

# Biodiversité microbienne et qualité du sol : des indicateurs biologiques à portée agronomique

Rachida NOUAÏM et Rémi CHAUSSOD

Services & Etudes en Microbiologie du Sol et de  
l'Environnement (SEMSE)



Avec la participation de



# Qualité biologique des sols cultivés :



Comment la définir ?

Comment la mesurer ?

Comment l'interpréter ?

Cohérence de la démarche:

Concepts / méthodes / applications

Partir de questions concrètes

Apporter des réponses utiles

# Qualité biologique des sols cultivés :



« **fonctionnement biologique** » fonction de  
**Abondance / Activité / Diversité**  
de l'ensemble des êtres vivants du sol  
(de la macrofaune à la microflore)

Impossible de tout mesurer :

Notion d'indicateurs

(à choisir parmi les différents groupes biologiques)

# Qualité biologique des sols cultivés :



## Choix de Bio-Indicateurs Opérationnels :

- **Pertinent** : répond à une question agronomique  
(production ou qualité de l'environnement)
- **Mesurable** : méthodologie fiable, reproductible  
et d'un bon rapport signal/bruit
- **Interprétable** : comprendre et pouvoir utiliser le résultat
- **Abordable** : coût compatible avec l'analyse de terre  
rapport information / prix

# Qualité biologique des sols cultivés :



Choix de s'adresser

à la **microflore du sol dans sa globalité**

OU

à des **groupes microbiens spécifiques**

tels que champignons mycorhiziens,

bactéries fixatrices d'azote, levures...

(NB : souvent pertinents / diversité)

# Indicateurs microbiens et pratiques agronomiques :



Quels effets des pratiques sur l'**abondance**, l'**activité**  
et la **diversité** microbienne ?

Quels indicateurs sont potentiellement utilisables pour  
orienter les pratiques ?

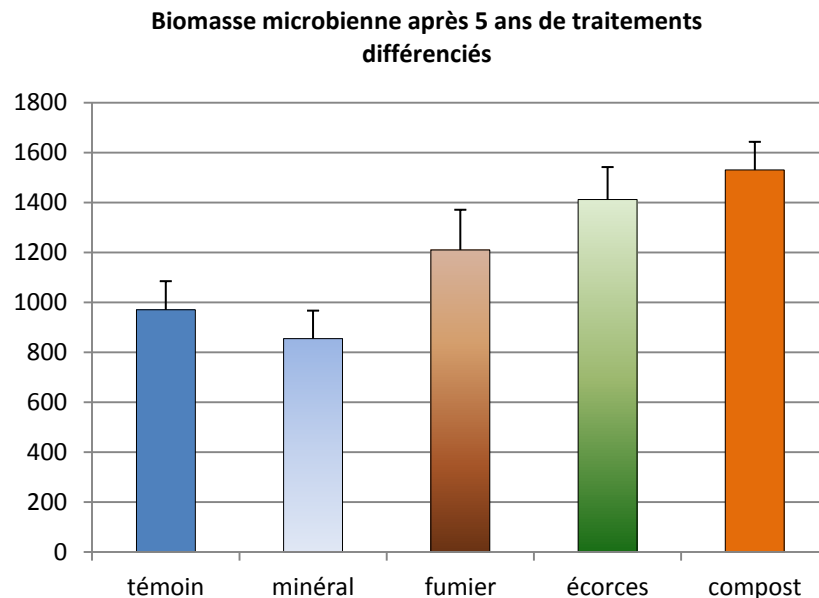
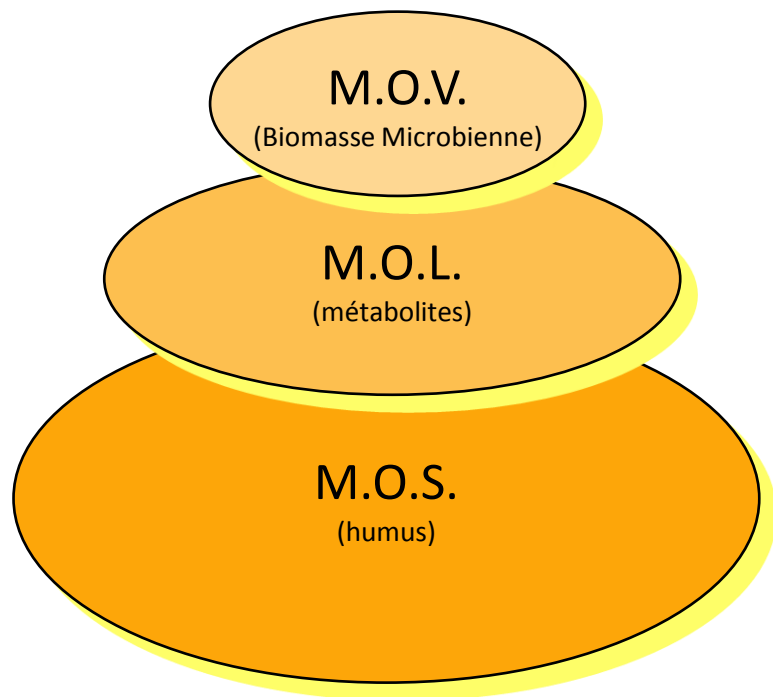
Indicateurs d'**abondance** et d'**activité** validés.

