

FORUM



Eau et agricultures du Grand Sud-Ouest des destins liés

Quelle transition durable pour nos territoires ?

18 novembre 2021



➤ Agroécologie : de nouvelles connaissances au service de la transition

Lionel Alletto

UMR Agroécologie, Innovations, Territoires

lionel.alletto@inrae.fr

[@LionelAlletto](https://twitter.com/LionelAlletto)



- Qu'est-ce que l'**agroécologie** ?
 - En quoi l'agroécologie permet-elle de **régénérer les sols** ?
 - Tout commence par la réduction du travail du sol ?
 - Les arbres et les haies, c'est uniquement pour faire joli ?
 - Les couverts végétaux, ça assèche et ça épuise le sol ?
 - Les pratiques agroécologiques peuvent-elles assurer un revenu suffisant pour l'agriculteur ?
- Alors l'agroécologie, ça permet de **stocker plus d'eau dans les sols** ?



Qu'est-ce que l'Agroécologie ?

Qu'est-ce que l'Agroécologie ?

Jeudi 18 novembre 2021

- **Ensemble disciplinaire** alimenté par le croisement des sciences agronomiques, de l'écologie appliquée aux agroécosystèmes et des sciences humaines et sociales (Tomich et al., 2011)
- Alternative à une agriculture intensive basée sur l'artificialisation des cultures par l'usage d'intrants de synthèse (engrais, pesticides...) et d'énergies fossiles.
Elle promeut des systèmes de production agricole valorisant la **diversité biologique** et les **processus naturels** (cycles de l'azote, du carbone, de l'eau, équilibres biologiques entre organismes ravageurs et auxiliaires des cultures...) (Hazard et al., 2016)
- Dans son acception la plus large, l'agroécologie vise à **promouvoir des systèmes alimentaires viables** respectueux des hommes et de leur environnement (Gliessmann, 1998)



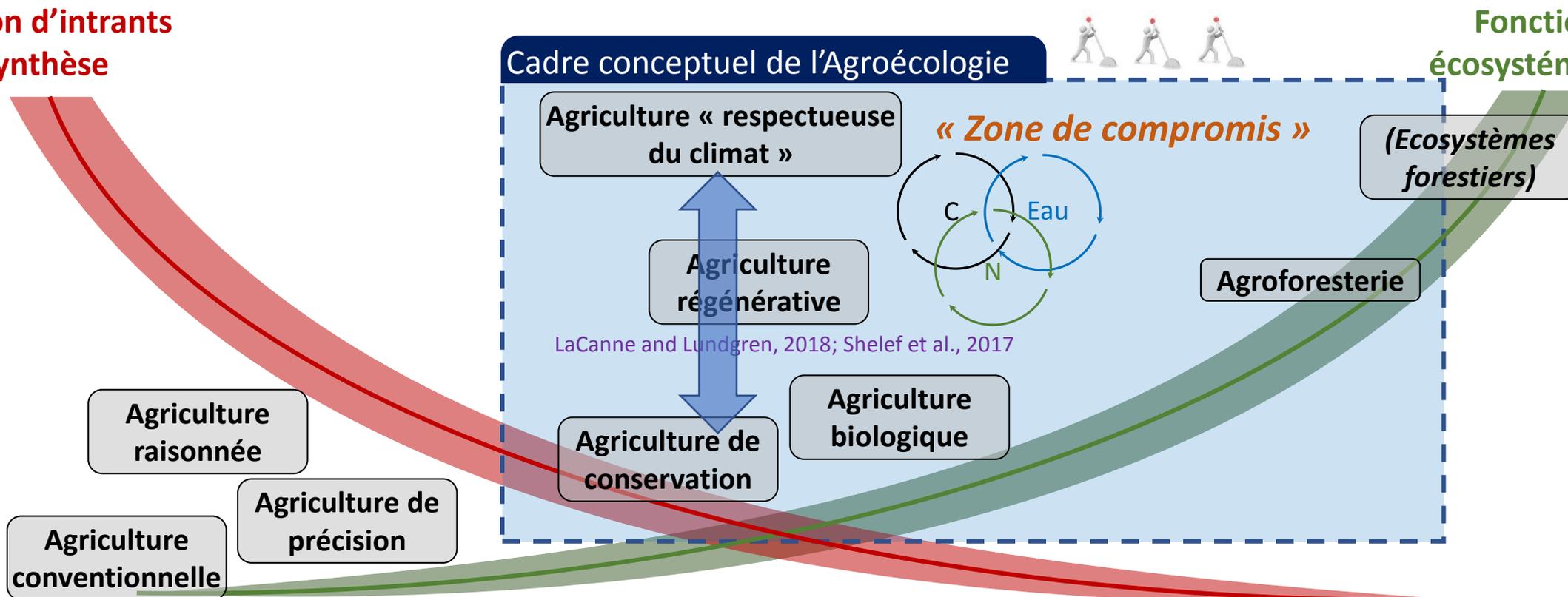
Qu'est-ce que l'Agroécologie ?

(Altieri, 1995)

Jeudi 18 novembre 2021

Utilisation d'intrants
 de synthèse

Fonctions
 écosystémiques



Gradient de diversification (spatiale et temporelle)

