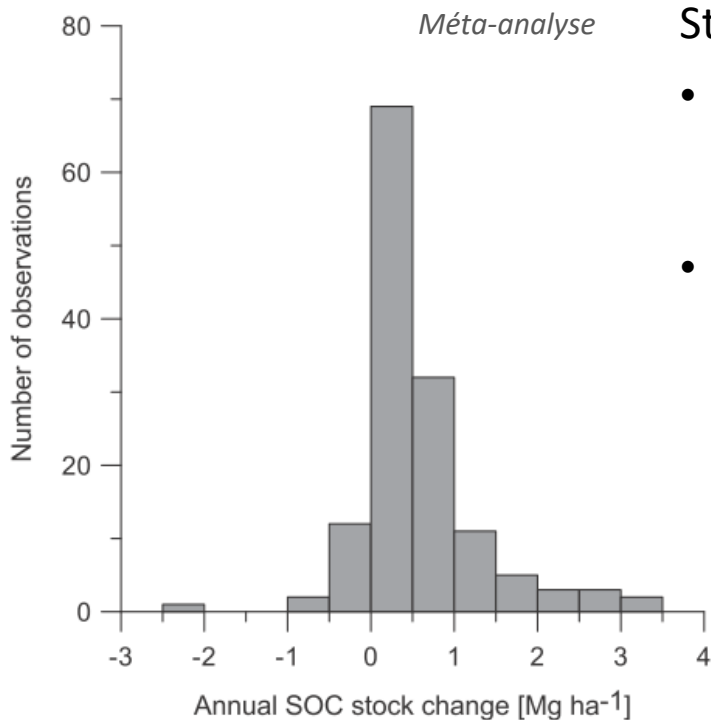
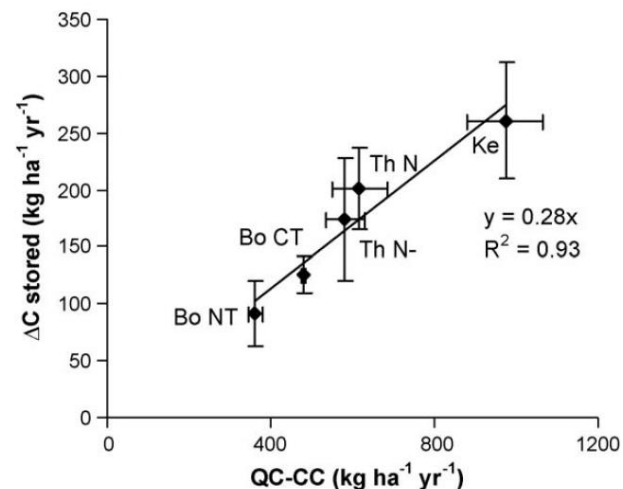


Fig. 3. Histogram of annual change of soil carbon due to cover cropping in comparison to fallow winter.

Stockage de carbone via les CIMS:

- Un effet positif sur le bilan GES avec les CIMS (Tribouillois et al., 2018)
- Un taux d'humification de l'ordre de 25-30%

