

# Assemblée générale du SOERE PRO

*Mardi 24 novembre 2015  
INRA de Colmar*





# Assemblée générale du SOERE PRO

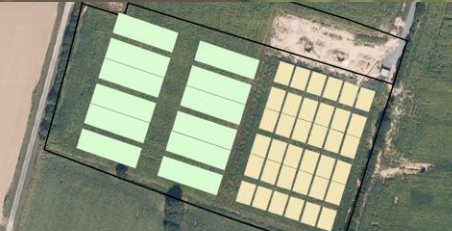
Mardi 24 novembre 2015, INRA de Colmar



## INDICES MULTICRITÈRES POUR ÉVALUER LA QUALITÉ DU SOL ET DE LA RÉCOLTE SUITE À DES APPORTS RÉPÉTÉS DE PRO :

application sur le site de QualiAgro

Obriot F, Stauffer M, Eden M, Cheviron N, Peres G, Goubard-Delaunay Y, Revallier A, Vieublé-Gonod L, Houot S



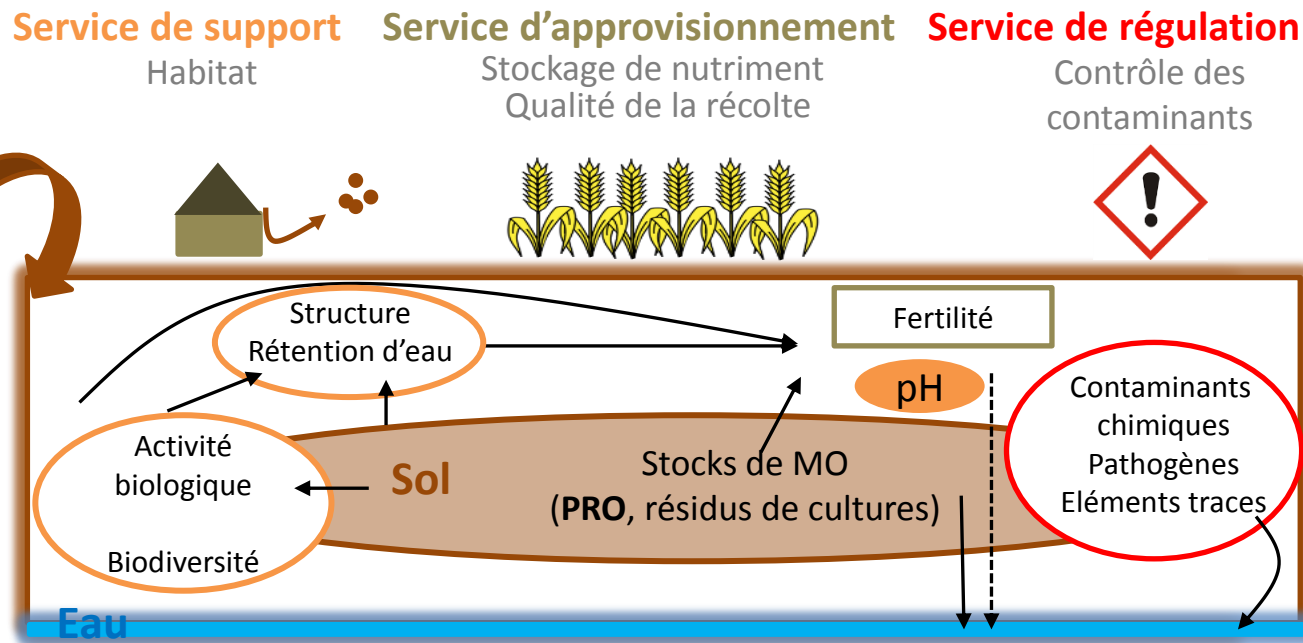
Fiona.obriot@grignon.inra.fr

UMR 1402 EcoSys





**PRO= produit  
résiduaire organique**



## Objectifs:

- ❖ **Impact de l'apport répété de PRO sur la qualité du sol** (bon fonctionnement + résilience => fourniture de services (Karlen et al. 2002))
- ❖ **Apports répétés de PRO → Impacts négatifs & positifs → Indices de qualité du sol = outils pour l'évaluation**



# 7 indices de qualité des sols/culture

## Service d'approvisionnement

**IQ Fertilité du sol**

*Caractéristiques chimiques du sol*

## Service de support

**IQ Activités biologiques du sol**

*Activités enzymatiques et respiration basale*

**IQ Récolte**

*Qualité et rendement de la culture*



**IQ Biodiversité du sol**

*Abondance et diversité des organismes du sol*

**IQ Propriétés physiques du sol**

*Densité apparente, limites de plasticité...*

## 7 Indices de qualité des sols et/ou culture (IQ)

**IQ Etat sanitaire total du sol**

*Contaminants totaux*

**IQ Etat sanitaire échangeable du sol**

*Eléments traces échangeables*

## Service de régulation

# Méthodologie générale

1- Inventaire des paramètres → classés dans les 7 indices

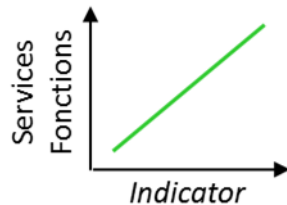
2- Sélection du Minimum data set (MDS)

