

Connaître les sols pour améliorer les pratiques agroécologiques

Bilan de 6 années de travaux collaboratifs (2020-2025)
au sein du RMT BOUCLAGE : grappe thématique 3

Wassila Riah-Anglet : *Chargée de recherche en Biodiversité & fonctions des sols à UniLaSalle Rouen - Unité AGHYLE*

Laure Gontier : *Ingénieure agronomie viticole - responsable Enjeu Transversal Sol - Institut Français de la Vigne et du Vin*

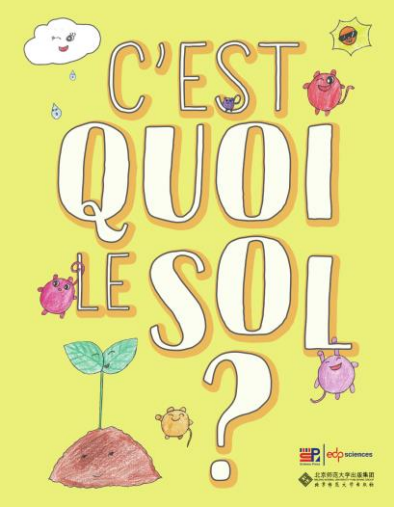
Matthieu Valé : *Responsable scientifique Agriculture - AUREA AgroSciences*

Contacts

wassila.riah-anglet@unilasalle.fr

laure.gontier@vignevin.com

m.vale@aurea.eu

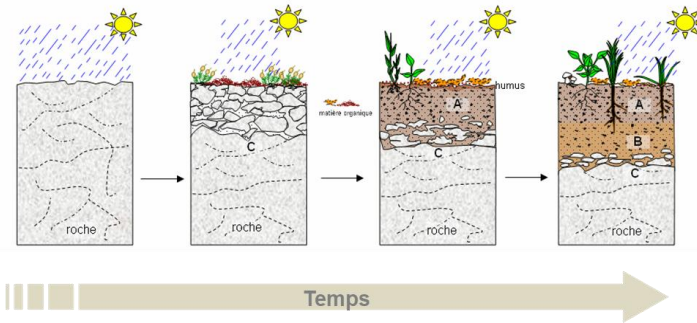


Les sols : entre matière, milieu et ressource

Plusieurs définitions selon le contexte

En Géologie : Formation superficielle résultant de l'altération des roches par l'eau, l'air, les êtres vivants, et de leurs mélanges avec la matière organique

Brady, N.C. and Weil, R.R. (2002) The Nature and Properties of Soil. 13th Edition, Prentice Hall,



En Agriculture : couche arable superficielle considérée pour ses qualités productives

Lal, R. (2009). Soils and food security in the 21st century. Soil Science, 174(2), 55–67.



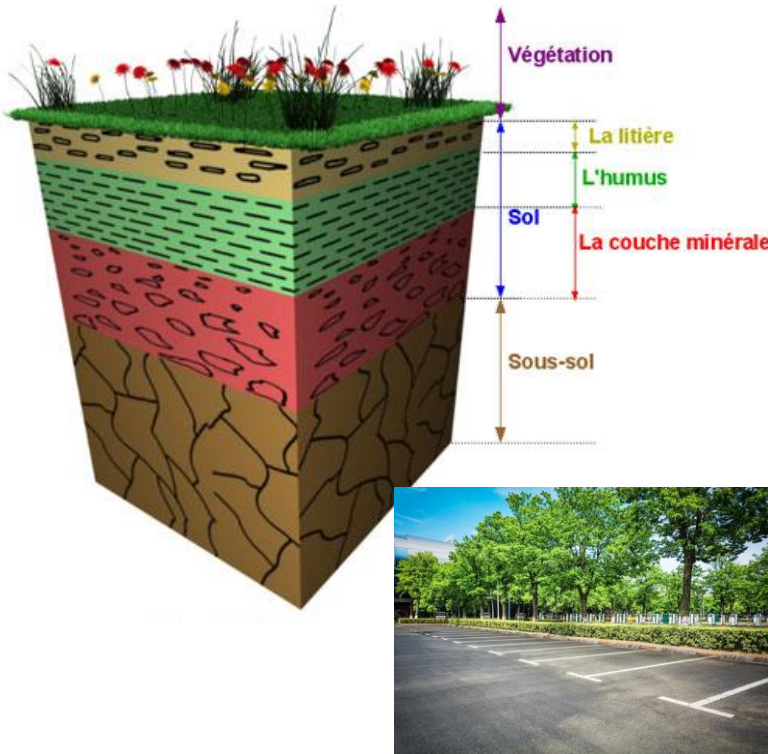
En Ecologie : milieu naturel complexe et dynamique essentiel pour la croissance des plantes et qui abrite une riche biodiversité

the natural capital and ecosystem services of soils. Ecological Economics, 69(9), 1858–1868.



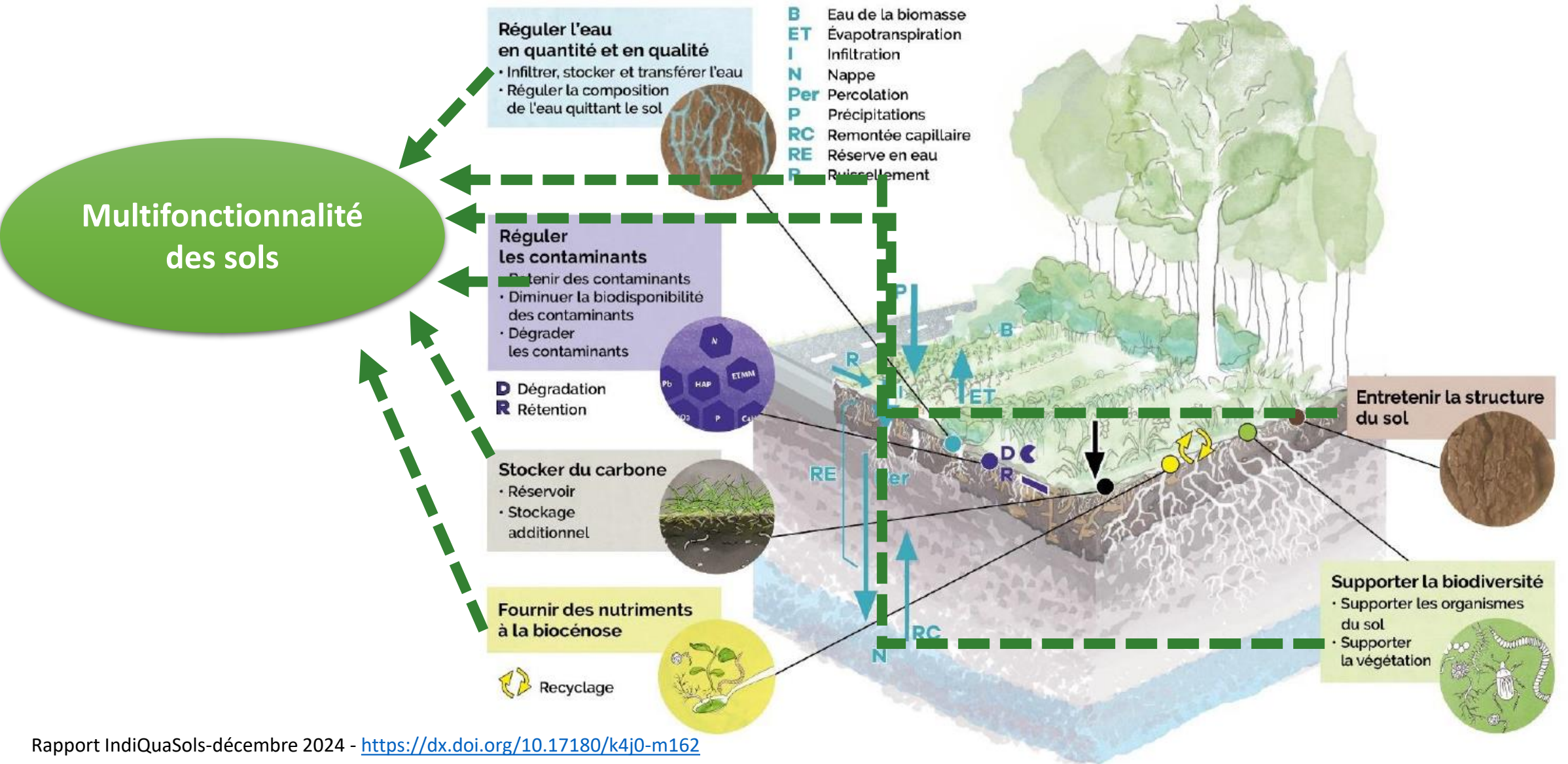
Contexte juridique :

- interface entre le dessus et le dessous (552 Cciv)
- *couche superficielle de l'écorce terrestre située entre le substratum rocheux et la surface.*
- *Le sol est constitué de particules minérales, de matières organiques, d'eau, d'air et d'organismes vivants* (Dir. 2010/75/UE du 24 nov. 2010 relative aux émissions industrielles)



Les sols : une réalité plurielle selon les disciplines

Les sols, supports de nombreuses fonctions



Rapport IndiQuaSols-décembre 2024 - <https://dx.doi.org/10.17180/k4j0-m162>

Les sols, supports de fonctions, et pourtant...



Compaction



Imperméabilisation



Erosion



Contamination



Glissement de terrain



Salinisation



Perte de biodiversité



Perte de matière organique

+ de 60 %
des sols européens dégradés
à des degrés divers,
pour certains de
manière irréversible

NOS ACTIVITÉS LES IMPACTENT DURABLEMENT

4 PRINCIPALES MENACES

Surexploitation

tassement, excavation...

Imperméabilisation

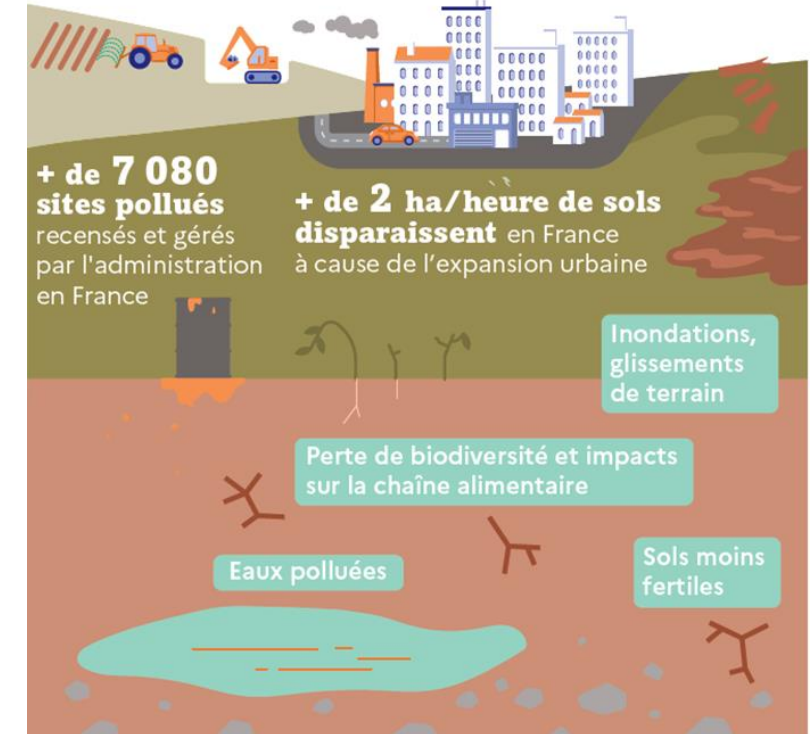
par les routes, parkings, constructions...

Pollution

par les pesticides, produits chimiques, plastiques...

Érosion

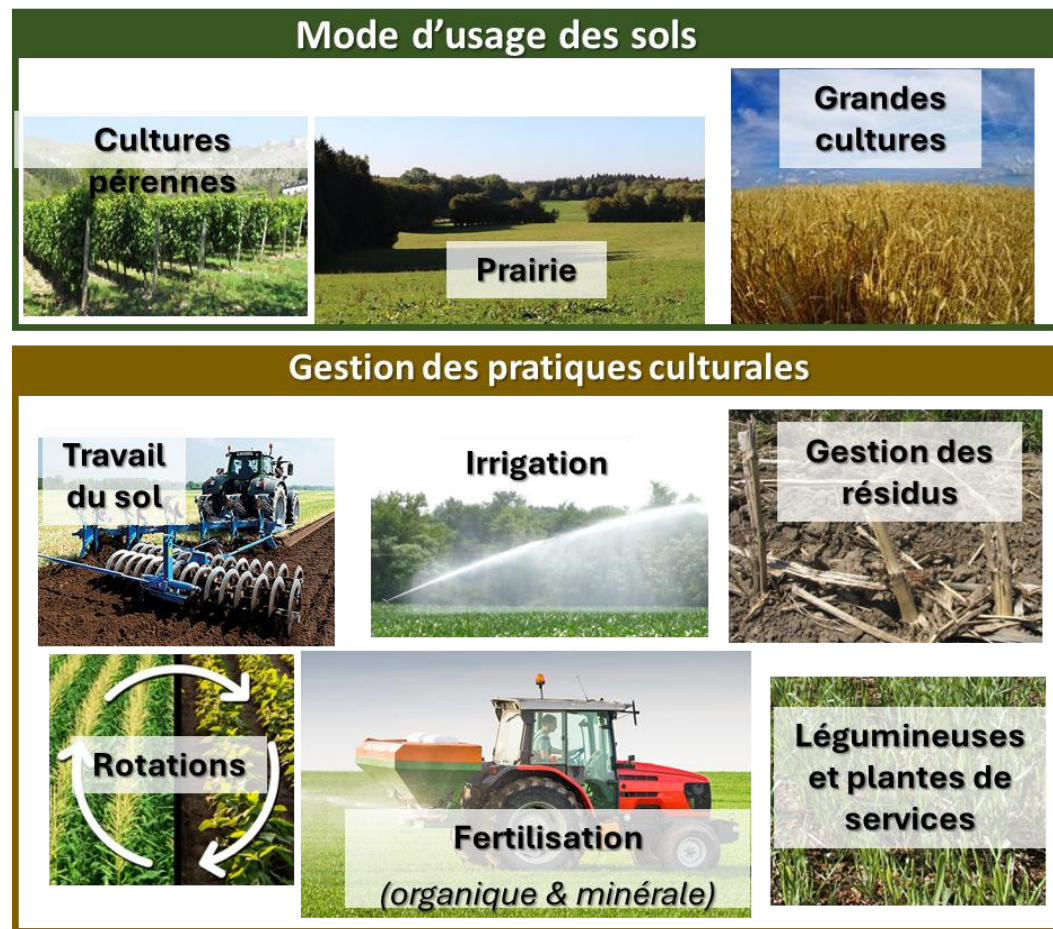
liée à la déforestation, aux surfaces nues...



Infographie réalisée en février 2025. Collection ADEME : Clés pour agir (010950).

