

# Premiers fonds pédogéochimiques de la Base de Données des analyses de sols urbains - BDSolU

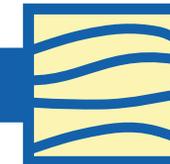
Résultats du projet « Fonds pédogéochimiques urbains » FGU

La BDSolU est un programme du **GisSol** cofinancé par



et





# SOMMAIRE

Présentation

Objectifs

Définitions

Fonctionnement

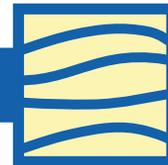
Bancarisation

Interprétation des données

Résultats

Perspectives





## OBJECTIFS :

### Produire des référentiels de la qualité chimique des sols urbains.

- **Diagnostic des sols potentiellement pollués** : distinguer la part habituellement présente dans la zone, de celle attribuable aux activités du site étudié,
- **Valorisation des terres excavées** : rechercher un site receveur compatible.

Fonds pédogéochimiques anthropisés (FPGA) en milieu urbain



<https://ssp-infoterre.brgm.fr>

# DÉFINITION : FOND PÉDOGÉOCHIMIQUE ANTHROPIsé

Gamme des concentrations habituelles d'une substance dans le sol en raison :

- **d'apports d'origine naturelle**,  
(principalement issues de la roche mère, mais aussi des alluvions et des dépôts volcaniques et éoliens lors de la pédogénèse)

et

- **d'apports diffus d'origine anthropique présents et passés**  
(dépôts atmosphériques de fumées et poussières... éventuels amendements et remblais).

**Substances persistantes :**  
métaux, métalloïdes, HAP, PCB, dioxines, PFAS...

InfoTerre  
Sites et sols pollués

F

≤ A B C D E E G H I J K L M N O P Q R S T U V

## fond

Gamme des concentrations habituelles d'une substance dans un milieu.

Dépôts aériens diffus

Dépôts aériens diffus

Fond pédogéochimique anthropisé

Anomalie anthropique

Fond pédogéochimique naturel

Fond géochimique

Anomalie naturelle

Schéma simplifié illustrant les notions de fond utilisées en gestion des sites et sols pollués (Source : adapté des Guides Détermination des valeurs de fond : Echelle du site - Echelle du territoire, ADEME, 2018)

© ADEME - BRGM

Glossaire Sites et Sols Pollués  
<https://ssp-infoterre.brgm.fr>





## DÉFINITION : ENVIRONNEMENT LOCAL TÉMOIN (ELT)

Zone géographique jugée **exempte de toute anomalie anthropique** en lien avec le ou les polluant(s) étudié(s). L'ELT :

- est situé à proximité du site en cours d'étude,
- présente une géologie et une pédologie similaires à celles du site étudié,
- **n'a jamais accueilli l'une des activités recensées sur le site** et à l'origine de la ou des pollution(s).

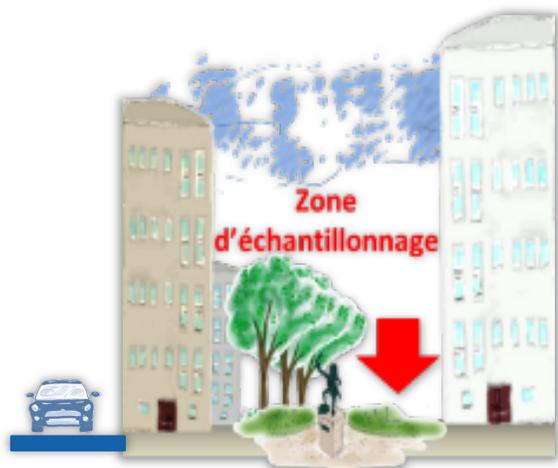


Prélèvement de sol de surface.

Glossaire Sites et Sols Pollués

<https://ssp-infoterre.brgm.fr>

# FONCTIONNEMENT



Nom du site*	Occupation du sol	Numéro de rue*	Rue*	Ville*	Code postal*			
Parc Oussaye	1422 - Espaces ouverts de sport et de loisir	183	Rue Maréchal Ney	Epinal	88000			
Identifiant unique du sondage attribué par le foreur ou le préleveur*	Méthode de sondage*	Code BSS	X WGS 84* degré décimal	Y WGS 84* degré décimal	Z en mètres* altitude de la surface topographique	Référentiel altimétrique*	Profondeur début sondage en mètres*	
FG-TLS-15	1 - Pelle manuelle		1,708	41,67803	1983 - IGN 1969		0	
Identifiant du sondage*	Profondeur début en mètres*	Profondeur fin en mètres*	Commentaire					
Sondage : FG-TLS-15	0	0,05						
Identifiant du niveau dans le sondage*	Type matériau*	Granulométrie matériau*	Commentaire					
Sondage : FG-TLS-15   Profondeur : 0 -	11 - Texture équilibrée	4 - 0,06 < D < 2 mm						
Identifiant du sondage*	Code SIRET du préleveur*	Identifiant unique de l'échantillon attribué par le préleveur*	Date et heure de prélèvement*	Profondeur début échantillon (m)*	Profondeur fin échantillon (m)*	Mode prélèvement*	Nombre de sous-échantillons	Largeur (m)
Sondage : FG-TLS-15		FG-TLS-15-1	21/09/2016 08:30	0	0,05	3 - Échantillon composite selon une grille carrée	5	3
Sondage : FG-TLS-15		FG-TLS-15-2	21/09/2016 08:45	0	0,05	3 - Échantillon composite selon une grille carrée	5	3



