Synthèse des ateliers
Mayotte et La Réunion, 2017

Nom de l'atelier	**Atelier spontané sur les indicateurs de l'activité biologique des sols** 01/12/2017
Animateurs	Virginie van de Kerchove et Katie Alleman (CA 974)
Rapporteurs	Katie Alleman, Julie Leung et Virginie van de Kerchove
Contexte / Enjeux	Lors des rencontres AgroEcoDom de 2016, IT2 et la Chambre d'Agriculture (CA 974) ont organisé deux ateliers sur la fertilité des sols et la fertilisation des cultures, dont un afférent aux « indicateurs de la qualité des sols ». Aux rencontres de 2017, la CA 974 et Solicaz proposent d'approfondir la question des indicateurs de l'activité biologique des sols et de leur utilisation (actuelle et potentielle) dans les DOM, dans un premier temps via un atelier spontané.
Objectifs de l'atelier	1. Réaliser un inventaire des tests et analyses que les participants réalisent ou ont déjà expérimenté. Niveau de détail attendu : durée et fréquence des tests, avantages et inconvénients des ces tests/analyses. Par ailleurs, mention d'autres bio-indicateurs de la fertilité des sols dont ils auraient entendu parler. 2. Les participants sont invités à réagir à la présentation de divers indicateurs répertoriés à ce jour par la CA 974 3. Perspectives dans les DOM
Participants	DUVAL Marie France (CIRAD, Martinique), CONSEIL Mathieu (ITAB, métropole), MARION Daniel, MANSUY Alizé et BARBET MASSIN Vladimir (eRcane, Réunion), DOUBLET Julia (DAAF, Réunion), HEURTAUX Mathilde (ACTA, métropole), MONTAIGNE William (SOLICAZ, Guyane), MARCIN Maeva (ASSOFWI, Guadeloupe), LEUNG Julie et VAN DE KERCHOVE Virginie (CA, Réunion), ALLEMAN Katie (stagiaire CA, Réunion)
Eléments de discussion / Synthèse	**1. <u>Tests et analyses déjà réalisés ou en cours : avantages et inconvénients</u>** **William Montaigne, SOLICAZ (Guyane)** • Indicateurs de Respiration, Dénitrification et Nitrification du sol (quantité de gaz dégagé par poids de terre et par unité de temps): étudiés depuis une dizaine d'années au laboratoire SOLICAZ ; faisaient déjà l'objet d'études antérieures par l'Inra. • Ces mesures étaient initialement réalisées sur le terrain, puis ont été ensuite faites en laboratoire pour s'affranchir des contraintes climatiques qui avaient un fort impact sur les résultats. Au laboratoire, ce sont donc des mesures « potentielles » qui sont effectuées : les échantillons de terre sont étalonnés de manière à avoir des conditions identiques et optimales en termes d'humidité et de nutrition pour les organismes du sol. Les résultats des analyses sont ensuite utilisés pour comparer différentes modalités (par exemples différents itinéraires d'utilisation de MO) au sein de dispositifs expérimentaux. • Pour les études de restauration de la fertilité du sol, ces tests suivent l'évolution biologique des sols, et permettent d'aboutir à une durée au bout de laquelle le sol retrouve des valeurs identiques à celles des sols de forêts. • Analyses peu coûteuses : environ 20€ / échantillon. • SOLICAZ réalise les tests avec une répétabilité élevée pour s'assurer d'une puissance statistique suffisante pour l'interprétation des résultats. • Fréquence des tests : trois séries de mesures sur un cycle de culture de dix mois, en maraîchage (en moyenne) • Ces mesures biologiques permettent d'approximer la biomasse microbienne active du sol, ainsi que sa diversité.

- Solicaz : d'accord de partager les résultats dans le cadre du Rita.

Mathieu Conseil, ITAB (métropole)

- Référents ITAB : Blaise Leclerc et Marion Cassagne
- Projet SolAB (métropole) : optimiser les analyses biologiques de la vie des sols et faciliter la mise en place des essais pour et par l'agriculteur lui-même
  - « test bêche » (évalue la macroporosité du sol donc également indirectement la vie dans le sol) ; d'après Mathieu, le test bêche permet d'aboutir à un référentiel qui se restreint à l'échelle de la parcelle
  - test du « beer-can » (évalue l'infiltration de l'eau dans les sols)
  - Synthèse en ligne : « Activité biologique et fertilité des sols, intérêts et limites des méthodes analytiques disponibles » (2002)
- Site Internet de l'ITAB :
  - Fiches méthodologiques et vidéos : sur la page « Agronomie »