Restent des questions concernant la **diversité**...

# Indicateurs microbiens et pratiques agronomiques :

- Mesures d' **Abondance** :

Ex : Biomasse Microbienne par Fumigation-extraction  
(Norme ISO 14.240-2, 1997)



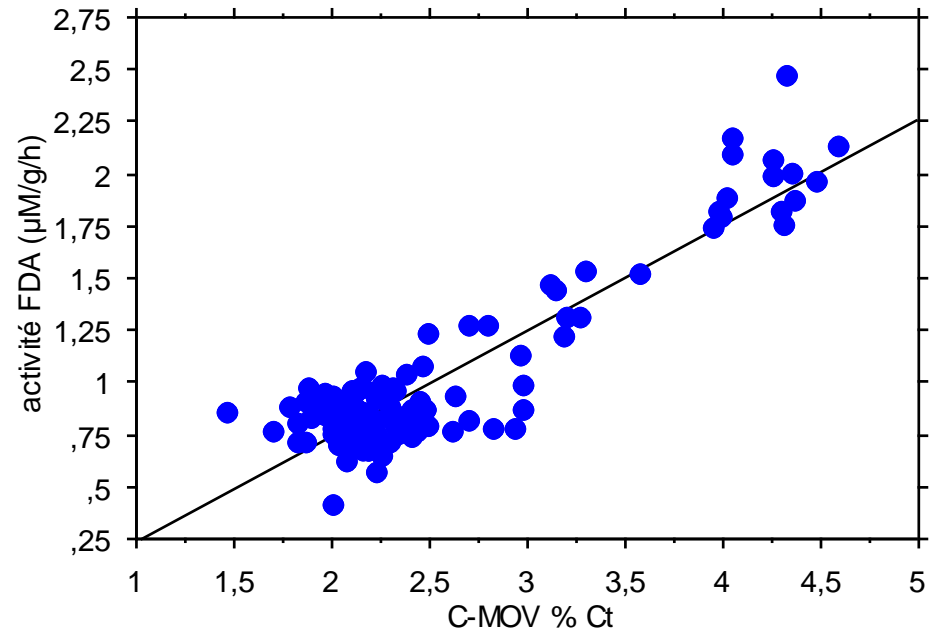
# Indicateurs microbiens et pratiques agronomiques :

- Mesures d' **Activité**
  - Minéralisation de C et N (*Normes ISO 16.072 et 14.238*)

- FDA-hydrolase

Essais Arvalis 2010

SEMSE



$$\text{activité FDA } (\mu\text{M/g/h}) = -0,265 + 0,505 * \text{C-MOV } \% \text{ Ct}; R^2 = 0,831$$



# Diversité microbienne : quoi mesurer ? Pour quoi faire ?



Différents aspects de la diversité microbienne :

- Diversité taxonomique
- Diversité génétique
- Diversité écologique
- Diversité fonctionnelle

Plus que la décrire, il faut la comprendre !

Syndrome de Rio : glissement sémantique réduisant la  
qualité du sol à la biodiversité...

Nombreuses limites théoriques et pratiques



## 1) Microbiologie classique :

- Inopérant pour une approche globale
- Utilisable pour des cas particuliers

## 2) Approche génotypique

- Difficultés méthodologiques
- Diversité taxonomique ?
- Gènes de fonctions ?



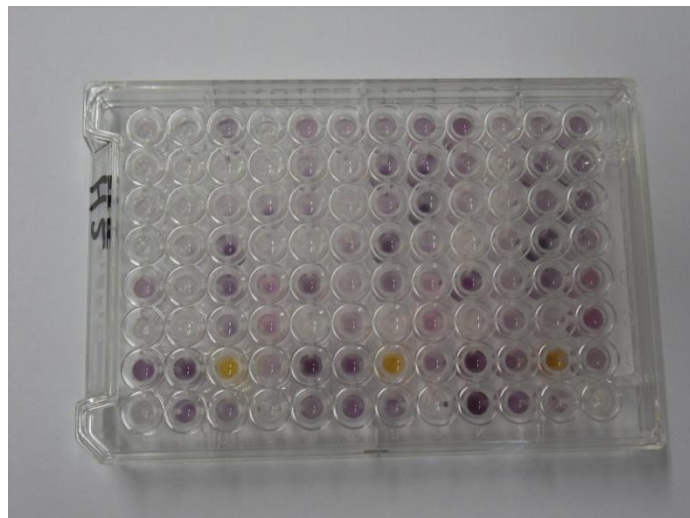
## 3) Approche fonctionnelle:

basée sur les

### **Aptitudes métaboliques**

= Profil physiologique de la  
communauté microbienne

Utilisant des plaques BIOLOG



Origine :

Garland & Mills, 1991

Reconnu par la communauté  
scientifique internationale

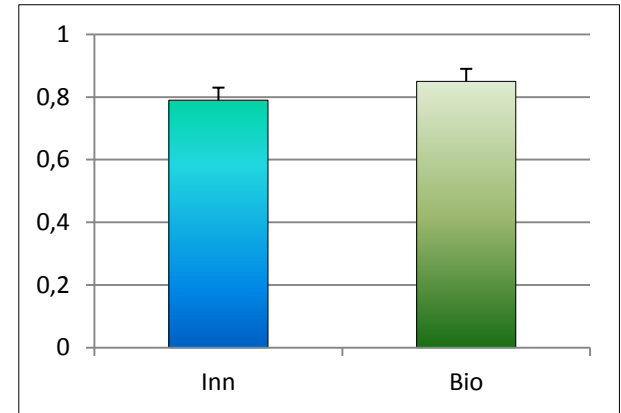
Largement utilisé pour  
diverses applications  
agronomiques

