

**ENJEUX DES PAILLAGES ET
COUVERTURES DU SOL
DANS LES SYSTÈMES
AGROÉCOLOGIQUES**



**ENSEIGNEMENTS ISSUS DE RECHERCHES DANS LES
SYSTÈMES DE CULTURES ASSOLÉS ET EN
PRODUCTION LÉGUMIÈRE**

PLAN DE LA PRÉSENTATION

- ➔ Définition et typologie des paillages
- ➔ Enjeux : pourquoi pailler et couvrir ses sols ? une solution agroécologique ?
- ➔ Les paillages plastiques
- ➔ Les paillages organiques: Focus sur les couverts roulés dans les systèmes assolés
- ➔ Comment les intégrer dans les systèmes de culture ?



QU'EST QUE LE PAILLAGE EN AGRICULTURE ?

Le paillage en agriculture est le fait de couvrir le sol avant, pendant et/ou après le cycle d'une culture.

Le terme "paillage" dérive de l'anglais "mulch", possiblement du mot allemand "mölsch" signifiant "mou" ou "pourri".

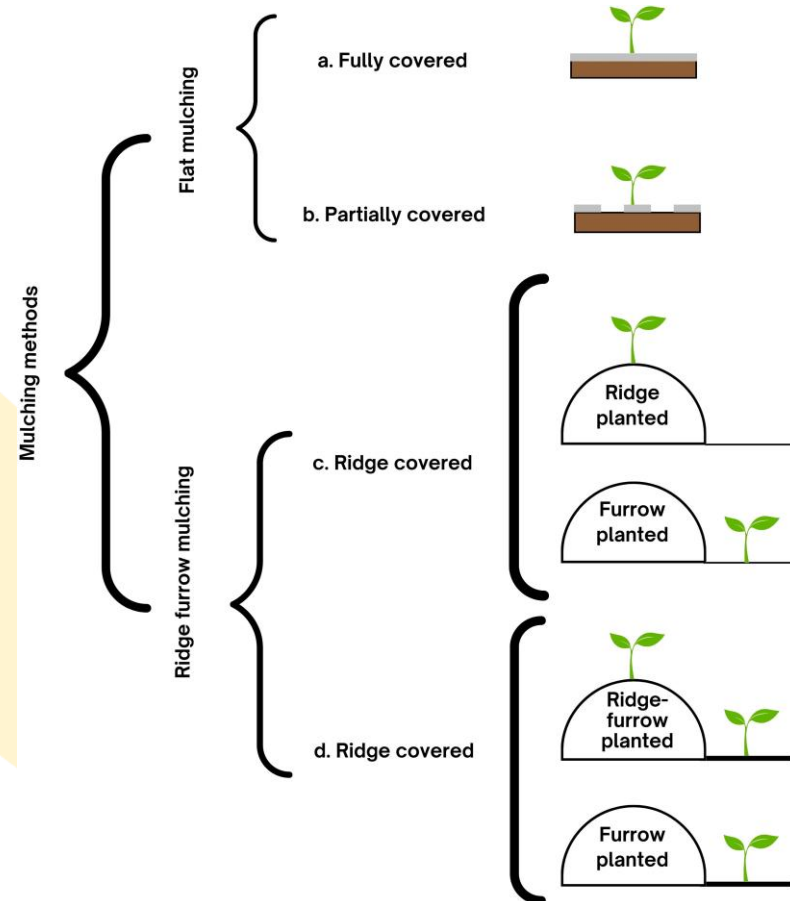
Cette pratique ancestrale utilisant pierres, graviers et sable volcanique existait déjà à la préhistoire dans les zones arides.

L'évolution moderne a commencé avec les agronomes du XVI^e siècle, puis s'est accélérée avec l'introduction du polyéthylène en 1948.



QU'EST QUE LE PAILLAGE EN AGRICULTURE ?

Il existe ainsi une grande diversité de paillage, tant en terme de types de paillage que de méthodes pour pailler dans le temps et dans l'espace.



Compost mulch



Straw mulch



Bark mulch



Newspaper mulch



Wood chips mulch



Saw dust mulch



Plastic mulch film



Black plastic mulch



LDPE plastic

CETTE DIVERSITÉ CRÉÉE DE NOMBREUSES TYPOLOGIES

Les grands types de paillis et couverture du sol



Matériaux Organiques

- Paille, copeaux de bois
- Compost, fumier
- Résidus agricoles
- Cultures de couverture



Matériaux Synthétiques

- Films polyéthylène (PE)
- Films biodégradables (PLA, PBAT)
- Films photodégradables
- Tissus non tissés



Matériaux Spéciaux

- Gravier, sable volcanique
- Papier renforcé
- Matériaux recyclés
- Hydromulches

Matériaux mixtes



UNE PRATIQUE AGROECOLOGIQUE ?

En agroécologie, les pratiques sont conçues afin d'utiliser des processus naturels et en créant des interactions biologiques bénéfiques entre composants écologiques des agroécosystèmes. Les intrants externes sont ainsi limités, les processus écologiques favorisés par le développement des pratiques agroécologiques.

