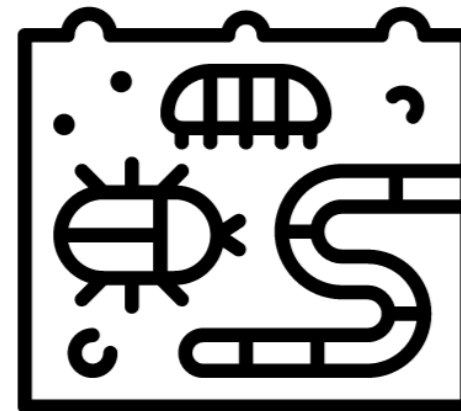
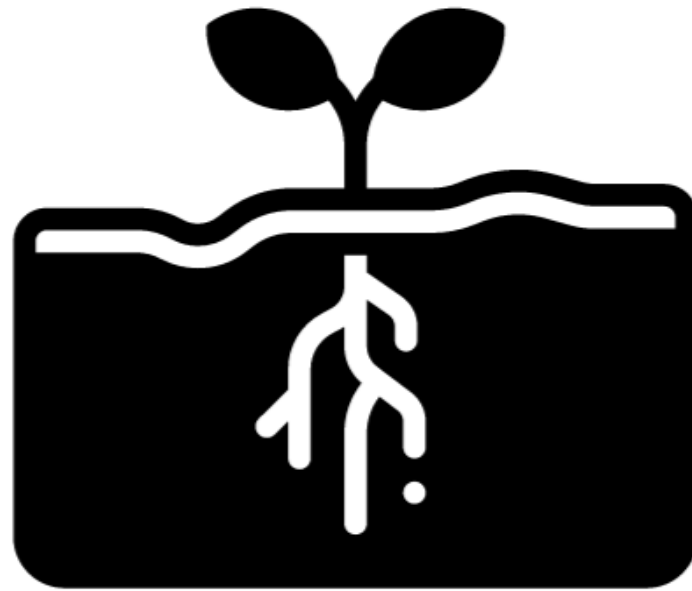
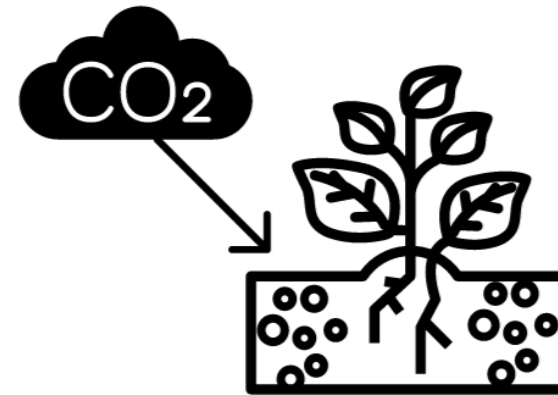


## *Présentation des posters de l'îlot 1*

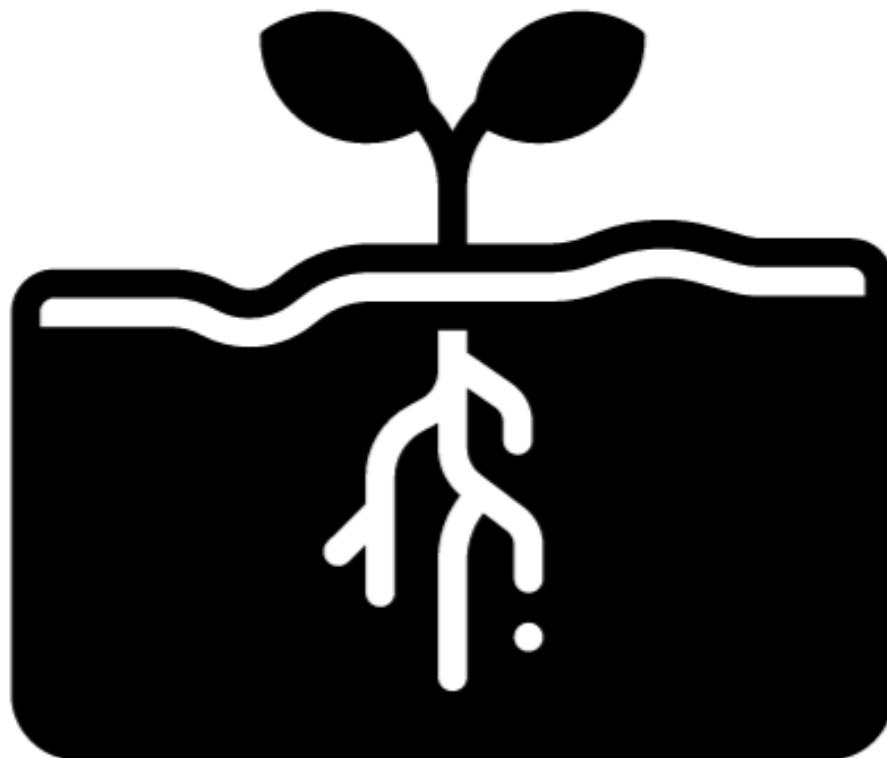
# Qualité globale des sols

Nombre de posters : 8

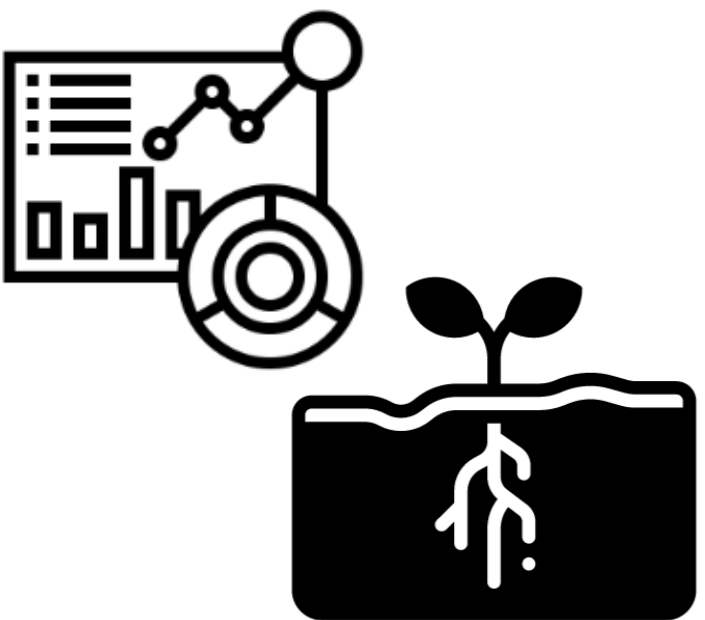




# Qualité agronomique des sols



# Qualité agronomique et biologique des sols



## Des tableaux de bord évaluant les services attendus de la fertilité des sols

Une démarche en co-construction pour piloter la transition agroécologique

Anne-Sophie PERRIN<sup>1</sup>, Stéphane CADOUX<sup>1</sup>, Matthieu ABELLA<sup>1</sup>, Léo BILHERAN<sup>2</sup>, Marie-José BLAZIAN<sup>3</sup>, Alain BRAUMAN<sup>4</sup>, Bertrand DELOSTE<sup>5</sup>, Annie DUPARQUE<sup>6</sup>, Jim FELIX-FAURE<sup>4</sup>, Bernard GARRIC<sup>1</sup>, Michael GLOEEN<sup>7</sup>, Sylvain HYPOLITE<sup>2</sup>, Nicolas LATRAVE<sup>1</sup>, Matthieu LOOS<sup>8</sup>, Patrice MAHIEU<sup>9</sup>, Pascale METAIS<sup>5</sup>, Joséphine PEIGNE<sup>10</sup>, Lorène PROST<sup>11</sup>, Aïcha RONCEUX<sup>12</sup>, Clémence de SAINTIGNON<sup>13</sup>, Vincent TOMIS<sup>4</sup>, Romain TSCHÉILLER<sup>8</sup>

