

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

Jeudi 4 décembre 2025

**Organisée par l'Ineris et le BRGM,
en concertation avec le Ministère
en charge de l'environnement**

Guide

Caractérisation de la bioaccessibilité orale pour As, Cd et Pb dans les sols et intégration dans les évaluations des risques sanitaires

Corinne Hulot

, Franck Marot



Prise en compte des **concentrations totales** des métaux et métalloïdes dans les EQRS en lien avec l'ingestion non intentionnelle de sols

- **surestimation potentielle** des expositions et des risques
- nécessité d'outils et de méthodes pour **améliorer la caractérisation des expositions et des risques**, de meilleures propositions de mesures de gestion des sites et une communication plus rassurante avec les populations
- **intégration de la notion de biodisponibilité orale** par la détermination de la bioaccessibilité orale

Pourquoi ce guide ? Certains constats

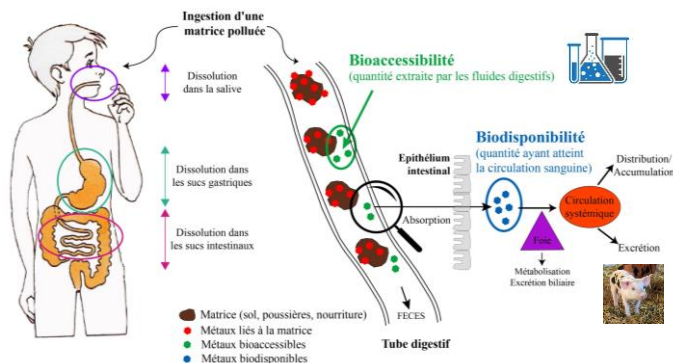
- ✓ Bioaccessibilité peu utilisée
- ✓ Hétérogénéités des pratiques (prétraitement des échantillons, intégration dans les EQRS, etc.)
- ✓ Guide InVS, Ineris (2012) avec démarche d'intégration dans EQRS peu favorable pour Pb
- ✓ 2 normes (2019 ; 2025)



Gestion nationale
des SSP (2017)



Autres
contextes :
décision de
dépistage



Schématisation des notions de bioaccessibilité et biodisponibilité

- **Besoin de sensibiliser, de promouvoir l'utilisation de la bioaccessibilité, d'harmoniser les pratiques**
- Un **nouveau guide** avec des recommandations opérationnelles



Travaux

- du GT national restreint et élargi « Bioaccessibilité orale des métaux et métalloïdes dans les sols »
- et contribution des projets de recherche des dernières années et en cours

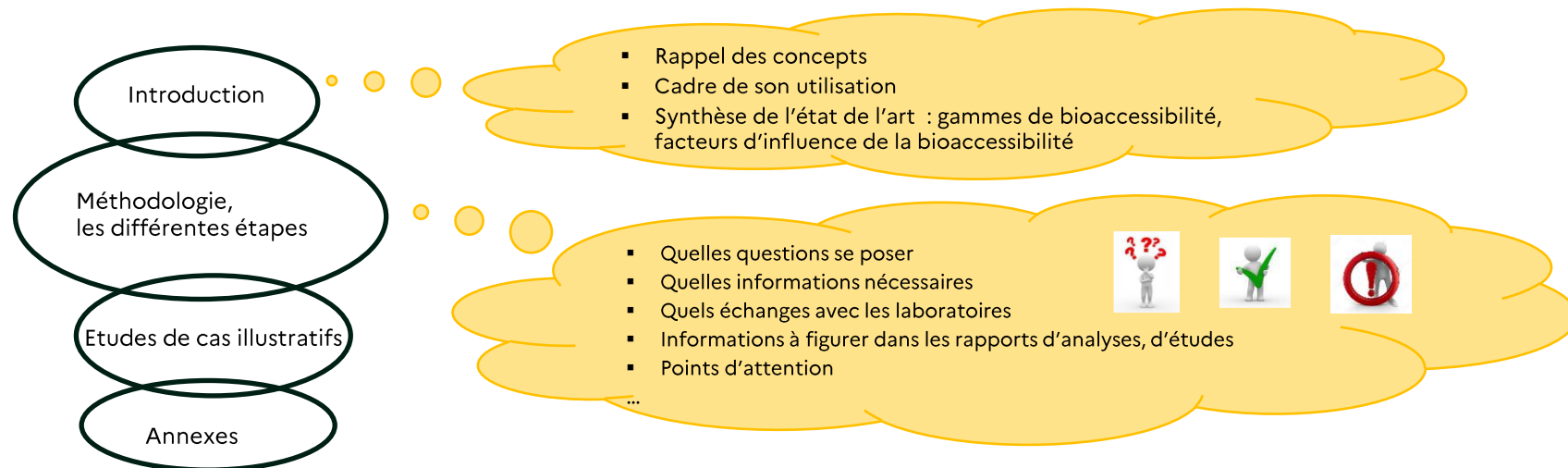
✓ Son périmètre

- uniquement les cas de As, Cd, Pb (i.e. validation in vivo/ in vitro)
- des rappels et points d'attention liés à la caractérisation de la bioaccessibilité et son intégration dans les EQRS
- pas les étapes amont (études historiques, documentaires, diagnostics...), ni les étapes aval (suites opérationnelles à donner)



D'autres guides

✓ Guide avec des volets méthodologiques et opérationnels, des recommandations,....



Résultats issus du 1^{er} diagnostic avec caractérisation des concentrations totales en As et/ou Cd et/ou Pb

En cas d'écart par rapport à l'environnement local témoin
=> réalisation d'EQRS avec les concentrations totales sur des unités d'exposition homogène



- concentrations très élevées et sources concentrées non concernées par des EQRS
- protocole de préparation des échantillons

OUI

Fin de la démarche EQRS

Les risques sanitaires sont < niveaux d'acceptabilité ?

NON

Mise en évidence de la pertinence a priori de la caractérisation de la bioaccessibilité

Quelles questions se poser ?

- Des risques sanitaires au regard des concentrations totales ?
- L'ingestion non intentionnelle de sol, une voie d'exposition prépondérante ?
- L'évaluation des expositions et des risques suffisamment sensible à une variation de la bioaccessibilité ?
- La réalisation de mesures de bioaccessibilité pertinente (délais, coût de réalisation, coût des opérations de réhabilitation, aspects sociologique...)?