SEMSE

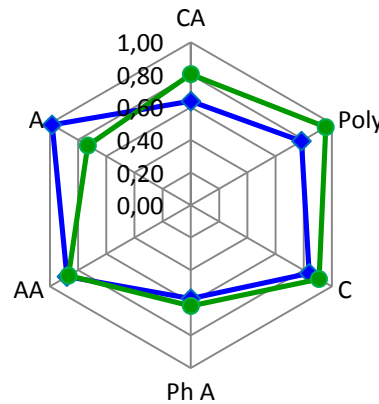
# Développement du test BioDiF (Bio Diversité Fonctionnelle)

## 3 niveaux de résultats

- Activité métabolique moyenne :

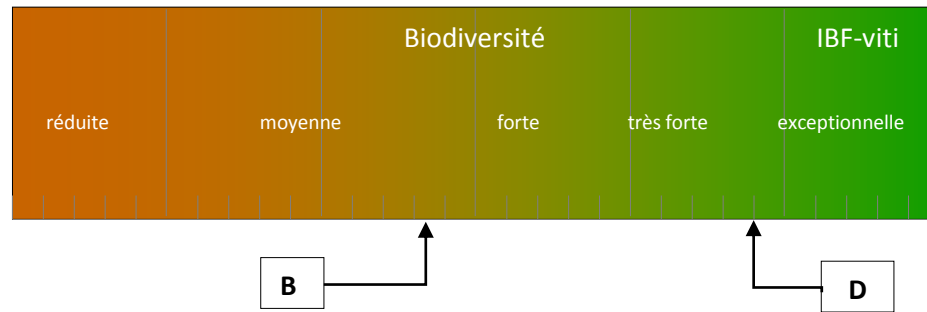


- Profils métaboliques :



- Calcul d'un indice de diversité IBF (algorithme spécifique)

SEMSE



# Test BioDiF

Exemple 1 en  
Grandes Cultures

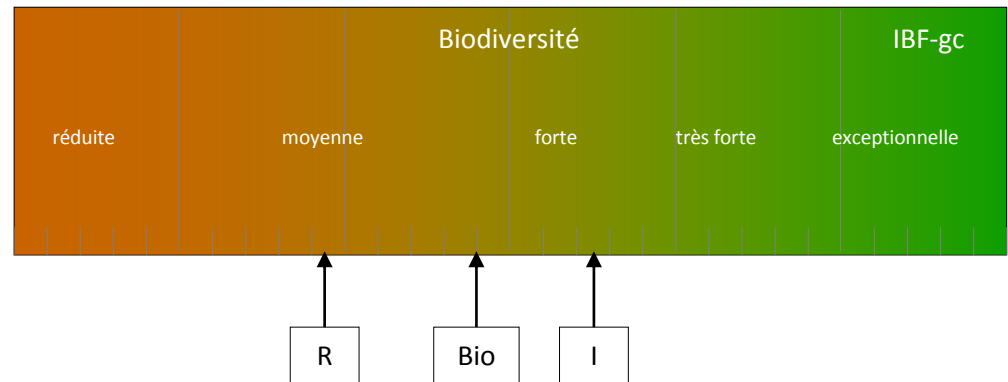
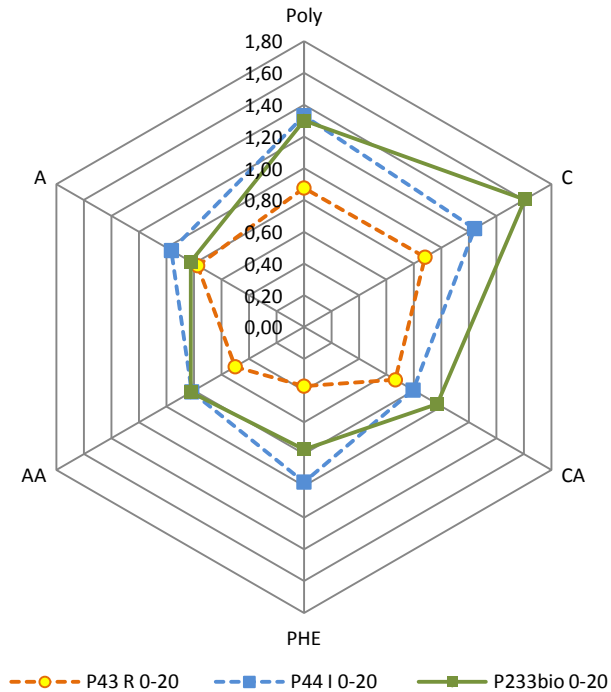
**Ferme Boigneville**

(Arvalis) avec labour :

- Raisonné (R)
- Intégré (I)
- Biologique (Bio)