<sup>1</sup> Terres Inovia, <sup>2</sup> Agrod'Occ Union des CETA d'Occ, <sup>3</sup> IRD, <sup>4</sup> AgroTransfert-RT, <sup>5</sup> Chambre d'agriculture Pyrénées Atlantiques, <sup>6</sup> Arvalis, <sup>7</sup> ISARA, <sup>8</sup> INRAE-UMR SAD-APT  
Contact : [as.perrin@terresinovia.fr](mailto:as.perrin@terresinovia.fr)

Le fonctionnement et la fertilité des sols sont un pilier des systèmes de culture agroécologiques. Cependant ils restent difficiles à appréhender pour les agriculteurs et les conseillers agricoles qui les accompagnent. Les modes de production basés sur l'agroécologie impliquent d'adapter localement un ensemble de leviers (implantation de couverts, réduction du travail du sol, diversification des cultures). Étant donné la complexité et les incertitudes liées à la réalité du terrain, les agriculteurs doivent être considérés comme des concepteurs de leurs propres systèmes de production (ex. Duru et al., 2015).

**Problématique :** Coconstruire des outils afin de faciliter l'accompagnement des réseaux d'agriculteurs par les conseillers, pour l'ajustement pas à pas des pratiques favorables au fonctionnement des sols et à leur fertilité.

**Démarche :**

Outils basés sur la méthodologie des **tableaux de bord** (Girardin et al., 2005; Reau, et al., 2016; Prost et al., 2018; Outilage)

- Centrés sur les attentes des agriculteurs
- Pédagogiques (présentation visuelle, synthétique)

Projet TaDeBo'Sols (2022-2023)

- Synthétiser les **connaissances scientifiques solides** sur les liens de cause à effet entre services attendus des sols / états clés des sols à atteindre pour en bénéficier / pratiques clés
- Formaliser des premières trames de tableaux de bord génériques** pour différents services attendus de la fertilité des sols (Fig. 1).

Projet Transi'Sols (2022-2026)

**Co-construire avec six réseaux d'agriculteurs accompagnés de leurs conseillers :**

- Adapter et mettre en œuvre** les tableaux de bord
- Valider des **indicateurs (observations ou mesures adaptées)** pour les agriculteurs et leurs conseillers) alimentant ces tableaux de bords (évaluation qualitative ou quantitative des niveaux d'atteinte des états clé des sols).
- Valider ces outils de gestion adaptative** des systèmes de culture : tester de nouvelles stratégies, les **évaluer** et les **adapter** en continu pour qu'elles répondent aux attentes des agriculteurs vis-à-vis des sols.

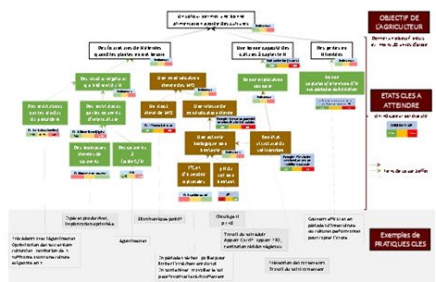
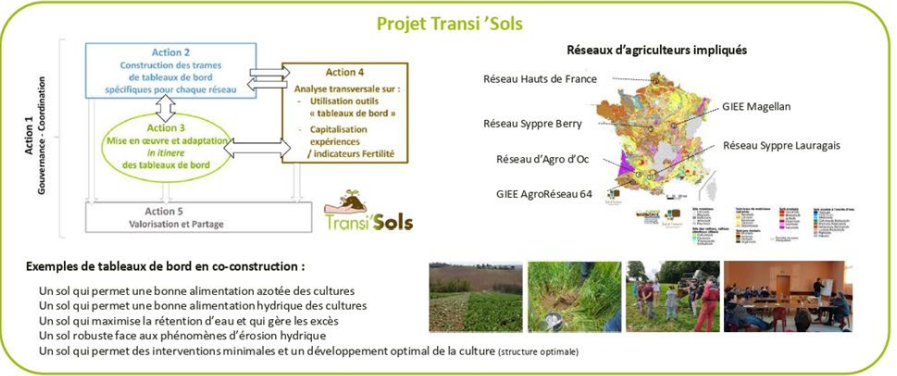


Figure 1. Exemple de trame de tableau de bord générique qui sera adapté et mis en œuvre avec des groupes d'agriculteurs et conseillers du projet Transi'Sols



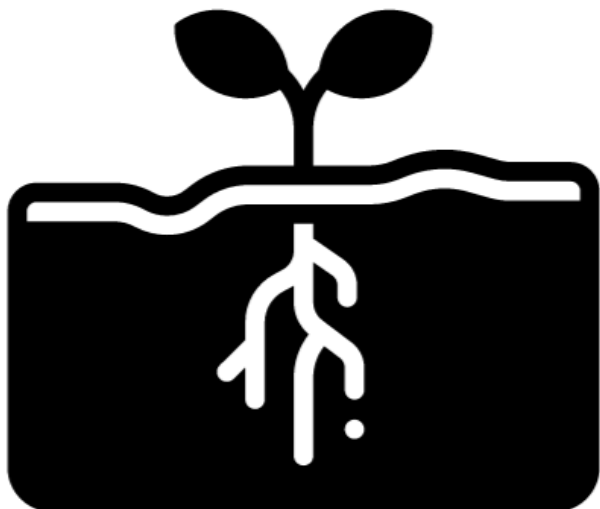
**Références**

Duru M et al. (2015). How to implement biodiversity-based agriculture in enhanced ecosystem services: a review. *Agriculture for Sustainable Development*. 35(4) :1259-81.  
Girardin et al. (2005). Indicateurs et tableaux de bord : guide pratique pour l'évaluation environnementale. *Tec & Doc Lavoisier*.  
Reau, M. et al. (2016). La construction des schémas décisionnels et leur mobilisation dans le changement des systèmes de culture. *Agronomie, environnement et société*, 6(2), 14.  
Prost, L. et al. (2018). Designing agricultural systems from innovation to implementation: the contribution of agronomy. *Lessons from a case study*. *Agriculture systems*, 164, 122-132.  
Projet Outilage > <https://www.terresinovia.fr/web/institutionnel/outillage>

