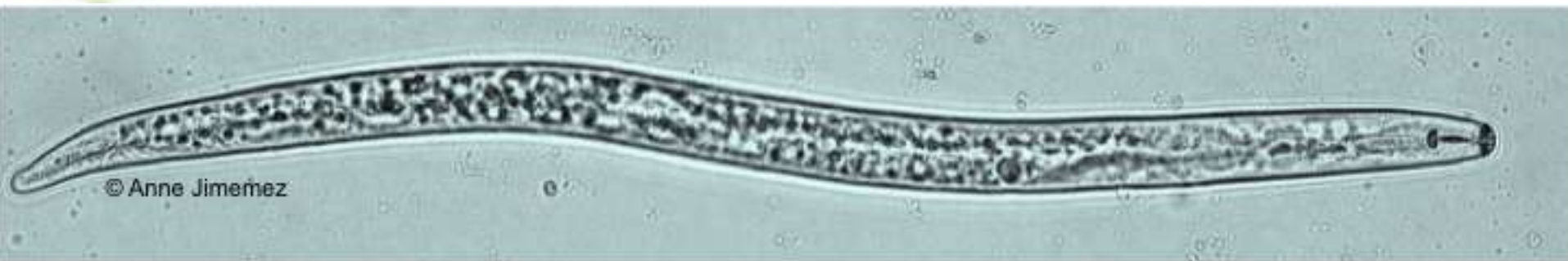


# **Des bio-indicateurs permettant de caractériser l'état du sol et son fonctionnement biologique**

**Cécile Villenave**



# Qu'attend-on d'un bio-indicateur de qualité du milieu?

**Qu'il révèle ...**

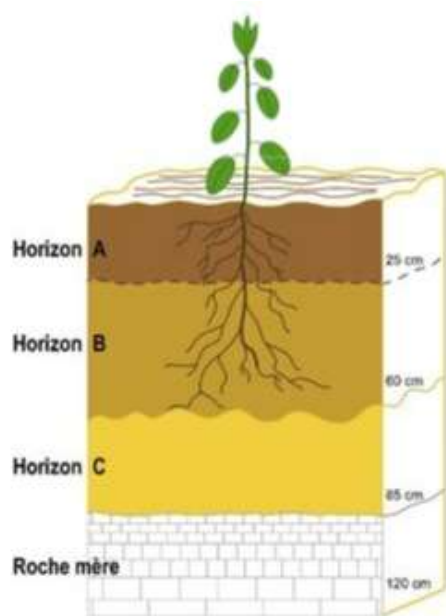
... l'état de « santé » du milieu,

... sa capacité à réaliser ses fonctions-clés



milieu complexe: boîte noire, plus difficile à « caractériser » que les autres milieux

Le sol met des milliers d'années pour se former; il existe une très grande diversité de sols.



## Les fonctions multiples du sol

- Support des cultures agricoles et forestières
- Stockage, filtration et épuration de l'eau
- Stockage du carbone
- Source de matières premières
- Habitat pour la faune et la flore...

Les fonctions attendues du sol dépendent de son usage.

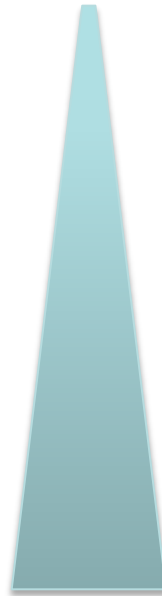
Nombre de ses fonctions sont réalisées en partie grâce à l'activité des organismes du sol.

# Biodiversité des organismes du sol



taille

-



+++

Micro-organismes:



Microfaune : nématodes



Mésafaune:



Macrofaune:



Les nématodes sont des organismes vermiformes microscopiques.

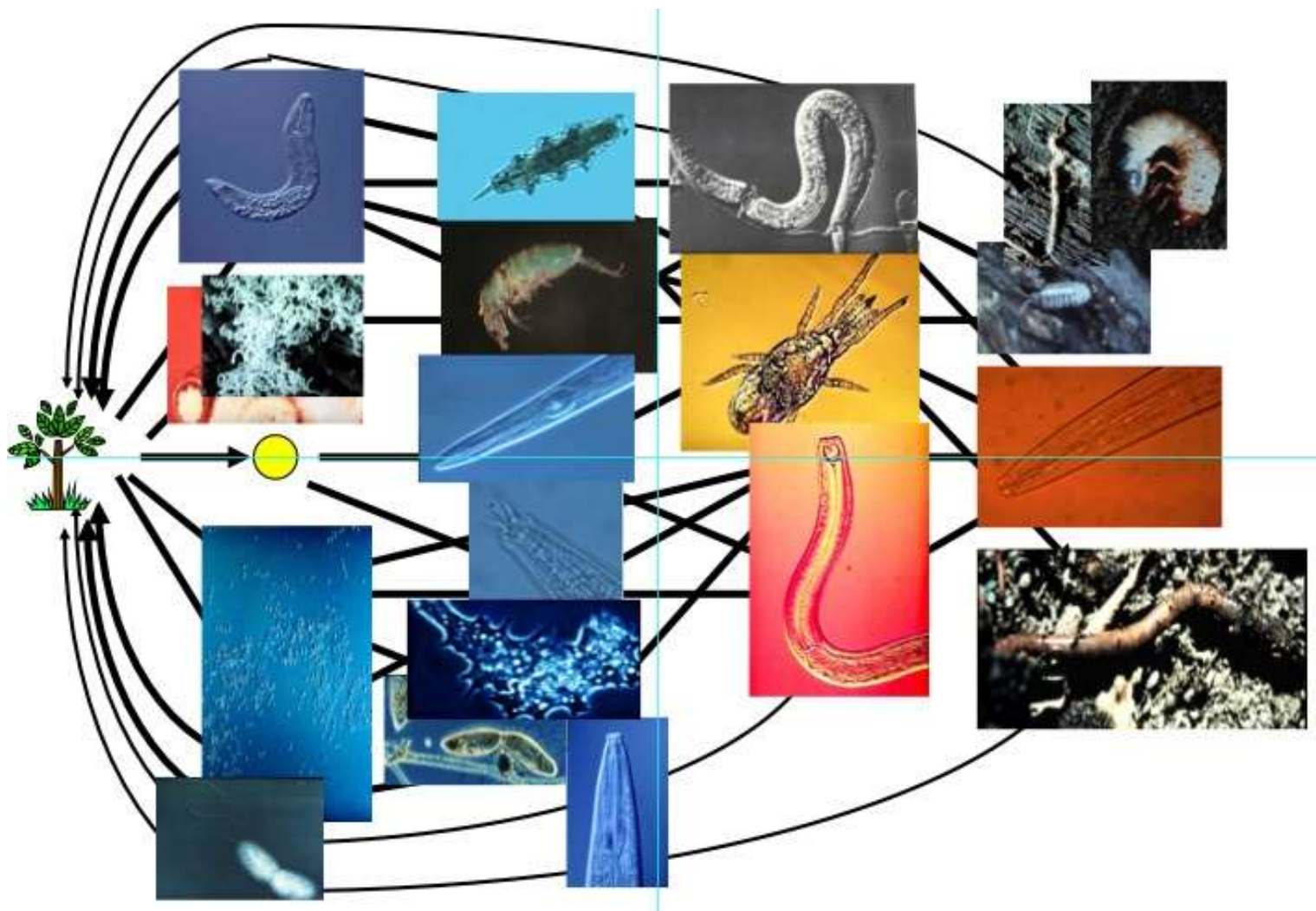
Ce sont les métazoaires les plus abondants sur terre.

