



Les Couverts Végétaux

Webinaires Conseillers



Webinaire n°2

Mardi 3 octobre 2023 / 9h – 11h

Effets des couverts sur les sols

Mécanisation : focus sur l'implantation et la destruction des couverts



1^{ère} partie

Effets des couverts sur les sols



- Effets des couverts sur les propriétés physiques des sols

Lionel Alletto (Centre INRAE Occitanie-Toulouse, UMR AGIR)
lionel.alletto@inrae.fr

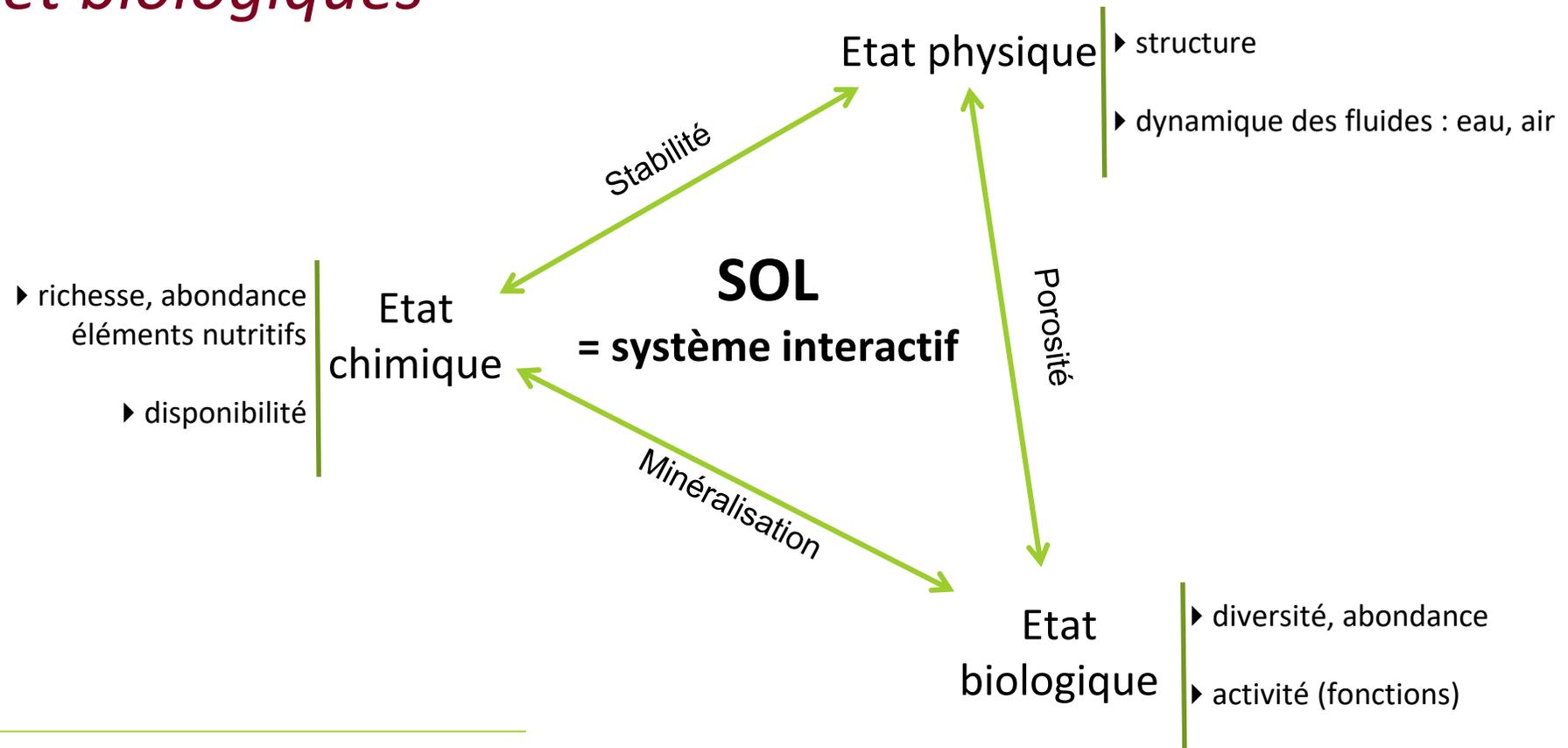


INRAE

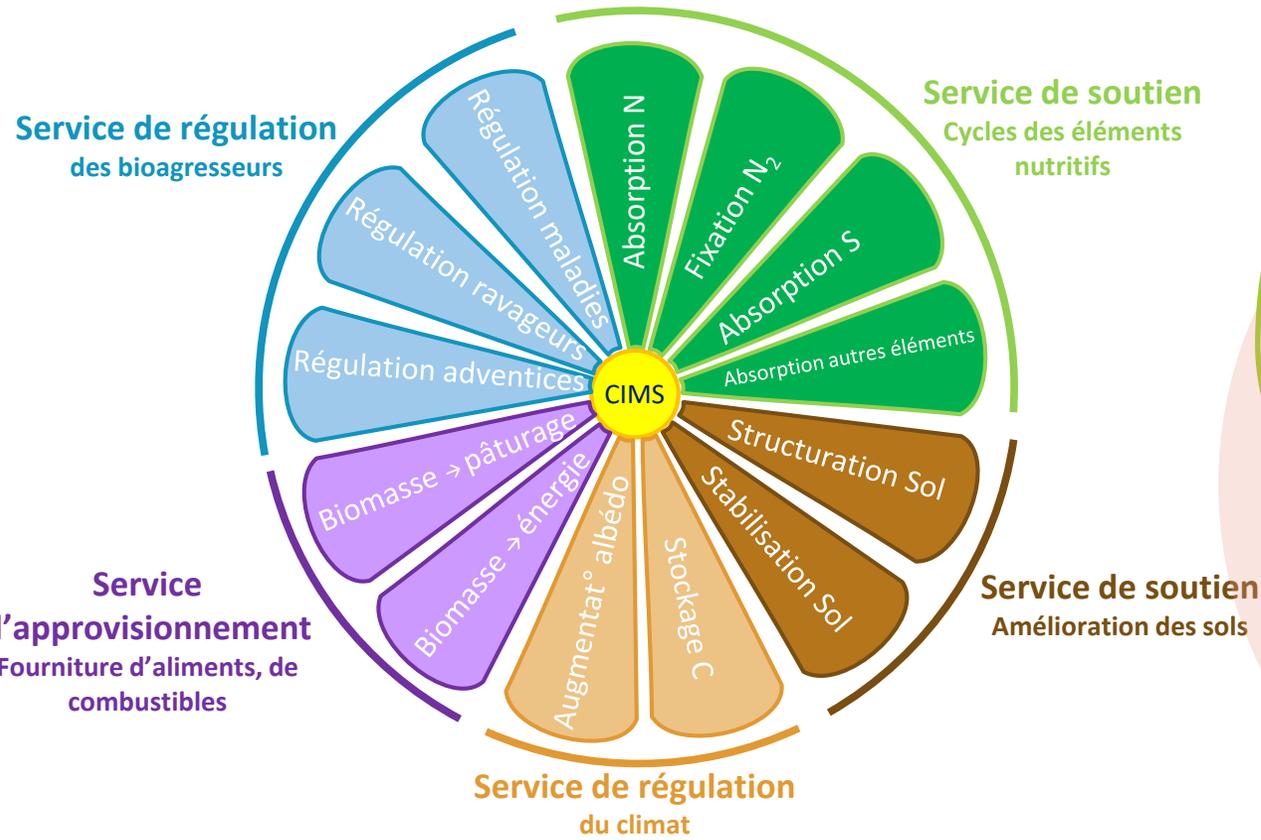
Pour vous, améliorer la fertilité d'un sol implique :

- D'évaluer ses propriétés séparément et corriger celle(s) qui semble(nt) non optimale(s)
- D'analyser de façon systémique le fonctionnement du sol
- De corriger d'abord sa fertilité biologique
- De faire un profil cultural ou profil 3D.

