

Colloque de restitution du PIREN-Seine

L'amphibole de type « actinolite » comme traceur de l'érosion de matériaux urbains en région parisienne

Pierre Le Pape, Guillaume Morin, Benoît Baptiste, Thierry Allard, Etienne Balan, Ludovic Delbes, Claire Carvalho, Clara Vaccaro, Maëva Philippe, Sophie Ayrault, Cécile Quantin, Gaël Monvoisin, François Guyot

Anthony Foucher, Olivier Evrard

Elodie Guigon, Thomas Thiebault

Laboratoires impliqués dans l'action:

IMPMC, LSCE et METIS

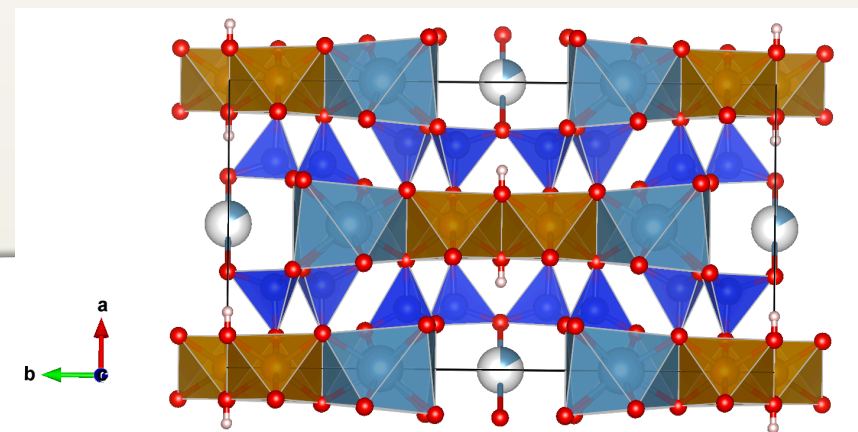


Illustration de la structure d'une actinolite

Le traçage de l'origine des particules grâce à la minéralogie

Exports géogéniques



- Signature minéralogique représentative de la géologie/ lithologie locale

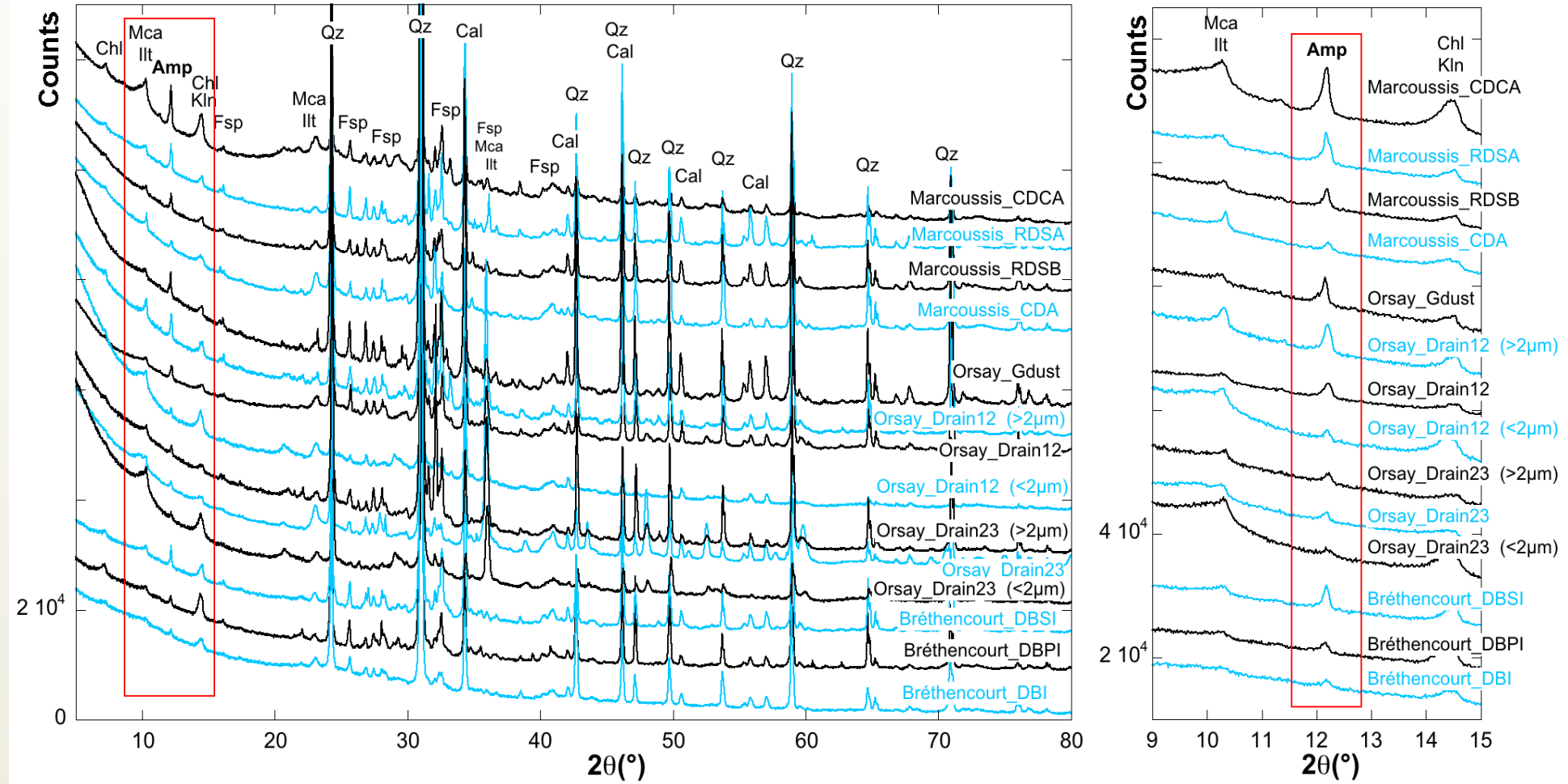
Exports géogéniques et anthropiques



- Quelle composition des poussières urbaines ? Signature minéralogique représentative de l'utilisation de matériaux urbains ?

