



**HAL**  
open science

# Effets phytotoxiques des microcystines sur des plantules de tomates (*Solanum lycopersicum* var. MicroTom) et impact sur les communautés microbiennes du sol

Sylvain Corbel, Christian Mougin, Nouredine Bouaicha

## ► To cite this version:

Sylvain Corbel, Christian Mougin, Nouredine Bouaicha. Effets phytotoxiques des microcystines sur des plantules de tomates (*Solanum lycopersicum* var. MicroTom) et impact sur les communautés microbiennes du sol. Journée des doctorants et post-doctorants du DIM ASTREA, Mar 2013, Paris, France. pp.1-21. hal-02808546

**HAL Id: hal-02808546**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02808546>**

Submitted on 30 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 phytotoxiques des microcystines sur des  
plantules de tomates (*Solanum lycopersicum* var.  
MicroTom) et impact sur les communautés  
microbiennes du sol**

**Premiers résultats**

**Sylvain Corbel**<sup>1</sup>, Christian Mougin<sup>1</sup>, Noureddine Bouaïcha<sup>2</sup>

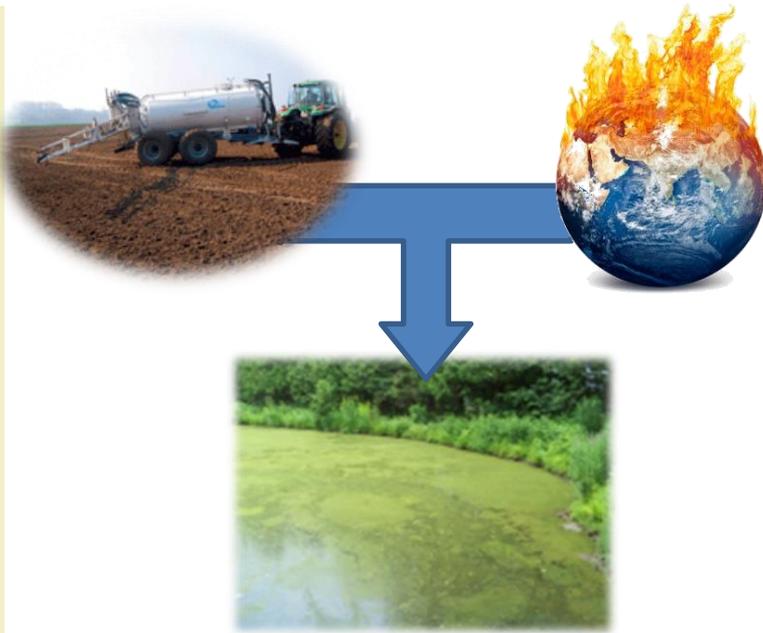
1: INRA, UR 251, PESSAC

2: Université Paris-Sud, UMR 8079, ESE

# ASTRÉA

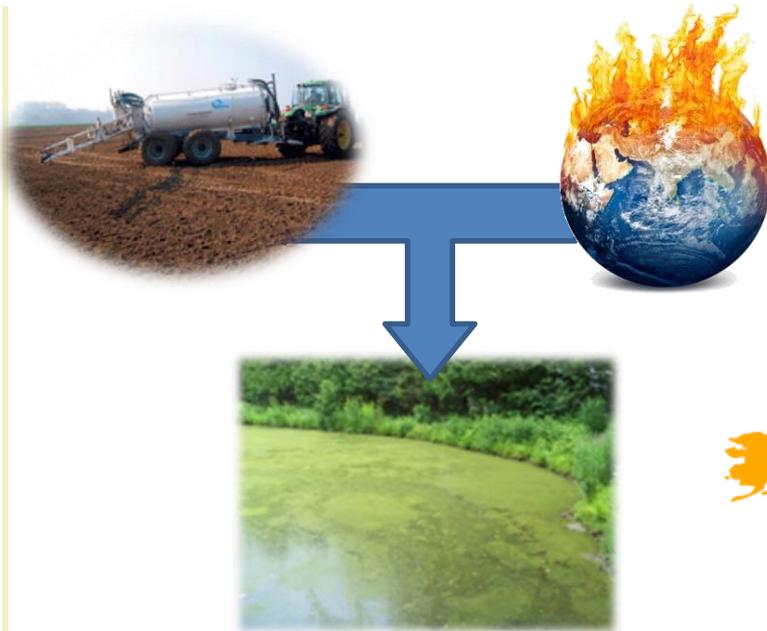
## Contexte général

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



Phénomènes d'eutrophisation  
(cyanobactéries et efflorescences)

# ASTRÉA



Phénomènes d'eutrophisation  
(cyanobactéries et efflorescences)

