PRÉFET DE LA RÉGION OCCITANIE
Liberté Égalité Fraternité
PRÉFET COORDONNATEUR DU BASSIN ADOUR-GARONNE

eau GRAND SUD-OUEST
COMITÉ DE BASSIN ADOUR-GARONNE

La Région Occitanie Pyrénées · Méditerranée

Région Nouvelle-Aquitaine

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté Égalité Fraternité

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

AGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRE D'AGRICULTURE NOUVELLE-AQUITAINE

AGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRE D'AGRICULTURE OCCITANIE

LA COOPÉRATION AGRICOLE
NOUVELLE-AQUITAINE

LA COOPÉRATION AGRICOLE
OCCITANIE

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



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

Déroulé de l'intervention

- 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 ?

- 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)

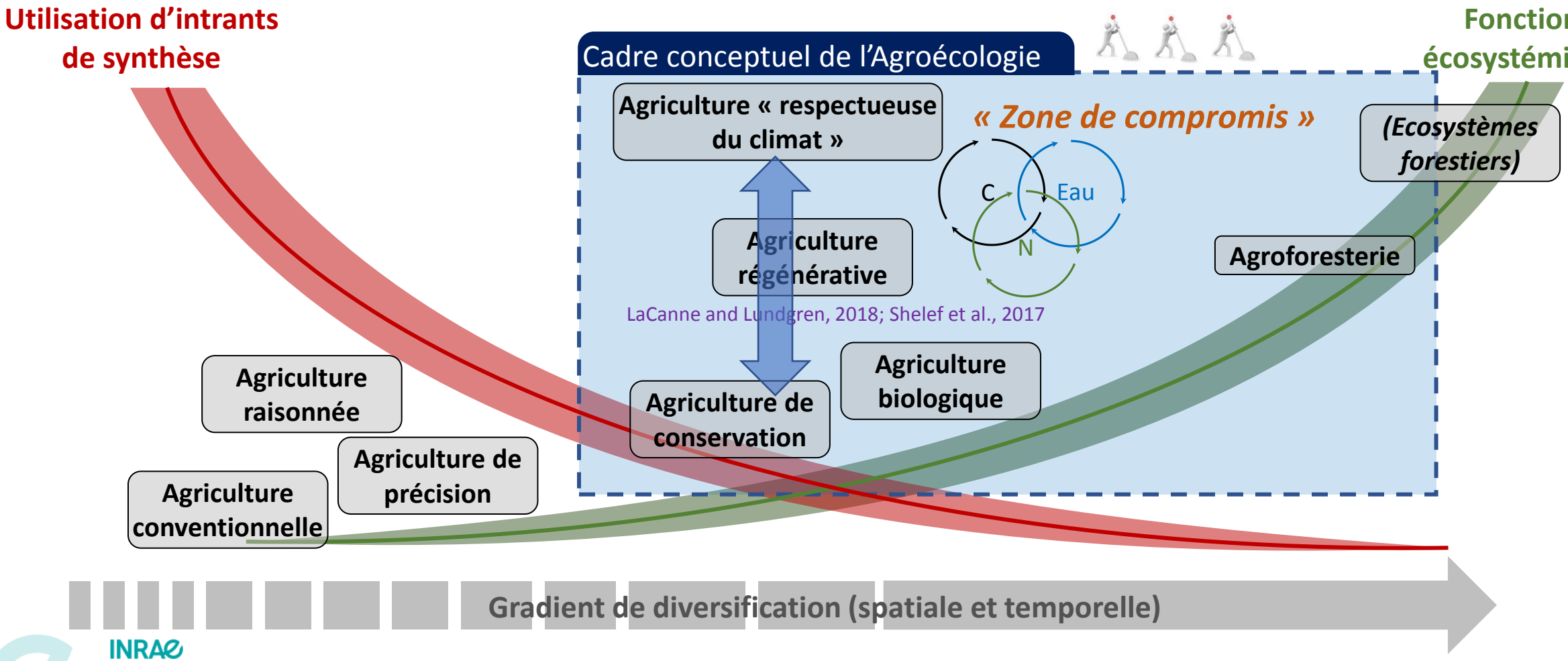
- Alternative à une agriculture intensive basée sur l'artificialisation des cultures par l'usage d'intrants de synthèse (engrais, pesticides…) et d'énergies fossiles.
  Elle promeut des systèmes de production agricole valorisant la diversité biologique et les processus naturels (cycles de l'azote, du carbone, de l'eau, équilibres biologiques entre organismes ravageurs et auxiliaires des cultures…) (Hazard et al., 2016)

dicoAE DICTIONNAIRE D'AGROÉCOLOGIE

- 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)





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

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

Le Sol, en quelques mots…

► 3 fractions : solide

(en volume) 45 ↔ 60 %

- Constituants organiques (matières organiques, **organismes vivants**)
- Argiles
- Limons
- Sables
- Eléments grossiers

liquide

5 ↔ 55 %

↓

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

gazeuse

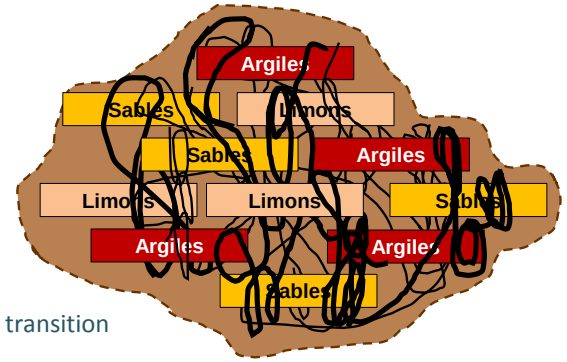
0 ↔ 50 %

↓

« Air du sol » (composition ≠ de l'air ambiant : + riche en CO_2)

