

15^È RENCONTRES

DE LA FERTILISATION RAISONNÉE
ET DE L'ANALYSE



Le rendez-vous biennal des professionnels de la fertilisation raisonnée



EFFET A LONG TERME D'APPORTS REPETES DE PRODUITS RESIDUAIRES ORGANIQUES (PRO) SUR LE FONCTIONNEMENT BIOLOGIQUE DES SOLS CARACTERISE PAR L'ETUDE DU BIO-INDICATEUR NEMATOFAUNE

Camille Chauvin

Cécile Villenave

ELISOL environnement



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie



L'entreprise ELISOL environnement

Société

- Créée en 2011 – 6 personnes - Gard

Activités

- **Bioindication**
- **Risque phytoparasitaire**
- R&D Nématologie (Centre agréé CIR)
- Centre de Formation agréé

Secteurs

- **Sols agricoles**
- **Sols pollués**
- **Sols naturels**



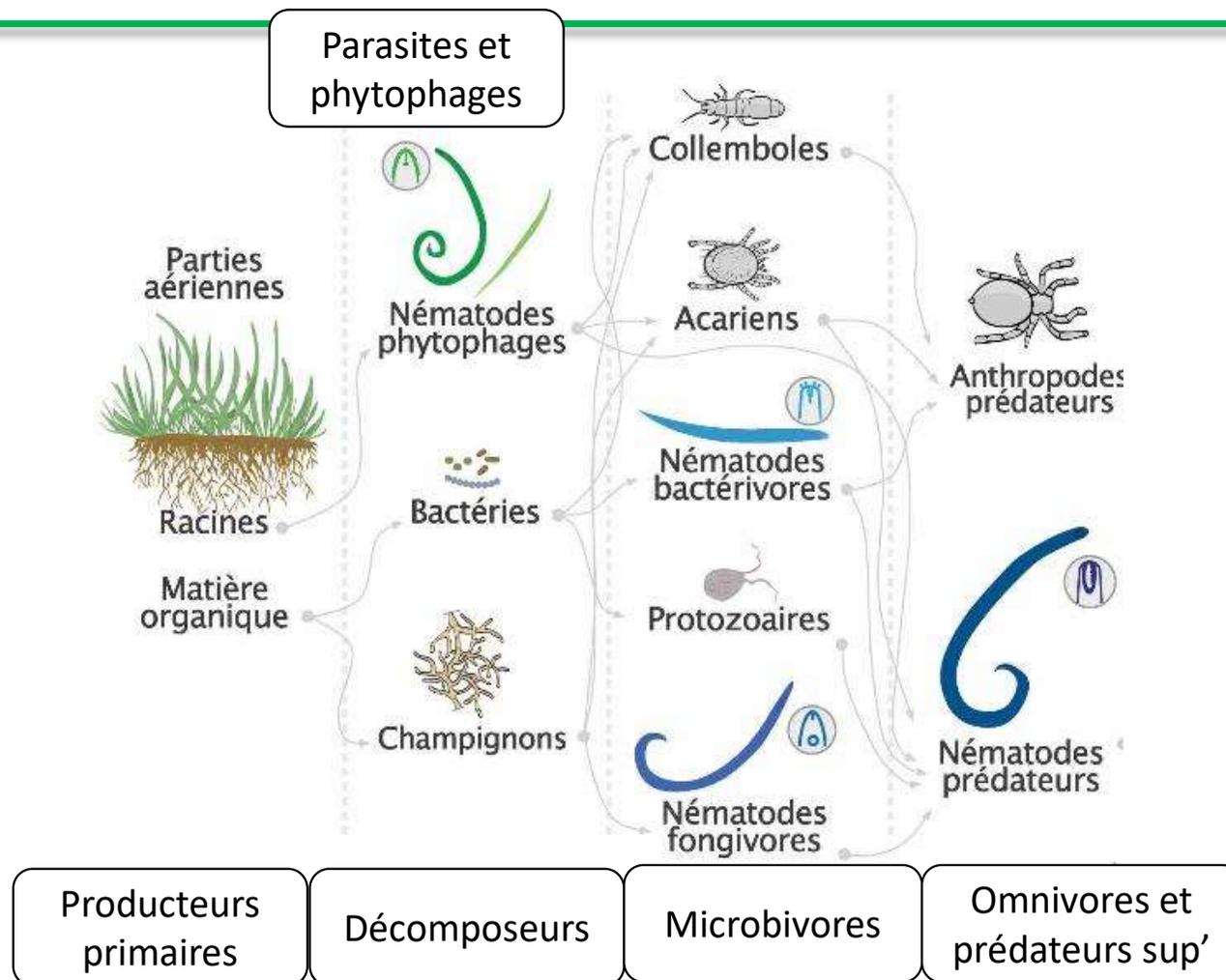
Les nématodes

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

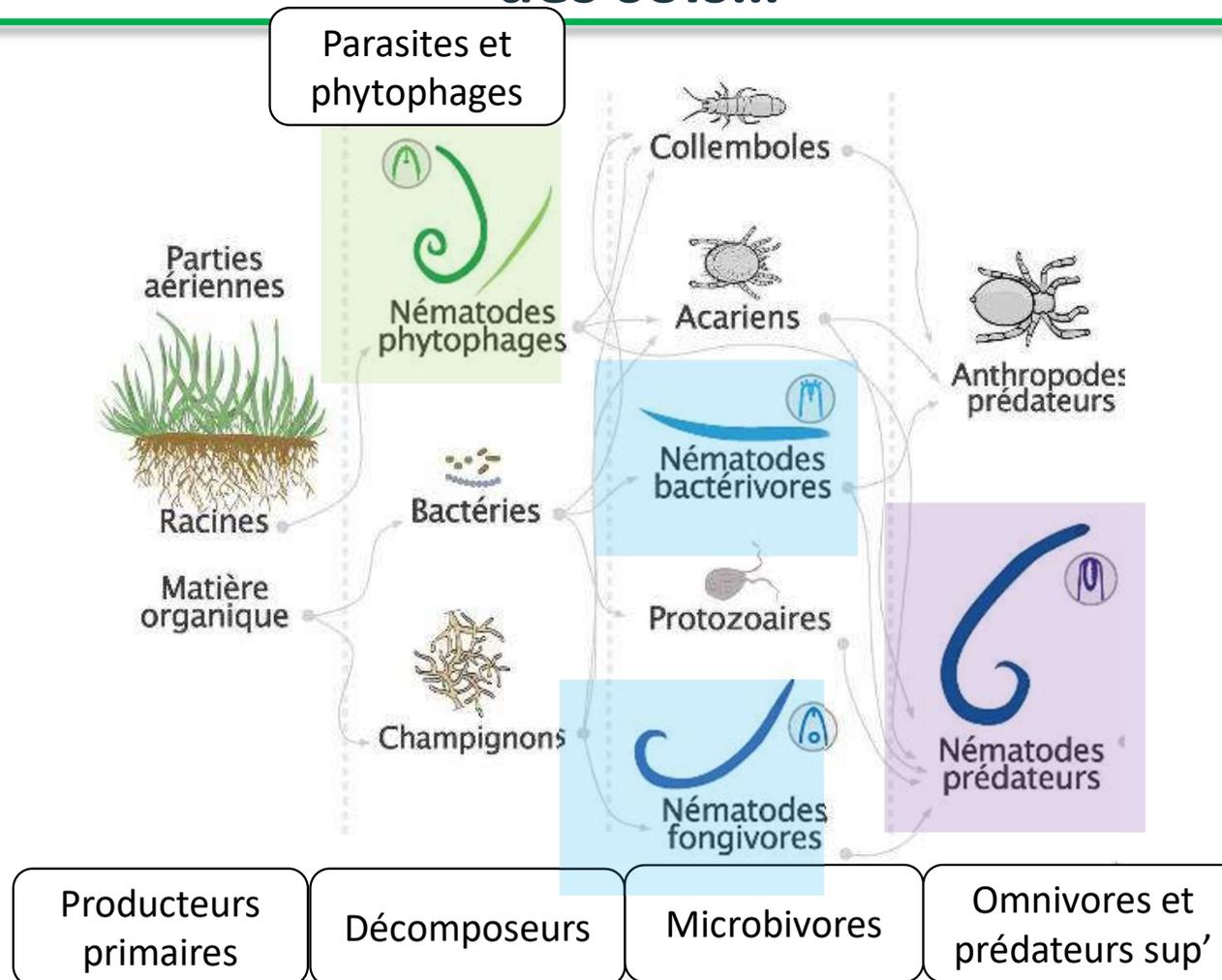


➔ **Bio indicateurs du fonctionnement biologique des sols**

Les réseaux trophiques, acteurs des fonctions du sol



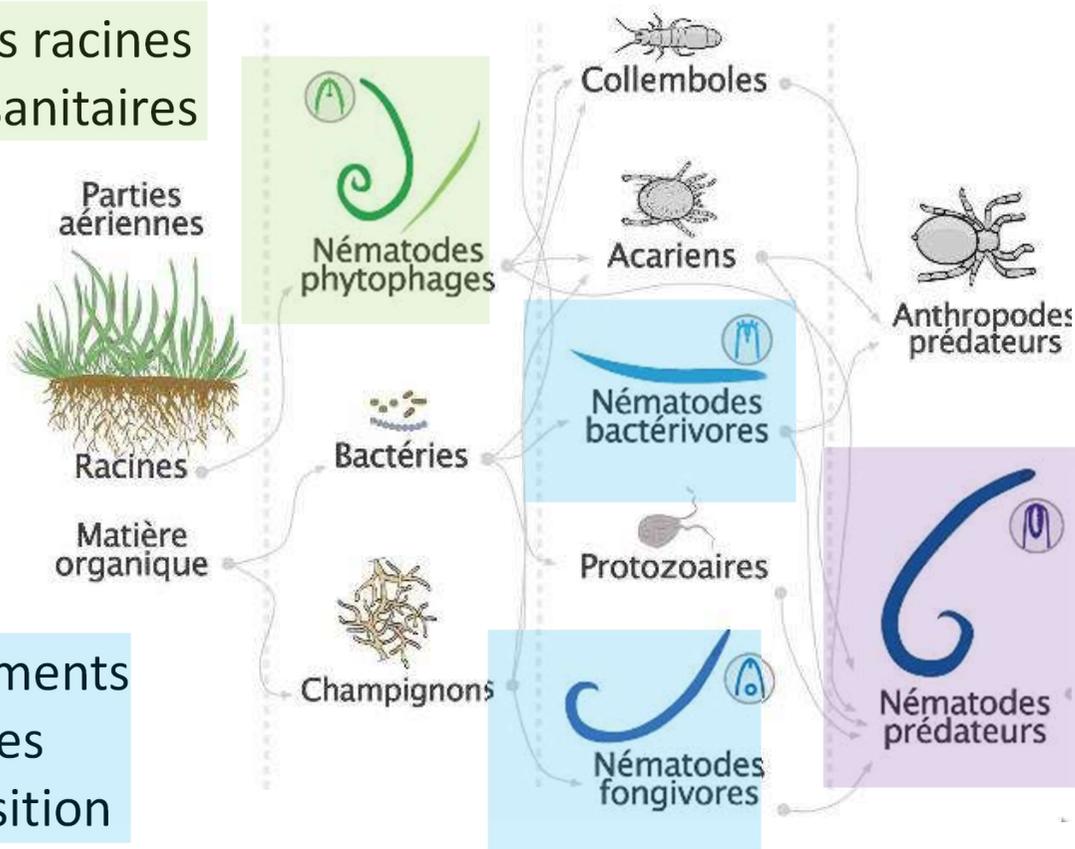
Les nématodes informent sur les réseaux trophiques des sols...



Les nématodes sont présents à tous les niveaux du réseau trophique des sols

...et les fonctions qu'ils assurent

Pression sur les racines
Risques phytosanitaires



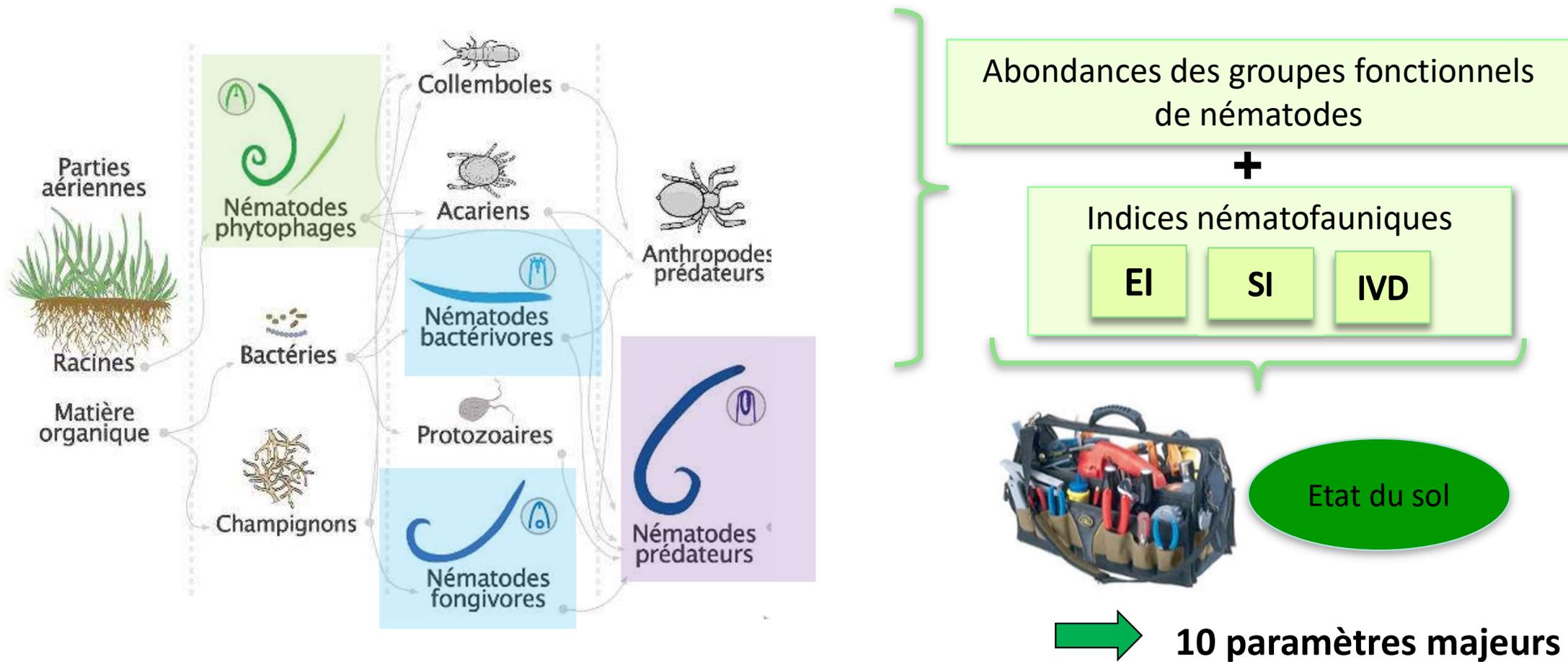
Les nématodes
renseignent sur
les fonctions du
sol

