

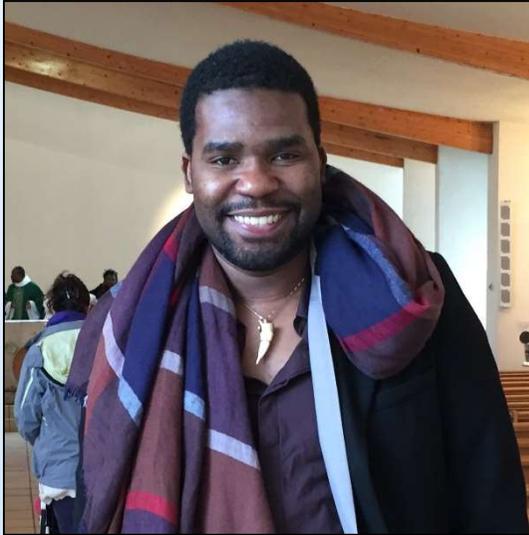
► Biodisponibilité pour l'homme du sélénium après ingestion de maïs: influence de la spéciation chimique du sélénium dans le sol et de sa compartimentation dans la plante.

Mots clefs:

Sélénite, Séléniate, Transfert sol-plante, biodisponibilité et spéciation.

Auteurs de la ressource

Stéphane MOMBO
stephanemombo01@gmail.com



Doctorant INPT
Certop, EcoLab, GET, INRA
Environnement-Santé
Société-Risques

Camille DUMAT
camille.dumat@ensat.fr



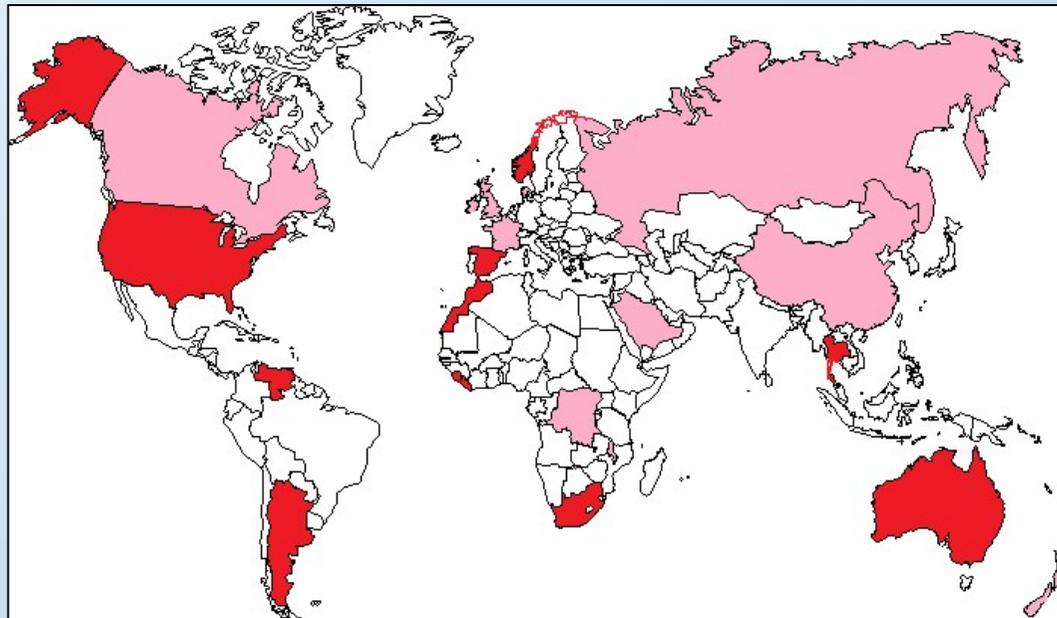
PR INP-ENSAT
Certop-Transition Ecologique
Environnement-Santé
Société-Risques

Citez cette ressource pédagogique :

Mombo S. & Dumat C. 2016. Biodisponibilité pour l'homme du sélénium après ingestion de maïs: influence de la spéciation chimique du sélénium dans le sol et de sa compartimentation dans la plante. Réseau Agriville. Copyright, 22 avril 2016.