Le sol : un système en interaction entre composantes physiques, chimiques et biologiques



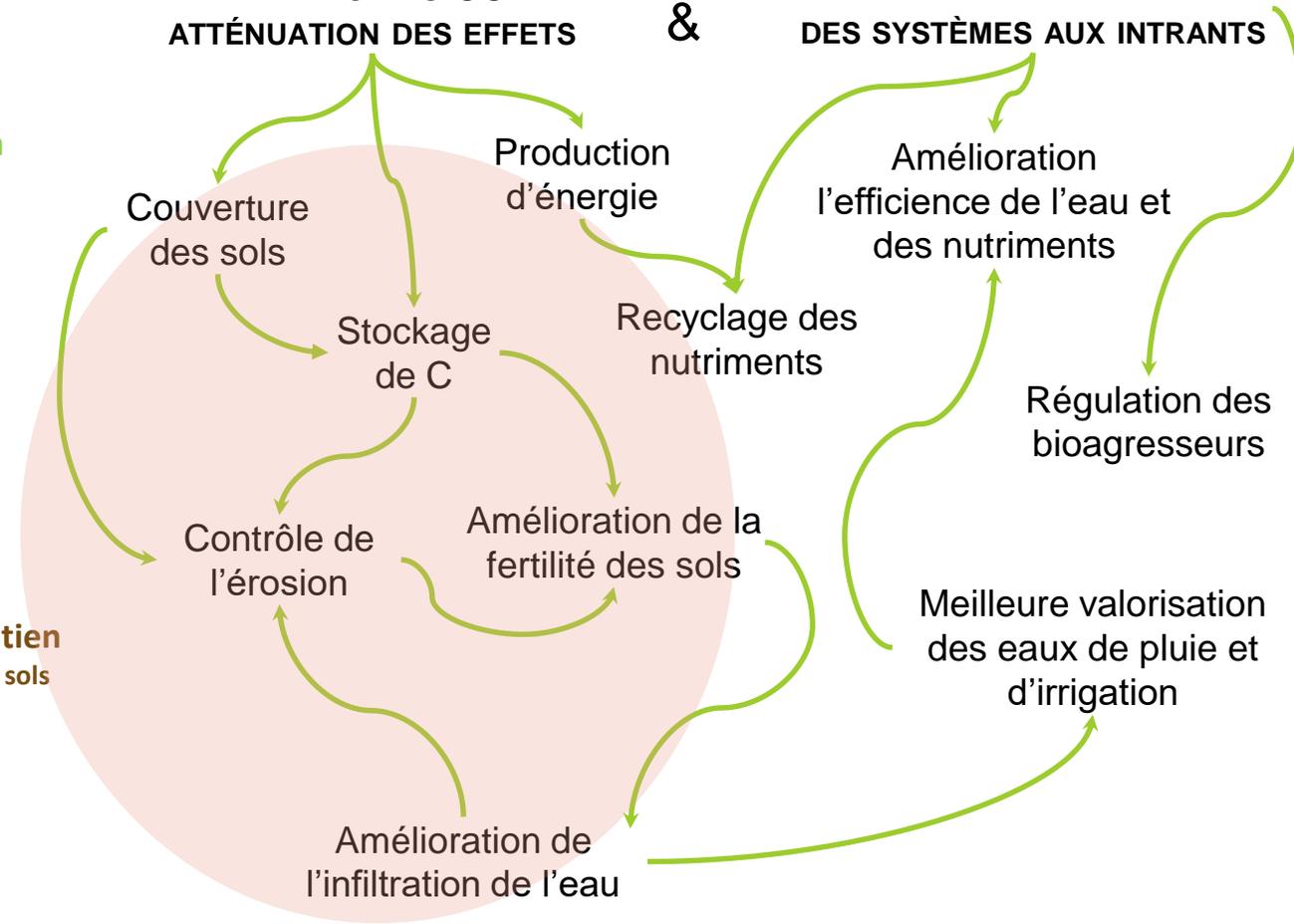
RAPPEL : DE MULTIPLES SERVICES ET FONCTIONS ATTENDUS DES COUVERTS



ADAPTATION AU CC ET ATTÉNUATION DES EFFETS

&

RÉDUIRE LA DÉPENDANCE DES SYSTÈMES AUX INTRANTS



CULTURE PURE

vs.

MÉLANGE D'ESPÈCES

f (objectifs visés)

+ / -

+ / -

ADOPTAÉ Webinaire n°1 : 6/09 -> replay
les couverts végétaux



+

++

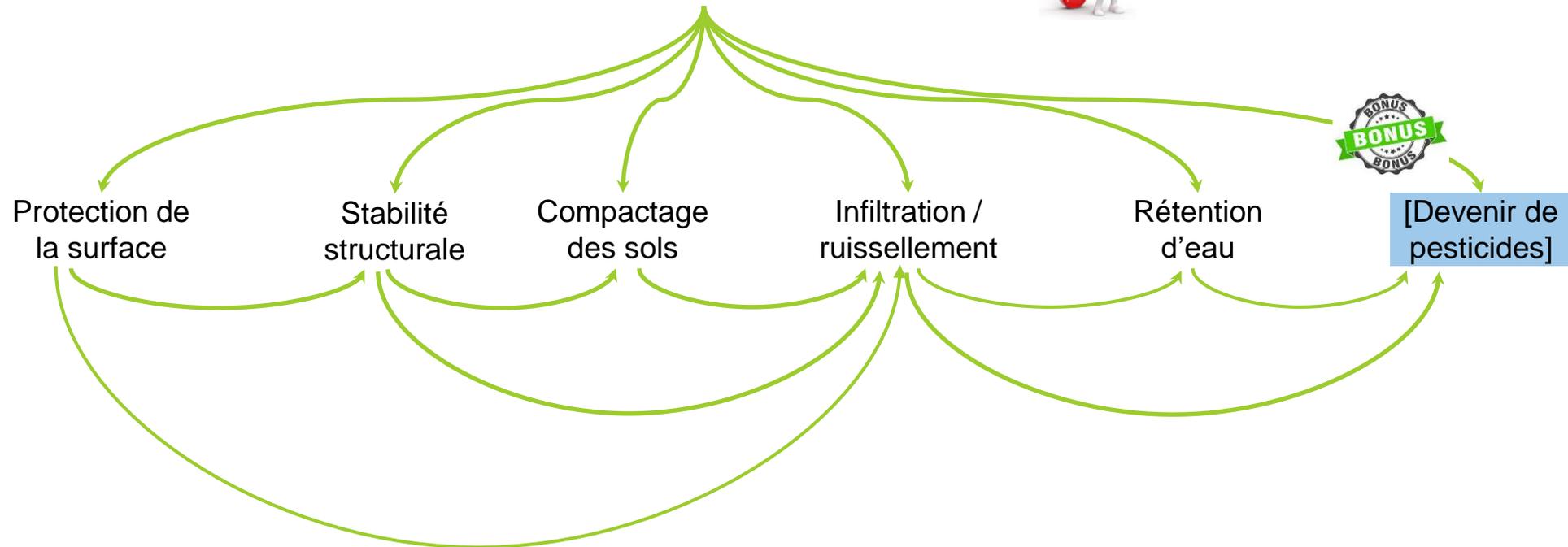


Geluck ©

?

?

