

La nématofaune, un bioindicateur pour évaluer le fonctionnement biologique des sols

Dr Cécile Villenave
ELISOL environnement



L'entreprise ELISOL environnement

Société

- Société créée en mars 2011
- Effectifs: 5 personnes (2 recrutements en 2016)
- Laboratoire localisé dans le Gard

Activités

- Evaluation de la qualité des sols par utilisation de **bioindicateurs**
- Analyses des nématodes **phytoparasites**, ravageurs en agriculture
- Criblages substances nématostatiques ou nématicides
- R&D Nématologie (Centre agréé CIR)
- Centre de Formation agréé

Secteurs

- **Sols agricoles:** Tous les acteurs de la filière agricole: coopératives / instituts techniques / industriels / recherche
- **Sols pollués:** Bureaux d'étude Sites et sols pollués, industriels
- **Sols naturels:** Collectivités territoriales, BE en environnement

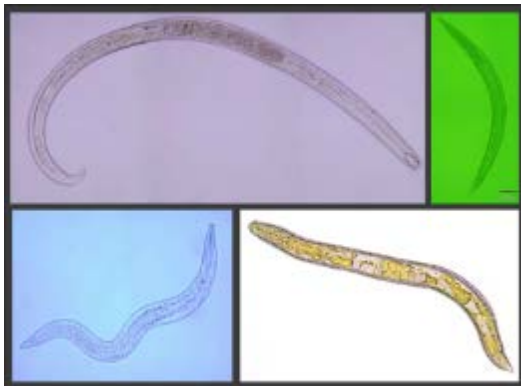
Les nématodes du sol



- ✓ Vers ronds microscopiques: 0,1 à 5 mm
- ✓ Présents dans tous les sols
- ✓ 26 000 espèces
- ✓ 4/5 des organismes pluricellulaires (Métazoaires)

La nématofaune, un bioindicateur du fonctionnement biologique du sol

1. Ubiquistes et abondants
2. Faciles à étudier
3. Eléments clés du réseau trophique
4. Sédentaires
5. Sensibles aux perturbations
6. Grande diversité fonctionnelle



Abondances des groupes fonctionnels
de nématodes

+

Indices nématofauniques

EI

SI

IVD



Etat du sol



10 paramètres majeurs

Déroulement d'une analyse nématofaunique

1- Prélèvements

- Echantillons composites (5-10 prélèvements)
- Prélèvements à la tarière
- Profondeur: 0-10 à 0-20 cm en fonction des situations



2- Envoi des échantillons

- Courrier rapide
- Envoi le jour ou le lendemain du prélèvement car seuls les **nématodes vivants** sont extraits et analysés.

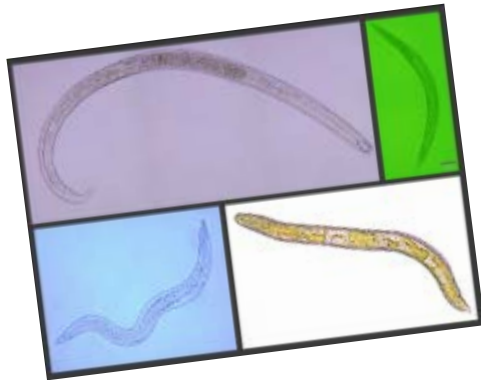


3- Analyses au laboratoire

- Extraction sur 400g de sol
- Identification des nématodes
- Selon la méthode normalisée **Norme NF ISO 23611-4 (2007)**