Sélénium (Se) dans le monde

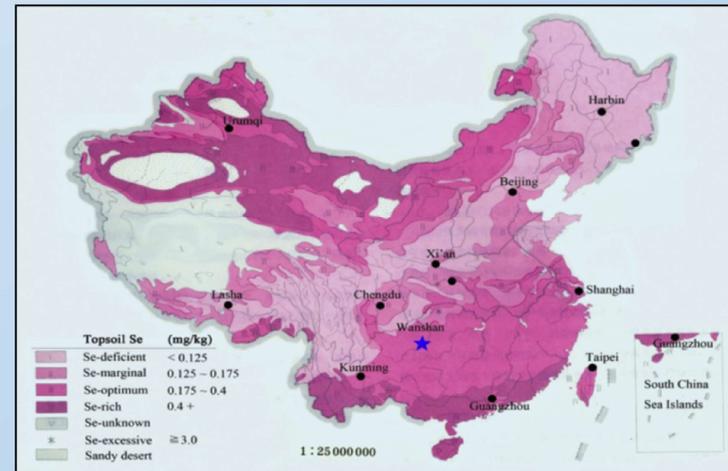
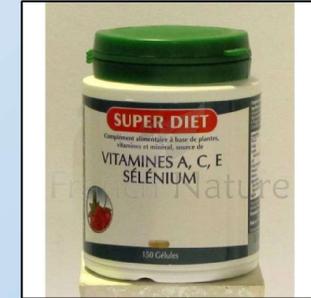
► **Oligoélément** crucial pour de nombreux organismes (μorganismes, règne végétal et animal). L'Organisation mondiale de la Santé recommande 40 à 70 μgSe /jour (Zhang et al. 2014). Se protège de certaines maladies cardiovasculaires et certains virus, aide l'organisme à lutter contre des cancers (Eckel et al. 2010), renforce le système humanitaire et favorise la bonne humeur (Benton & Cook 1990).



► **Se est inégalement réparti dans le monde:** (i) régions « sélénifères » à très fortes [Se] dans les sols (■), (ii) d'autres avec des concentrations très faibles (■). Pour certaines régions, les concentrations ne sont pas encore connues (□).

Aliments contenant du Sélénium (Se).

Certains poissons ou les noix sont une source importante de Se. Des compléments alimentaires riches en Se sont également disponibles



Les signes de carence en Se apparaissent pour un taux plasmatique $< 0,70 \mu\text{mol/L}$, cela équivaut à une ingestion $< 40 \mu\text{g/j}$ (Zhang et al. 2014). Il peut aussi provoquer des troubles neurologiques avec atteinte des capacités de mémorisation, la maladie appelée **cardiomyopathie de Keshan**, du nom de la province chinoise où elle a sévi, est directement liée à l'absence de sélénium dans l'alimentation (cf. carte de Chine qui illustre la répartition inégale du Se).

Le maïs

► Maïs (*Zea mays*): plante herbacée tropicale annuelle de la famille des Poacées, largement cultivée dans le monde (**824 millions de tonnes en 2010-2011**) pour la consommation humaine et animale. Une tige constituée d'un empilement de nœuds (où sont insérés une feuille et un bourgeon axillaire) et d'entrenœuds.

► Environ **50 % des apports alimentaires dans certains pays (le Malawi)** (chilimba et al., 2011). Selon FAO (2005), la consommations de maïs par habitant était 70, 104 et 120 kg respectivement aux États-Unis, Afrique du Sud, et Mexique.

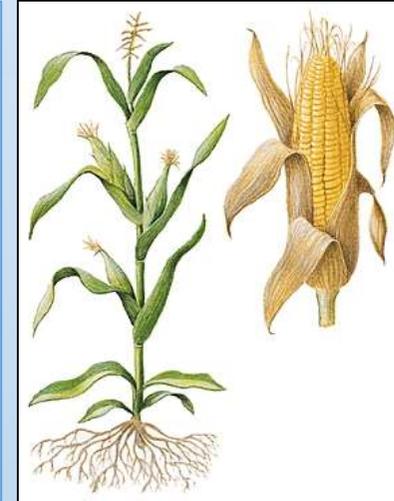


Figure 1 Évolution de la production mondiale des principales cultures, 1980-2011 Indice 1980=100



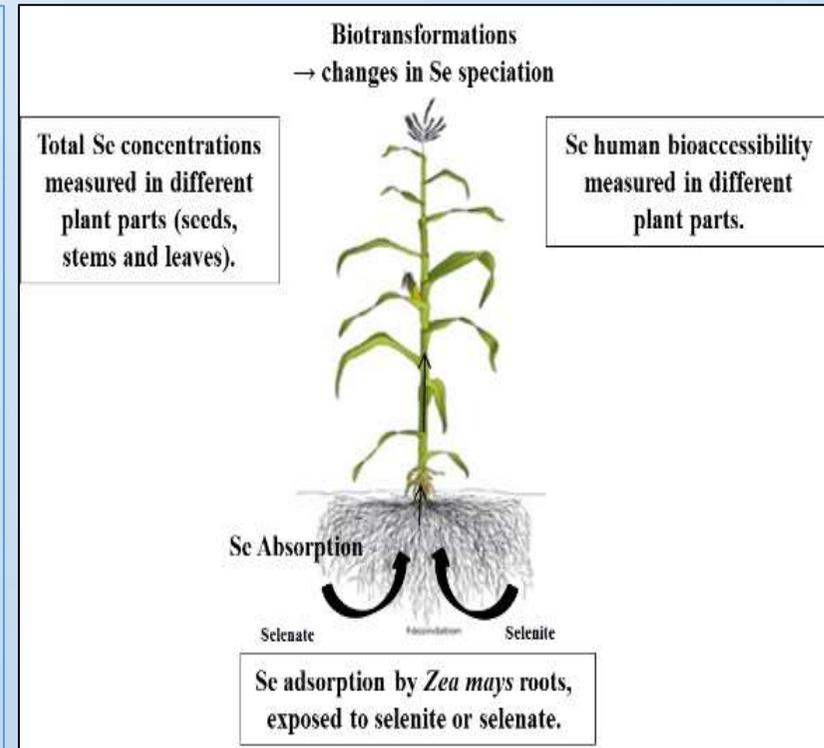
Source: FAO, 2013. Base de données statistiques FAOSTAT (<http://faostat.fao.org>).

