

# Impact de l'industrie métallurgique historique sur l'environnement du littoral Marseillais

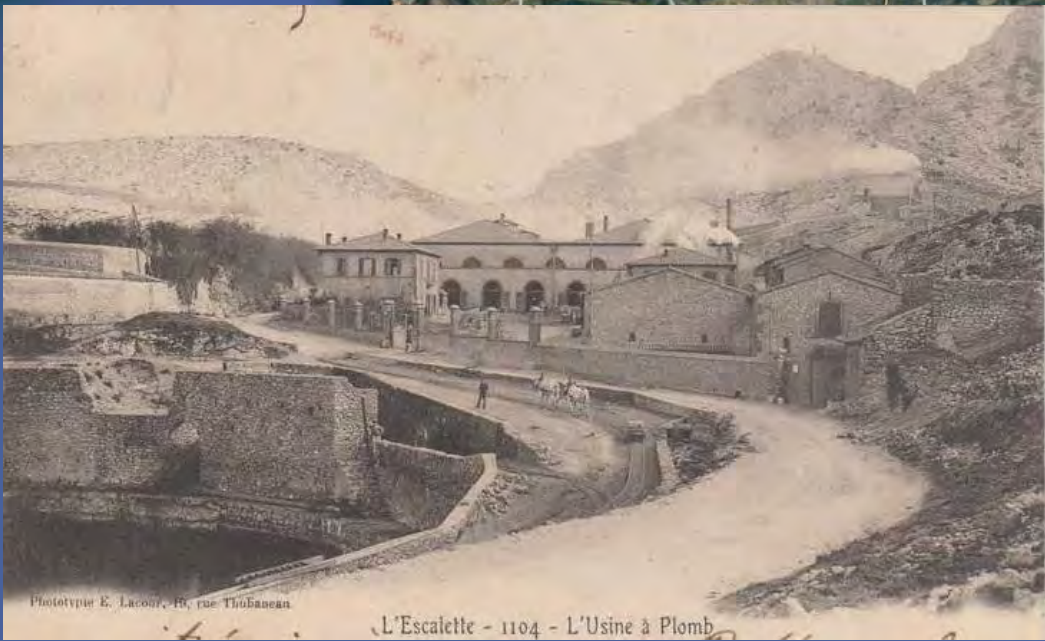
Projet OHM Littoral Méditerranée 2018 porté par Z. FEKIACOVA et C. KELLER

Présenté par R. GELLY



# Questionnement scientifique/approche

- **Comment tracer l'origine des contaminations métalliques dans un contexte historique complexe et avec plusieurs sources réparties dans le temps et l'espace ?**
- Comment suivre le devenir à long terme de ces contaminations dans le système sol-plante-eau ?
- Un outil de choix: les isotopes stables des métaux (*e.g. Fekiacova et al.2015, Mattielli et al.2009*).
- Un site adapté: le littoral marseillais



Phototypie E. Lacombe, R. rue Thibaudan

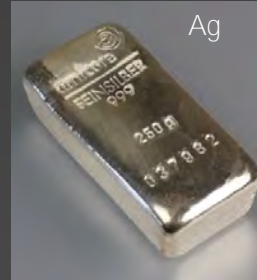
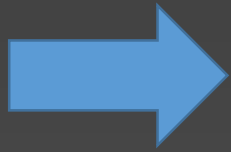
L'Escalette - 1104 - L'Usine à Plomb



