



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**Journée technique d'information et
de retour d'expérience
de la gestion des sites et sols pollués**

Mardi 5 décembre 2023

**Organisée par l'Ineris et le BRGM, en concertation avec
le Ministère de la Transition écologique
et de la Cohésion des territoires**



*maîtriser le risque |
pour un développement durable*



Bioaccessibilité orale des métaux et métalloïdes dans les sols Projets de recherche

Aurélie PELFRENE

JUNIA

JUNIA Grande
école
d'ingénieurs

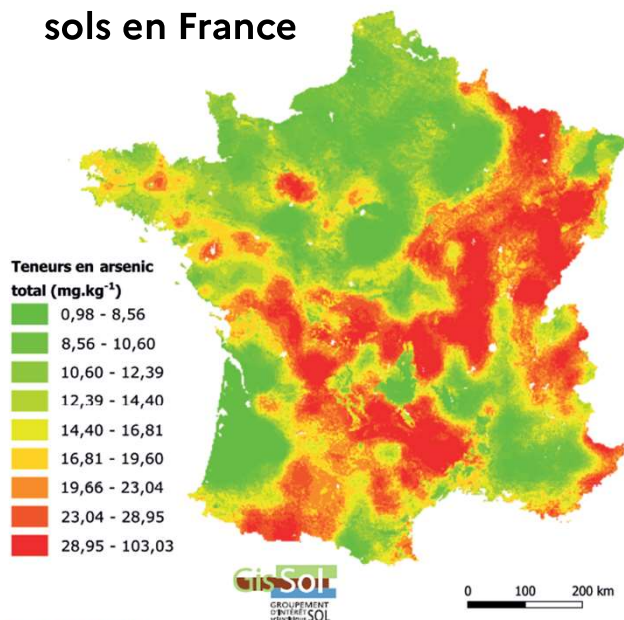


Laboratoire
de Génie Civil
et géo-Environnement

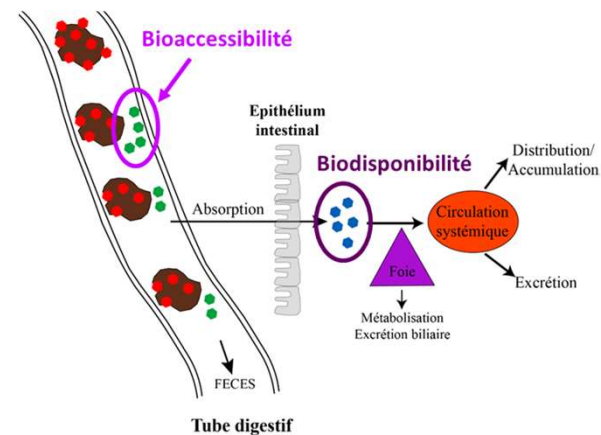
1. BAsR – Bioaccessibilité orale de l'arsenic sur les sols du RMQS

Contexte

Carte des teneurs
prédites en As total des
horizons de surface des
sols en France

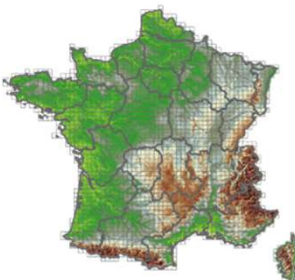


Si [As]tot > 25 mg/kg
→ source potentielle de surexposition des populations



1. Projet BASR

Recommandation de la HAS (2020)
→ Intérêt spécifique pour la concentration dans le sol en arsenic bioaccessible
→ Dépistage si [As]_{bioac} > 25 mg/kg



Le programme RMQS :

- 2240 sites
 - répartis selon une grille de 16 km x 16 km
 - en métropole et départements d'outre-mer
 - représentatifs des sols français et de leurs occupations
- Essentiellement des **sols agricoles** et **sous forêts**