Mesure de la présence d'amphibole par diffraction des rayons X dans des échantillons de région parisienne

- Etude de diffractogrammes sur poudre: exemple des bassins autoroutiers
- Famille de pics diagnostique des amphiboles / limite de détection env. 1%

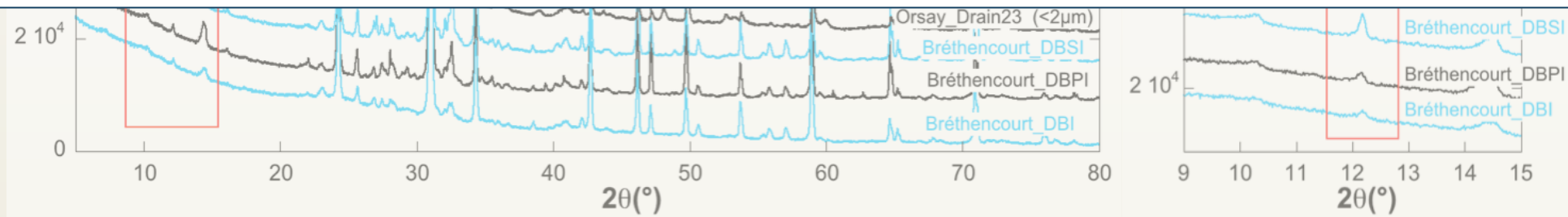


Mesure d'amphiboles par diffraction des rayons X dans des échantillons de différentes natures

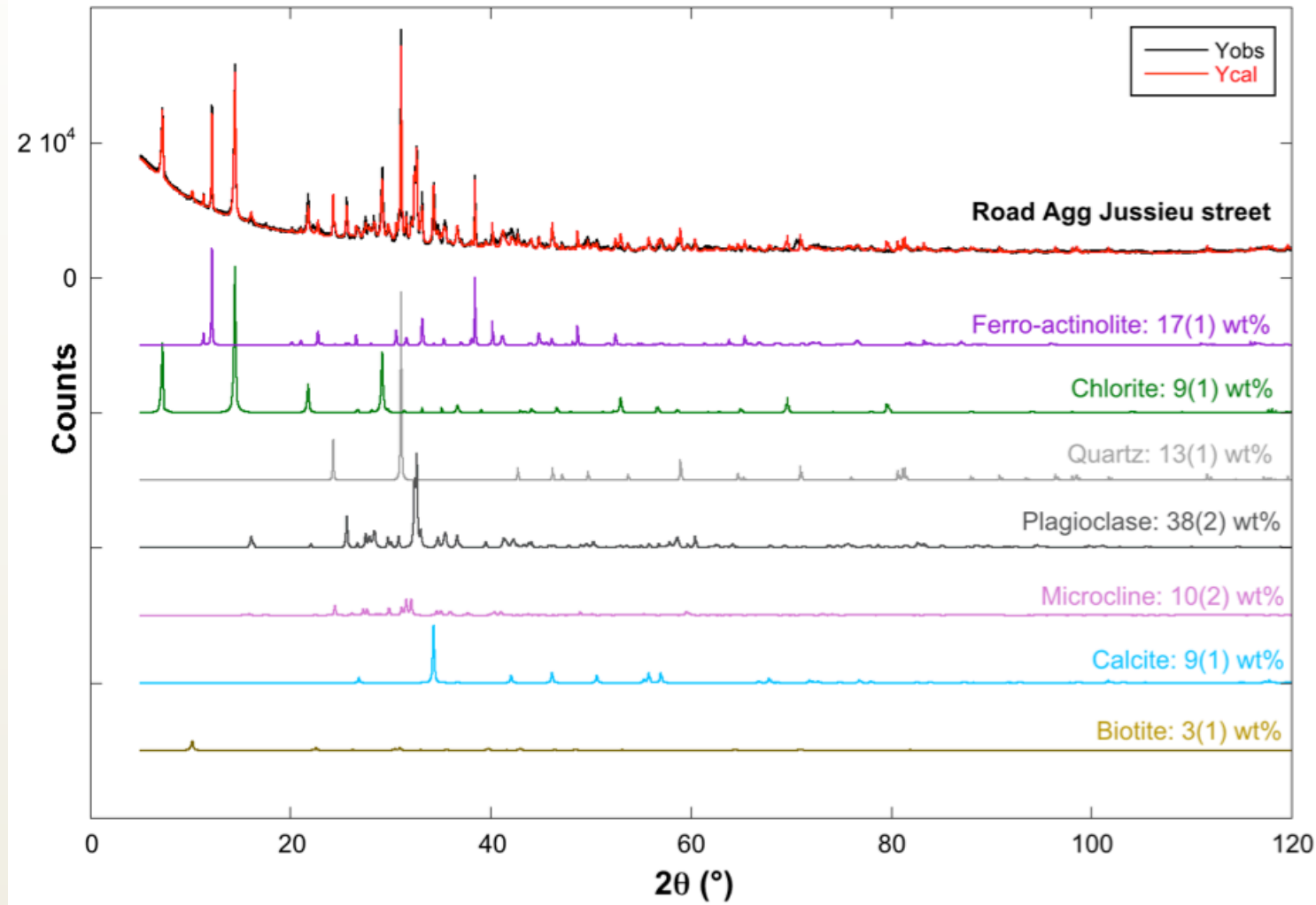


- Échantillons de **sédiments et de poussières** de bassins autoroutiers
- Échantillons de **poussières urbaines** prélevés dans Paris
- Échantillons de **matières en suspension** de l'Orge et de la Seine
- Échantillons de **granulats** présents dans les enrobés routiers

Détection d'amphibole par DRX dans quasiment tous les échantillons



Les granulats des enrobés routiers comme source majeure d'amphibole de type « actinolite » dans les poussières urbaines



Mesure de **17% de Fe-Mg-actinolite** dans un échantillon d'agrégat routier



L'actinolite est essentiellement présente en dehors du bassin sédimentaire parisien