Comparaisons sur 0-20 cm

SEMSE



# Test BioDiF

Exemple 1 en  
Grandes Cultures

**Fermes Boigneville**

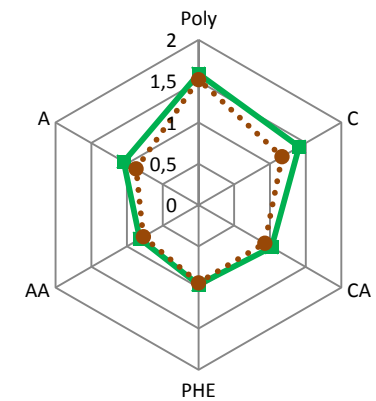
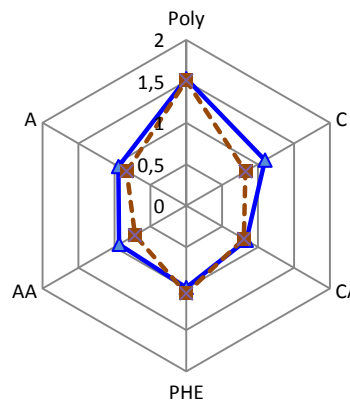
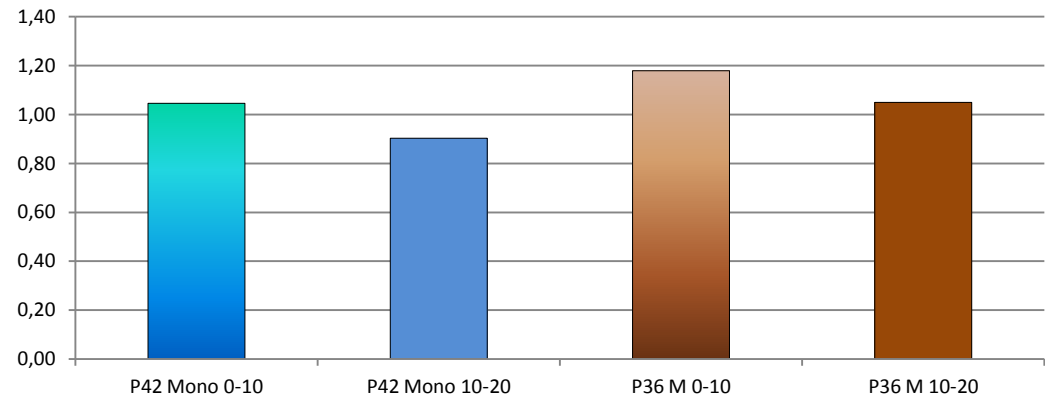
(Arvalis) sans labour :

- Monoculture

- Semis sous couvert

Mesures 0-10 et 10-20 cm

AWCD



—▲— P42mon 0-10    -■- P42mon 10-20

—■— P36 M 0-10    ···· P36 M 10-20

# Test BioDiF

Exemple 2 en

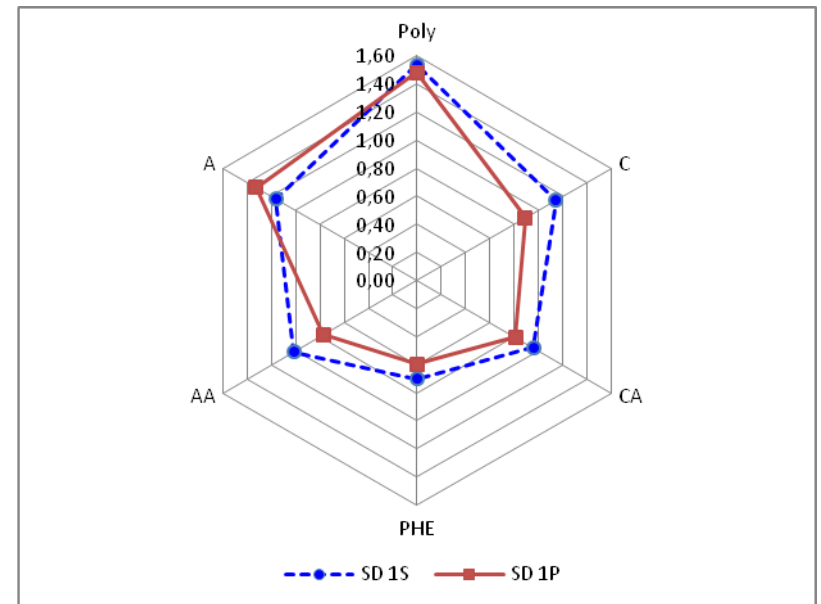
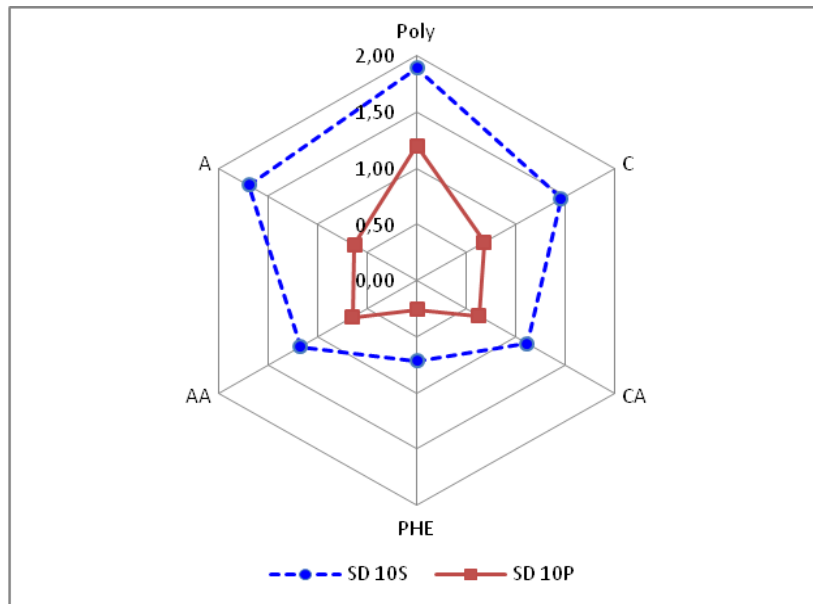
Grandes Cultures

