Gestion des bioagresseurs telluriques par l'utilisation de pratiques améliorantes en interculture – exemples en maraichage plein champ

Projet PATHOSOL (2013-15)

William Parmé (CDDM), Céline Ade, Prisca Pierre (Ctifl)

Thème et objectifs de PATHOSOL

- Validation et optimisation de méthodes de lutte alternatives contre les agents pathogènes des sols : engrais verts, solarisation, agents de biocontrôle…
- Dans un contexte régional
  - ARELPAL
    - CAB Pays de la Loire
    - CA 49/CDDL
    - CDDM
    - Ctifl
    - Fleuron d'Anjou
    - CA 85 /GDM
    - INRA, UMR SAS Rennes

Une partie des travaux du CDDM et du Ctifl seront présentés.

Essais CDDM

Plein champ

Les engrais verts (EV) bénéfiques…

- Apport de matière organique (MO)
- Protection des sols
- Fixation des minéraux
- Concurrence les adventices (réduction des herbicides)…

Mais de nombreuses questions persistent !

Les engrais verts peuvent-ils permettre de limiter la pression des bioagresseurs telluriques ?

… à quelle échelle de temps ?

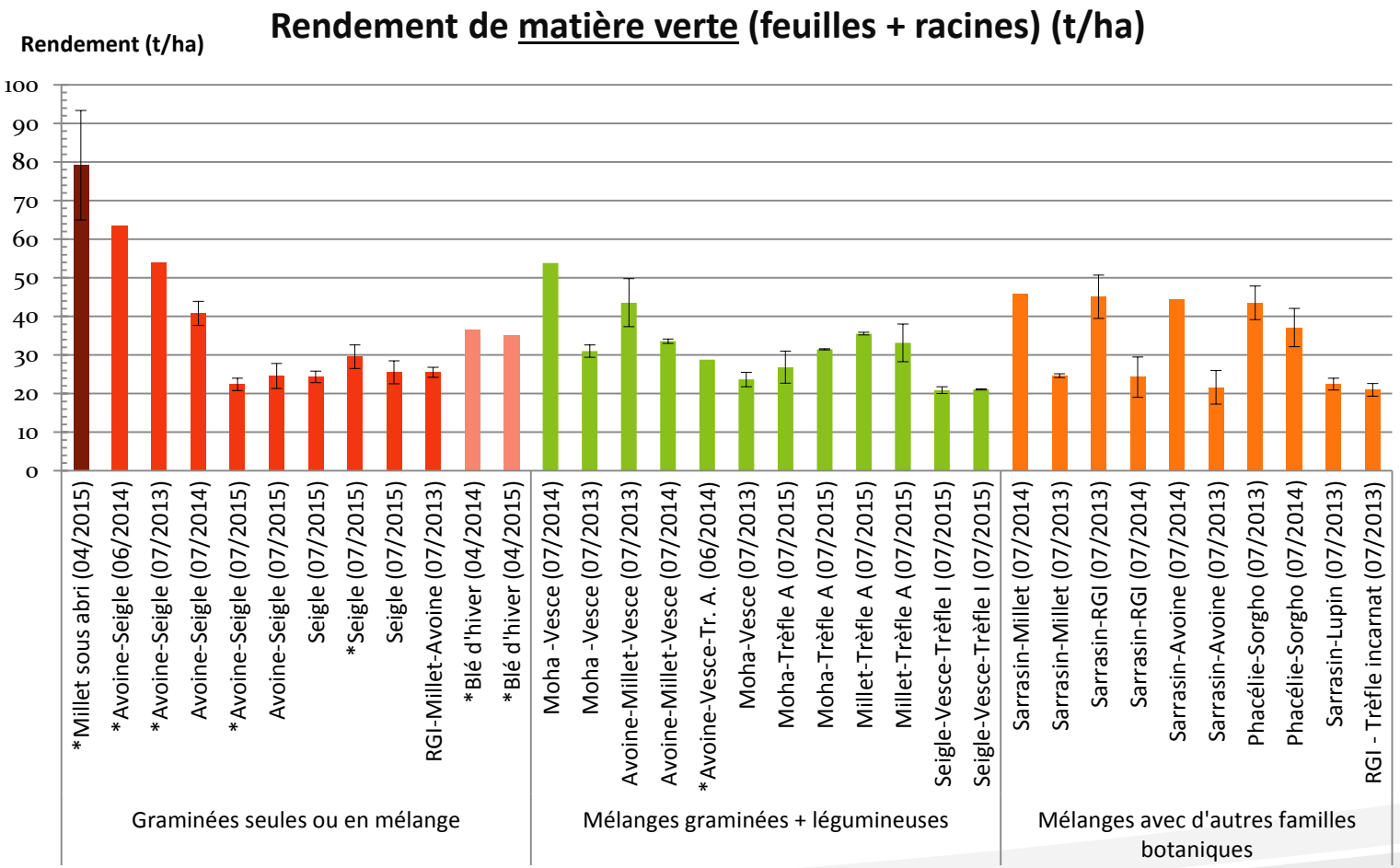
… et dans quelles conditions ?

Les engrais verts peuvent-ils permettre de limiter la pression sanitaire en améliorant les propriétés des sols ?

- **Contexte local (région nantaise)** :
  - ✓ Sols sableux et faible teneur en MO (2%)
  - ✓ Diversité de cultures limitée et parcelles très sollicitées
  - ✓ Enjeux de réduction des produits phytosanitaires
  - ✓ Disponibilité des parcelles plutôt en été
  - ✓ Irrigation généralement possible

