



HAL
open science

**Effets d'une irrigation répétée avec des eaux
contaminées en microcystines sur les communautés
microbiennes du sol et sur la croissance des tomates
(*Solanum lycopersicum* var. MicroTom)**

Sylvain Corbel, Christian Mougin, Nouredine Bouaicha

► **To cite this version:**

Sylvain Corbel, Christian Mougin, Nouredine Bouaicha. Effets d'une irrigation répétée avec des eaux contaminées en microcystines sur les communautés microbiennes du sol et sur la croissance des tomates (*Solanum lycopersicum* var. MicroTom). Colloque 2013 de la Société d'Ecotoxicologie Fondamentale et Appliquée, Jul 2013, Thionville, France. hal-02745436

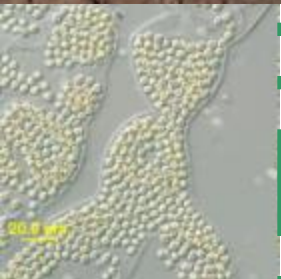
HAL Id: hal-02745436

<https://hal.inrae.fr/hal-02745436v1>

Submitted on 25 Mar 2023

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.



Effets d'une irrigation répétée avec des eaux contaminées en microcystines sur les communautés microbiennes du sol et sur la croissance des tomates (*Solanum lycopersicum* var. MicroTom)

Sylvain CORBEL¹, Christian Mougin¹, Nouredine Bouaïcha²

¹: INRA, UR 251 PESSAC, Versailles, France

²: Université Paris-Sud, UMR 8079 ESE, Orsay, France



Contexte général

- ✓ Organismes procaryotes capables d'effectuer la photosynthèse
 - ✓ Développement en milieu aquatiques (eaux douces ou salées)
- Colonise de nombreux milieux



Phénomènes d'eutrophisation
(cyanobactéries et efflorescences)

Contexte général

- ✓ Organismes procaryotes capables d'effectuer la photosynthèse
- ✓ Développement en milieu aquatiques (eaux douces ou salées)

→ Colonisent de nombreux milieux



Phénomènes d'eutrophisation (cyanobactéries et efflorescences)



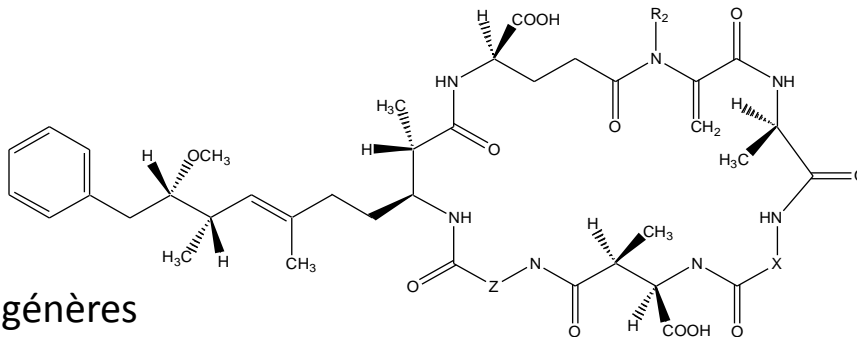
Concentrations environnementales comprises entre 3 et 100 $\mu\text{g eq. MC-LRL}^{-1}$

Contexte - cyanotoxines

3 sortes de toxines selon les organes touchés :

- Dermatotoxines
- Neurotoxines
- Hépatotoxines

Les microcystines inhibent les protéines phosphatases



Risques sanitaires



1996 : Caruaru (Brésil),
50 patients d'un centre
d'hémodialyse meurent !



Réglementation à $1 \mu\text{g L}^{-1}$
(eaux potable)

Aucune réglementation pour
les eaux d'irrigation !!!