Structure du sol

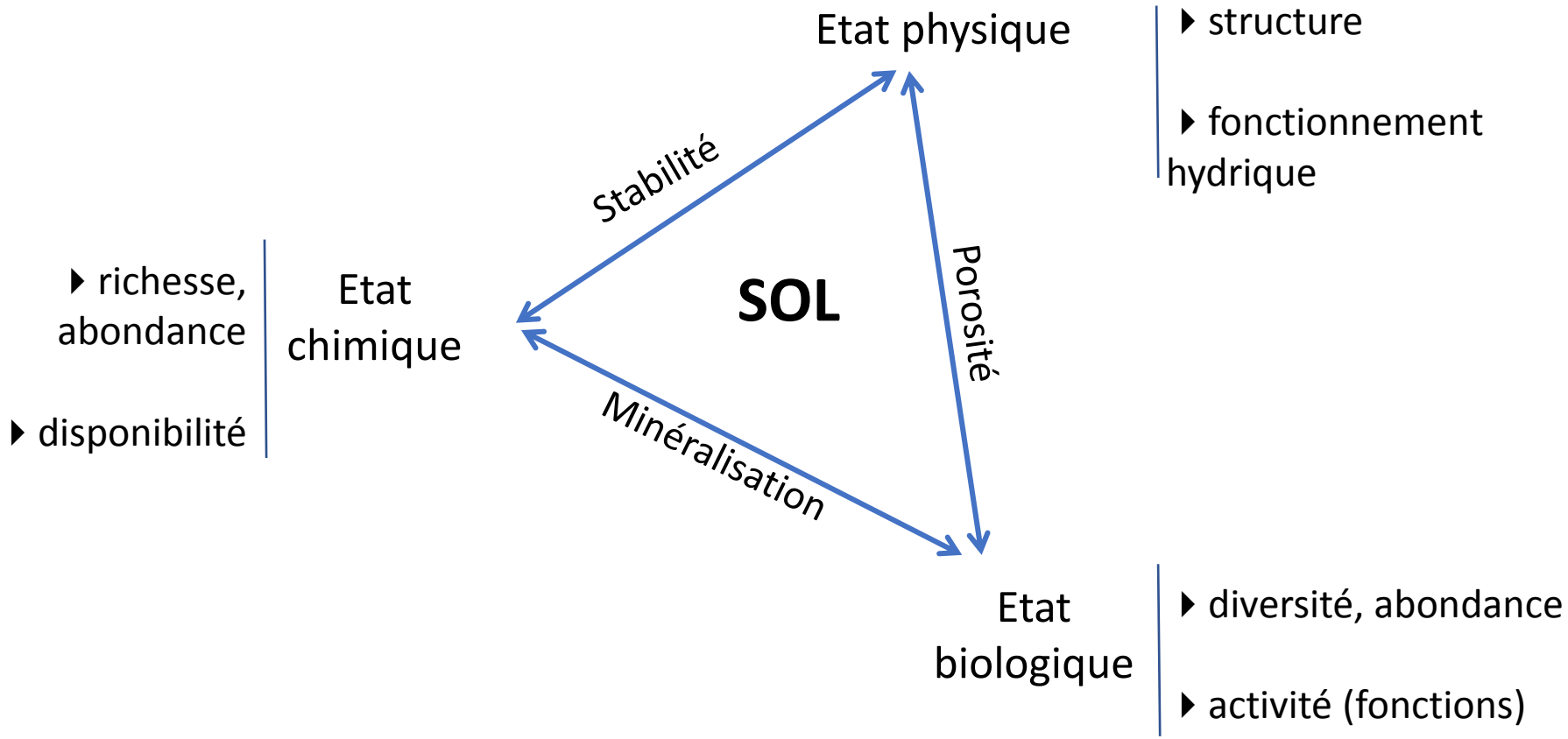
Agencement tridimensionnel des particules





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

Le Sol : un système interactif et dynamique



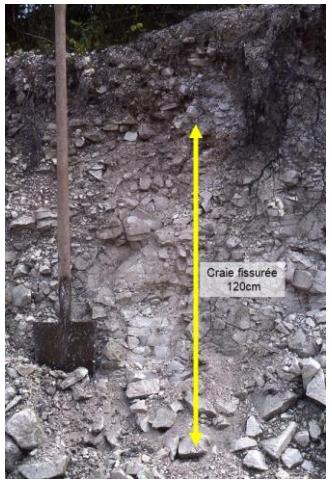
En quoi l'agroécologie permet-elle de régénérer les sols ?

Le Sol, ou plutôt LES Sols…

Sol brun lessivé



Sol sur craie fissurée



Sol brun lessivé



Sol brun sur substrat calcaire



Sol ferralitique



Podzol



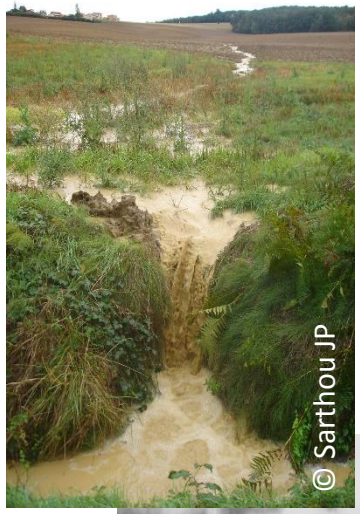
une grande diversité mais des principes communs de fonctionnement

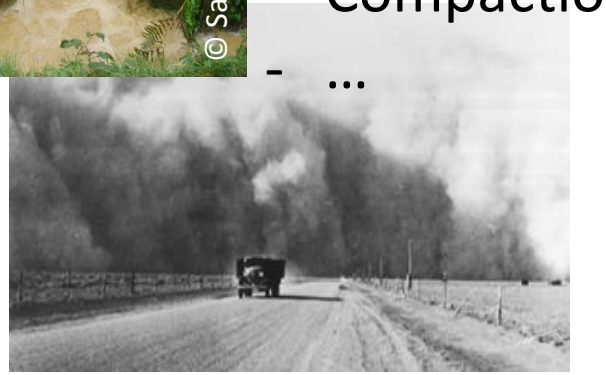
En quoi l'agroécologie permet-elle de régénérer les sols ?

Le Sol, épiderme vivant et fragile de la Terre

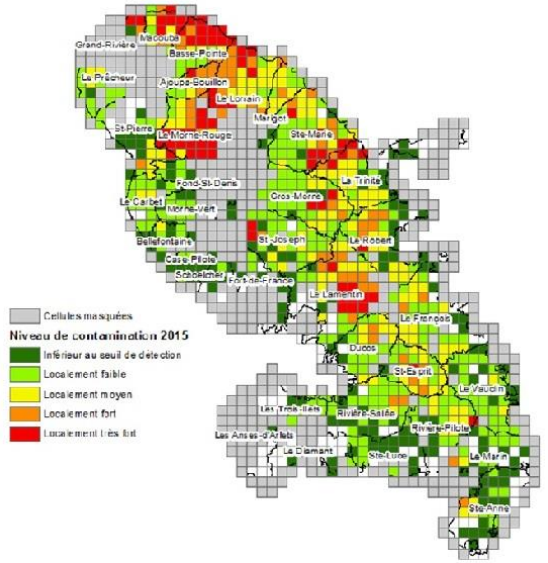
Quelques causes de dégradation…

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

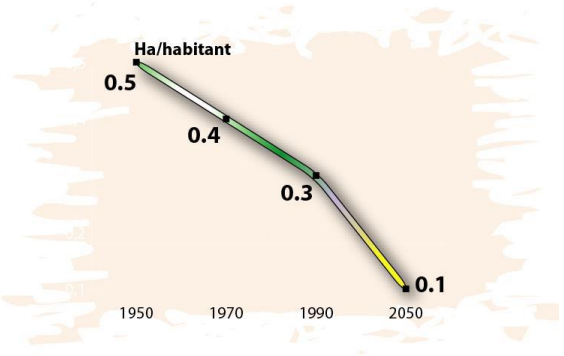








(DDAF Martinique, 2019)

