



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 Guédard¹, Olivier Faure², Fabienne Battaglia-Brunet³

(1) LEB Aquitaine Transfert, France

(2) ENSMSE, France

(3) BRGM, France

Objectif de l'étude

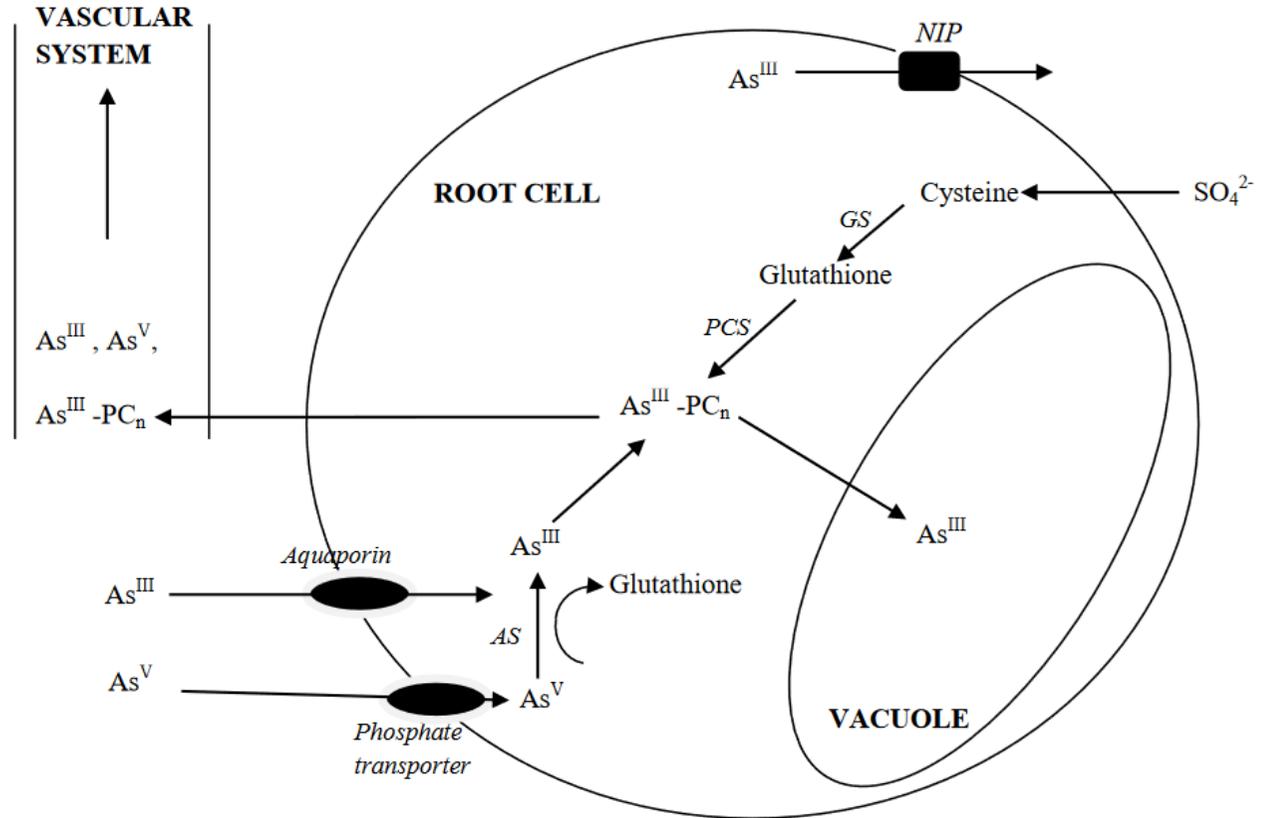
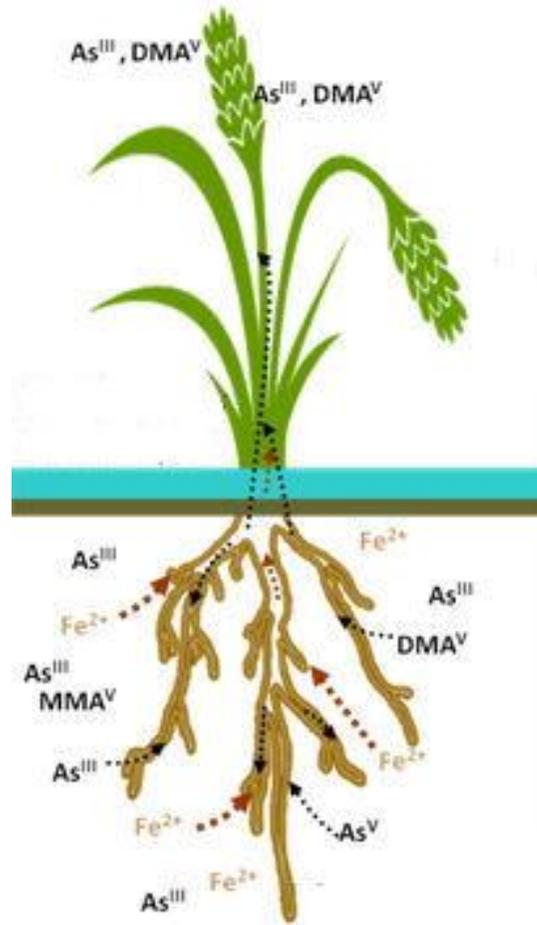
Evaluation de la biodisponibilité, de la mobilité et de la toxicité de l'As sur un site agricole fortement contaminé par des destructions d'armes de la Première Guerre mondiale

