



Les paillis de résidus de culture en systèmes sans travail du sol : impacts sur le fonctionnement du sol et le devenir du carbone et de l'azote

Sylvie Recous¹, Sandro Giacomini², Pascal Thiébeau¹, Akhtar Iqbal^{1,3}
Patrick Pinheiro², Raquel Schmatz², Patricia Garnier⁴

¹UMR FARE, INRA, Université de Reims Champagne-Ardenne, 2 Esplanade R. Garros, 51100 Reims, ²Department of Soils, Federal University of Santa Maria, Santa Maria, RS 97105-900, Brazil, ³COMSATS University Islamabad, Abbottabad Campus, 22060, Pakistan., Abbottabad 22060, Pakistan, ⁴INRA, UMR1091 ECOSYS, F-78500 Thiverval-Grignon.





Enjeux

- Augmentation et diversification des situations agricoles avec des paillis de résidus de culture à la surface des sols
 - Des situations de semis direct en augmentation en agriculture « conventionnelle »
 - L'augmentation de la couverture des sols par les biomasses végétales (couverture du sol permanente, semis sous couvert, cultures intermédiaires, etc.)
 - Des usages concurrentiels des résidus de culture (restitution vs exportation, partielle ou totale)

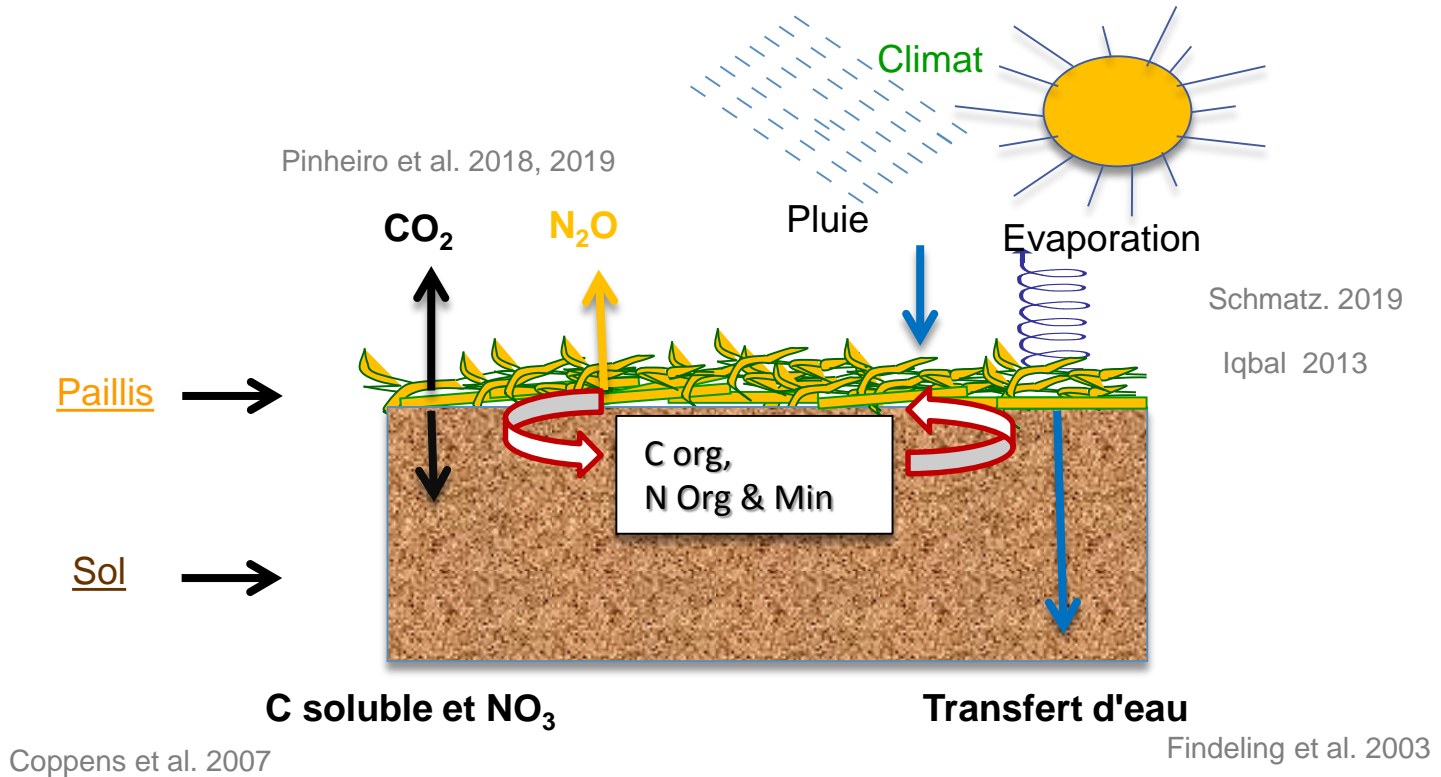
Quels sont les facteurs de décomposition du paillis et le devenir de C et N ?

