



Workshop de présentations et  
échanges sur les thématiques du projet  
AgriAs  
24 Septembre 2018 – BRGM - Orléans



# Bio-indicateurs végétaux et biodisponibilité pour les plantes du site d'étude en France

Marina Le Guédard<sup>1</sup>, Olivier Faure<sup>2</sup>, Fabienne Battaglia-Brunet<sup>3</sup>

(1) LEB Aquitaine Transfert, France

(2) ENSMSE, France

(3) BRGM, France

# Objectif de l'étude

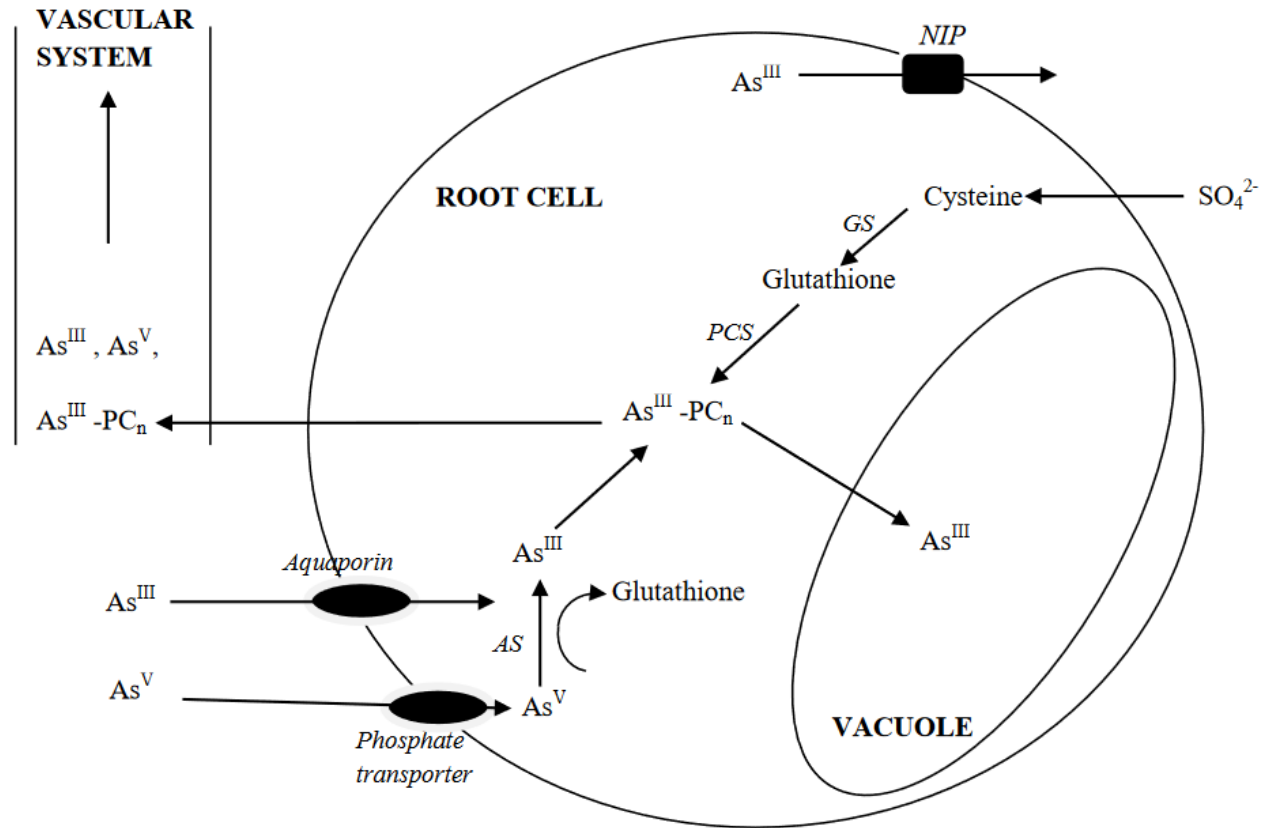
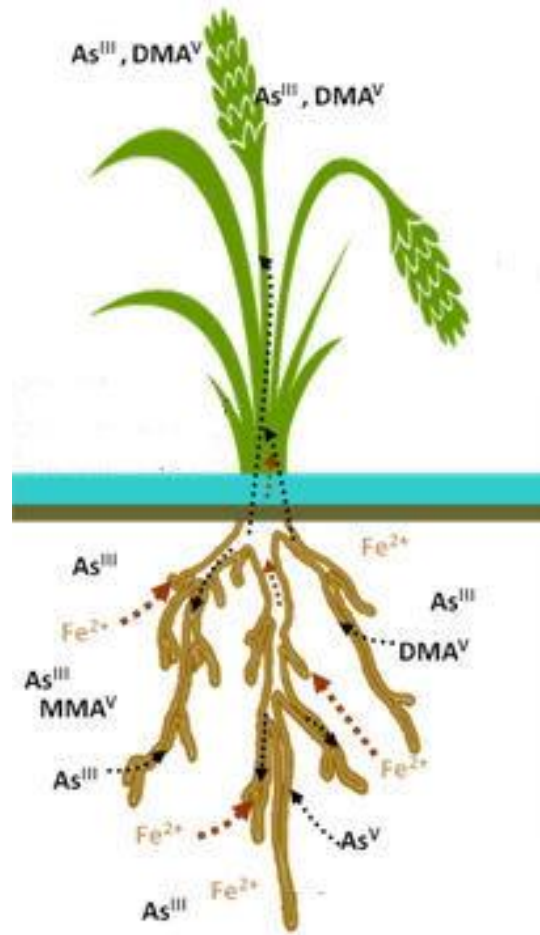
**Evaluation de la biodisponibilité, de la mobilité et de la toxicité de l'As sur un site agricole fortement contaminé par des destructions d'armes de la Première Guerre mondiale**

