“ Et si les organismes du sol avaient quelque chose à vous dire ? ”

ELISOL
ENVIRONNEMENT

L’EXPERTISE BIOLOGIQUE DE VOS SOLS

L'entreprise

INFORMATIONS GENERALES

ELISOL environnement est une société à responsabilité limitée créée en 2011 inscrite au registre du commerce de Nîmes (RCS Siren : 530676360).

Nous sommes un bureau d'étude spécialisé dans la biologie du sol, un laboratoire d'analyses nématologiques et un centre de recherche et de développement.

NOS PRESTATIONS

Caractérisation de l'état du sol et de son fonctionnement biologique

- ✓ Outil de surveillance de la qualité du sol basé sur l'analyse de la diversité d'organismes microscopiques bio-indicateurs, caractérisation de la nématofaune du sol
- ✓ Dans certains contextes, ces études peuvent être complétées par le suivi d'autres organismes bio-indicateurs *in situ* : macrofaune, vers de terre, microorganismes, et de tests écotoxicologiques sur *C. elegans*

Protection des cultures:

- ✓ Analyses phytonématologiques : détection, identification morphologique, quantification des nématodes phytoparasites du sol, des racines et autres substrats et kystes de nématodes
- ✓ Conseil à la mise en place et au suivi d'expériences.

Formations en biologie du sol théoriques et pratiques destinés aux professionnels (organisme enregistré sous le n°76 30 03 92 530)

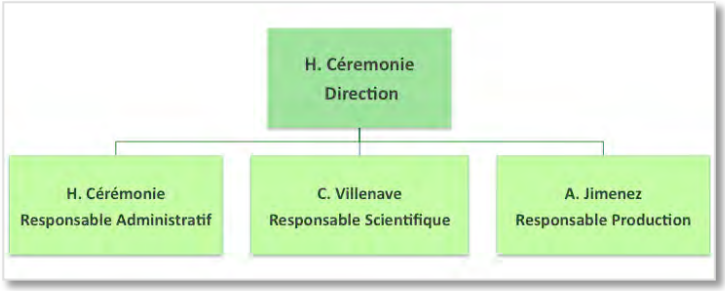
L'EQUIPE ET ORGANISATION INTERNE

L'équipe a un niveau de formation élevé et un ensemble de compétences professionnelles adaptées au domaine de développement de l'entreprise:

H. Cérémonie: Docteur en pharmacie et Docteur en écologie microbienne;

C. Villenave: Ingénieur Agronome (INA-PG) et Docteur en productions végétales et écologie générale;

A. Jimenez: Master 2 biodiversité des interactions microbiennes et parasitaires.



NOS VALEURS

La création d'ELISOL environnement résulte de la volonté de 3 scientifiques d'agir concrètement dans le domaine du développement durable, en transmettant les connaissances et valorisant des résultats de la recherche publique permettant de prendre en compte la qualité des sols pour un aménagement durable du territoire.

Notre volonté est de travailler, dans la confiance, en maintenant une excellence scientifique dans tous nos projets.

Une entreprise innovante

UNE ECO-TECHNOLOGIE INNOVANTE

En France, ELISOL environnement est le premier laboratoire à proposer des analyses du fonctionnement biologique des sols, basées sur l'étude de communautés d'organismes pluri-cellulaires, bio-indicateurs, présents dans le sol.

Prix dans des concours de création d'entreprise et d'innovation:
2011 : Lauréat du concours Cré'Acc dans la catégorie « Création au féminin »
2012 : Lauréat du Tremplin InnovEco sur le thème « Sols et Alimentation »
2012 : « Coup de cœur » du Jury du Concours Entreprise & Environnement

UNE ENTREPRISE INNOVANTE

ELISOL environnement a été soutenue depuis sa création par la région Languedoc Roussillon et Montpellier Agglomération par le biais de leurs structures d'accompagnement aux entreprises innovantes :

- l'incubateur Languedoc Roussillon Incubation (LRI),
- le Business Innovation Center (BIC),
- AgroValo Méditerranée.

La société a le statut de Jeune Entreprise Innovante ; elle développe et améliore ses offres par un programme de recherche & développement interne.

Languedoc Roussillon Incubation

Montpellier Agglomération

la Région Languedoc Roussillon

AGREMENT C.I.R.

ELISOL environnement est agréée par le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche comme organisme de recherche privé pour la période 2016-2018. Cet agrément permet aux entreprises nous confiant des études R&D de bénéficier d'une réduction de leur impôt société au titre du Crédit Impôt Recherche.

NOS PARTENAIRES

ELISOL environnement valorise des travaux de recherche publique et essaime de l'Unité Mixte de Recherche Eco & Sols (IRD, INRA, CIRAD et SupAgro) de Montpellier.
Elle entretient des relations privilégiées avec des laboratoires de recherches et des instituts de recherche.

ECO&SOLS

IRD Institut de Recherche pour le Développement FRANCE

INRA

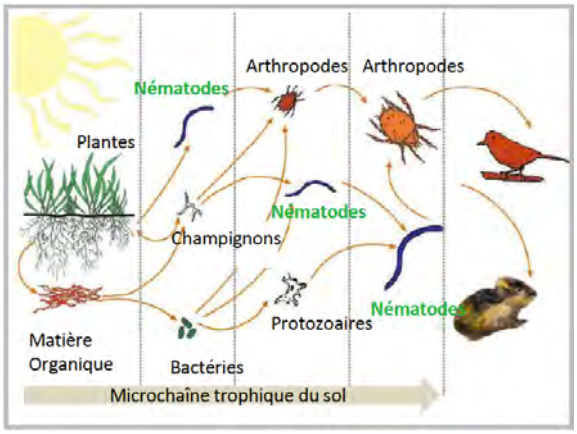
Montpellier SupAgro

La bioindication de la qualité des sols : qu'est-ce que la nématofaune ?

L'INDICATEUR

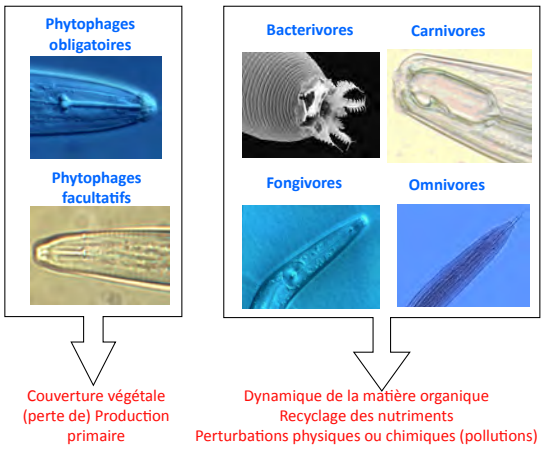
Le bioindicateur « nématofaune » correspond à l'ensemble des nématodes du sol. Les nématodes sont des organismes vermiformes microscopiques, de l'ordre d'1 millimètre de longueur.
Cet indicateur répond aux 4 règles qui définissent un bon indicateur: pertinence, fiabilité, sensibilité et reproductibilité.

ROLE ECOLOGIQUE DES NEMATODES DANS LE SOL



Leur intérêt en tant que indicateurs de l'état du sol est lié à la prise en compte de la communauté des nématodes dans son ensemble et, également aux caractéristiques intrinsèques de ces organismes:
- *Ubiquité* : ils sont présents dans tous les milieux, sous tous les climats, à toutes les latitudes ;
- *Abondance* : dans un sol ordinaire, il y a souvent plus d'1 million de nématodes par m^2
- *Grande diversité taxonomique et fonctionnelle* cette diversité peut être appréhendée par l'identification des 70 familles majeures ;
- *Rôle clé dans la chaîne trophique*, en particulier, rôle de régulateurs des micro-organismes ;
- *Sensibilité* aux conditions du milieu et aux perturbations physiques ou chimiques.