Quels effets de la présence de paillis sur le fonctionnement du sol ?

Quels flux et antagonismes entre stockage du carbone dans le sol et émissions de GES?



Impact du paillis sur les flux d'eau et de C & N





Localisation des résidus et dynamique N ⁽¹⁾



La disponibilité de N contrôle la décomposition des résidus et la minéralisation nette N



Type de résidu végétal, teneur en N (ou C:N)



Redin et al. 2013

Surface 0N

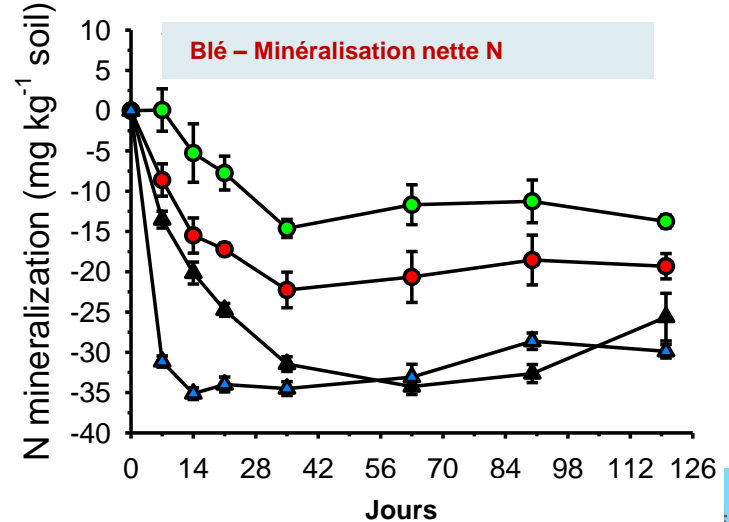
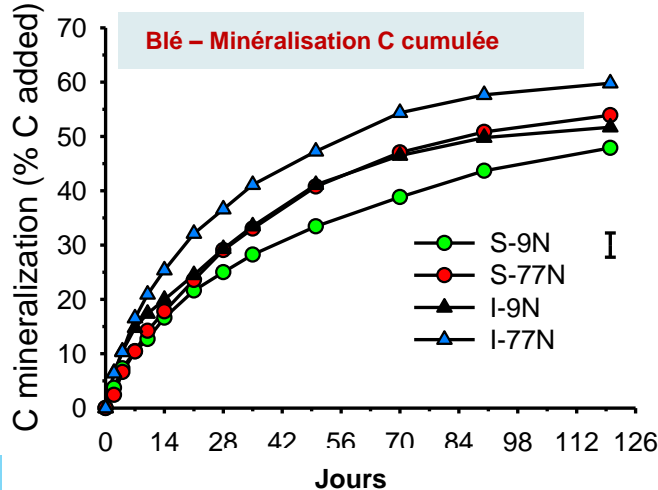
Surface +N