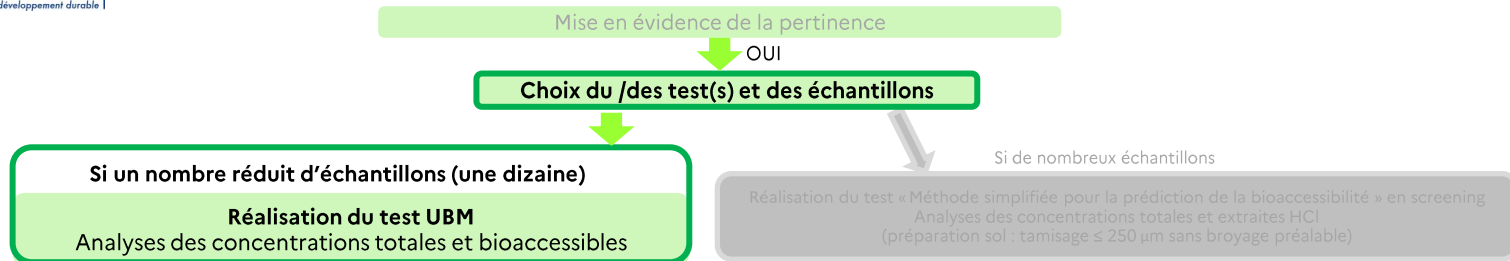
Quelles informations nécessaires ?

- ✓ Consultation de la littérature, REX
- Gammas de bioaccessibilité (test UBM) pour As, Cd et Pb variables
 - valeurs généralement plus faibles pour As, plus élevées pour Cd et Pb
 - pouvant atteindre 100 % dans la phase gastrique pour Cd et Pb ou dans la phase gastro-intestinale pour As
- Bioaccessibilité multi-factorialité et site dépendant, i.e pH, carbonates, matière organique, oxydes, concentrations totales, spéciation chimique



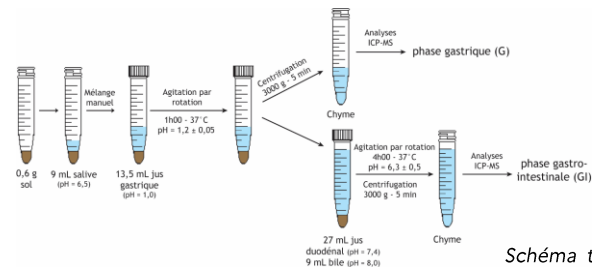
Annexes du guide

Caractérisation de la bioaccessibilité, quels tests ? (1/2)



Mesure de la bioaccessibilité orale, le test UBM - Qualité du sol — Évaluation de l'exposition humaine par ingestion de sol et de matériaux du sol — Mode opératoire pour l'estimation de la bioaccessibilité/biodisponibilité pour l'homme de métaux dans le sol - NF ISO 17924:2019

- ✓ méthode de référence en France
- ✓ validée / modèle *in vivo* pour As, Cd et Pb
- ✓ test à **considérer en priorité** pour la mesure des concentrations bioaccessibles gastrique et gastro-intestinale



- ❖ Respect de la norme pour la préparation des sols : tamisage à 250 µm sans avoir recours à un broyage mécanique préalable pour la détermination des concentrations bioaccessibles
 - ✓ mais aussi pour la détermination des concentrations totales
 - ✓ et de facto les bioaccessibilités exprimées en pourcentage



$$BA (\%) = \frac{BA (mg/kg)}{Conc\ tot (mg/kg)} \times 100$$

Caractérisation de la bioaccessibilité, quels tests ? (2/2)

Choix du /des test(s) et des échantillons

Si un nombre réduit d'échantillons (une dizaine)

Réalisation du test UBM
Analyses des concentrations totales et bioaccessibles

Si de nombreux échantillons

Réalisation du test « Méthode simplifiée pour la prédiction de la bioaccessibilité », en screening
Analyses des concentrations totales et extraites HCl

Calcul des bioaccessibilités prédites

Prédiction de la bioaccessibilité orale, le test "Méthode simplifiée pour la prédiction de la bioaccessibilité orale des métaux et des métalloïdes dans les sols" (NF ISO 7303:2025)

- ✓ En étape de screening
- ✓ Nécessité de recourir au test UBM sur certains échantillons d'intérêt

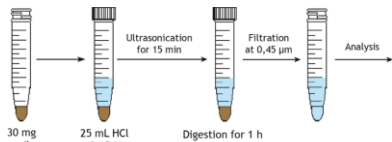
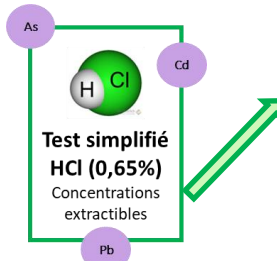


Schéma Méthode simplifiée HCl



Concentration bioaccessible prédite - $BAC_{prédite}$ ($mg\ kg^{-1}$)	Dans la phase...	Equation
$BAC_{prédite}\ As$	G	$= 10^{(0,8318 \times \log_{10} C_{As,HCl} + 0,1553)}$
	GI	$= 10^{(0,7998 \times \log_{10} C_{As,HCl} + 0,1284)}$
$BAC_{prédite}\ Cd$	G	$= 10^{(1,0003 \times \log_{10} C_{Cd,HCl} - 0,0015)}$
	GI	$= 10^{(1,0293 \times \log_{10} C_{Cd,HCl} - 0,4129)}$
$BAC_{prédite}\ Pb$	G	$= 10^{(1,0109 \times \log_{10} C_{Pb,HCl} - 0,0581)}$
	GI	$= 10^{(1,1050 \times \log_{10} C_{Pb,HCl} - 1,2757)}$

G : phase gastrique
GI : phase gastro-intestinale
 $BAC_{prédite}$: concentration bioaccessible prédite de As ou Cd ou Pb en ($mg\ kg^{-1}$)
 C_{HCl} : concentration extractible de As ou Cd ou Pb mesurée par HCl en ($mg\ kg^{-1}$)



- ❖ Respect de la norme pour la préparation des sols pour les analyses



Tamissage
à 250 µm



Broyage

[© Source Ineris, Junia]

Nota : également les équations des intervalles de prédiction indiquant qu'il existe une probabilité de 95 % que la valeur mesurée se situe dans l'intervalle de prédiction

Validation de la prédiction de la bioaccessibilité

Si de nombreux échantillons

Réalisation du test « Méthode simplifiée pour la prédiction de la bioaccessibilité » en screening
Analyses des concentrations totales et extraites HCl

Calcul des bioaccessibilités prédites

Valeurs de bioaccessibilités prédites confirmant un bénéfice de réduction des risques sanitaires

OUI

Réalisation du test UBM sur X échantillons

Validation de la prédiction de la bioaccessibilité issue du test Méthode simplifiée HCl