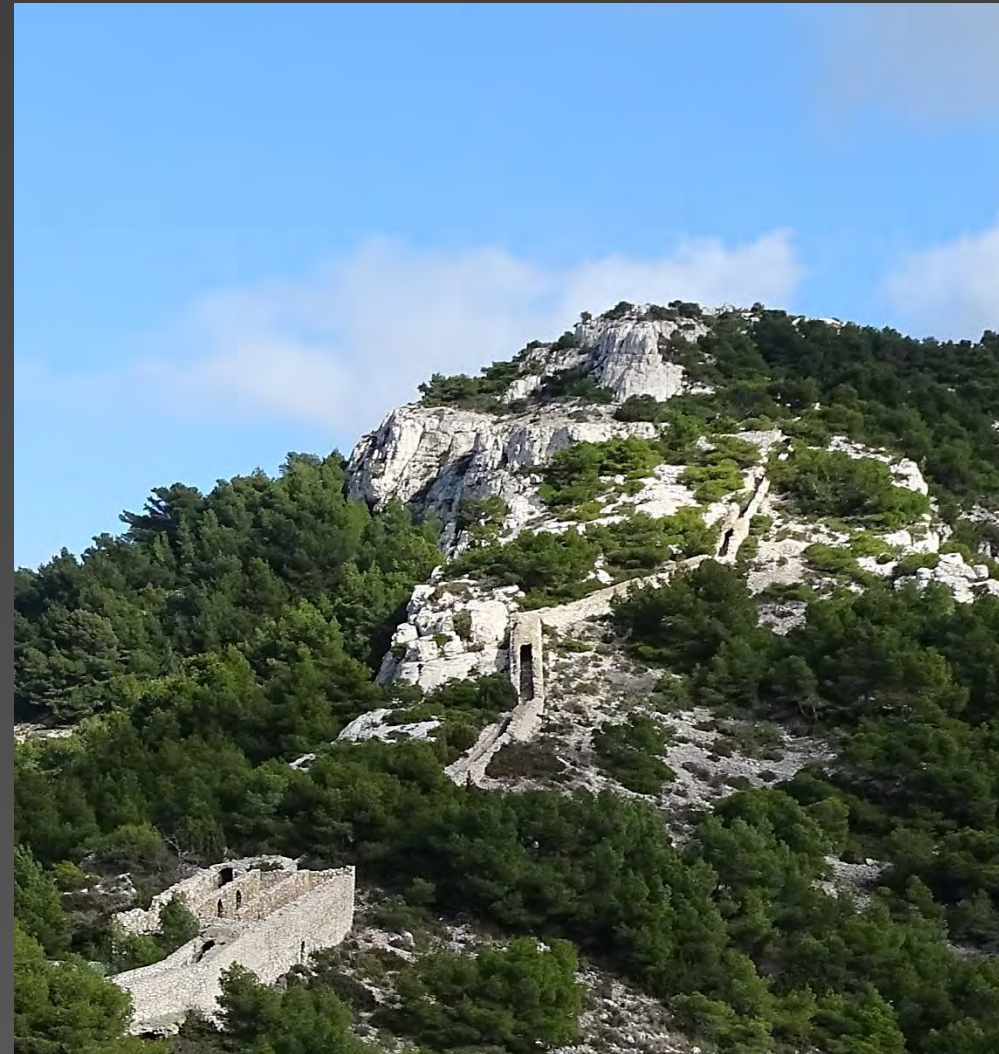
# La source de contamination



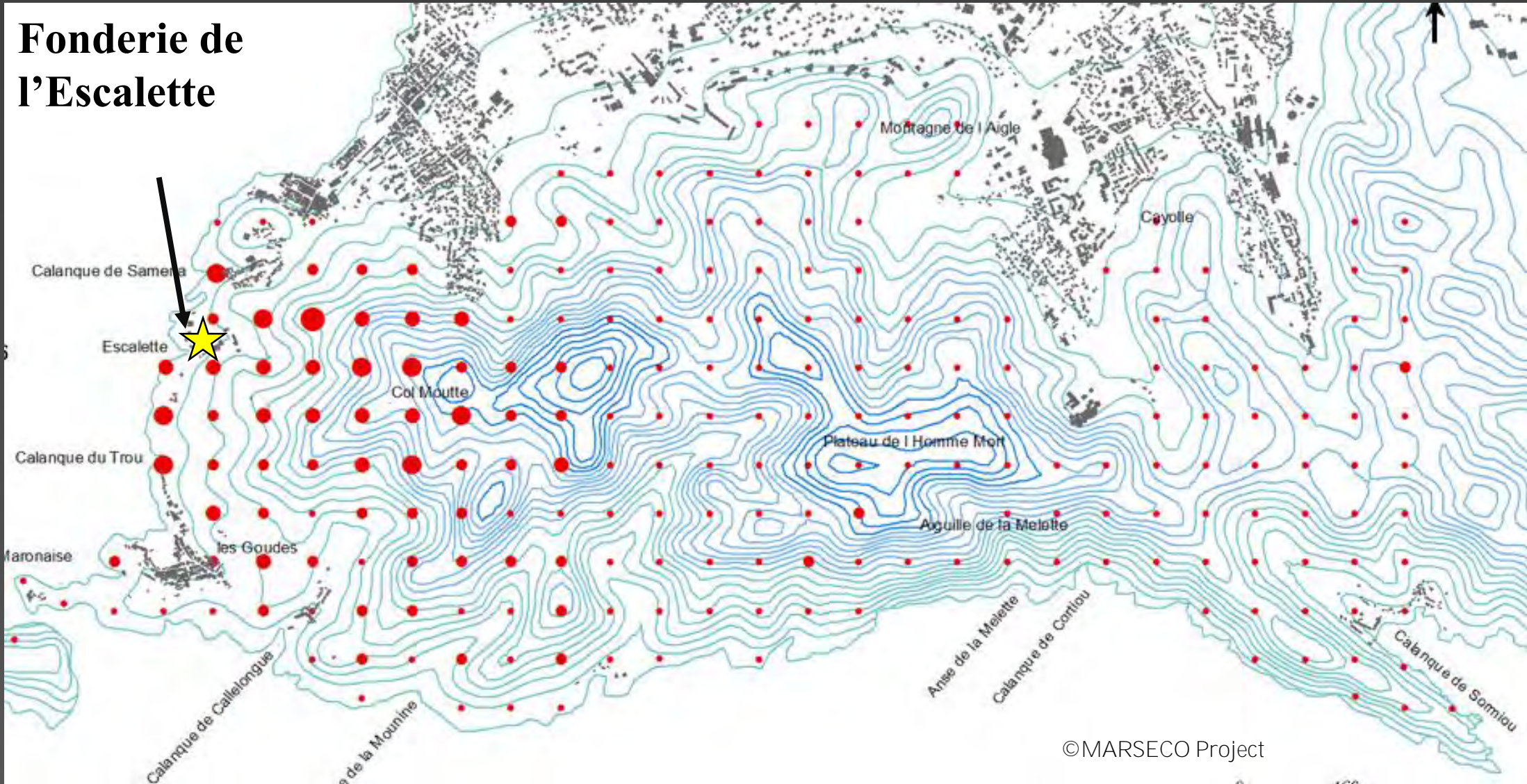
Fonte  
métallurgique



- Le travail de la galène entraîne des émissions de particules riches en éléments traces **métalliques (ETM) vers l'atmosphère.**
- Émissions de la fonderie directement libérées **dans l'atmosphère et portées par le mistral** (vent NNO pouvant atteindre 120 km/h)

