

TRANSPAU

**TRANSfert sol-plante des polluants et estimation de l'exposition des
Populations en Agriculture Urbaine**

Intersol - 27 mars 2024

Projet soutenu par :

I. Contexte et objectifs

II. Matériels et méthodes

III. Premiers résultats

1. Sélection des 5 sites
2. Propriétés agronomiques des sols
3. Teneurs totales en ETM dans les sols
4. Teneurs totales en HAP dans les sols
5. Bioaccessibilité des ETM dans les sols

IV. Conclusion et suite du projet



I. Contexte et objectifs



I. Contexte

- Développement de l'**agriculture urbaine** en France
- Nombreux **services** rendus :
 - Réduction des îlots de chaleur
 - Favorisation du lien social et activité physique
 - Accès à des fruits et légumes frais
- Milieux complexes à étudier car **hétérogènes** en lien avec les actions anthropiques actuelles et passées
- Des sols souvent **contaminés** : polluants organiques et inorganiques
- Des **incertitudes** sur l'exposition des populations aux polluants en lien avec le jardinage



Source : SecurAgri

I. Contexte

- Connaissances encore **insuffisantes** sur les sols de potagers en termes de :
 - Qualité bio-physico-chimique
 - Degré de contamination (notamment As et HAP)
 - Impact des polluants sur la qualité des légumes produits et consommés
- Meilleure **prise en compte de l'exposition** humaine en lien avec :
 - L'ingestion de particules de sols
 - La consommation de légumes



**Intégration de la
bioaccessibilité orale**

En France :

- ✓ Bien documentée sur la matrice sol
- ✓ Peu d'études sur la matrice végétale

I. Objectifs du projet TRANSPAU

Contribuer à l'évaluation de l'exposition des populations et *in fine* l'évaluation des risques sanitaires dans des contextes d'agriculture urbaine où les sols présentent une contamination diffuse modérée en polluants métalliques et/ou organiques

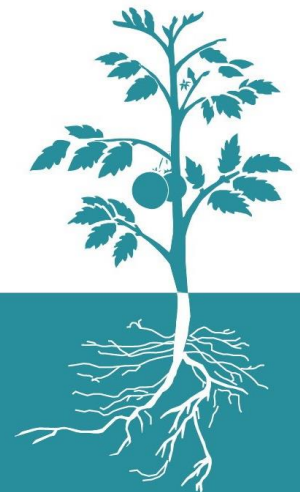
- Etudier les **transferts sol-plante** de certains polluants pour différents types de couples sol-légumes
 - ETM : As, Cd, Pb, Cr, Ni, Zn, Cu, Hg
 - HAP
- Analyser l'**impact de différents paramètres agronomiques** des sols sur ces transferts
- Mieux caractériser l'exposition des populations en prenant en compte la **bioaccessibilité** des ETM dans les sols et les légumes



Démarche basée sur l'étude de fermes et jardins urbains franciliens

- **Alimenter les bases** de données BAPPET et BAPPOP
- **Actualisation du guide REFUGE** pour affiner les VASAU

II. Matériels et méthodes



II. Matériels et méthodes

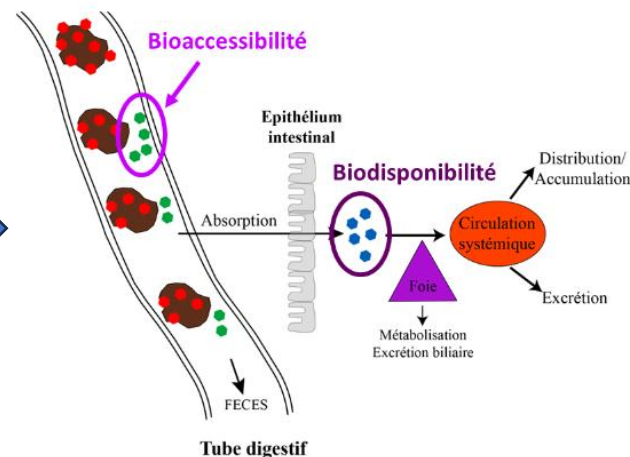
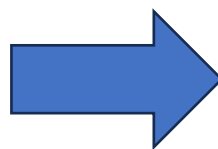
10 sites d'agriculture urbaine en Ile-de-France



10 prélèvements de légumes/site

- Concentration en ETM et HAP
- Paramètres agronomiques (granulométrie, pH, CEC,...)

5 prélèvements de sol/site



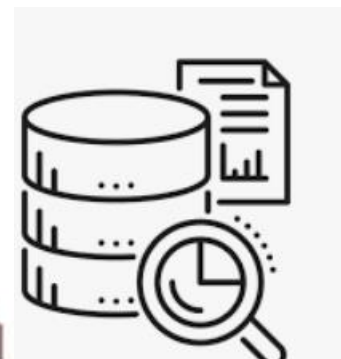
Matrice sol :

- ✓ Test UBM (ISO 17924)
- ✓ Test HCl (ISO en cours)

Matrice légume :

- ✓ Mise au point analytique
- ✓ Analyse bibliographique

- Impact des paramètres agronomiques des sols sur le transfert vers les plantes
- EQRS multi scénario pour identifier les voies et sources d'exposition principales



