

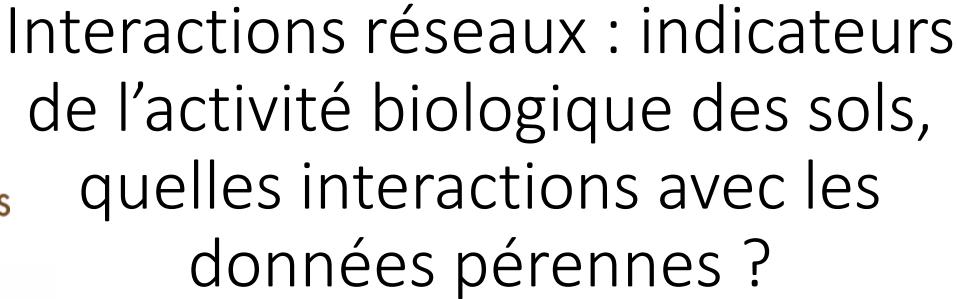
Sols & Territoires

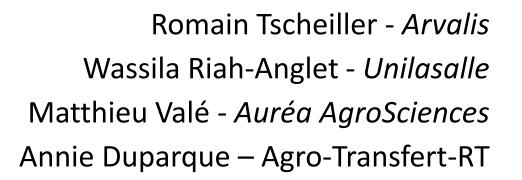
Réseau Mixte Technologique





Comité Français d'Étude et de Développement de la Fertilisation Raisonnée







Indicateurs biologiques : les enjeux

- Enjeux de la composante biologique du sol dans les agroécosystèmes
 - Recyclage des nutriments
 - Transformation du carbone
 - Maintien de la structure du sol
 - Régulation des bioagresseurs
- Enjeux du monde agricole
 - Optimisation des services écosystémiques ou multifonctionnalité des sols
 - Gestion durable des sols



- Question de R&D
 - Quels indicateurs ? (et dans quel but ?)
 - Quelles fonctions?
 - Quelle méthodologie d'analyse ?
 - Comment les interpréter ?
 - Quels liens avec les pratiques culturales ?





Groupe de travail Bioindicateurs

- Objectifs : Mobiliser des indicateurs de la fertilité biologique des sols dans le diagnostic et le conseil
 - Etudier les relations entre pratiques, quantité et distribution des MOs et composante biologique des sols
 - Partager les connaissances entre acteurs scientifiques, techniques et du développement

 Depuis juin 2021, groupe de 20 personnes (recherche, institut technique, organisme de développement, enseignement, laboratoires)





Groupe de travail Bioindicateurs

Objectifs	Tâches			
Améliorer le partage de l'existant	Partage des synthèses des projets sur les bio-indicateurs (passés et en cours			
	Partage de bibliographie			
	Partage / création de modules de formation			
Mettre à jour / acquérir des connaissances	Référentiels d'interprétation			
	Analyse des bio-indicateurs			
	De l'indicateur au conseil			

Mise à jour et rédaction nouvelles fiches indicateurs (suite tour d'horizon des indicateurs ADEME, 2017)



Fin de Microbioterre et perspectives





GT Fertilité Organique et Biologique des Sols (FOrBS)

A l'origine de la création de ce groupe en 2017

La composante biologique des sols devient une préoccupation centrale de nombreux membres du COMIFER, en lien avec le contexte de l'agroécologie

Sur le sujet de la « fertilité biologique », il n'existe pas de lieu pérenne de discussion entre les différents acteurs, alors qu'il existe un certain nombre de projets de recherche financés sur ce sujet, sur des durées courtes (3-4 ans) qu'il est important de faire partager.