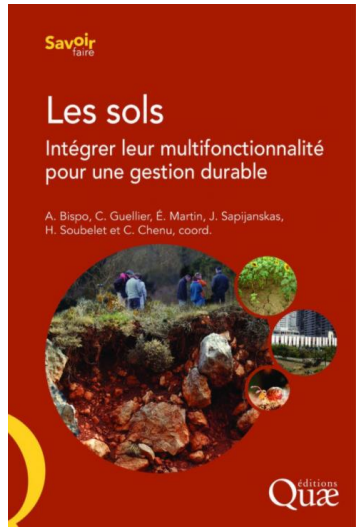


En quoi l'agroécologie permet-elle de régénérer les sols ?

Le Sol, une multifonctionnalité pour répondre aux enjeux globaux



Pour en savoir plus :



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

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 ?

Rotation-Succession des cultures





AC

AF

Cultures intermédiaires (CI)



Suppression du travail du sol





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

- Illustration 1 : stockage de C dans les sols agricoles



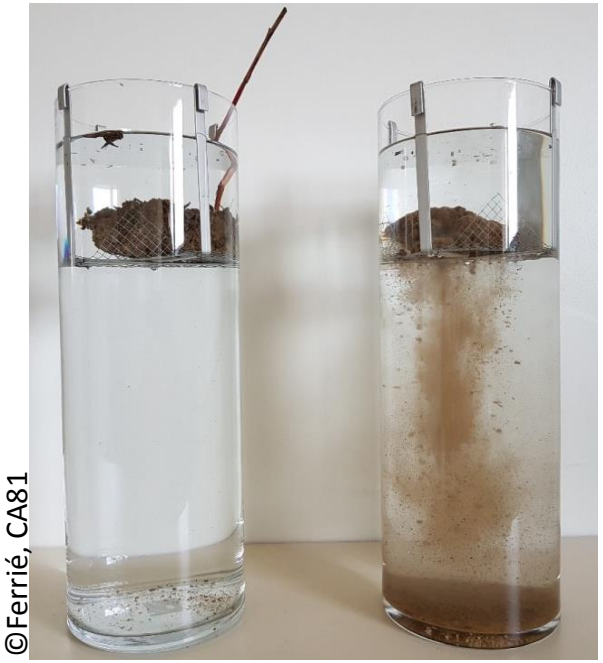
- Illustration 2 : fonctionnement biologique de sols en Agriculture de Conservation



Arthur MAES – 2018-2021

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

Illustration 1 : stockage de C dans les sols agricoles



©Ferrié, CA81

► 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

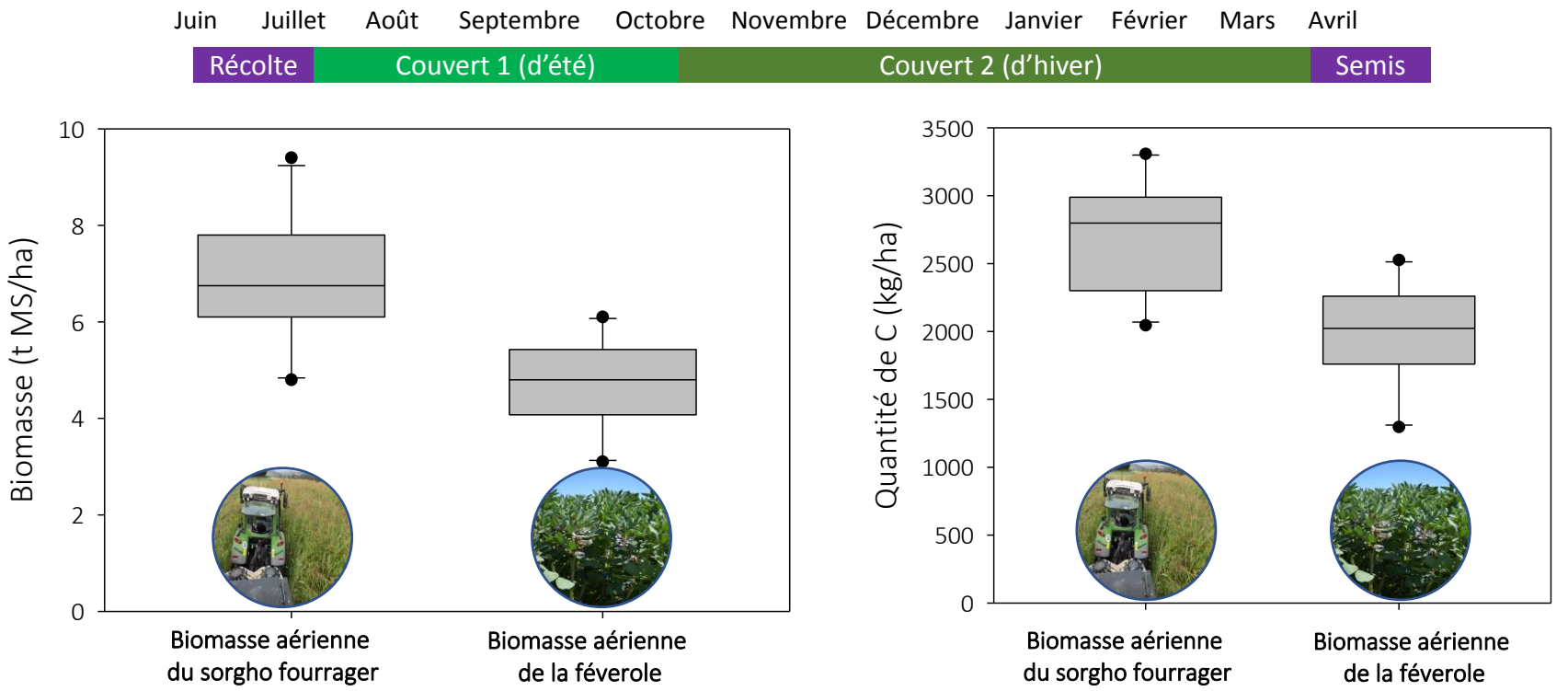
Dpt	Site	t C / ha
32	AC (20 ans)	≈ 70
	Labour	≈ 50
64	AC (10 ans)	≈ 116
	Labour	≈ 113
81	AC (8 ans)	≈ 65
	Labour	≈ 65

Levier n°1 : les couverts végétaux !