Sols et pratiques agroécologiques

Agroécologie : Concevoir des systèmes de production qui s'appuient sur les fonctionnalités offertes par les écosystèmes



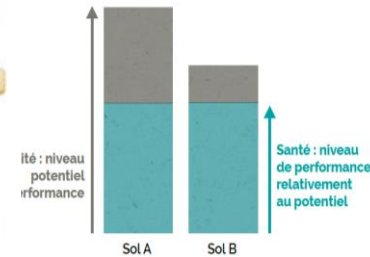
Evolution de notre perception du sol depuis 1910

Fertilité

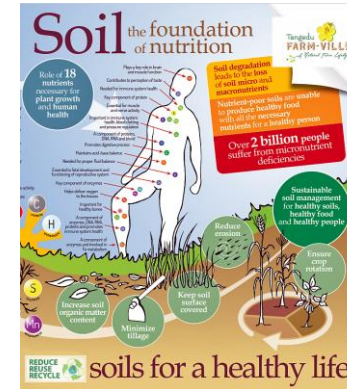


1^{ère}
mention
du terme
fertilité

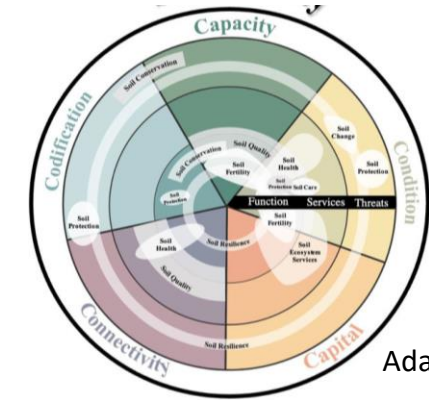
Qualité



Santé



Sécurité



Adapté : A Brauman

1910

Intégration
biologie
du sol

1970

1990

distinction
qualité-santé,
durabilité
performance

2000

recherche
d'indicateurs,
notion de
résilience

2010

2014-2025

Intégration
institutionnelle

- capacité du sol à fournir les nutriments nécessaires à la croissance des plantes.
- **composante importante de la qualité des sols, mais elle ne couvre pas toutes les dimensions de leur fonctionnement.**

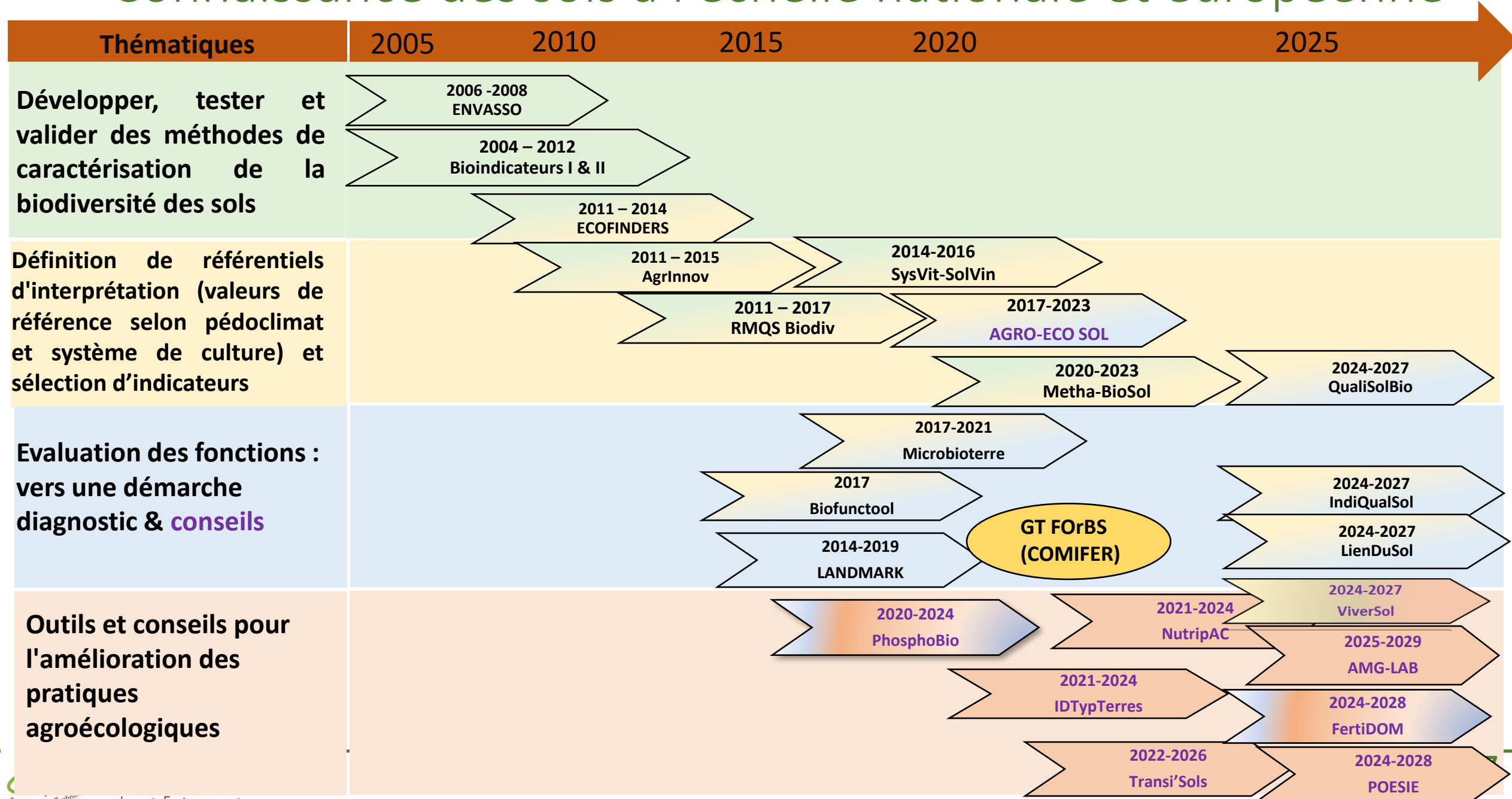
- description des caractéristiques du sol : pérennes (ex. texture) ou liées à ses fonctions écologiques (ex. capacité à retenir l'eau). **La qualité est une mesure de ce que le sol est ou fait.**

- **va au-delà de la qualité** en intégrant un jugement sur le degré de réalisation du potentiel du sol.
- reflète **l'état du sol en fonction de ses usages et pratiques, et inclut des dimensions biologiques, physiques et chimiques.**

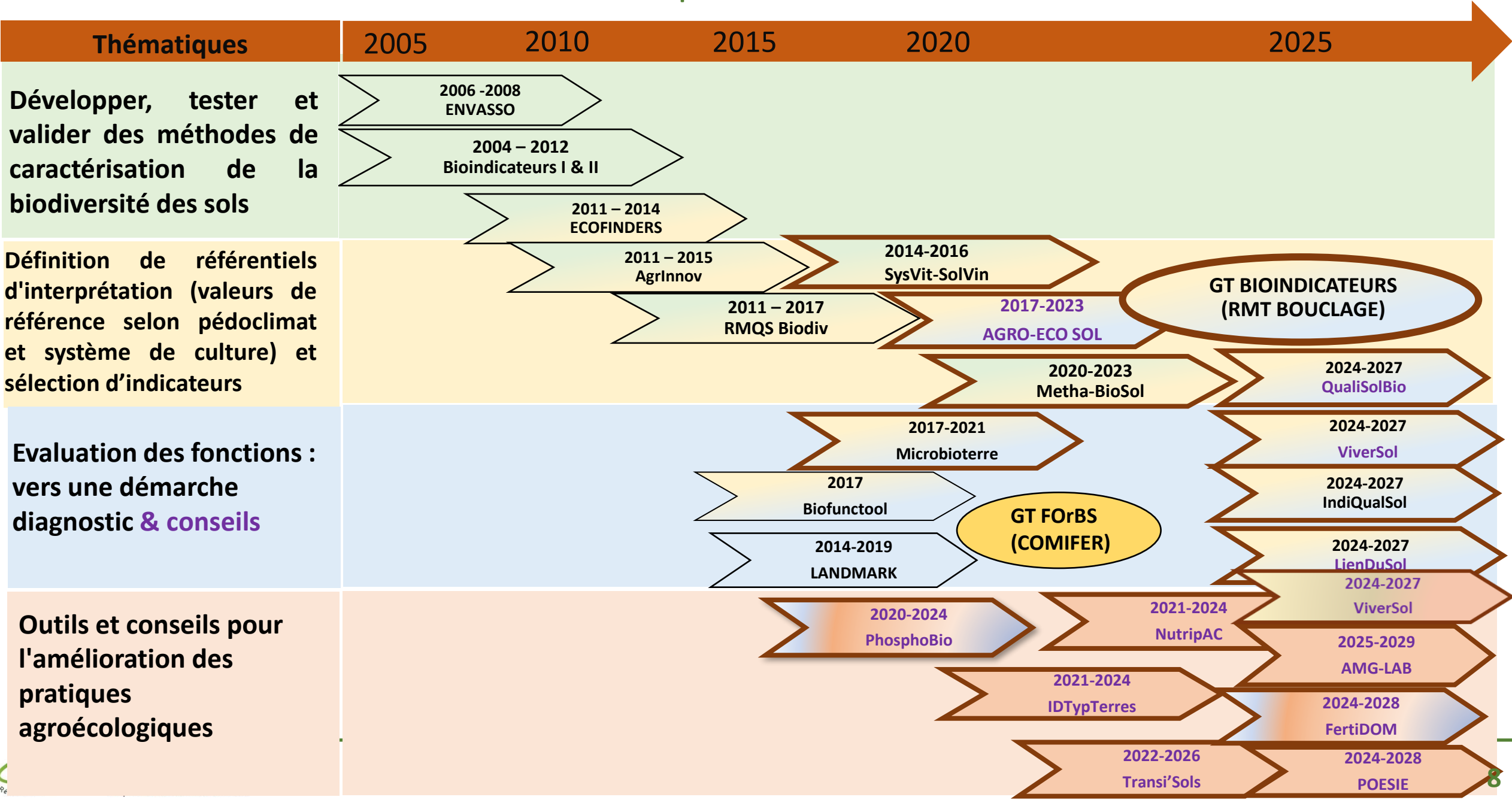
- **Sol vs One Health - Sommet G20 - 2024**
- **Surveillance des sols Directive UE - avril 2025**

Rapport IndiQuaSols-décembre 2024- <https://dx.doi.org/10.17180/k4j0-m162>

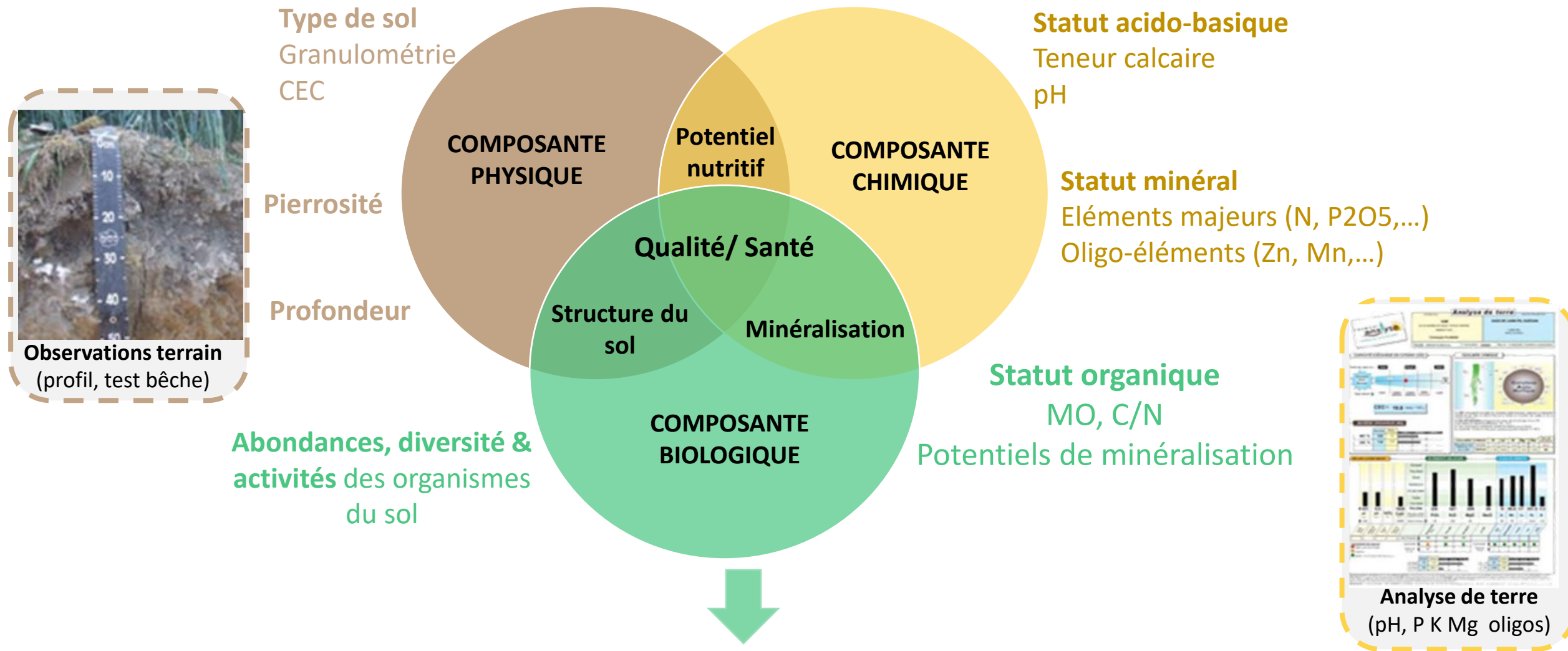
Connaissance des sols à l'échelle nationale et européenne



Connaissance des sols : implication du RMT BOUCLAGE



Evaluation du fonctionnement des sols



Les indicateurs biologiques = compléments indispensables aux critères physiques et chimiques

Outils de connaissance des sols : qu'est-ce qu'un indicateur ?

Outil d'évaluation : Permet de caractériser, suivre ou diagnostiquer une ou plusieurs dimensions de la qualité des sols.