Objectifs:

- Mutualiser les connaissances, produire des consensus et arriver à des guides ou méthodes (comme pour l'azote pour lequel la méthode COMIFER ou méthode du bilan est reconnue au niveau national)
- Débattre, partager sur :
 - les matières organiques du sol, le statut organique du sol et les fonctions associées
 - lien entre biologie des sols et les cycles du carbone et de l'azote (+ autres nutriments)





de la Fertilisation Raisonnée

GT Fertilité Organique et Biologique des Sols (FOrBS)

Une réunion par an depuis 2018

Organisation et animation de la journée technique COMIFER 2021

130 inscrits, 40 à 50 participants à chaque réunion

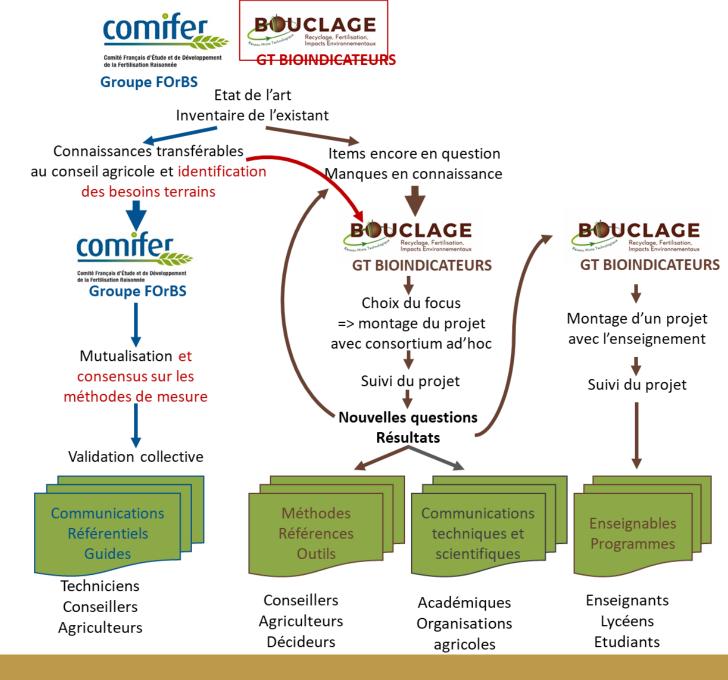
Agrofourniture	29%
Institut technique	13%
Bureau d'étude	12%
Distribution agricole	11%
Chambre d'agriculture	10%
Labo privé	8%
Institutionnel	5%
Enseignement	4%
Recherche	4%
groupement d'agriculteurs	2%





Interaction entre le GT Bioindicateurs du RMT Bouclage et le groupe Forbs du COMIFER

- Des parties prenantes qui se recoupent mais objectifs et des livrables différents
- Croisement des ordres du jour et communication entre animateurs







Microbioterre

Objectif: référencer des indicateurs de microbiologie des sols en vue de les intégrer dans l'analyse de terre de routine, et améliorer la gestion des restitutions organiques dans les systèmes de grande culture et polyculture élevage

<u>Bennegadi-Laurent Nadia¹, Cusset Elodie¹, Deschamps Thibaud²,</u> Barbot Christophe³, Bouthier Alain², Houot Sabine⁴, Leclerc Blaise⁵, Perrin Anne-Sophie⁶, Recous Sylvie⁷, Riah-Anglet Wassila¹, Roussel Pierre-Yves⁸, Trinsoutrot-Gattin Isabelle¹, Valé Matthieu⁹

¹UNILASALLE, unité de recherche AGHYLE, ²ARVALIS, ³Chambre d'agriculture d'Alsace, ⁴INRAe − AgroParisTech UMR ECOSYS, ⁵ITAB, ⁶TERRES INOVIA, ⁷INRAe − URCA UMR FARE, ⁸Chambre d'agriculture de Bretagne, ⁹AUREA AgroSciences

Pilote



2017-2022...