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DE SOLS ET RÔLE DES COUVERTS



[Devenir de pesticides]

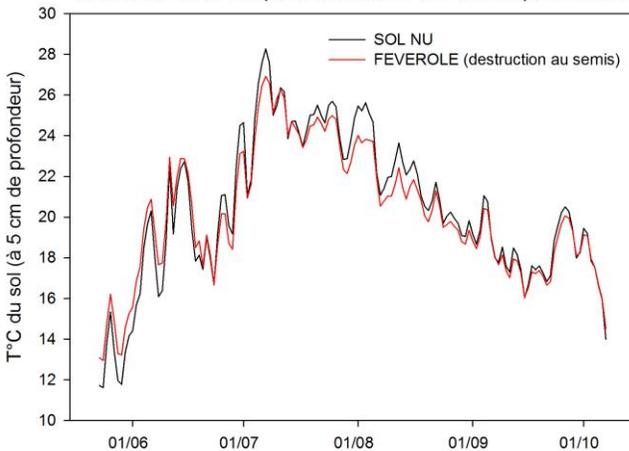
1 PROTECTION DE LA SURFACE



► f (% couverture du sol) : Atténuation de l'énergie cinétique des pluies avec un couvert vivant ou mort (mulch)

1 PROTECTION DE LA SURFACE

Evolution de la température du sol à 5 cm de profondeur



(Alletto, données non publiées)

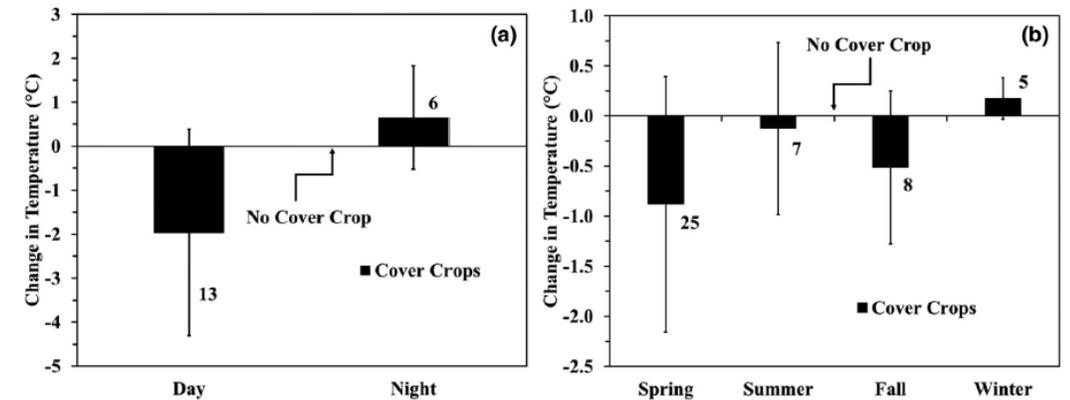
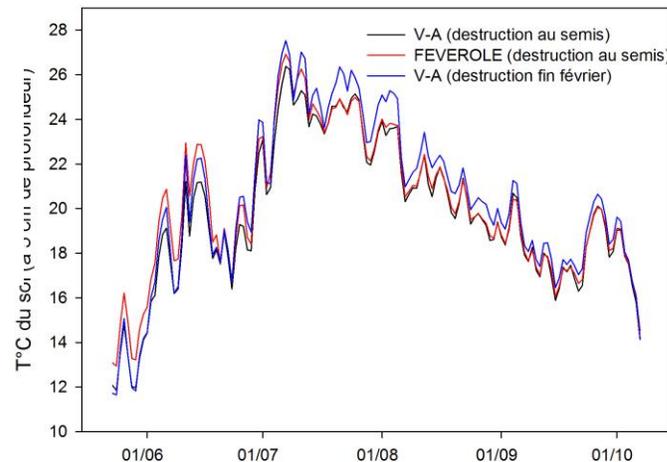


FIGURE 1 Cover crop impacts on (a) day and night temperatures and (b) seasonal temperatures. Error bars are SD of the mean. Values above or below bars are the number of observations. Data source: Drury et al. (1999); Stipesevic and Kladvik (2005); Teasdale and Daughtry (1993); Wagner-Riddle et al. (1994); Kahimba et al. (2008); Blanco-Canqui, Claassen, and Presley (2012); Daigh, Sauer, Xiao, and Horton (2014); Evans et al. (2016); Negassa, Price, Basir, Snapp, and Kravchenko (2015); Ruis et al. (2018); Vann, Reberg-Horton, Edmisten, and York (2018); Zhang et al. (2009)

- ▶ $f(\%$ couverture du sol) : Atténuation des fluctuations de température
 - 1,5 à 2,5°C de différence entre sol nu et féverole à 5 cm de profondeur au semis du maïs sans travail du sol
 - des différences entre couverts et dates de destruction (en lien avec quantité de mulch)
 - dynamique de réchauffement du sol souvent ralentie comparativement à des systèmes travaillés



Slake Test (Ferrié©)

Published online October 27, 2005

Effects of Cover Crops on Soil Aggregate Stability, Total Organic Carbon, and Polysaccharides

Aiguo Liu,* B. L. Ma, and A. A. Bomke

2 STABILITÉ STRUCTURALE

Stabilité des agrégats secs

- ▶ Indicateur de sensibilité à l'érosion éolienne
- Classification (arbitraire) entre :
 - $\varnothing < 0,84 \text{ mm}$ → sensible
 - $\varnothing \geq 0,84 \text{ mm}$ → peu sensible



▶ Pas d'effet direct des couverts sur cette forme de stabilité des agrégats

mais

effet indirect *via* la protection de la surface des sols

Stabilité des agrégats humides

- ▶ Couramment utilisée, différentes méthodes d'évaluation



- ▶ Effet direct positif (50 % des études) ou neutre
- ▶ Dynamique temporelle des effets : quantités de polysaccharides
- ▶ Effet indirect (protection surface du sol) toujours positif

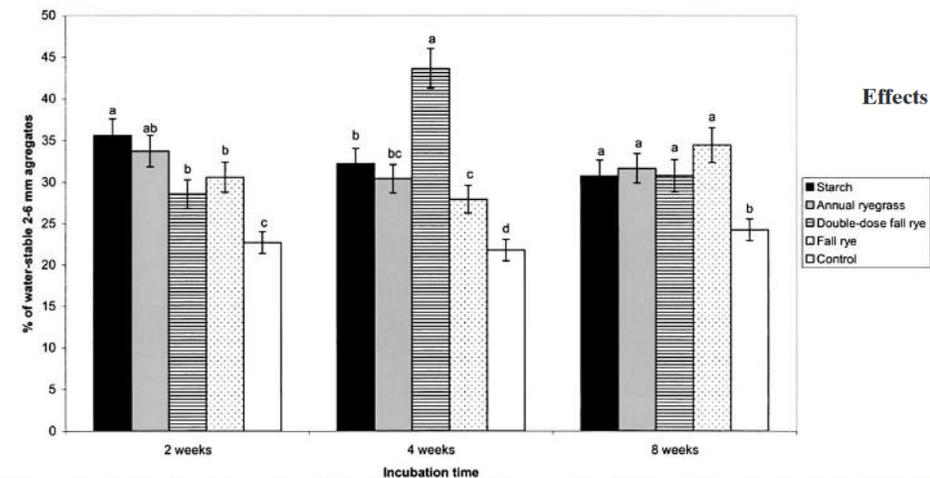
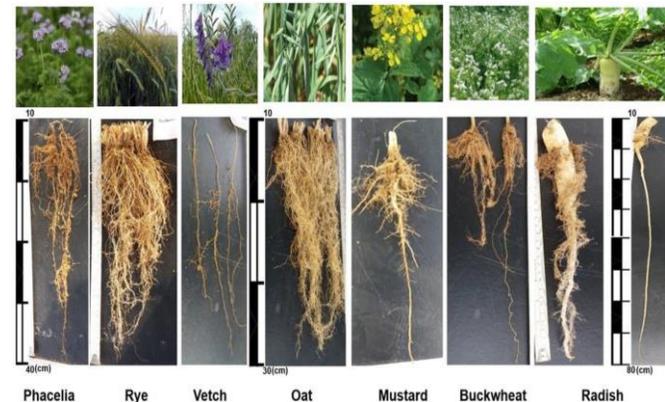
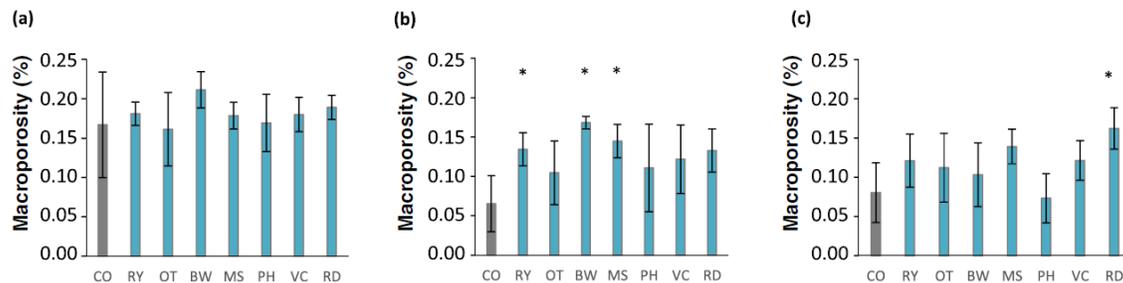