Auteur : Anne-Sophie  
Perrin  
Poster n°2



# Focus sur la matière organique



## Synthèse d'un essai longue durée étudiant l'effet du chaulage sur la structure du sol

Hélène LAGRANGE, Charlotte LAFON, avec la participation de Annwenn DONNARD, Arvalis-institut du végétal

Un essai mis en place en 2012, conduit pendant 11 ans pour étudier l'effet de **2 niveaux de pH** sur l'amélioration des **propriétés physiques du sol**

Station expérimentale de La Jaillière

Essai en 3 blocs complets randomisés sur un sol de limons hydromorphes sur schiste tendre

Modalités	pH visé	Dose VN
Témoins	Pas d'amendement apporté	
T2 - carbonate broyé - dose 1	Autour de 6.5	3 fois 1000 (2012, 2019, 2022)*
T4 - carbonate broyé - dose 2	≥7	
T3 - carbonate pulvérisé - dose 1	Autour de 6.5	4 fois 1500 (2012, 2016, 2019, 2022)*
T5 - carbonate pulvérisé - dose 2	≥7	

**Tableau 1:** Description des modalités de l'essai \*apports d'automne en 2012, 2019, 2022 et en mars en 2016

Produit	Finesse de mouture	VN (valeur neutralisante)	Solubilité carbonique (% de CaCO <sub>3</sub> )
Carbonates broyés	80 % minimum passant au tamis de 2 mm	47	27,7
Carbonates pulvérisés	80 % minimum passant au tamis de 0,125 mm	56	67

**Tableau 2:** Description des amendements utilisés

% MO	% Limon	% Sable	% Argile	CEC metson
2,5	48,8	30,6	18	9 cmol(d)/kg

**Tableau 3:** Caractéristiques du sol

### Deux niveaux de pH différenciés à partir de 2014-2015

- pH<sub>eau</sub> des modalités différenciés selon la dose d'amendement appliquée.
- A dose équivalente, le type d'amendement n'a pas eu d'influence sur l'évolution du pH<sub>eau</sub> des modalités.
- pH<sub>eau</sub> du témoin est resté constant jusqu'en 2021 (entre 6 et 6,5). Baisse en automne 2022, à confirmer par des mesures complémentaires automne 2023 (la valeur 2023 affichée correspond à une mesure en juillet)

**Figure 1:** Suivi des évolutions des pHeau au cours du temps dans l'essai

### De rares réponses des indicateurs de fertilité physique du sol...

Année de récolte	pH <sub>eau</sub> d'automne	rendement	Stabilité structurale de surface				Structure du sol en profondeur			Circulation de l'eau		Risque lié à l'hydromorphie basé sur les sommes de pluies	
			Test de Le Bissonnais, diamètre moyen en mm				Slake test	Pénétromètre 0-80cm	Test bêche	Vitesse de ressuyage	Beerkan test (vitesse d'infiltration)	du 01/09 au 31/12 - seuil >100mm	du 01/02 au 31/03 - seuil >130 mm
			test de l'éthanol	test de l'eau	test de réhumectation	moyenne des 3 tests							
2013	NS	NS	NS	NS	NS	NS	/	/	/	NS	/	>seuil	>seuil
2014	S	/	NS	T1>T2/T4	T1>T2/T4	NS	/	/	/	NS	/	>seuil	>seuil
2015	S	NS	T1>T2/T4	NS	NS	NS	/	/	/	NS	/	<seuil	<seuil
2016	S	NS	NS	NS	NS	NS	/	/	/	NS	/	<seuil	>seuil
2017	NS	T1/T2/T3/T4>T5	NS	NS	NS	NS	/	/	/	/	/	<seuil	<seuil
2018	S	NS	NS	NS	NS	NS	/	/	/	NS	/	<seuil	>seuil
2019	S	NS	NS	NS	NS	NS	/	/	/	NS	/	<seuil	<seuil
2020	S	NS	T1<T4/T5	NS	NS	NS	/	/	/	NS	/	>seuil	>seuil
2021	S	NS	NS	NS	NS	NS	NS	T1 : ab T2 : a T3 : c T4/T5 : bc	/	NS	NS	<seuil	<seuil
2022	S	/	NS	NS	NS	NS	/	/	/	/	/	<seuil	<seuil
2023	/	NS	NS	NS	NS	NS	NS	T1/T3/T5 : a T2 : c T4 : b	NS	NS	à 10% T1<T3	<seuil	<seuil

**Tableau 4:** Synthèse de l'ensemble des mesures réalisées sur l'essai

- Effets du chaulage sur la structure du sol difficiles à mettre en évidence dans ce contexte et non systématiques.
- Des années avec des conditions climatiques proches n'ont pas présenté de réponses similaires.
- Les rares effets observés se sont quelle que soit la dose d'amendement et ne semblent donc pas corrélés au pH.

Il n'est pas possible, à l'issue de cet essai, de confirmer qu'une augmentation de pH (dose2) permet une amélioration de la structure du sol.

### ... non extériorisées sur le rendement ...

Aucune différence significative observée sur les rendements et composantes du rendement, sauf en 2017 où le témoin est significativement meilleur que la modalité avec des carbonates pulvérisés, dose élevée

### ... conduisent à des recommandations en limons battants drainés riches en matières organiques

Dans les conditions de l'essai: sol de limons hydromorphes drainés; à teneur en matière organique autour de 2.5% il ne semble pas intéressant d'augmenter les préconisations de chaulage.