Rapport IndiQuaSols-décembre 2024 - <https://dx.doi.org/10.17180/k4j0-m162>

- ❖ **Méthodes** de mesure **sensibles, reproductibles, (normalisées)**, avec la maîtrise des étapes en amont de l'analyse (prélèvement, conditionnement / envoi, préparation / conservation)
- ❖ **Indicateurs** = **méthodes** disposant de **référentiels** et **liens avec les fonctions du sol** permettant de poser un **diagnostic**
- ❖ **Outils de conseil** = **agrégation d'indicateurs avec mise en œuvre opérationnelle** (compréhensible et pertinent, adapté aux usages, valeur de l'information fournie supérieure à son coût d'acquisition)

Thématiques

Développer, tester et valider des méthodes de caractérisation de la biodiversité des sols

Définition de référentiels d'interprétation (valeurs de référence selon pédoclimat et système de culture) et sélection d'indicateurs

Evaluation des fonctions : vers une démarche diagnostic & conseils

Outils et conseils pour l'amélioration des pratiques agroécologiques

Développer, tester et valider des méthodes de caractérisation de la biodiversité des sols

--> les travaux des années 2000 ont permis d'aboutir à des méthodes matures



Développer, tester et valider des méthodes de caractérisation de la biodiversité des sols

--> les projets labellisés par **le RMT BOUCLAGE** ont permis d'harmoniser les procédures d'échantillonnage, d'optimiser les processus labo et de juger le niveau d'opérationnalité

Microbioterre 

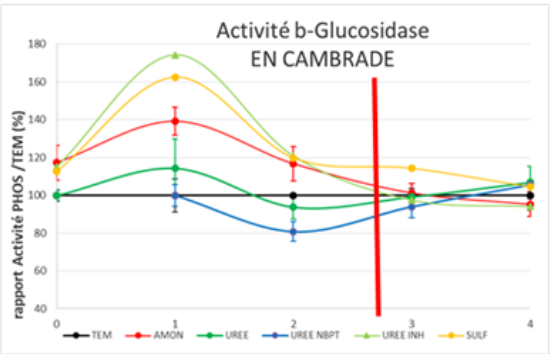
Variable	Technicité et appareillage 1 : facile à 3 : difficile	Délai analyse 1 : faible délai à 3 : délai élevé	Coût 1 : coût faible à 3 : coût élevé	Sol sec ou brut	Envoi / réception	Norme disponible
						1 : norme 2 : méthodes publiées mais pas de norme 3 : différentes méthodes
C oxydé (mg/kg)	1	1 (2 à 3 semaines)	1	Sol sec	1	2
ADN total (µg/g)	1	1	1	Sol brut	3	2
Biomasse microbienne (mg/kg)	3	2	3	Sol brut	2	1
Ergostérol libre (mg/kg)	3	1	2	Sol congelé (-80°C)	3	1

A quelle profondeur prélever?

Quand prélever ?

Comment stocker et préparer ?

Comment optimiser la mesure ?



Développer, tester et valider des méthodes de caractérisation de la biodiversité des sols

❑ Variabilité spatiale et temporelle

- ❖ Approfondir les connaissances sur la distribution des indicateurs biologiques
- ❖ Intégrer les dynamiques saisonnières, les usages du sol et les gradients environnementaux
- ❖ Adapter les protocoles aux échelles locale, régionale et nationale

❑ Innovations technologiques pour la mesure et le suivi

- ❖ **Méthodes moléculaires** : ADN environnemental (eDNA) pour la faune du sol et inférence fonctionnelle pour les microorganismes
- ❖ **Vision automatisée** : reconnaissance d'image par deep learning pour identifier la faune et les structures du sol
- ❖ **Capteurs terrain** : mesures en continu, variabilité spatiale et accès aux paramètres non mesurables au labo
- ❖ **Outils de terrain** : Biofunctool et autres équipements légers et déployables

❑ Outils numériques et traitement des données

- ❖ **Outils numériques** : intégration de données issues de capteurs, drones, images satellite
- ❖ **IA et machine learning** : traitement intelligent des données pour un suivi à grande échelle
- ❖ Construction de référentiels dynamiques, évolutifs, compatibles (scientifiques, agriculteurs, collectivités...)

❑ Renouvellement des approches de modélisation

- ❖ Émergence des **jumeaux numériques** pour simuler les dynamiques du sol (**Twin Farms, JNS...**)

Thématiques

Développer, tester et valider des méthodes de caractérisation de la biodiversité des sols

Définition de référentiels d'interprétation (valeurs de référence selon pédoclimat et système de culture) et sélection d'indicateurs

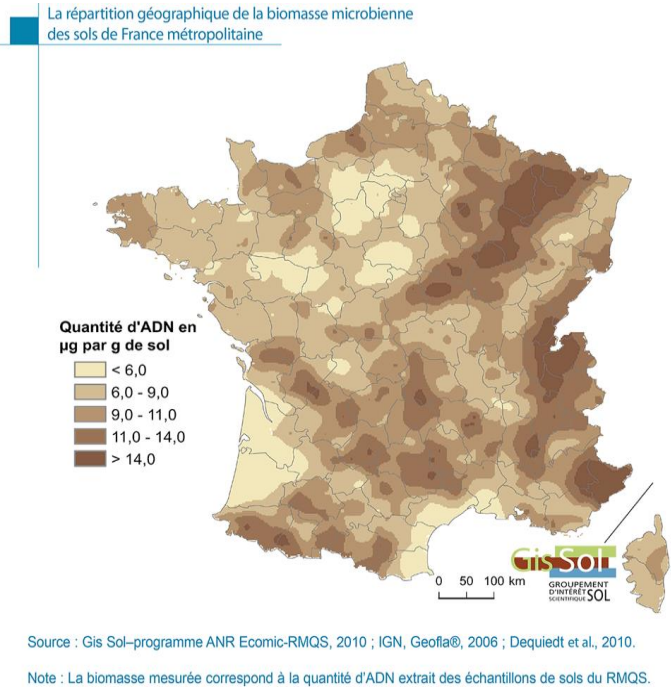
Evaluation des fonctions : vers une démarche diagnostic & conseils

Outils et conseils pour l'amélioration des pratiques agroécologiques

Définition de référentiels d'interprétation et sélection d'indicateurs

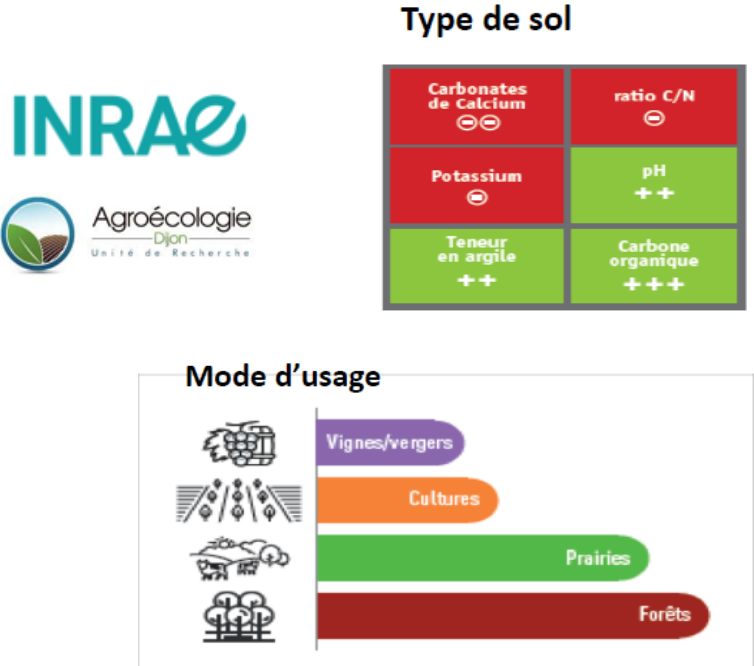
Les travaux des années 2000 ont démontré la possibilité de construire des référentiels pertinents :

Gamme de variation et distribution spatiale

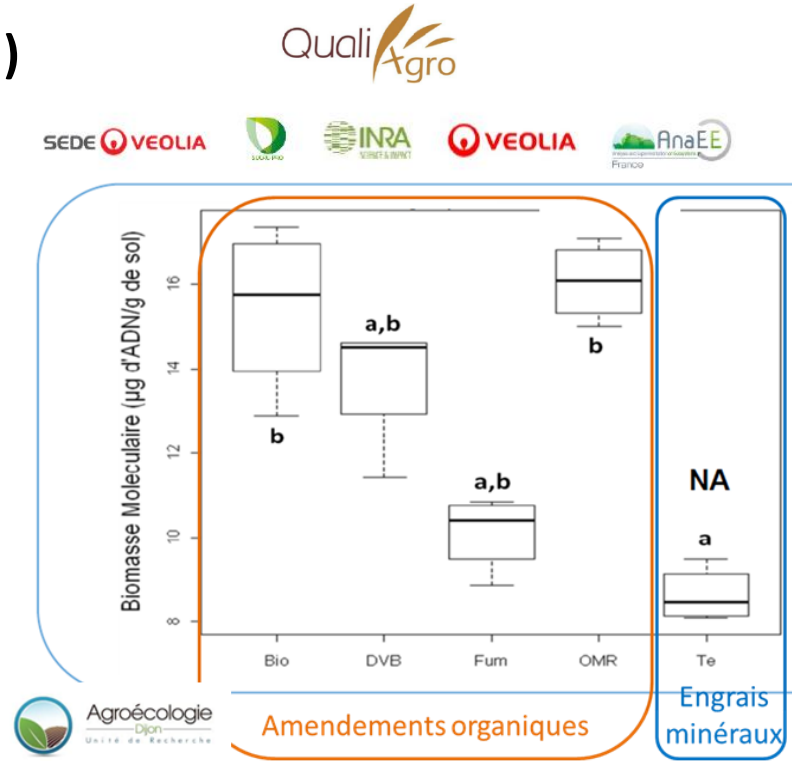


Impact du pédoclimat

Biomasse Microbienne Moléculaire (BMM)

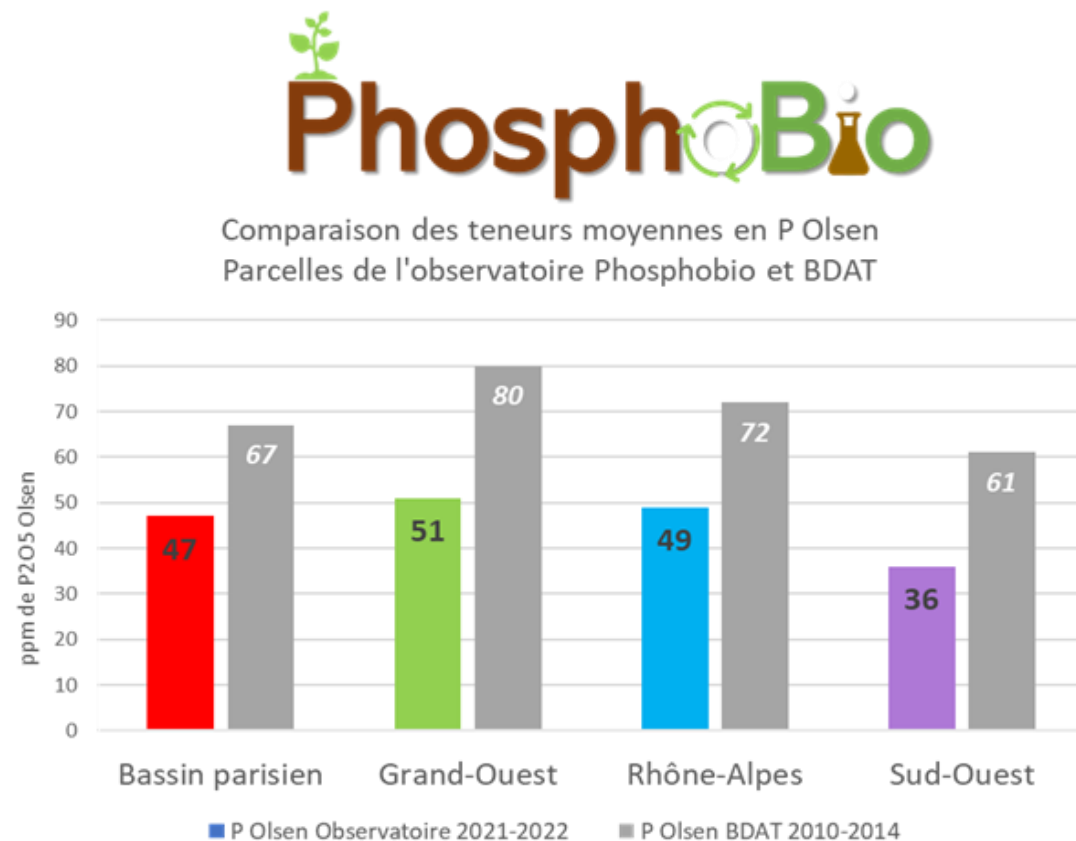
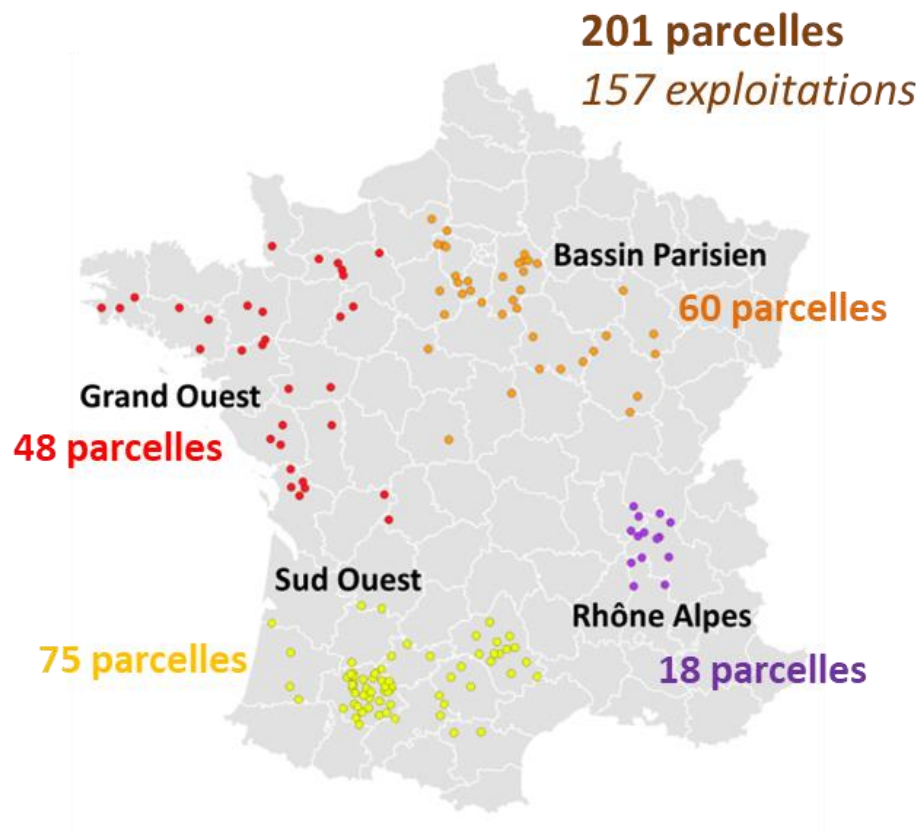


Impact des pratiques culturales



Définition de référentiels d'interprétation et sélection d'indicateurs

--> les projets labellisés par le **RMT BOUCLAGE** ont amélioré significativement les références disponibles pour une grande variété d'indicateurs