(Pellerin et al., 2019)

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

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

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



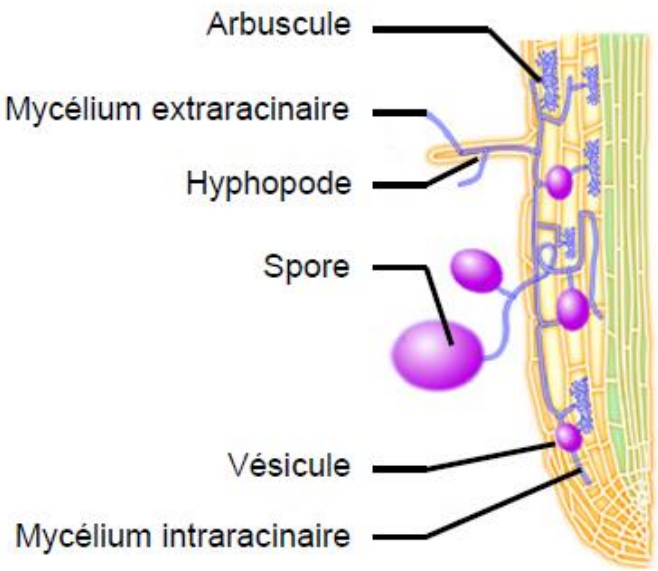
Arthur MAES – 2018-2021

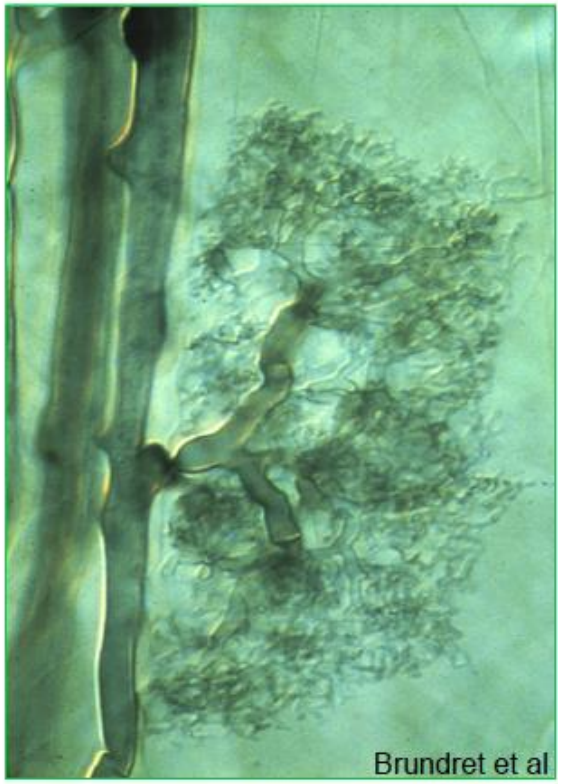
Illustration 2 : fonctionnement biologique de sols en Agriculture de Conservation

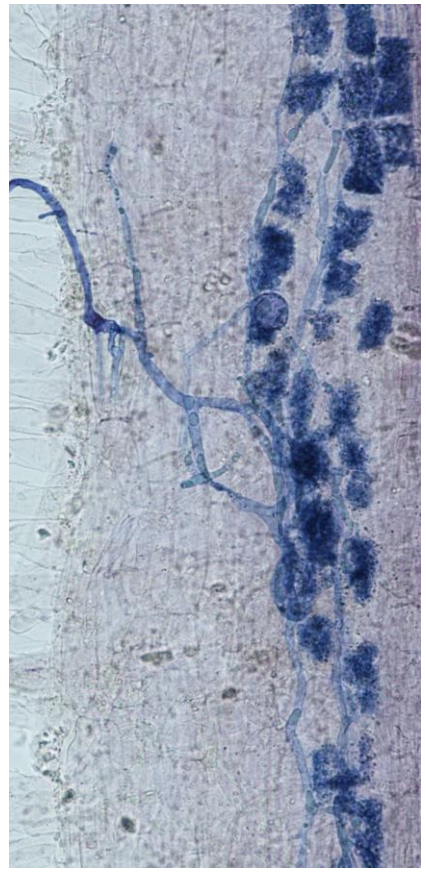
Symbiose mycorhizienne

> Champignons (endo)Mycorhizien Arbusculaire (CMA) :