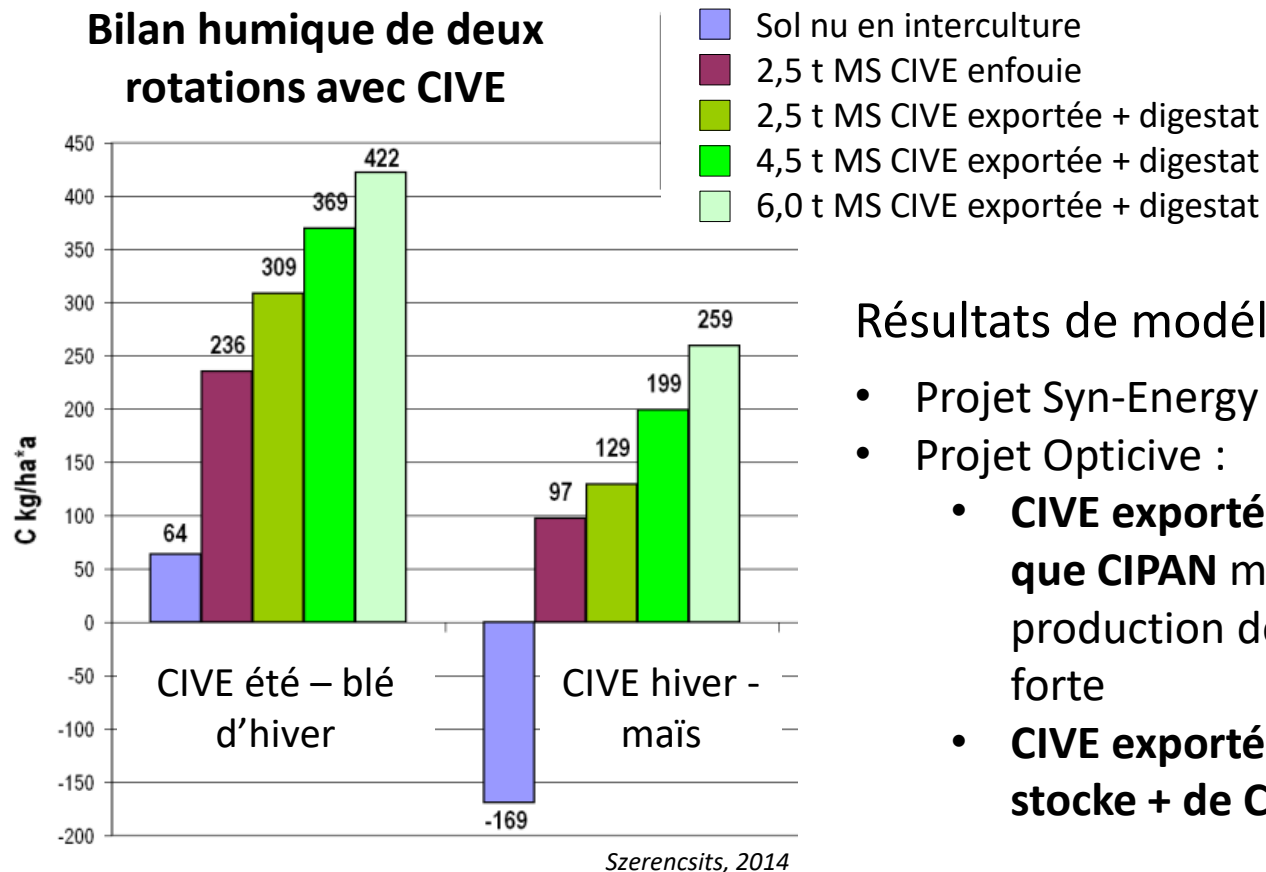


J. Constantin et al. / Agriculture, Ecosystems and Environment 135 (2010) 268-278



**CIVE : entrée de C par les racines et l'aérien non récolté à court terme mais stockage possible via les digestats à la parcelle : quel bilan à long terme?**

# Impact à long terme sur le stockage de carbone (2)

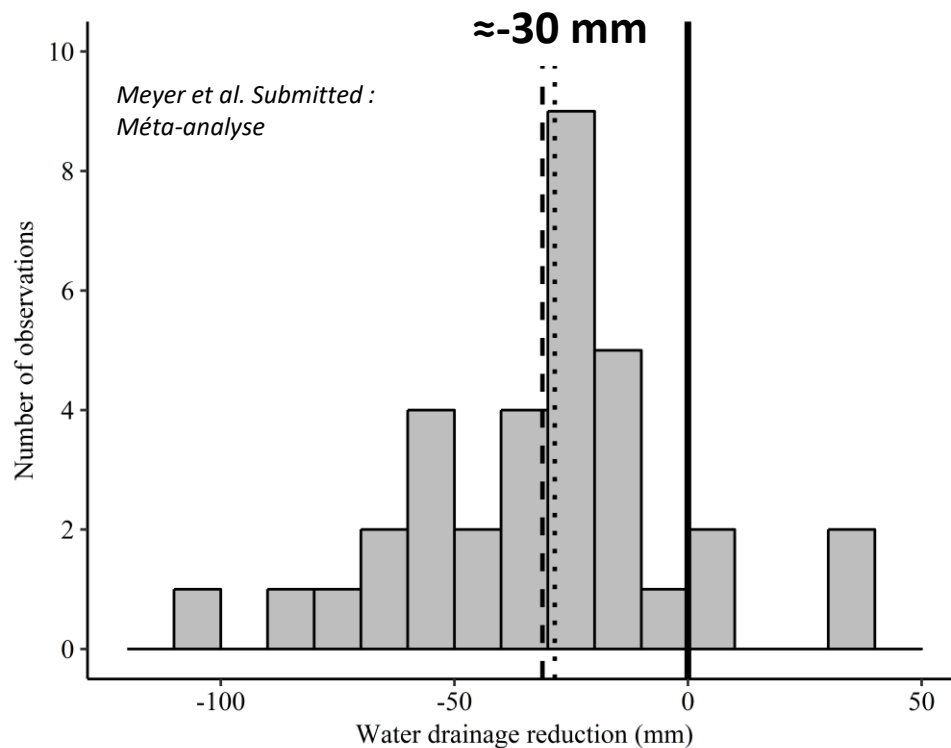
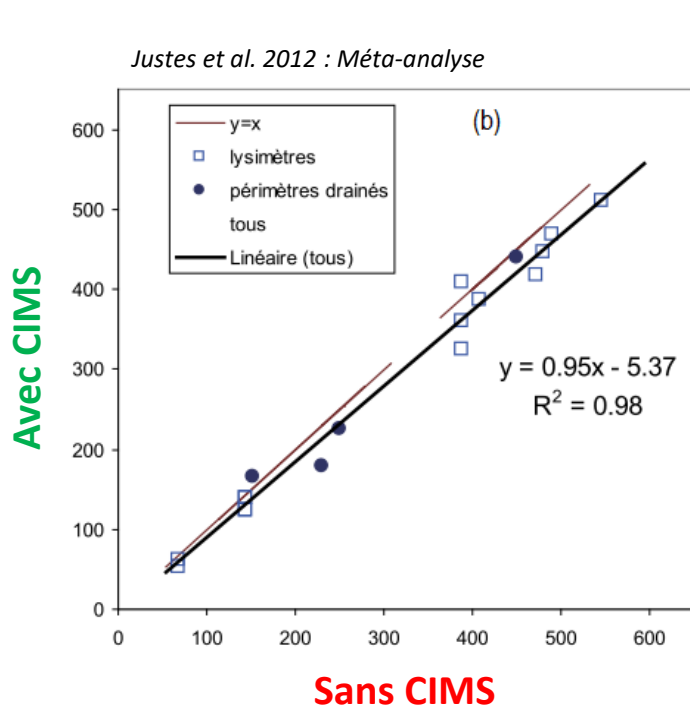