Niveau de perturbation
Régulation biologique

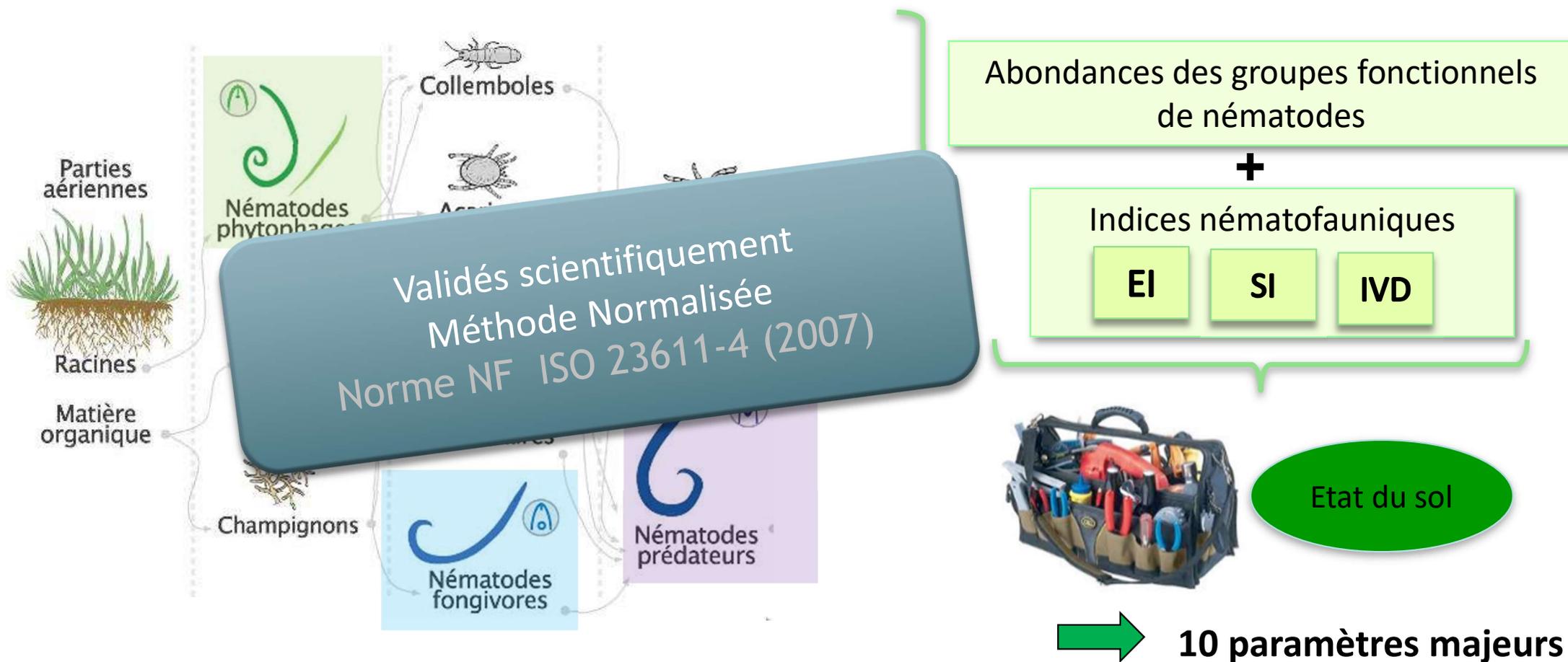
Recyclage des nutriments
Micro-organismes
Voies de décomposition

= BIO-INDICATEUR

Les nématodes informent sur les réseaux trophiques des sols... et les fonctions qu'ils assurent



Les nématodes informant sur les réseaux trophiques des sols... et les fonctions qu'ils assurent



Projet PROTERR :

PRO et services écosystémiques à l'échelle TERRitoriale



- PRO = Produit résiduaires organiques



Quels effets des apports de PRO sur le fonctionnement biologique des sol?

Nouveaux types de PRO

Ex: Digestats de méthanisation, BIOCHAR, résidus divers

Projet PROTERR :

PRO et services écosystémiques à l'échelle TERRitoriale



- PRO = Produit résiduaires organiques



Quels effets des apports de PRO sur le fonctionnement biologique des sol?

Nouveaux types de PRO

Ex: Digestats de méthanisation, BIOCHAR, résidus divers

3 sites suivis du SOERE-PRO dans cette étude

EFELE (Ille et Vilaine – Bretagne)

Quali'Agro (Yvelines)

PRO'spectiv (Haut- Rhin)

SOERE-PRO : Systèmes d'Observation et d'Expérimentation sur l'apport à long terme de PRO en milieu agricole

Quali'Agro

Mise en place: **1998**

MO = **1,7%**

Apport biannuel (2017)

Effet + des apports sur les teneurs en C et N

Moutarde-blé-orge-maïs-seigle-orge-luzerne

PROSPECTIV

Mise en place: **2000**

MO > **2%**

Apport biannuel (2016)

Effet + des apports sur les teneurs en C et N

maïs-blé-moutarde-betterave-orge-moutarde-maïs-blé

EFELE

Mise en place: **2012**

MO > **2%**

Apport biannuel (2017) et biannuel (2016)

Pas d'effet des apports sur les teneurs en C et N

Maïs-blé-moutarde

3 sites, 11 types de PRO et 4 répétitions par modalités

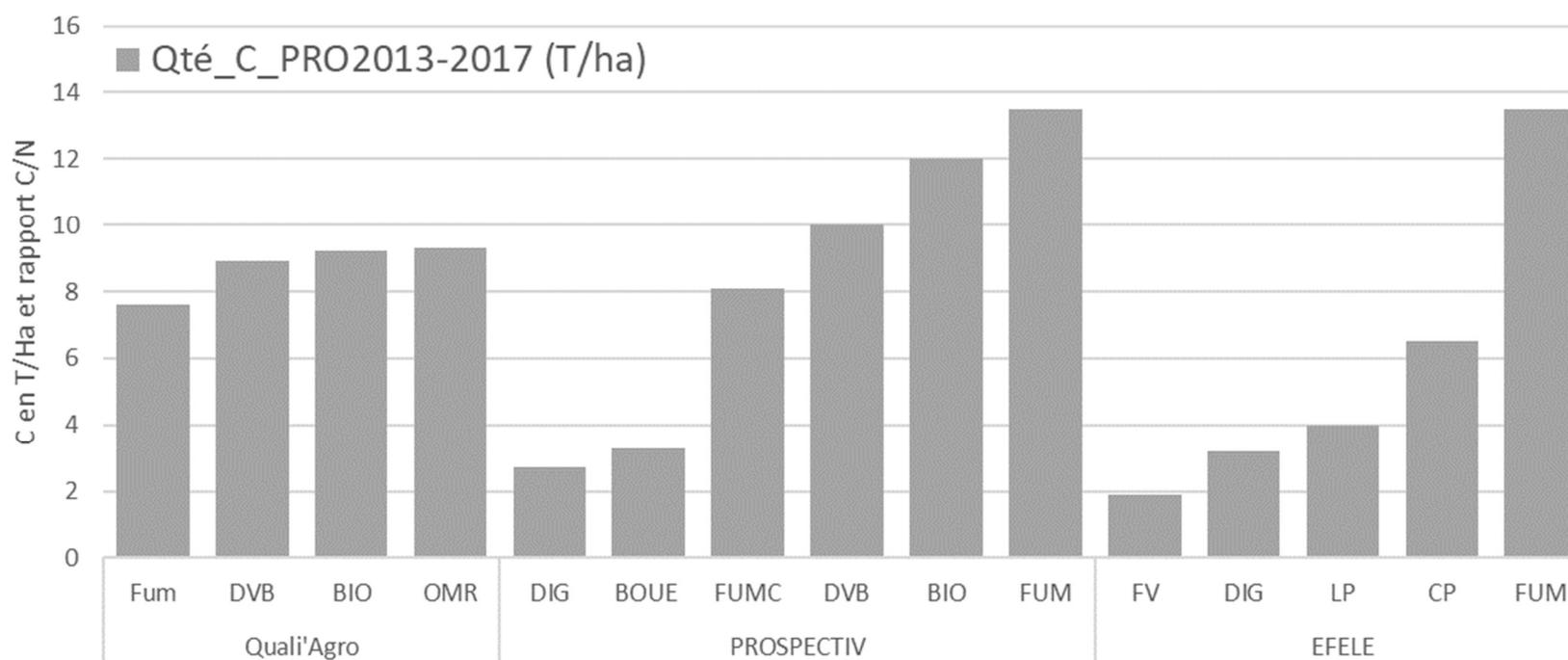
	Quali'Agro	PROSPECTIV	EFFELE
Fumier Bovin (FUM)	X	X	X
Compost Boue d'épuration (DVB)	X	X	
Compost de Biodéchet (BIO)	X	X	
Digestat de méthanisation (DIG)		X	X
Boue d'épuration (BOUE)		X	
Compost de fumier de bovin (FUMC)		X	
Fumier de vollaille (FV)			X
Lisier de porc (LP)			X
Compost de lisier de porc (CP)			X
Compost d'ordures ménagères (OMR)	X		