## Contexte général

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

→ Colonise de nombreux milieux



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

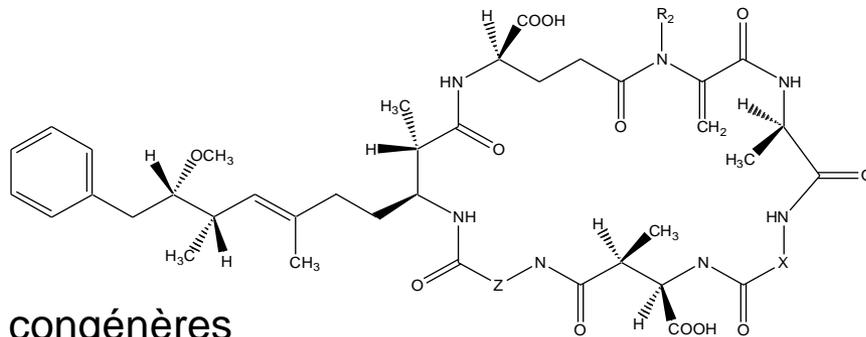
# ASTRÉA

## Contexte - cyanotoxines

3 sortes de toxines selon les organes affectés:

- Dermatotoxines
- Neurotoxines
- Hépatotoxines

Les microcystines inhibent les protéines phosphatases



80 congénères

### Risques sanitaires



1996 : Caruaru (Brazil),  
**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 !!!

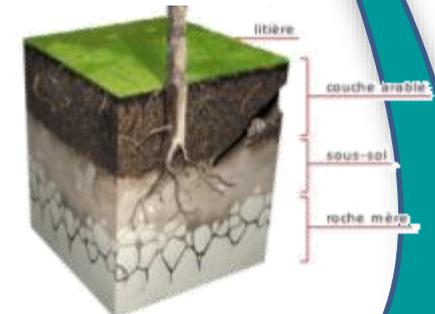
# ASTRÉA

~~Objectif principal~~

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



Microcystines (MCs)



Impact & transfert sol



Impact **chez l'animal**

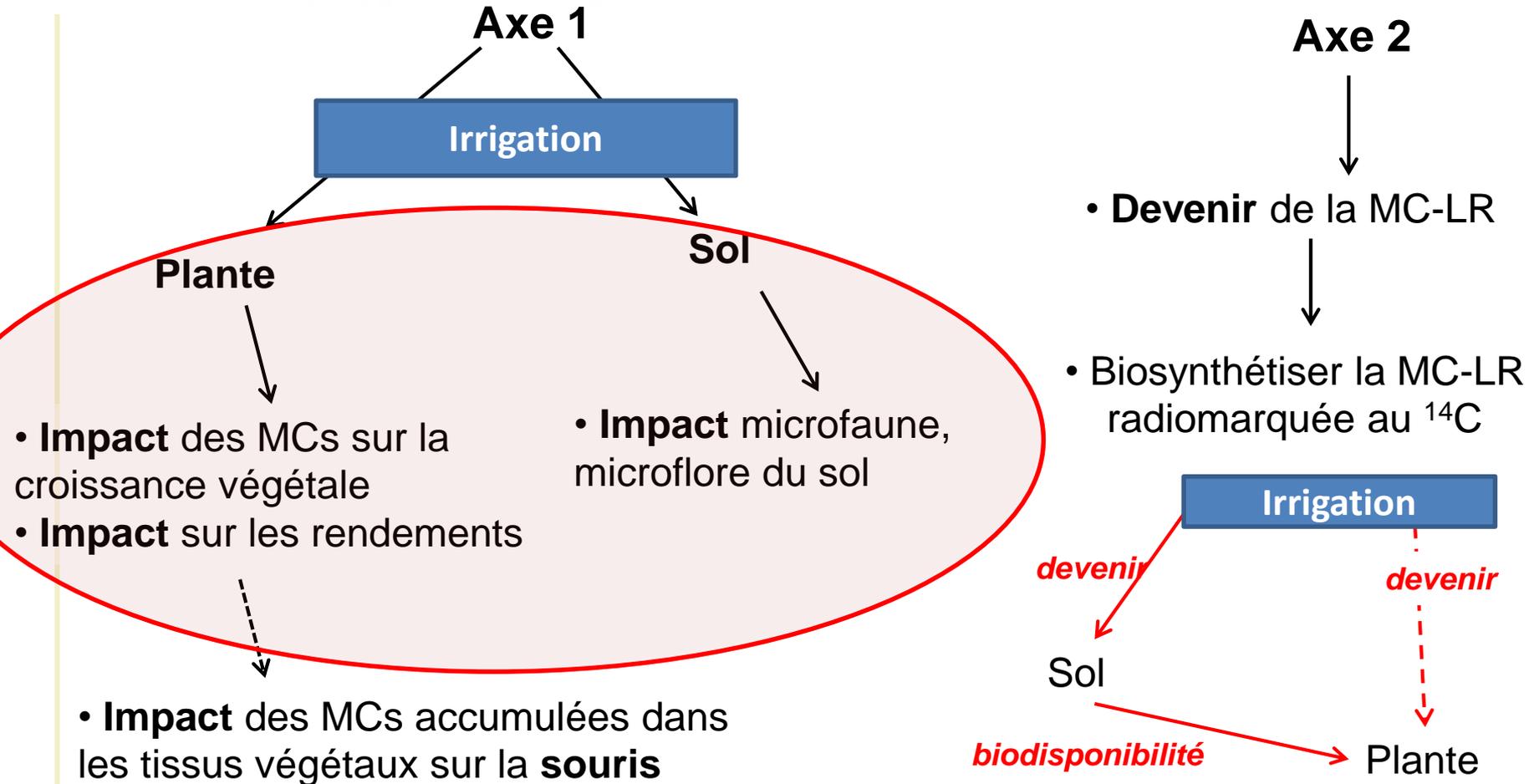


Impact & transfert plantes



# ASTRÉA

Deux axes de recherche :