© brgm

Recueil des données descriptives du projet, du site, des sondages, des échantillons et des analyses.

Saisie sous tableur conforme aux attentes de la plateforme **BDSoIU.fr**

Soumission, validation sur la Plateforme **BDSoIU.fr**

Bancarisation des données dans la **BDSoIU**

**Conventions** avec les donneurs d'ordre des **politiques publiques** ou des projets de **détermination de FPG, d'aménagement, de recherche...**



## BANCARISATION DES DONNÉES

**ETS** - Diagnostic des sols des établissements accueillant des enfants et des adolescents. Communes de plus de 5 000 habitants - 2009-2022

### GéoBaPa

Fonds pédogéochimiques du Bassin parisien-Normandie, Ile-de-France - 2018-2021

### FGU Toulouse

Démonstration de la faisabilité des recommandations du GT « Valeurs de fonds » ADEME – Métropole - 2019

**Diverses études sur la qualité des sols** (jardins potagers, sols de maraîchage) et projets d'aménagement - Métropole de Nantes - 2013, 2014, 2015, 2019

### Metotrass

Méthodologie optimisée pour l'évaluation des ETM dans les sols en domaine de socle Département de Loire-Atlantique - 2009

#### Données bancarisées :

Sites	Sondages	Echantillons	Analyses
<b>1757</b>	<b>3070</b>	<b>4060</b>	<b>162857</b>

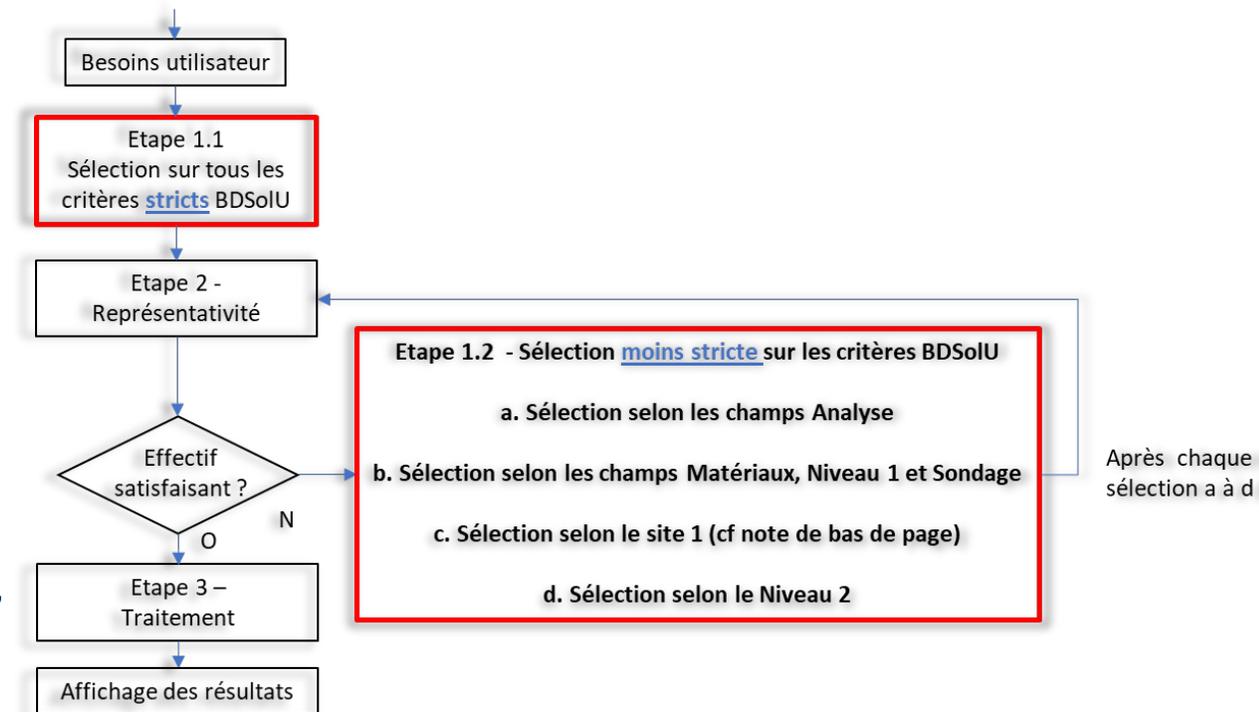
# INTERPRÉTATION DES DONNÉES

## Etape 1. Sélection des données

Nécessaire en raison de la diversité des projets qui contribuent à la **BDSolU** et des **hétérogénéités** qui en découlent.