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







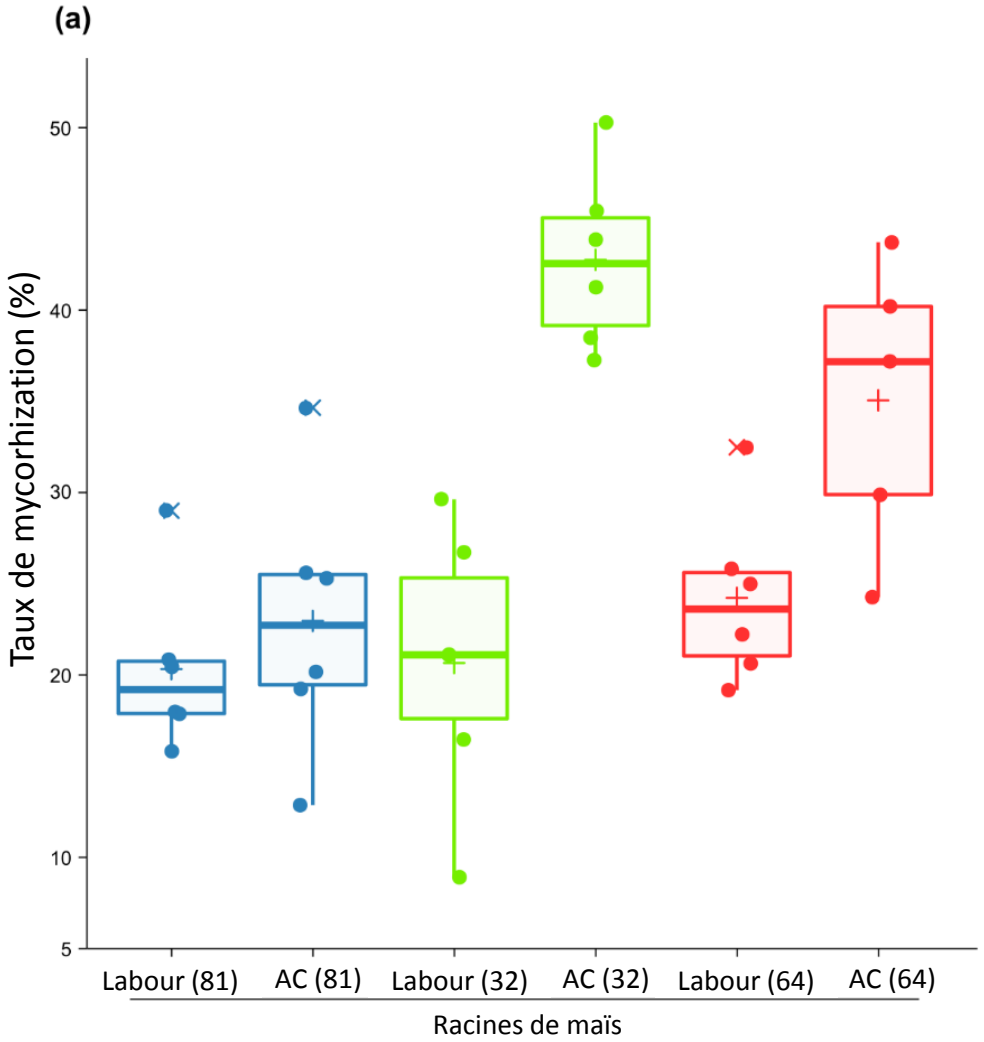
©Le Ru Aurélie

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

Illustration 2 : fonctionnement biologique de sols en Agriculture de Conservation



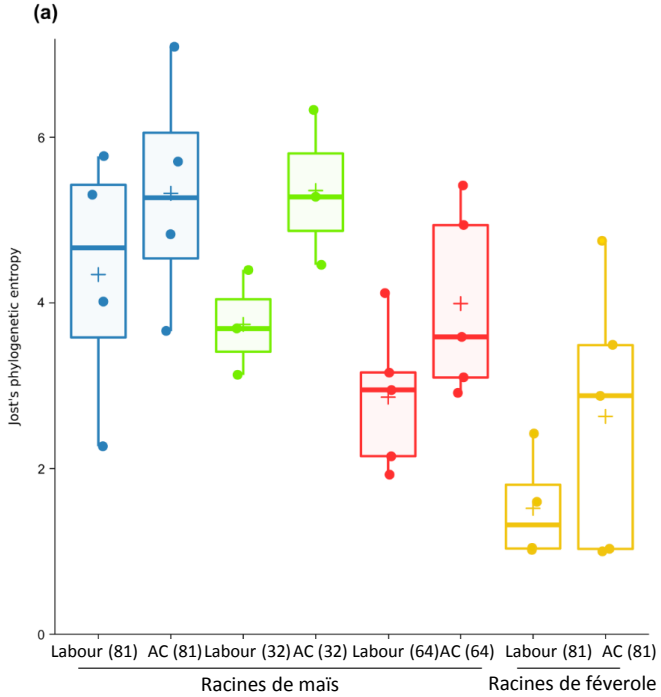
Arthur MAES – 2018-2021

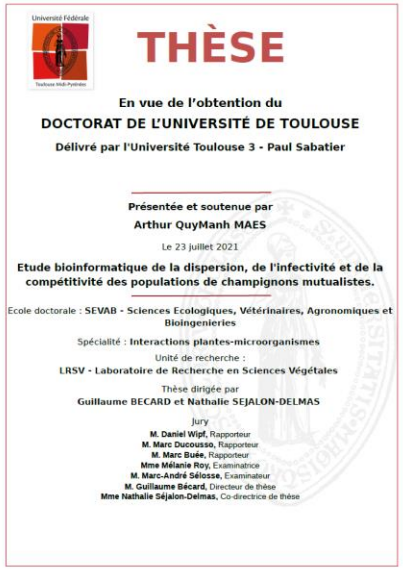


► **Mycorhization plus importante en AC**

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

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





THÈSE

En vue de l'obtention du
DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE
Délivré par l'Université Toulouse 3 - Paul Sabatier

Présentée et soutenue par
Arthur QuyManh MAES
Le 23 juillet 2021

Etude bioinformatique de la dispersion, de l'infectivité et de la compétitivité des populations de champignons mutualistes.

Ecole doctorale : SEVAB - Sciences Ecologiques, Vétérinaires, Agronomiques et Bioingenieries
Spécialité : Interactions plantes-microorganismes
Unité de recherche :
LRSV - Laboratoire de Recherche en Sciences Végétales
Thèse dirigée par
Guillaume BECARD et Nathalie SEJALON-DELMAS
Jury
M. Daniel Wipf, Rapporteur
M. Marc Ducousso, Rapporteur
M. Marc Buée, Rapporteur
Mme Mélanie Roy, Examinatrice
M. Marc-André Sélosse, Examinateur
M. Guillaume Bécard, Directeur de thèse
Mme Nathalie Séjalon-Delmas, Co-directrice de thèse



