

30 ans



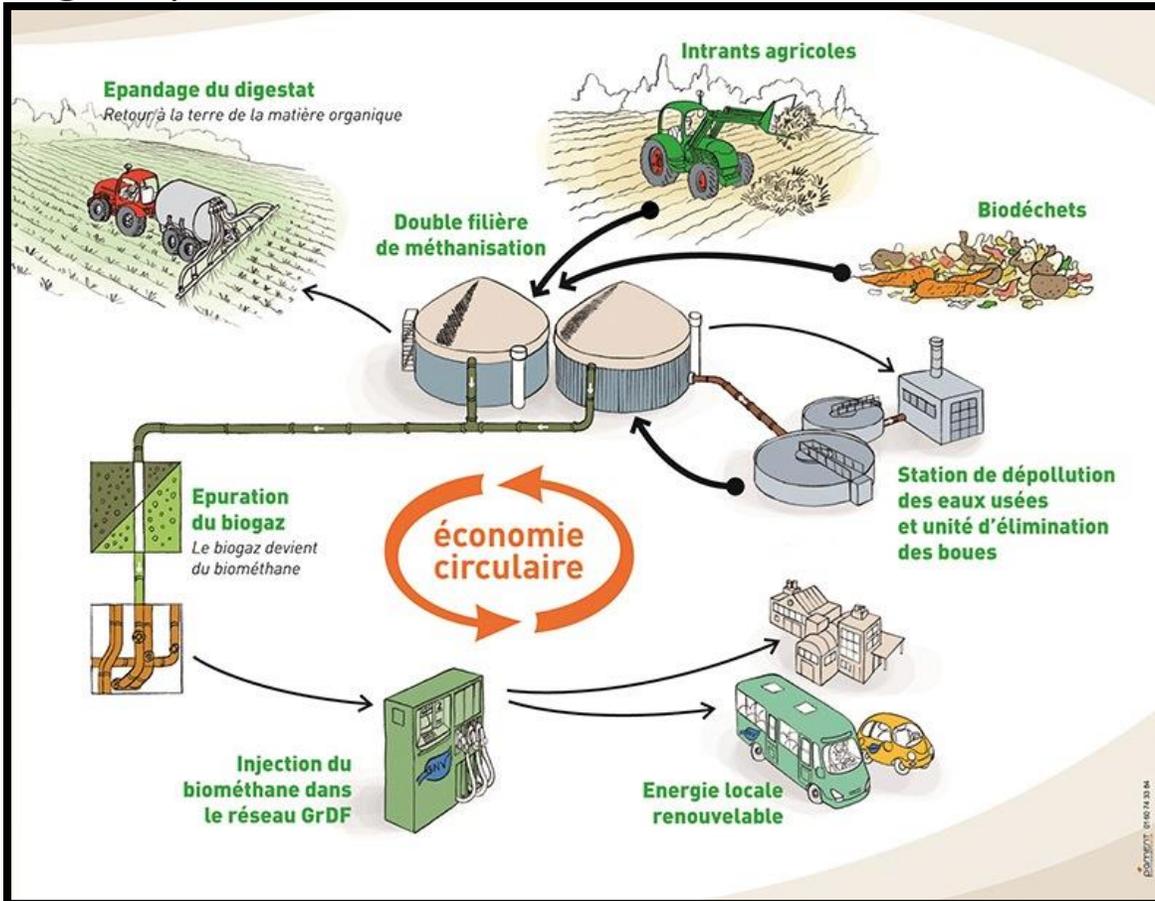
# Impact des digestats de méthanisation sur la qualité biologique des sols agricoles

# Pourquoi Metha-BioSol ?



comifer Gemas

La **méthanisation** un cycle vertueux permettant de faire de l'énergie à partir de déchets et de retourner au sol de la MO?



Des questionnements des agriculteurs et de la société civile



Impacts sur la qualité biologique des sols ?