3- Interprétation du MDS → 3 courbes de réponses linéaires → MDS normalisé compris entre 0 et 1 ( $S_j$ )

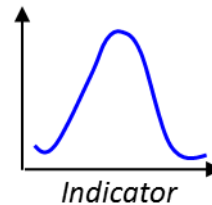
## Règles de décision du MDS:

- ❖ Seules les données significativement différentes entre traitements sont utilisées
- ❖ Données corrélées et significatives à plus de  $r > 0.8$  sont éliminées (**Matrice de Pearson**)

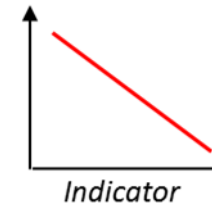
*More is better* =  $\frac{a}{a \text{ max}}$



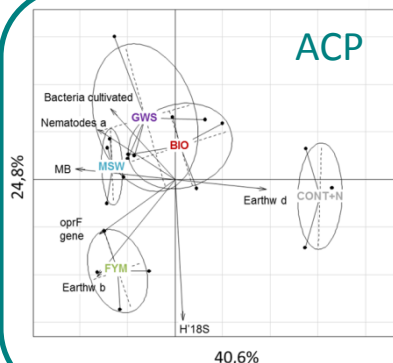
*Optimum*



*Less is better* =  $\frac{a \text{ min}}{a}$



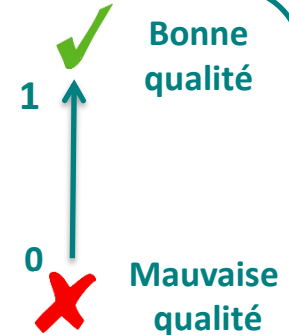
4- Calculs des IQ



$W_i$   
Facteur de pondération des indicateurs

$$QI = \sum_{j=1}^n S_i \times W_i$$

Indice



Andrews et al. 2002  
Bardwaj et al. 2011  
Yao et al. 2013



## Qualiagro (Feucherolles, Ile de France)

Etude des effets à long terme des apports répétés de PRO  
(1998 – 2011)

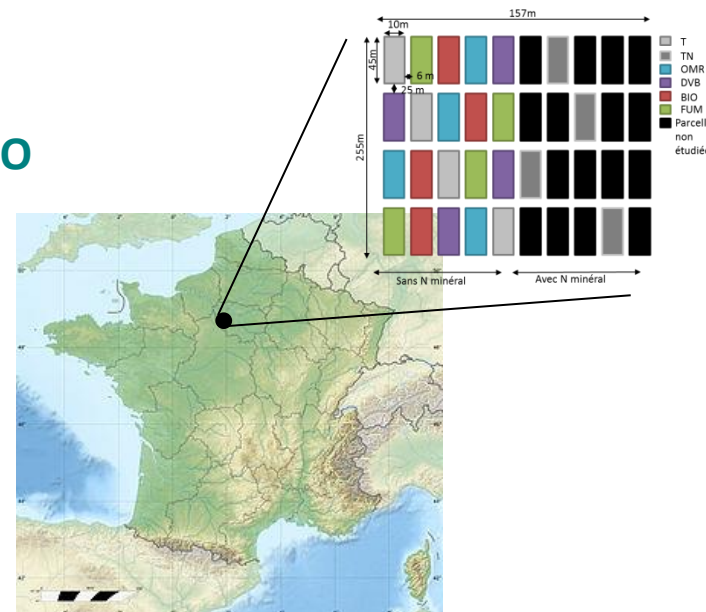
**MSW (OMR)** Compost d'ordures ménagères résiduelles

**BIO** Compost de biodéchets

**GWS (DVB)** Co-compost de boue et de déchets verts

**FYM (FUM)** Fumiers bovins

**CONT+N** Contrôle avec complément en azote minéral



4 répets, dose équivalent à 4 tC/ha apportée tous les deux ans en Septembre, rotation blé-maïs

