

Les 18 et 19 septembre 2019

tech & bio

L'agriculture de conservation en bio, utopie ou réalité?

Les principaux enseignements de 15 ans de recherche sur l'agriculture de conservation en AB

Joséphine Peigné, Laura Vincent-Caboud & Jean-François Vian



Les travaux menés et les questions posées

- L'Isara travaille sur cette thématique depuis plus de 15 ans
- Des travaux basés sur les préoccupations des agriculteurs de Rhône-Alpes initialement (fertilité des sols, réduction de la mécanisation...)
- Mise en place d'un dispositif expérimental de longue durée (Thil), d'un essai système et d'un réseaux de parcelles expérimentales chez des agriculteurs-trices: fertilité des sols, production, maîtrise des adventices
- Développement du semis direct sous couvert roulé en AB (thèse de Laura Vincent-Caboud)

Les principes de l'agriculture de conservation

LES PILIERS DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION



Minimiser les perturbations du sol



Couvrir en permanence le sol



Diversifier les rotations culturales et associer les cultures



Techniques culturales sans labour (TCSL)

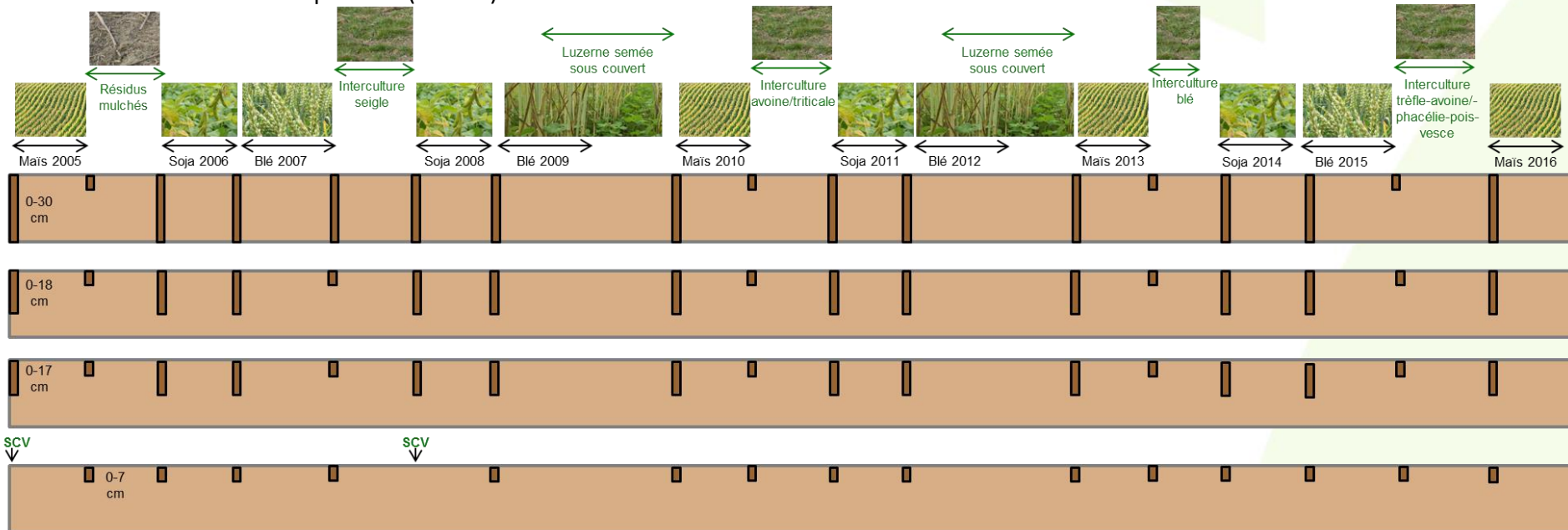
Semis direct sous couvert végétal

Les principaux enseignements tirés du site expérimental de Thil

Sol : Sablo-limoneux
56% de sables; 15% d'argile; sol carbonaté, pH 8,2

Comparaison de 4 techniques de travail du sol en AB sur la qualité chimique, physique et biologique du sol:

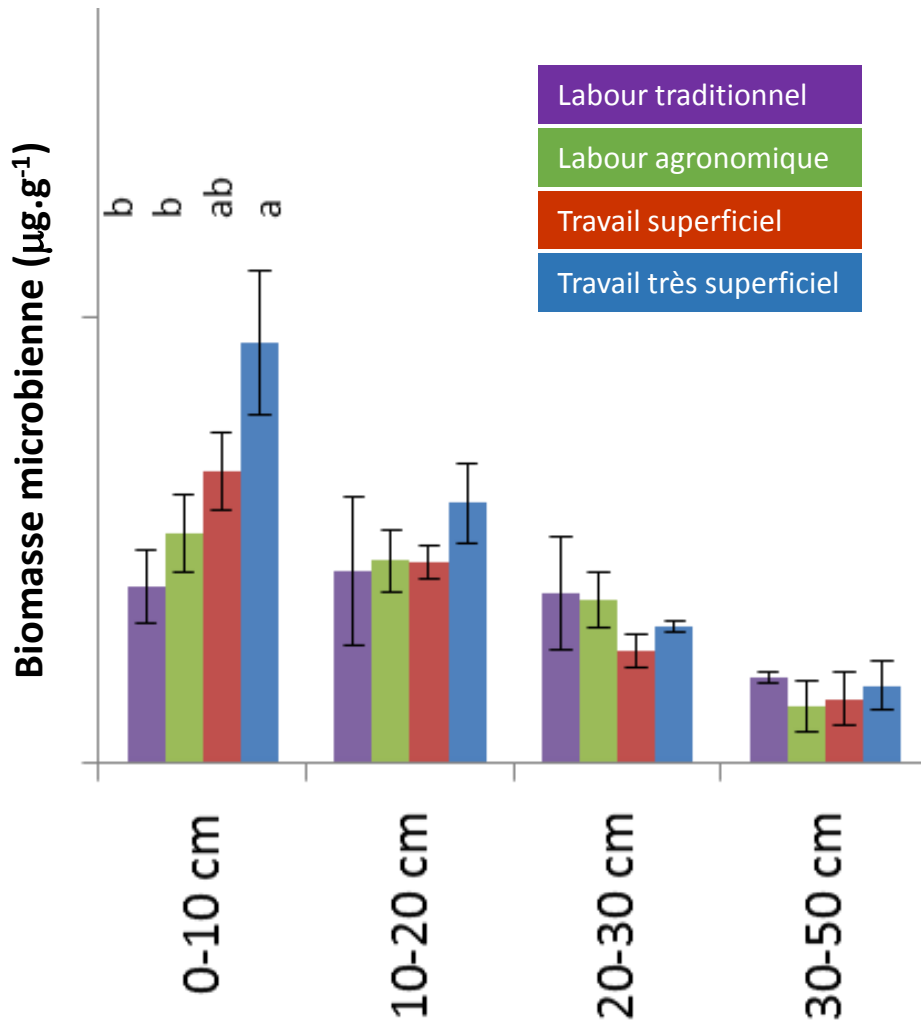
- Labour traditionnel (0-30 cm): inversion du sol, rasettes
- Labour agronomique (0-18 cm): inversion du sol, sans rasettes
- Travail du sol réduit (0-17 cm): pas de retournement
- Travail du sol très superficiel (0-7 cm) ou SCV



Profondeur de travail du sol



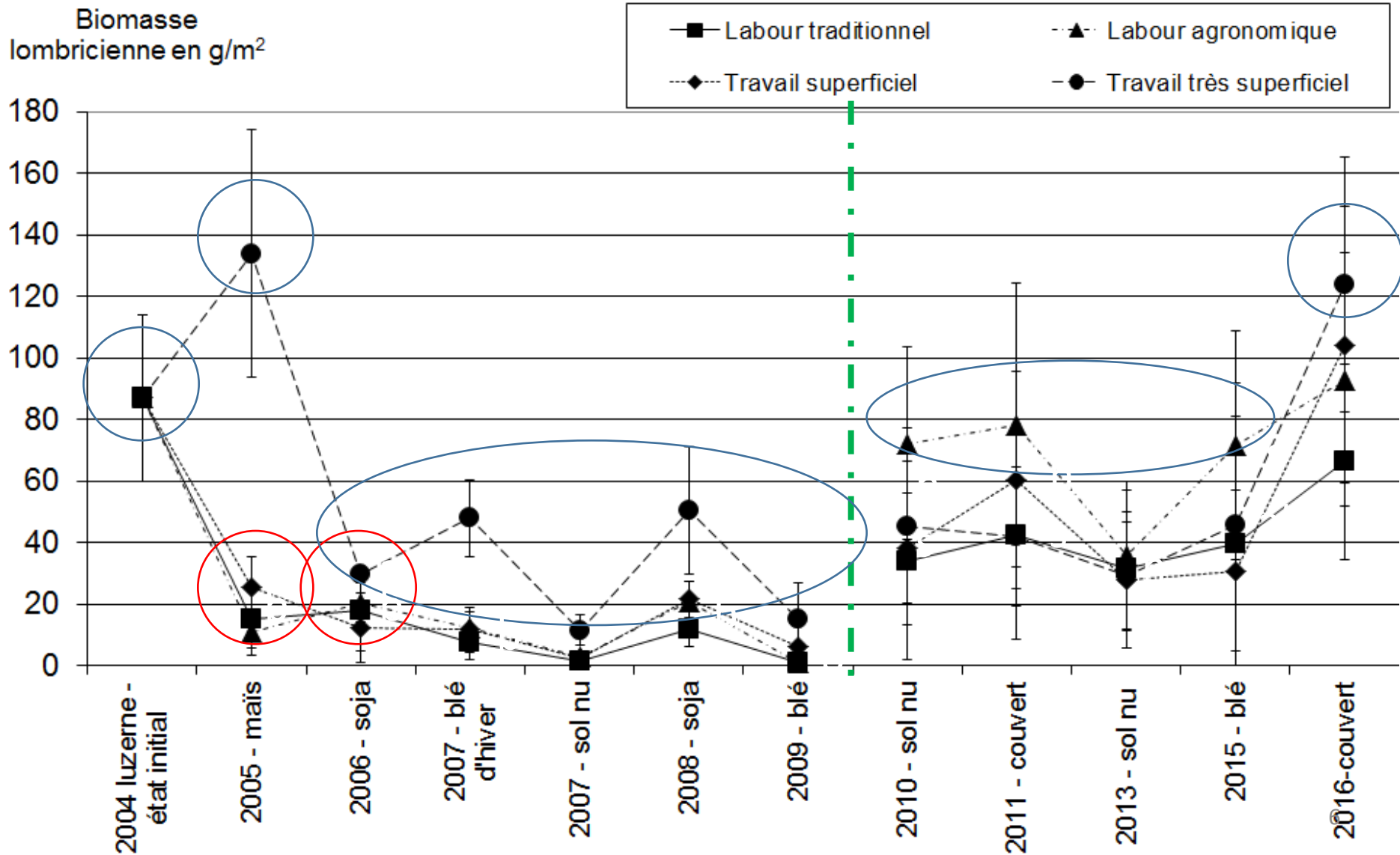
Fertilité du sol: microorganismes



- + de microorganismes et d'activités en surface
- Stratification de la quantité et de l'activité de minéralisation des microorganismes du sol (idem avec la matière organique)