Le saviez vous?

Le maïs est la première plante produite dans le monde juste devant le manioc.
(FAO, 2013)

Problématiques

- ❑ La consommation de végétaux est une voie importante d'ingestion de nutriments (minéraux, vitamines, etc.) et d'exposition humaine aux polluants (Mombo et al. 2015). Le maïs étant largement consommé dans le monde, sa qualité est donc un enjeu de santé public.
- ❑ Dans les zones sélénifères, des concentrations élevées dans les plantes peuvent être observées avec d'éventuels effets toxiques (chaîne alimentaire). La spéciation chimique du Se et sa compartimentation dans le sol peuvent toutefois modifier le transfert sol-plante.
- ❑ Se possède deux formes inorganiques oxydées phytodisponible que l'on retrouve majoritairement dans la nature: **Le séléniate (Se^{IV}) et le sélénite (Se^{III})**

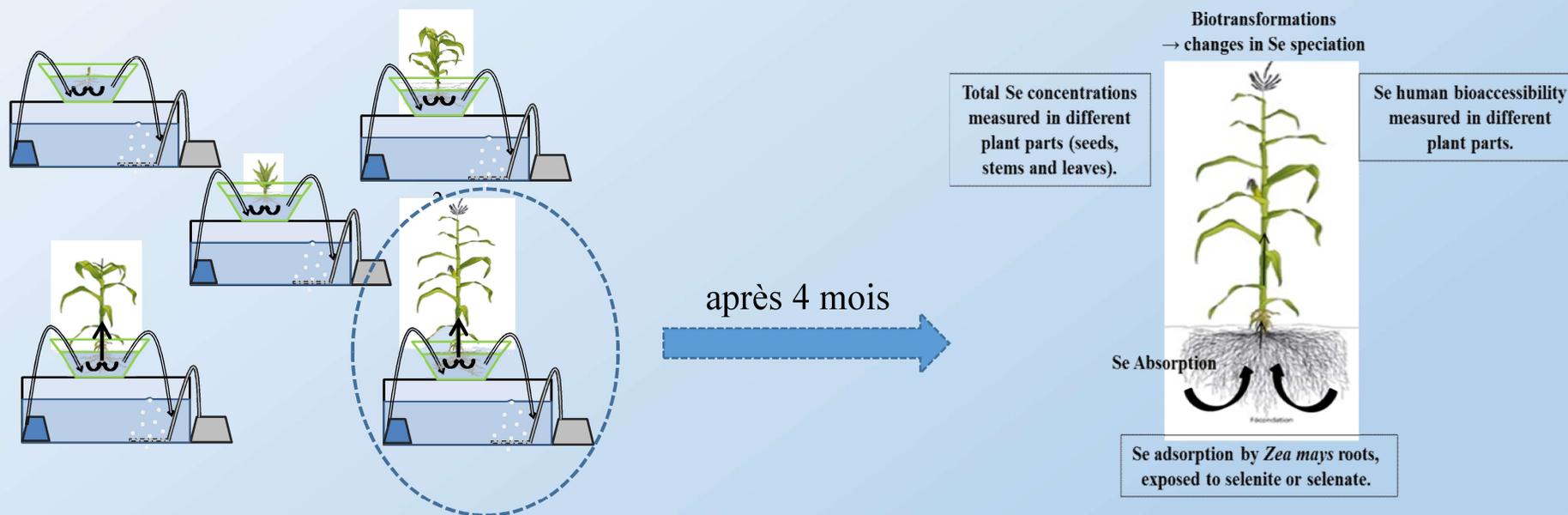


Ainsi, cette étude se propose d'explorer l'influence de la spéciation chimique du Se (sous ces 2 principales formes inorganiques observés dans l'environnement: le sélénite et le sélénate) sur :

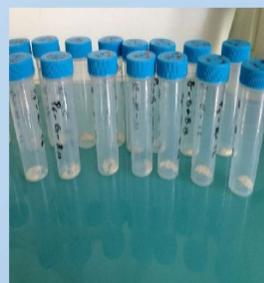
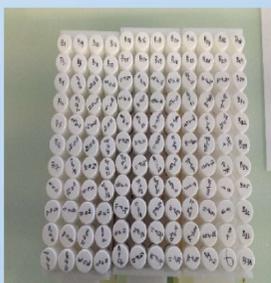
- ❑ Le transfert sol-plante du Se puis la translocation vers les tiges, feuilles et graines.
 - ❑ Les conséquences sur la biomasse du maïs.
 - ❑ La bioaccessibilité humaine du Se après ingestion du maïs.

