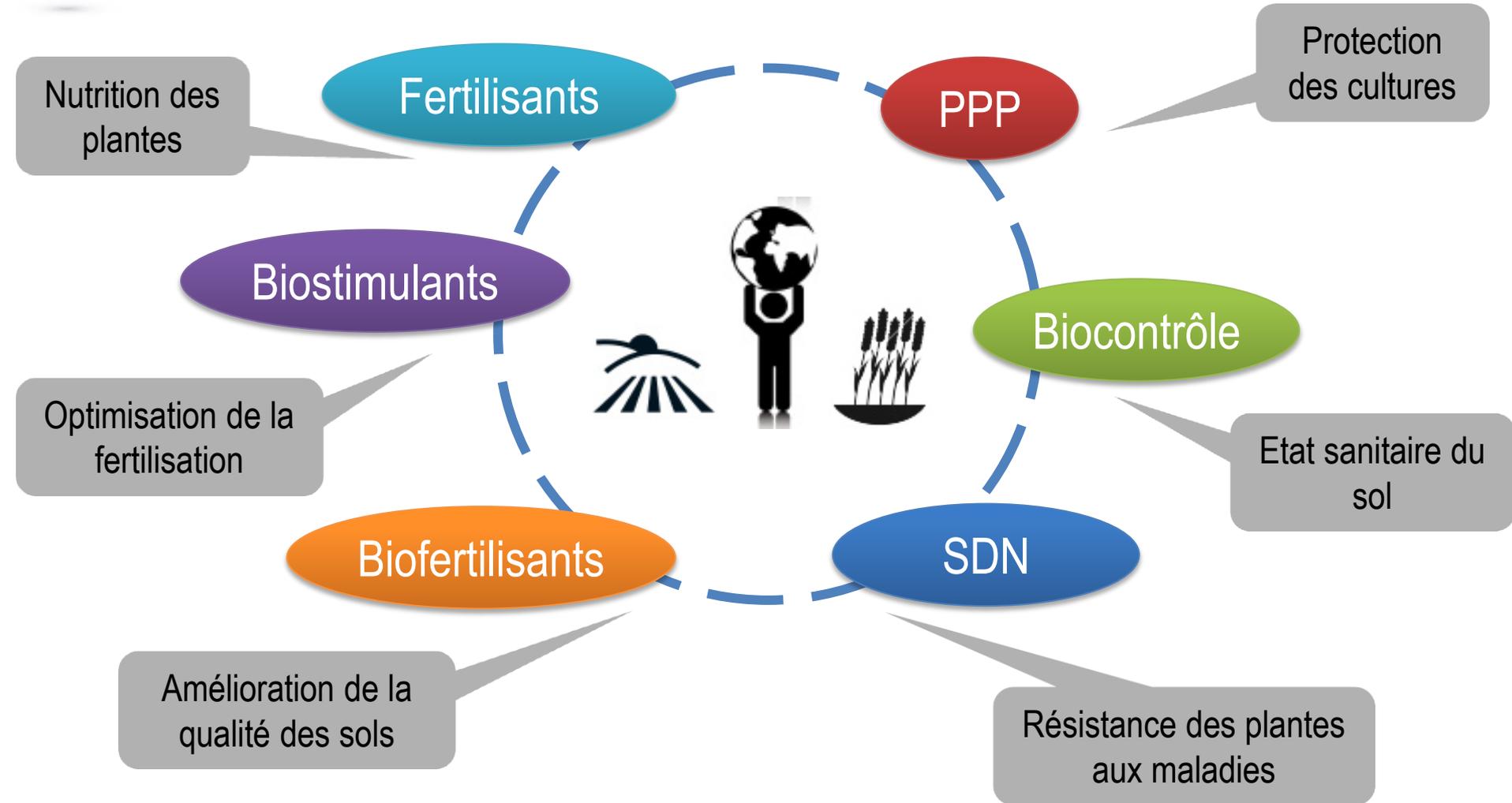


# Bio-indicateurs du fonctionnement des sols : quel intérêt pour la gestion du carbone et de l'azote dans les sols cultivés ?

