



# La santé des sols maraîchers pourrait- elle se trouver sous les sabots d'un cheval ?

Expérimentations  
transdisciplinaires

~~~~~  
**JES 2025**

**Genève**



Fabienne Boivin, Claude Doussan, Céline Pélosi, Stéphane Ruy, Claire Lamine, Mireille Navarrete, Stéphane Bellon, Annette Berard

**METAPROGRAMME  
METABIO INRAE**



ECOSYSTEMES CONTINENTAUX  
**ECCOREV**  
ET RISQUES ENVIRONNEMENTAUX

FINANCÉ PAR  
LE CONSEIL SCIENTIFIQUE  
DE LA FILIÈRE ÉQUINE  
**ifce**    
Institut français  
du cheval  
et de l'équitation

# Des systèmes maraîchers particulièrement sensibles à la compaction

## Des systèmes maraîchers contraignants :

- ❑ Cycles courts + nombreuses opérations culturales
  - **usage intensif des sols** (Norris, Congreves, 2018)
- ❑ D'importantes **perturbations mécaniques sur différents horizons**
  - **en surface**, la création de structure fine voire très fine
  - **en profondeur**, des lames d'arrachage
- ❑ Calendriers contraints + irrigations = **interventions dans des conditions limites** (trop humides, travail en puissance...) très défavorables à la santé physique du sol (FIBL, 2002)
  - Conditions de croissance racinaire défavorables
  - Transferts d'eau perturbés



# Quelles alternatives pour limiter la compaction dans les sols maraîchers ?

- ❑ Le non travail du sol bien étudié en grandes cultures, mais peu en maraîchage  
→ difficile à appliquer en maraichage BIO (adventices)

(Hobbs et al., 2007; Holland, 2004; Vian, 2009)

- ❑ Planches permanentes → répartition spatiale des zones de compaction

(Fourrié et al., 2013; Védié, 2024; Védié et al., 2012)

- ❑ Maraîchage Sol Vivants (MSV) → combinaison ↘ travail et ↗ ↗ MO

(Faury, 2021, Breton, 2023, Ménard, 2024)

- ❑ ... et la traction animale ? Une autre alternative agroécologique?

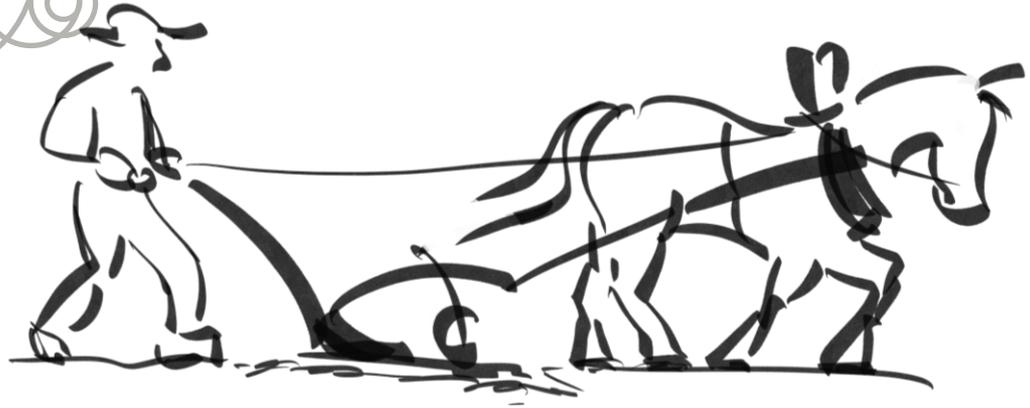
*La TA c'est intéressant pour :*

- ✓ Une meilleure précision du travail réalisé,
- ✓ Une compaction moins importante et moins continue,
- ✓ Un retour au champ plus rapide après des pluies,
- ✓ Une structure bien meilleure, plus de vers de terre...



# Compaction & infiltration en lien avec les pratiques

« quand j'ai compris que ça pouvait entrer dans un modèle économique viable je me suis dit en fait ça marche !  