+
Témoin sans
apport
ou
N minéral

N = 4

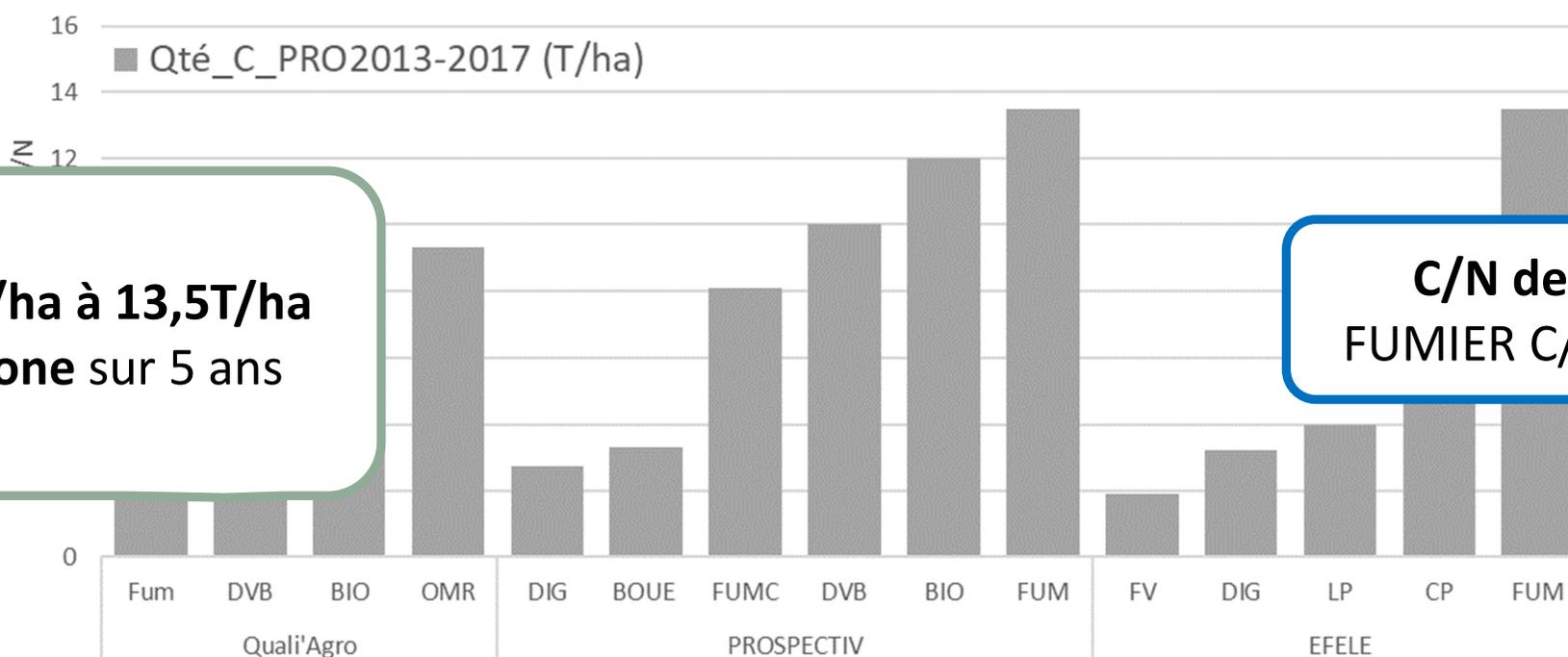
Des quantités et des qualités de PRO variables

Quantité de carbone apportés sur la période 2013/2018



Des quantités et des qualités de PRO variables

Quantité de carbone apportés sur la période 2013/2018



De 2,7T/ha à 13,5T/ha
de Carbone sur 5 ans

C/N de 3,0 à 26,2
FUMIER C/N = 16 à 26,2



Lien apport de carbone/activité biologique à moyen terme?

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

- Envoi rapide le jour ou le lendemain du prélèvement
- **Extraction et analyse des nématodes vivants**



3- Analyses au laboratoire

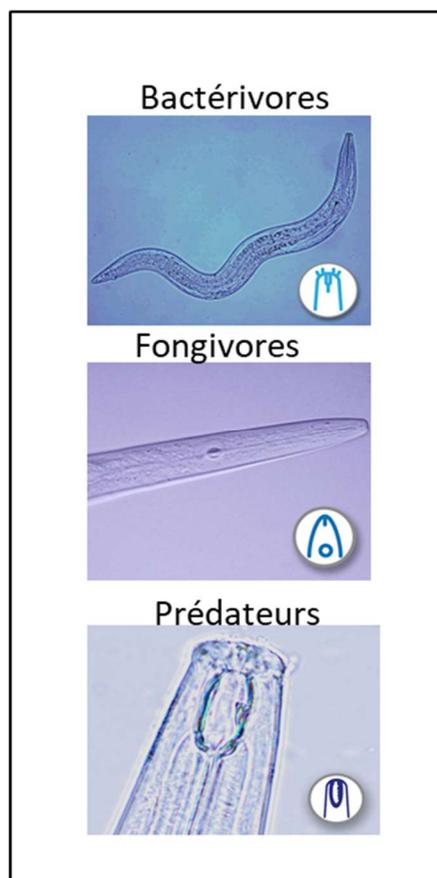
- Extraction sur 400g de sol
- Identification des nématodes
- Selon la méthode normalisée
- **Norme NF ISO 23611-4 (2007)**



Mars 2018
76 échantillons
19 modalités



Une mesure du niveau de l'activité biologique du sol



Abondance des nématodes libres



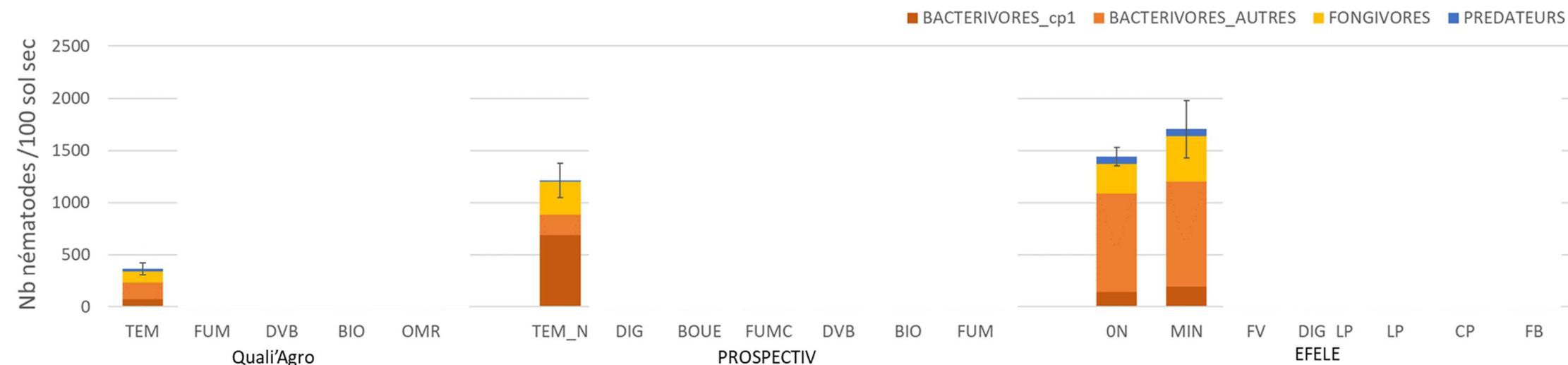
niveau d'activité biologique dans le sol

