



HAL
open science

Les communautés micro-algales et cyanobactériennes comme bioindicateurs de stress phytosanitaires dans les sols agricoles

Olivier Crouzet, Sylvie Nelieu, Christelle Marraud, Ghislaine Delarue,
Frédéric Rimet, Annette Berard, Clarisse Mallet

► To cite this version:

Olivier Crouzet, Sylvie Nelieu, Christelle Marraud, Ghislaine Delarue, Frédéric Rimet, et al.. Les communautés micro-algales et cyanobactériennes comme bioindicateurs de stress phytosanitaires dans les sols agricoles. 45e Congrès du Groupe Français des Pesticides Devenir et impact des pesticides : verrous à lever et nouveaux enjeux, May 2015, Versailles, France. hal-01603887

HAL Id: hal-01603887

<https://hal.science/hal-01603887>

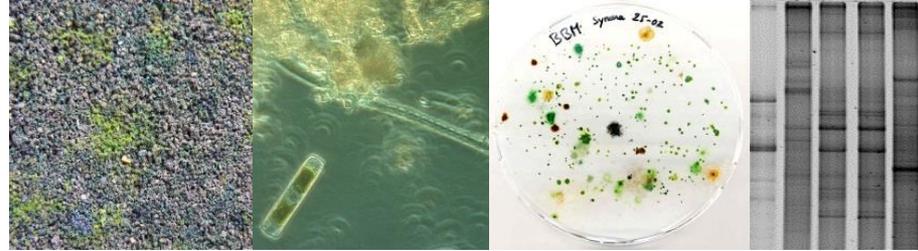
Submitted on 3 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