Matériels et méthode

- ▶ Les grains de maïs germés (2 semaines) ont été cultivés 4 mois en hydroponie (bacs de 20L). La solution nutritive a été enrichie en sélénium (1 mgSe. L^{-1}), sous forme Na_2SeO_4 (séléniate) ou Na_2SeO_3 (sélénite).

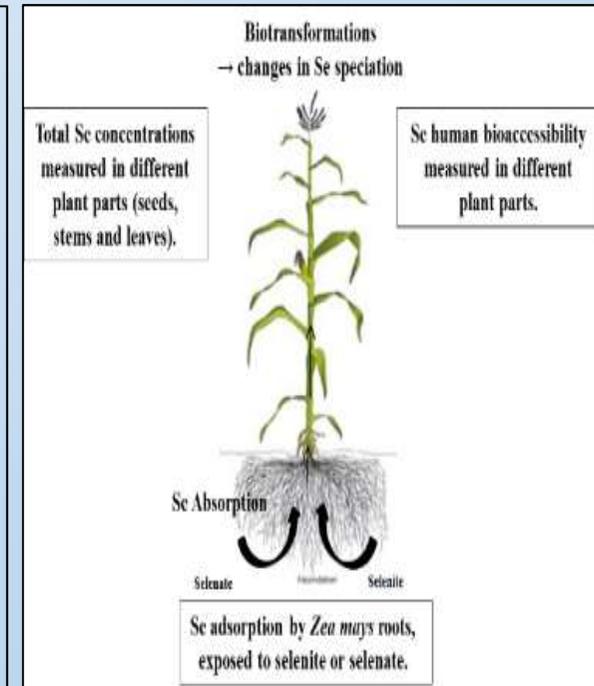
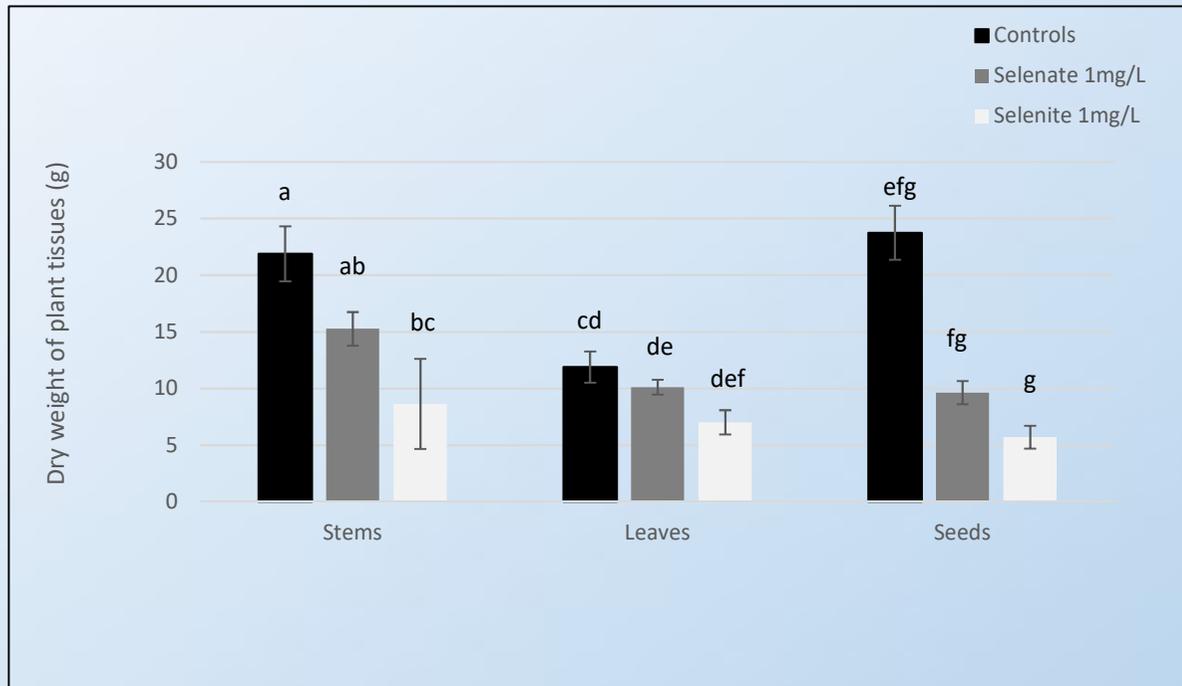


Après 4 mois, les échantillons (graines, tiges et feuilles) ont été séchés, broyées, minéralisés puis analysés (ICP AES).



Résultats.