Etude réalisée sur des végétaux :

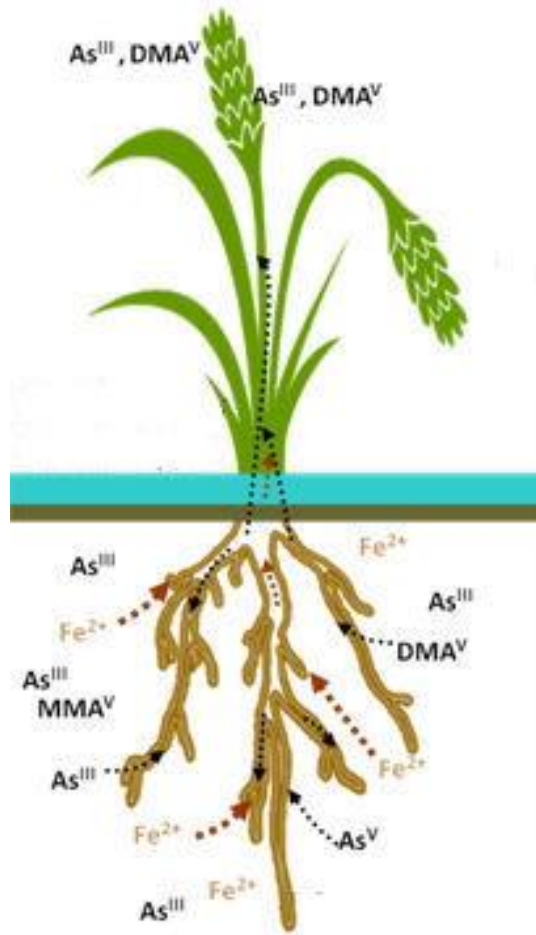
- Mesure de la **bioaccumulation de l'As dans les plantes**
- Mesure de l'impact de l'As sur la santé des végétaux : **bioindicateur de peroxydation lipidique**