## Réseau SCV

(J. Labreuche, Arvalis) :

- SD10 / SD1

modalité	AWCD	IBF
SD 10 S	1,35	2,2
SD 10 P	0,70	1,1
SD 1 S	1,10	1,9
SD 1 P	0,94	1,5



# Test BioDiF

Exemple 1 en  
Viticulture

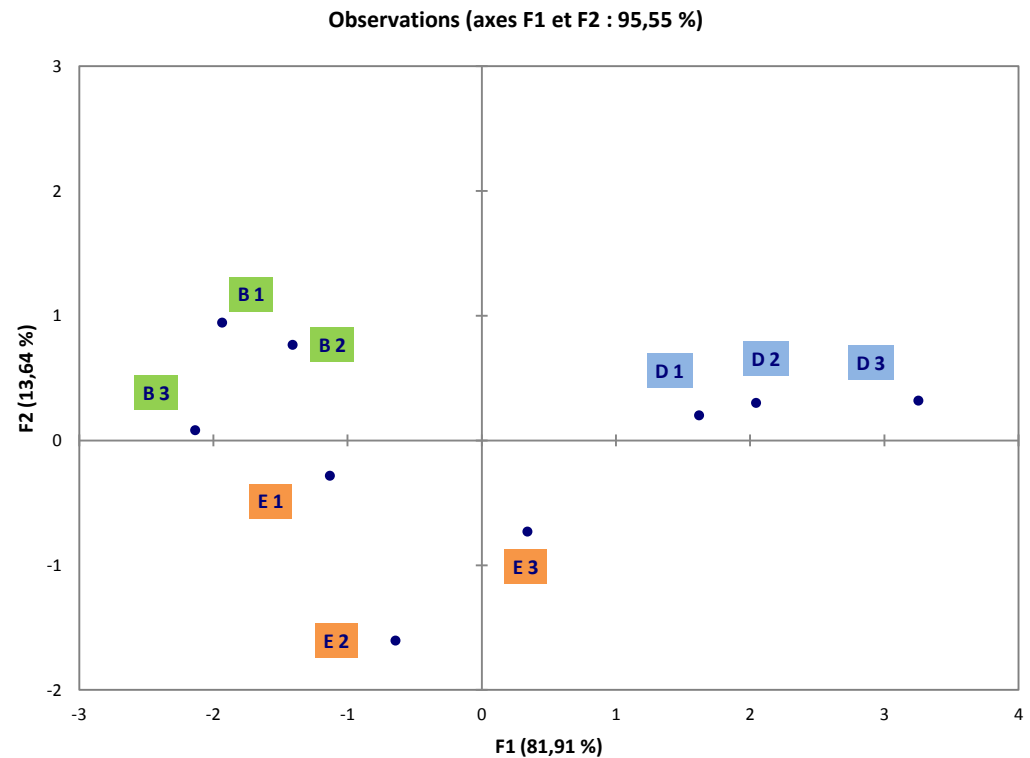
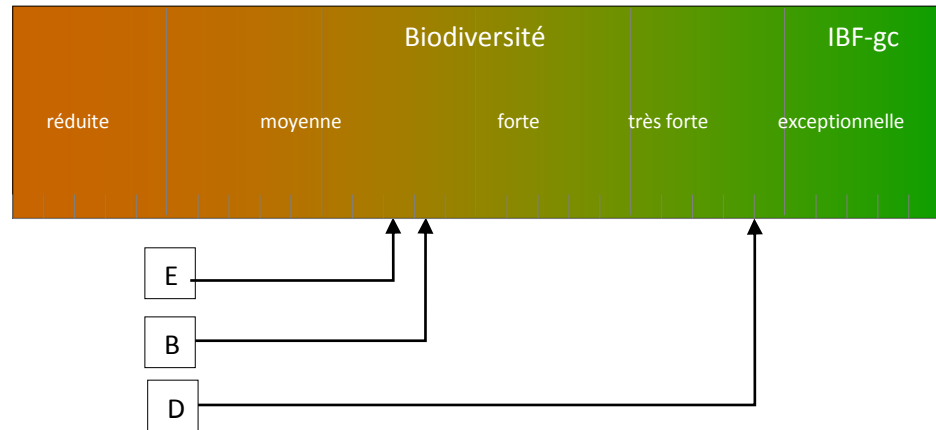
## Comparaison Modes de production

(Vinipôle Sud Bourgogne)

Essai de Davayé

- Durable (D)
- Biologique (B)
- Ecophyto (E)