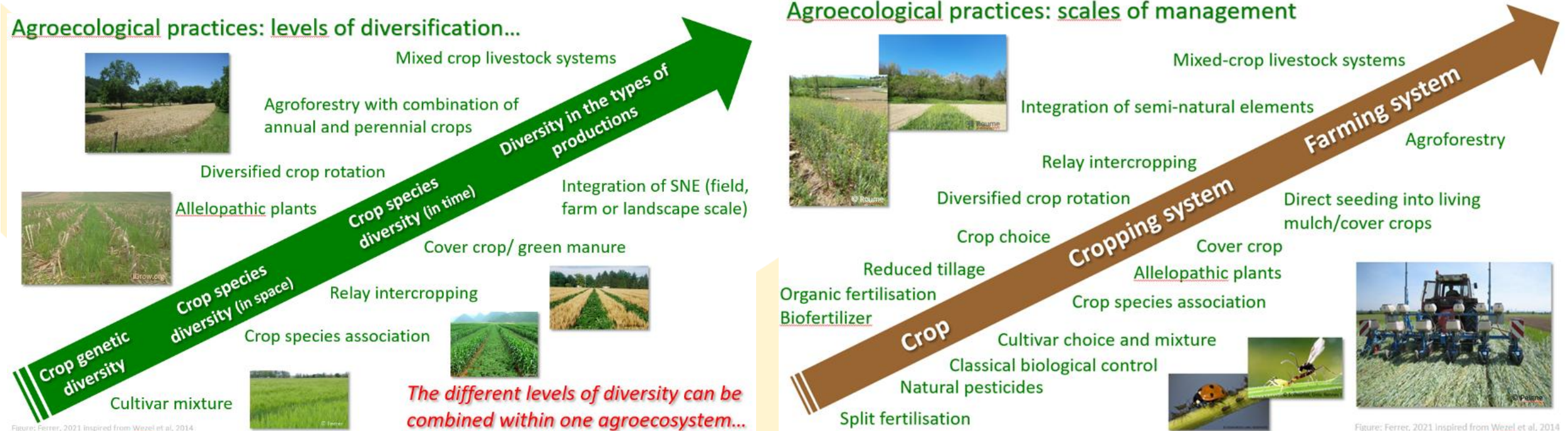
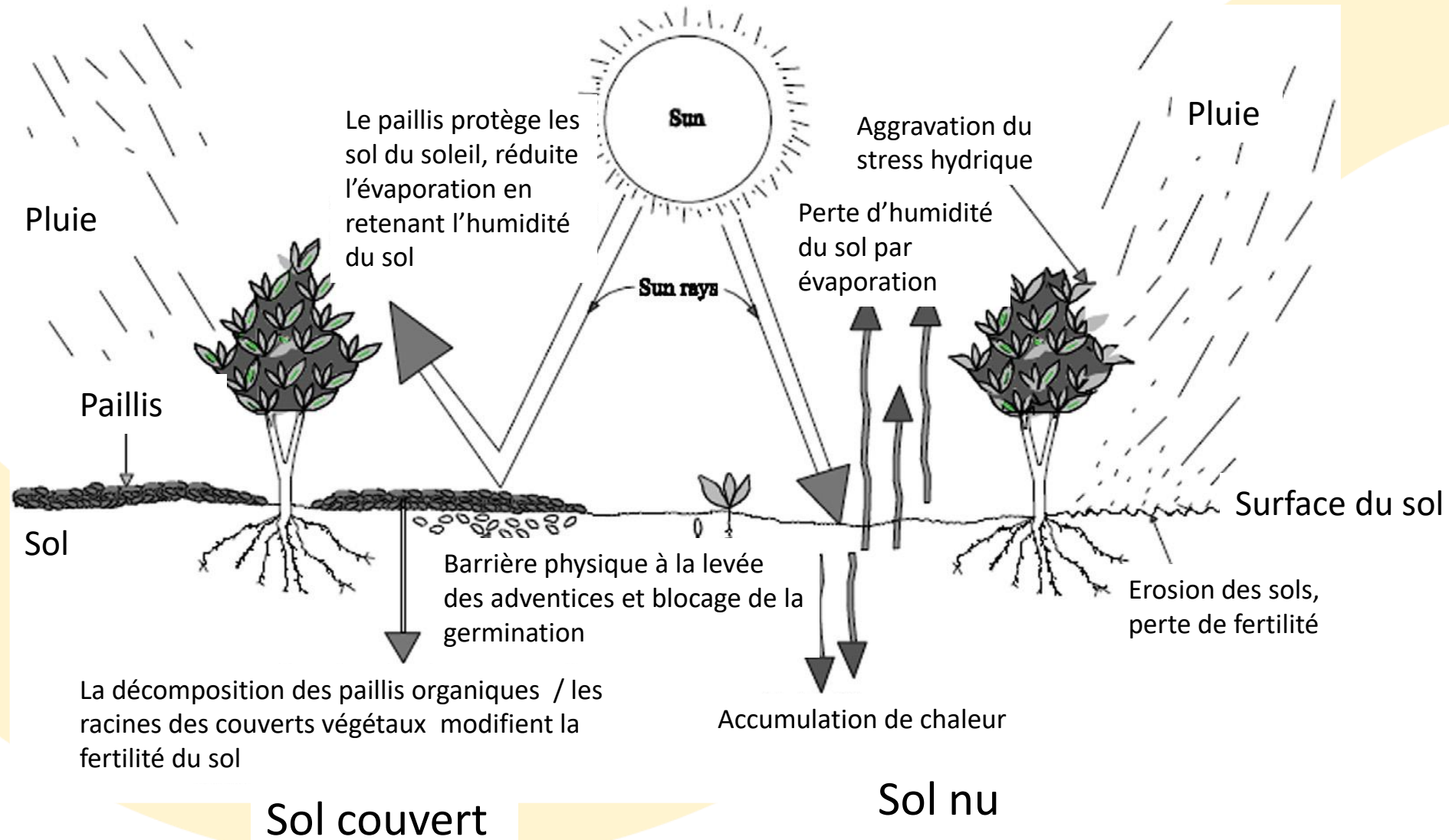