Le point de vue du laboratoire d'analyse des sols

Najat NASSR  
RITTMO Agroenvironnement  
Najat.nassr@rittmo.com

# Bioindicateurs / Problématiques intrants agricoles



**Impact sur l'état biologique du sol / effet sur certaines fonctions du sol**

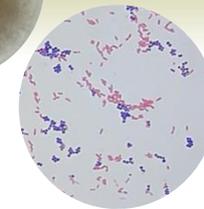
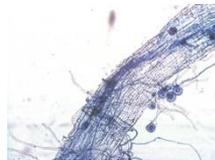
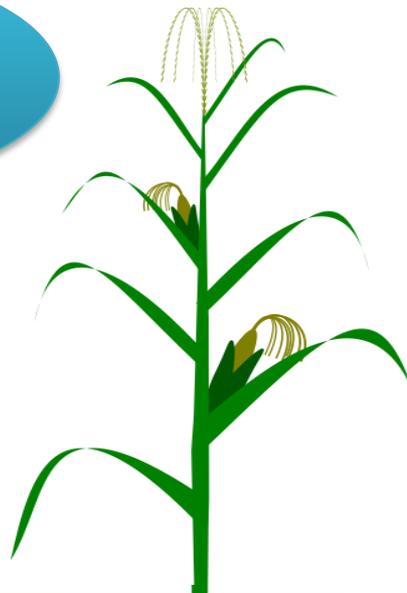
# Pourquoi s'intéresser aux microorganismes du sol?

Cycles  
biogéochimiques

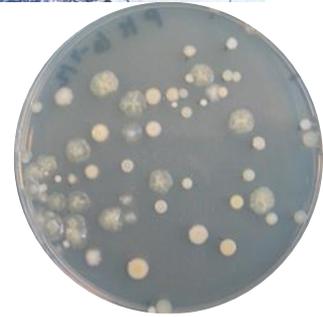
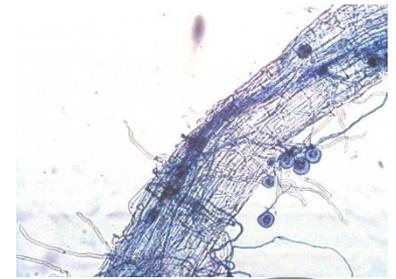
Croissance  
des plantes

Propriétés  
physiques  
du sol

Etc...

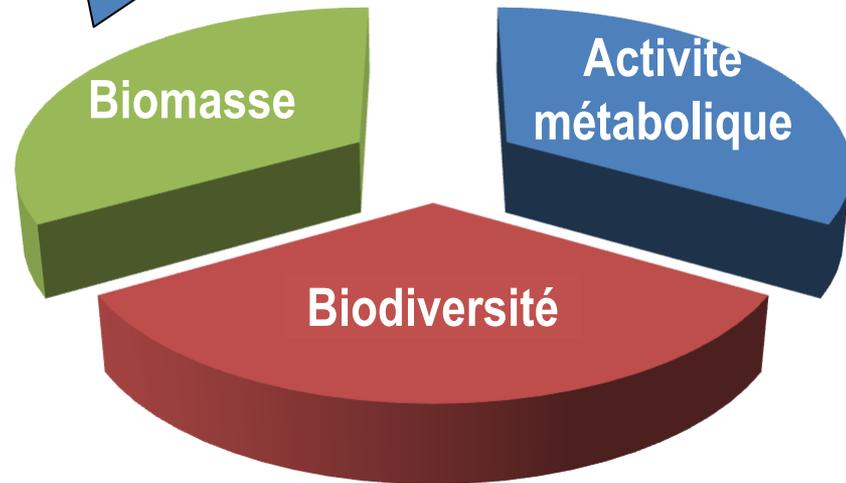


# Indicateurs microbiens



## Evaluation des effets des intrants agricoles

- Intérêt de réaliser des mesures sur les trois indicateurs ?
- Intérêt de mesurer des fonctions globales ou spécifiques ?



➔ Dynamique des éléments nutritifs dans le sol

# Bioindicateurs de mesure

Abondance  
moléculaire

Biomasse

Activité  
métabolique

Activité  
nitrifiante

NF EN ISO 14238

Diversité  
métabolique  
(Biolog®)

Fiche Outil M7 de l'ADEME  
(Projet bioindicateurs)

Biodiversité

Diversité  
moléculaire

Respirométrie

NF EN ISO 16072

PCR-TTGE

- Bactéries totales (ADN 16S) ou spécifiques (nitrification)
- champignons totaux (ADN 18S) ou spécifiques (mycorhizes)

- PCR quantitative (ISO/WD 17601)
- Bactéries totales (ADN 16S) ou spécifiques (nitrification)
  - champignons totaux (ADN 18S) ou spécifiques (mycorhizes)