Nombre d'individus pour 100g sol



Une mesure du niveau de l'activité biologique du sol

Abondances de nématodes libres



Niveau d'activité **faible** à Quali'Agro

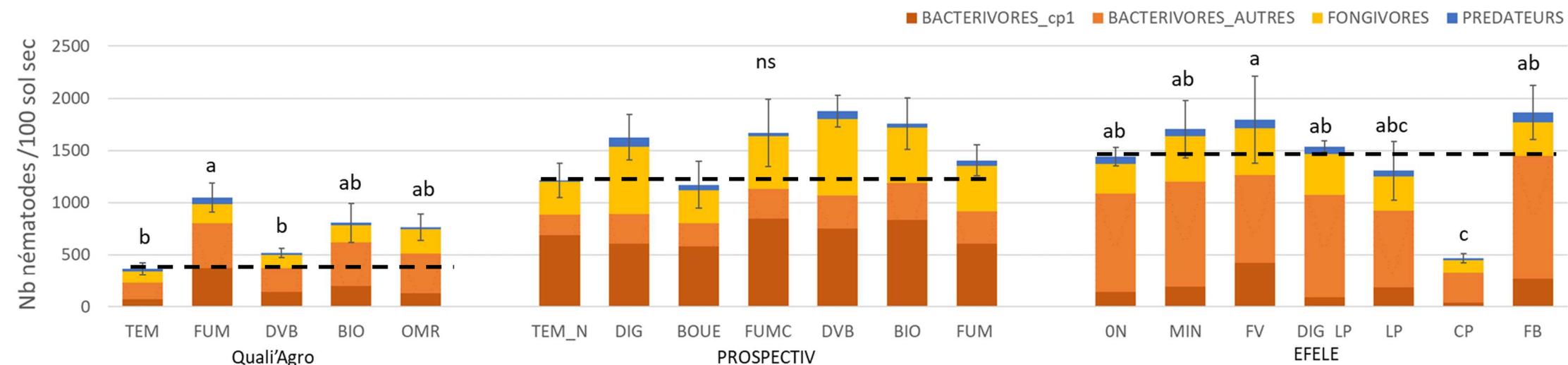
Elevé à très élevé à PROSPECTIV et EFELE (ELIPTO[®])



Forte population de nématodes microbivores liés à des apports historiques de fumier dans ces 2 sites – Peu de prédateurs -

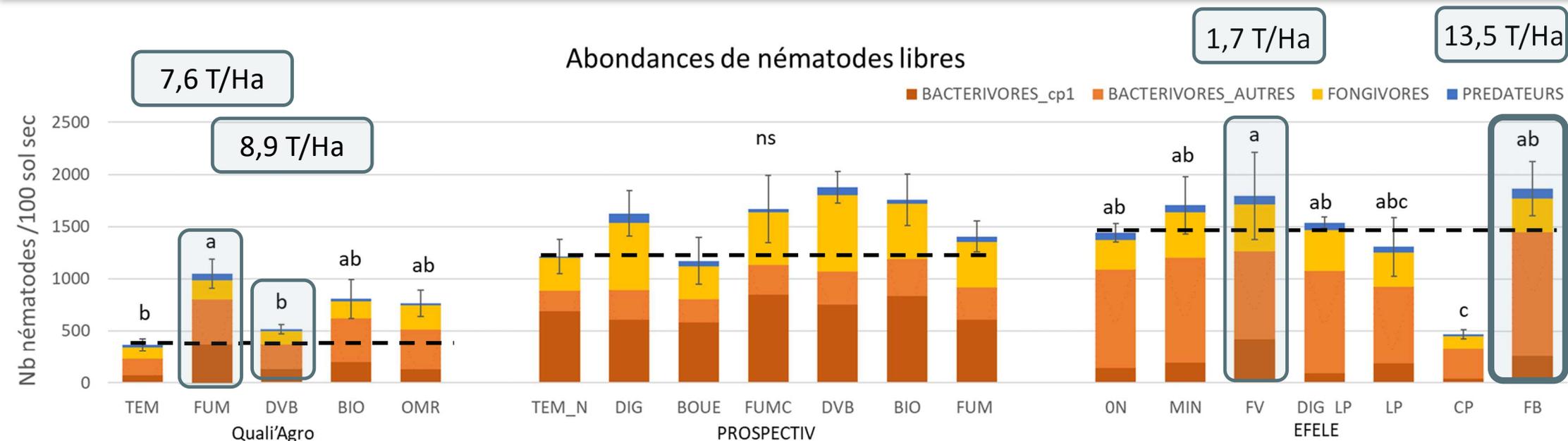
Une mesure du niveau de l'activité biologique du sol

Abondances de nématodes libres



Effet positif marqué des apports à Quali'Agro sur les nématodes microbivores
Effet faible à PROSPECTIV et EFELE ; **négatif** pour le compost de lisier (CP)

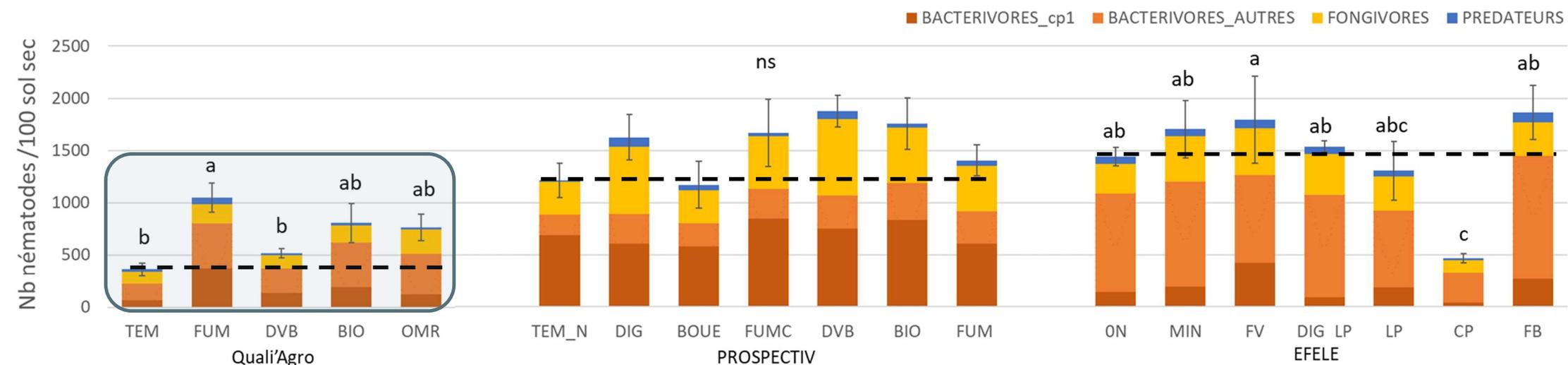
Une mesure du niveau de l'activité biologique du sol



Pas de lien direct avec les quantité de carbone apporté
Effet singulier de chaque PRO lié à sa qualité
Eg. Compost de lisier de Porc