- ✓ **Choix réfléchi des échantillons retenus pour le test UBM**
(gammes de concentrations totales, de bioaccessibilités prédites, etc.)
- ✓ **Rappel de la norme HCl : ~ 10 % , jusqu'à 20 à 30 %**

- ✓ **Critère de validation :** pour **tous les échantillons avec** une double analyse (Méthode simplifiée HCl et UBM) **de la même entité pertinente, tous les ratios**

$$0,8 \leq \frac{\text{concentration bioaccessible prédite avec le test Méthode simplifiée HCl}}{\text{concentration bioaccessible mesurée avec le test UBM}} \leq 1,4$$

(intervalle représentant une tolérance tenant compte des incertitudes analytiques sur les mesures de bioaccessibilité avec le test UBM et des intervalles de prédiction du test Méthode simplifiée HCl)

En complément à titre informatif, si les données le permettent, vérification d'une bonne corrélation entre les concentrations bioaccessibles prédites (i.e. test Méthode simplifiée HCl) et les concentrations bioaccessibles mesurées (i.e. test UBM)

Intégration de la bioaccessibilité dans les EQRS



- ✓ EQRS avec intégration des bioaccessibilités mesurées **avec le test UBM en priorité**
- ✓ Possibilité de réaliser **dans certaines situations des EQRS avec des bioaccessibilités prédites** sur des échantillons sans mesure de bioaccessibilité avec le test UBM

- ✓ estimation de la biodisponibilité relative (RBD) à partir de la bioaccessibilité absolue (BAc) au moyen des équations de corrélations *in vitro/in vivo* établies dans le cadre des travaux sur la validation du test UBM pour As, Cd et Pb (Caboche, 2009), spécifiques à chacun de ces éléments
- ✓ tenant compte de la recommandation de l'InVS-Ineris (2012), restant toujours d'actualité, concernant le choix de la phase (i.e., valeur de la phase présentant la bioaccessibilité la plus élevée ou celle montrant les meilleures corrélations IVIV)
 - **Cd, Pb, le choix de la valeur de bioaccessibilité dans la phase G** (i.e. meilleure corrélation)
 - **As, choix de la phase au cas par cas** en sélectionnant la valeur de bioaccessibilité la plus élevée (i.e. distribution de la bioaccessibilité dans les 2 phases variable et de bonnes corrélations IVIV)



Annexe du guide

	Biodisponibilité relative (RBD)
As	RBD As = (1,05 x BAc As G) + 0,01
	RBD As = (1,08 x BAc As GI) - 0,04
Cd	RBD Cd = (1,06 x BAc Cd G) - 2,77
Pb	RBD Pb = (0,92 x BAc Pb G) - 1,69

BAc : bioaccessibilité absolue dans le sol (%)

$$BAc (\%) = \frac{BAc (mg\ kg^{-1})}{Conc\ Tot (mg\ kg^{-1})} \times 100$$

 BAc : **concentration bioaccessible mesurée dans le sol avec le test UBM ou concentration bioaccessible prédite avec le test Méthode simplifiée HCl** (mg kg⁻¹)

Conc_{Tot} : concentration totale (mg kg⁻¹)

DJE : dose journalière d'exposition (mg kg⁻¹ j⁻¹) calculée avec la concentration totale (mg kg⁻¹)

RBD : biodisponibilité relative (%)

QD : quotient de danger

ERI : excès de risque individuel

VTR : valeur toxicologique de référence pour les effets à seuil (mg kg⁻¹ j⁻¹), effets sans seuil ((mg kg⁻¹ j⁻¹))⁻¹



[© Source Ineris, Junia]

➢ Calcul des risques

$$QD = DJE \times \text{RBD} / VTR$$

$$ERI = DJE \times \text{RBD} * VTR$$

Etudes de cas illustratifs



Etude de cas n°1 (peu de parcelles)

Ancien site de récupération de métaux (600 m²) jusque dans les années 1970 - activité maraîchage autour du site

Reconversion résidentielle du quartier il y a 50 ans (2 parcelles, au droit de l'ancien Basias - maisons individuelles)

Déclenchement dossier via ERP (sud) – pas d'incompatibilité

Quid des maisons riveraines de l'ERP ?

=> Mobilisation des habitants via mairie

Accords occupants des 2 maisons en superposition du Basias

Accords occupants de 2 des 3 maisons mitoyennes

Investigations sur gaz du sol, air intérieur, sol, plantes potagères et eau du robinet

Nombreuses substances recherchées dont métaux

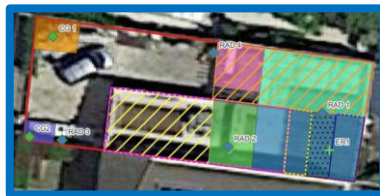
=> Focus sur le plomb dans les sols



Non accessible



ERP compatible



Investigation des sols

Stratégie d'investigation

Distinction des **unités d'exposition homogène (UEH)** au sein de chaque parcelle

- Pelouse devant et derrière la maison, potager (lorsque présent), aire de jeu spécifique...
- Prélèvement d'un échantillon composite par UEH
- jusqu'à 5 composites par parcelle

Constitution d'un ELT (espace vert hors site) consolidé par valeurs de fond régionales

1^{ers} résultats

Concentrations dans les **2 parcelles mitoyennes** (Basias) **comparables à l'ELT** et valeurs de fond
Dégradation des sols en métaux dont Pb sur **certaines (UEH)** des parcelles **superposées au Basias**
 Interprétation par **calcul de risque** avec **concentrations totales**



Illustration P1

QD Plomb par UEH sur les 2 parcelles en superposition du Basias

	Usage	profondeur (cm)	Concentration [Pb] totale fraction < 2 mm	QD - Enfants	
				scénario majorant (340 j/an)	scénario réaliste (200 j/an)
P1	pelouse nord	0 - 5	630	5,7	3,3
	potager	0 - 30	160	1,4	0,8
	jardin d'agrément	0 - 30	410	3,7	2,2
	aire de jeu	0 - 5	91	0,8	0,5
	pelouse sud	0 - 5	69	0,6	0,4
P2	pelouse nord	0 - 5	133	1,2	0,7
	potager	0 - 30	43	0,4	0,2
	jardin d'agrément	0 - 30	340	3,0	1,8
	aire de jeu	0 - 5	75	0,7	0,4
	pelouse sud	0 - 5	256	2,3	1,4

Pertinence
d'étudier la
bioaccessibilité

1^{ers} résultats

Parmi les 10 Unités d'exposition homogène :