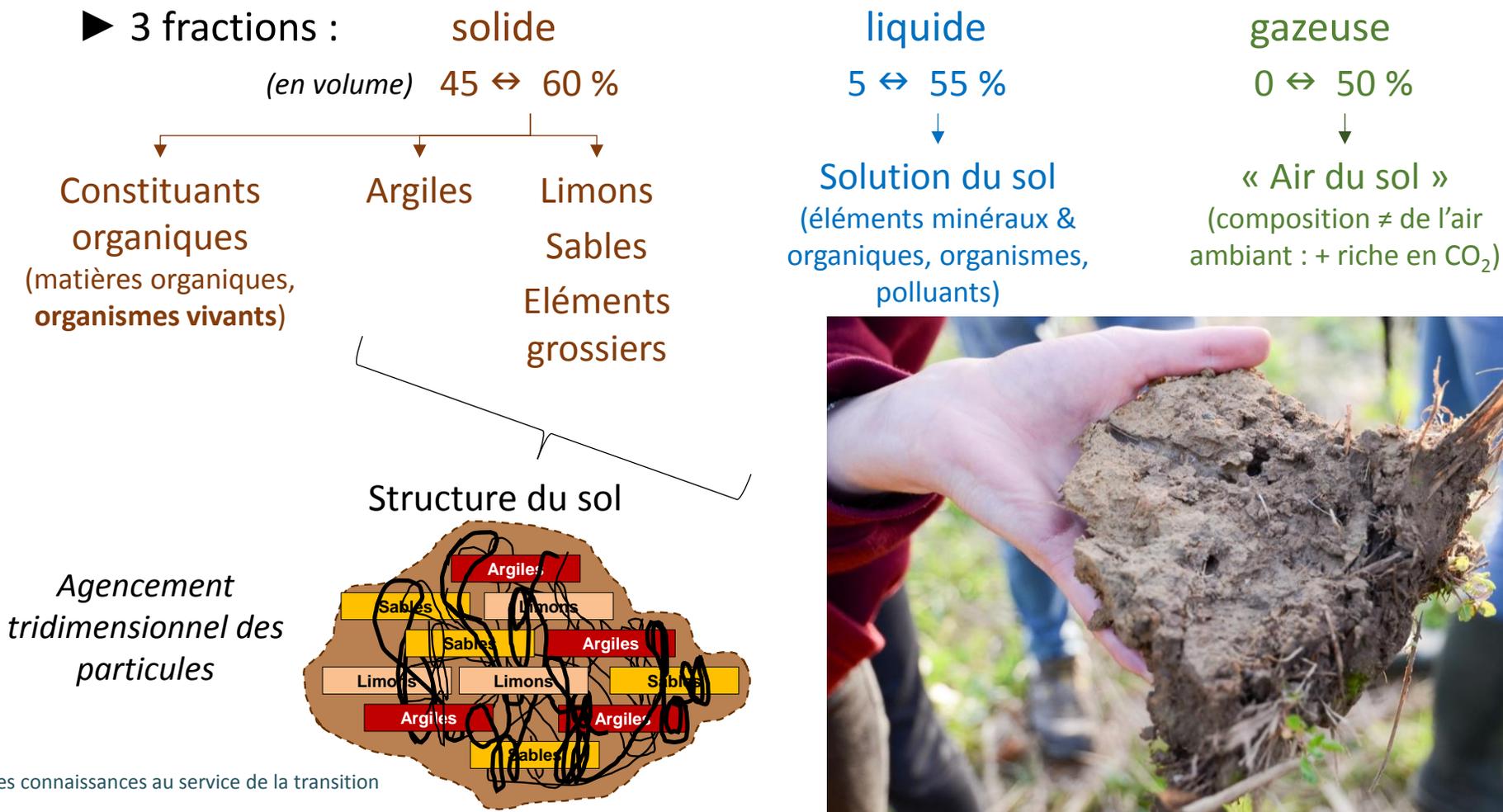


En quoi l'agroécologie permet-elle de régénérer les sols ?

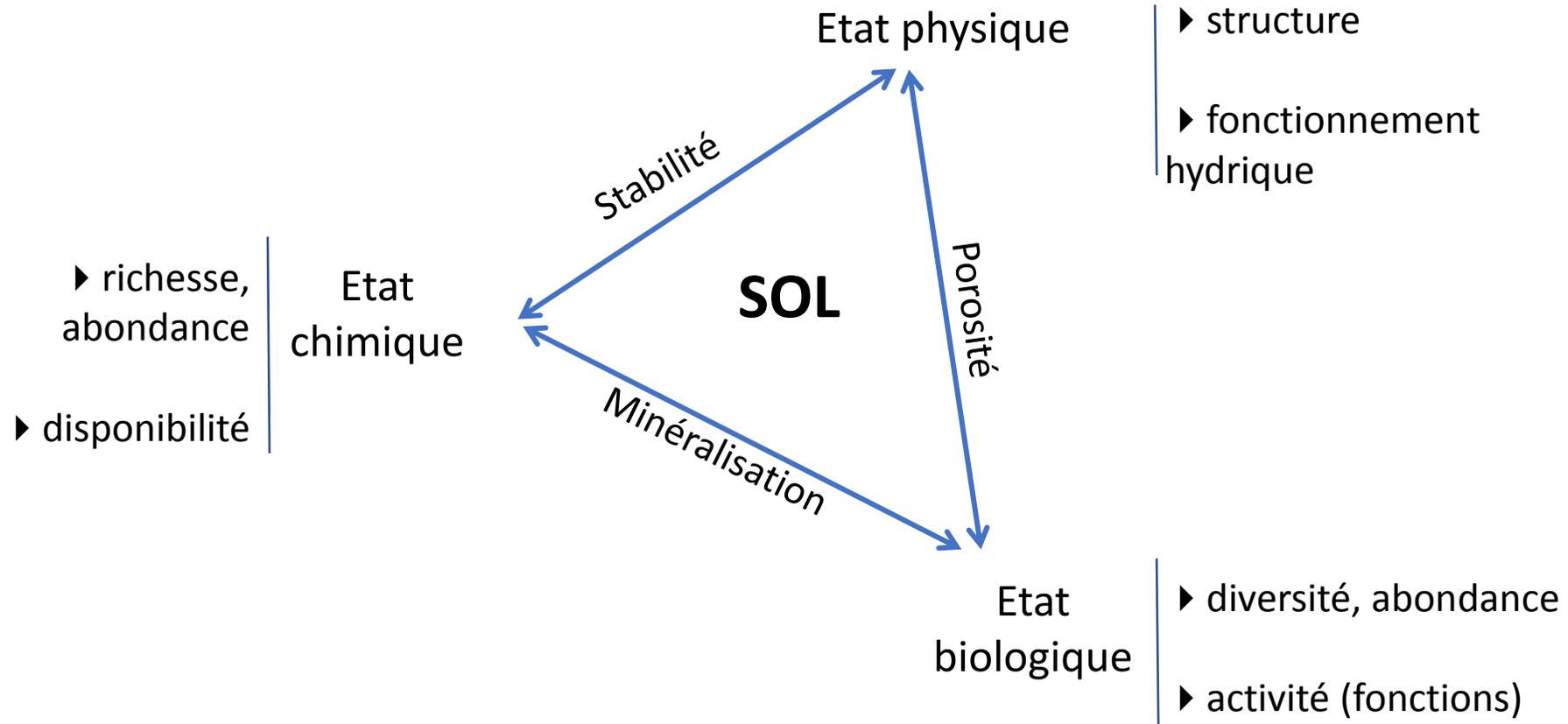
En quoi l'agroécologie permet-elle de régénérer les sols ?

Jeudi 18 novembre 2021

➤ Le Sol, en quelques mots...



➤ Le Sol : un système interactif et dynamique

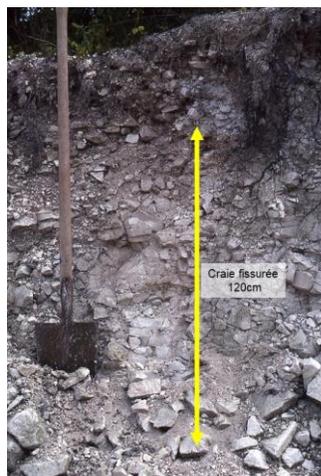


➤ Le Sol, ou plutôt LES Sols...

Sol brun lessivé



Sol sur craie fissurée



Sol brun lessivé



Sol brun sur substrat calcaire



Sol ferrallitique



Podzol



une grande diversité mais des principes communs de fonctionnement

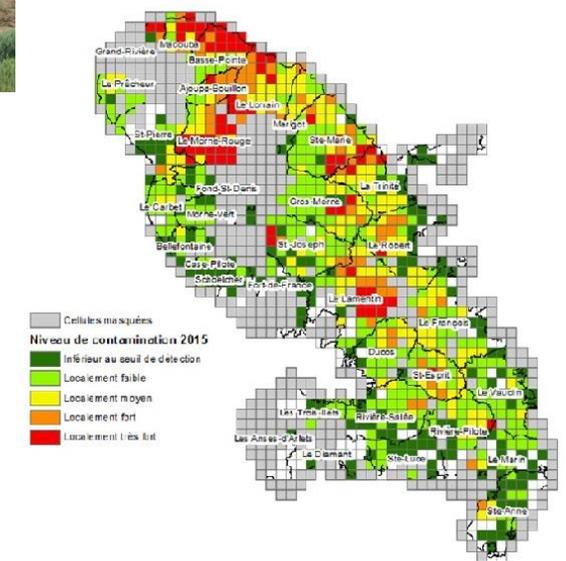
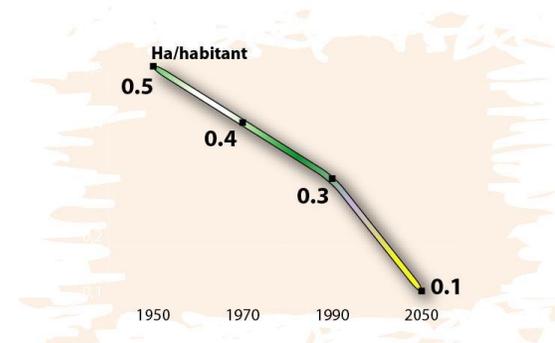
➤ Le Sol, épiderme vivant et fragile de la Terre

Quelques causes de dégradation...

