



HAL
open science

Pratiques et Systèmes Agroécologiques & Gestion quantitative et qualitative de l'Eau

Lionel Alletto

► **To cite this version:**

Lionel Alletto. Pratiques et Systèmes Agroécologiques & Gestion quantitative et qualitative de l'Eau. 9ème édition d'Innov-Agri, Sep 2022, Ondes, France. 35p. hal-03774767

HAL Id: hal-03774767

<https://hal.science/hal-03774767>

Submitted on 12 Sep 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

7
septembre
2022

INNOV-AGRI
LE SALON QUI CULTIVE



INRAE
la science pour la vie, l'humain, la terre



➤ Pratiques et Systèmes Agroécologiques & Gestion quantitative et qualitative de l'Eau

Lionel Alletto

UMR Agroécologie, Innovations, Territoires

lionel.alletto@inrae.fr

 @LionelAlletto


**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**
*Liberté
Égalité
Fraternité*

INRAE



➤ Qu'est-ce que l'Agroécologie ? (1/2)

➤ **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)



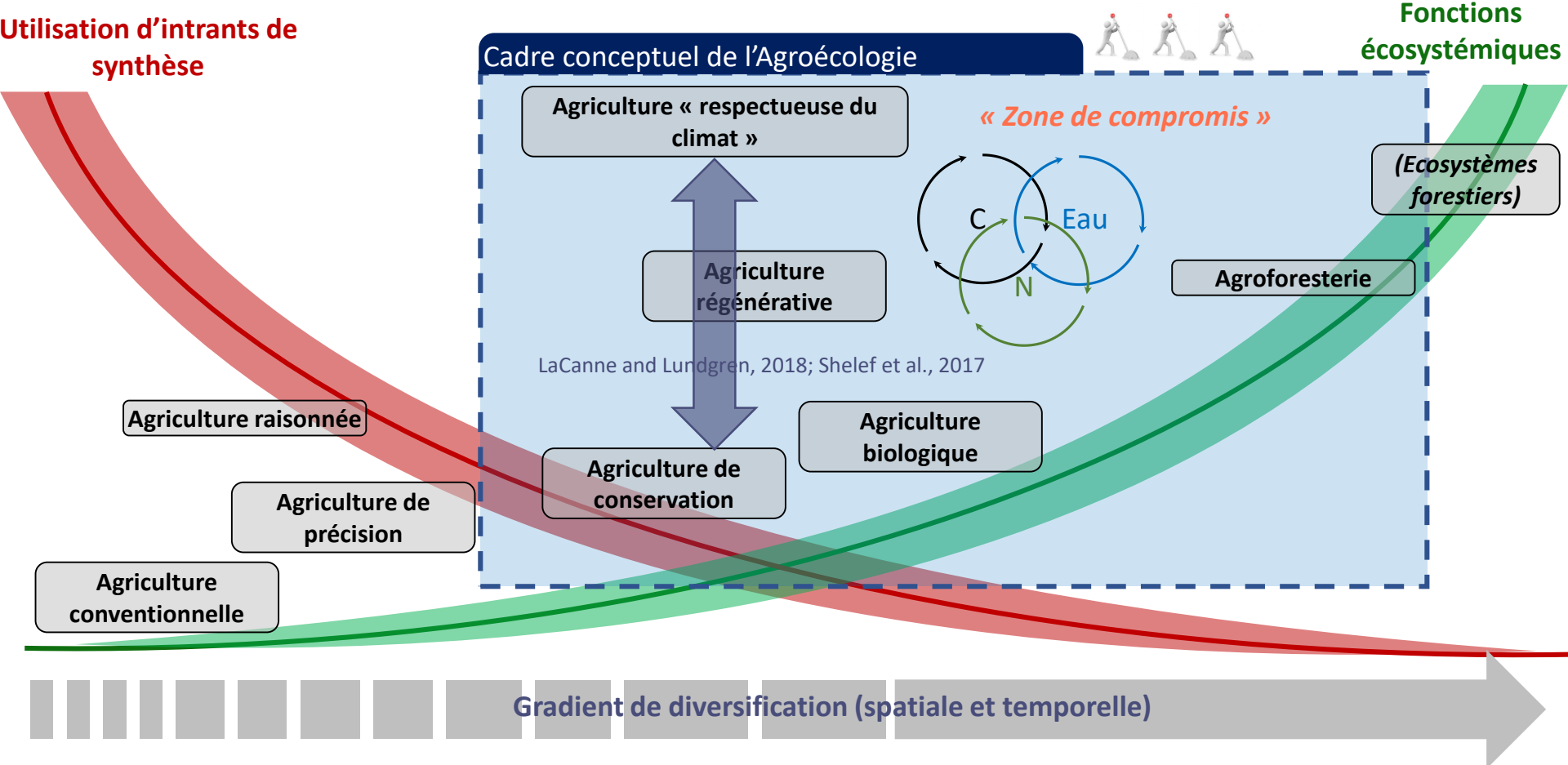
➤ Dans son acception la plus large, l'agroécologie vise à **promouvoir des systèmes alimentaires viables** respectueux des hommes et de leur environnement (Gliessmann, 1998)



➤ Qu'est-ce que l'Agroécologie ? (2/2)

Utilisation d'intrants de synthèse

Fonctions écosystémiques



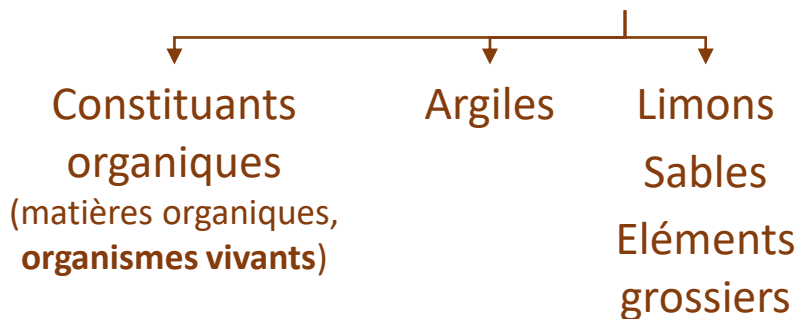
INRAE

Pratiques et Systèmes Agroécologiques & Gestion quantitative et qualitative de l'Eau

7-09-2022, Innov-Agri / Lionel Alletto

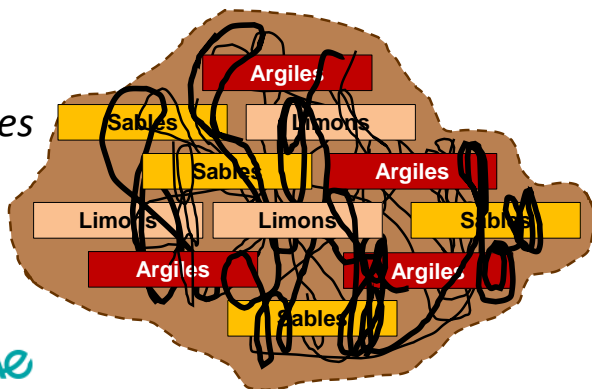
➤ Le Sol, en quelques mots...