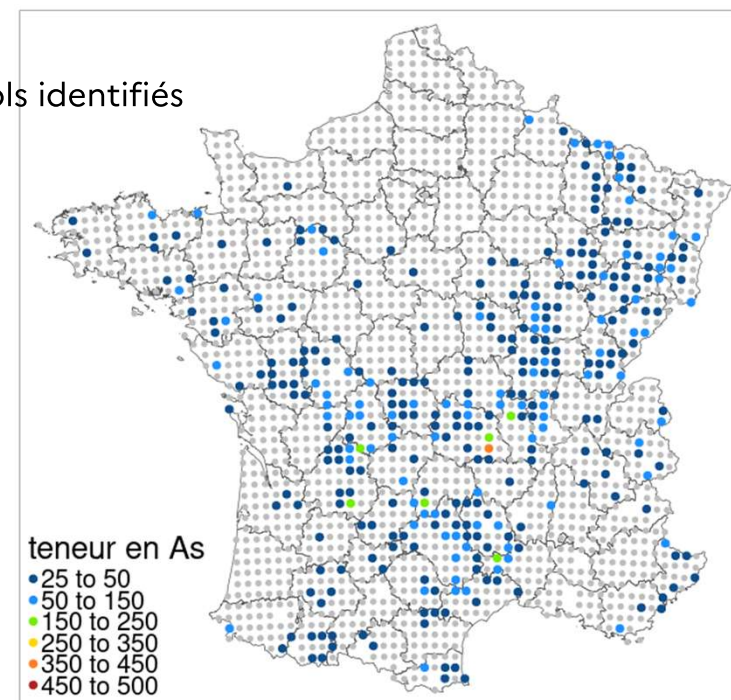
Objectifs du projet BAsR

Réaliser une étude statistique de la distribution des valeurs en As bioaccessible sur les zones présentant les plus fortes concentrations

- Considérer les sols du RMQS avec une concentration en As tot > 25 mg/kg → 353 sols identifiés
- Déterminer les teneurs en As bioaccessible

Acquérir de nouvelles données sur la France entière pour alimenter les bases de données du GisSol

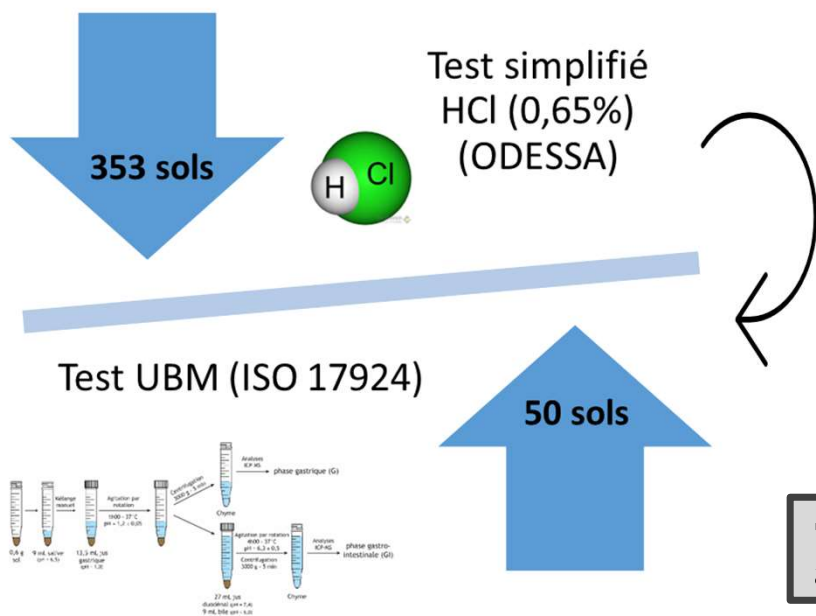
Mieux évaluer l'exposition des populations et *in fine* le risque



Méthodologie

→ Utilisation du test simplifié pour prédire la bioaccessibilité de As

Evaluation des teneurs en As bioaccessible



Élément	Phase	Equation
As	G	$\log_{10}[\text{As}]_{\text{BA}} = 0,83 \times \log_{10}[\text{As}]_{\text{HCl}} + 0,16$
	GI	$\log_{10}[\text{As}]_{\text{BA}} = 0,80 \times \log_{10}[\text{As}]_{\text{HCl}} + 0,13$