Etude réalisée sur des végétaux :

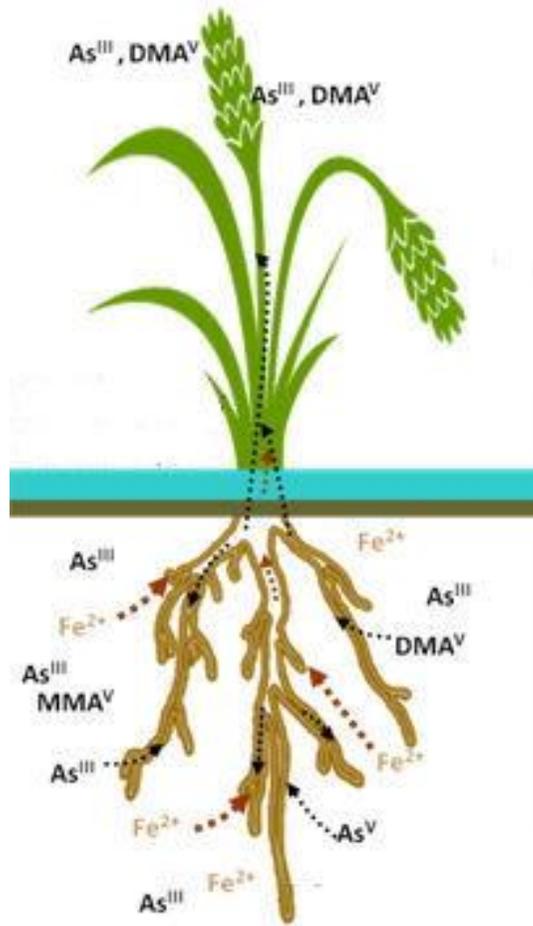
- Mesure de la **bioaccumulation de l'As dans les plantes**
- Mesure de l'impact de l'As sur la santé des végétaux : **bioindicateur de peroxydation lipidique**