**Dans le sol > 1 million par m<sup>2</sup>**

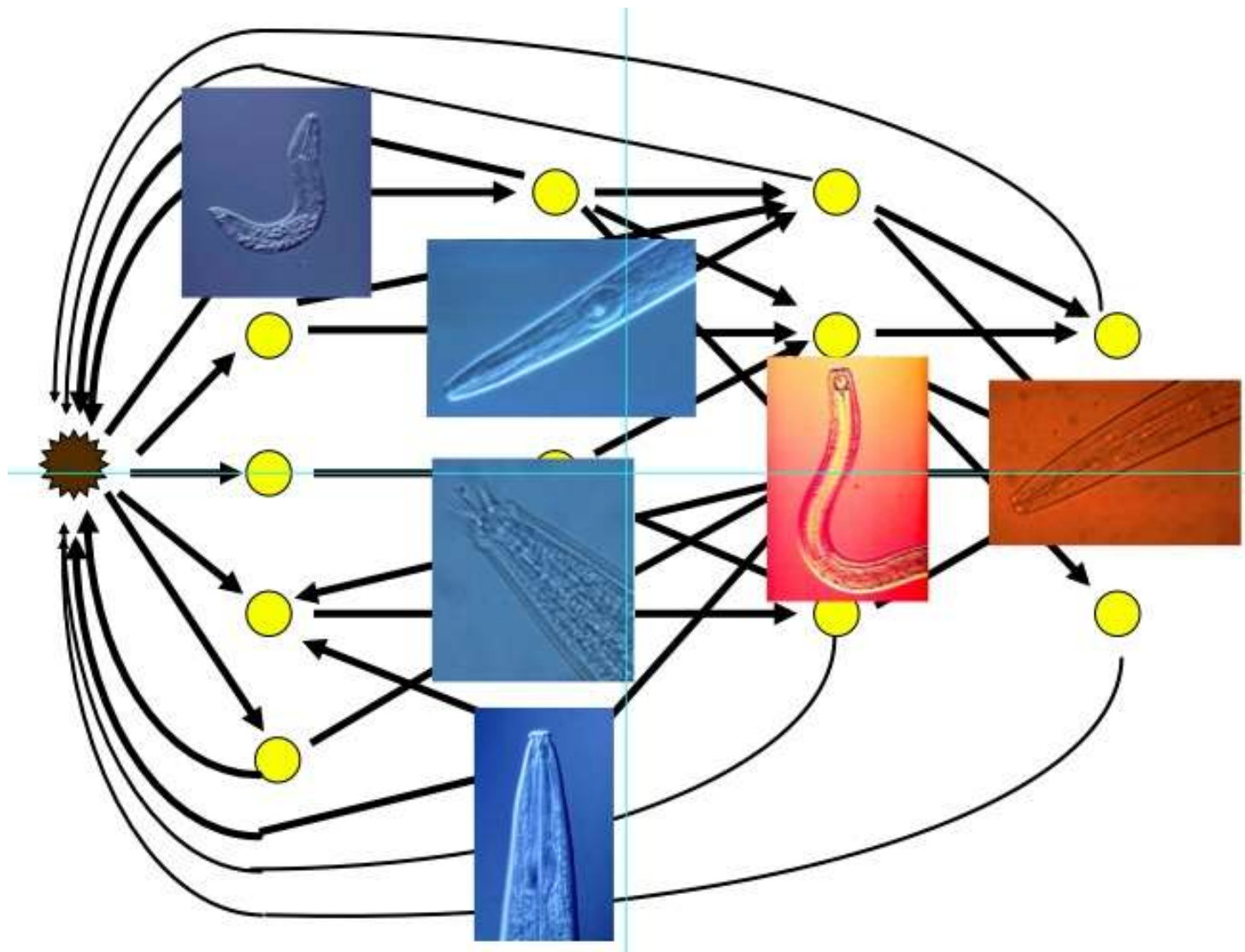








Source: Ferris H., 2001



Source: Ferris H., 2001



# Intérêt des nématodes comme bio-indicateurs

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

## *Caractérisation de la nématofaune*

Abondances des groupes  
fonctionnels clés de nématodes

+

Indices nématofauniques

PPI

NCR

MI

EI

SI



Qualité  
du sol

Valorisation de travaux de  
recherches scientifiques  
débutés dans les années 1990

Des méthodes  
d'études  
normalisées:  
NF ISO 23611-4

Plus de 10 ans de recherche  
sur le thème  
Base de références d'environ  
2000 analyses



# 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.

### Analyse

Le présent document spécifie une méthode pour échantillonner et manipuler les nématodes du sol en tant que condition préalable pour les utiliser comme bio-indicateurs.

### Descripteurs

**Thésaurus International Technique** : sol, qualité, pollution, invertébré, essai biologique, échantillonnage, collecte, extraction, comptage, identification, mode opératoire.

### Modifications

### Corrections



# Dans quels contextes utiliser ces bio-indicateurs?



## ***Sols agricoles:***

grandes cultures, viticulture, arboriculture, cultures maraichères



## ***Sites et sols perturbés ou pollués:***

soumis à une réhabilitation: mines / décharges...