Paramètres de la Nématofaune

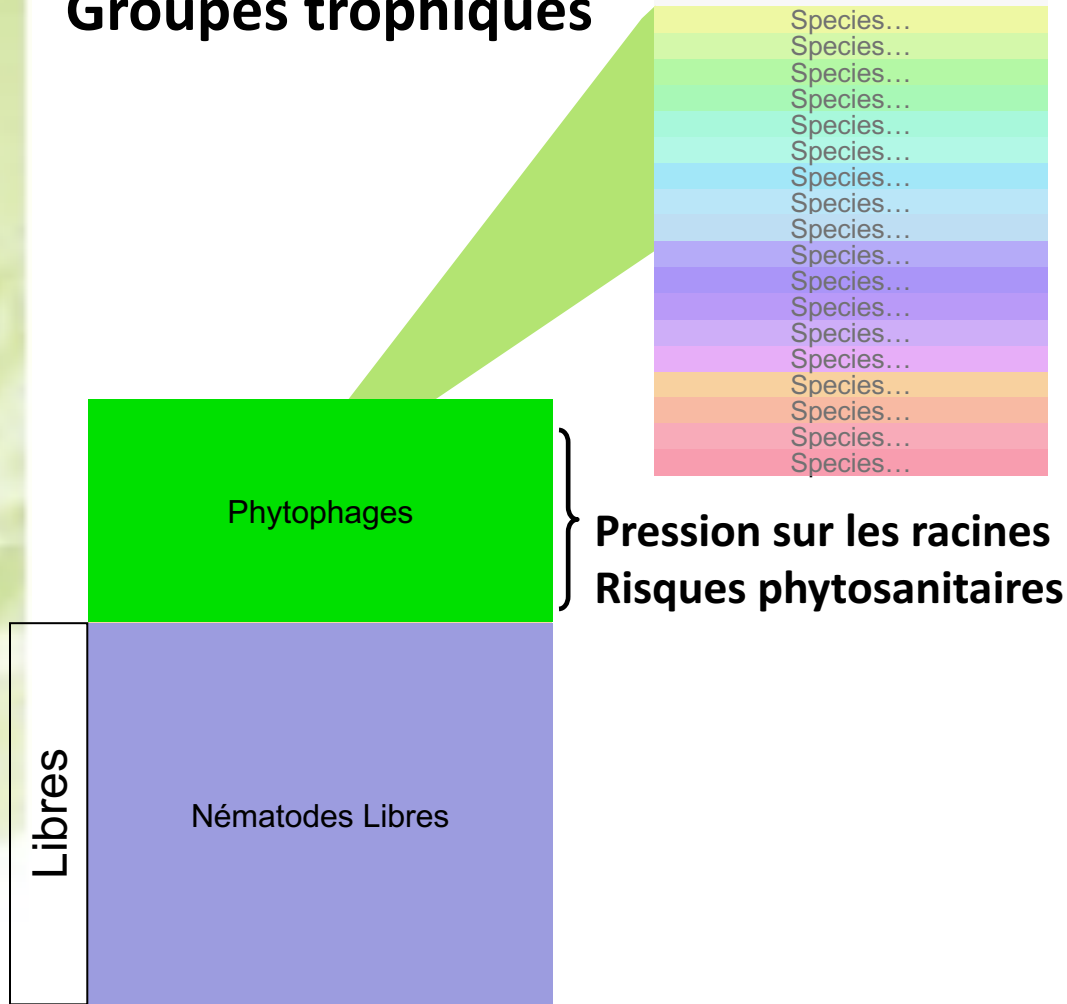


Species...
Species...
Species...
Species...
Species...
Species...
Species...
Species...
Species...
Species...
Species...
Species...
Species...
Species...
Species...
Species...
Species...
Species...
Species...
Species...
Species...