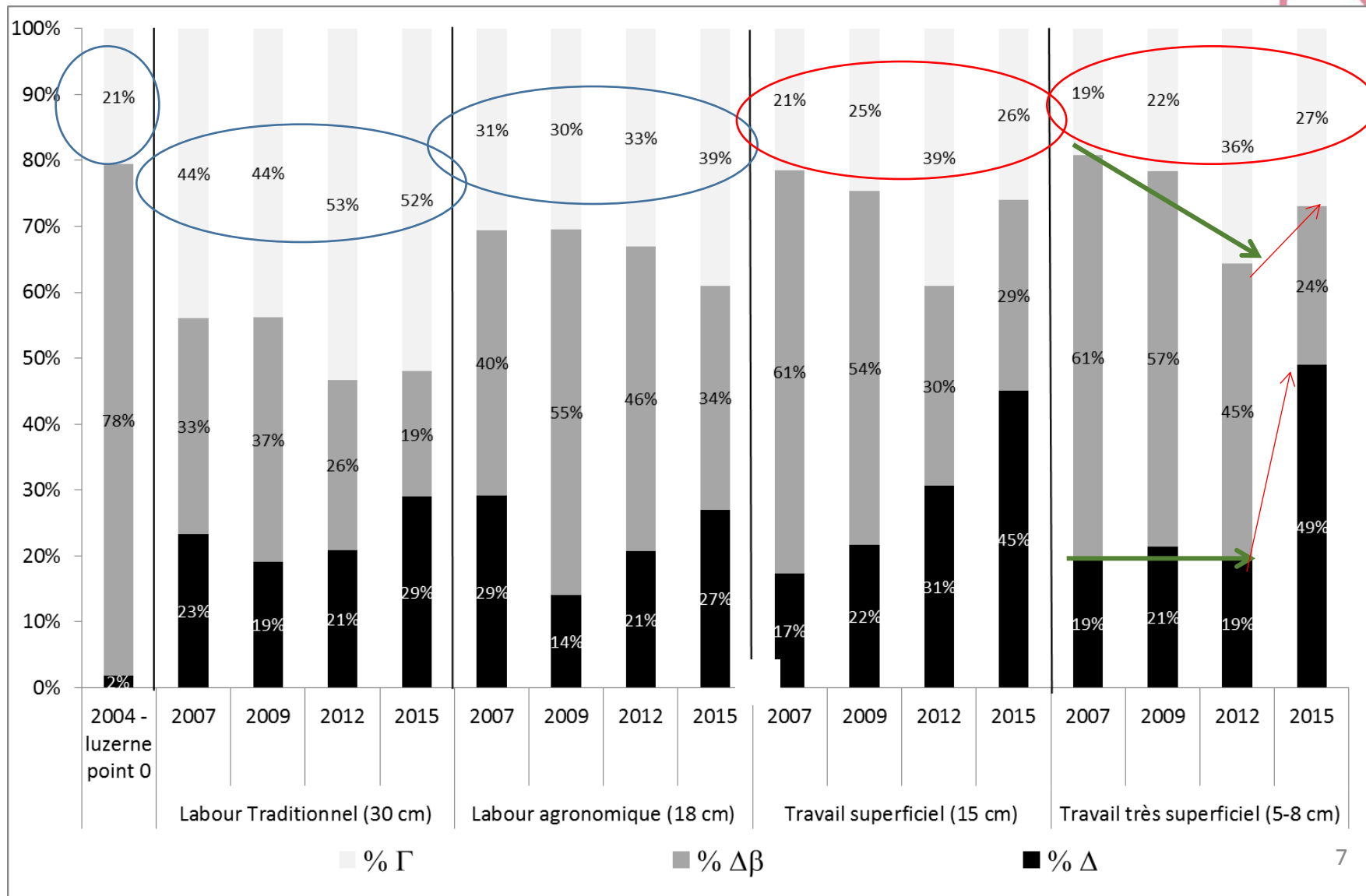
Fertilité du sol: vers de terre

(Peigné et al., 2009 ; Peigné et al., 2018)



Fertilité du sol: structure du sol

(Peigné et al., 2018)



Synthèse

(Cooper et al., 2016; Peigné et al., 2018)

Travail très superficiel vs labour traditionnel

État organique et chimique
+ sur 0-20 cm
= sur 20-30 cm

+ de source d'énergie, + de minéralisation
(à 3 ans)

Etat Biologique
+ Micro organismes (3 ans)
= sur 20-30 cm

Le travail très superficiel, une pratique risquée en AB mais prometteuse pour l'état organique et la biologie du sol

Le labour agronomique, un bon compromis au labour traditionnel

Alimentation minérale
+ Ntot, P Olsen sur 0-20 cm
= sur 20-30 cm

=/- levée
- Racines à 20 cm

Adventices + en moyenne,
=/+ par an

Rendement : - en moyenne
(-7% blé, - 20% maïs, -26 % soja)

Le semis direct sous couvert roulé

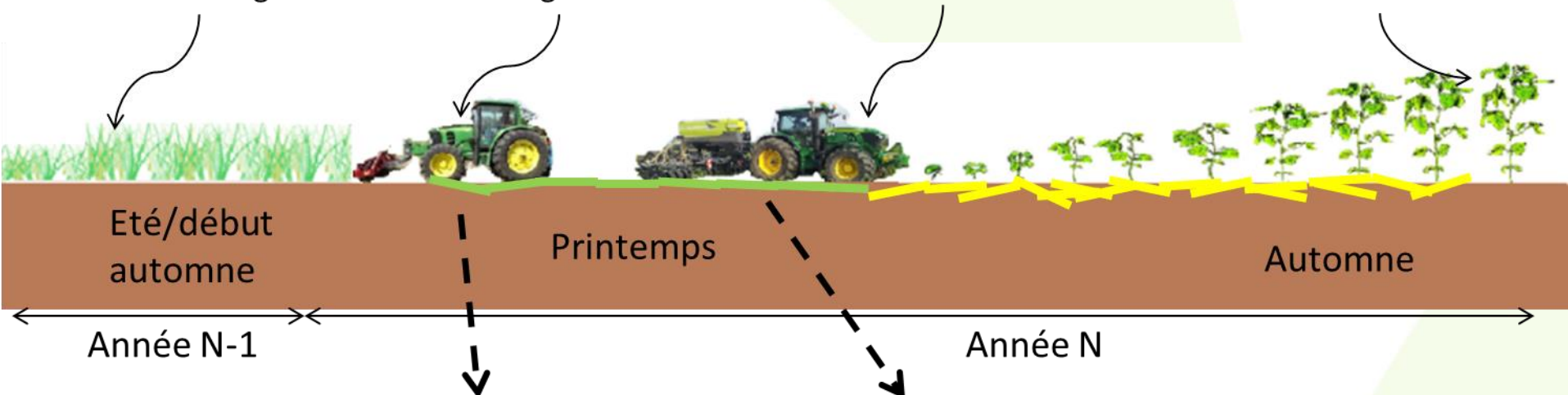
(thèse de Laura Vincent-Caboud)

1- Implantation de la
couverture végétale

2- Roulage du couvert
végétal

3- Semis direct de la
culture de printemps

4- Récolte de la
culture



**Rouleau cranteur utilisé
aux Etats-Unis**

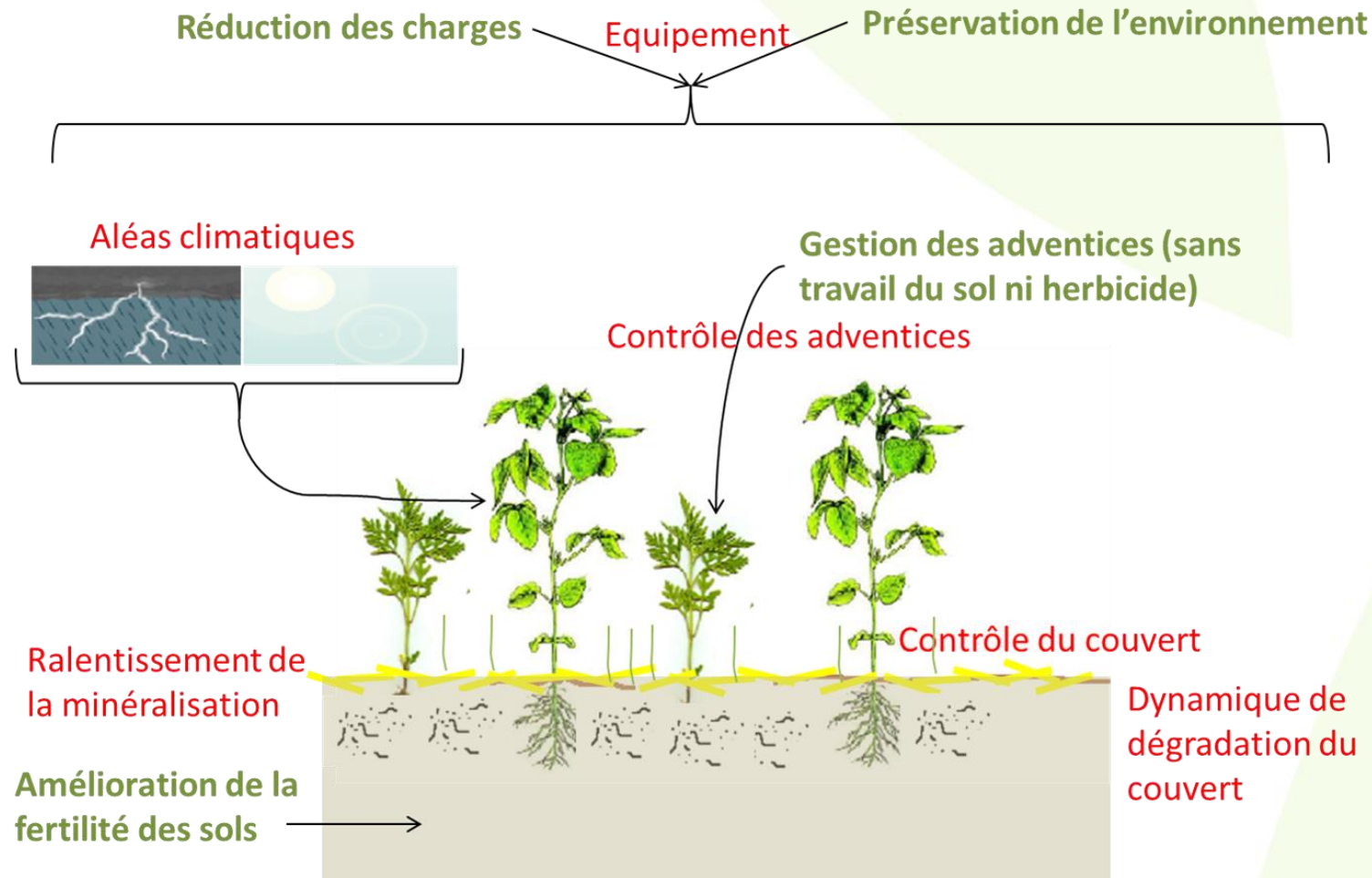


**Semis direct de soja sous couvert
dans l'Ain**



Le semis direct sous couvert roulé: les enjeux et questions

(thèse de Laura Vincent-Caboud)





Les dispositifs expérimentaux

(thèse de Laura Vincent-Caboud)

	2016	2017	2018
Localisation	Ain	Drôme, Ain, Rhône	Ain, Isère, Rhône
Nb d'essais	1	3	10
Culture	Soja	Soja	Maïs et Soja
Type de couverts végétaux	-couvert multiplesécifique (avoine noire, vesce commune, trèfle d'Alex., phacélie, pois fourr.)	-seigle -triticale - SxT	-seigle (≠variétés) -triticale -SxT -pois four. -pois/seigle
Facteurs étudiés	-mode de roulage -date de roulage	-type de couvert -date et densité de semis du couvert -modalité de roulage	-type de couvert (espèces, variétés) -modalité de roulage -inter rang du soja



Les clefs de réussite: le couvert

(thèse de Laura Vincent-Caboud)

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

Source: L. Vincent-Caboud



A la récolte :

biomasse adventices < 500 kg/ha



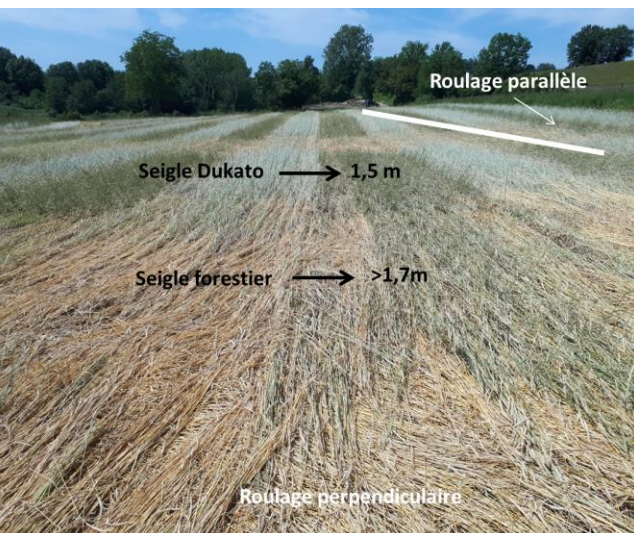
A la récolte :

biomasse adventices > 2500 kg/ha

Les clefs de réussite: le roulage

(thèse de Laura Vincent-Caboud)

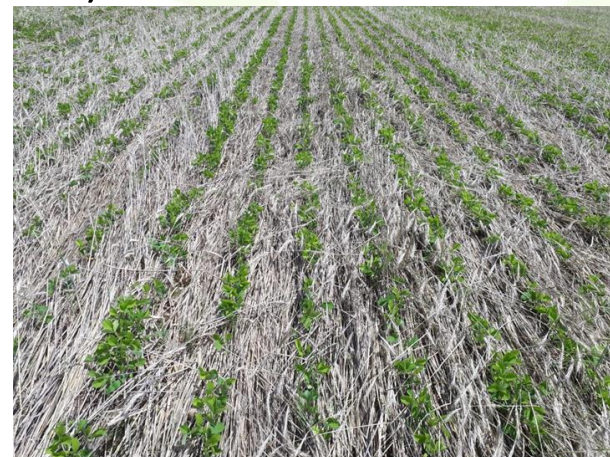
- Roulage des couverts: floraison (+ de 50% du couvert à ce stade de maturité pour les céréales à paille...plus avancé pour les légumineuses)
- Moins de relevés lorsque le couvert est haut (bien plus d'1 mètre !)
- Roulage perpendiculaire au sens du semis du couvert (et parallèle au sens du semis de la culture à planter)
- Un rouleau cranteur lourd (1,4 t)



Les clefs de réussite: le semis

(thèse de Laura Vincent-Caboud)

- Semis simultané au roulage
- Densité soja 560 000 à 600 000 gr/ha
- Inter-rangs soja plutôt 33 cm ou 50 cm (levées plus difficiles avec écartement de 16 cm)
- 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 mais légumineuses plus dures à maîtriser au roulage!)