► 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)

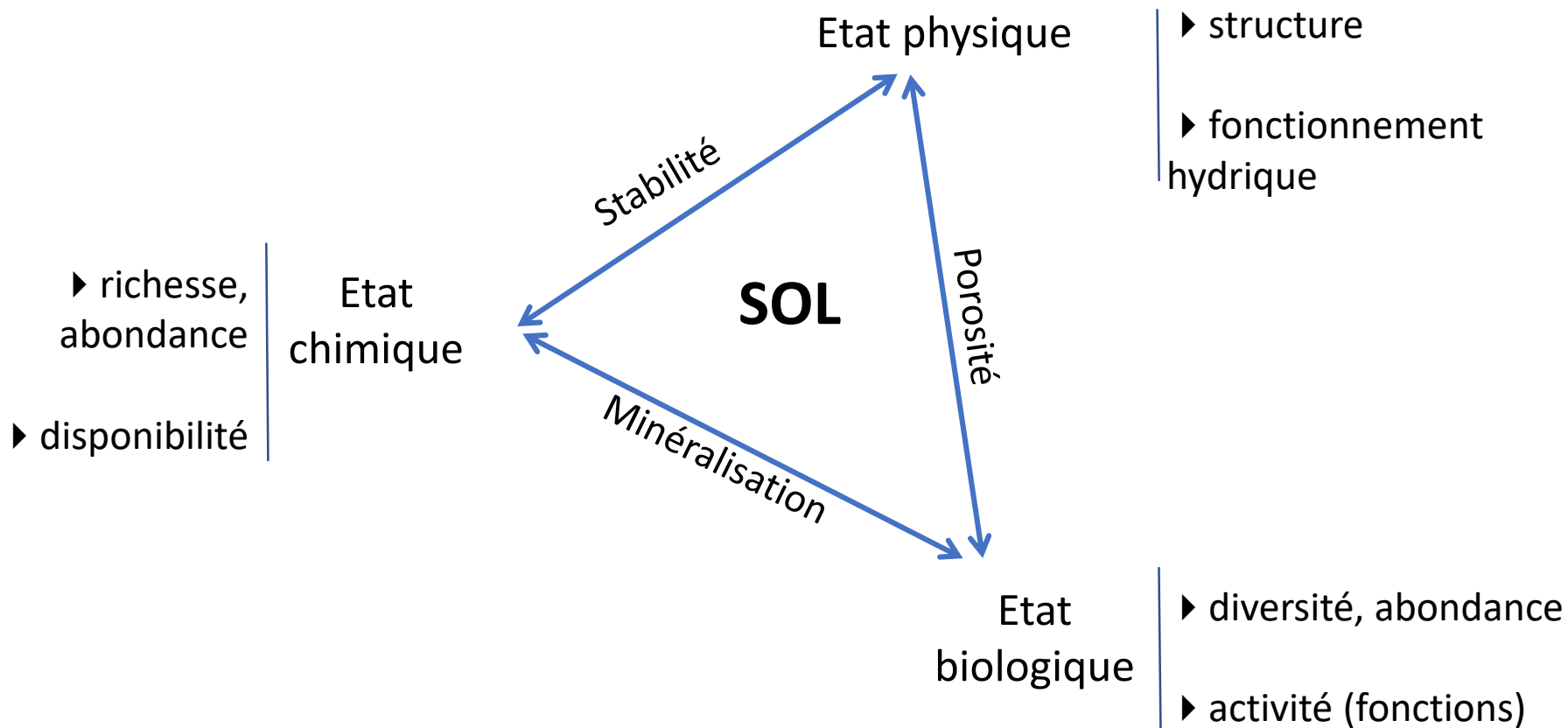
gazeuse

0 ↔ 50 %

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



➤ Le Sol : un système interactif et dynamique



➤ Le Sol, épiderme vivant et fragile de la Terre

Quelques causes de dégradation...

- Salinisation
- Erosion

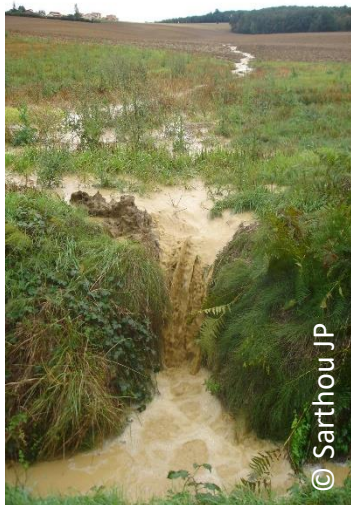
➤ Erosion des sols : en quelques chiffres...

▶ en moyenne, il faut 2000 ans pour créer 10 cm de sol et on perd environ **0,9 mm / an** de sols agricoles (FAO, 2016)

▶ 20-30 Milliards de tonnes de sol sont perdues annuellement, soit environ **3 tonnes / personne / an** (FAO, 2016)

▶ 80 % des surfaces agricoles mondiales sont sujettes à une érosion forte, 10 % à une érosion faible (Pimentel, 1993; Lal, 1994)

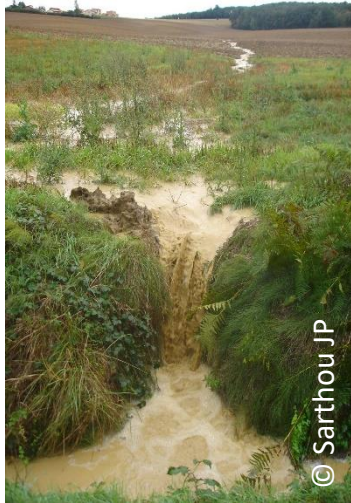
▶ **Pertes ≈ 30 t/ha/an** variant de 0,5 à 400 t/ha/an (Pimentel et al., 1995)



➤ Le Sol, épiderme vivant et fragile de la Terre

Quelques causes de dégradation...

- Salinisation
- Erosion
- Imperméabilisation



➤ Artificialisation des sols...

▶ 5 km d'autoroute ≈ surface agricole d'une exploitation 'moyenne' française

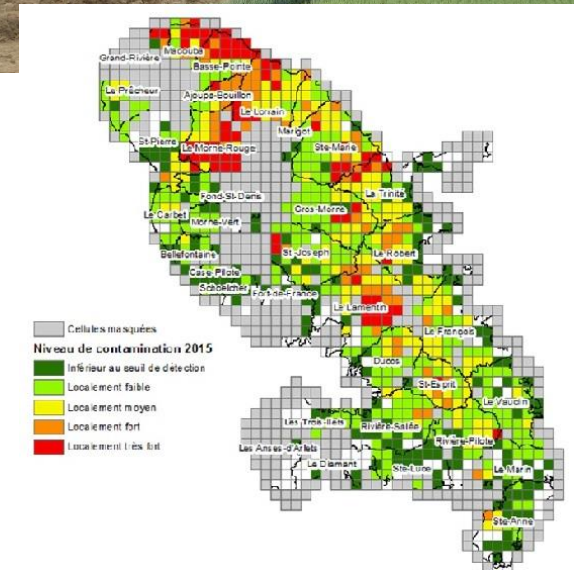
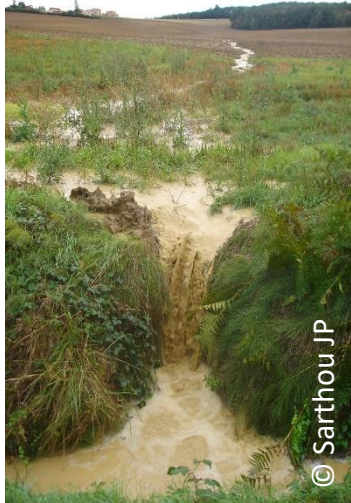
▶ Objectif « zéro artificialisation nette »
France : 47 km² / 100 000 hab (CGDD, 2019)

Allemagne : 41 ; RU : 30 ; Italie : 26

➤ Le Sol, épiderme vivant et fragile de la Terre

Quelques causes de dégradation...