- 4 sont compatibles avec les usages, même pour un scénario majorant
- 6 sont potentiellement incompatibles avec les usages

Les 2 parcelles
sont concernées

=> Choix de recourir directement au protocole UBM du fait du faible nbre d'UEH

Calcul de risque avec bioaccessibilité

Démarche :

Bioac absolue = $[Pb] \text{ bioac UBM} / [Pb] \text{ total sur fraction } < 250 \mu\text{m non broyée}$
 Biodispo relative = équation de corrélation IVIV = $(0,92 \times \text{Bioac absolue}) - 1,69$
 QD = $DJE \times \text{biodispo relative} / VTR$

			Concentration plomb (mg/kg)			bioac	biodispo	QD Enfants - Scénario	
		profondeur	<i>fraction < 2 mm</i>	fraction < 250 µm		absolue	relative	majorant	réaliste
	Usage	(cm)	<i>totale</i>	totale	bioac (UBM G)	(%)	(%)	(340 j/an)	(200 j/an)
P1	pelouse nord	0 - 5	630	640	534	83,4	75,0	4,3	2,5
	potager	0 - 30	160	150	93	62,0	55,3	0,7	0,4
	jardin d'agrément	0 - 30	410	230	115	50,0	44,3	0,9	0,5
	aire de jeu	0 - 5	91	/	/	/	/		
	pelouse sud	0 - 5	69	/	/	/	/		
P2	pelouse nord	0 - 5	133	230	140	60,9	54,3	1,1	0,7
	potager	0 - 30	43	/	/	/	/		
	jardin d'agrément	0 - 30	340	310	163	52,6	46,6	1,3	0,8
	aire de jeu	0 - 5	75	/	/	/	/		
	pelouse sud	0 - 5	256	280	158	56,4	50,2	1,3	0,7

Conclusions étude de cas n°1

La démarche a permis :

- d'affiner l'exposition des occupants et les risques associés
- de réduire le nombre d'UEH nécessitant des mesures de gestion (de 6 à 1)
- de mieux proportionner les actions de mise en sécurité du site

Actions mises en œuvre :

- Remplacement sol (pelouse nord) par pavés accès garage
- recommandations d'hygiène classique
- SIS

			Sans bioac		Avec bioac	
		profondeur (cm)	QD Enfants - Scénario		QD Enfants - Scénario	
			majorant (340 j/an)	réaliste (200 j/an)	majorant (340 j/an)	réaliste (200 j/an)
P1	Usage					
	pelouse nord	0 - 5	5,7	3,3	4,3	2,5
	potager	0 - 30	1,4	0,8	0,7	0,4
	jardin d'agrément	0 - 30	3,7	2,2	0,9	0,5
	aire de jeu	0 - 5	0,8	0,5		
P2	pelouse sud	0 - 5	0,6	0,4		
	pelouse nord	0 - 5	1,2	0,7	1,1	0,7
	potager	0 - 30	0,4	0,2		
	jardin d'agrément	0 - 30	3,0	1,8	1,3	0,8
	aire de jeu	0 - 5	0,7	0,4		
	pelouse sud	0 - 5	2,3	1,4	1,3	0,7

Étude de cas n° 2 (nombreuses parcelles)

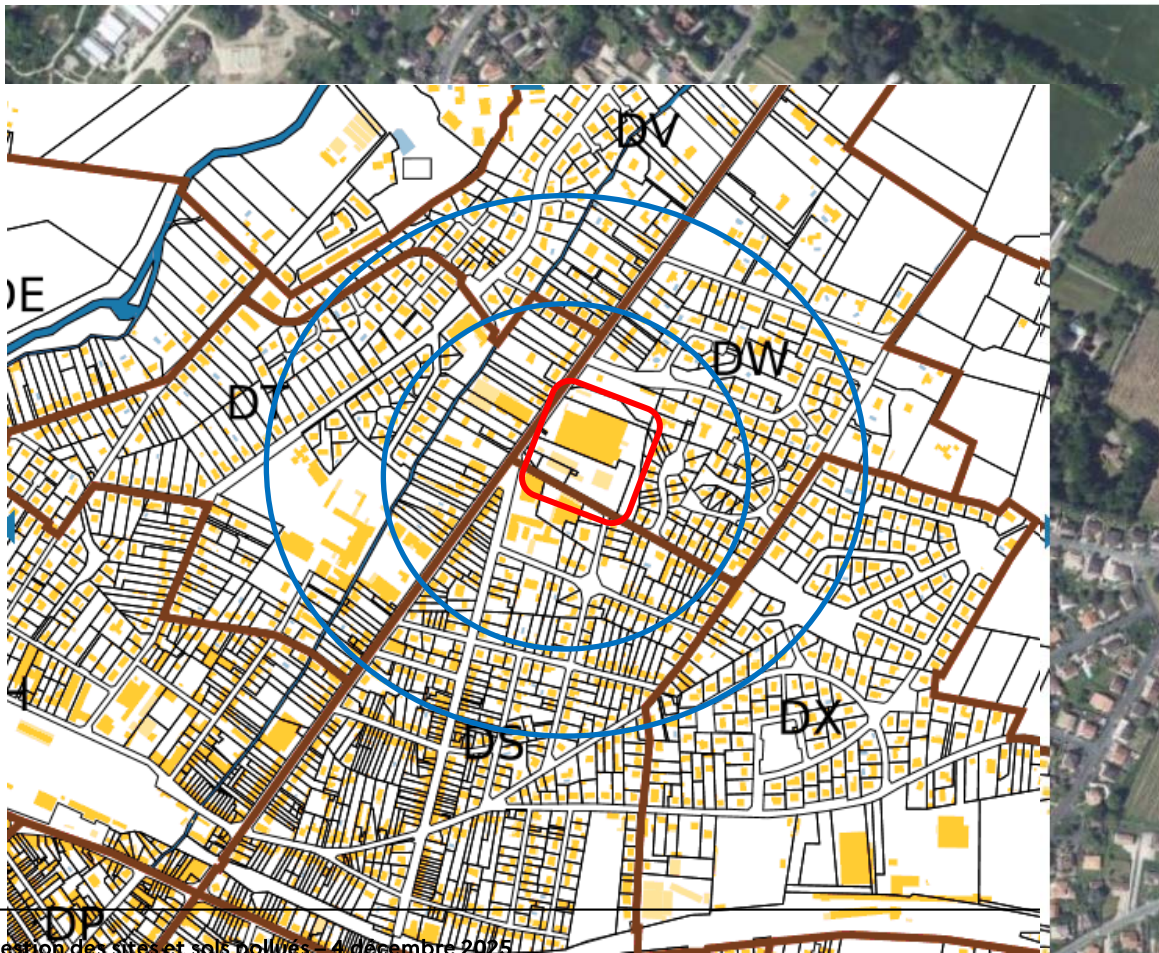
Contexte

Sur site :