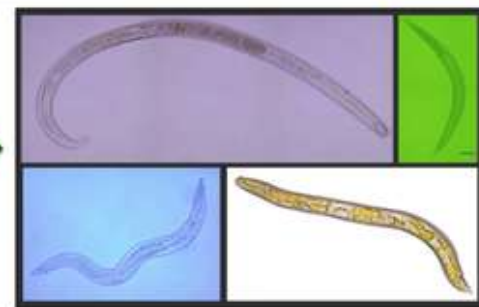


## ***Réserves naturelles Espaces verts urbains***

dans le cadre d'une gestion durable

## Procédure d'analyse d'échantillons de sol en vue de l'utilisation des nématodes comme bio-indicateurs

Les échantillons de sol (500g) prélevés sur sites sont envoyés au laboratoire



Les nématodes sont extraits du sol... avant d'être comptés et identifiés

## Indication des principaux types de nématodes du sol

### Phytophages

Phytophages  
obligatoires



Phytophages  
facultatifs



Couverture végétale  
(perte de) Production  
primaire

### Nématodes libres

Bactérovores



Fongivores



Dynamique de la MO  
Recyclage des nutriments

Carnivores



Omnivores



Perturbations physiques  
ou chimiques (pollutions)



# Diagnostic du fonctionnement biologique des sols par analyse de la nématofaune

- Deux abondances de nématodes (ind kg<sup>-1</sup> sol)

1-Phytoparasites :



2-Libres:

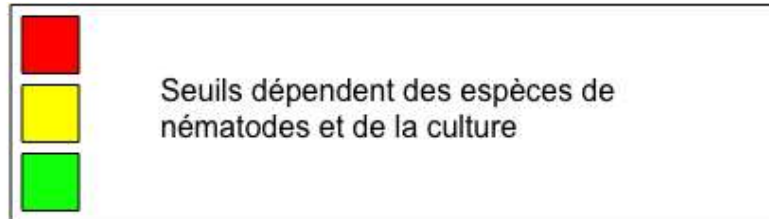


- Trois indices basés sur la composition de la nématofaune
  - 3-SI: Indice de Structure (maturité/stabilité du milieu)
  - 4-EI: Indice d'Enrichissement (en nutriments)
  - 5-IVD: Indice des Voies de Décomposition (bactérienne versus fongique)

# Deux abondances de nématodes

## 1- Abondance des phytoparasites et genres dominants

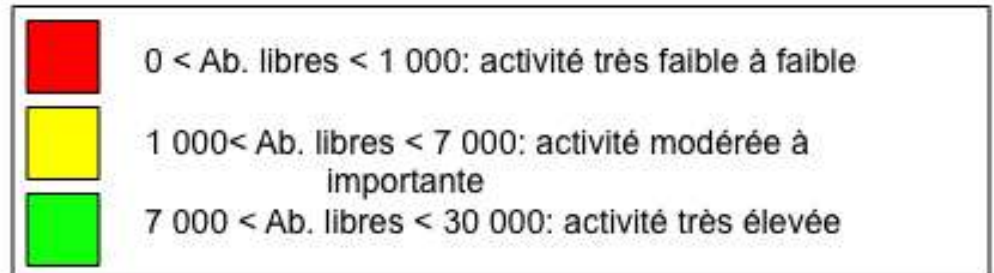
-> risque de dégâts sur plantes cultivées = INTERET EN AGRICULTURE



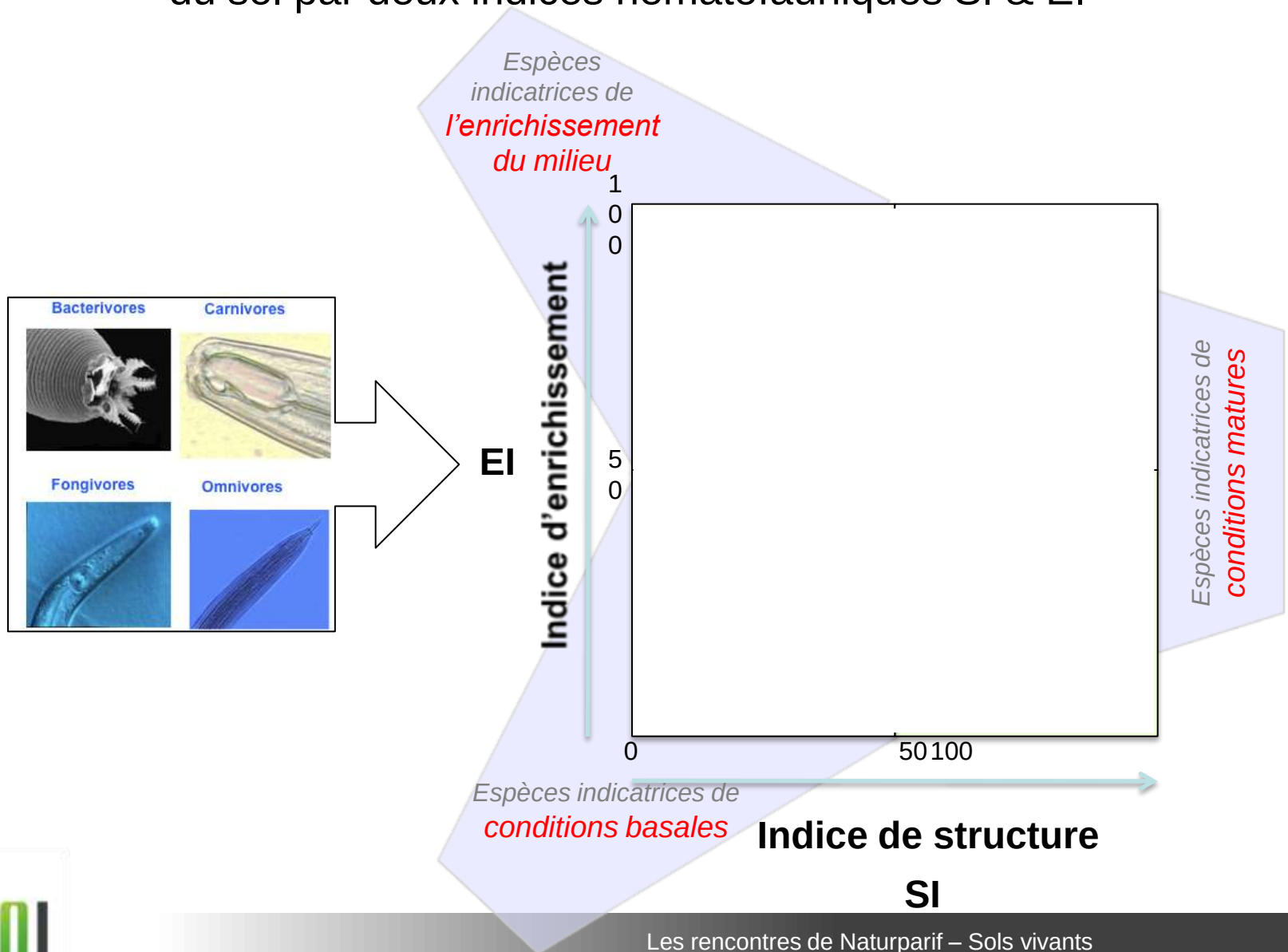
## 2- Abondance des nématodes libres (Nombre d'individus par kilo de sol)

