



**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 Transition écologique
et de la Cohésion des territoires**



Éléments traces métalliques et métalloïdes autour de dépôts miniers : transferts vers les environnements résidentiels

Sabine GUÉRIN

Ineris



Introduction

Apporter des recommandations concernant la stratégie d'échantillonnage pour les particules déposées et en suspension autour d'anciens sites miniers



Etat de l'art concernant les mécanismes de transfert entre les sources sol et les environnements résidentiels ainsi que les paramètres qui influencent ces transferts



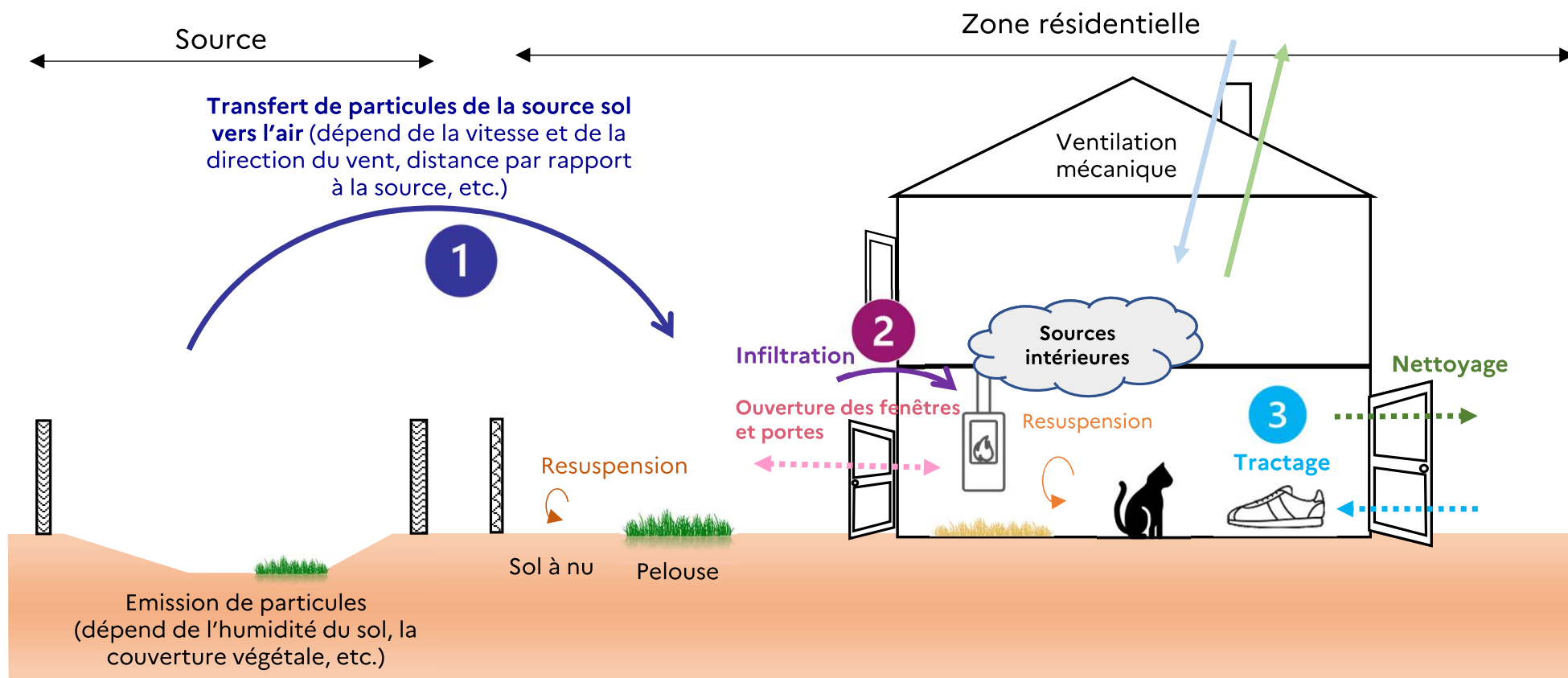
Compilation des données d'études précédentes dans une unique base et réalisation d'analyse statistique

Une enquête a été soumise à des bureaux d'études réalisant des analyses d'air et de dépôt autour de sites pollués mais également autour d'installations classées concernant leurs pratiques d'échantillonnage



Modélisation des transferts : comparaison entre les données mesurées et les données modélisées via les équations disponibles dans Modul'ERS