➔ Choix des espèces et variétés + besoin d'acquisition de références techniques

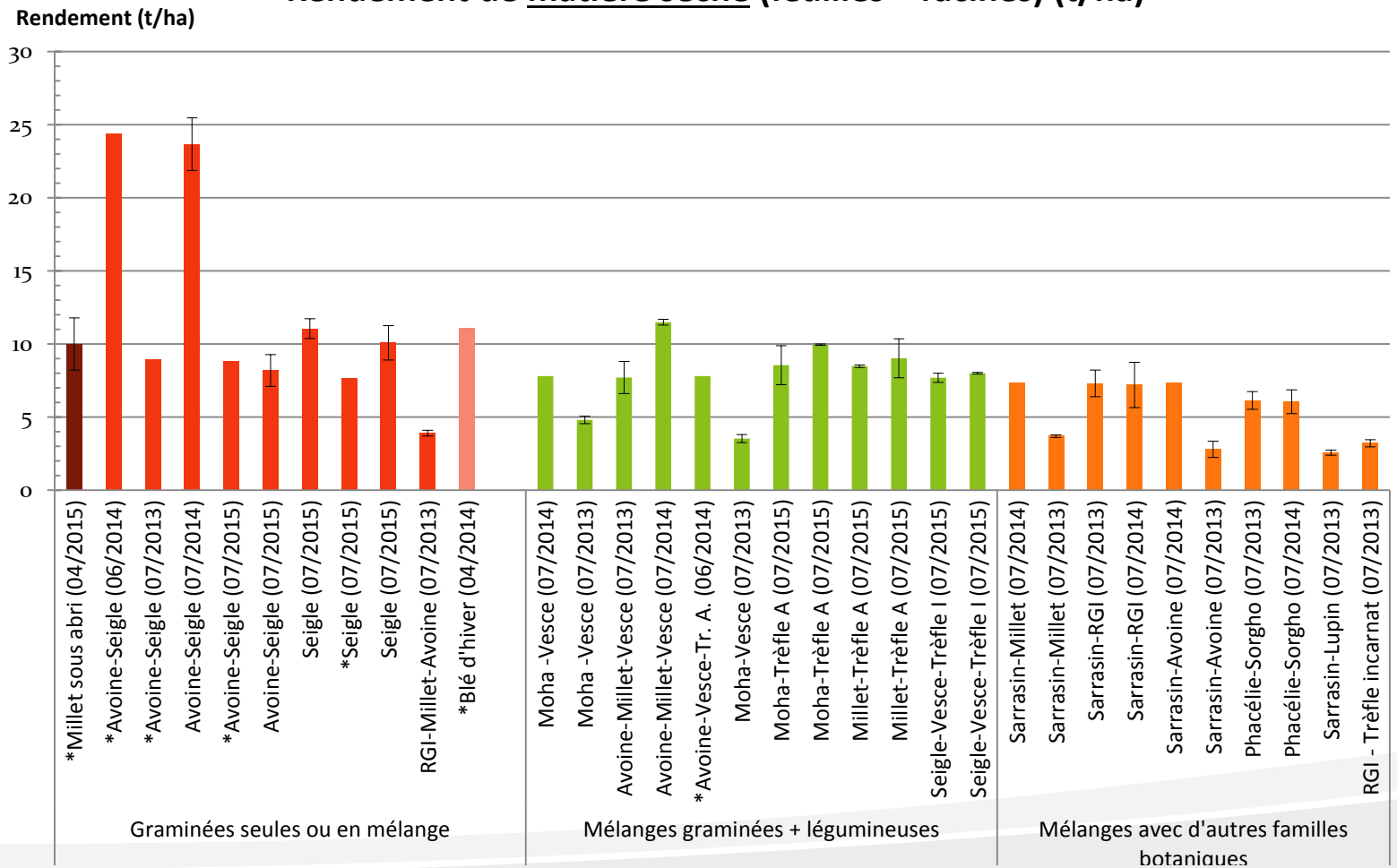
I. Les engrais verts : références agronomiques locales



Les barres d'erreur correspondent aux écart-types **Source** : CDDM

I. Les engrais verts : références agronomiques locales

Rendement de <u>matière sèche</u> (feuilles + racines) (t/ha)

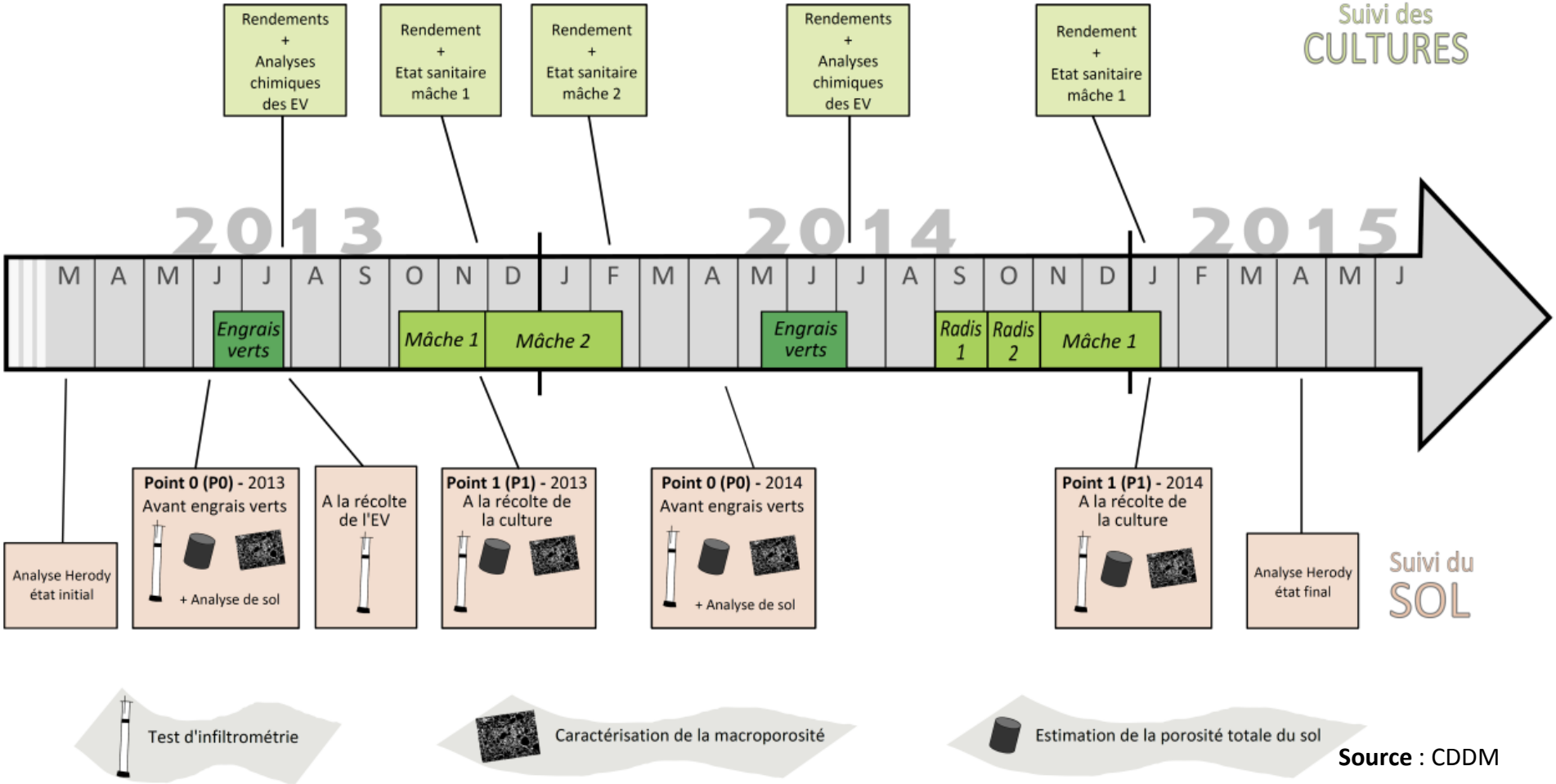


Source : CDDM

II. Amélioration des propriétés physiques difficiles à démontrer..

- **Etude de cas : culture d'engrais verts sur 2 années consécutives – en situation de production**
- **4 modalités évaluées :**
  - **M1 = Avoine/millet/vesce**
  - **M2 = RGI/sarrasin**
  - **M3 = Témoin (sol nu)**
  - **M4 = Sorgho/phacélie**