Projet de thèse

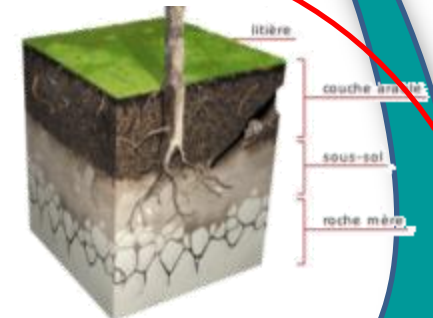
Caractérisation des mécanismes de contamination de la tomate par des cyanotoxines de type microcystines présentes dans l'eau d'irrigation



Microcystines(MCs)



Impact chez l'animal



Impact & transfert sol

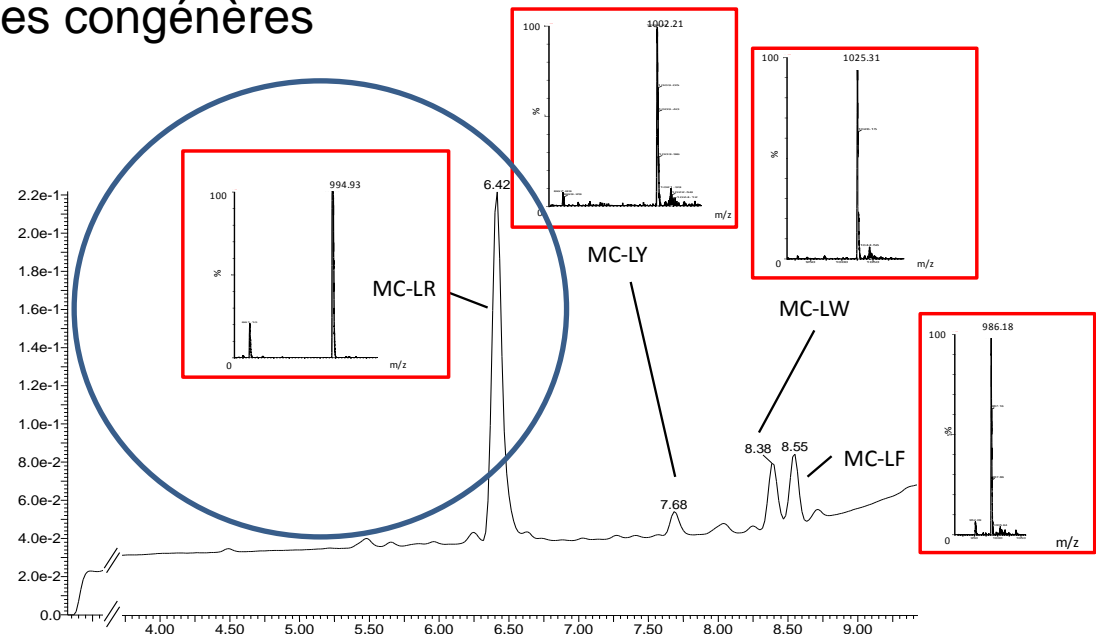


Impact & transfert plantes

Les cyanotoxines

Culture de cyanobactéries : *Microcystis aeruginosa* (PCC 7820)

- **Conditions de culture** : BG11 + NaNO₃ + NaHCO₃, 3 semaines à 25 °C, intensité d'éclairage de 5-10 μmol m⁻² s⁻¹ durant 16h sous agitation permanente
- **Extraction** des toxines (MeOH 75%)
- **Quantification** par test d'inhibition de la protéine phosphatase de type 2A (6,78 mg eq. MC-LR g⁻¹ de masse sèche)
- **Identification** des congénères par UPLC-MS



Le sol utilisé

Sol d'une prairie près de Versailles : Pierre-Plate



Sol séché à l'air libre puis tamisage (2mm)

Caractéristiques de l'horizon
de surface (0-15 cm)

Argile (%)	11
Limon (%)	13
Sable (%)	76
Carbone organique (‰)	21,9
Azote total (‰)	1,2
C/N ratio	17,5
Matières organiques (‰)	37,8
pH	5,6
CRE (%)	35,5

Paramètres mesurés :

- **Activités enzymatiques**
- **Quantification d'ADN**
- **Nitrification potentielle du sol**

Conditions de cultures & d'exposition des tomates

Tomate choisie *S. lycopersicum* var. MicroTom

Intensité lumineuse : $160 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (OSRAM Cool Daylight 865), 16h (J)

Températures: 26/21°C (J/N)