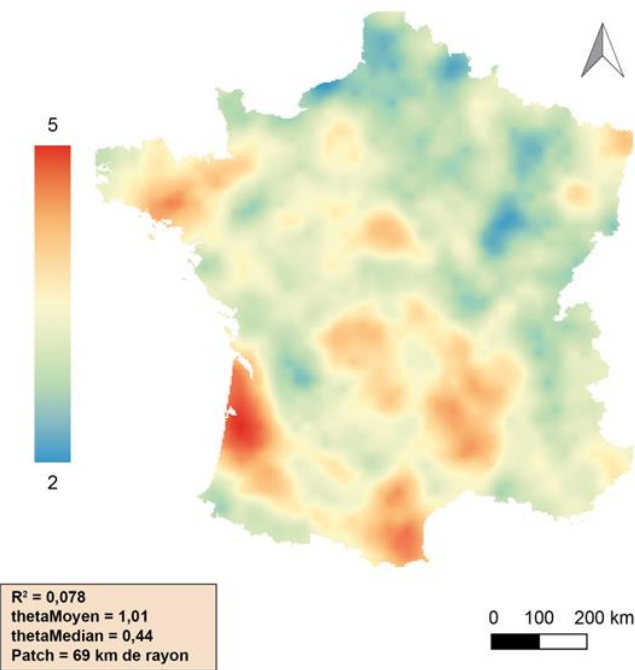


Définition de référentiels d'interprétation et sélection d'indicateurs

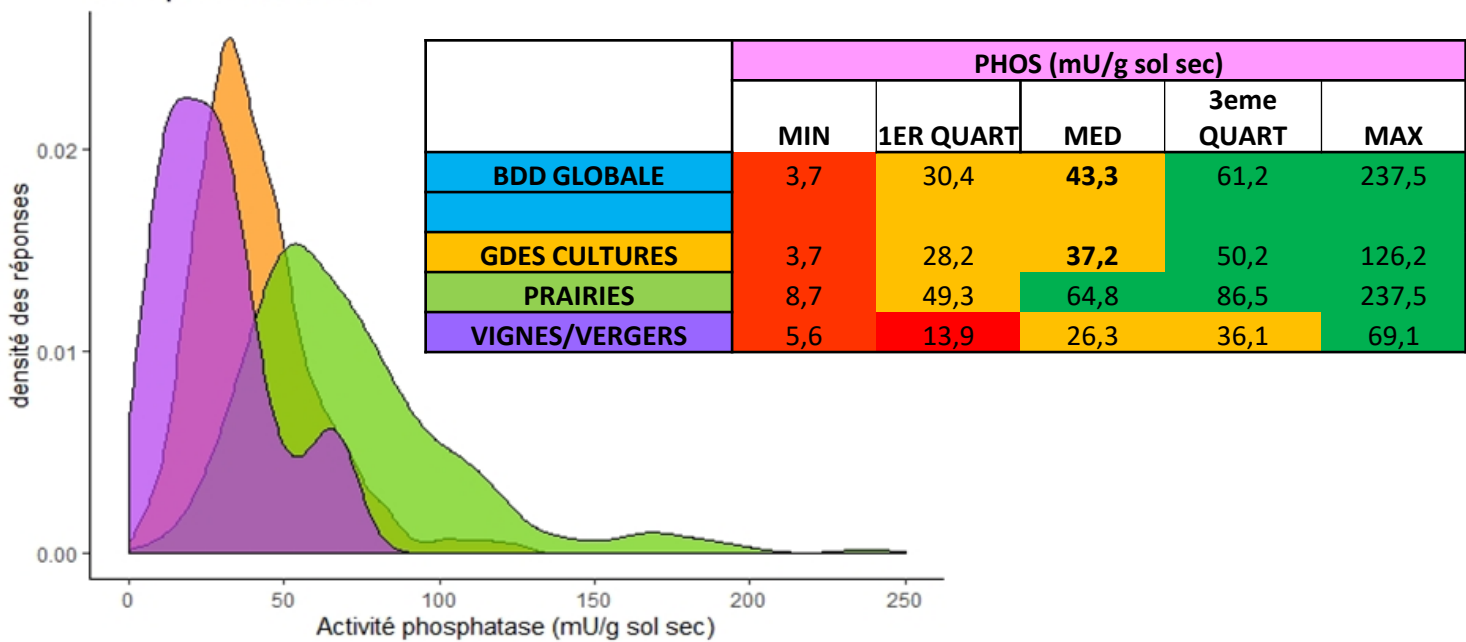
--> les projets labellisés par le **RMT BOUCLAGE** ont amélioré significativement les **références disponibles pour une grande variété d'indicateurs**



Ratio Champignons / Bactéries



Répartition de l'activité phosphatase en fonction de l'occupation des sols



Djemel et al 2023 <https://doi.org/10.1128/msphere.00365-23>

Définition de référentiels d'interprétation et sélection d'indicateurs

--> les projets labellisés par **le RMT BOUCLAGE** ont amélioré significativement les références disponibles pour une grande variété d'indicateurs

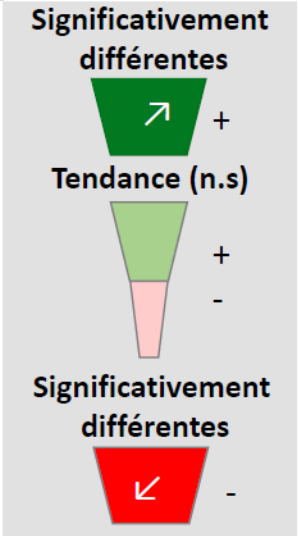


Indicateur dégradation de la MOF (LITTERBAG) :

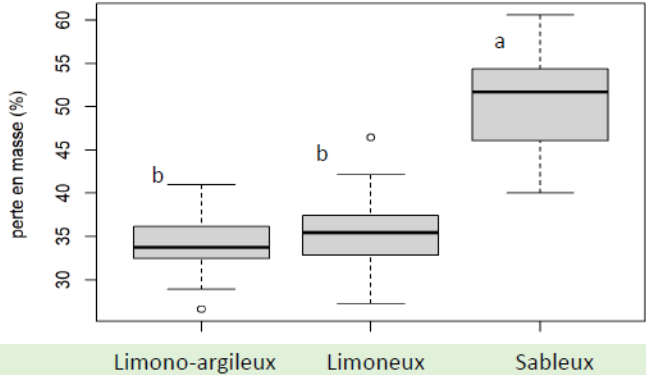


Comparaison avec eau

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



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



Définition de référentiels d'interprétation et sélection d'indicateurs

--> les projets labellisés par le RMT BOUCLAGE ont amélioré significativement les références disponibles pour une grande variété d'indicateurs

Aptitude des indicateurs à discriminer les modalités agronomiques

- 2 indicateurs de « référence » mesurés en routine (Benintende *et al.*, 2014)
- Variables retenues comme indicateurs menu Microbioterre selon leur aptitude discriminante toutes pratiques confondues

Aptitude à discriminer les pratiques

Aptitude élevée

Aptitude faible



	Variables	PRO	Couverts intermédiaires	Travail du sol	Rotations	Systèmes	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 (%)						
	C 200-2000 (%)						
	C 50-2000 (%)						
	Carbone actif (g/kg)						
	C oxydé (mg/kg)						
	C labile 20 ans (g/kg)						
	N total (%)						
	N 0-50 (%)						
	N 50-200 (%)						
	N 200-2000 (%)						
	N 50-2000 (%)						
Variables biologiques	ADN total (µg/g)						
	Biomasse microbienne (mg/kg)						
	16S (copies/g)						
	18S (copies/g)						
	Ergostérol total (mg/kg)						
	Ergostérol libre (mg/kg)						
	Ergostérol lié (mg/kg)						
	18S/16S						
	FDA (nmol/min/g)						
	Activité protéase (nmol/min/g)						
	LAP (nmol/min/g)						
	Arylamidase (nmol/min/g)						
	N minéralisé (mg/kg 28 j)						
	APM (mg/kg)						
	ABM (mg/kg)						
	Glucosidase (nmol/min/g)						
	C minéralisé (mg/kg 28j)						

Définition de référentiels d'interprétation et sélection d'indicateurs

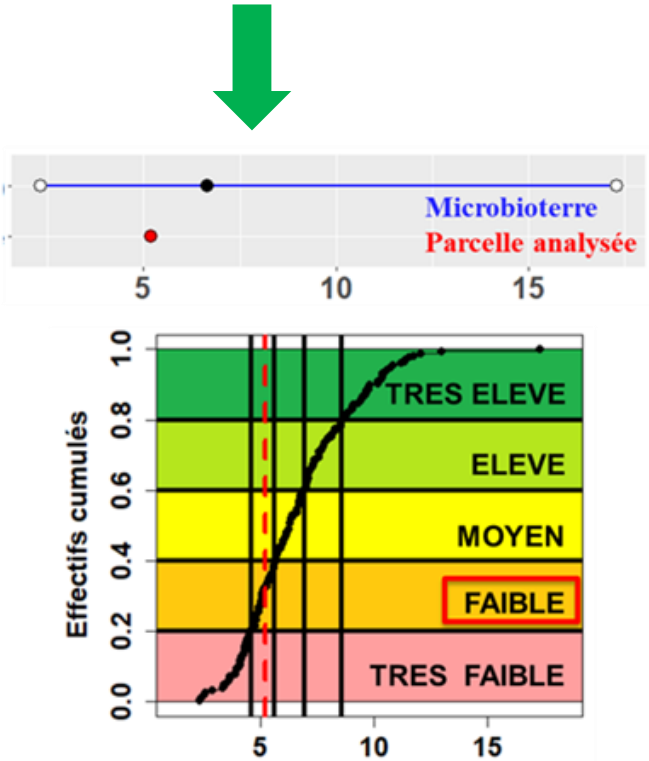
--> les projets labellisés par **le RMT BOUCLAGE** ont amélioré significativement les références disponibles pour une grande variété d'indicateurs



Relations Indicateurs – pratiques issues de mesures sur 20 essais agronomiques et d'une revue bibliographique (147 articles)

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

Protéase (nmol/min/g)



Définition de référentiels d'interprétation et sélection d'indicateurs

Fronts de science

Poursuite de l'acquisition de références (impact du type de sol, des systèmes de culture notamment les cultures pérennes, sur le biocontrôle)



QUALITÉ DES SOLS EN SYSTÈMES DE GRANDES CULTURES EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE

CASDAR CO-INNOVATION 2024

EN PARTENARIAT AVEC



CO-FINANCÉ PAR



Action 1 : Caractériser l'état actuel de la qualité des sols de systèmes de grandes cultures en agriculture biologique par la constitution d'un observatoire

--> 150 parcelles agriculteur + 8 sites RotAB avec observation terrain (VESS, slake test, infiltrométrie), mesures physico-chimiques et organo-biologiques (issus de Microbioterre et Agro-Eco Sol)

Thématiques

Développer, tester et valider des méthodes de caractérisation de la biodiversité des sols

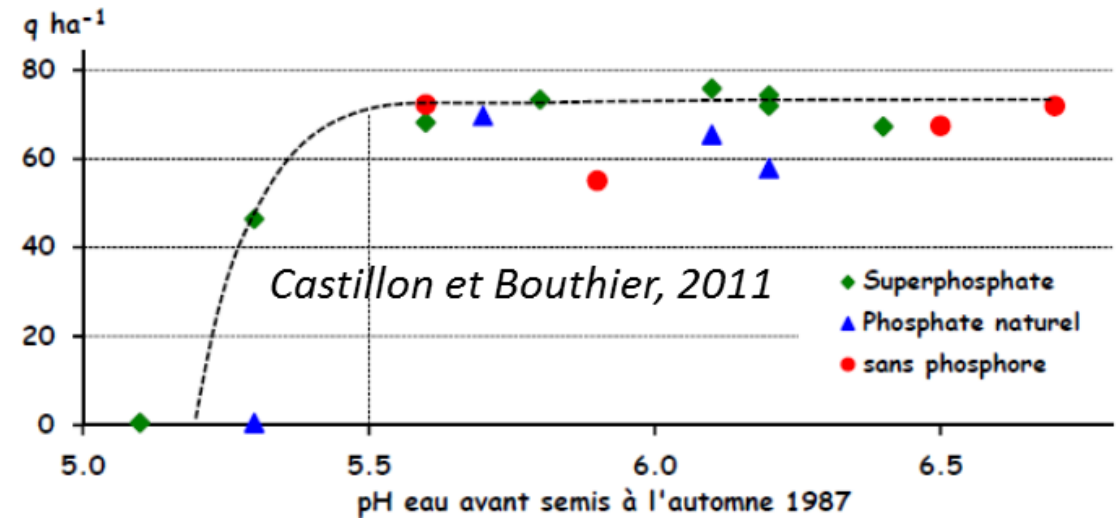
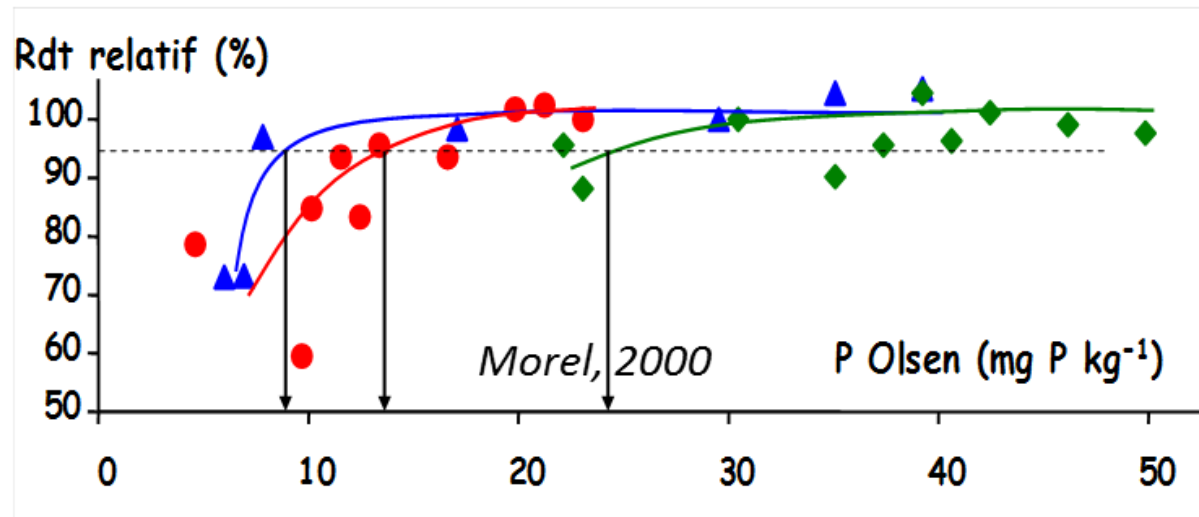
Définition de référentiels d'interprétation (valeurs de référence selon pédoclimat et système de culture) et sélection d'indicateurs

Evaluation des fonctions : vers une démarche diagnostic & conseils

Outils et conseils pour l'amélioration des pratiques agroécologiques

Evaluation des fonctions : vers une démarche diagnostic & conseils

Fonction "fourniture de nutriments" : la mobilisation d'essais longue durée a permis de définir des niveaux souhaitables en lien avec les objectifs rendement (1990 – 2000)



→ quid des autres fonctions du sol ?