 ASTRÉA

## Sommaire de la présentation

1<sup>ers</sup> résultats **extraits de** 3 études :

**1-in vitro : Essais de toxicologie sur les graines de tomates *S. esculatum* (ou *lycopersicum* ??) var. MicroTom**

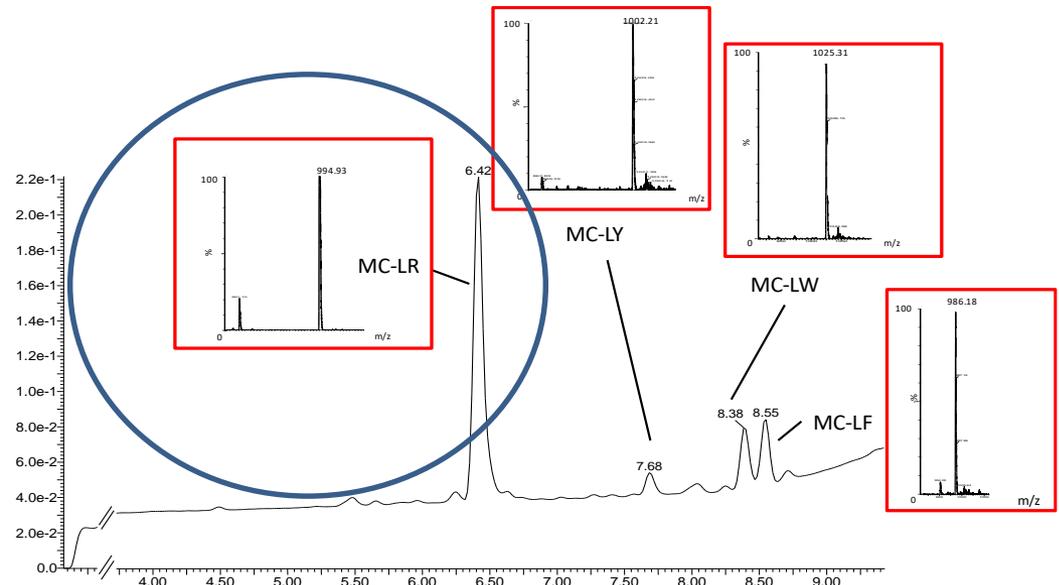
**2-sol : Effets d'une irrigation avec l'extrait de cyanobactéries sur le sol**

**3-plante : Effets d'une irrigation avec l'extrait de cyanobactéries sur les plantules**

## Matériels & Méthodes: cyanotoxines

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

- Conditions : Milieu de culture : BG11 + NaNO<sub>3</sub> + NaHCO<sub>3</sub>, 3 semaines à 25 °C, intensité d'éclairage de 5-10 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> durant 16h sous agitation permanente
- Récupération de la biomasse et extraction des toxines (MeOH 75%)
- Quantification par test d'inhibition de la protéine phosphatase de type 2A (6,78 mg eq. MC-LR L<sup>-1</sup>)
- Identification des congénères par UPLC-MS



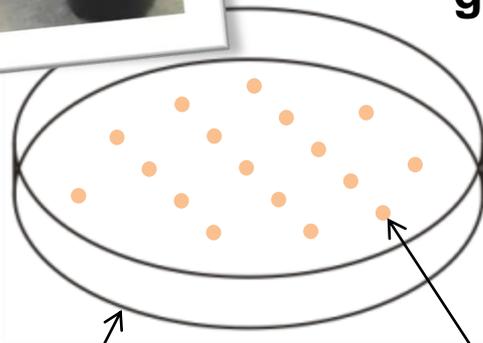
# ASTRÉA

## Matériels & Méthodes : test de germination *in vitro*

*Solanum lycopersicum* var.  
MicroTom

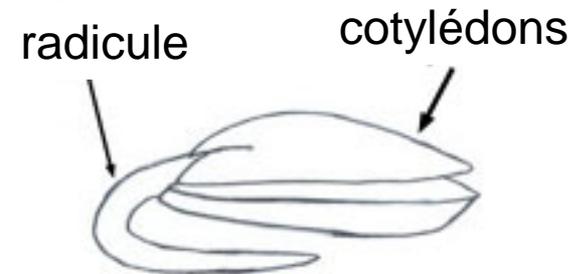


**Taux de germination**



3 boîtes de Pétri/trait.