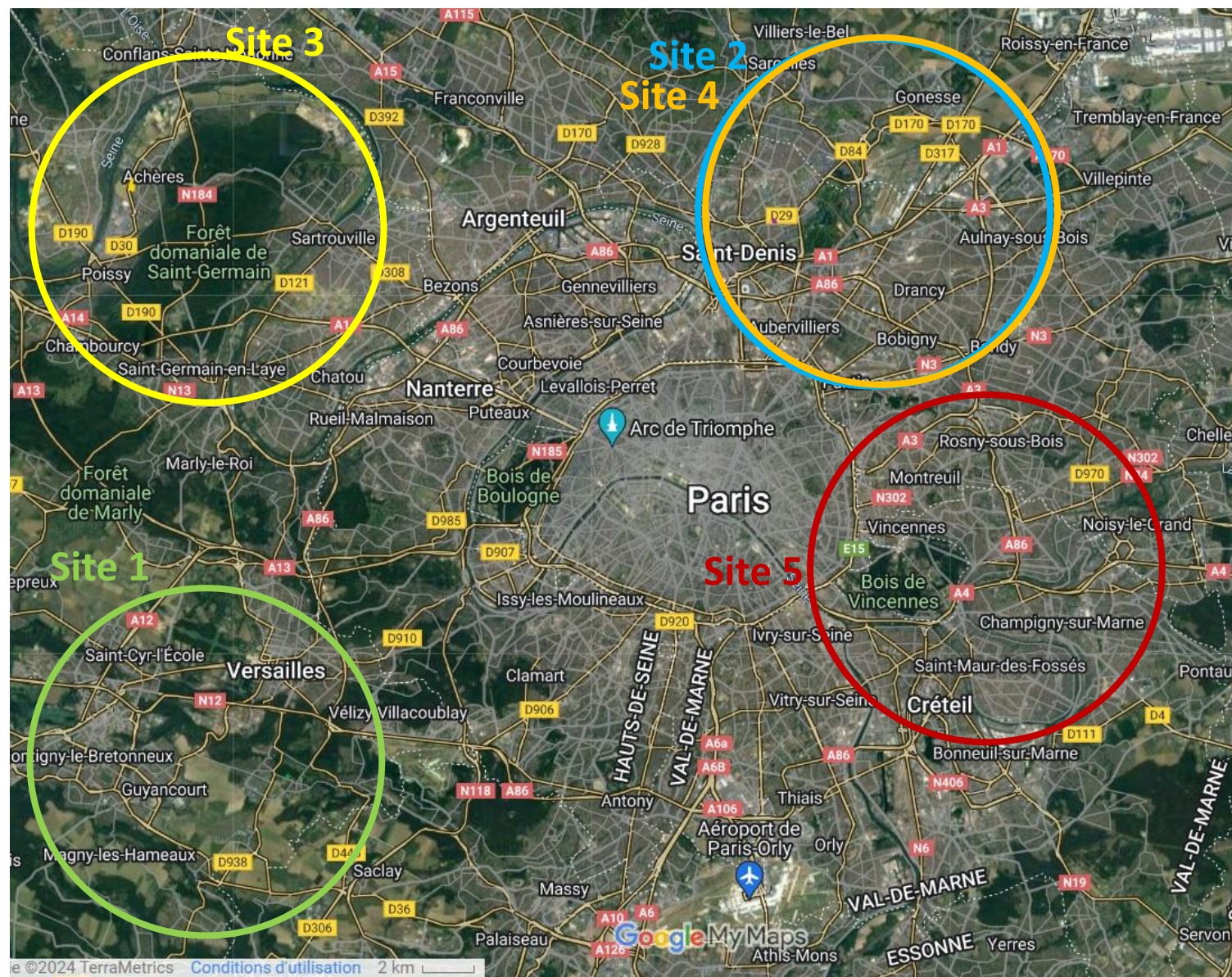
- Alimentation des bases de données BAPPET et BAPPOP
- Actualisation du guide REFUGE

III. Premiers résultats et interprétation



III. Premiers résultats

1. Sélection des 5 sites



III. Premiers résultats et interprétation

2. Propriétés agronomiques des sols

	N*	Paramètres physico-chimiques								
		Argile (%)	Limon (%)	Sable (%)	Calcaire total (%)	MO (%)	pH eau	CEC (cmol+/Kg)	Azote total (%)	Rapport C/N
Site 1	3	12 ± 1	77 ± 3	12 ± 3	0,1 ± 0	3,8 ± 1,2	6,4 ± 0,2	10,1 ± 1,2	0,1 ± 0,03	15 ± 3
Site 2	5	17 ± 2	26 ± 2	57 ± 2	3,1 ± 2	7 ± 0,7	7,7 ± 0,2	23,3 ± 19,7	0,3 ± 0,03	15 ± 1
Site 3	1	11	15	74	7	7	8	9	0,3	13
Site 4	4	16 ± 1	36 ± 1	48 ± 1	16,7 ± 3,1	9,6 ± 0,8	7,8 ± 0,05	16,5 ± 1,1	0,5 ± 0,1	12 ± 1
Site 5	4	16 ± 1	49 ± 10	36 ± 11	9,3 ± 6	5,5 ± 1,1	7,7 ± 0,2	12,9 ± 2	0,3 ± 0,04	12 ± 1