- Ancienne **fonderie Pb**
- Un **projet de reconversion** est en cours pour un usage résidentiel (**géré par le porteur de projet via un PG**)

Hors site :

- L'environnement est essentiellement **résidentiel**
- Une **centaine de pavillons (100 m)**, le double dans un rayon de 200 m
- Quelques immeubles + espaces naturels



Démarche engagée (Hors site)

Stratégie de mobilisation des habitants

- Conduite des **investigations et d'une IEM** après sensibilisation de la population locale via une réunion publique
- Recueil des **autorisations** pour accéder aux parcelles (**60% d'accord amiable**) sur plus de 200 parcelles potentielles

Stratégie d'investigations :

- Historique agricole des terrains, même formation géologique, origine de la pollution (fonderie principalement)...
 - Parcelles de tailles modérées (< 250 m²), certaines avec potagers
- => **2 entités pertinentes** considérées **liées à l'usage actuel** pour distinguer 1) **pelouse** et 2) **potager**

Illustration avec l'entité pertinente n°1 : **pelouse** (concerne toutes les parcelles)

- Nombre d'Unités d'exposition homogène (UEH) varie de 1 à 3, selon taille et aménagement des parcelles
- => 150 UEH considérées au sein des 120 parcelles accessibles
- => 11 ELT (hors zone d'étude)

Interprétation des données :

L'ELT présente une concentration Pb de 40 mg/kg

Sur les 150 UEH considérées :

- 106 UEH présentent des concentrations comparables à l'ELT
- 44 UEH sont supérieures à l'ELT
 - 5 présentent des concentrations très élevées (> 1000 mg/kg) => incompatibles
 - Présence de scories (apports volontaires probables) => exclues de l'entité pertinente
 - **39 autres font l'objet d'une étude de risque sanitaire** (concentration totale)
 - => 6 compatibles (QD < 1)
 - => 33 potentiellement incompatibles (QD > 1)

Bilan (sans bioaccessibilité) :

- 112 UEH non dégradées (106) ou dégradées mais compatibles (6)
- 5 incompatibles (scories)
- **33 UEH dégradées et potentiellement incompatibles**

Echantillons / unités d'exposition	Sans bioaccessibilité	
	Conc Tot (0-2 mm, broyé) (mg kg ⁻¹)	QD enfant* basé sur Conc Tot brute
1	138	0,7
2	95	0,5
3	41,3	0,2
4	124	0,7
5	201	1,1
6	419	2,2
7	633	3,3
8	529	2,8
9	828	4,4
10	310	1,6
11	312	1,6
12	504	2,7
13	284	1,5
14	564	3,0
15	202	1,1
16	558	2,9
17	593	3,1
18	326	1,7
19	386	2,0
20	428	2,3
21	543	2,9
22	290	1,5
23	399	2,1
24	497	2,6
25	335	1,8
26	179	0,9
27	309	1,6
28	177	0,9
29	611	3,2
30	674	3,6
31	600	3,2
32	424	2,2
33	236	1,2
34	253	1,3
35	547	2,9
36	641	3,4
37	337	1,8
38	552	2,9
39	328	1,7
QD > 1		33

Caractérisation de la bioaccessibilité

Application aux 39 UEH supérieures à l'ELT

Recours à la « méthode simplifiée HCl » pour limiter les coûts et apprécier le **potentiel** de la bioac prédite sur ce dossier

=> 45 % à 69 % selon UEH (*min* : 40 et *max* 83,3%)

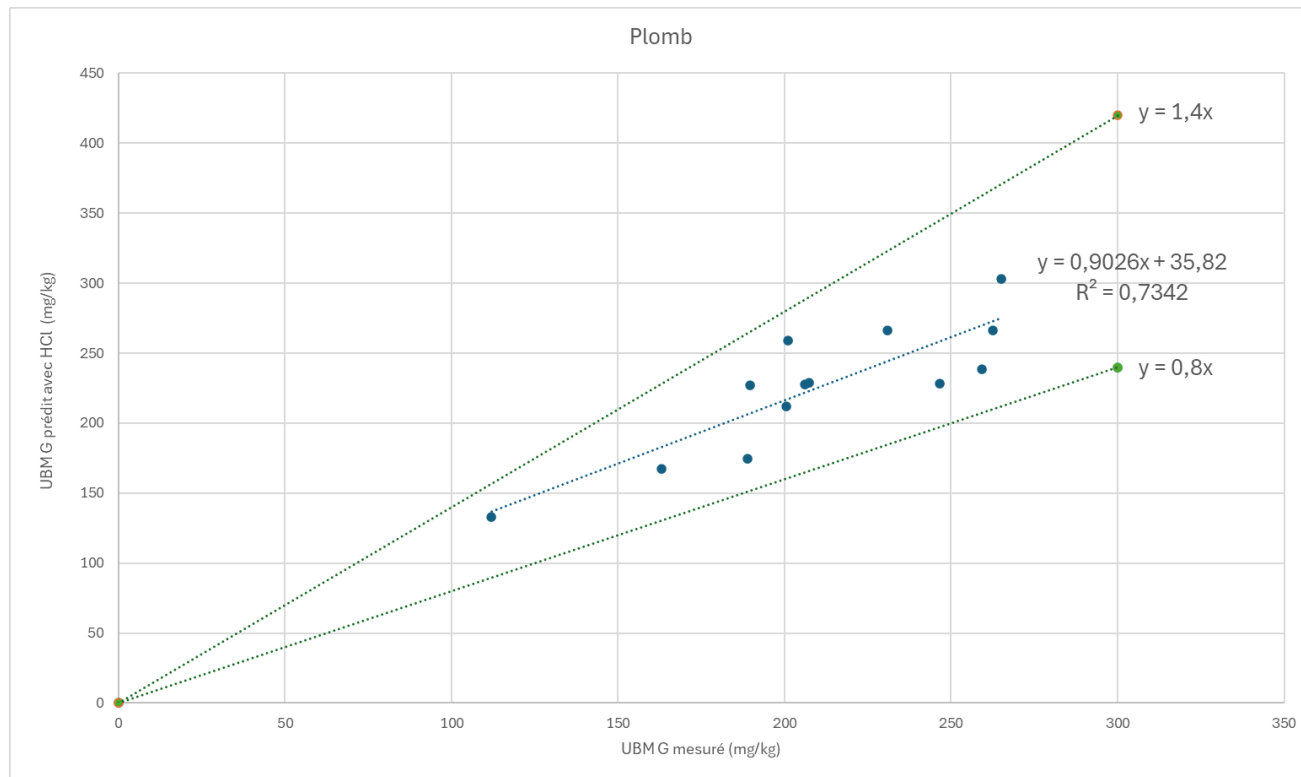
Sélection de 13 UEH (1/3) pour **validation** avec le **test UBM** selon :