20 graines/ boîte de Petri



**Longueur des racines**  
avec le logiciel standard  
cellSens (Olympus Corporation)

8 jours à l'obscurité (25 °C) avec 5 mL d'extrait de cyanobactérie  
Traitements: **0, 50, 100 to 20 000** µg eq. MC-LR L<sup>-1</sup>

## Matériels & Méthodes : sol utilisé

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



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

Clay (%)	11
Limons (%)	13
Sand (%)	<b>76</b>
Organic carbon (‰)	21,9
Total nitrogen (‰)	1,2
C/N ratio	17,5
Organic mater (‰)	37,8
pH	<b>5,6</b>
CRE (%)	35,5

Paramètres mesurés :

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

# ASTRÉA

## Matériels & Méthodes : plante utilisée et conditions

### Conditions de culture de *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)

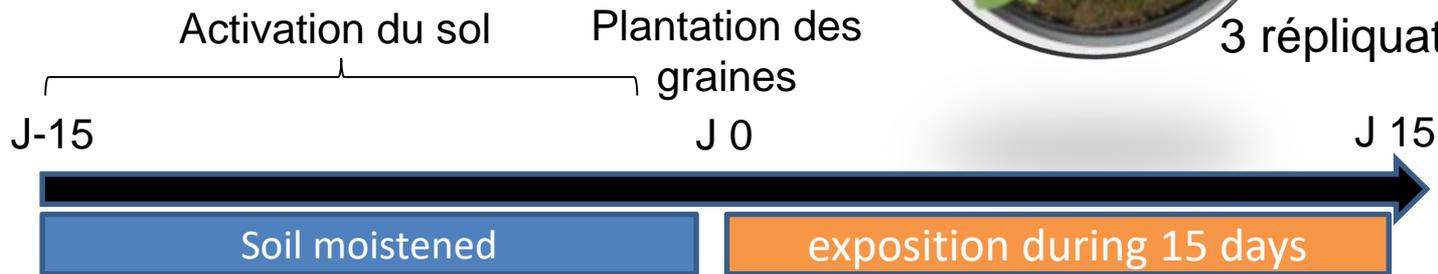
Humidité relative: <70%

350 g de soil sec

10 graines /trait.



3 répliquats/traitement

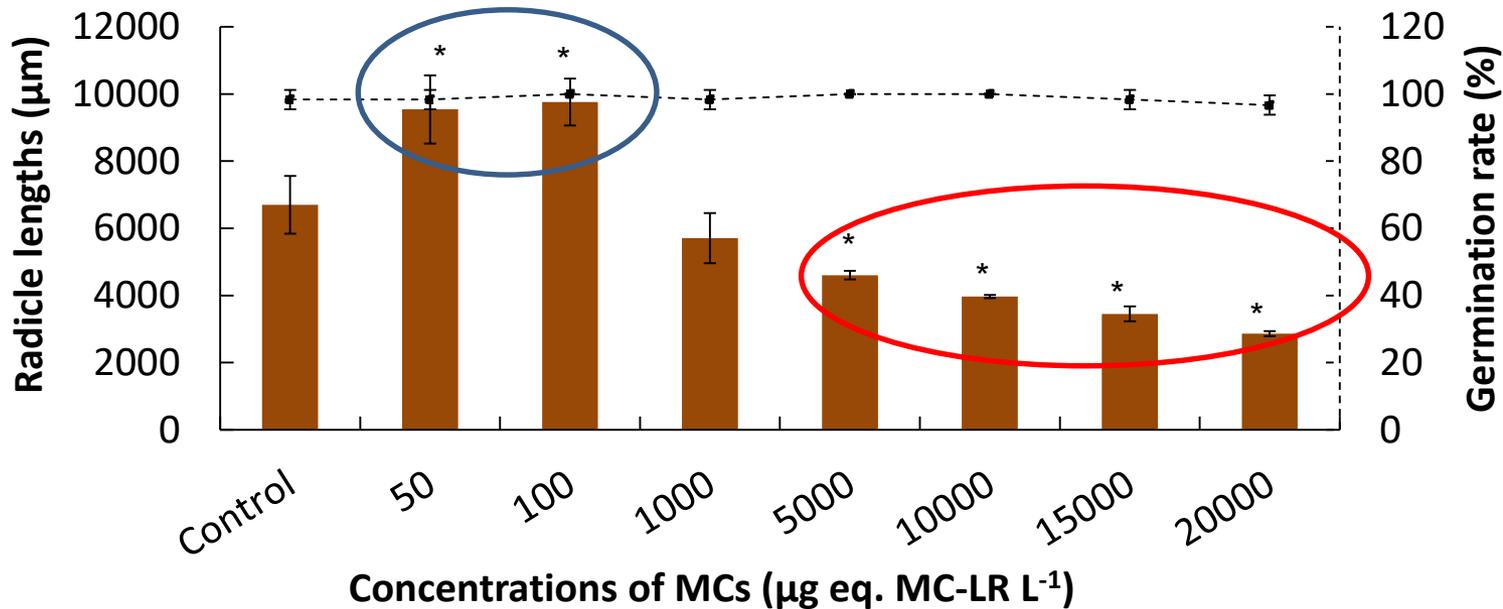


Irrigation quotidienne avec de l'eau MilliQ avec différentes concentrations en extrait de cyanobactéries : 0, 5, 20, 50 and 100  $\mu\text{g eq.MC-LR L}^{-1}$