**Objectif** : obtenir un **maximum de données** avec la **meilleure représentativité possible**.

- Sélection d'après le contenu des tables de la base descriptives des sites, sondages, niveaux, matériaux, échantillons et analyses,
- Adaptation de la sélection selon des critères plus ou moins stricts pour optimiser l'effectif final.



Méthode des indicatrices. 5 niveaux de sélection.

# INTERPRÉTATION DES DONNÉES

## Etape 2. Calculs et statistiques

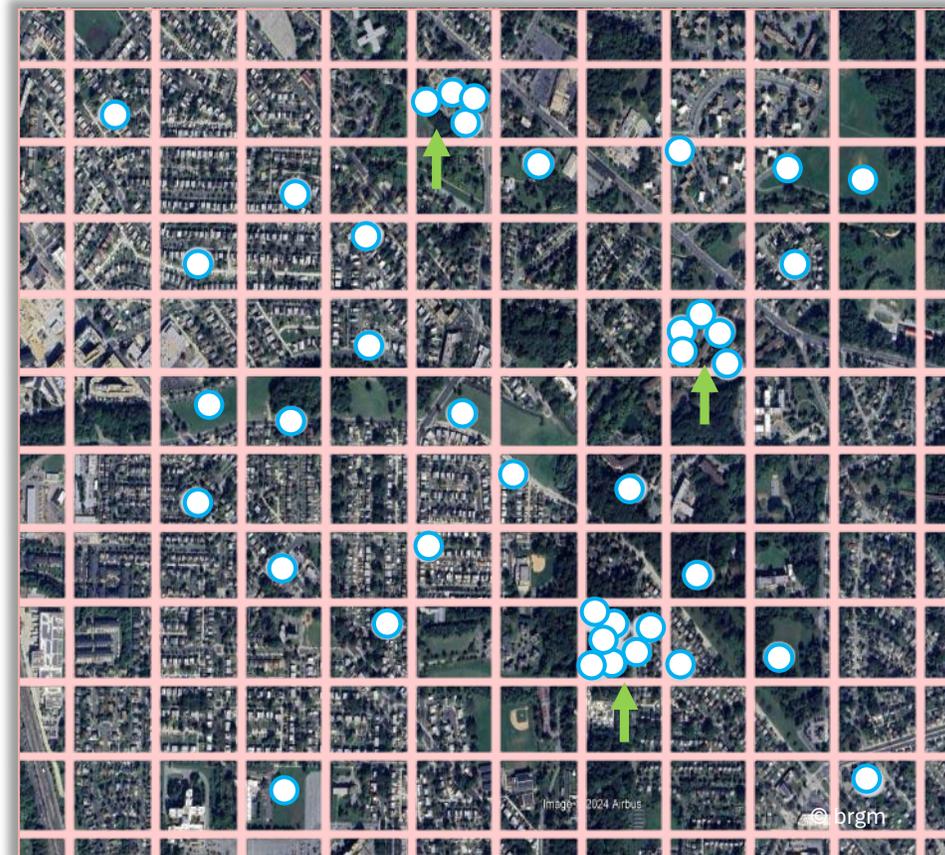
### Objectif : compenser les points de prélèvement groupés

Segmentation du territoire étudié en 100 cellules.

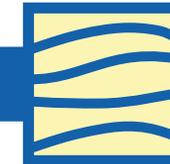
Comptage du nombre d'échantillons dans chacune d'elles.

Obtention d'un indicateur de répartition spatiale en étudiant le pourcentage moyen d'échantillons dans chaque cellule (idéalement proche de 1).

Pondération dans chaque cellule des résultats d'analyse associés aux échantillons par l'inverse du nombre d'échantillons.