Absorption de l'Arsenic par les plantes



Absorption de l'Arsenic par les plantes

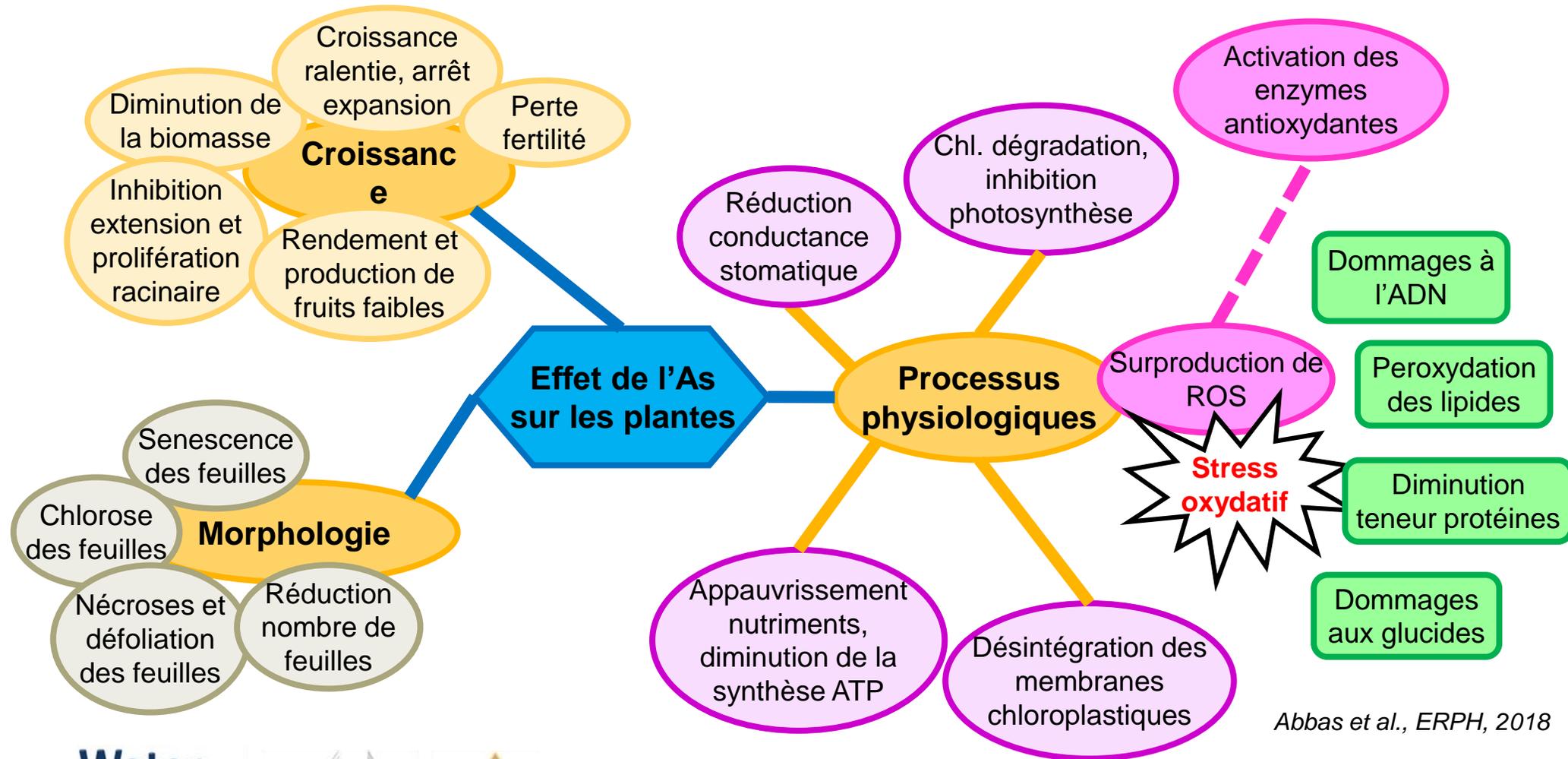


Principaux facteurs qui affectent le transfert de l'As du sol vers les racines des plantes sont:

- **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*)

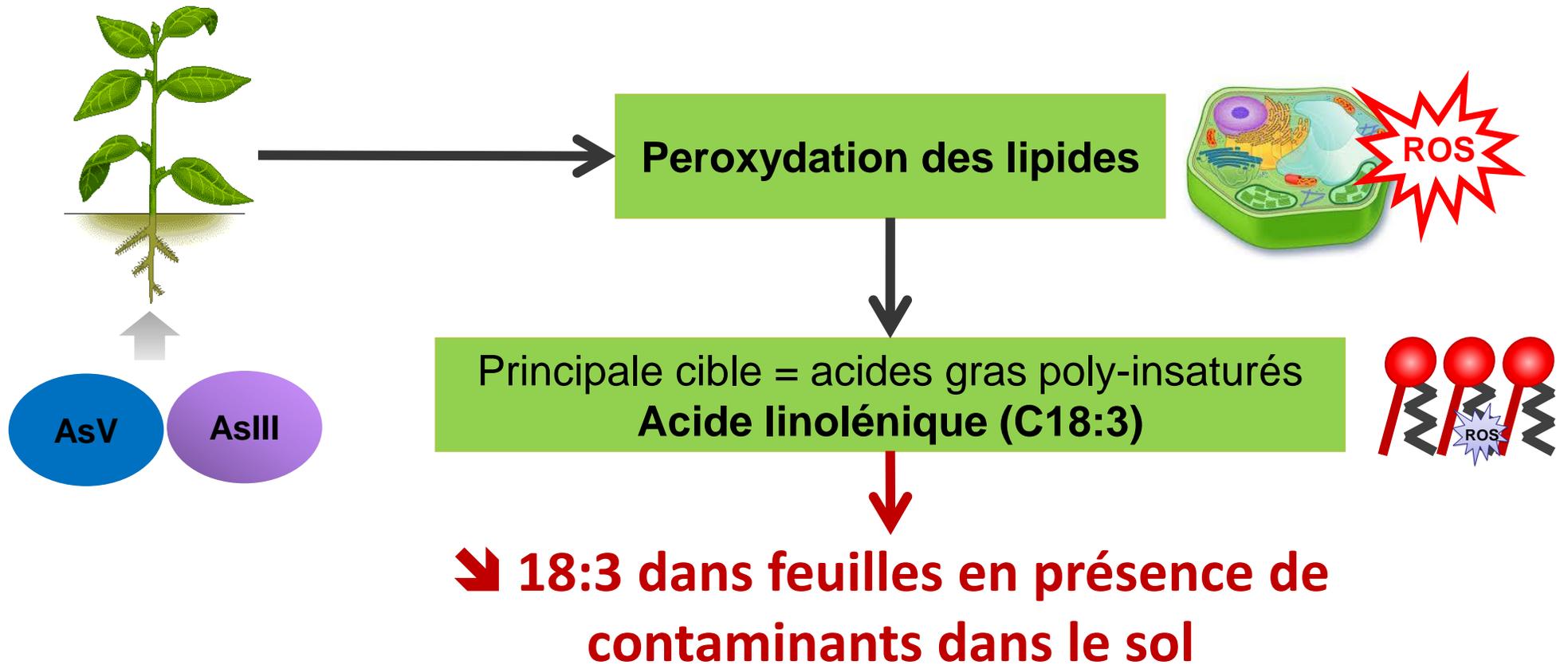
Dabrowska et al., *Environmental Chemistry Letters*, 2011