D'un point de vue fonctionnel, les nématodes peuvent être distingués selon leur comportement alimentaire dans le sol. Chacun des groupes trophiques reflète une des fonctionnalités du sol :
- les nématodes **PHYTOPHAGES** renseignent sur la nature et l'état de la couverture végétale et, éventuellement, le risque de perte de rendement ;
- les nématodes microbivores, **BACTERIVORES** et **FONGIVORES,** renseignent sur le compartiment microbien, la dynamique de la matière organique et le recyclage des nutriments ;
- les nématodes de niveaux trophiques supérieurs, **OMNIVORES** et **CARNIVORES**, reflètent les perturbations physiques ou chimiques du milieu.



LES ANALYSES

L'analyse nématofaunique est réalisée à partir d'échantillons composites de sol de petite taille : 300 à 500g. Les échantillons doivent être traités dans les 15 jours qui suivent leur prélèvement car l'analyse nécessite que les nématodes soient vivants. Au laboratoire, les nématodes sont extraits du sol par élutriation avant d'être dénombrés sous loupe binoculaire. Ils sont identifiés (familles et/ou genres) par microscopie optique.
Ce processus permet d'obtenir un tableau d'abondance des différents taxons de nématodes servant de base pour le diagnostic.
Sur la base de la composition et de l'abondance de la nématofaune du sol, des indices sont calculés:
- **SI** : Indice de Structure qui reflète la stabilité du milieu, plus il est élevé moins le milieu est perturbé.
- **EI** : Indice d'Enrichissement qui donne une indication sur la dynamique des éléments nutritifs.
- Trois autres indices, le **MI** (Indice de Maturité), le **PPI** (Indice des nématodes PhytoPhages) et le **IVD** (Indice des Voies de Décomposition de la matière organique) sont également utilisés pour déterminer l'effet de différentes perturbations / stress / pratiques sur le sol.

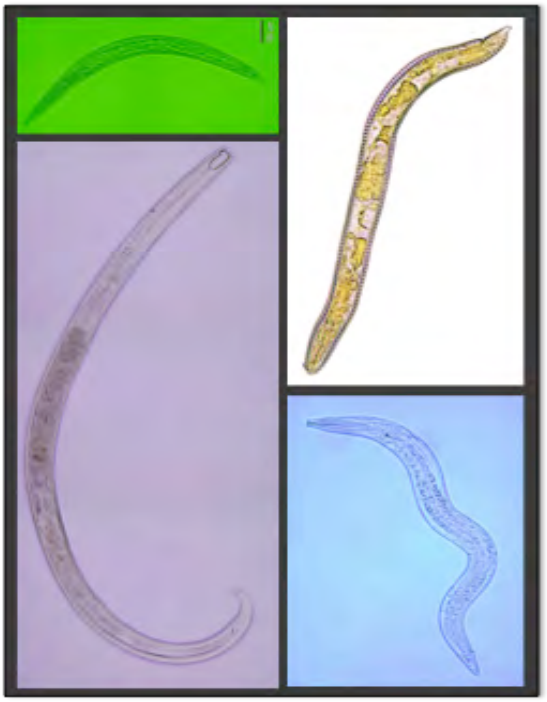
Chaque sol est donc caractérisé par les abondances des différents groupes fonctionnels de nématodes et par des indices nématofauniques.

La bioindication de la qualité des sols : pourquoi la nématofaune ?

APPROCHE UNIQUE EN FRANCE

L'approche développée par ELISOL environnement est basée sur l'analyse de la nématofaune du sol (communauté des nématodes). La méthode est **normalisée (NF ISO 23611-4 : Qualité du sol)**.

Ces études reposent sur une expertise taxonomique et scientifique possédée exclusivement, en France, par ELISOL environnement, valorisant plus de 15 ans de travaux de recherche.



CONTEXTES D'UTILISATION

La nématofaune est un **outil d'évaluation de la qualité du sol *in situ*** qui peut être comparé aux bioindicateurs utilisés pour la surveillance de la qualité de l'air (lichens) et de l'eau (macro-invertébrés).

Ce bioindicateur est un outil de surveillance/suivi et d'aide à la décision dans des contextes de protection, restauration, conservation des sols.

AVANTAGES

- ✓ **Seul bioindicateur de la qualité du sol** actuellement du commercialisé en France, expliquant le fonctionnement biologique du sol par l'analyse de sa biodiversité.
- ✓ **Opérationnel et facilement appropriable par les gestionnaires de sites**

L'échantillonnage peut se faire toute l'année ; le printemps et l'automne sont cependant les périodes les plus favorables. L'analyse de la nématofaune du sol requière une faible quantité de sol (300 à 500g) par échantillon. Le prélèvement est simple, rapide et peut être réalisé sur tout type de sols.

- ✓ **Détection de perturbation physique et chimique**

Les analyses de la nématofaune apportent un éclairage différent et complémentaire des mesures physico-chimiques couramment pratiquées.

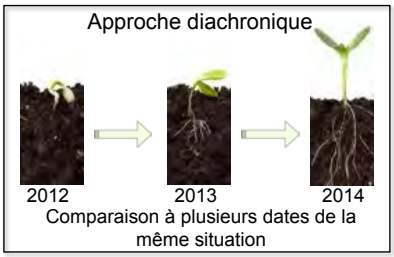
- ✓ **Référentiel d'interprétation**

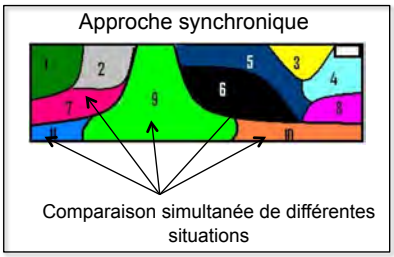
Une analyse de la nématofaune du sol peut être utilisée pour caractériser le fonctionnement biologique du sol sur un site en utilisant le référentiel issu des études existantes (référentiel ELIPTO©) et implémenté en continu par les résultats de nouvelles études.

Ces études de bio-indication atteignent leur plein potentiel lorsque :

(1) différentes modalités sont comparées simultanément dans un même contexte pédo-climatique : étude synchronique (ex : sol à surveiller versus sol témoin),

(2) une situation est étudiée à plusieurs dates successives pour évaluer son évolution: étude diachronique.





Bioindication : application à une problématique agricole

Objectif de l'étude : L'objectif de cette étude est de comparer, par des mesures qualitatives et quantitatives, l'impact de mode de culture et l'influence des variétés, sur le fonctionnement bioloqique du sol sous verger.

Description de l'étude : Le dispositif agricole étudié est un verger de pommiers de la vallée du Rhône (station INRA) cultivé depuis 5 ans selon trois modes de conduite : RAISONNEE (R : agriculture raisonnée + fertilisation minérale), BIOLOGIQUE (B : produits phytosanitaires biologiques + amendement organique) et ECONOME (E : faibles intrants phytosanitaires + fertilisation minérale). De plus, deux variétés sont présentes sur l'essai: la variété Smoothee qui est sensible à la Tavelure (maladie importante des pommiers) et la variété Ariane, beaucoup moins sensible; la variété Smoothee nécessite plus de traitements phytosanitaires pour garantir une production de qualité.

Les Résultats de l'étude : En conduite RAISONNEE, plus d'éléments nutritifs sont disponibles dans le sol qu'avec les deux autres conduites (cf Indice d'Enrichissement EI). La conduite ECONOME permet quant à elle le développement d'une micro-chaîne trophique plus complexe et longue (sol plus stable) que les 2 autres conduites (Indice de Structure SI) (figure 1).