**Récolte** : Biomasse sèche des plantules

# ASTRÉA

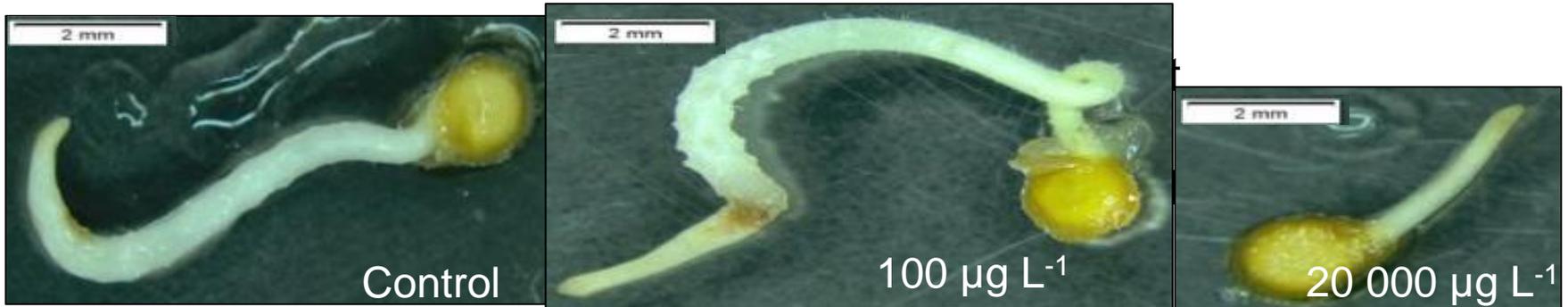
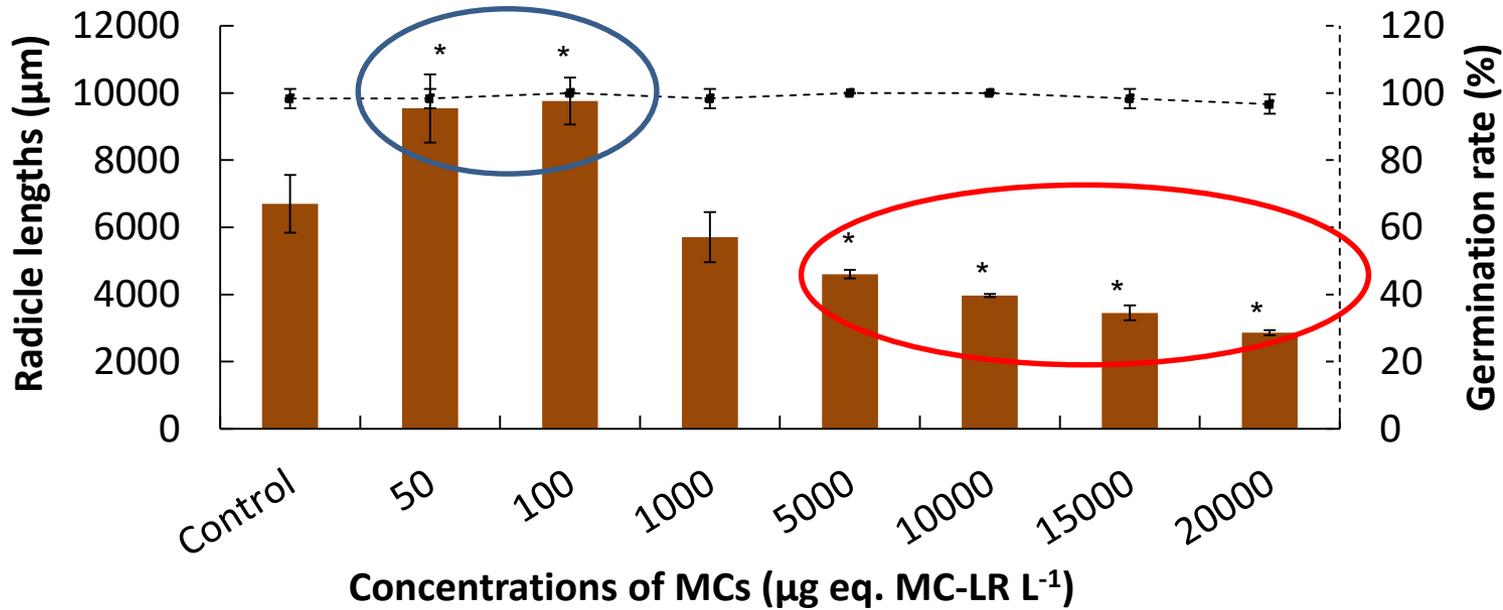
## Résultats exp.1 - test de germination *in vitro*



- Aucun impact sur le taux de germination de l'extrait
- Entre 50 et 100  $\mu\text{g eq. MC-LR}$  → taille de la radicule plus importante
- $[\text{MCs}] > 1000 \mu\text{g eq. MC-LR L}^{-1}$  → taille de la radicule plus faible