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



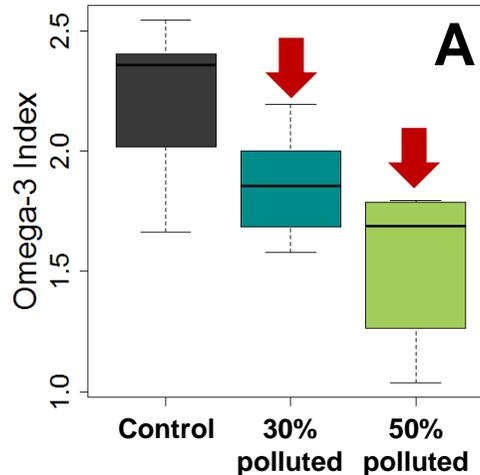
Lactuca sativa

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

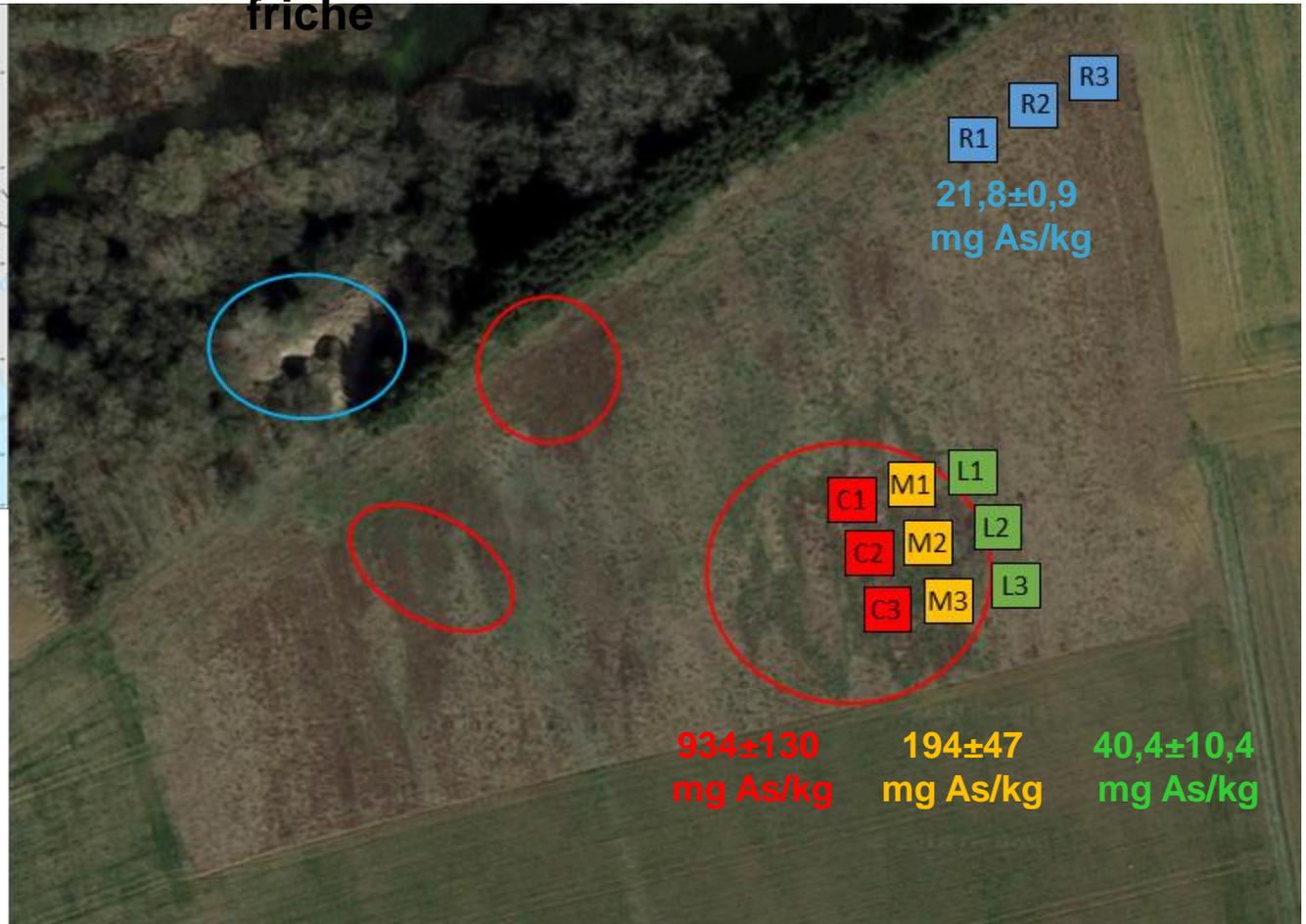
ISO

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