Peu de données pour objectiver



# Metha BioSol

# Pourquoi Metha-BioSol ?

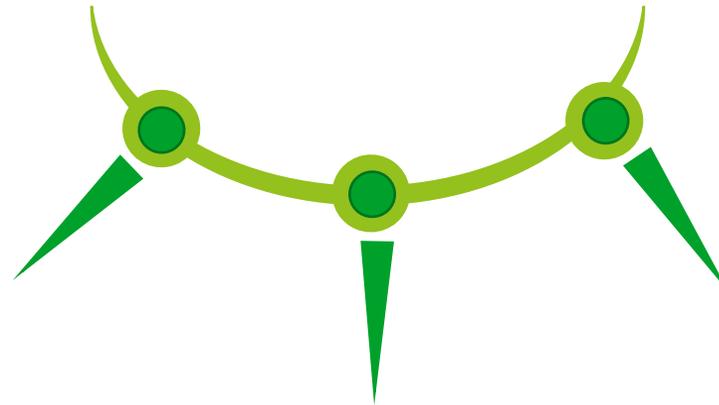


comifer Gemas

## Un objectif principal

Aider les agriculteurs à évaluer l'impact des pratiques d'épandage de digestats de méthanisation sur la **qualité biologique** des sols agricoles via des outils opérationnels

### 3 objectifs opérationnels



#### ELABORATION SCIENTIFIQUE

- ❖ Générer des données scientifiques actuellement manquantes
- ❖ Milieux contrôlés

#### EVALUATION DES PRATIQUES

- ❖ Evaluer les pratiques d'épandage de digestats de méthanisation sur le terrain

#### CREATION D'UN RESEAU

- ❖ Transférer et communiquer les résultats obtenus aux différents acteurs en lien avec la gestion des digestats

# Metha-BioSol, c'est quoi ?

30



comifer Gemas

## Un projet de recherche avec 3 échelles d'études

### VOLET 1

Test en laboratoire



### VOLET 2 (Poster)

Test sur des sites expérimentaux



### VOLET 3 (poster)

Réseau de fermes



Maîtrise des aléas du terrain

Réalité de terrain

# Tableau de bord des bioindicateurs



**Définition d'un tableau de bord d'indicateurs permettant d'évaluer la qualité biologique des sols :**

Sur la base du CASDAR Agrinnov (2012-2015)

<p><b>L'état physique et chimique du sol</b></p> 	<p><b>Indicateurs des communautés biologiques du sol</b></p> 	<p><b>Indicateurs de fonctionnement biologique</b></p> 	<p><b>Indicateurs sanitaires</b></p> 
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Texture</li> <li>❖ pH</li> <li>❖ Carbone organique</li> <li>❖ Rapport C/N,</li> <li>❖ Teneurs en N, P, K, Mg...</li> <li>❖ Eléments polluants</li> </ul> 	<p><b>Paramètres d'abondance, de biomasse, diversité taxonomique et fonctionnelle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Microbiologiques (bactéries, champignons)</li> <li>❖ Nématodes</li> <li>❖ Lombriciens</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Formes et quantité de carbone (RockEval)</li> <li>❖ Activité de dégradation de la matière organique fraîche (LITTERBAG/LEVABAG)</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Présence et diversité des pathogènes microbiens humains</li> </ul> 

# Volet 1 : Tests en laboratoire

30

## 2 hypothèses testées :

- 1) Les impacts sont différents en fonction du contexte pédoclimatique
- 2) Les impacts sont différents en fonction de la nature des digestats

### 3 TYPES DE SOL



### 10 TRAITEMENTS

#### 6 types de digestats

- + 2 effluents non digérés
- + 1 témoin minéral
- + 1 sans apport organique

- ❖ Un seul apport
- ❖ Pendant 42 jours

## 2 dispositifs expérimentaux adaptés aux bioindicateurs :

### MICROCOSMES

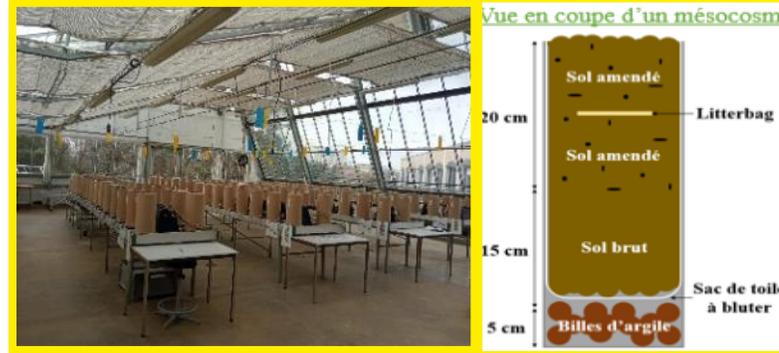
- ❖ Pathogènes
- ❖ Communautés microbiennes des sols
- ❖ Physico-chimie des sols