Incorp. 0N

Incorp. +N

Blé : C/N = 90

Colza : C/N = 16

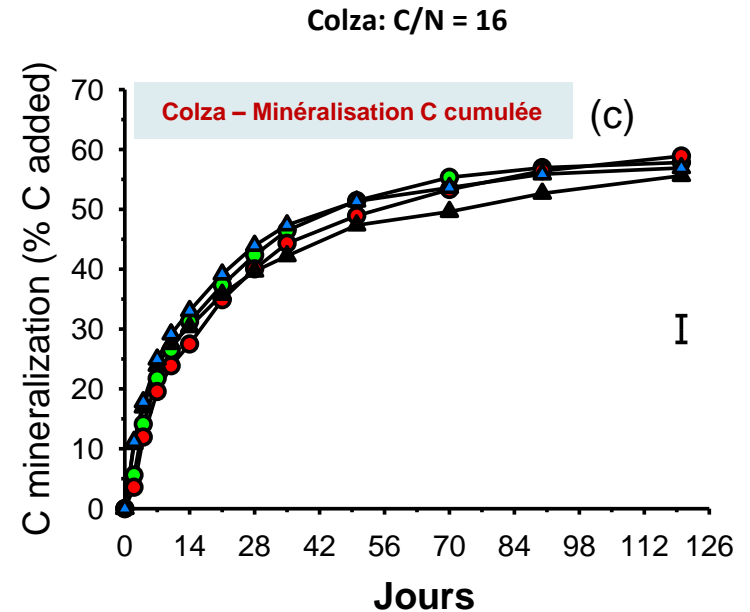
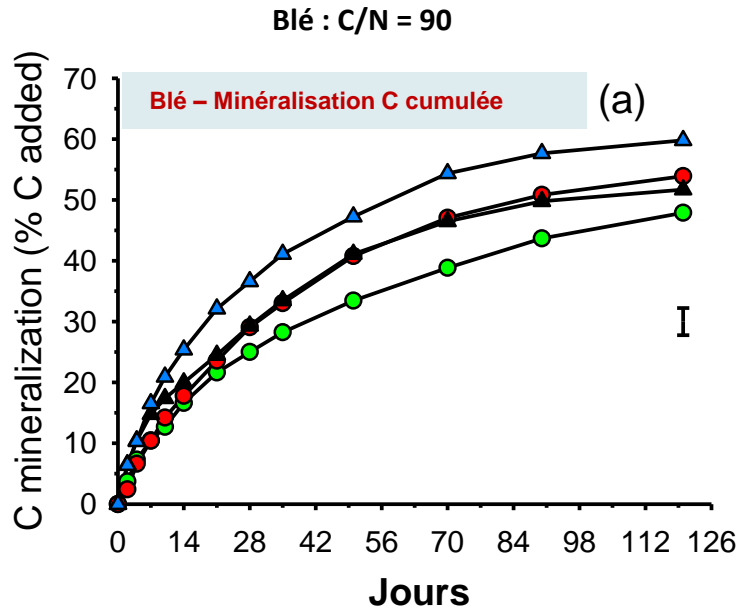




Localisation des résidus et dynamique N ⁽²⁾



L'effet de la localisation sur minéralisation de C et N dépend de la richesse en N des résidus végétaux

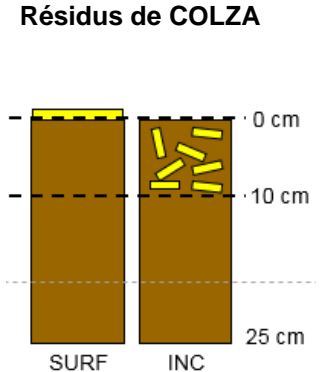
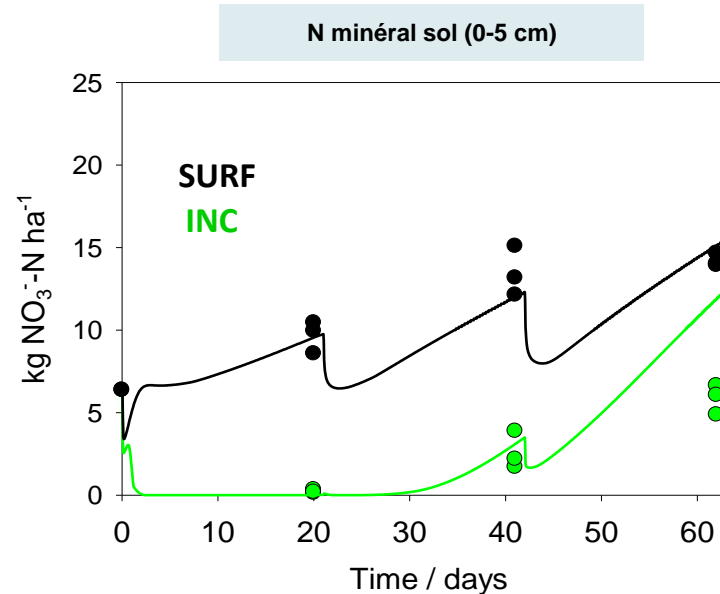
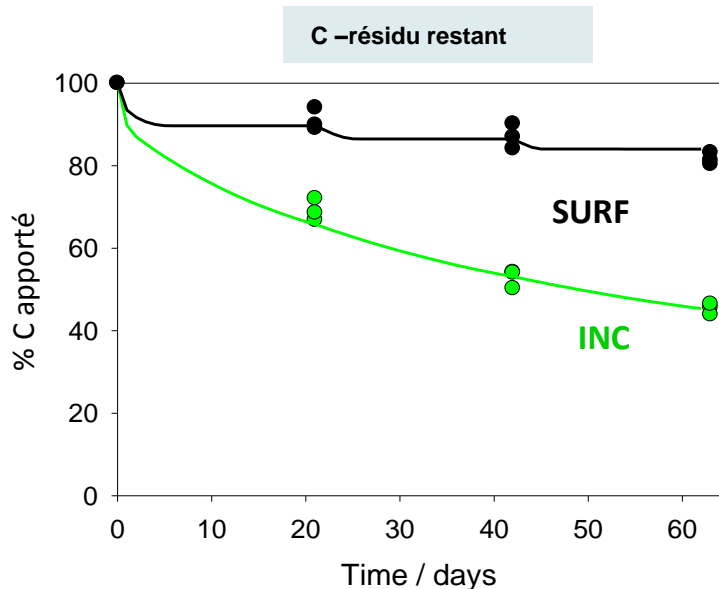