Humidité relative: <70%

5 réplicats/traitement

350 g de soil sec



Activation

du sol

Plantation des
graines

J-15

J 0

J 90

Soil humide

exposition pendant 3 mois

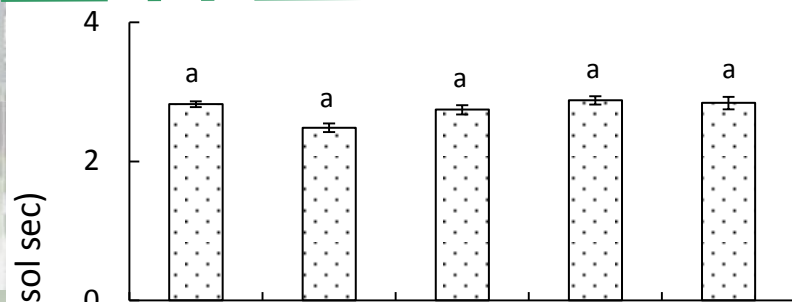
Irrigation quotidienne avec une solution nutritive dans laquelle est dilué l'extrait de cyanobactéries aux concentrations suivantes: **0, 5, 20, 50 et 100 $\mu\text{g eq.MC-LR L}^{-1}$**

Récolte : Biomasse sèche selon les différents organes

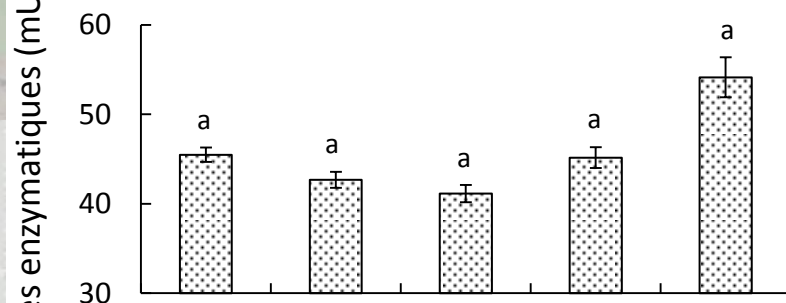
Surface foliaire

Concentration en chlorophylles et fluorescence chlorophyllienne

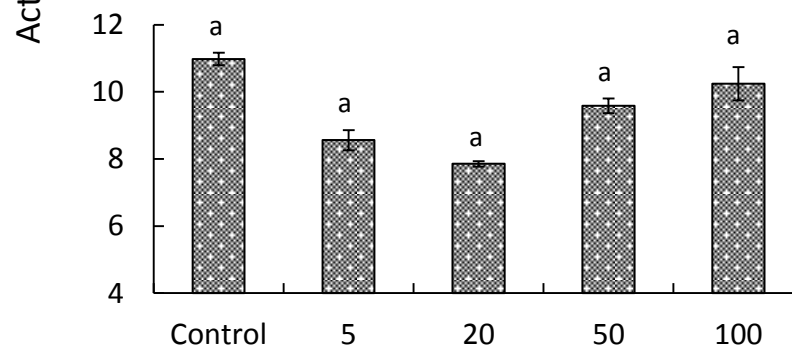
Activités enzymatiques du sol



Arylsulfatase



Phosphatase



Glucosidase

Aucun effet observable sur les activités enzymatiques du sol liées aux cycles du Soufre, Phosphore, Carbone