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

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

Illustration 3 : fonctionnement hydrique de sols en Agriculture de Conservation

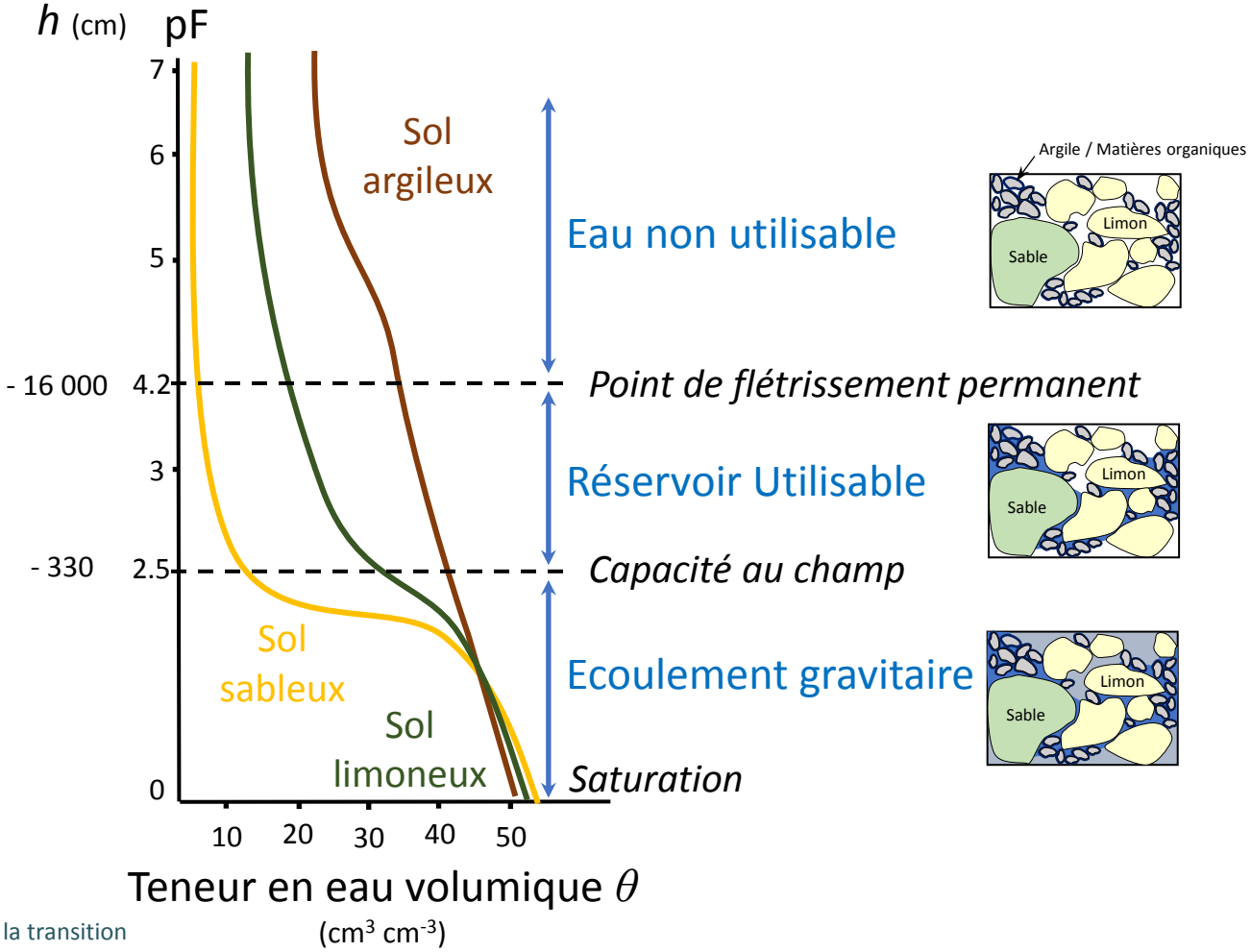


Sixtine CUEFF – 2017-2020



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

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



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

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



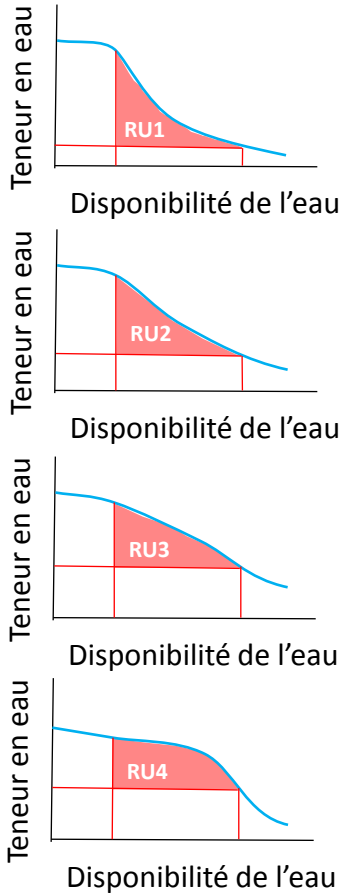
0-30 cm : horizon « travaillé »

30-50 cm : Bt1

50-65 cm : Bt2

65-110 cm : C1

>110 cm : C2





C2 : non exploré par les racines…

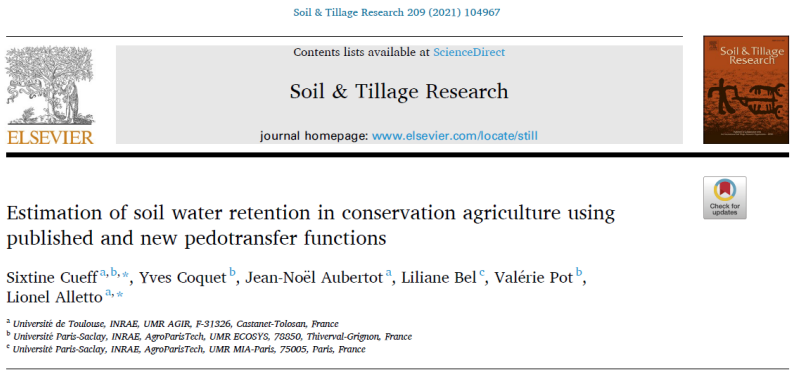
Alors l'agroécologie, ça permet de stocker plus d'eau dans les sols ?