Méthode de dégroupement spatial par « fenêtres » (Goovaerts, 1997)





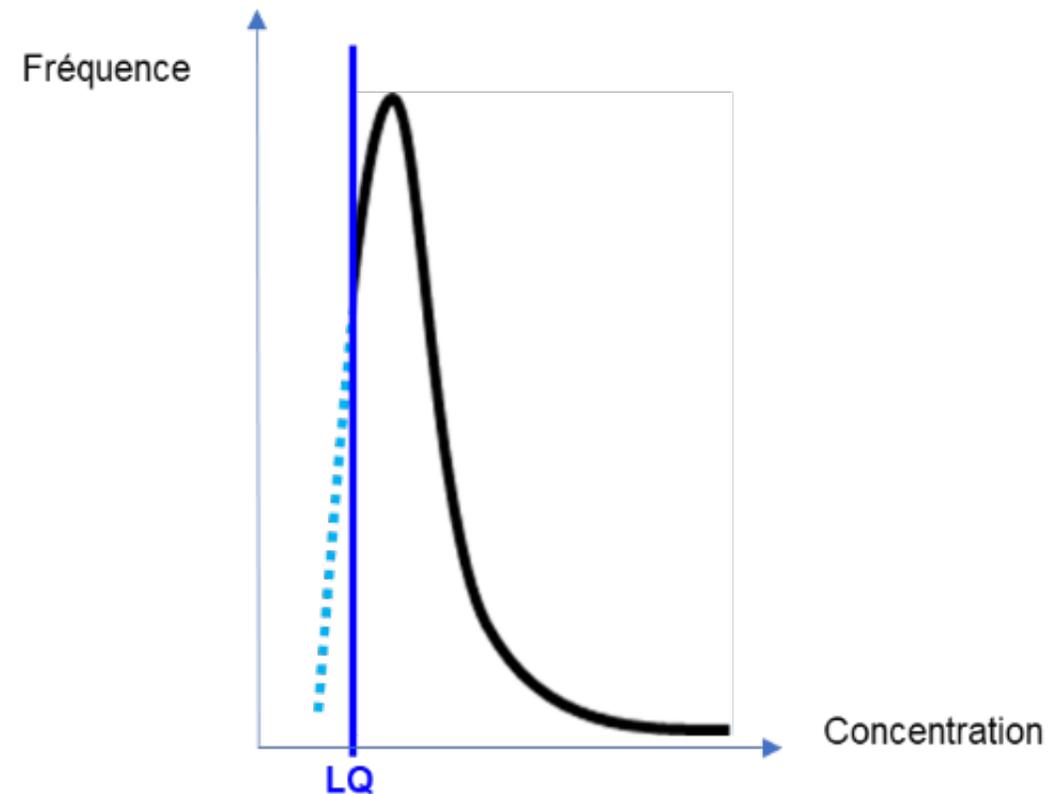
# INTERPRÉTATION DES DONNÉES

## Etape 2. Calculs et statistiques

**Objectif : déterminer les principales valeurs statistiques en tenant compte des résultats d'analyses non quantifiés**

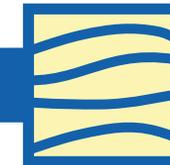
Quand le taux de valeurs  $< LQ$  est  $> 25\%$  :

- remplacement des valeurs  $< LQ$  par  $k$  valeurs discrétisées entre 0 et  $LQ$ .  
Chacune de ces valeurs reçoit un poids  $1/k$ ,
- Chaque donnée quantifiée reçoit un poids égal à 1,
- Les calculs sont effectués avec les données pondérées (initiales et reconstituées).



© brgm

Reconstitution d'une population par discrétisation

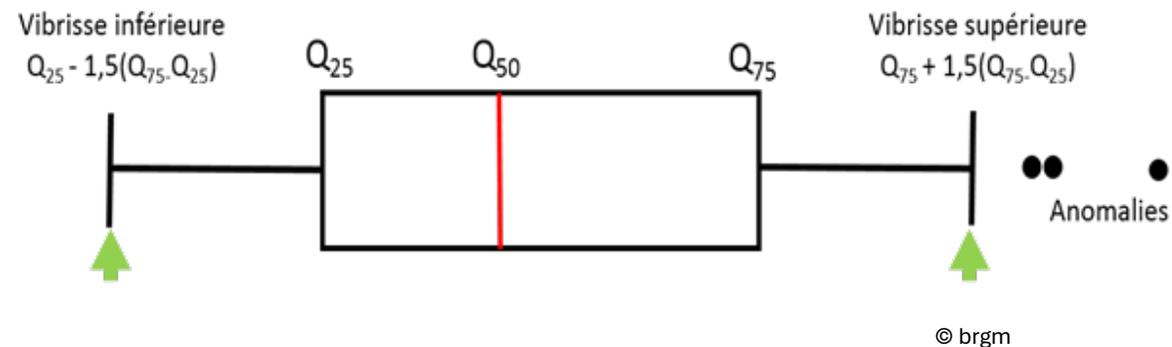


# INTERPRÉTATION DES DONNÉES

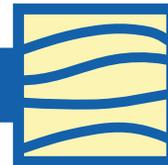
## Etape 2. Calculs et statistiques

### Objectif : effectuer les calculs

Si le nombre de données fiables disponibles le permet ( $n > 30$ ), les limites basse et haute des FPGA sont calculées selon les formules de Tukey.