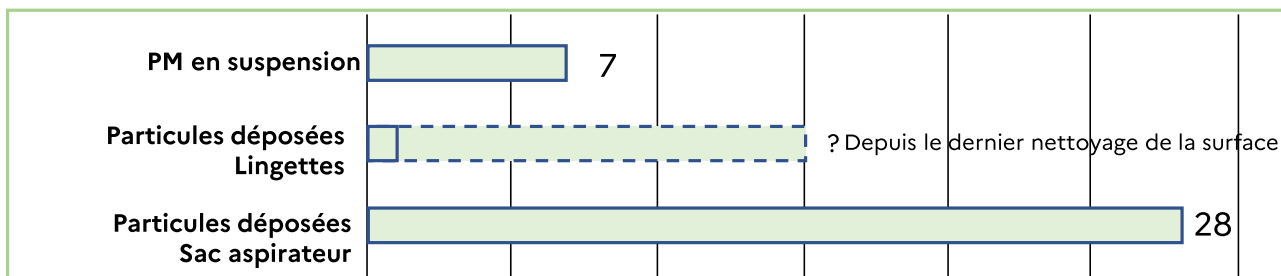
Schéma des transferts



Echantillonnage

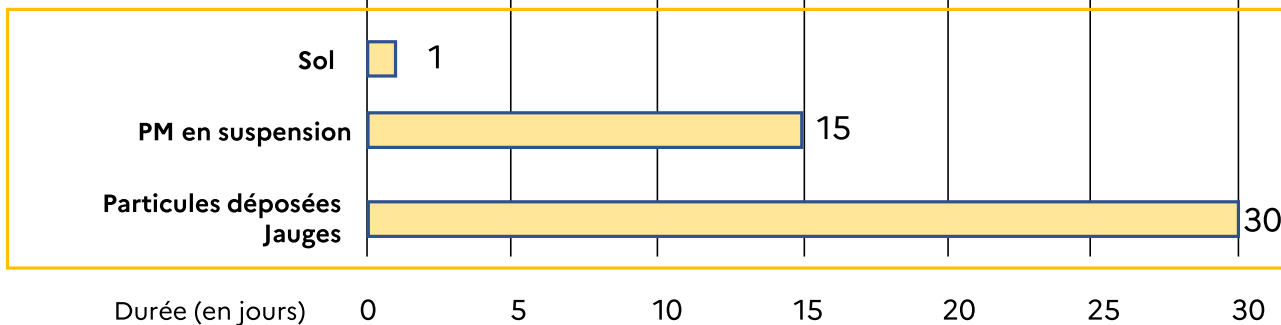


Intérieur



Nb	Substances	Foyers	Données quantifiées (%)
848	16	52	32
759	15	37	82
690	15	45	94