Effet du sélénite et séléniate sur la biomasse des différents tissus (racine, feuilles, tige) du maïs

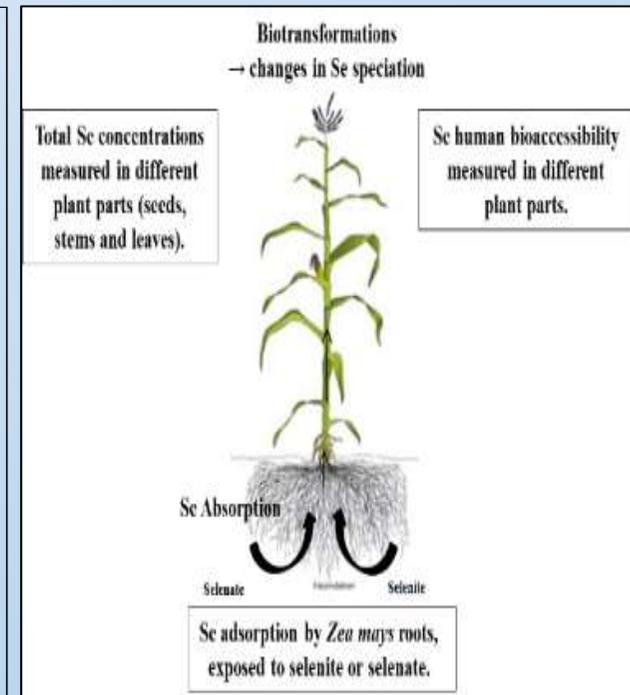
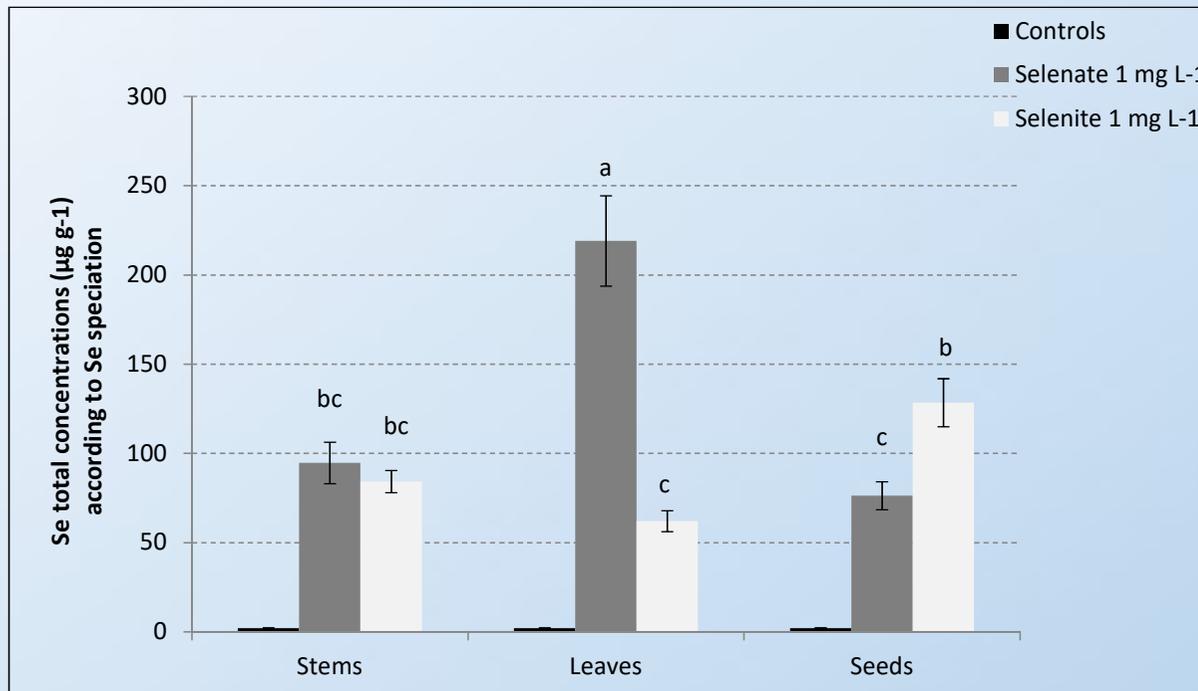


- Retard de croissance des parties aériennes des plantes exposées à 1 mgSe de L⁻¹ (sélénite ou séléniate). La perte de biomasse est plus élevée pour le sélénite que pour le séléniate, suggérant une phytotoxicité plus forte.

- Cette expérience illustre l'influence de la spéciation du Se sur sa phytotoxicité.

Résultats.

Concentration totale en Se dans les différentes parties du maïs en fonction de la spéciation



- Le sélénium se concentre dans le maïs de façon variable en fonction des tissus de la plante et aussi de la spéciation chimique: le séléniate s'accumule préférentiellement dans la tige et les feuilles, tandis que le sélénite dans les graines.

- **Les graines sont consommées par l'homme.** Aux USA, des mesures ont montré parfois de fortes concentrations en Se dans les grains. **La concentration en sélénium dans le maïs dépend de l'organe analysé et de la forme chimique.**

Exercices

Le Facteur de Translocation (FT) d'un ETM donné (ex. Se) pour une plante donnée (ex. maïs) est le rapport entre la concentration en ETM dans les différents tissus et la concentration en ETM dans les racines. Ce facteur est très largement supérieur à 1 pour les plantes hyperaccumulatrices (*Mattina et al., 2003 ; Tanhan et al., 2007*).