## Caractéristiques des PRO:

+ Biodégradable



+ Stable

**MSW**

**FYM**

**BIO**

**GWS**

### Riche en :

C organique

K

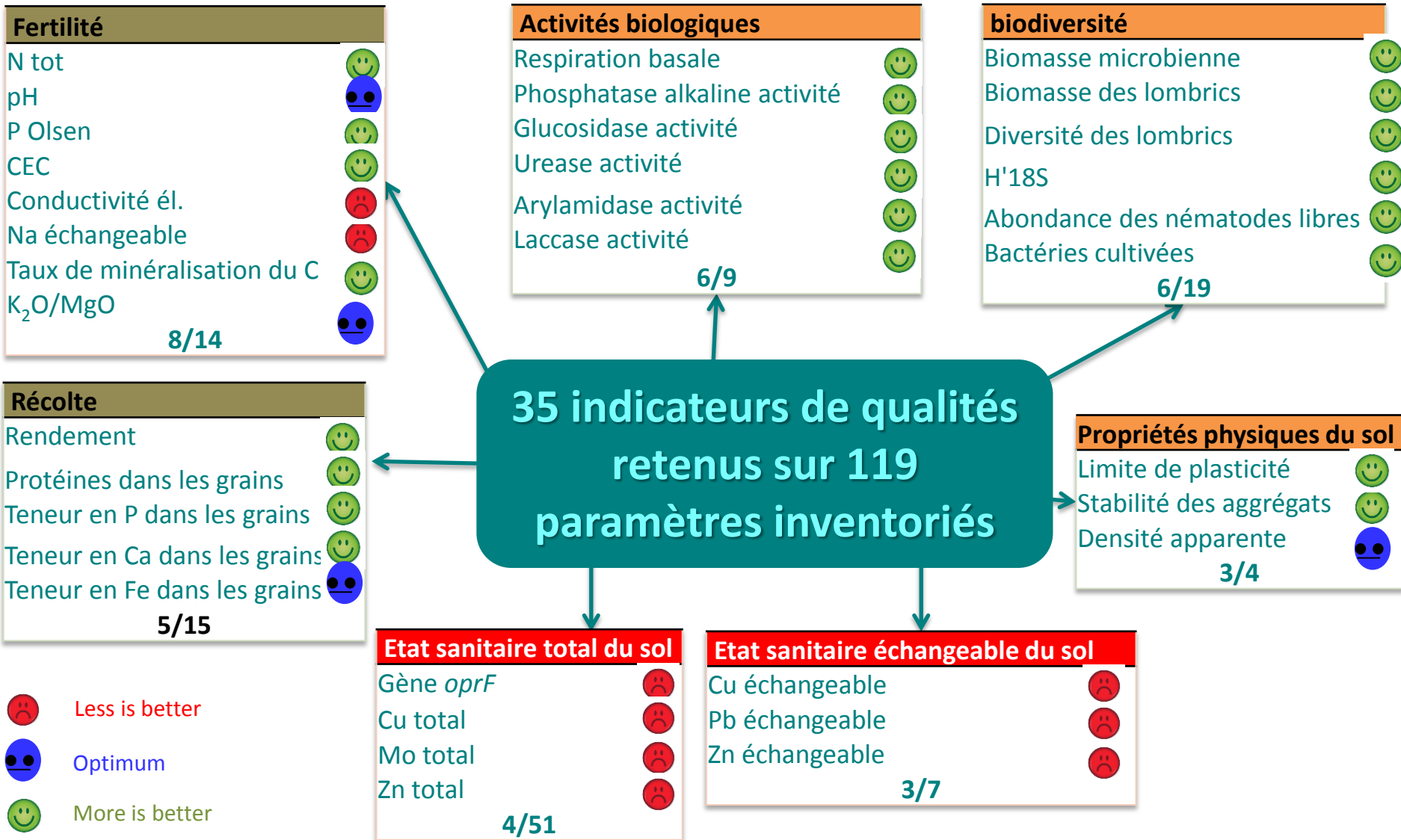
CaCO<sub>3</sub> → ↗pH

P, N et S

Analyses des SOLS ou des GRAINS

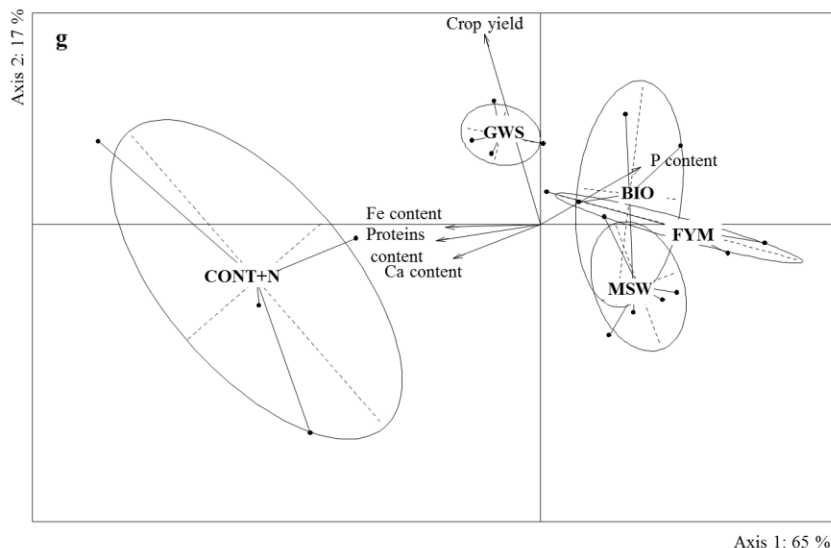


# Sélection du MDS et courbe de réponse

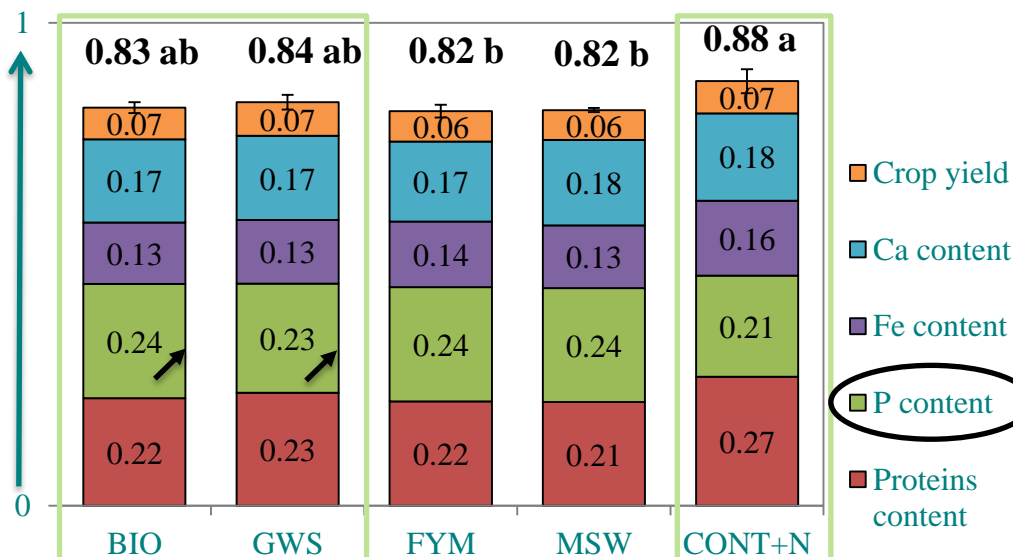


## IQ Récolte

ACP des valeurs initiales des indicateurs (a)