**Un objectif de pHeau entre 6 et 6.5 reste le meilleur compromis**

ARVALIS 16<sup>e</sup> Rencontres Comifer-Gemas : 21-22 novembre 2023 - Tours

Auteur : Hélène Lagrange  
Poster n°8

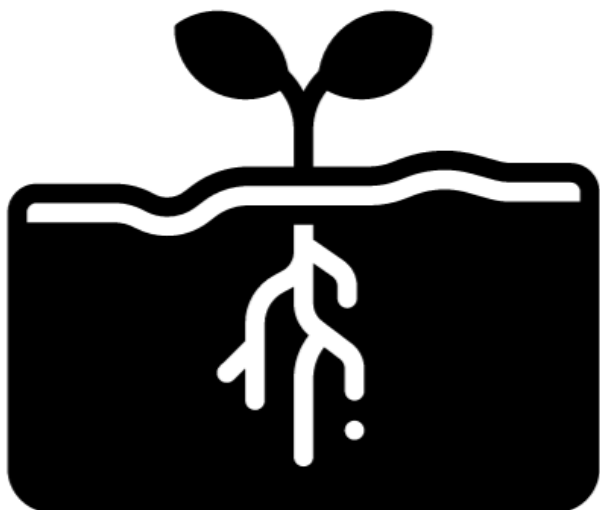




**comifer**  
**Gemas**



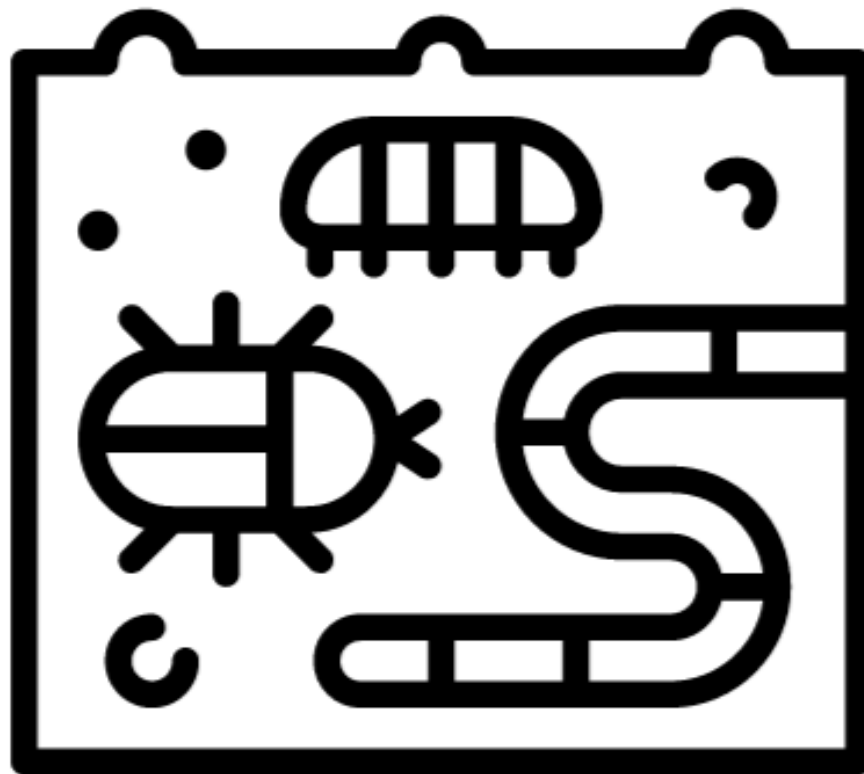
## Focus sur la matière organique



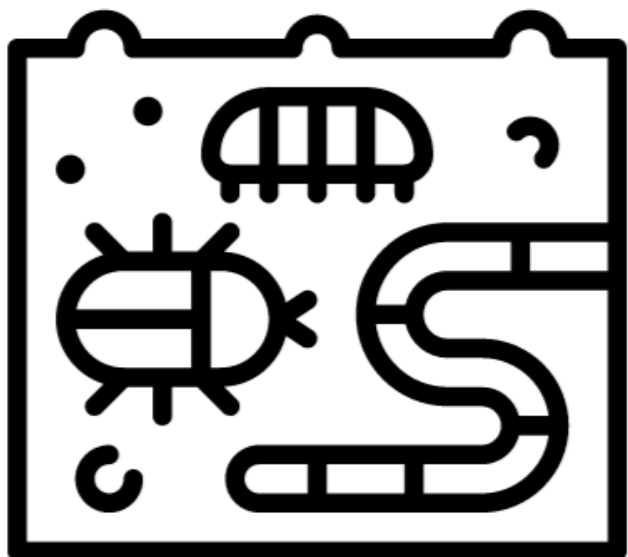
*Auteur : Margaret  
Johnson  
Poster n°6*



# Qualité biologique des sols



# Qualité biologique des sols



## Metha-BioSol

### Impacts des pratiques agricoles sur la qualité biologique des sols sur un réseau de fermes utilisant des digestats



V. RIOLI, C. HUBERT, D. PIRON, P. MULLIEZ (Ch-Agrif-PD) - M. CANNAVACCIOLO (ESA d'Angers) - A. BAILLY, C. HUSSON, S. SADET-BOURGETEAU (Institut Agri Dijon) - A. HERMANT, A. SCHERER (Ch-Agrif) - M. MOREIRA (Ch-Agrif-Bretagne) - A. REIBEL, A. LEVET (Geres) - G. VRIGNAUD (ACE Méthanisation) - A. HAUMONT (ALE) - C. CHALVIN, C. VILLENAVE (ELISOL) - P. BARRIE (ENS-CNRS) - MORA-SALGUEIRO, S. DEGUJEDT, P. PIVETEAU, PA. MARON (INRAE) - D. CLUZEAU, K. HOFFNER (Univ Rennes 1)

#### UN OBJECTIF PRINCIPAL

Ce travail s'inscrit dans le programme Metha-BioSol dont l'objectif est de produire des premiers éléments d'un référentiel d'interprétation de l'impact de l'utilisation des digestats sur la qualité biologique des sols dans des contextes territoriaux et socio-économiques variés. Pour cela, il mobilise une approche systémique et participative.

#### Un réseau de 78 fermes à l'échelle de 5 régions

Ce réseau a été constitué afin de s'assurer :

- D'une représentativité des principales typologies de digestats existantes sur le territoire français (types de biomasse entrantes et post traitement des digestats)
- D'une diversité de contextes pédo-climatiques
- D'une diversité de pratiques agricoles (assolement, travail du sol, fertilisation et traitements phytosanitaires)



#### Matériel et méthode

##### Les critères de sélection des 78 parcelles échantillonnées :

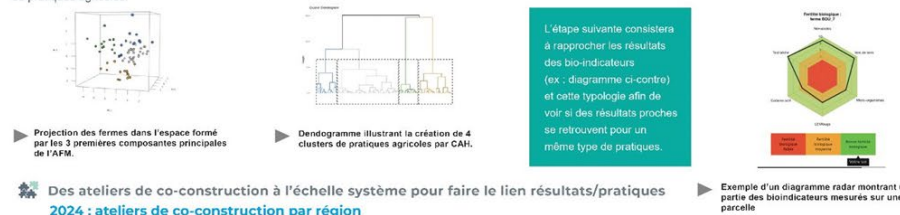
- Parcelle majoritairement en céréales d'hiver
- Historique d'utilisation d'apport de digestat sur la parcelle (> ou égal à 3 campagnes)
- Respect d'un délai de 4 mois entre les prélèvements et toute intervention sur la parcelle
- Motivation de l'agriculteur à participer au projet