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



Sixtine CUEFF



Soil & Tillage Research 209 (2021) 104967

Contents lists available at ScienceDirect

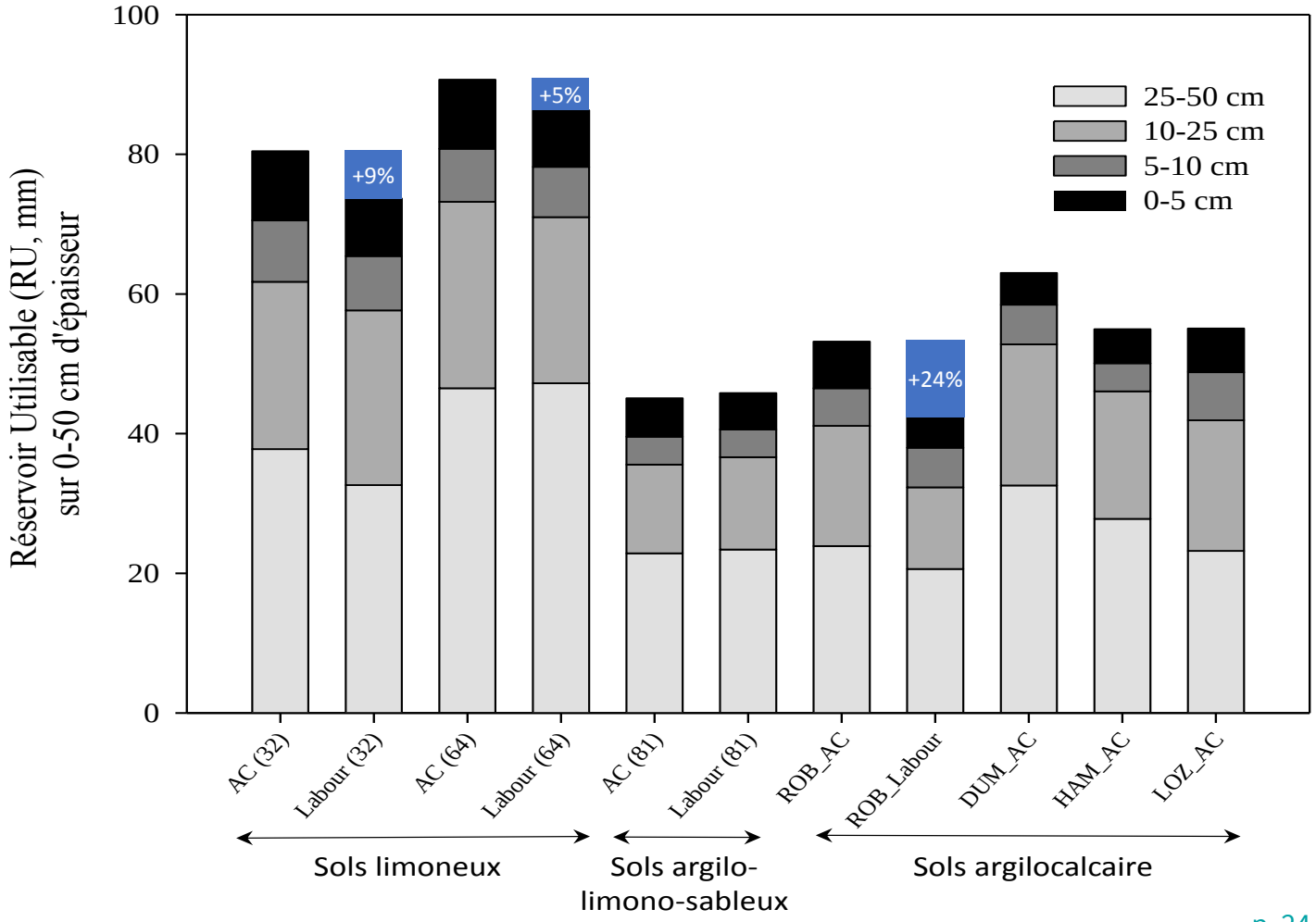
Soil & Tillage Research

journal homepage: www.elsevier.com/locate/still

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

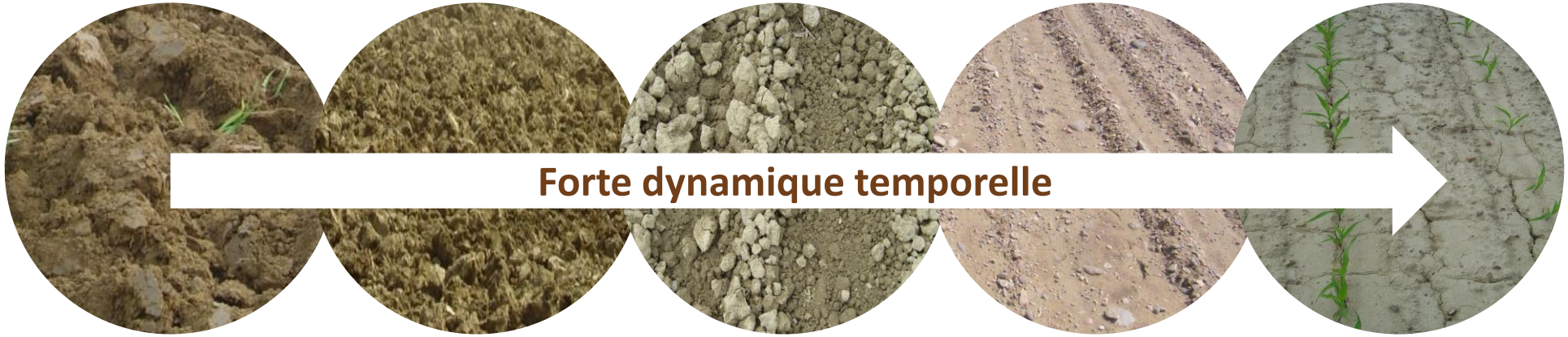
Sixtine Cueff[a,b,*], Yves Coquet[b], Jean-Noël Aubertot[a], Liliane Bel[c], Valérie Pot[b], Lionel Alletto[a,*]

[a] Université de Toulouse, INRAE, UMR AGIR, F-31326, Castanet-Tolosan, France
[b] Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR ECOSYS, 78850, Thiverval-Grignon, France
[c] Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR MIA-Paris, 75005, Paris, France

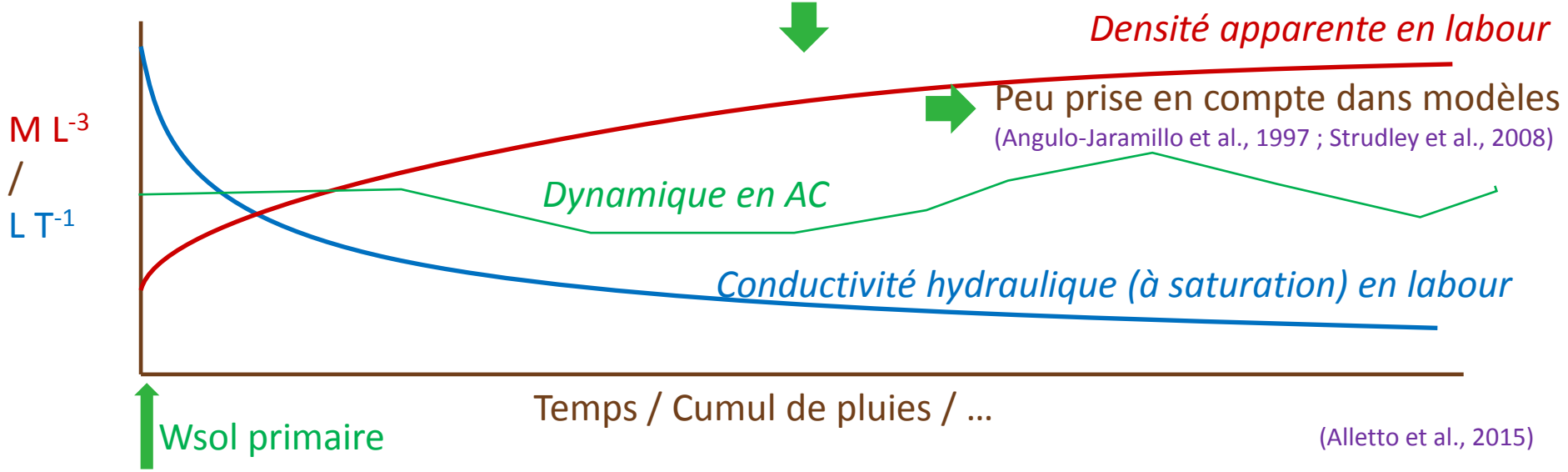


Alors l'agroécologie, ça permet de stocker plus d'eau dans les sols ?