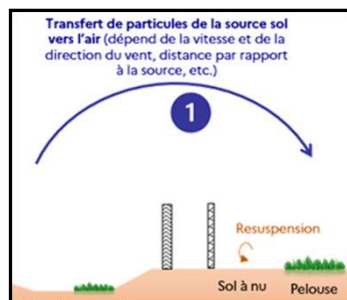
Extérieur



4 246	15	95	89
2 023	18	15	38
639	18	29	70

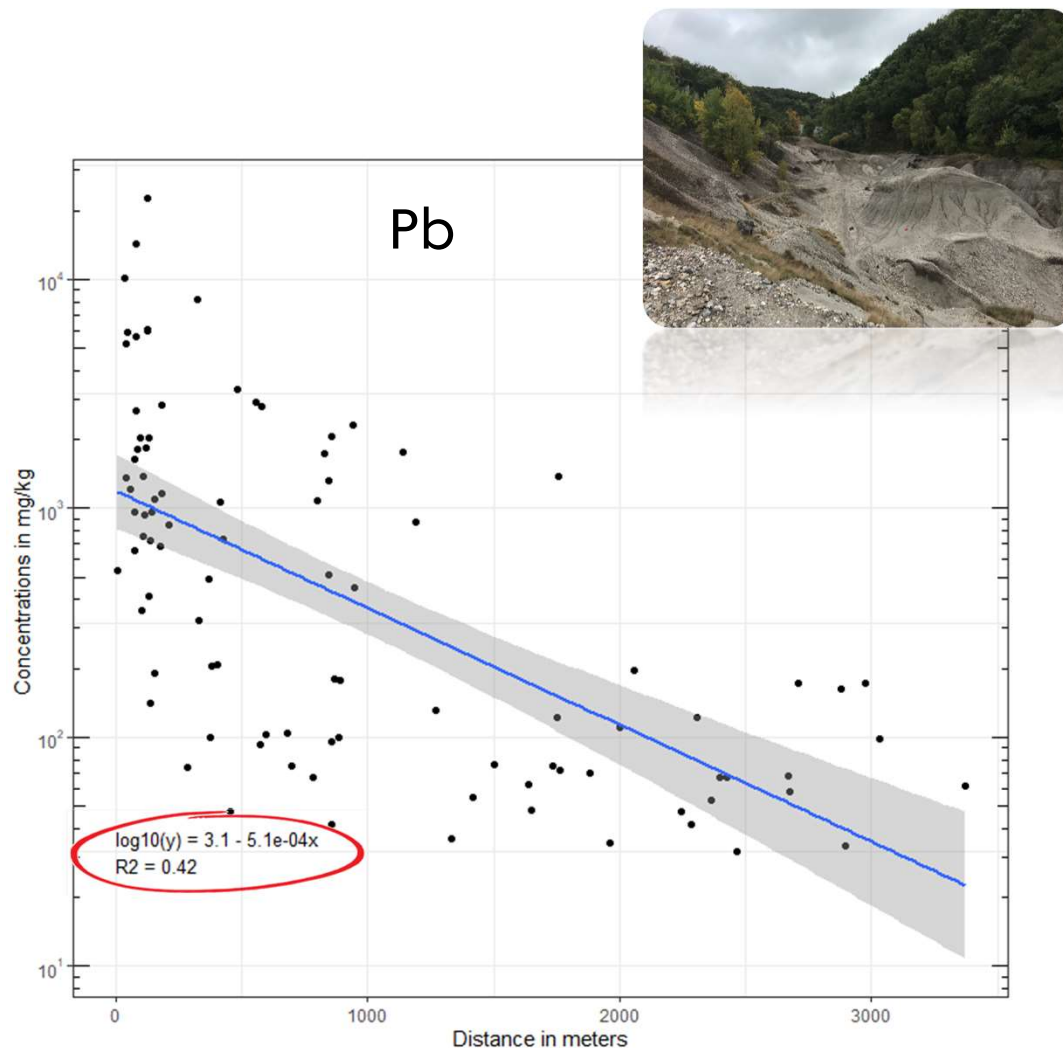
Sol

Distance au dépôt



- Pour la plupart des ETMM, la distance au dépôt a un effet significatif sur les concentrations notamment pour l'antimoine (0,51) > le plomb (0,42) > l'arsenic (0,38) > le mercure (0,37) > le zinc (0,33) > le cadmium (0,26)
- Les concentrations dans les sols en arsenic, plomb, cadmium, antimoine et zinc étaient corrélées
- Les concentrations pour le plomb et l'arsenic étaient supérieures aux données de fond

➔ Pb et As sont les traceurs des activités minières



MSD Mass soil-to-dust transfer coefficients

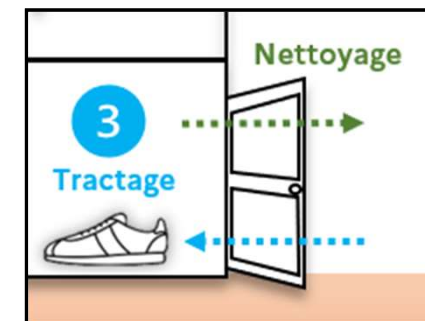
La concentration dans les sols contribuerait majoritairement aux concentrations dans les poussières intérieures (g sol/g poussières)

➤ MSD est une fraction comprise entre 0 et 1

- Une **valeur faible** : le sol contribue peu aux poussières intérieures
- Une **valeur élevée** : le sol est la source principale des poussières intérieures.

➤ Les valeurs de MSD obtenues dans ces travaux étaient supérieures à celles trouvées dans la littérature