C'est du bon sens agronomique, le cheval il a besoin d'herbe, on est moins dépendant du pétrole, **niveau tassement c'est mieux** et niveau émission quand y'a un crottin au milieu des légumes c'est pas comme une fuite d'huile. »



# Compaction & infiltration en lien avec les pratiques

Deux échelles

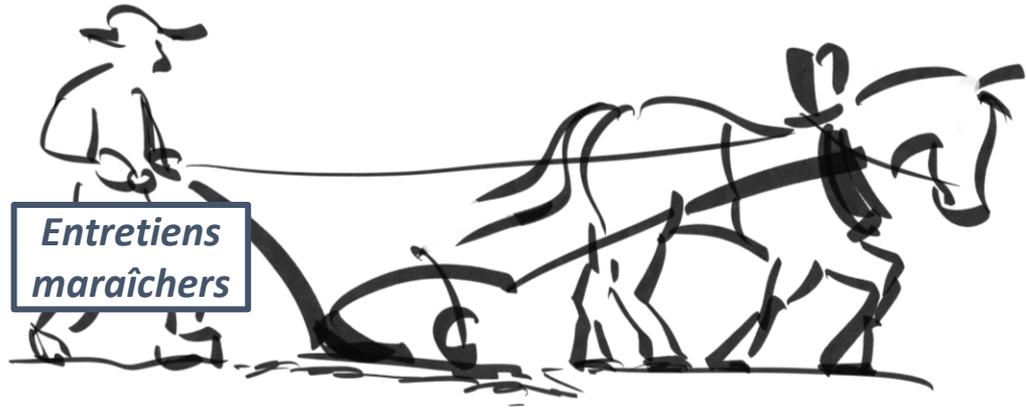
## Pratiques de travail du sol en TA

Organisation spatiale, choix des outils, vitesses, profondeurs, conditions d'interventions et objectifs agronomiques

→ Itinéraires techniques (ITK)

## Trajectoires d'agriculteurs.trices

→ Système maraîcher en TA



*Entretiens  
maraîchers*

# Compaction & infiltration en lien avec les pratiques

**TM** = Traction Motorisée

**TA** = Traction Animale

Deux échelles

Pratiques de travail du sol en TA

Organisation spatiale, choix des outils, vitesses, profondeurs, conditions d'interventions et objectifs agronomiques

→ Itinéraires technique (ITK)

Trajectoires d'agriculteurs.trices

→ Système maraîcher en TA



Entretiens  
maraîchers

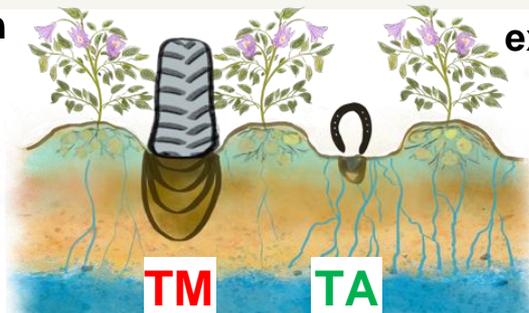
1

Caractérisation des Itinéraires techniques (ITK) intégrant la TA en maraîchage BIO



2

Co-conception d'ITK expérimentaux



TM

TA

Expés comparatives  
Sur plusieurs cycles de culture

3

Etude de la santé des sols et dynamique de l'eau



4

ITK x Impacts sol et eau :  
quels leviers d'action ?