* Nombre de prélèvements

Faible
Satisfaisant
Elevé
Excessif

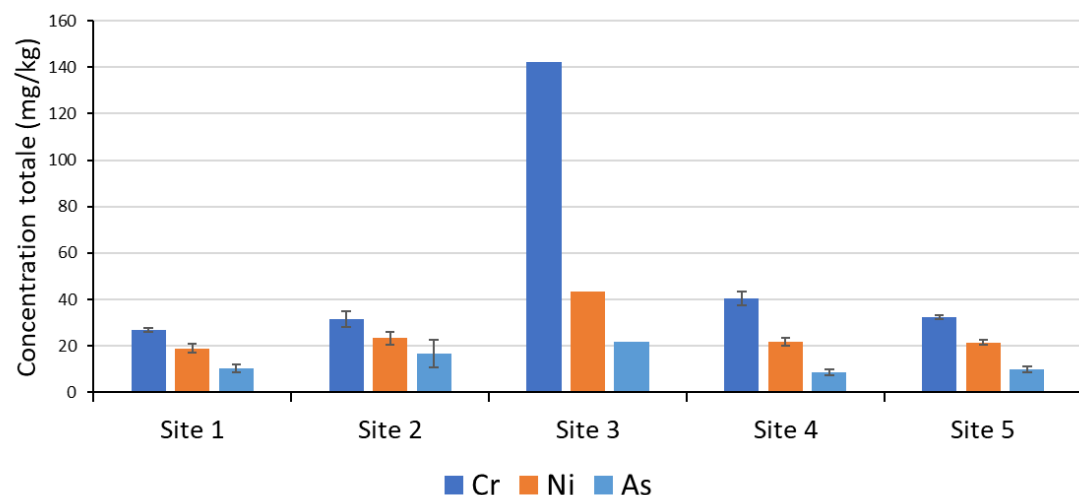
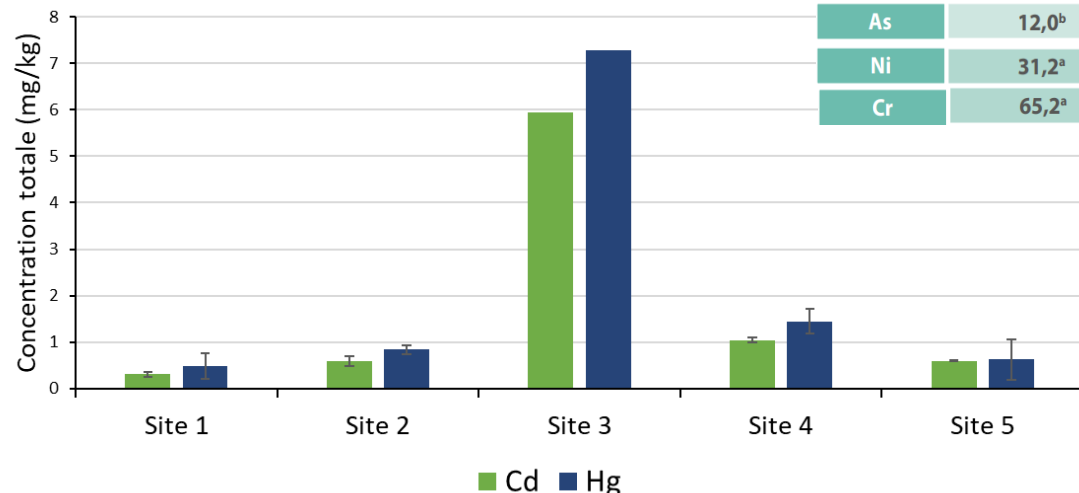
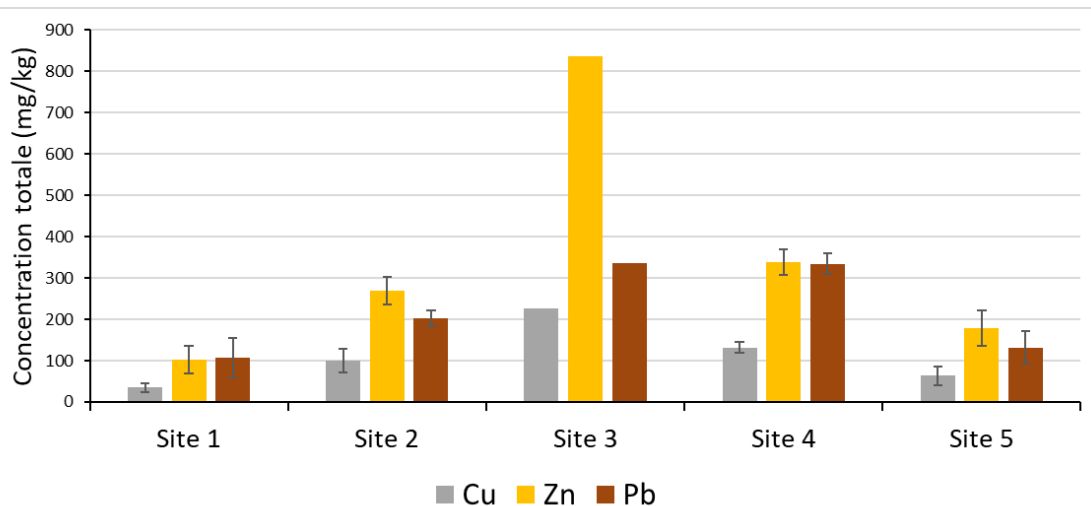


III. Premiers résultats et interprétation

3. Teneurs totales en ETM dans les sols

* VASAU : Valeur d'Analyse de la
Situation – Agricultures Urbaines en
Ile-de-France