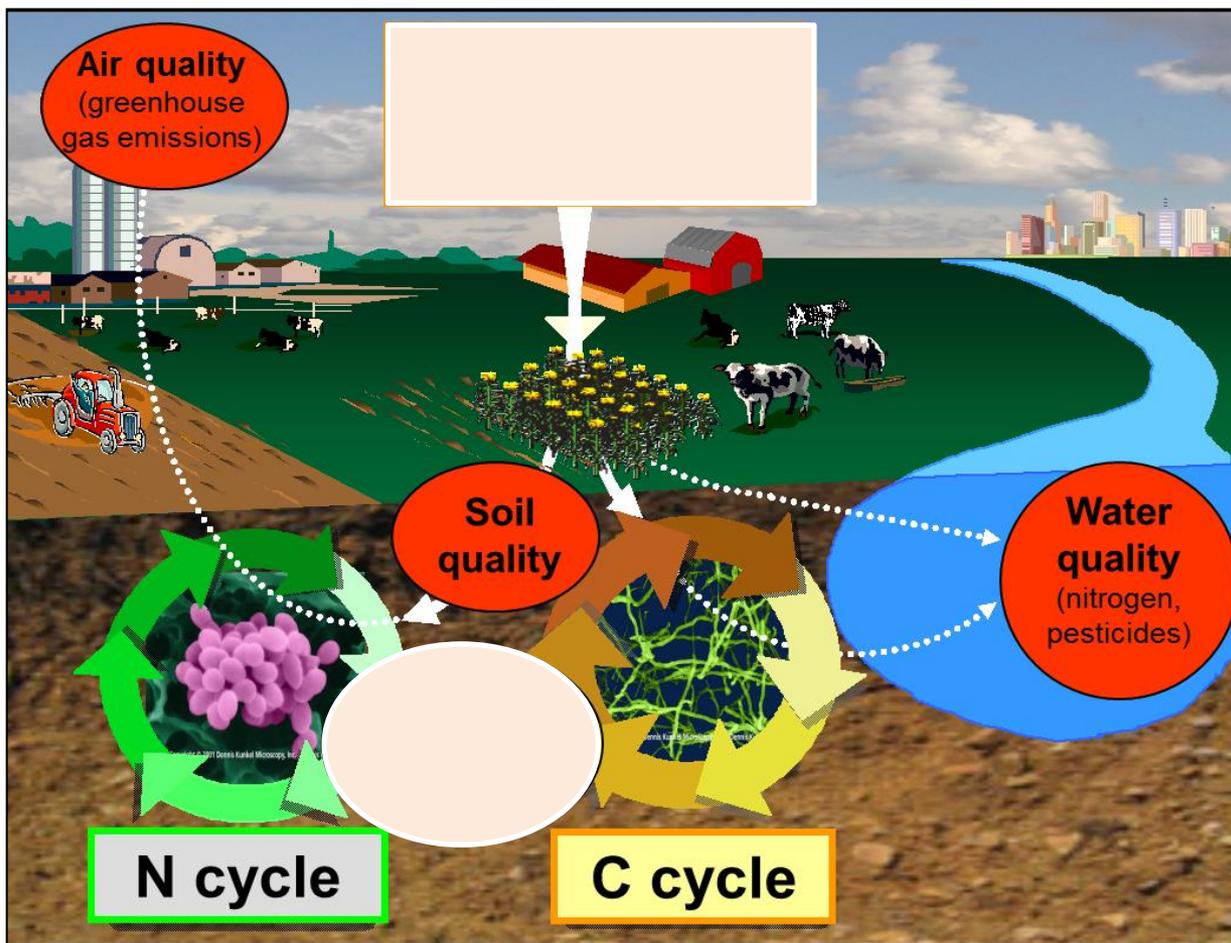


Les communautés micro-algales et cyanobactériennes comme bioindicateurs de stress phytosanitaires dans les sols agricoles.

Crouzet O, Néliou S, Marraud C, Delarue G, Rimet F, Bérard A, Mallet C.



Significativité des processus microbiens pour la qualité des milieux



Communautés
microbiennes

FONCTIONS / PROCESSUS
(quantifiables)

SERVICES écosystémiques

- Recyclage des nutriments
- Rôle de filtre
- Stockage de C
- structure, habitat

Indicateurs microbiens et stress pesticides



➔ Pertinence des indicateurs microbiens disponibles ?

Faible représentativité écologique des outils normalisés / utilisés en ERA

- Nombreux tests sur des organismes modèles en culture.
- Pas de bio-essai direct sur les matrices de sol.
- Très faible prise en compte de la biodiversité / processus écologiques.

Pas de patron clair d'effets sur les communautés microbiennes des sols

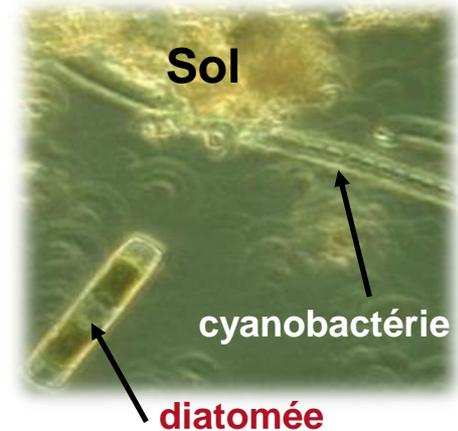
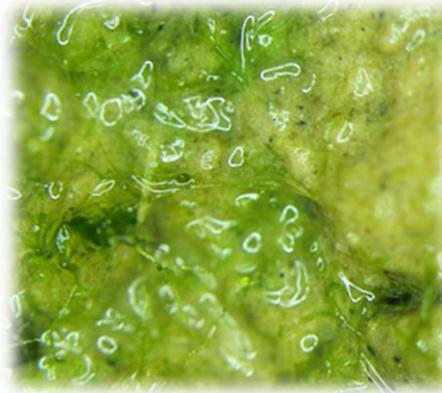
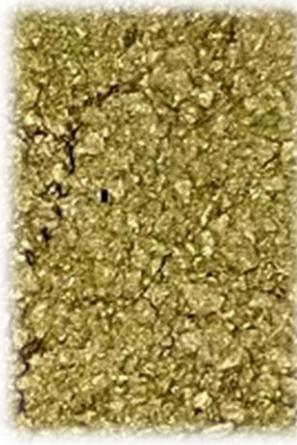
- impacts (inhibition / stimulation) sur les communautés bactériennes ou fongiques à des doses généralement supérieures à la dose agronomique :
 - Difficile de différencier les effets directs / indirects.
 - **Au champ**: indicateurs (activités, structure) de la composante microbienne très influencés par les facteurs confondants.
 - Effet le plus significatif : adaptation à la biodégradation.



Microorganismes photosynthétiques édaphiques

➔ Pourquoi les micro-algues des sols ?