-> niveau d'activité biologique dans le sol

- \* Lié à la teneur en matière organique
- \* Aux perturbations



### 3- et 4- Diagnostic de la micro-chaîne trophique du sol par deux indices nématofauniques SI & EI



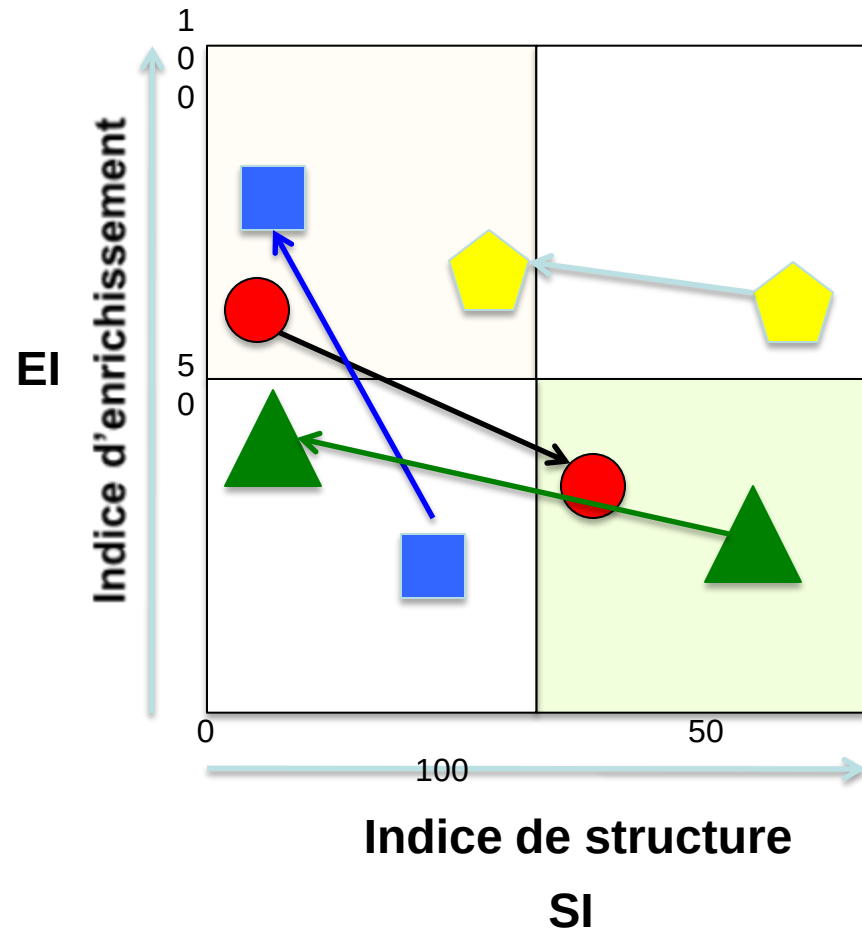
## Exemple: évolution au cours du temps: trajectoires

### Ex1: mise en jachère

Ex4: Labour d'une prairie permanente

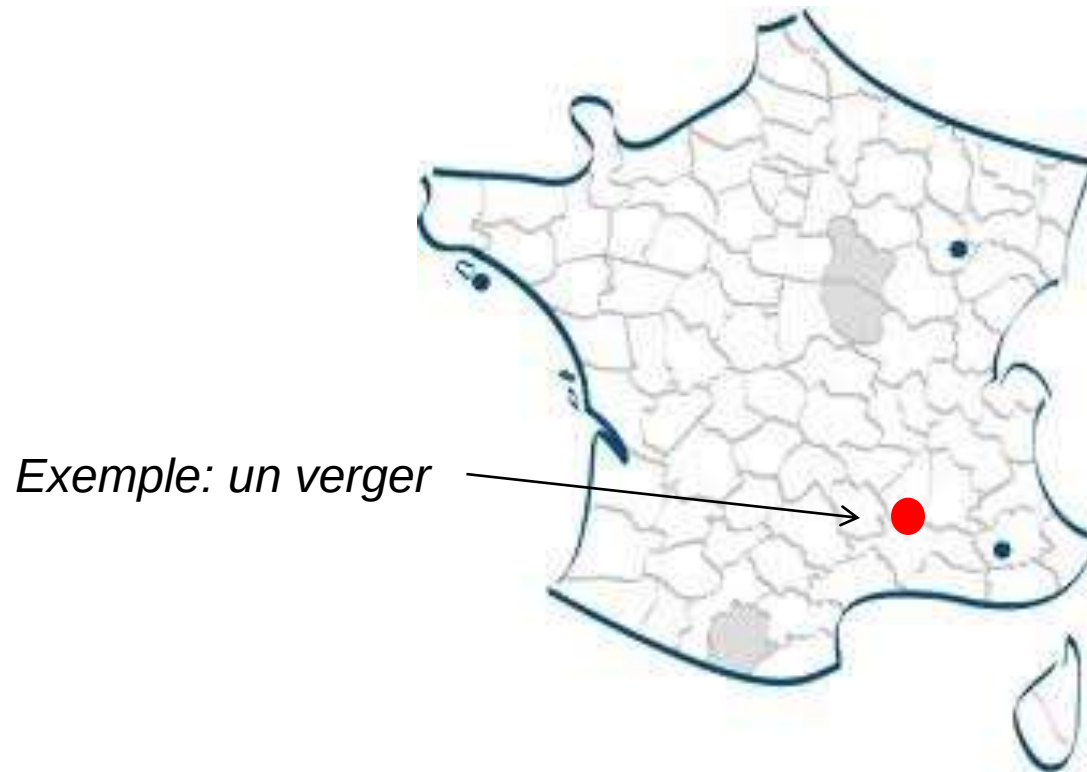
Ex2: Après une fertilisation minérale importante

Ex3: Défriche d'une forêt



# Caractériser le fonctionnement biologique du sol

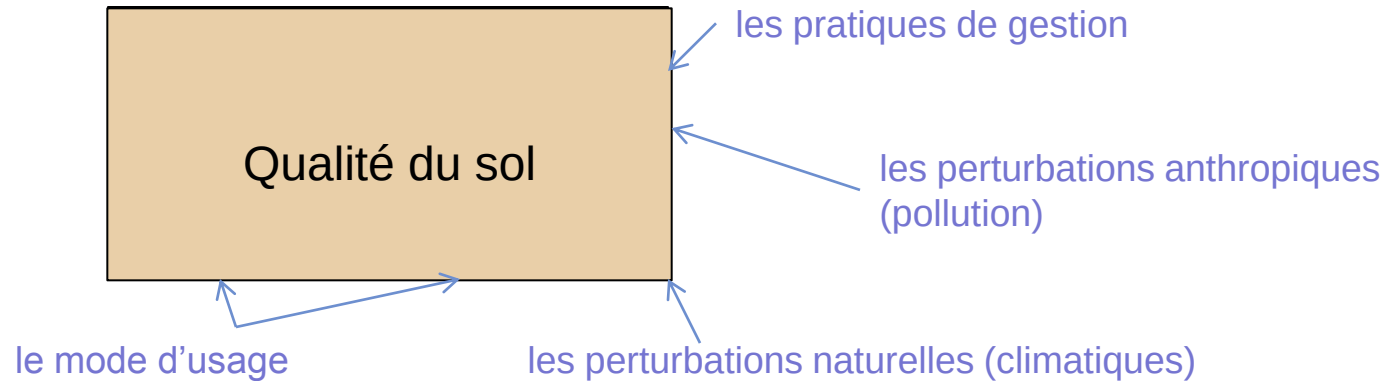
Première approche: Indicateur de l'état biologique du sol **d'un site**