Bonne qualité ✓

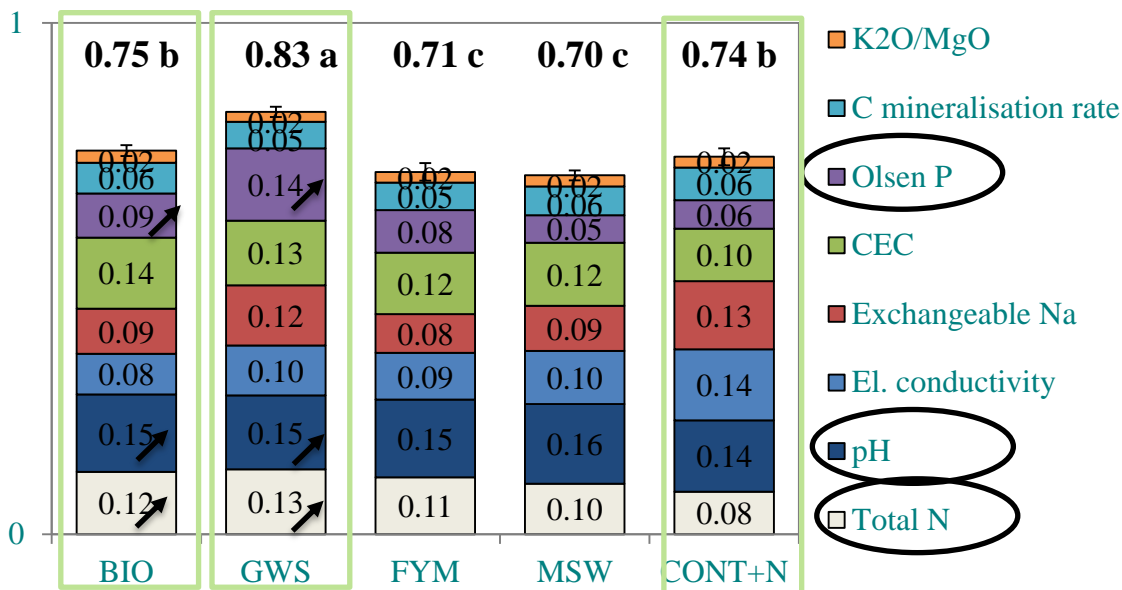


Mauvaise qualité ✗

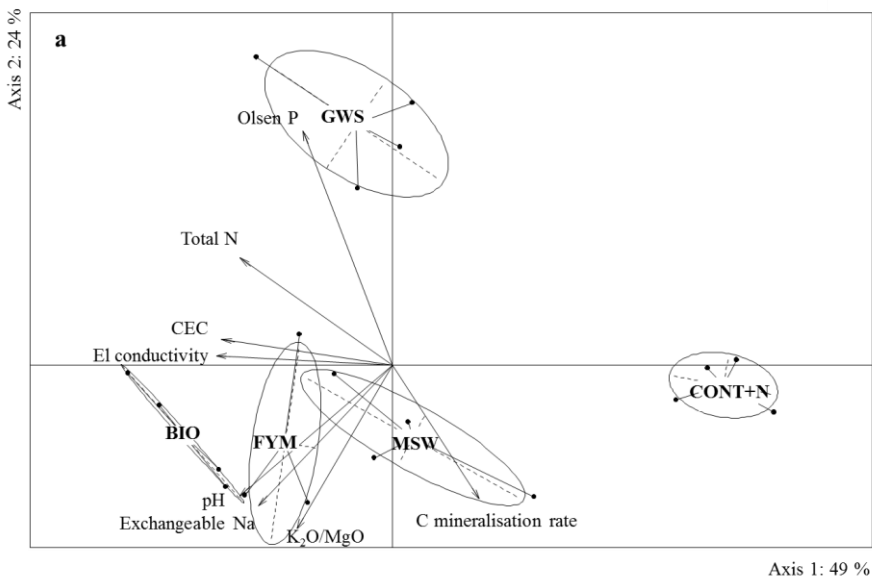
- ❖ Les parcelles **BIO** et **GWS** atteignent une qualité des cultures (rendement + qualité des grains) **identique** à celle d'une fertilisation minérale (**CONT+N**)
- ❖ **BIO** et **GWS** → ↗P



## IQ Fertilité du sol



ACP des valeurs initiales des indicateurs (a)