- gamme des concentrations totales : [194 – 490] mg/kg
- gamme des concentrations prédites HCl : [145,6 – 328,6] mg/kg
- gamme de pourcentage de bioaccessibilité prédite : [44,4 - 68,7] %
- QD : > 1

Bioaccessibilité UBM varie de 43 % à 58 % selon UEH

Echantillons / unités d'exposition	Conc. Tot**	C _{HCl}	BA _{Cprédite G}		BA _{C G}		ratio [BA _{Cprédite G / Bac G}]
	(0-250 µm tamisé non broyé)		[i.e. test HCl]	[i.e. test HCl]	[i.e. test UBM]		
	(mg kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	%	(mg kg ⁻¹)	%	
1	117	106,8	97,4	83,3			
2	94	69,3	63,0	66,7			
3	33	24,5	22,0	66,7			
4	91	45,6	41,3	45,5			
<u>5</u>	194	145,6	133,3	68,7	112,0	57,7	1,2
<u>6</u>	480	259,3	238,8	49,8	259,3	54,1	0,9
7	737	513,3	475,9	64,6			
8	612	460,6	426,5	69,7			
9	972	567,6	526,8	54,2			
<u>10</u>	382	281,4	259,3	67,9	201,0	52,6	1,3
11	351	220,3	202,5	57,7			
12	577	452,6	419,1	72,6			
13	301	198,0	181,8	60,4			
14	654	456,5	422,7	64,6			
15	188	127,2	116,3	61,9			
16	647	472,4	437,6	67,7			
17	689	480,4	445,1	64,6			
<u>18</u>	368	230,5	212,0	57,6	200,4	54,5	1,1
<u>19</u>	414	288,8	266,2	64,3	231,0	55,8	1,2
<u>20</u>	490	328,6	303,3	61,8	265,0	54,0	1,1
21	629	388,6	359,2	57,1			
22	316	205,9	189,1	59,8			
<u>23</u>	456	247,9	228,1	50,1	246,7	54,1	0,9
24	573	379,7	351,0	61,2			
<u>25</u>	379	247,4	227,6	60,1	206,1	54,4	1,1
26	174	126,3	115,4	66,3			
<u>27</u>	347	246,6	226,9	65,3	189,7	54,6	1,2
28	221	95,8	87,3	39,5			
29	291	184,0	168,8	58,0			
30	786	509,2	472,0	60,0			
31	697	430,1	398,0	57,1			
<u>32</u>	486	288,7	266,1	54,8	262,5	54,0	1,0
<u>33</u>	377	182,6	167,5	44,4	163,0	43,2	1,0
34	722	385,9	356,7	49,4			
35	634	372,7	344,5	54,4			
36	747	503,9	467,1	62,6			
<u>37</u>	381	248,9	229,1	60,1	207,4	54,4	1,1
re 2025 38	640	376,2	347,7	54,4			1,8
<u>39</u>	359	189,9	174,3	48,6	189,0	52,6	0,9

Validation de la prédiction de la bioaccessibilité



Ratio compris :

$0,9 < [\text{HCl prédite}] / [\text{UBM}] < 1,3$

=> Respect du critère [0,8 - 1,4]

=> **donc utilisation possible des bioaccessibilités prédites**

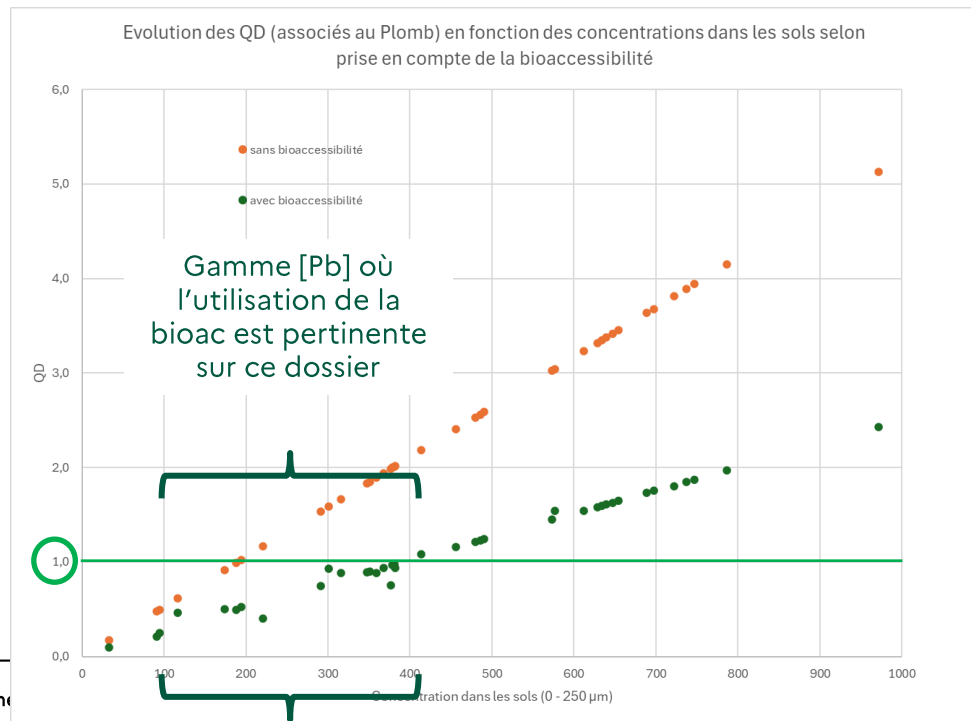
Conclusion cas n° 2

Bilan :

Nbre d'UEH avec QD > 1 :