équivalent apport 25t/ha

### MESOCOSMES

- ❖ Dégradation de la MO
- ❖ Nématofaune
- ❖ Lombriciens
- ❖ Physico-chimie des sols



équivalent apport 35t/ha

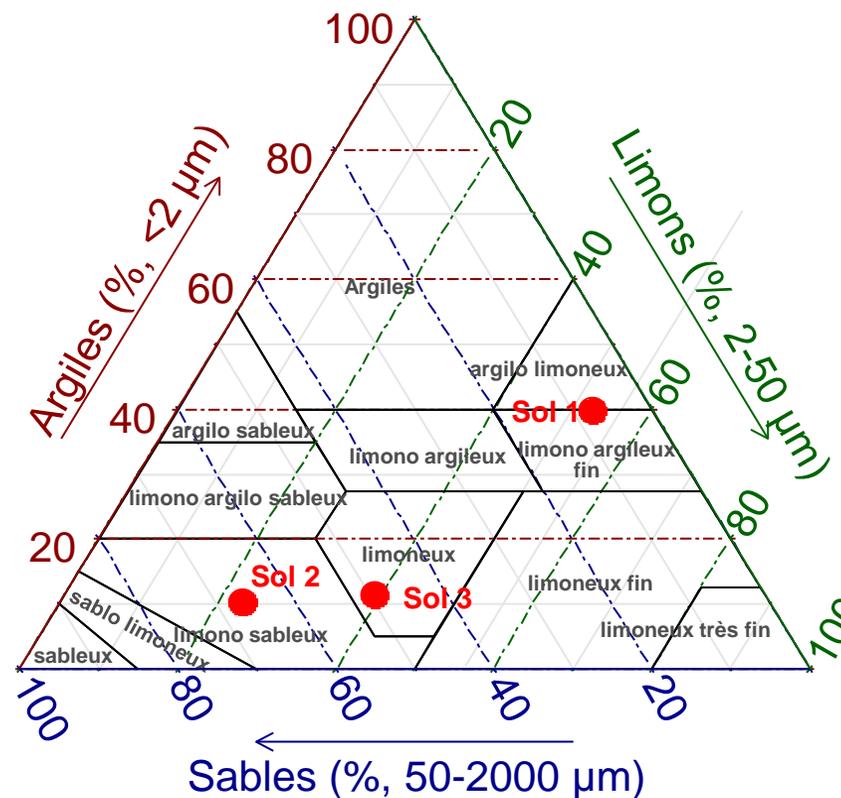


## Hyp 1 : Les impacts sont différents en fonction du contexte pédoclimatique :

### Pourquoi le choix de ces 3 sols ?

- ❖ Influence de la texture : limono-argileux vs limoneux vs sableux
- ❖ Sol n'ayant jamais reçu de digestat

### Caractéristiques granulométriques des 3 types de sol





Hyp 1 : Les impacts sont différents en fonction du contexte pédoclimatique :