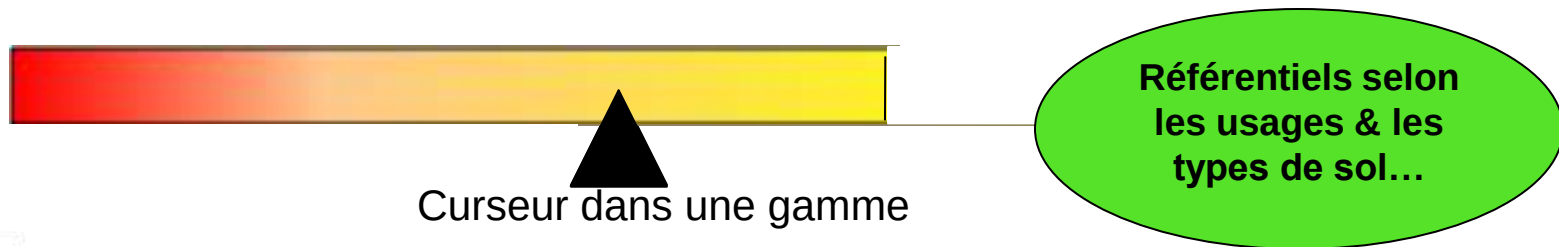


## Première approche: Indicateur de l'état biologique du sol **d'un site**

Utilisation de référentiels permettant l'interprétation des résultats



- Prise en compte simultanée de la q. inhérente & de la q. dynamique
  - Situations d'impacts multiples (mode d'usage x pratiques x sol x climat...)
- = difficile d'identifier les facteurs explicatifs**



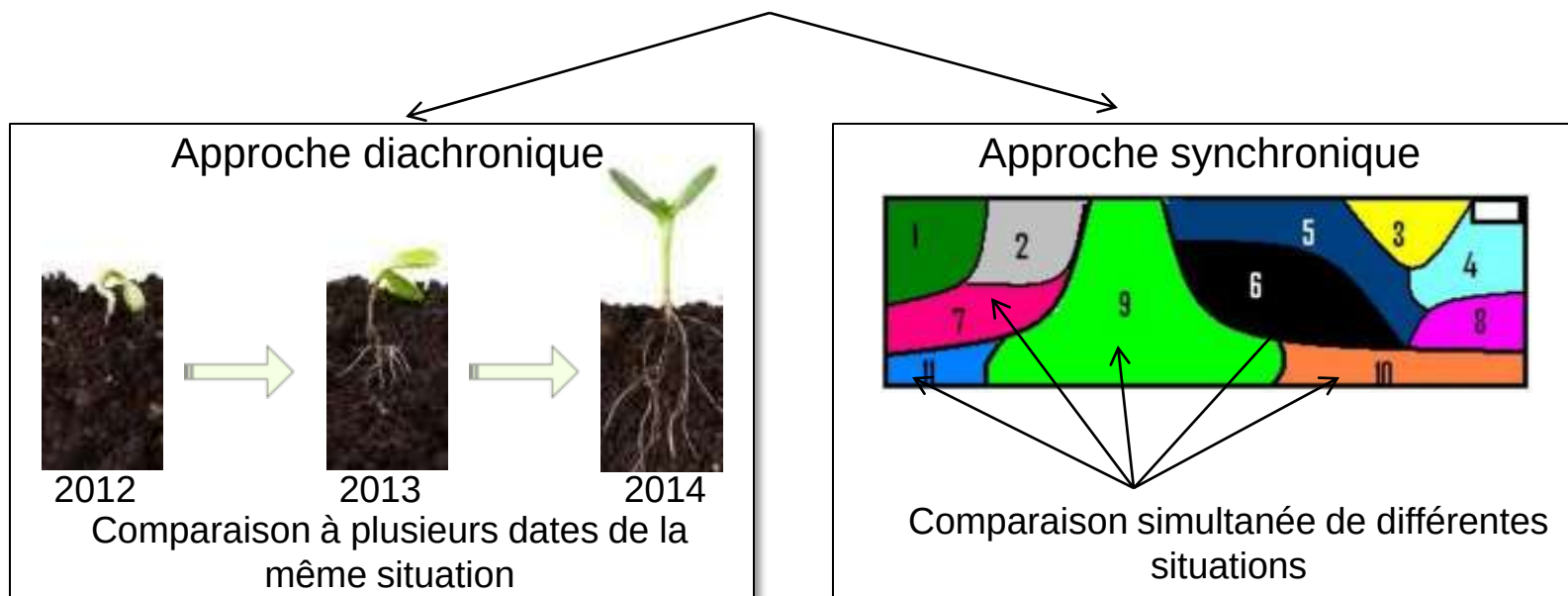
# Caractériser le fonctionnement biologique du sol

Deuxième approche: Etudier les modifications **suite à un changement...**

## *Exemples:*

- un changement de mode d'usage du sol
- un changement de pratiques agricoles
- un changement de mode de gestion d'un espace vert
- suite à une perturbation anthropique: pollution
- suite à une réhabilitation d'un site dégradé: revégétalisation ...

## Deuxième approche: Etudier les modifications **suite à un changement...**

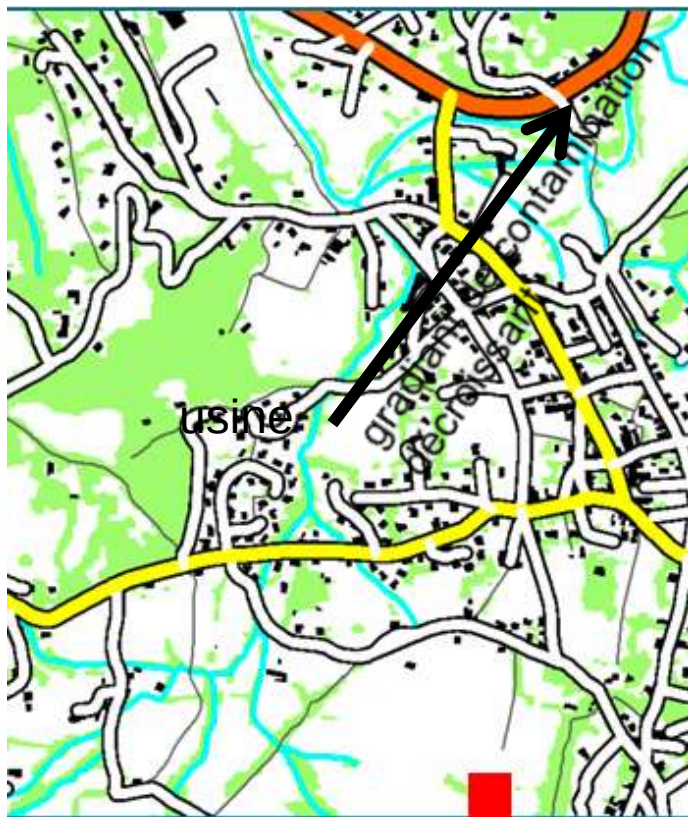


-> Contrôle du nombre de facteurs qui varient: relation de causalité  
(même sol / même climat / même végétation)