Sans bioaccessibilité : 33 Avec bioaccessibilité : 20

=> Soit une diminution de 34%

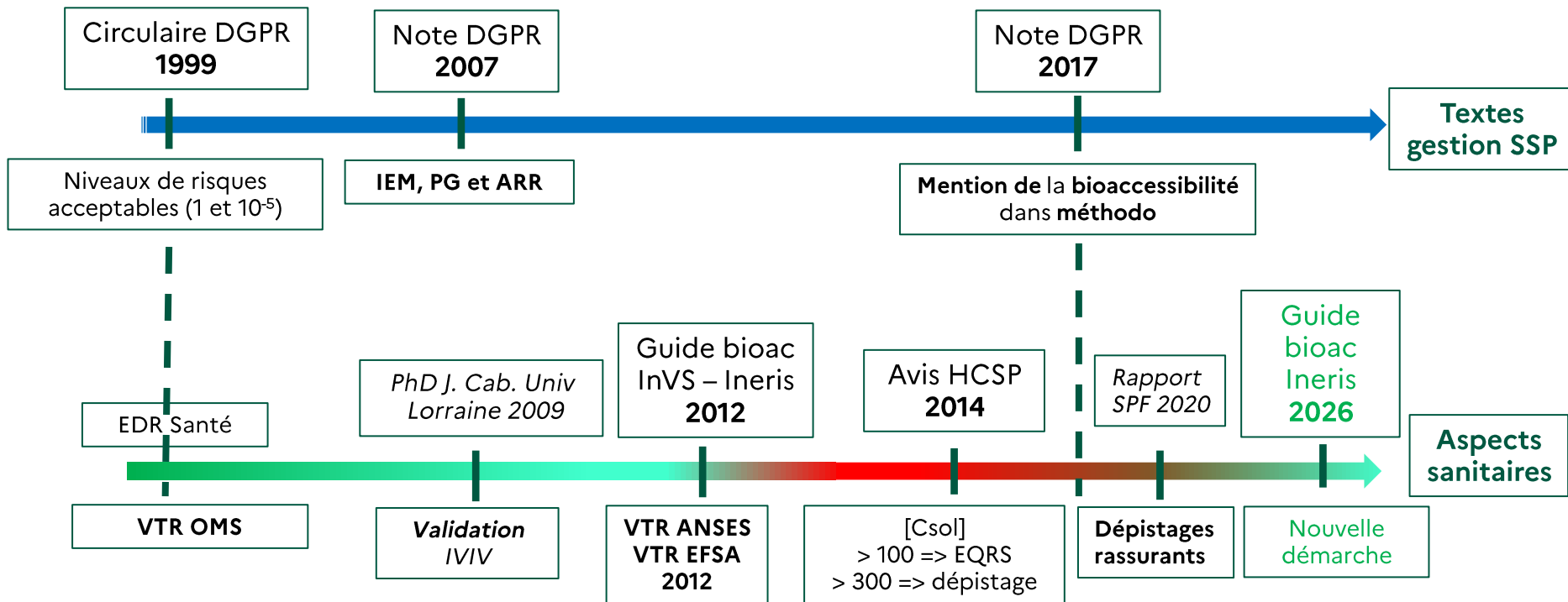


Echantillons / unités d'exposition	Sans bioaccessibilité		Avec Bioaccessibilité	
	Conc Tot (0-2 mm, broyé) (mg kg ⁻¹)	QD enfant* basé sur Conc Tot brute	Conc. Tot ^{bio} (0-250 µm tamisé non broyé) (mg kg ⁻¹)	QD enfant basé sur Conc bioac
1	138	0,7	117	0,5
2	95	0,5	94	0,3
3	41,3	0,2	33	0,1
4	124	0,7	91	0,2
5	201	1,1	194	0,5
6	419	2,2	480	1,2
7	633	3,3	737	2,2
8	529	2,8	612	2,0
9	828	4,4	972	2,5
10	310	1,6	382	0,9
11	312	1,6	351	1,0
12	504	2,7	577	2,0
13	284	1,5	301	0,9
14	564	3,0	654	2,0
15	202	1,1	188	0,5
16	558	2,9	647	2,1
17	593	3,1	689	2,1
18	326	1,7	368	0,9
19	386	2,0	414	1,1
20	428	2,3	490	1,2
21	543	2,9	629	1,7
22	290	1,5	316	0,9
23	399	2,1	456	1,2
24	497	2,6	573	1,7
25	335	1,8	379	1,0
26	179	0,9	174	0,5
27	309	1,6	347	0,9
28	177	0,9	221	0,4
29	611	3,2	291	0,8
30	674	3,6	786	2,2
31	600	3,2	697	1,9
32	424	2,2	486	1,2
33	236	1,2	377	0,8
34	253	1,3	722	1,7
35	547	2,9	634	1,6
36	641	3,4	747	2,2
37	337	1,8	381	1,0
38	552	2,9	640	1,6
39	328	1,5	359	0,9
QD > 1		33		20