# Absorption de l'Arsenic par les plantes



# Absorption de l'Arsenic par les plantes

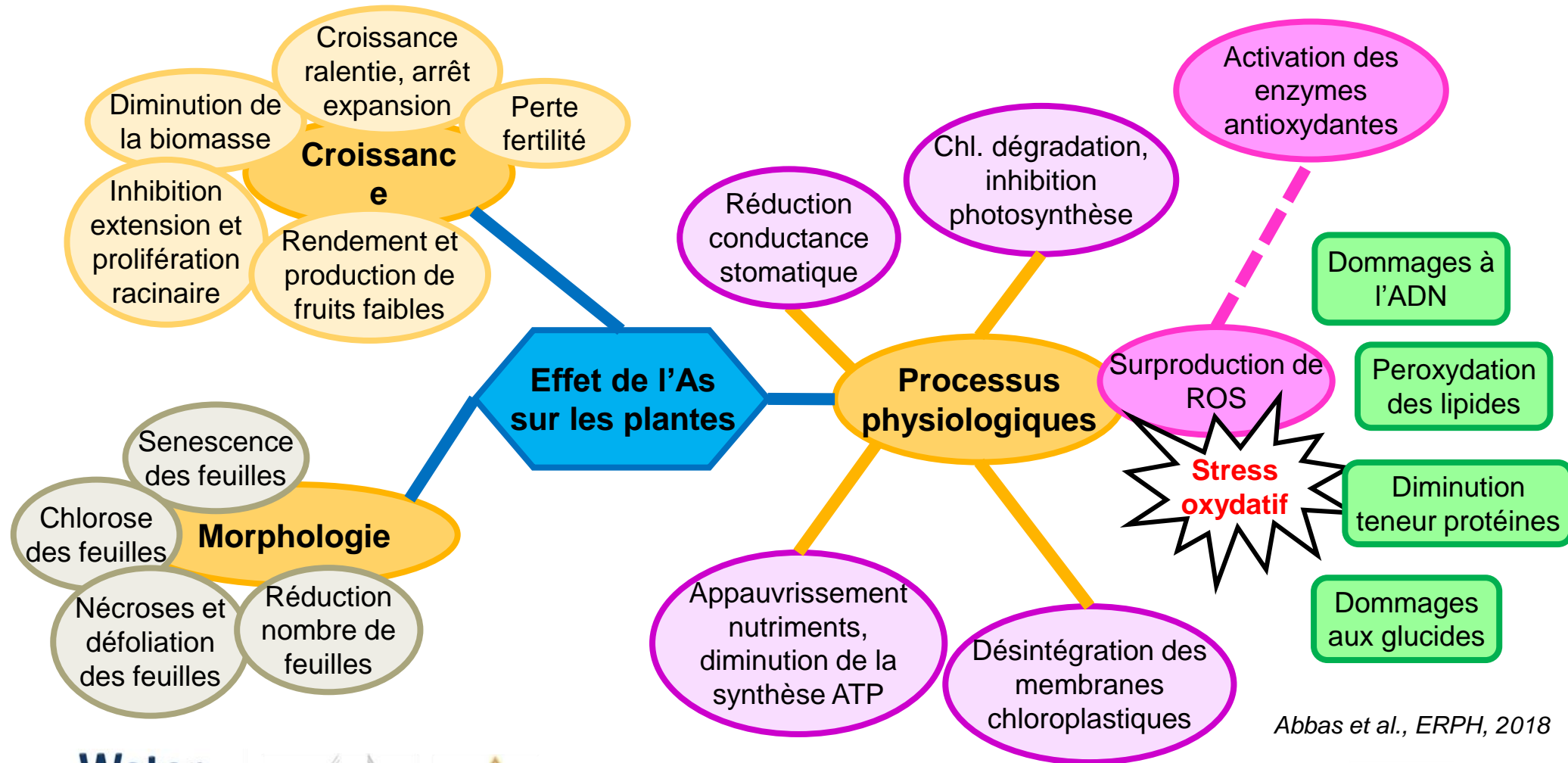


Principaux facteurs qui affectent le transfert de l'As du sol vers les racines des plantes sont:

- **La forme de l'As dans le sol** : AsIII ou AsV
  - **Facteurs abiotiques** : pH, potentiel redox, conditions de drainage...
  - **Facteurs biotiques** : activité microbienne du sol  $\Rightarrow$  réactions d'oxydo-réduction
- **Les fertilisants utilisés** : Phosphore
- **L'espèce végétale** : Non-accumulateur et hyper-accumulateur (*Pteris vittata*)

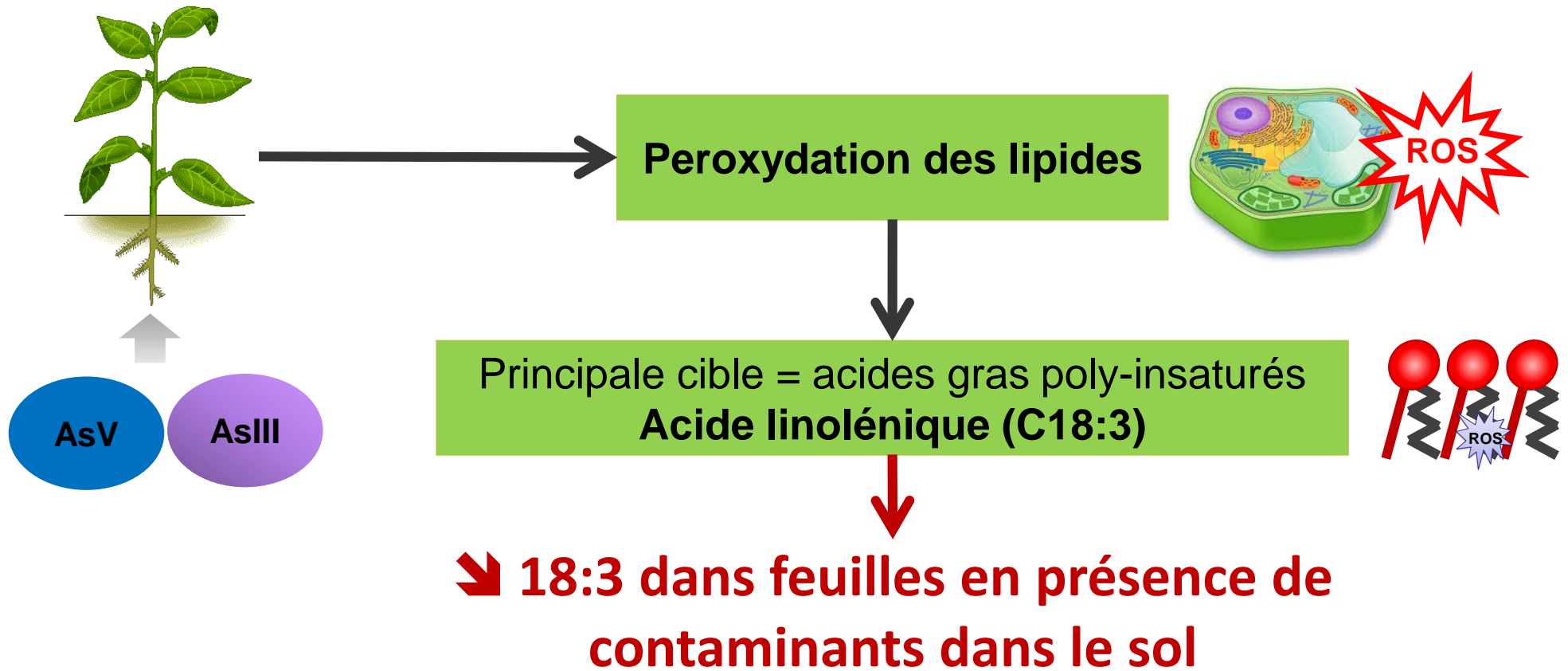
Dabrowska et al., *Environmental Chemistry Letters*, 2011

# Impact de l'Arsenic sur les plantes



Abbas et al., ERPH, 2018

# Bioindicateur de peroxydation de lipides: Indice Oméga-3



# Bioindicateur de peroxydation de lipides: Indice Oméga-3



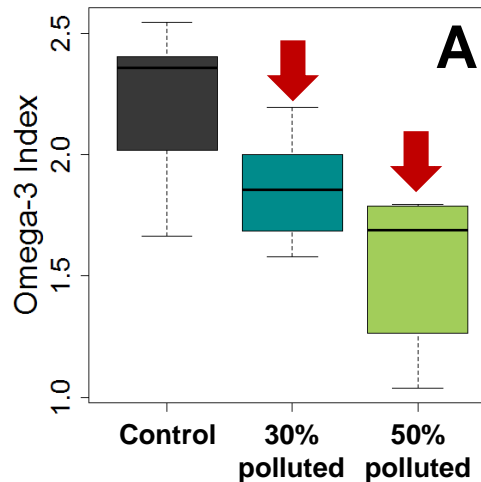
*Lactuca sativa*

Analyse de la composition en acides gras des feuilles



Chromatographie en phase gazeuse (GC-FID)