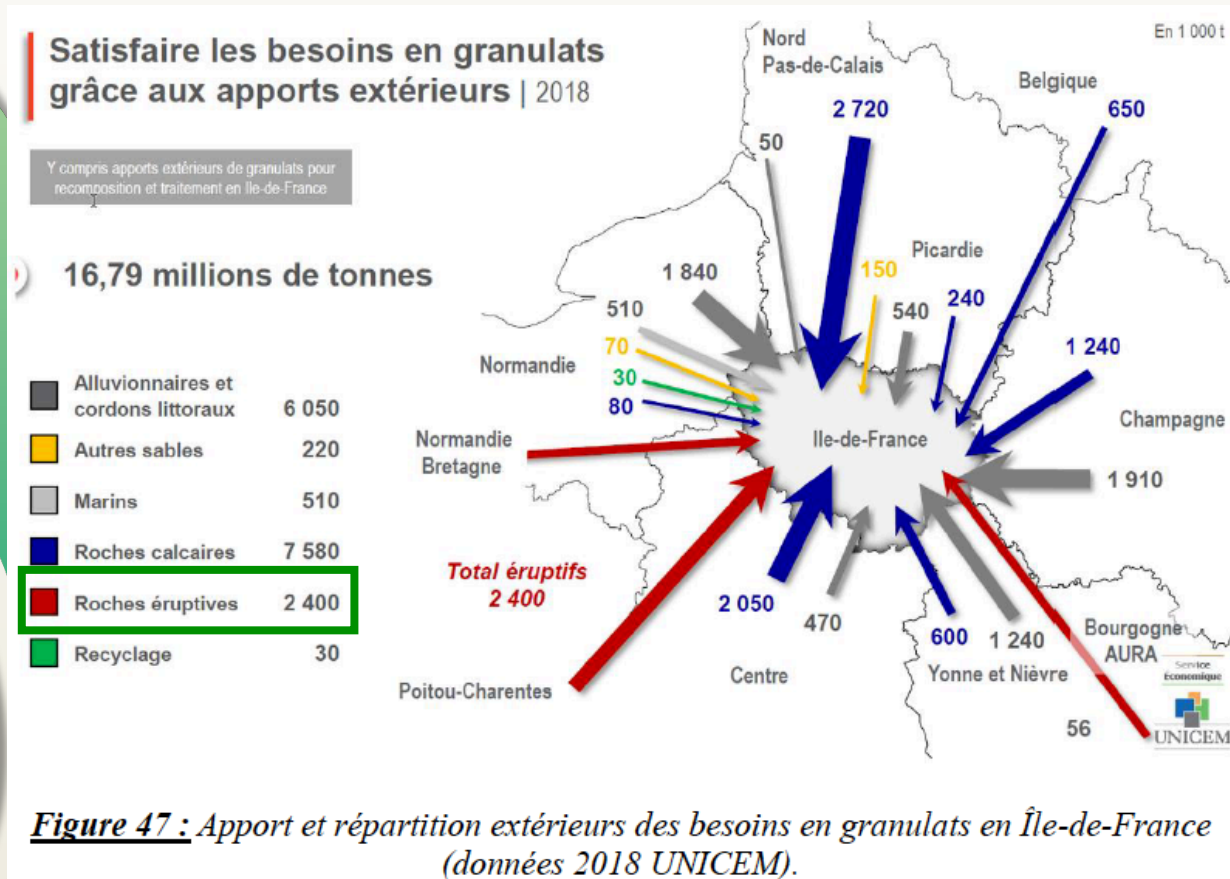
Source des granulats contenant de l'actinolite ?

RAPPORT

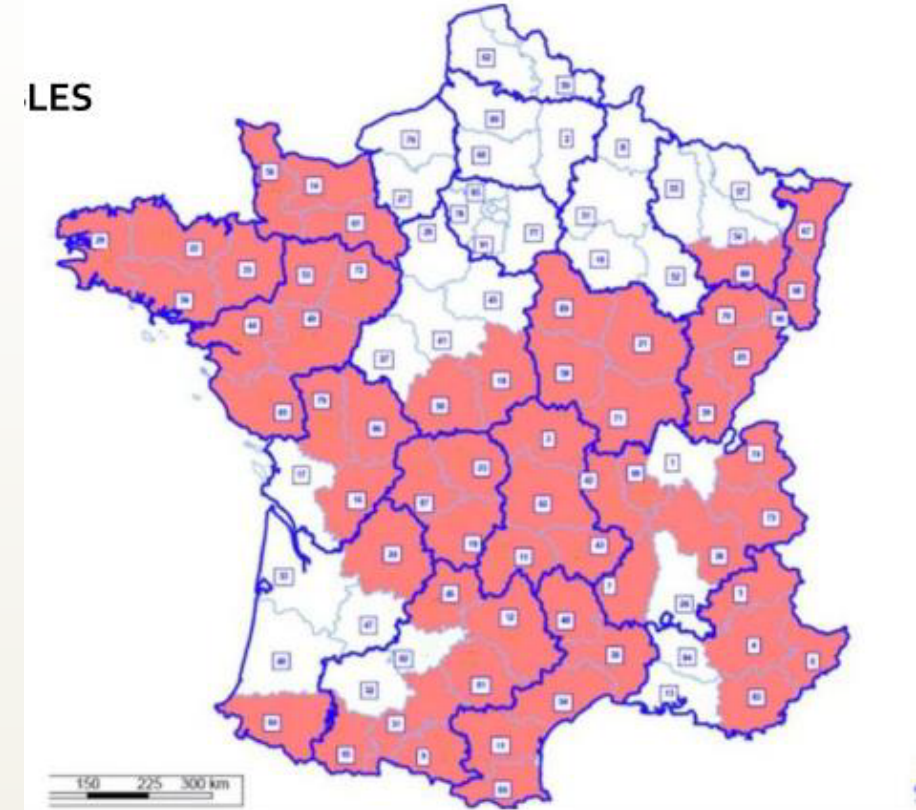
Schéma régional des carrières d'Île-de-France

Document B – Etat des lieux sur les ressources minérales du territoire et les besoins/production de matériaux de carrières pour l'année de référence 2018

<https://www.drieat.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/le-schema-regional-des-carrieres-src-r1702.html>