	Concentration dans les racines ($\mu\text{gSe/g}$)	[Tige]	FT (Tige)	[Feuilles]	FT (Feuille)	[Graine]	FT (Graine)
Séléniate (1 mg L^{-1})	88 \pm 2	94,6 \pm 11,6	?	219 \pm 25,6	?	76 \pm 7,8	?
Sélénite (1 mg L^{-1})	686 \pm 15	84,2 \pm 6,2	?	62 \pm 5,8	?	128,4 \pm 13,5	?

- Calculez le facteur de translocation (FT) dans les différents tissus du maïs.

- Que pouvez vous conclure?

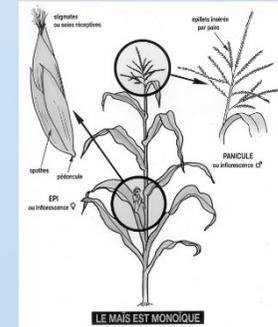
Correction de l'exercice.

Le facteur de translocation= $\frac{[\text{parties aériennes}]}{[\text{racine}]}$ (Mattina et al 2003)

-Pour le séléniate dans la tige

$$96,6/88 = 1,0175$$

Après les calculs on obtient le résultats suivant.

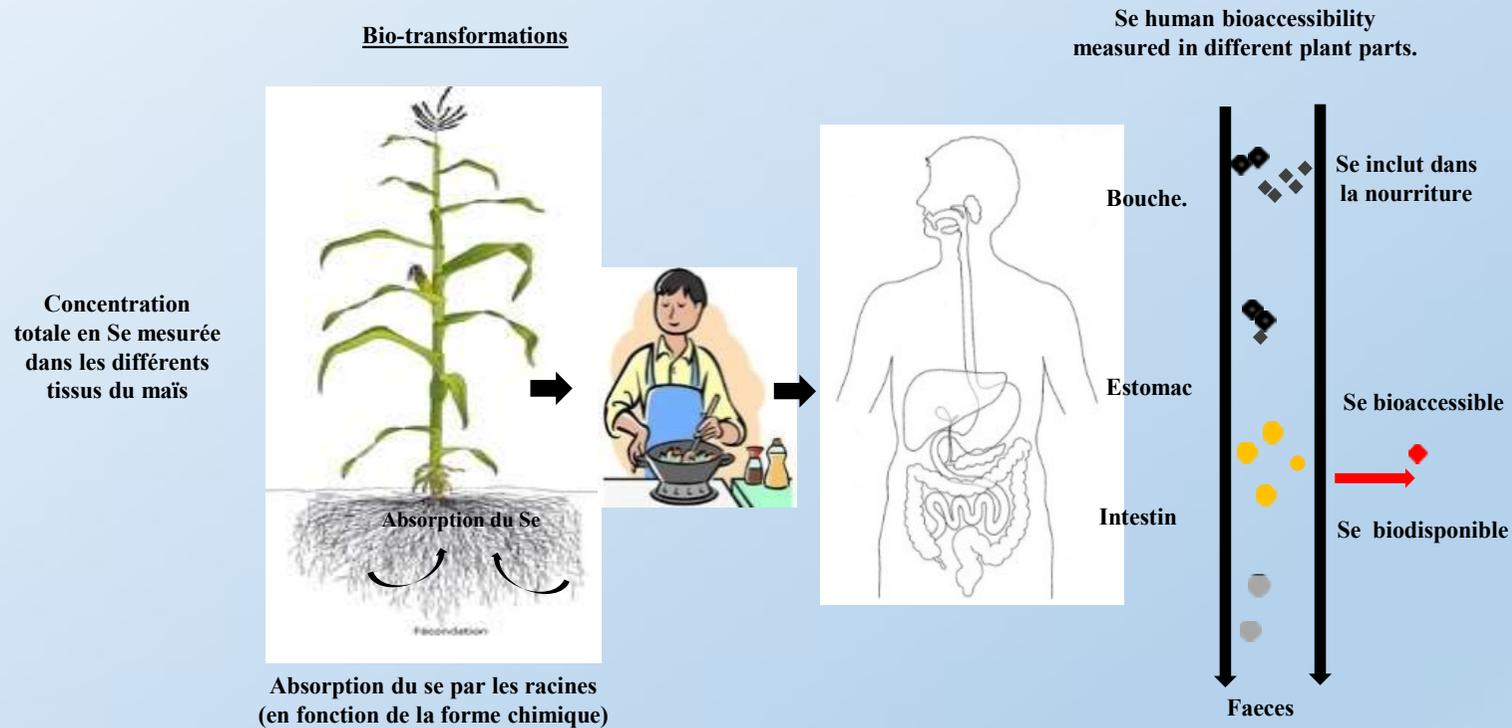


	Concentration dans les racines ($\mu\text{g/g}$)	FT(Tige)	FT(Feuilles)	FT(Graine)
Séléniate (1 mg L-1)	88	1,1	2,5	0,9
Sélénite (1 mg L-1)	686	0,011876	0,1	0,2

- Le séléniate s'accumule préférentiellement dans la tige et des feuilles. Pour le sélénite par contre les plus fortes concentrations restent dans les racines.
- le maïs peut être considéré comme une plante bioaccumulatrice pour le séléniate.
- Le facteur de translocation diffère en fonction des différentes parties de la plante et de la spéciation chimique de l'élément.

