

10
Décembre
2024

Journée « Cultivons l'intelligence des sols pour moins d'intrants »
Chambre d'Agriculture du Tarn

➤ Comprendre, Préserver, Améliorer le Fonctionnement Hydrique des Sols Agricoles

Lionel Alletto*

*UMR Agroécologie, Innovations, Territoires

lionel.alletto@inrae.fr



INRAE



➤ Plan de l'exposé

- ▶ Éléments généraux / contexte (sur les sols)
- ▶ Fonctionnement hydrique des sols
- ▶ Illustrations de pratiques impactant le fonctionnement hydrique des sols...
- ▶ Éléments de conclusion / discussion

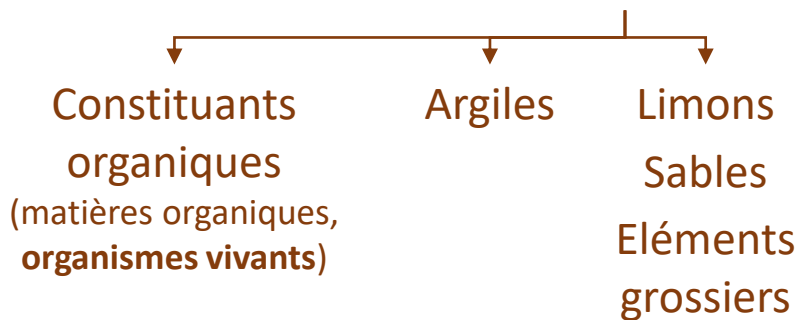


➤ Éléments généraux / contexte



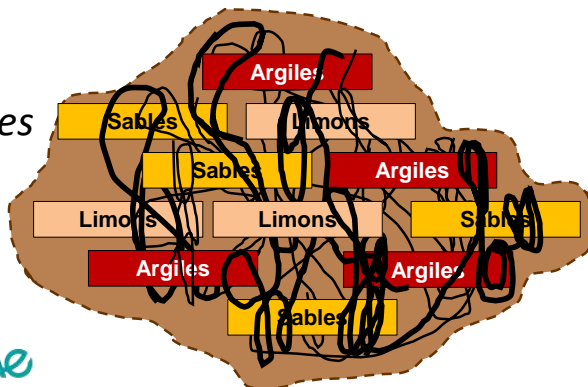
➤ Le Sol, en quelques mots...

► 3 fractions : **solide**
(en volume) 45 ⇔ 60 %



Structure du sol

Agencement tridimensionnel des particules



liquide

5 ⇔ 55 %

↓
Solution du sol
(éléments minéraux & organiques, organismes, polluants)

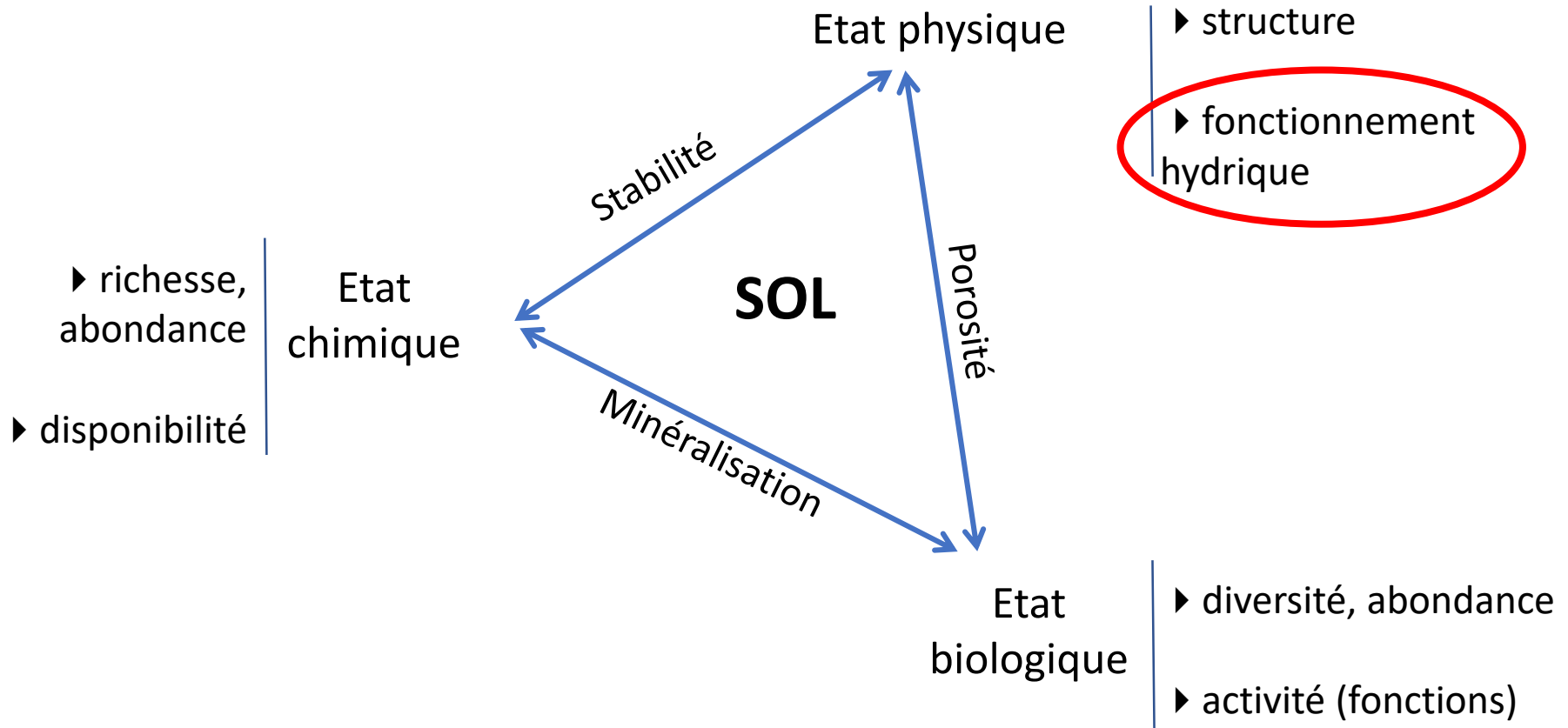
gazeuse

0 ⇔ 50 %

↓
« Air du sol »
(composition ≠ de l'air ambiant : + riche en CO₂)

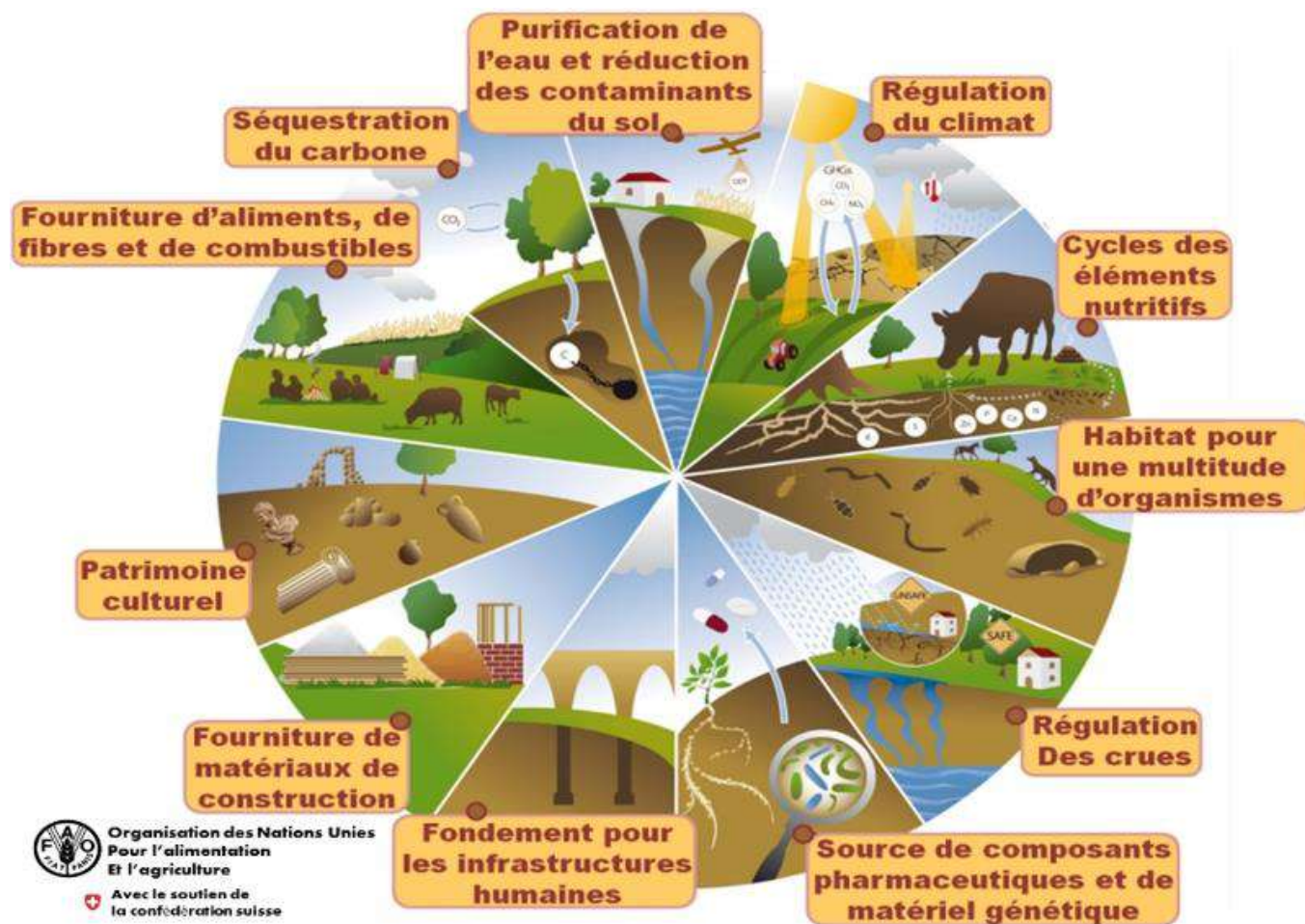


➤ Le Sol : un système interactif et dynamique



➤ Éléments généraux / contexte

► Le sol : un compartiment à la croisée des enjeux et aux multiples fonctions



Pour en savoir plus :



INRAE

Cultivons l'intelligence des sols pour moins d'intrants

10-12-2024, Lionel Alletto

➤ Éléments généraux / contexte

► Le sol : un compartiment à la croisée des enjeux et aux multiples fonctions



ECHELLE LOCALE



ECHELLE GLOBALE

INRAE

Cultivons l'intelligence des sols pour moins d'intrants

10-12-2024, Lionel Alletto

➤ Éléments généraux



33 %

**modérément à
sévérement dégradés**

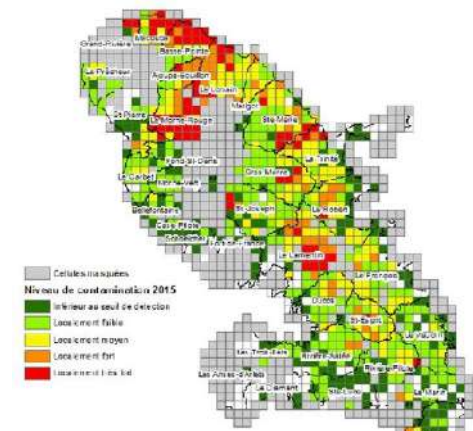
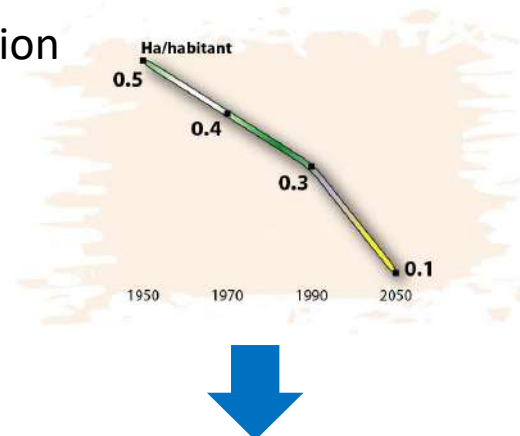
Le Sol : ressource non renouvelable à l'échelle d'une génération...