Boîte de dispersion (boite à moustaches) selon Tukey J.W. (1977).



# INTERPRÉTATION DES DONNÉES

## Etape 2. Calculs et statistiques

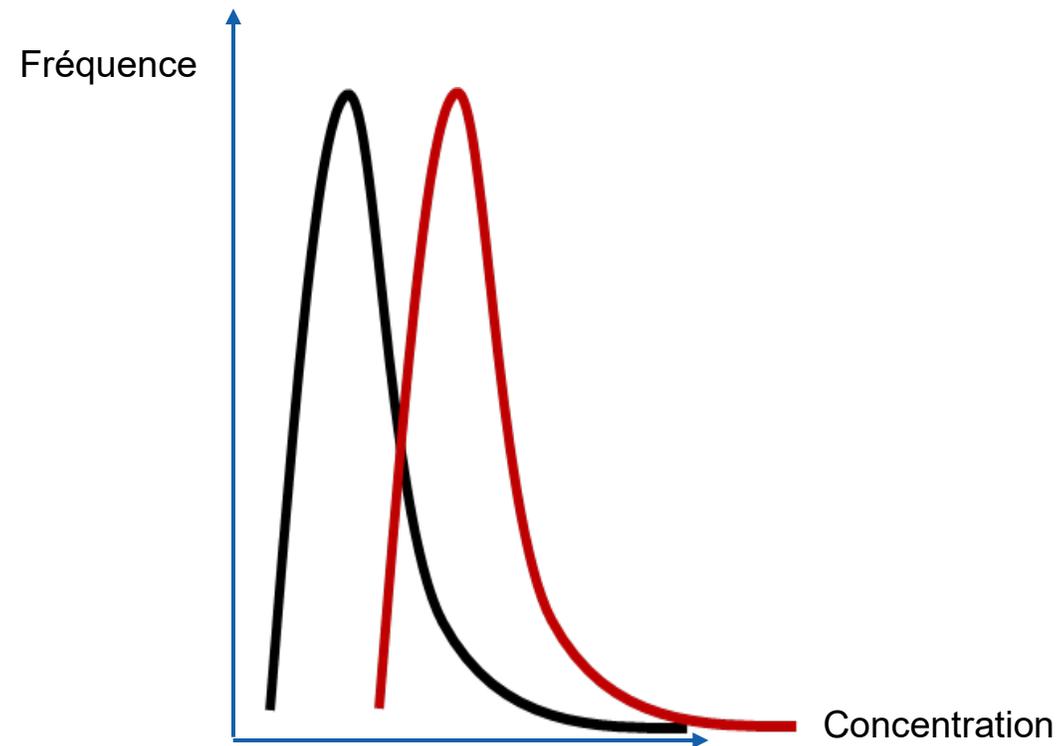
### Objectif : évaluer la qualité des résultats

L'indice final de fiabilité (\* mauvais, \*\* moyen, \*\*\* bon) prend en compte :

- la fiabilité du niveau de sélection
- l'effectif
- la plurimodalité de la population (test d'Hartigan)

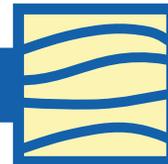
Effectif	Test d'Hartigan	Fiabilité
< 30	-	mauvaise
> 30	< 0,5	moyenne
> 30	> 0,5	bonne

- la dispersion de la population (coefficient de variation)
- le taux de valeurs < LQ