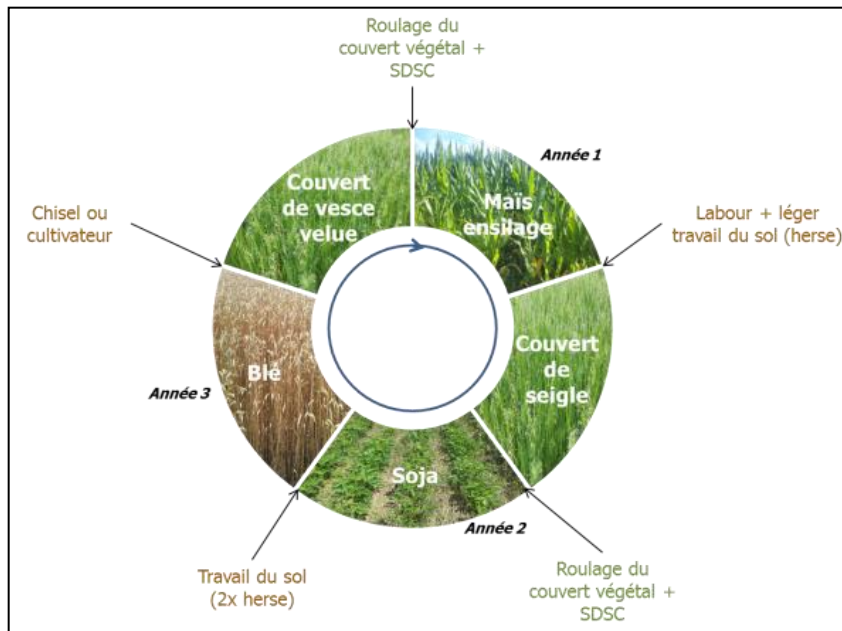


Conclusion

- La suppression **totale** du labour risqué en AB si les objectifs de production sont hauts: la maîtrise des adventices est toujours difficile
- Des effets prometteurs sur la fertilité des sols...surtout en surface...souvent moins en profondeur (attention au tassement dans des contextes sensibles aux tassements)
- Nécessite d'avoir un matériel adapté ainsi qu'une rotation variée (alternance des familles cultivées et des saisonnalités)
- Une gestion des couverts parfois difficile en TCSL (destruction)
- Le semis direct sous couvert roulé possible et prometteur mais les conditions de réussite de cette technique sont difficiles à maîtriser

Conclusion

- 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
- Vers des systèmes hybrides alternant SD et travail du sol?



Exemple d'une rotation culturale intégrant du SDSC proposée aux Etats-Unis en Pennsylvanie (d'après Moyer, 2011)



**Merci pour votre
attention**

jpeigne@isara.fr

lavincent-caboud@isara.fr

vian@isara.fr

Les 18 et 19 septembre 2019

The logo for 'tech & bio' is displayed in white text on a dark green rounded rectangular background. The word 'tech' is on the left, followed by an ampersand with a small orange and green leaf icon above it, and the word 'bio' is on the right. The background of the slide features a stylized grey plant with leaves and a large green leaf shape on the right side.

tech & bio

**Comparaison de différents systèmes de
production en grande culture**

Raphaël Charles, FiBL

Évolution temporelle et degré d'écologisation

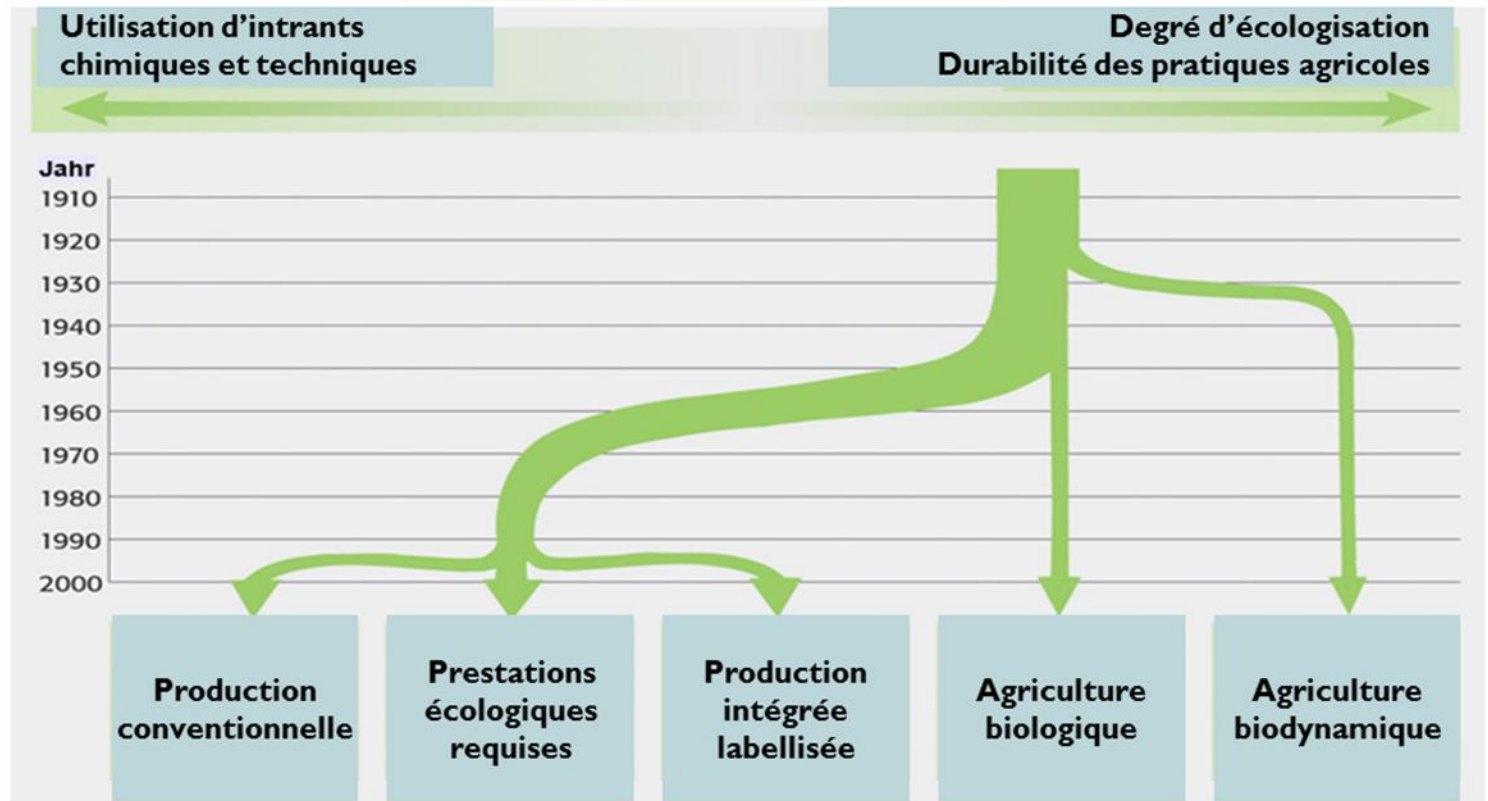


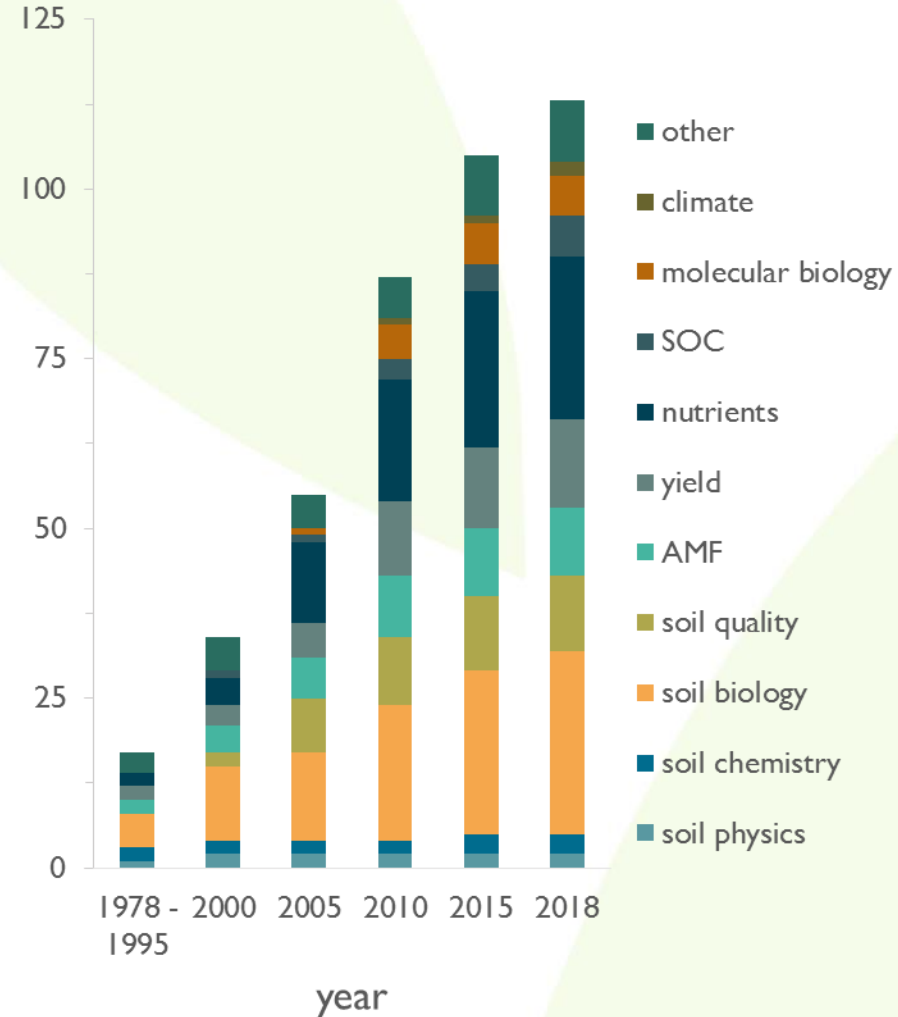
Illustration : «Biologischer Landbau»
LmZ (O. Schmid, R. Obrist)