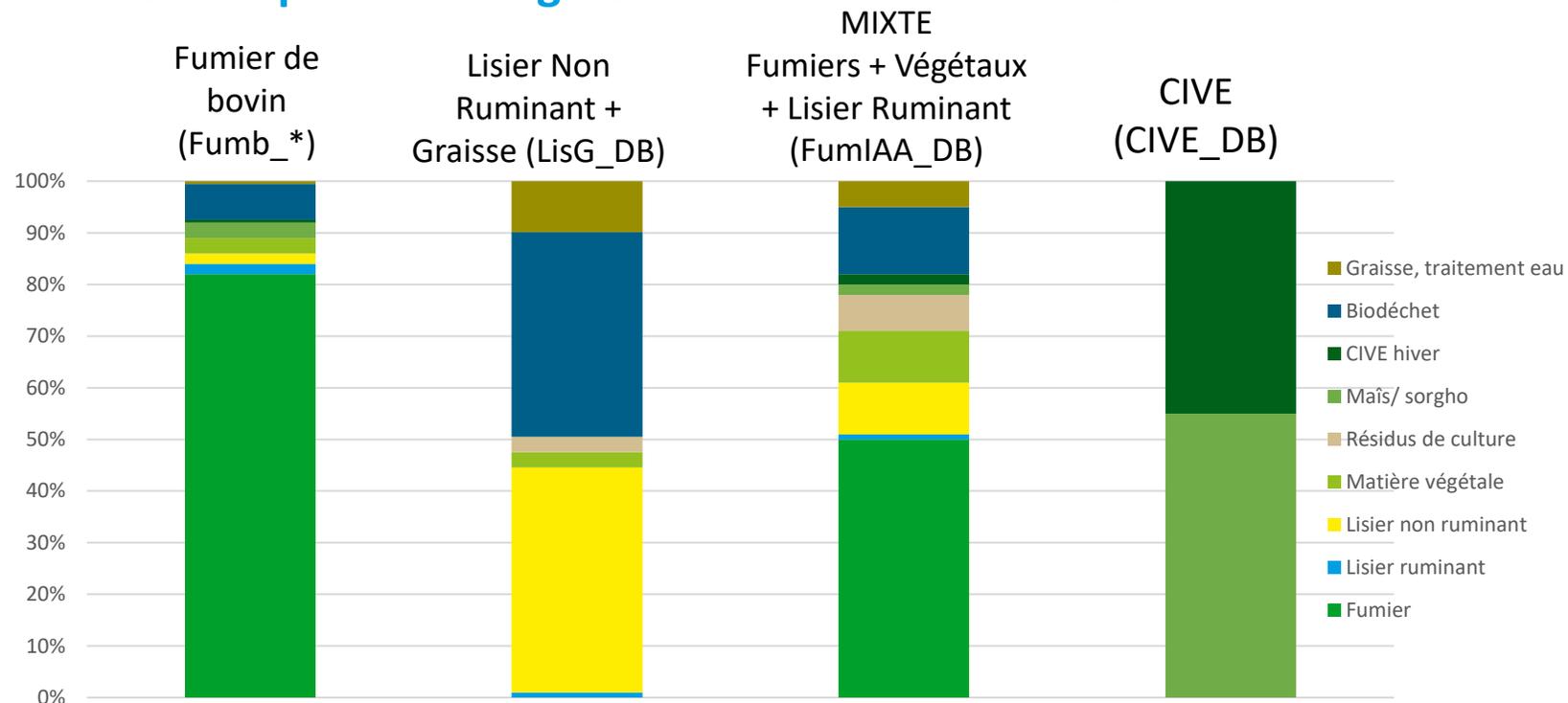
### Caractéristiques chimiques initiales des 3 types de sol

	pH	MO g /kg de sol	C g /kg de sol	N g /kg de sol	C/N	CEC Cmol+/ kg de sol	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g /kg de sol
Limono-argileux 	7,96 <sub>a</sub>	34,28 <sub>a</sub>	20,47 <sub>a</sub>	1,74 <sub>a</sub>	11,43 <sub>a</sub>	25,44 <sub>a</sub>	0,07 <sub>a</sub>
Sableux 	6,68 <sub>b</sub>	13,28 <sub>c</sub>	7,67 <sub>c</sub>	0,77 <sub>c</sub>	10,00 <sub>b</sub>	7,10 <sub>b</sub>	0,01 <sub>c</sub>
Limoneux 	6,63 <sub>c</sub>	16,68 <sub>b</sub>	9,65 <sub>b</sub>	0,99 <sub>b</sub>	9,7 <sub>b</sub>	6,94 <sub>b</sub>	0,04 <sub>b</sub>



## Hyp 2 : Les impacts sont différents en fonction de la nature des digestats:

Caractéristiques des 6 digestats retenus selon les intrants alimentant les 4 sites de méthanisation