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

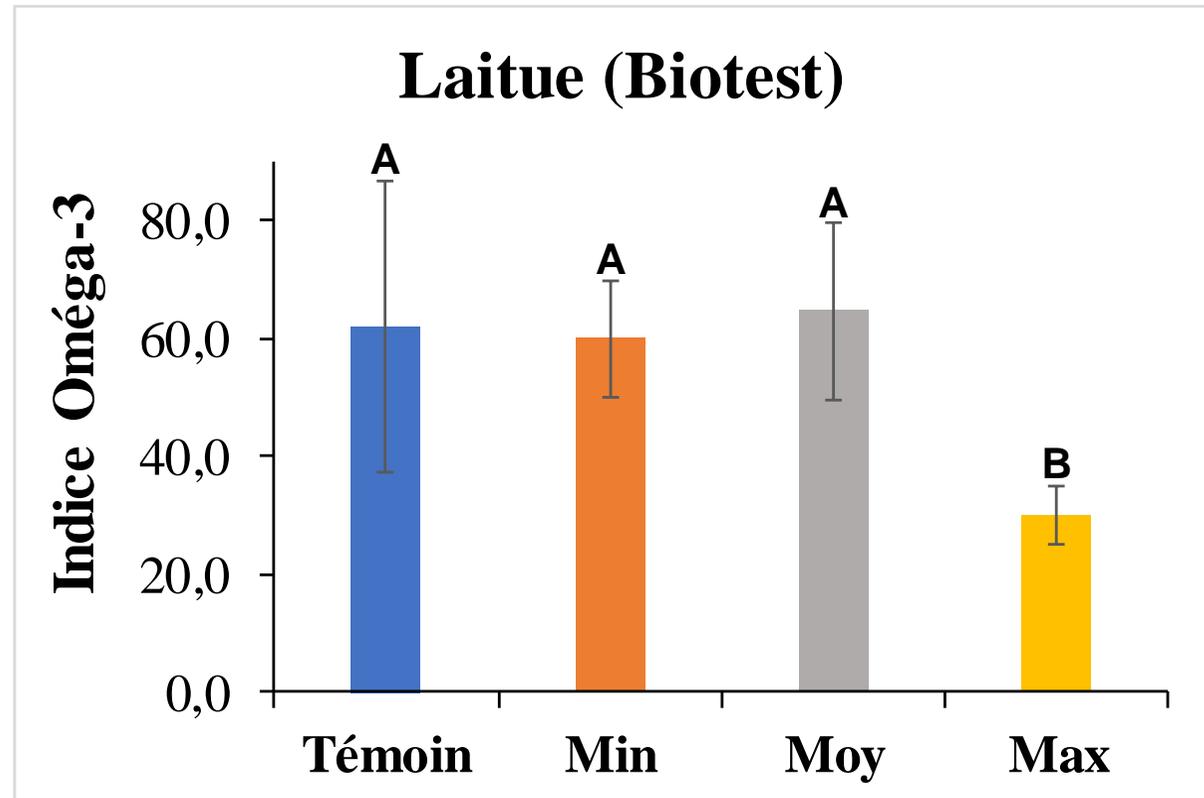
- Tests écotoxicologiques (croissance et Indice Oméga-3)
- Teneur en As dans les feuilles de laitue

Plantes présentes sur le site :