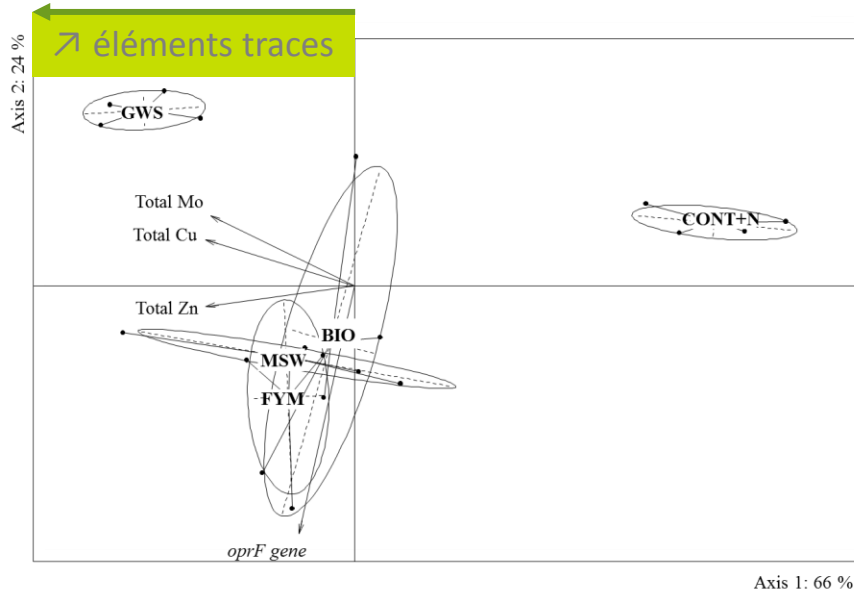


- ❖ **GWS > BIO & CONT+N > FYM & MSW**
- ❖ **GWS** apporte plus de nutriments disponible pour les plantes (Olsen P et N)
- ❖ **GWS** et **BIO** sont aussi efficaces ou plus qu'un engrais minéral

Axis 1: 49 %

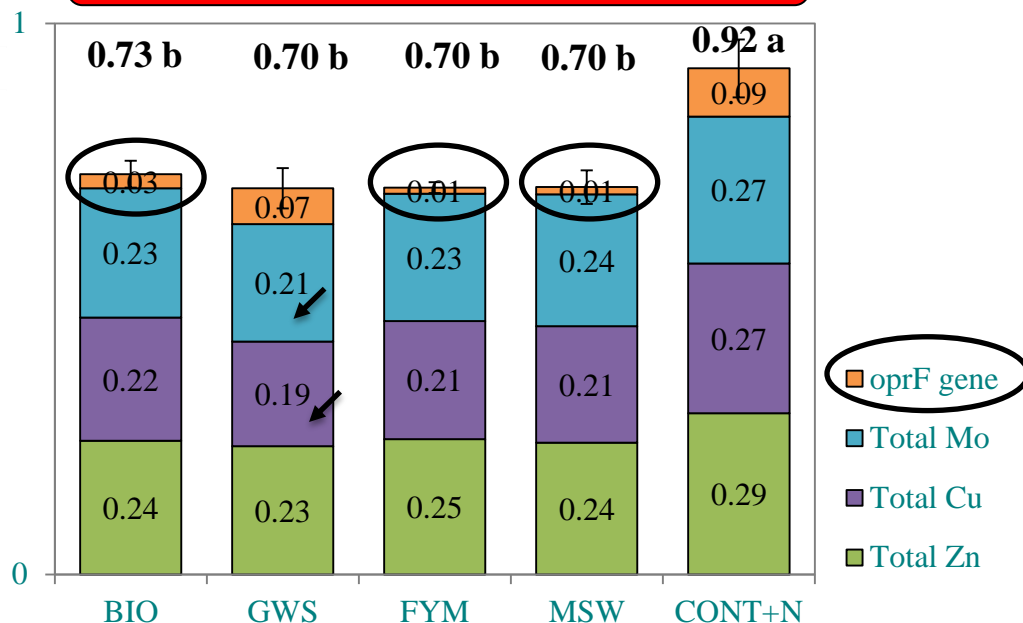


## ACP des valeurs initiales des indicateurs (a)



- ❖ Les parcelles recevant du **GWS** semblent apportées plus d'éléments traces (Mo et Cu)
- ❖ **MSW**, **FYM** & **BIO** sont regroupés et suivent plutôt l'axe 2, piloté par le gène *oprF* (*Pseudomonas aeruginosa*)