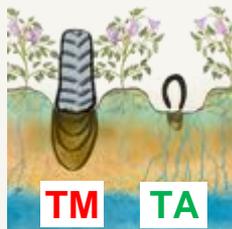
5

supports de dissémination et accompagnement





# Un dispositif expérimental adapté à la pratique



## Approche BioFuncTool®:

- Mesurer des **dynamiques en lien avec les pratiques**
- indicateurs « légers à mettre en place », utilisés sur d'autres alternatives
- Élimination des indicateurs chimiques coûteux
- **Enrichissement des mesures hydrophysiques**

### Fonctions physiques

Test bêche (VESS)

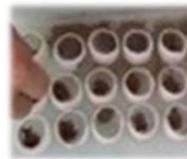


Densité

Pénétrométrie (45cm)



Stabilité des agrégats (Slake)



### Fonctions hydrophysiques

Infiltrométrie (Beerkan)



Humidité

### Fonctions biologiques



Biomasses

... et diversité vers de terre

... et activités microbiennes (MicroResp)

Bait lamina

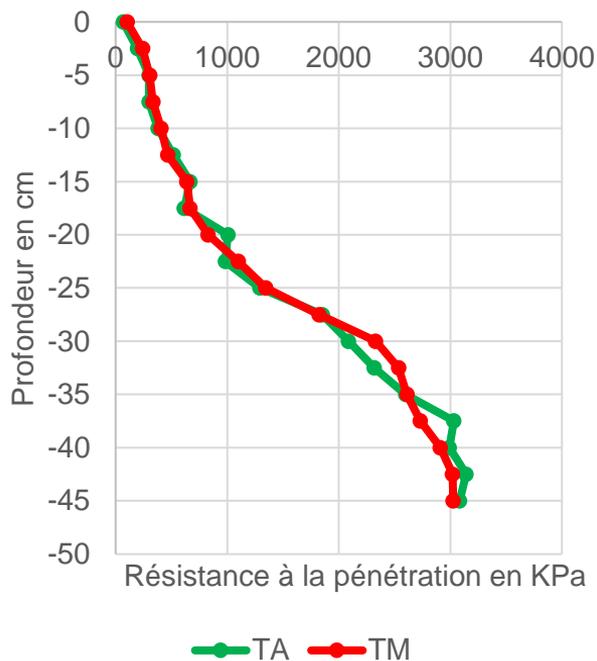
### Fonctions physicochimiques



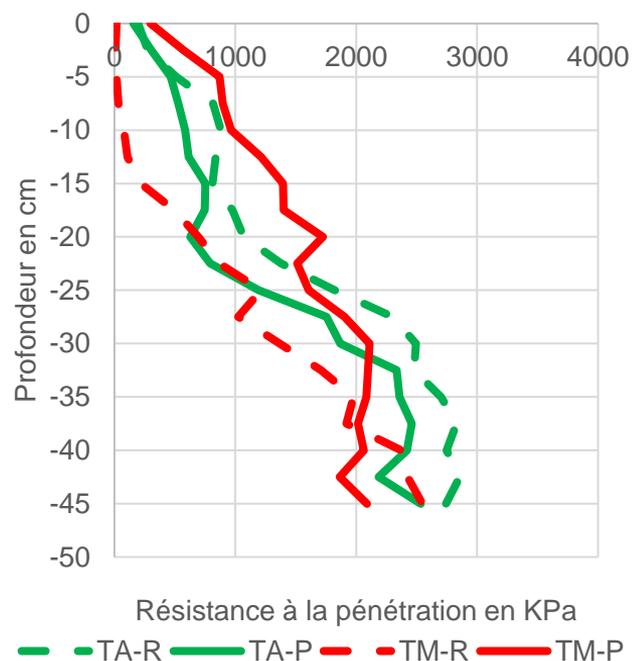
Carbone « actif » (POXC) & azote (Nitracheck)

# Nouvelle étude pluriannuelle, nouveaux indicateurs et confirmation des tendances

Résistance à la pénétration –  
février 2024 avant plantation des  
pommes de terre

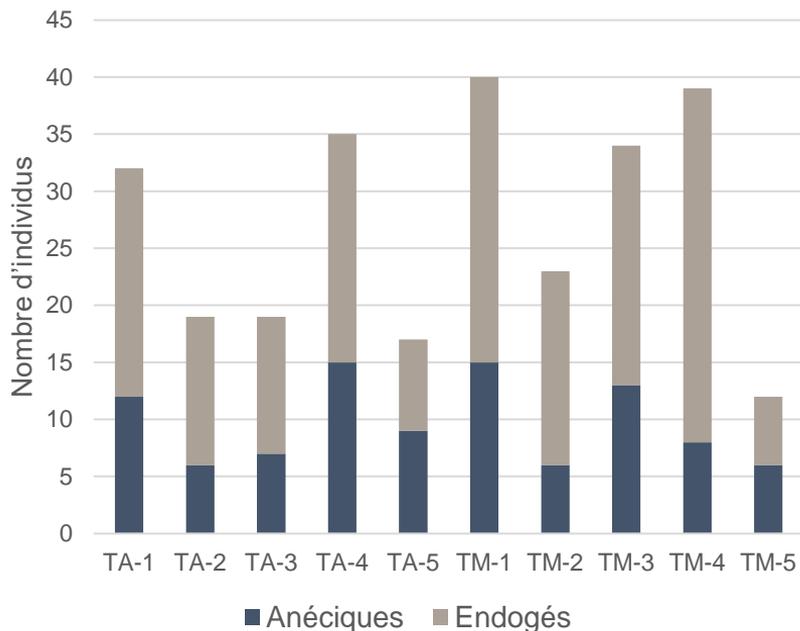


Résistance à la pénétration  
avril 2024 sur les passages (P)  
et les rangs (R)

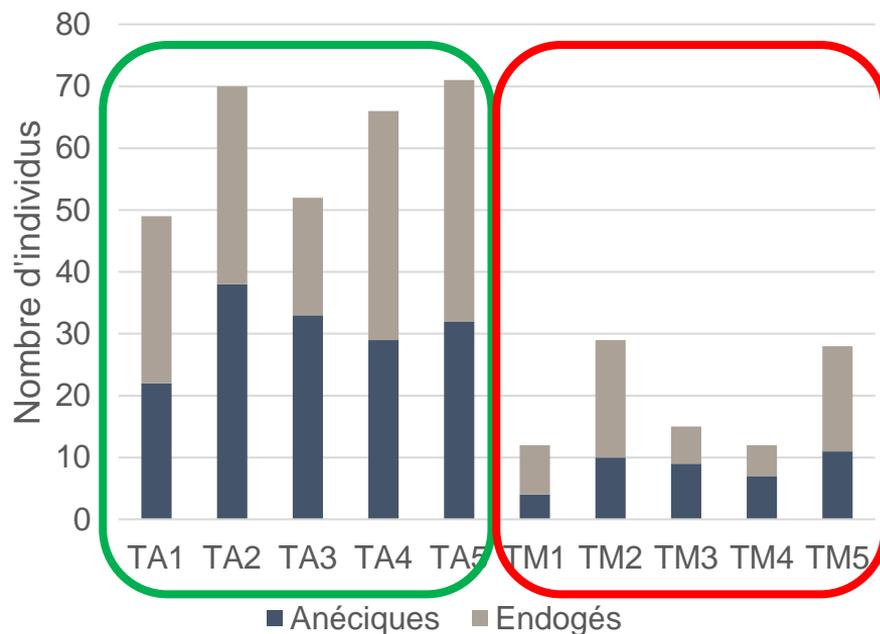