- Salinisation
- Erosion
- Imperméabilisation
- Contamination



(DDAF Martinique, 2019)



INRAE

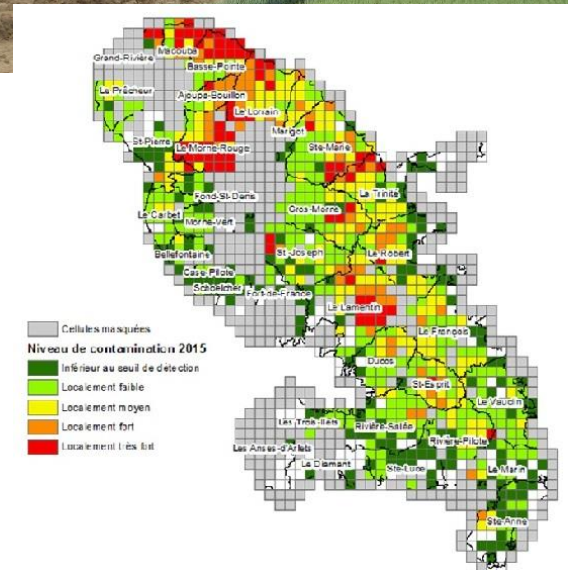
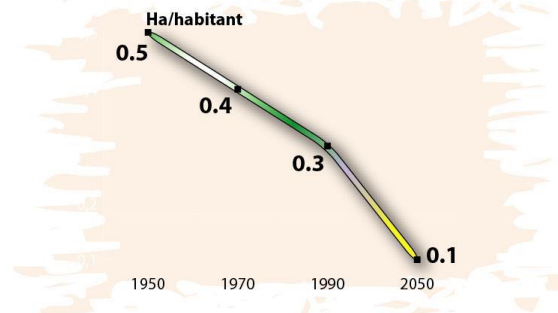
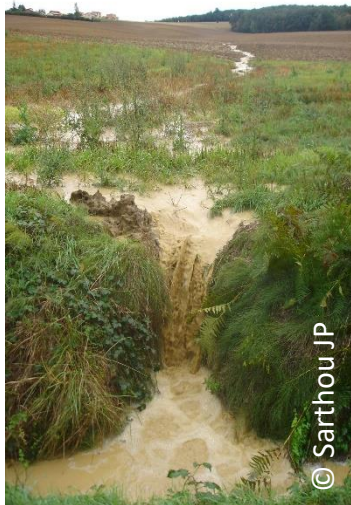
Pratiques et Systèmes Agroécologiques & Gestion quantitative et qualitative de l'Eau

7-09-2022, Innov-Agri / Lionel Alletto

➤ Le Sol, épiderme vivant et fragile de la Terre

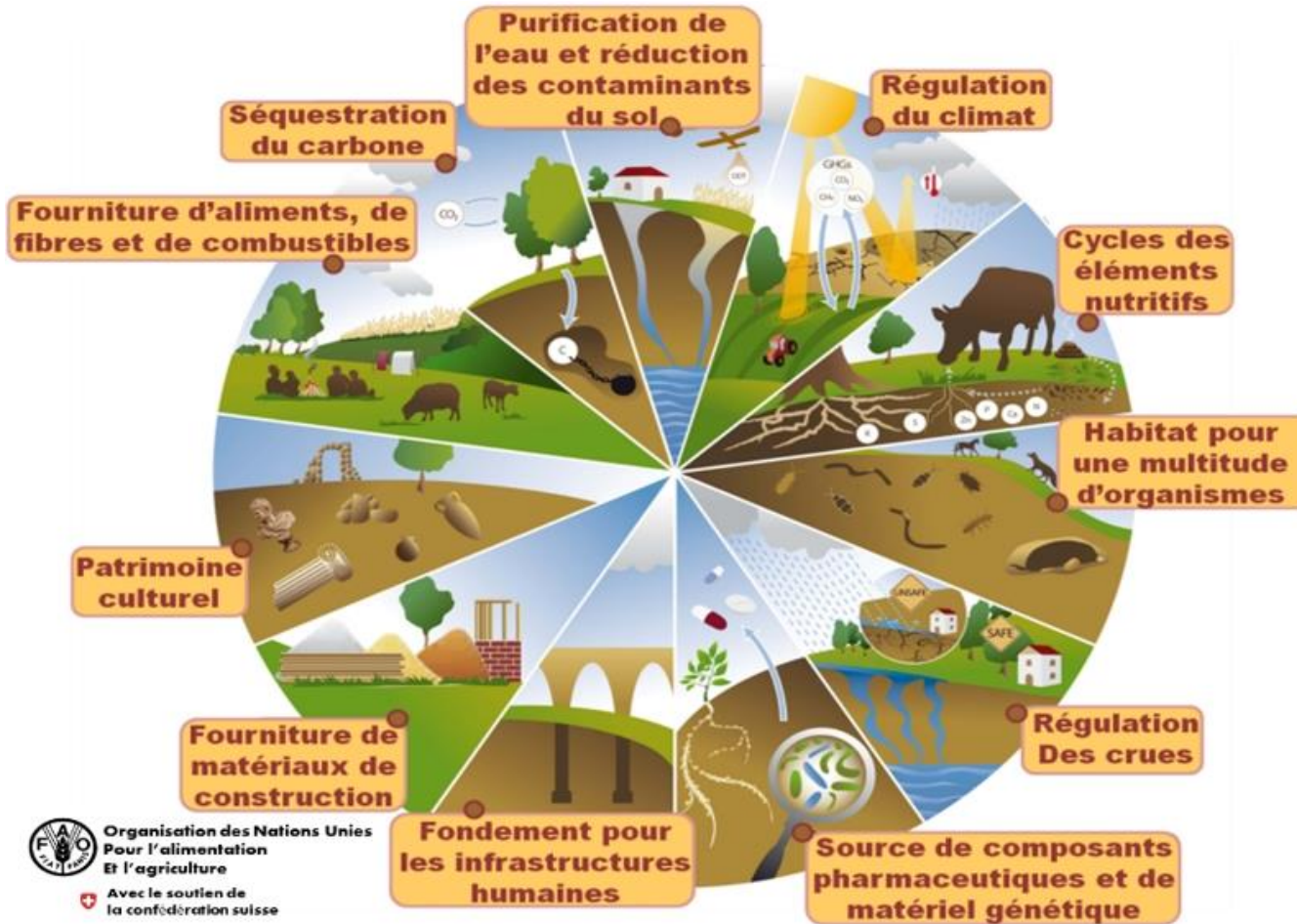
Quelques causes de dégradation...

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

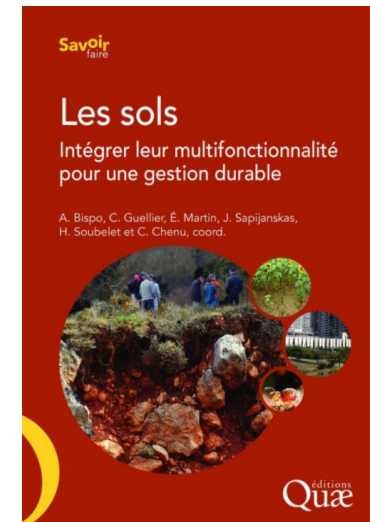


(DDAF Martinique, 2019)

➤ Le Sol, une multifonctionnalité pour répondre aux enjeux globaux



Pour en savoir plus :



INRAE

Pratiques et Systèmes Agroécologiques & Gestion quantitative et qualitative de l'Eau

7-09-2022, Innov-Agri / Lionel Alletto



Bassin Adour-Garonne : Quelles performances des pratiques agroécologiques ?

2016-2021

INRAE



INRAE

Pratiques et Systèmes Agroécologiques & Gestion quantitative et qualitative de l'Eau

7-09-2022, Innov-Agri / Lionel Alletto

➤ Questions de recherche traitées



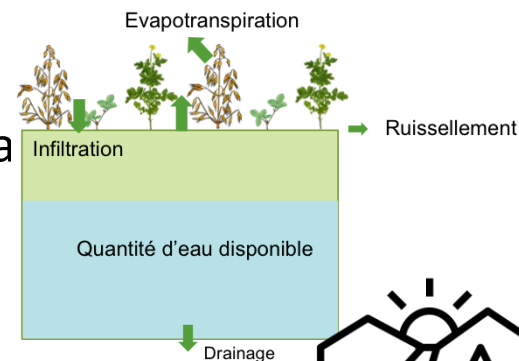
Quels sont les effets des pratiques agroécologiques sur le cycle de l'eau ?