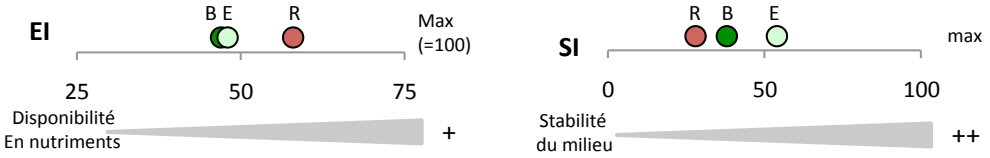


Figure 1 : Indice d'Enrichissement (EI) et Indice de Structure (SI)

La nématofaune révèle des répercussions négatives, mesurables sur la vie du sol selon la conduite de verger associée à la variété Smothee : réduction de l'abondance des micro-régulateurs et augmentation des bio-agresseurs. L'utilisation accrue de pesticides, avec la variété Smoothee sensible à la tavelure, induit en effet plus de nématodes phytoparasites et moins de nématodes libres (sauf en conduite raisonnée) que la variété Ariane comme l'illustre la figure 2.

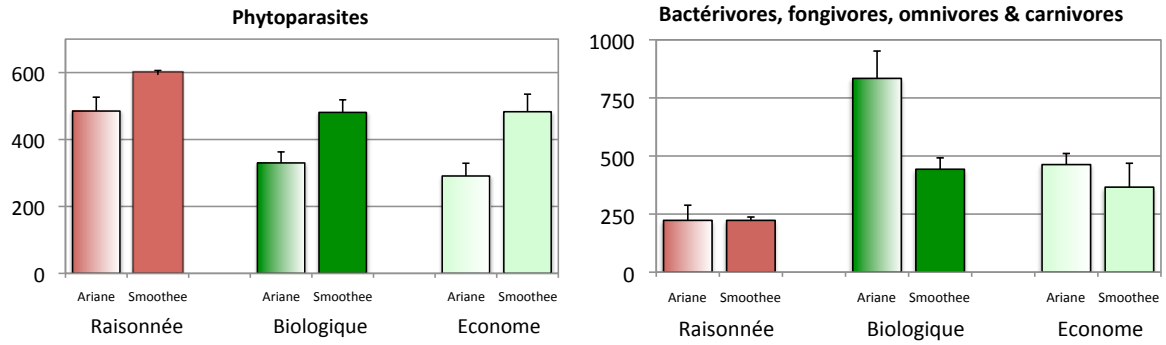


Figure 2 : Abondance (individus pour 100g de sol sec) des nématodes phytoparasites du sol et des nématodes libres (c'est à dire les nématodes bactérivores, fongivores, omnivores & carnivores)

Bilan de l'étude : L'indicateur « Nématofaune » (l'abondance des différents groupes de nématodes, et des indices nématofauniques (EI et du SI) permet de quantifier les effets des différents types de conduites (raisonnée, biologique, économe) dans un verger, ainsi que les conduites liées aux variétés de pommiers, sur le fonctionnement biologique du sol. Ainsi, cet indicateur peut servir d'outil d'aide à la décision lors de l'évaluation de pratiques agricoles.

Villenave, C, 2012. Analyse de la nématofaune comme bio-indicateur de l'état du sol. Rapport final du Projet Bio-indicateur ADEME.

Bioindication : application à une problématique de terrains contaminés

Objectif de l'étude : Cette étude avait pour objectif de tester la sensibilité de la nématofaune du sol, au regard du niveau de contamination sur un site multi-contaminé (contaminations métalliques).

Descriptif de l'étude : L'étude a été conduite dans la zone de contamination d'une ancienne usine métallurgique dont les retombées de poussières ont engendré une contamination essentiellement pluri-métallique des sols sur plusieurs kilomètres alentours.

A gauche : Illustration du gradient de contamination autour de l'ancienne usine

A droite: végétation boisée présente sur les sites d'études

Résultats : Quatre bois (plantations plurispécifiques) situés à des distances croissantes de la source de contamination ont été étudiés (1) bois fortement contaminé (principaux polluants : [Pb]= 2 500 ppm - [Cd]= 35 ppm), (2) bois moyennement contaminé ([Pb]= 725 ppm - [Cd]= 13 ppm), (3) bois faiblement contaminé ([Pb]= 325 ppm - [Cd]= 5 ppm) et (4) bois témoin ([Pb]= 50 ppm - [Cd]= 1 ppm). Dans chacune de ces 4 situations, la nématofaune a été étudiée dans 4 échantillons composites de sol.

Comme l'illustre la figure 2, l'analyse de l'abondance des trois grands types de nématodes du sol montre que :

- l'abondance de tous les types de nématodes diminue de manière graduelle lorsque la concentration augmente
- les nématodes omnivores et carnivores, qui sont des organismes connus pour leur sensibilité aux polluants, sont présents à des densités très faibles pour les trois sites contaminés par rapport au site témoin.

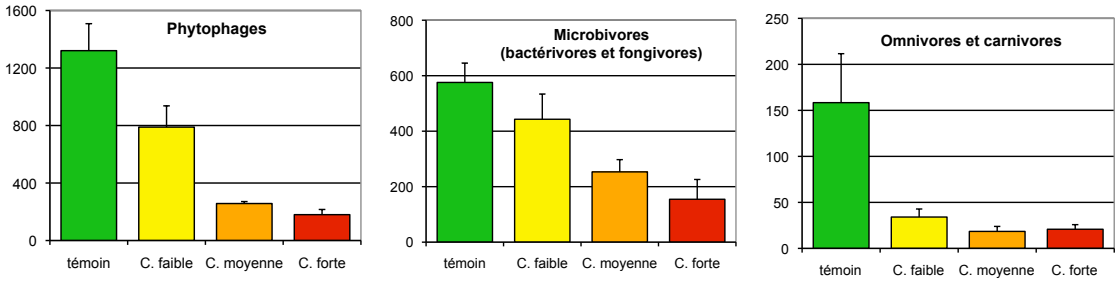


Figure 2 : Abondance (individus pour 100g de sol sec) des trois grands types de nématodes du sol

L'Indice de Structure (SI) permet de distinguer le bois témoin des bois contaminés (figure 3). En effet, le SI est plus élevé pour le bois témoin que les bois contaminés. Cet indice, calculé en tenant compte de l'abondance relative des différentes guildes fonctionnelles de nématodes, indique que le bois témoin présente une communauté de nématodes plus complexe où des taxons fragiles sont présents.

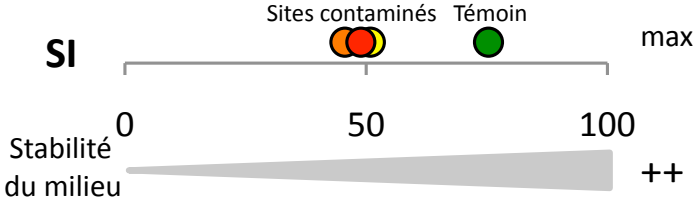


Figure 3 : Indice de Structure (SI)

Bilan de l'étude de cas « Site contaminé »:

L'indicateur « Nématofaune » est pertinent pour l'évaluation de l'état du sol dans le contexte des terrains contaminés : l'analyse simultanée de l'abondance des différents groupes de nématodes et du SI permet de mettre en évidence une dégradation de l'état biologique du sol lorsque la contamination métallique augmente ; cette dégradation est graduelle seulement pour certains paramètres.