Partenaires financés









Partenaires non financés







Soutien





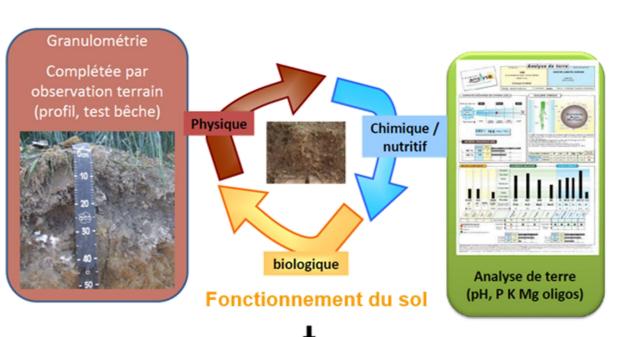


Livrables disponibles:

- https://sols-et-territoires.org/projets/microbioterre
- http://www.rmt-fertilisationetenvironnement.org/moodle/course/view.php?id=154



Contexte du projet MICROBIOTERRE



Un besoin de référencement d'indicateurs du fonctionnement des sols

Foisonnement d'indicateurs et de méthodes d'évaluation





Microbioterre: De l'indicateur au conseil en agriculture

Articles Etat de l'art : Réponse des indicateurs à 6 pratiques culturales bibliographiques Méta-analyse 147 articles Choix indicateurs du menu MicrobioTerre Liens Indicateurs – Sélection du *minimum data set* **Pratiques** Essais Interprétation des résultats agronomiques culturales Référentiels d'interprétation : construction du référentiel 20 essais Leviers agronomiques Pratique(s) impactant chaque indicateur Liens **Articles** Liens indicateurs – 3 fonctions (16 sous-fonctions) bibliographiques Indicateurs -Proposition d'indicateurs à mesurer pour une fonction à optimiser 80 articles **Fonctions** Référentiel complété et déploiement test du menu Parcelles agriculteurs Déploiement du menu & interprétation 26 parcelles Conseil Diagnostic Lien objectifs agriculteur / pratiques culturales

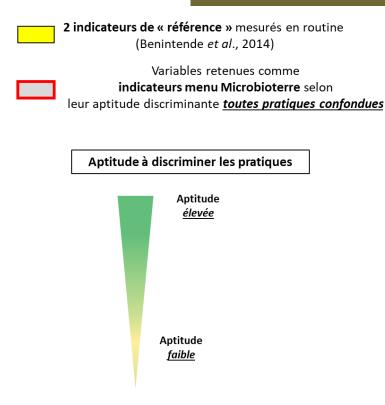


Choix des indicateurs du menu Microbioterre

Capacité des indicateurs Microbioterre à discriminer les pratiques

	Variables	PRO	Couverts	Wsol	Rotations	Systèmes	BILAN - Toutes pratiques
Variables physico-chimiques	C org (%)						
	C org Rock-Eval (g/kg)						
	C stable 100 ans (g/kg)						
	C 0-50 (%)						
	C 50-200 (%)						
냝	C 200-2000 (%)						
ö	C 50-2000 (%)						
ysic	Carbone actif (g/kg)						
þ	C oxydé (mg/kg)						
les	C labile 20 ans (g/kg)						
iab	N total (%)						
/ar	N 0-50 (%)						
-	N 50-200 (%)						
	N 200-2000 (%)						
	N 50-2000 (%)						
	ADN total (μg/g)						
	Biomasse microbienne (mg/kg)						
	16S (copies/g)						
	18S (copies/g)						
	Ergostérol total (mg/kg)						
nes	Ergostérol libre (mg/kg)						
giq	Ergostérol lié (mg/kg)						
응	18S/16S						
Variables biologiques	FDA (nmol/min/g)						
les l	Protéase (nmol/min/g)						
ria	LAP (nmol/min/g)						
Va	Arylamidase (nmol/min/g)						
	N mineralisé (mg/kg 28 j)						
	APM (mg/kg)						
	ABM (mg/kg)						
	Glucosidase (nmol/min/g)						
	C minéralisé (mg/kg 28j)						