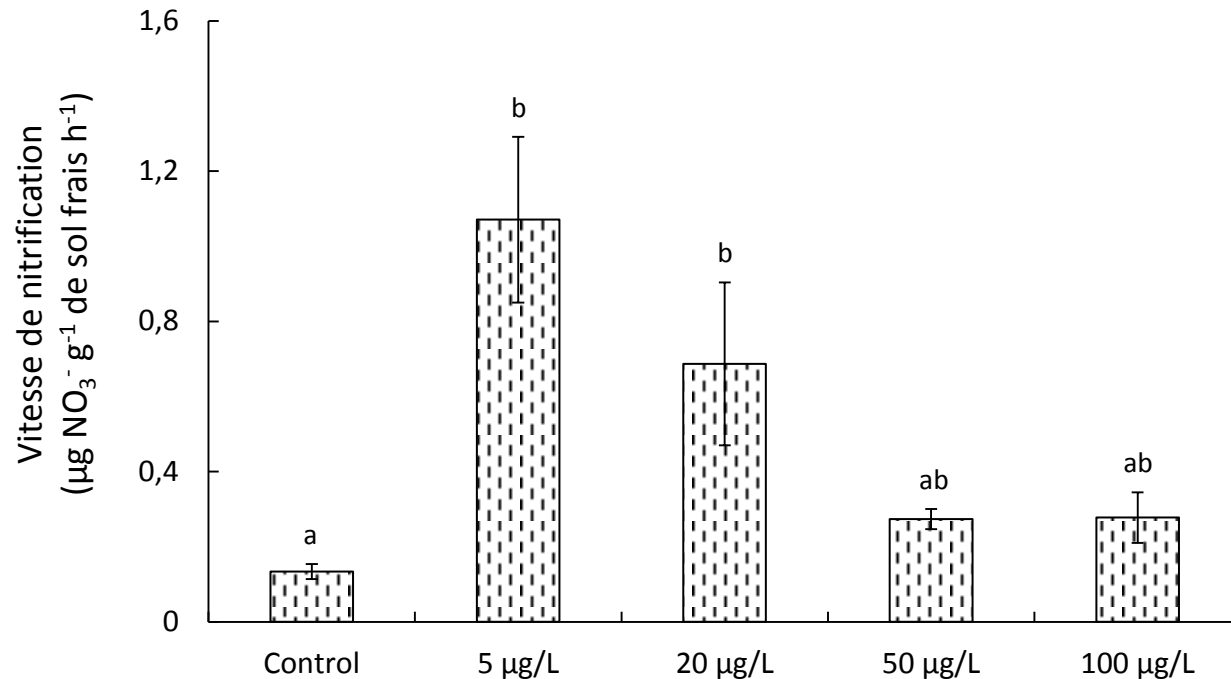
Point biblio

Aucune information à ce sujet !



Concentrations de l'extrait en MCs (eq. MC-LR L⁻¹)

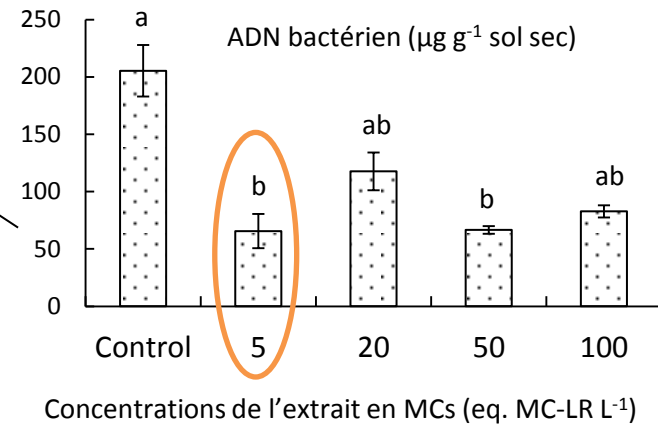
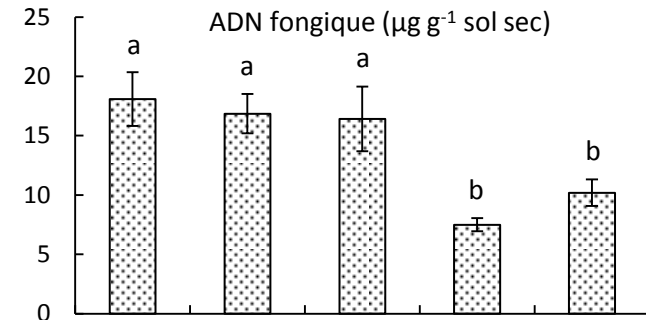
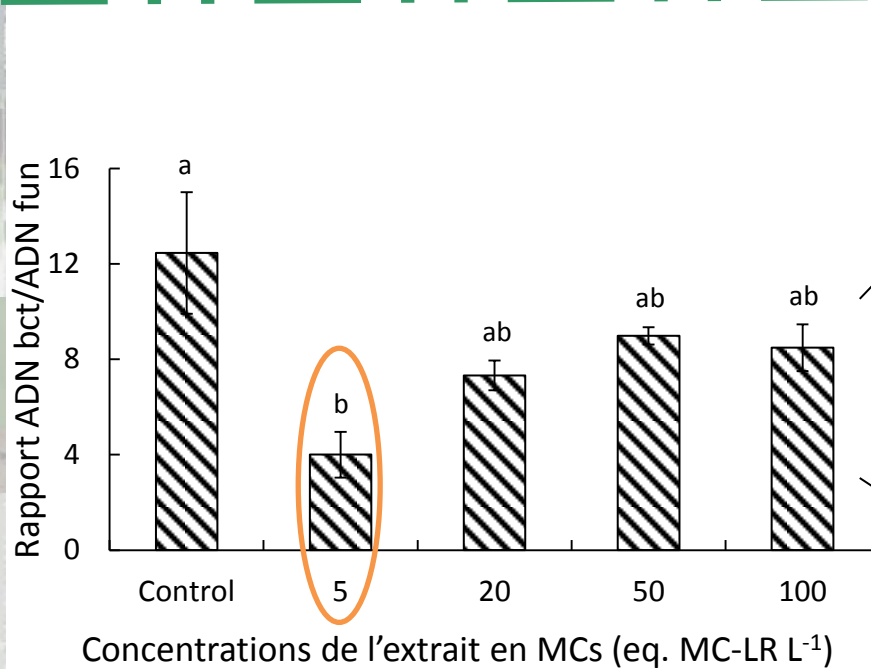
Vitesses de nitrification dans le sol