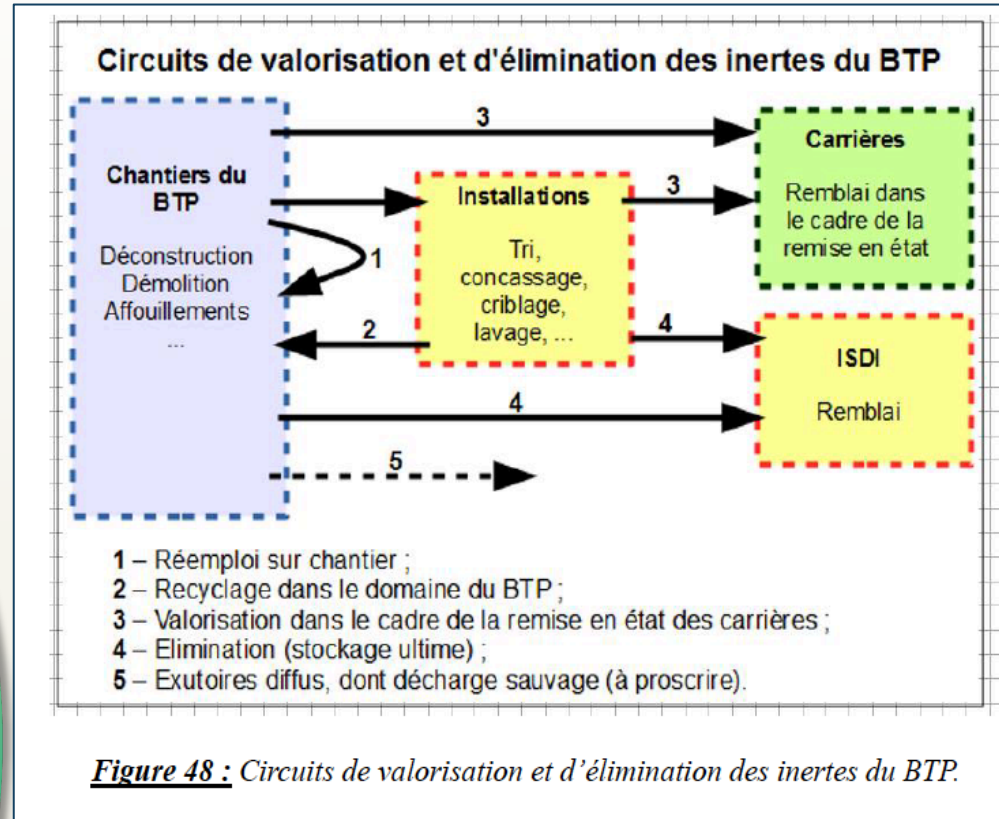
LES



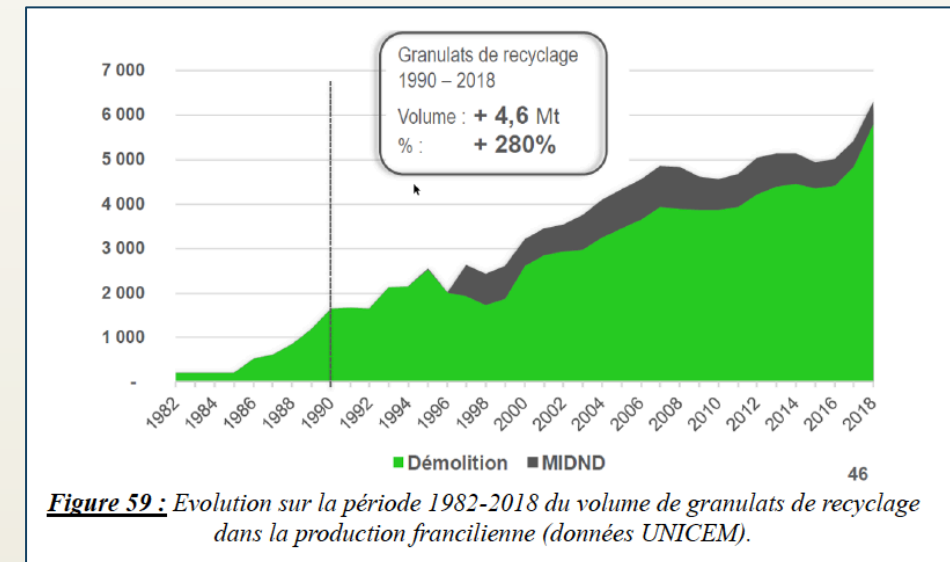
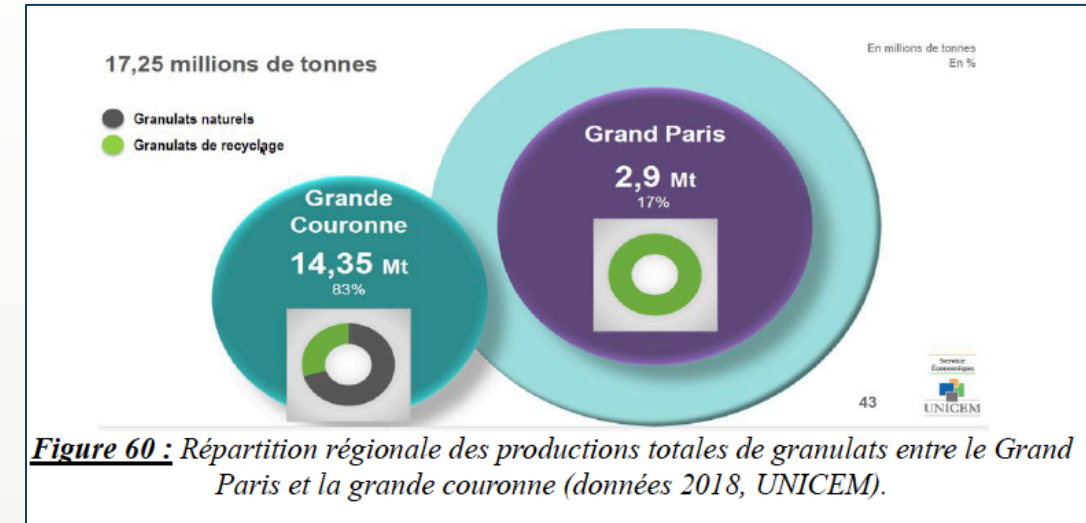
- Départements susceptibles d'être concernés par la présence d'actinolite dans les carrières de production de granulats
« Audition de l'UNICEM à l'ANSES, 2016 »
- En Île-de-France pour l'année 2018
Apports granulats extérieurs à la région → 53%
Pour l'asphalt estimé 75%

La question du recyclage des matériaux de route ?