##### Sur chaque parcelle, un ensemble de bio-indicateurs est mesuré :

L'état physique et chimique du sol	Indicateurs des communautés biologiques du sol	Indicateurs de fonctionnement biologique	Indicateurs sanitaires
<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Texture</li> <li>&gt; PH</li> <li>&gt; Carbone organique</li> <li>&gt; Rapport C/N</li> <li>&gt; Teneurs en N, P, K, Mg...</li> <li>&gt; Éléments polluants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Paramètres d'abondance, de biomasse, diversité taxonomique et fonctionnelle</li> <li>&gt; Microbiologique (bactéries, champignons)</li> <li>&gt; Nématodes</li> <li>&gt; Lombriciens</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Formes et quantité de carbone (RockEval)</li> <li>&gt; Activité de dégradation de la matière organique (LITTERBAG)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Présence et diversité des pathogènes microbiens humains</li> </ul>
INRAE	INRAE, ELISOL, TERRA	PSL, eSO	INRAE

##### Typologie de pratiques par clustering

Pour chaque parcelle, les résultats donnés par ces différents bio-indicateurs sont la résultante non pas d'une pratique mais d'un ensemble de pratiques agricoles regroupées en 4 catégories : l'occupation du sol (rotation et couverts), le travail du sol, la fertilisation et la protection phytosanitaire. La construction de cette typologie s'appuie sur l'Analyse Factorielle Multiple (AFM) qui est une méthode d'analyse multivariée permettant de considérer simultanément les variables issues de nos 4 catégories en donnant une importance égale pour chacune des catégories. Une fois les fermes projetées dans l'espace créé par les composantes principales de l'AFM, un algorithme de Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) avec consolidation par la méthode des k-means a été utilisé pour former 4 clusters de pratiques agricoles.



#### Des ateliers de co-construction à l'échelle système pour faire le lien résultats/pratiques

2024 : ateliers de co-construction par région



L'exercice consistera également à passer d'un diagnostic et d'une réflexion à l'échelle parcellaire à une échelle plus systémique.

16<sup>e</sup> RENCONTRES Comifer-Gemas  
21-22 novembre 2023 - Tours





## Effet d'un apport répété de digestats sur la qualité biologique des sols agricoles

Daniela MORA-SALGUERO (INRAE) - Camille CHAUVIN (ELISOL environnement) - Arthur BAILLY (Institut Agro Dijon) - Manon GILLES (INRAE) - Denis MONTENACH (INRAE) - Margaret JOHNSON (EPLEFPA du Bas Rhin) - Thierry MORVAN (INRAE) - Denis PIRON (Chambres d'Agriculture Pays de la Loire) - Kevin HOFFNER (Université Rennes 1) - Pierre MULLIEZ (Chambres d'Agriculture Pays de la Loire) - Sophie BOURGETEAU-SADET (Institut Agro Dijon) - Mario CANNAVACCIUOLO (ESA d'Angers)

### Matériel et Méthodes



### Résultats

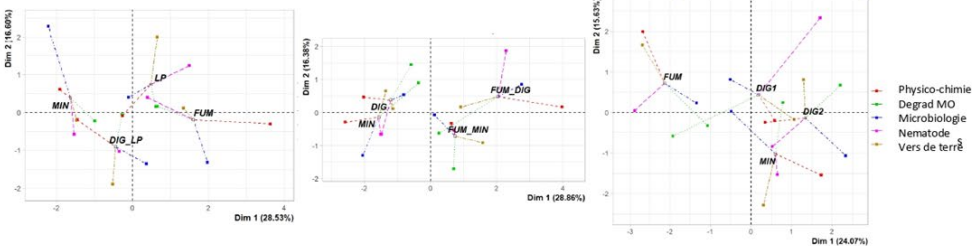
Modèle linéaire mixte sur les données moyennes de la physico-chimie du sol:

	EFELE (P<0,05)				PROspective (P<0,05)			DIGE'O (P<0,05)		
	pH	N Total (g/Kg)	Corg Total (g/Kg)	C actif (g/Kg)	MO (g/Kg)	N Total (g/Kg)	C actif (g/Kg)	N Total (g/Kg)	C actif (g/Kg)	
FUM	6.54a	1.34a	12.8a	6.79a	FUM_DIG	26.6a	1.44a	FUM	1.78a	7.77a
LP	6.27a	1.16b	10.5b	4.94b	FUM_MIN	24.7ab	1.38ab	DIG1	1.64ab	7.10ab
DIG_LP	6.24a	1.11b	10.1b	4.76b	DIG	23.9b	1.26b	DIG2	1.58ab	7.09ab
MIN	5.91b	1.13b	10.3b	4.49b	MIN	22.2b	1.25b	MIN	1.52b	6.18b

DIG: Digestat / MIN: Fertilisation Minérale / FUM: Fumier non digéré  
FUM\_DIG: Fumier non digéré + Digestat / FUM\_MIN: Fumier non digéré + MIN  
LP: Lisier non digéré / DIG\_LP: Digestat de lisier

Pour le sol des trois sites un gradient physico-chimique est observé pour l'ensemble des modalités:

#### Analyse Factorielle Multiple:



**EFELE (Limono-sableux)**  
10 ans d'apport  
Qualité biologique du sol différente selon la fertilisation (la modalité Digestat se discrimine des autres modalités)

**PROspective (Argilo-Limoneux)**  
8 ans d'apport  
Qualité biologique du sol différente selon la fertilisation (la modalité Digestat est proche de la fertilisation minérale)

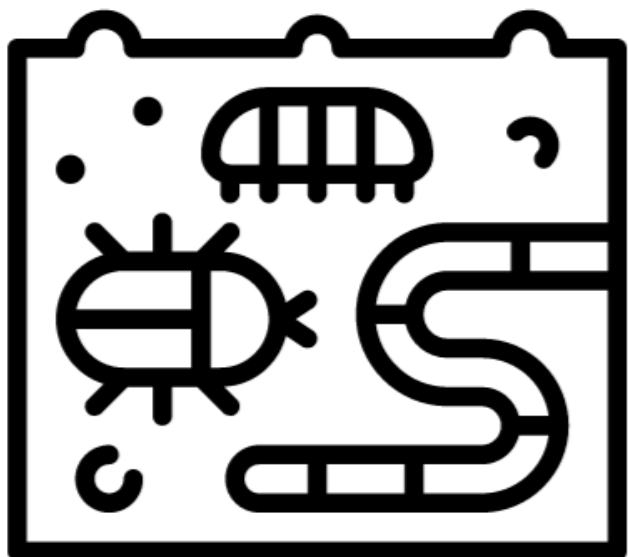
**DIGE'O (Argilo-Limoneux)**  
4 ans d'apport  
Qualité biologique du sol différente selon la fertilisation (la modalité Digestat est proche de la fertilisation minérale)

### Conclusions

Effet d'un apport de digestats de méthanisation sur la biologie du sol:  
- Tendance visible après plus de 8 ans d'apports répétés  
- Plus prononcé sur un sol Limono-sableux acide  
- Intermédiaire entre une fertilisation minérale et organique classique (Fumier)