SEMSE





# Test BioDiF

Exemple 2 en  
Viticulture

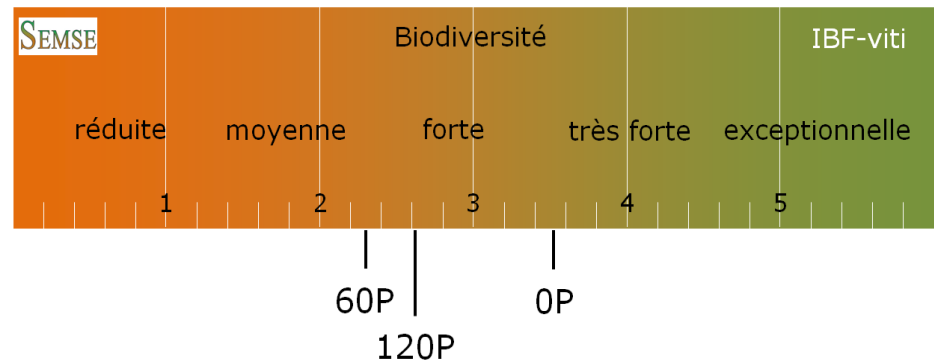
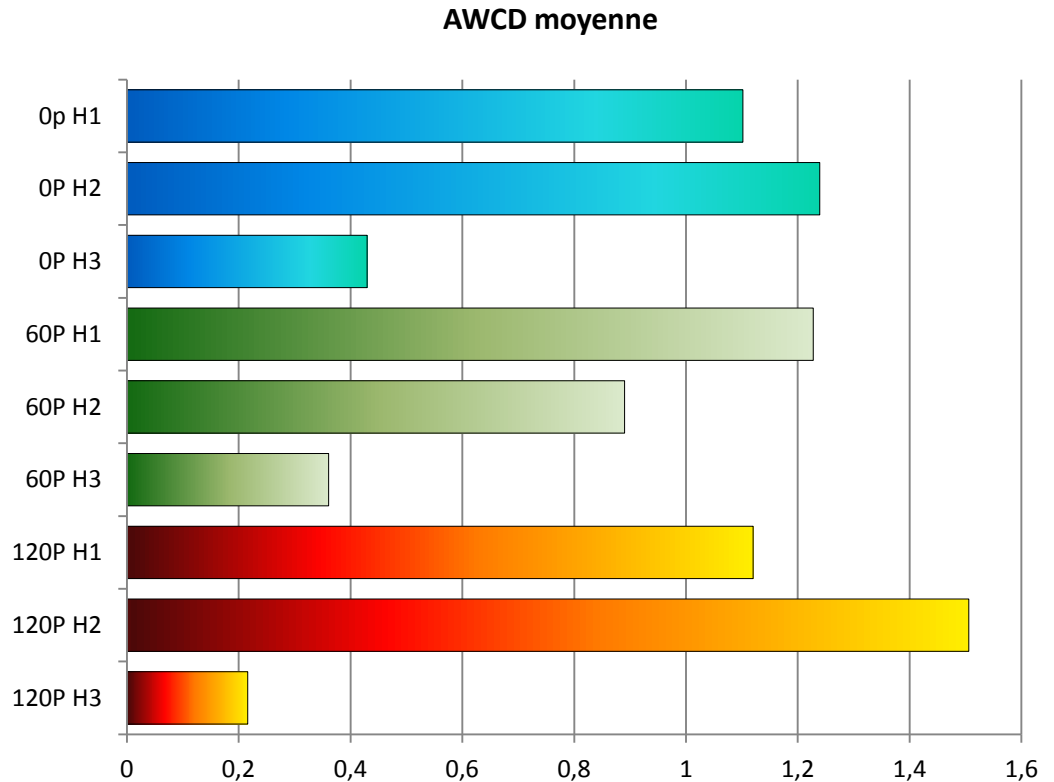
## Fertilisation P

(CIVC + GDA)

Essai d'Essoyes

- 0 unité P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0P)
- 60 unités (60 P)
- 120 unités (120P)