Fig. 3. Influence of amendments on proportion of 2- to 6-mm water stable aggregates at different laboratory incubation times. Vertical bars represent standard error of the means. The means with same letters above the error bars on the same sampling date are not significantly different at $p < 0.05$.

3 COMPACTAGE DES SOLS, DENSITÉ APPARENTE, POROSITÉ

- ▶ Le plus souvent **pas d'effet** des couverts (2/3 des cas) **ou un effet positif** avec une **diminution de la densité apparente de 3 à 24 %** comparativement à un sol nu (Blanco-Canqui et Ruis, 2020)
- ▶ Effet le plus souvent **positif sur résistance à la pénétration** avec diminution de 5 à 29 % avec une moyenne de 5,1 %
 - ▶ **Augmentation de la porosité totale** (et probablement de sa connectivité) sur 0-10 cm (couvert de seigle + trèfle incarnat) (Kaur et al., 2023)
- ▶ Effet variable selon les espèces (Chen et Weil, 2010) et les systèmes racinaires avec porosité totale accrue pour les systèmes fasciculés fins (Hudek et al., 2021)



Journal of Soils and Sediments
<https://doi.org/10.1007/s11368-023-03596-7>

SOILS, SEC 2 · GLOBAL CHANGE, ENVIRON RISK ASSESS, SUSTAINABLE LAND USE · RESEARCH ARTICLE



Cover crop effects on X-ray computed tomography–derived soil pore characteristics

Preetika Kaur¹ · Jasmeet Lamba¹ · Thomas R. Way² · Vishawjot Sandhu¹ · Kipling S. Balkcom² · Alvaro Sanz-Saez³ · Dexter B. Watts²

Received: 3 April 2023 / Accepted: 29 June 2023
 © The Author(s), under exclusive licence to Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2023

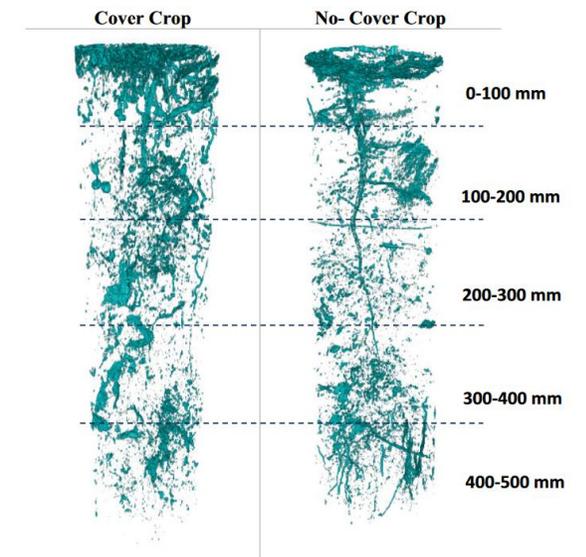


Fig. 1 3D Visualizations of macropore networks for soil columns under CC and NC treatments. The cyan color represents the soil pores

FIGURE 3 Detectable soil macroporosity (resolution >28 μm) of the soil with cover crop species (vetch (VC), radish (RD), oat (OT), buckwheat (BW), phacelia (PH), rye (RY), mustard (MS)), and the control bare soil (CO) as measured by X-ray computer tomography (CT) on samples collected at (a) 15, (b) 30 and (c) 50 cm soil depth. * Indicates significant differences compared to bare soil

4 INFILTRATION ; RUISSELLEMENT

► **Effet positif (90 % des études) sur l'infiltration de l'eau et la conductivité hydraulique (à saturation) : ↗ moyenne de 82 %**

► **Effet variable selon les types de sol, la combinaison de pratiques (ex. effet ++ si combiné avec non-travail du sol)**

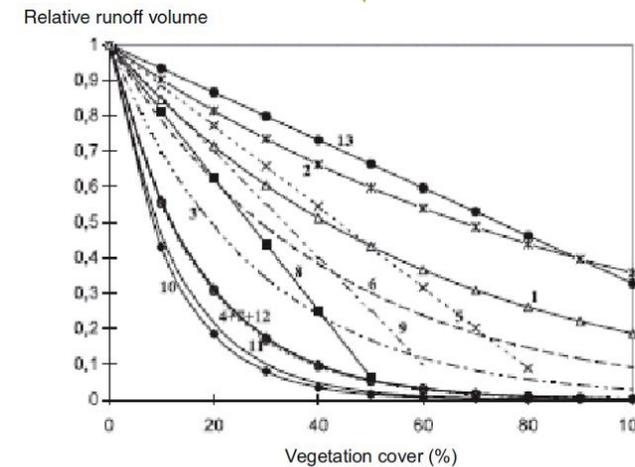


Figure 1. Relationship between plant cover and relative runoff. 1, 2, Packer (1951); 3, 4, Marston (1952); 5, Branson and Owen (1970); 6, Elwell and Stoking (1976); 7, Lang (1979); 8, 9, Kainz (1989); 10, 11, Francis and Thornes (1990); 12, Lang (1990); 13, Greene et al. (1994).

Soil-erosion and runoff prevention by plant covers. A review

Víctor Hugo DURÁN ZUAZO^{1,2*}, Carmen Rocío RODRÍGUEZ PLEGUEZUELO^{1,2}

¹ IFAPA Centro Camino de Purchil, Apdo. 2027, 18080-Granada, Spain

² USDA-National Soil Erosion Research Laboratory, 275 S. Russell Street, West Lafayette, IN 47907-2077, USA

(Accepted 10 December 2007)

Quantité de résidus (t/ha)	Ruissellement (% précipitations)	Erosion (t/ha)
0	45	12
0,25	40	3
0,5	25	1
1	0,5	0,3
2	0,1	0
4	0	0