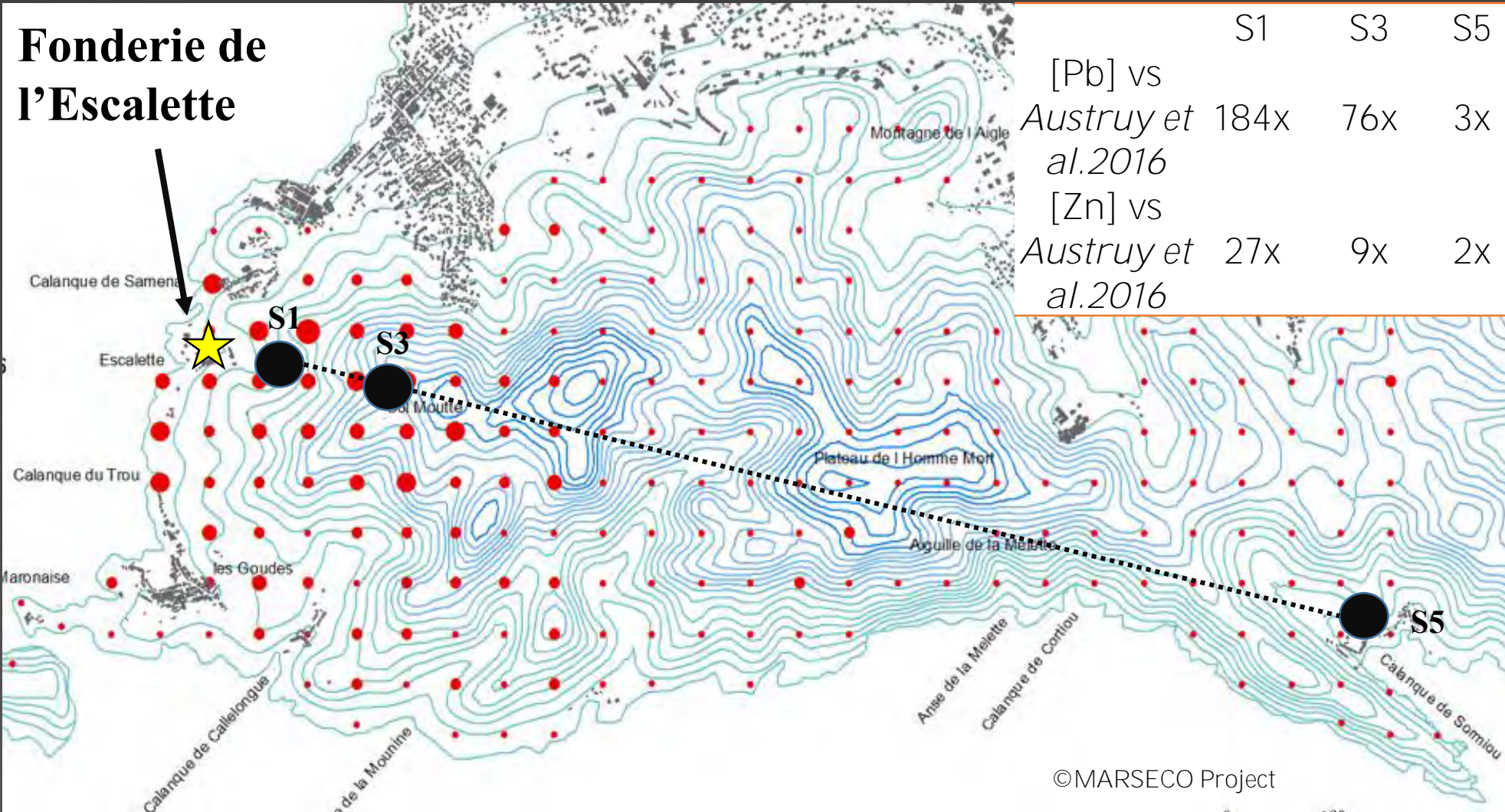


# Contamination des Calanques par les ETM

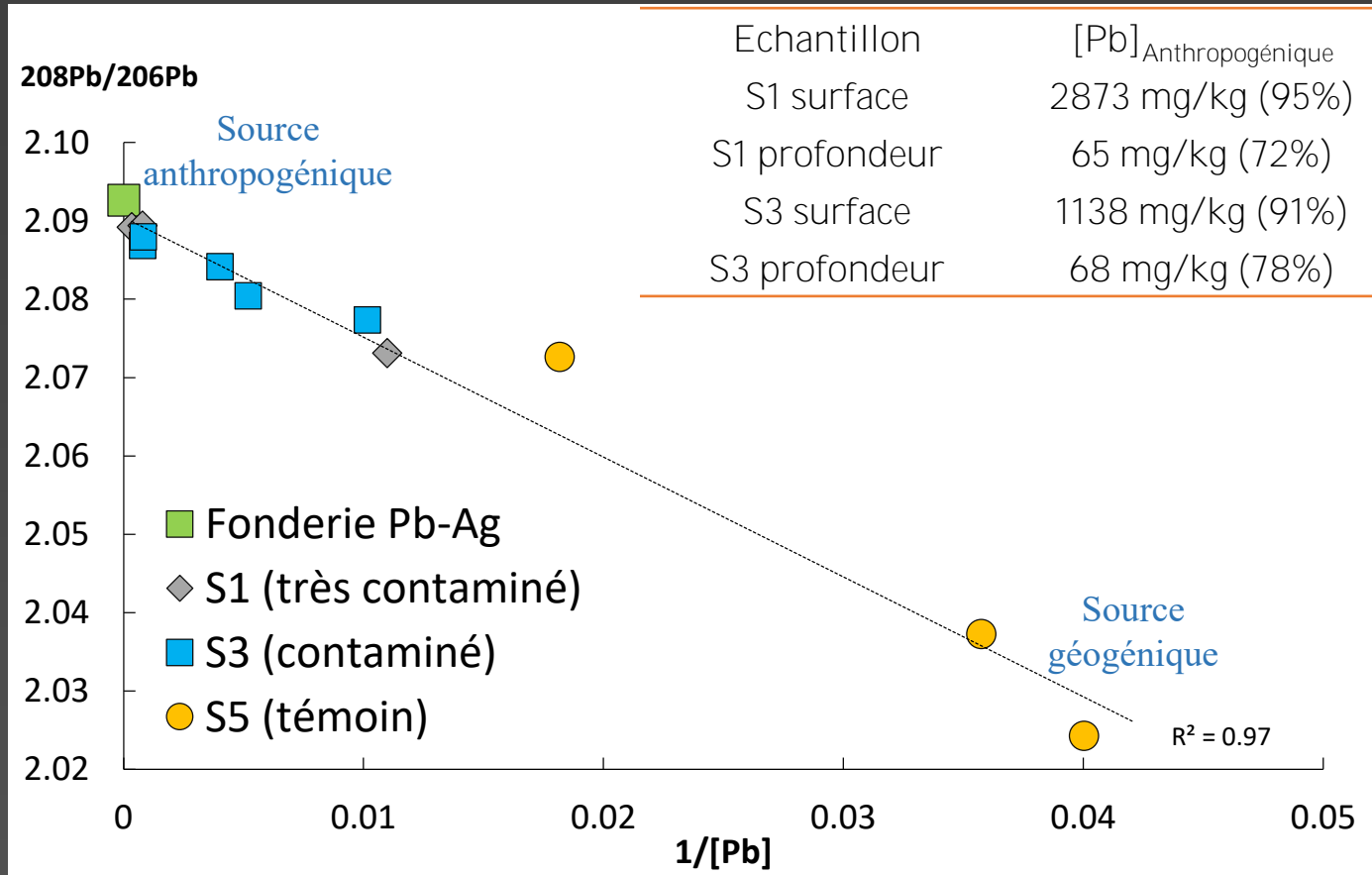


# Contamination des Calanques par les ETM

- Transect de trois sols localisés à distance croissante de l'usine:
  - S1: sol très contaminé
  - S3: sol contaminé
  - S5: sol témoin
- Plantes échantillonnées autour des profils