→ ces références acquises il y a près de 50 ans sont-elles toujours adaptées aux conditions actuelles ? (changement climatique, pratiques agroécologiques)

Evaluation des fonctions : vers une démarche diagnostic & conseils

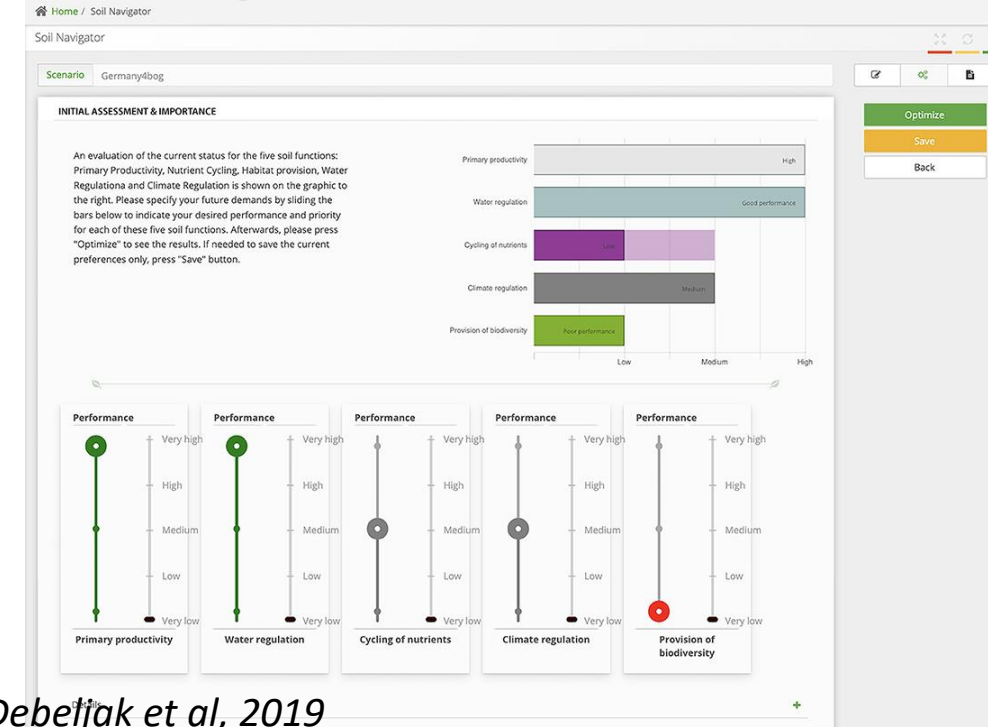
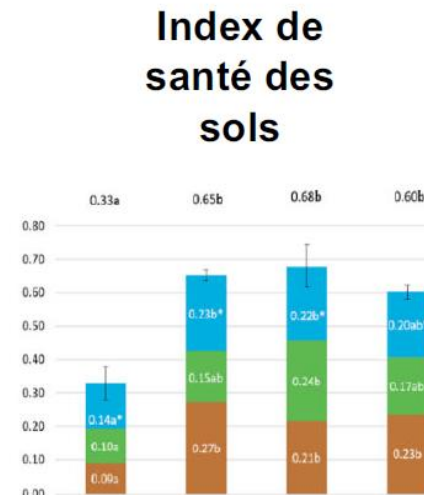
Set d'indicateurs pour évaluer l'impact des pratiques culturales sur la santé des sols

Evaluer l'impact des pratiques agricoles sur les fonctions des sols



Thoumazeau et al., 2017
Thoumazeau et al., 2019a
Thoumazeau et al., 2019b

Biofunctool®



Debeljak et al., 2019
DOI=10.3389/fenvs.2019.00115

Evaluation des fonctions : vers une démarche diagnostic & conseils

--> les projets labellisés par **le RMT BOUCLAGE** ont mobilisé les connaissances disponibles pour proposer des diagnostics fonctionnels

Indicateurs du menu	Recyclage des nutriments					Transformation du carbone					Structure du sol				
	Fourniture N			Perte N		Transformation MO		Perte MO	Augmentation MO		Erosion Battance		Porosité		Stockage eau
	Ammonification	Nitrification	Fixation symbiotique	Réduction du NO3	Volatilisation	Fragmentation	Biodégradation	Minéralisation (CO2)	Stabilisation chimique	Stabilisation physique	Agrégation (Macro)	Agrégation (Micro)	Aération/Circulation eau - air	Infiltration en eau	Rétention en eau
C org (%)	+	+		+				+	+	+	+	+	+	+	+
C 0-50 µm (%)									+						
C 50-200 µm (%)								+		+	+				
C 200-2000 µm (%)								+		+					
C 50-2000 µm (%)															
C KMnO4 (mg/kg)				+		-	-	+			+		+	+	+
N total (%)	+	+	-												
N 0-50 µm (%)															
N 50-200 µm (%)	+	+													
N 50-2000 µm (%)															
C microbien (mg/kg)	+			+				+			+				
18S (copies/g)											+				
Protéase (nmol/min/g)	+	-						+			+				
LAP (nmol/min/g)															
ARYLN (nmol/min/g)	+														
ABM (mg/kg)	+				+						+				
B-Glu (nmol/min/g)	+	+						+				+			

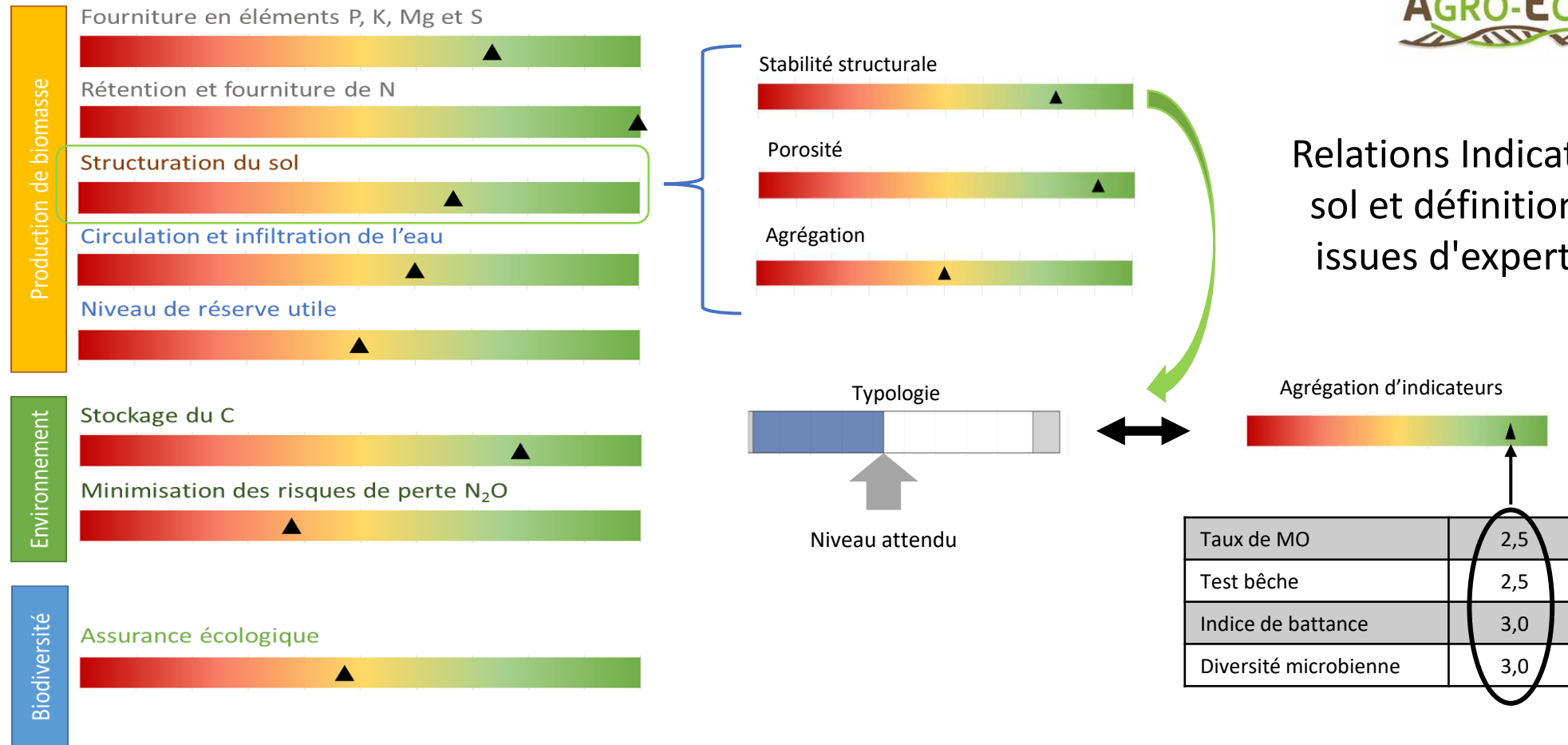
Lien Indicateur / Fonction		
	Relation positive	Relation négative
Relation forte $r > 0,8$	+	-
Relation moyenne r entre 0,4 et 0,8	+	-
Relation faible $r < 0,4$	+	-
Avis d'experts	+	-
Lien <u>non identifié</u>		



Relations Indicateurs – Fonctions du sol issues d'une revue bibliographique (80 articles)
(Cusset et al., 2024)

Evaluation des fonctions : vers une démarche diagnostic & conseils

--> les projets labellisés par **le RMT BOUCLAGE** ont mobilisé les connaissances disponibles pour proposer des diagnostics fonctionnels



Relations Indicateurs – Fonctions du sol et définition du niveau attendu issues d'expertise et modélisation

Evaluation des fonctions : vers une démarche diagnostic & conseils

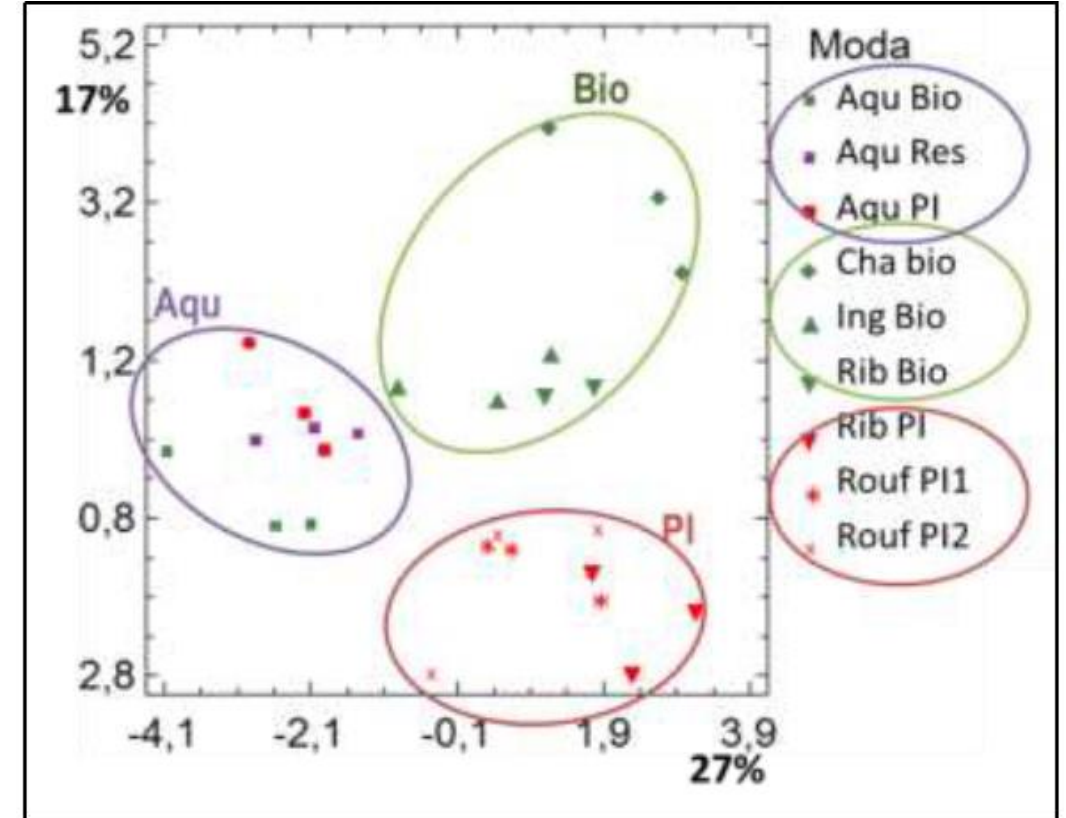
--> les projets labellisés par **le RMT BOUCLAGE** ont fourni des connaissances sur les liens entre indicateurs et fonctions des sols



Casdar 2013-2016

SysVitSolVin - Impact de systèmes viticoles à faibles intrants sur la qualité des sols et la qualité sensorielle des productions.

Comment l'activité microbienne du sol du sol, en lien avec le potentiel de minéralisation de l'azote, joue un rôle sur la qualité de la production ?