# Nouvelle étude pluriannuelle, nouveaux indicateurs et confirmation des tendances

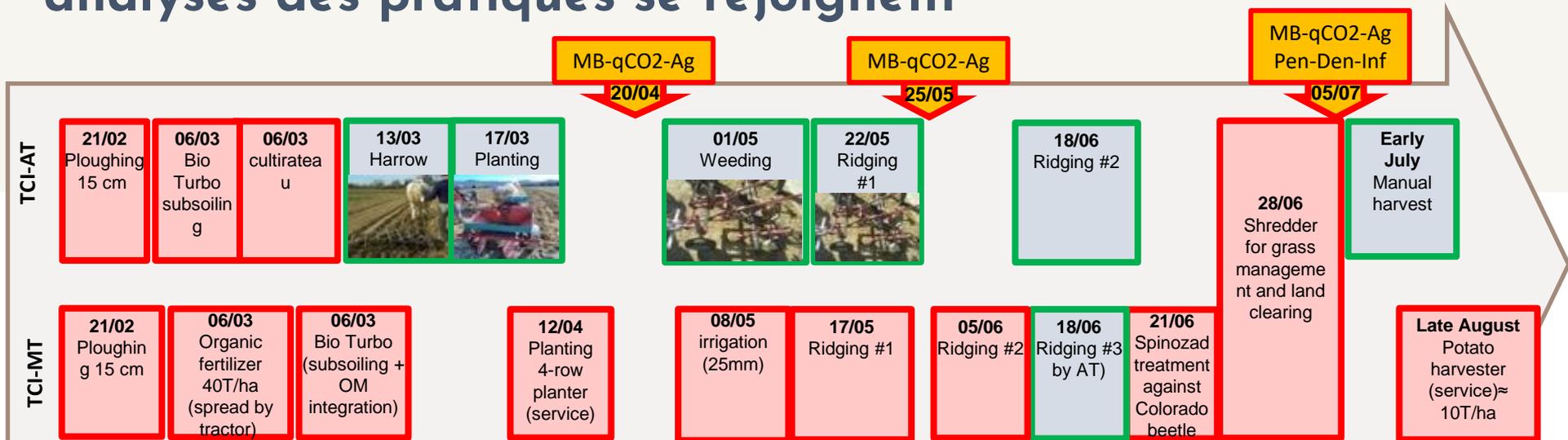
Abondance vers de terre au Petit Lierne (26)  
février 2024 - avant différenciation



Abondance vers de terre au Petit Lierne (26)  
février 2025 - un an après différenciation



# Expé en ferme : quand résultats expérimentaux et analyses des pratiques se rejoignent



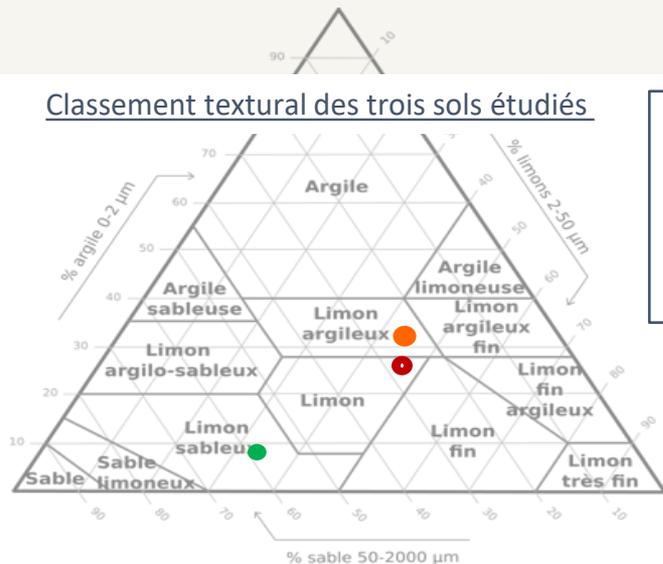
| date (2023)                      | 21/02     | 06/03      | 06/03               | 13/03  | 17/03    | 01/05   | 22/05     | 18/06     | 28/06    |
|----------------------------------|-----------|------------|---------------------|--------|----------|---------|-----------|-----------|----------|
| <b>TCI-AT</b>                    | Ploughing | Subsoiling | seedbed preparation | Harrow | Planting | Weeding | Ridging#1 | Ridging#2 | Shredder |
| Proxy of the soil moisture       | 0.88      | 0.94       | 0.94                | 0.96   | 0.97     | 0.4     | 0.91      | 0.36      | 0        |
| Average of soil moisture proxies | 0.72      |            |                     |        |          |         |           |           |          |

| date (2023)                      | 21/02     | 06/03              | 06/03      | 12/04    | 17/05     | 05/06     | 18/06     | 21/06              | 28/06    |