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



© Sarthou JP

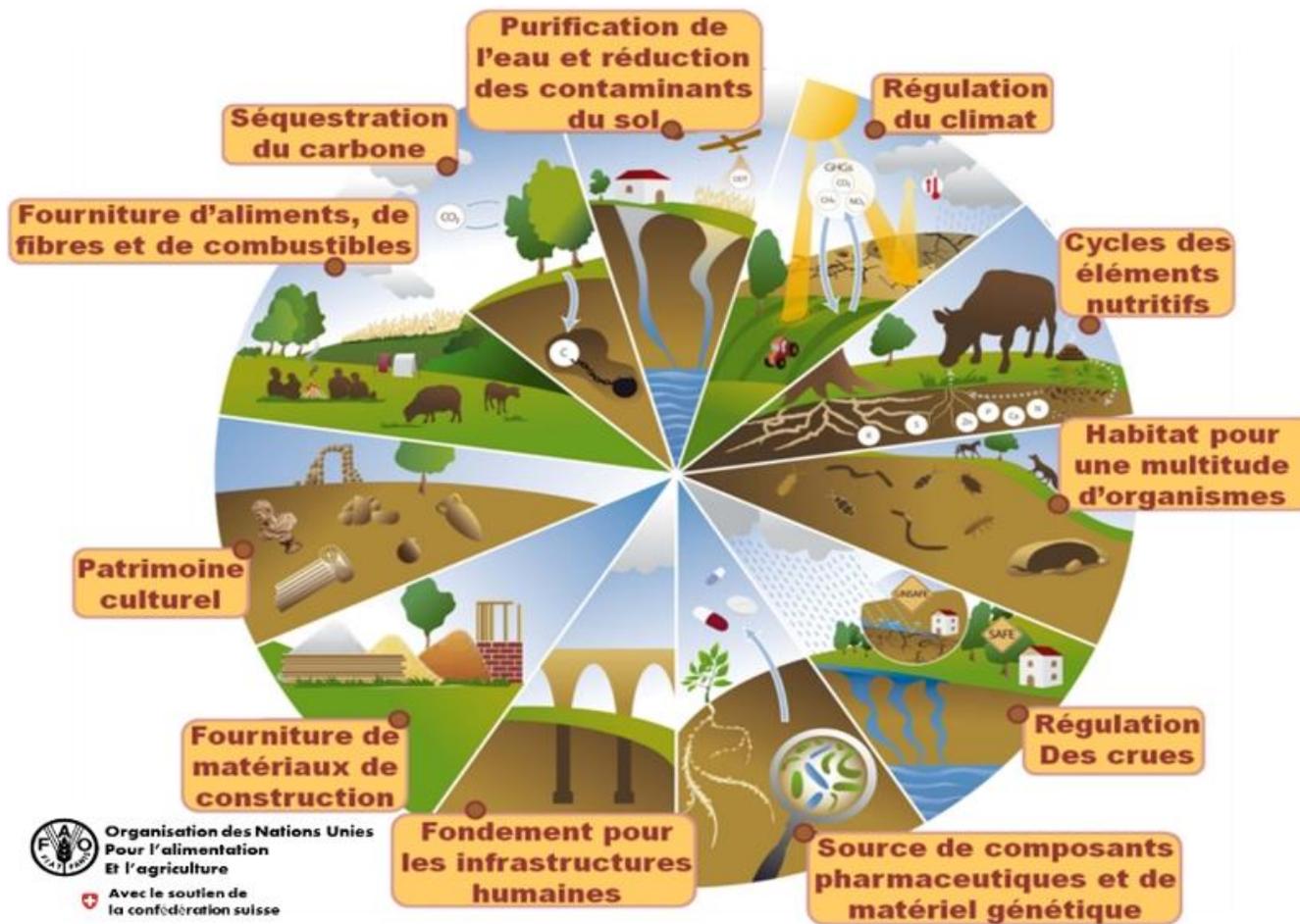


(DDAF Martinique, 2019)

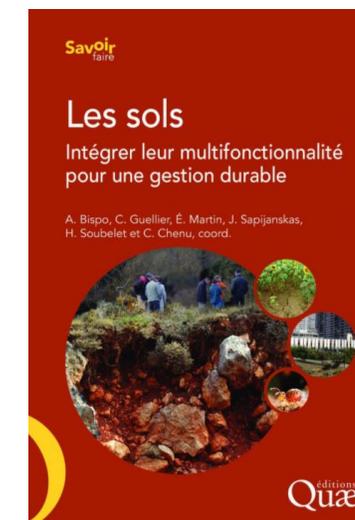
En quoi l'agroécologie permet-elle de régénérer les sols ?

Jeudi 18 novembre 2021

➤ Le Sol, une multifonctionnalité pour répondre aux enjeux globaux



Pour en savoir plus :



➤ BAG'AGES (2016-2021), un programme de recherche visant à quantifier certains effets de pratiques agroécologiques



- ▶ 3 échelles de travail : parcelle – exploitation agricole – bassin versant
- ▶ Couplage entre expérimentation et modélisation
- ▶ Evaluation de systèmes de culture mobilisant à différents degrés les leviers de l'**Agriculture de Conservation** (AC) et de l'**Agroforesterie** (AF)

Un réseau
 d'agriculteurs +
 sur le BAG



En quoi l'agroécologie permet-elle de régénérer les sols ?

Jeudi 18 novembre 2021



Rotation-Succession
des cultures



AC

AF



Cultures intermédiaires (CI)

Suppression du
travail du sol



© Ferrière Y.



En quoi l'agroécologie permet-elle de régénérer les sols ?