# Mesure de l'effet d'une contamination sur la vie du sol

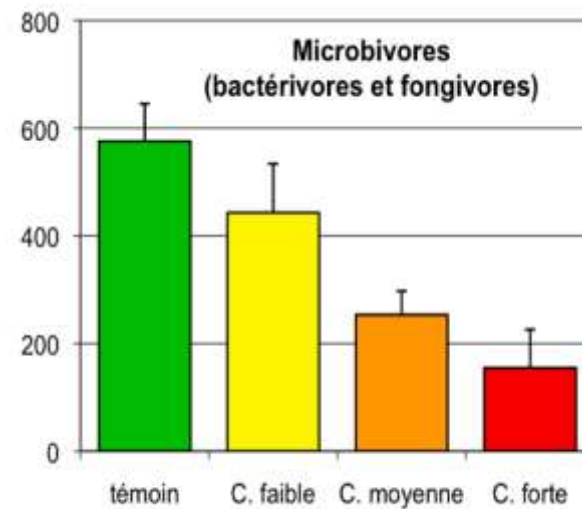
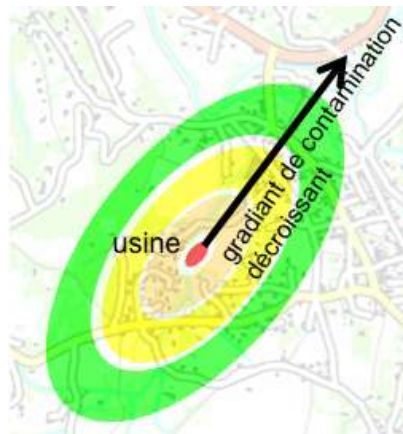
Exemple: ancienne usine métallurgique

Comparaisons des situations  
boisées ayant des niveaux de  
contamination différents

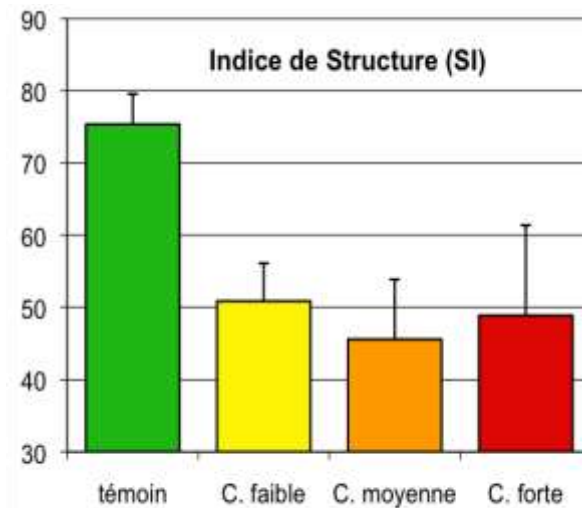
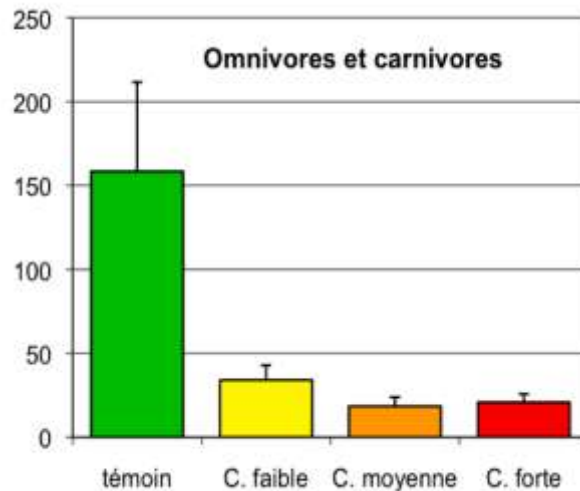


Programme BIO2  
ADEME





Nématodes pour 100g de sol

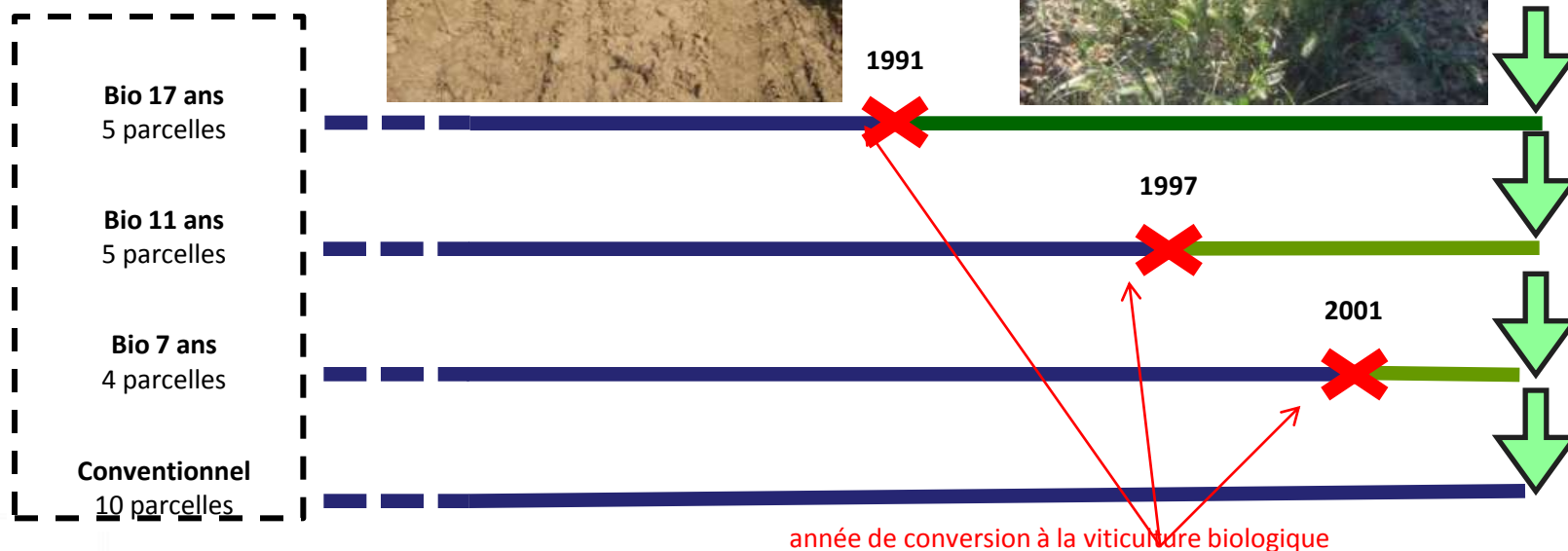


Plus la contamination est importante moins la micro-chaîne trophique du sol est développée: le sol ne fonctionne pas.