Données schéma régional des carrières d'Ile-de-France 2018



- Dissémination de la signature minéralogique de l'actinolite malgré des apports annuels globaux limités ?



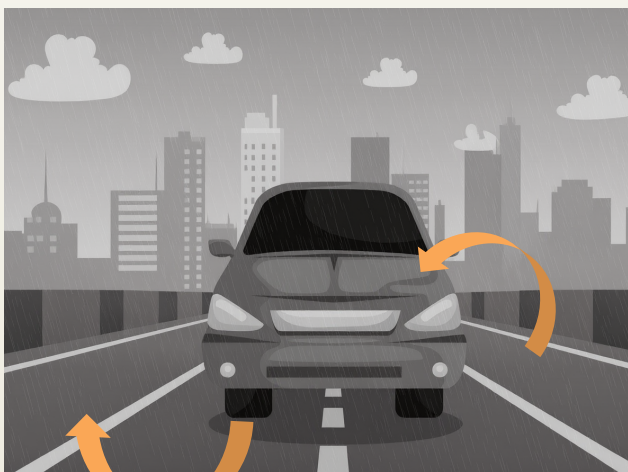
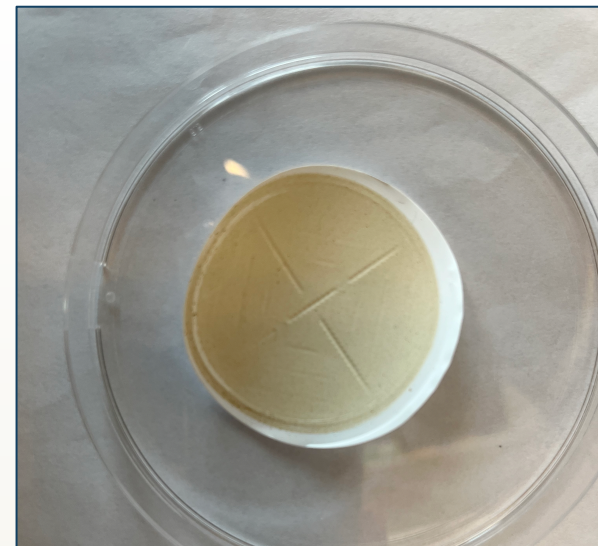
Modes de transport du minéral en ville ?

Par l'eau - détection de l'actinolite dans les MES

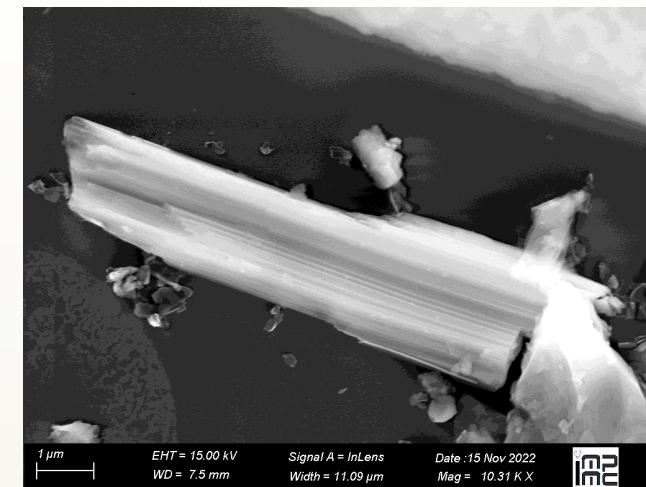
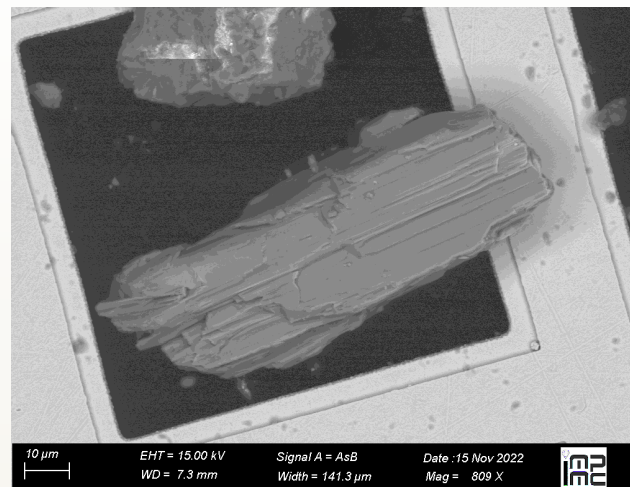
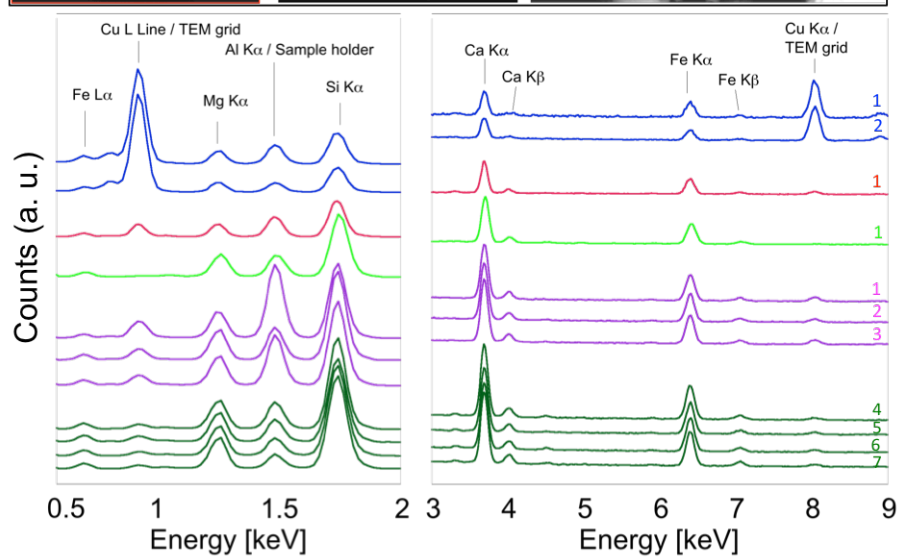
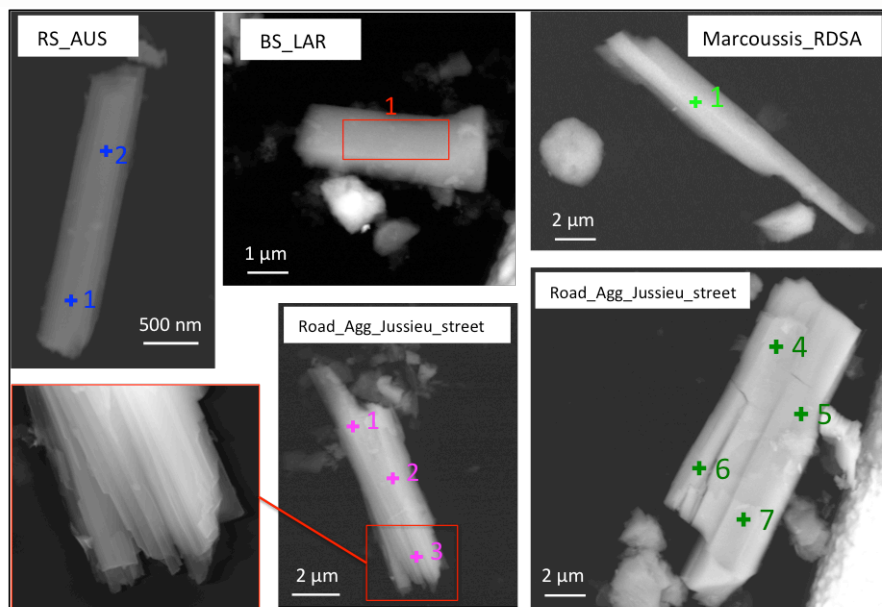
- Ruissèlement sur les routes et infrastructures et lessivage des poussières vers les réseaux d'eau pluviales et les rivières