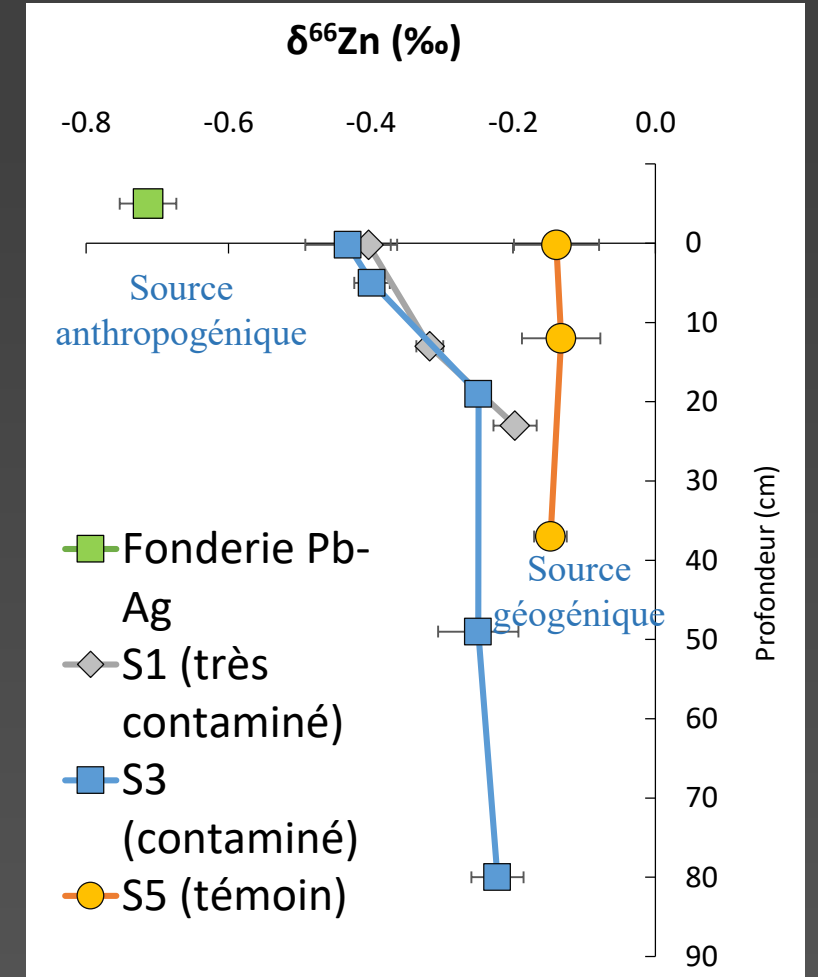
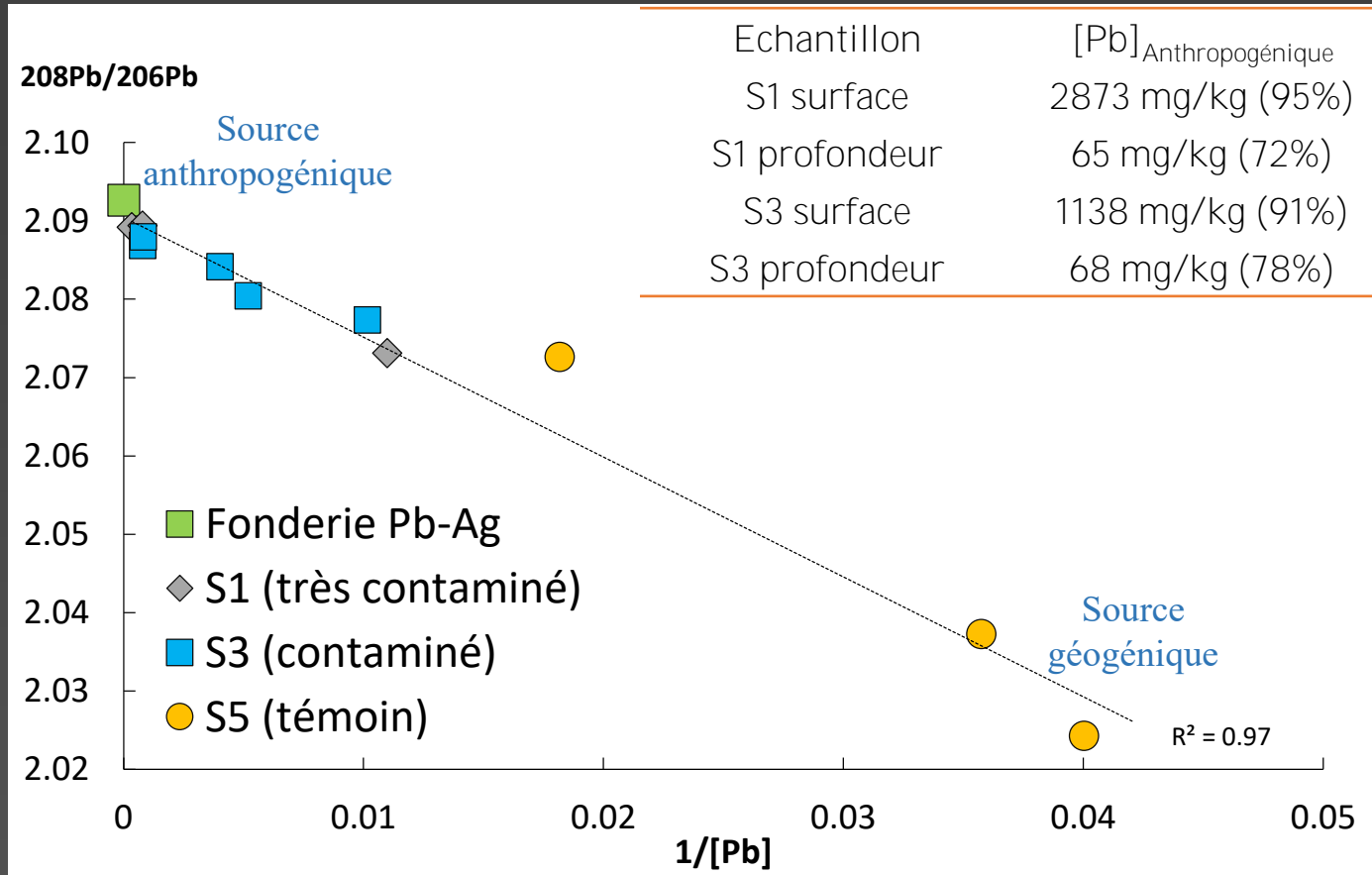
# Traçage de la contamination ETM par les isotopes stables