## IQ Etat sanitaire total du sol

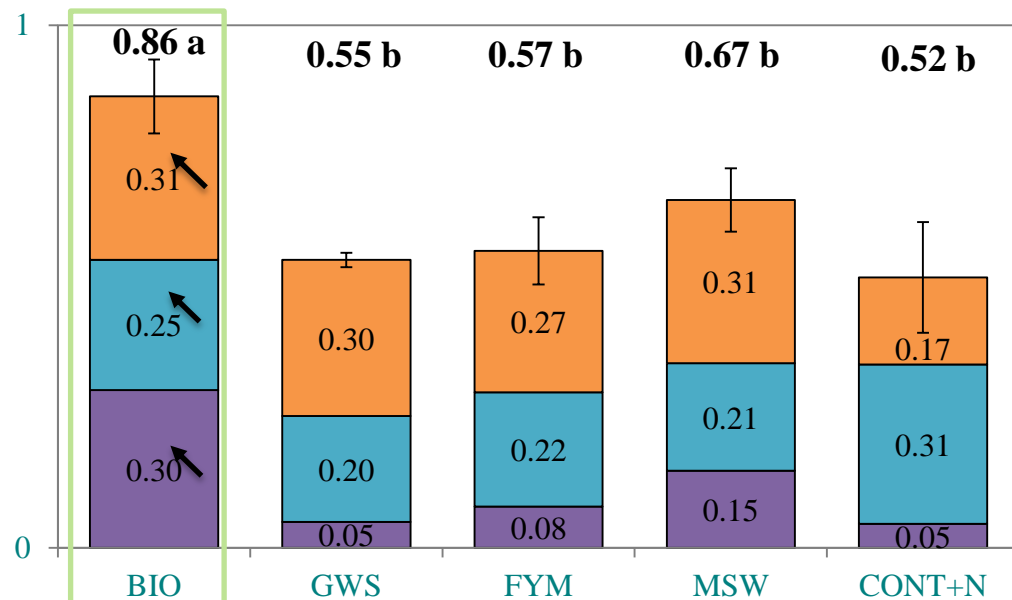


- ❖ PRO = source éléments traces apportés au sol
- ❖ Apports répétés depuis longtemps → Stock
- ❖ Contaminants totaux = pas de réelle idée du risque environnemental
- ❖ Faible valeur de IQ → Forte concentration en éléments traces

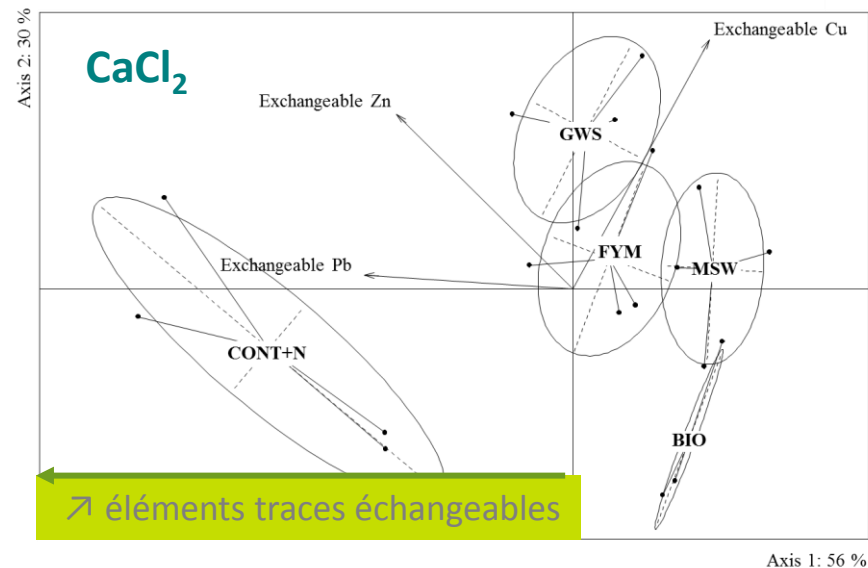


## IQ Etat sanitaire échangeable du sol

- ❖ Faible concentration en éléments traces échangeables dans les PRO
- ❖ **BIO** < **MSW** = **FYM** = **GWS** = **CONT+N**
- ❖ **BIO** → ↗ pH → ↘ solubilité pour les éléments traces métalliques

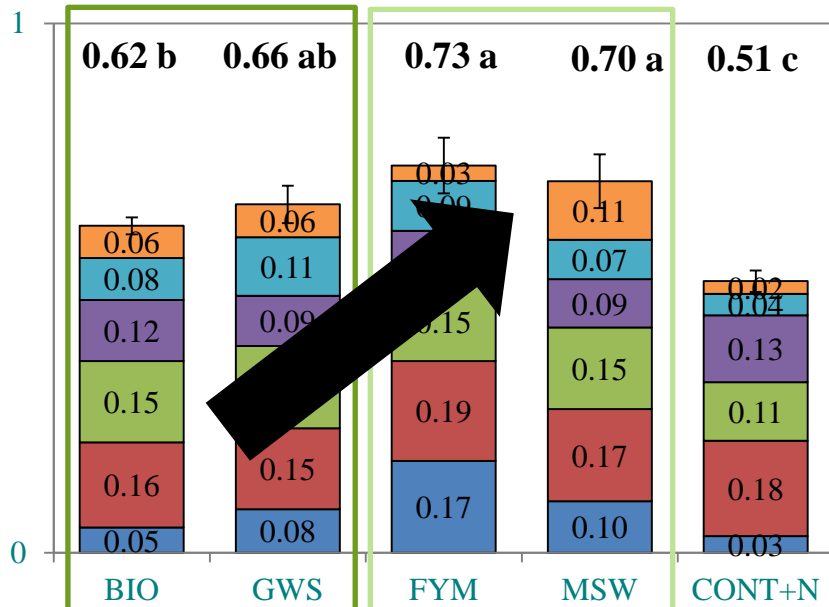


## ACP des valeurs initiales des indicateurs (a)



Enfinement, la variabilité des parcelles recevant les PRO est peu dirigée par les teneurs en éléments traces échangeables