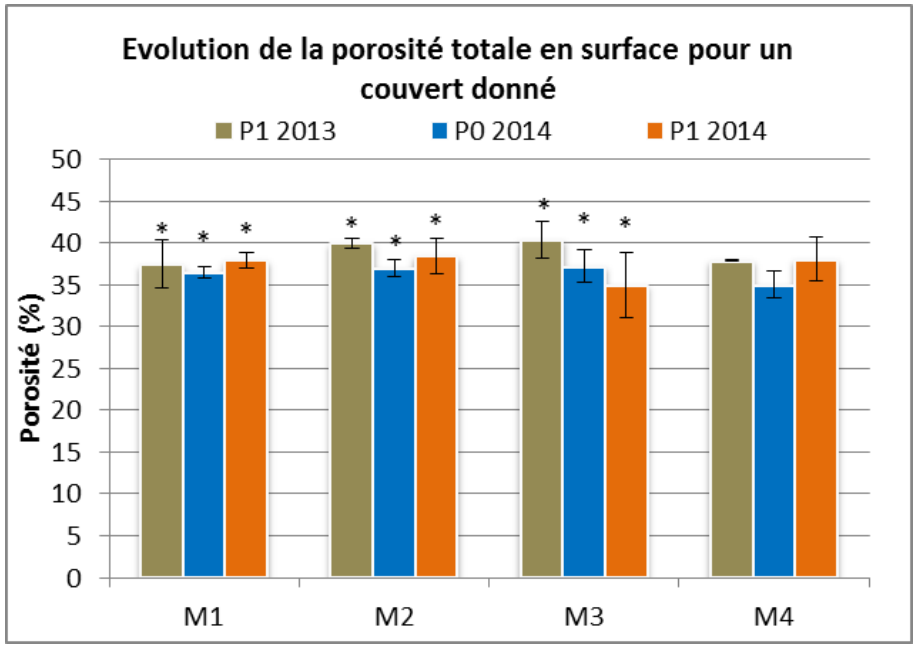
II. Amélioration des propriétés physiques difficiles à démontrer..

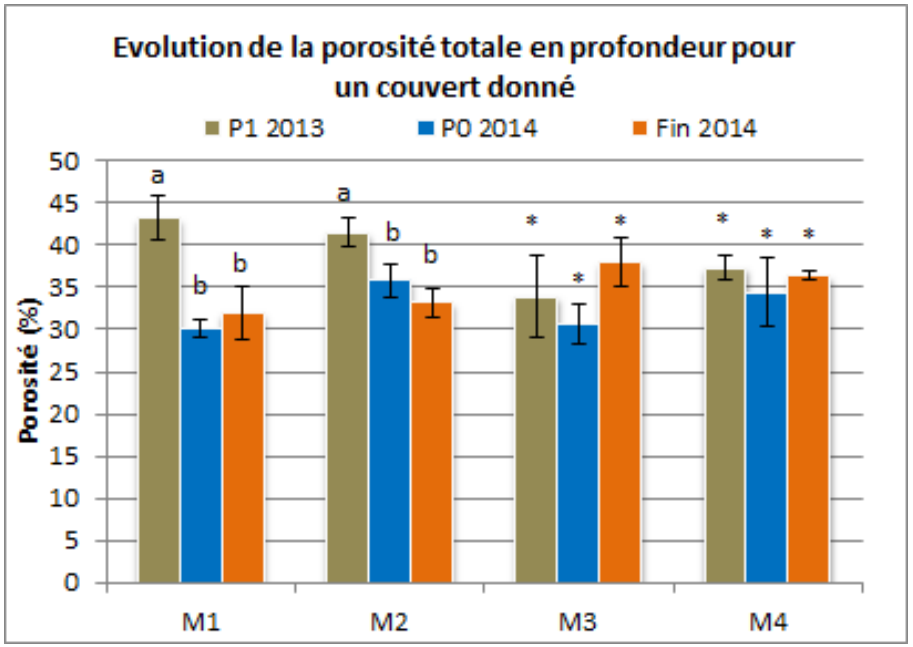


Source : CDDM

II. Amélioration des propriétés physiques difficiles à démontrer..

1) La porosité totale





M1 : Avoine/millet/vesce – **M2** : RGI/sarrasin – **M3** : Témoin – **M4** : Sorgho/Phacélie

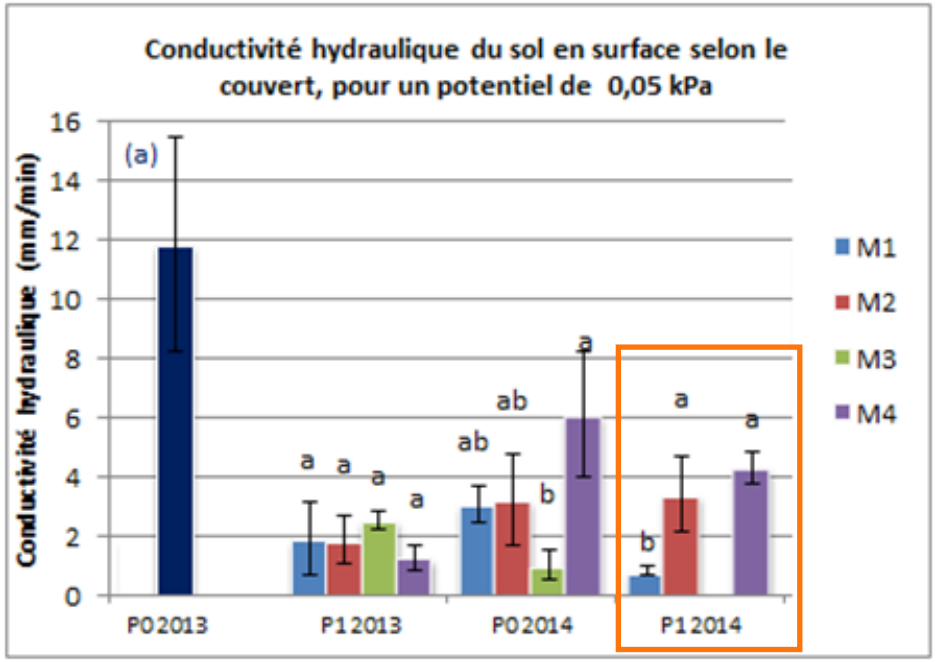
En surface : Pas d'évolution de la porosité