Localisation des résidus et dynamique N (3)



L'accumulation de l'azote minéral augmente sous le paillis : moins d'organisation microbienne de N comparée aux mêmes résidus incorporés

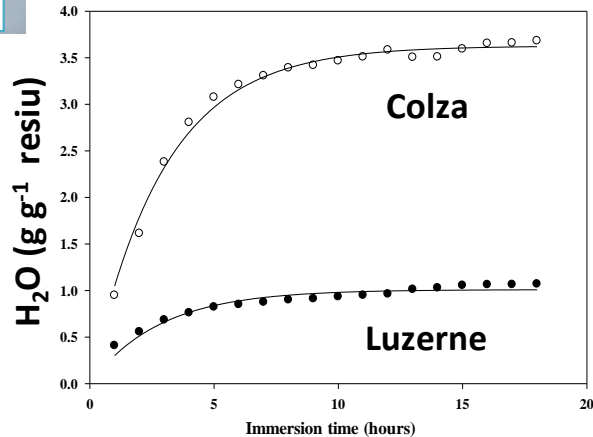
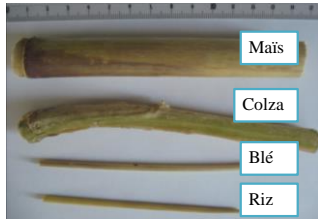




Paillis et dynamique de l'eau (1)



La vitesse d'absorption et de rétention maximale d'eau par les résidus végétaux dépend de leurs caractéristiques (densité des tissus végétaux)

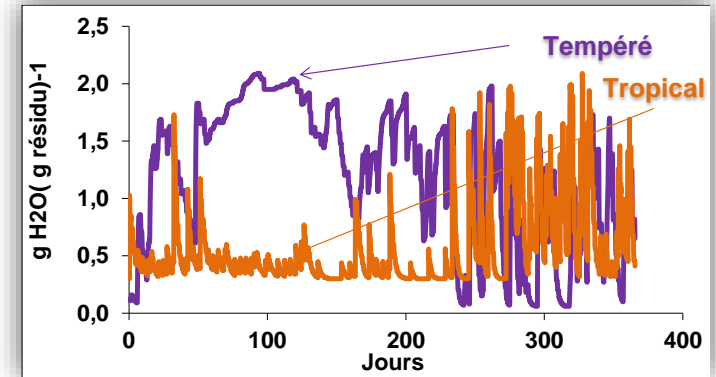
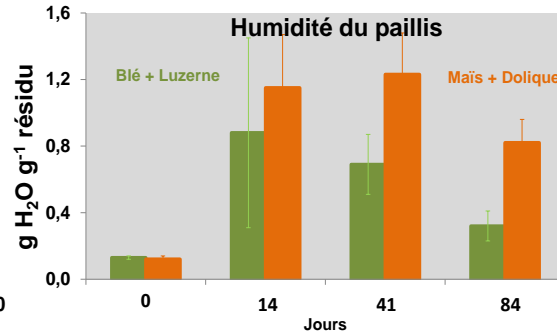
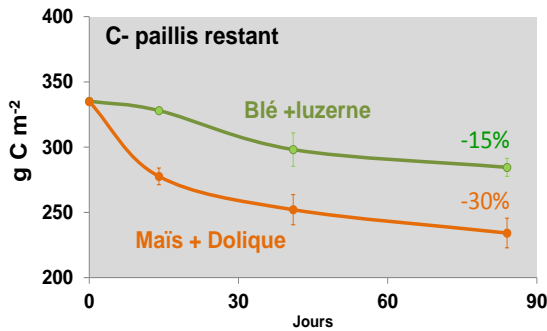