Une mesure du niveau de l'activité biologique du sol

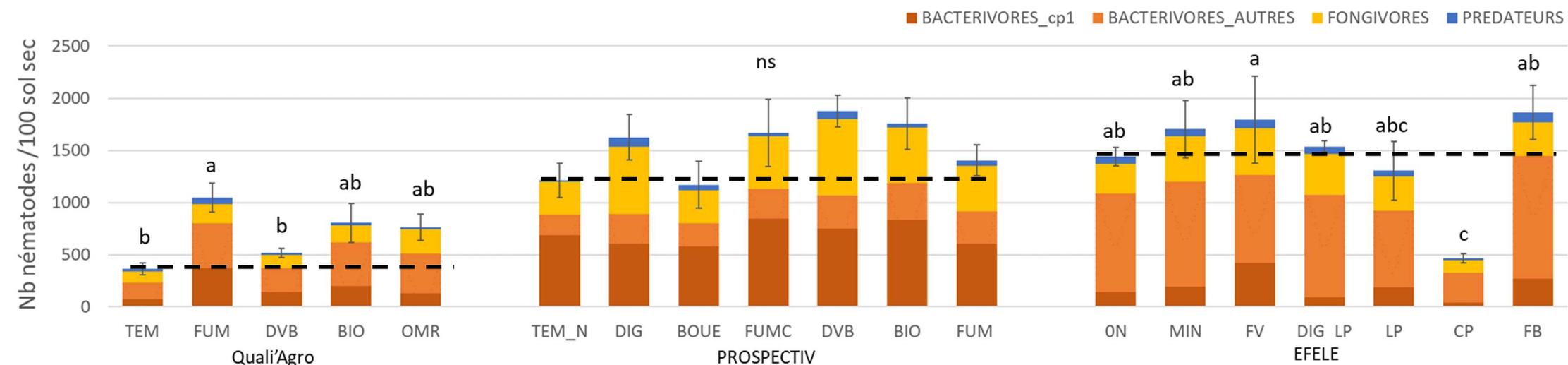
Abondances de nématodes libres



Augmentation de l'activité biologique pour les sols en déficit de C

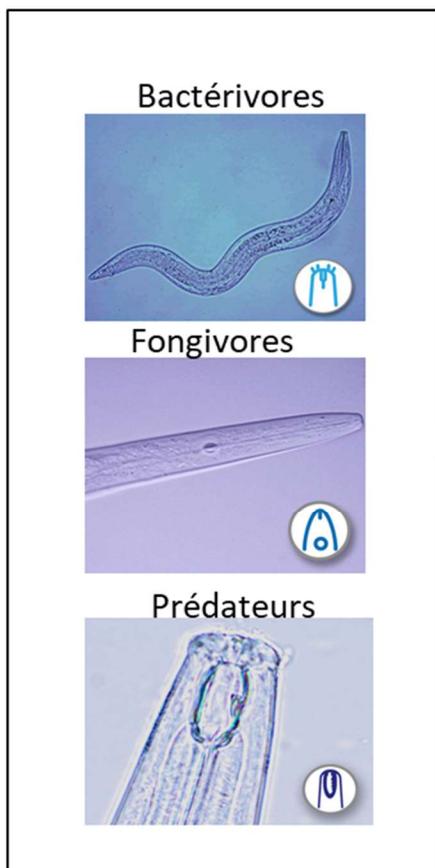
Une mesure du niveau de l'activité biologique du sol

Abondances de nématodes libres



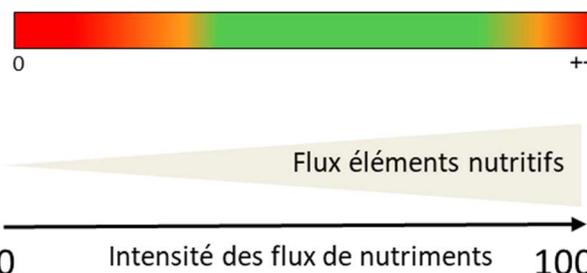
Pas d'effet à moyen terme des apports de PRO sur les nématodes prédateurs
= organismes sensibles aux perturbations des sols

Une mesure de la stabilité et de la richesse du milieu



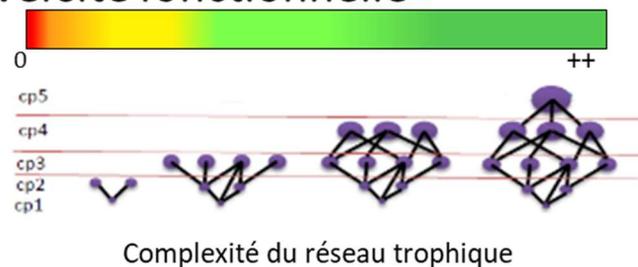
Indice d'enrichissement: EI

➔ Disponibilité des éléments nutritifs

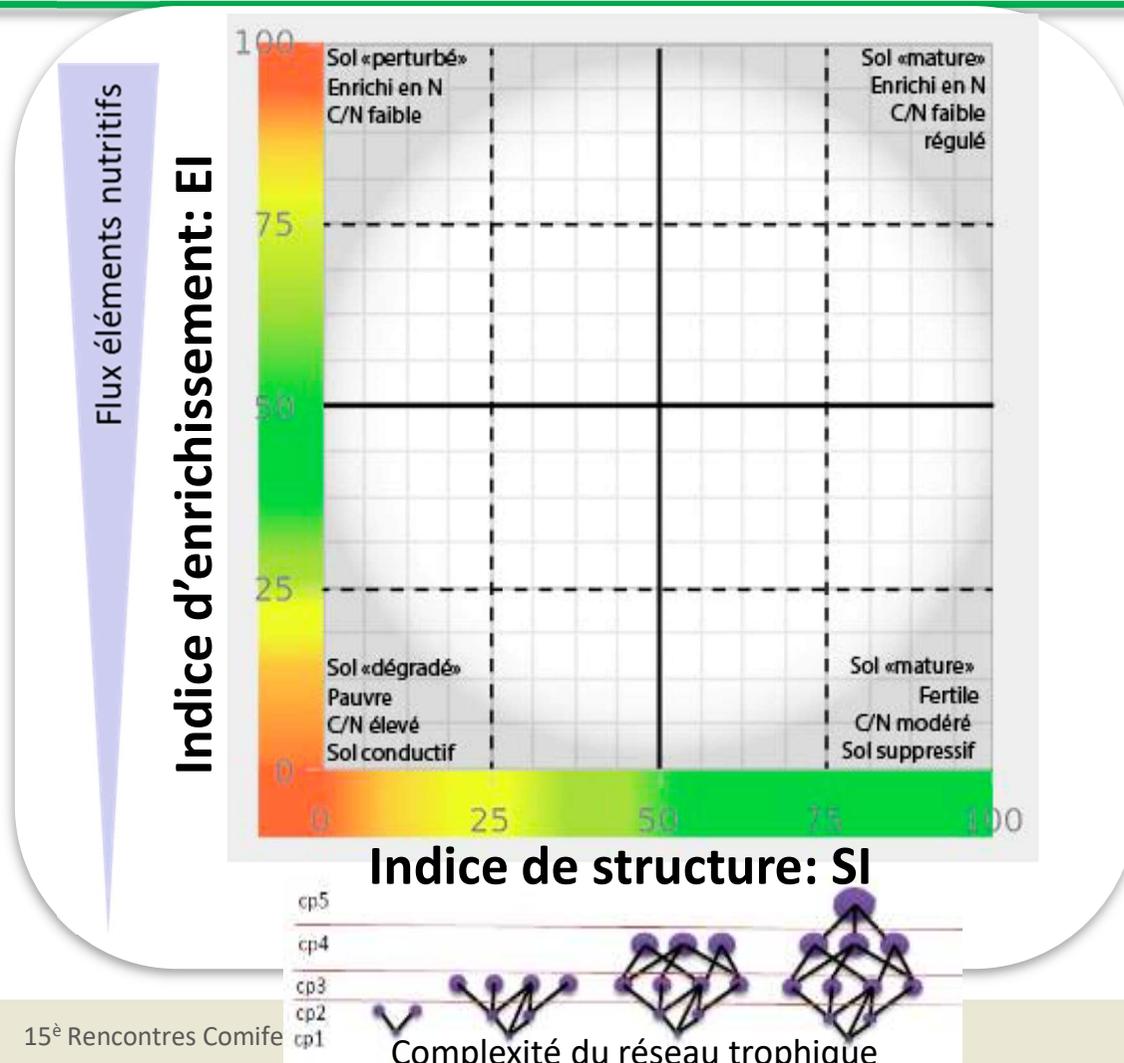
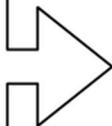
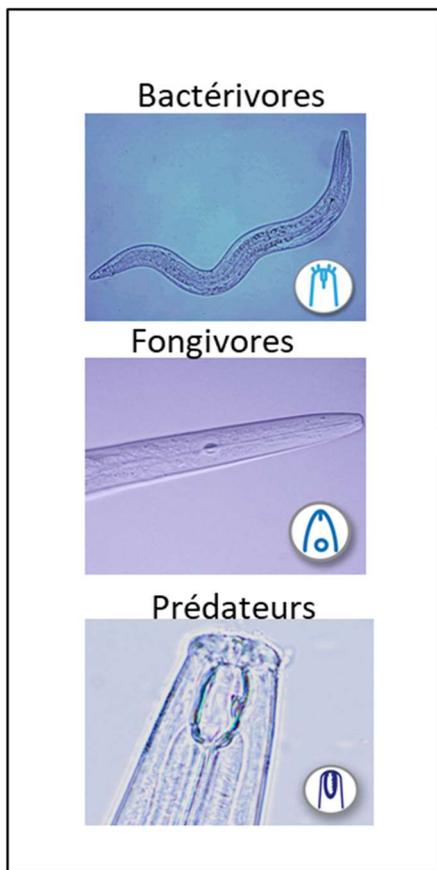