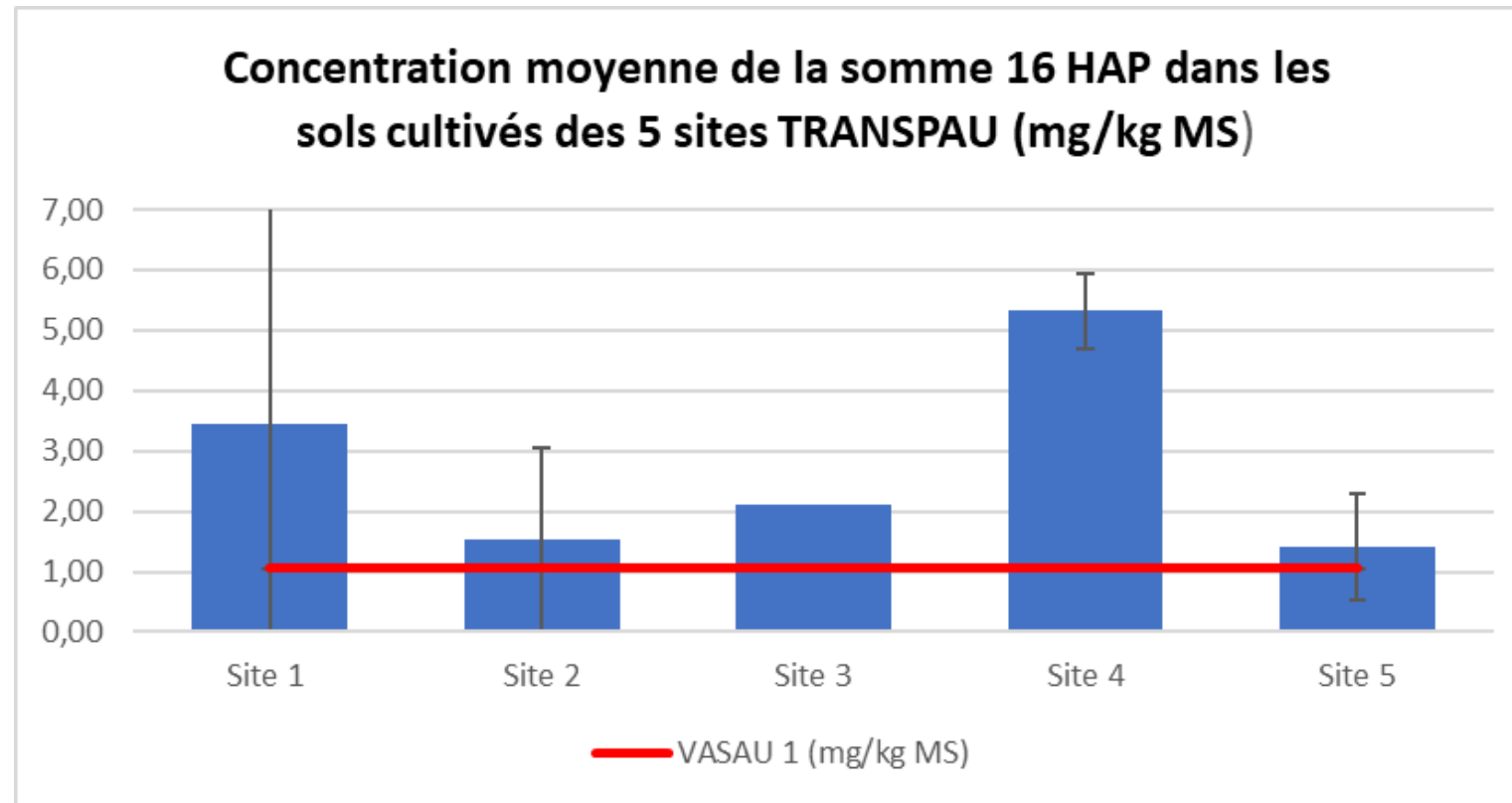
Polluants	VASAU 1 (mg/kg)	VASAU 2 (mg/kg)
Pb	53,7 ^a	100 ^c
Cu	28,0 ^a	84,0 ^d
Zn	88,0 ^a	264,0 ^d
Cd	0,51 ^a	1,0 ^d
Hg	0,32 ^a	0,64 ^d
As	12,0 ^b	20 ^b
Ni	31,2 ^a	62,4 ^d
Cr	65,2 ^a	130,4 ^d



- Une contamination généralisée des sols au **plomb, mercure, cuivre et zinc** avec différents niveaux en fonction des sites
- Une contamination en **cadmium** pour 3 des 5 sites, dont l'une dépassant fortement les valeurs de références
- Pas de contamination au **chrome** ni au **nickel** sauf pour le site 3
- Une contamination à l'**arsenic** pour les sites 2 et 3

III. Premiers résultats et interprétation

4. Teneurs totales en HAP dans les sols



- Contamination généralisée des sols aux HAP avec différents niveaux en fonction des sites
- Les teneurs en ETM et HAP ne semblent pas corrélées positivement dans les différents sites

III. Premiers résultats et interprétation

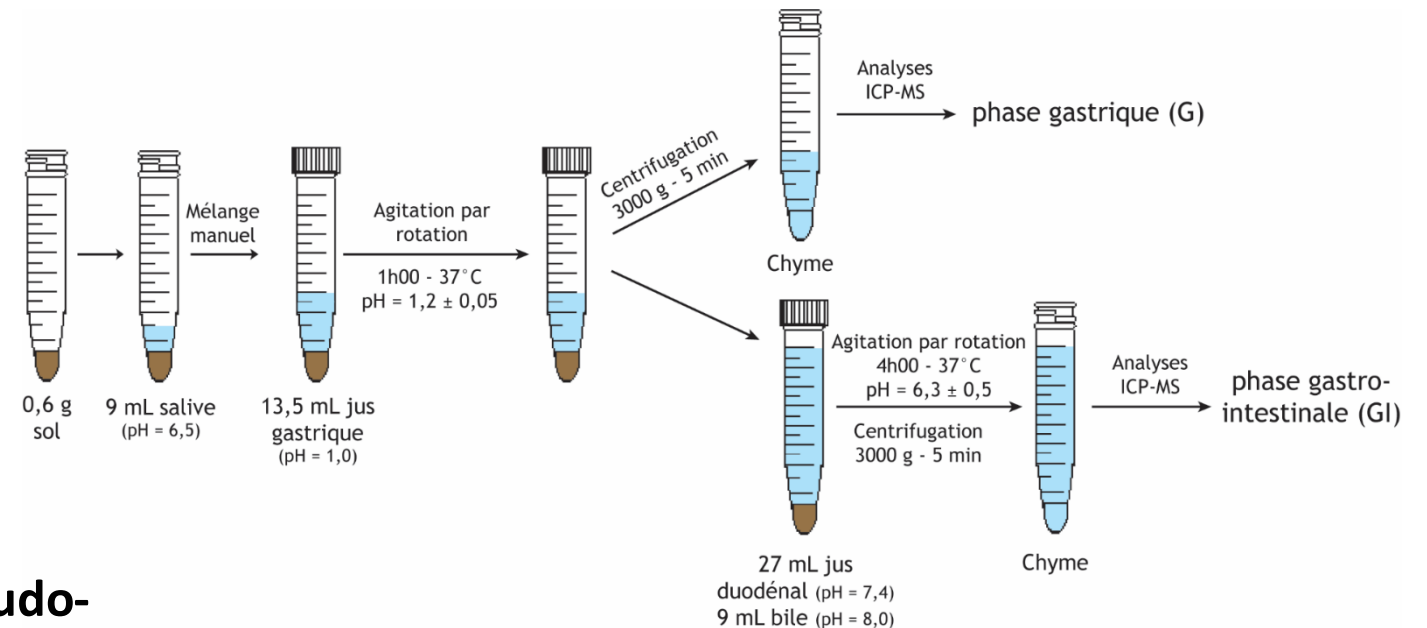
5. Bioaccessibilité des ETM dans les sols