Résidu (tige)	Teneur en eau maximale g H ₂ O / g MS	Temps d'immersion heure
Blé	2.3	16
Riz	2.0	6
Brachiaria	1.8	16
Maïs	3.1	30
Soja	2.1	20
Pois	3.3	8
Luzerne	1.3	10
Lablab	1.3	24
Stylosanthes	2.0	16
Tournesol	3.8	20
Colza	3.2	16



Paillis et dynamique de l'eau (2)

L'humidité des paillis dépend des caractéristiques des paillis (nature et épaisseur) et du régime des pluies



Un même mulch reste constamment plus humide en climat tempéré (simulation modèle PASTIS)



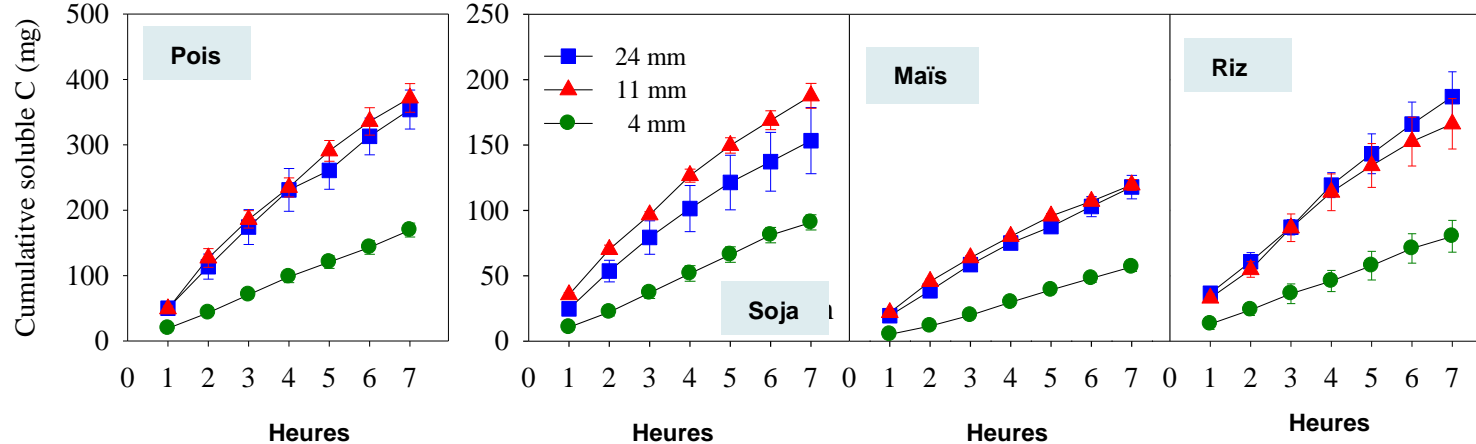
Paillis et dynamique de l'eau (3)



Une quantité significative du C soluble des résidus peut être lessivée sous l'action des pluies, fonction de la nature des résidus, de l'intensité et de la durée des pluies



4 résidus (pois, soja, maïs, riz)
x 3 intensités pluie:
• 4 mm/heure
• 11 mm/heure
• 24 mm/heure