© brgm

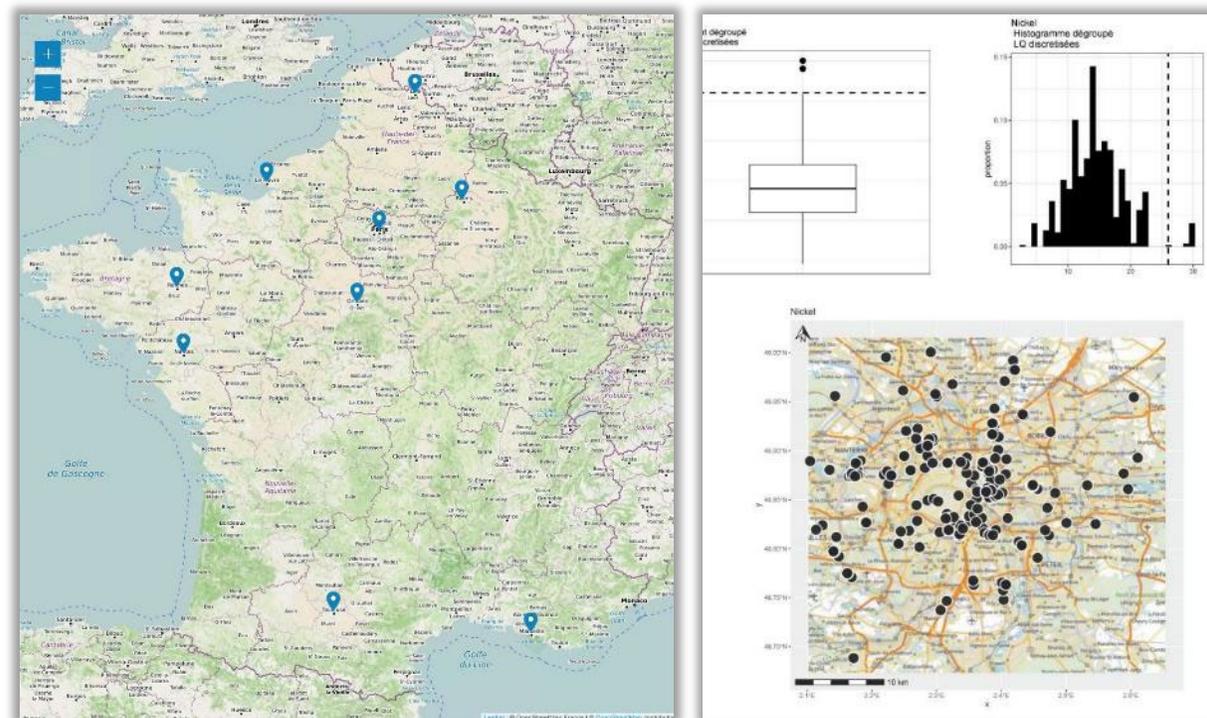
Présence de plusieurs populations (multimodalité) évaluée avec un test d'Hartigan.



## RÉSULTATS

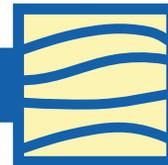
Tableaux de valeurs statistiques, histogrammes, boîtes à moustache et carte des points de prélèvement dans l'agglomération urbaine étudiée **préparés pour les sols de surface (0-5 cm et 0-30 cm) et profonds (> 30 cm).**

Consultation depuis les pages du site internet **BDSolU.fr** pour actuellement **9 zones urbaines de France métropolitaine.**



© brgm

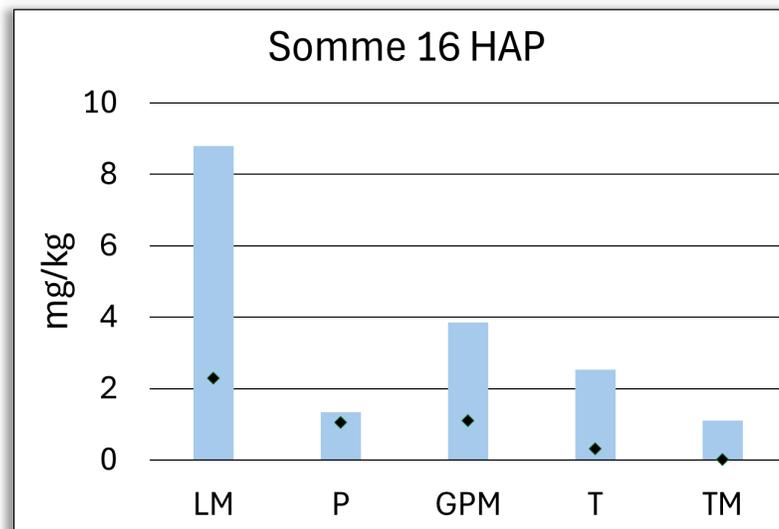
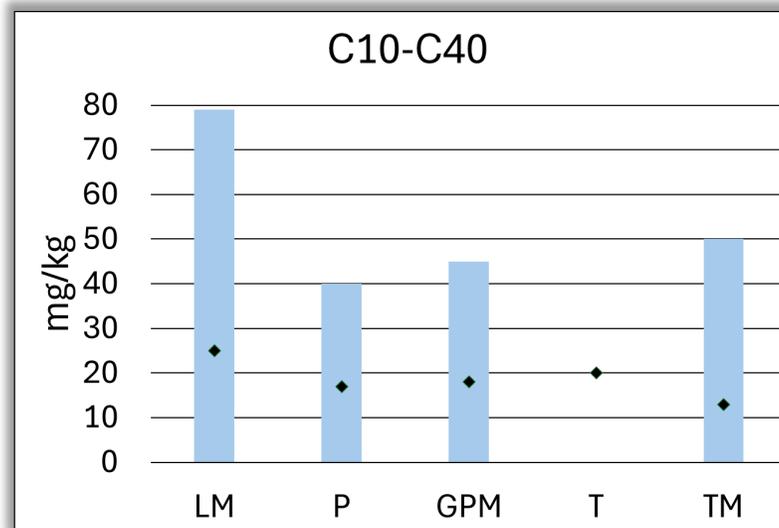
Nom	Nb	Nb discr.	< LQ %	Moy.	Méd.	CV	Min.	q10	q25	q75	q90	q95	Max.	Vibrisse	Indice qualité	Unité
As	76	0	1	8,4	8,0	0,28	2,0	5,2	7,0	10,0	11,0	12,0	14,0	14,0	**	mg/kg



## RÉSULTATS

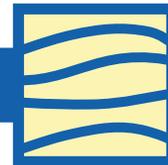
Quelques tendances pour les gammes de valeurs de fond dans les sols de surface (0-30 cm) selon les zones urbaines.