L'essai DOK



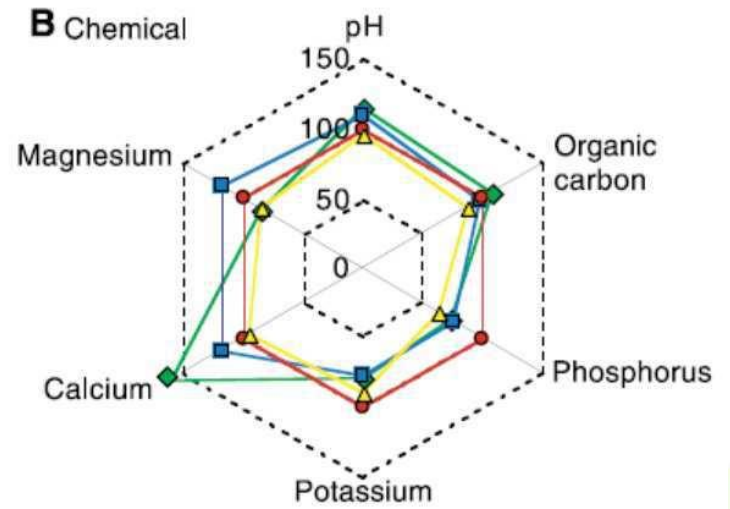
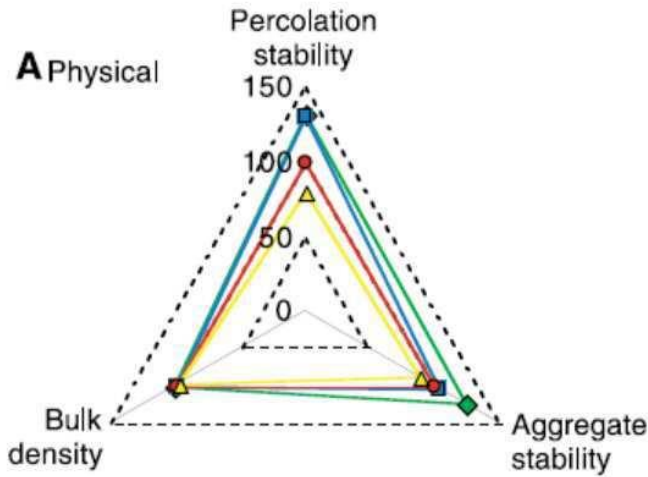
- Depuis 1978 les systèmes de production bio-dynamique (D), bio-organique (O) et conventionnel (K) sont comparés.
- L'essai DOK est déclaré comme infrastructure nationale de recherche.
- L'essai DOK est visité souvent par groupes d'étudiants, producteurs et chercheurs
- Plus que 120 publications dans les journaux scientifiques (Science, ISME, SBB, AGEE)

publications (cumulatifs)

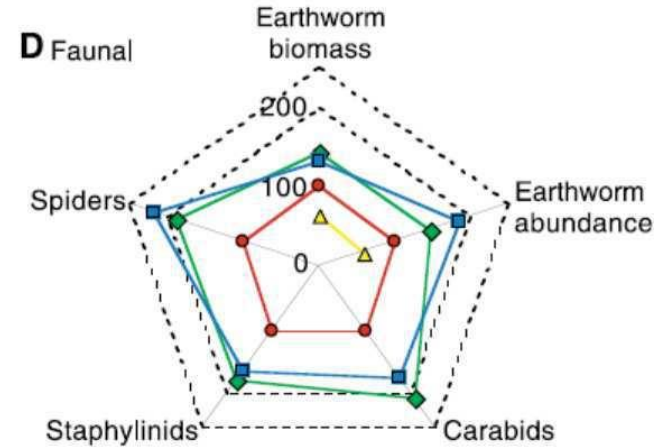
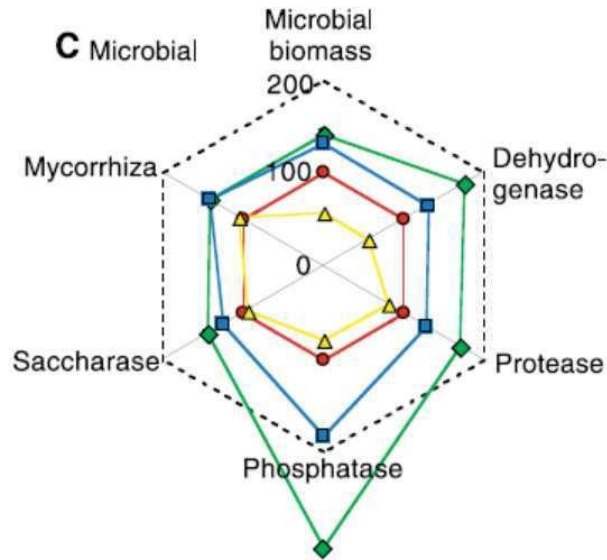


Fließbach et al., 2019

L'essai DOK: aperçu des caractéristiques des systèmes

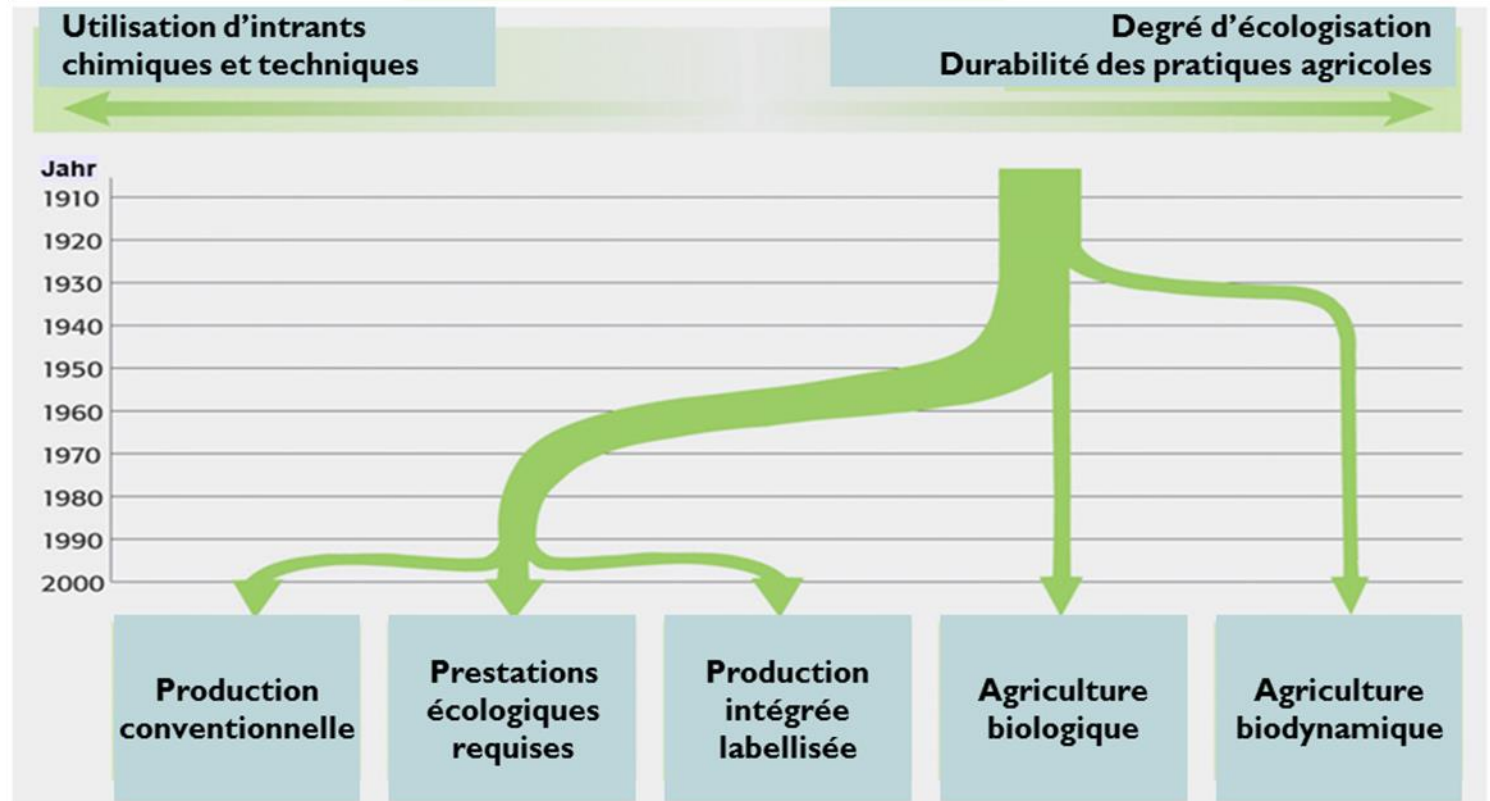


Source : Mäder et al., 2002: Science 296





Évolution temporelle et degré d'écologisation



Sous l'angle de protection de la ressource sol

Illustration : «Biologischer Landbau»
LmZ (O. Schmid, R. Obrist)



De la réduction du travail du sol à l'agriculture de conservation

Charrue hors-raie



Charrue déchaumeuse



Chisel



Semis sur bandes fraisées



Semis direct



Photos : FiBL

Intensité du travail du sol

Couverture du sol

Photo : G. Brändle Agroscope



Essai Oberacker de l'Inforama Rütli Comparaison du semis direct et du labour



Photos : Swiss No-Till

FiBL

T&B

Pôle d'innovation pour des pratiques protégeant le sol

Réseau d'exploitations



Ressource sol
Programme national de recherche PNR 68



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DFEF
Agroscope

ETH zürich

Les systèmes de culture améliorant le sol visent à consolider les fonctions des sols. Ces pratiques sont fondées sur la polyculture élevage, ainsi que sur les principes de l'agriculture de conservation ou de l'agriculture biologique.

La question est de savoir dans quelle mesure ces systèmes modifient effectivement les propriétés du sol, quelles sont les propriétés modifiées et quels sont les indicateurs adéquats pour faire état de la qualité du sol

HUBS
for
SICS



Conventionnel

- Prescriptions écologiques requises
- Large gamme de pratiques, labour ou travail minimum

Semis direct

- Prescriptions écologiques requises
- Avec plus de 5 ans de pratique

Biologique

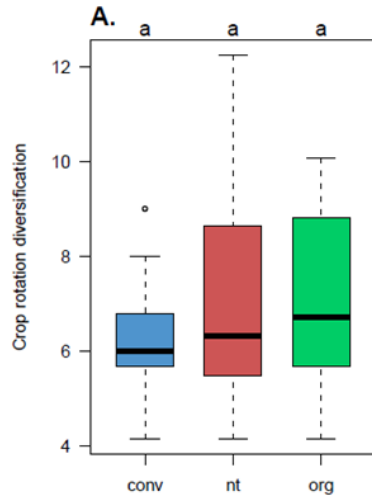
- Bio Suisse
- Avec plus de 5 ans de pratique, labour ou travail minimum

FiBL

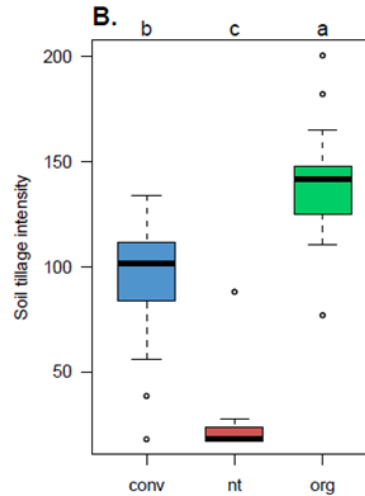
T&B

Techniques culturales

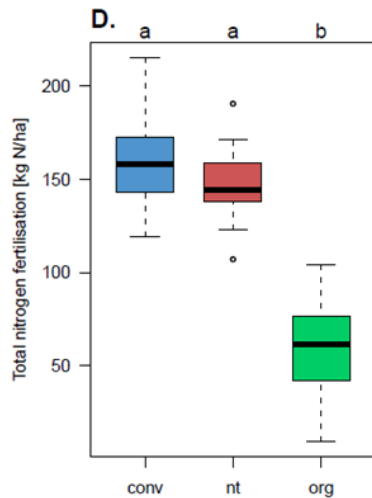
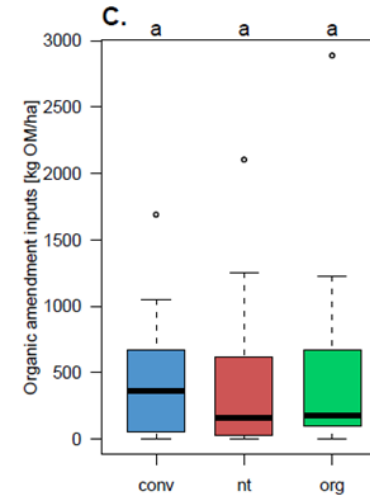
Diversité de la rotation