Indice de structure: SI

➔ Longueur, complexité des réseaux trophiques
= Diversité fonctionnelle



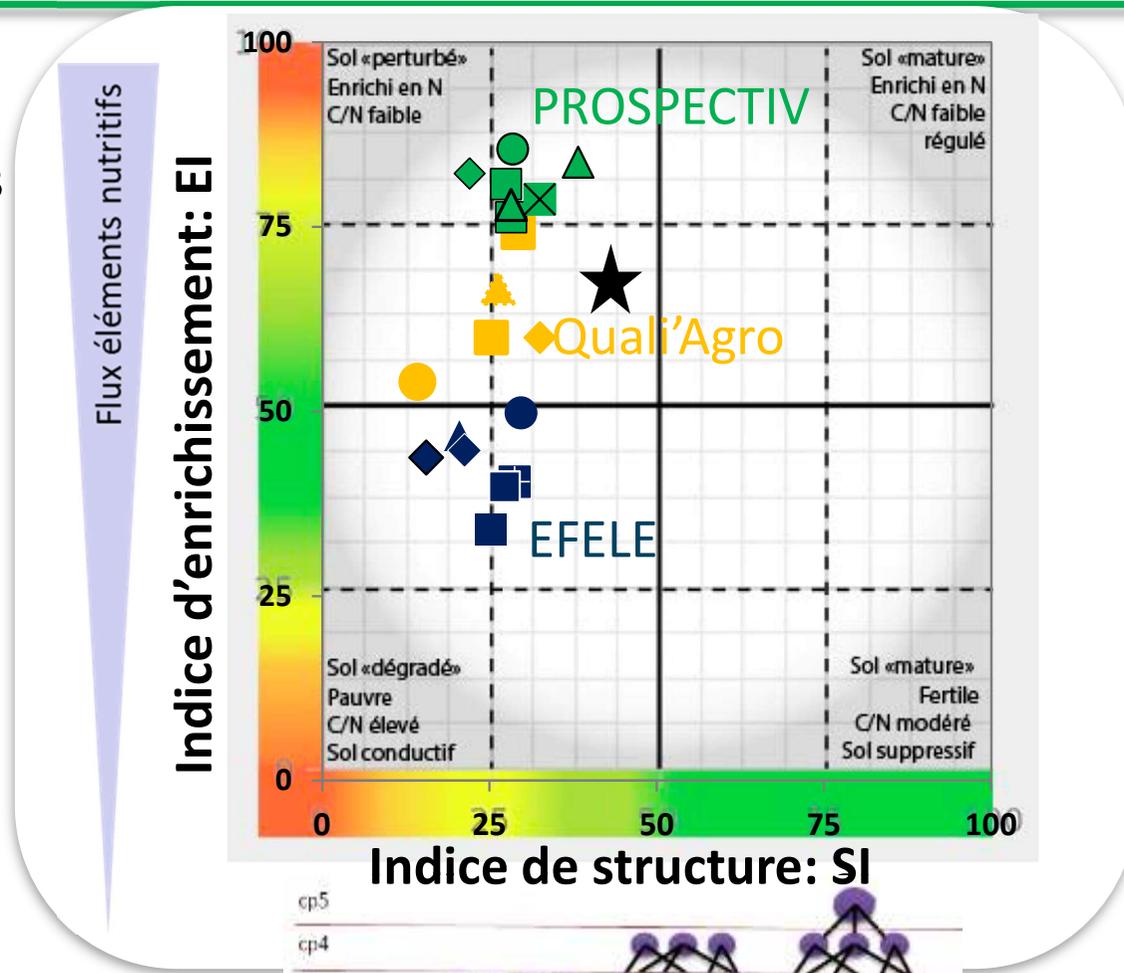
Une mesure de la stabilité et de la richesse du milieu



Une mesure de la stabilité et de la richesse du milieu

Des niveaux d'enrichissements variables

- Peu d'effet PRO
- Date dernier apport
- Etat du sol



- ◆ TEM
- ◆ FUM
- ▲ DVB
- ▲ BIO
- OMR
- TEM_N
- DIG
- ▲ BOUE
- ◆ FUMC
- DVB
- BIO
- ▲ FUM
- ON
- ◆ MIN
- FV
- DIG-LP
- ▲ LP
- CP
- ◆ FUM

★ Référence nationale ELIPTO[®]