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

Test écotoxicologique laitue : Croissance

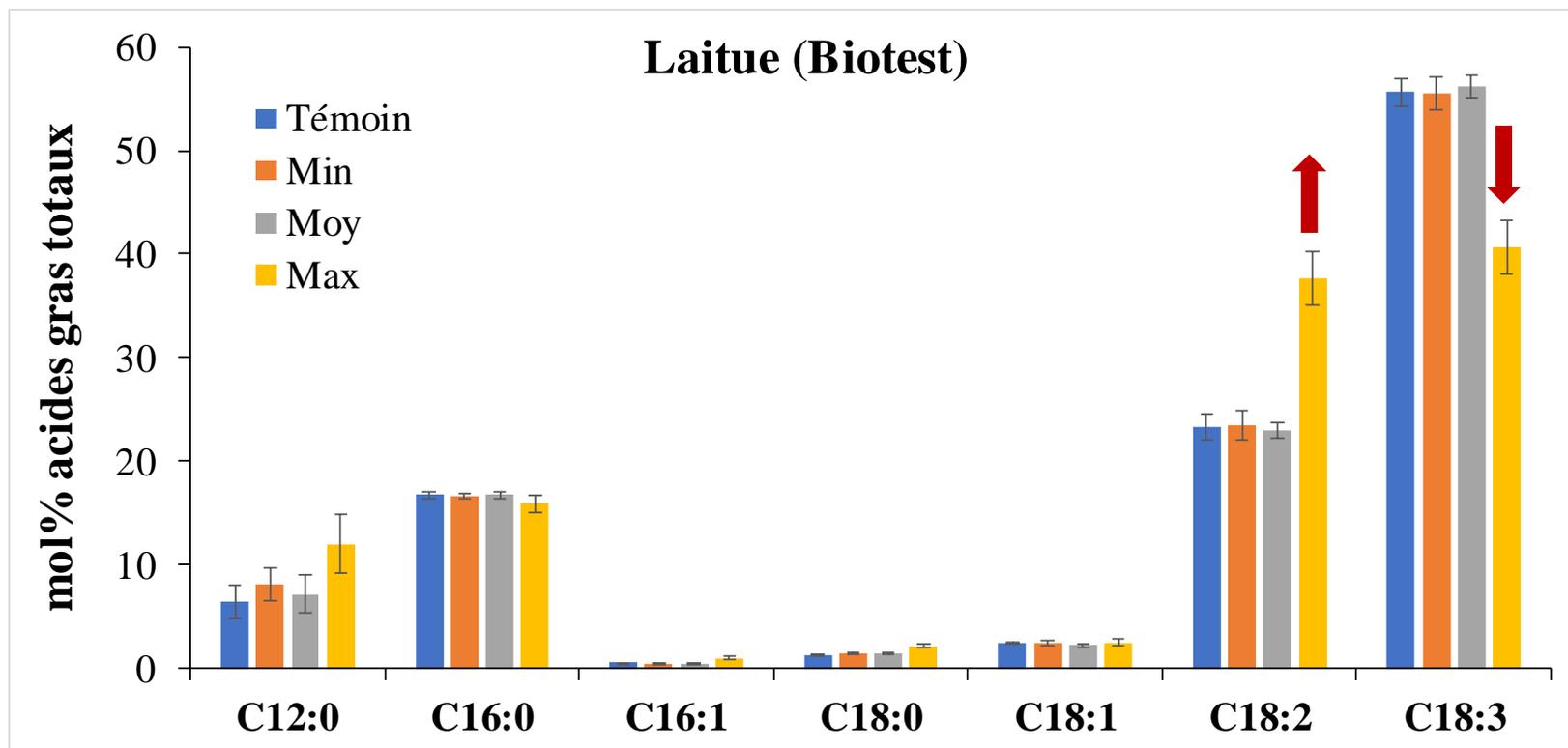
(Norme AFNOR XP X31-233, après 17 jours de culture)



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

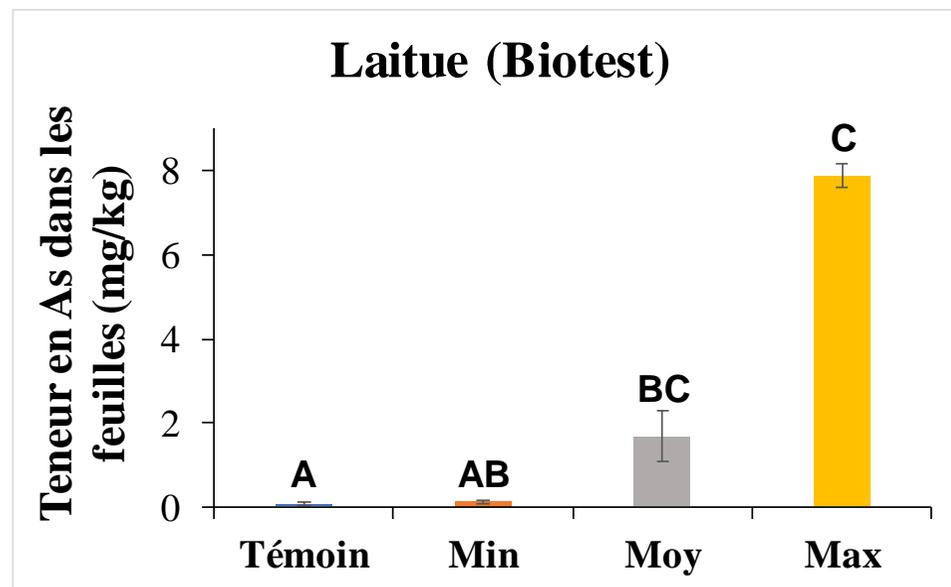
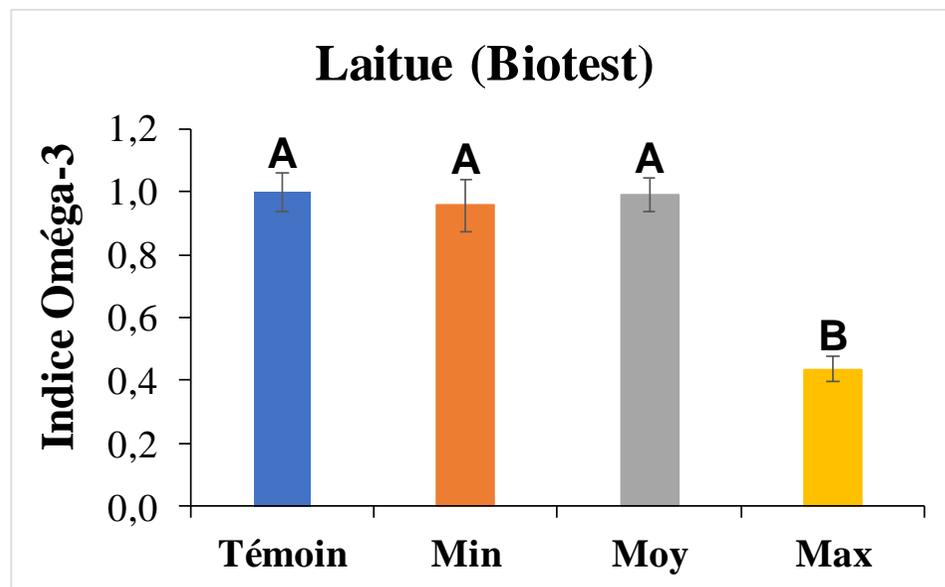
Test écotoxicologique laitue : Indice Oméga-3