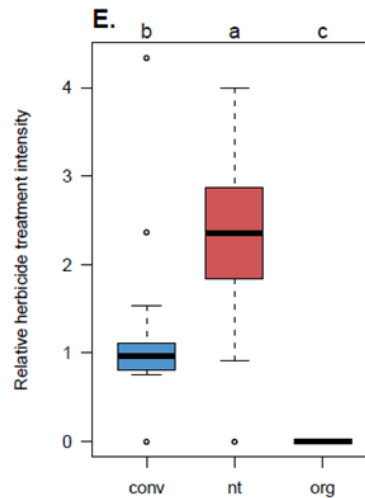
Intensité du travail du sol



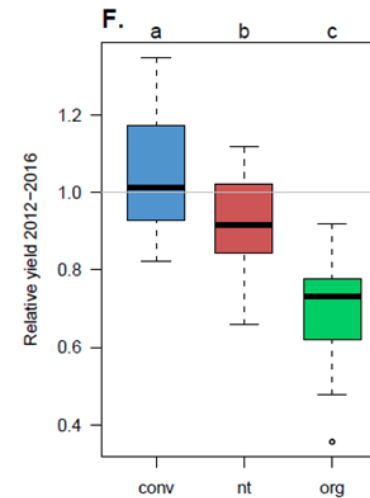
Amendements organiques



Fumure azotée totale



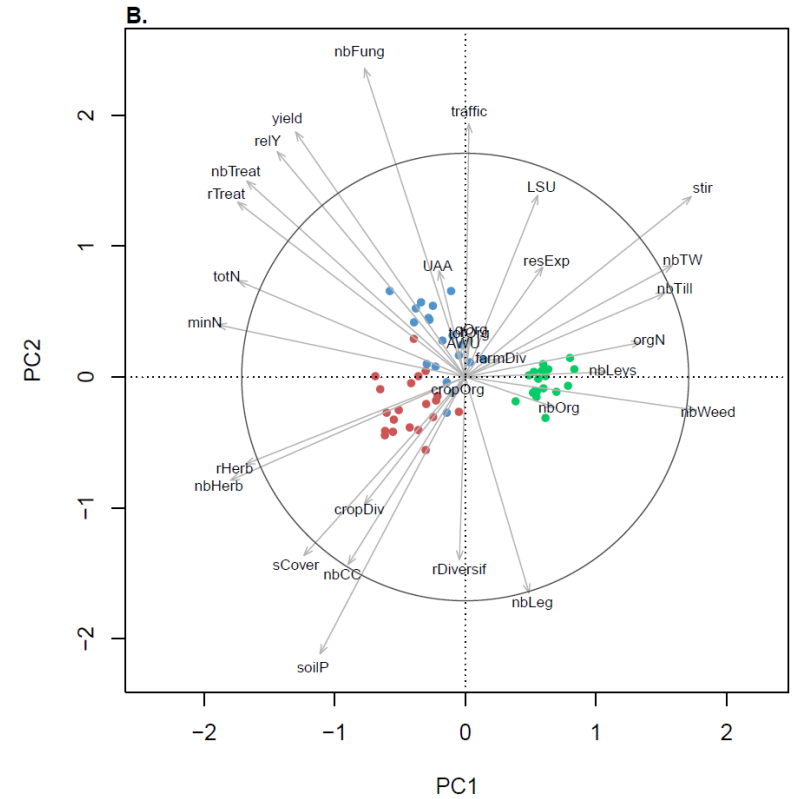
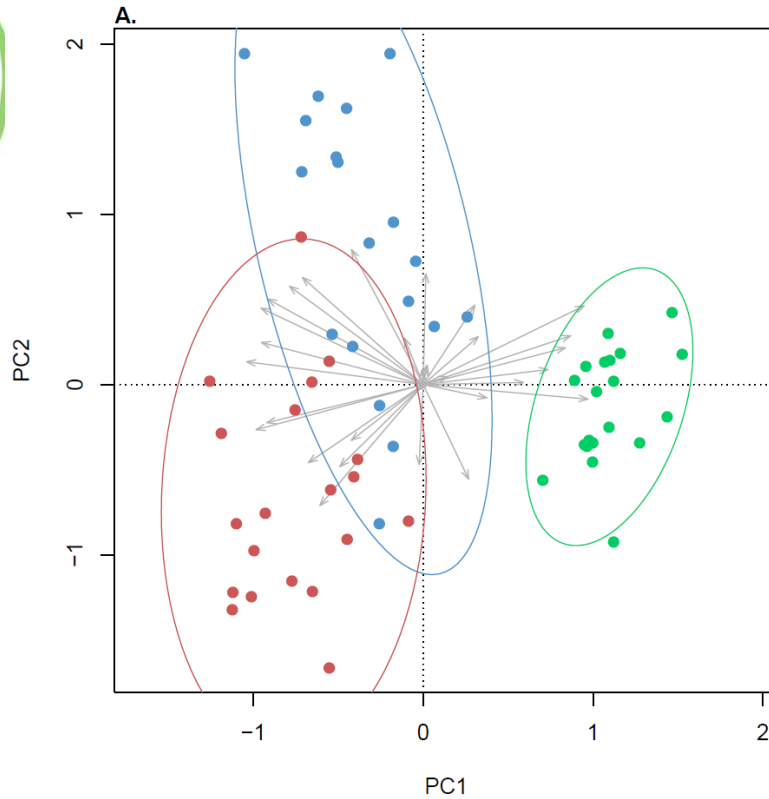
Intensité des traitements herbicides



Rendement relatif

Büchi et al., 2019

Facteurs caractéristiques



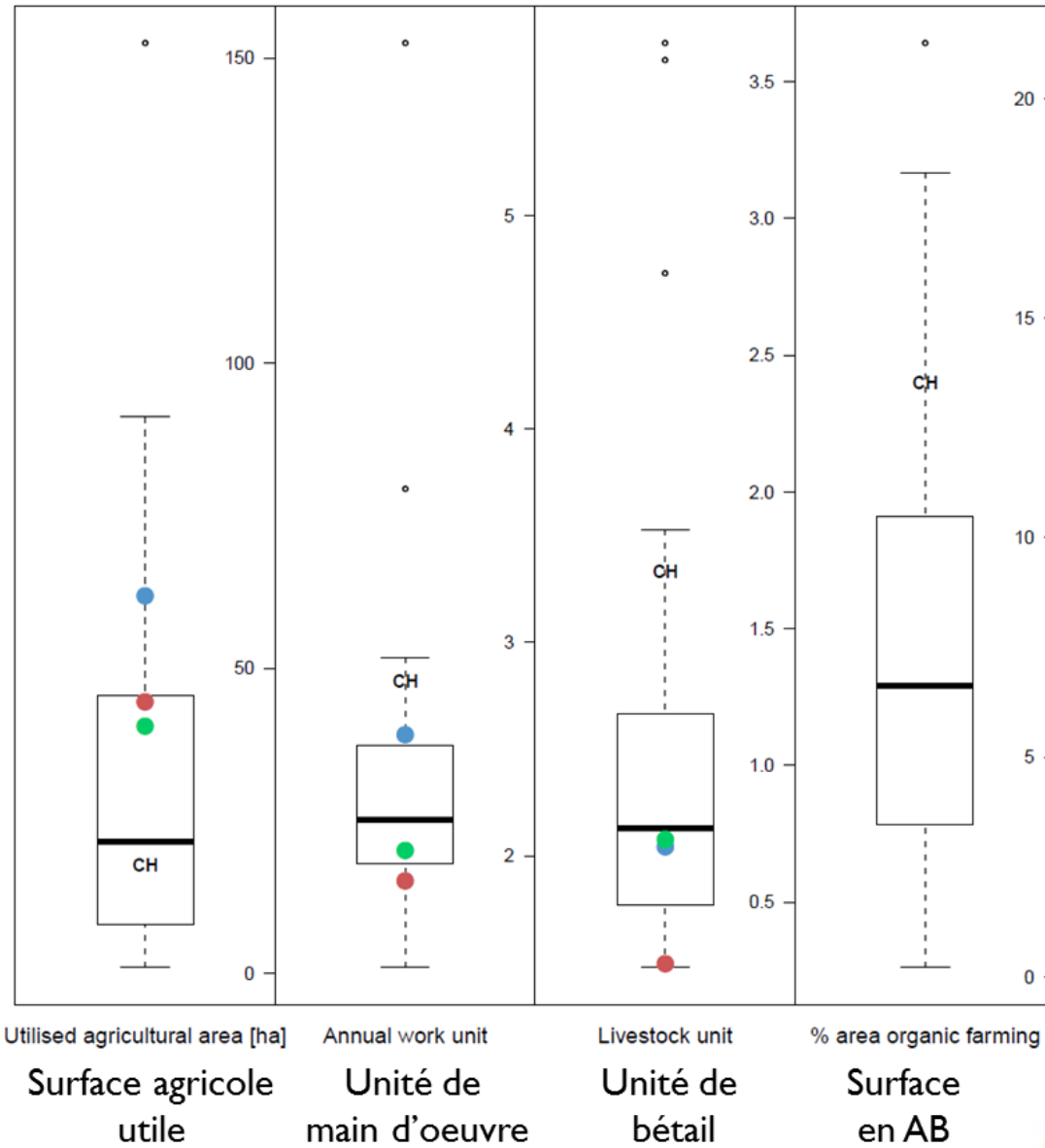
Rendement
Nb traitements
Nb fongicides
Fumure N
Traffic

Couverture du sol
Nb couverts végétaux
Diversité rotation
Nb herbicides
Nb légumineuses

Nb prairies
Adventices
Azote organique
Nb interventions
Intensité du travail du sol

Büchi et al., 2019

Structures agricoles

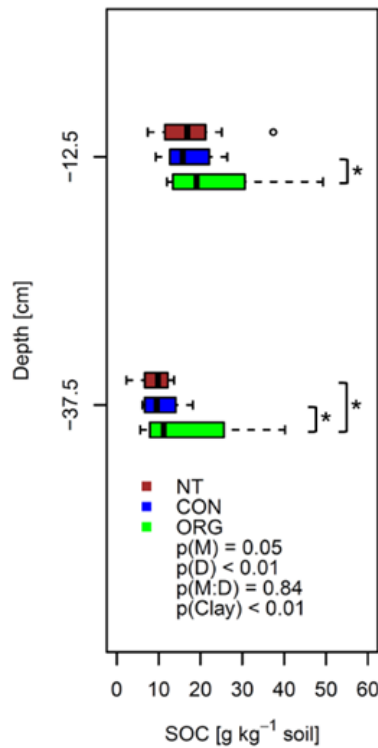


Büchi et al., 2019

Effets de la gestion du sol (M), de la profondeur d'échantillonnage (D), de leur interaction (M:D) et de la teneur en argile (Clay)