Par l'air - détection de l'actinolite dans des croûtes déposés sur des toits, balcons ou sur les murs des bâtiments le long des routes

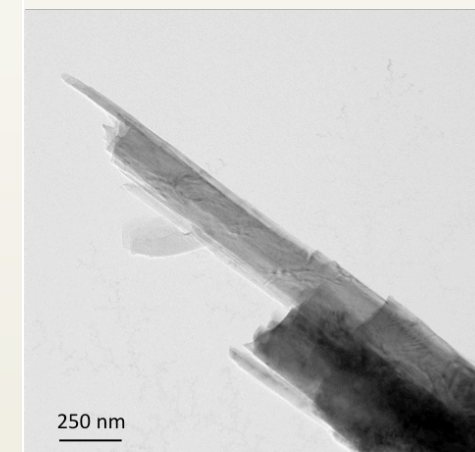
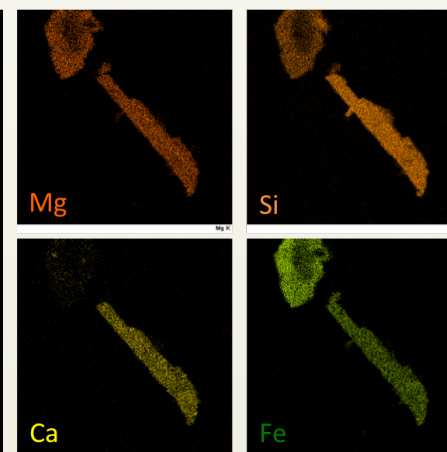
Par les véhicules – détection de l'actinolite sur les poussières des roues et carrosseries



A quoi ressemble l'actinolite dans les poussières urbaines ?



➤ Des particules massives à clivage facile



➤ Des particules sous forme de fibres allongées

Actinolite sous forme de particules minérales allongées ?

La question de l'exposition du public :

- 6 types de fibres minérales considérés comme amiante : 5 amphiboles (crocidolite, amosite, tremolite, anthophyllite, et actinolite), et une serpentine (chrysotile)
 - Critère de l'OMS pour définir une fibre à risque: longueur $L \geq 5 \mu\text{m}$, diamètre $D < 3 \mu\text{m}$ et ratio $L/D > 3$
 - Dans cette étude, nous rencontrons principalement des particules massives non-asbestiformes, qui présentent un clivage facile produisant par friction des particules de taille inférieure, incluant des fibres.
-
- Documentation disponible sur la question des **fragments de clivage**, notamment évoquée dans le secteur du BTP
 - **Avis successifs de l'ANSES** : les fragments de clivage répondant aux critères n'ont pas à être distingués des autres particules minérales allongées
 - Employés des carrières et du BTP cibles des législations comme travailleurs particulièrement exposés. Quid de la population générale ?