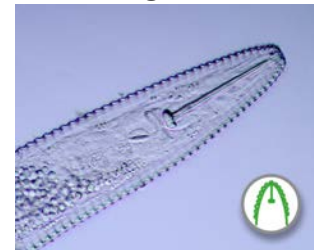
**Tableau
d'abondances
des taxons**

Paramètres de la Nématofaune

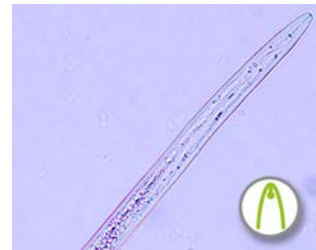
Groupes trophiques



Phytophages
obligatoires

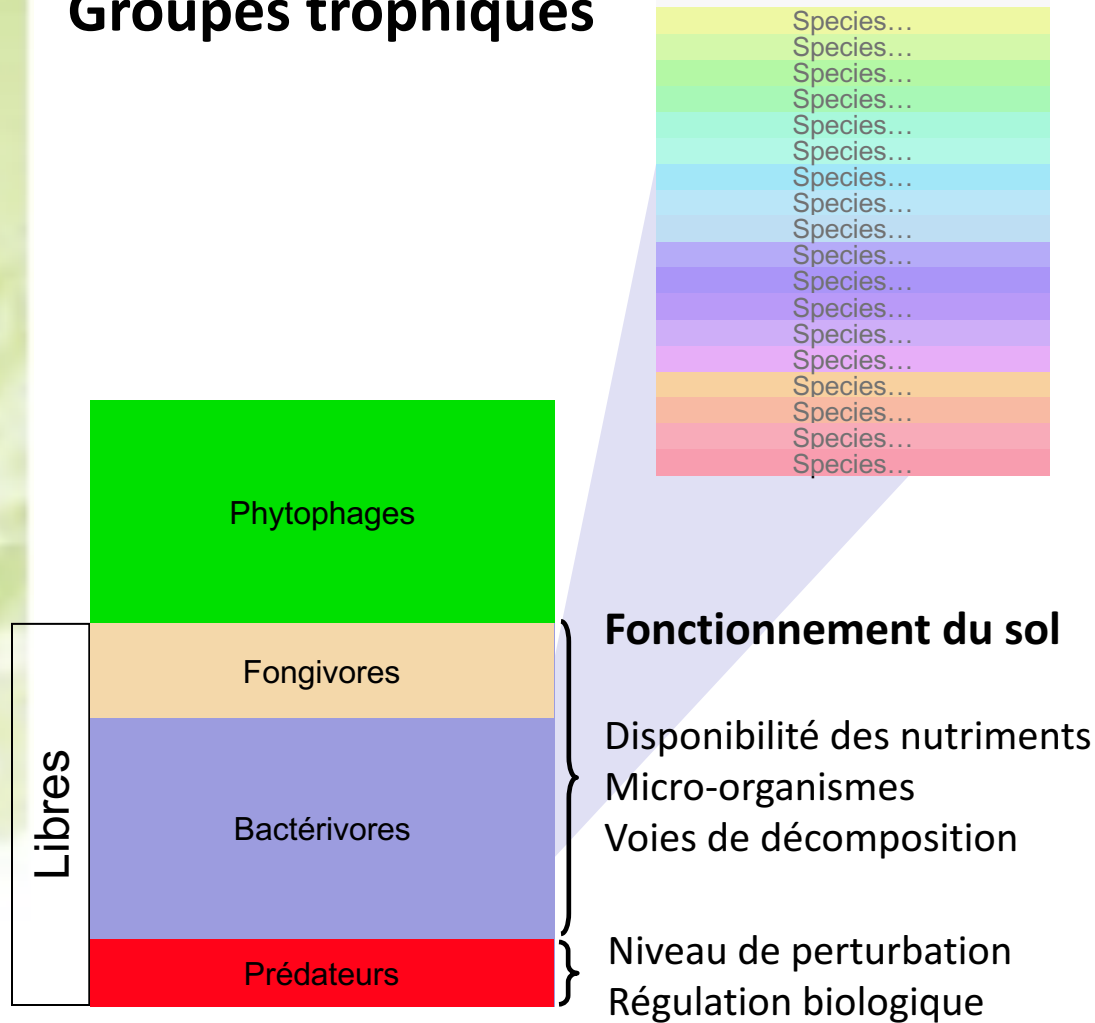


Phytophages
facultatifs

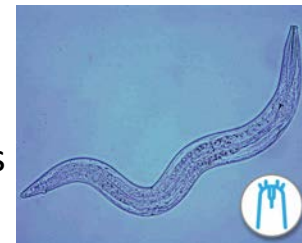


Paramètres de la Nématofaune