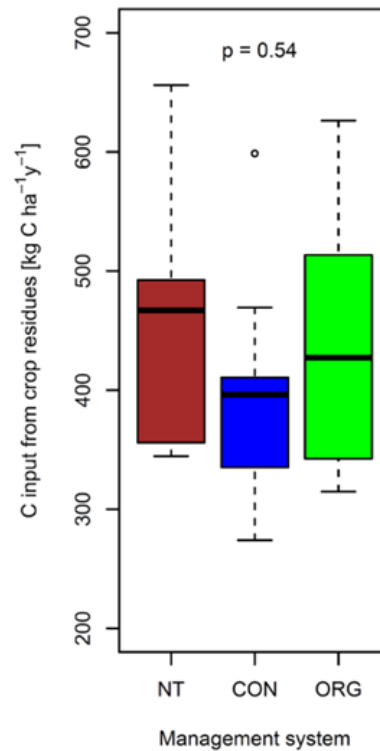
Teneur en carbone organique

SOC content



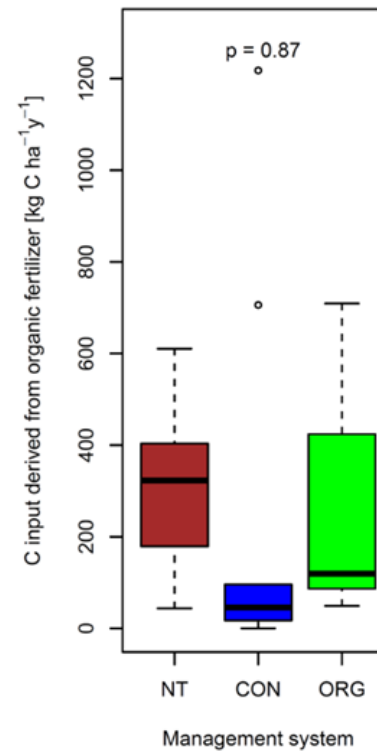
C des résidus

C from residues



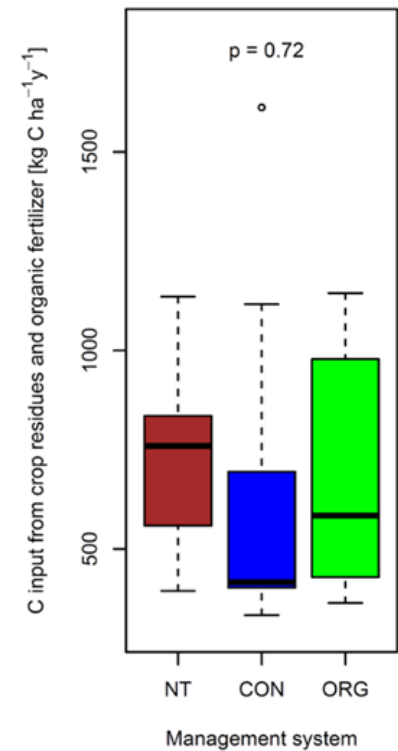
C des engrais organiques

C from organic fertilizer



C des Résidus et engrais

C from residues and fertilizer



Effets de la gestion du sol (M), de la profondeur d'échantillonnage (D), de leur interaction (M:D) et de la teneur en argile (Clay)



Porosité totale

Porosité remplie d'air

Diffusivité gazeuse

Perméabilité à l'air

Capacité de rétention de l'eau

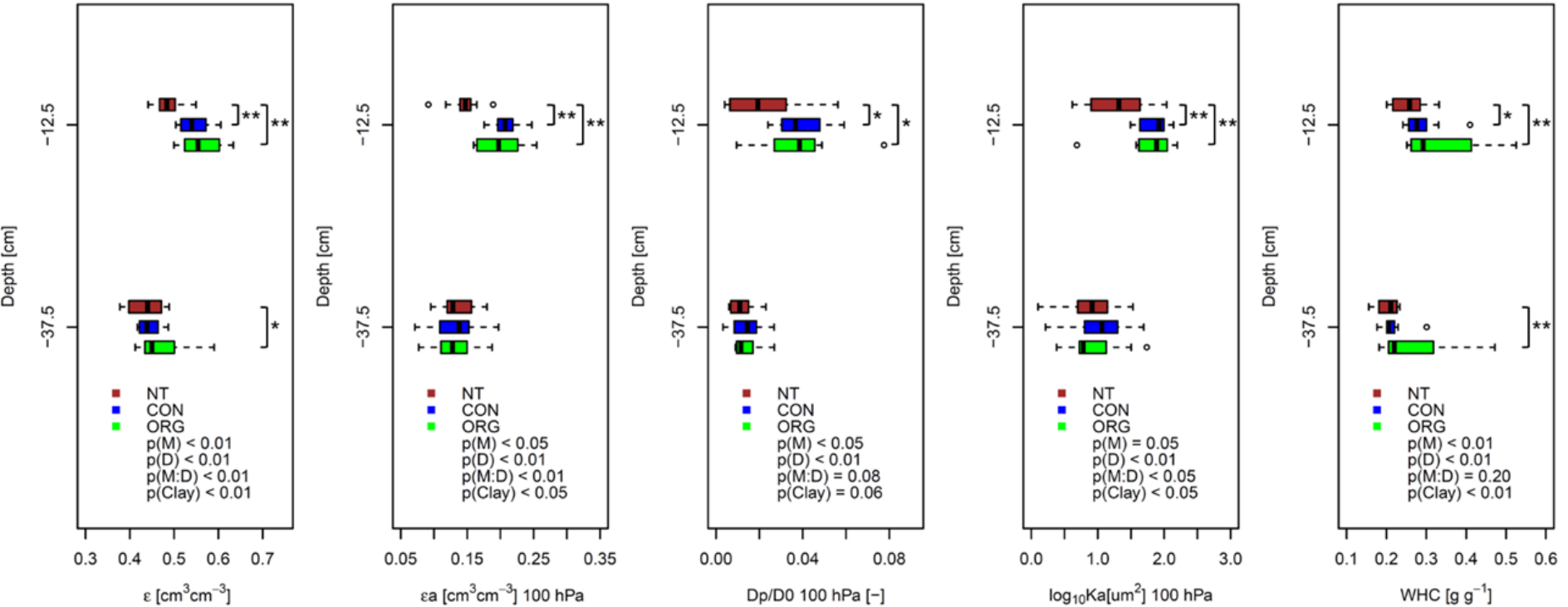
Total porosity

Air-filled porosity

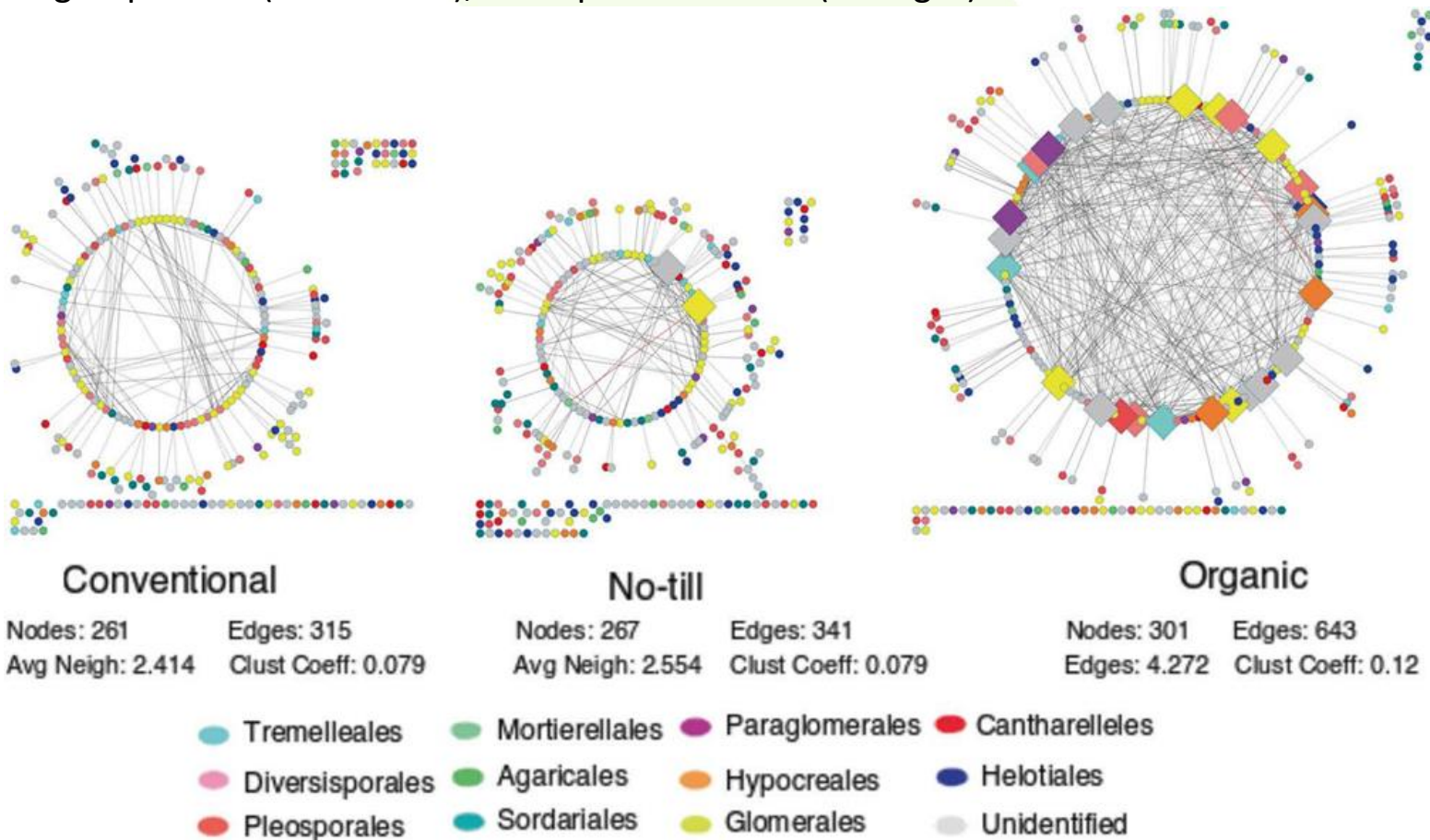
Gas diffusivity

Air permeability

Water holding capacity

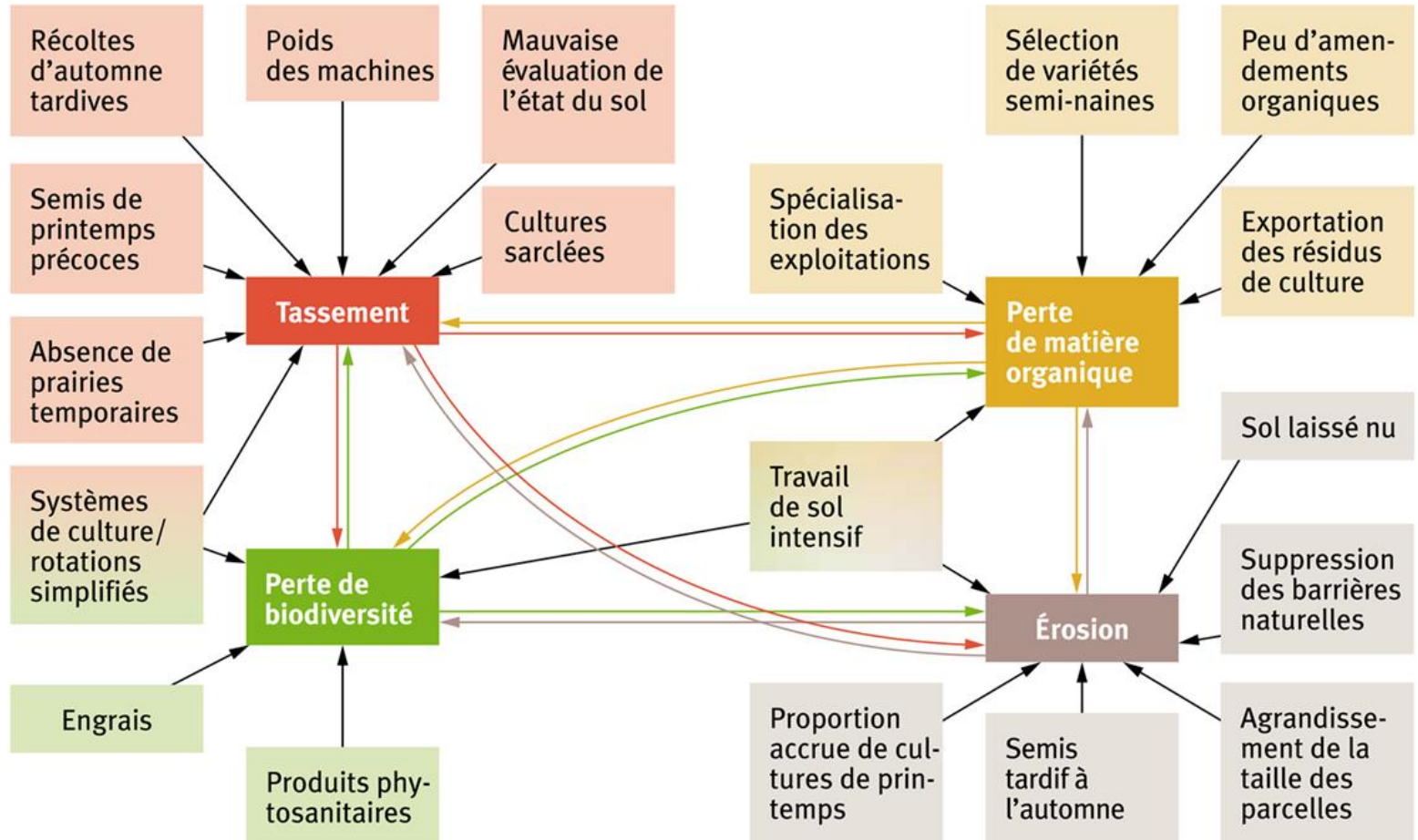


Structure des communautés de champignons racinaires : nb de taxons (nodes), nb d'association (edges), nb moyen de voisins (avg neigh) et coefficient de regroupement (clust. coeff.), ainsi que taxons clés (losanges).