Figure: Ferrer, 2021 inspired from Wozniak et al, 2014

COUVRIR SON SOL MOBILISE DE NOMBREUX PROCESSUS BIOLOGIQUES ET ECOLOGIQUES



LES PAILLAGES PLASTIQUES

Ce que l'on sait, c'est qu'ils sont performants pour :

Conserver l'humidité du sol, réguler la température, supprimer les adventices et améliorer les rendements

Performance des Plastiques Conventionnels d'après une méta-analyse (Qin et al., 2015)



Ce que l'on sait, c'est qu'ils sont aussi dépendants des énergies fossiles, avec un impact environnemental important (micro-plastiques), une durabilité limitée et présentent des problèmes de recyclage



LES PAILLAGES ORGANIQUES

Une grande diversité de paillage, possible

Globalement mêmes bénéfices que les paillages plastiques, mais avec une plus grande variabilité de résultats et des effets supplémentaires :



Des effets + : amélioration de la fertilité biologique, physique et chimique des sols, produits biodégradables

Des effets –: produits trop dégradables (perte d'efficacité), quels effets réels sur le sol, court terme versus long terme ? Ravageurs et pathogènes ?

DES EFFETS EXTRÊMEMENT VARIABLES SUIVANT LE TYPE, L'ÉPAISSEUR, LES SURFACES COUVERTES, LE SOL ET LE CLIMAT.....

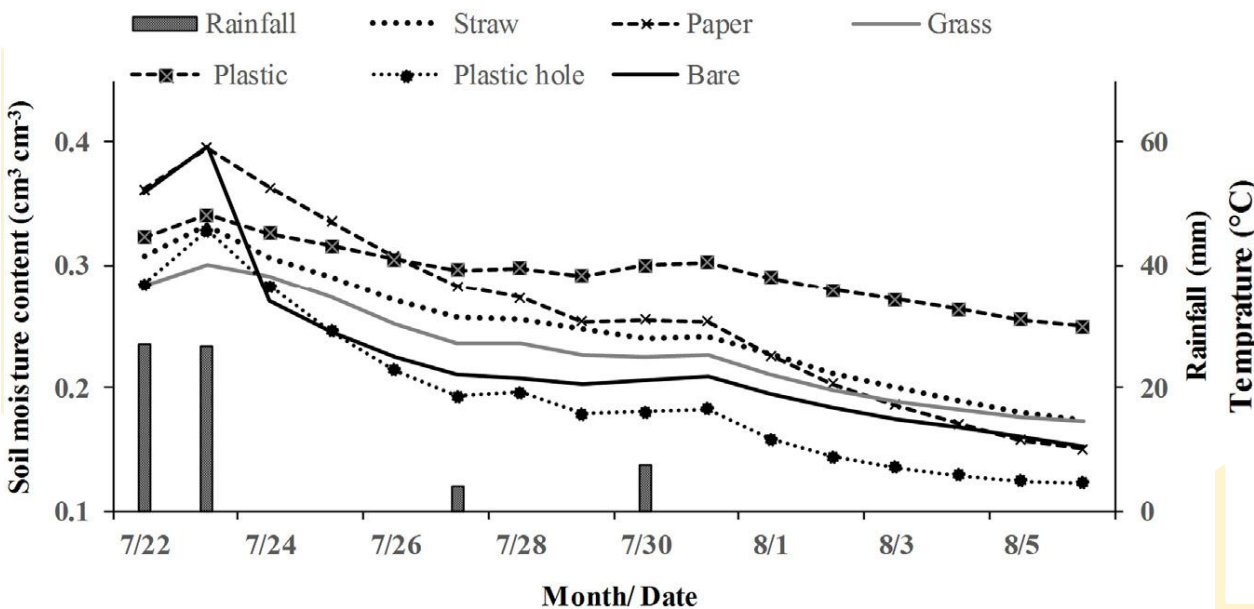


Fig. 2. Daily soil moisture variation at 5 cm soil depth under different mulching materials during soybean cultivation periods (June–August 2015) observed in Gifu University farm, Japan (Kader, 2016).