SEMSE



# Autres déterminations biologiques :

## Biomasse microbienne

Viticulture

**Fertilisation P**

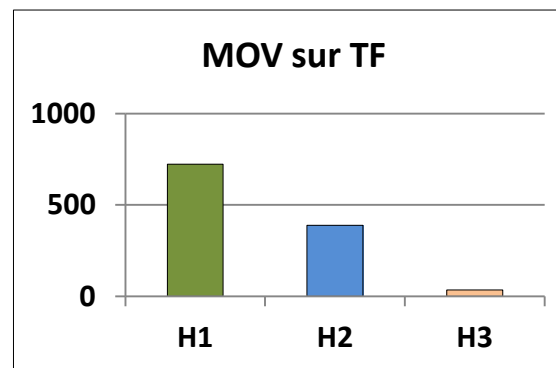
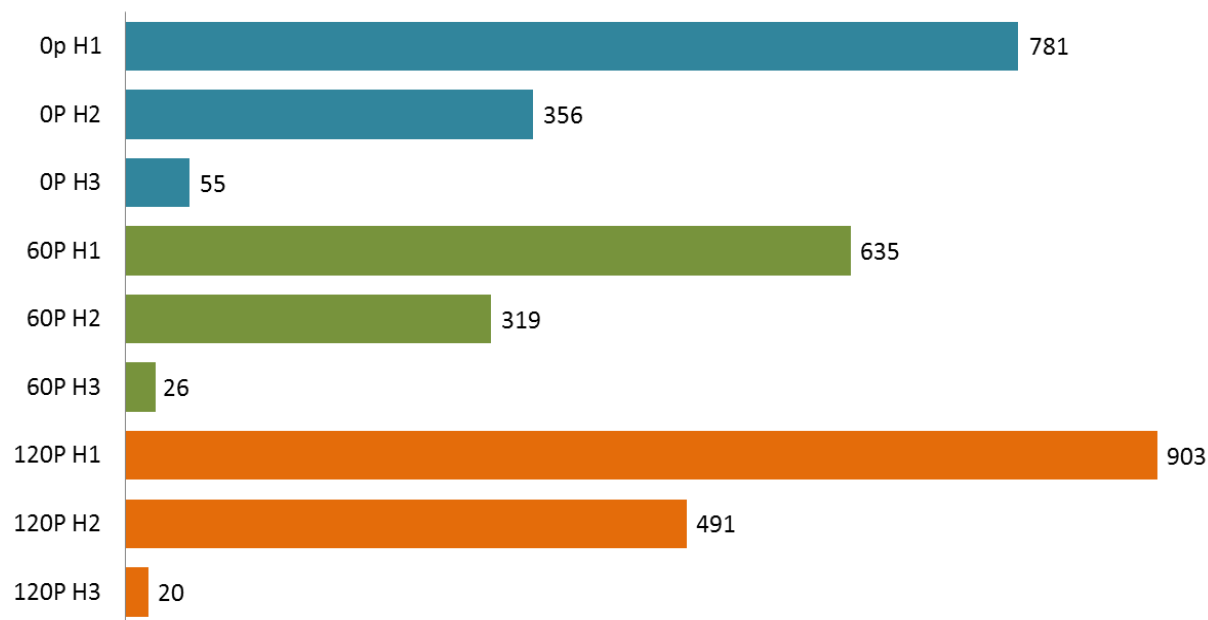
(CIVC + GDA)

Essai d'Essoyes

- 0 unité P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0P)

- 60 unités (60 P)

- 120 unités (120P)



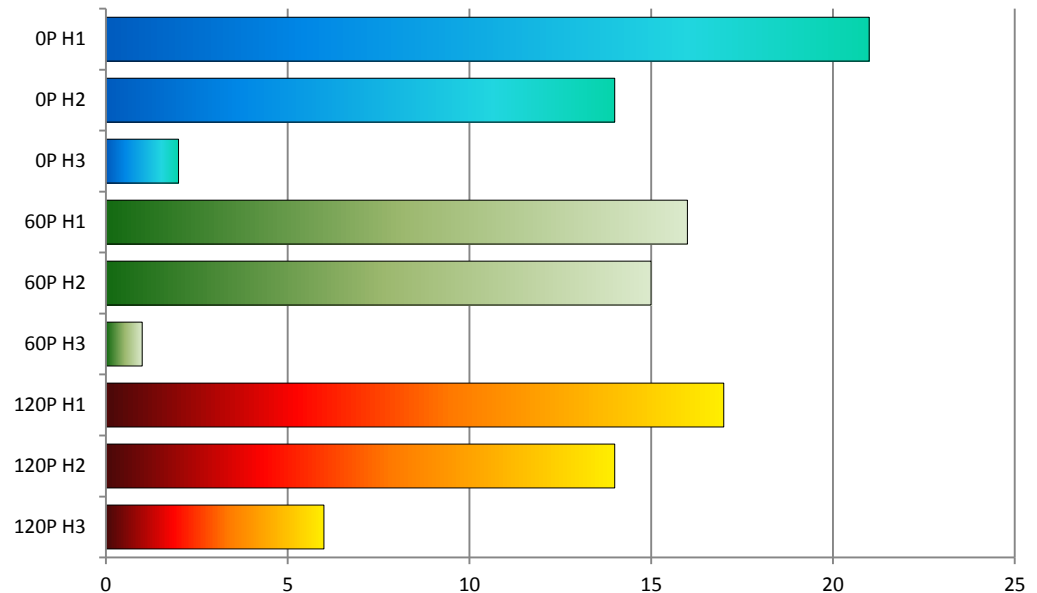
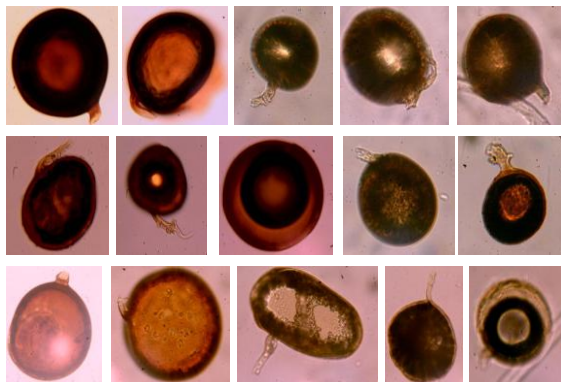
# Autres déterminations biologiques :

## Champignons endo-mycorhiziens

Fertilisation P

Essai d'Essoyes

Diversité des spores :  
Nombre de formes différentes



P2O5 Olsen H1 (0-20cm)

0P 17-28 ppm

60P 70-92 ppm

120P 159-208 ppm

# Conclusion sur le test BioDiF :



Test BioDiF = approche pragmatique  
pour répondre à des interrogations légitimes sur la  
**diversité microbienne...**

Le test BioDiF a pour but de compléter les mesures  
biologiques quantitatives déjà utilisées en routine.