Marie France Duval, CIRAD (Martinique)

- Laboratoire du Cirad en Martinique :
  - indicateurs de biomasse microbienne, d'activité enzymatique et de diversité et abondance des communautés microbiennes (selon la méthode « Phospholipid Fatty Acid » ou PLFA).
  - Analyses réalisées depuis plus de dix ans au sein du CIRAD dans le but d'étudier les effets des plantes de service assainissantes sur la biodiversité microbienne. Les protocoles et la fréquence des tests varient en fonction de la phase de croissance de la plante de service en question. Ces protocoles peuvent être partagés dans le cadre du Rita.
  - Référents de ce projet : Antoine Galiana et Paula Fernandes.
  - laboratoire apte à recevoir des échantillons provenant d'autres DOM.
- UMR LSTM (Laboratoire des Symbioses Tropicales et Méditerranéennes), à Montpellier : tests similaires => voir la capacité du laboratoire de Montpellier à analyser des échantillons en provenance des DOM (Océan indien) ?

2. <u>Réaction des participants à la présentation des indicateurs répertoriés par la CA 974</u>

La CA 974, qui mène des essais de fertilisation au champ, cherche à compléter le suivi de ceux-ci à l'aide d'autres indicateurs, notamment des indicateurs de l'activité biologiques des sols. Ceux-ci devraient être transposables en conditions tropicales, bon marché et peu chronovores. Ce sujet intéresse d'autres structures, notamment eRcane tant pour les essais conduits avec les Mafor qu'avec les PDS

Les réactions face à la présentation de Katie Alleman (cf. diaporama en annexe 1) sont les suivantes :

A. <u>Indicateurs sous forme d'analyses en laboratoire</u>

- Mesure de la biomasse microbienne : ne distingue pas la biomasse morte de celle encore vivante dans le sol
- Mesure de l'abondance des bactéries nitrifiantes et dénitrifiantes : indicateur énoncé dans la présentation comme indicateur issu d'extraction et d'analyse ADN. Marie France Duval : cette analyse peut être réalisée au travers d'une analyse d'activité enzymatique (pourrait donc être moins coûteuse).

- CIRAD Martinique réalise plusieurs types d'analyses : biomasse microbienne et analyses de la nématofaune, nitrification et dénitrification
- Pas de remarques particulières sur les indicateurs :
  - relatifs à la stabilité du milieu
  - indirects de la vie dans le sol, mis à part le rappel du faible coût des analyses de respiration.

Informations sur les laboratoires effectuant des analyses :

- Les laboratoires contactés avaient-ils beaucoup de demandes ou celles-ci restaient-elles ponctuelles ? Les participants ne savent pas.
- Les laboratoires cités dans les rapports d'expérimentations sur la vie biologique du sol semblent peu nombreux. Quatre d'entre eux sont cités systématiquement (Auréa, CelestaLab, Elisol Environnement, SEMSE). La recherche d'autres laboratoires est en cours mais il y en a peu qui sont spécialisés dans ce type d'analyse.
- Marie France Duval : le CIRAD Martinique effectue également des analyses sur la nématofaune, plus spécifiquement sur les phytopathogènes.
- Mathilde Heurtaux : le laboratoire Auréa est pilote du projet AgroEcoSol qui vise à développer les analyses de sol à moindre coût. Les analyses répertoriées peuvent être trouvées dans le projet Microbioterre.

Conclusion sur ces indicateurs issus d'analyses laboratoire :

- Les analyses restent coûteuses de manière générale : fret des échantillons + analyses
- L'interprétation des résultats est difficile faute de référentiel. L'interprétation des résultats serait restreinte au suivi temporel et à la comparaison entre modalités.
- Avantage : donner des informations précises et diverses sur la vie dans les sols, peu chronophages pour l'expérimentateur (il « suffit » de faire des prélèvements de sol à la tarière).

B. Indicateurs issus de tests de terrain

- Pas de remarques particulières sur les quatre tests évoqués : test bêche, bait lamina test, biomasse lombricienne (moutarde) et tea bag index.
- Un autre test pour évaluer la vie du sol est expliqué : celui des slips en coton. Ce test permet d'observer la dégradation du tissu dans le sol et donc indirectement l'intensité de l'activité de la microfaune du sol. Il permet d'observer un suivi temporel et une comparaison entre modalité, mais aucune quantification n'est possible.