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

## Qualité biologique des sols



Auteur: Anne  
Hermant  
Poster n°5



Microbioterre

# Guide d'interprétation à l'analyse des bioindicateurs Microbioterre

## un nouvel outil pour un conseil opérationnel à la parcelle agricole

Romain Tscheiller<sup>1</sup>, Christophe Barbot<sup>2</sup>, Nadia Bennegadi-Laurent<sup>3</sup>, Elodie Cusset<sup>3</sup>, Thibaud Deschamps<sup>1</sup>, Sabine Houot<sup>4</sup>, Blaise Leclerc<sup>5</sup>, Anne-Sophie Perrin<sup>6</sup>, Sylvie Recous<sup>7</sup>, Wassila Riah-Anglet<sup>3</sup>, Pierre-Yves Roussel<sup>8</sup>, Matthieu Valé<sup>9</sup>

<sup>1</sup>Arvalis-Institut du Végétal, <sup>2</sup>Chambre d'agriculture d'Alsace, <sup>3</sup>UniLaSalle-Campus Rouen, <sup>4</sup>INRAE-UMR Ecosys, <sup>5</sup>Itab, <sup>6</sup>Terres Inovia, <sup>7</sup>INRAE-UMR FARE, <sup>8</sup>Chambre d'agriculture de Bretagne, <sup>9</sup>AUREA AgroSciences

### Objectifs et Démarche

- Améliorer le pilotage de la gestion des restitutions organiques
- ✓ Référencer des indicateurs physico-chimiques et microbiologique des sols agricoles
- ✓ Sélectionner un set d'indicateurs permettant une interprétation exploitable pour du conseil agricole : 12 des 25 indicateurs retenus

25 indicateurs de microbiologie **des sols** évalués, **en lien avec les cycles** C et N

18 sites de moyenne et longue durées évaluées

37 relations indicateurs / fonctions **des sols** identifiées dont 7 équations (d'après littérature et expertise)

### Schéma d'interprétation Microbioterre

**Tableau 1: Lien entre indicateurs et fonctions du sol**

Paramètres évalués	Indicateurs du menu	Recyclage des nutriments				Transformation du carbone				Structure du sol				
		Fourniture N	Parte N	Transformation MO	Parte MO	Augmentation MO	Émission Biogaz	Porosité	Stabilité	Stabilité en eau	Stabilité en air			
C organique total	C org (%)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
C organique stable	C 0-50 µm (%)													
C organique labile	C 200-2000 µm (%)													
	C 50-2000 µm (%)													
N total	C/N ratio													
N fraction stable	N 0-50 µm (%)													
	N 50-200 µm (%)													
Microorganismes totaux	C microbes (mg/kg)													
	18S (copies/g)													
Champignons totaux	LAP (nmol/min/g)													
	ARVX (nmol/min/g)													
Activités enzymatiques (cycle N)	Protéase (nmol/min/g)													
	ABM (mg/kg)													
Potential de minéralisation du N	ABM (mg/kg)													
Activités enzymatiques (cycle C)	β-Glc (nmol/min/g)													

Trois principales fonctions des sols agricoles (d'après Kibblewhite et al., 2008\*) (une 4ème étant la régulation des ravageurs et maladies)

Processus

Processus conduisant vers...

Quelle fonction du sol est-ce que je souhaite modifier ?

Choix des indicateurs à utiliser et à suivre dans le temps

Lien Indicateur / Fonction

	Relation positive	Relation négative
Relation forte	+	-
Relation moyenne	+	-
Relation faible	+	-
Avis d'expert	+	-
C/N ratio	+	-

Issu de méta-analyse bibliographique, 80 articles

**Tableau 2 : Effet des leviers agronomiques sur les indicateurs (comparaison levier/témoin)**

Variable	PRO	Coverts intermédiaires	Travail du sol	Rotations	Systèmes
C 0-50 (%)	+	+	+	+	+
C 50-200 (%)	+	+	+	+	+
C 200-2000 (%)	+	+	+	+	+
C 50-2000 (%)	+	+	+	+	+
C oxydée (mg/kg)	+	+	+	+	+
N total (%)	+	+	+	+	+
N 0-50 (%)	+	+	+	+	+
N 50-200 (%)	+	+	+	+	+
Biomasse microbienne (mg/kg)	+	+	+	+	+
18S (copies/g)	+	+	+	+	+
Activité protéase (nmol/min/g)	+	+	+	+	+
LAP (nmol/min/g)	+	+	+	+	+
Arylamidase (nmol/min/g)	+	+	+	+	+
ABM (mg/kg)	+	+	+	+	+
Glucosidase (nmol/min/g)	+	+	+	+	+

Issu de méta-analyse bibliographique, 147 articles

Quelles pratiques est-ce que je souhaite faire évoluer ?



**Exemple 1:** positionnement d'une analyse de biomasse microbienne dans le référentiel Microbioterre

⚠ Le positionnement par rapport au référentiel n'est pas suffisant pour évaluer un état !

### Perspectives et limites

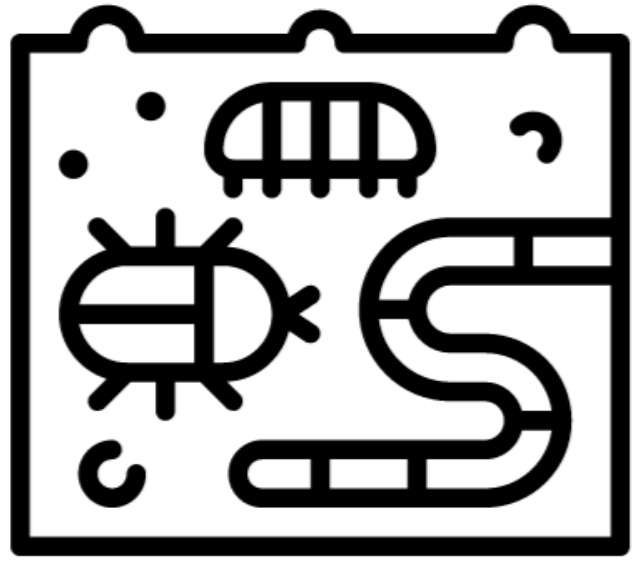
- ✓ Premier outil permettant une interprétation des indicateurs de fertilité biologique des sols à destination agriculteurs et techniciens
- ✓ Limite du référentiel : effet pédoclimatique important -> consolidation nécessaire pour les différents contextes pédoclimatiques
- ✓ Définir des valeurs critiques / seuils pour aller plus loin dans l'interprétation
- ✓ Approfondir les relations entre indicateurs et fonctions des sols agricoles