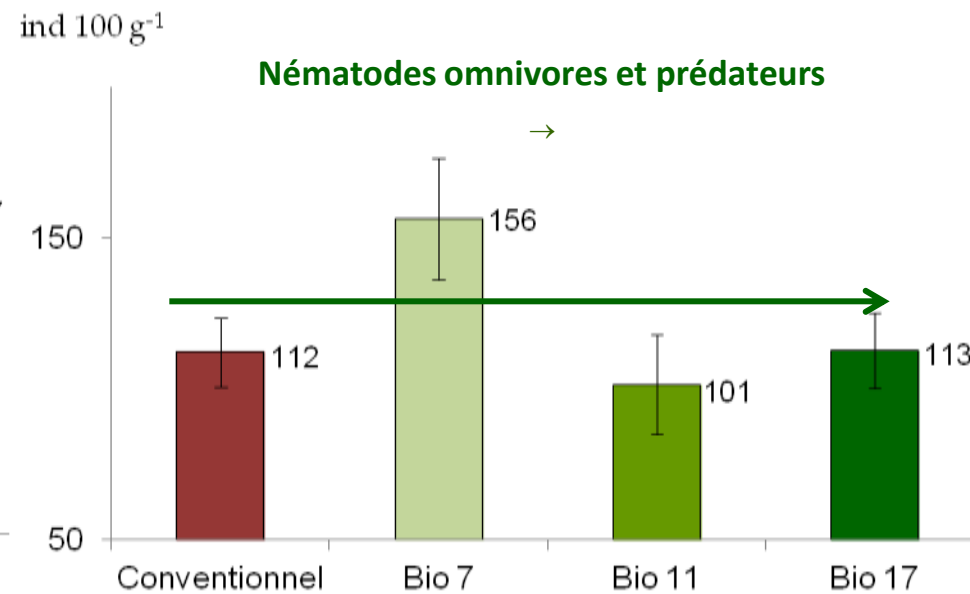
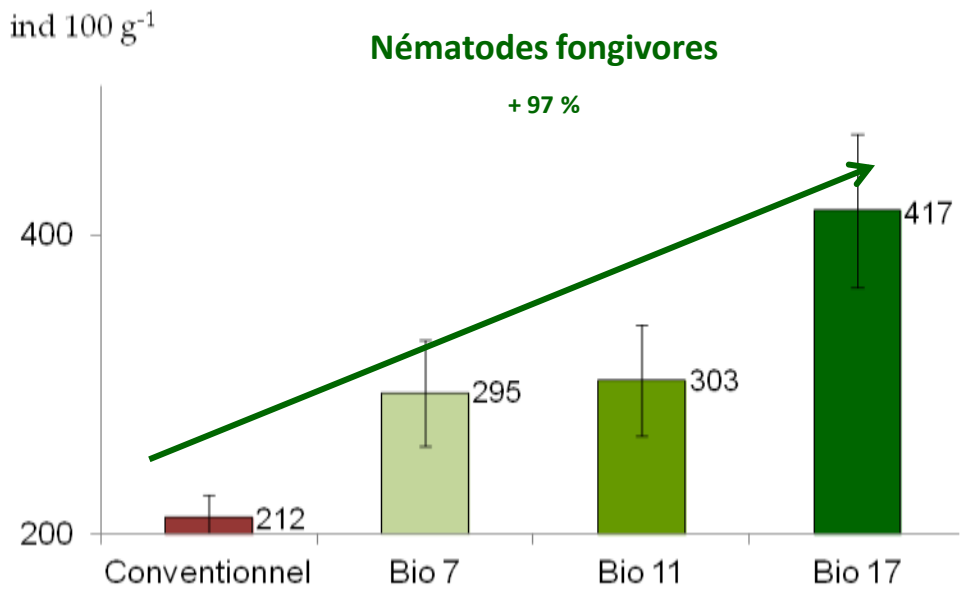
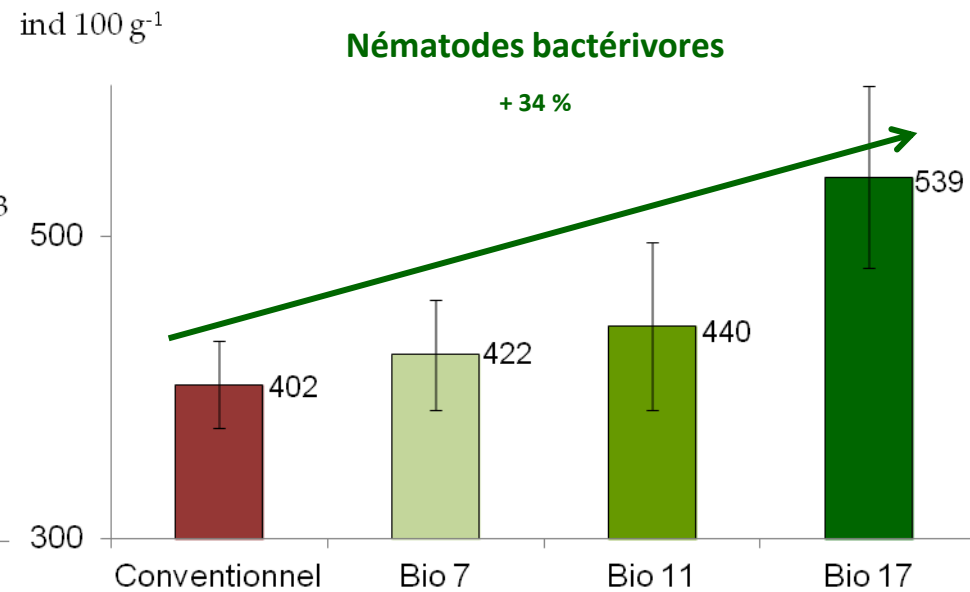
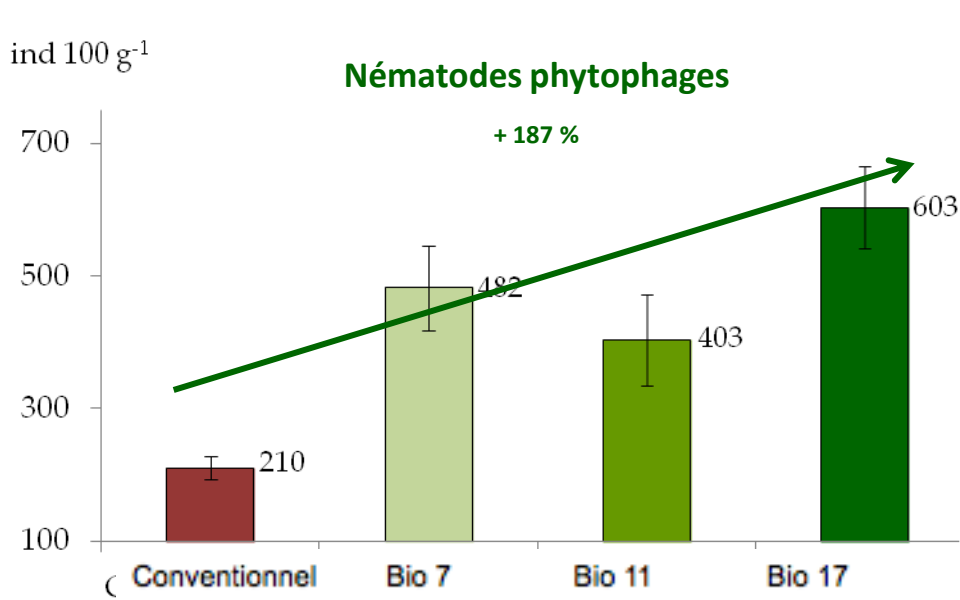