Quantité d'eau stockée et dynamique dans le sol

Infiltration, ruissellement, transfert aux cours d'eau

Transfert de polluants (nitrate, pesticides) aux cours d'eau

Compatibilité qualité/quantité d'eau

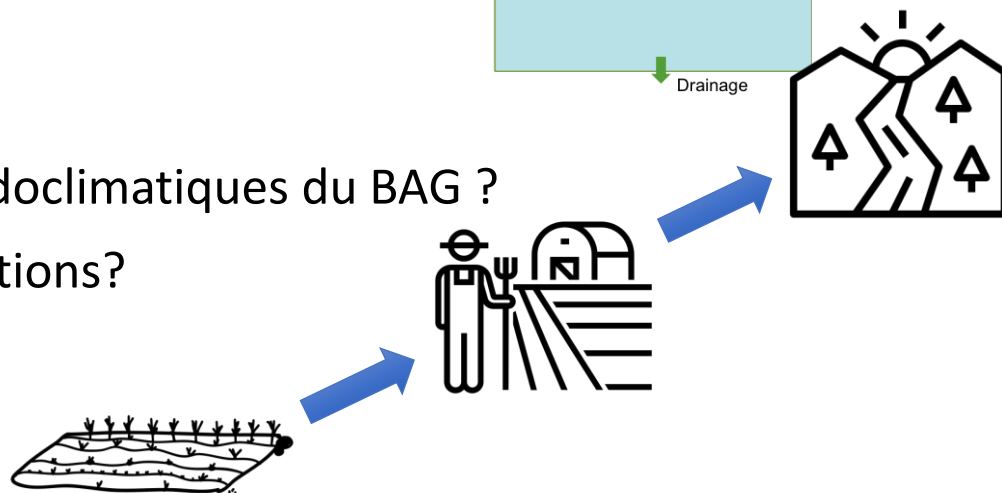


Quel effet de ces systèmes :

Dans les diverses situations pédoclimatiques du BAG ?

Sur les performances des exploitations?

A l'échelle du bassin versant ?



Quelle vulnérabilité face au changement climatique ?



➤ Organisation du projet



Analyse des processus à l'échelle de la parcelle agricole : parcelles et modélisation

Données & Formalismes

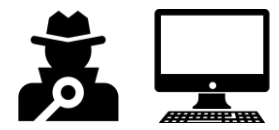
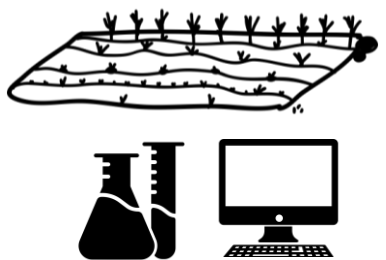
Téledétection et Modélisation à l'échelle du bassin versant : diagnostic et scénarios

Coordination du projet

Parcelles communes indicateurs/mesures

Pratiques données économiques

Evaluation agronomique et technico-économique à l'échelle de l'exploitation agricole



➤ Quelques illustrations issues de BAG'AGES



➤ Illustration 1 : fonctionnement hydrique de sols en Agriculture de Conservation



Sixtine CUEFF – 2017-2020

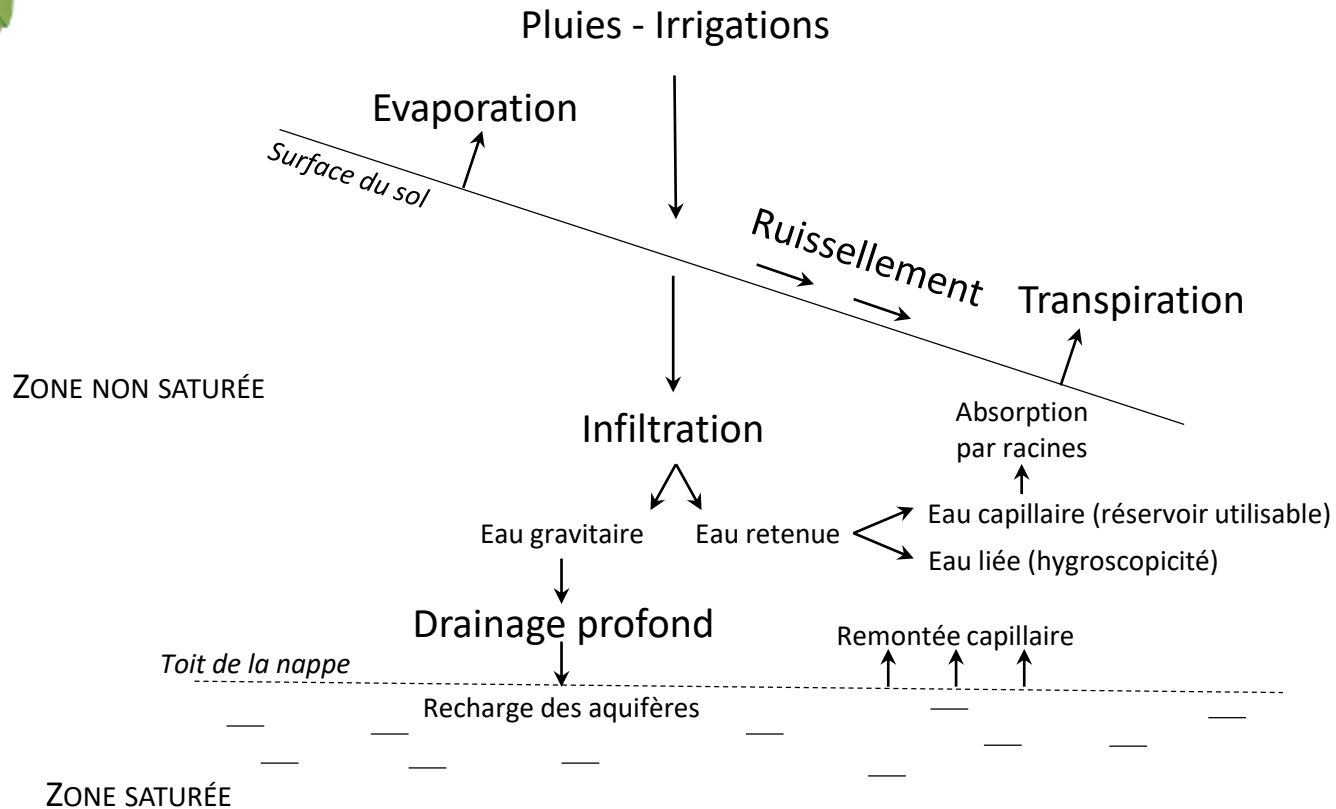
➤ Illustration 2 : fonctionnement biologique de sols en Agriculture de Conservation