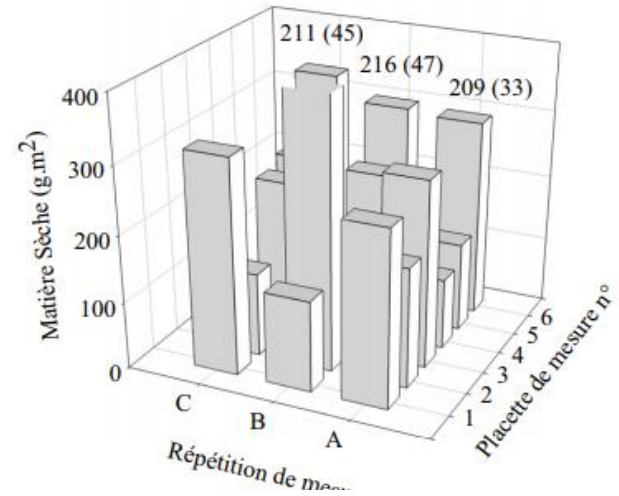
- 7 à 14 % du C soluble initial en 7 heures de pluies continues
- 20 à 40 % C soluble initial en 24 heures de pluies continues



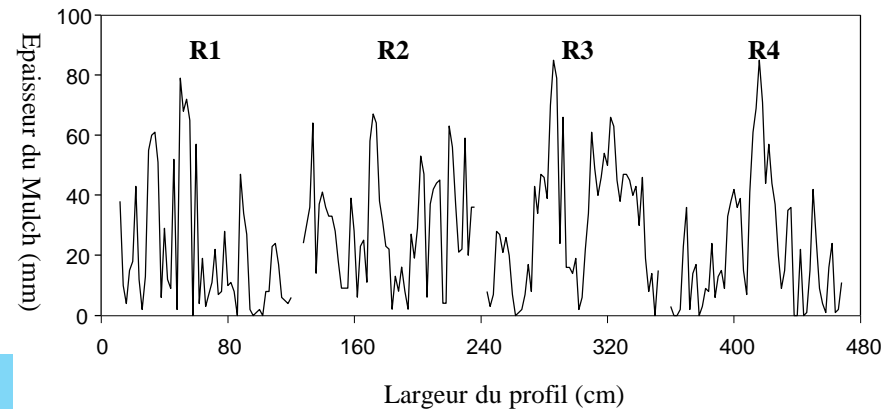
Hétérogénéité spatiale de la distribution des pailis