=> *De nombreuses causes de dégradation :*

- Salinisation
- Erosion
- Contamination
- Perte en matière organique
- Perte de biodiversité
- Compaction
- Imperméabilisation
- Inondations



© Sarthou JP



Rôle majeur du C du sol pour répondre à ces problèmes

INRAE

Cultivons l'intelligence des sols pour moins d'intrants

10-12-2024, Lionel Alletto

➤ Éléments généraux / contexte

Fertilité physique

- ▶ Stabilité structurale
- ▶ Porosité / densité
- ▶ Capacités d'infiltration
- ▶ Rétention d'eau
- ▶ Rugosité
- ▶ Résistance à la battance

Fertilité biologique

- ▶ Abondance & Diversité
-> diversité fonctionnelle

Matières organiques du sol (MOS)

Quantité & Qualité des eaux

- ▶ Stockage de polluants
(NO_3^- , pesticides, métaux ...)
- ▶ Régulation des cycles

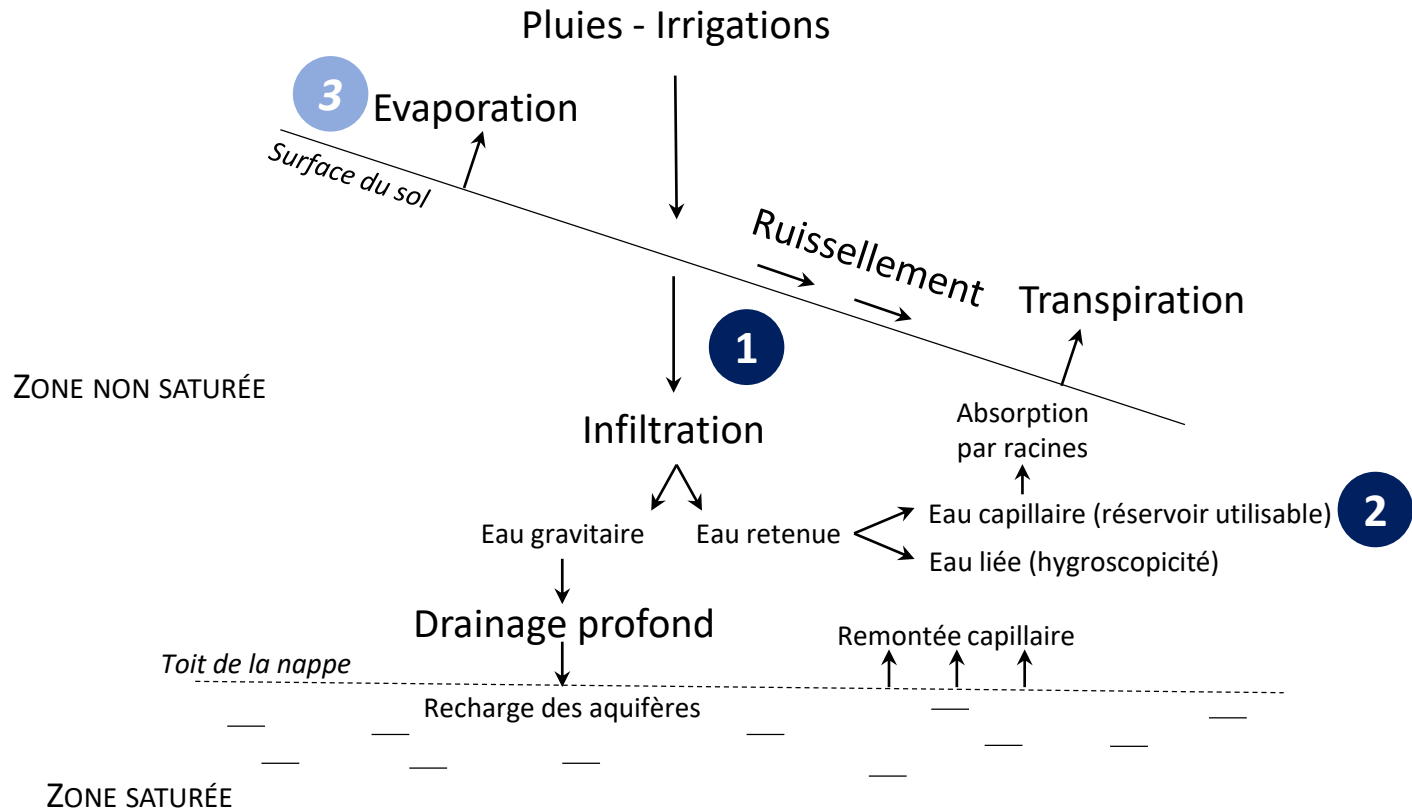
Fertilité chimique

- ▶ Abondance & Diversité
des éléments nutritifs
- ▶ CEC

Qualité de l'air

- ▶ Stockage de C (CO_2)
- ▶ Emissions de GES (N_2O , CO_2)

➤ Fonctionnement hydrique des sols

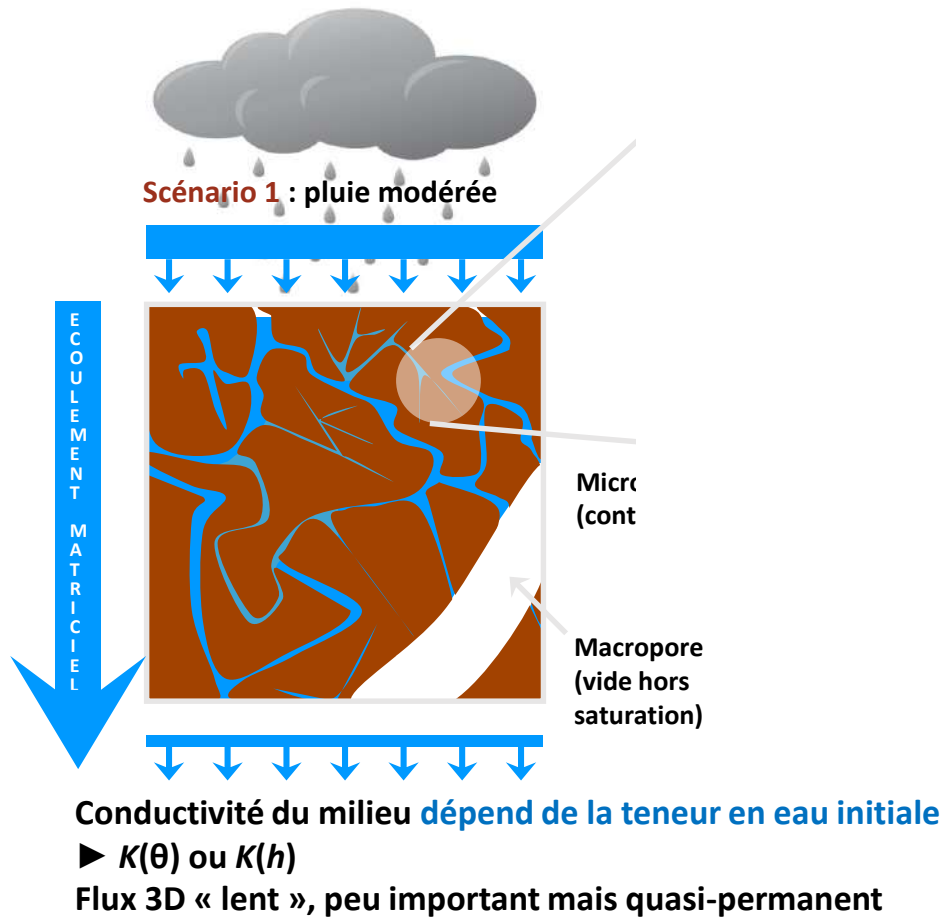


Enjeu 1 : favoriser l'infiltration et réduire le ruissellement

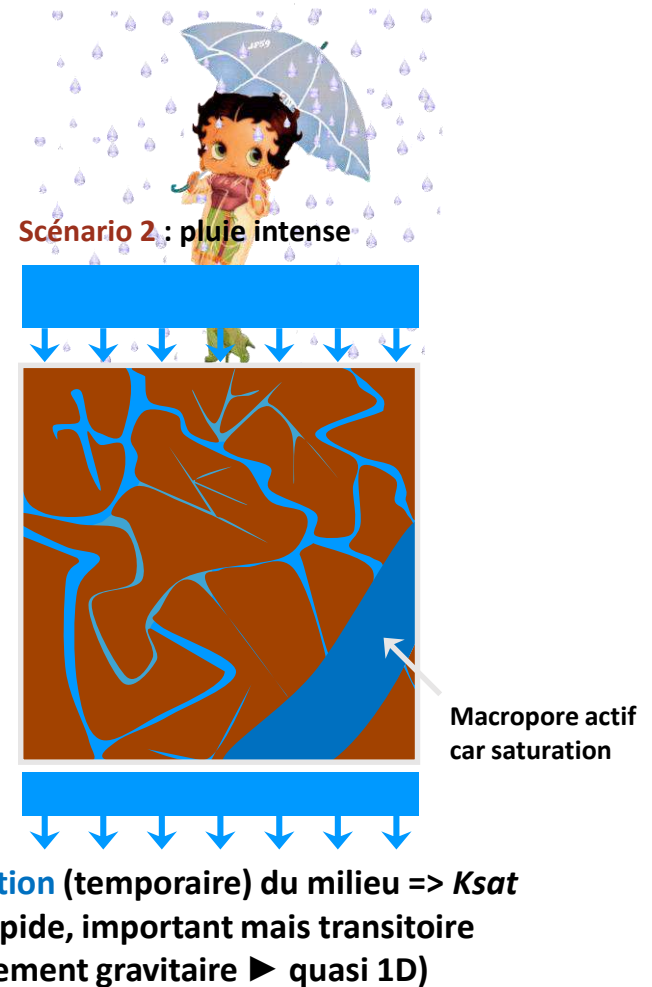
Enjeu 2 : mieux retenir l'eau dans les sols pour alimenter les plantes

Enjeu 3 : limiter l'évaporation

➤ Fonctionnement hydrique des sols



➤ Fonctionnement hydrique des sols



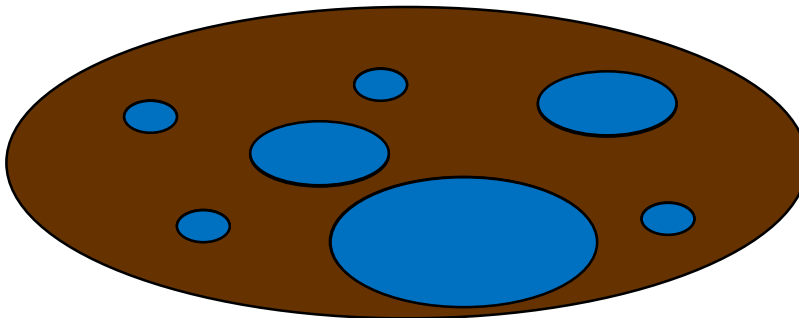
➤ Fonctionnement hydrique des sols

Conséquences :

1- l'eau circule dans un sol en commençant par :



des pores de taille croissante



Si intensité de pluie :

< capacité infiltration pores de taille 1

> capacité infiltration pores de taille 1

< capacité infiltration pores de taille 2

> capacité infiltration pores de taille 2

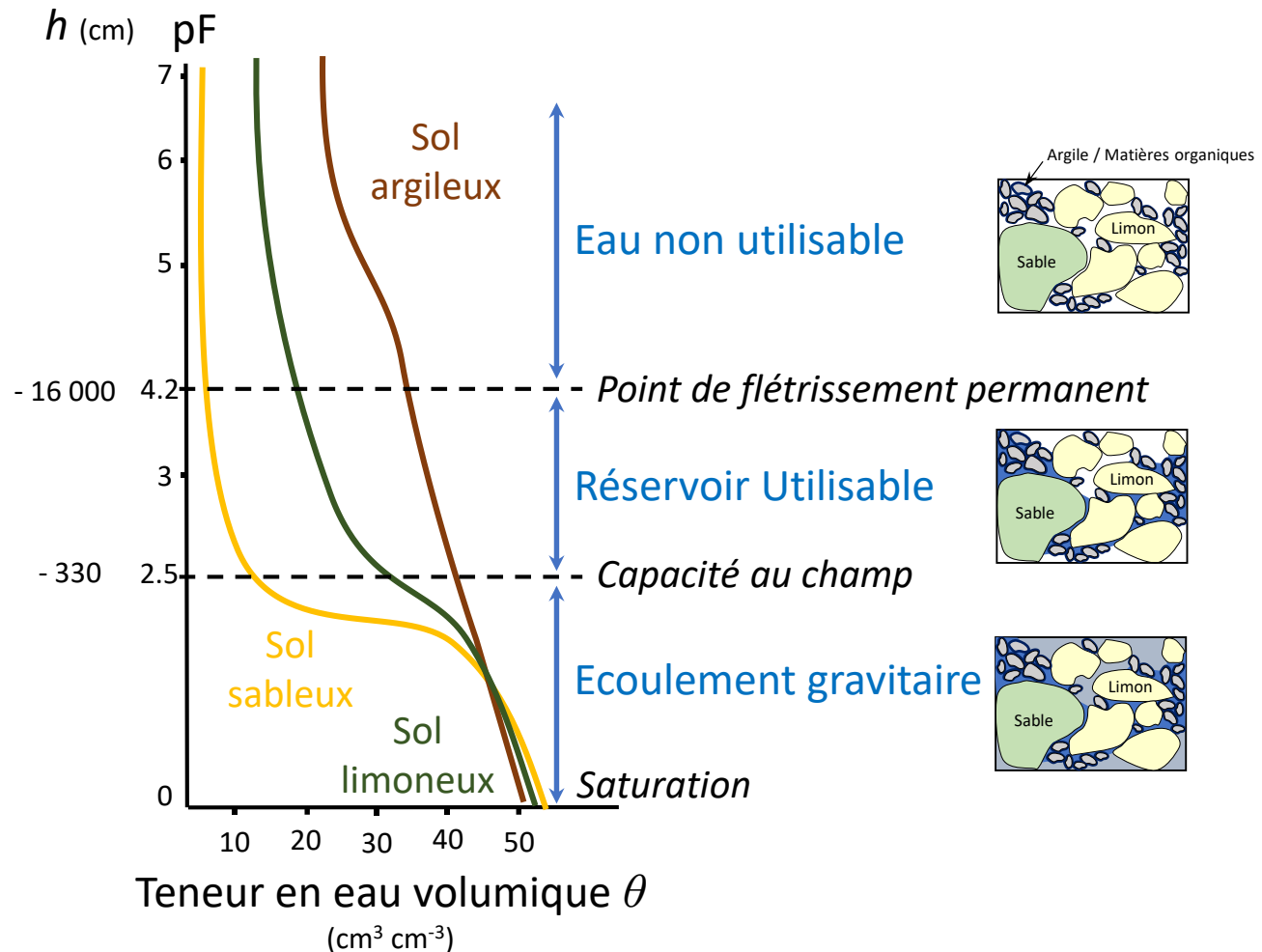
< capacité infiltration pores de taille 3

> capacité infiltration pores de taille 3 :
refus d'infiltration

2- les capacités d'infiltration d'un sol vont directement dépendre de la porosité totale mais aussi de la distribution des différentes gammes de pores et de leur connectivité

➤ Fonctionnement hydrique des sols

Qu'est que le Réservoir Utilisable (RU) d'un sol ?