Jeudi 18 novembre 2021



➤ Illustration 1 : stockage de C dans les sols agricoles



➤ Illustration 2 : fonctionnement biologique de sols en Agriculture de Conservation



Arthur MAES – 2018-2021



➤ Illustration 1 : stockage de C dans les sols agricoles



▶ 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

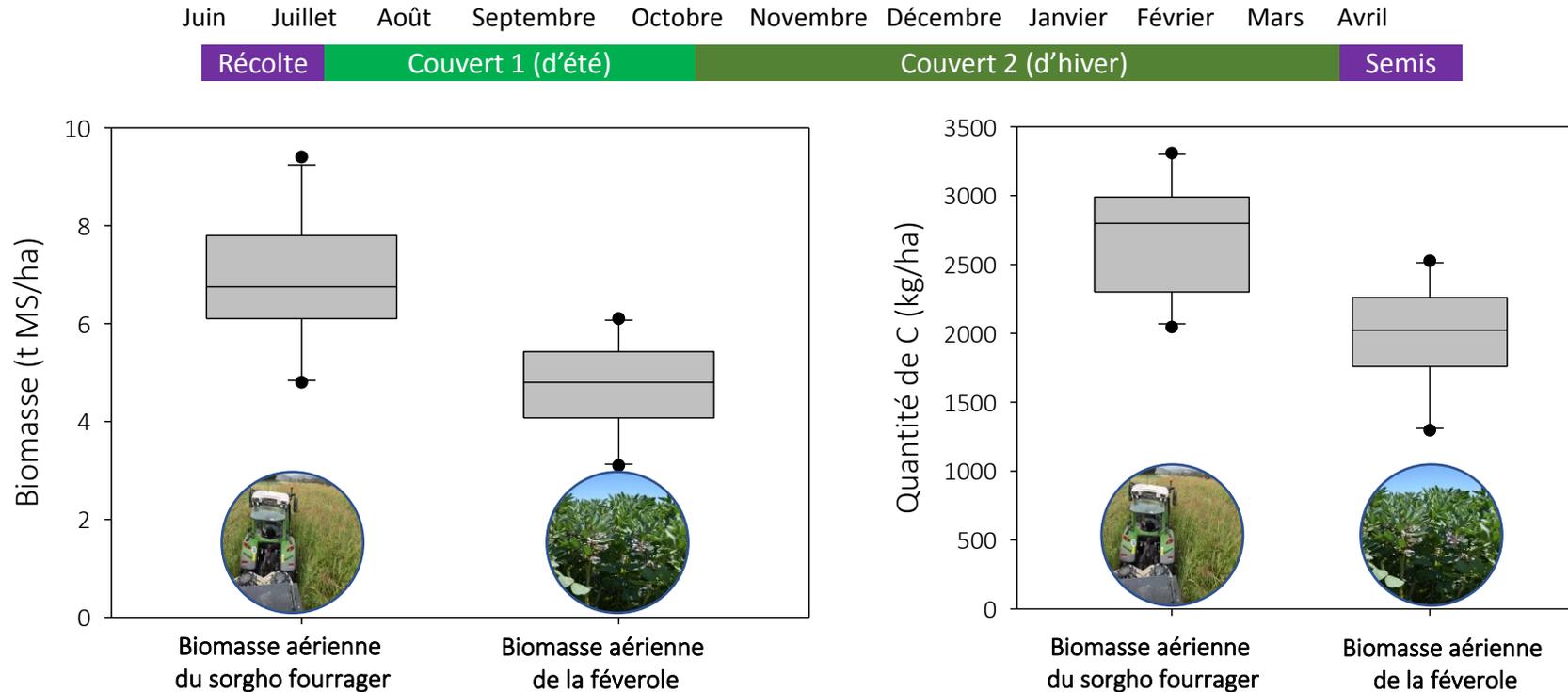
- Pas de modification

Dpt	Site	t C / ha
32	AC (20 ans)	≈ 70
	Labour	≈ 50
64	AC (10 ans)	≈ 116
	Labour	≈ 113
81	AC (8 ans)	≈ 65
	Labour	≈ 65

Levier n°1 :
les couverts
végétaux !

(Pellerin et al., 2019)

➤ Illustration 1 : restitution de C pour les couverts végétaux



► Pour des périodes d'interculture longue (9 mois), l'introduction de **couverts végétaux en relais** permet de produire de fortes biomasses, correspondant à + 4 t C / ha



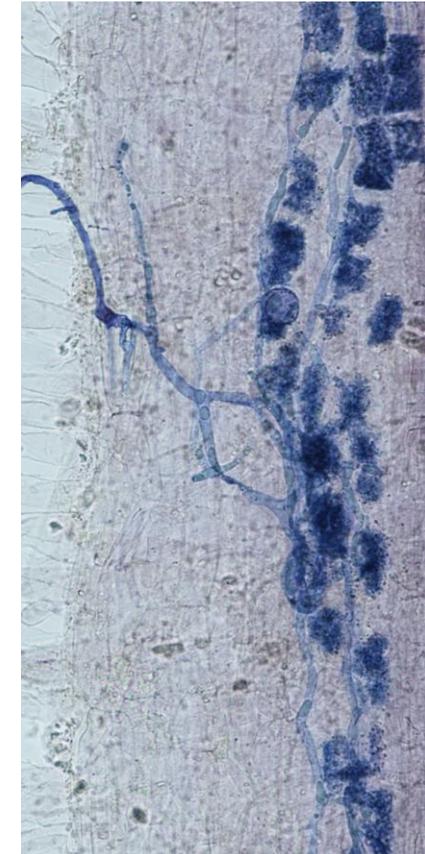
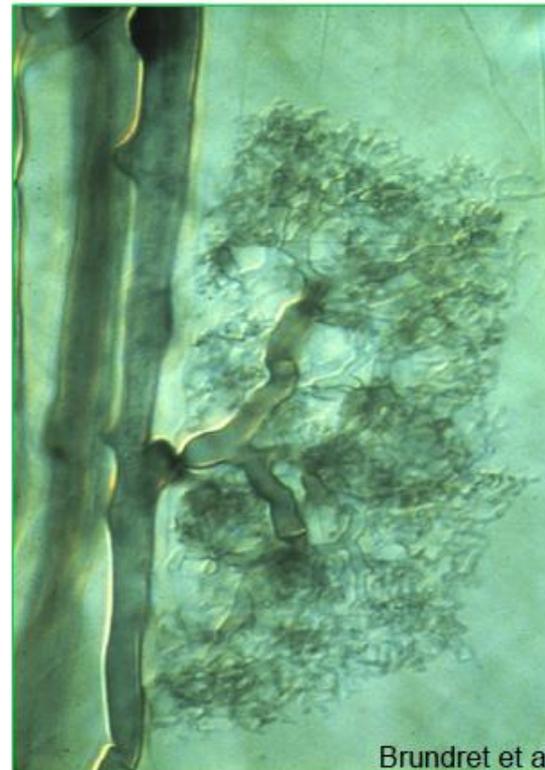
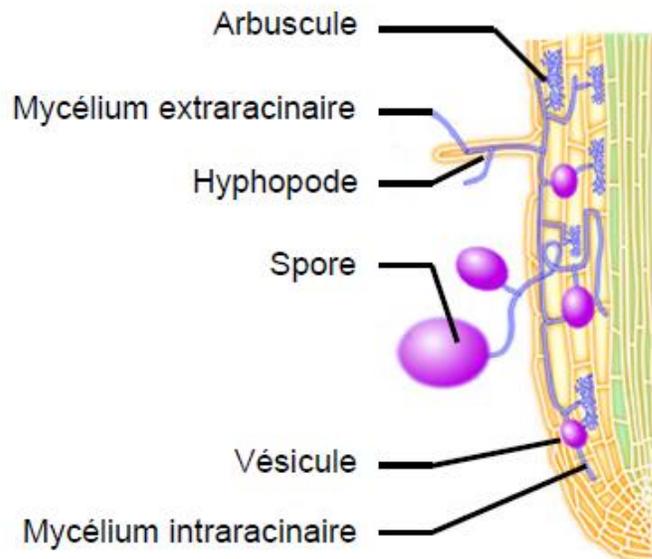
Arthur MAES – 2018-2021

