HAL
open science

Determination de la distribution en taille au niveau d'un site de production de l'industrie extractive

Olivier Le Bihan, Patrice Delalain, L. Botte, Y. Lemaitre, Georges Tymen, Florence del Gratta

To cite this version:

Olivier Le Bihan, Patrice Delalain, L. Botte, Y. Lemaitre, Georges Tymen, et al.. Determination de la distribution en taille au niveau d'un site de production de l'industrie extractive. 20. Congrès Français sur les Aérosols (CFA 2004), Dec 2004, Paris, France. pp.130-134. ineris-00972481

HAL Id: ineris-00972481

https://ineris.hal.science/ineris-00972481

Submitted on 3 Apr 2014

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.

DETERMINATION DE LA DISTRIBUTION EN TAILLE AU NIVEAU D'UN SITE DE PRODUCTION DE L'INDUSTRIE EXTRACTIVE.

0. Le Bihan*(1), P. Delalain (1), L. Botté (2), Y. Lemaitre (2), G. Tymen (3), F. Del Gratta (1).
(1) Direction des risques chroniques, Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques, Parc Technologique ALATA, BP 2, 60550 Verneuil-en-Halatte. (2) Carrières de Chailloué, 61500 Chailloué, (3) Université de Bretagne Occidentale, LARAAH, avenue Le Gorgeu, 29200 Brest.

olivier.le-bihan@ineris.fr

TITLE

Particle size distribution in a quarry.

ABSTRACT

Pneumoconiosis constitutes an important topic for occupational exposure in the quarry industry.
The health effects of fine and especially ultrafine particles have to be considered.
This paper presents some experimental results concerning sampling and analysis of the aerosol size distribution at a workplace, in a French quarry. A low pressure Berner impactor LPI 30 has been carried out. Samples have been analysed using a SEM microscope. Silicon and oxygen appear to be from far the main elements in the 100 nm to 10 um particle size range.

RESUME

La problématique de la pneumoconiose tient une place particulièrement importante dans le domaine de l'hygiène professionnelle, en ce qui concerne l'industrie extractive française.
La communauté scientifique internationale s'intéresse depuis peu à la toxicité des particules fines et ultrafines. Des études récentes ont montré leur rôle potentiel dans le développement des atteintes pulmonaires professionnelles.
Les travaux présentés ici ont pour but de déterminer la répartition en taille des poussières de carrières, en terme de concentration massique, de concentration en nombre, mais aussi en terme de morphologie et de composition chimique.
Une attention particulière est accordée aux particules submicroniques, et notamment ultrafines.
Pour ce faire, un impacteur en cascade basse pression Berner a été mis en œuvre au sein d'une unité de concassage secondaire et tertiaire. Les échantillons ont été analysés à l'aide d'un microscope électronique à balayage environnemental équipé de la microanalyse X.

INTRODUCTION

Les poussières minérales ont été responsables de milliers de morts par pneumoconiose durant le vingtième siècle. En dépit des indéniables progrès réalisés dans le domaine de la prévention, c'est encore, tous régimes confondus (minier et général), 600 cas de pneumoconioses qui sont reconnus chaque année en France.

La prévention s'organise au niveau français autour du Règlement Général de l'Industrie Extractive (RGIE). Il consiste principalement en la mise en œuvre sur le terrain d'un instrument, le CIP 10, assurant le prélèvement des particules supermicroniques inhalables ou alvéolaires ; la première de ces fractions est soumise à des valeurs limites massiques, ce dispositif étant complété pour la seconde fraction par une prise en compte du taux de quartz.

La communauté scientifique internationale s'intéresse depuis peu à la toxicité des particules fines. Des études récentes ont montré leur rôle potentiel dans le développement des atteintes pulmonaires professionnelles.

L'INERIS réalise pour le compte du Ministère de l'industrie une étude pluridisciplinaire portant sur ces nouveaux aspects.

Il s'agit, d'une part, de déterminer la répartition en taille des poussières de carrières, en terme de concentration massique, de concentration en nombre, mais aussi en terme de morphologie et de composition chimique.
Une attention particulière est accordée aux particules submicroniques, et notamment ultrafines.

D'autre part, il est prévu dans un second temps d'évaluer l'impact de ces différentes tranches granulométriques sur la santé, ceci par le biais d'une évaluation *in vitro,* a l'aide de tests toxicologiques.

Nous présenterons ici le résultat de deux campagnes de mesure réalisées au niveau de la carrière de Chailloué (Normandie).

PRESENTATION DU SITE DE MESURE

La carrière de Chailloué exploite un gisement de « grès siliceux recristallisés » ou « quartzite » qui compte parmi les plus importants de France du fait de son homogénéité (stabilité de taux de quartz) et de par sa taille.