Accès au Guide

<http://www.comifer.fr/16e-rencontres-comifer-gemas>



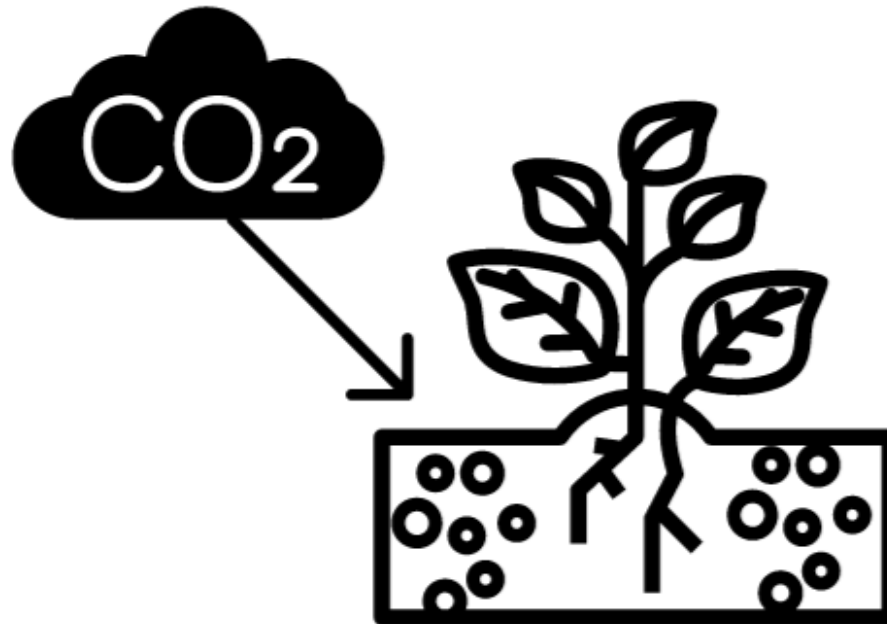
# Qualité biologique des sols



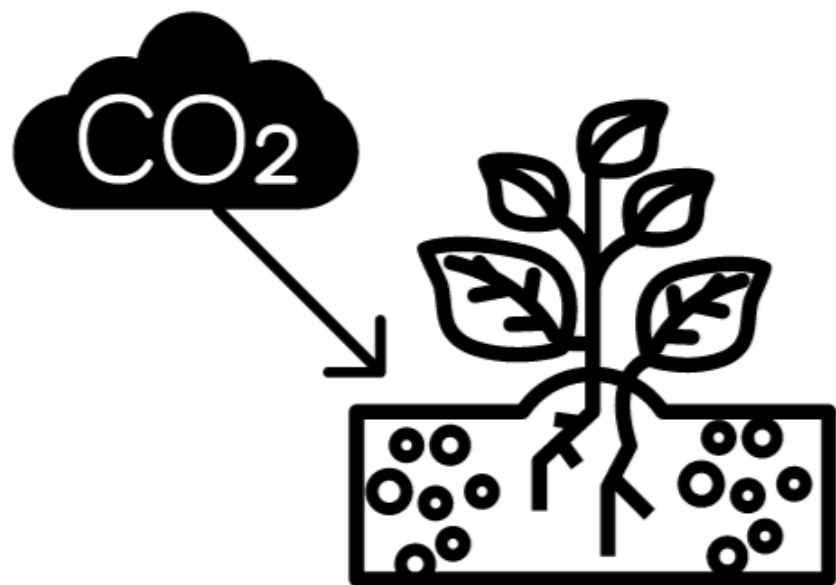
Auteur : Romain Tscheiller  
Poster n°1



# Stockage de carbone dans les sols



# Stockage de carbone dans les sols



Agroscope une bonne alimentation, un environnement sain

Agroscope | 2023

## Gérer la stabilisation de la matière organique du sol par la fertilisation raisonnée: le projet MaCaN

Thomas Guillaume<sup>1</sup>, Samuel Steiner<sup>1</sup>, Stéphanie Grand<sup>2</sup>, Callum Banfield<sup>3</sup>, Alessia Perego<sup>4</sup>, Astrid Oberson<sup>5</sup>, Jens Leifeld<sup>6</sup>, Luca Bragazza<sup>1</sup> et Marco Kelluweit<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Systèmes de grande culture et nutrition des plantes, Agroscope Changins; <sup>2</sup> Pédologie, Université de Lausanne; <sup>3</sup> Interactions dans la géo-biosphère, Université de Tübingen; <sup>4</sup> Systèmes de grandes cultures et statistiques appliquées, Université de Milan; <sup>5</sup> Nutrition des plantes, ETH Zurich; <sup>6</sup> Agriculture et climat, Agroscope Reckenholz; <sup>7</sup> Biogéochimie du sol, Université de Lausanne



### Comment favoriser la séquestration du C dans les sols agricoles tout en réduisant les pertes d'N ?

#### Le contexte

Les sols agricoles ont un potentiel important de séquestration de carbone (C) suite à la perte historique de matière organique du sol (MOS). Toutefois, ce potentiel est limité par un besoin conséquent en N. Les surplus d'azote (N) issus de la fertilisation pourraient être une solution pour résoudre le « dilemme de l'N ».

#### L'hypothèse

Le métabolisme des microorganismes du sol est affecté par la stoechiométrie (rapport C:N) des intrants et du niveau de MOS; impactant les voies de stabilisation de la MOS. L'efficacité d'utilisation du C (EUC) et de l'N (EUN) peuvent donc être gérées par une fertilisation et une gestion des résidus de culture optimales.

#### Le projet MaCaN

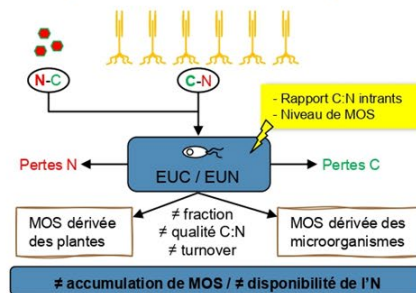
Le but général du projet, financé pour la Fonds national suisse pour la recherche (2023-2027), est d'optimiser la gestion des cycles du C et de l'N. Nous allons:

- i) évaluer l'effet de combinaisons d'amendements organiques et d'engrais N minéraux sur la quantité et la qualité de MOS et sur l'EUN du système.
- ii) déterminer l'impact de ces combinaisons sur le métabolisme microbien et la distribution de l'N dérivé de l'engrais dans les pools du système sol-culture.
- iii) développer une méthode rapide et abordable (Py-GC/MS) pour déterminer les voies de stabilisation préférentielles de la MOS.

#### Le projet et la pratique

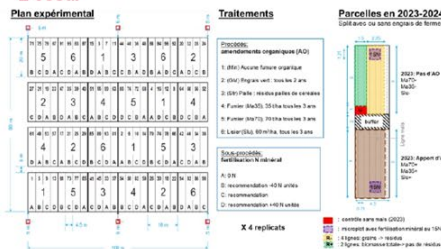
Le projet entretient aussi un lien fort avec la pratique. Les résultats serviront de base pour mettre à jour plusieurs facteurs dans les « Principes de fertilisation des cultures agricoles en Suisse » ; document de référence pour les normes de fertilisation co-édité par notre groupe de recherche « Systèmes de grande culture et nutrition des plantes ».