Illustration 2 : fonctionnement biologique de sols en Agriculture de Conservation

Symbiose mycorhizienne

> Champignons (endo)Mycorhizien Arbusculaire (CMA) :

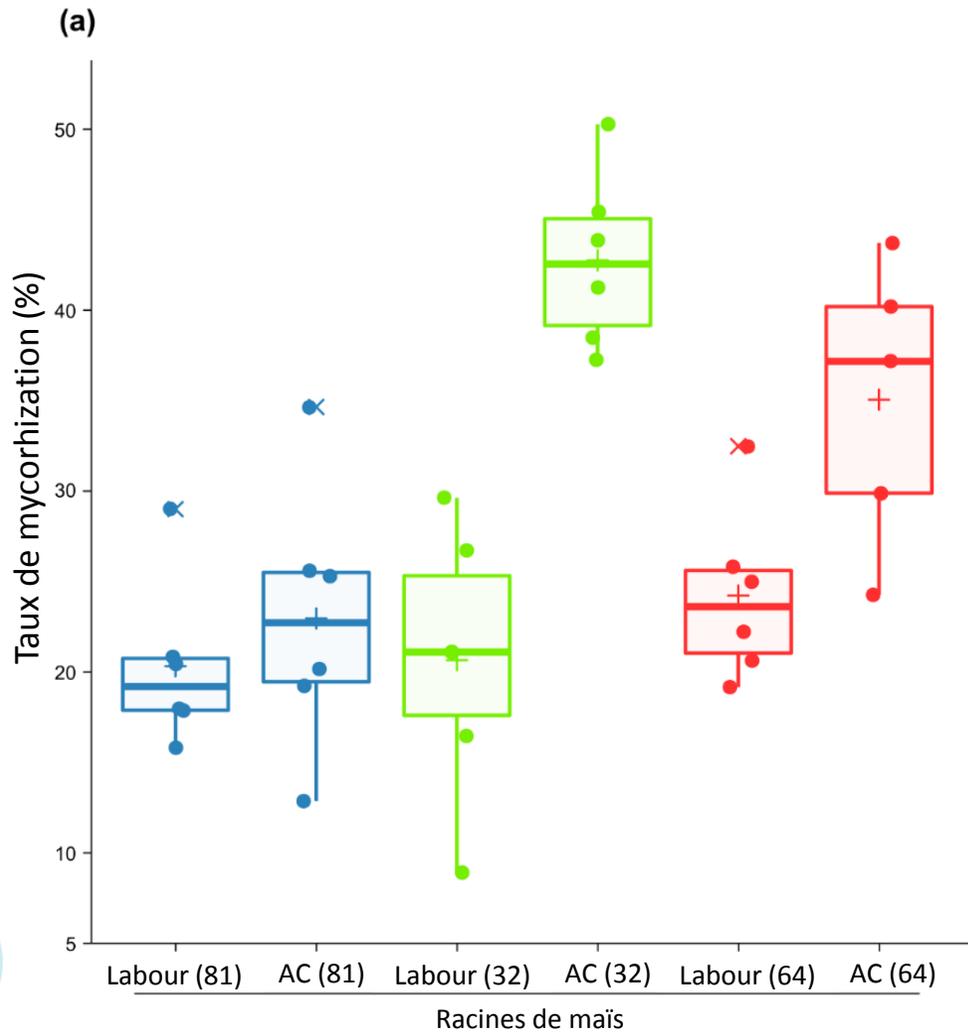
- ↳ Symbiose mutualiste.
- ↳ Symbiose très ancienne (450 Ma).
- ↳ Symbiose répandue (80% des plantes).





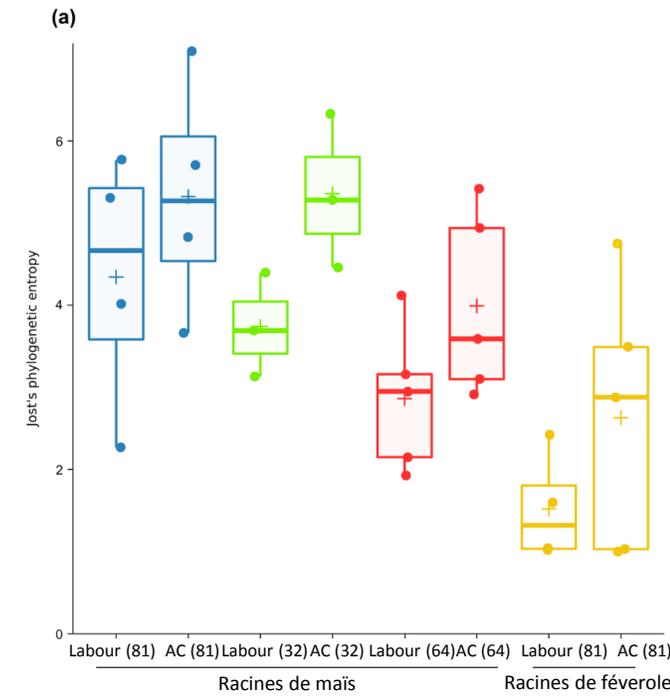
➤ Illustration 2 : fonctionnement biologique de sols en Agriculture de Conservation

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**





Alors l'agroécologie, ça permet de stocker plus d'eau dans les sols ?



➤ Illustration 3 : fonctionnement hydrique de sols en Agriculture de Conservation