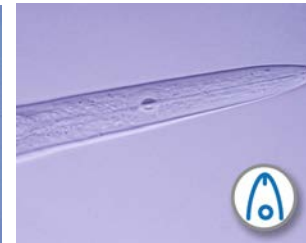
Groupes trophiques



Bactérovores



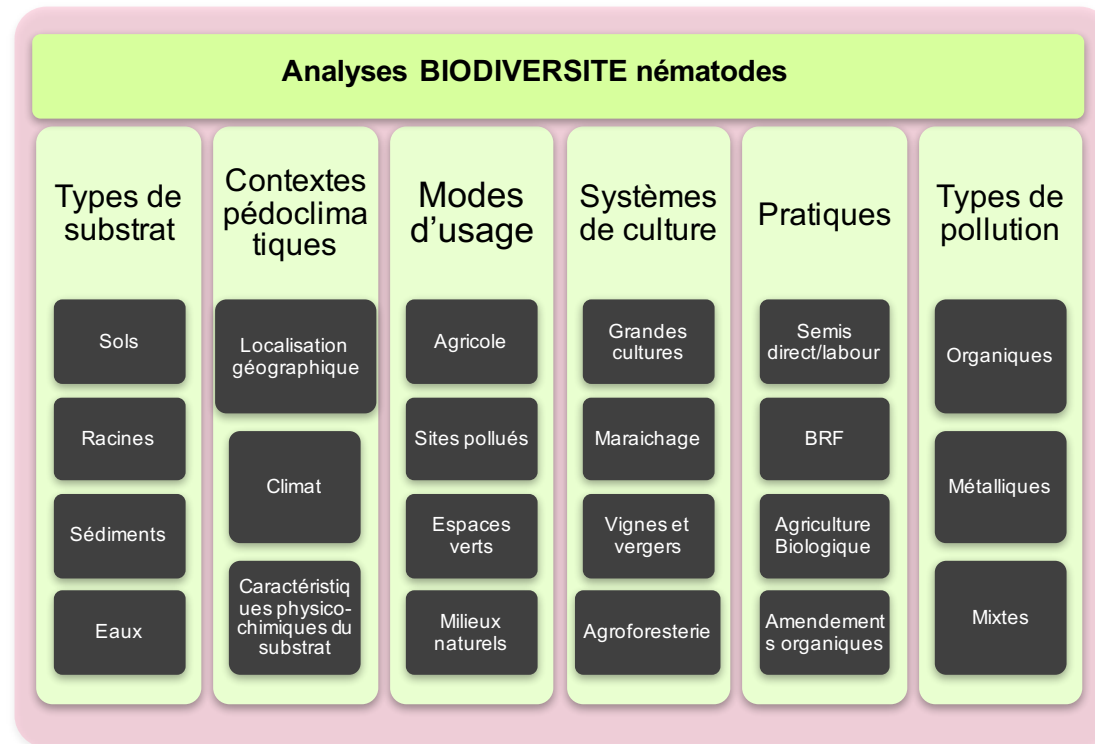
Fongivores



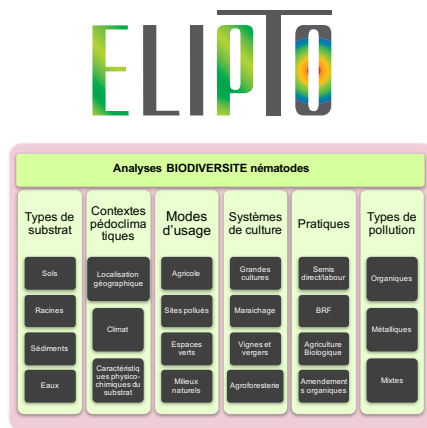
Prédateurs



Base de données nématofauniques environnées



Outil d'Aide à la Décision dédié à la qualité biologique des sols agricoles, naturels ou pollués