$$C_{poussière} = MSD \times C_{sol} + Intercept$$



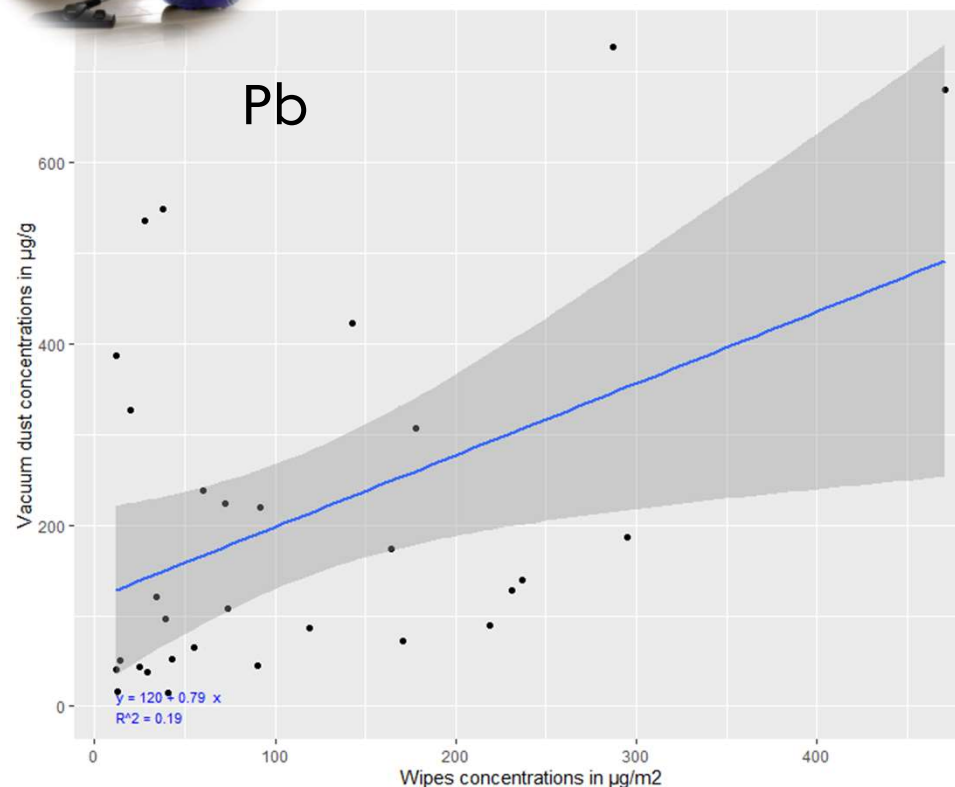
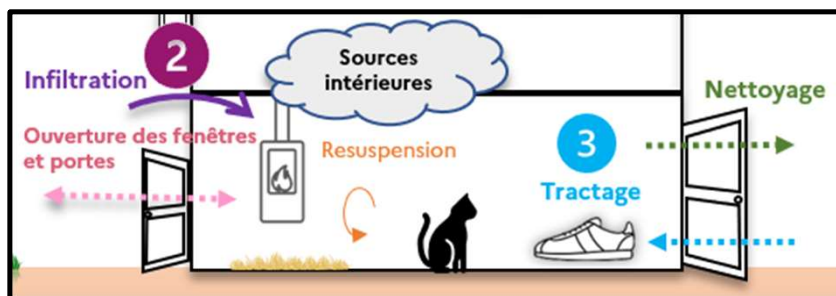
Substances	Données retenues (Nb and %)	MSD	MSD p-value	R ²	MSD gamme (Tu et al. 2020)
Arsenic	42 (90%)	0,38	0,0001	0,33	0,034-0,16
Plomb	44 (86%)	1	0,01	0,17	0,089-0,47

Poussières intérieures

Lingette VS sac aspirateur



- Facteur de 0,232 g/m² (Giovannangelo et al., 2007) utilisé par l'HCSP et qui permet de convertir des concentrations massiques en Pb en concentrations surfaciques
- L'influence de l'âge de la maison sur les concentrations en plomb dans les poussières
 - Concentrations dans les lingettes sont significativement différentes entre les maisons construites avant et après 1949
 - Pas de différence significative pour les concentrations dans les sacs aspirateurs



Giovannangelo, M., Nordling, E., Gehring, U., Oldenwening, M., Bellander, T., Heinrich, J., Hoek, G., & Brunekreef, B. (2007). Variation of biocontaminant levels within and between homes - The AIRALLERG study. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 17(2), 134-140. <https://doi.org/10.1038/sj.jes.7500482>

Conclusion

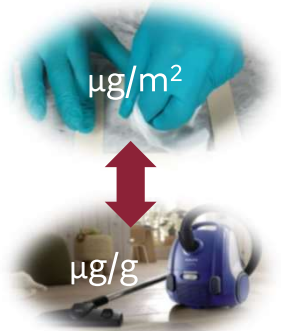
➤ Collecte de données d'études antérieures :

- l'analyse des données a été limitée par le pourcentage de valeurs non quantifiées pour certains milieux
- blancs analytiques avec des données quantifiées en ETMM (notamment sur les lingettes)

➤ Paramètres influençant les transferts : collecte de données qualitatives associées aux prélèvements

- Habitudes individuelles, activités co-contributrices, caractéristiques du bâti et des environnements extérieurs, etc..