Arthur MAES – 2018-2021

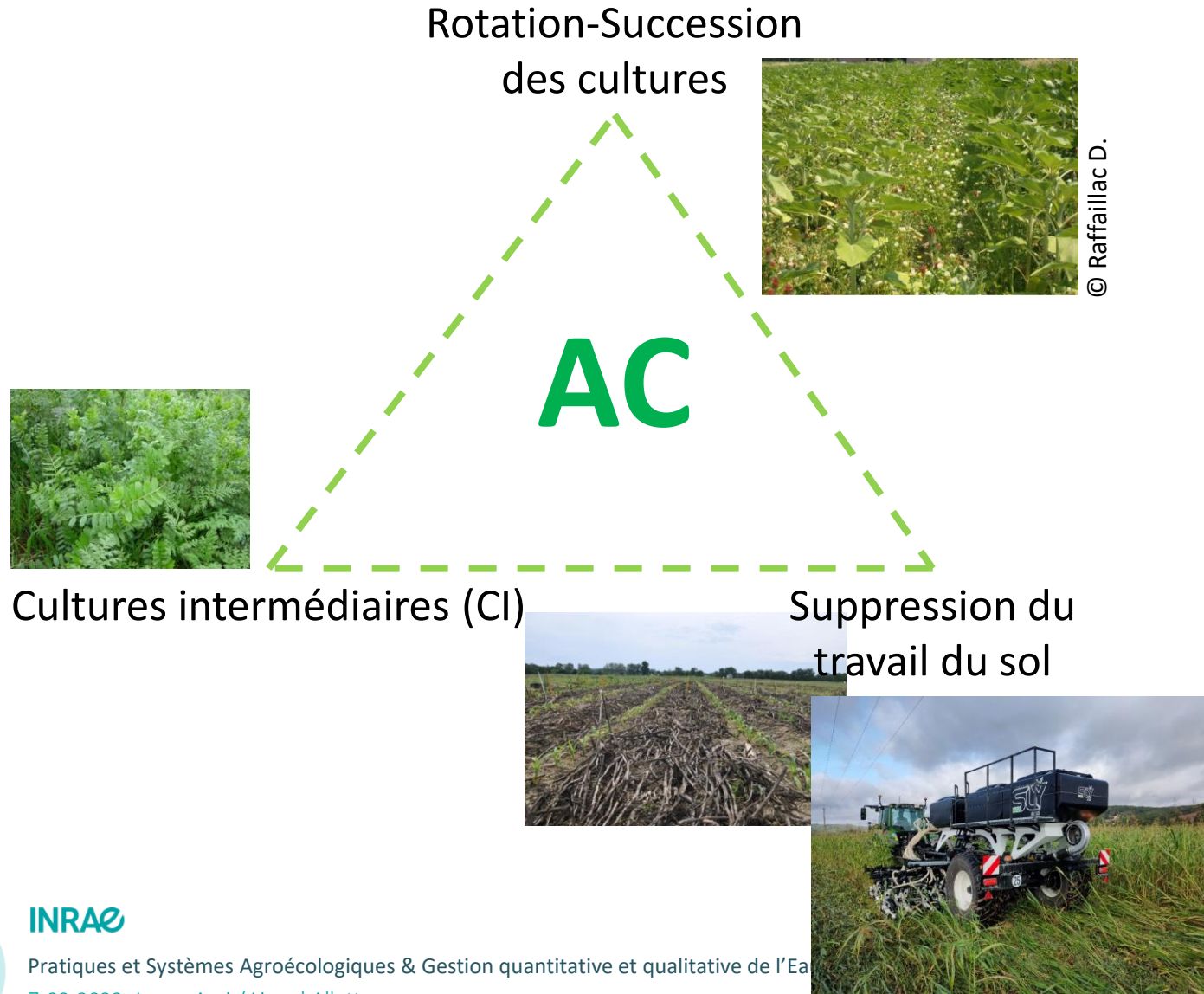


➤ Systèmes agroécologiques et dynamique de l'eau

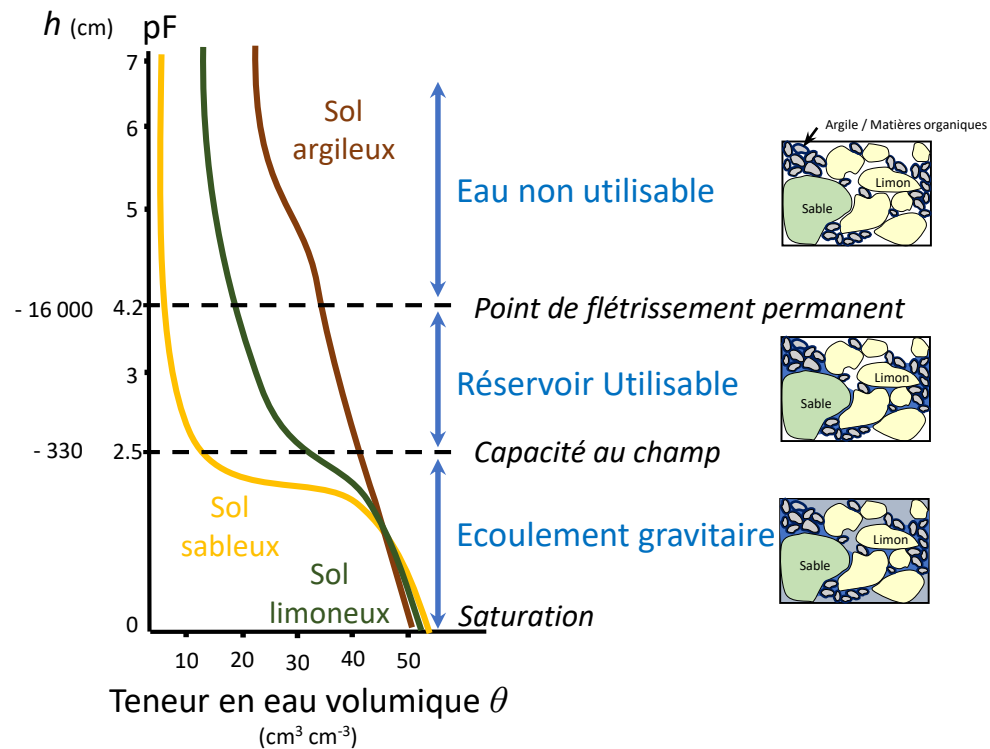


➤ Systèmes agroécologiques et dynamique de l'eau

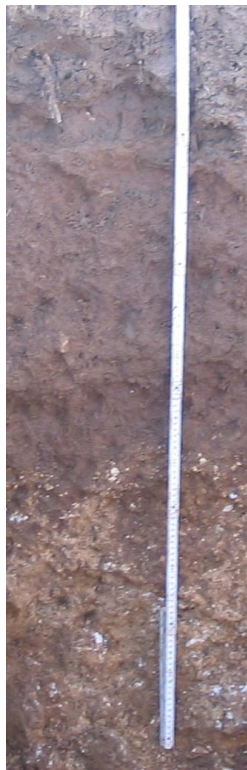
Un exemple aux effets importants sur le fonctionnement hydrique des sols : l'Agriculture de Conservation



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



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



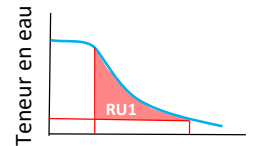
0-30 cm : horizon « travaillé »