Traitement mathématique des données acquises dans ELIPTO

modèles de prédiction
gammes de variation

Définir des référentiels d'interprétation des paramètres de la nématofaune

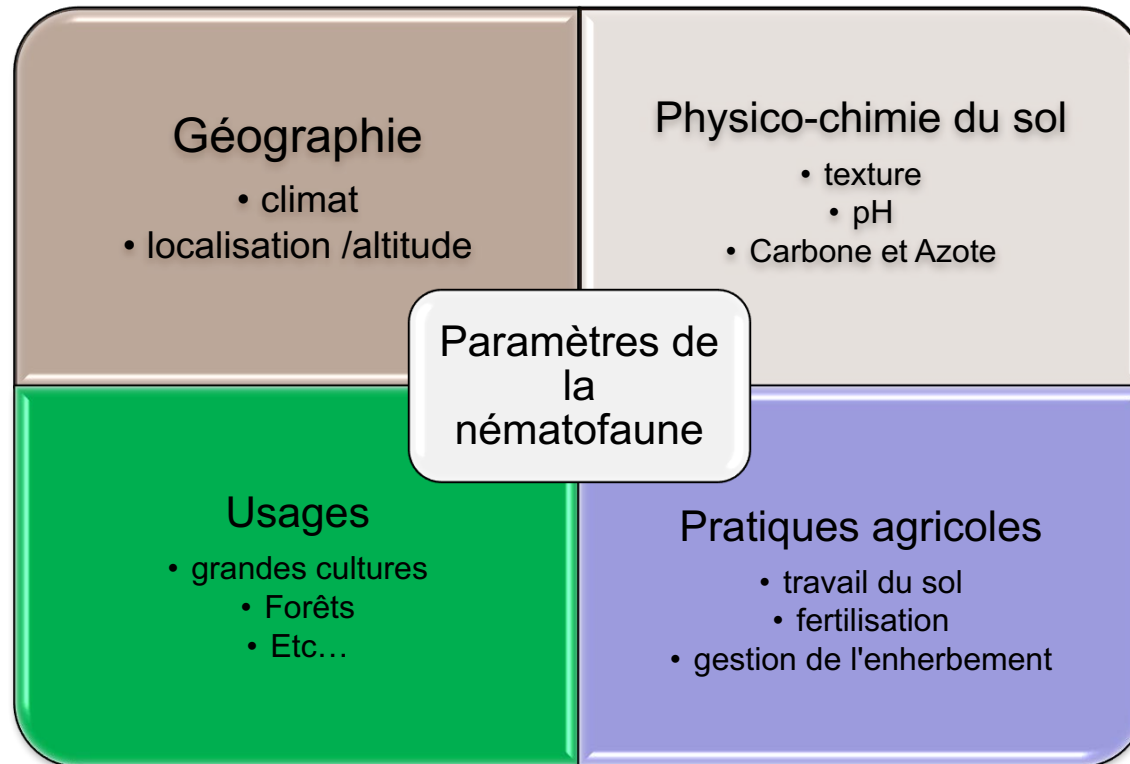
EDITO

ELIPTO

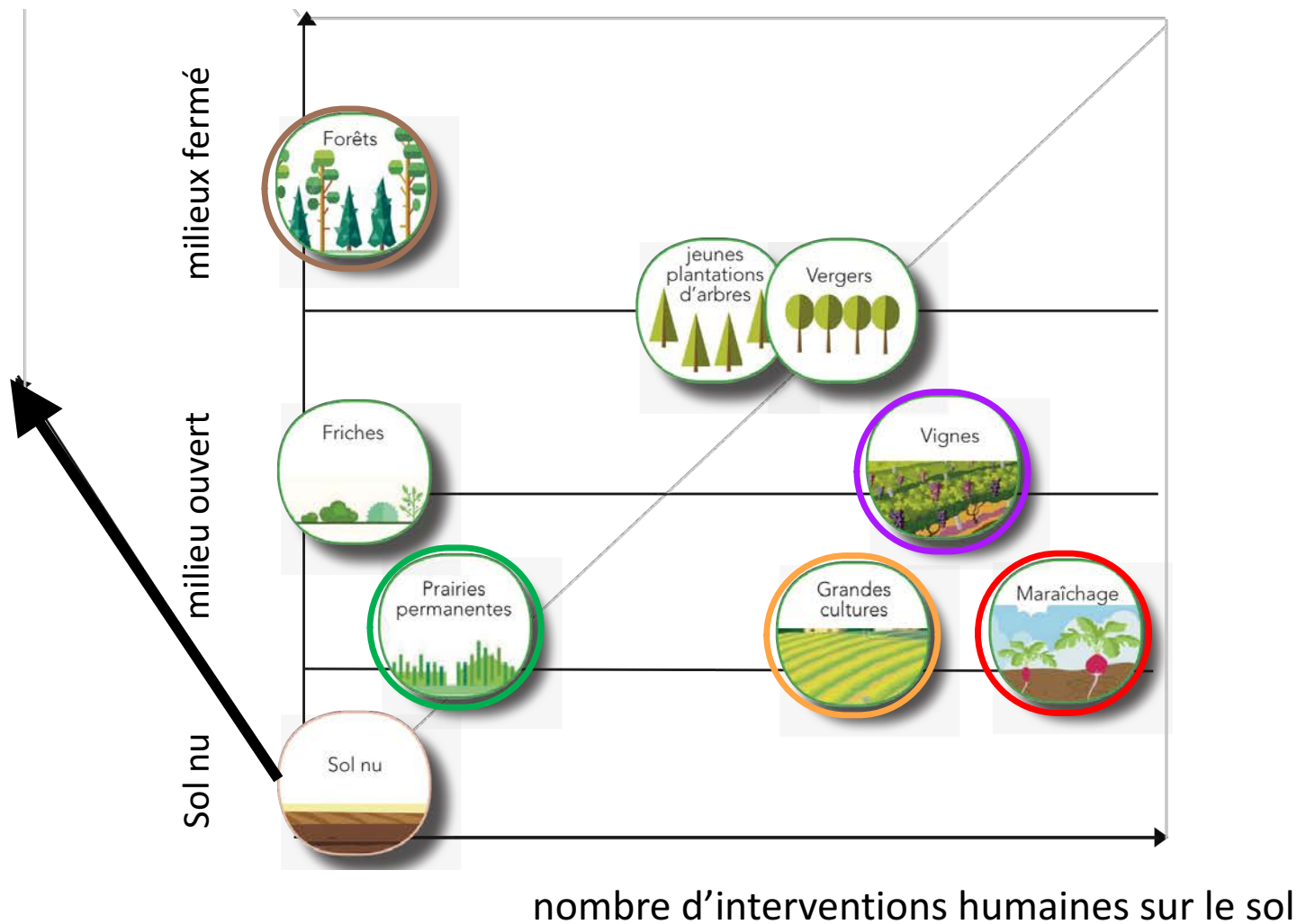
Environ 3000 analyses

- France métropolitaine
- Sols non pollués
- Hors sols construits
- Hors serres

Paramètres qui déterminent les communautés biologiques



Référentiels selon les usages du sol

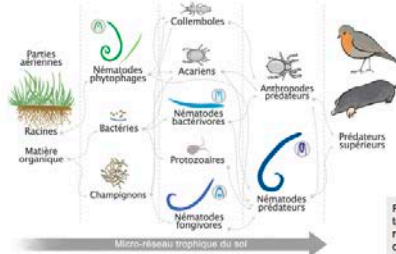




La nématofaune est formée par l'ensemble des nématodes du sol.
Les nématodes sont des organismes microscopiques vermiformes de l'ordre de 1mm de longueur pour un diamètre de 20 µm.
Ils sont :

- très **nombreux** (plus de 1 million par m²) et **diversifiés** (plus de 40 espèces par m²) dans les sols,
- **présents dans tous les milieux**,
- ils sont **sensibles aux conditions du milieu** et aux perturbations physiques ou chimiques.