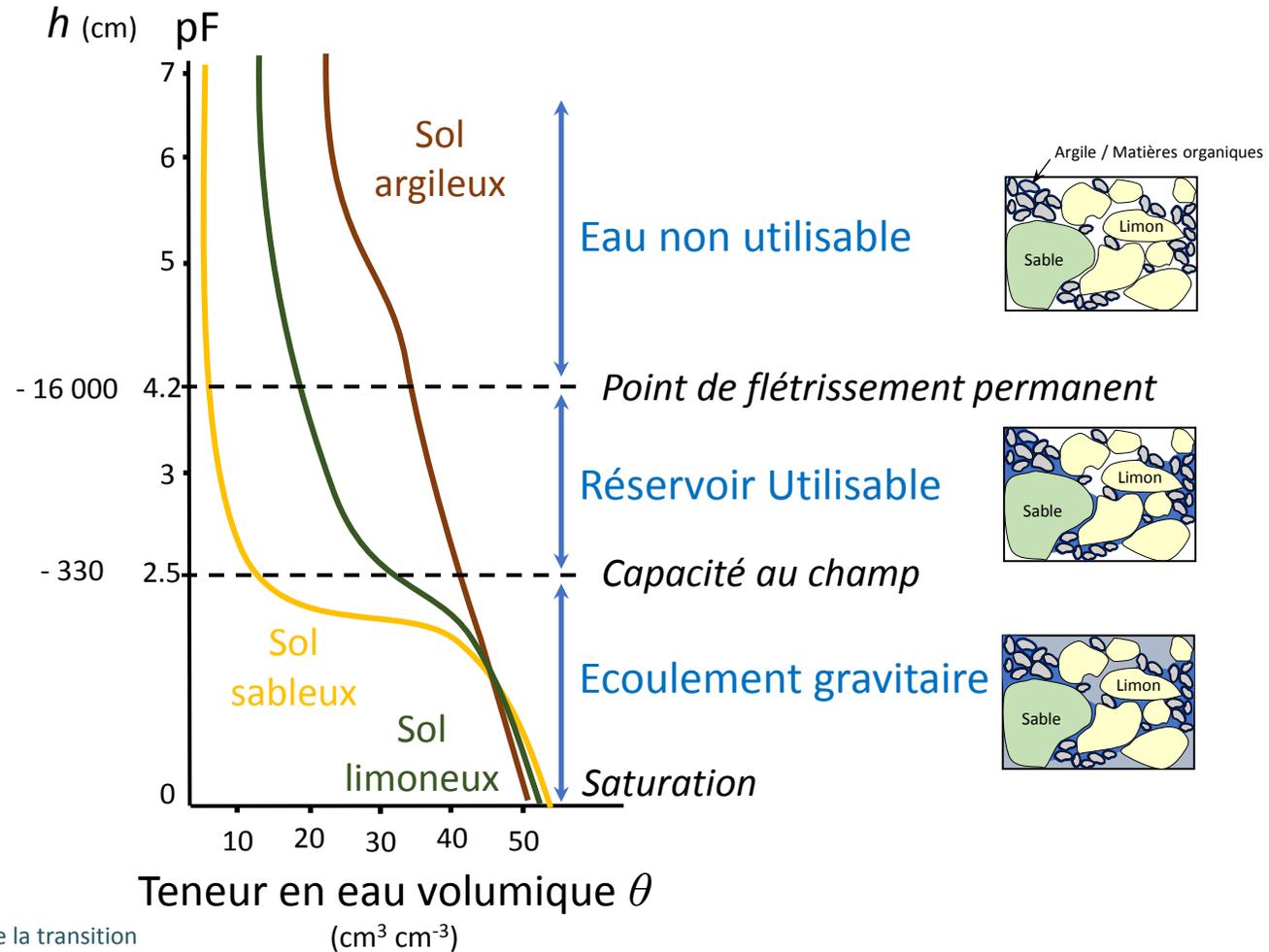


Sixtine CUEFF – 2017-2020





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





➤ LEVIER 1 : la taille du Réservoir Utilisable des horizons d'un sol



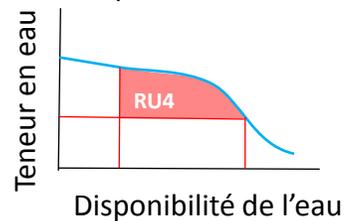
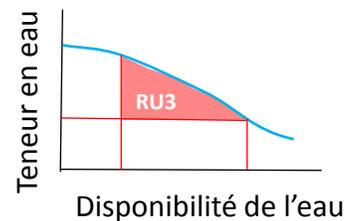
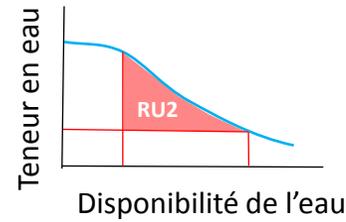
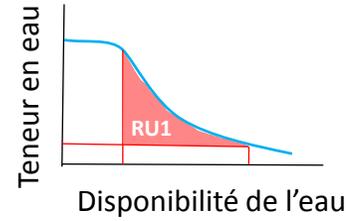
0-30 cm : horizon
« travaillé »

30-50 cm : Bt1

50-65 cm : Bt2

65-110 cm : C1

>110 cm : C2



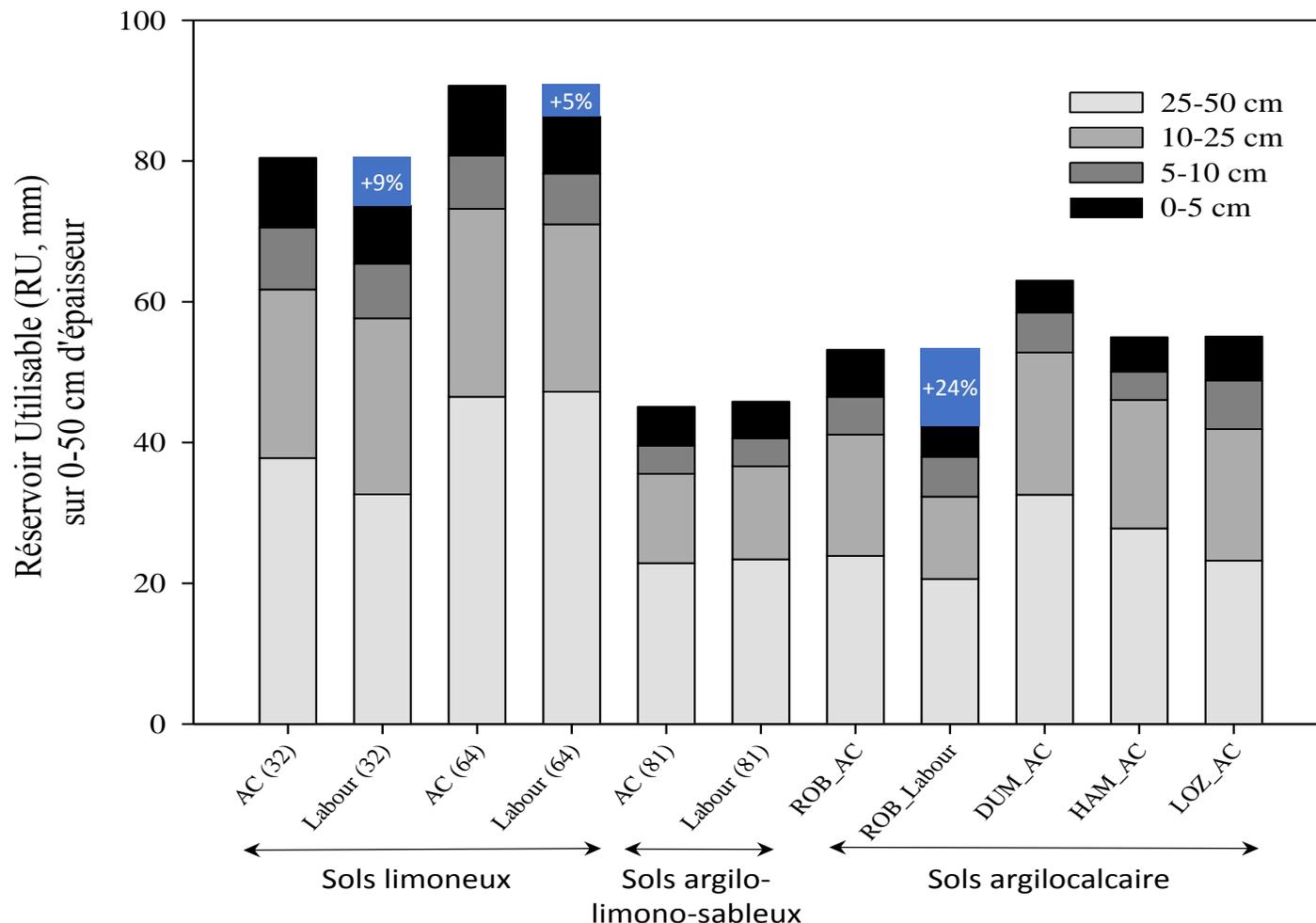
C2 : non exploré par les racines...