# Pertinence bioindicateurs

**Forces**

**Faiblesses**

Dépendent des conditions climatiques

Dépendent des stades de croissance de la plante

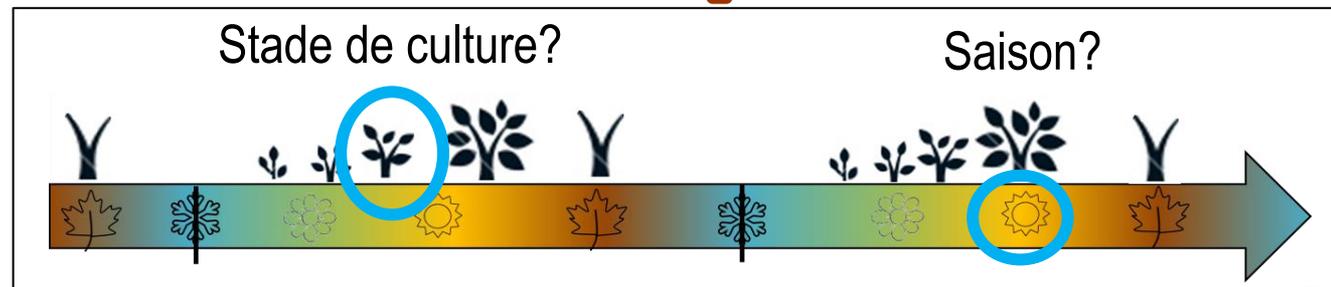
Dépendent des types de sol

Sensibles à des éléments toxiques

Peuvent expliquer certaines fonctions du sol

Permettent d'évaluer la résilience des sols

Complémentaires aux analyses chimiques



**Dynamique dans le temps ?**



## Interprétation des résultats ?

# Méthodologies

## Approche agronomique :

- Evaluation des efficacités agronomiques des intrants agricoles en lien avec la vie microbologique du sol
- Caractérisation des propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols

## Approche environnementale:

- Evaluation de l'impact des intrants agricoles sur la vie microbienne du sol
- Caractérisation de l'innocuité des intrants agricoles en fonction des doses d'apport : demande d'AMM

Bioessais en  
conditions  
contrôlées (labo)

Mesures in  
situ (terrain)

# Exemples de résultats approche environnementale

- Etude de l'impact de biochar sur la germination des spores de mycorhize (*Funneliformis mosseae*) (ISO 10832)

Matrice	pH	Conductivité (mS/m)	Cuivre (ppm)	Zinc (ppm)	Mycorhizes			
					5 T/ha	10 T/ha	20 T/ha	
Dig-BC	10,6	2936	93	413,8	10	14	93	Biochar de digestat
Dig-BC	10,7	1103	92,7	494,1	41	49	32	Biochar de résidus forestiers
FumBois-BC	11	850	164	971,5	-1	0	35	Industriel
Bois-BC	9,66	58	13,2	177,8	5	3	37	Industriel
Bois-BC	9,1	40	14,7	215,9	90	98	99	Pilote
Vég-BC	11,9	304	48,3	222,1	54	69	82	
Dig-BC	11,4	537	96	360,3	33	32	87	Pilote
Fum-BC	11,9	3260	894,2	1475,8	58	84	100	

Etude Agronomic Evaluation of Biochars du projet “Delivering local Bioenergy for North West Europe” (BioenNW) financé par l’Union Européenne dans le cadre du programme INTERREG IV B.

# Exemples de résultats approche environnementale

- Etude de l'impact de matières fertilisantes organiques sur l'activité nitrifiante et la germination de champignon mycorhiziens

Matrice	pH	N (ppm)	P (ppm)	Dose 1	Mycorhizes			Activité nitrifiante		
					1 X	5 X	10 X	1 X	5 X	10 X
Boue chaulée	9,3	31,3	27	3T <sub>MS</sub> /ha	-8	28	76	5	-21	16
Boue désencrage	8,3	6,3	3,7	5T <sub>MS</sub> /ha	10	8	2	25	8	30
Fumier	8,6	56,3	26	10T <sub>MB</sub> /ha	13	36	17	21	47	83
Compost OMR	7,3	24	12,5	10T <sub>MB</sub> /ha	8	16	20	2	-29	21
Cendre	12,6	2,7	27,5	3T <sub>MS</sub> /ha	100	ND	ND	-7	15	34