Bio-Indicateur du fonctionnement du sol



L'analyse de la nématofaune prend en compte l'abondance et la diversité des nématodes mais également leur comportement alimentaire qui permet de les affilier à différents groupes fonctionnels (bactéricivores, longivores, prédateurs, phytophages).
Chaque groupe fonctionnel joue un rôle essentiel dans le fonctionnement biologique des sols. Par exemple, les nématodes longivores et bactéricivores jouent un rôle de régulateur des micro-organismes.

Parce qu'ils se placent aux différents niveaux du réseau trophique, les différents groupes fonctionnels de nématodes reflètent le fonctionnement biologique global d'un sol, au-delà de leur propre groupe.

Structure écologique de la communauté

Les 3 groupes de nématodes libres

Il sont tous bénéfiques au fonctionnement du sol.

Les 2 groupes de nématodes phytophages

Ils sont liés à aux couverts végétaux et certains, les phytoparasites, peuvent occasionner des dégâts sur les cultures.

Chaque sol présente une nématofaune spécifique, caractérisée par les abondances des différents groupes fonctionnels et par des indices : indice de Diversité (Shannon), Indice de Structure (SI), Indice d'Enrichissement (EI), Indice des voies de décomposition (IVD).

Les résultats

Niveau d'activité biologique du sol

Abondance de nématodes bénéfiques (nématodes libres)

L'abondance des nématodes libres du sol (c'est à dire des nématodes vivant librement dans le sol indépendamment des plantes : bactéricivores, longivores, prédateurs) sert à caractériser le niveau d'activité biologique du sol.
Plus ce paramètre a une valeur élevée, plus l'activité biologique du sol est intense.



Ces nématodes participent à la décomposition des matières organiques, au recyclage des éléments et aux régulations biologiques du sol (pathogènes et autres organismes). L'abondance des nématodes libres est liée à la qualité de l'habitat (milieu perturbé ou non, présence de contaminants...) et à la matière organique du sol (quantité et qualité).
Exemple : une faible abondance de nématodes libres indique un fonctionnement biologique réduit (peu de ressources ou un habitat perturbé).



Structure écologique

Abondance des principaux groupes trophiques de nématodes

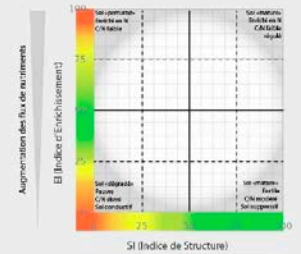


Les groupes de nématodes utilisés pour les calculs des indices sont précisés par la présence des pictogrammes spécifiques.

Diagnostic du réseau trophique du sol

Intensité des flux de nutriments (EI)
Stabilité du milieu (SI)

Indice d'enrichissement : il augmente avec la disponibilité en éléments nutritifs. Sa valeur présente un optimum qui dépend de l'usage du sol.
EI varie de 0 à 100.
Indice de structure : il augmente avec la complexité du réseau trophique et donne une indication sur la stabilité du milieu, l'assurance écologique. Plus le SI est élevé, moins le milieu est perturbé.
SI varie de 0 à 100.
La représentation de EI en fonction du SI, nommée **diagnostic du réseau trophique**, permet de caractériser le type de fonctionnement biologique du sol. Pour chaque mode d'usage, une zone cible qui caractérise une fonctionnalité biologique satisfaisante est indiquée sur le graphique.



Augmentation de la stabilité du milieu, assurance écologique
Complexité croissante du réseau trophique

Diversité des nématodes du sol

Indice de diversité de Shannon



L'indice de Shannon augmente avec la diversité des organismes présents dans l'échantillon. Plus cet indice est élevé, mieux c'est.

Pression sur les racines par les nématodes phytophages



L'abondance des nématodes phytophages renseigne sur le développement des couverts végétaux et la pression de l'herbivorie sur les racines. Une faible abondance traduit un faible développement des végétaux, une forte abondance indique une forte pression sur leurs racines. L'équilibre entre ces deux extrêmes est à rechercher.

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



L'IVD indique les voies dominantes de minéralisation de la matière organique (bactérienne ou fongique). L'équilibre entre les deux voies est à rechercher en milieu agricole.