+ LEVIER 1 : la taille du Réservoir Utilisable des horizons d'un sol

- ▶ Effet du sol est dominant
- ▶ Augmentation de la taille du RU de 10 à 15 % sur les horizons de surface (0-10 cm) en AC
- ▶ Effet des pratiques sur RU en profondeur dépend des sols



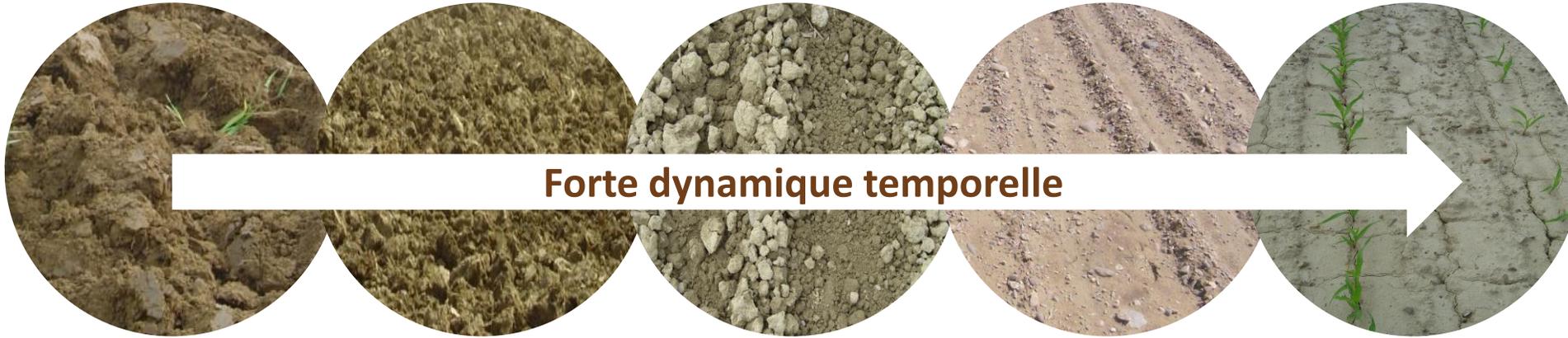
Estimation of soil water retention in conservation agriculture using published and new pedotransfer functions

Sixtine Cueff^{a,b,*}, Yves Coquet^b, Jean-Noël Aubertot^a, Liliane Bel^c, Valérie Pot^b, Lionel Alletto^{a,b,*}

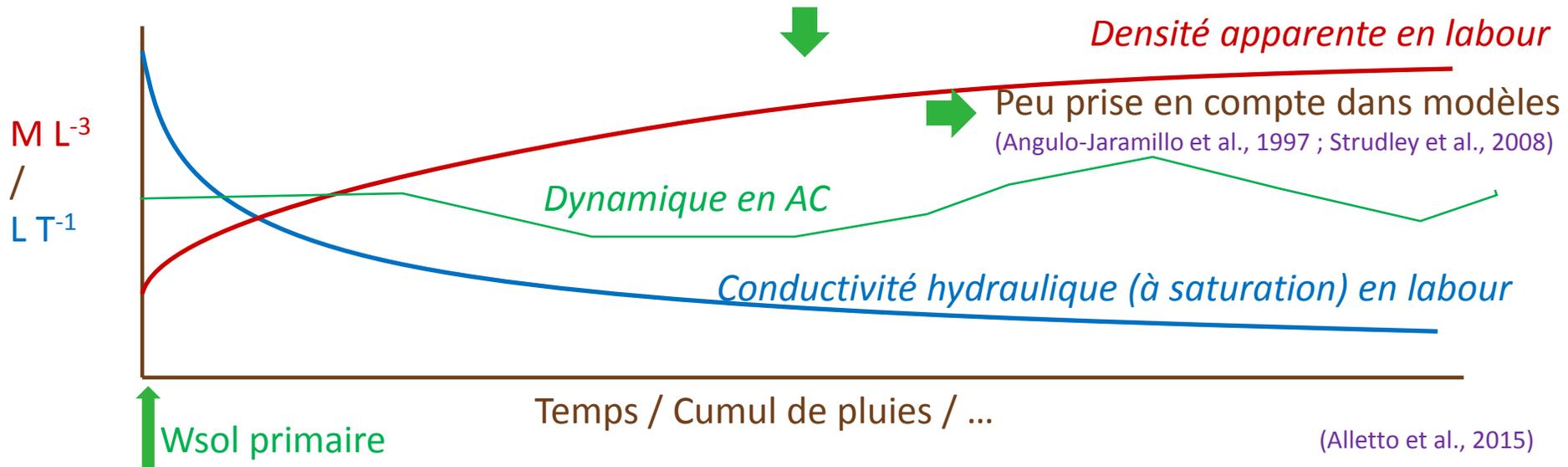
^a Université de Toulouse, INRAE, UMR AGIR, F-31326, Castanet-Tolosan, France
^b Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR ECOSYS, 78280, Thiverval-Origny, France
^c Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR MIA-Paris, 75005, Paris, France



➤ LEVIER 2 : les capacités d'infiltration d'un sol



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





LEVIER 2 : les capacités d'infiltration d'un sol

- Augmentation de la conductivité à saturation en AC sur les 3 sites « couple »

AC (20 ans)	160 mm h ⁻¹
Labour	50 mm h ⁻¹

AC (10 ans)	150 mm h ⁻¹
Labour	70 mm h ⁻¹

AC (8 ans)	100 mm h ⁻¹
Labour	70 mm h ⁻¹

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

Alors l'agroécologie, ça permet de stocker plus d'eau dans les sols ?

Jeudi 18 novembre 2021



➤ LEVIER 3 : la connectivité du réseau poral du sol et la prospection racinaire



Alors l'agroécologie, ça permet de stocker plus d'eau dans les sols ?

Jeudi 18 novembre 2021



➤ LEVIER 3 : la connectivité du réseau poral du sol et la prospection racinaire



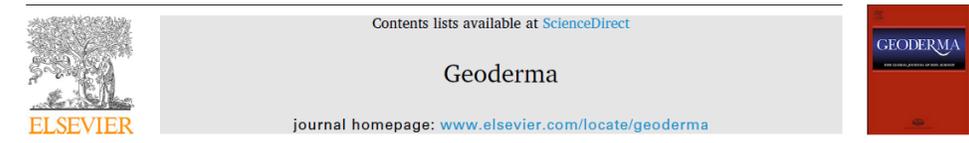


+ LEVIER 3 : la connectivité du réseau poral du sol et la prospection racinaire

- ▶ Les flux d'eau (et de pesticides) dépendent d'abord du type de sol
→ Flux préférentiels différents selon le sol (Luvisol / Veracrisol)
- ▶ Le mode de gestion a des effets en interaction avec le type de sol
→ Amélioration confirmée des capacités d'infiltration en AC sur le Luvisol



Sixtine CUEFF



Water and pesticide transfers in undisturbed soil columns sampled from a Stagnic Luvisol and a Vermic Umbrisol both cultivated under conventional and conservation agriculture

Sixtine Cueff^{a,b,*}, Lionel Alletto^a, Marjolaine Bourdat-Deschamps^b, Pierre Benoit^b, Valérie Pot^{b,*}