### Comparaison avec :

- ❖ Fumier de bovin 
- ❖ Lisier de porc 
- ❖ Fertilisation minérale (Ammonitrate 120 Kg/ha)
- ❖ Sans apport = Ajout eau à la place

Séparation de Phase

Brut (\*= DB) 

Liq (\*= DL) 

Soli (\*= DS) 

Brut 

Brut 

Brut 

# Volet 1 : Tests en laboratoire



## LES DIGESTATS

**Hyp 2 : Les impacts sont différents en fonction de la nature des digestats:**

**Quantité apportée dans les mésocosmes (équivalent épandage 35t / ha)**



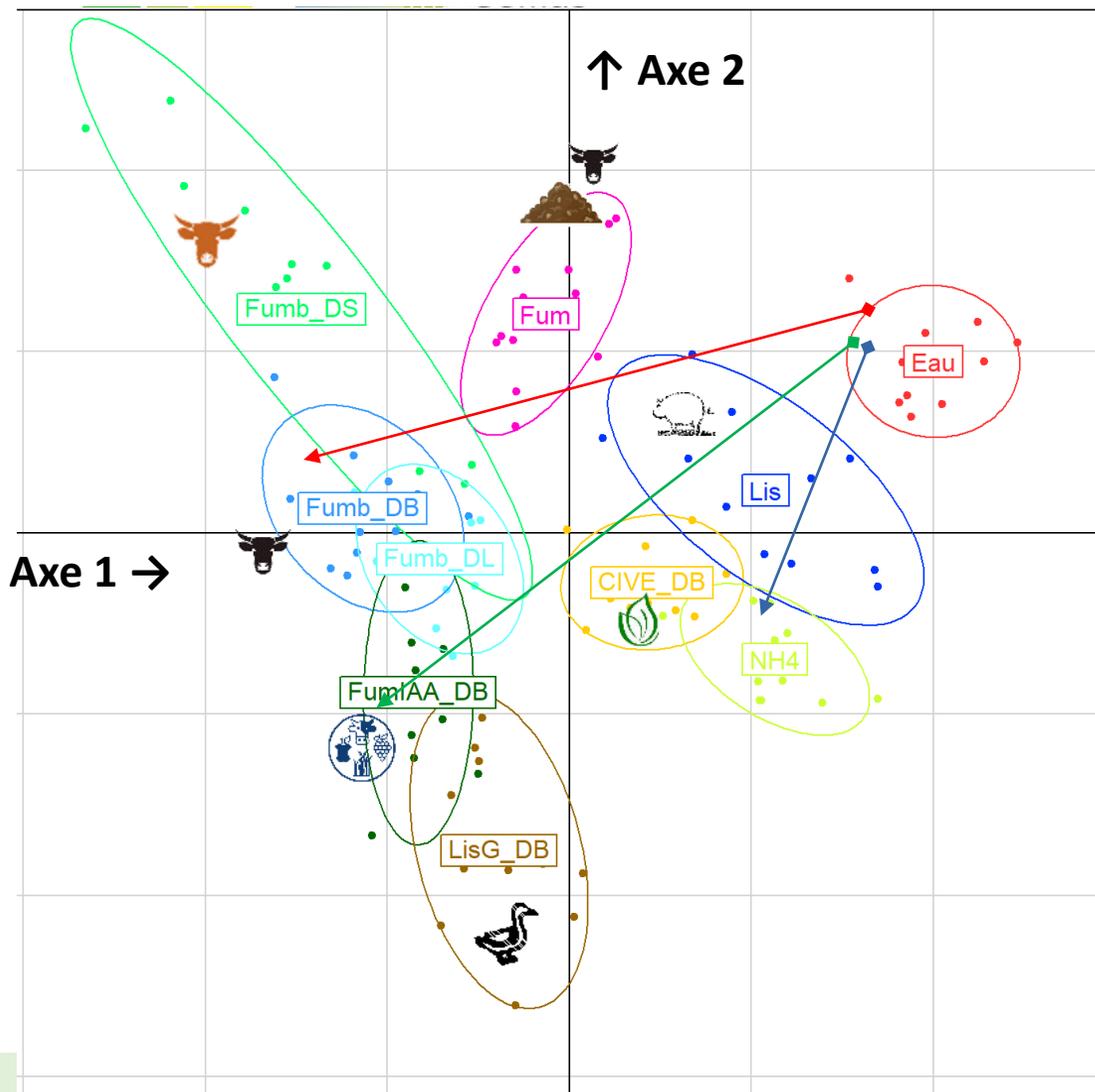
Typologie			pH	C/N	COT (Kg/ha)	Azote total (kg/ ha)	Azote ammoniacal (kg/ ha)	NH4+ /Ntot (%)
Lisier Porc 			7,7	1,5	20	77,1	52,4	68
Fumier bovin 			8,9	18,3	202,3	111,4	15,8	14,2
DIGESTATS	Fumier de bovin	Brut 	8,8	6,3	104	157,1	55,6	35,4
		Solide 	9,3	22,5	298,9	134,3	31,9	23,7
		Liquide 	8,6	3,7	83,1	154,3	74,5	48,3
	MIXTE Fumiers + Végétaux + Lisier Ruminant	Brut 	8,3	2,8	84,9	177,1	80,4	45,4
	CIVE	Brut 	8	4,5	64	105,7	33,9	32,1
	Lisier Non Ruminant + Graisse	Brut 	8,4	0,8	28,3	194,3	130,2	67