Domaine d'application du test simplifié

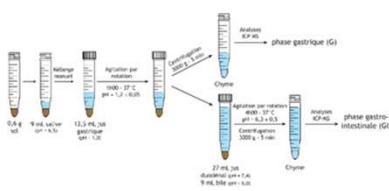
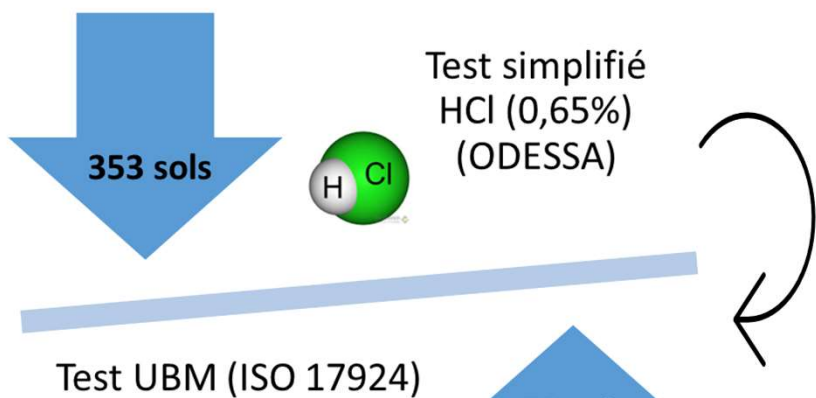
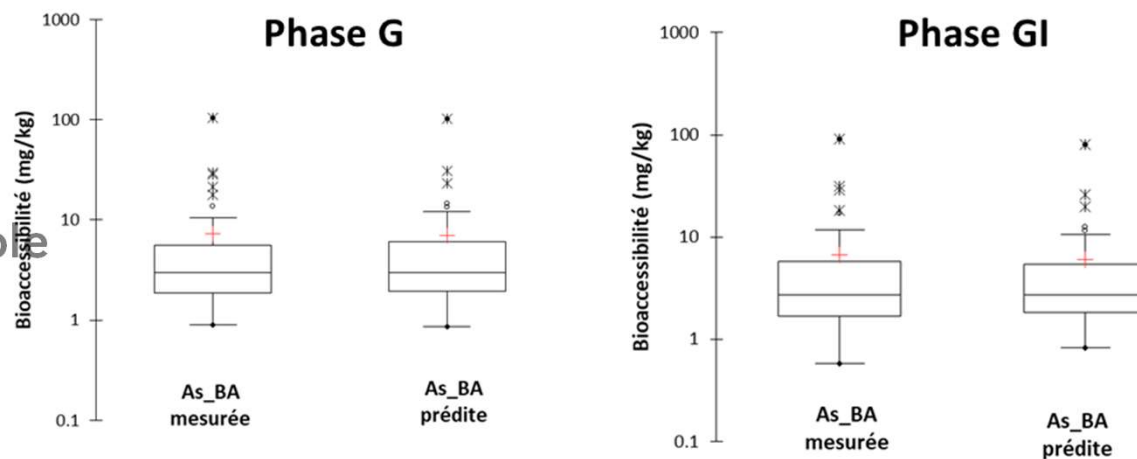
As : de 1,9 à 2 600 mg/kg
Cd : de 0,2 à 480 mg/kg
Pb : de 4 à 50 000 mg/kg

Pelfrène et al. (2020)