Les principaux facteurs explicatifs des différences entre systèmes sont la teneur en phosphore, la densité apparente, le pH et la colonisation mycorrhizienne.

Domaines de protection de la qualité du sol et facteurs de risques





Mécanisation



Perturbation minimale du sol



Rotation, légumineuses, associations



Couverts, biomasse et racines



Sol vivant



Agroforesterie



SOIL, 5, 91–105, 2019
<https://doi.org/10.5194/soil-5-91-2019>
 © Author(s) 2019. This work is distributed under the Creative Commons Attribution 4.0 License.



www.PNR68.ch

On-farm study reveals positive relationship between gas transport capacity and organic carbon content in arable soil

Tino Colombi^{1,2}, Florian Walder², Lucie Büchi^{3,4}, Marlies Sommer², Kexing Liu^{2,5}, Johan Six⁶, Marcel G. A. van der Heijden^{2,7,8}, Raphaël Charles^{3,9}, and Thomas Keller^{1,2}

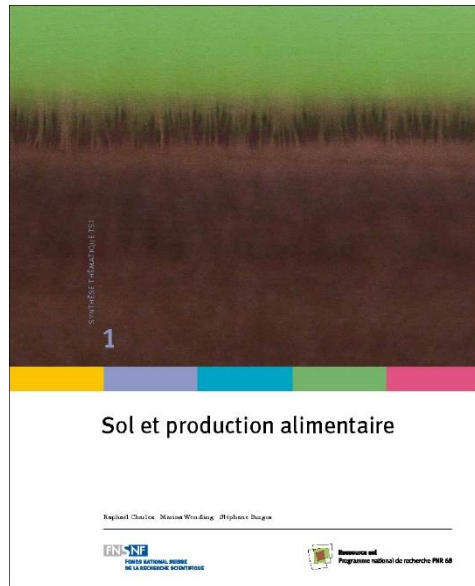
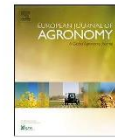
European Journal of Agronomy 109 (2019) 125920



Contents lists available at ScienceDirect

European Journal of Agronomy

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



Potential of indicators to unveil the hidden side of cropping system classification: Differences and similarities in cropping practices between conventional, no-till and organic systems

Lucie Büchi^{a,b,*}, Florent Georges^a, Florian Walder^c, Samiran Banerjee^c, Thomas Keller^{c,d}, Johan Six^e, Marcel van der Heijden^c, Raphaël Charles^{a,f}



The ISME Journal
<https://doi.org/10.1038/s41396-019-0383-2>



ARTICLE



Agricultural intensification reduces microbial network complexity and the abundance of keystone taxa in roots

Samiran Banerjee¹ · Florian Walder¹ · Lucie Büchi^{2,3} · Marcel Meyer¹ · Alain Y. Held¹ · Andreas Gattinger^{4,5} · Thomas Keller^{1,6} · Raphael Charles^{2,7} · Marcel G. A. van der Heijden^{1,8}



Merci de votre attention



Th. Alföldi, FiBL

raphael.charles@fibl.org

FiBL, Institut de recherche de l'agriculture biologique

Frick et Lausanne, Suisse

www.fibl.org



ACS + AB

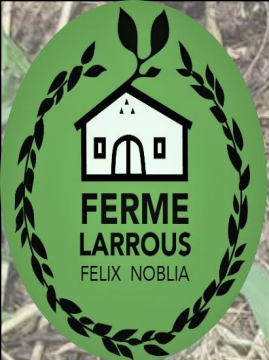


ABC?





« Je ne perds jamais,
soit je gagne, soit
j'apprends »

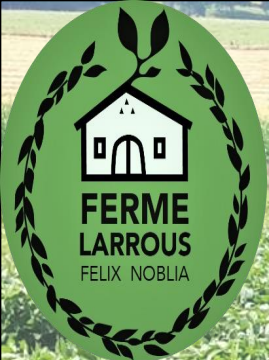


LA Clé: L'agronomie...

Quelle Agronomie??

« Nous ne devons pas construire la nature comme fonctionnent nos pensées mais nous devons construire nos pensées comme fonctionne la nature. »

Léonard de Vinci



• Physique

- Porosité de surface => Pouzzolane
seuil de porosité à définir
- Profondeur => décompaction (si
grave problème)

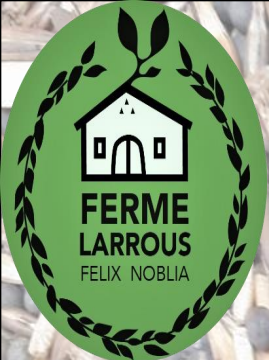
• Chimique

- ph, calcaire (carbonate => long
terme, calcaire marin => court
terme)
- Soufre
- Oligo-éléments

• Biologique

- Ombre permanente, couverture
vivante permanente
- Fertilité :
 - Taux de MO, Bilan humique
 - **Fertilité organique au
semis des couverts**

★ Principes Généraux: Sol Vivant...



OMBRE permanente!!!!
Couvrir systématiquement le sol
avec des plantes annuelles plus

★Principes généraux

Anticiper la fertilisation

agressives lumière/fertilité que les vivaces
70% de légumineuses

lente au démarrage:
Plante

Couvert végétaux (vivants au semis de la culture

Culture pas suffisamment étouffante: culture

Bioélectronique différent ou appâts pour

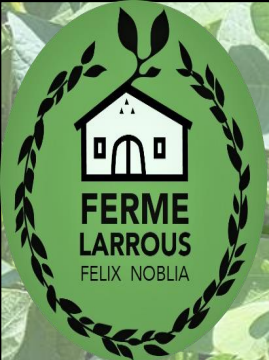
Récolte) fourrage précoce : Semis post récolte

Récolte grain: implantation d'au moins une partie du couvert avant récolte

compagn Signal

survivante) fourrage

Récolte grain:



★ Séquence de culture:

- Couvert :

Seigle forestier ou **soja** **fouurrager+crucifère**

(moutarde)

- 100 % fertilité organique au semis du couvert...
- Objectif du couvert: 7t de MS pour gérer l'enherbement

- Roulage

- Semis de soja:

- 600 000 grains minimum+plantes compagnes
- Localisation de l'engrais (10u d'azote)
- Semis avec un inter-rang plus large (propre concurrence du soja favorable)
- Kieserite









★ Plateforme d'essai

Enjeux des essais :

Peut-on gérer l'enherbement sans désherbage mécanique en AB grâce au





★ Plateforme d'essai

FÉVEROLE
 Dose semis : 120 kg/ha
 Méthode MERCI N/P/K: 205/70/450
 Biomasse en 6mois: 9,9T MS
 Gestion du salissement : ●

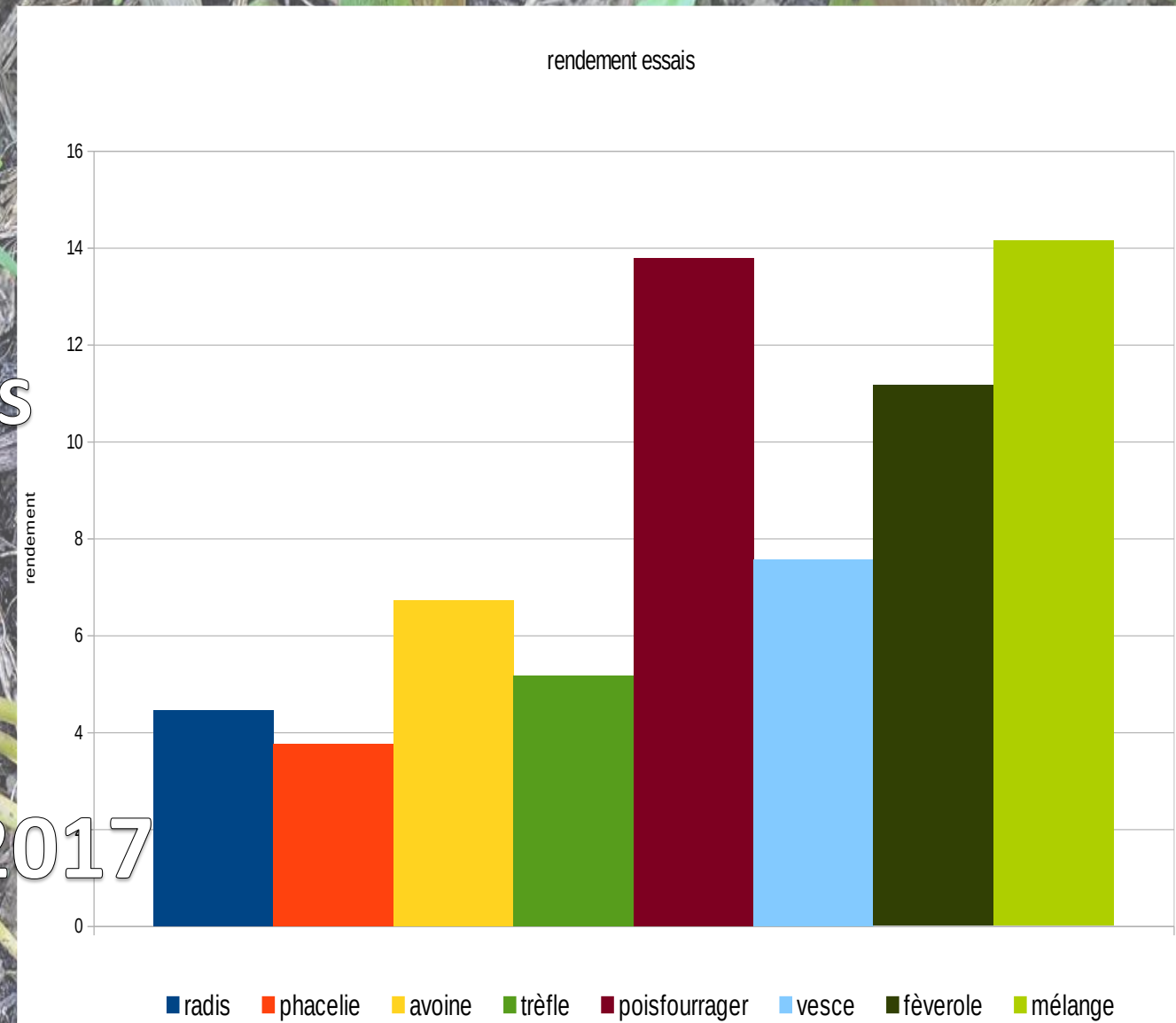
			Hauteur cm	MS t/ha	MERCI Nité/ha restituée	Salissement	Etat du ma	
Radis fourra ger 20kg/ha			100	5,6	N : 65 P : 40	1	Problème de fertilité Mauvaise levée	
Phacé lie 10kg/ha			90	2,5	K : 200 N : 30 P :	1	Salissement Bon nombre de pieds Salissement	
Seigle 110kg/ha			100	3,4	N : 35 P :	3	Problème de fertilité Relevés d'avoine	
Trèfle incarnat 25kg/ha			55	6,4	N : 75 P : 30 K :	1	Manque de Couvert pas suffisamment efficace Salissement	
Pois fourra ger 120kg/ha			60	10,5	N : 215 P : 50 K :	5	Bon paillage et bonne levée	
Vesce velue 70kg/ha			50	1,2	N : 240 P : 60 K :	5	Bon paillage Trop d'humidité au semis Temps de restitution long	
Féverole 120kg/ha			150	9,9	N : 205 P : 70 K :	4	Effet dépressif sur l'azote et l'eau Bonne levée Bon paillage	
Mélan ge 150kg/ha			160	10,1	N : 210 P : 60 K :	4	Bonne levée Bon paillage	

T8



Rendements estimatifs

Maïs Printemps 2017





Destruction des couverts



Rouleau faca qui ne tranche pas la végétation mais écrase et coupe les montées de sèves.

Stade de destruction du couvert: remplissage du grain.