❑ Préparation des sols

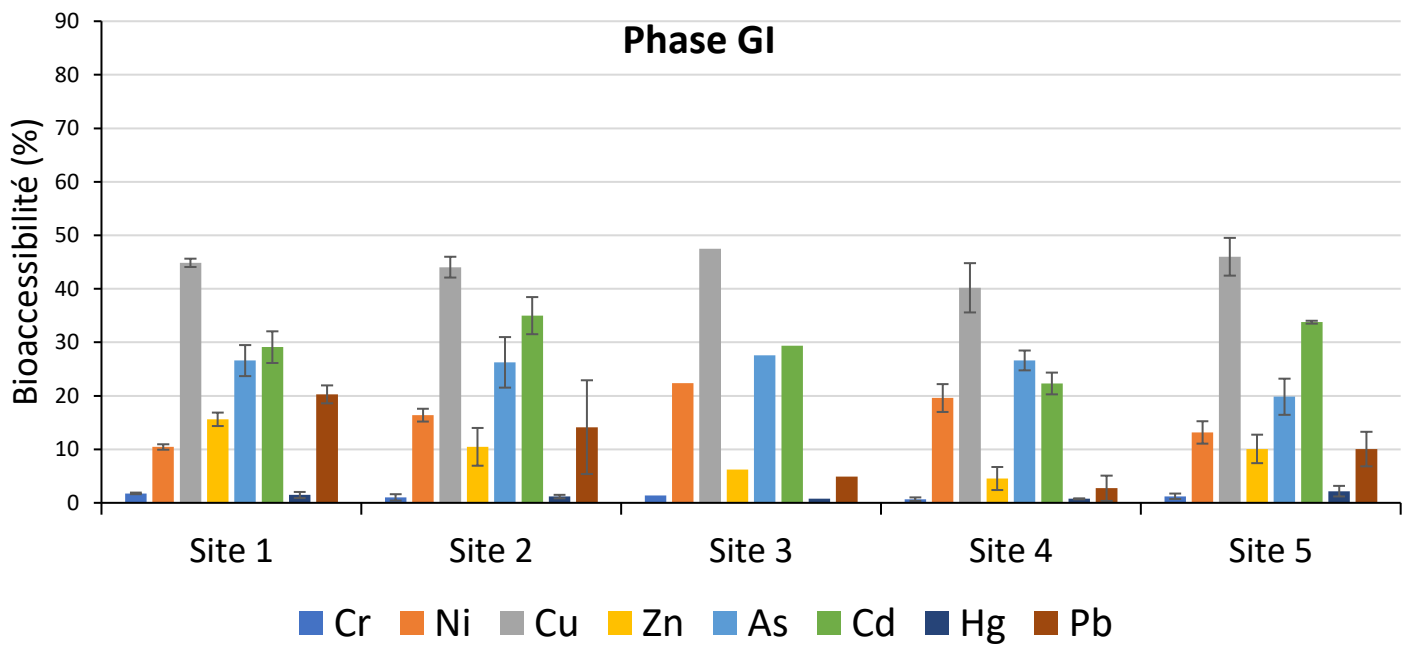
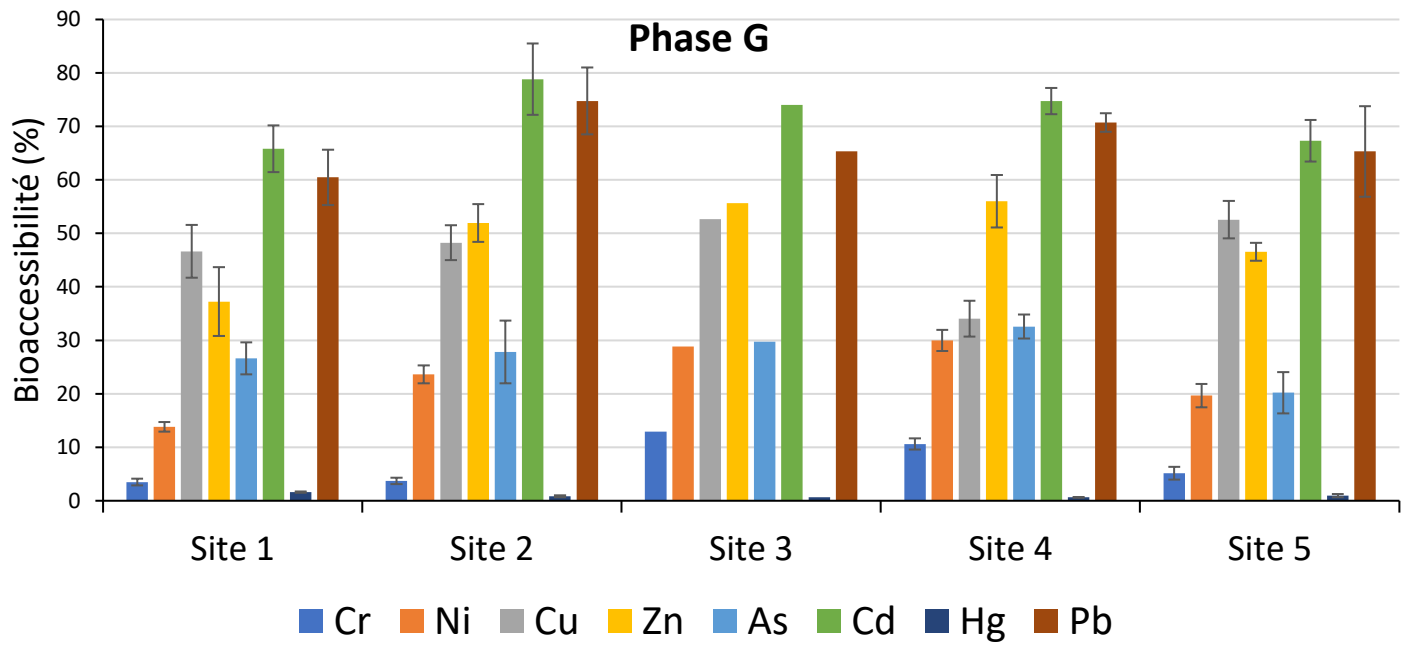
- ✓ 17 échantillons issus de 5 sites
- ✓ Tamisage à 2 mm puis obtention de la fraction < 250 µm par tamisage