30-50 cm : Bt1

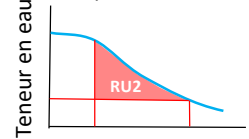
50-65 cm : Bt2

65-110 cm : C1

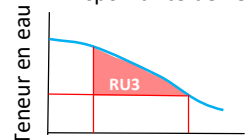
>110 cm : C2



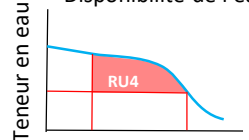
Disponibilité de l'eau



Disponibilité de l'eau



Disponibilité de l'eau



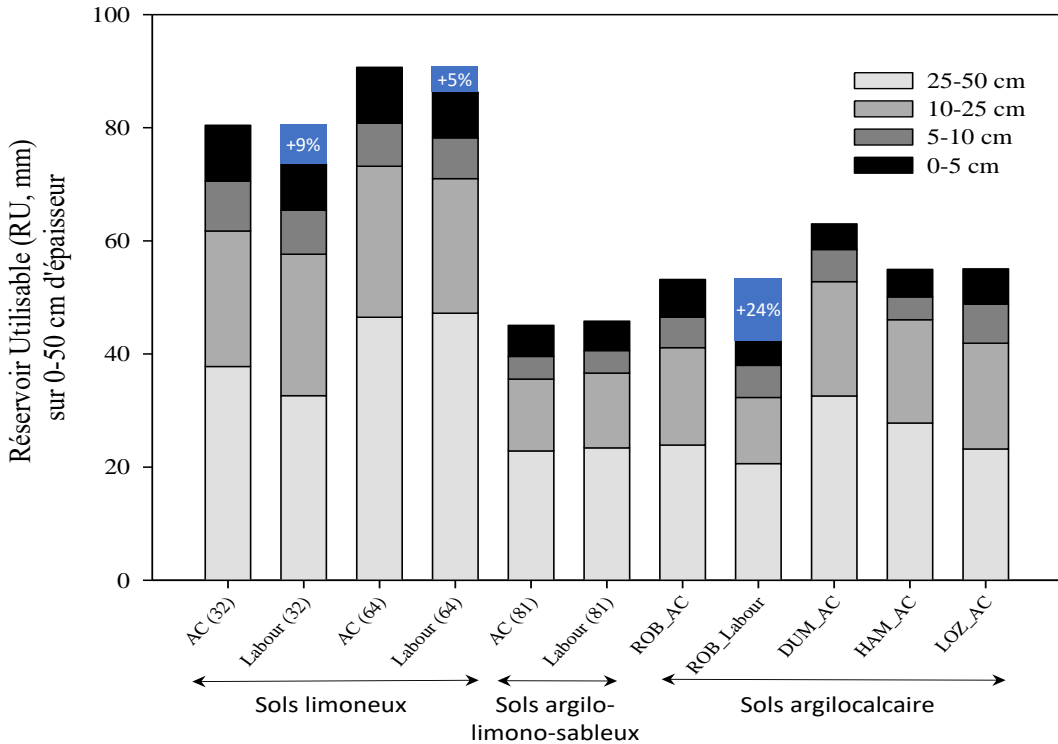
Disponibilité de l'eau

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



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^{b,c}

^a Université de Toulouse, INRAE, UMRI AGIR, P-31326, Castanet-Tolosan, France
^b Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMRI ECOFYS, 75205, Thiverval-Grignon, France
^c Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMRI MIA Paris, 75005, Paris, France





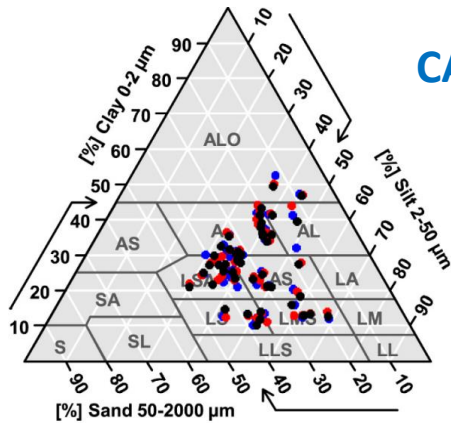
Sixtine CUEFF

Illustration 1 : fonctionnement hydrique de sols en Agriculture de Conservation



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

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



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

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

^a Université de Toulouse, INRAE, UMR AGIR, F-31320, Castanet-Tolosan, France
^b Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR ECOSYS, 70550, Thiverval-Grignon, France
^c Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR MIA Paris, 75005, Paris, France



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

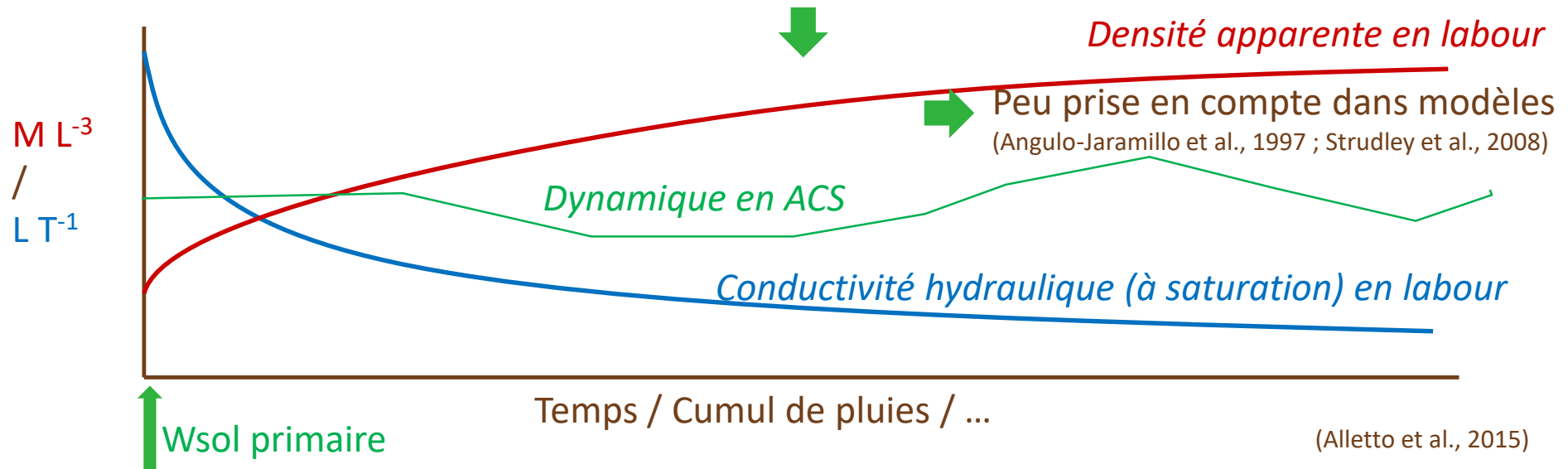


➤ LEVIER 2 : les capacités d'infiltration d'un sol

Conductivité hydraulique : aptitude du milieu poreux à transmettre l'eau qu'il contient pour une teneur en eau donnée (ou un potentiel matriciel donné).



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

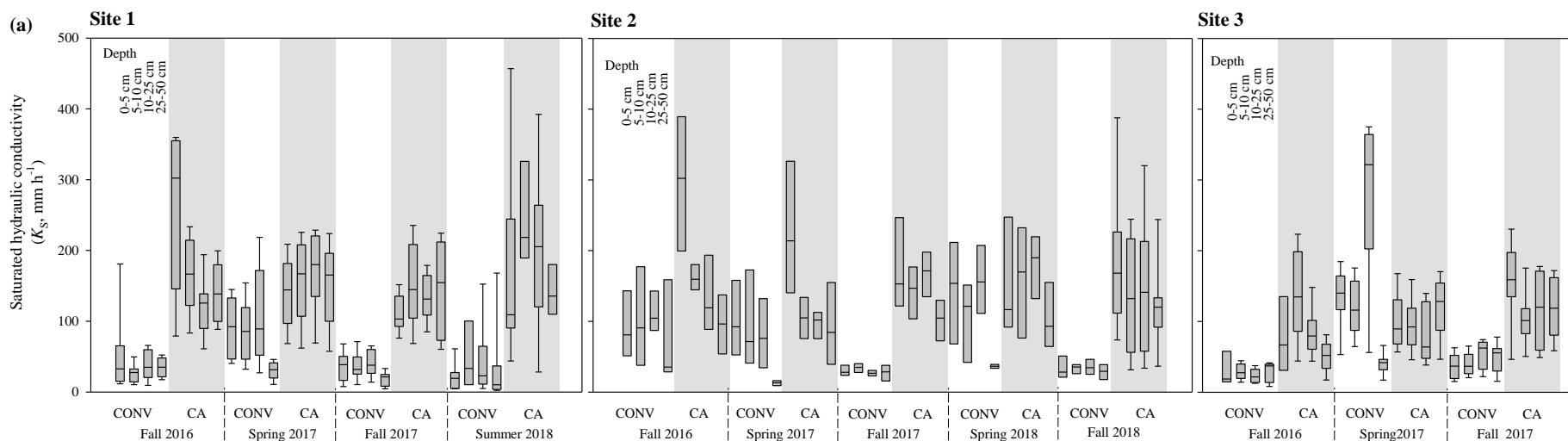


LEVIER 2 : les capacités d'infiltration d'un sol

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

AC (20 ans)	160 mm h ⁻¹	AC (10 ans)	150 mm h ⁻¹	AC (8 ans)	100 mm h ⁻¹
Labour	50 mm h ⁻¹	Labour	70 mm h ⁻¹	Labour	70 mm h ⁻¹