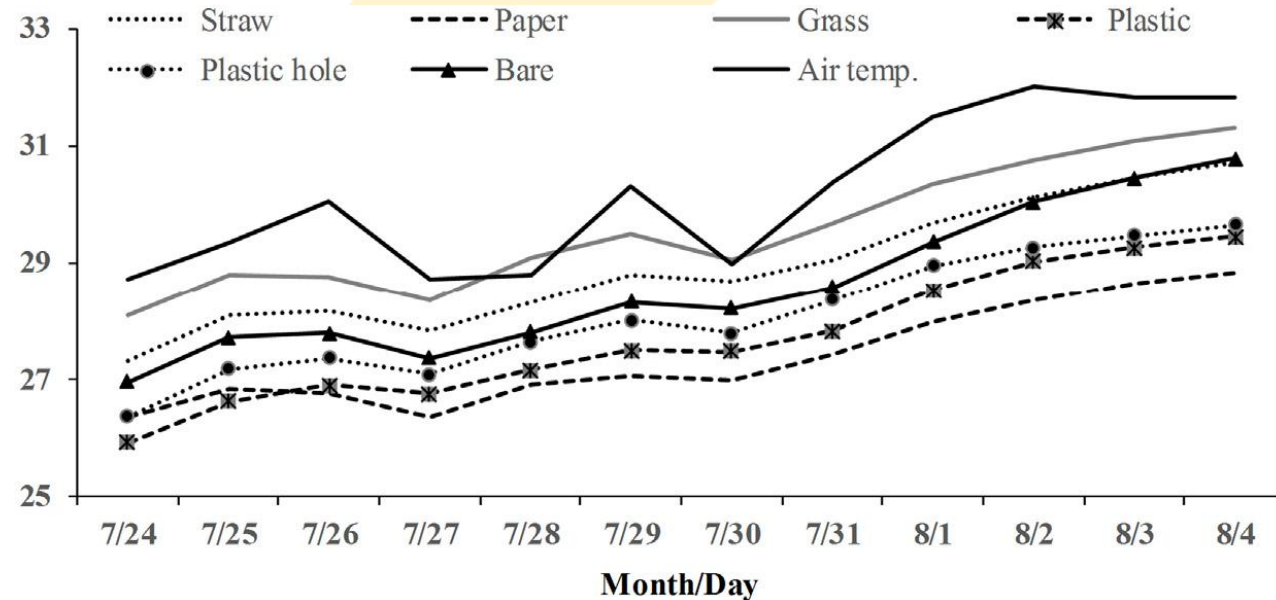


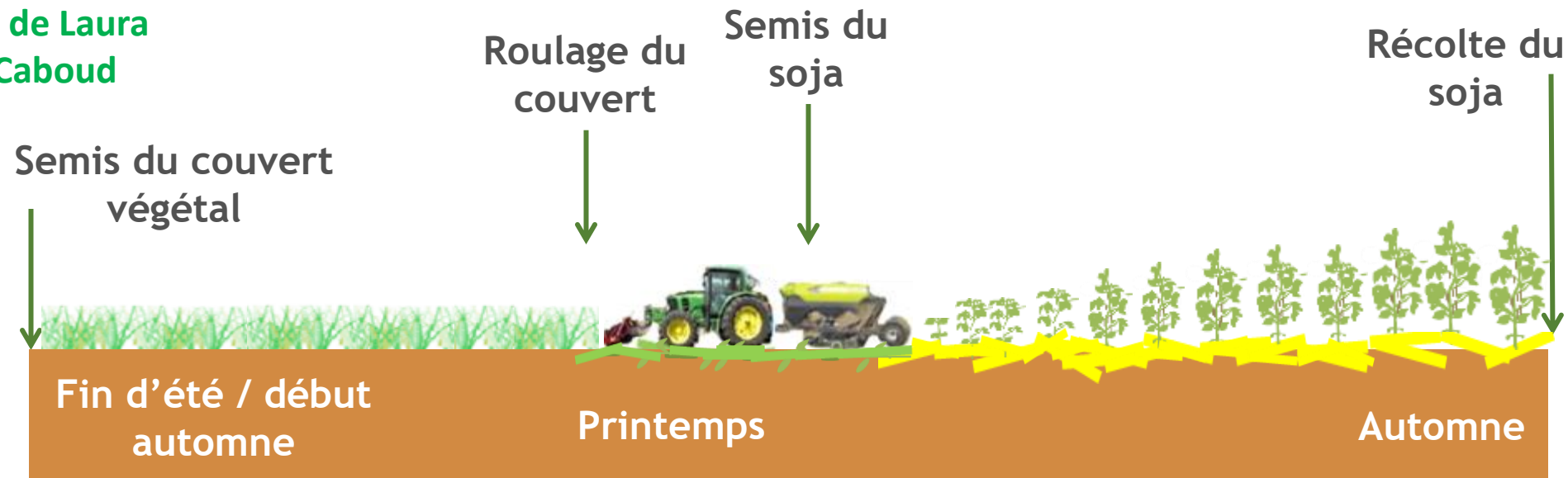
Fig. 3. Daily soil temperature fluctuation at 5 cm soil depth under different mulching materials during soybean cultivation periods (June–August 2015) observed in Gifu University farm, Japan (Kader, 2016).