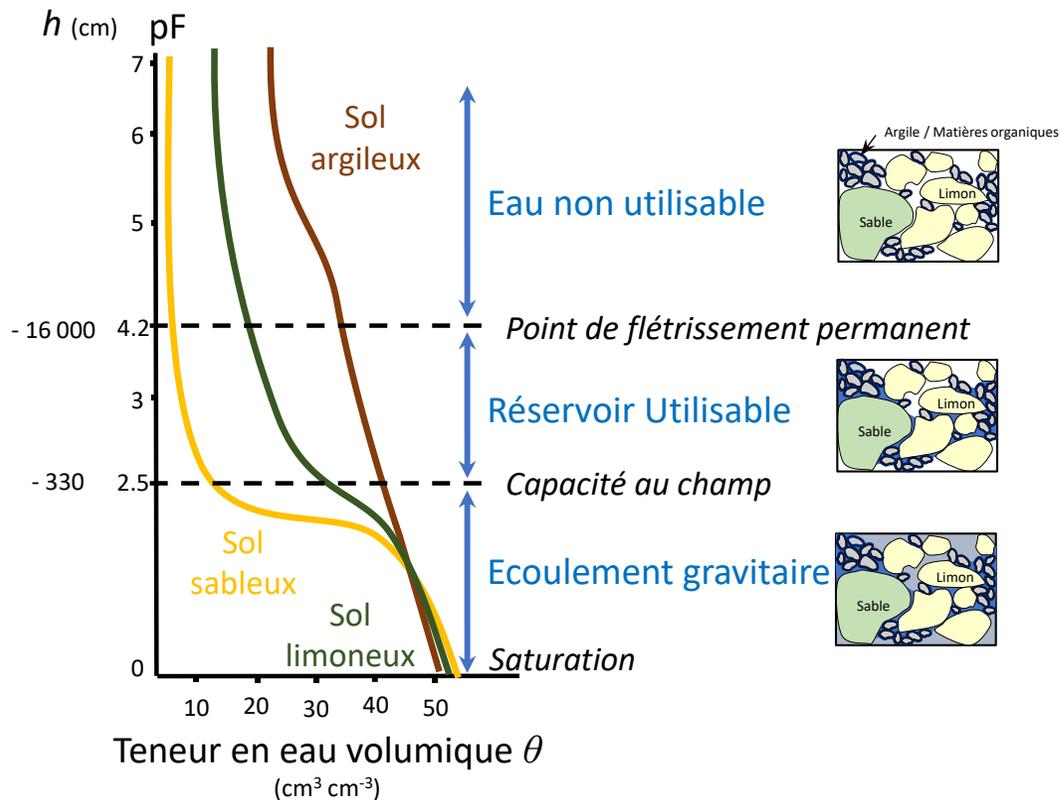
► **Effet positif (95 % des études) sur le ruissellement : ↘ moyenne de 78 %**

Pour vous la rétention en eau d'un sol :

- n'est pas modifiée par l'utilisation de couverts végétaux
- est fortement améliorée par l'utilisation de couverts végétaux
- c'est très variable en fonction des conditions météo...
- dépend d'abord de la texture des sols

5 RÉTENTION D'EAU

► De quoi parle-t-on ?



Loi de Jurin : $|h| \text{ (cm)} = 0,15 / r \text{ (cm)}$

Avec h , le potentiel matriciel (exprimé en cm) et r le rayon des pores concernés (exprimé en cm)

A la capacité au champ : $r = 0,0045 \text{ mm} = 4,5 \mu\text{m}$

Au point de flétrissement permanent : $r = 0,0001 \text{ mm} = 0,1 \mu\text{m}$



Presses de Richards pour mesure des relations $\theta(h)$



5 RÉTENTION D'EAU



- ▶ **Légère augmentation (de 2 à 4 %) de la rétention d'eau dans 3/10 études et pas d'effet sur 7/10**
- ▶ Pas d'étude sur l'effet à long terme des couverts sur la rétention
- ▶ Le filtre « travail du sol » est très fort et vient gommer les effets...
- ▶ Quid des effets indirects ? Ex. amélioration de l'activité microbologique (mycorhizes) -> filaments mycéliens qui contribuent à la microporosité ?

Est-ce que d'après vous le devenir des pesticides est influencé par l'utilisation de couverts végétaux ?

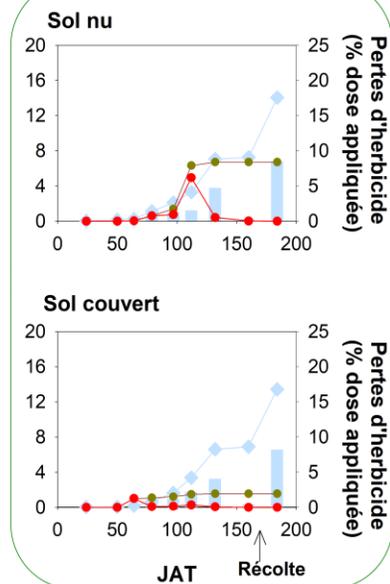
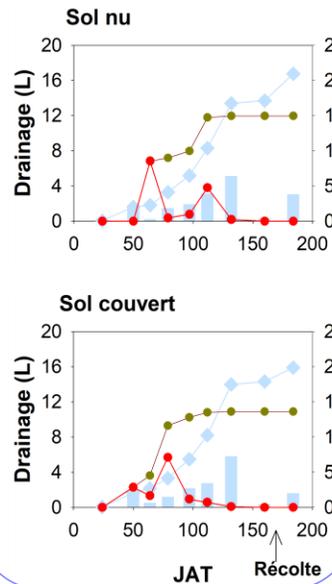
- Non, pas d'effet direct car les pesticides ne sont pas appliqués sur les couverts
- Aucune idée...
- Oui, les couverts modifient les fonctions physique, chimique et biologique des sols et donc probablement le devenir des pesticides
- Nous n'avons pas assez de recul et d'études sur le sujet.



6 DEVENIR DE PESTICIDES

Technique conventionnelle

Technique de conservation



Année	Travail du sol	Culture Intermédiaire
2005	++ en Non-labour	++ avec CI
2006	Pas d'effet	++ avec CI
2007	Pas d'effet	Pas d'effet*
2008	++ en Non-labour	++ avec CI

* Très faible biomasse de couvert végétale en 2007 (< 500 kg MS/ha contre 2 à 4 t MS/ha les autres années)

Alletto et al (2012)

► Effet des couverts : ↘ d'un facteur 2 à 16 de la lixiviation de pesticides en maïs

→ Meilleure rétention des molécules en présence de résidus de couverts végétaux vs. sol nu (Locke et Bryson, 1997)



Tillage and fallow period management effects on the fate of the herbicide isoxaflutole in an irrigated continuous-maize field

Lionel Alletto^{a,*}, Pierre Benoit^b, Eric Justes^c, Yves Coquet^d

^a Université de Toulouse – École d'ingénieurs de Purpan, UMR 1248 AGIR – 75, voie du TOEC BP 57 611, 31 076 Toulouse cedex 3, France

Weed Science, 45:307–320. 1997

Review Article

Herbicide–soil interactions in reduced tillage and plant residue management systems

Martin A. Locke
Corresponding author. Southern Weed Science Laboratory, Stoneville, MS 38776; mlocke@ag.gov

Charles T. Bryson
Southern Weed Science Laboratory, Stoneville, MS 38776

Recent changes in technology, governmental regulation and scrutiny, and public opinion have motivated the agricultural community to examine current management practices from the perspective of how they fit into a sustainable agricultural framework. One aspect which can be incorporated into many existing farming systems is plant residue management (e.g., reduced tillage, cover crops). Many residue management systems are designed to enhance accumulation of plant residue at the soil surface. The plant residue covering the soil surface provides many benefits, including protection from soil erosion, soil moisture conservation by acting as a barrier against evaporation, improved soil till, and inhibition of weed emergence. This review summarizes recent literature (ca. last 25 yr) concerning the effects of plant residue management on the soil environment and how these changes impact herbicide interactions.

Key words: Conservation tillage, cover crop, degradation, leaching, no-tillage, reduced tillage, runoff, sorption, tillage.