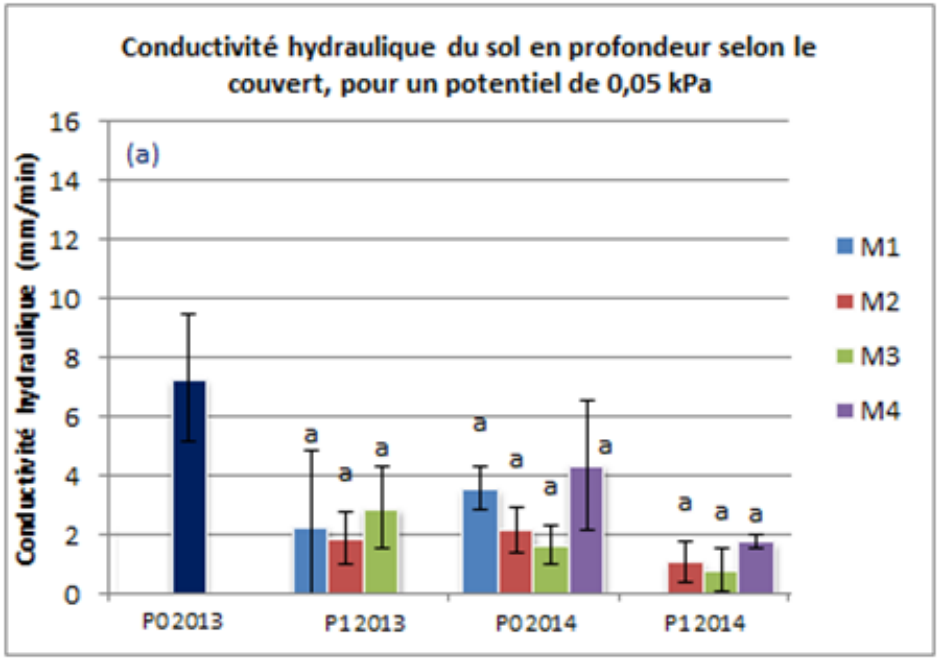
A 20 cm : Baisse de la porosité pour M1 & M2 au cours de l'étude

Source : CDDM

II. Amélioration des propriétés physiques difficiles à démontrer..

2) La perméabilité





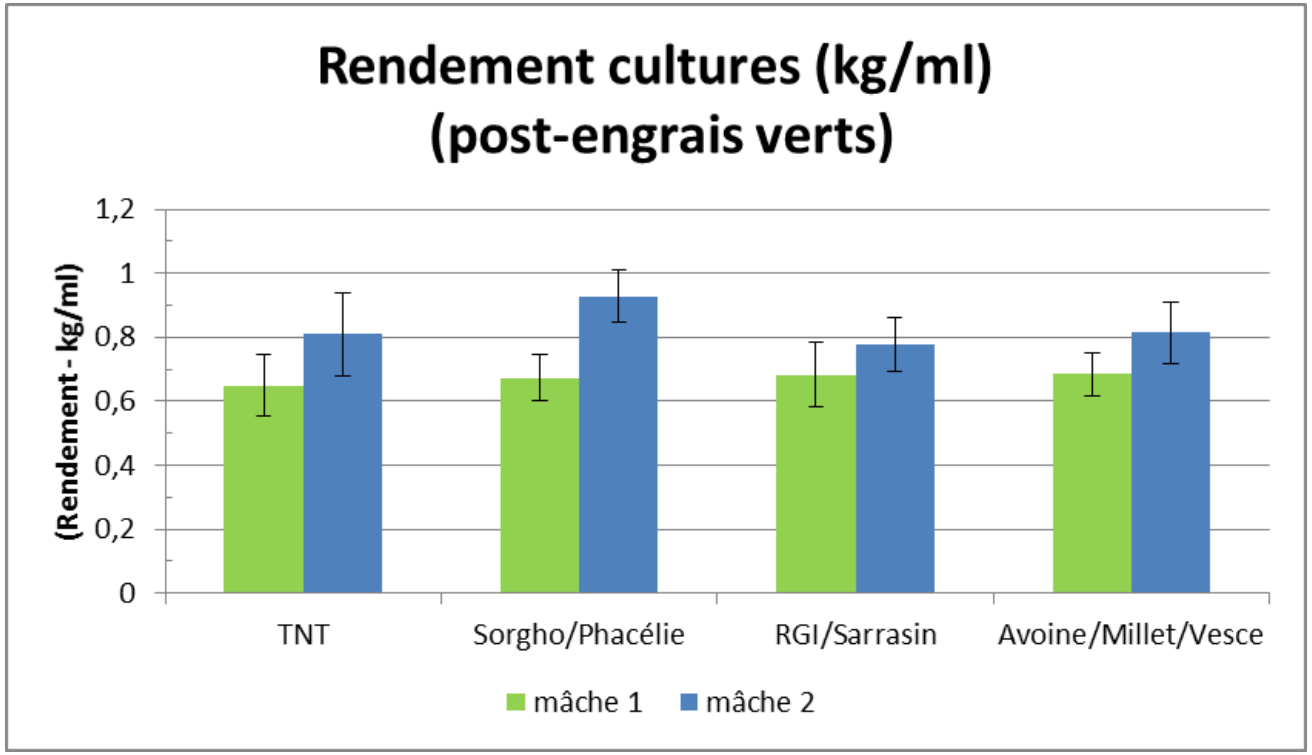
M1 : Avoine/millet/vesce – **M2** : RGI/sarrasin – **M3** : Témoin – **M4** : Sorgho/Phacélie

En surface : Il y quelques différences significatives mais interprétation difficile…
A 20 cm : Les EV n'ont pas affecté la perméabilité du sol

Source : CDDM

III. Impacts des EV sur les cultures maraîchères

1) Cultures hiver 2013-2014 (après 1 année d'engrais verts)