Essais agronomiques Campagne 2017 - 2018



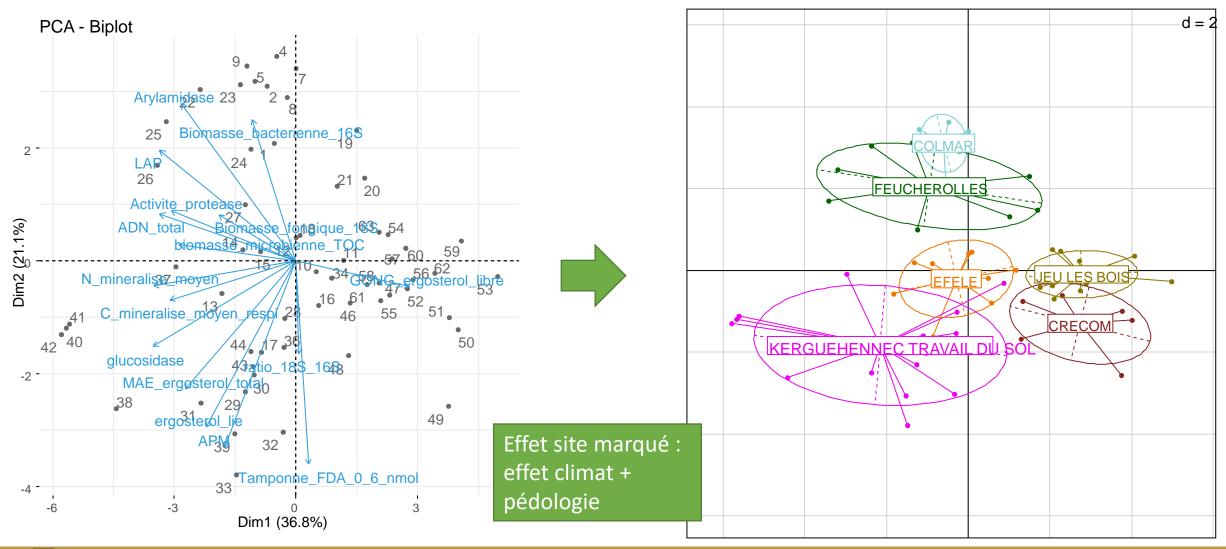


Autres critères de sélection : incertitude, technicité, délai d'analyse, coût, opérationnalité, normes,...)



Quels facteurs influencent le plus ces indicateurs ?

Analyse multivariée variables microbiologique – sites PRO





Création d'un référentiel

Gamme de variation des situations pédologiques

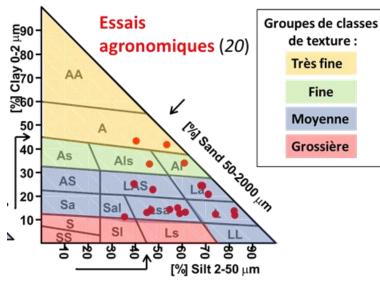
Indicateurs	Médiane	Mini	Maxi
MO (%)	2.18	1.26	5.15
Teneur en calcaire (%)	0.1	0.1	13.2
pH eau	7.2	6	8.4
Teneur en argile (en %)	17.7	7.8	47.2

$$n = 183$$

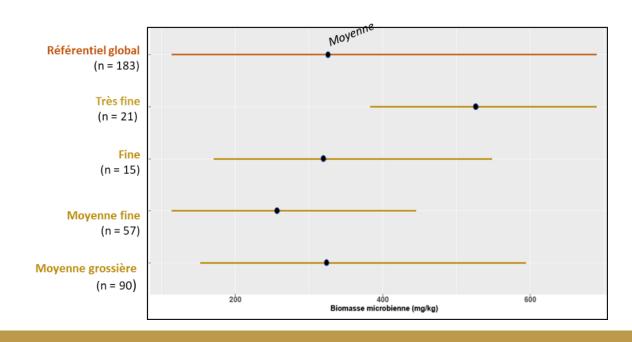
- Analyse multivariée : effet site explique une partie importante de la variabilité
- Effectifs limités pour :
 - Distinguer un effet climat d'un effet variables pédologiques
 - Diviser en sous-référentiel pédoclimatique



Variables pédologiques pérennes comme aide à l'interprétation



Groupes de classes de texture des essais (base GEPPA)





Un défi : standardisation des méthodologies des mesures et d'interprétation

Harmoniser les méthodes de prélèvement

- Bioindicateurs sensibles à la météo et à l'itinéraire technique
- Liés à la matière organique

Normaliser les méthodes d'analyses en labo

- Cohérence dans les résultats au niveau national
- Des indicateurs déjà normés

Harmoniser les méthodes d'interprétation

- Mutualisation des données pour élargir le référentiel ? (RMQS Biodiversité ? Minotaur ? Labo ? Instituts ?)
- Harmonisation des classifications (classes de texture, pH, climat ?)