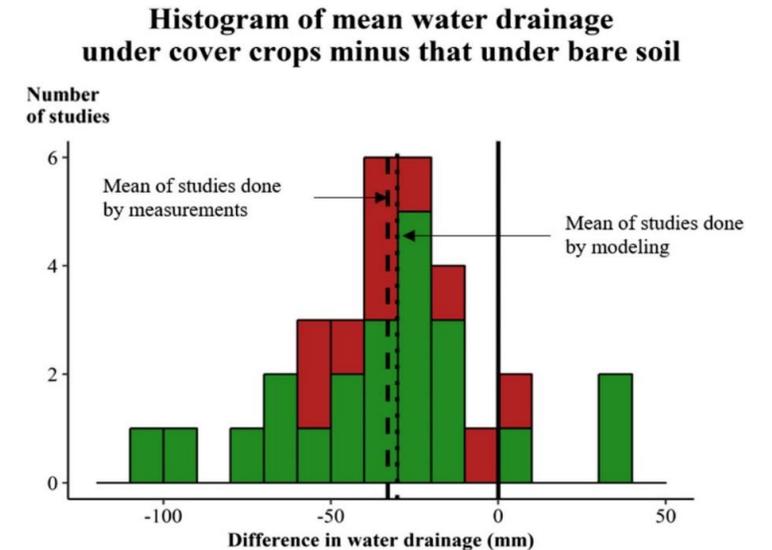
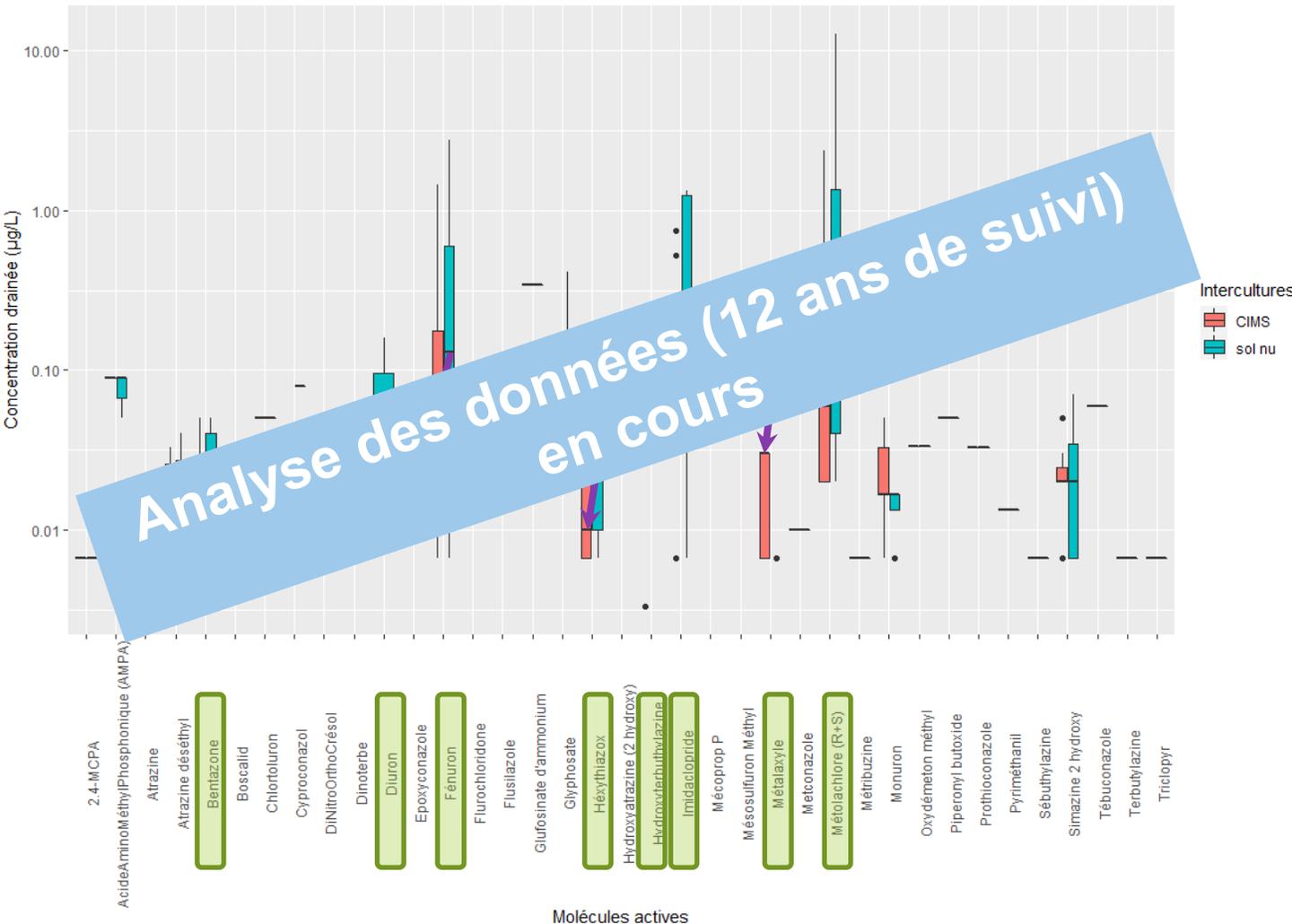


6 DEVENIR DE PESTICIDES : EN EXCLUSIVITÉ !!

► Réduction des fuites pour une diversité de pesticides si présence de couverts

→ Meilleure rétention & dégradation des molécules (Cassigneul et al., 2015, 2016)

→ Réduction du drainage (en moyenne – 30 mm après des couverts) et assèchement des horizons de surface (Meyer et al., 2019)





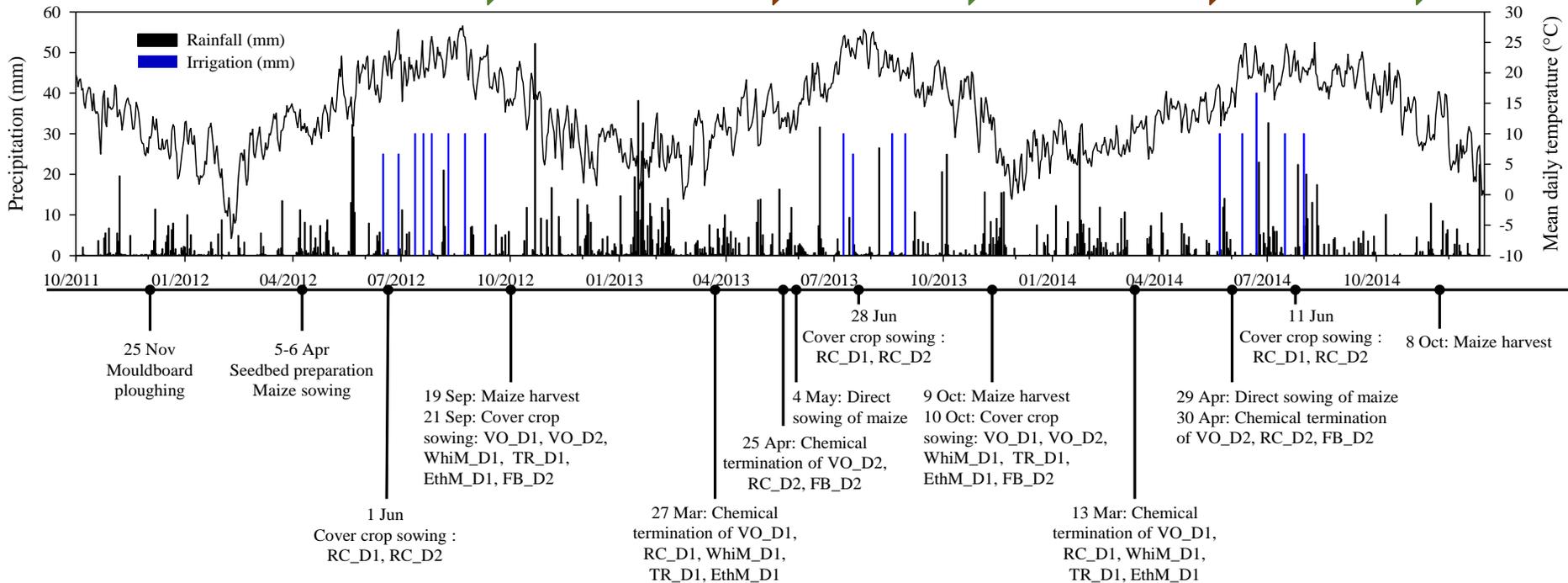
Cover crops maintain or improve agronomic performances of maize monoculture during the transition period from conventional to no-tillage