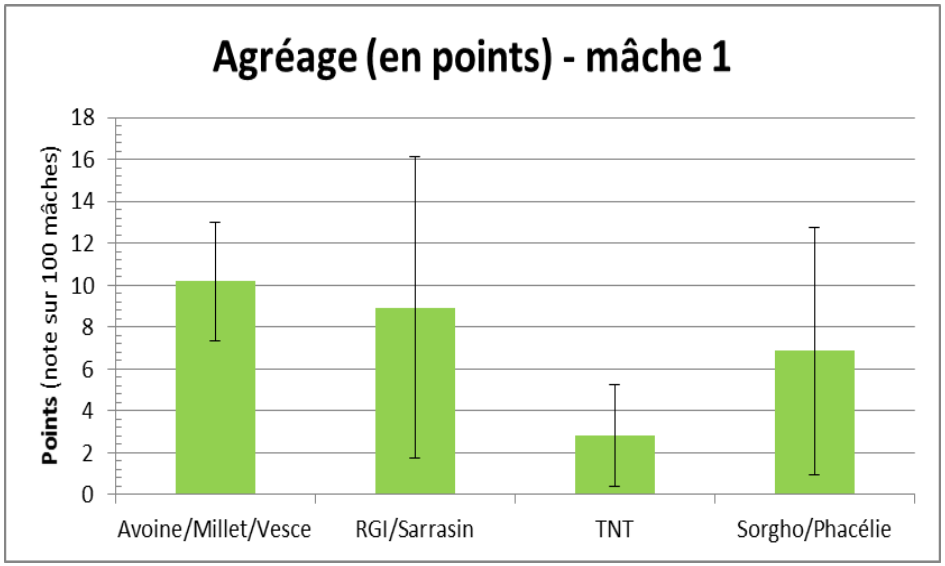


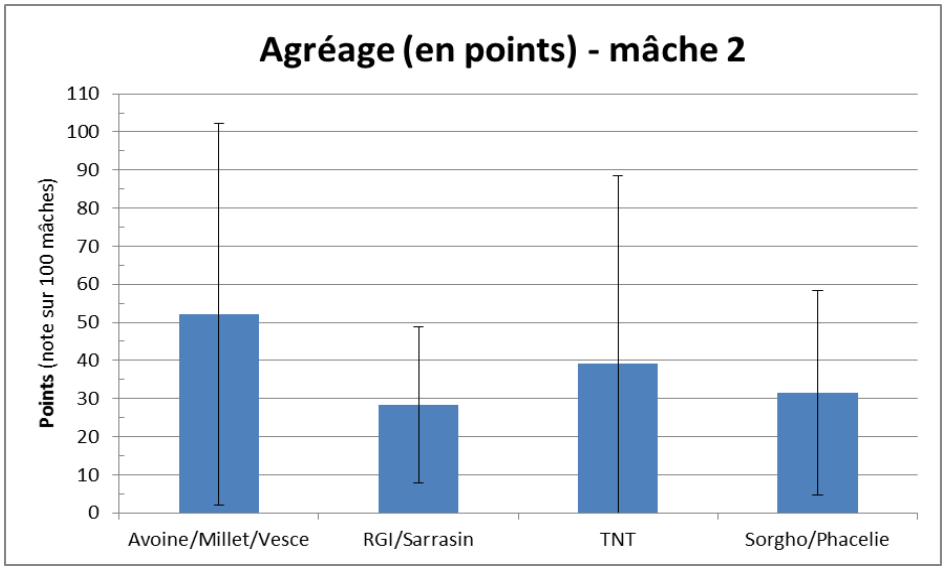
Rendement => Pas de différences significatives

Source : CDDM – Les barres d'erreur correspondent aux écarts-types (4 répétitions)

III. Impacts des EV sur les cultures maraîchères

1) Cultures hiver 2013-2014 (après 1 année d'engrais verts)





Agréage culture => Pas de différences significatives

Source : CDDM – Les barres d'erreur correspondent aux écarts-types (4 répétitions)

III. Impacts des EV sur les cultures maraîchères

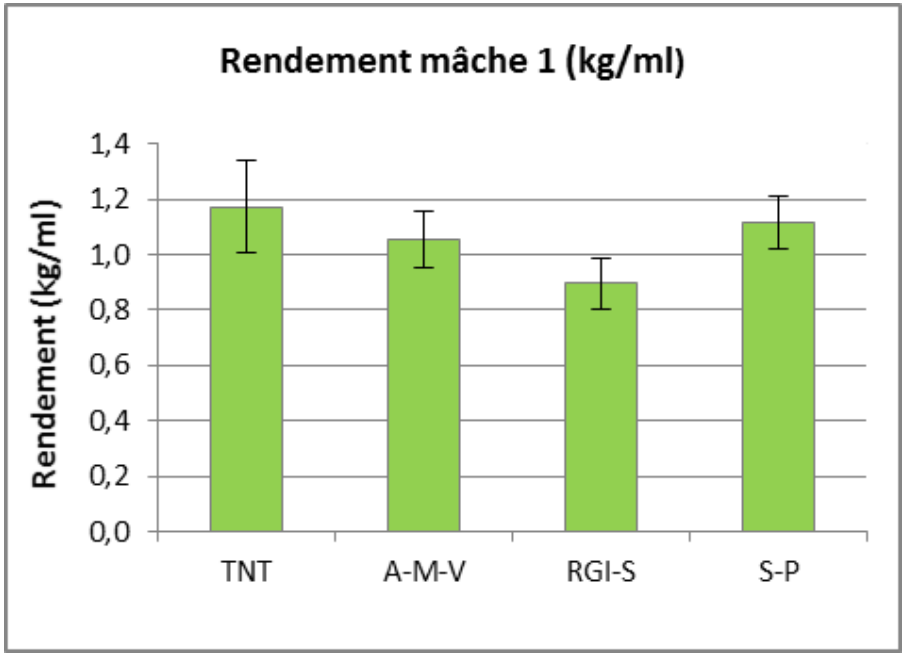
1) Cultures hiver 2013-2014 (après 1 année d'engrais verts)