Villenave, C, 2012. Analyse de la nématofaune comme bio-indicateur de l'état du sol. Rapport final du Projet Bio-indicateur ADEME.

ANALYSE DE LA NEMATOFAUNE DU SOL (norme ISO NF 23611-4)

Référence client:
Référence ELISOL:
Client:
Site:
Occupation:

Date de réception de l'échantillon:
Date d'envoi des résultats:

Fiche n°:

Nématodes libres: bactérivores + fongivores + omnivores + carnivores

0 2 4 6 8 10 12 14 individus par gramme de sol sec

votre échantillon

La densité de nématodes libres renseigne sur la qualité de l'habitat et la teneur en matière organique (peu de nématodes, peu de ressources ou habitat perturbé).

Nématodes phytophages se nourrissant des racines des végétaux

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 individus par gramme de sol sec

votre échantillon

Une forte abondance de nématodes phytophages est l'indicateur d'une forte productivité végétale. Mais contrairement aux nématodes libres qui sont tous bénéfiques pour les sols, certains nématodes phytophages sont des ravageurs (voir paragraphe genres phytoparasites).

Indice des voies de décomposition de la matière organique (IVD)

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

votre échantillon

IVD proche de 0: voie de décomposition fongique dominante
IVD proche de 100: voie de décomposition bactérienne dominante

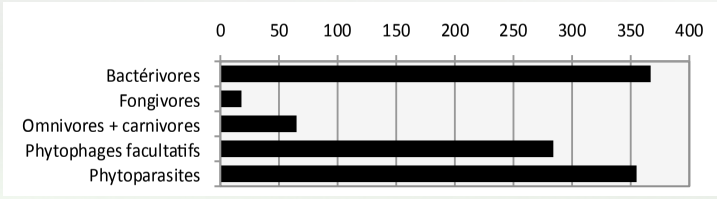
**IVD= NCR, Nematode Channel Ratio en anglais*

Bilan

Sol peu actif renfermant peu de diversité biologique	Sol moyennement actif	Sol vivant et actif renfermant une importante diversité

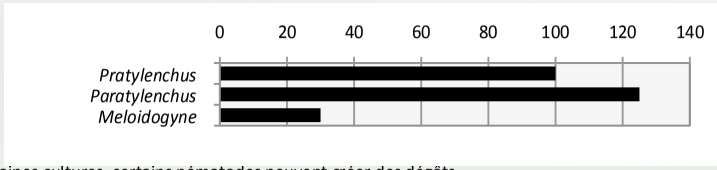
votre échantillon

Abondance des différents groupes trophiques de nématodes (nb /100 g de sol sec)



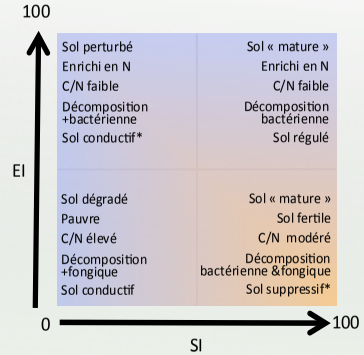
Abondance des genres majeurs de nématodes phytoparasites présents

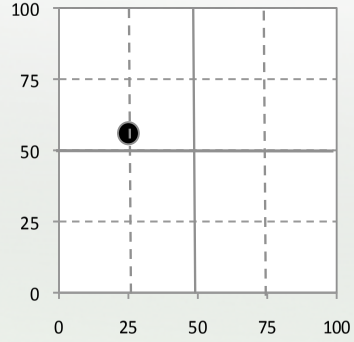
(nb /100 g de sol sec)



Sur certaines cultures, certains nématodes peuvent créer des dégâts.
Le symbole ✦ indique lorsque la valeur seuil connue pour le couple espèce végétale x nématode est atteinte

Diagnostic du réseau trophique du sol





SI : Indice de Structure, il reflète la stabilité du milieu. Plus SI est élevé, moins le milieu est perturbé

EI : Indice d'Enrichissement, il donne une indication sur la dynamique des nutriments.
EI augmente avec la disponibilité en éléments nutritifs

*Un sol suppressif est un sol qui ,grâce à sa diversité biologique, limite l'expression des micro-organismes pathogènes présents dans le sol au contraire d'un sol conductif.

Commentaires: Ce sol se caractérise par une activité biologique réduite (nématodes libres peu abondants) et une faible diversité fonctionnelle (Indice de Structure-SI- faible). Le labour récent a sans doute été le facteur perturbateur pour les organismes sensibles du sol. La communauté est dominée par les organismes peu fragiles (résistants aux perturbations physiques et/ou chimiques), indicateurs de conditions médiocres. Les nématodes phytoparasites sont peu abondants, en lien avec le faible développement de la couverture végétale.

Exemple d'une fiche de rendu de résultat d'une analyse de la nématofaune du sol pour un site agricole

ELIPTO : une base de donnée dédiée aux nématodes du sol

INFORMATIONS GENERALES

ELIPTO© est le premier Système d'Information Environnemental (SIE) permettant de stocker, traiter, communiquer des analyses de la nématofaune du sol. Cette application, dont l'intégralité des fonctionnalités est accessible via internet, est protégée en protection intellectuelle à l'Agence pour la Protection des Programmes sous le n° I.D.D.N. :

IDDN.FR.001.150001.000.S.P.2015.000.10.0300

L'architecture de l'application est une architecture multicouches: MVC - Model View Control qui offre un degré élevé de flexibilité pour développer et exploiter l'application. Le serveur de base de données utilisé est : PostgresSQL.

UNE BASE DE DONNEES

ELISOL environnement a développé, avec ELIPTO, une base de données unique d'analyses de la nématofaune des sols, à vocation bio-indication et à vocation phytoprotection, qui a pour objectif de centraliser l'ensemble des données de la littérature ainsi que des analyses propres de la société.

Cette base de données thématique d'analyses nématofauniques est complétée des données concernant le contexte et l'environnement associés à chacunes des analyses biologique : localisation, le climat, la physico-chimie du sol (physico-chimie classique et polluants), l'occupation du sol, le mode d'usage des sols, les pratiques agricoles, l'historique du site, etc.

DES REFERENTIELS D'INTERPRETATION

Cette base permet de stocker les données de caractérisation de la nématofaune des sols (taxonomique, fonctionnelle) mais également de générer des référentiels d'interprétation des analyses nématofauniques selon le contexte (exemple : parcelles agricoles ; sites industriels ; espaces naturels…) et selon les cultures / pratiques.

L'utilisation de ces référentiels « sur mesure » apportent de la robustesse aux conclusions des analyses nématofauniques nouvellement réalisées et constitue un élément central dans l'amélioration de la pertinence des analyses nématologiques.

UN EXEMPLE DE SORTIE

Actuellement la base de donnée contient plus de 6 000 analyses environnées, provenant de 20 pays. Elle est encore en développement dans le cadre du projet DANE (2016-2018), projet accompagné par le Programme d'Investissement d'Avenir, initiative PME : Eau et Biodiversité.

Exemple de carte issue de ELIPTO *montrant la localisation des analyses disponibles dans la base pour la requête réalisée. Les nombres affichés correspondent aux analyses disponibles regroupés selon un découpage géographique adapté à l'affichage.*

La version V1.0 de l'application ELIPTO a été développée grâce à l'aide de la région Languedoc-Roussillon

Nos prestations en phytonématologie

SPECIALISTE en NEMATOLOGIE

ELISOL réalise des analyses phytonématologiques.