**PAS UN** mais **DES DIGESTATS** avec des compositions chimiques très contrastées en termes de :

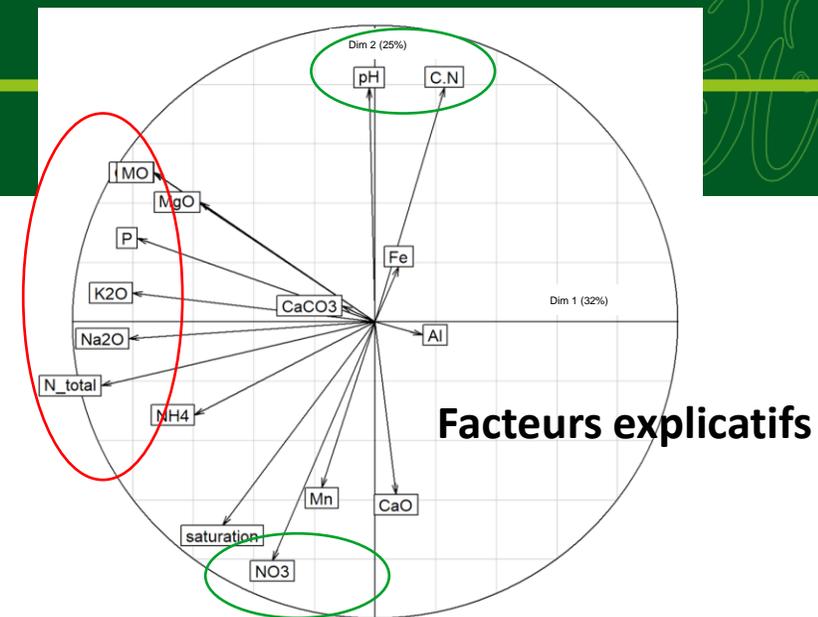
- ❖ Teneurs en Matières Organiques
- ❖ Caractéristiques des MO (rapport C/N)
- ❖ Disponibilité en azote organique et minéral

# Volet 1 : Résultats

## Evolution de la chimie des sols après 42 jours :



(ACP intragroupe)



En comparaison à la modalité eau, des modifications importantes des sols ont été constatées :

- ❖ **Enrichissement en carbone et azote total (axe 1)** avec les fumiers digérés (Fumb\_\*), les digestats mixtes (FumIAA\_DB) et avec les lisiers et graisses (LisG\_DB)
- ❖ **Acidification et diminution du C/N (axe 2)** avec les digestats mixtes (FumIAA\_DB) et les lisiers et graisses (LisG\_DB) et sous fertilisation minérale (NH<sub>4</sub>) prononcée en sols limoneux
- ❖ **Enrichissement en nitrate (axe 2)** avec les digestats mixtes (FumIAA\_DB) et les lisiers et graisses (LisG\_DB)

## Indicateur Lombriciens :

- ❖ Une espèce anécique a été introduite dans les mésocosmes après 10 jours
- ❖ Pas d'effets significatifs des digestats
  - Influence des conditions d'expérience sur la survie
  - Pas de mortalité mais perte de poids dans toutes les modalités (temps d'adaptation)



## Conclusion

Au contact avec un sol contenant du digestat, les « vers de terre anéciques » ne révèlent pas d'impact en comparaison avec d'autres effluents ou une fertilisation minérale.