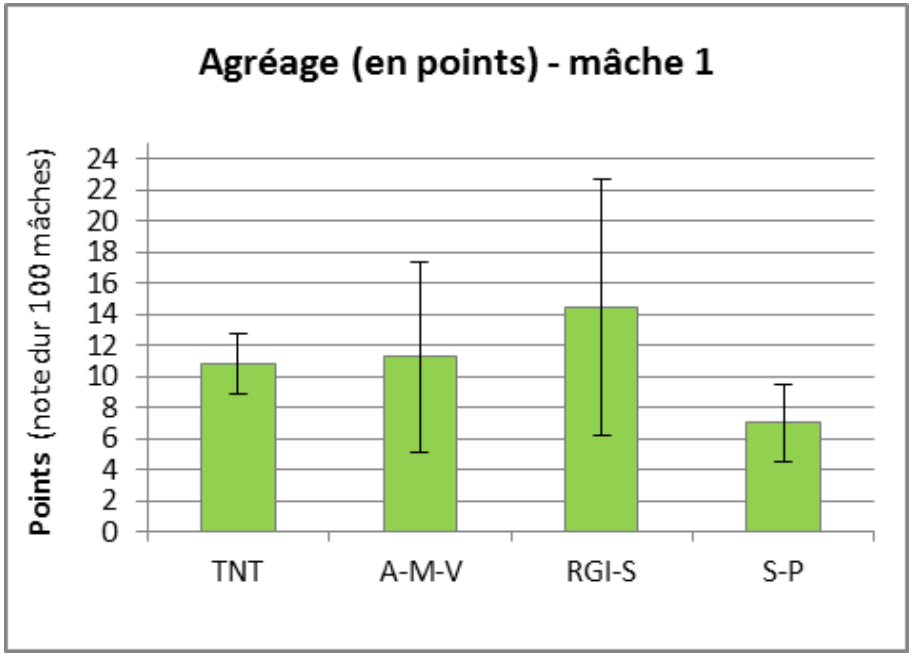
	Modalités	Mâches saines	*Thielaviopsis basicola*	Phoma *valerianellae*	Bactériose	Autres dégâts
MACHE 1	TNT	97%	0%	0%	2%	1%
	Avoine-Millet-Vesce	87%	1%	0%	4%	11%
	RGI-Sarrasin	91%	0%	1%	3%	5%
	Sorgho-Phacélie	93%	1%	0%	2%	5%
MACHE 2	TNT	79%	0%	0%	19%	2%
	Avoine-Millet-Vesce	73%	0%	0%	26%	1%
	RGI-Sarrasin	84%	0%	0%	14%	2%
	Sorgho-Phacélie	81%	0%	0%	15%	4%

Source : CDDM (moyenne de 3 répétitions – notations réalisées pour 100 mâches)

III. Impacts des EV sur les cultures maraîchères

1) Cultures hiver 2014-2015 (après 2 années d'engrais verts)





Rendement et agréage de la mâche => Pas de différences significatives

Source : CDDM – Les barres d'erreur correspondent aux écarts-types (4 répétitions)

Bilan - engrais verts

<u>Dans notre contexte local</u>, les expérimentations menées reflètent les difficultés pour démontrer les impacts des engrais verts sur du court terme et notamment sur :

- la porosité du sol
- la perméabilité du sol
- le rendement et la qualité des récoltes

▪ Interrogations

- Techniques de mesure utilisées peu adaptées aux sols sableux
- Essai en situation de production => éventuels effets des EV masqués ?
- Effets des EV non visibles à **<u>court-terme</u>** (continuer à faire des suivis)

Bilan - engrais verts

PRINCIPAUX AVANTAGES

- Très bonne couverture de sol et bon rendement
- Fixation des minéraux
- Désintensification des cultures
- Excellente concurrence vis-à-vis des adventices
- Sol plus facile à travailler (ressenti de producteurs)
- Légère augmentation de la MO

PRINCIPALES LIMITES

- Problème des gastéropodes

Essai Ctifl

Plein champ

Essai plein champ Ctifl

- 3 pratiques culturales ayant *a priori* un effet bénéfique contre les bioagresseurs :
  - Culture de diversification : intérêt économique par vente à la récolte,
  - Biofumigation : intérêt sanitaire par la libération de composés toxiques volatils dans le sol.
  - Engrais vert : intérêt agronomique (fertilisation, stabilité structurale du sol…).
- Quels impacts ont ces pratiques améliorantes
  - sur les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques du sol?
  - sur l'état sanitaire de la mâche (*T. basicola*, *R. solani*) ?

Les variables observées

Au niveau du sol

Etat physique
- Conductivité hydraulique
- Porosité totale
- Morphologie des macropores

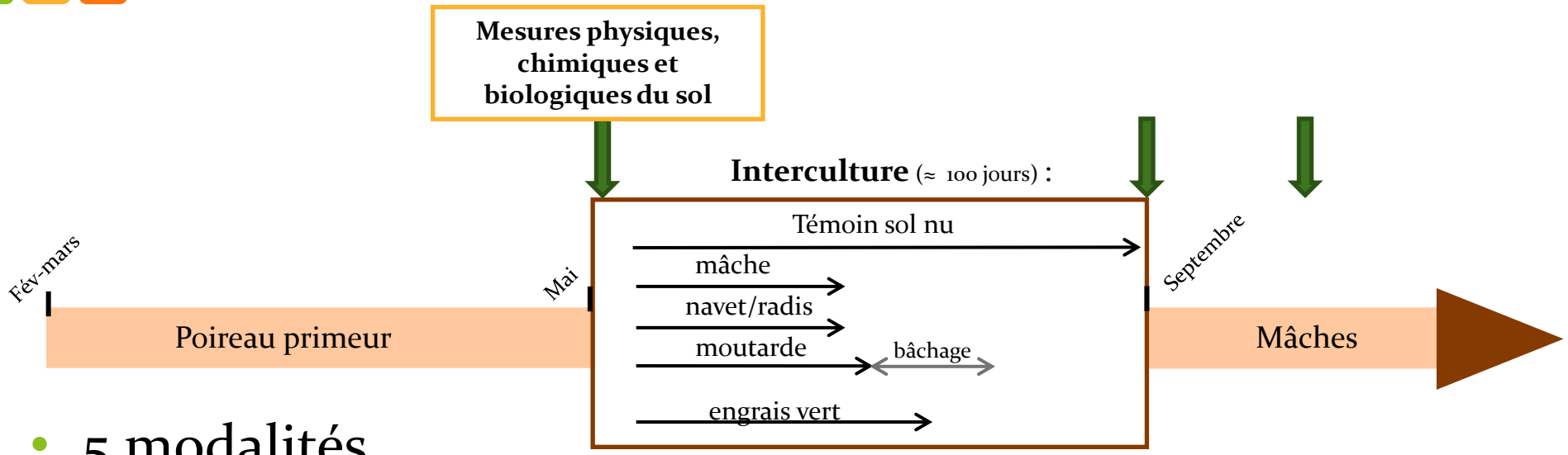
Etat chimique
- pH
- matière organique
- minéraux solubles et assimilables

Etat biologique
- Densité de populations microbiennes
- Densité de populations de *T. basicola*