❑ Evaluation de la bioaccessibilité orale des ETM

- ✓ Test UBM (ISO 17924:2019)

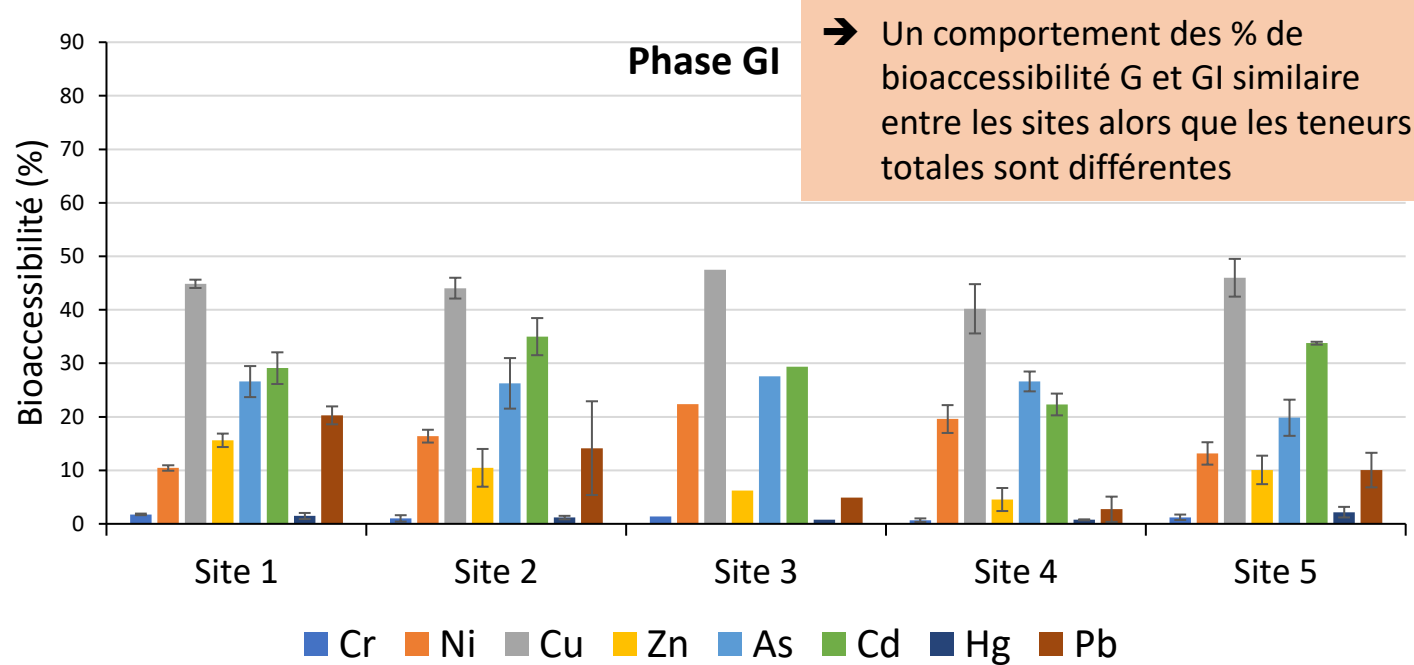
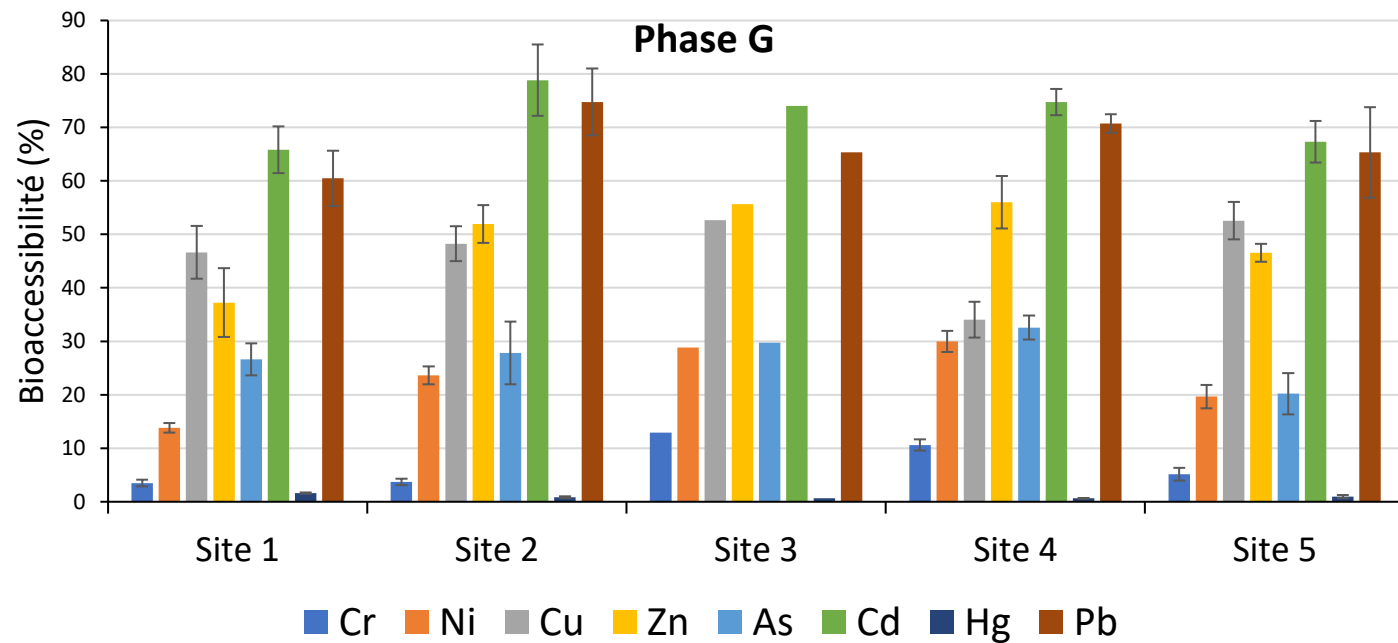