$C18:3 / (C18:0 + C18:1 + C18:2)$   
= **“Omega-3 Index”**



↗ concentration en contaminants dans le sol augmente  
⇒ ↘ Indice Oméga-3



# Bioindicateur de peroxydation de lipides: Indice Oméga-3



**XP X31 233 May 2012**

**afnor**

**Soil Quality** - Determination of the effects of pollutants on soil flora - Effects of contaminated soil on the foliar fatty acid composition of *Lactuca sativa*



**ISO/DIS 21479**

**ISO**

**Soil Quality** - Determination of the effects of pollutants on soil flora -- Leaf fatty acid composition of plants to assess soil quality



**KWR**

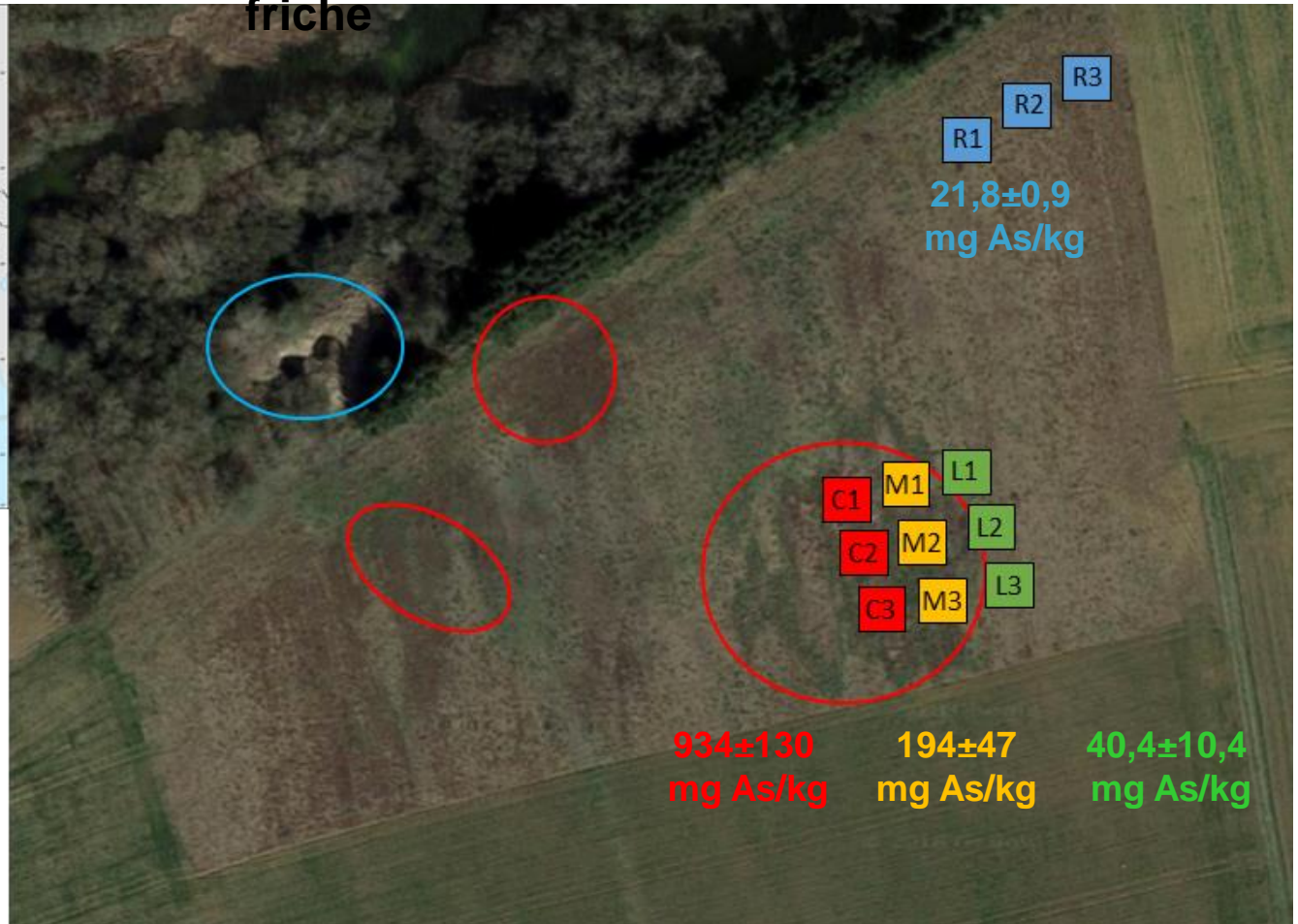




# Etude d'un site agricole près de Verdun

contaminé par des destructions d'armes de la Première Guerre mondiale