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



➤ Systèmes agroécologiques et dynamique de l'eau



➤ Systèmes agroécologiques et dynamique de l'eau





➤ 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

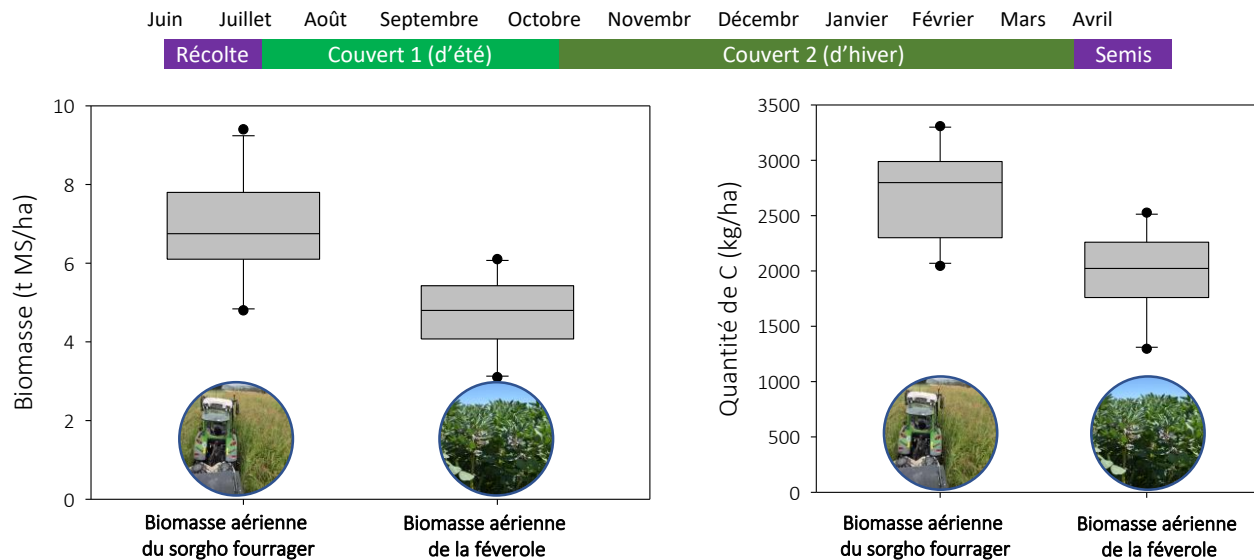
→ Pas de modification

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

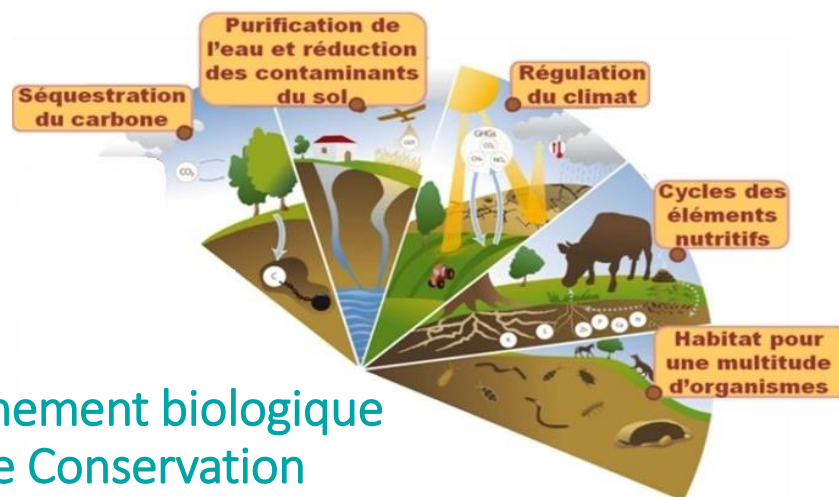
Levier n°1 :
les couverts
végétaux !

(Pellerin et al., 2019)

➤ Illustration 1 : restitution de C par 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



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



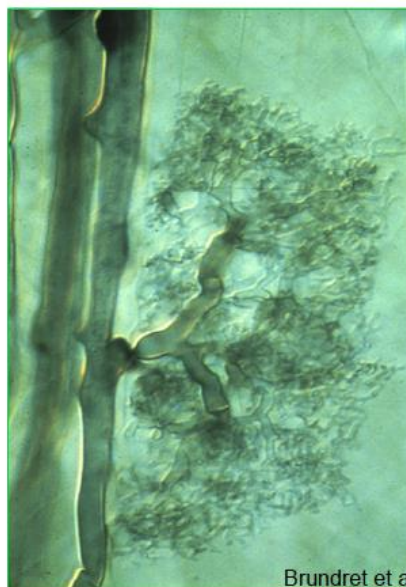
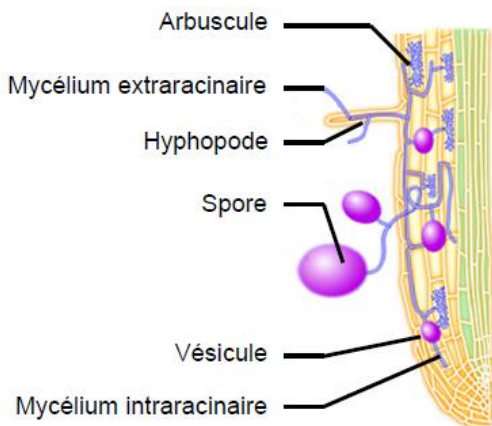
Arthur MAES – 2018-2021

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

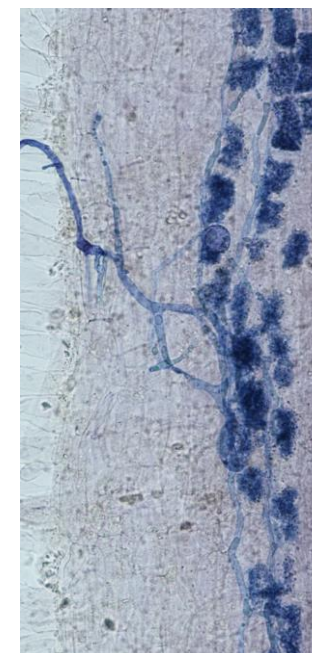
Symbiose mycorhizienne

> Champignons (endo)Mycorhizien Arbusculaire (CMA) :