➤ Fonctionnement hydrique des sols



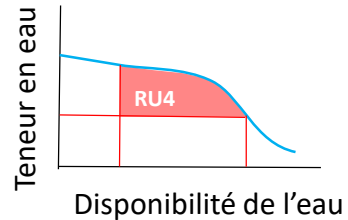
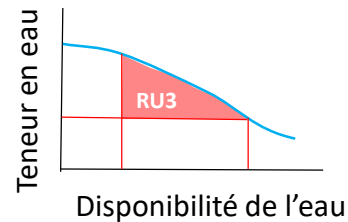
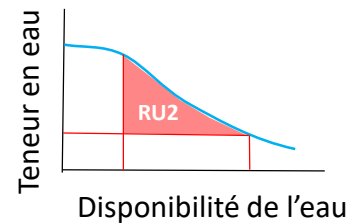
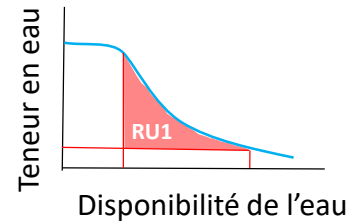
0-30 cm : horizon
« travaillé »

30-50 cm : Bt1

50-65 cm : Bt2

65-110 cm : C1

>110 cm : C2



C2 : non exploré par les racines...



➤ Fonctionnement hydrique des sols

Idée reçue n°1

les galeries de vers de terre font circuler l'eau dans les sols

Partiellement vrai :

- ▶ Occupées par de l'air durant 90 à 95 % d'une année...
- ▶ Circulation de l'eau lorsque le sol est saturé
(ex. après une très forte pluie ou une période de pluie assez longue...)
- ▶ Pas de remontée capillaire possible...



Mais attention : si activés, les macropores génèrent des flux d'eau et de solutés importants !



> Fonctionnement hydrique des sols

Idée reçue n°2

*les macropores permettent
d'améliorer le réservoir
utilisable des sols*



Franquin © Dupuis 2017

► **Faux** ou de façon très peu significative, par exemple *via* les MO recouvrant les parois des vers..., pas de remontées capillaires

D'où le dicton :

« un binage vaut deux arrosages »

INRAE

Cultivons l'intelligence des sols pour moins d'intrants

10-12-2024, Lionel Alletto

➤ Enjeu ① : favoriser l'infiltration et réduire le ruissellement

- LEVIER 1 : réduire l'**énergie cinétique** des pluies
- LEVIER 2 : **stabiliser** les agrégats des sols
- LEVIER 3 : accroître les capacités d'**infiltration**
- LEVIER 4 : recréer des **ruptures de pente**, réduire la longueur des parcelles
- LEVIER 5 : maintenir / ré-introduire des **infrastructures agroécologiques** dans et en périphérie des parcelles (haies, agroforesterie, bandes enherbées, ...)



Adaptation face aux **événements climatiques** (pluvieux) **extrêmes**



➤ Enjeu 1 : favoriser l'infiltration et réduire le ruissellement



➤ LEVIER 1 : réduire l'énergie cinétique des pluies

► Présence d'un couvert végétal à la surface du sol



Période d'interculture



Cycle cultural des cultures marchandes

► Présence d'un mulch



➤ Enjeu 1 : favoriser l'infiltration et réduire le ruissellement

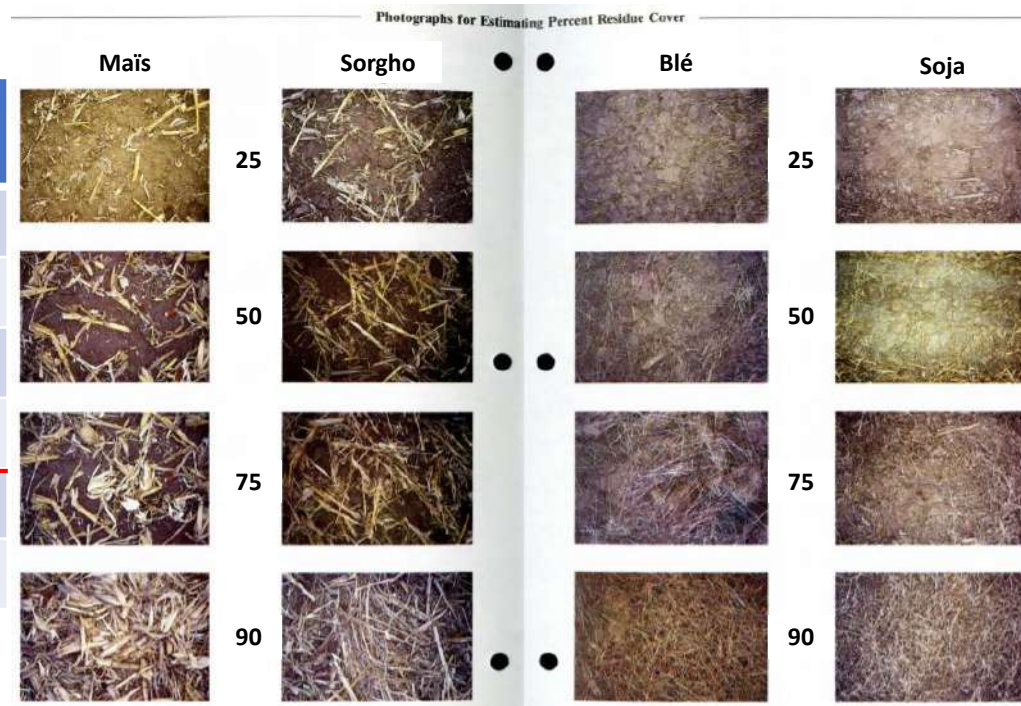


➤ LEVIER 1 : réduire l'énergie cinétique des pluies

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

➤ Quelques références quantitatives :
1,1 t MS / ha ou 30 % de la surface couverte
= « conservation tillage » aux USA

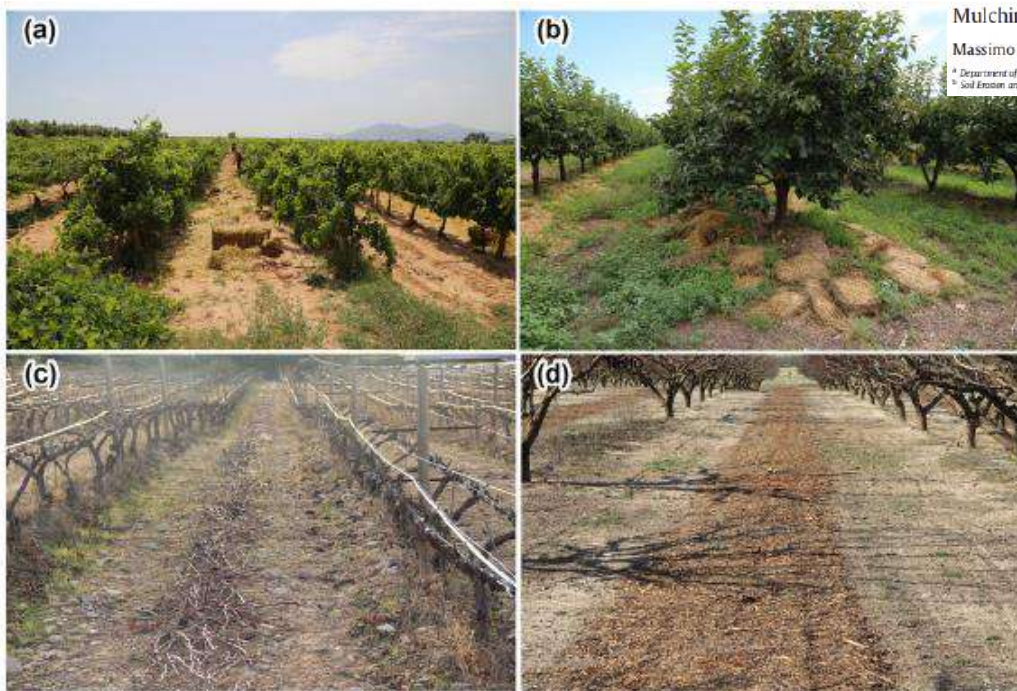
(Gebhardt et al., 1985)



➤ Enjeu 1 : favoriser l'infiltration et réduire le ruissellement



➤ LEVIER 1 : réduire l'énergie cinétique des pluies



Mulching practices for reducing soil water erosion: A review

Massimo Prosdocimi ^{a,*}, Paolo Tarolli ^a, Artemi Cerdà ^b

^a Department of Land, Environment, Agriculture and Forestry, University of Padova, Agricoli, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro, PD, Italy
^b Soil Erosion and Degradation Research Group, Department of Geography, University of Valencia, Ramon Llull, 28, 46100 Valencia, Spain

Table 4

Relative percentage changes in terms of the soil erosion rate (ER) induced by the mulching (M) application with respect to control (C) plots, as computed for the runoff plot measurement method (RP).

References	ER (Mg ha ⁻¹ yr ⁻¹)		Reduction (%)
	C	M	
Bekele and Thomas (1992)	203.50	178.50	-12.3
	-	161.50	-20.6
	-	149.50	-26.5
Albaladejo Montoro et al. (2000)	1.70	0.09	-94.8
Barton et al. (2004)	0.83	0.46	-44.6
	4.17	0.90	-78.4
	7.50	1.37	-81.7
Liu et al. (2012)	0.94	0.77	-18.2
	1.02	0.80	-21.7
Díaz-Raviña et al. (2012)	2.04	0.22	-89.2
Fernández and Vega (2014)	5.40	0.50	-90.7
	-	0.70	-87.0
Prats et al. (2014)	8.48	0.63	-92.6
Mwango et al. (2016)	124.30	7.86	-93.7
	131.60	7.55	-93.9
	183.60	5.08	-96.1
	75.60	5.31	-96.0
	-	19.22	-89.5
	-	19.50	-89.4
	-	7.57	-90.0
	-	8.10	-89.3

Fig. 1. Straw mulching (a and b) and mulching with prunings (c) applied along vine inter-rows, and mulching with chopped prunings (d) used in an apricot orchard. These pictures were taken at Celler del Roure and Casa Pago Gran in Les Alcusses de Moixent (Province of Valencia, Spain) (photos by A. Cerdà).