- Exchangeable Pb
- Exchangeable Cu
- Exchangeable Zn



## IQ Biodiversité des sols

- Cultivated bacteria
- Total free-living nematodes abundance
- Earthworms diversity
- Microbial Biomass
- Fungal diversity (H'18S)
- Earthworms biomass

❖ PRO ↗ les activités biologiques et la biodiversité du sol

❖ MSW & FYM > BIO & GWS

+ Biodegradable

MSW

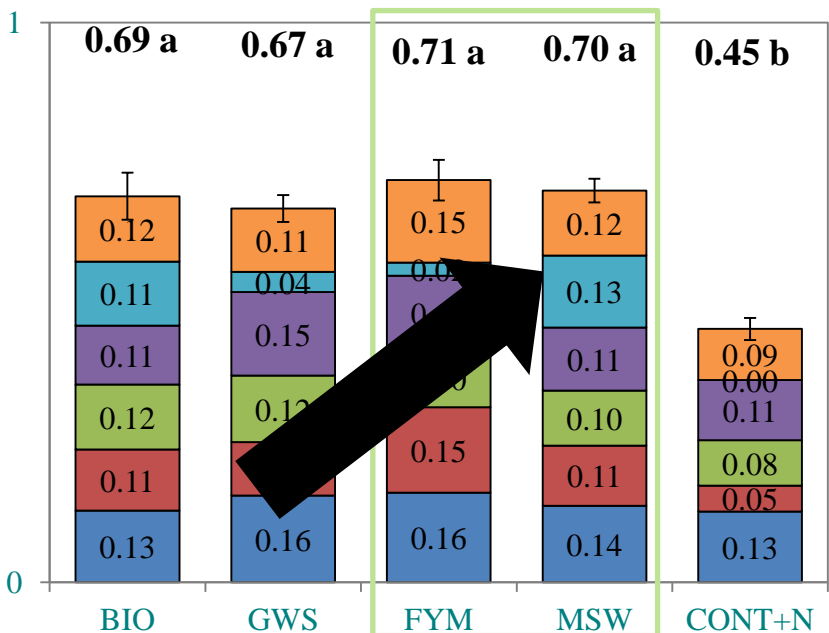


+ Stable

FYM

BIO

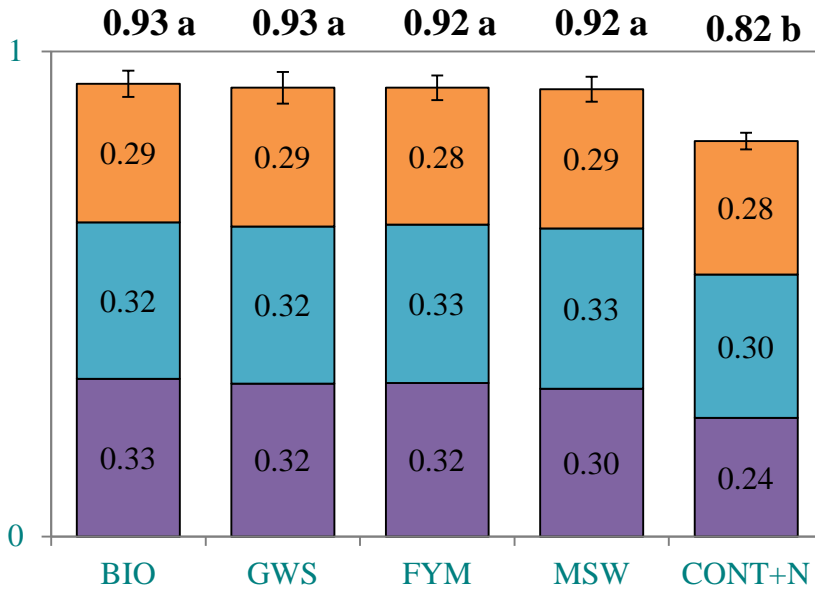
GWS



## IQ Activités biologiques des sols

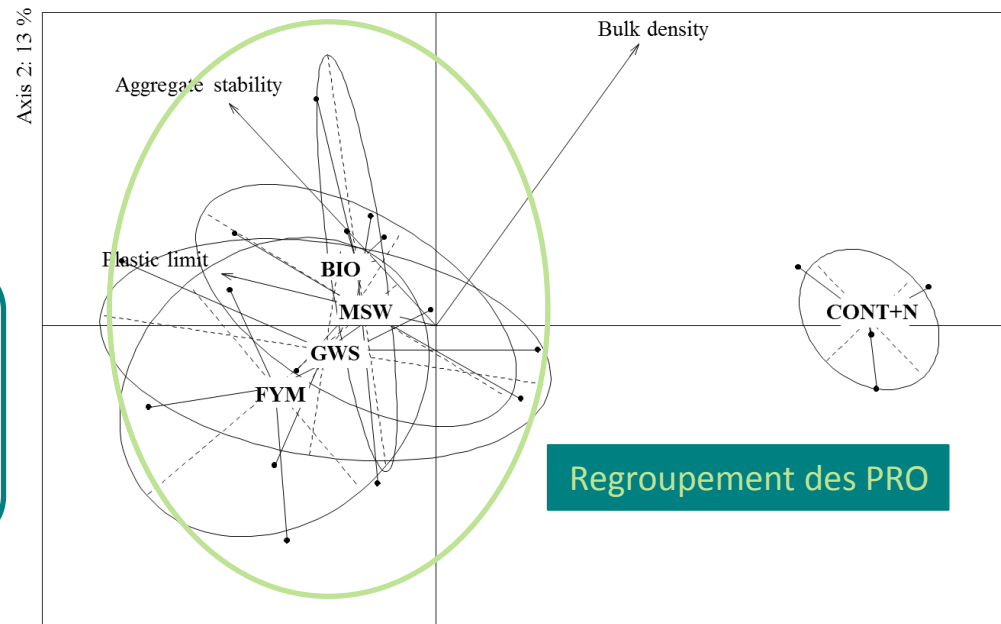
- Laccase
- Arylamidase
- Phosphatase alcaline
- Basal respiration
- Urease
- β-glucosidase