Analyse multivariée des résultats 2014 et 2015 pour les paramètres de diversité métabolique, d'abondance moléculaire bactérienne et de minéralisation de l'azote

Evaluation des fonctions : vers une démarche diagnostic & conseils

Fronts de science

Renforcer les connaissances et quantifications des liens entre indicateurs et fonctions des sols



Caractérisation du LIEN entre bioindicateurs et fonctions DU SOL pour un conseil opérationnel

Améliorer l'évaluation des processus biologiques via les bioindicateurs en vue d'optimiser le pilotage des pratiques

LIENDUSOL

Partenaires



Organismes associés



Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR

 **MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE ET DE LA FORÊT**

Liberté
Égalité
Fraternité

Evaluation des fonctions : vers une démarche diagnostic & conseils

Fronts de science

Renforcer les connaissances et quantifications des liens entre indicateurs et fonctions des sols

➤ Projet IndiQualSol

Evaluation d'Indicateurs de la Qualité biologique et de Fonctions clés du sol, en lien avec l'adoption de Pratiques Agroécologiques

Financé par



AAP 2024 : Préserver et restaurer biodiversité et fonctionnalité des sols en milieux agricoles- *Pratiques et usages durables pour accompagner la transformation agroécologique*

INRAE

ELISOL
ENVIRONNEMENT

ARVALIS



urea
AgroSciences

Rendre opérationnels les indicateurs de caractérisation de la qualité biologique des sols, et d'évaluer l'impact des pratiques agroécologiques sur les fonctionnalités des sols

Thématiques

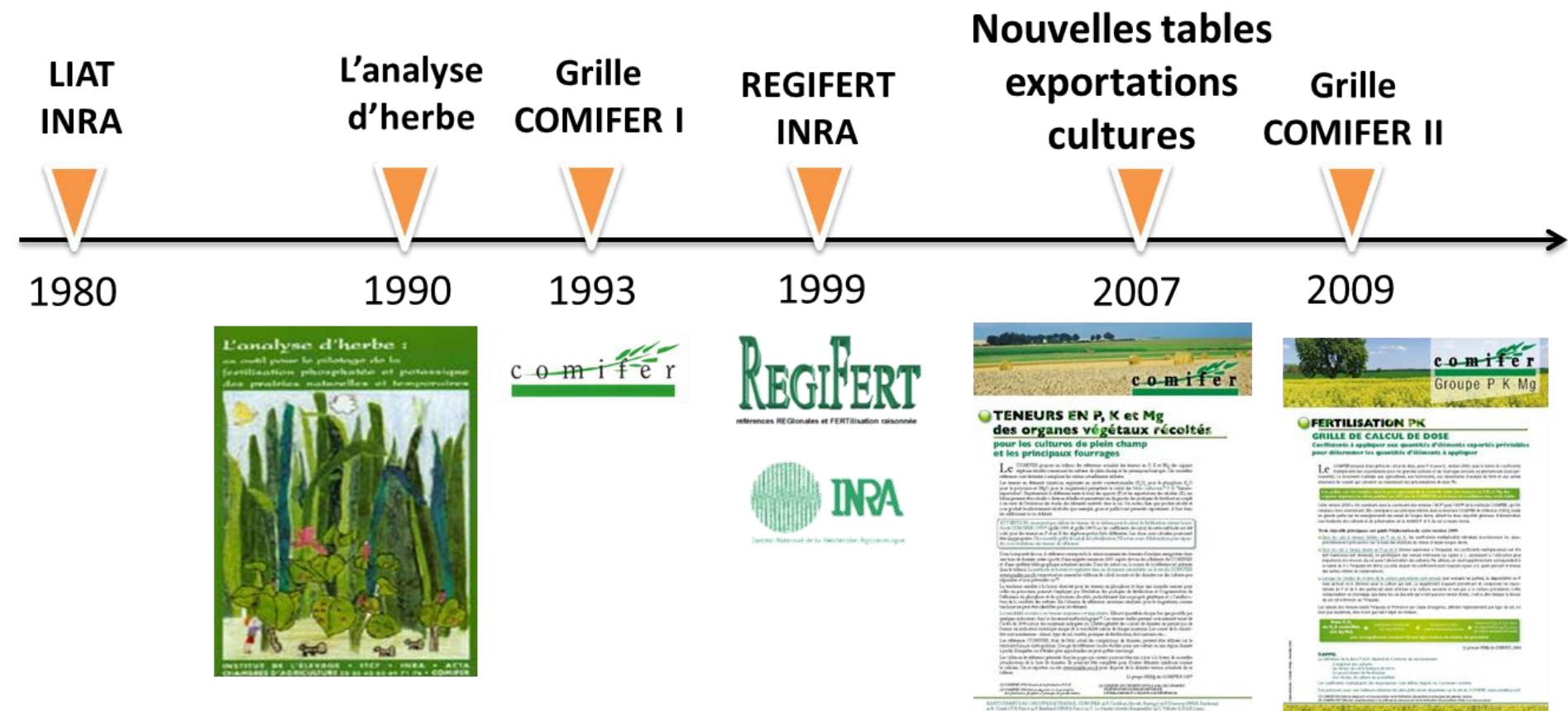
Développer, tester et valider des méthodes de caractérisation de la biodiversité des sols

Définition de référentiels d'interprétation (valeurs de référence selon pédoclimat et système de culture) et sélection d'indicateurs

Evaluation des fonctions : vers une démarche diagnostic & conseils

Outils et conseils pour l'amélioration des pratiques agroécologiques

Outils et conseils pour l'amélioration des pratiques agroécologiques



➤ Les outils développés dans les années 1990 – 2000 sont-ils toujours adaptés au contexte actuel ? (changement climatique, pratiques agroécologiques)

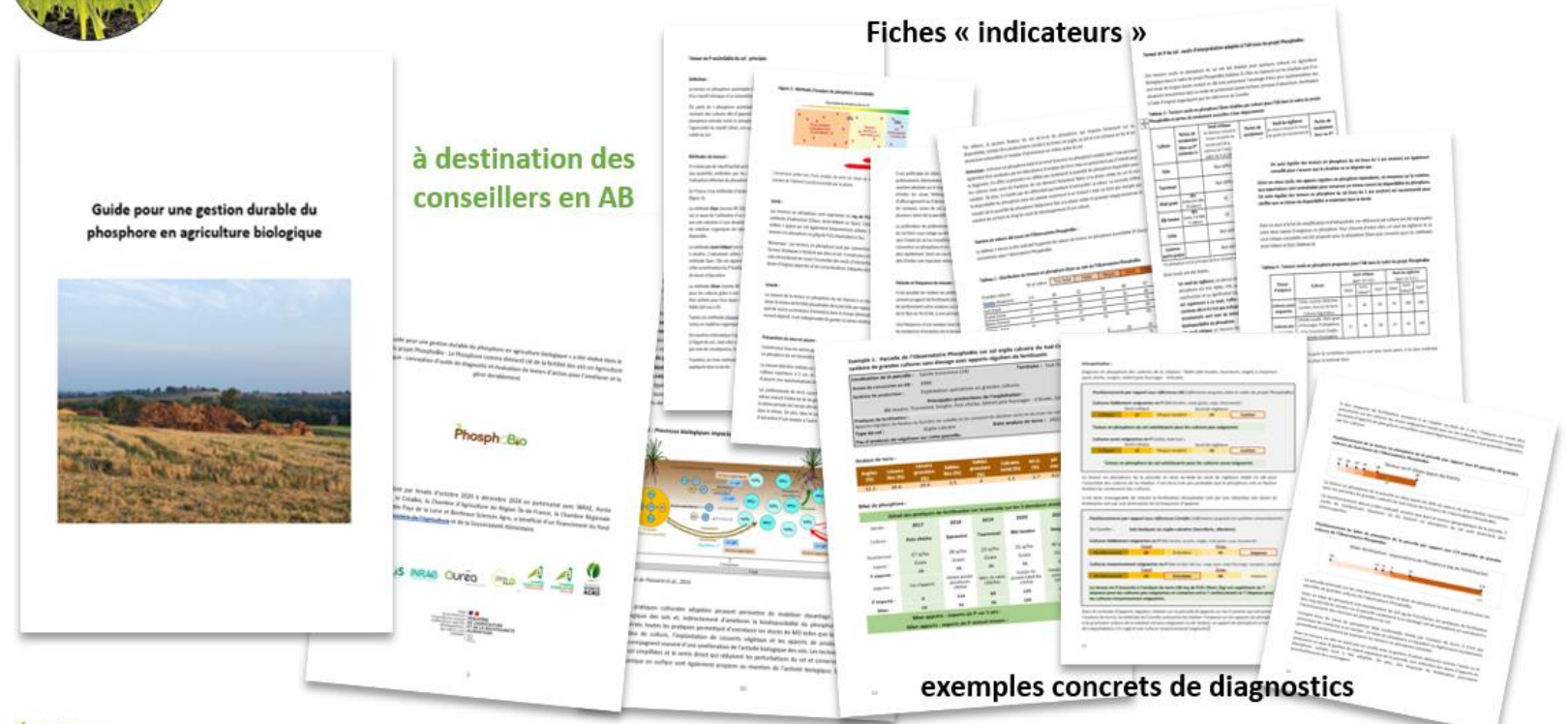
Outils et conseils pour l'amélioration des pratiques agroécologiques

--> les projets labellisés par **le RMT BOUCLAGE** proposent des sorties opérationnelles



Guide pour une gestion durable du phosphore en AB

https://www.rmt-fertilisationetenvironnement.org/moodle/pluginfile.php/5004/mod_folder/content/0/Guide%20pour%20une%20gestion%20durable%20du%20phosphore%20en%20agriculture%20biologique.pdf?forcedownload=1



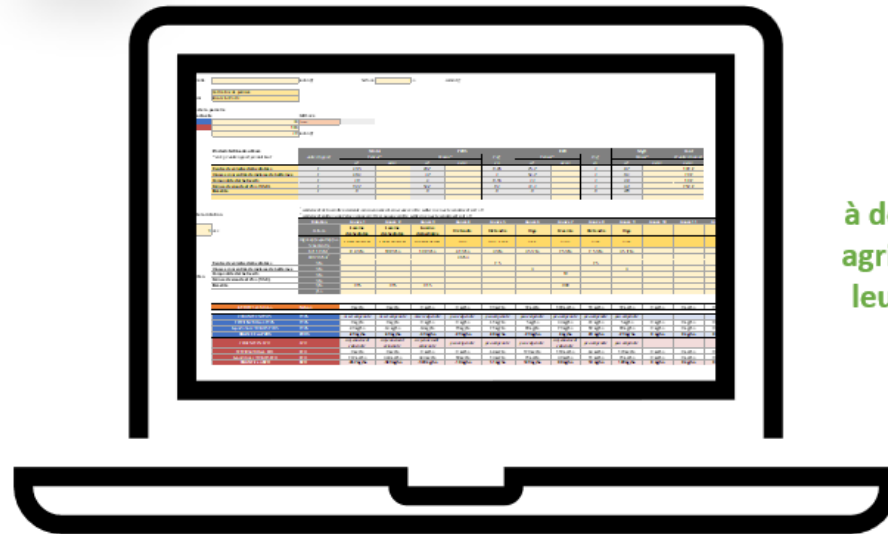
Outils et conseils pour l'amélioration des pratiques agroécologiques

--> les projets labellisés par **le RMT BOUCLAGE** proposent des sorties opérationnelles

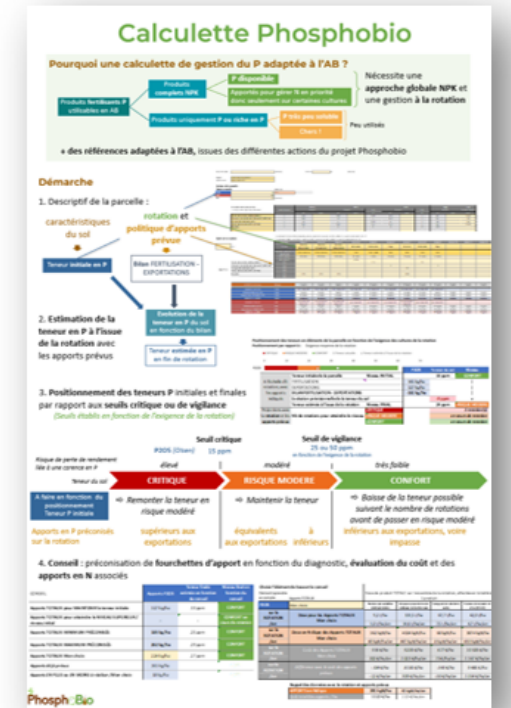


Calculette « PhosphoBio » (calculatrice de gestion du phosphore en agriculture biologique)

<https://www.rmt-fertilisationetenvironnement.org/moodle/mod/url/view.php?id=2617>



à destination des
agriculteurs et de
leurs conseillers



Outils et conseils pour l'amélioration des pratiques agroécologiques

--> les projets labellisés par **le RMT BOUCLAGE** proposent des sorties opérationnelles

IDTYP TERRES

Améliorer l'intégration des données sols dans le conseil en agronomie, en favorisant l'accès à des données sol adaptées et harmonisées pour répondre aux besoins des outils et de leurs utilisateurs



le 1er janvier 2023 - CAGUE

Quel est le type de sol ?

D'après vos réponses, le type de sol est:

«Sol calcaire, limono-argileux à argilo-limoneux, profond, à forte pierrosité, issu de calcaire jurassique»



EST-CE LE BON TYPE DE SOL ?


C'est le bon type de sol


Ce n'est pas le bon type de sol

Enregistrer

J'ai un doute Je recommence

Fermer

BOUCLAGE
Recyclage, Fertilisation,
Impacts Environnementaux

Sols & Territoires
Réseau Mixte Technologique

Outils et conseils pour l'amélioration des pratiques agroécologiques

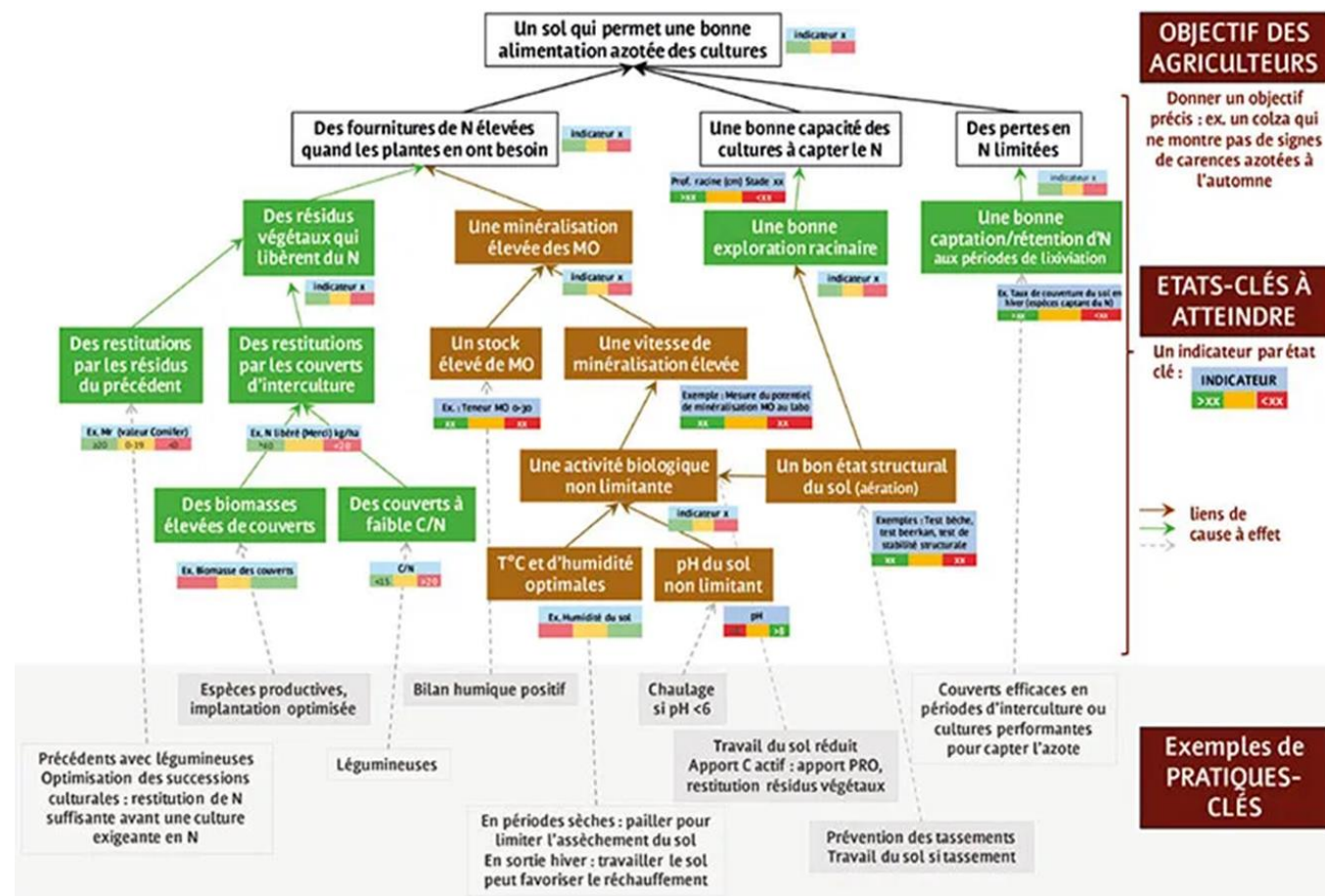
--> les projets labellisés par **le RMT BOUCLAGE** proposent des sorties opérationnelles



Co-concevoir des tableaux de bord opérationnels à destination des agriculteurs et les conseillers agricoles pour favoriser les fonctions du sol pour la production agricole et la gestion durable des ressources naturelles

Transi'Sols : Piloté par Terres Inovia, en partenariat avec Arvalis (Attractivité 2021, Plant2Pro - Institut Carnot)

Transi'Sols : Piloté par Terres Inovia, en partenariat avec Agrod'OC Union des CETA d'OC, AgroTransfert RT, Arvalis, Chambre d'Agriculture des Pyrénées Atlantiques, INRAE UMR SAD-APT et ISARA (AAP Co-innovations 2022, France AgriMer).