Cessation de l'activité agricole en 2005 ⇒ site en friche



○ Weapon destruction areas

C1 High As-concentrated soils

M1 Medium As-concentrated soils

L1 Low As-concentrated soils

R1 Reference soils

# Etude d'un site agricole près de Verdun

contaminé par des destructions d'armes de la Première Guerre mondiale



## Prélèvements de :

**Sols** : culture de laitue en laboratoire

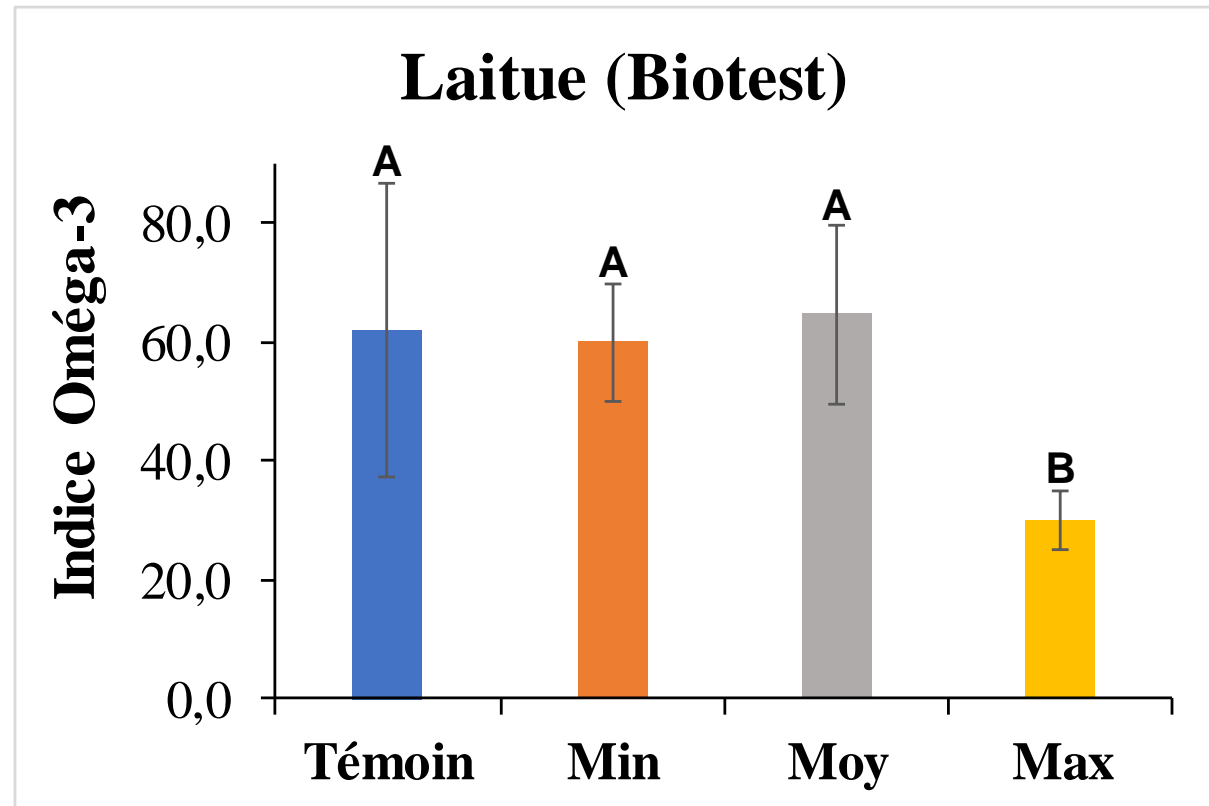
- Tests écotoxicologiques (croissance et Indice Oméga-3)
- Teneur en As dans les feuilles de laitue

## Plantes présentes sur le site :

- Indice Oméga-3
- Teneur en As dans les feuilles

# Test écotoxicologique laitue : Croissance

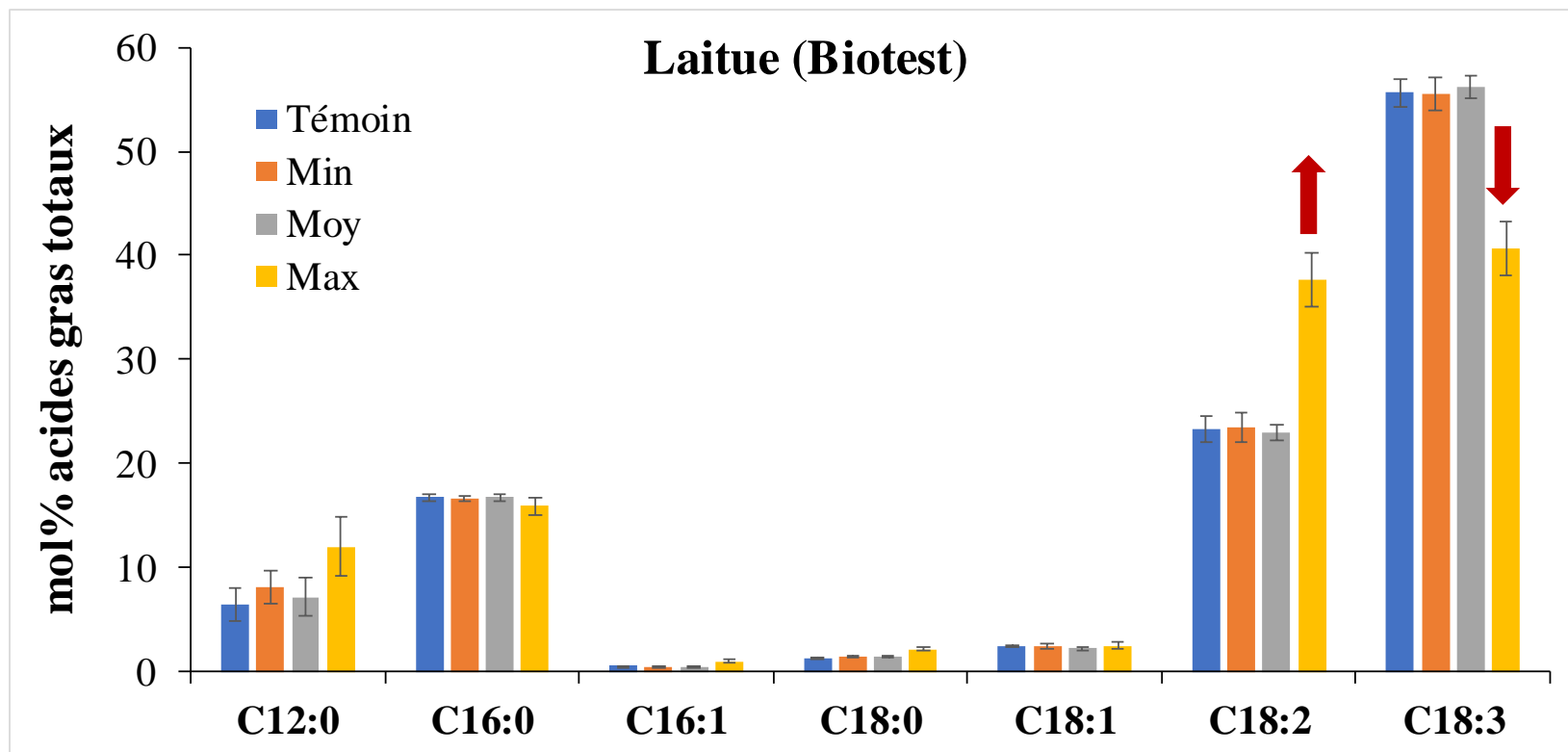
(Norme AFNOR XP X31-233, après 17 jours de culture)