**le dispositif ne permet pas de tester l'impact de l'épandage au sol**

# Volet 1 : Résultats



## Indicateur nématodes (activité):



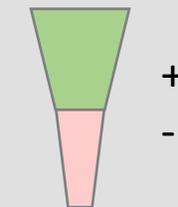
### Comparaison avec eau

Activité Nématofaune	Min	Lisier 	Fumier 	DIGESTATS						
				Fumier 			MIXTE 	Lisier /déchet 	CIVE 	
				Brut 	Solide 	Liquide 				
SOL ↓										
Limono-argileux	=	=	↗	=	↗	=	=	=	=	=
Limoneux	=	=	=	=	↗	=	=	=	=	=
Sableux	=	=	↗	=	=	=	=	=	=	=

Significativement différentes



Tendance (n.s)



Significativement différentes



## Indicateur nématodes (diversité fonctionnelle) :

Limono-argileux									
Limoneux									
Sableux									

- ❖ **Tendance variable des apports de digestats** : effet différent selon type de sol
- ❖ **Effet du fractionnement des digestats**: en phase solide les digestats ont une réponse proche de celle d'un fumier non digéré

# Volet 1 : Résultats

## Indicateur dégradation de la MOF (LITTERBAG) :



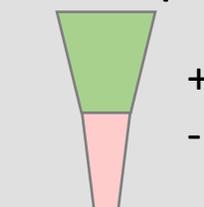
### Comparaison avec eau

Dégradation des MOF	Min	Lisier	Fumier	DIGESTATS						
				Fumier			MIXTE	Lisier /déchet	CIVE	
				Brut	Solide	Liquide				
SOL ↓										
Limono-argileux	=	=	↗	=	↗	↗	=	=	=	
Limoneux	=	=	↗	=	↗	↗	=	=	=	
Sableux	=	=	↗	=	↗	↗	=	=	=	

Significativement différentes



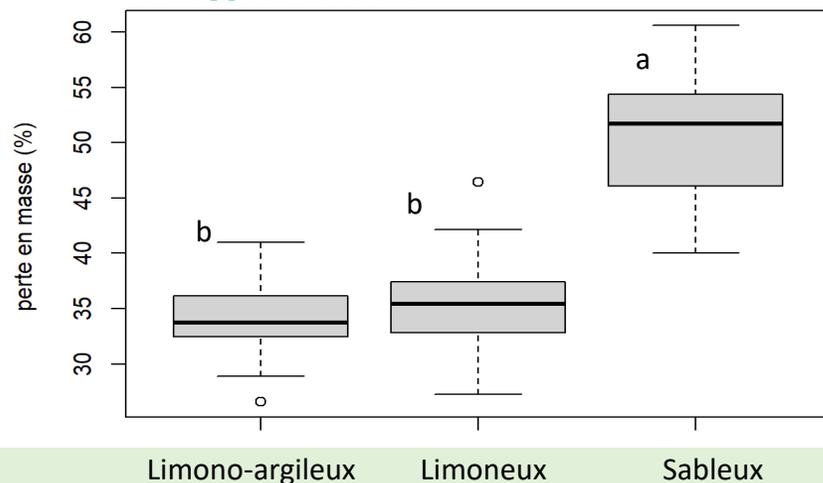
Tendance (n.s)



Significativement différentes



## Effet du type de sols



### ❖ Influence modérée du C/N des effluents :

- Dégradation légèrement plus rapide en présence d'apports à C/N élevé (significatif pour **fumier de bovin** et les **digestats phase solide et liquide du fumier**)