## IQ Propriétés physiques du sol



- Bulk density
- Plastic limit
- Aggregate stability

- ❖ PRO ↗ propriétés physiques
- ❖ Pas de différences significatives entre traitements (PRO) pour l'indice



# Comparaison de chaque IQ

## Diagramme radar

Valeurs normalisées par le max des IQ:

0 —————> 1  
Mauvaise qualité —————> Bonne qualité



**IQ Fertilité des sols**

**IQ Etat sanitaire du sol échangeable**

**IQ Biodiversité des sols**

PRO apportent + contaminants totaux mais peu disponibles

PRO = Qualité +

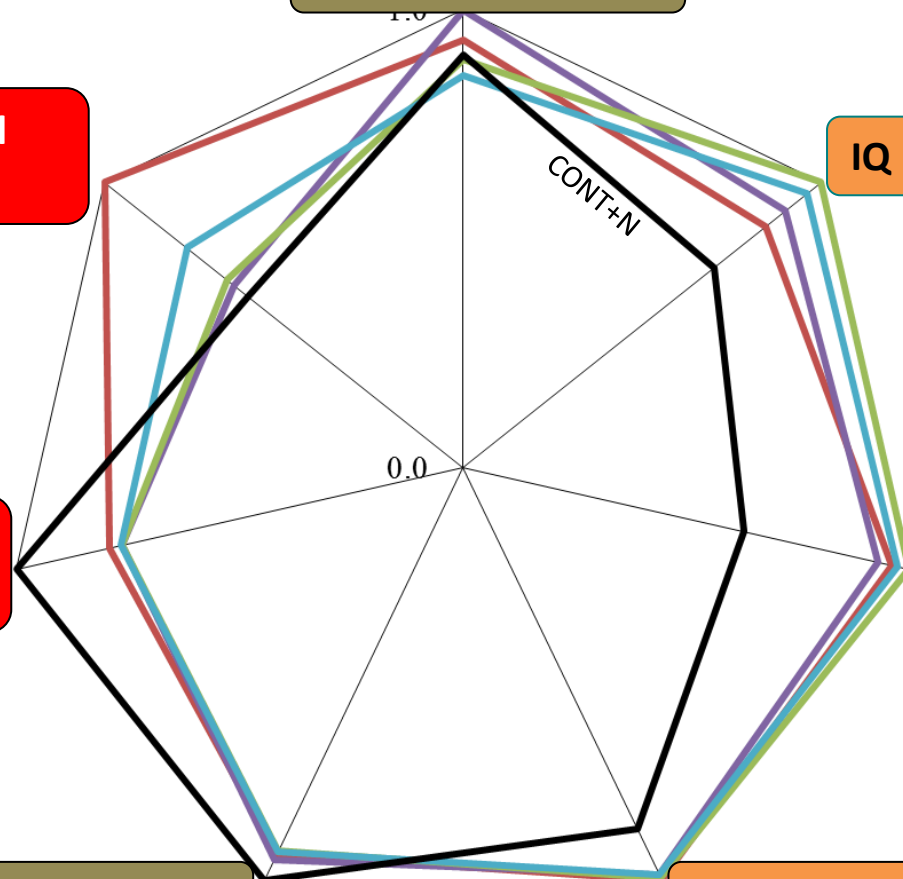
**IQ Etat sanitaire du sol total**

**IQ Activités biologiques des sols**

=

**IQ Récolte**

**IQ Propriétés physiques du sol**



# Conclusions:

- ❖ ≠ indices:
  - ❖ Pour qualifier ≠ fonctions/services afin d'évaluer la pratique d'épandage de PRO
  - ❖ Pour choisir les indices qui remplissent les objectifs des usagers
- ❖ IQ des PRO > IQ de CONT+N
  - ❖ Les apports répétés de PRO améliorent la qualité des sols mais les réponses dépendent de la nature de la MO



# Limites:

- ❖ La construction des indices de qualité est "goal" spécifique
- ❖ Nécessité d'acquérir plus de standards de référence → améliorer les courbes de réponses



# Perspectives:

- ❖ Généraliser les indices à d'autres situations ou traitements
- ❖ Essayer la méthode sur d'autres sites expérimentaux de longue durée
- ❖ Ajouter des aspects économiques (substitution des fertilisants minéraux)



**MERCI DE VOTRE ATTENTION**