Kruskal-Wallis suivi de Dunn; p-value < 0.0001

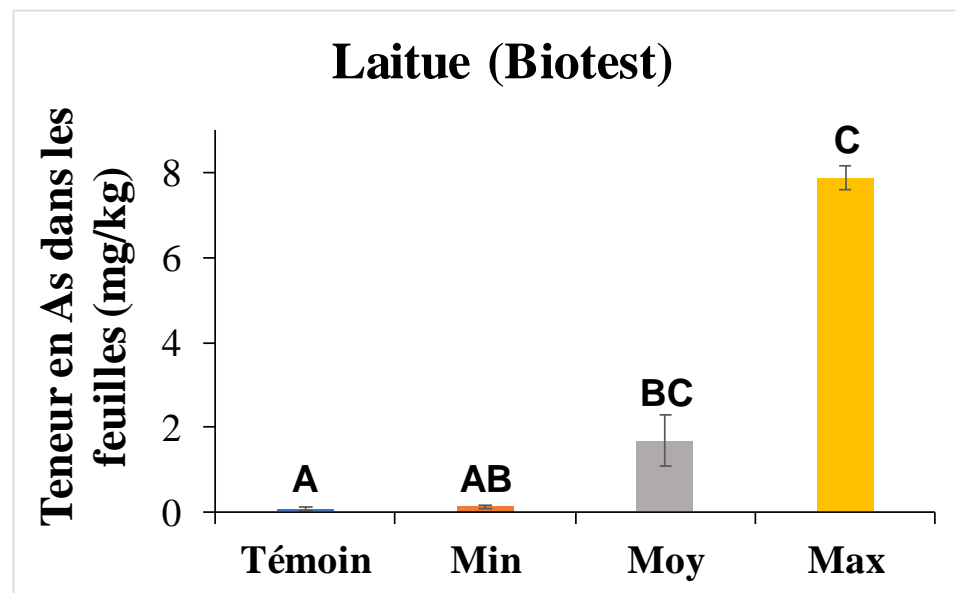
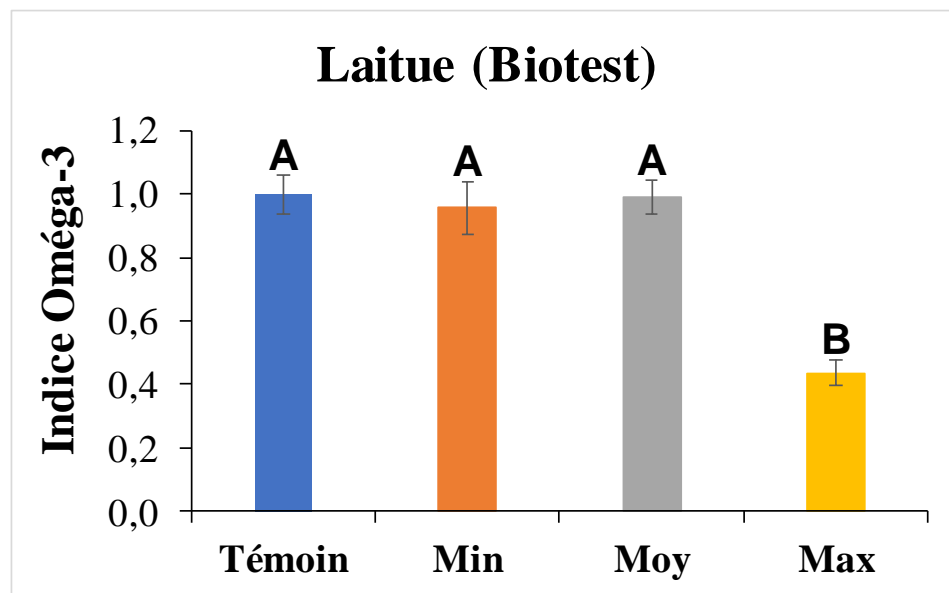
# Test écotoxicologique laitue : Indice Oméga-3