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)



(Alletto et al., 2015)

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

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 ?

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 ?

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 ?

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

Geoderma 377 (2020) 114590

Contents lists available at ScienceDirect

Geoderma

journal homepage: www.elsevier.com/locate/geoderma

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

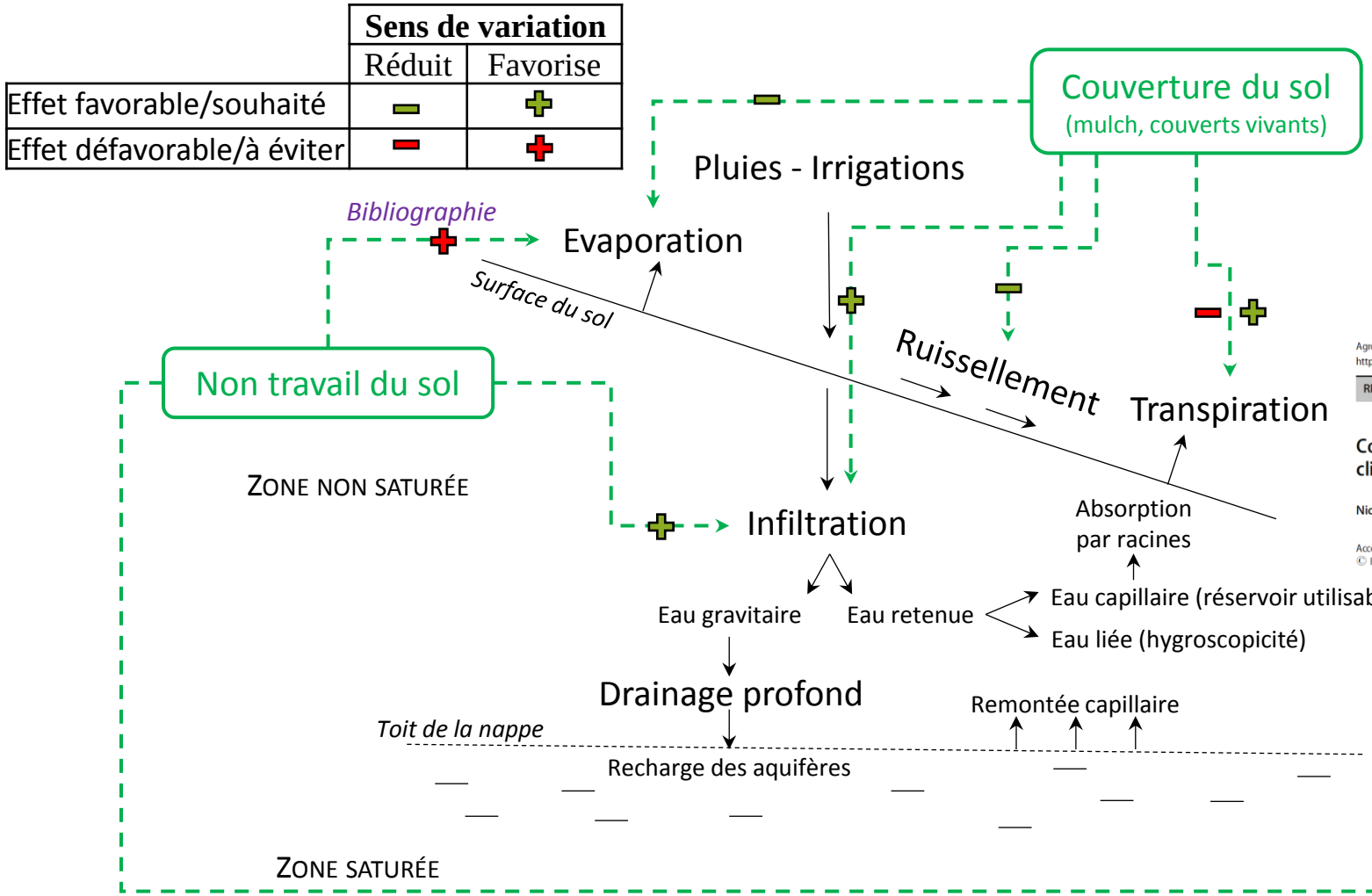
Sixtine Cueff[a,b,*], Lionel Alletto[a], Marjolaine Bourdat-Deschamps[b], Pierre Benoit[b], Valérie Pot[b,*]

[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 ?

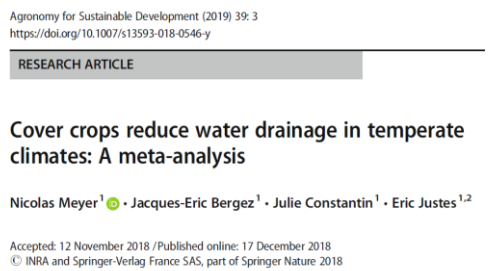
Synthèse

	Sens de variation	
	Réduit	Favorise
Effet favorable/souhaité	−	+
Effet défavorable/à éviter	−	+





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 Meyer[1] · Jacques-Eric Bergez[1] · Julie Constantin[1] · Eric Justes[1,2]

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

Eléments de conclusion…

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

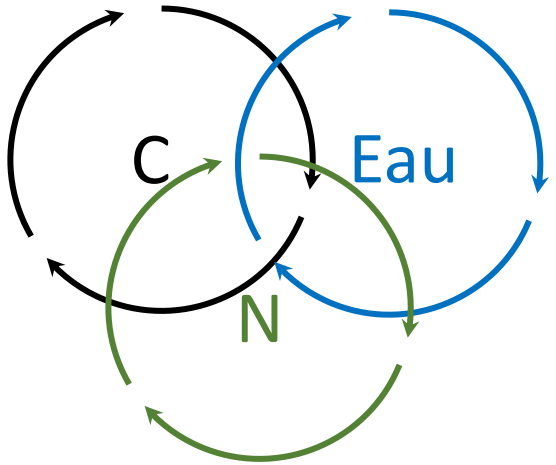
► de maintenir / améliorer les performances économiques des exploitations agricoles (notamment par une moindre dépendance aux intrants)

► 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

Eléments de conclusion…

► Pour que ces fonctions et services s'améliorent, un **objectif prioritaire** :

Accroitre les quantités de matières organiques des sols afin d'améliorer le couplage des cycles du carbone, de l'azote et de l'eau



Remerciements

BAG'AGES

- 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