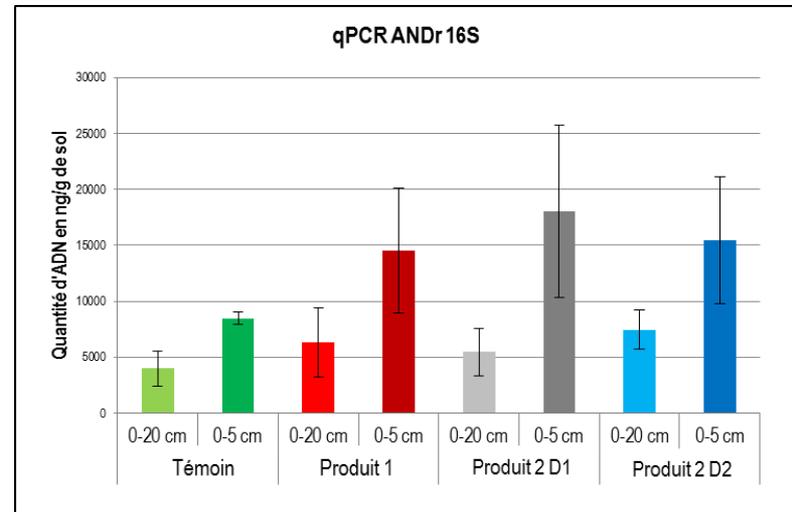
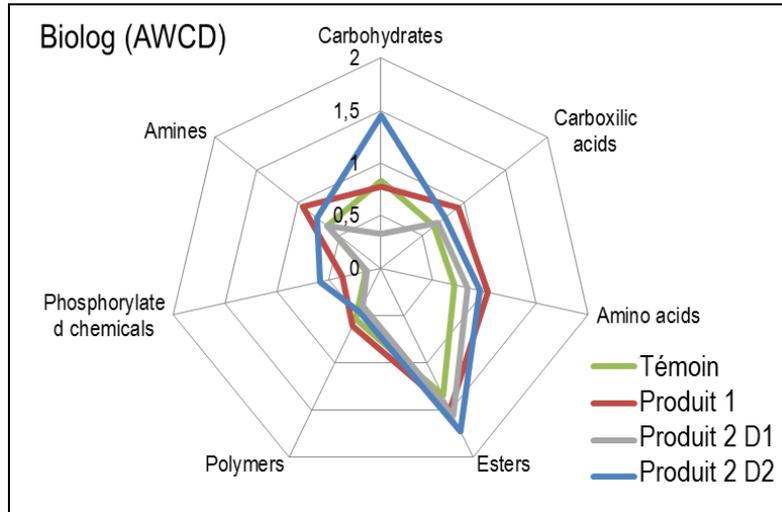
Etude « Développement d'un protocole d'évaluation de l'écotoxicité des matières fertilisantes organiques utilisées en fertilisation agricole » financée par l'ADEME

# Exemples de résultats *suivi in situ*

- Etude de l'effet de l'apport d'amendements minéro-basiques en prairie permanente en Agriculture Biologique
  - Mesures
    - Mesure de diversité métabolique (Biolog)
    - Mesure d'abondance moléculaire (qPCR)
    - Analyses chimiques
  - Méthodologie
    - Deux années de suivi (un apport de produit/an)
    - Etude de la dynamique dans le temps
    - Deux profondeurs de prélèvement (0-5 et 0-20 cm)



# Exemples de résultats suivi in situ



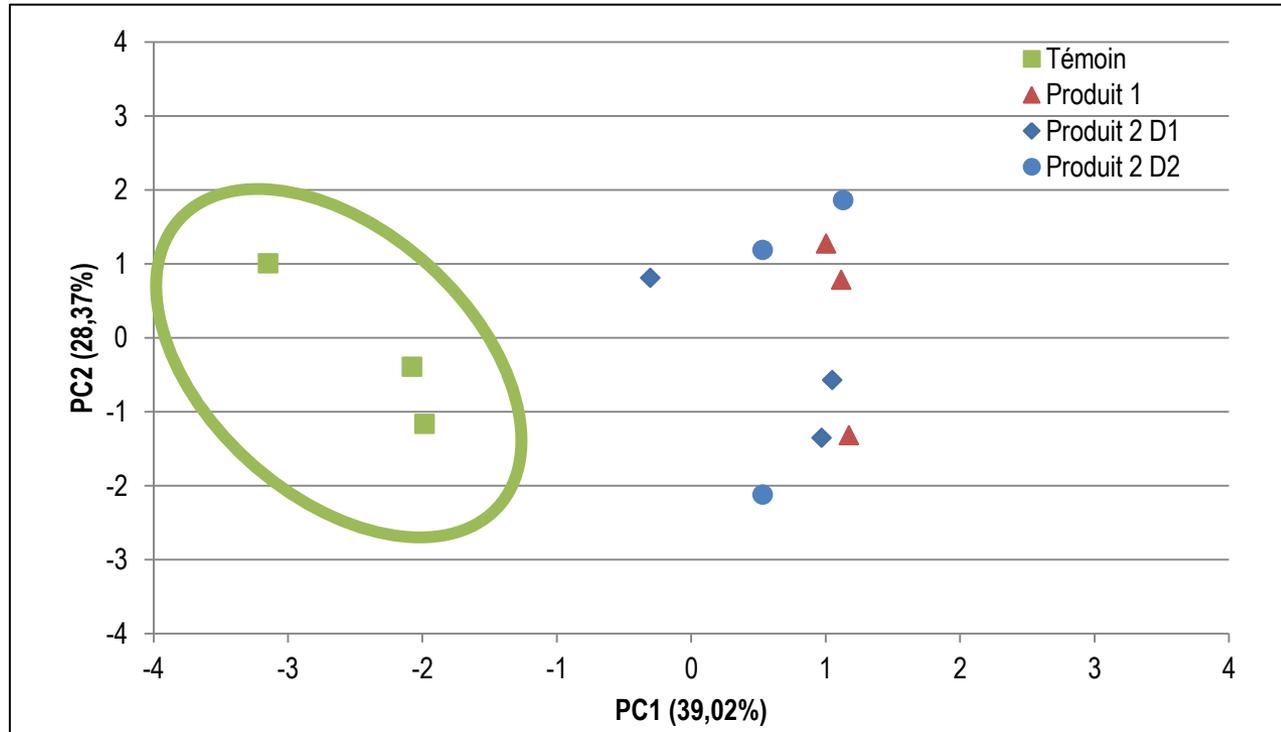
Modalité	NH4-J0 (mg/100g)	NH4-J10 (mg/100g)
Produit1 D1	0,58	2,63
Produit2 D1	0,56	2,26
Produit2 D2	0,47	2,28
Témoin	0,44	1,56