Bioindicateurs, quels liens, quelles interactions avec données pérennes?

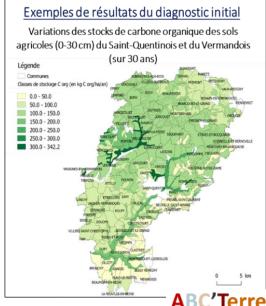
- **Peut varier beaucoup d'une parcelle à une autre**, et souvent au sein même d'une parcelle, en **fonction de l'occupation ancienne du sol** (« mémoire » persistante de l'existence d'une zone anciennement en prairie)
- Varie spatialement selon le type de sol : teneur en argile + teneur en CaCO3 de la couche de surface
- Et ces variables pérennes, sont intégrées aux fonctions de minéralisation de modèles simulant les dynamiques du C et du N dans les sols : STICS, AMG, Syst'N

$$K = KO * f(Argile) * f(CaCO3) * f(pH) * f(C/N) * f(T) * f(P-ETP) * f(Wsol)$$

Formalisme équation du K d'AMG- Clivot et al, 2019

- Teneurs en Argile et en CaCO3 sont cartographiées
 - => alimentent le calcul des variations de Stock de Corg du sol à l'échelle de territoires agricoles : cf Méthode ABC'Terre et la cartographie de ces variations de stocks
- Des teneurs en CO par UTS du territoire sont aussi requises pour ce calcul
 - => une méthode spécifique d'attribution de teneurs en CO, à partir de la BDAT, aux UTS des Référentiel Régionaux Pédologiques a été mise au point (Scheurer et al, 2020)
- => création de jeux **de données spatialisées, échelle UCS/UTS, donnant les distribution stat des teneurs en CO,** pour plusieurs régions françaises (*Projet IGCS, lauréat 2021 ; Procédure d'appariement en voie de généralisation ; travaux Infosol, N. Saby*).

Et intérêt des projets TypTerres qui favorisent **l'enrichissement des BdD pédologiques par des données agronomiques**, notamment utiles aux Indicateurs et OAD Sols



Bioindicateurs : des données pérennes pour mieux les interpréter

Des avancées récentes

- Lien entre les indicateurs et les pratiques agricoles
- Evaluation d'indicateurs en situation agriculteurs
- 1^{er} référentiel utilisable par tous et schéma d'interprétation (Guide disponible en ligne)
- Certaines analyses en routine dans les laboratoires

...en lien avec

- Nouveaux indicateurs liés à des variables sols : %MO, texture (pH ?, %CACO₃)
- Outils de simulation et aide à la décision (STICS, AMG,...) : besoin de variables sols (%argile, %MO, C/N, pH, %EG)
- en situation de conseils ou de référencement, ces variables peuvent être analysées sur les mêmes prélèvements
- Mais des réseaux et outils utilisés pour les données pérennes pourraient être utilisés pour le développement des bio-indicateurs / aide à leur interprétation
- Besoin d'expertise sur les classifications des caractéristiques sols pour avancer dans la structuration des référentiels

Perspectives

- Meilleure prise en compte des conditions pédoclimatiques dans l'interprétation
- Référentiels à consolider : augmentation significative des effectifs ou modérée avec remontées de pratiques ?
- Relations indicateurs fonctions à approfondir
- Notion d'états souhaitables à définir : Quelle teneur en MO souhaitable par ex. ?
- Demain : mutualisation des résultats via BDAT (mais lien fort avec les pratiques) ?