Plusieurs types d'analyses phytonématologiques sont proposées en fonction :

- ✓ du matériel à analyser : sol, racines, bulbes, solutions aqueuses, parties aériennes, graines,
- ✓ du besoin: détection, quantification,
- ✓ du contexte d'étude : état des lieux, aide au diagnostic, expérimentation,
- ✓ des nématodes phytoparasites suivis ou recherchés : tous les phytoparasites, genre d'intérêt, espèce d'intérêt,
- ✓ du stade de développement du nématode : vermifome, kyste

Il n'existe donc pas une analyse phytonématologique mais des analyses phytonématologiques, ni une méthode mais des méthodes d'extraction / d'Identification / de quantification des nématodes.

En préalable à toute analyse, les conditions de prélèvement, de conditionnement et d'envoi des échantillons (documents ELISOL MOE), spécifique à votre demande peuvent :

- vous être envoyées par email sur simple demande
- être téléchargées à partir du site internet www.elisol.fr

DES EQUIPEMENTS ADAPTES

ELISOL environnement réalise ses analyses dans un laboratoire spécialisé en nématologie et a la possibilité de traiter les échantillons le nécessitant dans un laboratoire agrée L2 qui autorise la manipulation:

- Des organismes de quarantaine
- Des sols provenant de tout pays du monde (hors CEE) après demande auprès des services concernés***.

De plus, un accès à une serre S2 permet de réaliser des expériences sur des plantes en pot.

Criconematidae

Pratylenchus sp

***Si vous souhaitez nous confier l'analyse d'échantillons ayant une provenance hors CEE, nous vous ferrons parvenir un formulaire à remplir pour obtenir la LOA (lettre officielle d'autorisation) de la DRAAF OCCITANIE nécessaire pour importer ces échantillons.

Les analyses proposées en routine

Les analyses sont basées sur une identification morphologique des nématodes préalablement extraits d'échantillons de sol ou de substrat végétal selon les méthodes officielles : MOA 12, MO13A et B (*Ditylenchus dipsaci et destructor*), et Modes opératoires internes.

ANALYSES MORPHOLOGIQUES			
Analyses	Références	Substrats	Descriptif
Tous les nématodes phytoparasites vermiformes	Phy-S	Sol	Une analyse consiste en la **quantification** de tous les nématodes phytoparasites présents. Exemple : *Helicotylenchus spp, Hemicycliophora spp, Heterodera spp, Longidorus spp, Meloidogyne spp, Paratylenchus spp, Pratylenchus spp, Rotylenchus spp, Trichodorus psp, Tylenchorhynchus spp, Xiphinema psp, etc….*
	Phy-V	Racine	
	Phy-L	Eaux, Nématodes extraits	
Analyse centrée sur 1 genre	G-S	Sol	Il est possible de ne quantifier qu'un genre particulier que vous nous aurez indiqué
	G-V	Racine/Parties aériennes	
Analyse centrée sur 1 espèce	E-S	Sol	Une analyse consiste en la quantification d'une espèce particulière que vous nous aurez indiqué. Nous vous encourageons à nous contacter directement afin que nous puissions vous précisez, au cours d'une conversation téléphonique, ce que nous pouvons réaliser.
	E-V	Racine	
	Xi-S	Sol	Une analyse consiste en la quantification de ***Xiphinema*** (nématode vecteur du virus du court noué en vigne) au niveau de l'espèce
	Di-V	Bulbe/Graine/Parties aériennes	Une analyse consiste en la Détection de ***Ditylenchus dipsaci***
Kystes de nématodes	Ky-S	Sol	Une analyse consiste, selon la demande, en la quantification des kystes de nématodes au niveau du genre *Globodera* sp ou *Heterodera sp*

Cas particulier : *Xiphinema*

La recherche des nématodes appartenant au genre *Xiphinema* en vigne, en raison de la particularité de ce nématode (vie en profondeur, fragilité, grande taille) ne peut être réalisée simultanément à celle des autres nématodes et doit faire l'objet d'une analyse particulière.

Cas des espèces de *Meloidogyne* :

L'identification au niveau de l'espèce des nématodes appartenant au genre *Meloidogyne* ne peut être réalisée par identification morphologique, une analyse moléculaire peut être réalisée pour détecter certaines espèces de *Meloidogyne*; nous pouvons mettre en place ces analyses moléculaires (détection par PCR quantitative) sur demande.

Evaluation des effets de substances actives sur les nématodes phytoparasites

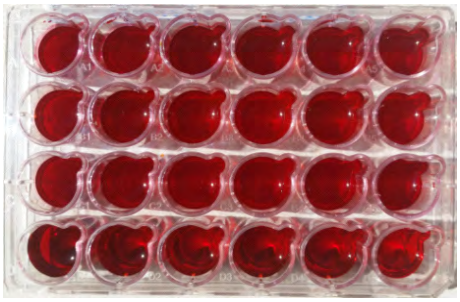
CONTEXTE

Spécialiste en nématologie, ELISOL environnement a développé des outils adaptés aux différentes étapes du développement de produits nématicides (du laboratoire au champ) destinés aux acteurs de la protection des cultures.

ELISOL environnement peut vous accompagner dans les contextes suivants :

- Identification de nouvelles molécules ou extraits actifs sur nématodes phytoparasites,
- Extension d'usage d'un produit existant.

NOS OFFRES



Détection de substances (extraits, molécule, produit..) actives

Test de criblage CRI: Détermination de l'effet nématicide et/ou nématostatique sur les nématodes phytoparasites au moyen d'un test moyen débit permettant de tester un nombre important de produits avec une réponse de type oui/non.

Identification des doses actives

Test DL50: Quantification des taux de mortalité en fonction de la concentration pour un produit nématicide

Test QI: Quantification des taux d'immobilisation et de réversibilité de la mobilité en fonction des concentrations pour un produit nématostatique

Tests en serre

Essai EP : Quantification de l'effet protecteur des produits pré-testés en microcosmes de sol sur plantes en serre: modèle *Meloidogyne javanica* / tomate

Test au champ : suivi quantitatif d'essai en conditions réelles

Analyse Phy-G : Suivi quantitatif d'un genre ciblé de nématode phytoparasite dans un essai conduit au champ

Analyse Phy-S : Suivi quantitatif de la communauté des nématodes phytoparasites dans un essai conduit au champ

LES NEMATODES MODELES :

Les tests peuvent être utilisés avec le nématode à galles ***Meloidogyne javanica,*** nématode multiplié en élevage par ELISOL environnement, ou sur les nématodes à kystes ***Heterodera schachtii*** (nématode parasite de la betterave) et ***Helerodera carotae*** (nématode parasite de la carotte).

Les tests de criblage peuvent être réalisés sur les juvéniles (forme infestante) des trois modèles de nématodes phytoparasites et sur les œufs de *M. javanica*.

Les tests en sol sont réalisés avec un sol de référence choisi pas ELISOL environnement.

Contactez nous si vous êtes intéressés par des tests utilisant d'autres nématodes phytoparasites.

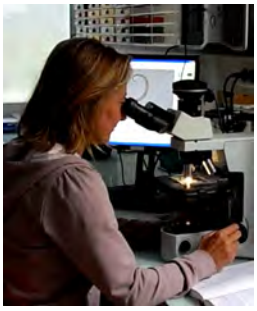
AGREMENT CREDIT IMPOT RECHERCHE (CIR)

ELISOL environnement est agréée par le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche comme organisme de recherche privé. Cet agrément permet, dans la mesure où l'étude réalisée entre dans un programme R&D, de bénéficier d'une réduction de l'impôt société au titre du Crédit Impôt Recherche.

Des locaux adaptés et des méthodes reconnues

LOCAUX

ELISOL environnement, après avoir été hébergé pendant trois ans sur le Campus de La Gaillarde de Montpellier SupAgro, a créé son propre laboratoire, à Congénies dans le Gard.