➤ Enjeu 1 : favoriser l'infiltration et réduire le ruissellement

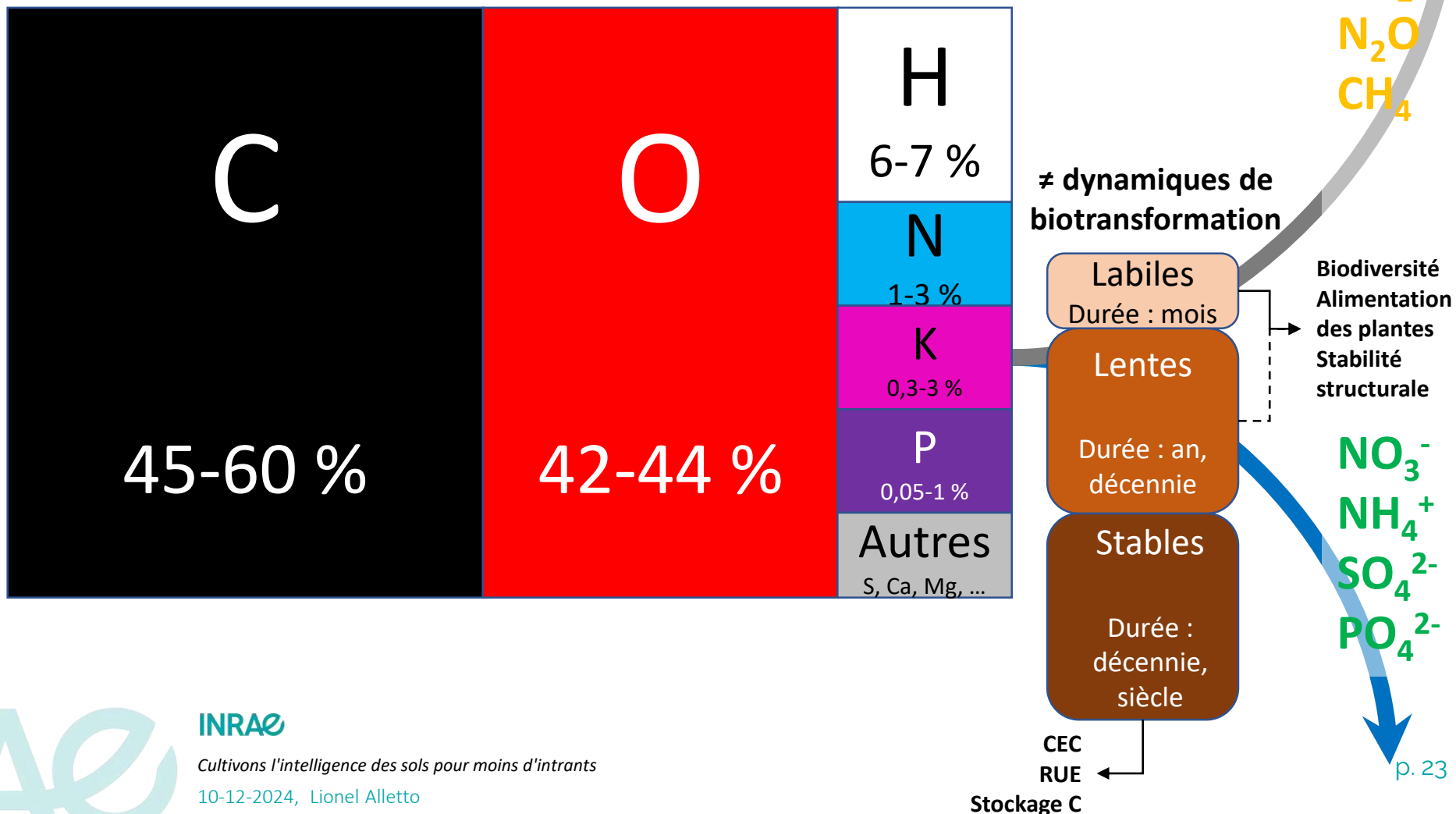


➤ LEVIER 2 : **stabiliser** les agrégats des sols = **accroître les teneurs en C des sols !**



➤ Enjeu 1 : favoriser l'infiltration et réduire le ruissellement

MOS : composition globale



➤ Enjeu ① : favoriser l'infiltration et réduire le ruissellement



➤ LEVIER 2 : **stabiliser** les agrégats des sols = **accroître les teneurs en C des sols !**

Un **compromis** à établir entre :



Biotransformation des MOS pour les fonctions et services de
soutien
&
Stockage durable de C dans les sols

► **Les deux sont possibles simultanément en agriculture !**



INRAE

Cultivons l'intelligence des sols pour moins d'intrants

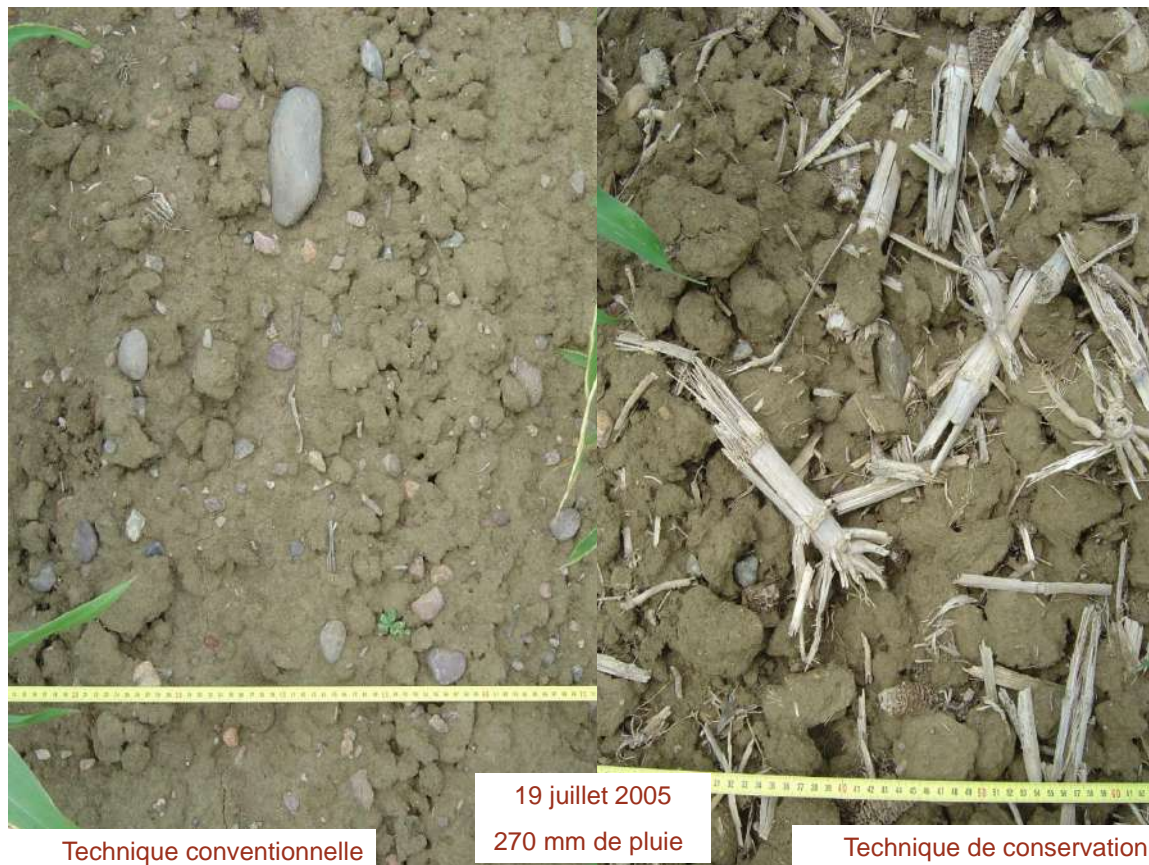
10-12-2024, Lionel Alletto

➤ Enjeu 1 : favoriser l'infiltration et réduire le ruissellement



➤ LEVIER 2 : **stabiliser** les agrégats des sols = **accroître les teneurs en C des sols !**

© Ferrié, CA81



Technique conventionnelle

19 juillet 2005
270 mm de pluie

Technique de conservation



INRAE

Cultivons l'intelligence des sols pour moins d'intrants

10-12-2024, Lionel Alletto

➤ Enjeu 1 : favoriser l'infiltration et réduire le ruissellement

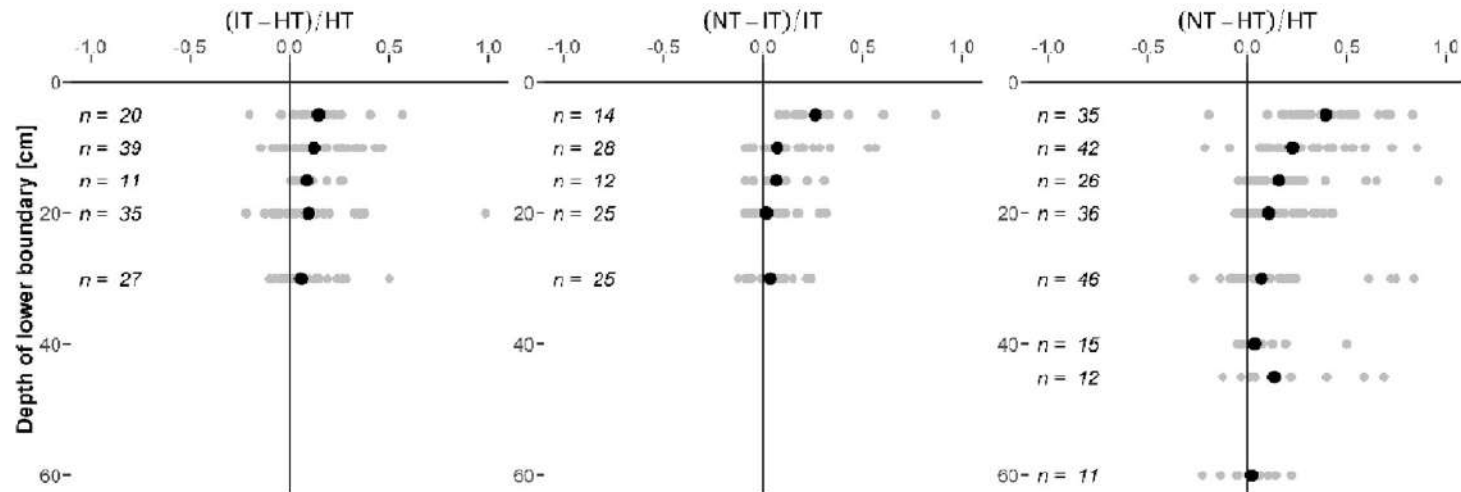


➤ **LEVIER 2 : stabiliser** les agrégats des sols = **accroître les teneurs en C des sols !**

HT : travail du sol intensif avec retournement

IT : travail du sol sans retournement et < 40 cm

NT : aucun travail du sol



► La réduction / suppression du travail du sol prise isolément n'a que peu d'effet sur le stockage de Corg mais :

- Réduit la minéralisation
- Permet de localiser le C à la surface du sol : effets + sur la stabilité, le RU, l'infiltration, l'activité biologique

→ levier favorisant la fertilité globale et la productivité du système



➤ Enjeu 1 : favoriser l'infiltration et réduire le ruissellement



➤ **LEVIER 2 : stabiliser** les agrégats des sols = **accroître les teneurs en C des sols !**

► sur des sols initialement pauvres :

- Augmentation des teneurs en C de 60 à 75 % en surface
- Stock global de C accru sur 0-60 cm (maximum +30 %)

► sur des sols riches :

- Pas de modification

► sur des sols peu contrastés au niveau des pratiques

- Pas de modification



► Effet du système de culture

Dpt	Sol	Site	t C / ha
32	Luvisol	ACS	70 ± 4
		Labour	50 ± 3
64	Luvisol	ACS	116 ± 7
		Labour	113 ± 8
81	Luvisol	ACS	65 ± 4
		Labour	65 ± 6
81	Calcisol	ACS	70 ± 7
		Labour	55 ± 8
32	Calcisol	ACS	68 ± 8
32	Calcisol	ABC	59 ± 9