Résultats.

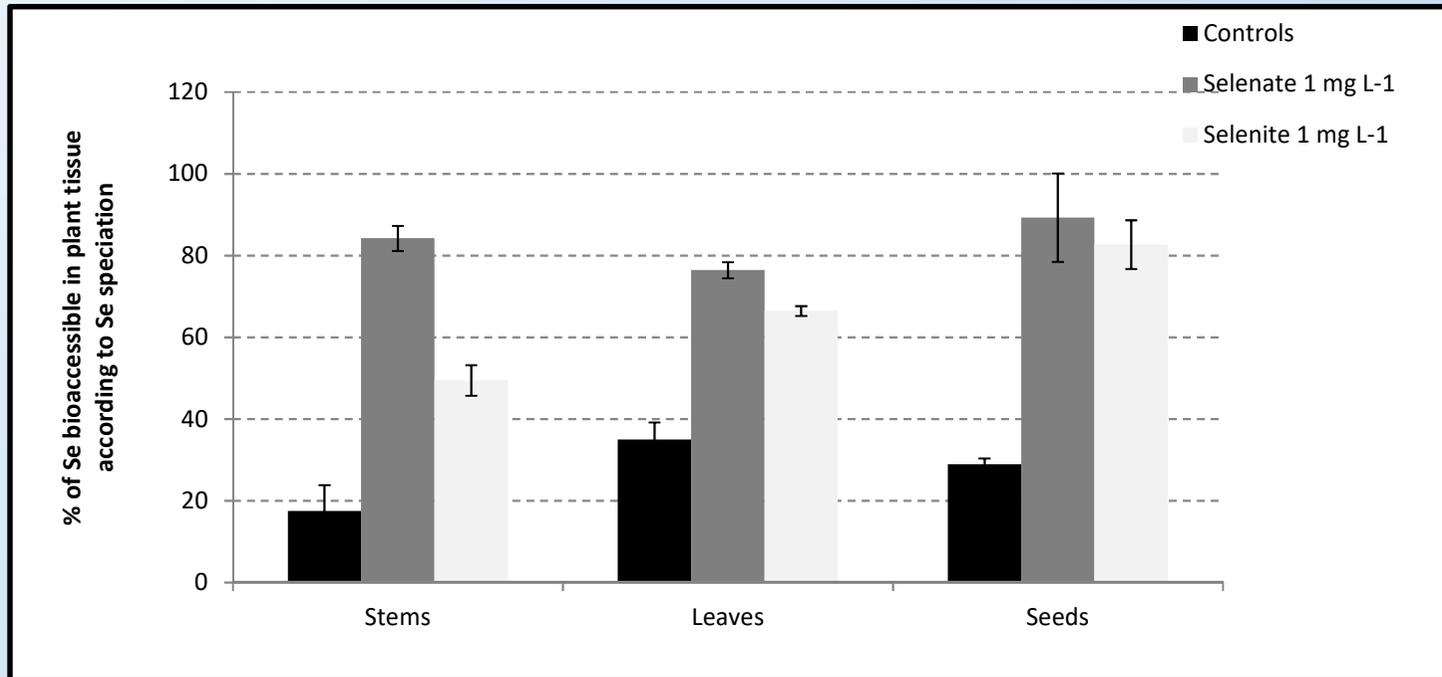
- **La bioaccessibilité**, se définit comme la fraction mesurée au laboratoire de la dose administrée solubilisée par les fluides digestifs au niveau du système salivaire et du tractus gastro-intestinal et disponible pour l'absorption humaine c'est-à-dire la biodisponibilité humaine par voie orale.
- **La biodisponibilité orale** est définie comme la fraction de la dose de la substance administrée parvenant dans le compartiment sanguin.



Quelle est la fraction de Se bioaccessible et dans quelle proportion ?

Résultats.