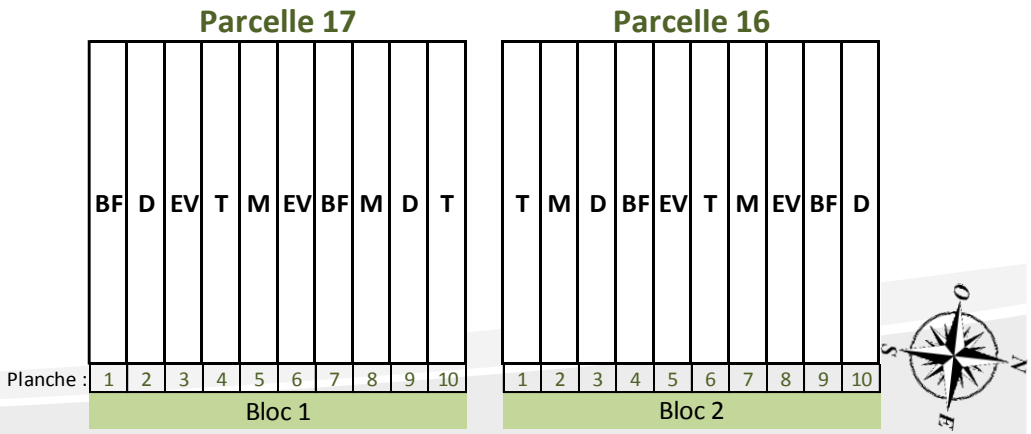
Au niveau des cultures

- Etat sanitaire
- Rendement
- Biomasse des engrais verts
- Production de glucosinolates

Méthodologie

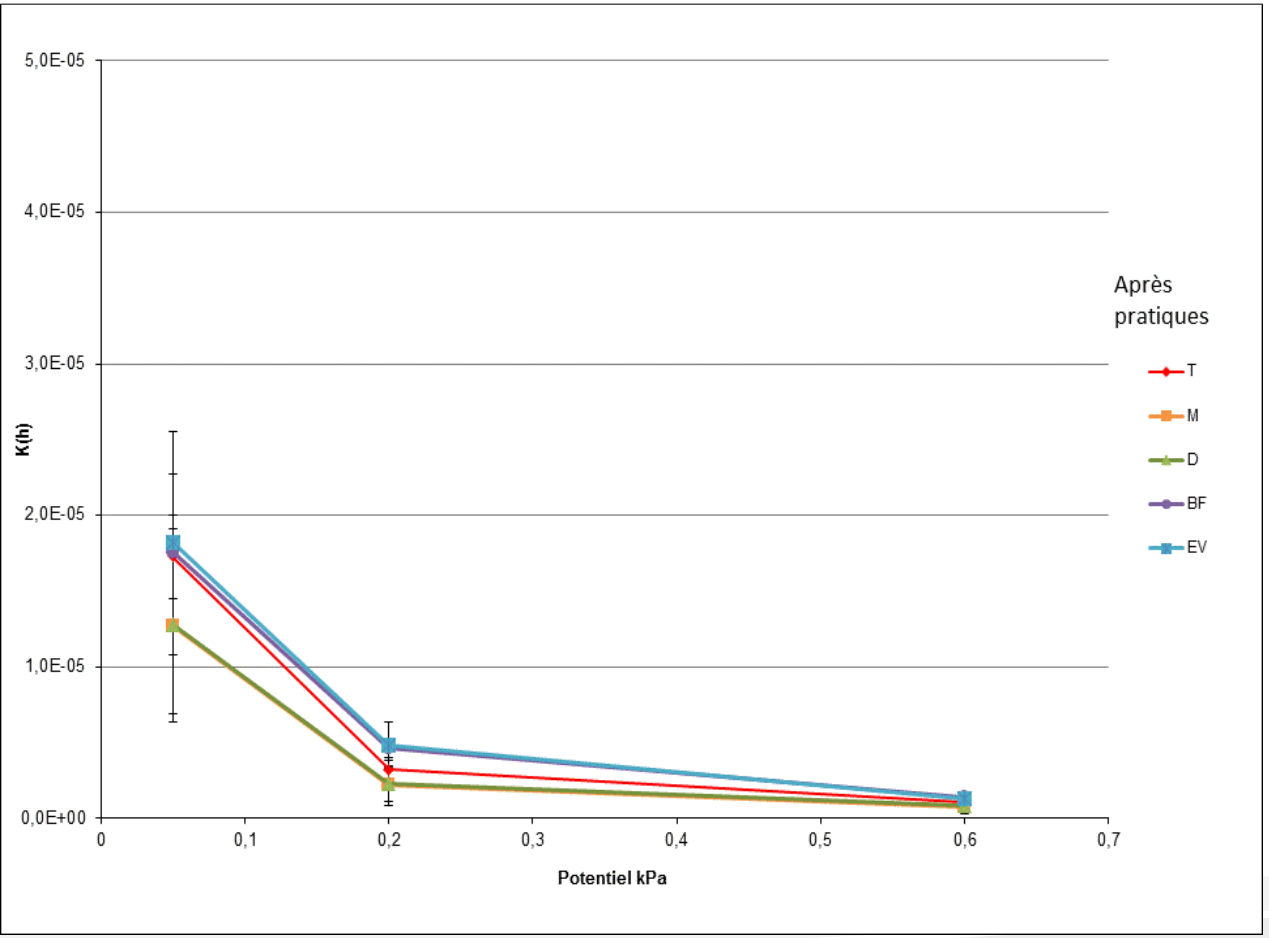


- 5 modalités
  - Témoin sol nu T
  - Mâche « intensive » M
  - Diversification D
  - Biofumigation BF
  - Engrais verts EV



Etat physique

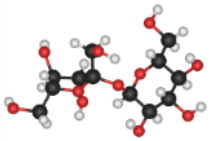
Infiltromètre DECAGON®



Conductivité hydraulique en m.s^{-1} à 5 cm de profondeur et pour 3 potentiels hydriques (0,05 kPa, 0,2 kPa, 0,6 kPa) mesurée avant après la mise en place des pratiques améliorantes en 2015. Chaque point représente la moyenne de 4 répétitions, les barres les erreurs standards.

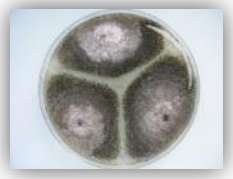
- Pratiques mises en place n'améliorent pas la capacité du sol à faire circuler l'eau de manière durable.
- Résultats similaires concernant la porosité totale du sol.

Etat chimique



- Culture d'engrais vert biofumigant (BF) et non biofumigant (EV) ne présentent pas d'effet durable sur le déblocage ou la retenue d'éléments nutritifs pour la plante…
- …hormis concernant le **potassium soluble**.
- Intérêt pour les cultures légumières exigeantes en potasse
- Mais résultats aléatoires selon la parcelle

Etat biologique - µflore



CFU/g sol		T	M	D	BF	EV
2013	AVANT	7,10E+06	6,51E+06	7,20E+06	7,96E+06	7,67E+06
	APRES	8,21E+06	6,09E+06	7,59E+06	9,18E+07	2,59E+07
2014	AVANT	5,26E+06	4,20E+06	6,29E+06	5,39E+06	4,49E+06
	APRES	3,99E+06	3,12E+06	5,14E+06	1,32E+07	1,16E+07
2015	AVANT	7,32E+06	9,16E+06	7,25E+06	8,54E+06	1,52E+07
	APRES	7,05E+06	6,68E+06	9,63E+06	2,34E+07	1,43E+07

Densités bactériennes du sol avant et après les pratiques améliorantes. Chaque point correspond à la moyenne de 2 répétitions issues de 3 analyses. La taille des bulles est fonction de leur surface.