Augmentation de l'activité métabolique avec le produit2 à D2 après 6 mois d'apport du produit au sol

Augmentation de l'abondance ADN bactérien après 12 jours d'amendement au sol

- Augmentation de la biomasse mais pas de la biodiversité génomique
- Pression de sélection et adaptation des populations bactériennes à l'apport de l'amendement

# Exemples de résultats suivi in situ

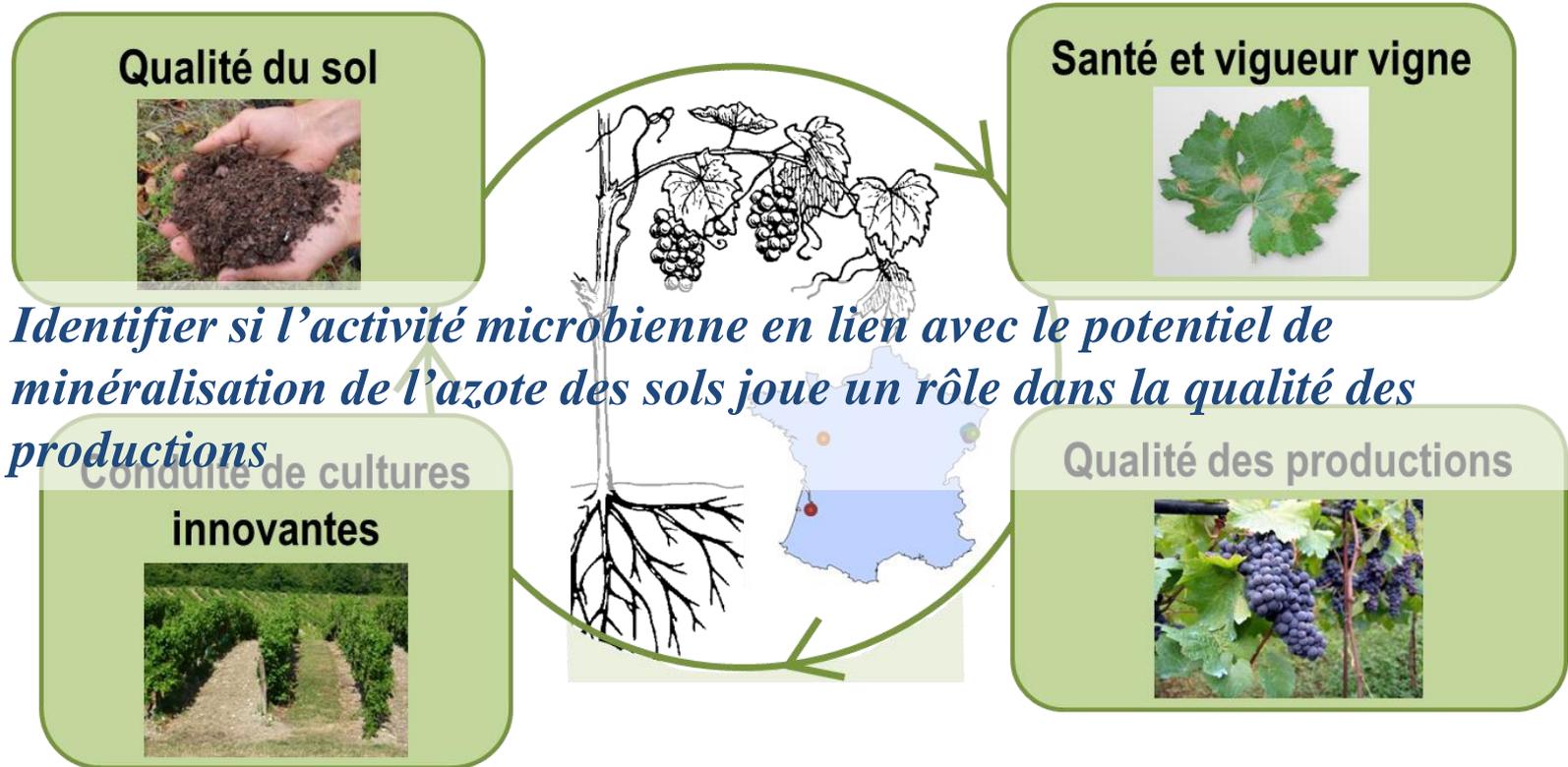


Analyse effectuée sur : qPCR 16S  
et 18S, pH, CaO, CEC et NH<sub>4</sub>

La combinaison de paramètres biologiques et chimiques permet de séparer les parcelles témoins des modalités avec amendements minéro-basiques.

# Essai multisystèmes

- Etudier l'impact des pratiques innovantes en viticulture sur l'état des sols et la qualité des productions (raisins et vins).