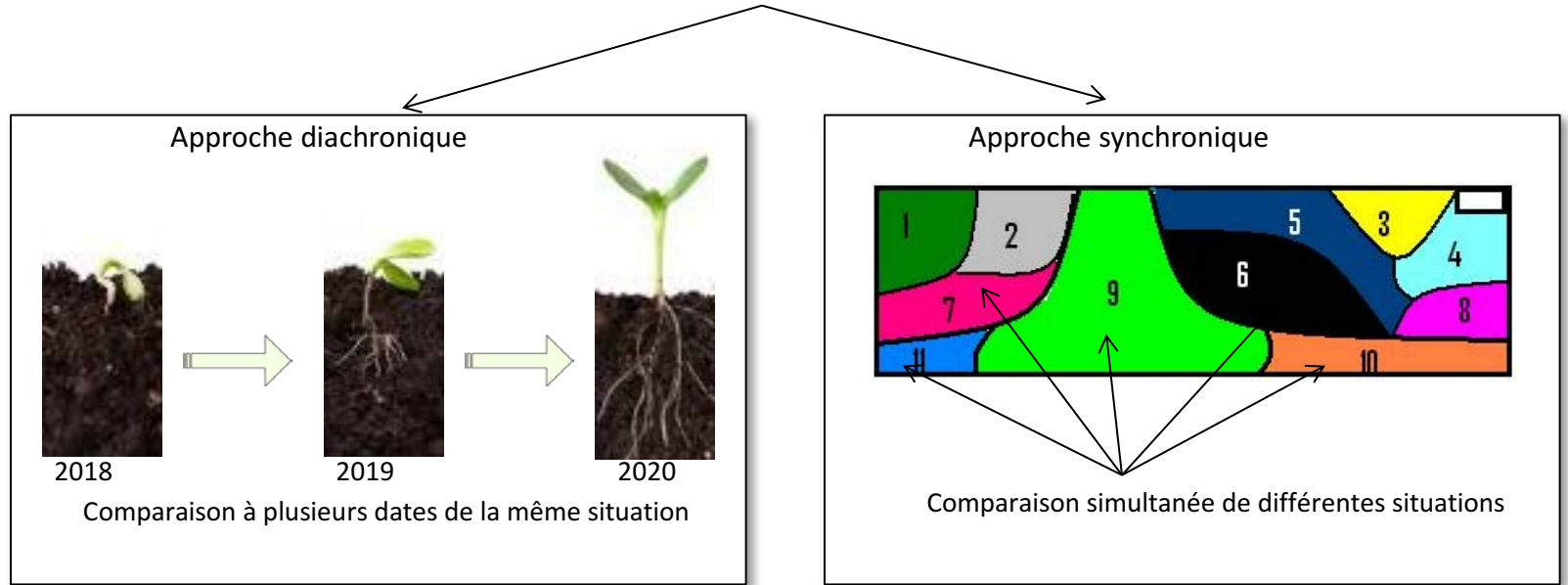
Pression parasitaire

Principaux genres de nématodes phytoparasites

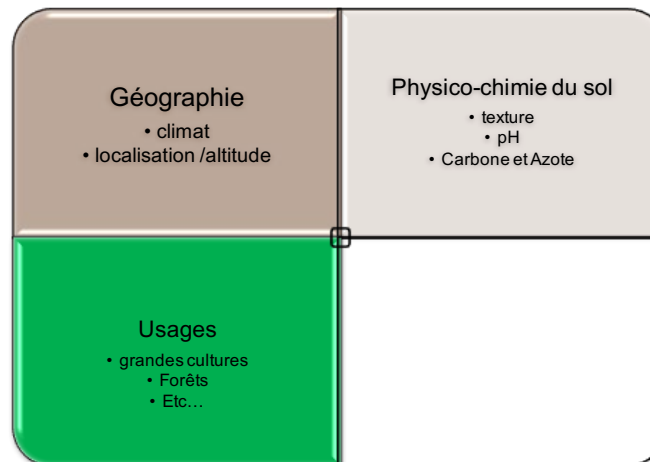


L'abondance des principaux genres de nématodes phytoparasites renseigne sur la pression parasitaire exercée sur la culture en place ou à venir et sur les risques de dégâts qui en découlent. Plus ils sont abondants, plus les risques sont importants. Les espèces de nématodes phytoparasites responsables de perte de production varient selon les cultures (couple Espèce x Plante hôte).

Effet des pratiques / des systèmes de culture



-> Contrôle du nombre de facteurs qui varient: relation de causalité
même sol / même climat / même végétation