<https://www.researchgate.net/publication/377752139> Fertilité des sols des tableaux de bord pour adapter ses pratiques pas à pas

Outils et conseils pour l'amélioration des pratiques agroécologiques

--> les projets labellisés par **le RMT BOUCLAGE** proposent des sorties opérationnelles



Valorisation de la méthodologie et des tableaux de bord développés dans Transi'Sols

- Diagnostic des situations d'usage (DSU) d'outils opérationnels de diagnostic et de suivi régionalisés de la qualité des sols en AB
- Ateliers de co conception territorialisés des tableaux de bords de la qualité des sols
- Mise en situation sur les parcelles de l'observatoire

Outils et conseils pour l'amélioration des pratiques agroécologiques

--> les projets labellisés par **le RMT BOUCLAGE** proposent des sorties opérationnelles



Acquisition de références sols et cultures tropicales pour développer un OAD Fertilisation



Ils financent FertiDOM



Ils participent à FertiDOM depuis les DOM



Ils accompagnent FertiDOM



Ils participent à FertiDOM depuis la métropole



Ils participent à FertiDOM en tant que prestataires



Outils et conseils pour l'amélioration des pratiques agroécologiques

--> les projets labellisés par le **RMT BOUCLAGE** proposent des sorties opérationnelles par **références techniques adaptées à l'ACS**

Observatoire Nutripac

Le projet NutripAC (3 ans : 2021 - 2024)

Les objectifs du projet :

- Identifier les conditions de milieu spécifiques à l'ACS
- Evaluer des pratiques spécifiques pour améliorer la nutrition des plantes
- Mieux accompagner les agriculteurs en ACS dans leurs règles de décision

=> Accompagner les agriculteurs des Pays de la Loire dans l'amélioration de leurs pratiques pour une meilleure nutrition des plantes en Agriculture de Conservation des Sols



Sur Blé tendre d'hiver

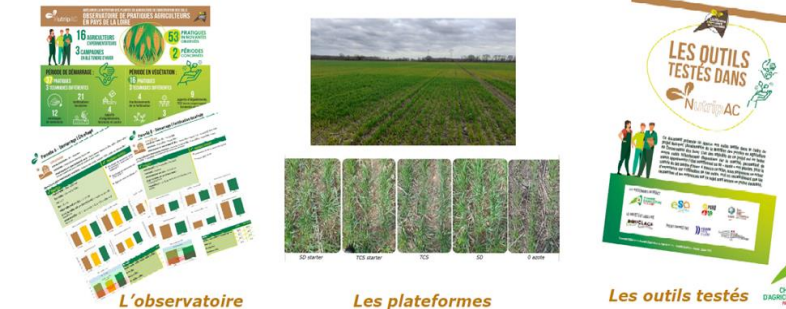


Le projet NutripAC

Replay du webinaire accessible sur la page du projet

La page du projet :

<https://rd-pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/vegetal/fertilite-des-sols/projet-nutripac-nutrition-plantes-ac/>



- Identification de **stratégies de fertilisation** selon les phases clés : démarrage vs végétation.
- Elaboration de **fiches pratiques** et de recommandations pour les agriculteurs.
- Définition de **modalités prometteuses** pour améliorer la nutrition du blé tendre en ACS.

Outils et conseils pour l'amélioration des pratiques agroécologiques

Front de sciences : approche système => comment prendre en compte l'effet des combinaisons de pratiques sur la qualité des sols?

> Projet ViVerSol

Gestion des couverts végétaux en Viticulture pour l'amélioration de la qualité écologique des Sols

Financé par  **RÉPUBLIQUE FRANÇAISE**
Liberté
Égalité
Fraternité



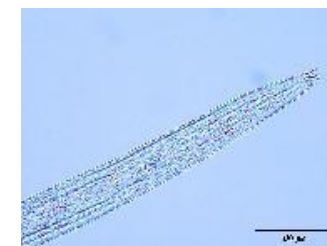
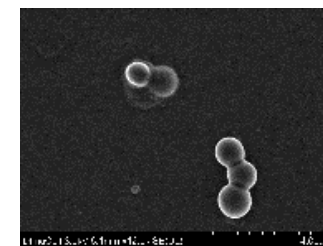
AAP 2024: Préserver et restaurer biodiversité et fonctionnalité des sols en milieux agricoles
Pratiques et usages durables pour accompagner la transformation agroécologique

Produire des connaissances fondamentales et opérationnelles sur les bénéfices des différentes stratégies de gestion des couverts végétaux en viticulture pour la biodiversité du sol



Inter-rang 1
Semis

Inter-rang 2
Flore spontanée



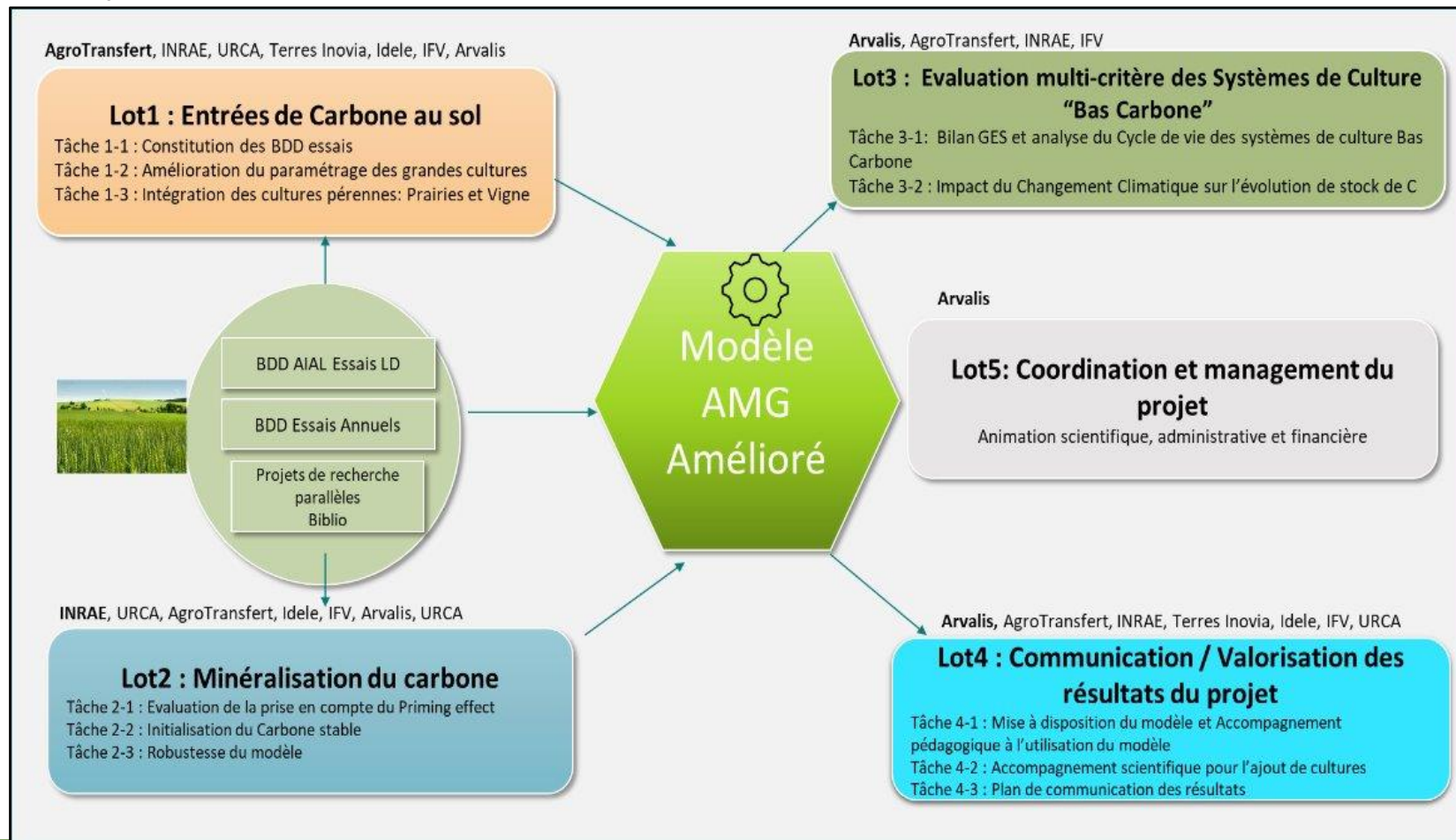
Outils et conseils pour l'amélioration des pratiques agroécologiques

Front de sciences : Vers une modélisation robuste du carbone des sols : intégration des systèmes agricoles diversifiés et des dynamiques pédoclimatiques

> **Projet AMG-LAB**

Améliorer la prédiction du stockage de carbone dans les sols et dans les outils d'évaluation environnementale : adaptation du modèle AMG pour les Leviers Agricoles Bas carbone

Financé par:



Outils et conseils pour l'amélioration des pratiques agroécologiques

Front de sciences : Intégrer la notion d'état des sols et de fonctions des sols dans la conception des systèmes de production durables innovants

> Projet POESIE

co-concePtion de stratégies
innOvantES plurlannelles en
cultures pérennEs

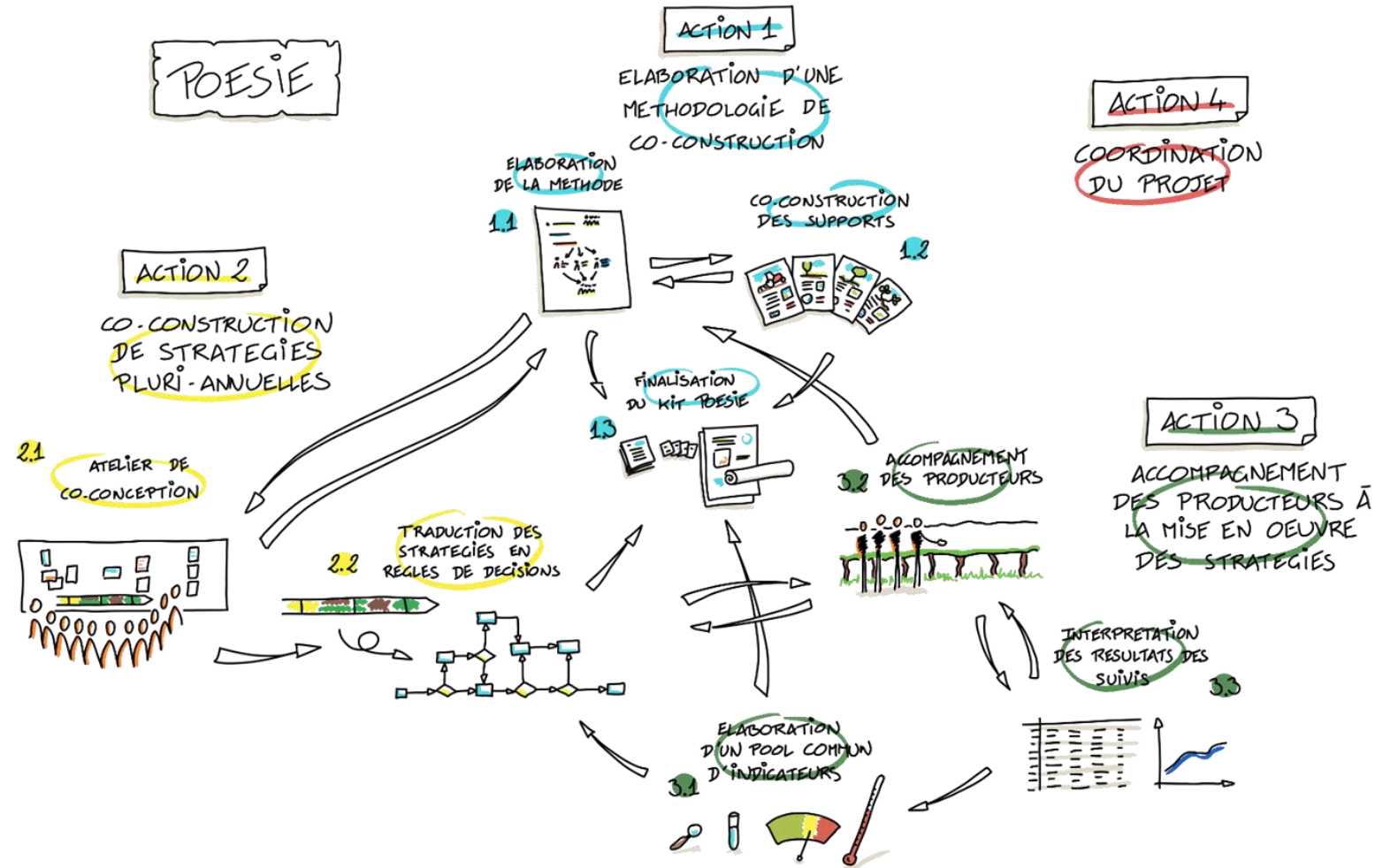


Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE ET DE LA FORÊT

Liberté
Égalité
Fraternité

AAP Co-Innovations 2024



Thématiques

Développer, tester et valider des méthodes de caractérisation de la biodiversité des sols

Définition de référentiels d'interprétation (valeurs de référence selon pédoclimat et système de culture) et sélection d'indicateurs

Evaluation des fonctions : vers une démarche diagnostic & conseils

Outils et conseils pour l'amélioration des pratiques agroécologiques

Travaux du groupe de travail BIOINDICATEURS du RMT BOUCLAGE

Groupe de travail BIOINDICATEUR : 2021- 2025

4 ans déjà !