Projet « SysVit – SolVin : Impact de systèmes viticoles à faibles intrants sur la qualité des sols et la qualité des productions » financé par le CASDAR du MAAF

# Essai multisystèmes

- ❖ Réseau expérimental de systèmes de culture innovants
- ❖ 6 sites viticoles dans 3 régions (Loire, Aquitaine, Alsace)
- ❖ 2 types de systèmes : AB, PI



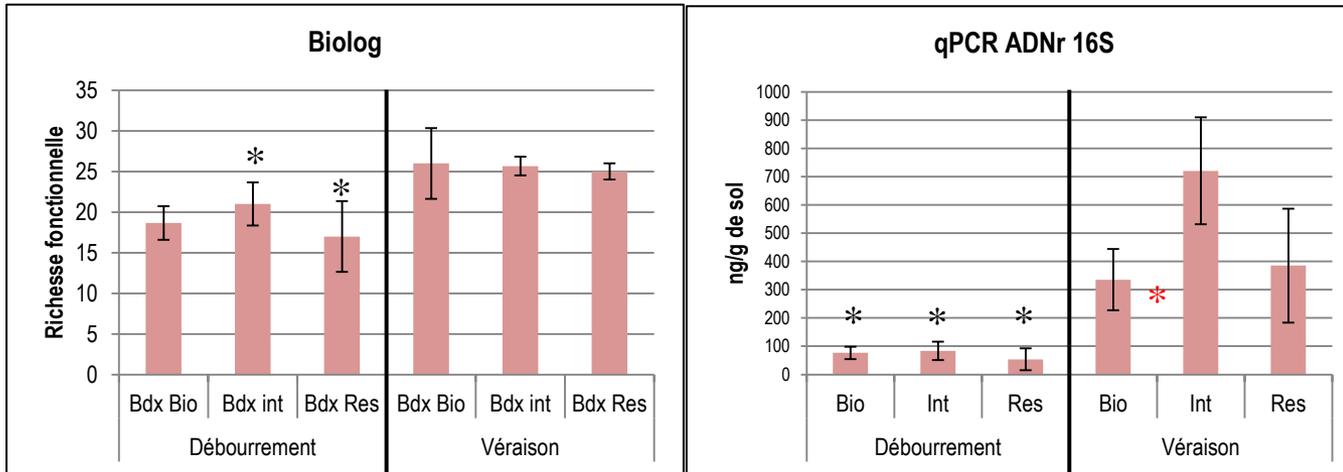
Région	Site	Systèmes	Noms	Age de la vigne
Aquitaine	INRA La grande ferrade	Intégré - Zero Pesticide	Aqu_OP	3
		Agriculture Biologique	Aqu_AB	
		Intégré	Aqu_PI	
Loire valley	Lycée Montreuil Bellay	Intégré1	Loire_PI1	16
		Intégré2	Loire_PI2	
Alsace	INRA Ribeauvillé	Agriculture Biologique	Ribeau_AB	16
		Intégré	Ribeau_PI	
	EPLEFPA Rouffach	Intégré	Rouff_PI	32
		Agriculture Biologique - Optidose	Rouff_Piopti	
	OPABA – Ingersheim	Biodynamie	Inger_AB	26
	OPABA - Chatenois	Biodynamie	Chaten_AB	17