Exemple
avec les résidus de pois :
variabilité spatiale de la masse



Exemple avec les
résidus de maïs :
variabilité spatiale de
l'épaisseur



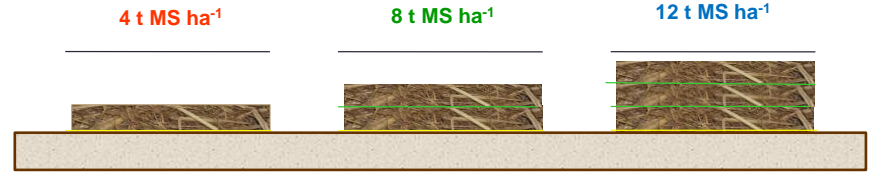


Masse et épaisseur des paillis

Effets de la masse et épaisseur de paillis sur la dynamique de décomposition

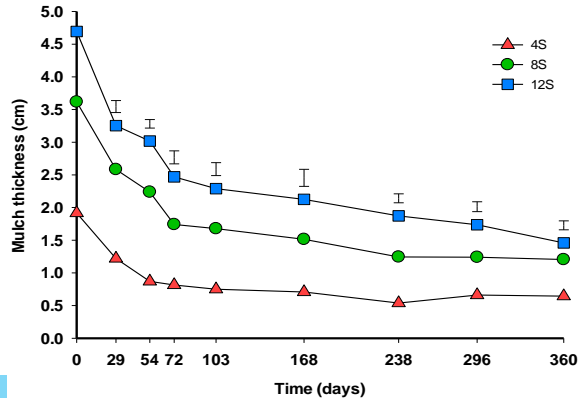


Paillis de canne à sucre 4 à 12 t/ha

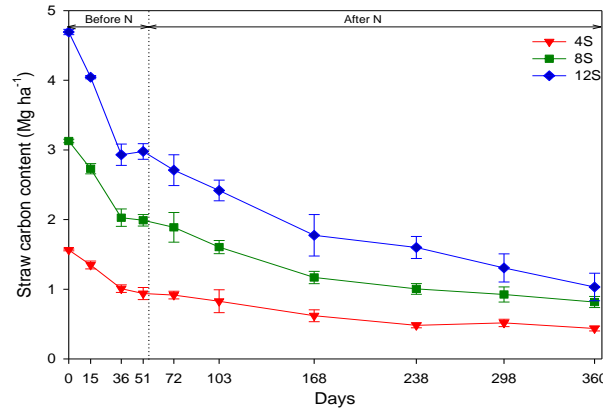


Dietrich et al., 2019

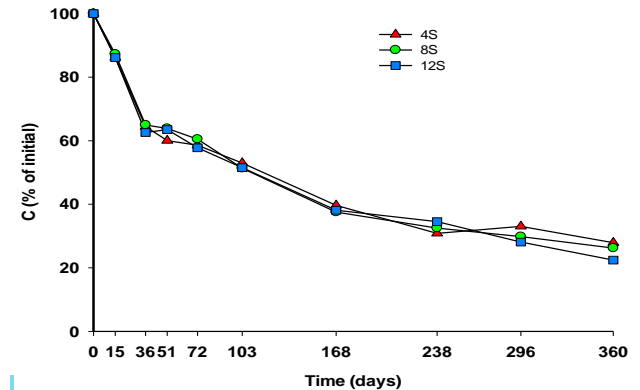
Épaisseur du paillis (cm)



C-paillis restant (t C/ha)



C-paillis restant (% C apporté)

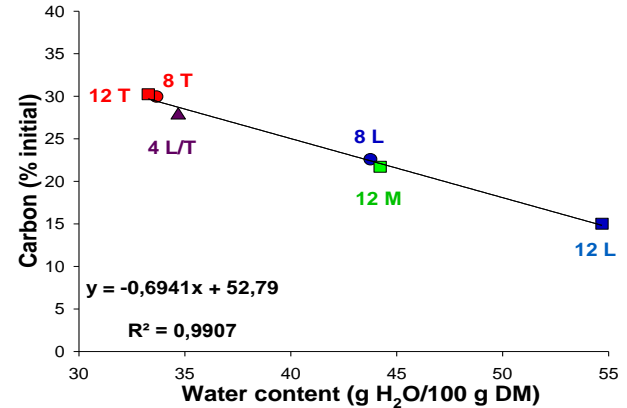
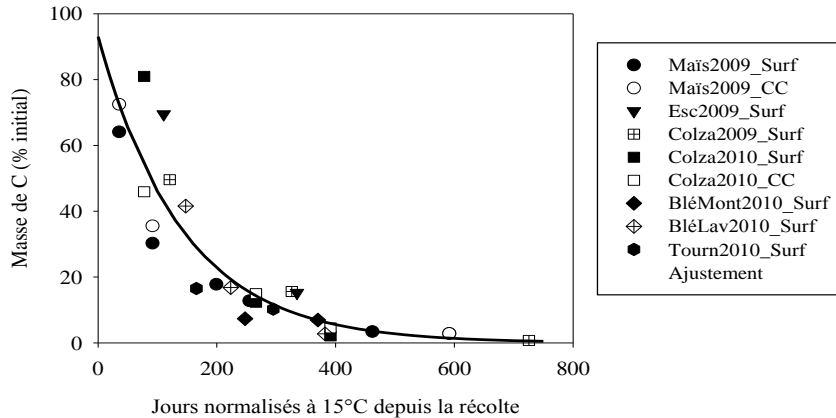




Dynamique de décomposition & climat



Le climat (température & régime de précipitation) détermine très fortement la hiérarchie des facteurs pilotant la dégradation des pailles à la surface des sols



➤ Prédiction de la décomposition $f(\text{année, culture, site})$ par le cumul des J_N (jour normalisé par température)

Agriculture de Conservation en Région Grand-Est

➤ Prédiction de la décomposition de pailles de canne à sucre après un an, par la teneur en eau moyenne des pailles

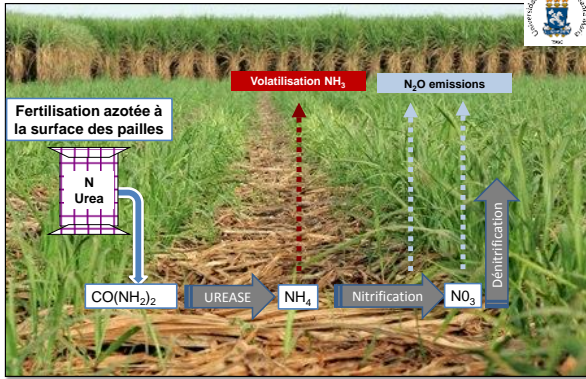
Culture canne à sucre (4, 8 et 12 t/ha), sud du Brésil