Conclusion sur les indicateurs issus des tests de terrain :

- Généralement peu coûteux mais chronophages
- Peu divers et très sensibles aux conditions du milieu.

C. Synthèse des résultats et discussions

- Les participants confirment l'intérêt de ces indicateurs de l'activité biologique des sols et de la mise en place de certains d'entre eux dans les DOM en vue de leur transfert aux agriculteurs.
- Synthèse des résultats : cf. annexe 2

D. Actions à mener rapidement

	• William Montaigne : vérifie l'habilitation de SOLICAZ à recevoir des échantillons de sols d'autres DOM (information vérifiée entretemps : habilitation en cours)
	• Pour compléter les données, remarques et documents à partager sur les bio-indicateurs du sol, l'information sur cet atelier et son objectif seront transmis à :
	  o Jérome Tirolien (IT2)
	  o Vincent Manneville (IDELE)
	  o Alain Bouthier, chef du projet Microbioterre
	  o Lional Ranjard de l'INRA Dijon, UMR sur la microbiologie du sol et de l'environnement

Livrables attendus	Pour optimiser le conseil agricole sur les fonctions biologiques du sol, il est nécessaire d'appréhender les composantes de la qualité biologique de ce sol. Celles-ci passent par la définition de bio-indicateurs (transposables, peu chronovores et peu coûteux) en vue de leur mise en place et transfert aux agriculteurs dans plusieurs DOM
Conclusion / Plan d'action	• Création d'un espace collaboratif dans COATIS sur les bio-indicateurs du sol en vue d'un partage de documents et d'avis sur les indicateurs • Visio-conférences pour avancer sur la thématique • Analyses de laboratoire : lors des journées nationales des Rita de mars 2018, proposer une intervention de M. Bouthier, chef du projet Microbioterre • Analyses de laboratoires et tests de terrain : poursuivre la prospection pour déterminer lesquels seraient intéressants à mettre en œuvre dans un ou plusieurs DOM

Annexes :

1. Diaporama présenté lors de l'atelier
2. Tableau récapitulatif

Annexe 1 : diaporama

AgroEcoDom
RENFORCER LES LIENS INTER-DOM
POUR INNOVER EN AGRO-ÉCOLOGIE

Indicateurs de la biologie des sols

Recherche d'indicateurs sur la biologie des sols

- Des indicateurs disponibles par analyses laboratoire
  (Laboratoires contactés : Elisol, Auréa, CelestaLab, SEMSE)
- Des indicateurs disponibles par des tests de terrain

Indicateurs via les **Laboratoires**

Abondances totales

- Biomasse microbienne
- Biomasse fongique
- Abondance des microarthropodes
- Abondance des bactéries nitrifiantes et dénitrifiantes

Diversités

- Diversité taxonomique microbienne
- Diversité taxonomique des nématodes
- Diversité taxonomique des champignons et bactéries

Equilibre et Stabilité

- Indice de structure nématofaune
- Indice d'enrichissement nématofaune
- Densité de champignons/densité de bactéries
- Patrimoine biologique/Assurance écologique

Indirects

- Coefficient de minéralisation de la MO
- Coefficient de minéralisation de l'Azote
- Activité enzymatique
- Respiration du sol

Indicateurs via les Laboratoires

Abondance

Nom de l'indicateur	Principe/ Interprétation	Temps pour la CA	Coût	Acquisition de références
Biomasse Microbienne	Donne une appréciation de la population du sol	Faible (prélèvement de sol)	Environ 1000 € pour 18 échantillons	ACQUISITION (comparaison des modalités, suivi temporel) Peu de références disponibles à ce jour
Biomasse Fongique	Donne une appréciation de la population du sol	Faible (prélèvement de sol)	Pas d'estimations	ACQUISITION Peu de références disponibles à ce jour
Abondance des microarthropodes	Donne une appréciation de la population du sol	Faible (prélèvement de sol)	Pas d'estimations	ACQUISITION Peu de références disponibles à ce jour
Abondance des bactéries nitrifiantes et dénitrifiantes	Donne une appréciation de la population du sol	Faible (prélèvement de sol)	Pas d'estimations	ACQUISITION Peu de références disponibles à ce jour