D'UNE COUVERTURE DU SOL VIVANTE À UN MULCH : EXEMPLE DU COUVERT ROULÉ EN GRANDES CULTURES

Principe du semis direct de cultures de printemps sous couvert végétal

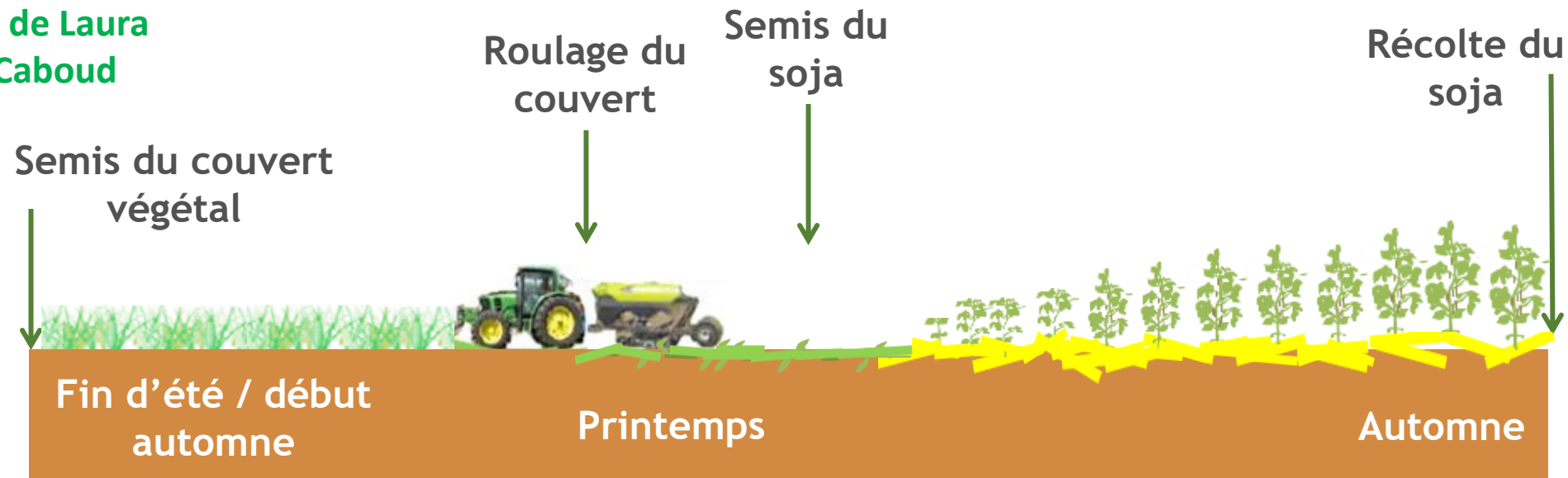
Travaux issus principalement
de la thèse de Laura
Vincent-Caboud



D'UNE COUVERTURE DU SOL VIVANTE À UN MULCH : EXEMPLE DU COUVERT ROULÉ EN GRANDES CULTURES

Principe du semis direct de cultures de printemps sous couvert végétal

Travaux issus principalement
de la thèse de Laura
Vincent-Caboud





Mai 2018 - Chalon



Mai 2018 - Chalon



Mai 2018 – Chalon (38)
Semis de soja sous seigle



Mai 2018 – Thil (01)
Semis de maïs sous pois fourrager-seigle

Quels sont les enjeux ?



Quels sont les enjeux ?

Réduction des charges

- ↘ 50 % de carburant
- ↘ 25 % de temps de travail

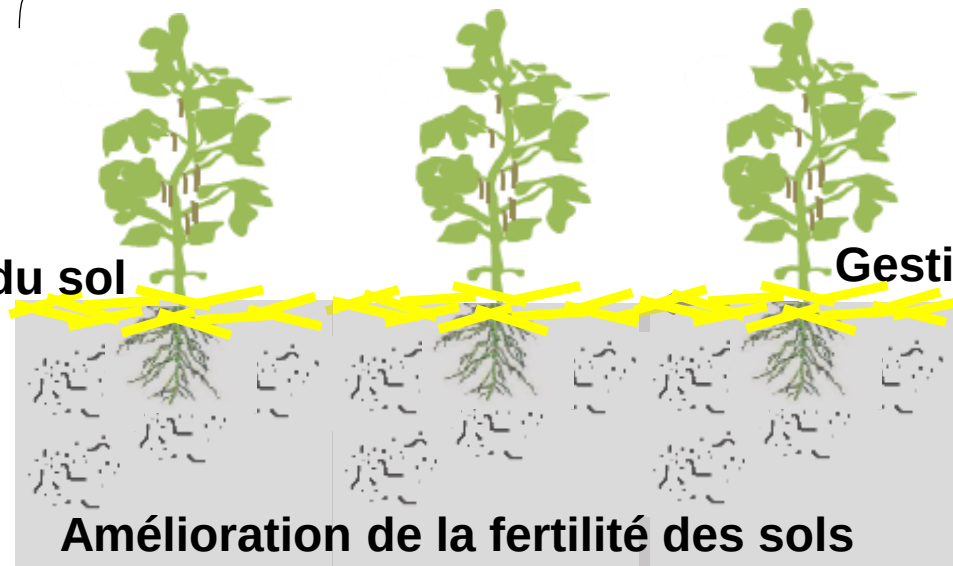
Préservation de l'environnement

- ∅ herbicide
- ↘ érosion des sols

Protection du sol

Gestion des adventices

Amélioration de la fertilité des sols



La gestion du couvert avant le paillis

Une production de matière sèche du couvert importante: 8 t de MS/ha au moment du roulage = maîtrise des adventices:

- Semis avant le 15 octobre
- Densité élevée (seigle = 200 kg/ha)
- Conditions pédoclimatiques et disponibilité de l'azote ? En moyenne 5 t de MS /ha en RA



Croissance du couvert de seigle en décembre suite à son semis fin d'été/ début l'automne selon deux stratégies :