Lionel Alletto^{a,*}, Ana Cassigneul^a, Apolline Duchalais^a, Simon Giuliano^b, Julie Brechemier^a, Eric Justes^c

^a Université de Toulouse, INRAE, UMR AGIR, F-31326, Castanet-Tolosan, France
^b Université de Toulouse, INP-PURPAN, UMR AGIR, F-31326, Castanet-Tolosan, France
^c CIRAD, Perisys Department, F-34398, Montpellier, France



7 DES EFFETS EN INTERACTION...



With RC: Ryegrass + Crimson clover; VO: Common vetch + Oat; WhiM: White mustard; TR: Turnip rape; EthM: Ethiopian mustard; FB: Faba bean. D1 and D2 are the termination dates of the cover crops: D1 is the “early” termination date (27th March in 2013 and 13th March in 2014) ; D2 is the “late” termination date corresponding to maize sowing (25th April in 2013 and 30th April in 2014)



Cover crops maintain or improve agronomic performances of maize monoculture during the transition period from conventional to no-tillage

Lionel Alletto^{a,*}, Ana Cassigneul^a, Apolline Duchalais^a, Simon Giuliano^b, Julie Brechemier^a, Eric Justes^c

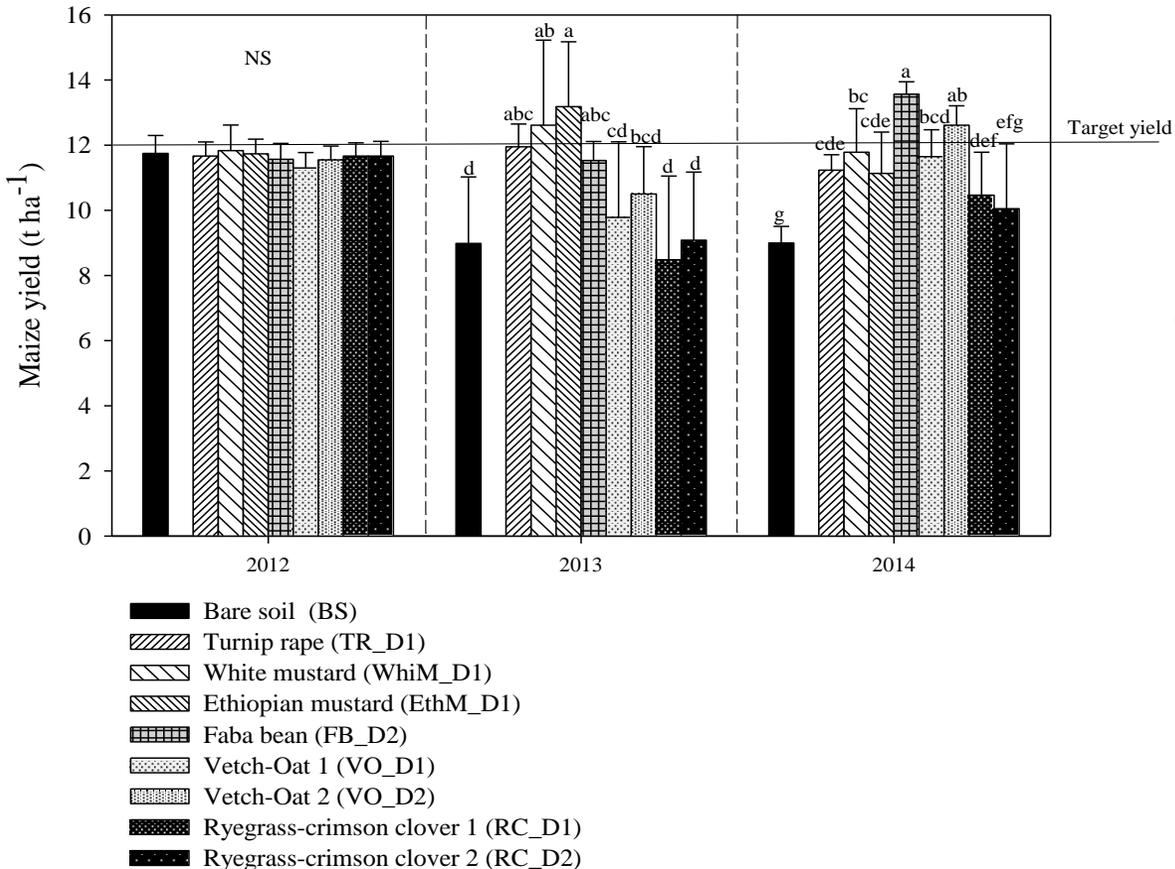
^a Université de Toulouse, INRAE, UMR AGIR, F-31326, Castanet-Tolosan, France

^b Université de Toulouse, INP-PURPAN, UMR AGIR, F-31326, Castanet-Tolosan, France

^c CIRAD, Peryst Department, F-34398, Montpellier, France



7 DES EFFETS EN INTERACTION...



► **Maintien / amélioration de la productivité grâce aux couverts durant la phase de transition labour annuel -> semis direct**

→ Variabilité des effets en fonction des espèces et des dates de destruction

→ Etat de surface plus favorable, libération d’N, meilleure homogénéité des levées ...

CULTURE PURE

vs.

MÉLANGE D'ESPÈCES

f (objectifs visés)

+ / -

GESTION DES ADVENTICES

+ / -

ACQUISITION D'N

+

ACQUISITION ELTS NUTRITIFS

++

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DU SOL

? Alors : mélange ou pas mélange ???? ?

Concernant les effets des couverts en mélange sur les propriétés physiques des sols, votre expérience de terrain vous amène à penser que

- les couverts en mélange améliorent plus les propriétés physiques des sols que les couverts purs
- les couverts purs ou en mélange ont les mêmes effets sur les propriétés physiques des sols
- les couverts en mélange sont moins efficaces pour améliorer les propriétés physiques des sols que les couverts purs
- vous ne souhaitez pas vous prononcer sur cette question par manque de références sur le sujet.

8 EFFETS DES MÉLANGES DE COUVERTS

Aucun effet des mélanges vs. couverts purs sur :

- ▶ la densité apparente : 83 % des études
- ▶ la résistance du sol à la pénétration : 75 % des études
- ▶ la stabilité des agrégats humides : 67 % des études
- ▶ la stabilité des agrégats secs : 100 % des études

→ C'est la biomasse totale qui influence le plus les effets !

Mais...

- ▶ Effets hétérogènes sur l'infiltration de l'eau
- ▶ Encore très (très) peu d'études sur le sujet

Plant Soil
<https://doi.org/10.1007/s11104-023-06086-4>

REVIEW ARTICLE



Do cover crop mixtures improve soil physical health more than monocultures?