Une mesure de la stabilité et de la richesse du milieu

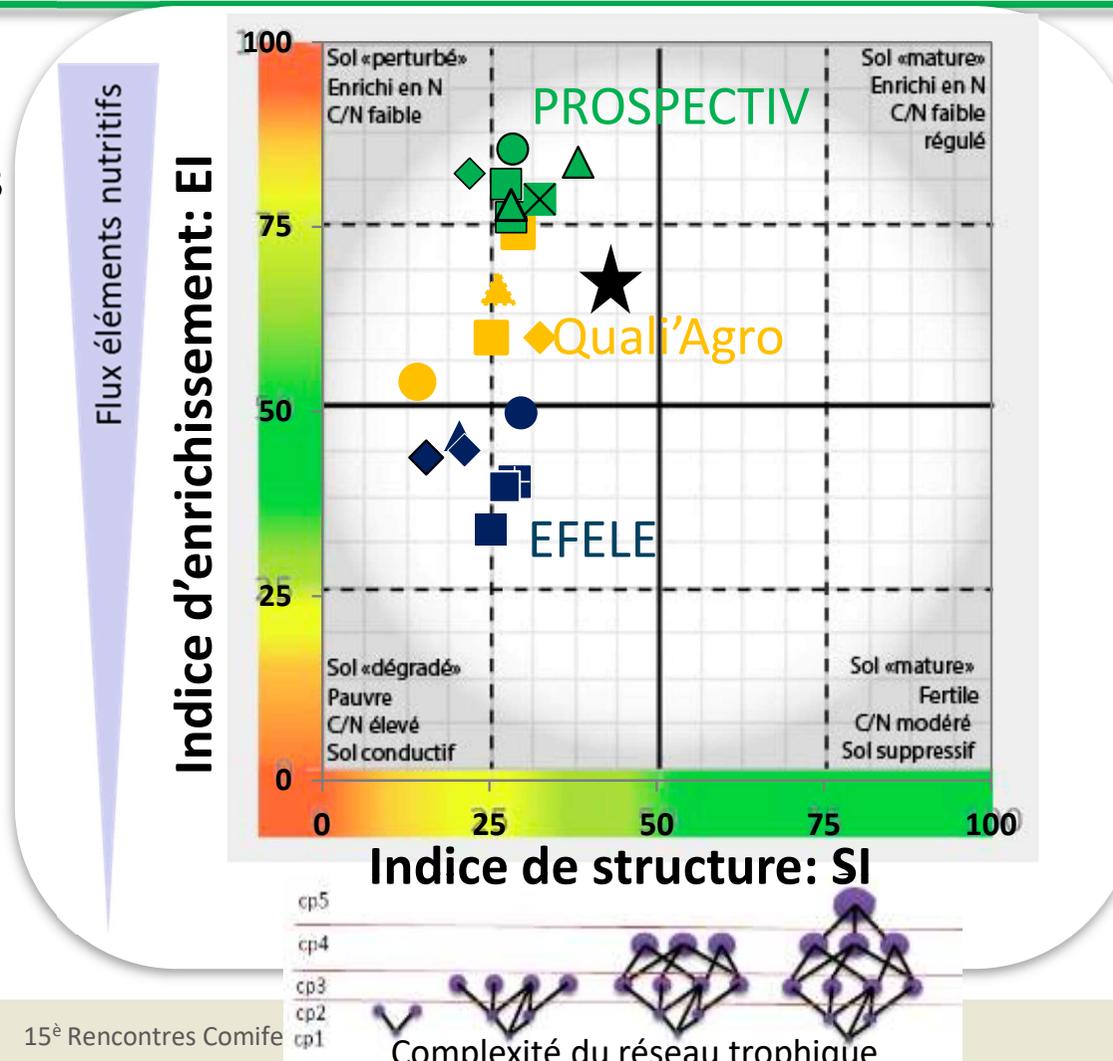
Des niveaux d'enrichissements variables

- Peu d'effet PRO
- Date dernier apport
- Etat du sol

Peu d'effet sur la stabilité du milieu

= milieu perturbés

L'apport de PRO n'est pas suffisant pour améliorer la diversité fonctionnelle des organismes du sol



- ◆ TEM
- ◆ FUM
- ▲ DVB
- ▲ BIO
- OMR
- TEM_N
- DIG
- ▲ BOUE
- ◆ FUMC
- DVB
- BIO
- ▲ FUM
- ON
- ◆ MIN
- FV
- DIG-LP
- ▲ LP
- CP
- ◆ FUM

★ Référence nationale ELIPTO®

Conclusion

Pas d'effet direct des quantités de carbone apportées sur l'activité biologique des sols

L'effet d'un PRO sur le fonctionnement biologique du sol dépend de

- **Quantités/ Fréquences** des apports
- **Composition chimique (ISMO, C/N...)**
- **Historique des parcelles**



Effets positifs des PRO plus importants sur les communautés de nématodes pour les sols ayant des teneurs en **carbone organique limitées**.



Cibler les sols en déficit de MO



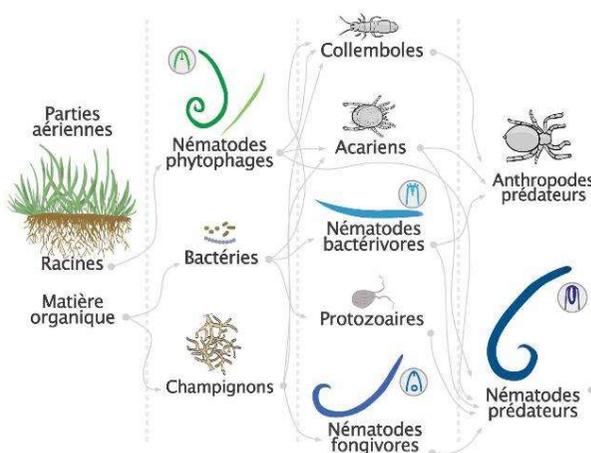
Crédit: connected by nature ; jardiner malin

Conclusion & Perspectives

L'apport de PRO stimule globalement les nématodes microbivores

Fonction : Transformation des matières organiques & Recyclage des nutriments

CF. Méta-analyses (Puissant et al., 2021)



Apports de PRO \neq augmentation la diversité fonctionnelle

Capacité des sols à assurer un ensemble de fonctions plus diverses

Besoin de limiter les perturbations physiques et chimiques des sols
= travail du sol, sol nu, pesticide, rotations, couverts végétaux.

De nouveaux PRO en cours d'évaluation

CF. PROJET METHABIOSOL pour les digestats de méthanisation



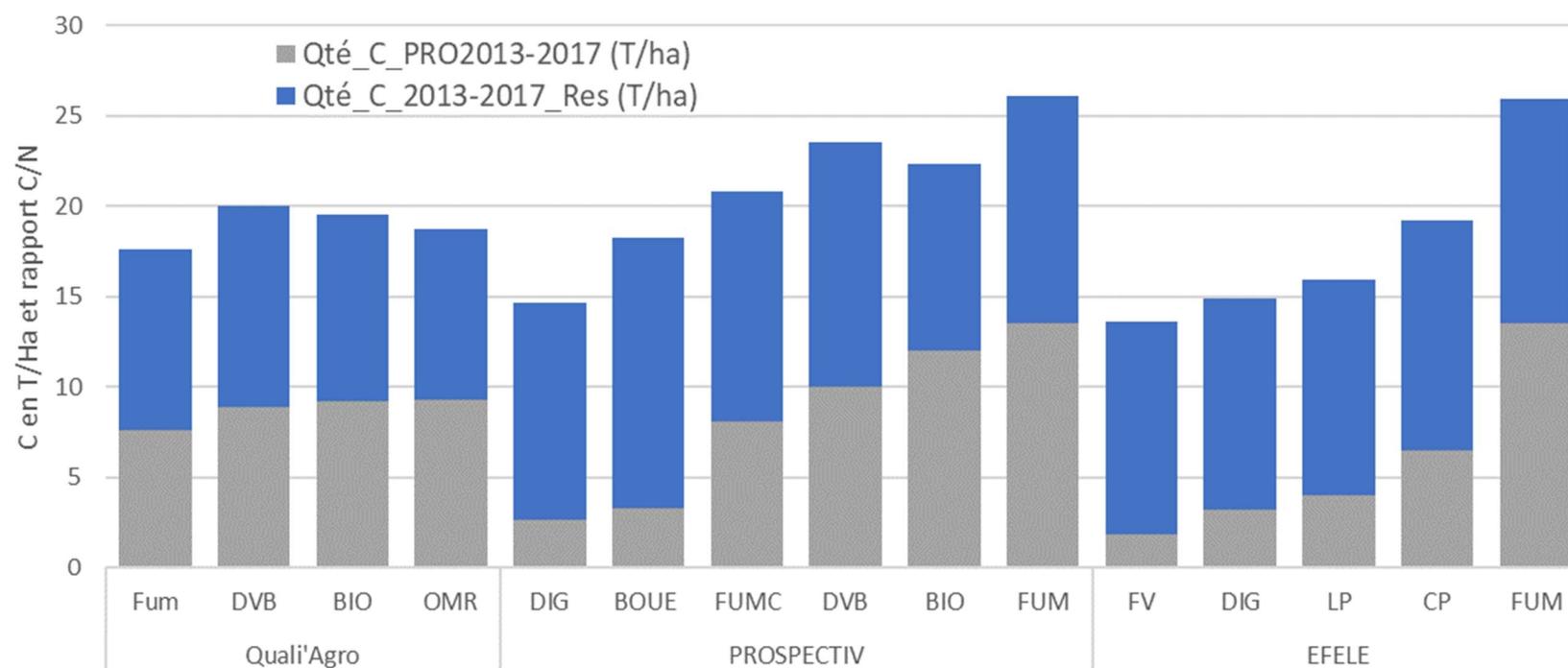


Merci de votre attention

**Merci à l'ensemble des partenaires
du projet PROTERR**

Des quantités et des qualités de PRO variables

Quantité de carbone apportés sur la période 2013/2018



Des effets globaux des PRO plutôt positifs

