



**HAL**  
open science

## Identifier les particules minérales allongées

Maxime Misseri

► **To cite this version:**

Maxime Misseri. Identifier les particules minérales allongées: Identification des particules minérales allongées (fibres asbestiformes et fragments de clivage) dans des corps ferrugineux chez des travailleurs exposés aux poussières minérales. Les cahiers de la Recherche: Santé, Environnement, Travail, 2022, La santé au travail, 19, pp.14-16. anses-03910992

**HAL Id: anses-03910992**

**<https://anses.hal.science/anses-03910992>**

Submitted on 8 Feb 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Identifier les particules minérales allongées

Identification des particules minérales allongées (fibres asbestiformes et fragments de clivage) dans des corps ferrugineux chez des travailleurs exposés aux poussières minérales

**Maxime MISSERI**, Université de Technologie de Compiègne, Dept.GPI/TIMR, Compiègne

Équipes partenaires : **Tomas Danek**, AD-LAB Environnement, Ostrava, Pustkovec, République Tchèque – **Laurent Martinon**, Ville de Paris, LAFP-SPSE, Paris – **Jean-Claude Pairon**, CHI Créteil, Service de Pathologies Professionnelles, Créteil – **Catherine Verdun-Esquer**, CHU Bordeaux, Hôpital Pellegrin PQR2, Service Santé Travail, Bordeaux

Étude de faisabilité (en cours depuis 2019) –  
Financement : 49.939 € – Contact : [mmisseri@aol.com](mailto:mmisseri@aol.com)

**Mots-clés** : exposition professionnelle, fibre minérale, poussière, métrologie, appareil respiratoire, cancer, amiante, protocole, pneumoconiose, fibre amiante, pathologie de l'appareil respiratoire, biomarqueur

Naturellement présentes dans les roches, les amphiboles d'amiante se présentent sous la forme de fibres minérales extrêmement fines<sup>49</sup>. Elles recouvrent cinq variétés : l'actinolite, la trémolite, l'anthophyllite, l'amosite (amiante « brun ») et la crocidolite (amiante « bleu »). Or, chacune de ces variétés dites « asbestiformes »<sup>50</sup> possède des homologues « non asbestiformes », dont la composition chimique est identique. Comment différencier ces fibres, dont certaines font l'objet d'une réglementation et les autres, non ?

<sup>49</sup> 2.000 fibres = 1 cheveu.

<sup>50</sup> Du latin *asbestos* qui signifie « incombustible ». Peu utilisé en français, le terme « asbeste » est synonyme d'amiante.

Amphiboles	
Asbestiforme	Homologue non asbestiforme
Crocidolite	Riébeckite
Amosite	Grunérite
Anthophyllite-amiante	Anthophyllite
Trémolite-amiante	Trémolite
Actinolite-amiante	Actinolite

### Les fragments de clivage

Bien qu'elle n'ait pas été ajoutée intentionnellement, la présente d'actinolite a été détectée, par exemple, dans les granulats d'enrobés routiers.

Lors du broyage des roches extraites des carrières, les minéraux non asbestiformes peuvent se cliver (ou se fracturer) et libérer des particules plus ou moins allongées appelées « fragments de clivage ». Ces particules peuvent parfois être comptabilisées comme des fibres d'amiante.

De plus, la question qui se pose est de savoir s'ils ont les mêmes effets sanitaires. Les études épidémiologiques ne permettent pas d'exclure un risque pour la santé liés à l'exposition aux fragments de clivage issus des variétés non asbestiformes des cinq amphiboles-amiante réglementaires<sup>51</sup>.

### L'exposition professionnelle

Les travailleurs des mines et des carrières, du bâtiment et des travaux publics (BTP) ou intervenant sur des voies ferrées

<sup>51</sup> Anses, *Effets sanitaires et identification des fragments de clivage d'amphiboles issus des matériaux de carrière*, Avis et rapport d'expertise collective, décembre 2015.

(construction/maintenance) peuvent être exposés à des particules minérales allongées<sup>52</sup> (PMA), à savoir des fibres d'amiante asbestiformes, des fragments de clivage des minéraux non asbestiformes (homologues des amiantes) ou d'autres minéraux dit « d'intérêt »<sup>53</sup>.

Une fois inhalées, les fibres d'amiante subissent dans le poumon, pour certaines d'entre elles, une phagocytose par les macrophages alvéolaires conduisant à la formation de corps ferrugineux (CF) ou asbestosiques (CA). Ainsi, les CA permettent de caractériser une rétention anormale de fibres d'amiante dans le poumon. Les valeurs de références permettant de considérer cette rétention anormale sont :

- 1.000 CA/g de tissu parenchymateux sec ;
- Ou 1CA/mL de liquide de lavage broncho-pulmonaire ;
- Ou encore 0,1 10<sup>6</sup> fibres (de longueur supérieure à 5µm) /g de tissus sec.