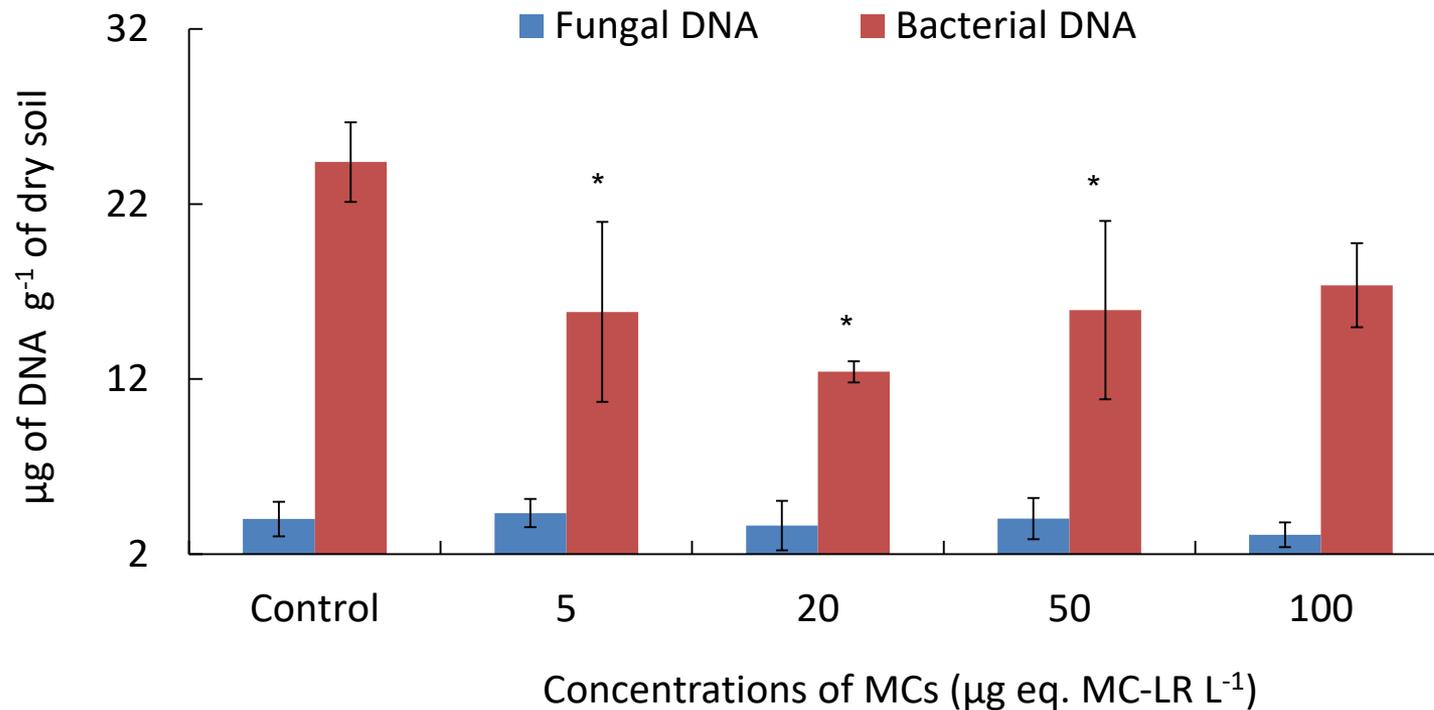
# ASTRÉA

## Résultats exp.1 - test de germination *in vitro*



# ASTRÉA

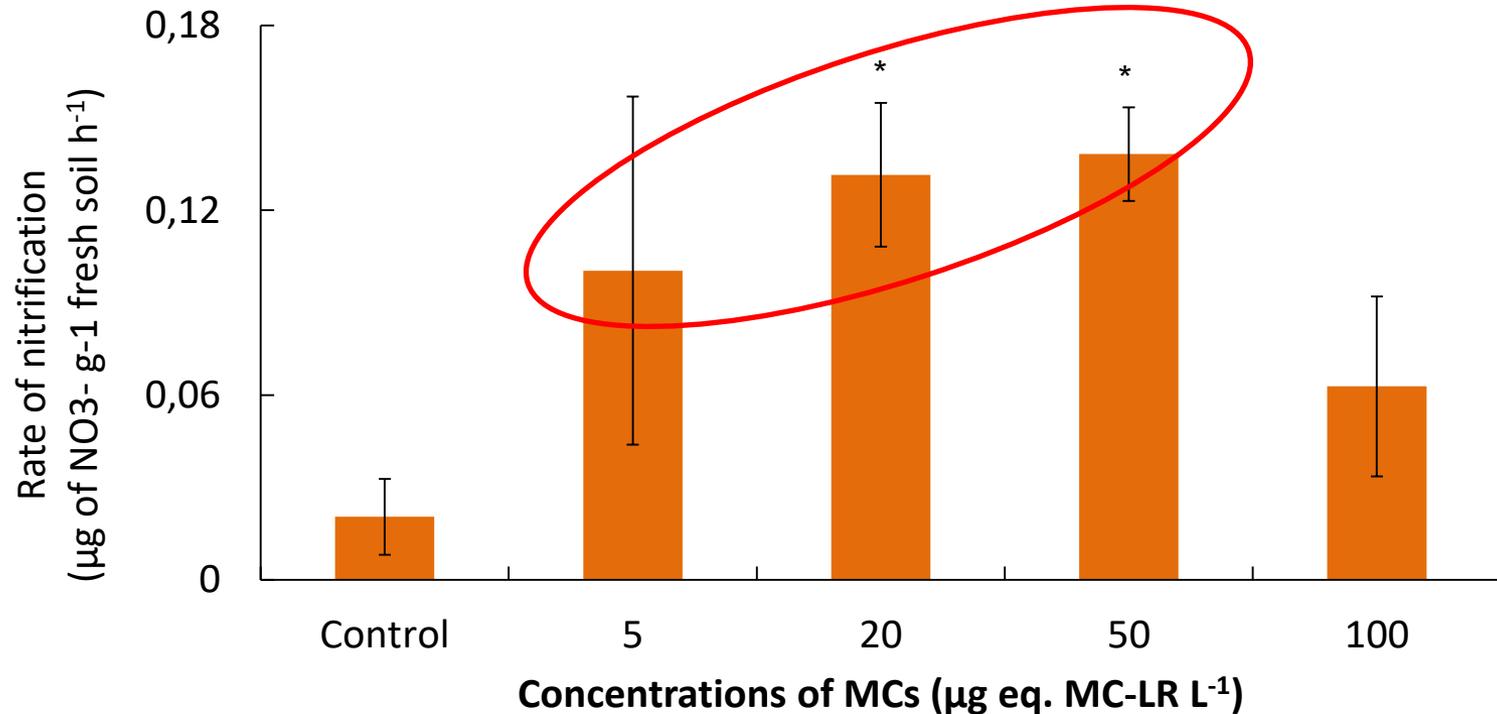
## Résultats exp.2 - Effets de l'irrigation avec une eau contaminée sur la biomasse microbienne du sol



- Aucun impact la biomasse fongique
- Dès la plus faible concentration, diminution de la biomasse bactérienne