### ❖ Influence majeure de la dégradation en lien avec le type du sol:

- Les sols sableux sont favorables à la dégradation des MOF

## Les conclusions: après 42 jours d'incubation en mésocosmes :



- ❖ **Les digestats sont très divers en composition chimique (C,N,..) , ils offrent des ressources qui peuvent impacter différemment les organismes du sol**
- ❖ **Les digestats peuvent impacter l'activité et la diversité des organismes du sol** et ainsi modifier les fonctions qu'ils assurent (dégradation des MO fraîches):
  - Les valeurs C/N et les teneurs ammoniacales (digestats ou lisiers) semblent influencer la biologie des sols
- ❖ **L'impact des digestats diffère selon la nature du sol :**
  - Importance du fond géochimique (pH)
  - Importance de la texture du sol

### Conclusion

Il apparait nécessaire de s'intéresser à la typologie des digestats et à leur composition chimique pour raisonner les apports en fonction du type de sol

# Deuxième partie du projet : Les sites expérimentaux



## Impact des digestats de méthanisation sur la qualité biologique des sols



Pathogènes  
Communautés microbiennes des sols  
Dégradation de la MO  
Nématofaune  
Lombriciens  
Forme et qté du Csol  
Physico-chimie des sols



9 à 12 mois après le dernier apport

Apport répété /  
Moyen terme

Récurrence de différents types  
d'apports (Digestat vs PRO vs Min)

X

Types de sol



### Hypothèses :

- 1) Les impacts sont différents en fonction du contexte pédoclimatique,
- 2) Les impacts sont différents en fonction de la nature des digestats
- 3) Les impacts sont différents en fonction de l'historique de fertilisation / épandage de la parcelle

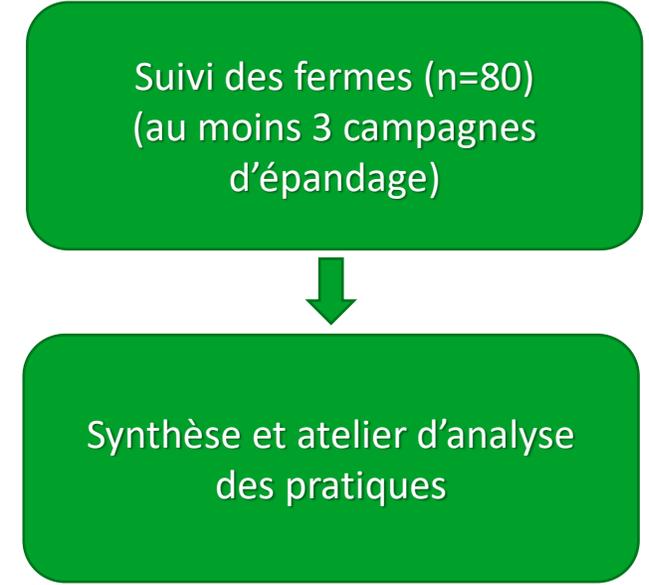
# Troisième partie du projet : Le Réseau de Fermes



## Impact des pratiques agronomiques liées à l'épandage de digestats sur un réseau de fermes agricoles



*Pathogènes*  
*Communautés microbiennes des sols*  
*Dégradation de la MO*  
*Nématofaune*  
*Lombriciens*  
*Forme et qté du Csol*  
*Physico-chimie des sols*



### Hypothèses :

- 1) Les impacts sont différents en fonction des pratiques agronomiques mises en place
- 2) Les impacts sont différents en fonction de l'historique de la parcelle

# Merci de votre attention

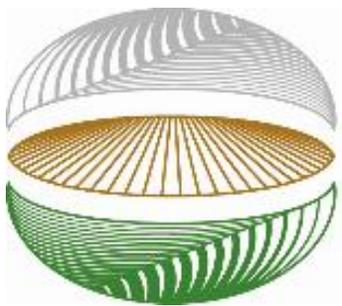
30 ans



comifer Gemas

Pour plus d'informations sur le projet:

<https://metha-biosol.hub.inrae.fr/>



Metha  
BioSol



Colloque de restitution le  
25 juin 2024 à Dijon (Institut  
Agro)