<b>C10-C40</b>	LM	>	TM, GPM, P
<b>Σ16 HAP</b>	LM	>	GPM, T, P, TM



### Légende :

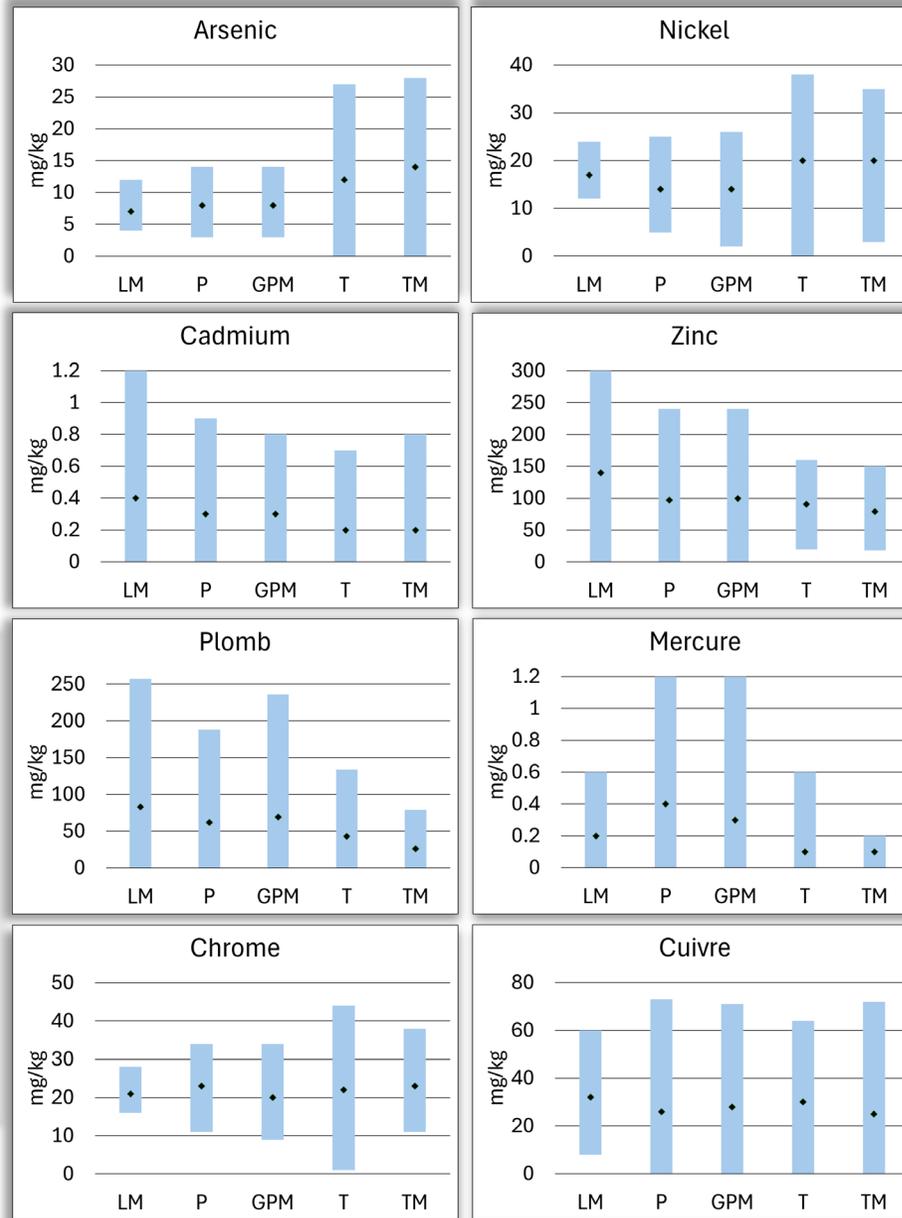
- LM : Lille Métropole
- P : Paris
- GPM : Grand Paris Métropole
- T : Toulouse
- TM : Toulouse Métropole
- Gamme de valeurs de fond
- Médiane de la gamme



## RÉSULTATS

Quelques tendances pour les gammes de valeurs de fond dans les sols de surface (0-30 cm) selon les zones urbaines.