# ASTRÉA

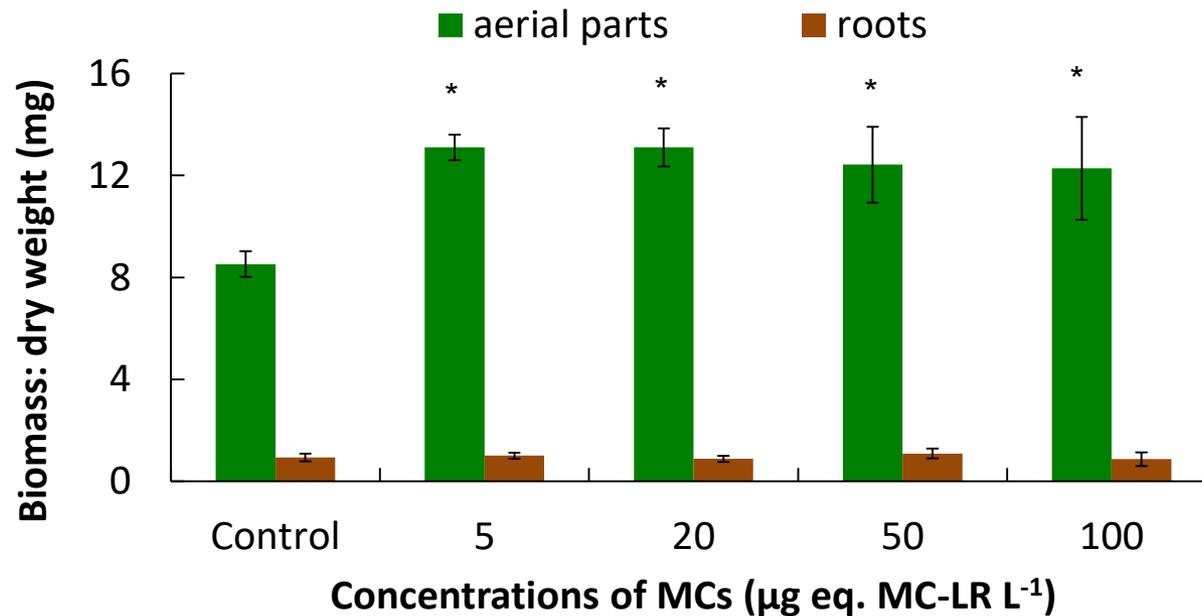
Résultats exp. 2 :  
effets de l'irrigation sur l'activité  
nitrifiante du sol



- Augmentation de la vitesse de nitrification significative pour des concentrations supérieures à  $5 \mu\text{g eq. MC-LR L}^{-1}$
- Diminution de l'activité nitrifiante pour une concentration de  $100 \mu\text{g L}^{-1}$