INRAE

Cultivons l'intelligence des sols pour moins d'intrants

10-12-2024, Lionel Alletto

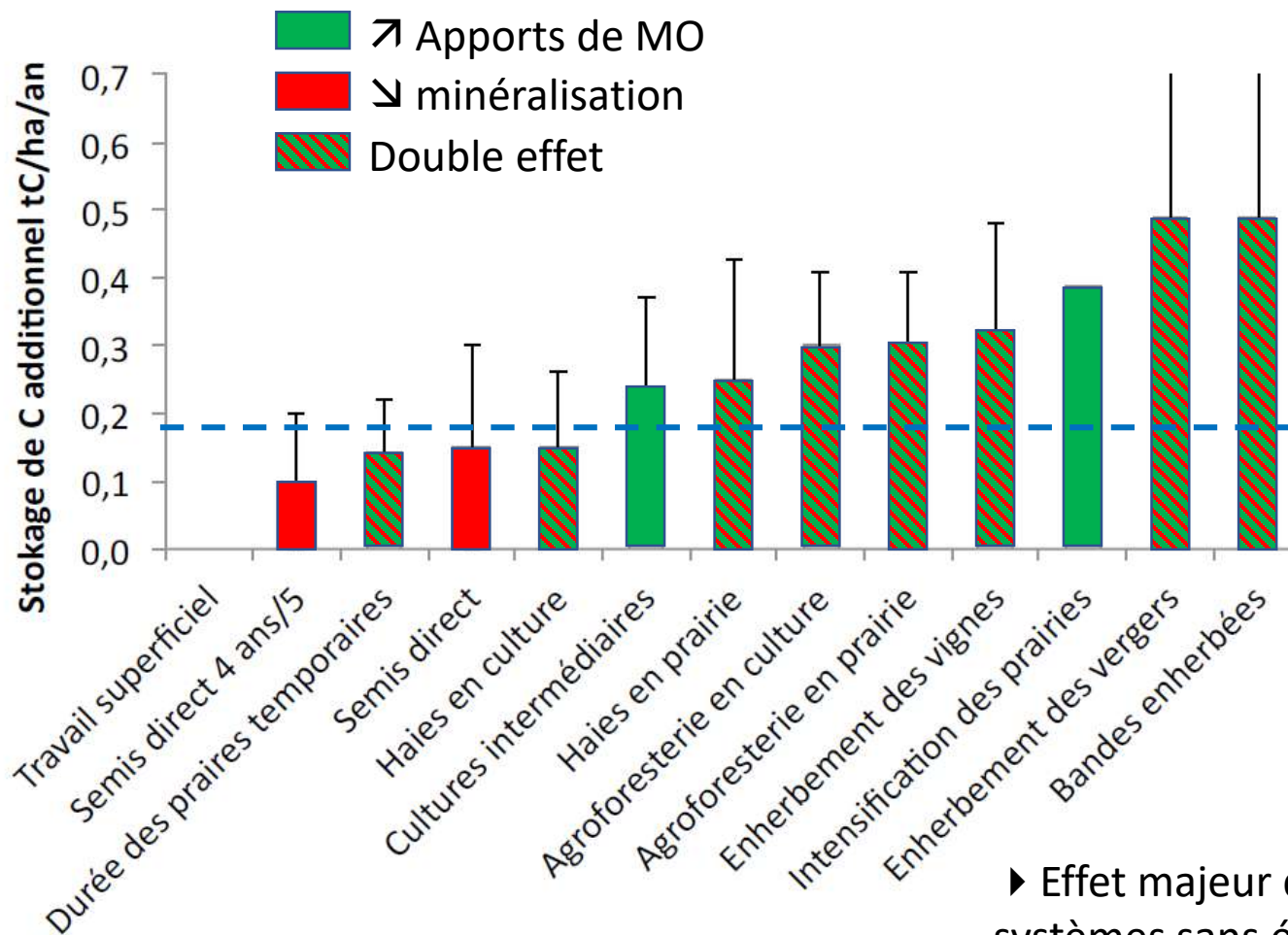
(Pellerin et al., 2019)

➤ Enjeu 1 : favoriser l'infiltration et réduire le ruissellement

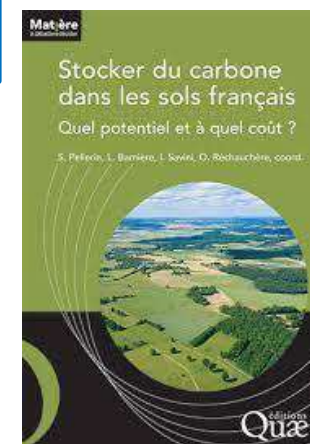
Innovations Agronomiques 37 (2014), 23-37

Stocker du carbone dans les sols agricoles : évaluation de leviers d'action pour la France

Chenu C.¹, Klumpp K.², Bispo A.³, Angers D.⁴, Colnenne C.⁴, Metay A.⁵



► Il est plus efficace d'augmenter les entrées de C pour augmenter les teneurs en Corg des sols



► Effet majeur des couverts végétaux en systèmes sans élevage

➤ Enjeu 1 : favoriser l'infiltration et réduire le ruissellement

► Effet des couverts végétaux

variabilité des teneurs en C dans des

- Stratégie émergente « **si on veut stocker par la racine** » (Chenu Claire, 2019)



Plant and Soil (2005) 269: 341–356
DOI 10.1007/s11104-004-0907-y

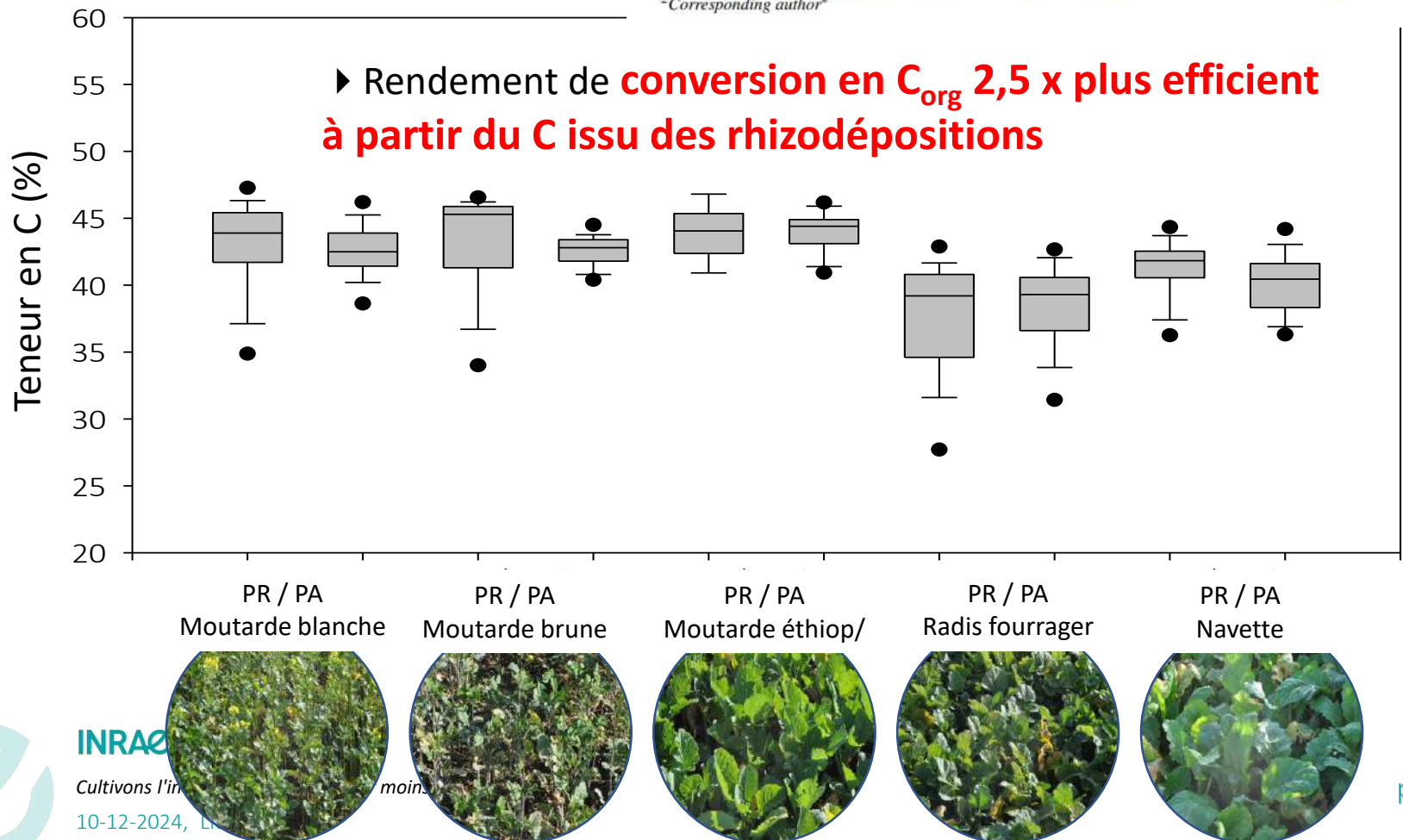
© Springer 2005

Is soil carbon mostly root carbon? Mechanisms for a specific stabilisation

Daniel P. Rasse^{1,2}, Cornelia Rumpel¹ & Marie-France Dignac¹

¹UMR Biogéochimie des Milieux Continentaux, INRA-INAPG, Bâtiment EGER, 78850 Thiverval-Grignon, France.

²Corresponding author*

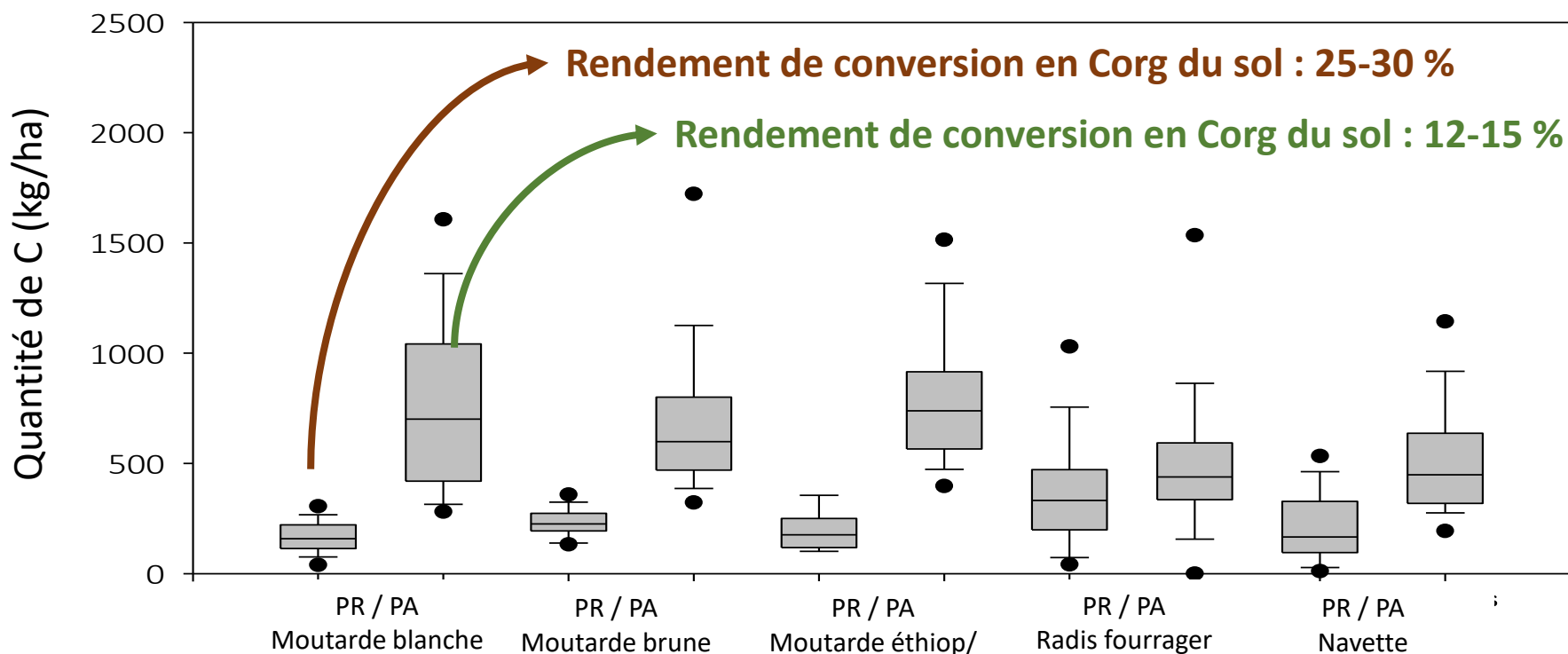


➤ Enjeu ① : favoriser l'infiltration et réduire le ruissellement

▶ Effet des couverts végétaux

variabilité des teneurs en C dans des couverts végétaux (3 mois de cycle)

- ▶ En cycle court, **forte variabilité des quantités de C** en culture pure de crucifères (de 150 à 3 100 kg C/ha)



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

Preetika Kaur¹ · Jasmeet Lamba¹ · Thomas R. Way² · Vishawjit Sandhu³ · Kipling S. Balkcom⁴ · Alvaro Sanz-Saez⁴ · Dexter B. Watts¹

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

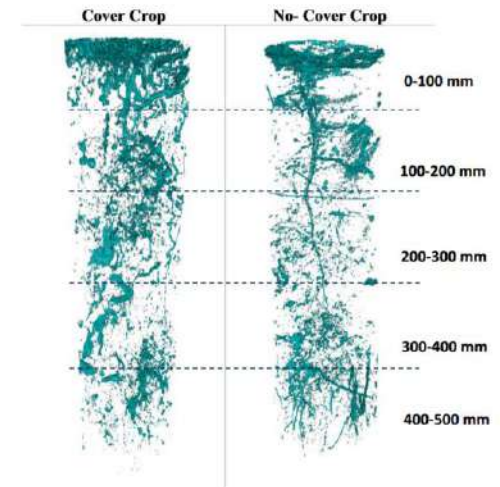
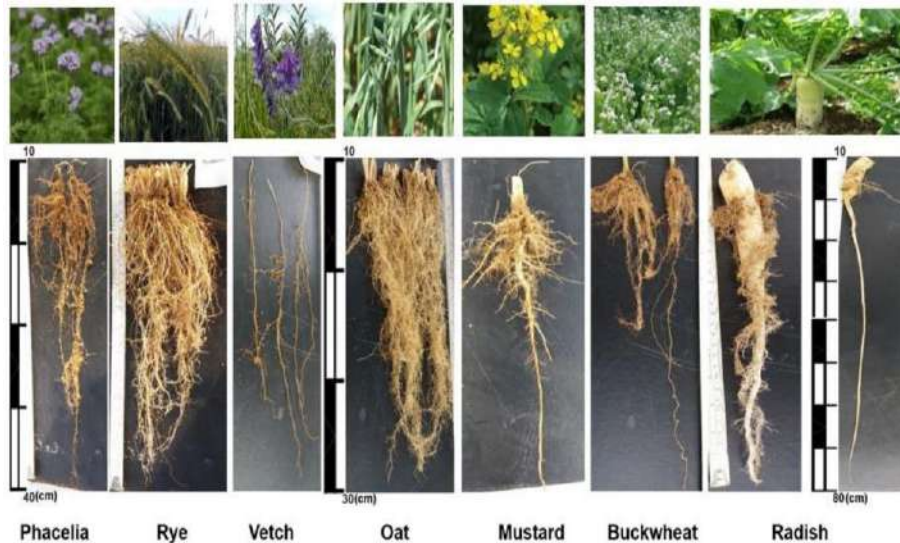


Fig. 1 3D Visualizations of macropore networks for soil columns under CC and NC treatments. The cyan color represents the soil pores

Enjeu 1 : favoriser l'infiltration et réduire l'effet des couverts végétaux

Enjeux forts de sélection sur la base de traits racinaires !



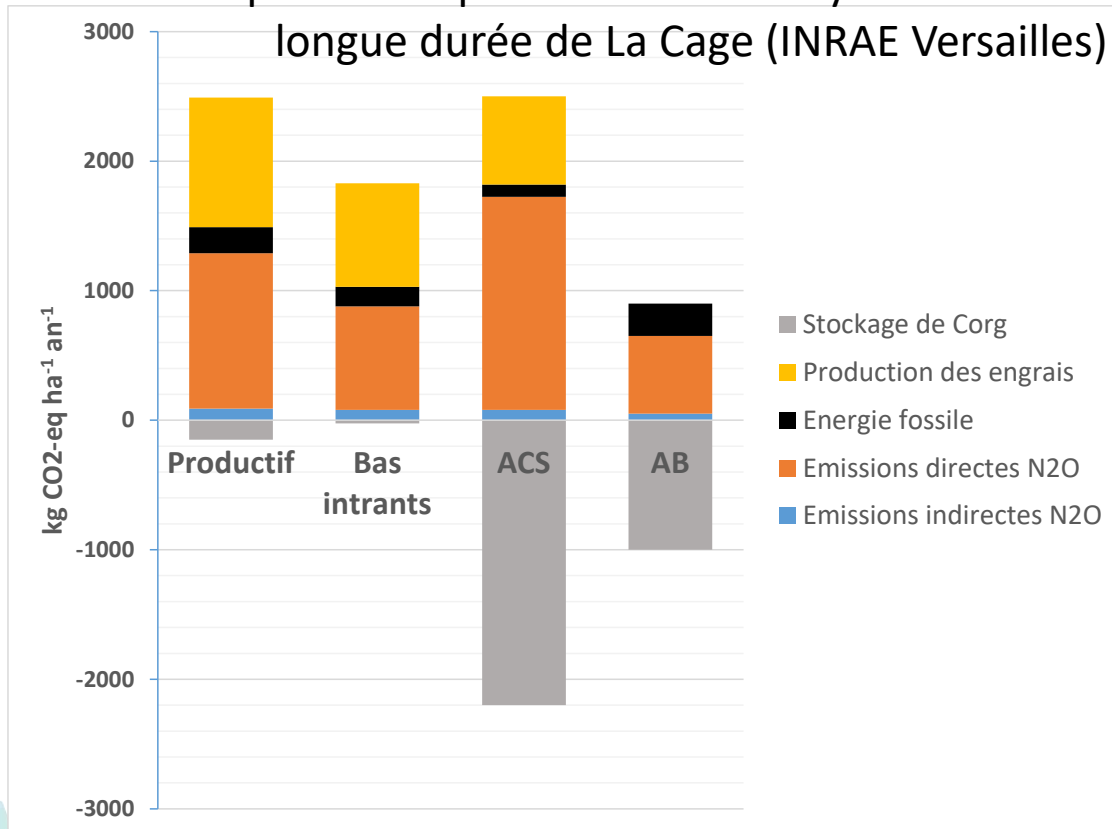
En plus des effets sur C : effet sur la porosité des sols (et propriétés associées)
→ Variable selon les espèces (Chen et Weil, 2010) et les systèmes racinaires avec porosité totale accrue pour les systèmes fasciculés fins (Hudek et al., 2021)

➤ Enjeu 1 : favoriser l'infiltration et réduire le ruissellement



➤ LEVIER 2 : **stabiliser** les agrégats des sols = **accroître les teneurs en C des sols !**
Mais pas à n'importe quel prix...

Dispositif d'expérimentation de systèmes de culture
longue durée de La Cage (INRAE Versailles)



► Bilans GES : **attention à faire une analyse complète des postes émetteurs !**

► Stockage de C_{org} en AB : rôle probable des **racines de luzerne** (système basé sur 2 ans de luzerne puis 2 ans de blé tendre)

➤ Enjeu 1 : favoriser l'infiltration et réduire le ruissellement



➤ LEVIER 3 : accroître les capacités d'**infiltration**



Attention : moyenne non pondérée par la durée de la période



Physical properties of soils under conservation agriculture: A multi-site experiment on five soil types in south-western France

Lionel Alletto^{a,*}, Sixtine Cueff^a, Julie Bréchemier^a, Maylis Lachaussée^a, Damien Derrouch^a, Anthony Page^a, Benoit Gleizes^a, Pierre Perrin^a, Vincent Bustillo^{b,c}

^a Université de Toulouse, INRAE, UMR AGIR, F-31326 Cassan-Toulous, France

^b Université de Toulouse, Centre d'Etudes Spatiales Régionales CESAR, CNRS CNRS INRAE IRD UPS, 41 Allée Jules Guesde, Toulouse 31000, France

^c IUT Paul Sabatier, 24 Rue d'Embarquas, Auch 32000, France

► **Augmentation x 2,5 – 5 de l'infiltration** en AC sur les 3 sites « couple » avec > 8 ans de différenciation

► Amélioration de la **stabilité temporelle** au cours d'une saison culturale en AC

(Alletto et al., 2022)

INRAE

Cultivons l'intelligence des sols pour moins d'intrants

10-12-2024, Lionel Alletto

➤ Enjeu 1 : favoriser l'infiltration et réduire le ruissellement

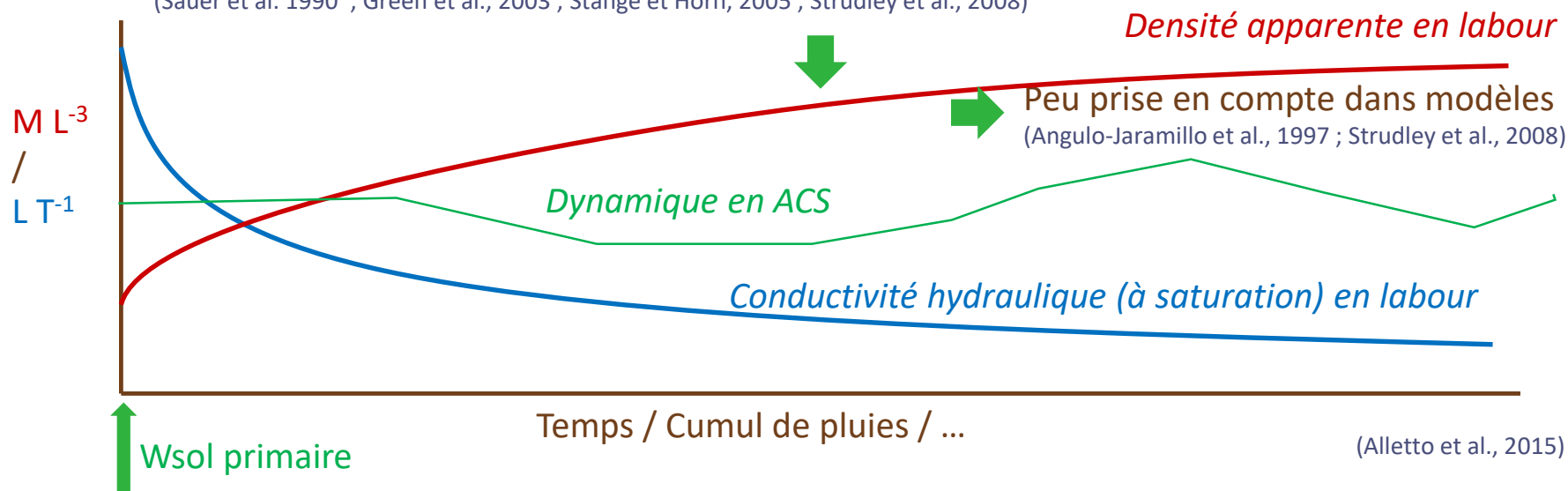


➤ LEVIER 3 : accroître les capacités d'**infiltration**



Forte dynamique temporelle

(Sauer et al. 1990 ; Green et al., 2003 ; Stange et Horn, 2005 ; Strudley et al., 2008)



➤ Enjeu 1 : favoriser l'infiltration et réduire le ruissellement



➤ LEVIER 3 : accroître les capacités d'**infiltration**



➤ Enjeu ① : favoriser l'infiltration et réduire le ruissellement



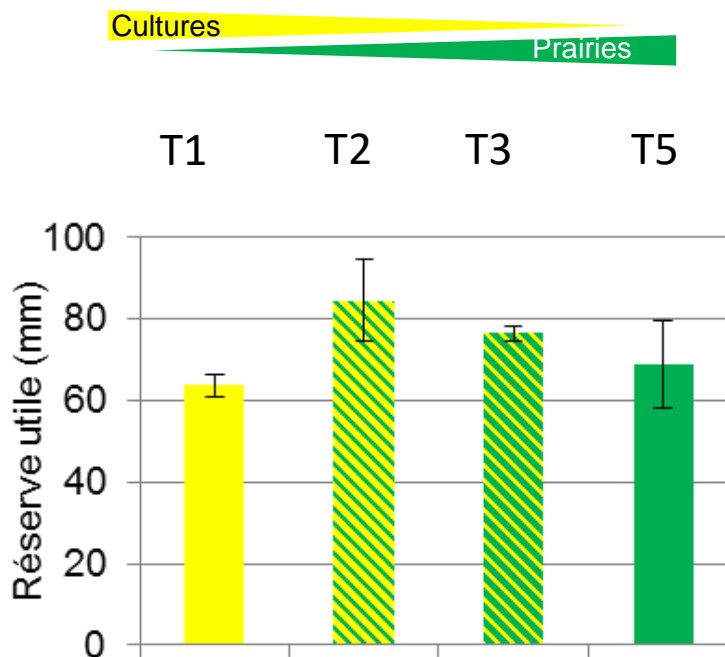
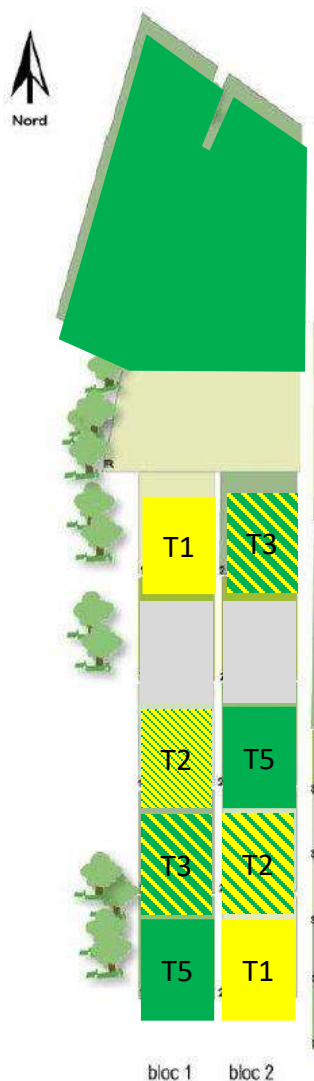
➤ LEVIER 3 : accroître les capacités d'**infiltration**



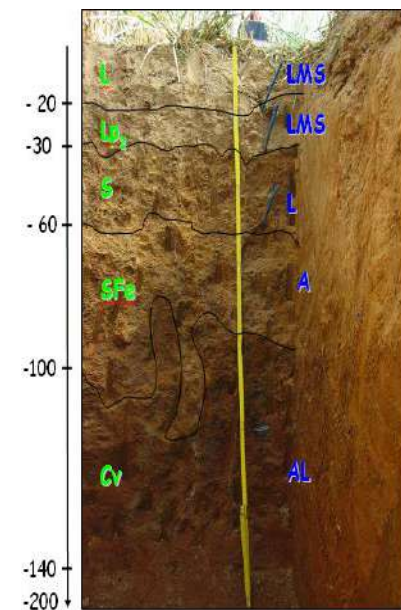
➤ Enjeu 2 : mieux retenir l'eau dans les sols