(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	0,0±0,0
Cu	9,0±1,0	6,7±0,4	7,3±0,7	4,2±0,9
K				14404,4±1275,8
Mg				752,9±221,4
Mn				12,2±2,4
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	299,8±65,3
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	18,1±5,4

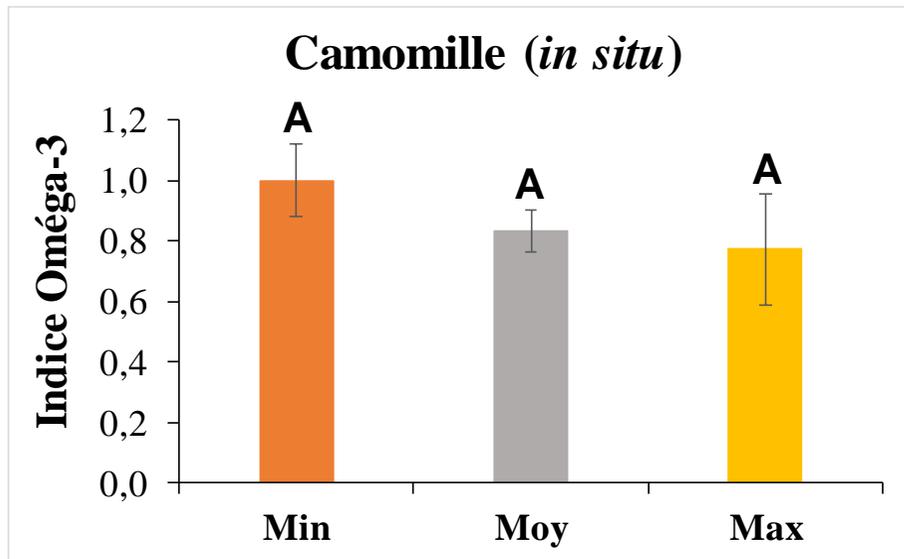
Max ⇒ Appauvrissement en nutriments

Bioindicateur Oméga-3 : *in situ*

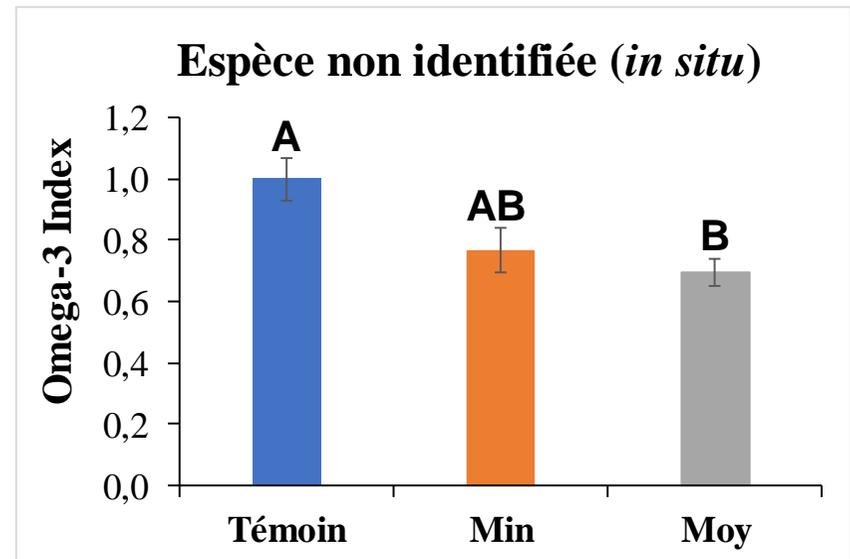
Zones	<i>Brassica napus</i>	<i>Plantago major</i>	Espèce non identifiée	<i>Matricaria chamomilla</i>	<i>Cirsium arvense</i>
Témoin					
Min					
Moy					
Max					