Plantes testées qui meurent par roulage

-Semis d'hiver pour destruction au printemps

- Féverole
- Vesce velue
- Pois fourrager
- Trèfle incarnat
- Radis fourrager
- Phacélie
- Seigle forestier
- Moutarde

-Semis d'été pour destruction à l'automne

- Sorgho fourrager
- Fénugrec
- Tournesol
- Sarrasin
- Sétaire
- Maïs
- Nyger
- Vesce commune (graines viables repartent)
- Vesce velue (graines viables repartent)
- Phacélie (graines viables repartent)

- Pour un semis de dicotylédones, rouler avant le semis

- Pour un semis de



★ Fertilité: le principal problème

Semis direct = 6 fois moins de minéralisation qu'en labour
Les sources de fertilité en AB =
couverts végétaux de légumineuses
et engrais organiques.

Problèmes: minéralisation trop lente des
couverts et des engrais organiques positionnés
en surface → fertilité disponible faible

Solutions envisagées :

- Engrais organiques en SCV et AB doivent donc
être positionnés sur le couvert, longtemps avant
le semis de la culture.

- Semis d'un maximum de cultures de



Si présence de graminées vivaces dans le

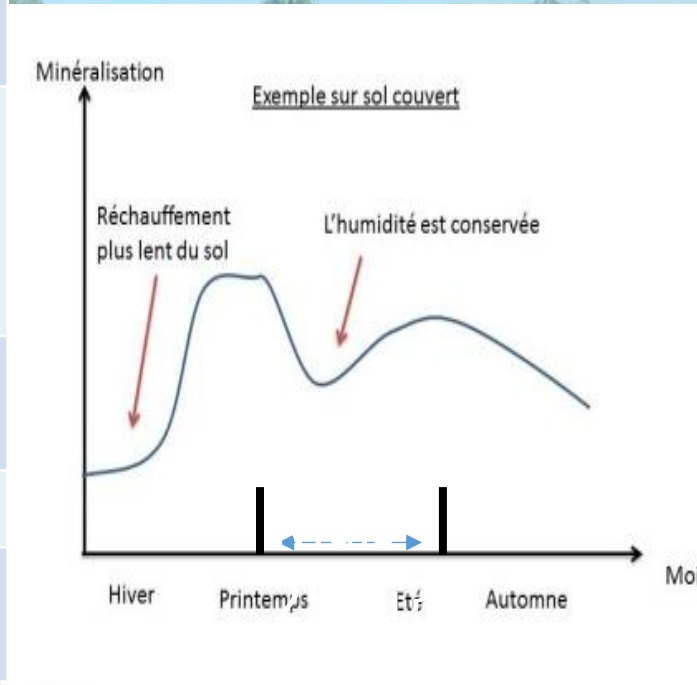
couvert, semer de la légumineuse (ex: soja, haricots, pois)
Auto-fertilité??



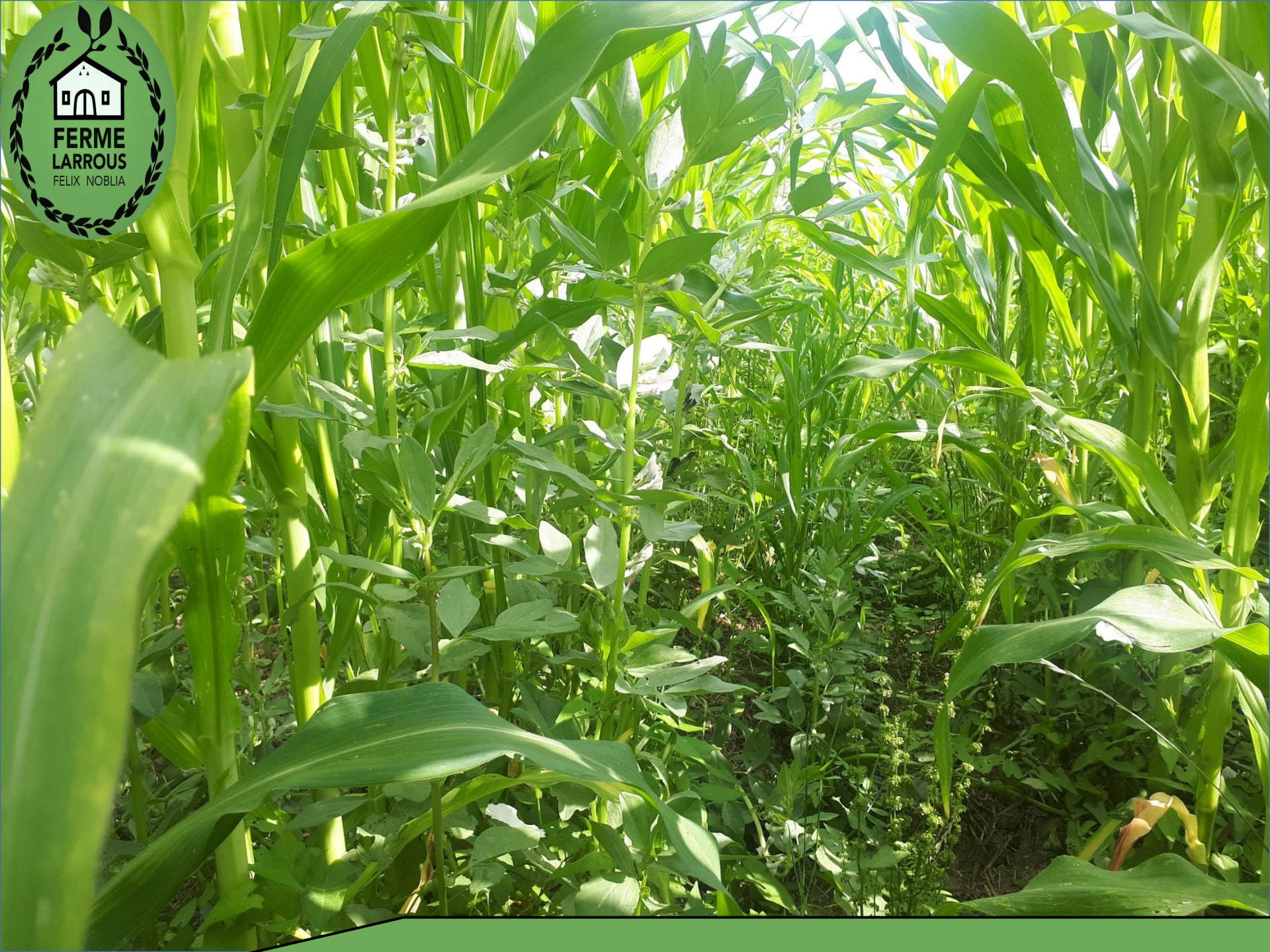


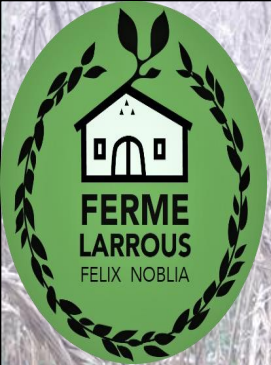
Bilan Humique approximatif

Semis direct 6%MO	
Terre étudiée 0,3m	3000m ³
Masse de terre, sol limon argileux densité 1,6	4800t
Taux de MO	6%
Masse de MO	288t
Coefficient de minéralisation	1%
Masse d'humus minéralisé	2880kg
Carbone relâché	2880x0,58=167 0,4
Azote relâché	

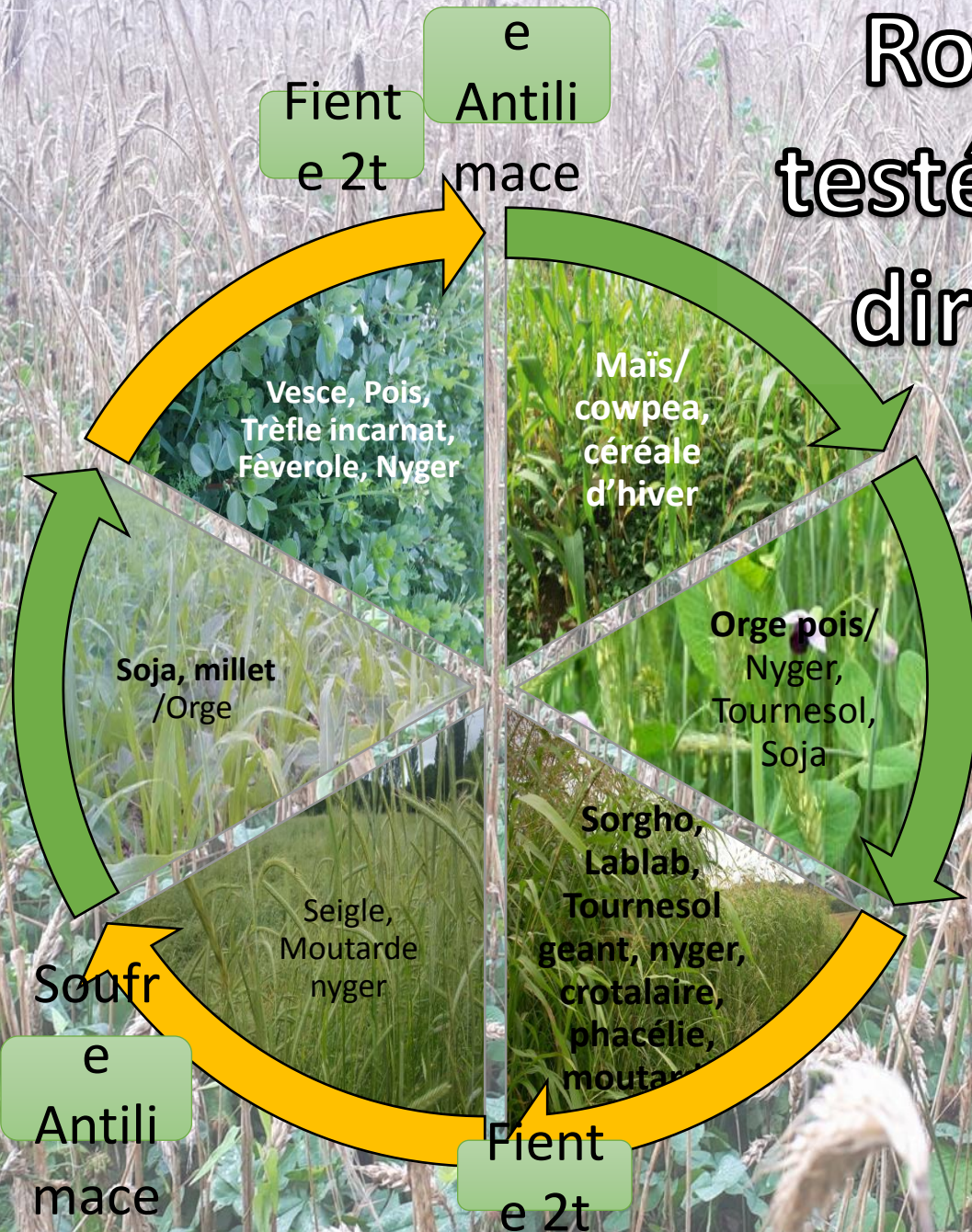


**Problème:
fertilité en SD....**





Rotation testée semis direct AB



Fiente Antili
e 2t mace

Soufr Antili
e mace

Fiente Antili
e 2t mace



★ **Gestion Opportuniste** : Trèfle en SD derrière maïs avec blé moissonné
Question de la complémentarité des ateliers et des couverts pluriannuels implantés avec la culture.

Plantation été ou hiver...





Gestion opportuniste:

- Totalité de la surface d'hiver semé en mélange binaire commercialisables et triables... en semence de ferme
- Gestion opportuniste= Mélange raisonables, couverts idéals pour SCV, pâture.





- Outil d'aide à la décision et partage d'expérimentation
- Réseau de mutualisation de savoir faire
- Changement d'échelle de l'aéroécologie et expérimentation à la forme la plus aboutie





ACS-AB: Perspectives et pistes de travail



Sécuriser économiquement ma ferme avec ce qui fonctionne (TCS-



Semis direct, AB et élevage
Apprendre, échanger, partager



- R&D



Organisation spatiale (strip till?)



Fertilité et nutrition du végétal: Localisation d'acides aminés liquides



Gagner la compétition sur les vivaces



Maximum de plantes compagnes

-Occuper les vides avec des plantes



Choisir, essayer, et essayer encore