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



Arthur MAES – 2018-2021

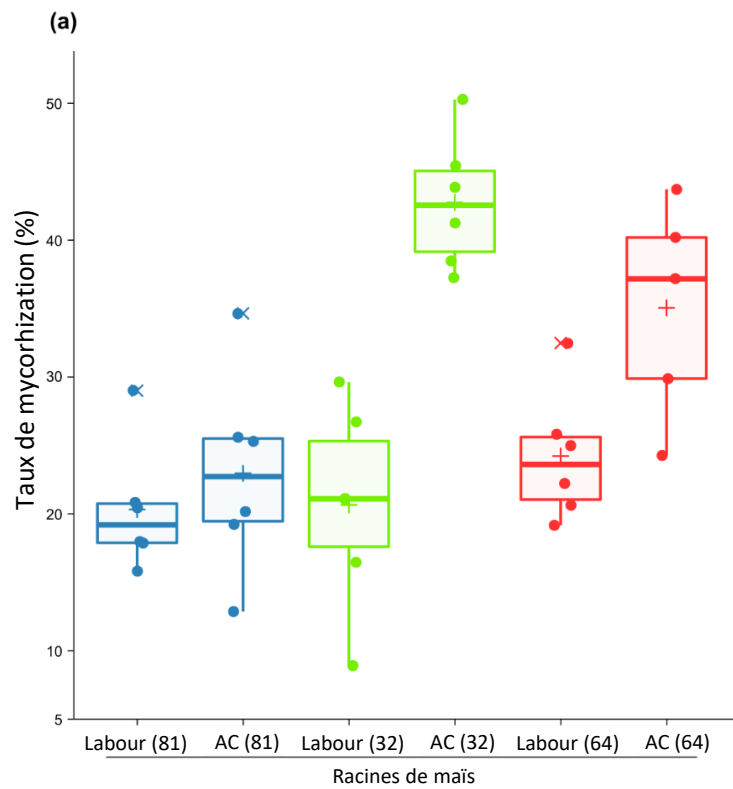


©Le Ru Aurélie

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

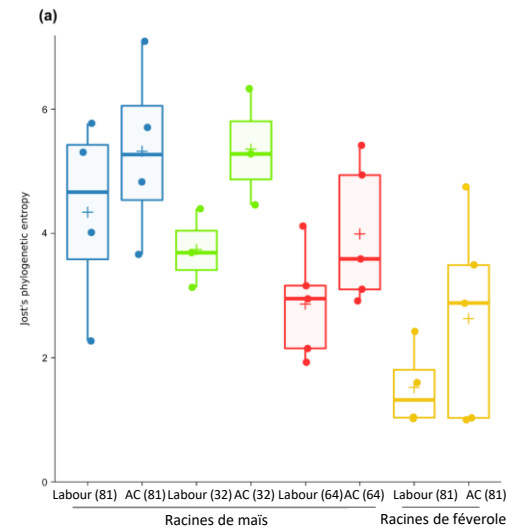


Arthur MAES – 2018-2021



► **Mycorhization plus importante en AC**
 → Lien à explorer entre durée de couverture des sols / biomasse des couverts et taux de mycorrhization

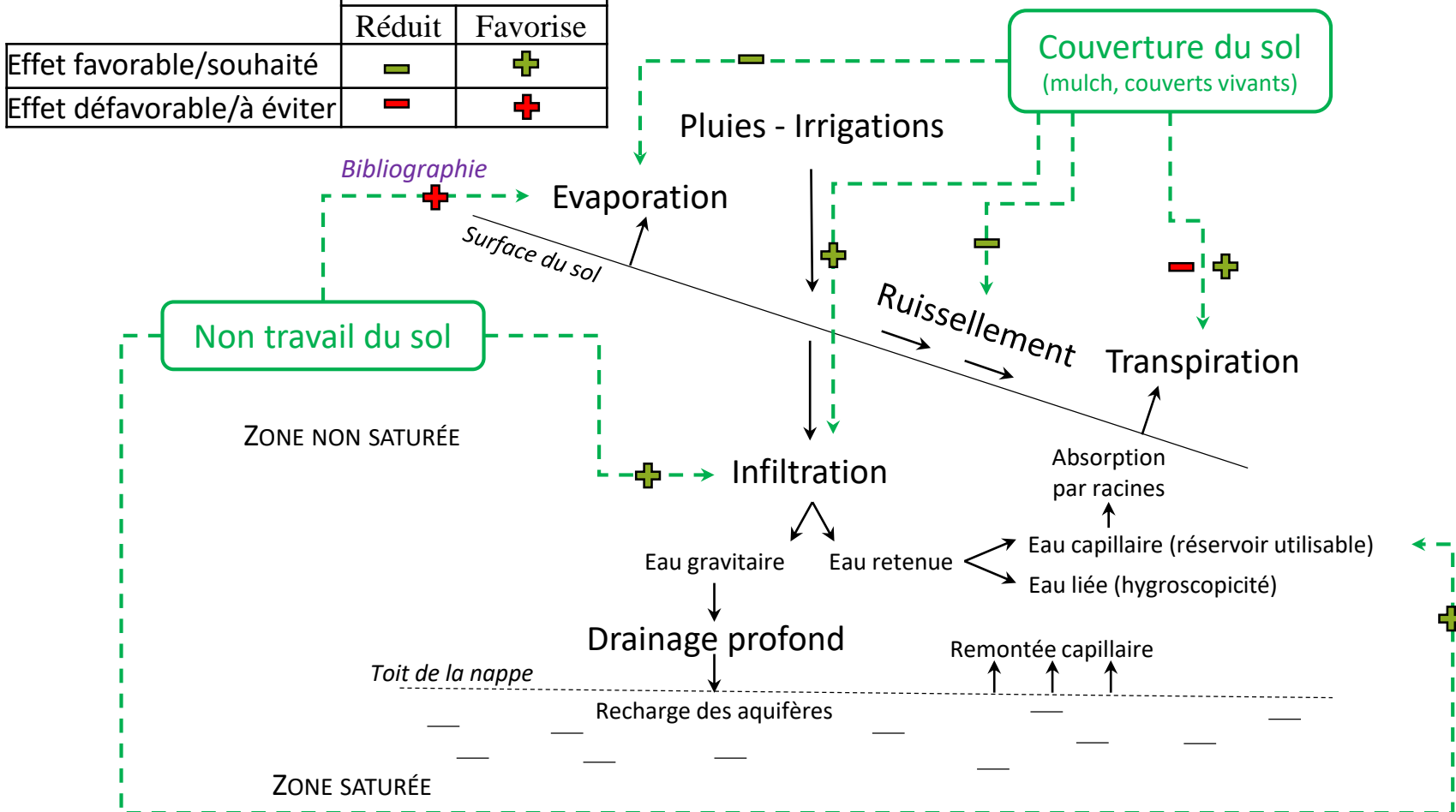
► **Diversité des CMA plus importante en AC**



➤ Systèmes agroécologiques et dynamique de l'eau



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



➤ Éléments de conclusion

Les systèmes agroécologiques peuvent permettre :

- ▶ d'**améliorer** / de **restaurer** plusieurs **fonctions écosystémiques** :
 - rétention (+ 5 à 12 %) et infiltration d'eau (x 1,5 à 5)
 - 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 : l'utilisation des pesticides demeure un talon d'Achille notamment en AC



INRAE

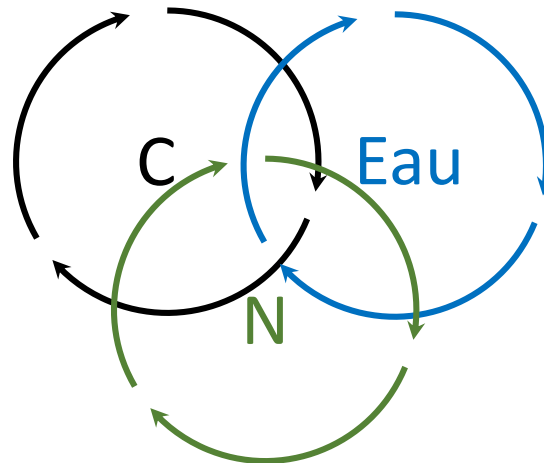
Pratiques et Systèmes Agroécologiques & Gestion quantitative et qualitative de l'Eau

7-09-2022, Innov-Agri / Lionel Alletto

↪ **Gestion qualitative de l'eau**

➤ Éléments de conclusion

► 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**



➤ **Merci pour votre invitation et votre attention.**



lionel.alletto@inrae.fr



@LionelAlletto