(A) mi-septembre à 90 kg/ha

(B) mi-octobre à 120 kg/ha

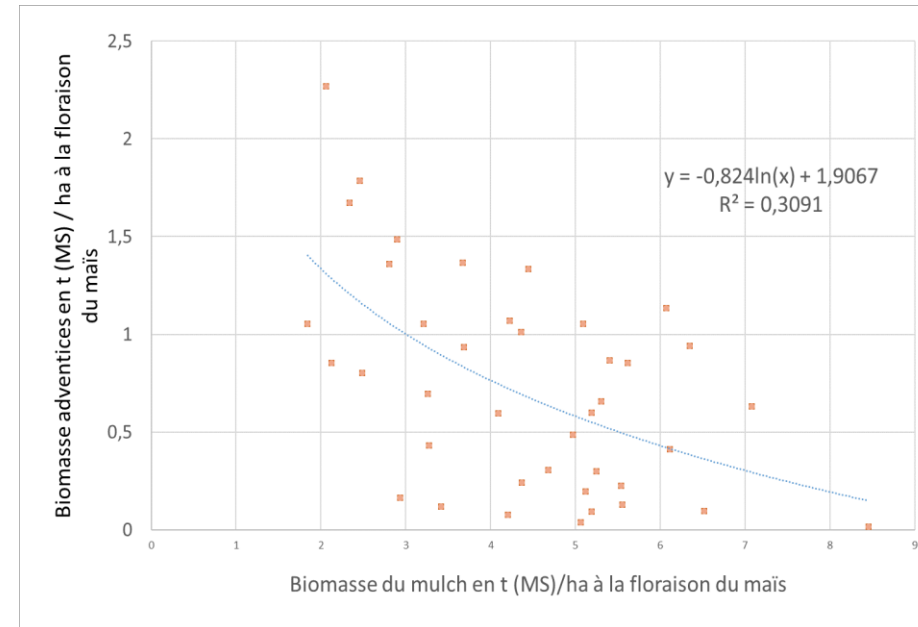
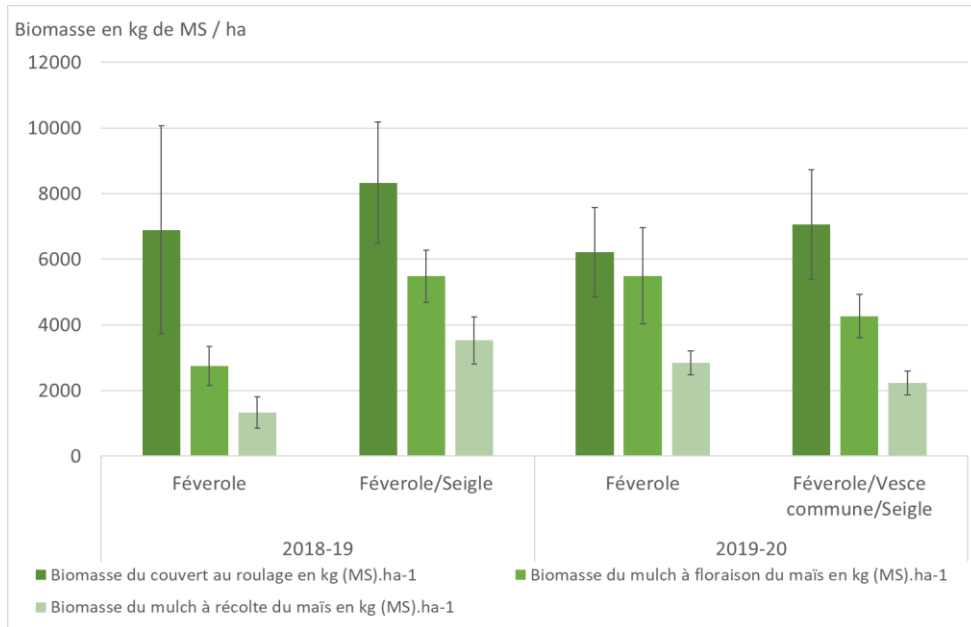


Biomasse d'adventices à la récolte du soja en fonction de la biomasse de couvert produit au printemps :

(A) plus de 8t (MS)/ha de couvert au roulage du couvert en mai (Isère 2018);

(B) 5,5 t (MS)/ha de couvert au roulage du couvert en mai (Ain 2018)

La dégradation du paillis : effet du type de couvert et du pédo-climat



Juin 2019 (forte dégradation)



Juin 2020 (faible dégradation, bonne couverture du sol)

Mulch de féverole un mois après roulage :

Le semis et la levée de la culture

- Semis simultané au roulage
- 40 % de pertes à la levée : besoin d'augmenter la densité de semis
- Dans cet essai : nécessité d'un matériel de semis adapté type semoir SD à disques inclinés (sinon mauvaise fermeture du sillon et contact terre-graines)

Source: L. Vincent-Caboud



Levées plus lentes; limaces; compétition avec la culture (attention faim d'azote pour le maïs = base légumineuse + céréale à paille essentielle)