- Présentes dans les sols cultivés et prairiaux
- Des voies métaboliques sensibles aux herbicides et fongicides
- Biofilms superficiels directement exposés aux intrants => première interface
- Nombreux acquis en milieu aquatique ... mais peu de connaissance en terrestre



Tapis de microalgues et cyanobactéries

Microorganismes photosynthétiques édaphiques

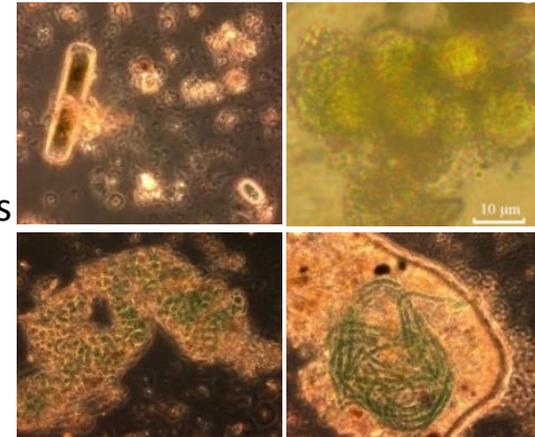
➔ Pourquoi les micro-algues des sols ?

- Présentes dans les sols cultivés et prairiaux
- Des voies métaboliques sensibles aux herbicides et fongicides
- Biofilms superficiels directement exposés aux intrants => première interface
- Nombreux acquis en milieu aquatique ... mais trou de connaissance en terrestre

➔ Les communautés photosynthétiques édaphiques ?

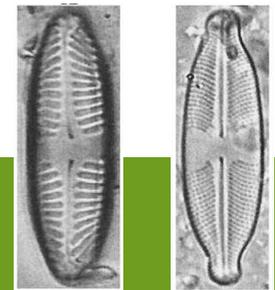
➔ *une diversité insoupçonnée !*

- Microalgues eucaryotes et Cyanobactéries
- Diversité des métabolismes : autotrophes --> mixotrophes



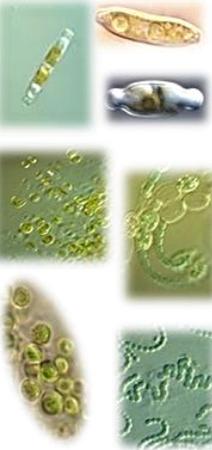
➔ Rôles fonctionnels dans les sols:

- Stabilité structurale des agrégats
- Fixation N₂ (cyanobacteries)
- 5 - 10 % de la production microbienne



Microorganismes photosynthétiques édaphiques

➔ Enjeux pour la bio-indication en milieu terrestre

- 
- **Caractériser la biodiversité des microorganismes photosynthétiques édaphiques**

Systemes d'étude adaptés : bio-essais -> microcosmes -> champ.

Méthodes et descripteurs biochimiques et génétiques des communautés.

Approches fonctionnelles et mise en relation avec la diversité taxonomique.

- **Déterminer les réponses aux pesticides et aux systèmes de culture**

Identifier des réponses & indicateurs de stress pesticide :

- signatures (taxonomiques ou biochimiques)
- acquisition de tolérance (PICT)

Prédire les conséquences sur des fonctions associées !



Démarches & Approches

→ Monitoring de sites : Top-down

Echantillonnage de systèmes de culture contrastés

⇒ *Biologique* vs. *Conventionnel*

Cocktails non maîtrisés
faibles doses / long-terme
facteurs environnementaux



→ Expériences au labo : Bottom-up

Molécules / Cocktails connus
Gradients doses / Court terme
Contrôle des facteurs environnementaux

Microcosmes

- Avec le sol des parcelles étudiées
- Molécules / formulations appliquées
- Analyses dose - effet



Approche au champ => effets de faibles doses à long-terme / facteurs environnementaux

Site expérimental de La Cage (essai système de culture (SdC)
(Inra – Versailles)

CONVENTIONNEL



≠ intrants phytosanitaires et fertilisants, . . . ≠ rotations, ≠ travail du sol

BIOLOGIQUE

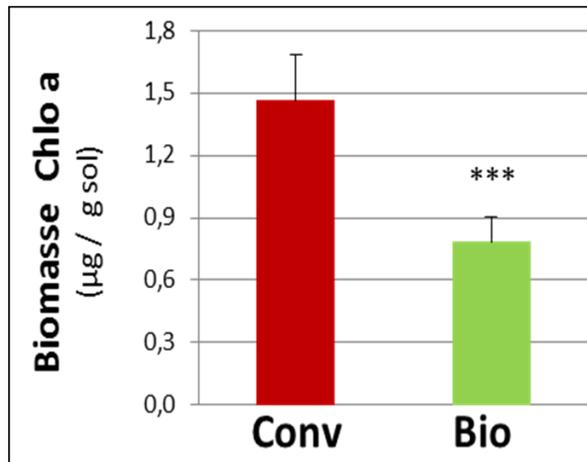


Approche au champ (faibles doses & long-terme)