Place de la bioaccessibilité orale dans la gestion des SSP

Un cheminement mouvementé

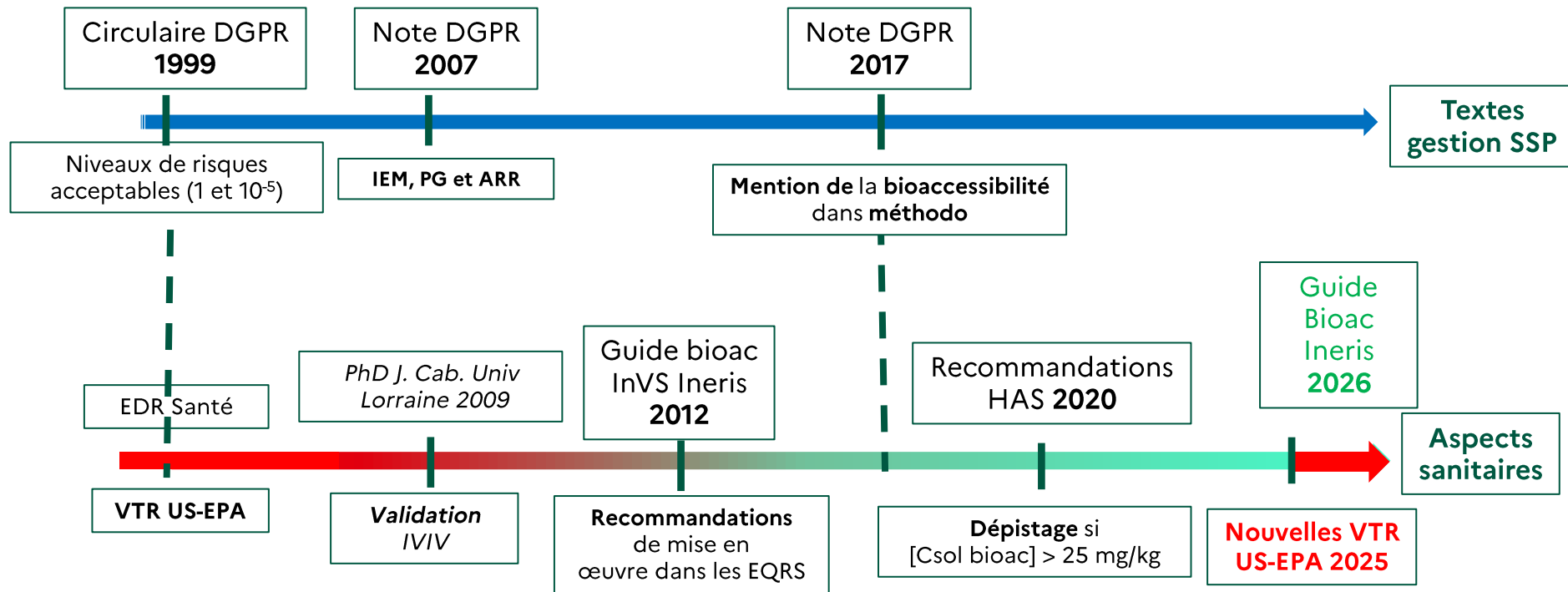
Le cas du plomb



=> Une démarche d'intégration de la bioaccessibilité peu favorable et donc inutilisée jusque là

=> La nouvelle démarche issue des travaux du GT permet une réelle avancée opérationnelle

Le cas de l'arsenic : un coup de théâtre !



- => La bioaccessibilité « fût » un outil pertinent pour les EQRs sur sols pollués par As
- => Depuis 2025, ce n'est plus le cas (dépassement systématique des seuils de risque)
- => Un besoin de réflexion nationale pour sortir de l'impasse

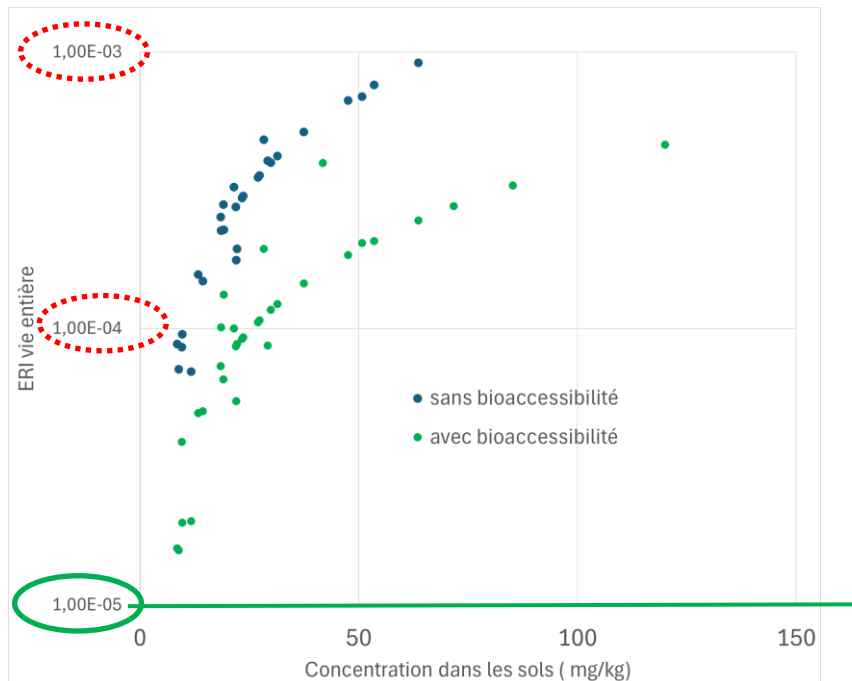
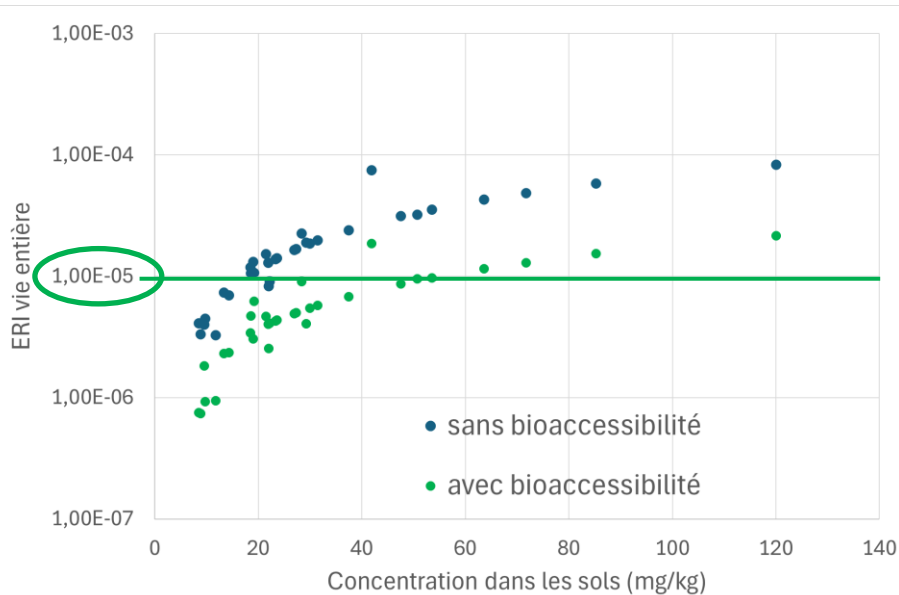
Illustration de l'effet VTR arsenic

Evolution des Excès de risque individuel (ERI) – usage résidentiel - en fonction des concentrations totales ou bioaccessibles

Ancienne VTR (US –EPA 2011)

x 21,3 pour les
effets sans seuil

Nouvelle VTR (US –EPA 2025)



Des avancés et des reculs

- **Un guide** (à paraître 2026) **opérationnel** :
 - **efficace pour plomb et cadmium**
 - **« peu efficace » pour arsenic** (depuis les nouvelles VTR à et sans seuil - US EPA 2025)

Et donc des perspectives

- **Réflexion méthodologique pour l'arsenic** : plusieurs pistes possibles qui vont bien au-delà de la bioaccessibilité
- **Projets RDI pour d'autres polluants** :
 - Bioac'ERS et ChroNiMouse (Cr, Ni)
 - Borg (HAP, PCB...)

Et surtout des partenaires motivés

- **Parties prenantes de la gestion des SSP** (Autorités, BE, laboratoires, donneurs d'ordre...)
- **Chercheurs**

Que nous remercions chaleureusement