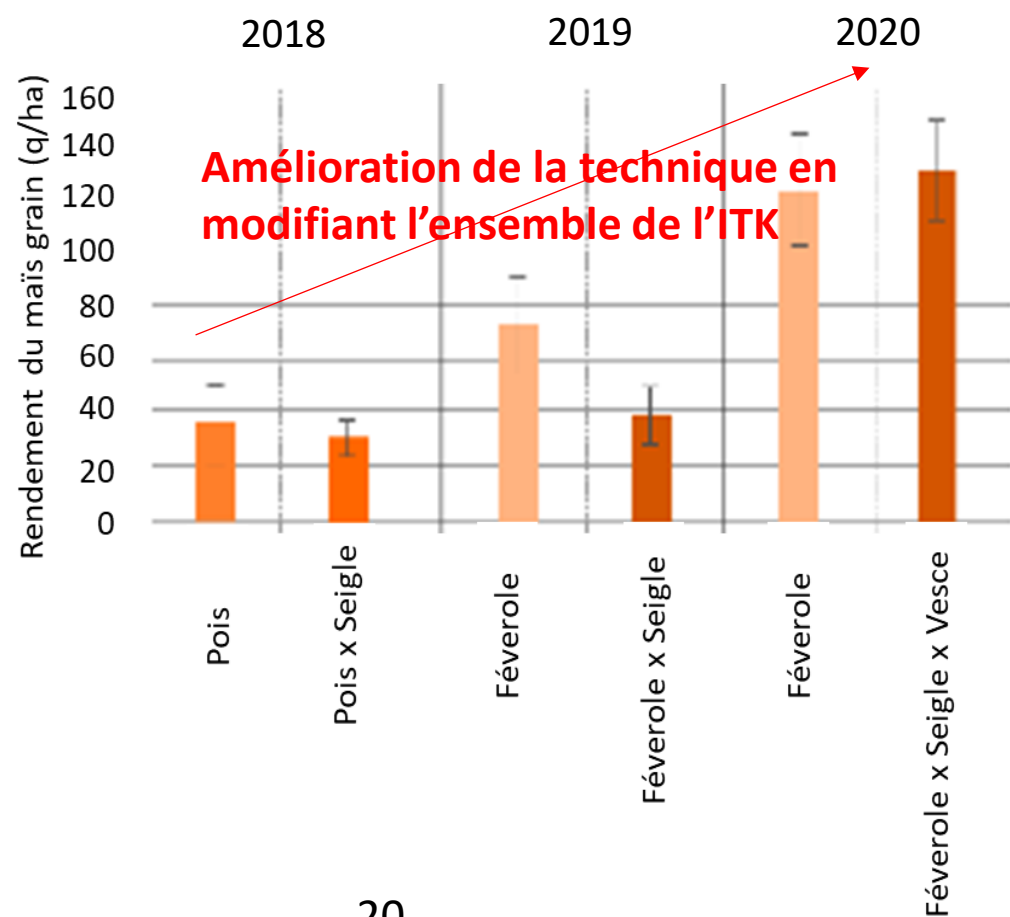
Quelles performances agronomiques et techniques ?

Essais conduits en agriculture biologique Soja

- Des rendements < aux pratiques locales (-8 % en AB)
- Une consommation de carburant et un temps de travail / 2

Combinaisons techniques	Temps de travail (h/ha)	Consommation de carburant (l/ha)	Nombre de passages
Essais semis direct	2,3	48,7	5
Pratiques des agriculteurs – expérimentateurs (AB) (2016-18)	6,8	99,7	13

Rendement du maïs



Des résultats sur le sol en système maraîcher (Navarro-Miró et al., 2022)

Engrais vert et
travail du sol

Green manure consist on chopping the agroecological service crops up and incorporating plant material into the soil by tillage

Better performance

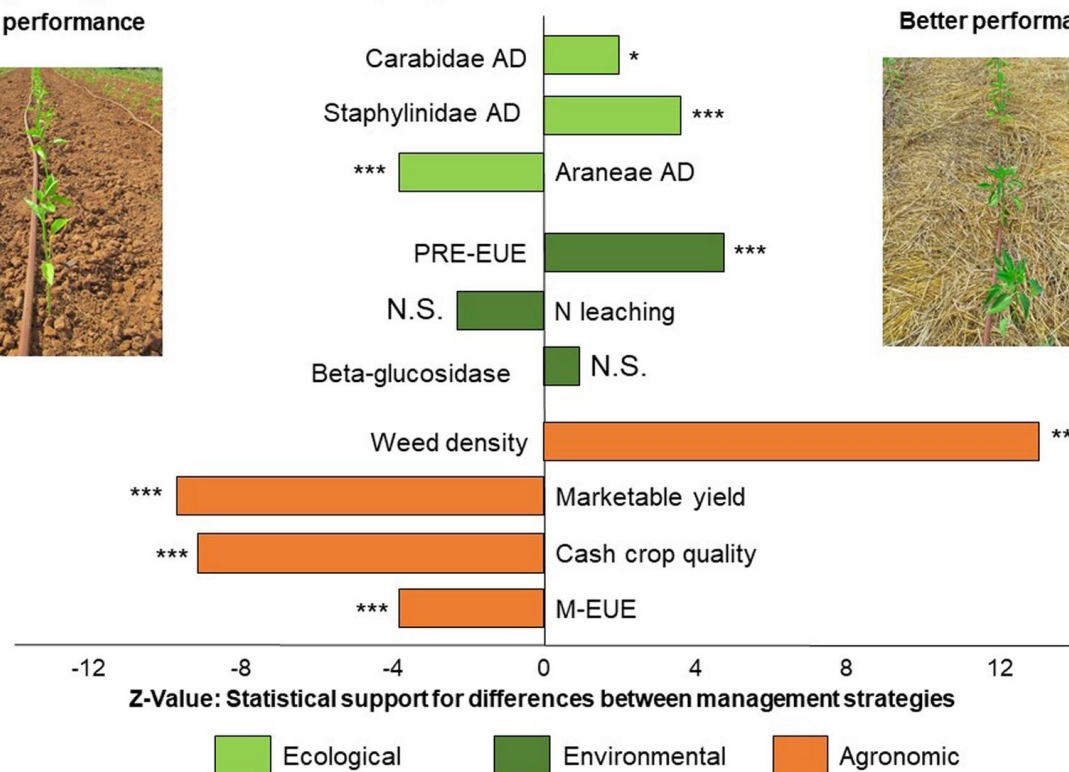


The roller-crimper flattens the agroecological service crops, creating a dense layer of plant residue on the soil surface (i.e., mulch).