→ Validation sur une sous-population avec UBM

Méthodologie

Evaluation des teneurs en As bioaccessible



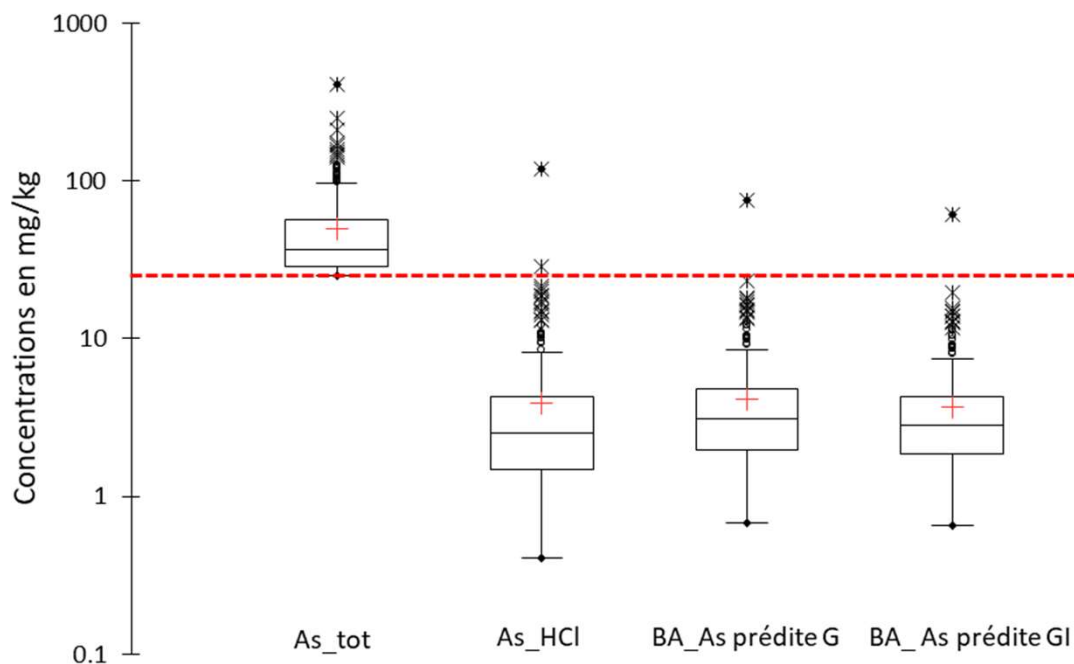
✓ Pas de différences significatives
✓ Dans la majorité des cas, les différences observées sont < 2 mg/kg

→ Validation sur une sous-population avec UBM

Résultats

- Concentrations totales : de 25 à 412 mg/kg
- Concentrations extractibles HCl : de 0,4 à 118 mg/kg
- Concentrations bioaccessibles prédites :
 - ✓ G : de 0,7 à 76 mg/kg
 - ✓ GI : de 0,7 à 61 mg/kg

Evaluation de la distribution statistique d'As dans les zones à risque



% As bioaccessible

Phase G prédite : de 1,6 à 45% (médiane : 7,1%)
Phase GI prédite : de 1,5 à 39% (médiane : 6,5%)

- ✓ Valeurs moyennes basses
- ✓ Répartition des teneurs concentrée en dessous de 5 mg/kg
- ✓ Risque faible de dépasser le seuil de 25 mg/kg (0,05%)

Résultats

Des dépassements du seuil à 25 mg/kg :

- + fréquents en milieux plus urbanisés
- Nécessite des conditions très particulières dans le cadre du RMQS



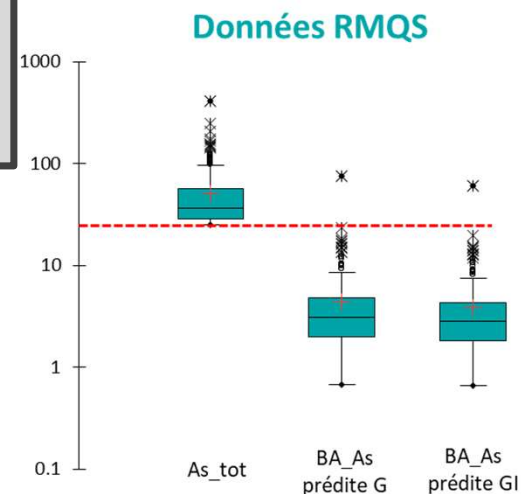
Le programme RMQS :

- 2240 sites
 - répartis selon une grille de 16 km x 16 km
 - en métropole et départements d'outre-mer
 - représentatifs des sols français et de leurs occupations
- ➔ Essentiellement des **sols agricoles** et **sous forêts**