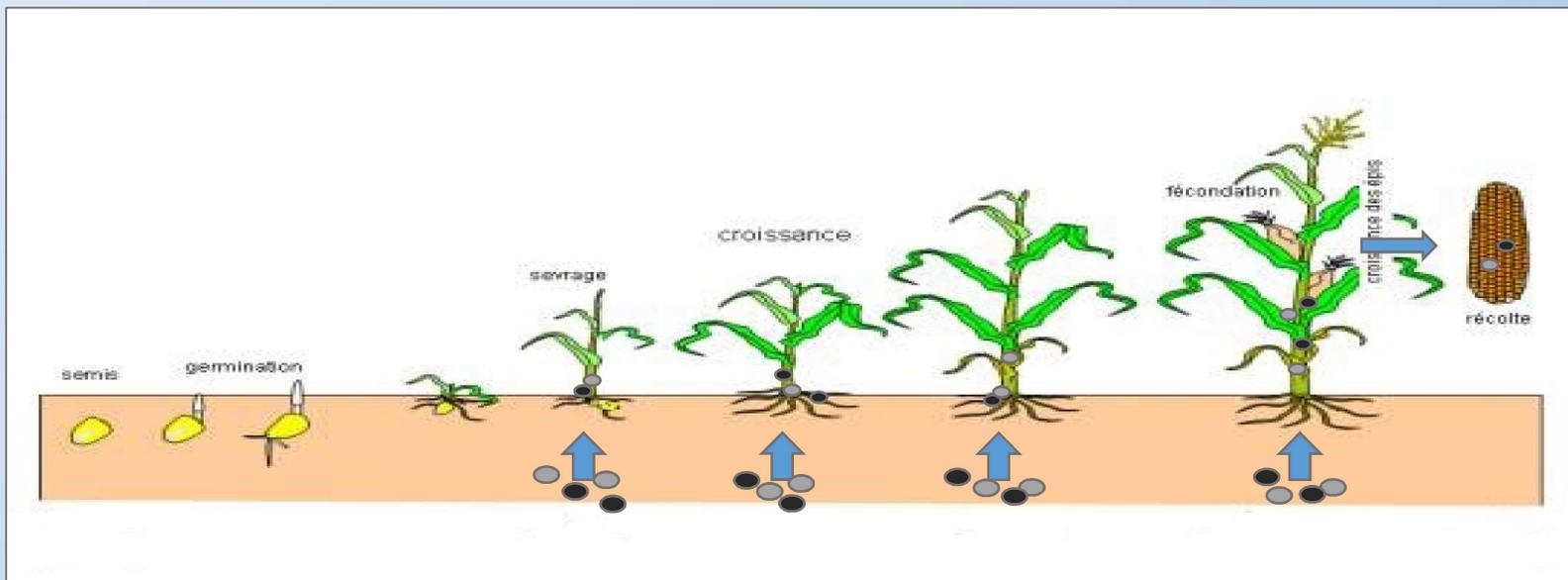
Bioaccessibilité du sélénium en fonction de la forme chimique et la compartimentation.



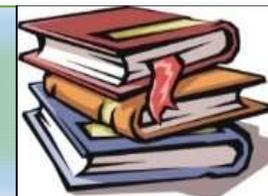
- La bioaccessibilité du Se varie de 49 à 89% selon la forme chimique. Elle est élevée dans la graine (organe comestible du maïs), pour le séléniate.
- La bioaccessibilité dépend de la spéciation et de l'organe de la plante.
- Le sélénite plus toxique que le séléniate est aussi plus biodisponible.
- Dans les zones sélénifères la toxicité du sélénium est donc à éviter; et dans les zones pauvres en Se, la bioaccessibilité élevée réduira les phénomènes de carence.

Conclusions.

- Les valeurs de concentrations bénéfique et toxique sont assez proches pour Se.
- Son accumulation dans les tissus végétaux dépend de sa forme chimique absorbée par la plante. La concentrations de Se accumulée dans le maïs varie selon le tissu végétal et la spéciation.
- La bioaccessibilité du Se après ingestion a montré des valeurs élevées de 49 à 89% selon le tissu végétal considéré et la spéciation. Le séléniate apparaît comme la forme la plus bioaccessible pour les êtres humains, avec des valeurs significativement plus élevées pour les tiges et les feuilles.
- Il existe des régions riche et d'autres pauvre en sélénium.



Références bibliographiques.



- Benton, D., & Cook, R. (1990). Selenium supplementation improves mood in a double-blind crossover trial. *Psychopharmacology*, 102(4), 549–550.
- Chilimba, A. D. C., Young, S. D., Black, C. R., Rogerson, K. B., Ander, E. L., Watts, M. J., et al. (2011). Maize grain and soil surveys reveal suboptimal dietary selenium intake is widespread in Malawi. *Scientific Reports*, 72, 1–9.
- Eckel, R. H., Alberti, K. G. M. M., Grundy, S. M., & Zimmet, P. Z. (2010). The metabolic syndrome. *Lancet*, 375(9710), 181–183.
- FAO. (2005). Food and Agriculture Organization of United Nations. Retrieved 23 March, 2012, from www.fao.org/home/en/.
- Mombo S, Schreck E., Dumat C. et al (2015) Bioaccessibility of selenium after human ingestion in relation to its chemical species and compartmentalization in maize. *Environ Geochem Health* 16:1–11. doi: 10.1007/s10653-015-9767-z
- Zhang, H., Feng, X., Jiang, C., Li, Q., Liu, Y., & Gu, C. (2014). Understanding the paradox of selenium contamination in mercury mining areas: High soil content and low accumulation in rice. *Environmental Pollution* (Barking, Essex: 1987), 188, 27–36.