Modification de la vitesse de nitrification :

- Pour des concentrations de 5 et 20 $\mu\text{g L}^{-1}$, vitesse X 5
- Pour des concentrations de 50 et 100 $\mu\text{g L}^{-1}$, pas de différences significatives

Quantification de la biomasse fongique et bactérienne du sol



- **Champignons** : pour 50 et 100 µg L⁻¹, biomasse diminuée de moitié
- **Bactéries** : Diminution générale et significative de la biomasse avec une concentration de 5 µg L⁻¹ et 50 µg L⁻¹

Eléments de discussion !!

- Pas de perturbation observée au niveau des cycles biogéochimiques des sols
- Diminution de la biomasse bactérienne dès les faibles doses & diminution de la biomasse fongique pour les plus fortes concentrations ($\geq 50 \mu\text{g L}^{-1}$)
- Augmentation de la vitesse de nitrification pour des concentrations comprises entre 5 et $20 \mu\text{g L}^{-1}$

Hypothèses :

- Diminution des bactéries permettant développement important des nématodes qui minéralisent plus rapidement l'azote (Xiao et Griffiths., 2010)
- Apport d'azote pour les bactéries nitrifiante à de faibles doses MAIS diminution de la biomasse bactérienne de façon générale

Et la tomate dans tout ça ?



Les microcystines et les plantes

[C] toxiques



mg L⁻¹

Effets néfastes sur :

La germination (colza, tomates ...)

La croissance (maïs, blé, lentilles, riz ...)

Les concentrations en chlorophylles -> nécroses

Inhibition des protéines phosphatase de type 2-A (maïs)

[C] écotoxicologiques



µg L⁻¹

Effets néfastes sur :

La croissance (luzerne, moutarde ...)