Indicateurs via les Laboratoires

Diversité

Nom de l'indicateur	Principe/ Interprétation	Temps pour la CA	Coût	Acquisition de références
Diversité taxonomique microbienne	Précisions sur la population dans le sol / Postulat : la diversité est bénéfique	Faible (prélèvement de sol)	Pas d'estimations	ACQUISITION Peu de références disponibles pour l'interprétation
Diversité taxonomique des nématodes	Chaque groupe trophique donne une indication sur la fonctionnalité du sol	Faible (prélèvement de sol)	Élevé: environ 250€/éch. pour une analyse complète de la nématofaune (pas de détail de prix pour l'indice seul)	Voir avec Elisol si des BDD sont disponibles
Diversité taxonomique de champignons et bactéries	Précisions sur la population dans le sol / Postulat : la diversité est bénéfique	Faible (prélèvement de sol)	Pas d'estimations	ACQUISITION Peu de références disponibles pour l'interprétation

Indicateurs via les Laboratoires

Equilibre et Stabilité

Nom de l'indicateur	Principe/ Interprétation	Temps pour la CA	Coût	Acquisition de référence
Indice de structure nématofaune	Reflète la stabilite du milieu	Faible (prélèvement de sol)	Elevé : environ 250€/éch pour une analyse complète de la nématofaune (pas de détail pour l'indice seul)	Voir avec Elisol si des BDD sont disponibles
Indice d'enrichissement nématofaune	Donne une indication sur la dynamique des éléments nutritifs. L'EI augmente avec la disponibilite en nutriments	Faible (prélèvement de sol)	Idem précédent	Voir avec Elisol si des BDD sont disponibles
Densité champignon/ Densité bactéries	Mettre en évidence un déséquilibre éventuel qui pourrait avoir une répercussion sur la minéralisation de la MO notamment	Faible (prélèvement de sol)	Pas d'estimation	Voir avec projet AgrInnov
Patrimoine Biologique/ Assurance Écologique	Capacité d'un sol à héberger une forte abondance et une diversité d'organismes, équilibres biologiques entre ces organismes.	Élevé	Élevé (nombreuses analyses différentes)	Voir avec projet AgrInnov

Indicateurs via les Laboratoires

Indicateurs indirects

Nom de l'indicateur	Principe/ Interprétation	Temps pour la CA	Coût	Acquisition de références
Coefficient de minéralisation de la MO	Estimation de l'activité de minéralisation des microorganismes du sol	Faible (prélèvement de sol)	Moyen (analyse courante)	Des références déjà disponibles, interprétation facilitée
Coefficient de minéralisation de l'azote	Estimation de l'activité de minéralisation des microorganismes du sol	Faible (prélèvement de sol)	Moyen (analyse courante)	Des références déjà disponibles, interprétation facilitée
Activité enzymatique	Estimation de l'activité des microorganismes : mesure une activité de dégradation d'un ou plusieurs types de substrats (sans identification précise des enzymes)	Faible (prélèvement de sol)	Environ 500 € pour 18 échantillons	ACQUISITION Difficile d'interprétation, faute de références
Respiration du sol	Mesure la minéralisation de la MO via le CO_2 produit et/ou l'O_2 consommé par la respiration microbienne du sol	Faible (prélèvement de sol)	Environ 20 €/éch.	ACQUISITION Référentiel encore peu développé

Synthèse sur les indicateurs issus des analyses laboratoire

Avantages

- Peu chronophage de manière générale
- Précision des résultats
- Large panel d'analyses

Inconvénients

- Coûteux de manière générale
- Manque récurrent de référentiels => pénalisant pour les interprétations

Indicateurs biologiques via des **Tests de terrain**

Indicateurs sur la macrofaune lombricienne

- Biomasse lombricienne
- Test bêche : vers de terre

Indicateurs de l'activité de la microfaune du sol

- Tea Bag Test
- Bait Lamina Test

Indicateurs via des tests de terrain

Macrofaune lombricienne

Nom de l'indicateur / du test	Principe / Interprétation	Temps pour la CA	Coût	Acquisition de références
Biomasse lombricienne (moutarde)	Abondance et diversité des vers de terres, « ingénieurs des écosystèmes »	Elevé : seul, environ 3h par parcelle élémentaire	Faible mais peut augmenter rapidement avec la répétabilité et le nombre de parcelles élémentaires (12 à 20€/parcelle élémentaire)	Acquisition Références disponibles (en métropole seulement?) avec OPVT
Test bêche : vers de terre	Extraction et identification des vers de terre prélevés dans une masse de sol extraite à la bêche	Elevé : seul, environ ½ journée par parcelle élémentaire	Faible (matériel : bêche, seaux, boites pour stocker les verre de terre)	Acquisition Références disponibles (en métropole seulement?) avec OPVT