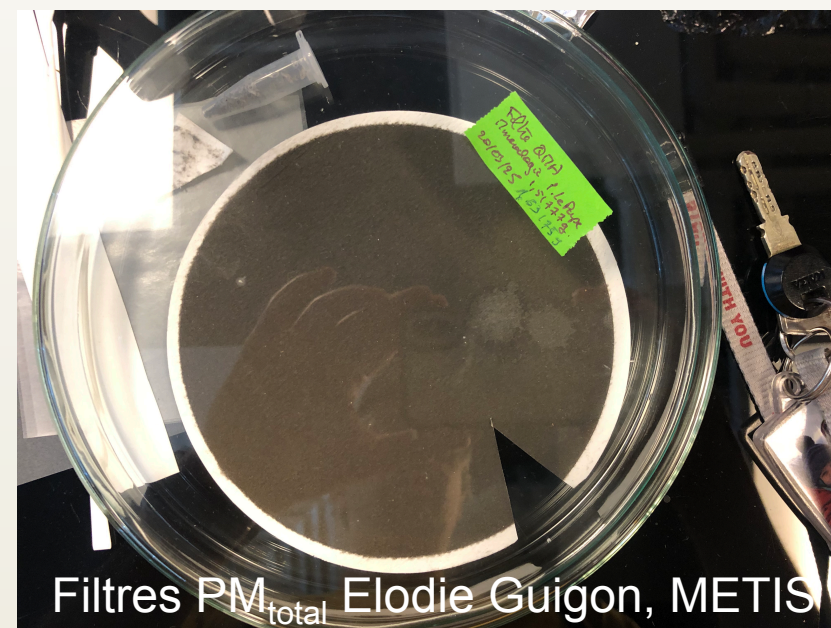
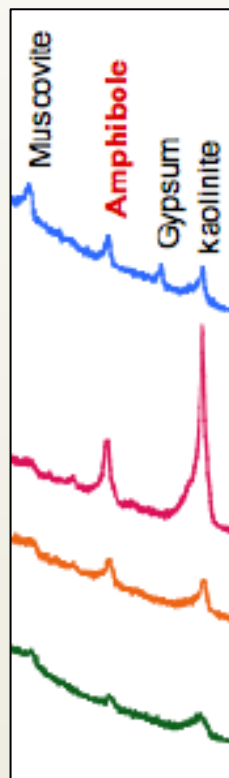
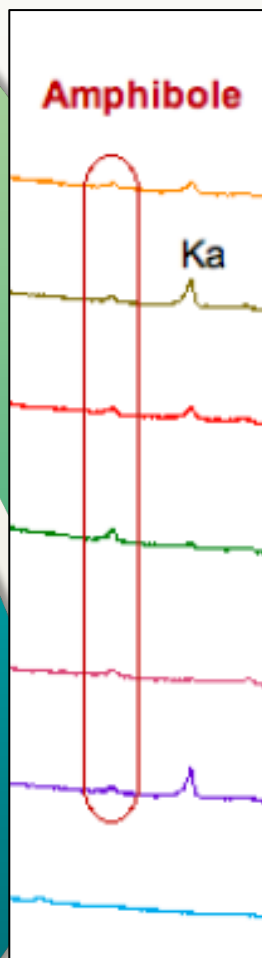
Recherches en cours / perspectives