(Norme AFNOR XP X31-233, après 17 jours de culture)



# Test écotoxicologique laitue : Indice Oméga-3

(Norme AFNOR XP X31-233, après 17 jours de culture)



Kruskal-Wallis suivi de Dunn; p-value < 0.0001

# Test écotoxicologique laitue : Indice Oméga-3

(Norme AFNOR XP X31-233, après 17 jours de culture)

ETM et oligo-éléments (mg/kg DW)	Témoin	Min	Moy	Max
Ba	1,4±0,5	1,1±0,2	1,7±0,1	1,1±0,1
Cd	0,5±0,1	0,3±0,0	0,2±0,1	<b>0,0±0,0</b>
Cu	9,0±1,0	6,7±0,4	7,3±0,7	<b>4,2±0,9</b>
K				<b>14404,4±1275,8</b>
Mg				<b>752,9±221,4</b>
Mn				<b>12,2±2,4</b>
Mo	0,6±0,6	0,1±0,1	0,1±0,0	0,2±0,2
Na	1207,4±568,7	1395,1±345,7	668,7±376,4	<b>299,8±65,3</b>
P	1676,6±33,2	1244,6±110,3	1355,5±44,1	1666,1±136,8
Zn	44,7±7,4	26,4±2,1	34,6±5,7	<b>18,1±5,4</b>

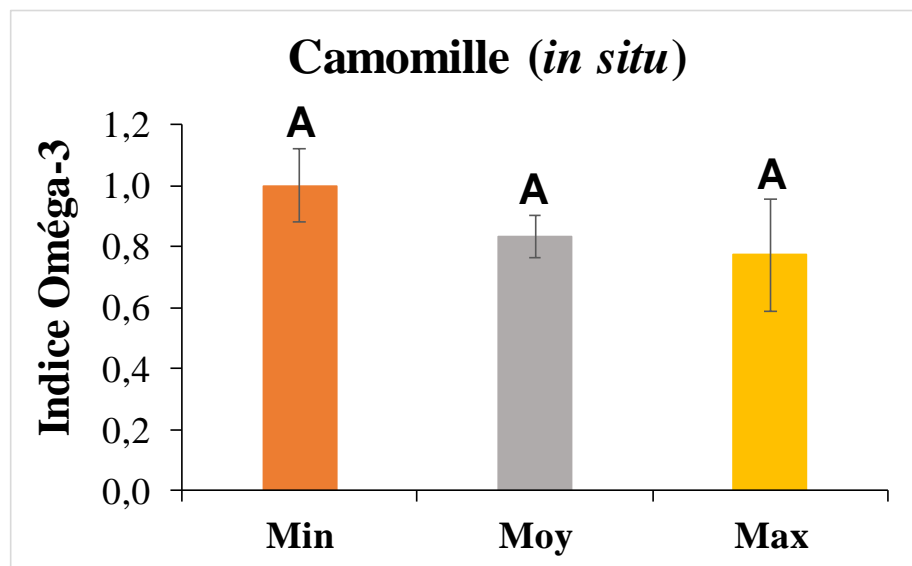
→ **Max ⇒ Appauvrissement en nutriments**

# Bioindicateur Oméga-3 : *in situ*

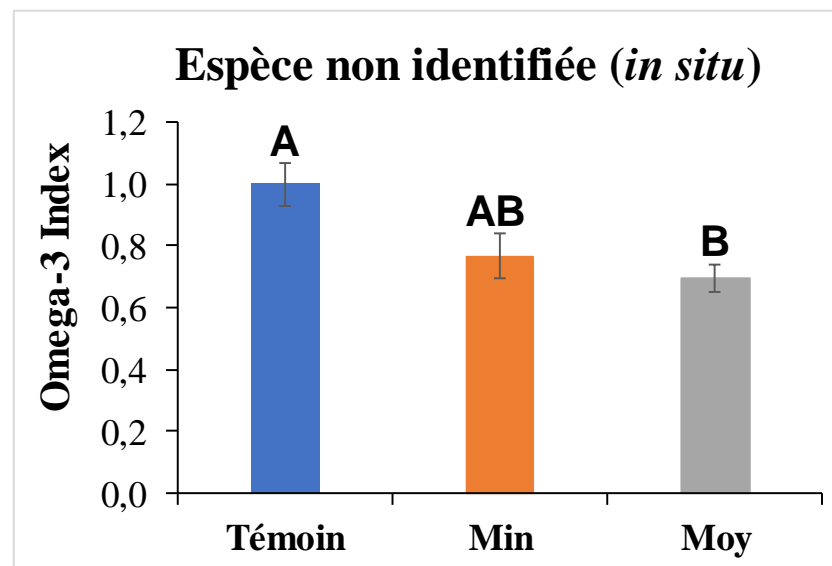
Zones	<i>Brassica napus</i>	<i>Plantago major</i>	Espèce non identifiée	<i>Matricaria chamomilla</i>	<i>Cirsium arvense</i>
Témoin					
Min					
Moy					
Max					