Indicateurs via des tests de terrain

L'activité de la microfaune du sol

Nom de l'indicateur / Test	Principe/ Interprétation	Temps pour la CA	Coût	Acquisition de références
Bait Lamina Test	Activité biologique des organismes du sol mesurée par la dégradation de la matière organique	Élevé : préparation des lamelles, séchage, installation avec 5 répétitions, relevé de chaque lamelle	Elevé : environ 5000€ pour 18 parcelles élémentaires	Acquisition Peu de références et interprétation qui peut être complexe, outre la simple comparaison entre parcelles et le suivi temporel
Tea Bag Test	Activité biologique des organismes du sol mesurée par la dégradation de la matière organique	Faible : environ 1h30 par site d'essai entre la mise en place et les mesures	Faible : environ 20€ par site d'essai	Acquisition Peu de références et interprétation qui peut être complexe, outre la simple comparaison entre parcelles et le suivi temporel

Synthèse sur les indicateurs issus des tests de terrain

Avantages	Inconvénients
• Coût généralement faible	• Peu de tests différents
• Sensibles aux modification de conduites	• Généralement chronophage
• Interprétation simple	• Manque de précision ?
	• Des interprétations qui peuvent être limitées

Questions ???

- D'autres tests de terrain ?
- D'autres laboratoires ?
- Quelle fréquence de test ?
- Faut-il créer des références locales pour interpréter les résultats ?
- Quelles analyses labos complémentent le mieux les tests terrain et inversément ?

Références (1)

D.Cluzeau (n.d.) Placettes vers de terre. Université de Rennes 1, EcobioSoil, OPVT (Observatoire Participatif des Vers de Terre) Consulté le 13/11/17 sur http://ecobiosoil.univ-rennes1.fr/OPVT_accueil.php

Ecobiosol (n.d.). Protocole Paricipatof_Tests Bêche Vers De Terre. Consulté le 13/11/17 sur https://ecobiosoil.univ-rennes1.fr/page/protocole-participatif-test-beche-vers-de-terre

F. Degan, A.Bispo, C.Chenu, B.Balloy, L.Metzger (2016). Tour d'horizon des indicateurs relatifs à l'Etat organique et biologique des sols. ACTA, ADEME, APCA, RITTMO

K. Birkhofer, T. Diekötter, S. Boch, M. Fischer, J. Müller, S. Socher, V. Wolters (2011). Soil fauna feeding activity in temperate grassland soils increases with legume and grass species richness. Soil Biology & Biochemistry 43 (2011) 2200e2207

Références (2)

M. Cannavacciulo, N.Cassagne , V. Riou, P. Mulliez, N. Chemidlin, S. Dequiedt, C.Villenave, H. Cérémonie, D. Cluzeau, D. Cylly, J.-F. Vian, J. Peigné, L. Gontier, L. Fourrié, P.-A. Maron, E.D'oiron Verame, L. Ranjard (2017). Validation d'un tableau de bord d'indicateurs sur un réseau national de fermes en grande culture et en viticulture pour diagnostiquer la qualité biologique des sols agricoles. Innovations Agronomiques 55 (2017), pp 41-54

M. Sturm, G. Eisenbeis (2002). Recovery of the biological activity in a vineyard soil after landscape redesign_A three-year study using the bait lamina method . Vitis 41 (1) (2002), pp 43-45

N.Nassr (2016). Bio-indicateurs du fonctionnement des sols : quel intérêt pour la gestion du carbone et de l'azote dans les sols cultivés ?. RITTMO Agroenvironnement

Annexe 2 : Tableau récapitulatif

Le tableau ci-dessous synthétise les indicateurs et remarques énoncés lors de l'atelier. Pour la colonne « origine de l'information », le DOM et l'organisme sont mentionnés si l'information n'est pas issue d'une recherche bibliographique. Les avantages et inconvénients se focalisent essentiellement sur les paramètres temps et coût des indicateurs.