Il présente l'avantage d'une restitution multicritères  
(AWCD, profils métaboliques, IBF)  
pour décrire un « fonctionnement » global.

# Conclusion sur la diversité microbienne :

La « biodiversité » microbienne  
n'est pas l'alpha et l'oméga de la qualité des sols !

Microflore du sol : rien à voir avec forêt amazonienne !

Caractéristiques importantes :  
capacité d'évolution (+ rapide sous stress)  
= adaptation à un environnement changeant.  
Importance de la redondance fonctionnelle

# Conclusion sur la qualité des sols cultivés :

Ne pas perdre de vue les vrais enjeux :

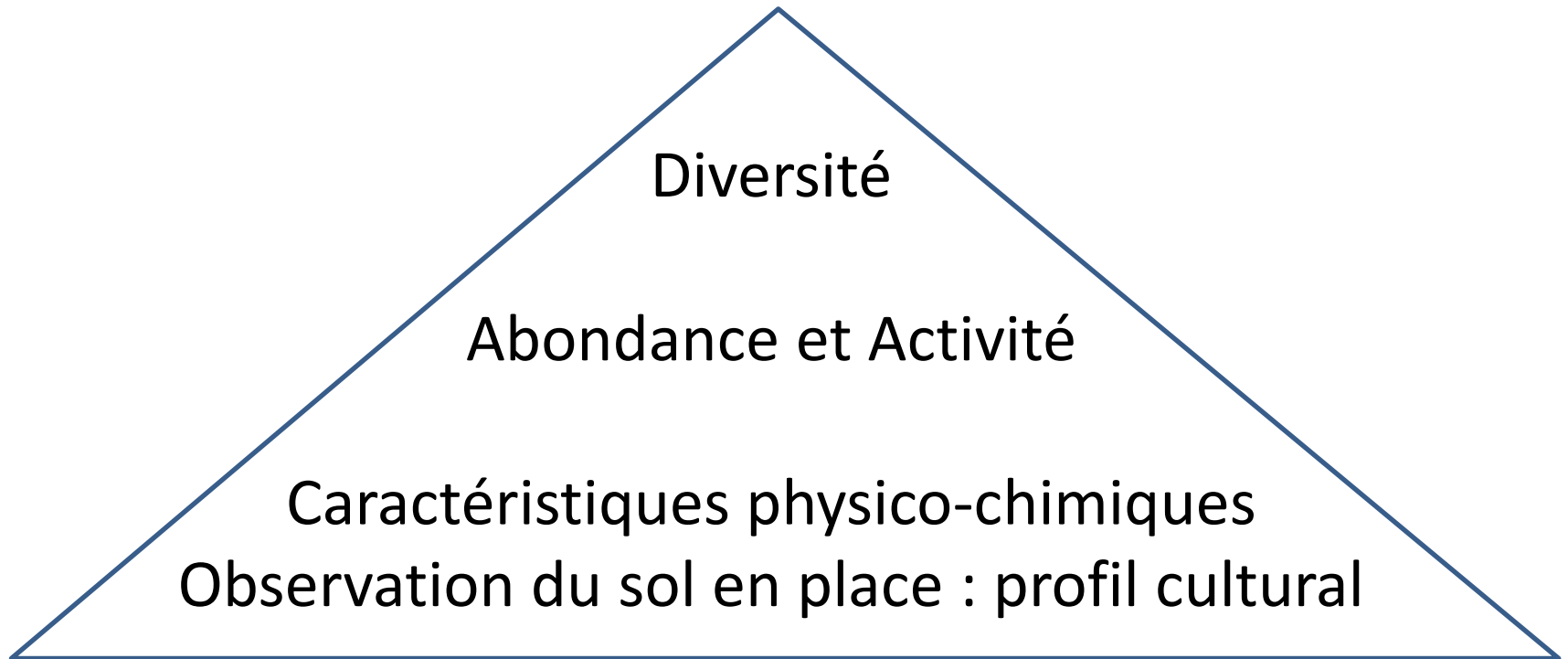
- Conserver ou améliorer la qualité des sols cultivés
- Assurer la pérennité de toutes leurs potentialités.

Des mesures biologiques simples, quantitatives, sont utilisables pour comparer des pratiques culturales et répondre à de vraies questions :

- évolution des stocks de M.O
- fourniture potentielle d'azote
  - stabilité structurale, etc.

# Conclusion sur la qualité des sols cultivés :

Bien hiérarchiser les niveaux de connaissance.  
Et ne pas mettre la pyramide sur la pointe !





**Merci de votre attention !**

Remerciements à : A. Bouthier, R. Trochard, J. Labreuche, C. Toqué, A.L. Toupet (Arvalis) ; M. Valé (Auréa Agrosociences) ; D. Sauvage, F. Bidaut (Vinipôle Sud Bourgogne) ; B. Duron, O. Garcia, A. Descôtes (CIVC)

SEMSE