Site expérimental de La Cage **CONV** // **BIO**

➔ Abondance des communautés photosynthétiques totales

biomasse photosynthétique
Chlorophylle - a



➔ biomasse photosynthétique significativement plus élevée en SdC conventionnel

... Absence de désherbage mécanique du sol + fertilisation en **CONV**

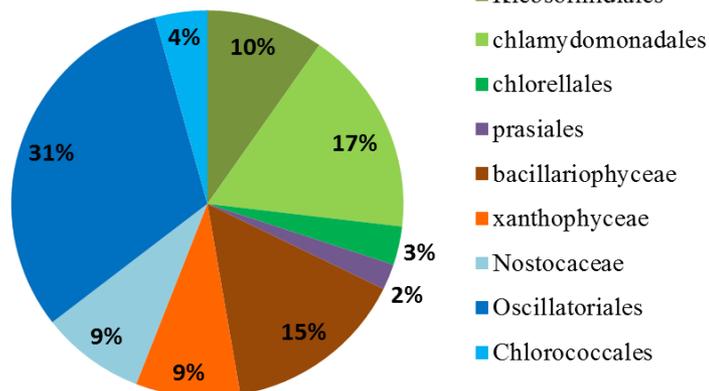
Approche au champ (faibles doses & long-terme)

Site expérimental de La Cage CONV // BIO

➔ Diversité des communautés photosynthétiques totales

23S rDNA plastidial (séquençage -> affiliation ordre)

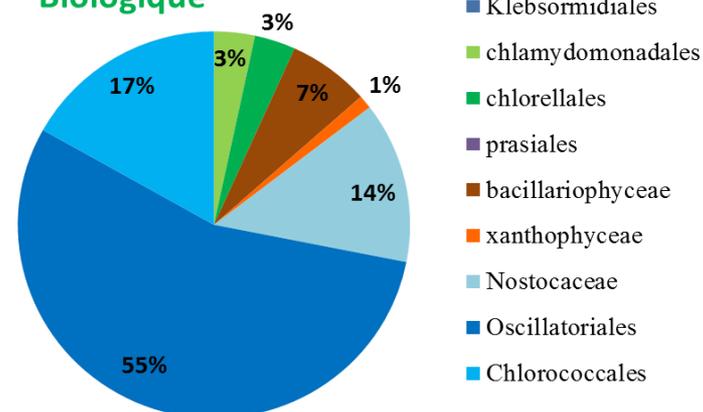
Conventionnel



H'
2,43

E
0,85

Biologique



H'
1,71

E
0,63

➤ **Présence de différentes classes** : chlorophyceae, diatomée, xanthophyceae, chrysophyceae, cyanobactérie.

⇒ **Plus de diversité et d'équitabilité dans le SdC Conventionnel.**

⇒ **Dominance des cyanobactéries en SdC Biologique.**

Approche au champ (faibles doses & long-terme)

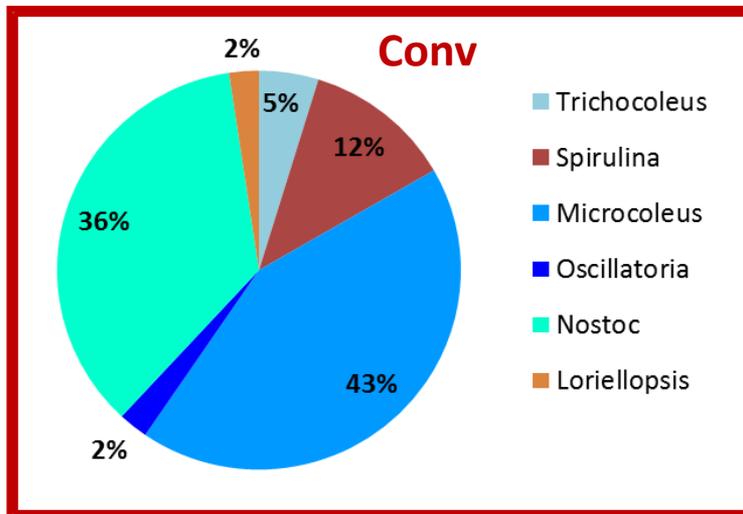
Site expérimental de La Cage **CONV** // **BIO**