|----------------------------------|-----------|--------------------|------------|----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|----------|
| <b>TCI-MT</b>                    | Ploughing | Organic fertilizer | Subsoiling | Planting | Ridging#1 | Ridging#2 | Ridging#3 | Spinosad treatment | Shredder |
| Proxy of the soil moisture       | 0.88      | 0.94               | 0.94       | 0.85     | 0.54      | 0.53      | 0.36      | 0.1                | 0        |
| Average of soil moisture proxies | 0.48      |                    |            |          |           |           |           |                    |          |

# Suites du projet sur les expérimentations : Suivi de trois sites complémentaires sur deux cycles de culture supplémentaires



Classement textural des trois sols étudiés



**Matière organique**

- 4,12%
- 3,08%
- 1,70%

**Calcaire**

- 52% (dont 16% actif)
- 43% (dont 12% actif)
- 0%

Trois sites complémentaires pour leurs :

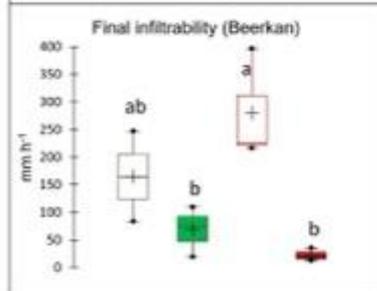
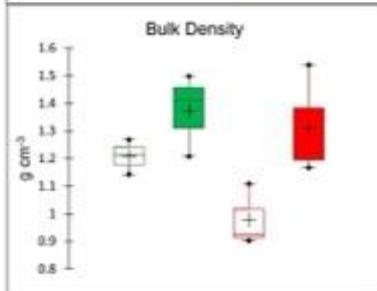
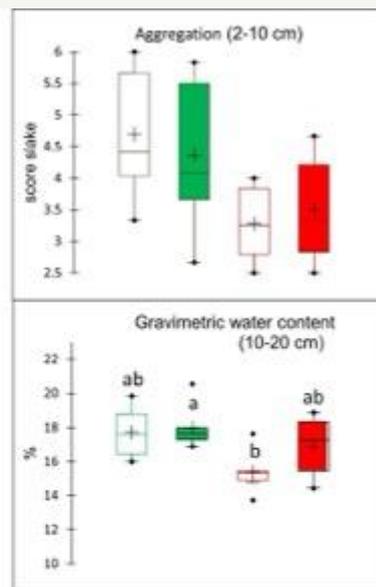
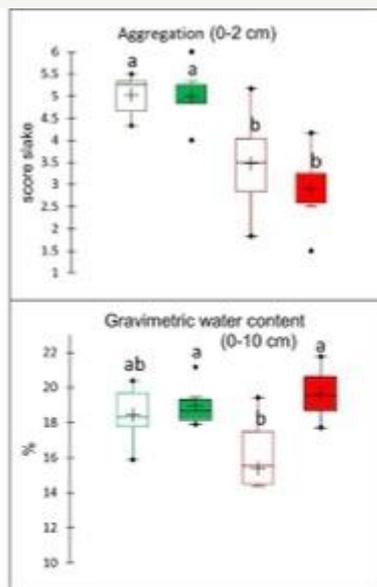
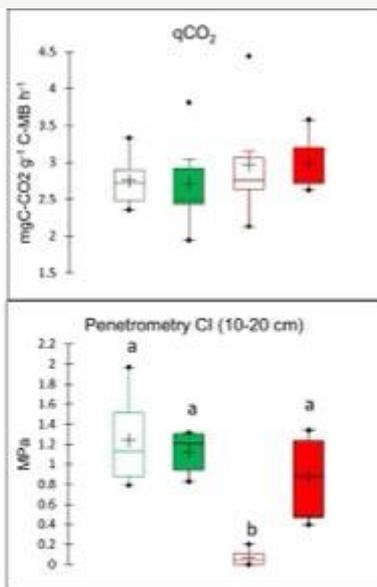
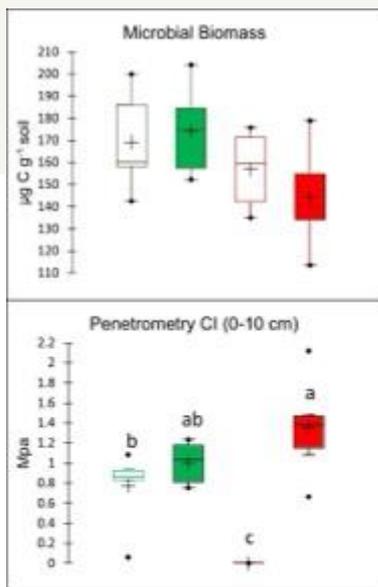