notamment les racines

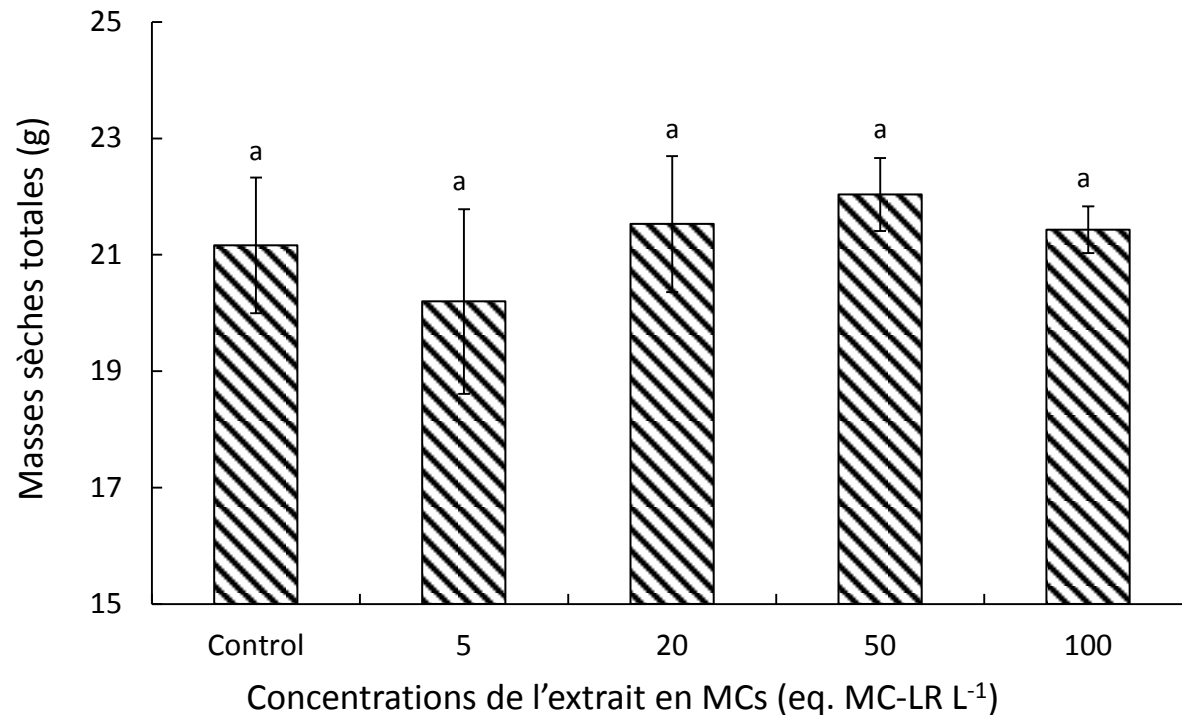
Les concentrations en chlorophylles (chou)

Point biblio

Il y a moult
moult études ...