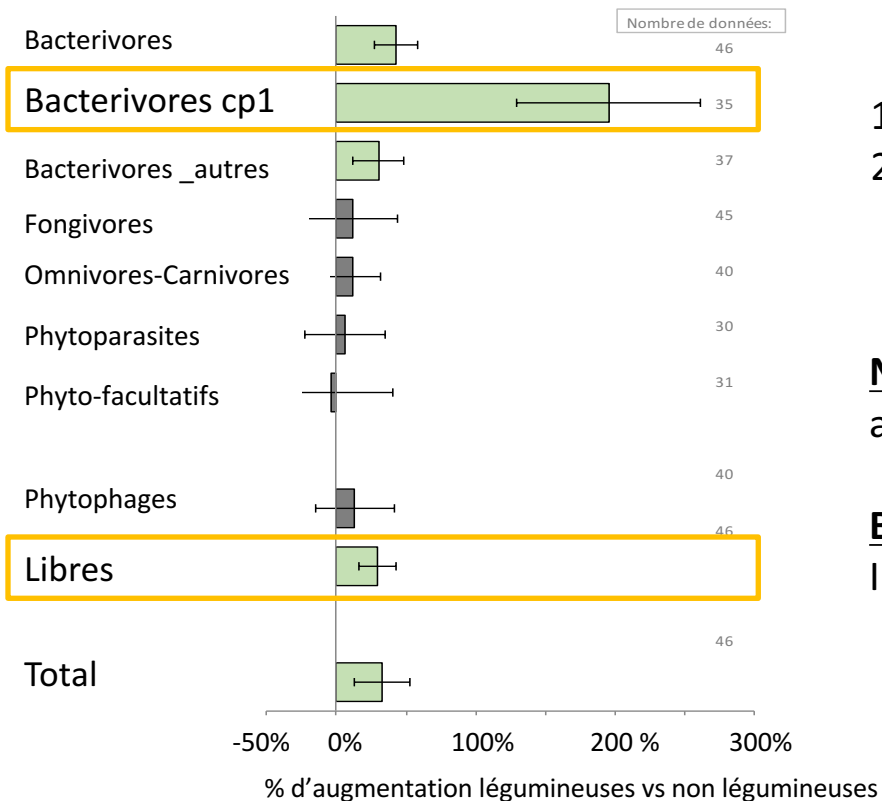




L'effet des légumineuses sur le fonctionnement biologique du sol

Une méta-analyse sur la nématofaune du sol

Villenave C., Chauvin C., Santune C., Cérémonie H., Schneider A.

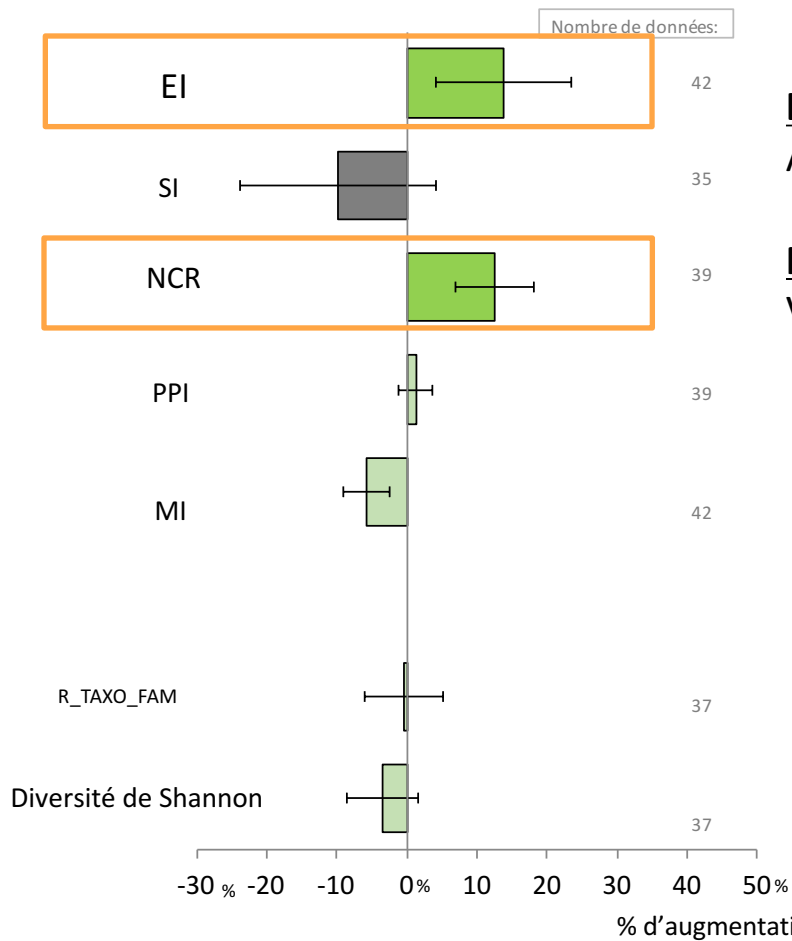


19 études

245 modalités: légumineuse vs non-légumineuse

Nématodes Libres =
augmentation de l'activité biologique du sol

Bactérovores cp1 =
Indicateur d'enrichissement du milieu



EI, indice d'enrichissement =
Augmentation des flux de nutriments

NCR =
Voie de décomposition **bactérienne** favorisée