## Résultats de modélisation :

- Projet Syn-Energy en Autriche
- Projet Opticive :
  - **CIVE exportée stocke - de C que CIPAN** malgré une production de biomasse + forte
  - **CIVE exportée + digestat stocke + de C que CIPAN**

➔ **CIVE : exporter la biomasse et la retourner sous forme plus stable semble améliorer le service de stockage de C**

# Une réduction du drainage modérée, dépendant de la biomasse



Problématique de la généralisation des couverts sur la recharge des ressources en eau

**➔ CIVE : à même niveau de biomasse, impact identique sur le drainage.**

# Un effet faible sur la disponibilité en eau pour la culture suivante

- Un impact neutre dans la majorité des cas pour l'alimentation en eau de la culture suivante.
- Impact négatif si la date de destruction intervient proche du semis (< 3 semaines) et en climat sec.
- Un mulch des résidus en surface permet de limiter l'évaporation et de garder l'humidité du sol par rapport à l'enfouissement.

**Peu d'impact pour la culture suivante, sauf en cas de destruction tardive.**



***CIVE : Impact de l'export des résidus sur l'humidité du sol et de la destruction tardive en climat sec ?***



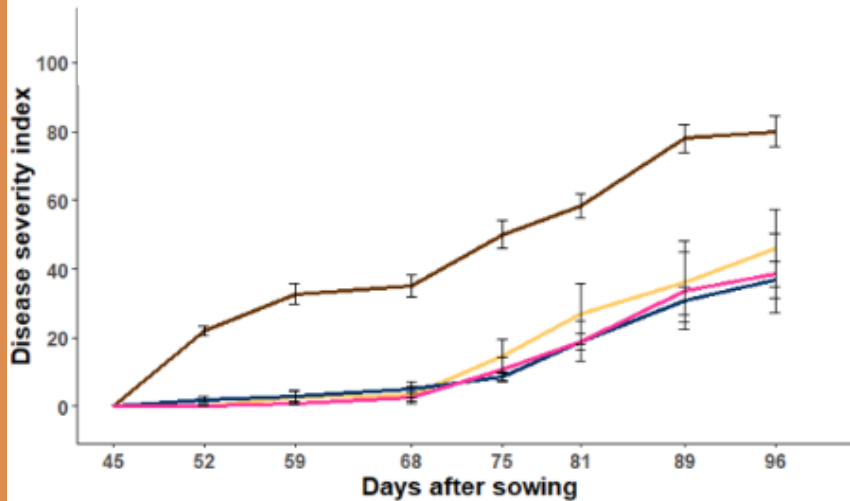
# L'effet biofumigation : lutte contre les maladies