❑ Détermination des concentrations pseudo-totales sur la fraction < 250 µm

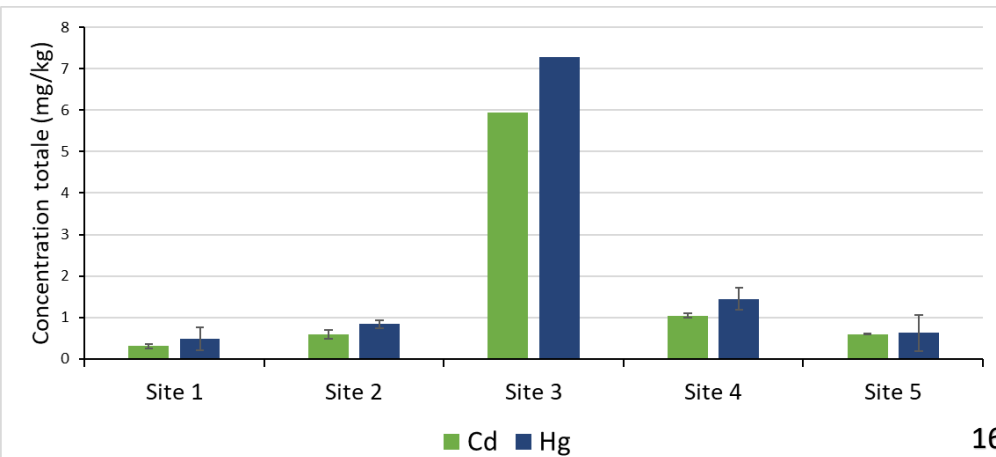
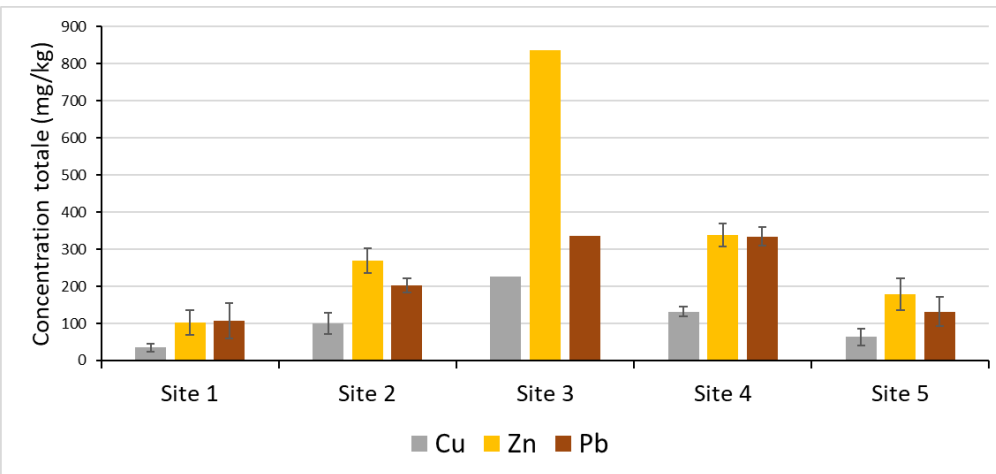
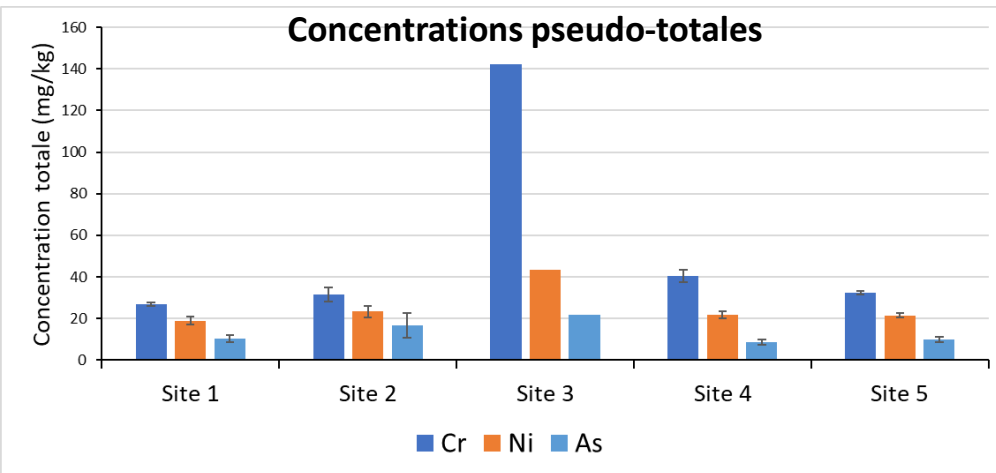