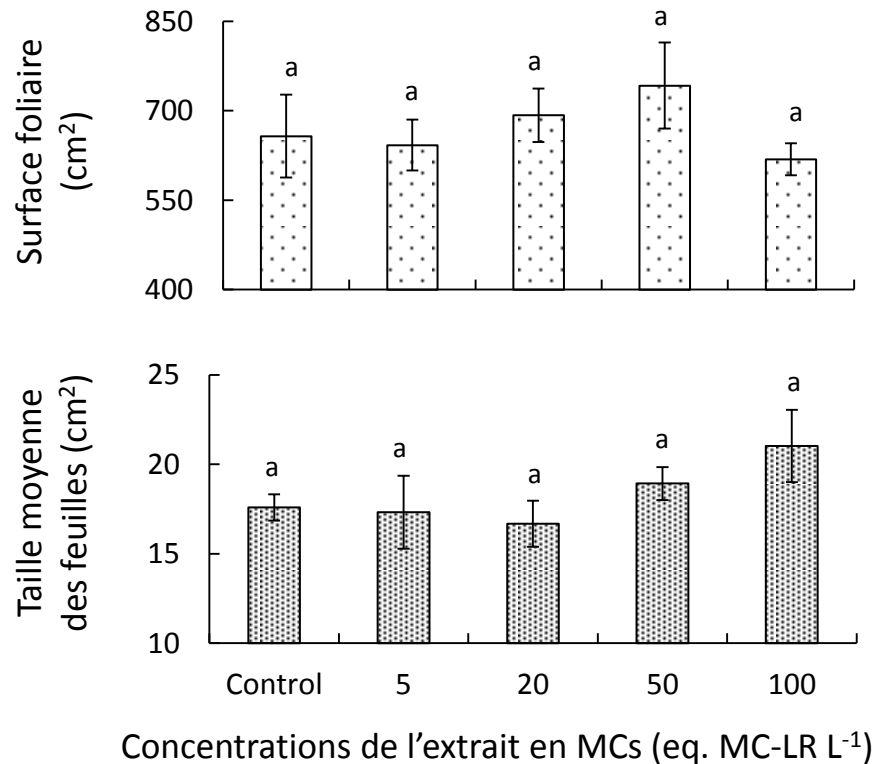


Les microcystines et la croissance de la variété MicroTom



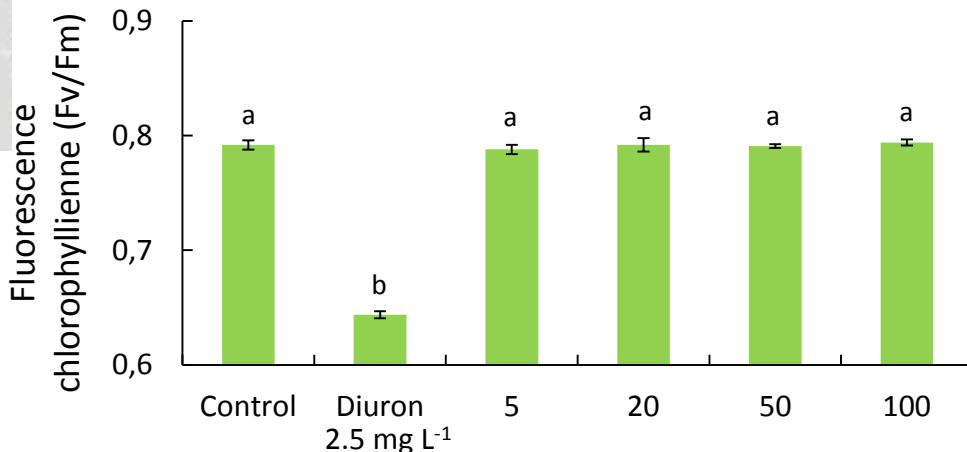
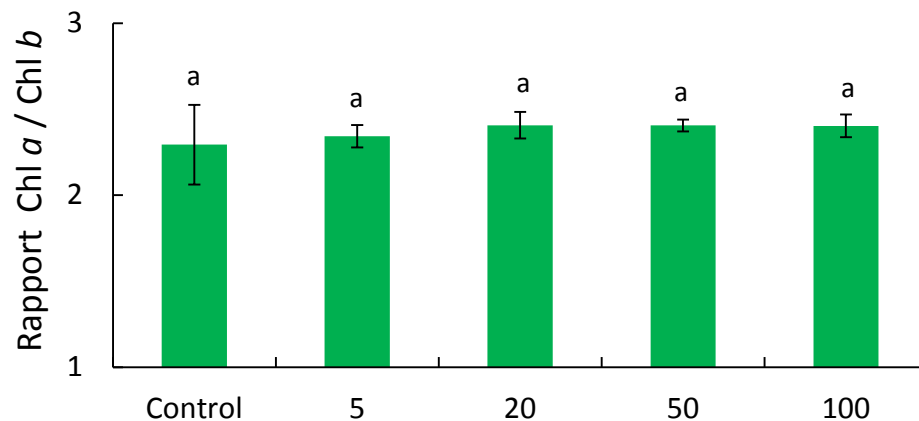
Pas d'effets significatifs sur la croissance quels que soient les organes considérés !

Les microcystines et le développement de la variété MicroTom



Pas d'effets sur la phénologie du développement des plantes au cours des 3 mois.

Les microcystines et la physiologie de la variété MicroTom




Concentrations de l'extrait en MCs (eq. MC-LR L⁻¹)

Pas d'effets sur les paramètres physiologiques de la plante après 3 mois d'exposition.

Discussion !!

Pas d'effets sur la croissance ou la physiologie de la plante

- Utilisation de doses environnementales avec peu de réf. dans la littératures (surtout sur la tomate)
- Possible adsorption dans le sol des MCs démontré (Manage et al., 2001; Morris et al., 2000) ou dégradation dans le sol (Manage et al., 2009)



Ah oui !
Discutons en !

Conclusions et perspectives

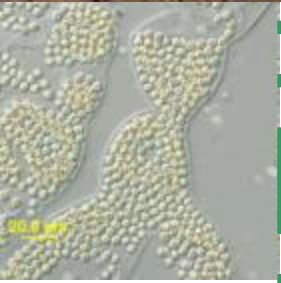
Sur le sol :

- Caractériser l'effet des MCs sur les colonies microbiennes principalement sur les bactéries nitrifiantes
- Le devenir et la possible dégradation des MCs

Sur la plante :

- Possible accumulation des MCs dans les différents tissus (fraction libre et liée)
- Devenir dans la plante

**Utilisation de toxines marquées au
carbone 14**



Merci pour votre attention !

Des questions ??

Remerciements : V. Grondin, C. Marrault, A. Trouvé, G. Delarue, F. Poiroux, A. Trouvé, J-P Meunier, L. Dahuron, G. Caro, J. Thénard, B. Pey et M. Lebrun