Humberto Blanco-Canqui

8 EFFETS DES MÉLANGES DE COUVERTS

Modalité

- Sol nu + gestion méca
- Sol nu + glyphosate
- Féverole d'hiver
- Vesce pourpre
- Vesce velue
- Pois fourrager
- Radis fourrager
- Moutarde blanche
- Seigle forestier
- Radis fourrager + Moutarde blanche
- Radis fourrager + Vesce velue
- Moutarde blanche + Vesce velue
- Seigle forestier + Pois fourrager
- Seigle forestier + Vesce pourpre
- Vesce pourpre + Pois fourrager
- Féverole d'hiver + Moutarde blanche
- Féverole d'hiver + Vesce velue
- Radis fourrager + Moutarde blanche + Vesce velue
- Seigle forestier + Pois fourrager + Vesce pourpre
- Féverole d'hiver + Moutarde blanche + Vesce velue

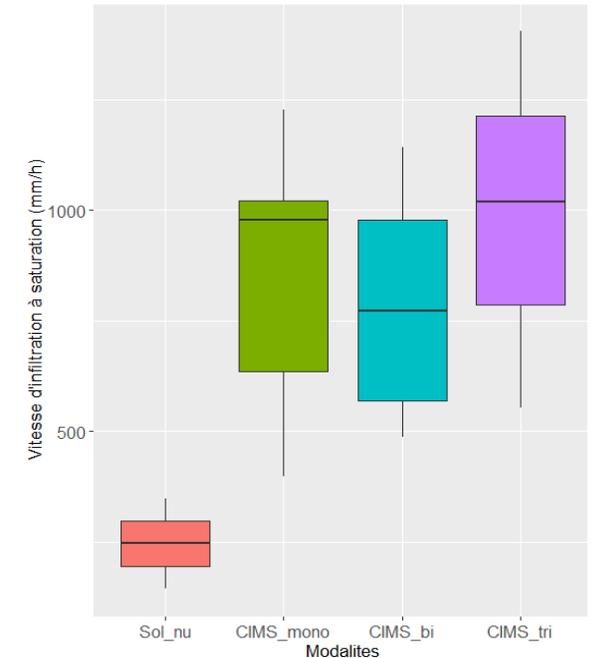
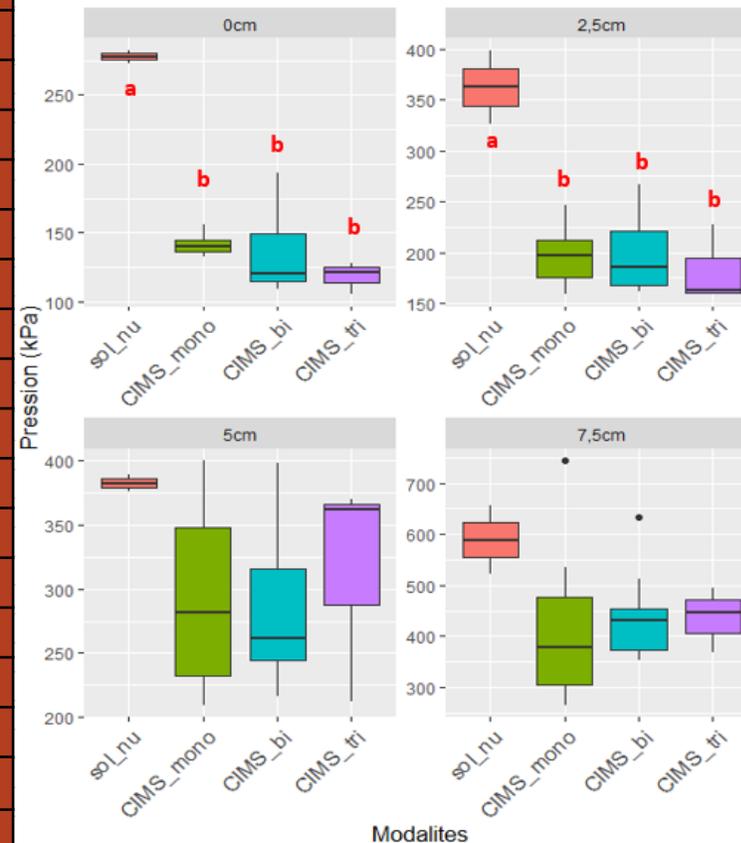
Plant Soil
<https://doi.org/10.1007/s11104-023-06086-4>

REVIEW ARTICLE



Do cover crop mixtures improve soil physical health more than monocultures?

Humberto Blanco-Canqui

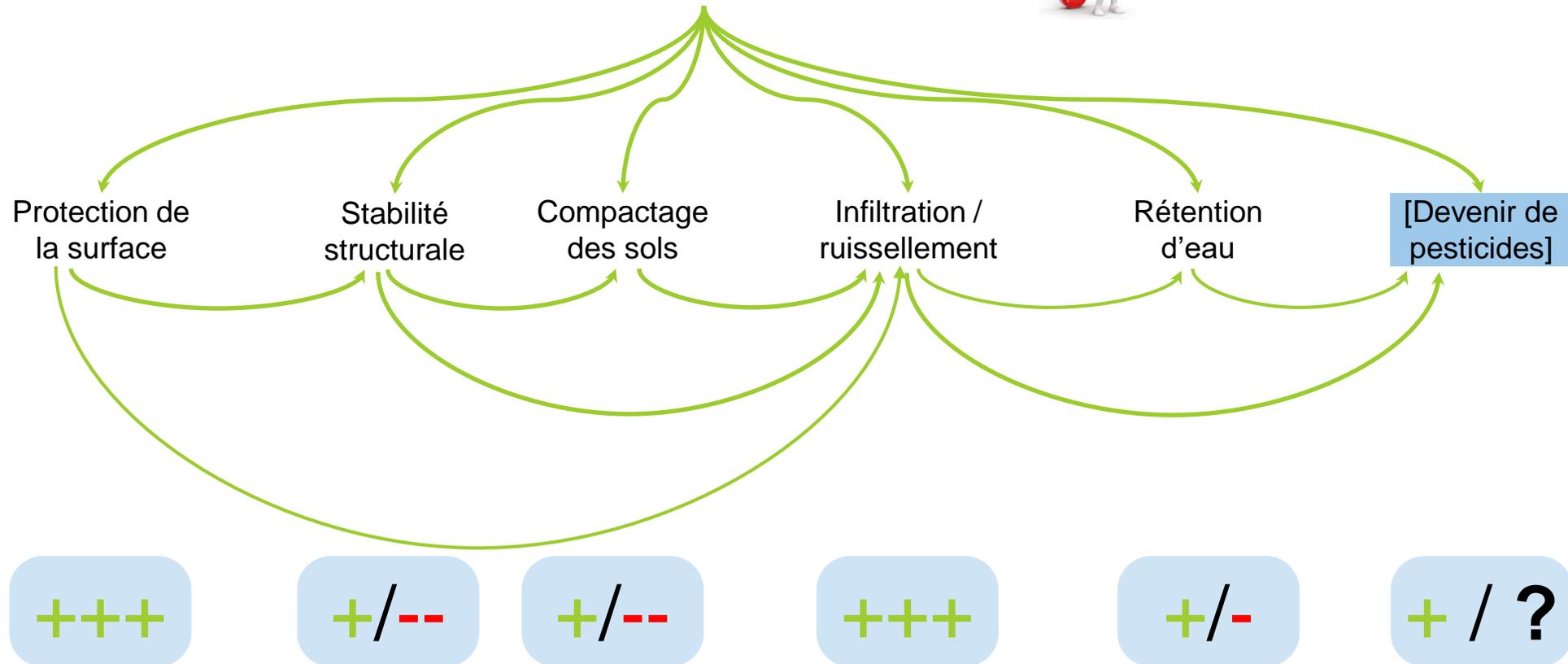


Travaux en cours sur ce sujet à INRAE AGIR



EN RÉSUMÉ

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DE SOLS ET RÔLE DES COUVERTS



Merci de votre attention

*Merci à l'équipe technique INRAE AGIR et aux
étudiant.e.s et doctorant.e.s pour leur implication
dans la collecte des données sur les CI*



Contact : lionel.alletto@inrae.fr