Valeurs moyennes de % de bioaccessibilité

ETM	Phase G (%)	Phase GI (%)
As	27	25
Cd	73	30
Pb	69	11
Cr	6	1
Ni	23	16
Cu	46	44
Zn	49	10
Hg	1,0	1,3



→ Un comportement des % de bioaccessibilité G et GI similaire entre les sites alors que les teneurs totales sont différentes

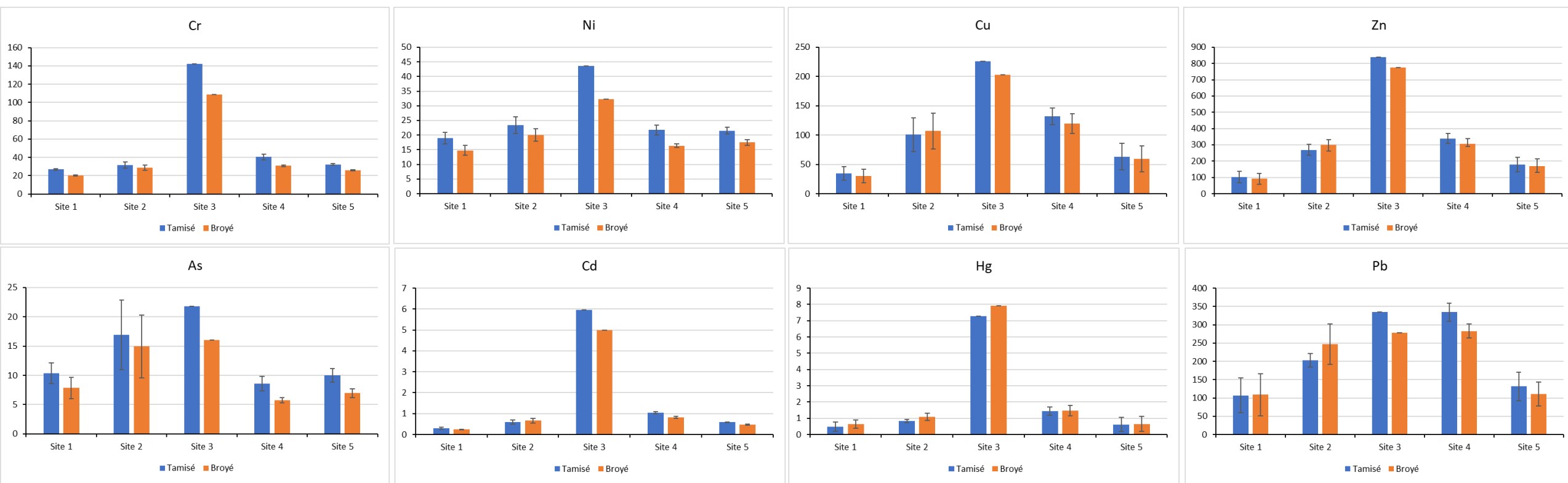


III. Premiers résultats et interprétation

5. Bioaccessibilité des ETM dans les sols

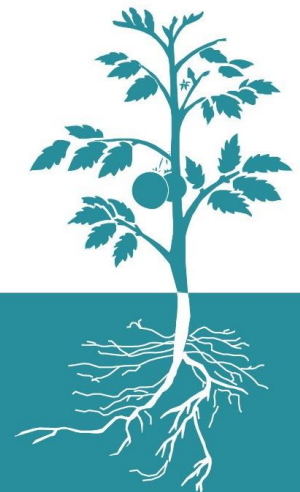
Impact du mode de préparation des sols sur les concentrations pseudo-totales

■ Tamisé à 250 μm sans avoir recours à un broyage ■ Tamisé à 2 mm puis broyé pour passer au travers d'un tamis de 250 μm



- ➔ Des écarts entre les modes de préparation + ou – importants selon le site et l'ETM
- ➔ Dans la majorité des cas : tamisé > broyé sauf pour Hg

IV. Conclusion et suite du projet



IV. Conclusion



Source : SecurAgri

- Des sols riches en sable et limons, en matière organique et en éléments nutritifs
- Des sols contaminés principalement au Pb, Cu, Zn, Cd, Hg et HAP
- Des % de bioaccessibilité supérieurs en phase gastrique qu'en phase gastro-intestinale
- Un comportement des % de bioaccessibilité similaire entre les sites alors que les teneurs totales sont différentes
- Une attention particulière à avoir sur les modes de préparation des échantillons

IV. Suite du projet



Source : SecurAgri

- Analyse des légumes (ETM+HAP)
- Bioaccessibilité des ETM dans les légumes :
 - ✓ Travail bibliographique
 - ✓ Mise au point méthodologique
- Sélection de 5 nouveaux sites
- Réalisation d'EQRS

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

A. Barbillon^{1,2}, O. Belhadji¹, B. Pauget³, A. Pelfrêne⁴,
contact : anne.barbillon@agroparistech.fr

¹ SecurAgri, AgroParisTech Innovation, 22 place de l'Agronomie, 91120, Palaiseau, France

² Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR SADAPT, 91120, Palaiseau, France.

³ TESORA, 41 Rue Périer, 92120 Montrouge, France

⁴ Univ. Lille, IMT Nord Europe, Univ. Artois, Junia, ULR 4515 – LGCgE, Laboratoire de Génie Civil et géo- Environnement, 48 Boulevard Vauban, 59000, Lille, France