Mobilisation des indicateurs de la fertilité biologique des sols dans pour le diagnostic et le conseil

Objectifs du Gt BIOINDICATEURS

- ☐ Passer de l'indicateur au conseil
- ☐ Transfert de connaissances : faire le lien avec l'enseignement

Nombre de participants : 19

Animation :

Wassila RIAH-ANGLET – UniLaSalle & Romain TSCHEILLER – ARVALIS



Nom	Prénom	Organisme
BRAUMAN	Alain	IRD
CAHUREL	Jean-Yves	IFV
CHAPRON	Catherine	CEZ Bergerie nationale
DIZIEN	Caroline	Agrosolutions
DELPORTE	Fabienne	CRA-W Belgique
GONTIER	Laure	IFV
LEON	Florence	CRA Pays de la Loire
LE NET	Justine	Auréa AgroSciences
NASSR	Najat	RITMO
PERRIN	Anne-Sophie	Terres Inovia
REVALIER	Christian	CA45
RIOU	Virginie	CRA Pays de la Loire
SERVAIN	François	LDAR
THIOYE	Babacar	UniLaSalle
VALE	Matthieu	Auréa AgroSciences
VASSAL	Nathalie	VetAgroSup
TSCHEILLER	Romain	ARVALIS
RIAH-ANGLET	Wassila	UNILASALLE-Rouen
OBRIOT	Fiona	LDAR

Le GT rassemble de nombreux experts de la recherche publique et privée, instituts techniques, laboratoires et acteurs du développement

Contribue à renforcer les dynamiques collectives autour de la gestion durable des sols et de la résilience des systèmes agricoles

INDICATEURS DE FONCTIONNEMENT BIOLOGIQUE DES SOLS AGRICOLES

Fiches pratiques

Recueil de fiches issues des travaux du RMT Bouclage



Aide au choix d'indicateurs de fonctionnement biologique des sols agricoles pour un diagnostic opérationnel

Objectif & démarche

Référencer les principaux indicateurs de fonctionnement biologique du sol mobilisables pour le diagnostic, le suivi et le conseil en situation agricole

- ✓ Inventaire des indicateurs et sélection d'un set opérationnel
- ✓ Méthodologie commune de collecte d'informations, de rédaction et apport de gammes de variation
- ✓ Validation croisée entre experts

Aide au choix d'indicateurs de fonctionnement biologique des sols agricoles pour un diagnostic opérationnel

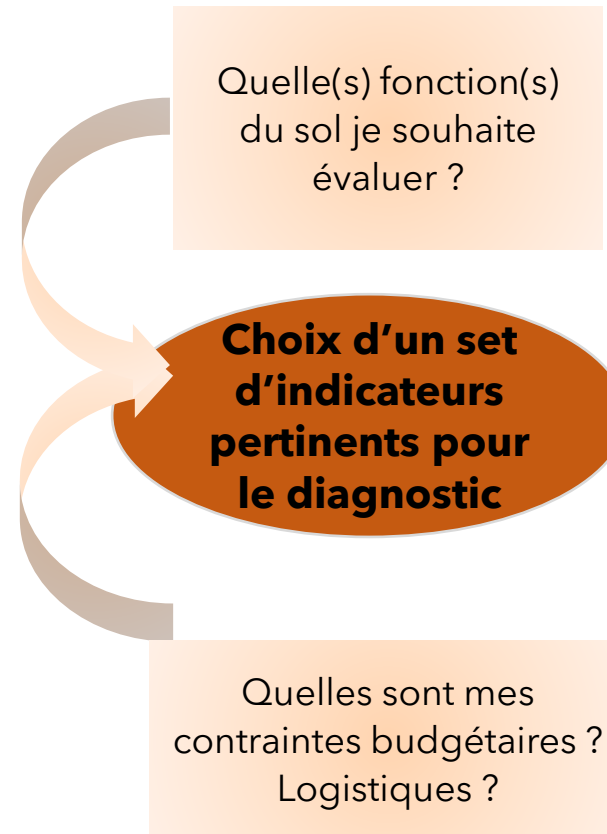
22 indicateurs décrits sous forme de fiches pour une application pratique au service du diagnostic

4 fonctions du sol visées en priorité : **recyclage des nutriments, transformation du carbone, structure du sol et maintien de la biodiversité**

14 contributeurs

Tscheiller Romain¹ et Riah-Anglet Wassila², Brauman Alain³, Cahurel Jean-Yves⁴, Delporte Fabienne⁵, Dizien Caroline⁶, Gontier Laure⁴, Le Net Justine⁷, Nassr Najat⁸, Obriot Fiona⁹, Perrin Anne-Sophie¹⁰, Revalier Christian¹¹, Thioye Babacar², Valé Matthieu⁷

- 1 – Arvalis
- 2 - UniLaSalle-unité Aghyle
- 3 - Institut de Recherche pour le Développement
- 4 - Institut Français de la Vigne et du Vin
- 5 - Centre de Recherche Agronomique Wallonie
- 6 - Agrosolutions
- 7 - AUREA AgroSciences
- 8 - RITTMO
- 9 - LDAR
- 10 - Terres Inovia
- 11 - Chambre d'Agriculture du Loiret



Les indicateurs proposés

Type d'indicateurs	Indicateurs
Organiques	Carbone Organique du sol
	Azote total et C/N
	Fractionnement granulométrique de la MO
	Carbone oxydé au permanganate de potassium (POXC)
Abondance	C microbien (fumigation-extraction)
	Biomasse microbienne moléculaire - ADN total
	Biomasse bactérienne - ADNr 16S
	Biomasse fongique - ADNr 18S
	Taux de mycorhization
Activité	Minéralisation de l'azote organique
	Minéralisation du carbone organique
	Méthode FDA (Fluorescein di-acétate)
	β -glucosidase (GLU)
	Glomaline
	Respiration basale du sol
	APM
	ABM
	Bait lamina
Diversité	Nématodes du sol
	Vers de terre
	Diversité bactérienne
	Diversité fongique

Lecture des fiches



La grande pastille indique la fonction principale du sol que l'indicateur vise à renseigner, tandis que les pastilles plus petites représentent les autres fonctions également renseignées par cet indicateur.

DÉFINITION

Cette rubrique donne des explications générales sur l'indicateur.

NORME

Lorsqu'elle existe, la norme de mesure est indiquée, à défaut il est précisé la ou les méthode(s) publiée(s) et les plus couramment utilisées.

ECHANTILLONNAGE ET LOGISTIQUE

Les spécificités de l'échantillonnage et logistique sont indiquées s'il y en a. Pour la plupart, les exigences se divisent en deux catégories :

- analyse sur sol sec
- analyse sur sol frais

Pour ces deux catégories, la procédure est détaillée dans la partie 3.3.



DESCRIPTION DE LA MÉTHODE DE MESURE

Les principes de la méthode de mesure sont détaillés.

GAMME DE VARIATION

Indicateur	Unité de mesure	Mode d'occupation du sol	Nb obs.	Min	Max	Médiane
------------	-----------------	--------------------------	---------	-----	-----	---------

Selon l'indicateur, cette gamme peut être renseignée par type de sol (texture) et par mode d'usage

Aide au choix d'indicateurs de fonctionnement biologique des sols agricoles pour un diagnostic opérationnel

INTERPRÉTATION

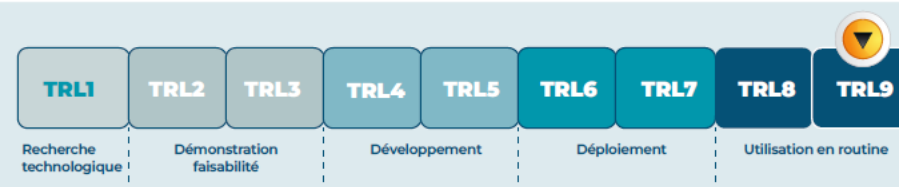
Une interprétation générale des résultats est proposée ici.

AVANTAGES / LIMITES



Les principaux avantages et limites de l'indicateur en situation de diagnostic agricole sont cités.

NIVEAU D'OPÉRATIONNALITÉ



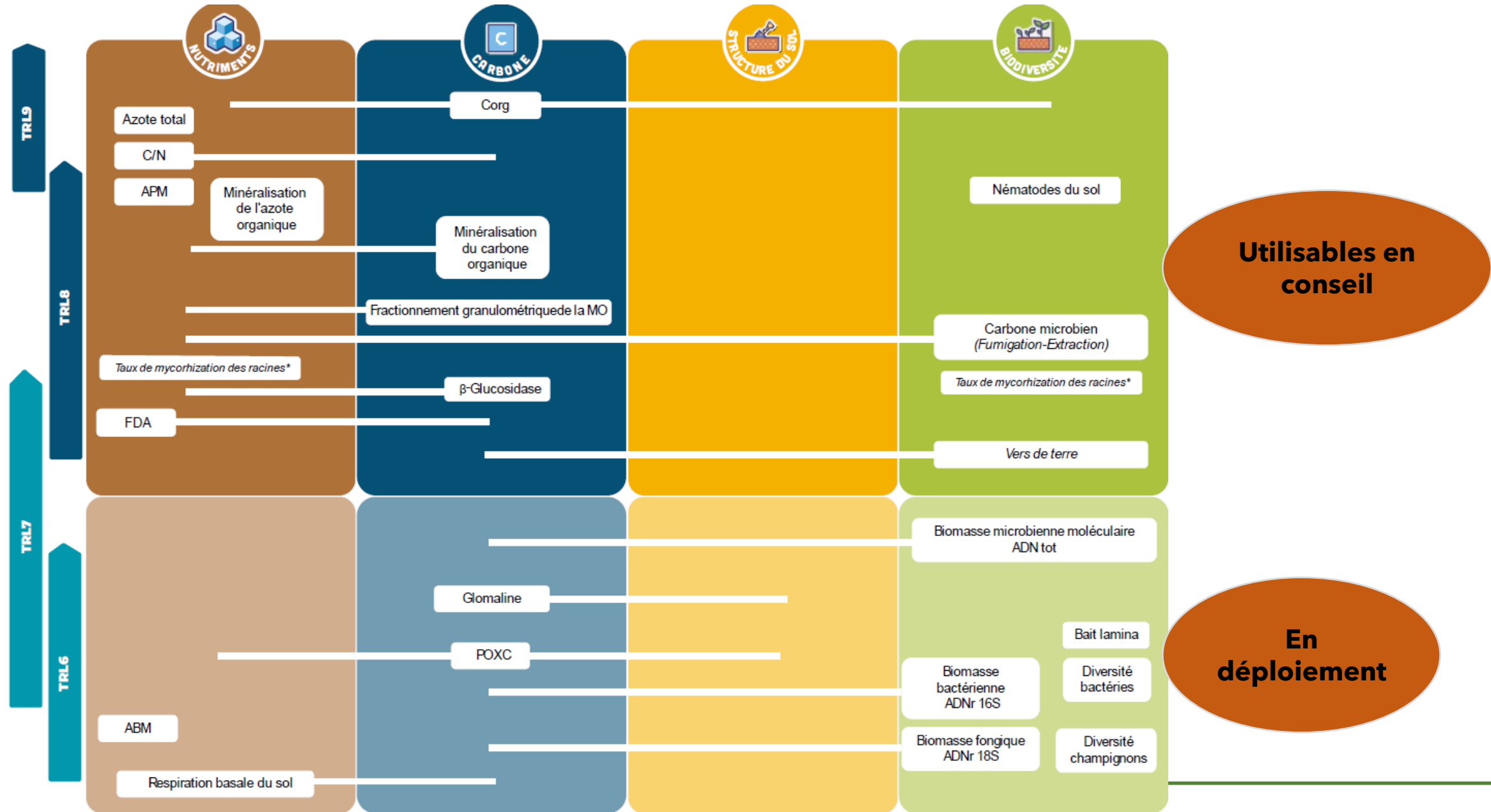
Donne une idée du coût et du degré d'opérationnalité de l'indicateur en situation de conseil agricole avec une échelle TRL adaptée par les auteurs.

une idée du coût de l'analyse

SOURCES

Citation des principales sources de références sur l'indicateur

Synthèse des indicateurs par rapport aux fonctions renseignées



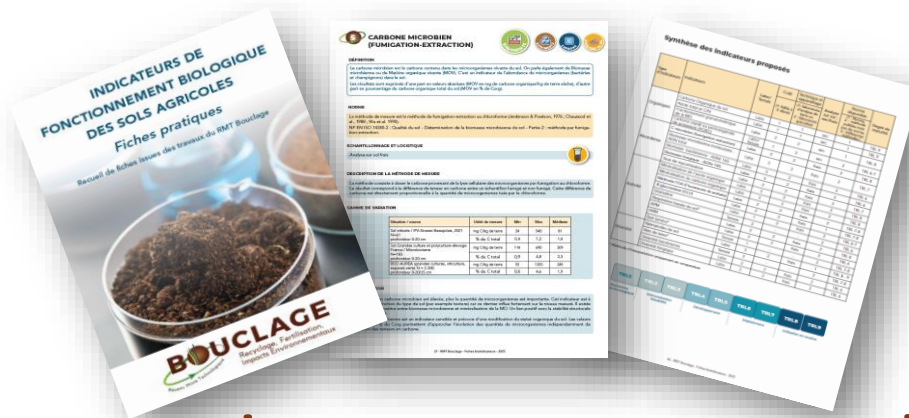
* = mesure effectuée sur plante

Perspective

Actualiser régulièrement le recueil et développer des outils de conseil numérique (type OAD) pour accompagner efficacement les acteurs de terrain

Indicateurs de fonctionnement biologique des sols agricoles - Fiches pratiques

Version numérique du recueil de fiches



Un grand MERCI aux membres du GT BIOINDICATEURS pour leur engagement dans ce travail

Conclusion

Le RMT BouclageS s'empare des enjeux de préservation de la qualité des Sols



Bouclage des cycles :

- ✓ Economie circulaire
- ✓ Bioéconomie
- ✓ Préservation environnement : sols, eaux, air, biodiversité, changement climatique
- ✓ Risques sanitaires



- Agroécologie
- Bouclage des cycles biogéochimiques
- Fertilisation et nutrition des cultures
- Impacts environnementaux
- **Qualité des sols**

GT BIOINDICATEURS
(RMT Bouclage)

2024-2027
QualiSolBio

2024-2027
IndiQualSol

2022-2026
Transi'sols

2024-2027
LienDuSol

2024-2027
ViverSol

2024-2027
ViverSol

2024-2028
FERTIDOM

2025-2029
AMG-LAB

2024-2028
POESIE

Merci pour votre attention