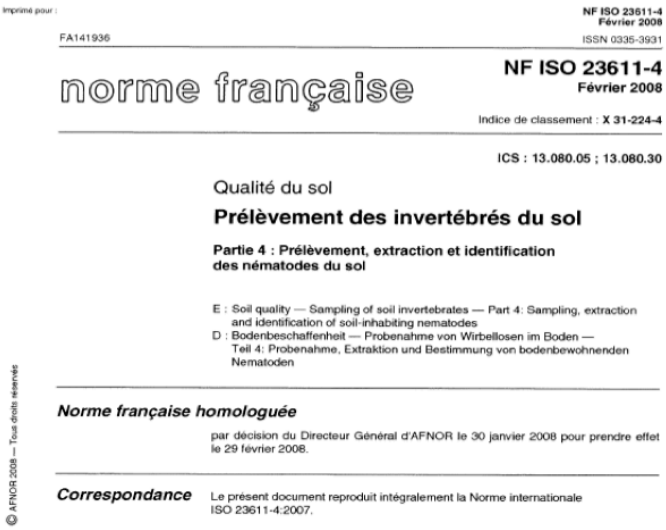


Les échantillons sont réceptionnés au laboratoire ; les nématodes sont extraits du sol par élutriation (photo de gauche : éutriateur d'Oostenbrink).
Les nématodes sont ensuite dénombrés et identifiés.

Les analyses sont réalisées dans un **laboratoire spécialisé en nématologie** et, si nécessaire dans un laboratoire confiné de type L2 permettant de traiter :

(1) des échantillons de sol contenant potentiellement des nématodes de quarantaine,
(2) des échantillons de sols ayant une provenance extra-européenne.

METHODES



Imprimé pour : FA141936

NF ISO 23611-4
Février 2008

ISSN 0335-3931

norme française

NF ISO 23611-4
Février 2008

Indice de classement : X 31-224-4

ICS : 13.080.05 ; 13.080.30

Qualité du sol

Prélèvement des invertébrés du sol

Partie 4 : Prélèvement, extraction et identification des nématodes du sol

E : Soil quality — Sampling of soil invertebrates — Part 4: Sampling, extraction and identification of soil-inhabiting nematodes
D : Bodenbeschaffenheit — Probenahme von Wirbellosen im Boden — Teil 4: Probenahme, Extraktion und Bestimmung von bodenbewohnenden Nematoden

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général d'AFNOR le 30 janvier 2008 pour prendre effet le 29 février 2008.

Correspondance Le présent document reproduit intégralement la Norme internationale ISO 23611-4:2007.

© AFNOR 2008 — Tous droits réservés

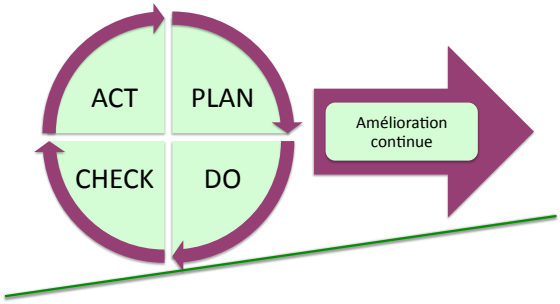
- Norme NF ISO: 23611-4 (2008) «Qualité du sol — Prélèvement des invertébrés du sol — Partie 4: Collection, extraction et identification des nématodes du sol ».

- Méthode officielle MOA012 « Extraction, détection et identification morphobiométrique des nématodes phytoparasites » définie par le laboratoire de référence ANSES-LSV du Rheu.

- Méthodes officielles spécifiques MO 13 A : Détection du genre *Ditylenchus* sur sols, substrats et organes végétaux et MO13B Identification morphométrique de *Ditylenchus dipsaci* et *D. destructor.*

MANAGEMENT DE LA QUALITE

Nous avons choisi de nous doter d'un Système de Management de la Qualité solide et efficace.
Dans ce but, ELISOL environnement a adopté dès 2012 un fonctionnement en adéquation avec la norme **ISO 9001** (système de management de la qualité) en mettant la relation client au cœur de ses préoccupations. Ce management permet le suivi et l'amélioration des services et des performances.



Voici quelques principes de fonctionnement préconisé dans la norme ISO 9001:2008 qui nous tiennent à cœur :

- l'orientation client du système de management,
- une organisation selon une approche processus,
- l'amélioration continue qui doit être un objectif quotidien.

ELISOL environnement

Créée en mars 2011, une SARL valorise les travaux réalisés à l'IRD sur certains organismes microscopiques du sol qui composent la nématofaune du sol.

Calculer des indices d'état de santé des sols à partir de petits vers qui y vivent pour proposer aux entreprises des diagnostics dans ce domaine. L'idée, directement issue des recherches menées par l'UMR *Eco & Sols*, est à la base d'Elisol environnement, société de conseil et de services née cette année. Convaincues d'un marché potentiel dans ce domaine, trois scientifiques[1] se sont lancées dans l'aventure de la création d'entreprise sur leurs fonds propres. « *Le déclic s'est fait lorsque Hélène Cérémonie cherchait en vain un laboratoire capable de pratiquer des analyses afin de valider sa technique de désinfection des organismes nuisibles du sol par l'électricité* », confie Cécile Villenave, ex-chercheuse de l'IRD et responsable scientifique de la jeune société. « *Les analyses pratiquées mesurent l'abondance et la diversité de ces vers appelés nématodes, qu'ils soient parasites de plantes ou interviennent à d'autres niveaux de la chaîne alimentaire*[2] », explique-t-elle. L'étude de cette communauté reflète donc bien plus que la diversité au sein des nématodes, elle renseigne sur certaines capacités fonctionnelles du sol, paramètres incontournables pour établir les diagnostics attendus.

Ceux-ci s'adressent potentiellement à trois types de clients. D'une part, l'aspect phytoprotection intéresse les filières agricoles, les interprofessions agricoles et les agriculteurs eux-mêmes. D'autre part, les indicateurs biologiques de qualité du sol s'adressent aux bureaux d'étude et aux entreprises qui doivent évaluer l'impact d'activités industrielles ou l'effet de stratégies de réhabilitation sur des écosystèmes. Enfin, agriculteurs et scientifiques engagés dans l'intensification écologique ou l'agriculture de conservation, pratiques qui tirent parti des propriétés biologiques des agro-systèmes, sont également preneurs. « *Le projet mené avec l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Ener-*

Acteurs

GreenNews Techno

23 septembre 2011 N°40

© Green News Techno

Start-up

Elisol Environnement met les nématodes à l'honneur

Il existe aujourd'hui très peu d'experts en France étudiant les nématodes, des vers microscopiques présents par millions dans les sols. Or, cette connaissance s'avère indispensable pour évaluer le fonctionnement biologique des sols et certains risques de dégâts pour les cultures, mais pourrait être utilisé comme un outil de bioindication très pertinent pour le suivi des sols pollués ou en réhabilitation. D'où l'idée de trois scientifiques, dont Cécile Villenave, ex-chercheuse de l'IRD (UMR Eco & Sols à Montpellier) et experte reconnue de ce domaine, de créer en mars dernier une société consacrée à ce sujet. Il s'agit d'offrir un service de caractérisation des nématodes présents dans le sol permettant d'en déduire des informations sur l'état du sol. Concrètement, Elisol Environnement est capable de dénombrer les nématodes, mais aussi de déterminer leurs groupes trophiques : bactérivores, fongivores, carnivores, omnivores ou phytophages etc. L'intérêt de l'étude de la diversité trophique est ainsi d'avoir une vision globale de la micro-chaîne trophique du sol (s'il n'y a pas de fongivores, c'est qu'il n'y a pas de champignons...) et donc des informations sur les voies de dégradation de la matière organique, c'est-à-dire des capacités fonctionnelles du sol. Si on trouve beaucoup de nématodes et une grande diversité, on peut en déduire un bon état du sol. En revanche, l'émergence d'un déséquilibre n'est pas bon signe, puisque par exemple, cela peut être le reflet d'une croissance des nématodes directement parasites des végétaux pouvant causer des ravages aux cultures ou de micro-organismes pathogènes. On comprend ainsi que cette analyse de la nématofaune est directement utile au suivi agronomique, permettant de mesurer l'impact de certaines pratiques agricoles (absence du travail du sol ou labour par exemple). Pour l'agriculture biologique, soucieuse de ne pas avoir recours à des produits phytosanitaires, cette expertise est d'autant plus intéressante.