Better performance



Semis direct et
couvert roulé



Graphical representation of the statistical support for the differences in environmental and agronomic performance between T-GM and NT-RC. The bars represent the Z value obtained from the weighted Stouffer's test across trials for each indicator. Significance codes: N.S., $P > 0.05$; *, $P \leq 0.05$; **, $P \leq 0.01$; ***, $P \leq 0.001$

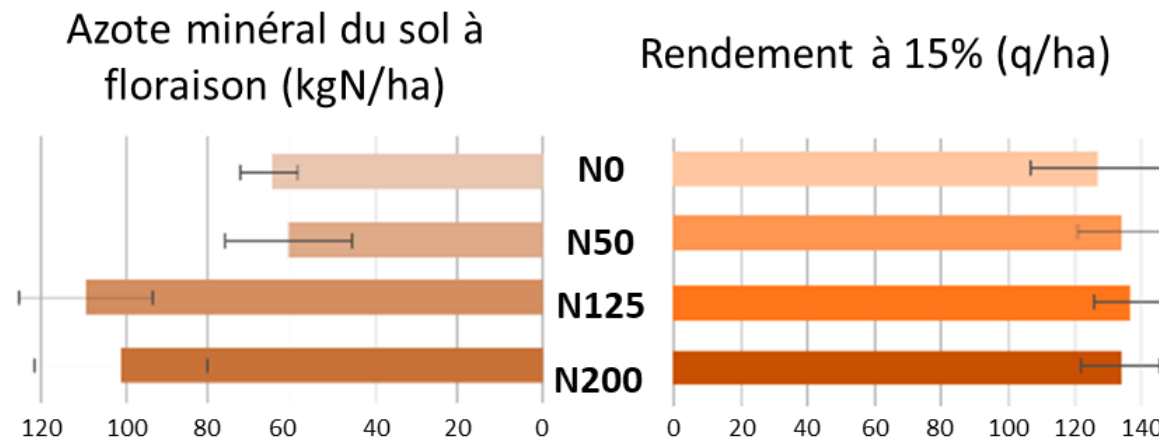
Les paillis organiques : Quelle(s) problématique(s) pour les intégrer dans les systèmes de culture ?

A l'échelle de l'itinéraire technique :

Il faut réussir le couvert et la culture ! Deux fois plus de risques

Il faut revoir la fertilisation / irrigation / protection des cultures en lien avec le couvert vivant mais aussi lors de sa dégradation sous paillis

De nombreux compromis à trouver : pas de faim d'azote mais pas de dégradation du mulch trop rapide



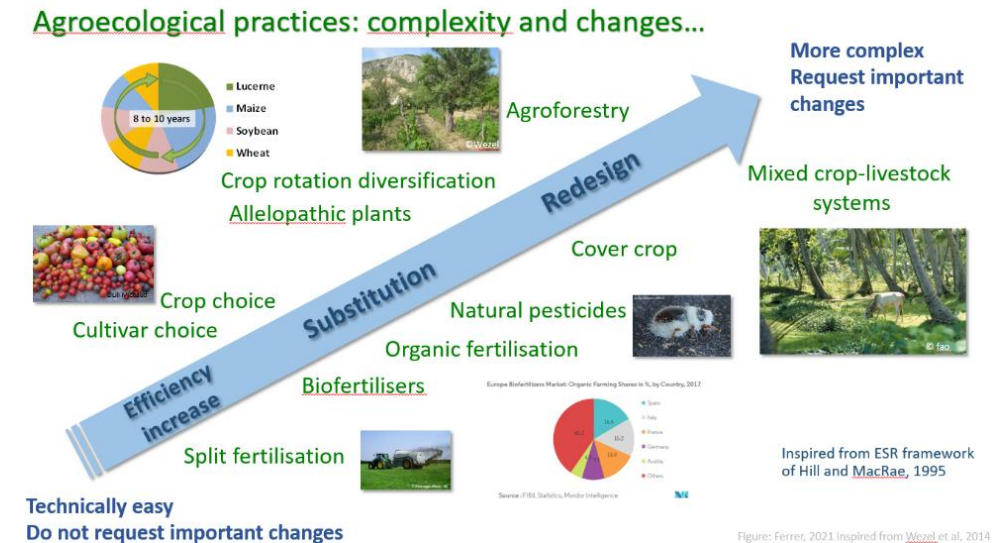
Les paillis organiques : Quelle(s) problématique(s) pour les intégrer dans les systèmes de culture ?

L'insertion de paillis organique de la substitution à la re-conception du système

Quelle rotation : comment placer les couverts ? Quelle impact du paillis sur la culture suivantes ?

Revoir les périodes de semis, les variétés, les densités de semis, le matériel utilisé....

Savoir insérer toutes ces techniques dans son système en étant opportuniste et attentif aux conditions de réussite: salissement du précédent et du couvert, structure du sol, climat, types de plantes...



Les paillis organiques : Quelle(s) problématiques pour les intégrer dans les systèmes de culture ?

L'insertion de paillis organique de la substitution à la re-conception du système

Quelle rotation : comment placer les couverts ? Quelle impact du paillis sur la culture suivantes ?

Revoir les périodes de semis, les variétés, les densités de semis, le matériel utilisé....

Savoir insérer toutes ces techniques dans son système en étant opportuniste et attentif aux conditions de réussite: salissement du précédent et du couvert, structure du sol, climat, types de plantes...

Agroecological practices: complexity and changes...