# ASTRÉA

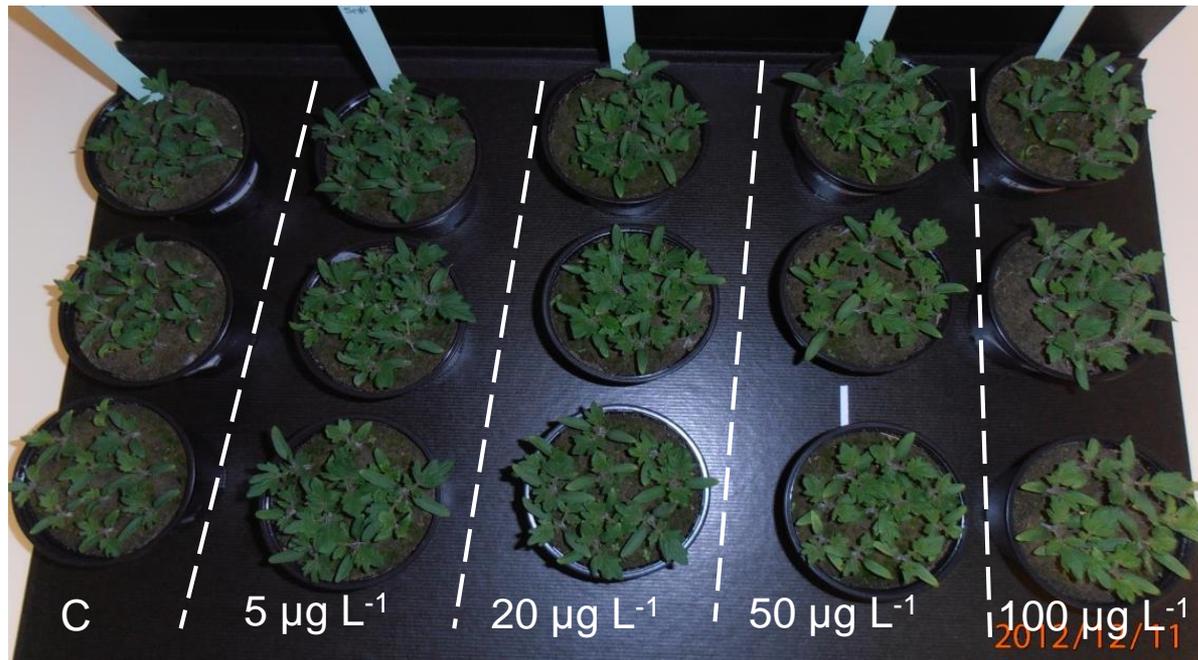
## Résultats exp 2 - Effets de l'irrigation sur la biomasse de plantules



- Augmentation de la biomasse des parties aériennes
- Aucune modification de la biomasse racinaire

# ASTRÉA

## Résultats exp. 2 - Effets de l'irrigation sur la biomasse des plantules



- Augmentation de la biomasse des parties aériennes
- Aucune modification de la biomasse racinaire



## Discussion

Expériences	Résultats obtenus	Données publiées	Références
- Effet sur le sol d'une courte exposition	↘ biomasse bactérienne et de la nitrification		
- Taux de germination	Pas d'impact 50 < [MCs] < 20.10 <sup>3</sup> µg L <sup>-1</sup>	↘ <i>L. esculatum</i> avec [MCs] > 16.7. 10 <sup>3</sup> µg L <sup>-1</sup>	El Khalloufi et al., 2012
- Taille de la racicule	↗ 50 < [MCs] < 100 µg L <sup>-1</sup> ↘ [MCs] > 5000 µg L <sup>-1</sup>	↘ avec <i>M. sativa</i> from 5 µg L <sup>-1</sup>	Pflugmacher et al., 2006
- Impact d'une courte expo par irrigation	Aucun effet sur la croissance racinaire ↗ biomasse parties aériennes 5 < [MCs] < 100 µg L <sup>-1</sup>	↘ sur <i>T. aestivum</i> (0.5 µg L <sup>-1</sup> ) ↘ productivité sur <i>L. esculatum</i> [MCs] > 2 000 µg L <sup>-1</sup>	Pflugmacher et al., 2007 El Khalloufi et al., 2012



 ASTRÉA

## Conclusions & Perspectives

### **SOL**

- Etudier l'impact d'une irrigation répétée (3 mois) sur le sol !
- Etudier le devenir des toxines dans différents types de sol (utilisation de  $^{14}\text{C}$ )

### **PLANTE**

- Vérifier l'impact d'une exposition longue (3 mois) : de la graine au fruit
- Observer des paramètres physiologiques (concentrations en chlorophylles, activités enzymatiques de la plante, PLFA, ...)

### **ANIMAL**

**Evaluation chez la souris du potentiel toxique chronique des différents extraits des tissus de la plante ayant accumulé des cyanotoxines**

 ASTRÉA

## Valorisation des travaux :

- Article de **synthèse** soumis en mars 2013 à Chemosphere :  
*Cyanobacterial toxins: modes of action, fate in aquatic and soil ecosystems, phytotoxicity and bioaccumulation in agricultural crops*
- Présentation orale à un colloque international : American Chemical Society - Avril 2013 à la Nouvelle-Orléans



 ASTRÉA

Merci pour votre attention !



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