^a Université de Toulouse, INRAE, UMR AGIR, F-31326 Castanet-Tolosan, France
^b Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR ECOSYS, 78850 Thiverval-Grignon, France

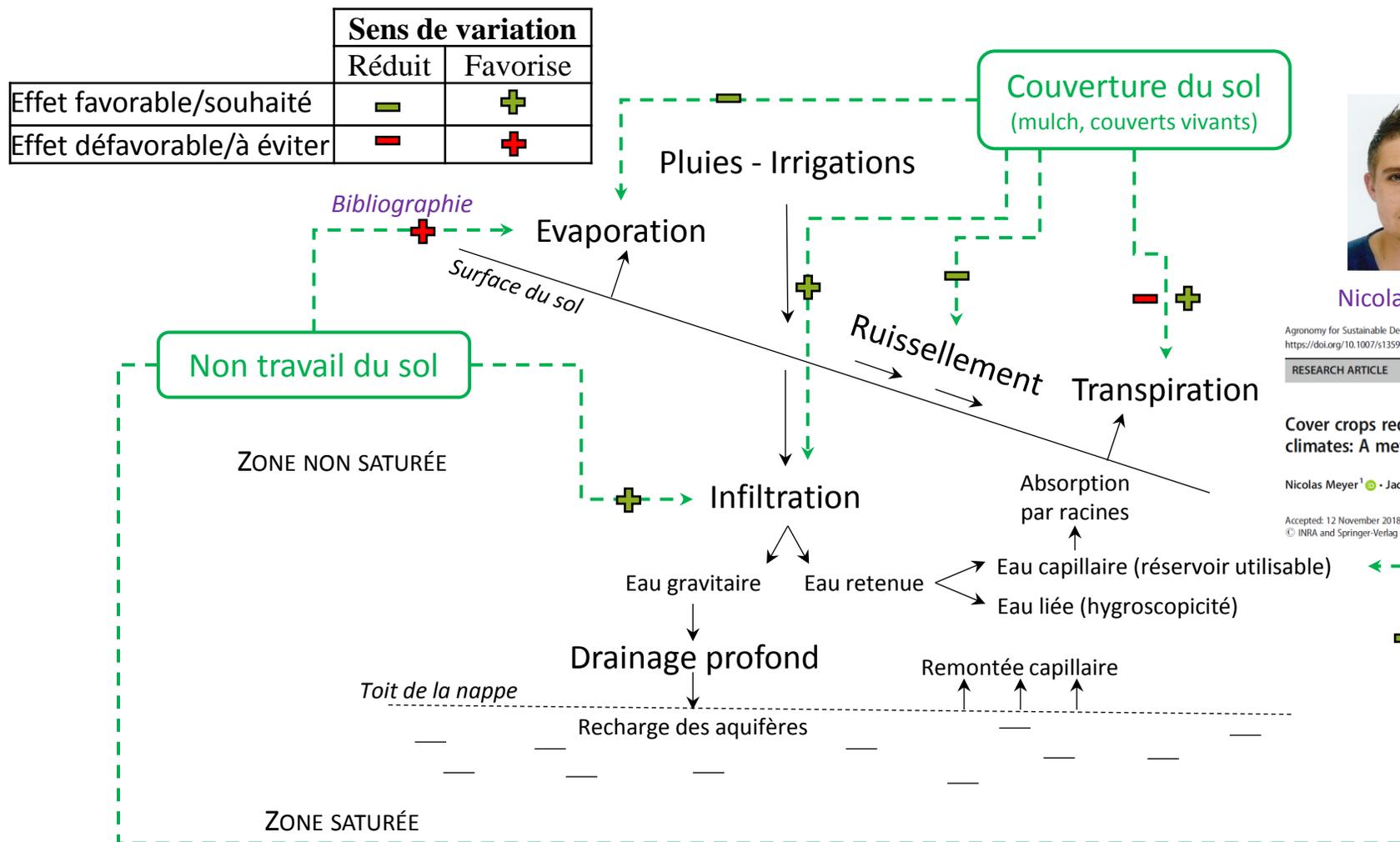


Alors l'agroécologie, ça permet de stocker plus d'eau dans les sols ?

Jeudi 18 novembre 2021



> Synthèse



Nicolas MEYER

Agronomy for Sustainable Development (2019) 39: 3
<https://doi.org/10.1007/s13593-018-0546-y>

RESEARCH ARTICLE

Cover crops reduce water drainage in temperate climates: A meta-analysis

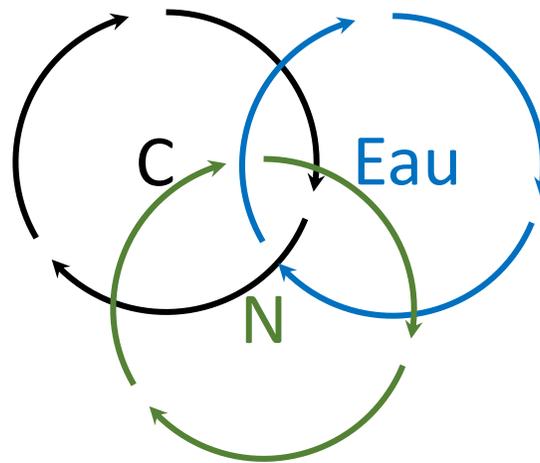
Nicolas Meyer¹ • Jacques-Eric Bergez¹ • Julie Constantin¹ • Eric Justes^{1,2}

Accepted: 12 November 2018 / Published online: 17 December 2018
© INRA and Springer-Verlag France SAS, part of Springer Nature 2018

Les systèmes de culture étudiés, mobilisant différents leviers agroécologiques, ont permis :

- ▶ d'**améliorer** / de **restaurer** plusieurs **fonctions écosystémiques** :
 - rétention et infiltration d'eau
 - atténuation des effets du changement climatique (par stockage de C et augmentation de l'effet albédo)
 - activité biologique et notamment microbiologique
- ▶ de **maintenir** / **améliorer les performances économiques** des exploitations agricoles (notamment par une moindre dépendance aux intrants)
- ▶ de **réduire certains impacts environnementaux** (érosion, lixiviation de nitrate, ...) **mais pas tous** : le devenir des pesticides est principalement conditionné par les quantités appliquées => la réduction des usages doit être la dynamique principale

► Pour que ces fonctions et services s'améliorent, un **objectif prioritaire** : **Accroître les quantités de matières organiques des sols** afin d'améliorer le **couplage des cycles du carbone, de l'azote et de l'eau**





- Publications scientifiques : > 15 (et de nombreuses à venir !)
- Thèses de doctorat : 5 (Boinot Sébastien (soutenue), Breil Nicolas (en cours), Cueff Sixtine (soutenue), Maes Arthur QuyManh (soutenue), Meyer Nicolas (soutenue))
- 21 partenaires mobilisés durant 5 années
- *Et une quantité impressionnante de mesures réalisées...*

Aussi un grand **merci** :

A toute l'équipe technique et aux étudiants qui réalisent les travaux de recherche

A l'ensemble des partenaires de ces travaux

Aux financeurs de ce programme

INRAE

Agroécologie : de nouvelles connaissances au service de la transition

 @LionelAlletto



Climate-KIC is supported by the EIT, a body of the European Union