Effet d'une succession prairies/cultures sur le RU

Caractérisation des sols du SOERE de LUSIGNAN



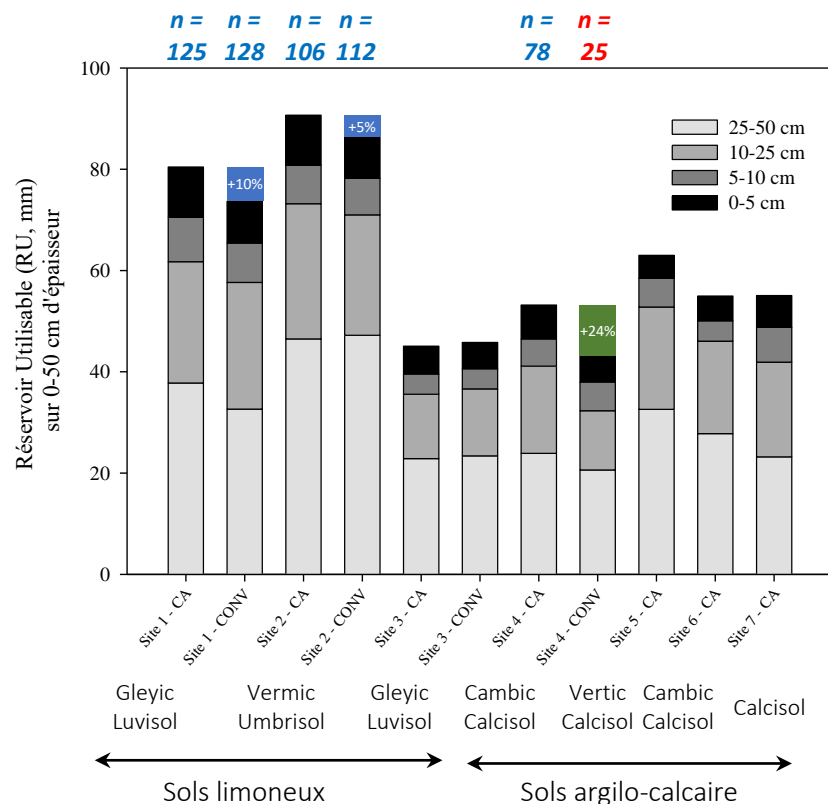
Evolution de la Réserve Utile dans les deux premiers horizons du sol



- **Les successions culturales modifient, à moyen terme, la réserve en eau utile des sols**

➤ Enjeu 2 : mieux retenir l'eau dans les sols

Agriculture de conservation vs. conventionnelle



► Effet du sol est dominant

► Augmentation de la taille du RU de 5 à 10 % sur le profil (10 à 15 % en surface (0-10 cm)) en AC

► Effet des pratiques sur RU en profondeur dépend des sols

► Vers de nouvelles fonctions « d'AgroPédoTransfert » pour estimer le RU des sols en AC ?



Sixtine CUEFF



Physical properties of soils under conservation agriculture: A multi-site experiment on five soil types in south-western France

Lionel Alletto^{a,*}, Sixtine Cuff^{a,b,c}, Julie Bréchemier^a, Maylis Lachoussée^a, Damien Derroux^a, Anthony Page^a, Benoit Gleizes^a, Pierre Perrin^a, Vincent Bustillo^{a,b}

^a Université de Toulouse, INRAE, UMR AGIR, F-31325 Castelnau-Toulousain, France
^b Université de Toulouse, INRAE, UMR AGIR, F-31325 Castelnau-Toulousain, France
^c UMR 1017 Pédologie, 24 Rue d'Alsace, 63000 Clermont-Ferrand, France



Estimation of soil water retention in conservation agriculture using published and new pedotransfer functions

Sixtine Cuff^{a,b,c}, Yves Coquet^b, Jean-Noël Aubertot^a, Lilliane Bel^a, Valérie Pot^b, Lionel Alletto^{a,b}

^a Université de Toulouse, INRAE, UMR AGIR, F-31325 Castelnau-Toulousain, France
^b Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR 2020 PYS, 75005 Paris, France
^c Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR 1017 Pédologie, 24 Rue d'Alsace, 63000 Clermont-Ferrand, France

INRAE

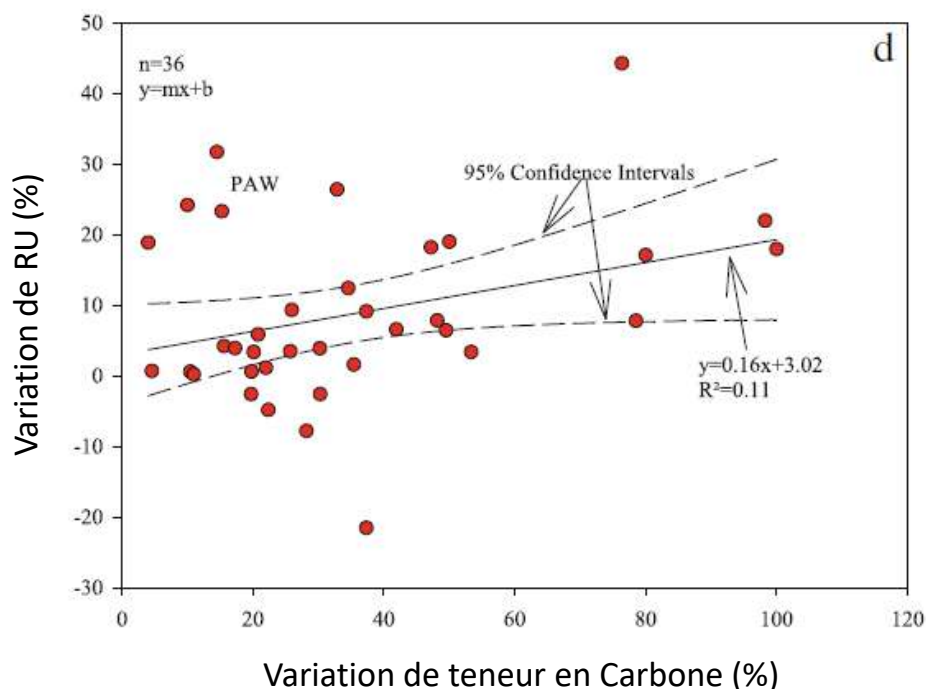
Cultivons l'intelligence des sols pour moins d'intrants

10-12-2024, Lionel Alletto

➤ Enjeu 2 : mieux retenir l'eau dans les sols

Que peut-on espérer comme amplitude d'effet ?

Méta-analyse de publications traitant des effets de l'ajout de Produits Résiduaires Organiques sur le RU



(Eden et al., 2017)



► **sur des sols initialement pauvres en MO :**

→ Augmentation des teneurs en C de 60 à 75 % en surface

→ Stock global de C accru d'au maximum 30 % sur 0-60 cm

► **L'accroissement de RU de 5 à 10 % est cohérent**

➤ Enjeu 2 : mieux retenir l'eau dans les sols

- Vers de nouvelles fonctions « d'AgroPédoTransfert » pour estimer le RU des sols en AC ?

CASDAR TTSI (2009-2012)



Données issues de 61 parcelles réparties entre 19 agriculteurs

- Utilisation de 29 Fonctions de PédoTransfert pour estimer le RU de parcelles en AC



Résultats non satisfaisants

- Nécessité de développer de nouveaux référentiels et fonctions de pédotransfert propres à l'AC pour mieux estimer le RU

INRAE

Cultivons l'intelligence des sols pour moins d'intrants

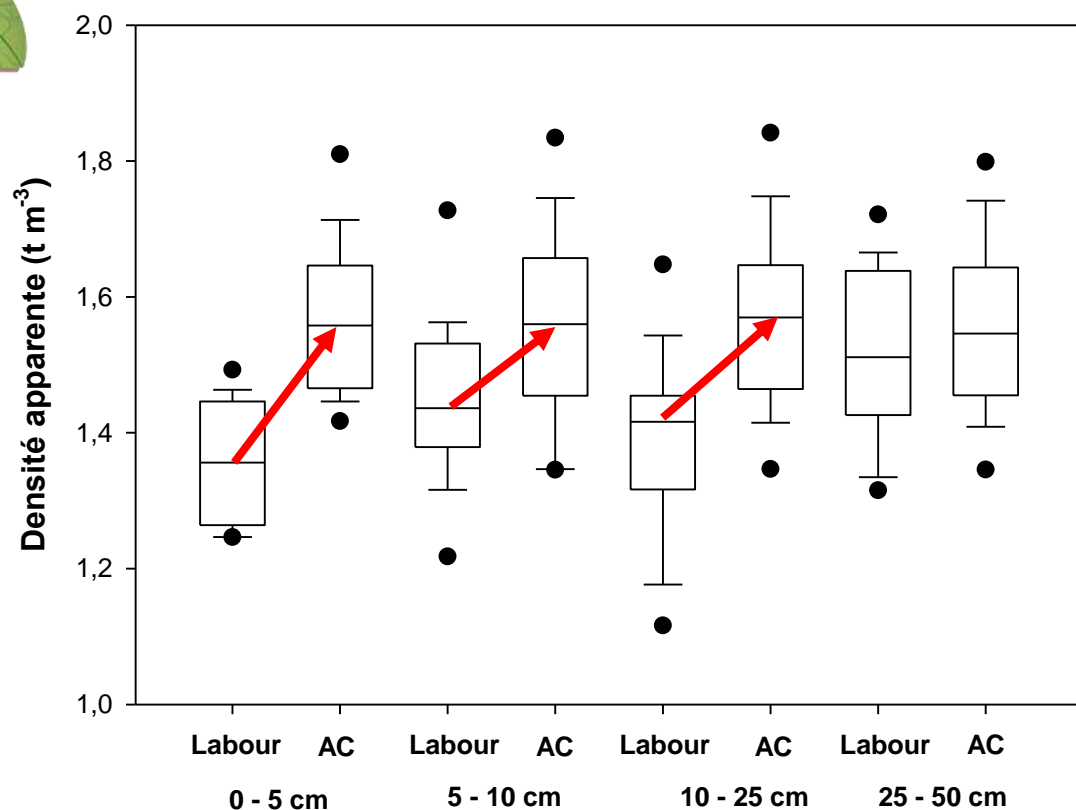
10-12-2024, Lionel Alletto



➤ Enjeu 2 : mieux retenir l'eau dans les sols

Variabilité de la densité apparente sur Gleyic Luvisol (Boulbènes) du Gers

► Effet du système de culture



► Densité apparente plus élevée en AC qu'en labour
(= **moins de porosité totale** !)

- Influence sur les stocks :
- sur 5 cm d'épaisseur
 - Pour teneur $C_{org} = 2,5 \%$
 - Densité Labour : $1,36 \text{ t m}^{-3}$
 - Densité AC : $1,56 \text{ t m}^{-3}$

≠ 2,5 t de Corg / ha

➤ Enjeu 2 : mieux retenir l'eau dans les sols

Idée reçue n°3

En ACS, le RU des sols est fortement augmenté

► **Partiellement vrai** : sur des sols initialement « dégradés », des effets positifs sur le RU sont observés en ACS mais demeurent peu importants



sur 0-60 cm : augmentation de 5 à 10 % du RU (soit 1 à 2 journées d'ETP)

Aucun effet sur le RU en revanche sur des sols « à fort potentiel » (ex. terres noires)

MAIS !

► **Modifications probables de la dynamique de vidange/remplissage du RU**
stabilité du volume, maintien des capacités d'infiltration (avec valeurs assez élevées...)



➤ Explication de la variance des propriétés physiques des sols

	Densité	Infiltration	RU
SITE	NS	NS	++
SYSTEME	++ (26 %)	+++ (52 %)	+
PERIODE	+	+	
PROF.	+	+	
SITE x SYSTEME	+++ (32 %)	+	+
SITE x PERIODE	NS	NS	
SITE x PROF.	NS	NS	
SYSTEME x PERIODE	+	++ (28 %)	
SYSTEME x PROF.	NS	NS	
PERIODE x PROF.	NS	NS	

► Malgré des valeurs de densité apparente plus importantes (donc une porosité totale plus faible), la conductivité hydraulique est plus élevée en AC

➔ **Rôle majeur de la connectivité du réseau poral** (Wardak et al., 2022)

Geoderma 422 (2022) 115927



Zero tillage has important consequences for soil pore architecture and hydraulic transport: A review

D. Luke R. Wardak^{a,*}, Faheem N. Padia^b, Martine I. de Heer^b, Craig J. Sturrock^a, Sacha J. Mooney^a

^a Division of Agriculture and Environmental Sciences, School of Biosciences, University of Nottingham, Sutton Bonington, Loughborough, UK
^b Jealotts Hill Research Centre, Syngenta Ltd, Bracknell, UK

D.L.R. Wardak et al.