Cela dit, Elisol Environnement compte fermement mettre à profit cette expertise de façon plus novatrice pour le marché des sites et sols pollués. Depuis plusieurs années, Cécile Villenave travaille sur la validation de l'utilisation des nématodes comme bioindicateurs de l'état des sols. « *Les nématodes carnivores et omnivores sont par exemple très sensibles aux perturbations physiques ou chimiques du sol. Leur disparition ou affaiblissement est directement le signe d'une perturbation* », explique Hélène Cérémonie, l'une des cofondatrices de l'entreprise. Après une première étape d'un projet Ademe, les nématodes avaient ainsi été retenus comme un bon bioindicateur potentiel et alors que la deuxième phase de validation se termine, ces vers microscopiques se détachent par leur intérêt. Non seulement, on peut avoir une indication sur le niveau de pollution, mais l'analyse de la nématofaune globale renseigne au-delà de leur propre communauté (sur les bactéries, les champignons, etc.). « *Le suivi de la densité des lombriciens ou celui d'une bactérie ayant une fonction donnée ne donnent pas autant d'indications sur le fonctionnement global du sol* », commente-t-on à Elisol. C'est en cela que réside la force de cette expertise puisqu'il y a toujours des nématodes (même en milieu perturbé) et qu'ils disent quelque chose des autres acteurs de la chaîne trophique. Par exemple, lors d'une réhabilitation, on peut suivre une redéploiement de nématodes carnivores et omnivores et/ou une explosion de l'activité microbienne grâce à des nématodes spécifiques, preuve que le traitement biologique se met en œuvre. Cette vision globale permet alors de s'assurer qu'il n'y a pas d'effets induits non désirés ou contre-productifs ou au contraire identifier qu'il y a toujours un problème, alors que le suivi d'une communauté bactérienne précise n'indiquerait que son fonctionnement à elle (par exemple dégradation de tel composé) et pas les éventuels sous-produits pouvant continuer à perturber le fonctionnement du sol. Ce suivi global est alors très complémentaire des outils d'analyse plus fins, tels que la biologique moléculaire pour le suivi des communautés microbiennes. Forte de résultats plus probants sur la pertinence du suivi des nématodes (travail taxonomique à la loupe et au microscope, la morphologie de chaque genre et espèce étant différente), Elisol Environnement souhaite maintenant convaincre les acteurs des sites et sols pollués d'intégrer cette démarche à leurs expertises. Des premiers contacts sont pris, mais Elisol Environnement va mener une étude de marché et de perception de la démarche par les acteurs économiques. Celle-ci sera faite dans la période d'incubation de l'entreprise (soutenue par LR Incubation), tout en développant des premières activités de service dans le domaine agricole et en prestations de recherche.

Elisol Environnement > 04 78 55 09 45

ELISOL : des petits vers pour un sol en bonne santé

Trois femmes, têtes chercheuses dans le domaine du sol, ont décidé de créer leur société sur leurs fonds propres. « *Nous voulions être indépendantes, travailler à notre façon* », racontent Cécile Villenave (docteur en microbiologie), Hélène Cérémonie (écologie et agronomie) et Anne Jimenez (microbiologie). Elisol Environnement est née en mars 2011 avec pour but de proposer aux entreprises des analyses biologiques de leur sol. « *Nous sommes très peu sur le marché à proposer ce savoir-faire. D'habitude, les analyses sont d'ordre physicochimiques* ». Leur start-up de conseil et de services est issue de recherches de l'unité de recherche Eco & Sols de l'IRD Montpellier sur le calcul des indices d'état de santé des sols à partir des petits vers (baptisés nématodes) qui y vivent.

Trois têtes chercheuses

« *Nous quantifions ces organismes. Ils ont tous une fonction différente dans le sol. La présence de telle ou telle espèce de nématodes, leur plus ou moins grand nombre permet de comprendre si le sol est en bonne santé. Ce sont des bio-indicateurs de la qualité du sol, d'un excès d'éléments nutritifs ou d'une perturbation chimique par exemple.* » Elisol Environnement s'adresse à deux cibles : pour son activité de phytoprotection, elle vise le secteur de l'agriculture ; pour la bioindication de la qualité des sols, il s'agit des bureaux d'études, collectivités locales, laboratoires de recherche et filières agricoles. Elisol Environnement, incubée par AgroValo Méditerranée, espère doubler son effectif d'ici deux ans.

(*) Plate-forme commune entre l'INRA, l'INRA Transfert et Montpellier SupAgro.

REUSSIR Fruits&Légumes

Notion de résistance et de résilience

Cécile Villenave, Elisol environnement

La diversité des organismes du sol permet, grâce à une certaine redondance fonctionnelle, d'améliorer sa résistance, qui est la capacité à faire face à une perturbation, mais aussi sa résilience qui se traduit par la facilité à un retour vers un fonctionnement normal de l'écosystème.

d'hui grandissante. Cette problématique déborde du milieu de la Recherche vers celui du développement durable. « *Nos indicateurs pourraient à moyen ou long terme intéresser des collectivités locales et même servir de socle à des réglementations environnementales* », conclut Cécile Villenave.

1. Hélène Cérémonie, Doctorat ; Anne Jimenez, Master Recherche ; Cécile Villenave, Doctorat, HDR.
2. Nématodes bactérivores, fongivores, omnivores et prédateurs de nématodes ou d'autres organismes microscopiques.

Contact

Cecile.villenave@elisol-environnement.fr

Hélène Cérémonie
Directrice générale

ELISOL ENVIRONNEMENT

LES SOLS PASSÉS AU RÉVÉLATEUR DES BIO-INDICATEURS

Elisol Environnement est un bureau d'étude qui caractérise la vie des agro-systèmes et des écosystèmes dans les sols.

Elisol travaille essentiellement avec des organismes de recherche pour étendre la bio-indication du sol à :

- la gestion des terrains pollués en voie de réhabilitation,
- la surveillance environnementale de sites industriels ou d'espaces verts urbains.

Les études reposent principalement sur l'analyse de la biodiversité des organismes présents dans les sols afin de comprendre le fonctionnement du sol et de révéler ses dysfonctionnements causés par des perturbations physiques et chimiques. Pour cela, Elisol Environnement a recours aux nématodes, des organismes microscopiques reconnus pour être d'excellents bio-indicateurs et que l'on retrouve en abondance dans les sols. Leur analyse permet au bureau d'étude de développer 3 outils :

- surveillance de sols,
- suivi des process de dépollution ou de réhabilitation des sites,
- aide à la décision pour la gestion de sites et des sols.