**Biofumigation** = Broyage fin et enfouissement de cultures riches en glucosinolates

↳ **Brassicacées**

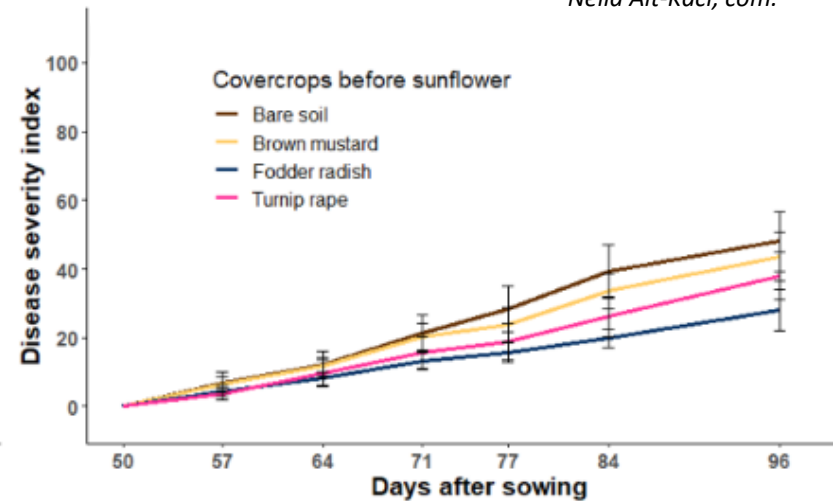
La biofumigation est un moyen de lutte contre le verticillium du tournesol.

**Auzeville 2016**



**Auzeville 2017**

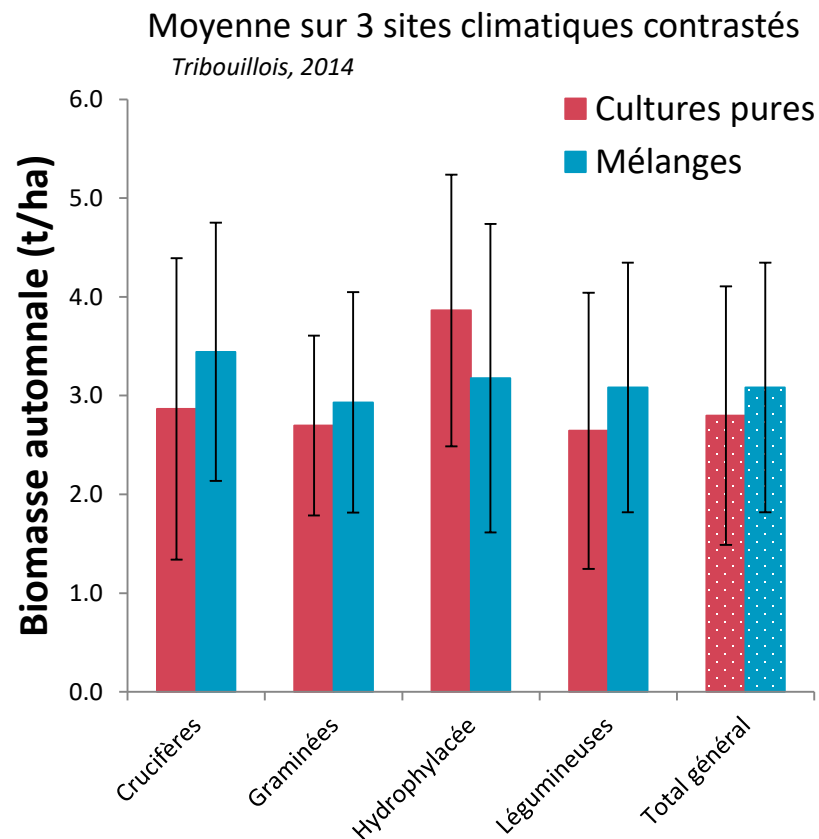
*Neila Ait-Kaci, com.*



***CIVE : Effet possible (si Brassicacée, soufre ?) mais réduit car ne restent sur place que les racines et les chaumes***

# Intérêt des mélanges d'espèces légumineuses et non légumineuses

- Meilleure gestion de l'azote → Effet pré-emptif réduit
- Réduction du risque de mauvaise levée du couvert (aptitudes de germination contrastées)
- Réduction du risque de mauvais développement (biomasse plus stable face aux aléas climatiques)



**→ CIVE : Limiter la part des légumineuses à 40 % pour un rendement maximal (préconisation Opticive)**

# Conclusions

CIMS	CIVE
<ul style="list-style-type: none"> <li>↘ Lixiviation</li> </ul>	<p>= (a priori)</p> <p>Effet ↗</p> <p>si ↗ durée de développement et ↗ de la biomasse</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>↘ ruissellement et drainage : problème de leur généralisation pour les ressources ?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>↘ Erosion</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Compétition adventices annuelles</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Peu d'impact sur la disponibilité en eau de la culture suivante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Impact différent lié à l'absence des résidus et à la destruction tardive?</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Engrais vert (+ avec légumineuses)</li> <li>Compétition pré-emptive</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↗ du risque de compétition pré-emptive</li> <li><u>MAIS</u> Fertilisation via les digestats ?</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>↗ Stockage de C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>via les racines + aérien non récolté</li> <li><u>MAIS</u> aussi via les digestats ?</li> </ul>

Problématique commune au CIVE et au CIMS :

- réussite de l'implantation en condition sèche (semis d'été)
- développement des couverts en sols argileux (labour d'automne)
- potentiel d'introduction dans les successions de grandes cultures