➤ Pour le Pb et le Cd : la concentration dans les sols extérieurs contribuerait majoritairement aux concentrations dans les poussières intérieures



Evaluation des risques sanitaires

- Exposition par ingestion de particules déposées en intérieur issues du sol et de sol extérieur est généralement la voie d'exposition principale pour les sites étudiés dans ce projet
- Le sol reste le milieu le plus échantillonné et dans lequel les substances sont les plus quantifiées
- Concernant les particules déposées en intérieur, des éléments de contexte autour d'un facteur de conversion entre les concentrations surfaciques et les concentrations massiques permettrait d'utiliser les résultats des lingettes



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**Merci à Morgane Salomon,
Laurence Lethielleux,
Franck Marot et
Patrick Jacquemin**

Merci de votre attention



*maîtriser le risque |
pour un développement durable |*



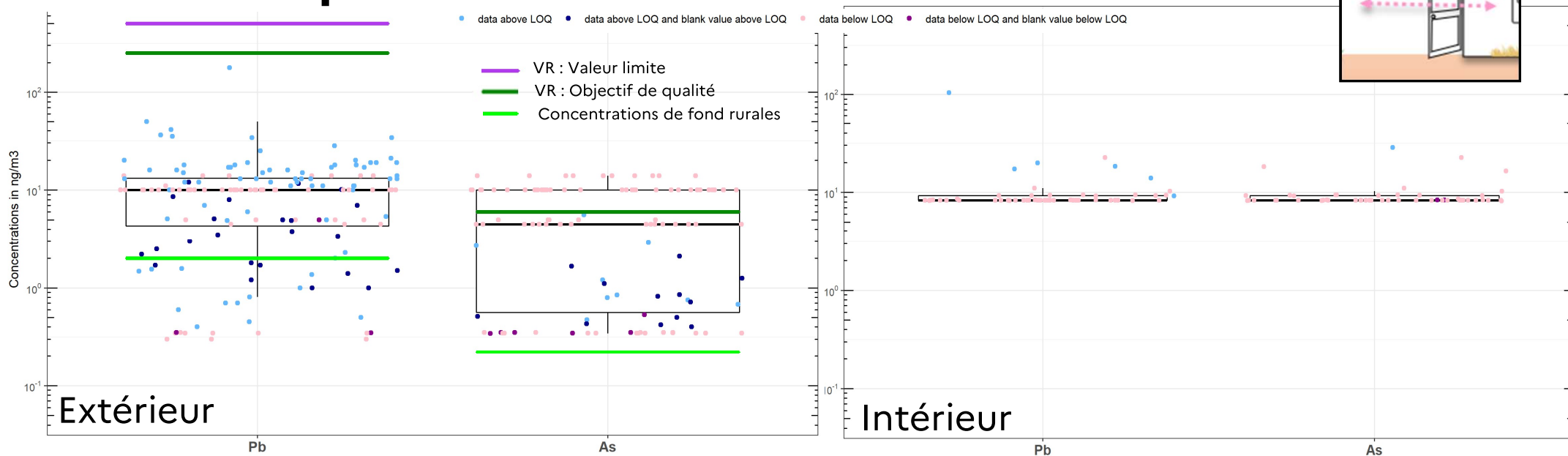
DEPSI

ANALYSE DES DETERMINANTS DU
TRANSFERT DES PARTICULES SUR LE
CONTINUUM SOL, AIR EXTERIEUR ET
INTERIEUR

Transferts de particules du sol
vers l'air extérieur et les
environnements intérieurs
autour d'une source sol

RAPPORT FINAL

PM en suspension



- 61% des données quantifiées pour le plomb
- Faible nombre de données quantifiées pour l'arsenic (19%)
- Les concentrations mesurées sont du même ordre de grandeur ou supérieur aux données de fond rural disponibles mais inférieures aux valeurs réglementaires

- Faible pourcentage de données quantifiées : 11% pour le plomb et 2% pour l'arsenic → comparaison et calcul de ratio entre l'intérieur et l'extérieur impossible
- Pas de valeur de fonds disponibles en France

Particules déposées - Jauges