➔ Diversité des communautés cyanobactériennes

16S rDNA cyanobactérien (séquençage => affiliation genre)

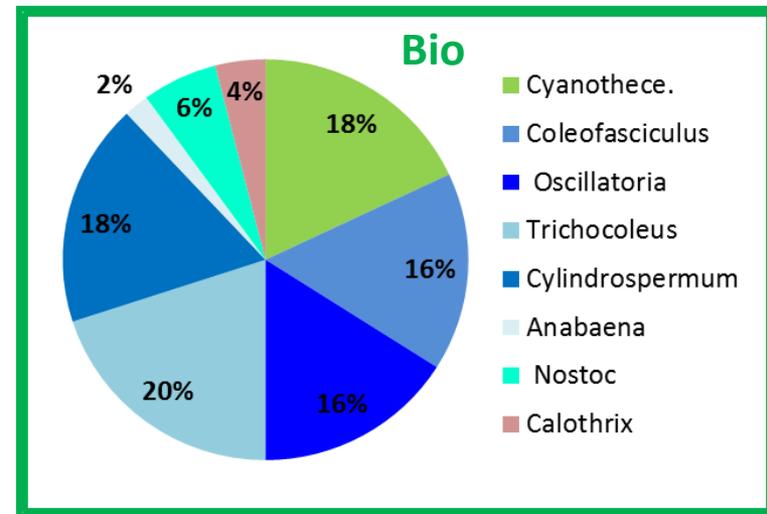
H'
1,51

E
0,71



H'
2,12

E
0,89



⇒ Plus de diversité et d'équitabilité des cyanobactéries en SdC Biologique.

⇒ Conséquence fonctionnelle : ++ de potentiel de fixation N_2 associé à la communauté en SdC Biologique

Approche dose-effet en microcosme cosmes

Comparer les réponses des communautés des sols **CONV** et **BIO** à un gradient de doses d'Isoproturon (utilisé en Conv)

⇒ comparaison de la tolérance à l'IPU => approche PICT

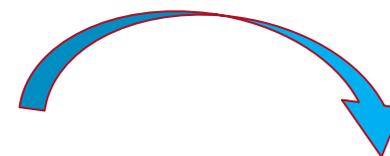
Ctrl × 0,3 × 1 × 3 × 10



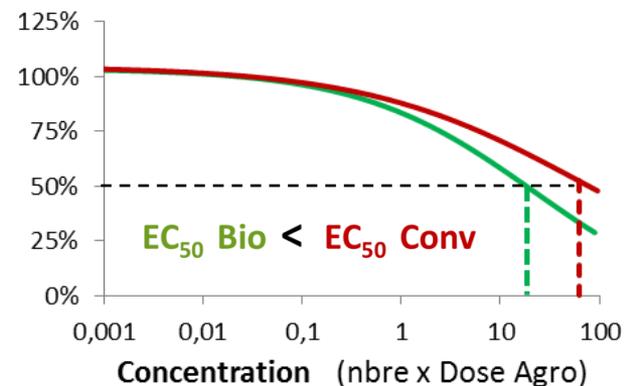
BIOLOGIQUE

Gradient de contaminant : Dose agronomique IPU

CONVENTIONNEL



→ Analyse dose-réponse



→ acquisition de tolérance à l'IPU dans le SdC Conventionnel

Etats des lieux & Perspectives

➤ Intérêt des micro-algues des sols en bioindication

(Crouzet et al., 2010 ; 2013;
Joly et al., 2014)

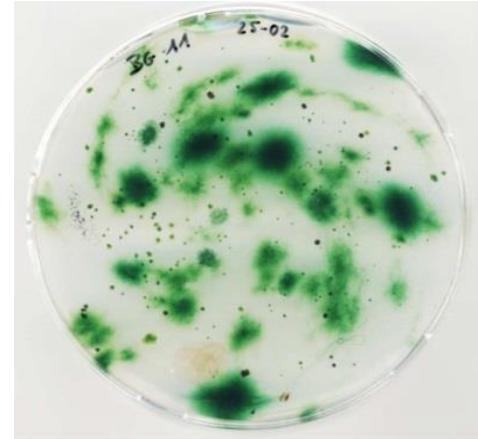
- ✓ **Sensibilité élevée aux stress herbicides ... et pratiques culturales**
⇒ NOEC et LOEC à de faibles doses d'application ($\approx 1 \times DA$)
- ✓ **Rendent compte d'effets directs et intègrent l'exposition passée et présente**
Relation avec autres communautés microbiennes
- ✓ **Apport pour l'étude d'effets cocktails / formulation en milieu terrestre**