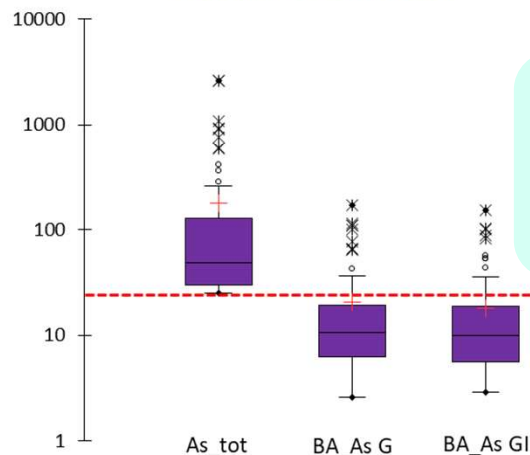


Projet ODESSA :

- 25 sites en métropole
- 228 échantillons de sols
- Majoritairement **sites industriels**
- Jardins urbains, parcelles agricoles, anciennes stations-services, sols dopés...
- As tot de 2 à 2600 mg/kg
- 174 sites avec As tot > 25 mg/kg



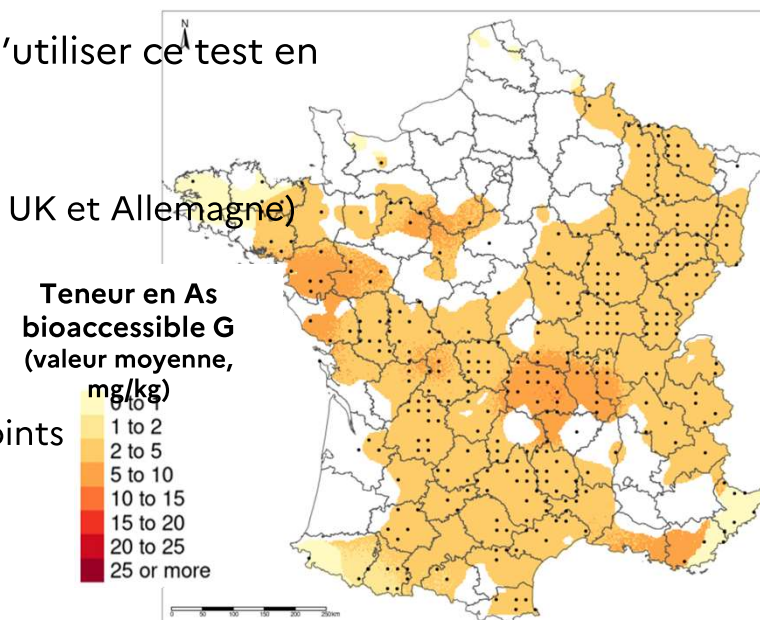
Données ODESSA



- ✓ 75% des teneurs en As bioaccessible < 7 mg/kg
- ✓ Une pollution en As principalement liée aux activités humaines

Bilan

- Intérêt de prendre en compte l'As bioaccessible pour mieux évaluer l'exposition des populations et *in fine* le risque
- Bonne prédiction de l'As bioaccessible au moyen du test HCl → intérêt d'utiliser ce test en 1^{er} screening sur un jeu important d'échantillons
 - Test en cours de normalisation ISO CD7303
 - Essais inter-laboratoires en cours (11 participants en France, Suède, Belgique, UK et Allemagne)
- Proposition d'une cartographie des teneurs prédites en As bioaccessible
 - Une prédiction spatiale < au seuil de 25 mg/kg
 - Une modélisation basée sur les sols du RMQS qui ne tient pas compte des points
 - ✓ Une prédiction spatiale des bruits de fonds en valeurs bioaccessibles
 - ✓ Des valeurs de référence pouvant être utilisées comme Environnement local témoin





RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

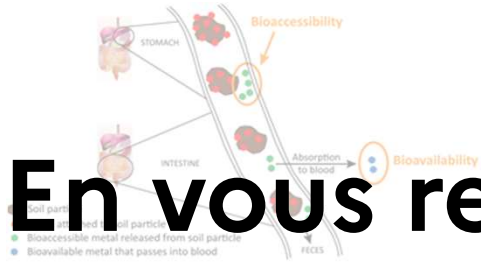


maîtriser le risque
pour un développement durable



Géosciences pour une Terre durable

brgm



En vous remerciant pour votre attention !