1. Complémenter les prélèvements pour accroître la statistique, notamment pour les agrégats de route

2. Investigation du transport par l'air

→Echantillons de poussières non exposés au ruissellement

→Aérosols

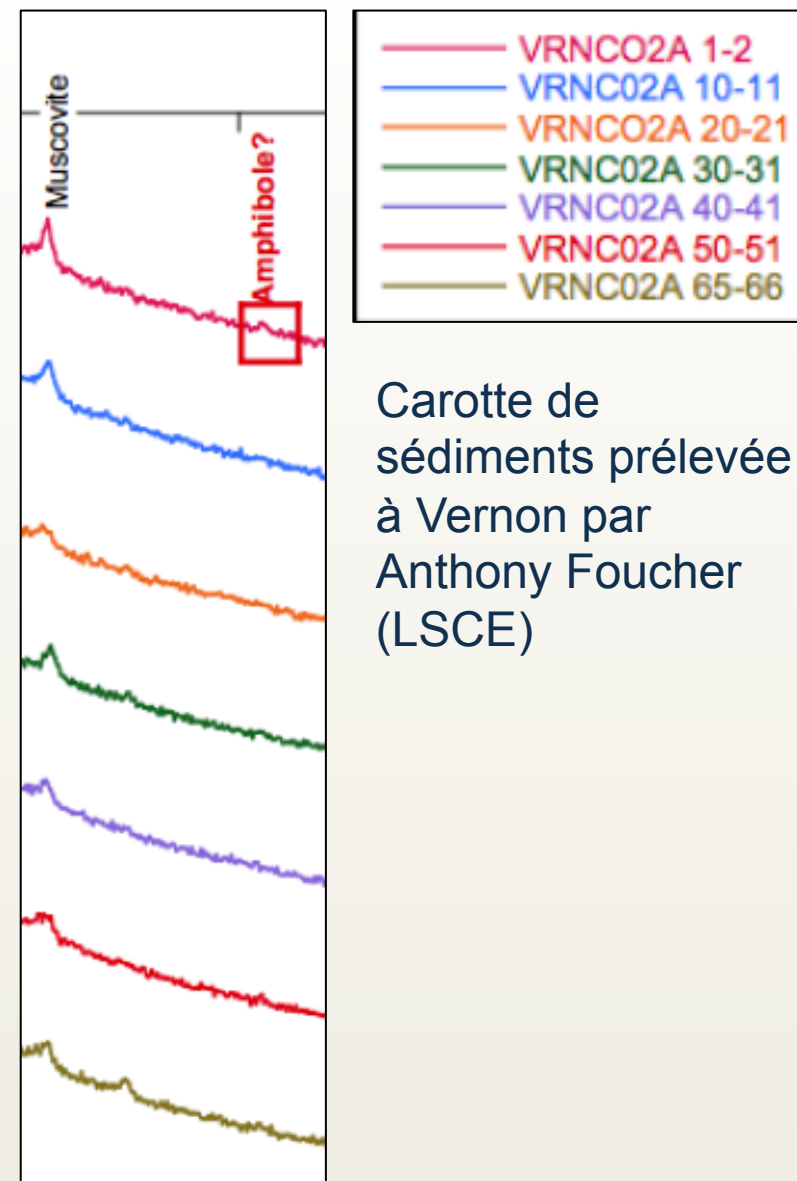


Filtres PM_{total} Elodie Guigon, METIS

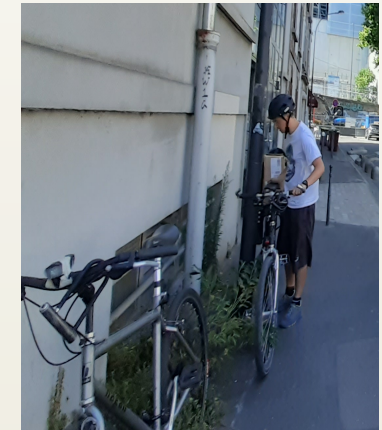
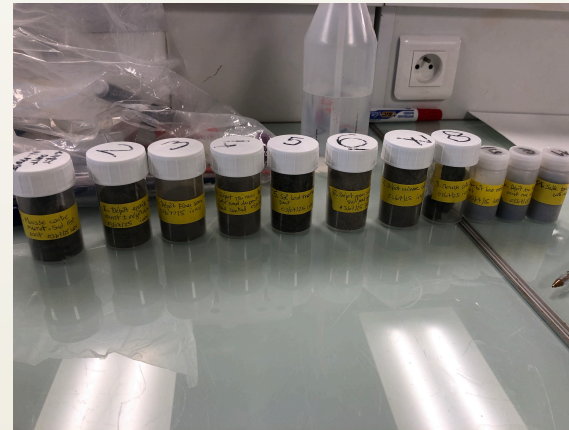
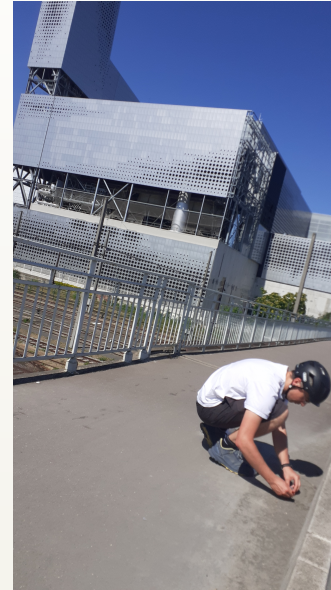
Recherches en cours / perspectives

3. Recherche de l'actinolite dans les archives sédimentaires

- Traçage de l'usure des matériaux urbains et des flux exportés par les rivières grâce aux carottes de sédiments
- Travail avec les collègues minéralogistes sur les limites de détection par DRX
- Travail préliminaire sur le temps de résidences des poussières urbaines dans les réservoirs urbains – collab. LSCE
- **Stage M2 en 2027**



Merci de votre attention !



Pour plus de détails – études disponibles

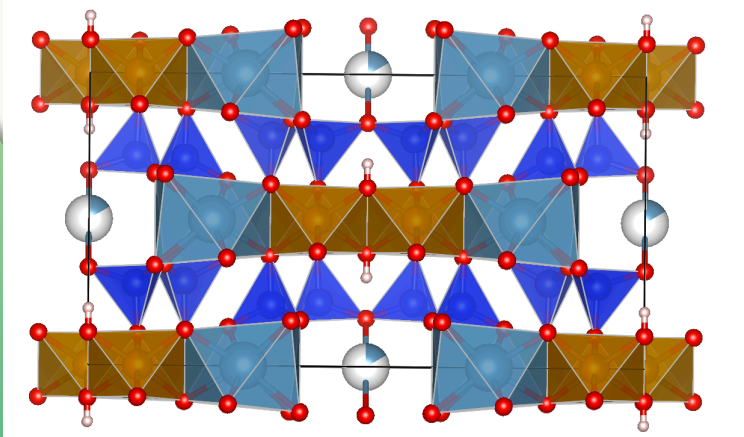


Illustration de la structure
d'une actinolite

Widespread occurrence of amphibole minerals in Paris urban dust samples: a mineralogical tracer of urban wear?

Pierre Le Pape^{a,*}, Guillaume Morin^a, Benoît Baptiste^a, Thierry Allard^a, Etienne Balan^a,
Ludovic Delbes^a, Claire Carvallo^a, Clara Vaccaro^a, Maëva Philippe^{a,b}, Sophie Ayrault^b,
Cécile Quantin^c, Gaël Monvoisin^c, François Guyot^a

^a Institut de Minéralogie, de Physique des Matériaux et de Cosmochimie (IMPMC), UMR 7590 CNRS-Sorbonne Université-IRD-MNHN, case 115, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 5, France

^b Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE-IPSL), UMR 8212 (CEA/CNRS/UVSQ), Université Paris-Saclay, Gif-sur-Yvette, France

^c Géosciences Paris-Saclay (GEOPS), UMR 8148 Université Paris-Saclay – CNRS, 91405, Orsay Cedex, France

PIREN-Seine phase 9 - Rapport 2025 – Minéralogie urbaine, le cas de l'amphibole en région parisienne

Action minéralogie urbaine : les minéraux comme traceurs des activités urbaines. Le cas de l'amphibole en région parisienne

Pierre Le Pape¹, Guillaume Morin¹, Benoît Baptiste¹, Thierry Allard¹, Etienne Balan¹, Ludovic Delbes¹, Claire Carvallo¹, Clara Vaccaro¹, Maëva Philippe², Sophie Ayrault², Cécile Quantin³,
Gaël Monvoisin³, et François Guyot¹

¹Institut de Minéralogie, de Physique des Matériaux et de Cosmochimie (IMPMC), UMR 7590 CNRS-Sorbonne Université-IRD-MNHN, case 115, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 5, France

² Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE-IPSL), UMR 8212 (CEA/CNRS/UVSQ), Université Paris-Saclay, Gif-sur-Yvette, France

³ Géosciences Paris-Saclay (GEOPS), UMR 8148 Université Paris-Saclay – CNRS, 91405, Orsay Cedex, France

La « minéralogie urbaine »...

➤ Recherches entreprises sur les « poussières urbaines »:

- Mesures des contaminants organiques/inorganiques
- Traçage des contaminations avec des bioindicateurs (biofilms, lichens...) ou grâce aux caractéristiques magnétiques des particules
- Recherche de nanoparticules manufacturées avec un focus sur l'échelle microscopique

➤ Aspects à développer:

- Approches de minéralogie « bulk » pour identifier des minéraux anthropiques émis par les activités urbaines ou l'usure de matériaux urbains
- Analyse de l'influence graduelle de minéraux liés à l'usure des matériaux urbains dans les flux de particules dans le contexte d'expansion urbaine
- Utilisation de minéraux comme marqueurs de l'influence urbaine à plus grande échelle – présence dans les archives sédimentaires ?