➤ Développement d'outils à poursuivre

- Implémenter les bases de données moléculaires pour les analyses bio-info
- Bio-essai pour test toxicité des matrices de sol

➤ Endpoints de toxicité vs. Réponses adaptatives aux stress chroniques

- **Assemblages taxonomiques** => signatures de pressions phytosanitaires
 - **Tolérance fonctionnelle (PICT)** (communautés) => *Reflète des pressions sélection*
- ⇒ **Importance fonctionnelle des variations de diversité ?**



EcoSys

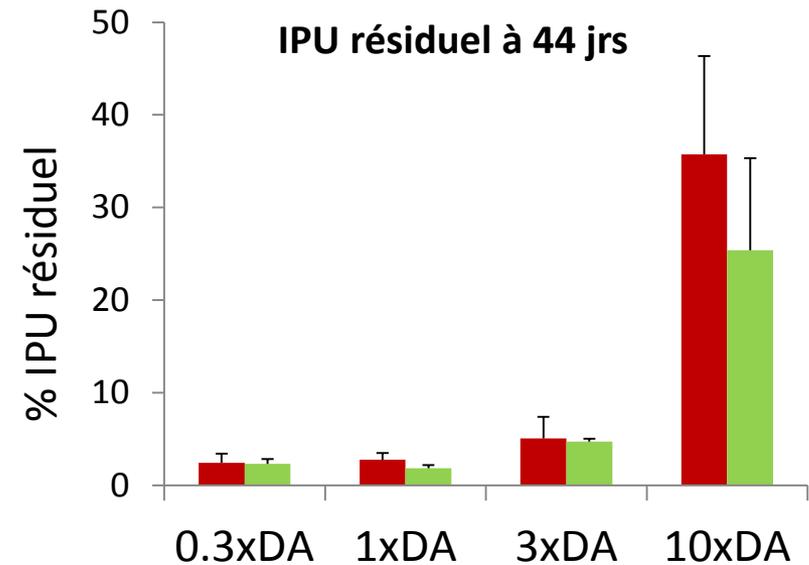
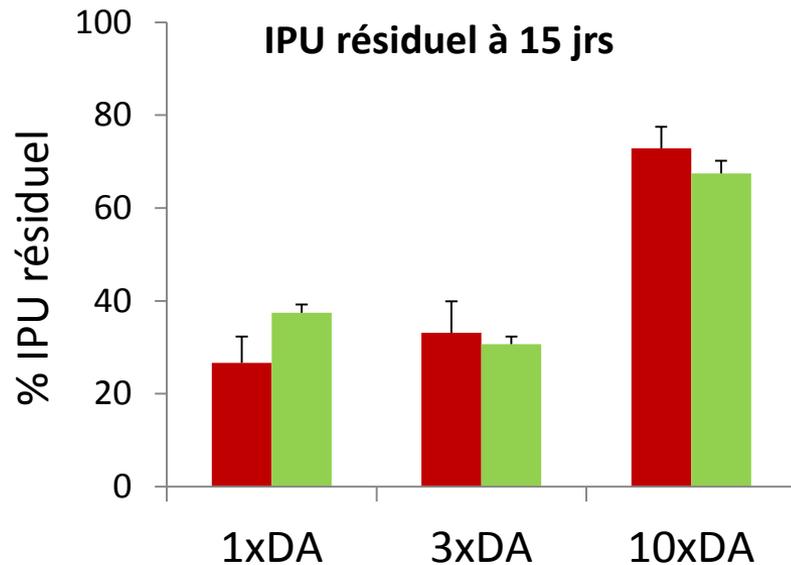
Merci de votre attention



Projet soutenu par le Département Santé
des Plantes et Environnement (INRA)

Approche en cosmes : comparaison des réponses sols Bio et Conv

➔ Mesure de l'exposition au gradient d'IPU



- Exposition tout le long de l'expérimentation avec une plus forte persistance à la plus forte dose.