Projet « SysVit – SolVin : Impact de systèmes viticoles à faibles intrants sur la qualité des sols et la qualité des productions » financé par le CASDAR du MAAF

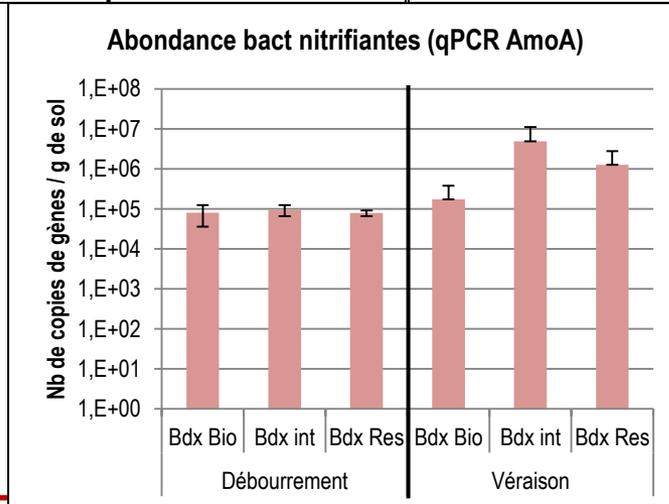
# Essai multisystèmes

- Exemple de résultats : Site d'Aquitaine



\* Diff stat entre débourrement et véraison pour une modalité

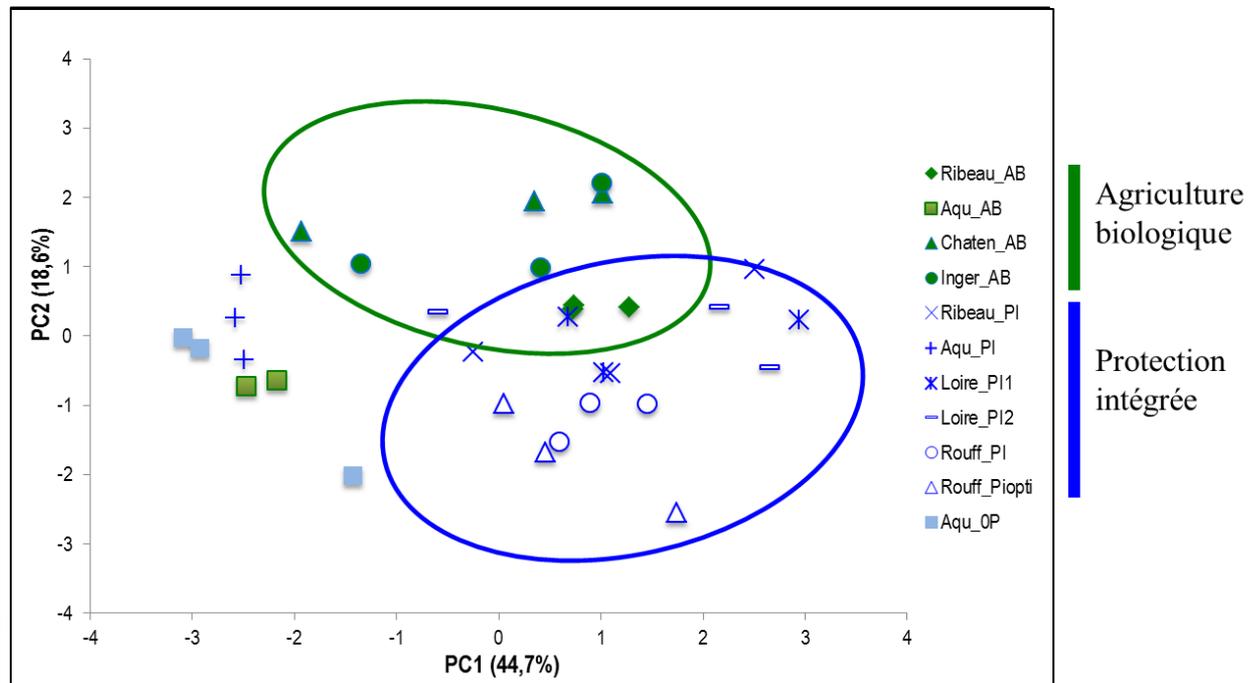
\* Diff stat entre modalités à une même date de prélèvement



		NO3 (ppm)	NH4 (ppm)
Débourrement	Bdx Bio	1,37	1,24
	Bdx int	<b>3,5</b>	1,25
	Bdx Res	1,65	1,53
Véraison	Bdx Bio	3,03	0,92
	Bdx int	<b>8,38</b>	0,95
	Bdx Res	4,39	0,98