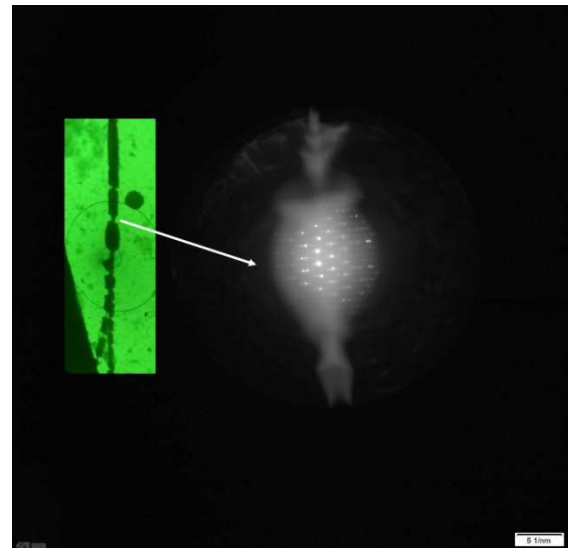
Nous nous demandons si une partie des CA observés dans le poumon des travailleurs exposés ne proviendrait pas des fragments de clivage. Si oui, comment mettre en évidence l'exposition professionnelle à des particules minérales allongées (PMA) non asbestiformes à partir des résultats de biométrie<sup>54</sup> sur des échantillons pulmonaires ?

### Le projet de recherche : CoFePMAi

L'objectif de ce projet est de mettre en place un protocole d'analyse qui permette, à partir des particules et des corps ferrugineux (CF) observés dans les prélèvements de parenchyme pulmonaire et de liquide de lavage broncho-

pulmonaire de travailleurs souffrant de pathologies respiratoires, de distinguer entre des fibres classées « amiante » issues de minéraux asbestiformes et celles issues de fragments de clivage, avec une identification précise de la nature des PMA d'intérêt.

L'originalité de ce projet est d'analyser en microscopie électronique, les fibres ou les particules sur lesquelles se sont formés les CF et d'étudier si, chez des patients ayant travaillé dans les secteurs évoqués ci-dessus, l'exposition ainsi que les pathologies respiratoires ne sont pas dus à des fragments de clivage d'espèces minérales définies d'intérêt par l'Anses<sup>55</sup> auxquelles sont ajoutées l'édénite, la winchite et la richtérite qui peuvent être sous forme asbestiforme ou sous forme de fragments de clivage.



**Illustration 14 : La diffraction quantitative faite sur un segment du corps permet de conclure en couplant le résultat avec l'analyse chimique et la morphologie qu'il s'agit d'un CA d'amosite**

### Méthodologie

À partir d'une bibliothèque riche de 10.000 échantillons de parenchyme pulmonaire et de liquide de lavage broncho-pulmonaire de patients ayant travaillé dans l'un des secteurs

<sup>52</sup> Toutes les particules minérales allongées ayant un rapport d'allongement longueur/diamètre supérieur à 3 ( $L/D > 3$ ;  $L > 5 \mu\text{m}$ ;  $D < 3 \mu\text{m}$ ) qu'elles soient asbestiformes ou non asbestiformes. Ce qui leur donne un aspect de « fibre » selon les critères de l'OMS.

<sup>53</sup> Toutes les particules minérales allongées dont le diamètre  $D$  est inférieur à  $3 \mu\text{m}$ , ce qui les rend susceptibles d'être inhalées par ex. l'édénite, la winchite ou la richtérite.

<sup>54</sup> Surveillance biologique.

<sup>55</sup> À savoir les homologues non asbestiformes des variétés d'amiante : antigorite, grunérite, riebeckite, anthophyllite, trémolite et actinolite.

mentionnés, seront recherchés en priorité ceux pour lesquels la recherche de CA préalablement effectuée a mis en évidence une concentration supérieure à celle de la population générale.

De préférence, seront retenus les cas avec un historique des expositions bien renseigné.

Puis, tous les échantillons seront analysés en microscopie électronique à transmission analytique (META) avec la mesure de l'ensemble des PMA d'intérêt. Les particules recueillies seront observées à une grandissement de 15.000 avec un microscope<sup>56</sup> permettant d'accéder à la composition chimique élémentaire des fibres.

### ***Résultats préliminaires***

Une première méthode a été mise au point. Elle permet d'identifier la particule minérale sur un segment non gainé du CA ou du CF. Il s'agit après transfert du CA ou du CF repéré au microscope optique vers le microscope électronique à transmission de compléter en utilisant la diffraction électronique l'analyse chimique qui est perturbée par la gaine avoisinante. Il est possible dans les cas les plus évidents de déterminer s'il s'agit d'une fibre asbestiforme ou d'un fragment de clivage en utilisant la morphologie générale du corps. La méthode est en cours d'amélioration afin d'éliminer une plus grande partie de la gaine et améliorer ainsi l'observation de la PMA.

---

<sup>56</sup> Microscope électronique à transmission équipé d'un spectromètre dispersif en énergies des rayons X (ou EDS).