- Contextes édaphiques
- Statuts : « en ferme » VS station expérimentale

- Contextes technico-économiques réels
- Argilo-calcaire compactant
- Dispositif plus rigoureux
- Limono-sableux drainant

# MERCI !



# Résultats préliminaires & confirmation du dispositif



AT-Ridge
  AT-Pass  
 MT-Ridge
  MT-Pass



**What impact does agricultural animal traction have on soil health? Preliminary experimentation in organic market gardening**  
 Fabienne Boivin<sup>1,\*</sup>, Stéphanie Bay<sup>2</sup>, Claude Doussan<sup>1</sup>, Annette Bécard<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>UMR 107 Arènes, INRAE, URAP, 13121 Bellevédun, Ardenne Occidentale, 208 route de Tilly, 01000, France  
<sup>2</sup>UMR 1213 Herbiers INRAE, Ardenne Occidentale, 208 route de Tilly, 01000, France  
 \*Corresponding author: [fabienne.boivin@ardennes.inrae.fr](mailto:fabienne.boivin@ardennes.inrae.fr)

**ARTICLE INFO**      **ABSTRACT**  
 Soil health is an important factor in preserving the ecological functions of the agroecosystems while ensuring productivity. Organic market gardening systems present technical challenges (weed management) and require crop rotation and livestock integration, reduced plowing and heavy equipment. Comparison is one of the