Bioindicateur Oméga-3 : *in situ*

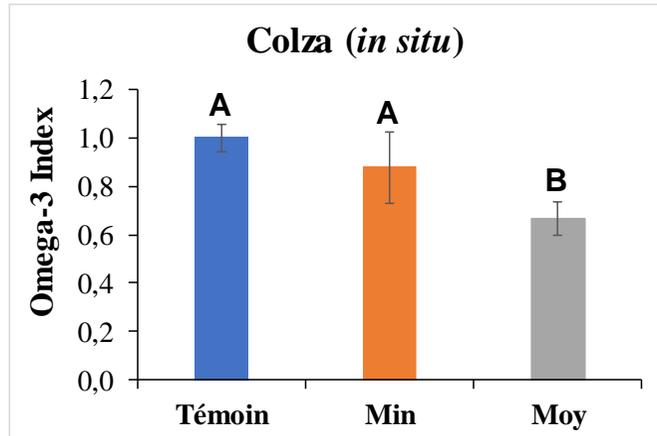


Kruskal-Wallis suivi de Dunn; p-value = 0.160

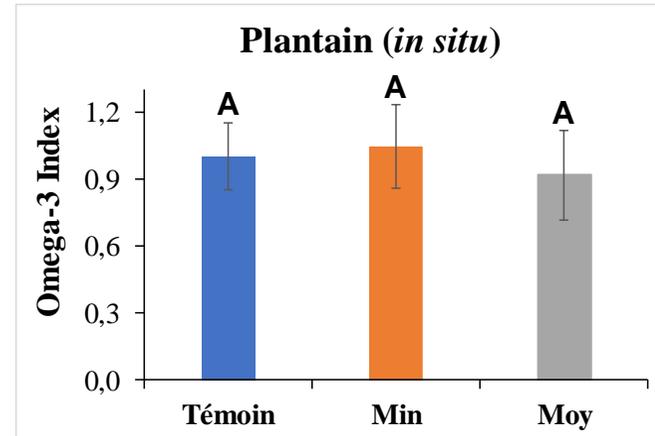


Kruskal-Wallis suivi de Dunn; p-value = 0.008

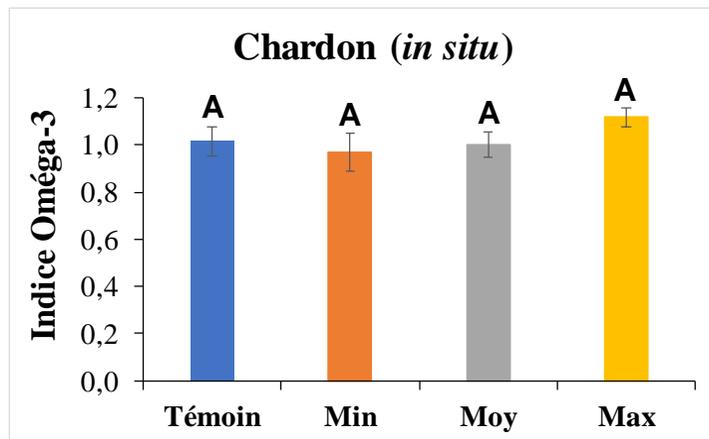
Bioindicateur Oméga-3 : *in situ*



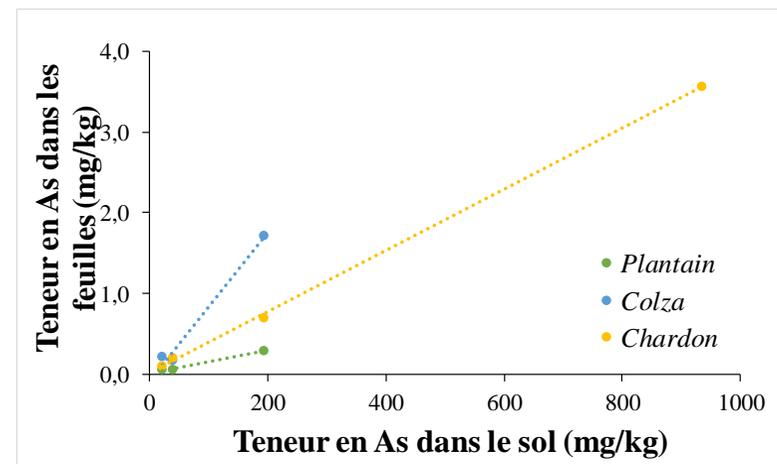
Kruskal-Wallis suivi de Dunn; p-value = 0.027



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