# Essai multisystèmes

- Les paramètres analysés permettent de différencier les sites d'étude (influence du type de sol) et de différencier les systèmes

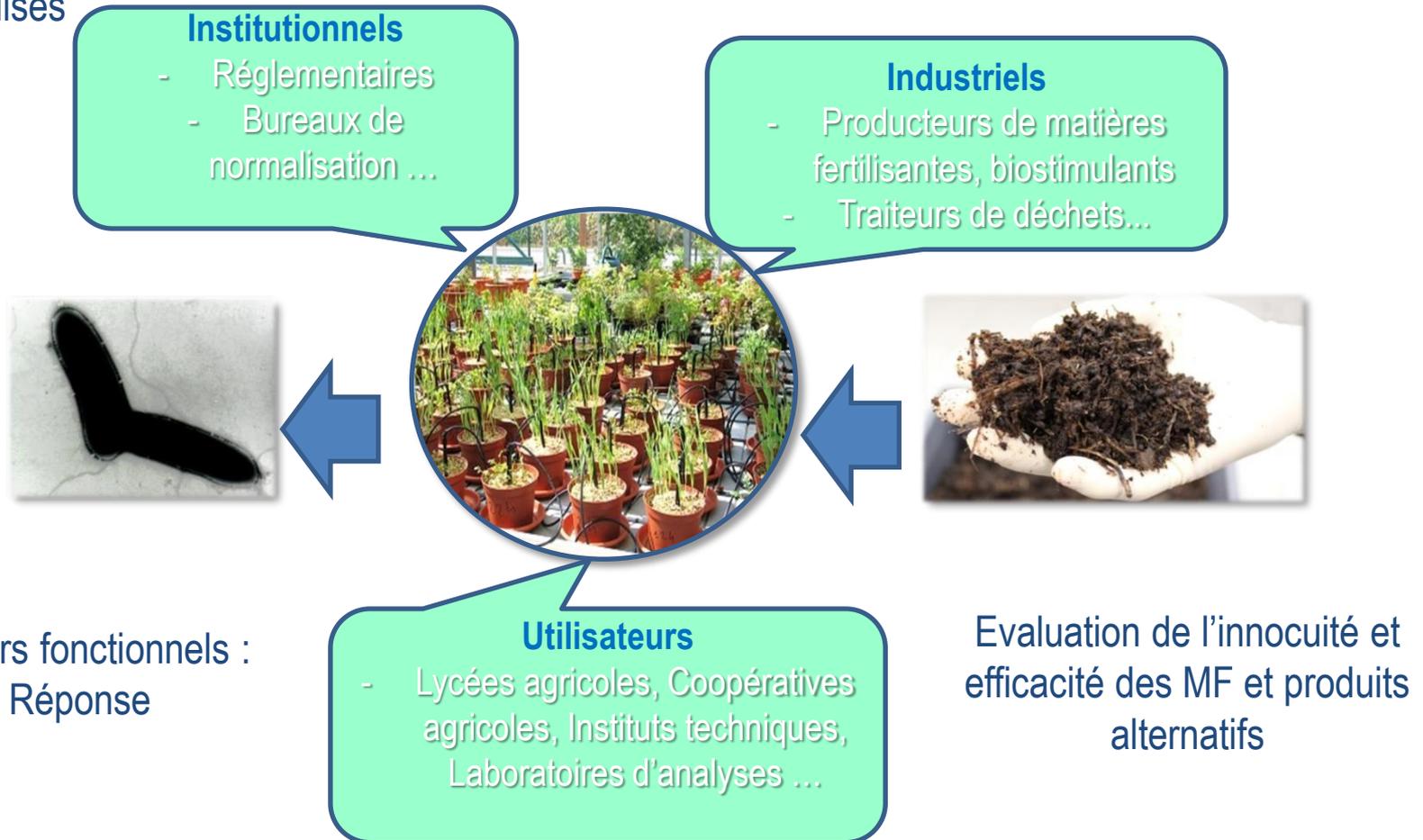


Analyse effectuée sur : modélisation minéralisation N (A et k), N total, qPCR 16S et AmoA, RF Biolog

Projet « SysVit – SolVin : Impact de systèmes viticoles à faibles intrants sur la qualité des sols et la qualité des productions » financé par le CASDAR du MAAF

# Bioindicateurs / Attentes

Outils et méthodes  
standardisés





*Merci pour votre attention*

Avez-vous des questions?

Najat NASSR  
RITTMO Agroenvironnement  
Najat.nassr@rittmo.com