Source d'information : DOM (Organisme)	Indicateur	Durée des tests (et Fréquence)	Avantages	Inconvénients	Autres remarques
Indicateurs issus des analyses laboratoires					
Guyane (SOLICAZ)	Respiration du sol	> 10 ans Contexte maraîchage : 3 séries de tests sur 10 mois de culture	Peu coûteux : environ 20€ par échantillon Forte répétabilité permise (5 par unité expérimentale) Très sensible Obtention rapide des résultats	Très sensibles aux conditions du milieu, d'où les mesures potentielles. Manque de données pour création de référentiel	Peut aussi donner des indications sur la biomasse microbienne active, le taux de minéralisation. Protocoles et résultats partageables
	Nitrification et Dénitrification	Idem	Idem	Idem	Indicateurs de biodiversité microbienne Protocoles et résultats partageables
Martinique (CIRAD)	Biomasse Microbienne	> 10ans Fréquence des tests dépend du stade de croissance de la plante de service en question		Ne distingue pas ce qui est mort de ce qui est vivant	Protocoles disponibles Tests similaires réalisés en métropole (Cirad, laboratoire des Symbioses Tropicales et Méditerranéennes (LSTM))
	Activité enzymatique	Idem			Idem
	Diversité et abondance des communautés microbiennes (méthode PLFA)	Idem			Idem
Recherche bibliographique et contacts de laboratoires et/ou expérimentateurs	Biomasse fongique		Peu chronophage	Pas de tarif faute d'avoir trouvé un laboratoire réalisant cette analyse	Manque de références pour l'interprétation des résultats
Recherche bibliographique et	Abondance des micro-		Peu chronophage	Pas de tarif faute d'avoir trouvé un	Manque de références pour l'interprétation

contacts de laboratoires et/ou expérimentateurs	arthropodes			laboratoire réalisant cette analyse	des résultats
Recherche bibliographique et contacts de laboratoires et/ou expérimentateurs	Diversité taxonomique des champignons et bactéries		Peu chronophage	Pas de tarif faute d'avoir trouvé un laboratoire réalisant cette analyse	Manque de références pour l'interprétation des résultats
Recherche bibliographique et contacts de laboratoires et/ou expérimentateurs	Indice de structure nématofaune (SI)		Peu chronophage	Coûteux : environ 250€ / échantillon pour une analyse complète de la nématofaune _ pas de détail de prix pour le SI seul)	
Recherche bibliographique et contacts de laboratoires et/ou expérimentateurs	Indice d'enrichissement nématofaune (EI)		Peu chronophage	Coûteux : environ 250€ / échantillon pour une analyse complète de la nématofaune _ pas de détail de prix pour le EI seul)	
Recherche bibliographique et contacts de laboratoires et/ou expérimentateurs	Densité de champignons / Densité de bactéries		Peu chronophage	Pas de tarif faute d'avoir trouvé un laboratoire réalisant cette analyse	
Recherche bibliographique et contacts de laboratoires et/ou expérimentateurs	Patrimoine Biologique / Assurance Ecologique			Chronophage + Prix élevé au regard des nombreuses analyses de terrain et de laboratoire : pas d'estimation de coût précis	
Recherche bibliographique et contacts de laboratoires et/ou expérimentateurs	Coefficient de minéralisation de la MO et de l'Azote		Peu chronophage. L' interprétation peut être plus poussée que pour les autres indicateurs	Moyen (compris dans les analyses courantes)	Fait partie des analyses courantes, des références disponibles
Indicateurs issus de tests de terrain					
Métropole (ITAB)	Test bêche (macroporosité du sol)		Peu coûteux	Chronophage	Peut informer indirectement sur la vie du sol
Recherche bibliographique et contacts de laboratoires et/ou expérimentateurs	Test bêche (verre de terre)		Coût faible (bêche, sceaux et boîtes pour stocker les verres de terre)	Chronophage	Les verres de terre sont les « ingénieurs des écosystèmes » et constituent donc une bonne appréciation de la vie dans le sol
Recherche bibliographique et contacts de laboratoires et/ou expérimentateurs	Biomasse lombricienne (test à la moutarde)		Coût assez faible, mais peut augmenter rapidement avec la répétabilité et le nombre de parcelles (il	Chronophage	Les verres de terre sont les « ingénieurs des écosystèmes » et sont donc une bonne appréciation de la vie

			faut 300g de moutarde par répétition, soit entre 12 et 20€ par parcelle élémentaire)		dans le sol
Recherche bibliographique et contacts de laboratoires et/ou expérimentateurs	Bait Lamina Test			Chronophage, coût élevé : 5000€ pour 1200 lamelles et la quantité de substrat associée pour 9 parcelles élémentaires, protocole encore en cours d'amélioration	Interprétation qui peut être encore limitée, peu de références
Présentation basée sur une recherche bibliographique et contacts de laboratoires et/ou expérimentateurs	Tea Bag Index		Peu chronophage, peu coûteux (environ 20€ pour 10 parcelles élémentaires)	Protocole encore en cours d'amélioration	Interprétation qui peut être encore limitée, peu de références