Thiébeau & Recous, 2017

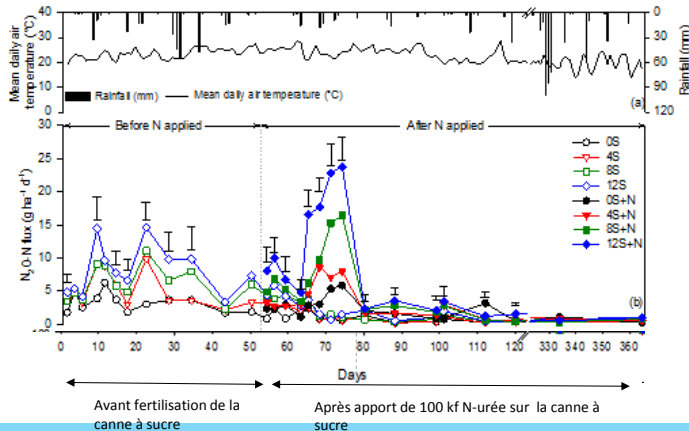
Dietrich et al., 2019



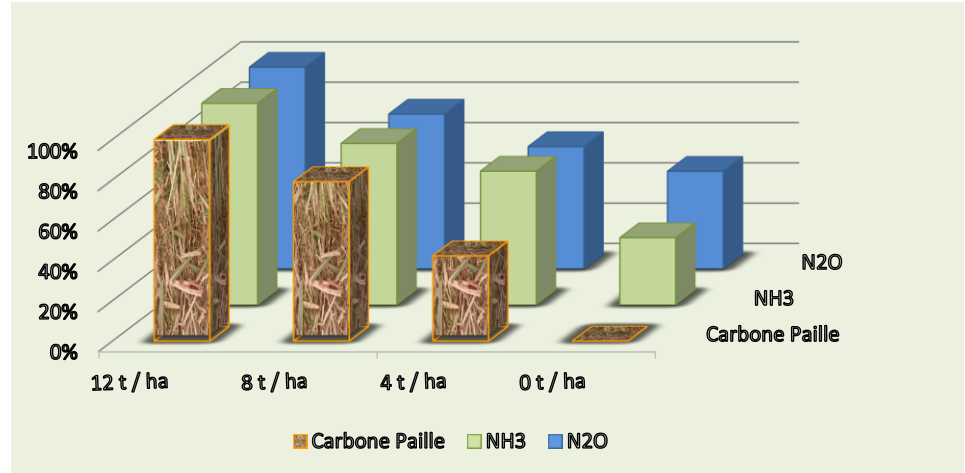
Impacts de la présence des pailles sur les émissions de gaz
(ex. système canne à sucre au Brésil)



Flux de N_2O pendant une année sur culture de canne à sucre
(g/ha/jour)



Impacts environnementaux



L'augmentation des quantités de pailles (de 0 à 12 t/ha) augmente les quantités C restitué au sol, mais accroît aussi le risque de pertes par volatilisation d'ammoniac et d'émission de N_2O .

Nécessité d'évaluer le bilan global de gaz à effet de serre et pas seulement le stockage de C; compromis environnemental à établir exportations vs. restitutions des biomasses LC (autour de 4 t MS / ha pour la canne à sucre)



Conclusions

👉 Les paillis ont des effets directs (tels que les apports de C et N) et des effets indirects majeurs via les conditions environnementales, sur les processus du sol

- **les impacts** de la gestion des résidus de culture sur les émissions de GES **doivent tenir compte de tous les flux** pour quantifier les effets des pratiques sur la séquestration du carbone

👉 Pour les paillis: très grande importance des processus physiques et de leurs interactions avec les processus biologiques, en particulier C et N

- les pratiques modifient profondément **la stratification des flux, activités et compartiments des sols, les flux d'eau et de chaleur**, et donc les processus microbiens élémentaires, les flux de minéralisation et les pertes. Ne pas se concentrer exclusivement sur le fonctionnement biologique

👉 Besoin de calculer des processus non mesurables et d'étudier des scénarios agricoles alternatifs.

- **Combiner l'expérimentation sur le terrain, l'expérimentation en laboratoire** (ce qui permet aux facteurs d'être non corrélés et aux modèles d'être paramétrés) **et la modélisation.**



Merci pour votre attention !

Remerciements à
INRA, UFSM, CAPES, CPNq, ANR Projet PEPITES