- Champignons
  - Peu d'effet observé
  - temps de réponse plus long
- Bactéries
  - Hausses observées chaque année pour BF et EV mais à des degrés variables

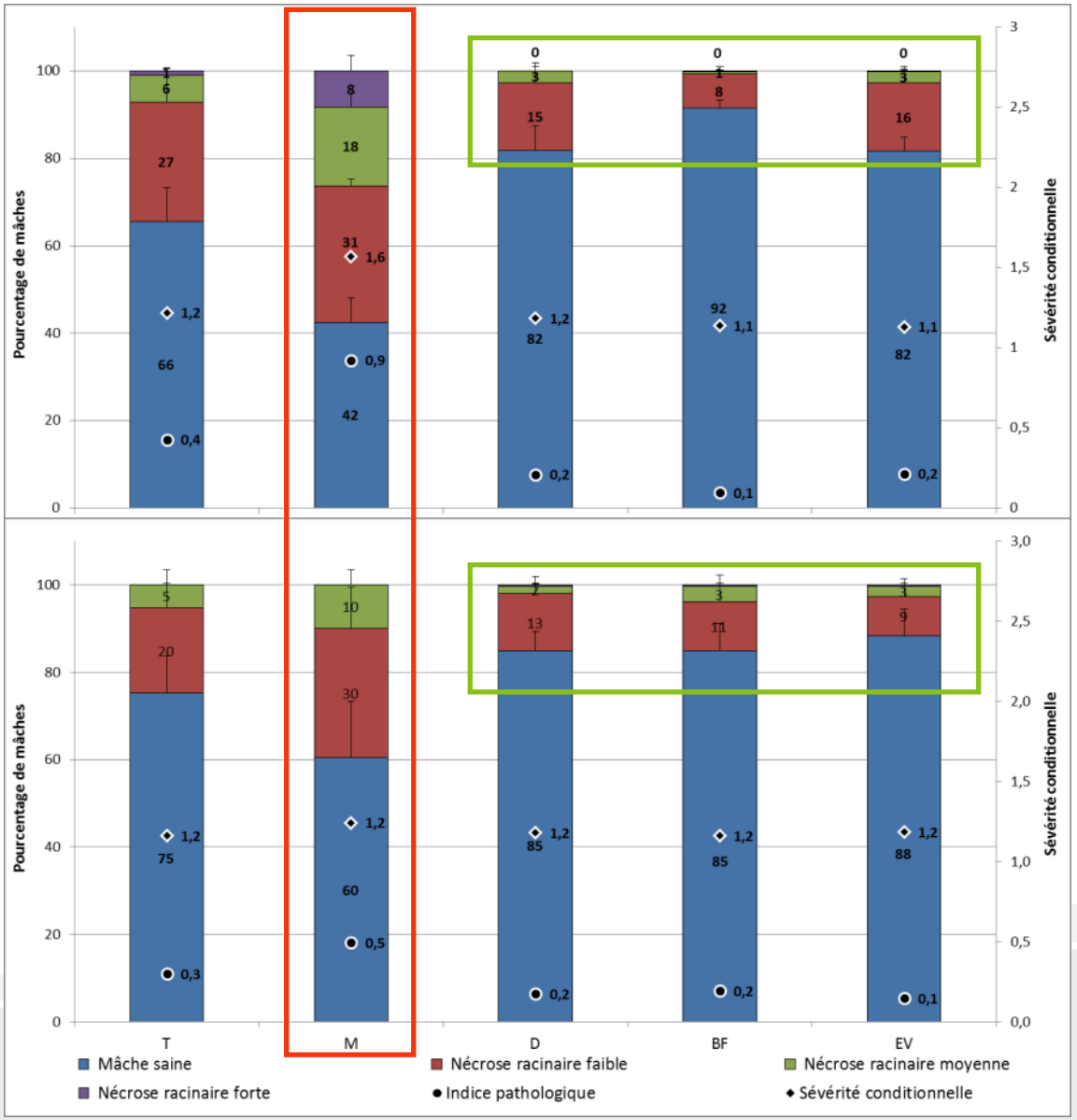
Etat biologique – *T. basicola*

- Augmentation systématique et significative des populations de *T. basicola* après les cultures de mâche dans la modalité M
- Pas d'effet de réduction des pop° de *T. basicola* avec les cultures de diversification utilisées (D)
- Emploi d'une biofumigation (BF) ou d'un engrais vert *sensu stricto* (EV)
  - ne diminuent pas fortement les populations de *T. basicola* (baisse NS)
  - mais permettent dans une certaine mesure de freiner son potentiel infectieux.
- Résultats à confirmer en conditions de forte pression de la maladie

Etat sanitaire de la mâche

1ère mâche 2013

1ère mâche 2015



Symptômes de *T. basicola*

Symptômes de *R. solani*

Conclusions

- Propriétés physiques
  - Les pratiques n'ont pas modifié l'état structurel et fonctionnel du sol.
- Propriétés chimiques
  - les modalités biofumigation et engrais verts ne présentent pas d'effet à court/moyen terme sur le déblocage d'éléments nutritifs pour la culture de mâche, hormis concernant le potassium soluble.
- Propriétés biologiques
  - Effet difficile à statuer sur les densités fongiques
  - Hausse des densités bactériennes avec engrais vert et biofumigation
- Etat sanitaire des mâches révélatrices :
  - la limitation de la culture de mâche en été, quitte à laisser un sol nu, ou bien au profit d'une culture de diversification ou d'en engrais vert, biofumigant ou non, est à conseiller pour limiter le développement de *R. solani* et *T. basicola*.
  - De même, s'il est difficile d'évaluer un effet de réduction des populations d'agents pathogènes dans le sol, l'emploi de ces trois pratiques permet systématiquement de limiter leur développement dans la culture par rapport à une modalité « monoculture de mâche » (M).

Perspectives Pathosol

- Biofumigation
  - Manque de données important sur conditions d'emploi,
  - Ex. : travaux en cours sur les sorghos biofumigants / nématodes
- « Désintensification » bénéfique à creuser d'un point de vue économique et social
- Intérêt des EV en été, mais comment faire pour augmenter leur durée d'implantation
  - à développer en combinaison avec autres cultures, semis sous couvert ?
- Travaux à mener sur d'autres techniques plus « directes » comme la désinfestation anaérobique des sols et dans des conditions de pression biotique forte

Merci de votre attention