Ils permettront notamment d'évaluer les normes de fertilisation en fonction des optimums agronomique, économique et écologique, ainsi que de préciser les facteurs de correction liés aux taux de MOS et à l'arrière-effet des engrais de ferme.



Graphique 1: Facteurs (jaune) influençant les voies préférentielles de stabilisation de la matière organique du sol (MOS) testés dans le projet.

#### L'essai



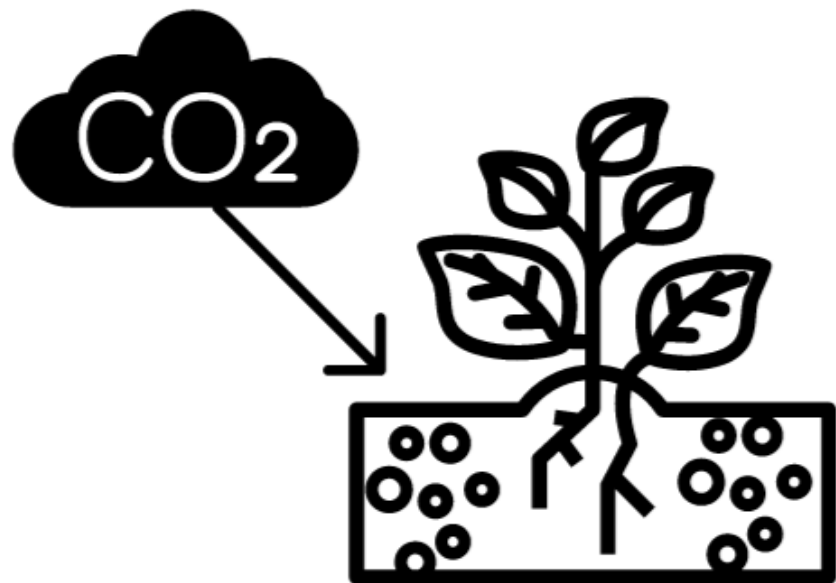
Graphique 2: Plan de l'essai de longue durée « p24A » (depuis 1976) avec la mise en place en 2023 de sous-parcelles avec ou sans apport d'engrais de ferme avant le maïs (cf. photo ci-dessous).



16<sup>e</sup> Rencontres Comifer-Gemas : 21-22 et 23 novembre 2023 – Tours

Auteur : Thomas Guillaume  
Poster n°7

# Stockage de carbone dans les sols



## Adaptation et utilisation du modèle AMG pour simuler l'évolution du stock de carbone du sol sous une culture énergétique pérenne : cas du miscanthus

**Les entrées de carbone au sol par le miscanthus dépendent de la phase de la culture dans le temps et soit de :**

- la température annuelle moyenne,
- les deux à la fois,
- sont indépendants et fixes

Chaque source de carbone frais  $m$  est associée à un rendement en humus  $h$  (ex  $k_s$ ).

**Fig 1: Schéma du modèle AMG\***  
(Andriulo, et al., 1999; Saffi Hoadi & Mary, 2008; Clivot, et al., 2019)

**Paramétrage et test du modèle sur des sites expérimentaux**

- Estrées-Mons (80) : B&E (INRAE)
- Montgaillard-Lauragais (31) : GIE GAO
- 5 sites issus de la littérature (Poeplau & Don, 2014) (Allemagne, Suisse et Pays-Bas)

Le miscanthus étant une plante en « C4 », il est possible de suivre l'évolution du carbone organique du sol issu du miscanthus via sa composition isotopique <sup>13</sup>C.

**Fig 3 :** Stocks de carbone C4 observés et simulés avec AMG en utilisant le modèle basé sur la température et le rendement pour l'estimation des entrées souterraines dans les 11 traitements expérimentaux (B&E = dispositif B&E ; DE = DeJijl ; FM = Friemar ; M-L = plateforme GIE GAO ; TA = Tamkon ; TR = Trier ; WF = Westfelden).

### Adaptation du modèle AMG\* au *Miscanthus x giganteus* en coupe tardive

Année 1 Implantation | Années 2 à n Production (Rendement) | Année n Destruction

**Fig 2 :** Schéma des sources de carbone (C) frais d'une culture de miscanthus

### Application du paramétrage du miscanthus à une gamme de cas-types

5 cas-types ont été élaborés dans le projet CE-Carb (2018-2021), avec pour chaque cas une situation de référence en grandes cultures et une culture de miscanthus (Tab.1). Les données utilisées sont issues soit de travaux des projets CONSYST (2016-2018) ou Solébiom (2015-2018), soit de parcelles. Potentiels de production pour chaque pédoclimat.

**Tab. 1 :** Description des cas-types utilisés dans l'évaluation de l'impact d'une culture de miscanthus sur l'évolution du carbone organique du sol par rapport à un système de référence

Zone	Type de sol	Système de référence (avec couvert d'interculture avant cultures de printemps)	Rendement miscanthus moyen sur 20 ans (tMS ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )
Hauts-de-France	Limon profond	Pomme de terre-blé tendre-colza-blé tendre-betterave sucrière-blé tendre	17,9
	Cranette sur craie	Betterave sucrière-blé tendre-colza-blé tendre	13,5
Champagne	Sable limoneux	Betterave sucrière-blé tendre-mais grain-blé tendre	13,8
	Rendzine grise	Betterave sucrière-blé tendre-colza-blé tendre-orge	16,2
Lauragais	Argilo-calcaire	Blé dur-tournesol	11,7

**Dynamique du carbone organique du sol simulée par le modèle AMG pour chaque cas type (système de référence et culture de miscanthus)**

**Fig 4 :** Dynamique des stocks de carbone organique du sol sur 20 ans selon 2 scénarios pour les 5 cas-types (Référence = système de culture de référence fréquent dans ce pédoclimat ; Miscanthus = culture de miscanthus de l'implantation à la fin de la période de production)

**Evolution de stock simulée à 20 ans par AMG pour chaque cas-type et stockage additionnel moyen annuel lié au miscanthus**

**Fig 5 :** Comparaison des variations de stocks à 20 ans (Δ stock en t C ha<sup>-1</sup>) pour chaque scénario des 5 cas-types sélectionnés (Référence = système de culture de référence fréquent dans ce pédoclimat ; Miscanthus = culture de miscanthus) et stockage additionnel moyen (t C ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>) lié à la culture du miscanthus.

16<sup>e</sup> RENCONTRES COMIFER-GEMAS : 21- 22 novembre 2023 – Tours

Agro-transfert [jc.mouny@agro-transfert-rt.org](mailto:jc.mouny@agro-transfert-rt.org) | Retrouvez toutes nos actualités [www.agro-transfert-rt.org](http://www.agro-transfert-rt.org)

INRAE [fabien.ferchaud@inrae.fr](mailto:fabien.ferchaud@inrae.fr) | Siège social 2 chaussée Brunehaut 80200 Estrées-Mons Tél. : 03 22 97 89 28

Auteur : Jean-Christophe Mouny  
Poster n°3