As, Ni	TM, T	>	GPM, P, LM
Cd, Zn	LM	>	P, GPM, T, TM
Pb	LM, P, GPM	>	T, TM
Hg	P, GPM	>	LM, T, TM
Cr	T	>	TM, LM, P, GPM
Cu	LM	<	P, GPM, T, TM



### Légende :

- LM : Lille Métropole
- P : Paris
- GPM : Grand Paris Métropole
- T : Toulouse
- TM : Toulouse Métropole
- Gamme de valeurs de fond
- Médiane de la gamme



## PERSPECTIVES

### Bancarisation de jeux de **données complémentaires** :

Partenariats divers : INERIS, CEREMA, SecurAGRI (AgroParisTech)

### Finaliser **l'interopérabilité des données BDSolU et Donesol** :

Etablir un *continuum* d'information allant des sols urbains aux sols agricoles et forestiers, et mettant à disposition à la fois des données pédologiques, biogéochimiques, et d'usage des sols



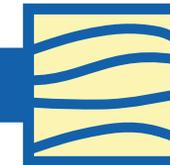
### Vers un **outil de restitution cartographique** avec les résultats :

- **Projet HOUSES** - Harmonized Operation of Uncertainties in Spatialized Environmental Systems - 2022-2026
- **Projet ISLANDR** - Information-based Strategies for Land Remediation - 2023-2026, <https://islandr.eu>



### Contribuer à répondre aux exigences de la future **Directive relative à la surveillance et à la résilience des sols** – Proposition du 07 07 2023



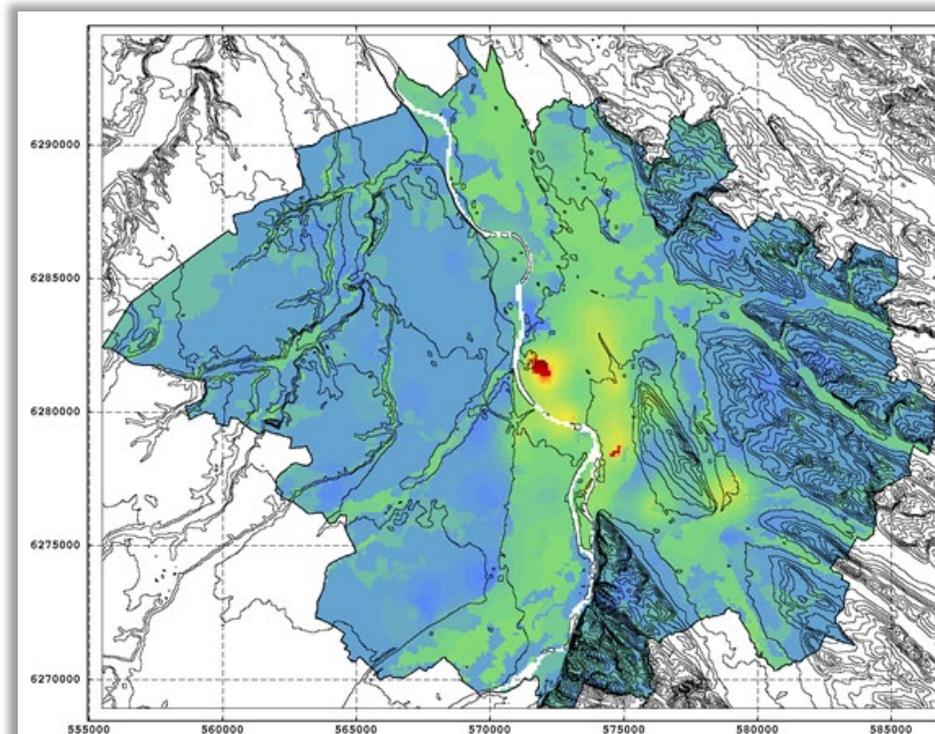


## ACCOMPAGNEMENT DES COLLECTIVITÉS

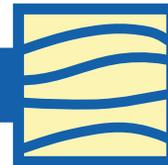
L'ADEME apporte un soutien financier aux villes et agglomérations qui souhaitent mieux connaître la qualité des sols de leur territoire.

Les opérations d'échantillonnage et d'analyse peuvent être conduites avec l'assistance du BRGM en vue d'alimenter la **BDSolU**.

Des interprétations plus poussées sont possibles, comme lors du projet FGU Toulouse.



Cartographie géostatistique des teneurs en plomb du FPGA dans les sols urbains de la Métropole de Toulouse (krigeage simple avec moyenne et variance locales variant en fonction de la géologie et de l'occupation du sol).  
Fond de plan : modèle numérique de terrain.  
Figure réalisée avec Isatis © Geovariances.



Merci pour votre attention !

Nous contacter :

[BDSolU@brgm.fr](mailto:BDSolU@brgm.fr)