- Contamination par Pb importante et en profondeur



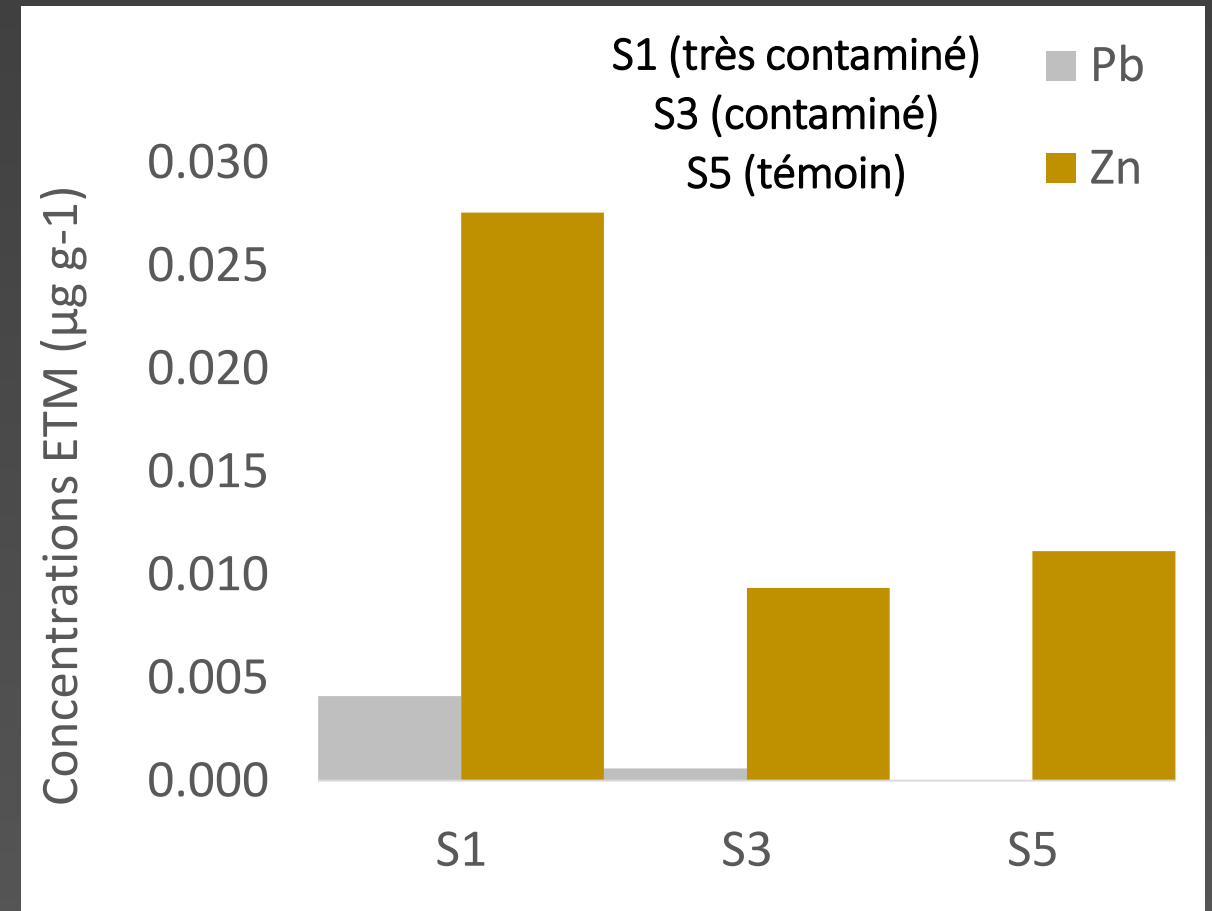
# Traçage de la contamination ETM par les isotopes stables



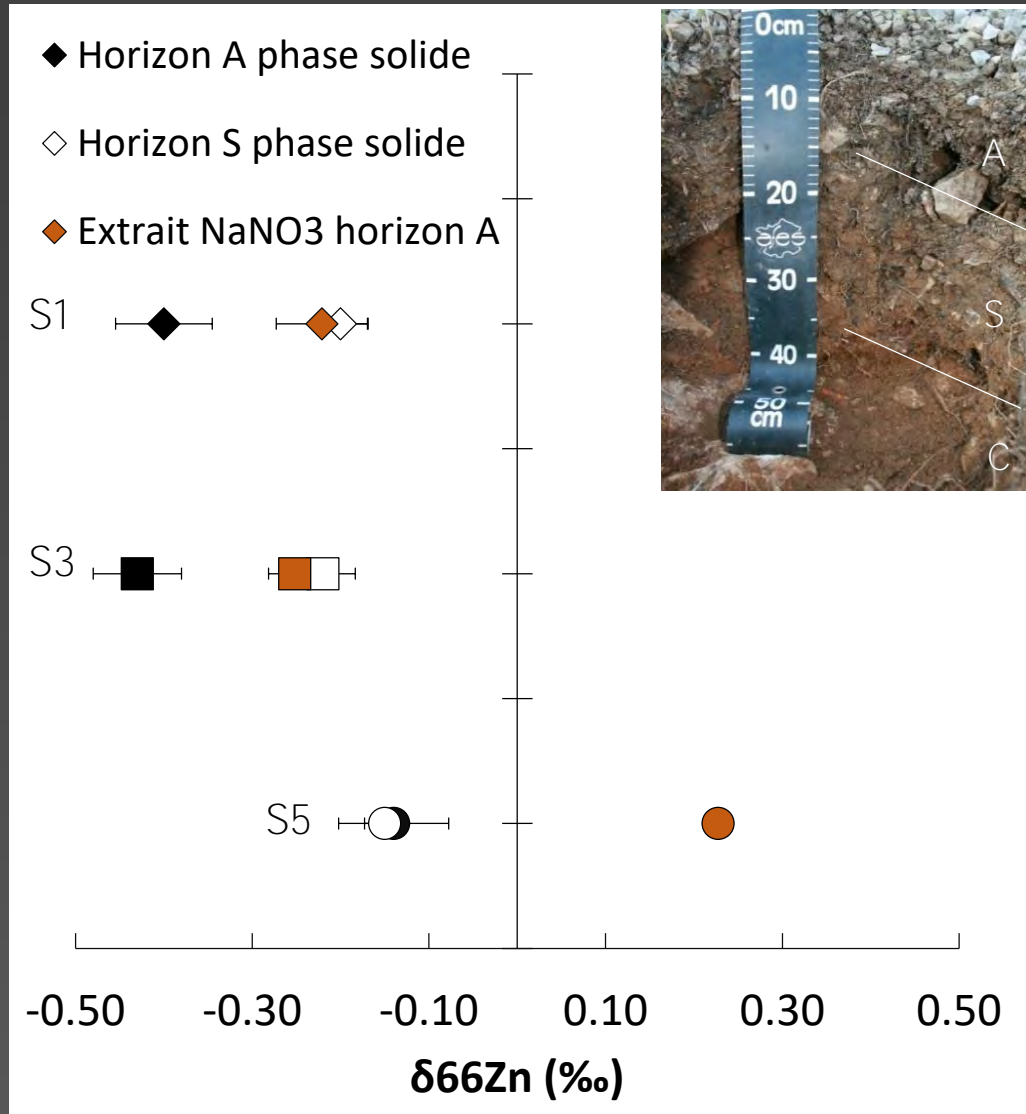
- Contamination par Pb importante et en profondeur
- Contamination de surface par Zn, en profondeur même signal  $\delta^{66}\text{Zn}$  pour tous les sols
- Pas de contamination par Cu: réponse de  $\delta^{65}\text{Cu}$  aux interactions de Cu avec particules des sols et biologie

# Devenir des métaux anthropogéniques

- Extractions par  $\text{NaNO}_3$  (0.1M) menées sur horizons de surface
- Concentrations Pb (< 5 ng/g) et Zn (27-13 ng/g) très faibles en solution
- Pb très peu soluble et peu biodisponible => transfert vertical particulaire
- Zn plus soluble que Pb



# Devenir du zinc dans les sols



- Solubilisation de Zn d'origine géogénique dans les horizons de surface de S1 (très contaminé) et S3 (contaminé)
- Zn anthropogénique peu soluble car précipité (*Gelly et al.2019*)
- Dans S5: solubilisation de Zn complexé aux oxydes de Fe et Mn (*Gelly et al.2019*)

# Devenir du Zn anthropogénique: biodisponibilité

- Les plantes de l'Escalette peuvent aider à la stabilisation de la contamination (Affholder et al.2013; Heckenroth et al.2016)

- Concentrations Zn romarins (16  $\mu\text{g/g}$ ) comparables littérature

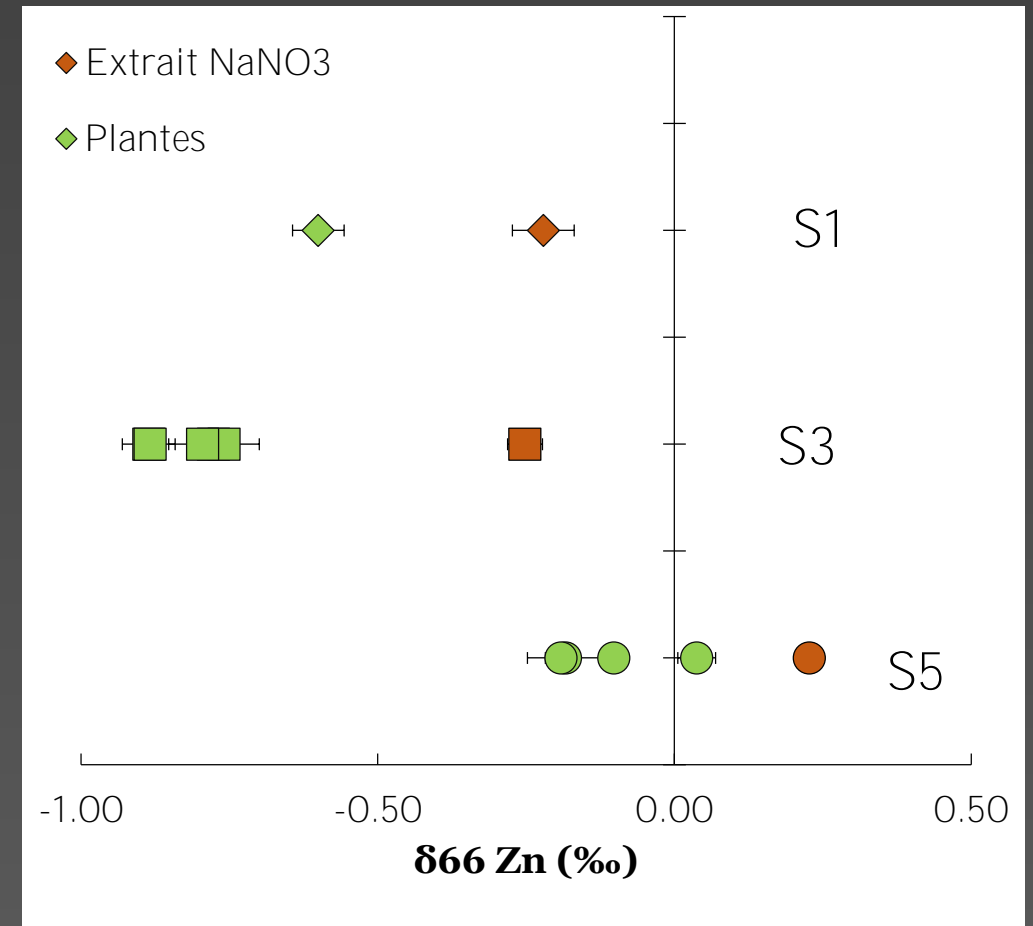
=> indice de la faible biodisponibilité du Zn

- Signatures  $\delta^{66}\text{Zn}$  des plantes plus légères que la solution du sol

=> peu d'effet de la contamination Zn

- Variations entre échantillons sols contaminés et témoin

=> influence de la spéciation du Zn dans solution du sol



# Conclusions

- **L'outil isotopique permet de déterminer l'origine et le devenir des éléments traces métalliques:**
  - Contamination par la fonderie longue portée (Pb, Zn) et en profondeur (Pb).
  - Pb très peu soluble, transfert particulaire. Pas biodisponible
  - Immobilisation du Zn anthropogénique en surface, peu mobile en solution et non biodisponible
  - **Présence de Cu naturel (pas d'émissions par la fonderie)**

# Perspectives

- Comportement et devenir des métaux selon la période et selon les industries émettrices des contaminants
- **Appliquer l'outil isotopique aux autres fonderies des calanques (Montredon, les Goudes) et au site de l'Estaque => comparaison du devenir des métaux « anciens »**
- **Appliquer l'outil isotopique sur les sites industriels Fos sur Mer/Martigues => comparaison croisée du devenir des métaux contemporains et de l'influence de la source anthropique**

Compréhension des transferts de pollution le long du littoral marseillais

Pour plus  
d'informations  
et de détails

## Lead, zinc, and copper redistributions in soils along a deposition gradient from emissions of a Pb-Ag smelter decommissioned 100 years ago



R. Gelly <sup>a,\*</sup>, Z. Fekiacova <sup>a</sup>, A. Guihou <sup>a</sup>, E. Doelsch <sup>b</sup>, P. Deschamps <sup>a</sup>, C. Keller <sup>a</sup>

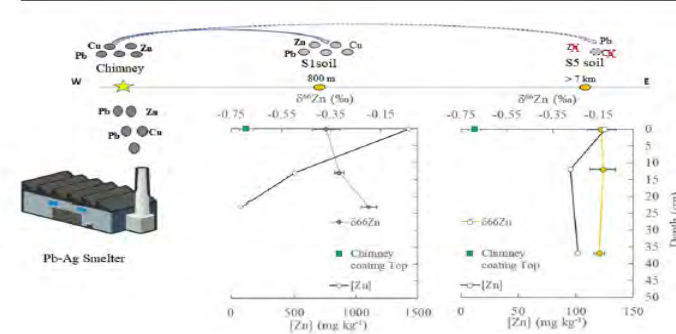
<sup>a</sup> Aix Marseille Univ., CNRS, IRD, INRA, Coll France, CEREGE, Technopôle de l'Environnement Arbois-Méditerranée, BP 80, F-13545 Aix-en-Provence, France

<sup>b</sup> CIRAD, UPR Recyclage et risque, F-34398 Montpellier, France Recyclage et Risque, Univ Montpellier, CIRAD, Montpellier, France

### HIGHLIGHTS

- Pb isotopes,  $\delta^{66}\text{Zn}$ ,  $\delta^{65}\text{Cu}$  in soils impacted by emissions from a smelter 100 y ago.
- Pb contamination was detected 7 km away from the smelter and down the soil profiles.
- Light  $\delta^{66}\text{Zn}$  values were measured in the chimney and in soil surface horizons.
- Precipitation of Zn-Layered Double Hydroxide prevented downward migration of anthropogenic Zn.
- Cu isotopes indicate its geogenic origin and redistribution in soils by pedogenesis.

### GRAPHICAL ABSTRACT



Merci de votre attention

# Compléments

- Mesure isotopique
  - Éléments ont des isotopes (variation du nombre de neutrons)
  - **Répartition des isotopes d'un échantillon** mesurée sur le spectromètre de masse et normalisée par la répartition isotopique d'un standard pour la notation delta:

$$\delta^{65}\text{Cu} = \left( \frac{\left( \frac{65\text{Cu}}{63\text{Cu}} \right)_{\text{Sample}}}{\left( \frac{65\text{Cu}}{63\text{Cu}} \right)_{\text{standard}}} - 1 \right) * 1000$$