# Bioindicateur Oméga-3 : *in situ*



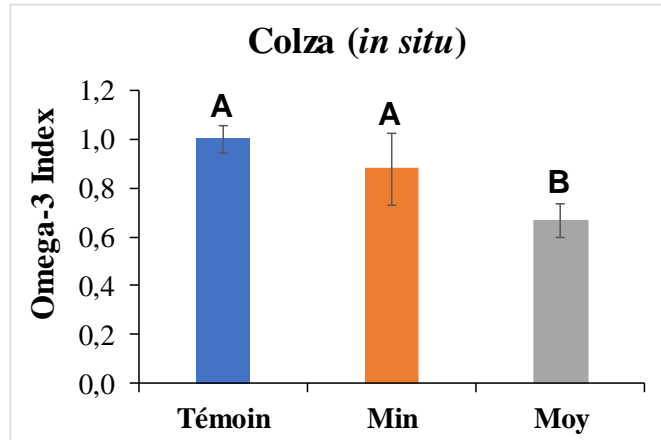
Kruskal-Wallis suivi de Dunn; p-value = 0.160



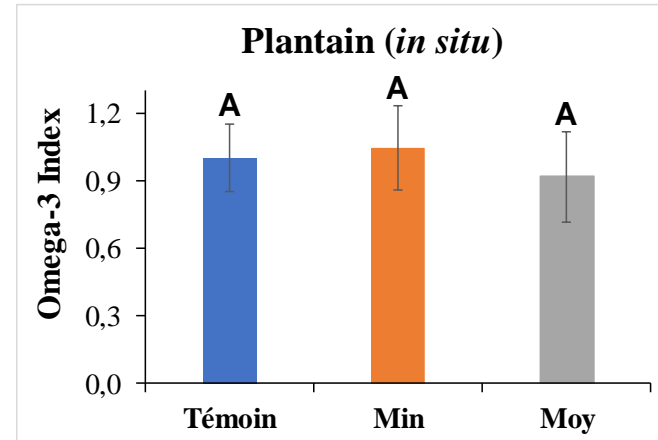
Kruskal-Wallis suivi de Dunn; p-value = 0.008



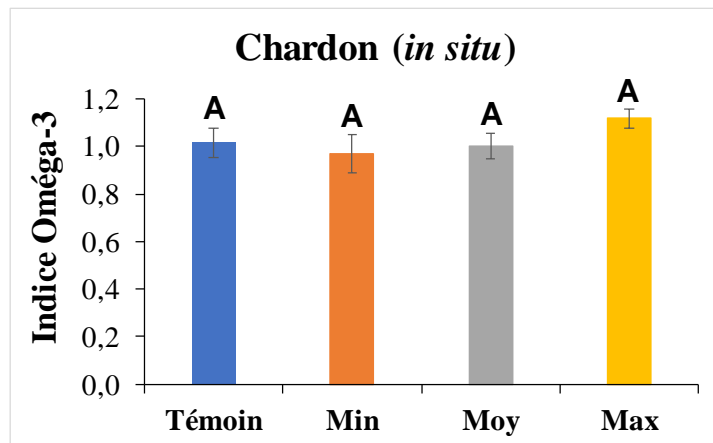
# Bioindicateur Oméga-3 : *in situ*



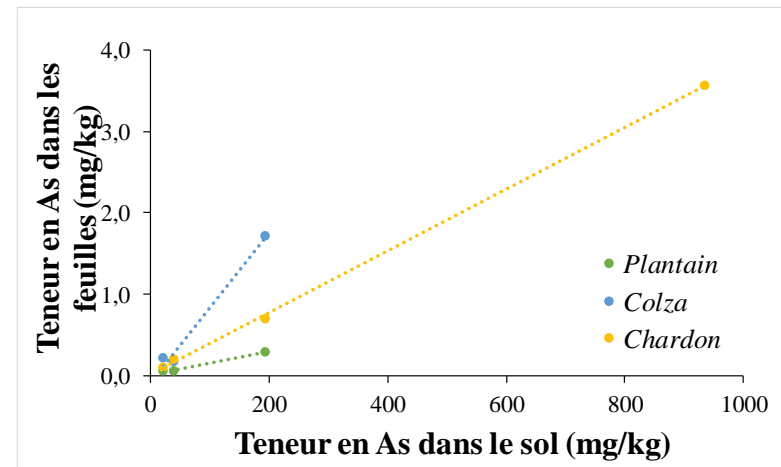
Kruskal-Wallis suivi de Dunn; p-value = 0.027



Kruskal-Wallis suivi de Dunn; p-value = 0.114



Kruskal-Wallis suivi de Dunn; p-value = 0.454



# Conclusions

**Tests écotoxicologiques** ⇒ Zone Max = 900mg d'As/kg

- Phytotoxique pour la laitue
- Teneur en As dans les feuilles de 8mg/kg = espèce potagère présentant les plus fortes capacité d'accumulation

**Espèces végétales présentes sur le site :**

- **Camomille et Chardon** = 2 espèces présentes sur la zone Max tolérantes à la contamination
- **Colza** = 1 espèce cultivable sensible à la contamination moyenne et absente sur la zone Max
- **Plantain** = 1 espèce insensible à la contamination moyenne mais absente sur la Zone Max

⇒ **Bioaccumulation et phytotoxicité As dépendant de l'espèce végétale**

⇒ **Concentration en As dans les plantes augmente avec concentration en As dans les sols**





Workshop de présentations et échanges sur les thématiques du projet AgriAs  
24 Septembre 2018 – BRGM - Orléans



MERCI DE VOTRE ATTENTION