# En agriculture: conversion de viticulture conventionnelle à viticulture biologique

Exemple:  
domaine dans le  
Languedoc-  
Roussillon

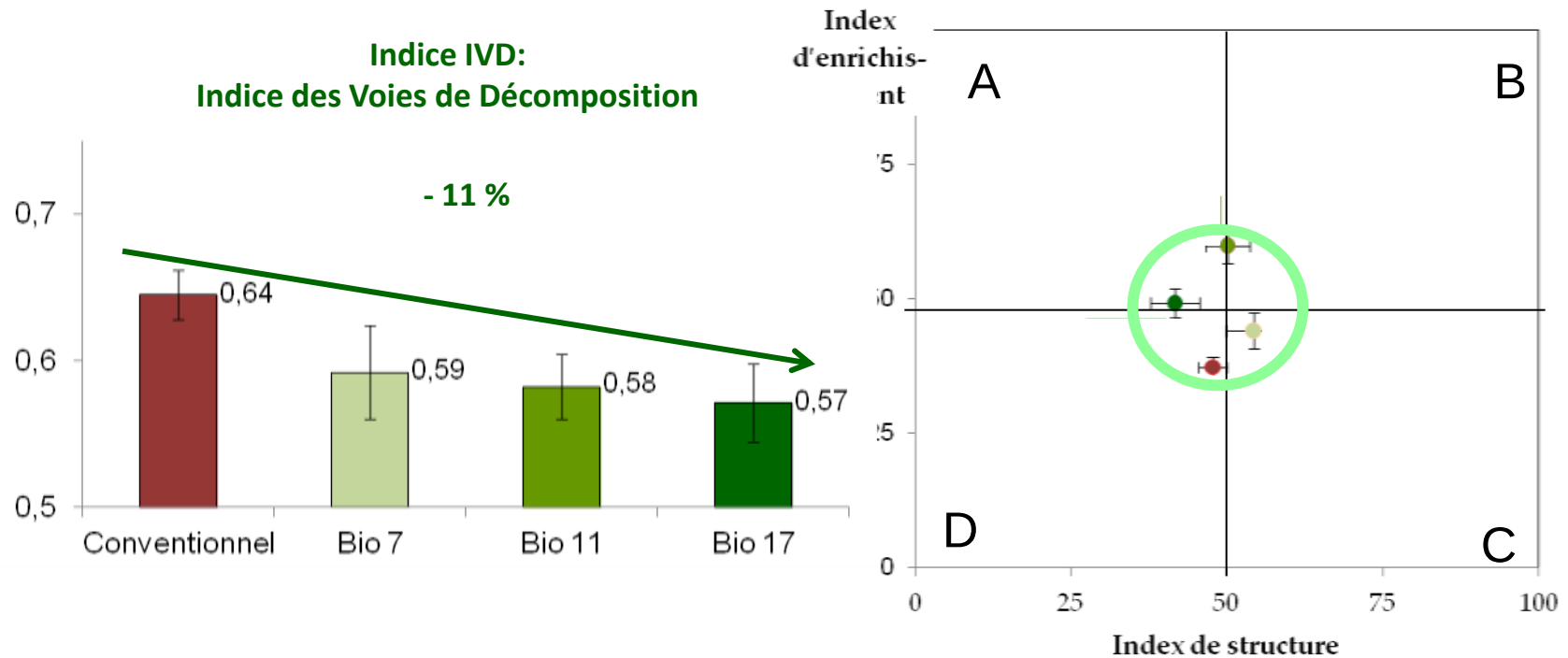


## Analyse de la nématofaune



## Indices nématofauniques

Indice d'enrichissement versus indice de structure: diagnostic du micro-réseau trophique



Coll, Le Cadre, Villenave. 2012

Cet exemple de viticulture biologique



### Bactérovores + Fongivores



Augmentation



Une quantité de matière organique disponible dans le sol qui augmente

### Phytophages

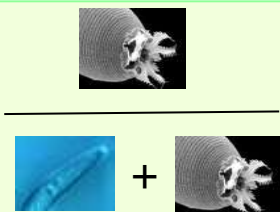


Augmentation



Un enherbement plus permanent

IVD=

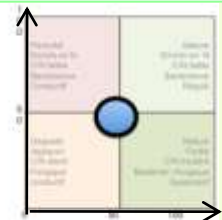


Diminution



Un changement de la qualité de la matière organique du sol

EI



SI

Stabilité



Pas de complexification du réseau trophique:  
le milieu reste perturbé et ne permet pas le développement d'une faune diversifiée.

**Conclusion:** ces indicateurs renseignent sur différents aspects du fonctionnement du sol

## Conclusion: Outils de surveillance de la qualité du sol

Plue-value de ces analyses:

- Intègrent une dimension supplémentaire aux analyses physico-chimiques classique: la bio-diversité
- **Outils de pilotage pour la gestion durable des sols:**
  - > améliorent la connaissance et la compréhension de l'impact des pratiques
- **Outils de communication:**
  - > permettent de quantifier et de caractériser des évolutions jusque là invisibles
- **Outils d'aide à la réglementation...**



*Merci de votre attention*

*Merci aux organisateurs de ces journées*

[www.elisol.fr](http://www.elisol.fr)

### Nos partenaires

Unité Mixte de Recherche  
ECO & SOLS

L'INRA

L'institut de recherche pour le  
développement

SupAgro Montpellier

Languedoc Roussillon  
Incubation

Business innovation center  
Montpellier