EN SAVOIR + www.elisol.fr

Décisions durables

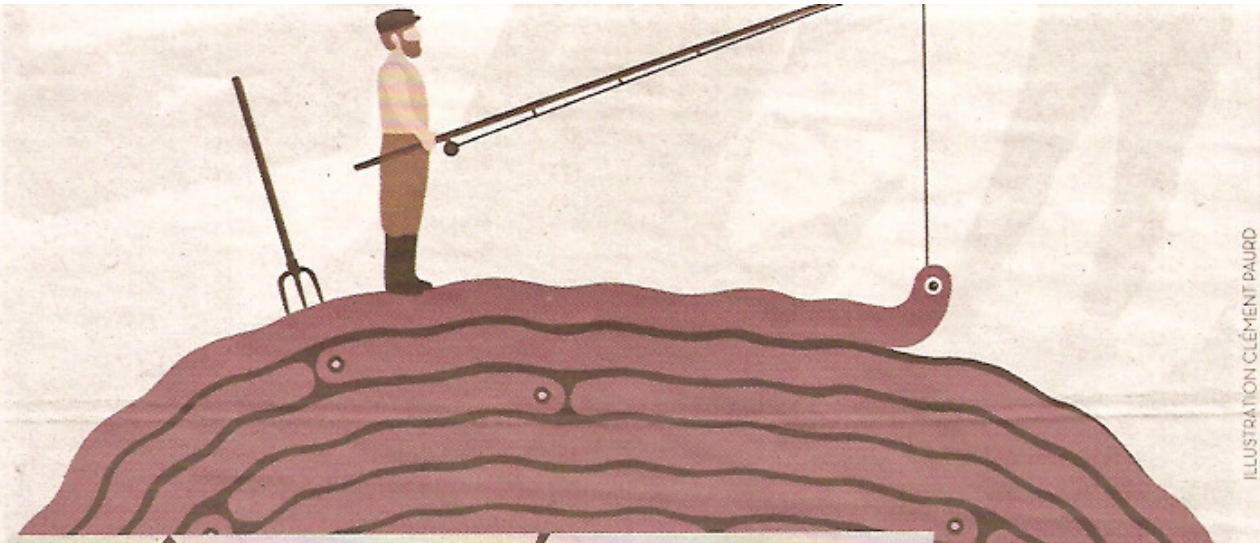


ILLUSTRATION CLÉMENT PAURD

DRÔLE DE NÉMATODE POUR FAIRE PARLER LE SOL!

DEMAIN

CES VERS, PRÉCIEUX INDICATEURS DE L'ACTIVITÉ BIOLOGIQUE DE LA TERRE, POURRAIENT ÊTRE MIS AU SERVICE D'UNE AGRICULTURE RAISONNÉE.

Ils sont si petits qu'on ne les voit pas à l'œil nu. Bientôt pourtant, les agriculteurs auront tout intérêt à suivre à la trace les nématodes qui peuplent la terre qu'ils cultivent. Les nématodes? Ce sont des vers microscopiques dont il est aussi précieux de connaître l'abondance et la diversité dans les sols que la teneur en fer sérique dans le sang humain. Ou presque. L'initiative fera sursauter plus d'un connaisseur: les nématodes sont surtout connus pour leur caractère ravageur. Ils se nourrissent des racines de plantes qu'ils empêchent de grandir en paix.

Protozoaires. Cécile Villenave est l'une des trois chercheuses fondatrices de la start-up Elisol Environnement, qui a développé l'utilisation de la «nématofaune» comme bio-indicateur: *«Les nématodes sont abondants*, explique-t-elle, *mais somme toute assez peu connus. Dans les sols des forêts, on en dénombre ainsi une bonne centaine de types différents.»* Et tous, loin s'en faut, ne se nourrissent pas de racines. Certains s'empiffrent de microbes, d'autres de champignons, quand ils ne préfèrent pas les protozoaires. On en trouve même d'omnivores. Bref, les nématodes ont des goûts si divers qu'il suffit de bien les connaître pour avoir une idée assez précise de la faune et de la flore microscopique qui se cache dans la terre: cherchez le nématode et une bonne partie de l'activité biologique des sols sera révélée. Or celle-ci est primordiale: *«C'est grâce à elle qu'est décomposée la matière organique dont dépend largement – avec le climat –, la croissance des plantes»*, poursuit la chercheuse. Du moins, si l'on n'utilise pas d'engrais.

Et justement: savoir reconnaître les différents types de nématodes est d'autant plus précieux que les pratiques agricoles changent. Naguère, tout était simple. Retard de croissance, maladies... Au moindre problème, les plantes étaient traitées ou engraissées, les produits étant assez nombreux et assez généralistes pour résoudre la plupart des gros et petits ennuis. Mais c'était hier. Aujourd'hui, engrais chimiques et pesticides n'ont plus bonne presse. Et les autorités interdisent – ou limitent – l'usage d'un nombre croissant de molécules. Du coup, des pratiques alternatives, de l'agriculture raisonnée à l'agroécologie, se développent pour répondre au nouveau paradigme: comment produire autant – voire plus dans certains pays – avec moins d'engrais non naturels et de pesticides?

> *Les nématodes sont d'excellentes vigies du niveau de pollution des terrains.*

Mais se passer de la chimie industrielle n'est pas toujours aisé. *«Les agriculteurs se trouvent un peu dans la même situation que les médecins contraints de mettre un terme au "tout antibiotique": il leur faut être bien plus précis dans les diagnostics et la maîtrise de traitements plus ciblés»*, explique Cécile Villenave. Sauf que la recherche sur les sols ne dispose guère des moyens de celle médicale: *«Elle est extrêmement restreinte»*, constatait Michel Griffon, agronome et économiste, conseiller scientifique de l'Agence nationale de la recherche (ANR), lors d'un forum organisé il y a quelques mois par Innov'Eco. Et lorsqu'on met le nez dans la terre, *«on se limite bien souvent à étudier ses caractéristiques physico-chimiques, comme le pH, la teneur en azote, en carbone, la texture, etc.»*, renchérit Cécile Villenave. Sans donc se pencher sur sa biodiversité, pourtant primordiale. Un travail de thèse, par exemple, a étudié la façon dont le sol d'un domaine viticole réagissait à la conversion du conventionnel vers le bio. *«Nous avons noté une grande augmentation de la densité de nématodes. Autrement dit, un accroissement de l'activité biologique. En revanche, le nombre de genres représentés, lui, n'a pas sensiblement évolué»*, raconte-t-elle.

«Traumatisme». Pour l'instant, mesurer sa «nématofaune» n'est pas encore une pratique courante dans les exploitations agricoles: Elisol, à ce jour seule start-up française sur ce secteur, intervient encore essentiellement auprès de la recherche agronomique, qui souhaite mesurer l'effet de l'introduction de nouvelles méthodes de culture. Mais elle travaille également pour l'industrie: les nématodes sont en effet d'excellentes vigies du niveau de pollution des sols. *«Certaines familles de nématodes, comme les mononchidae, se montrent extrêmement sensibles aux perturbations chimiques ou physiques: leur absence signifie donc que le sol a subi un traumatisme, par exemple une pollution.»* Leur réapparition constituera donc un signe d'amélioration. Rien n'empêche non plus d'utiliser des nématodes tests dans certains milieux pour voir si, justement, ils y survivent...

CATHERINE BERNARD

Références

Nous réalisons des analyses et des études pour des:

- bureaux d'études,
- centres de recherche et d'expérimentation,
- collectivités territoriales,
- comités interprofessionnels,
- entreprises privées,
- exploitants agricoles,
- groupements de producteurs,
- instituts techniques,
- organismes publics.

Nous avons réalisé des analyses et/ou des études pour: