

# MODÉLISATION SPATIO-TEMPORELLE DES MÉTAUX DANS LES SOLS EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE

Renato Quijada-Campos<sup>1</sup>, Nicolas Benoit<sup>2</sup>, Joëlle Marion<sup>2</sup>, Jérôme Laganière<sup>3</sup>,  
Olivier Caron<sup>1</sup>, Josué J. Jautzy<sup>2</sup>



<sup>1</sup>Université du Québec à Montréal; <sup>2</sup>Commission géologique du Canada, Ressources naturelles Canada; <sup>3</sup>Centre de foresterie des Laurentides, Ressources naturelles Canada;



## 1. CONTEXTE

- L'Abitibi-Témiscamingue possède une longue histoire minière amorcée au début du XXe siècle dans la région de Rouyn-Noranda.
- Les émissions atmosphériques issues des activités métallurgiques constituent une source importante de contamination métallique des sols [1].
- Des études antérieures menées par la Commission géologique du Canada (CGC) entre 1997 et 2002 ont mis en évidence des concentrations élevées de métaux dans les sols à proximité des principales sources d'émission [2].
- Les bases de données existantes offrent principalement des portraits spatiaux ponctuels et intègrent rarement les facteurs environnementaux contrôlant la dispersion et l'accumulation des métaux.

Localisation des sites d'échantillonnage de PR2025 (projet actuel) et du projet MITE (1997-2002)

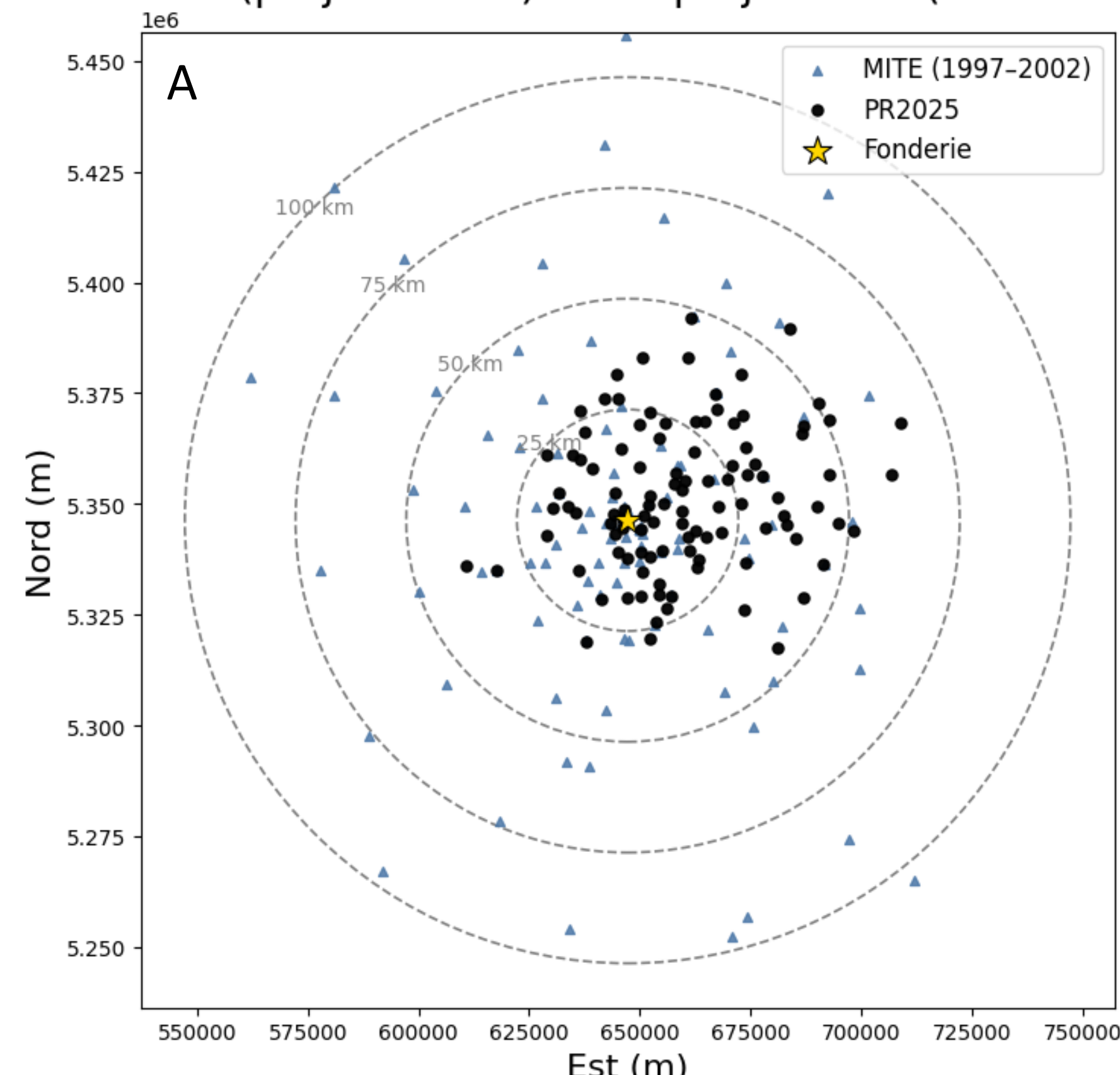


Figure 1. A. Localisation des sites d'échantillonnage de PR2025 et du MITE (1997-2002) dans la région de Rouyn-Noranda. B. Localisation de la zone d'étude dans les régions administratives du Québec.

## 2. OBJECTIFS

- Analyser la distribution spatio-temporelle des métaux dans les sols forestiers autour de Rouyn-Noranda.
- Identifier les métaux dominants et comparer les concentrations récentes avec les données historiques de la CGC - projet MITE.
- Évaluer les facteurs environnementaux influençant la dispersion et l'accumulation des métaux (p. ex, distance des sources, végétation et topographie).

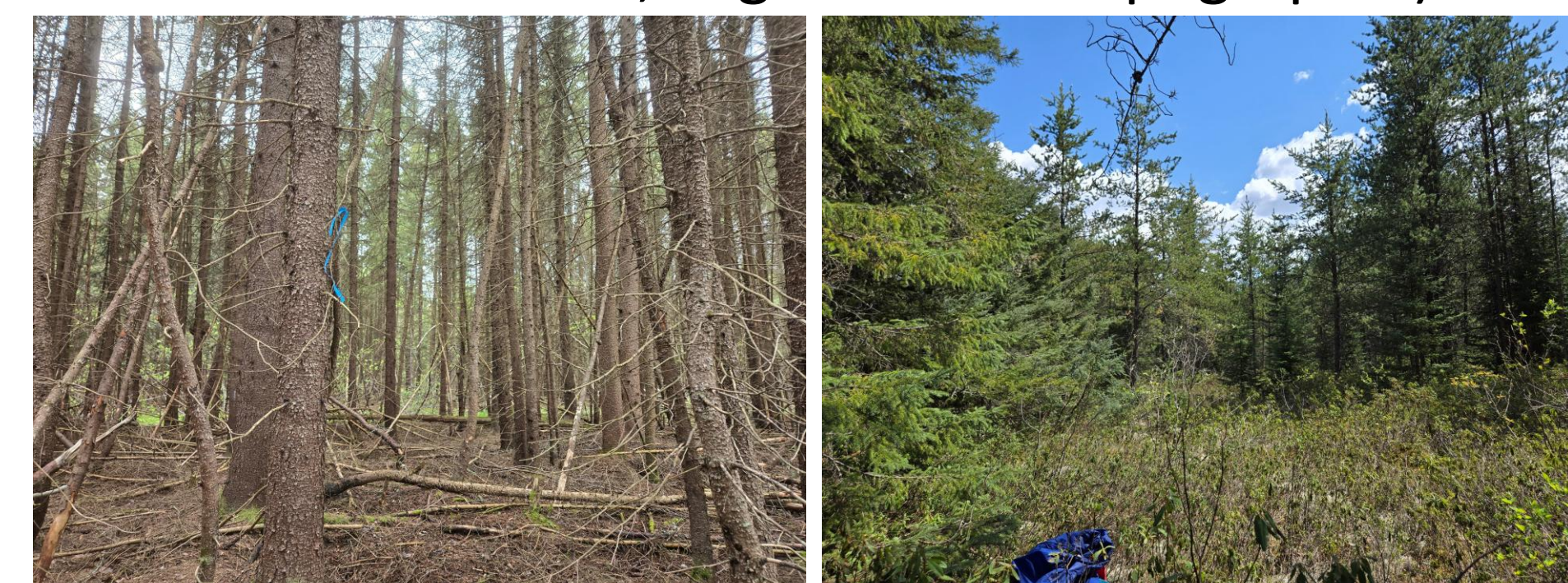


Figure 2. Exemples d'environnements forestiers échantillonnés dans cette étude.

## 3. MÉTHODOLOGIE

### SUR LE TERRAIN

- Échantillonnage des sols réalisé dans des forêts matures (>50 ans) d'épinette noire autour de Rouyn-Noranda.
- Les horizons organiques (litière, couche de mousse, humus) ont été prélevés à l'intérieur d'un quadrat de 20 x 20 cm.
- Les carottes de sol minéral (0-15 cm) ont été prélevées à l'aide d'une sonde en acier inoxydable.



Figure 3. Procédure d'échantillonnage en milieu forestier.

### EN LABORATOIRE

- Trois horizons de sols ont été analysés à chaque site : FH (organique), minéral 0-5 et 5-15 cm.
- Concentrations métalliques ont été principalement mesurées après digestion totale.
- Analyses géochimiques multi-éléments ont été réalisées par ICP-MS, ICP-OES, INAA et fusion.

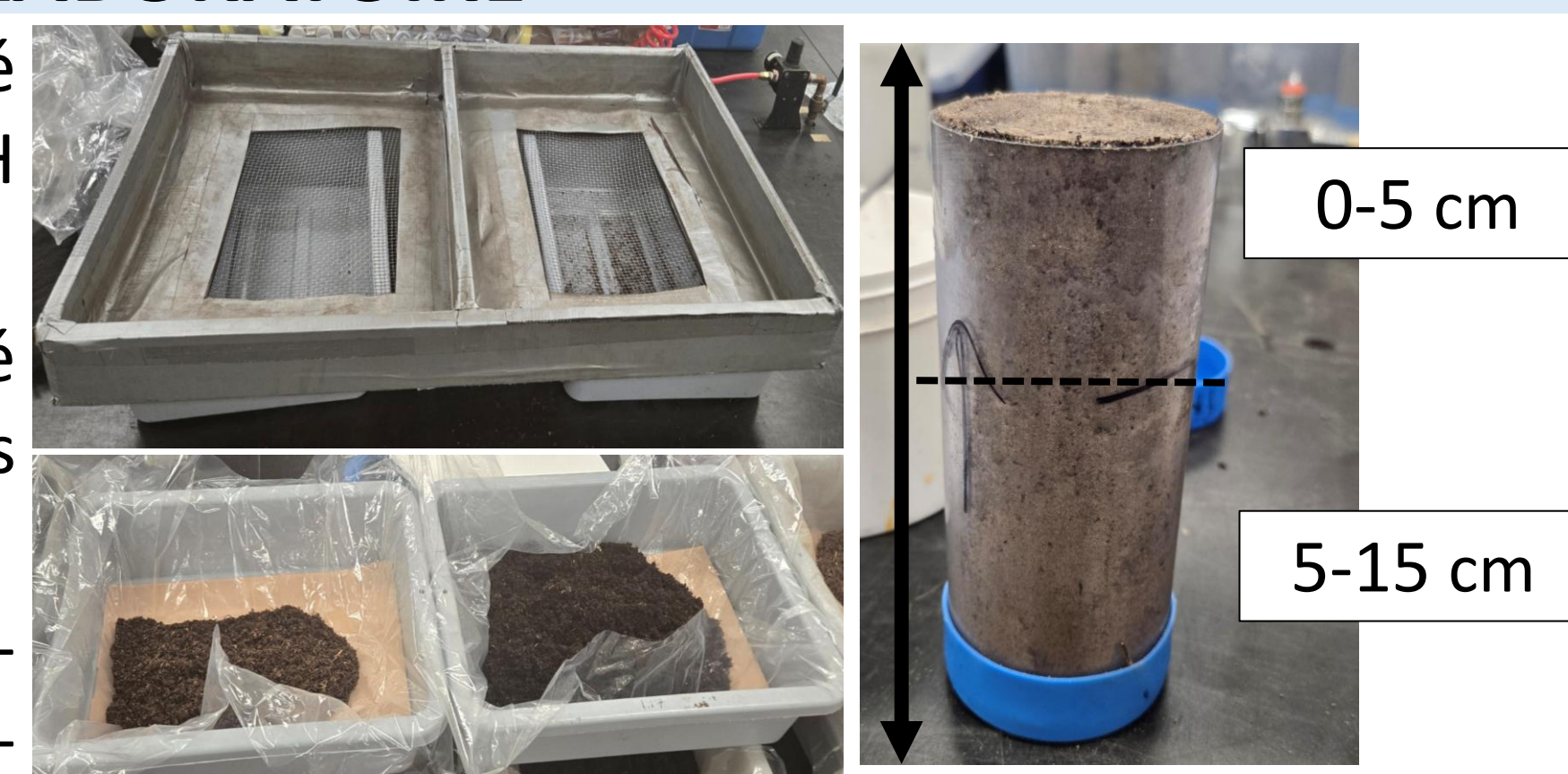


Figure 4. Préparation et analyse en laboratoire des échantillons de sols collectés.

## 4. RÉSULTATS ET DISCUSSION

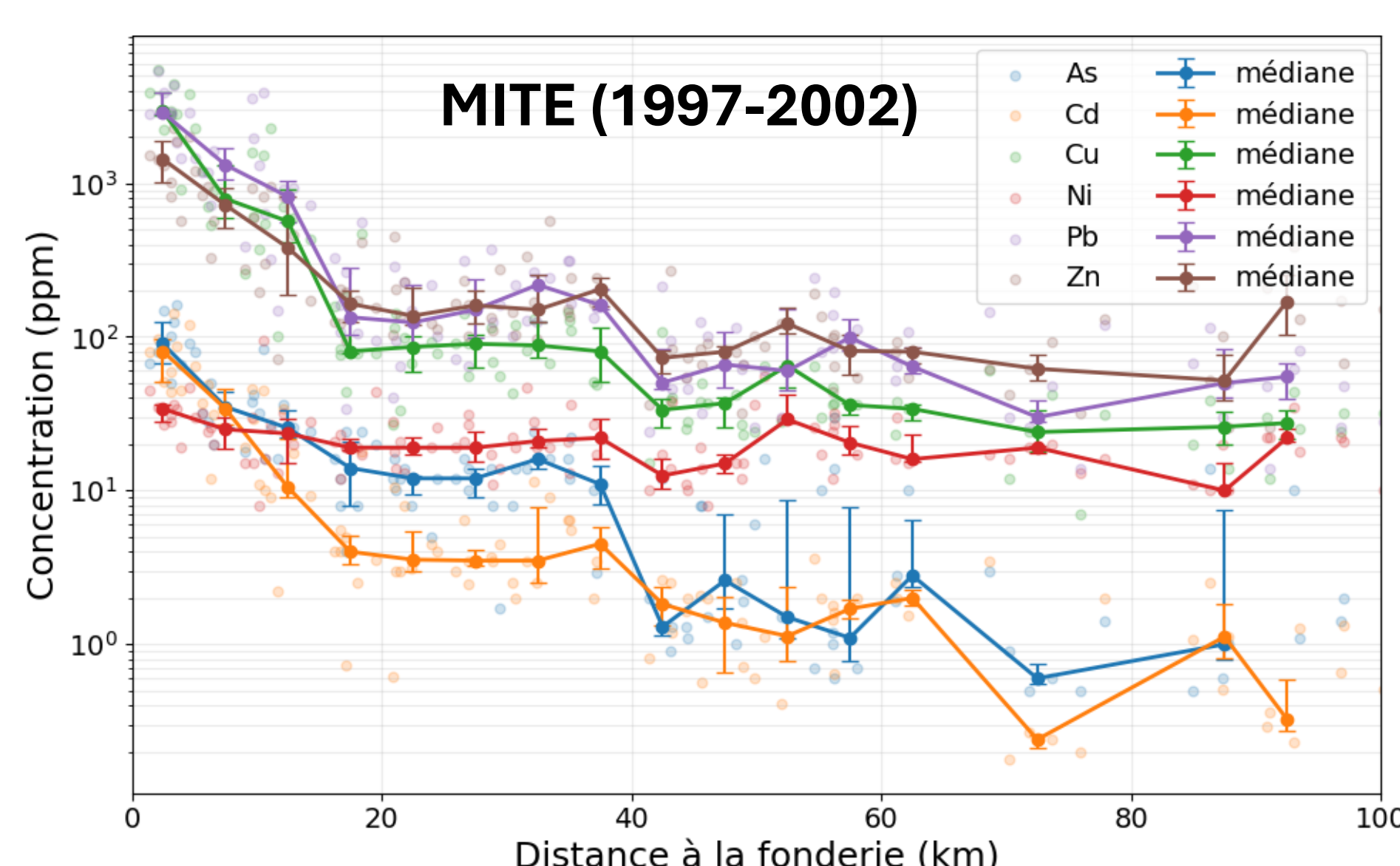
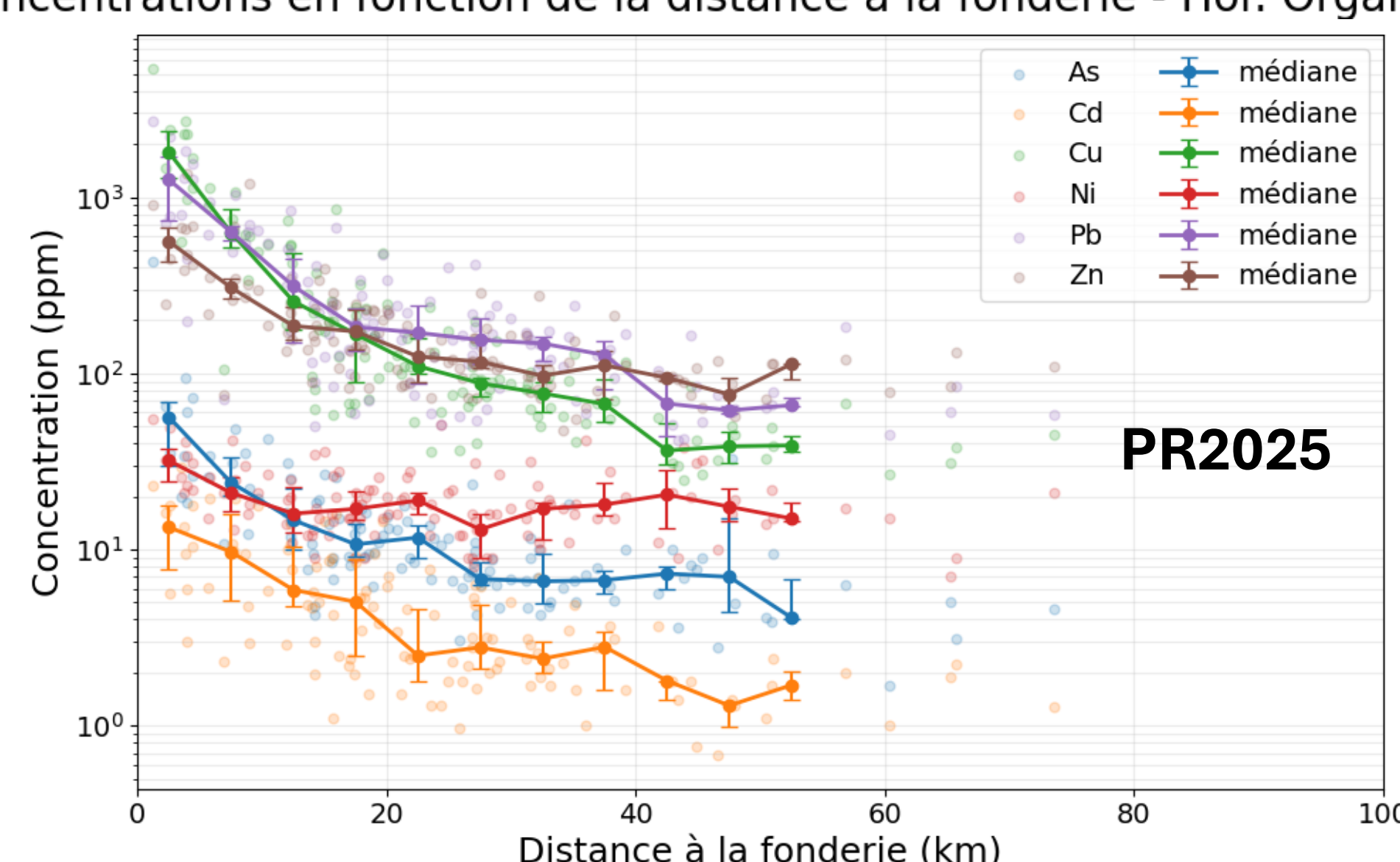


Figure 5. Concentrations métalliques en fonction de la distance à la fonderie pour les horizons organiques (FH). À gauche, dataset MITE (1997-2002). Au centre, dataset PR2025. À droite, comparaison des concentrations en Pb entre les datasets PR2025/IARP et MITE.

Concentrations en fonction de la distance à la fonderie - Hor. Organique



Concentration IARP/PR2025 et MITE en fonction de la distance à la fonderie - Plomb

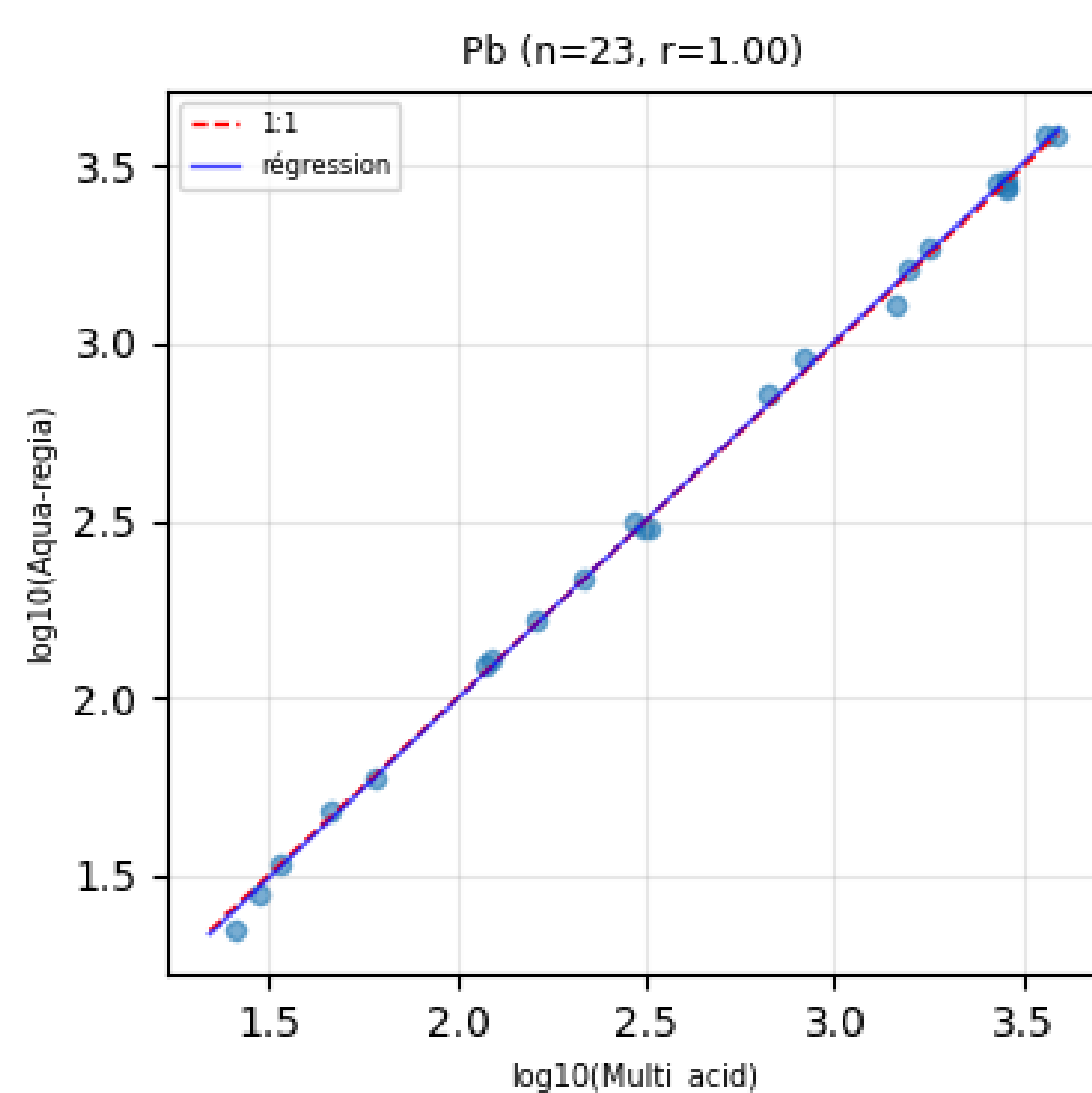
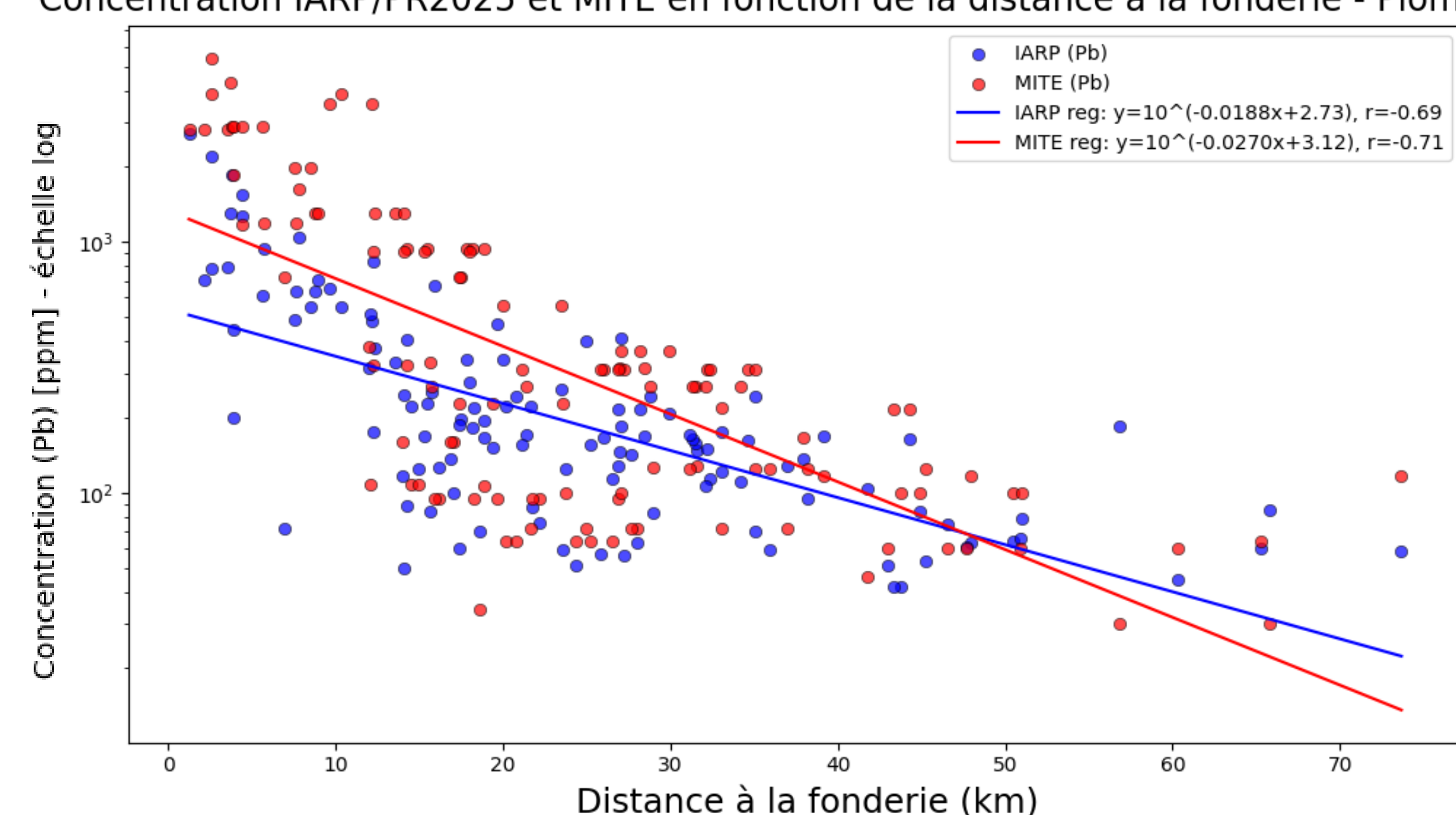


Figure 6. Comparaison des méthodes analytiques pour le Pb.

### Distribution spatiale et gradient de contamination métallique

- Diminution générale des concentrations métalliques avec l'augmentation de la distance à la fonderie.
- Les concentrations les plus élevées sont observées dans la région de Rouyn-Noranda.
- Certains métaux, comme le Pb, Cu, Cd et Ag, présentent une diminution plus importante des concentrations avec la distance, tandis que d'autres métaux, comme le Ni, demeurent relativement stables.
- La forte relation entre les analyses Aqua Regia (MITE) et la digestion totale – Multi Acide (PR2025) pour le Pb valide la comparabilité des deux méthodes pour ce métal.

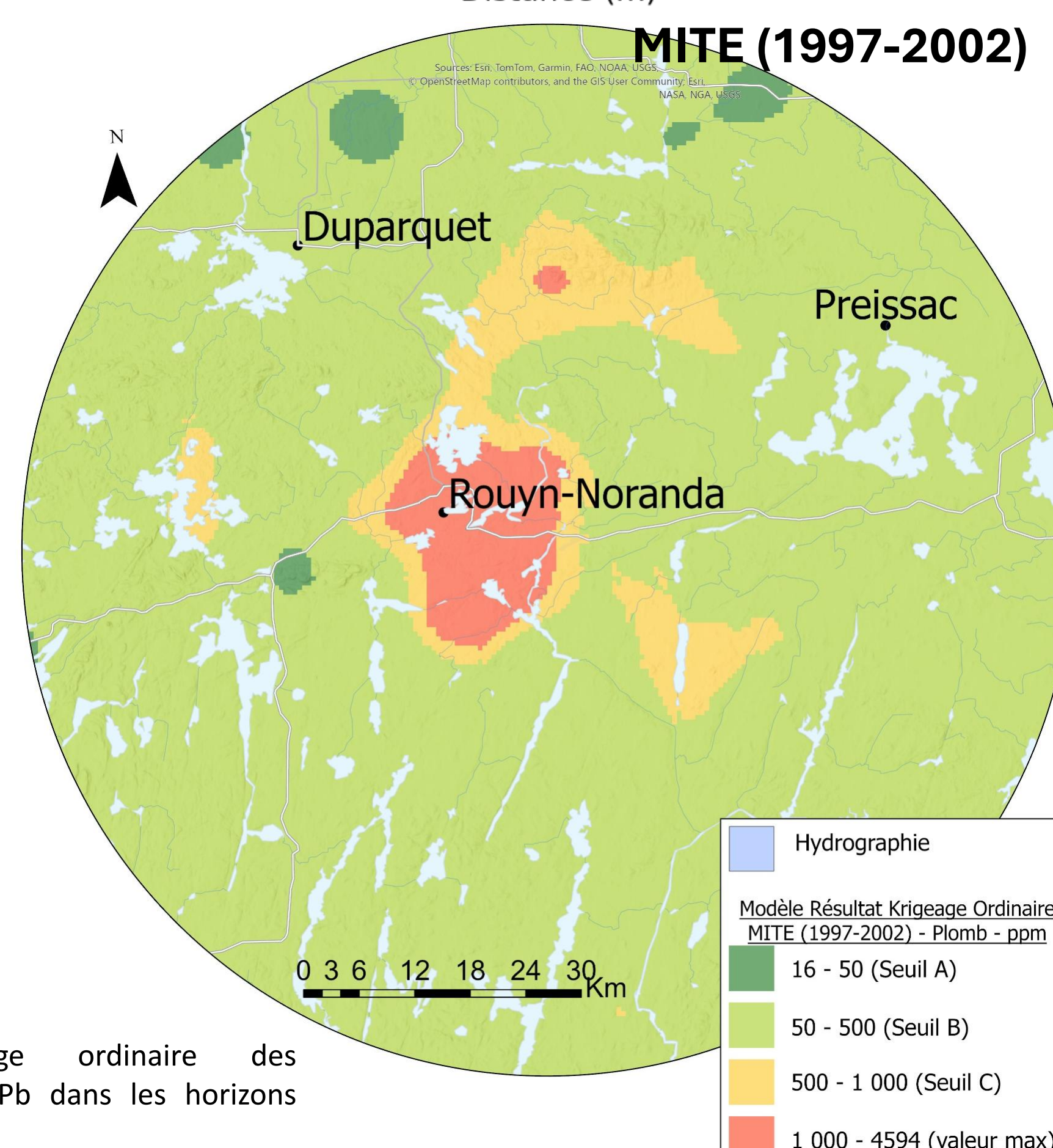
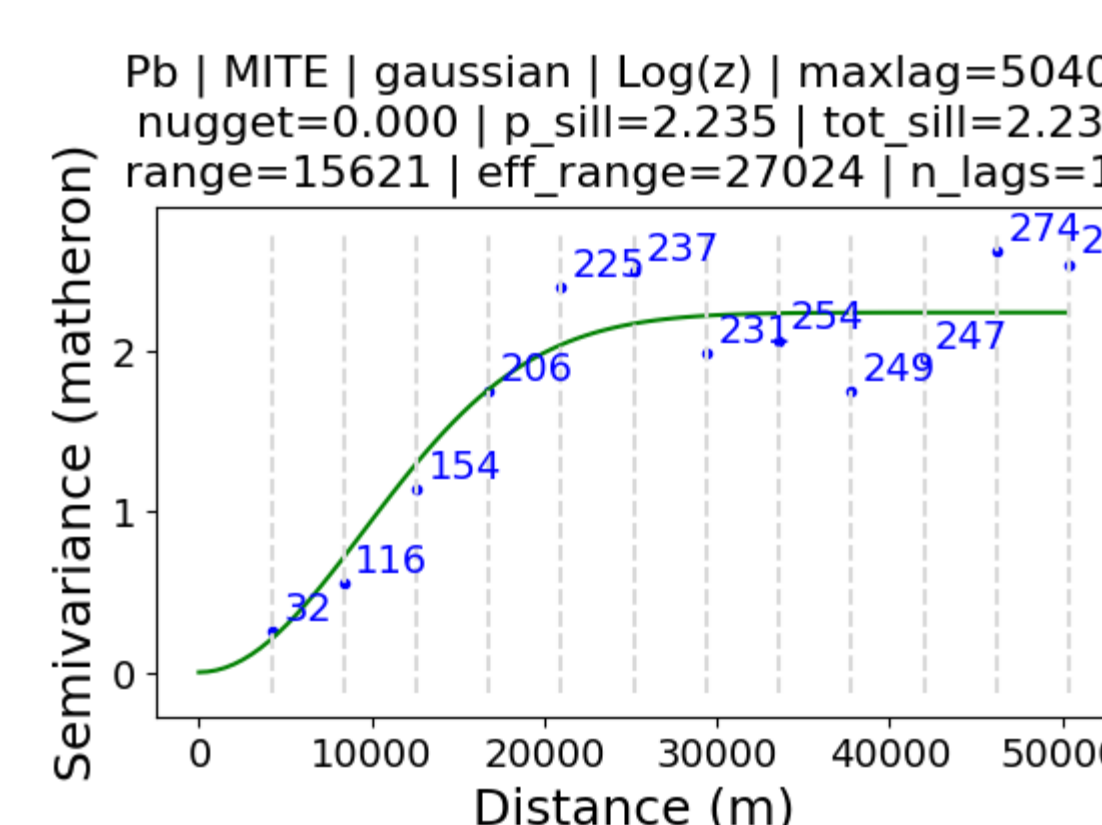
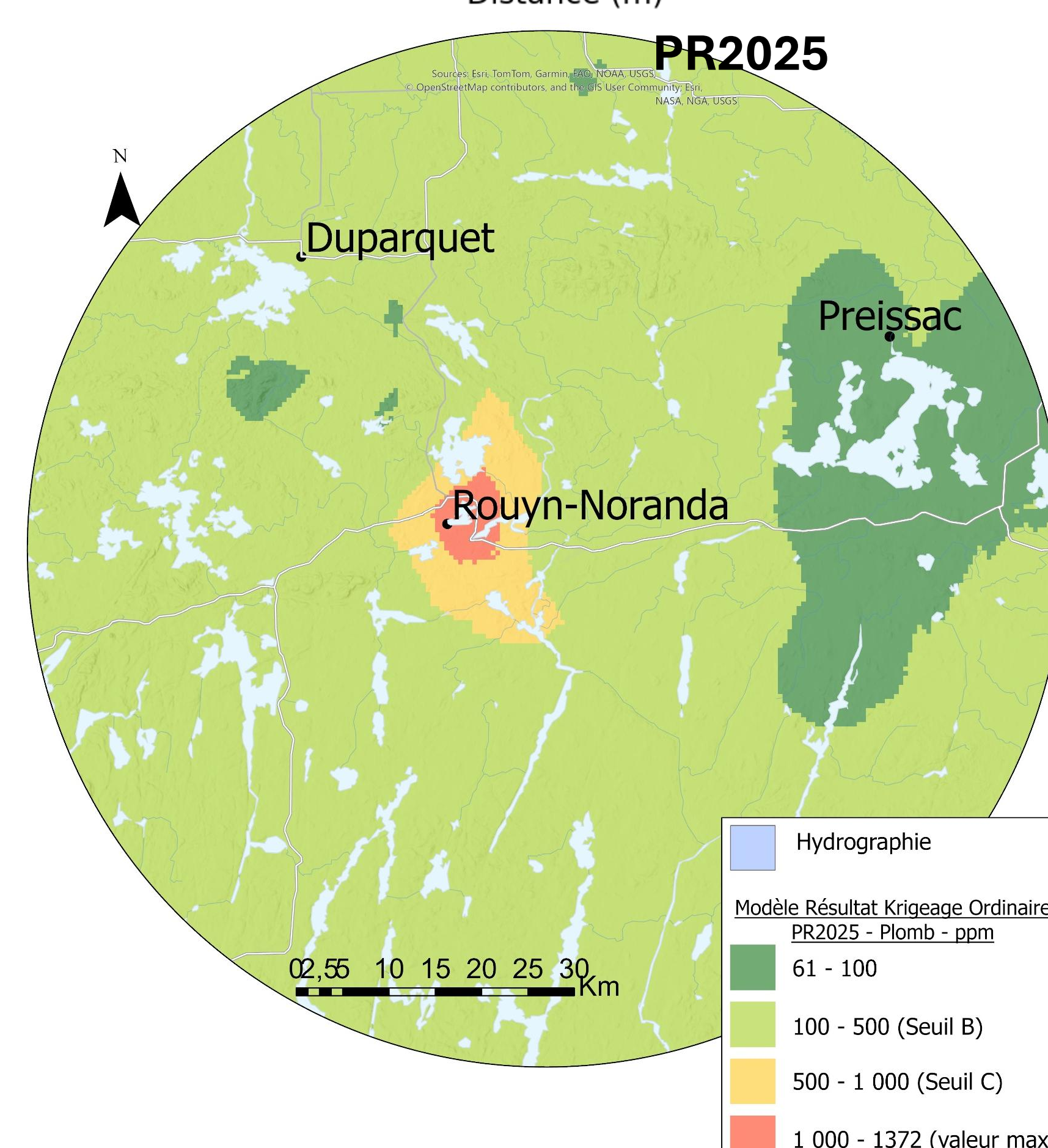
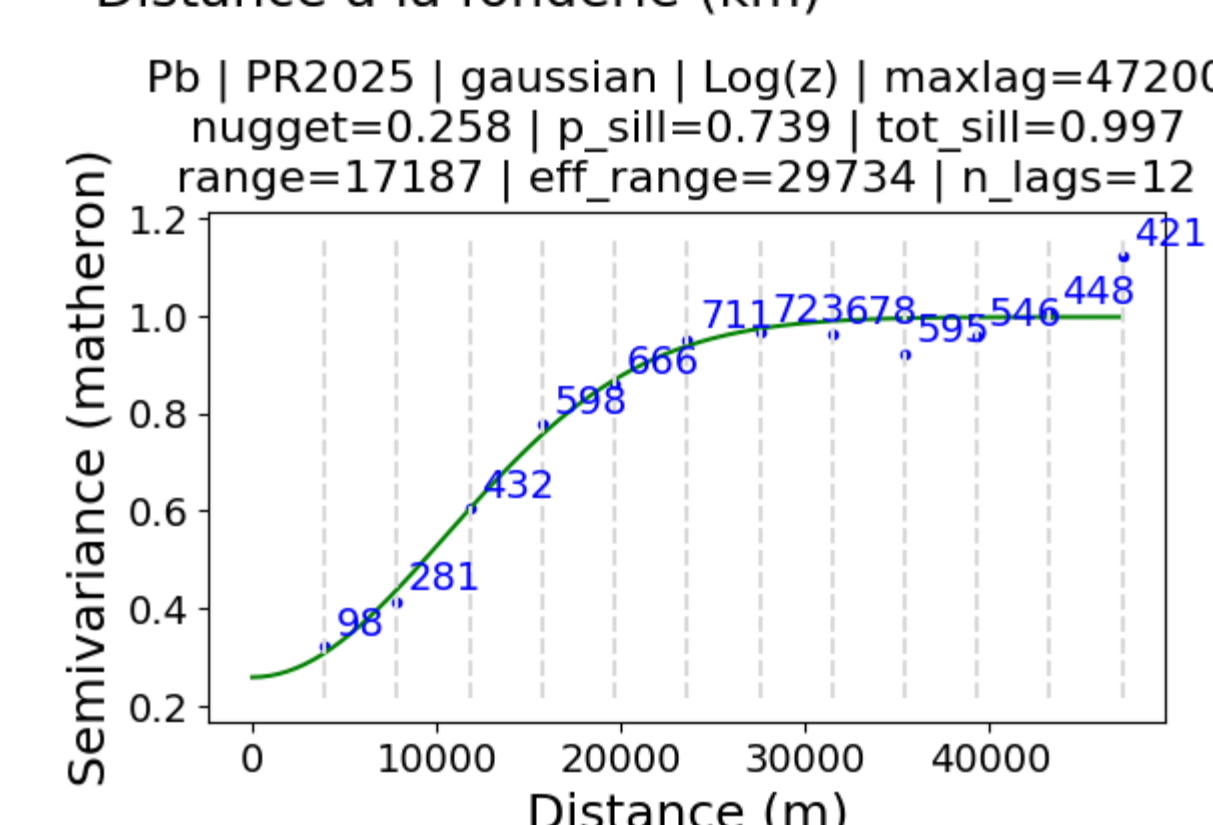


Figure 7. Krigeage ordinaire des concentrations en Pb dans les horizons organiques (FH).



## 5. TRAVAUX FUTURS

- Krigeage indicatrice** pour estimer les probabilités de dépassement des seuils environnementaux.
- Analyse spatiale multivariable** afin d'identifier les relations entre les concentrations métalliques et les facteurs environnementaux influençant la dispersion et l'accumulation des métaux.
- Identification des différences spatiales dans l'évolution temporelle de la contamination métallique.

## REMERCIEMENTS

- Cette recherche a été financée par la Commission géologique du Canada (CGC).
- Nous remercions les partenaires et collaborateurs du projet pour leur contribution au travail de terrain, aux discussions et aux commentaires constructifs tout au long du projet.

## RÉFÉRENCES

- [1] Henderson, P. J. et Knight, R.D. (2005). Regional distribution and mobility of copper and lead in soils near the Horne copper smelter at Rouyn-Noranda, Quebec. Geological Survey of Canada, Bulletin 584.
- [2] Bonham-Carter, G. F. (2005). Introduction to the GSC MITE Point Sources project. Geological Survey of Canada, Bulletin 584, 14 p.