Geoderma 422 (2022) 115927

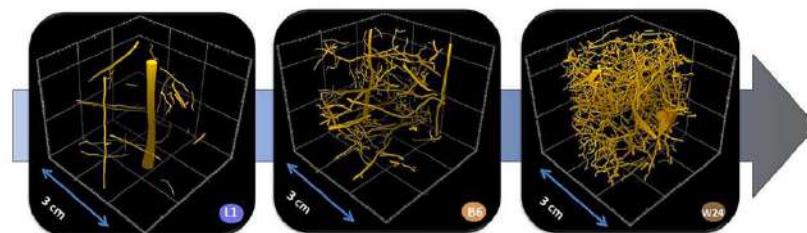


Fig. 2. Biopores in undisturbed soil from 1, 6 and 24 years at 50 cm depth, pores characteristic from root structures established in the first few years are still observable after 24 years (Lucas et al., 2019b).

➤ Enjeu ^{2bis} : mieux valoriser l'eau retenue dans les sols

- ▶ intérêt probable des mycorhizes dans l'alimentation hydrominérale des plantes

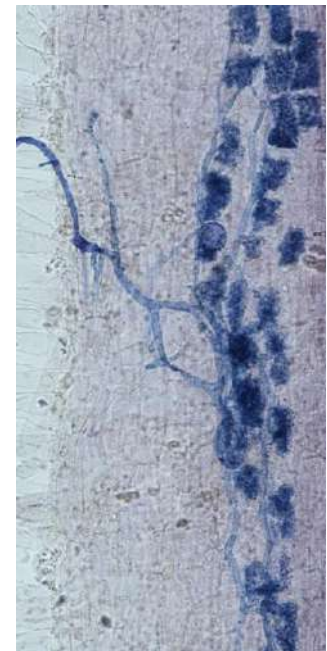
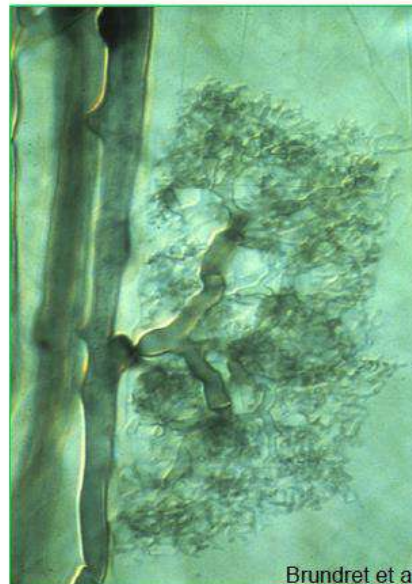
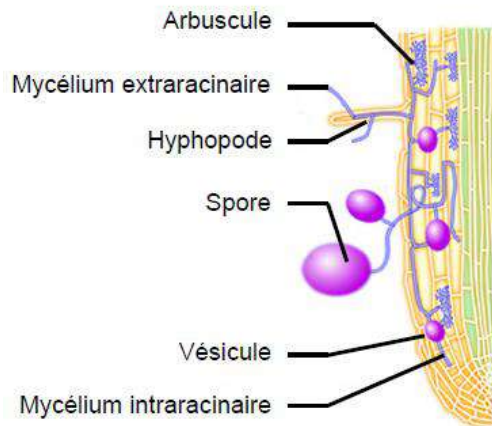


Arthur MAES – 2018-2021

Symbiose mycorhizienne

> Champignons (endo)Mycorhizien Arbusculaire (CMA) :

- ↳ Symbiose mutualiste.
- ↳ Symbiose très ancienne (450 Ma).
- ↳ Symbiose répandue (80% des plantes).



➤ Enjeu 2bis : mieux valoriser l'eau retenue dans les sols

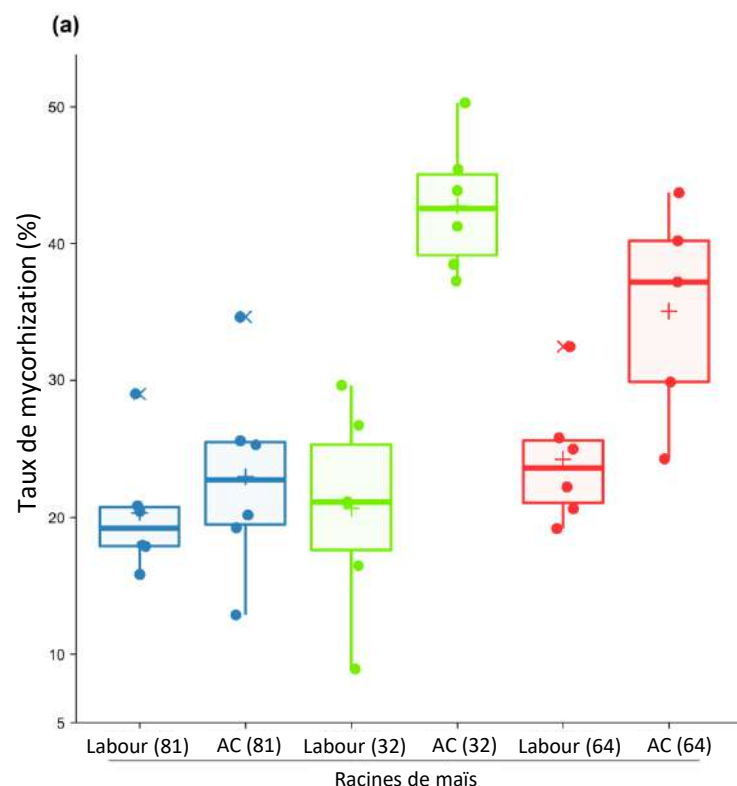
- intérêt probable des mycorhizes dans l'alimentation hydrominérale des plantes



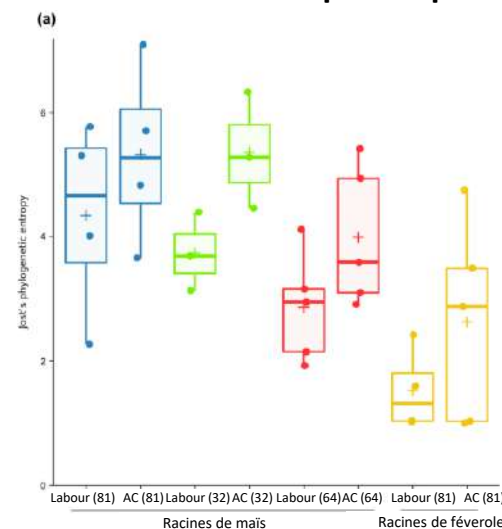
Arthur MAES – 2018-2021

- **Mycorhization plus importante en AC**

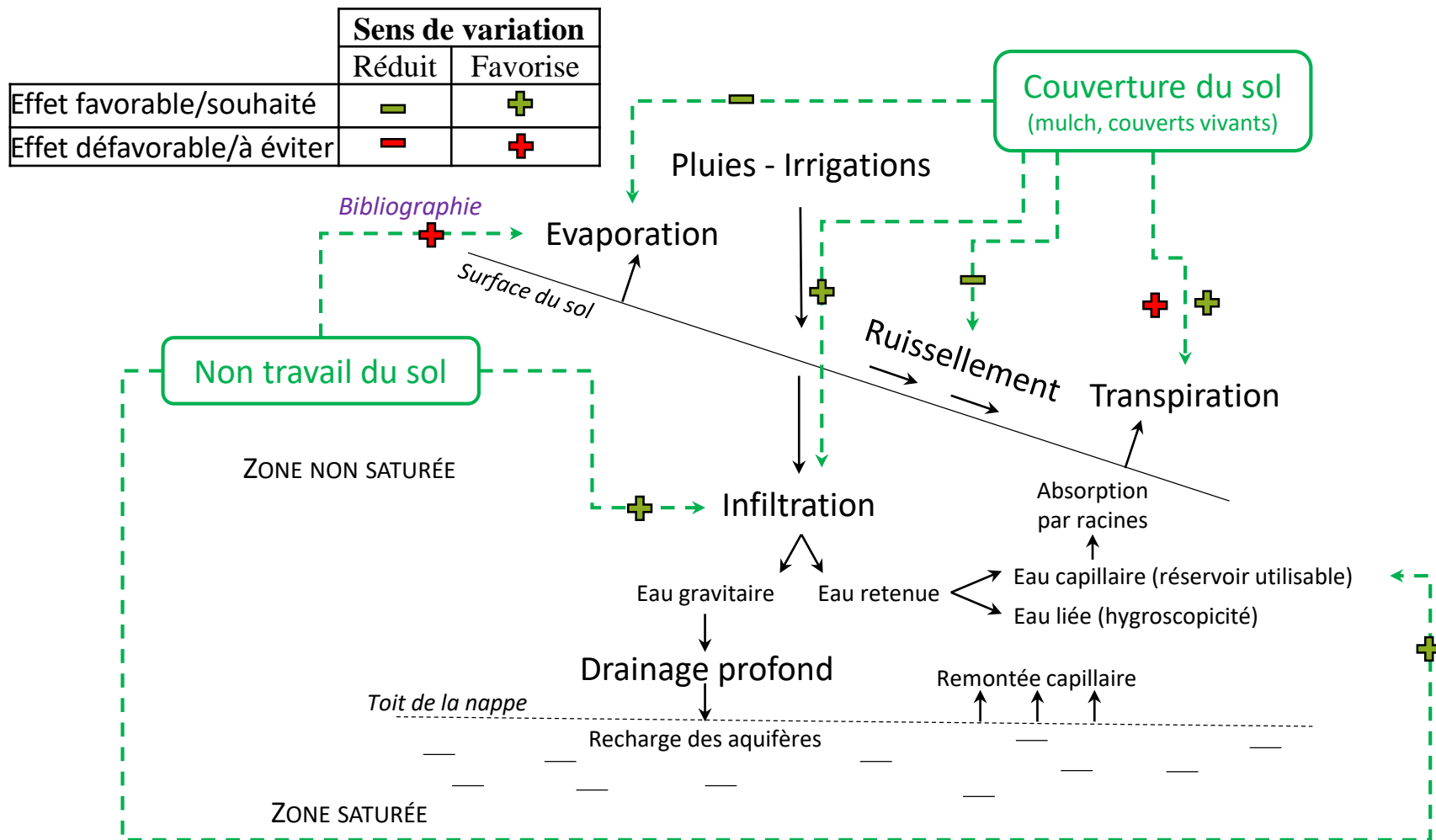
→ Lien à explorer entre durée de couverture des sols / biomasse des couverts et taux de mycorhization



- **Diversité des CMA plus importante en AC**

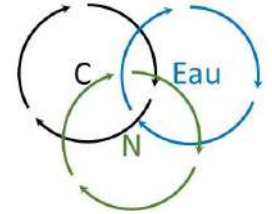


➤ En synthèse : sur le fonctionnement hydrique



➤ Quelques enjeux de recherche

- ▶ Améliorer nos connaissances sur les dynamiques temporelles des processus : minéralisation, rétention d'eau, infiltration
- ▶ Intégrer ses connaissances dans les formalismes de modélisation
- ▶ Développer des référentiels adaptés aux systèmes ACS tenant compte de la connectivité du réseau poral : densité apparente & porosité totale / infiltration
- ▶ Evaluer les dynamiques de restauration de propriétés si introduction de travail du sol occasionnel
- ▶ Poursuivre les travaux sur des systèmes ACS sans pesticides et en évaluer les performances -> ABC...



→2025-2029 : **BAGHEERA** : Bassin Adour-Garonne : Hydrologie, Environnement et Economie Réunis par l'Agroécologie



INRAE

Cultivons l'intelligence des sols pour moins d'intrants

10-12-2024, Lionel Alletto

 RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE
*Liberté
Égalité
Fraternité*

eau
GRAND SUD-OUEST
AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE

Merci de votre attention

FairCarbon

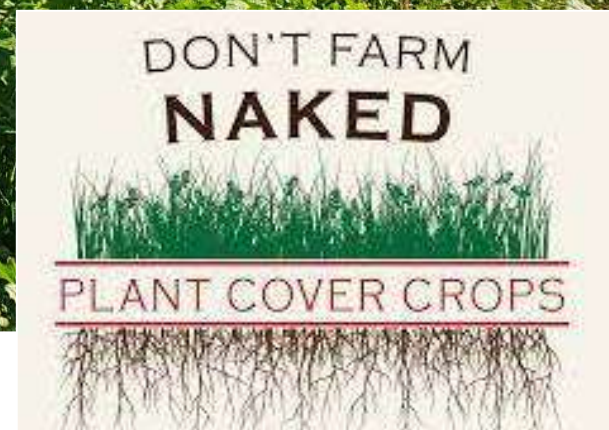
Le carbone dans les écosystèmes continentaux :
leviers et trajectoires pour la neutralité carbone



PROGRAMME
DE RECHERCHE
CARBONE ET
ÉCOSYSTÈMES
CONTINENTAUX

RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE
*Liberté
Égalité
Fraternité*

eau
GRAND SUD-OUEST
AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE



INRAE

Cultivons l'intelligence des sols pour moins d'intrants

10-12-2024, Lionel Alletto

lionel.alletto@inrae.fr