Ce site a pour spécificité d'être doté d'unités de concassage secondaire et tertiaire confinées, au sein d'un même bâtiment, concept permettant de limiter les phénomènes de dispersion.

De ce fait, le problème du positionnement du système de prélèvement dans un panache spécifique, ne se pose pas : la source est dominante au sein du système de confinement.

METROLOGIE

Un impacteur en cascade basse pression Berner LPI 30 a été mis en œuvre au sein de l'unité de concassage secondaire et tertiaire.
Un prélèvement sur filtre total (TSP) a également été réalisé lors de la première campagne.

Les échantillons ont été analysés à l'aide d'un microscope électronique à balayage environnemental équipé de la microanalyse X , permettant tout à la fois un dénombrement, la détermination du diamètre de Feret, ainsi qu'une analyse élémentaire.

La fraction ultrafine (< 0,1 µm) a nécessité la mise en œuvre d'un microscope à balayage à haute résolution.

RESULTATS

Composition chimique des particules supérieures à 0,5 µm
Une analyse MEB automatique a été réalisée sur un filtre total. L'échantillonnage sur ce filtre a été réalisé de manière simultanée au prélèvement par impaction.
Il est important de noter que cette analyse porte sur la gamme supérieure à 0,5 µm.

- ✓ Du point de vue de l'analyse chimique, 1218 particules ont été caractérisées : 97% des particules présentent les éléments Si et O, de manière exclusive (81%) ou associés (16%) à d'autres éléments comme l'Aluminium, le Potassium, voire le Fer (Figure 1).

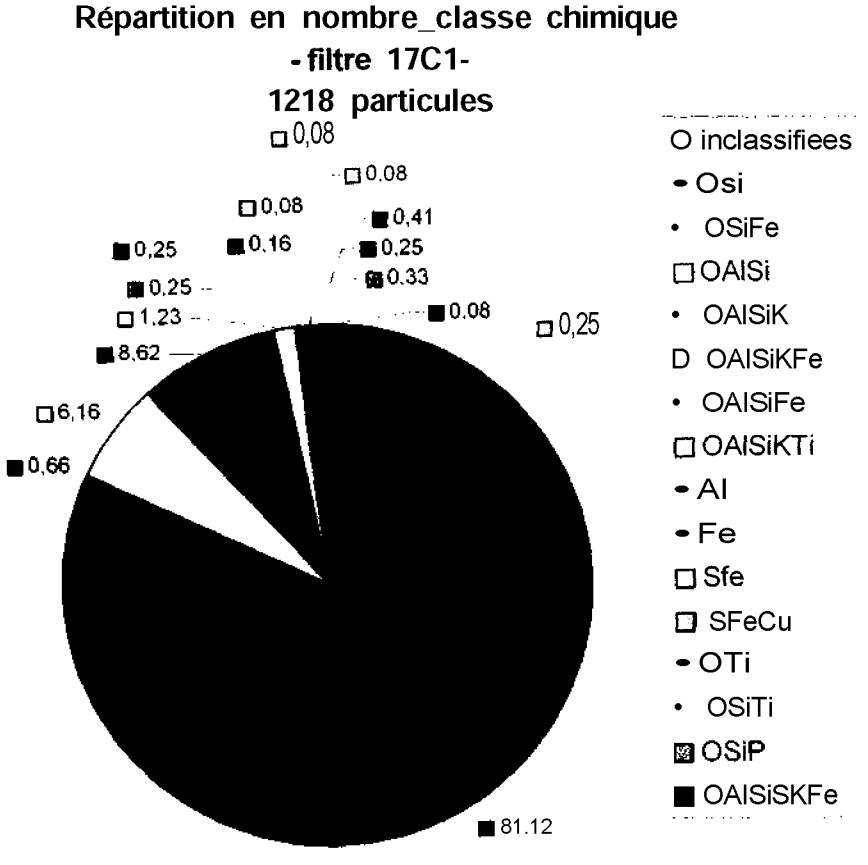

Figure 1 : analyse chimique sur filtre total, de 1218 particules, dans la gamme supérieure à 0,5 µm.

- ✓ la microanalyse X qui est une technique d'analyse chimique élémentaire ne permet pas de déterminer la structure moléculaire, ni la structure cristalline. Il n'est donc pas possible de différencier le quartz de la silice amorphe. Toutefois, nous pouvons nous baser dans sur la connaissance acquise par ailleurs par les analyses par CIP 10, sur ce site (gamme supermicronique) : l'expérience sur le site de Chailloué montre que la classe Si, O correspond en fait à la silice SiO_2 , laquelle est généralement essentiellement sous la forme de quartz (analyses de poussières siliceuses par spectrométrie IRTF). En conséquence, en ce qui concerne le filtre étudié ici, il est très probable que les particules composées uniquement de silicium et d'oxygène (soit 81% des particules) soient des particules de quartz.

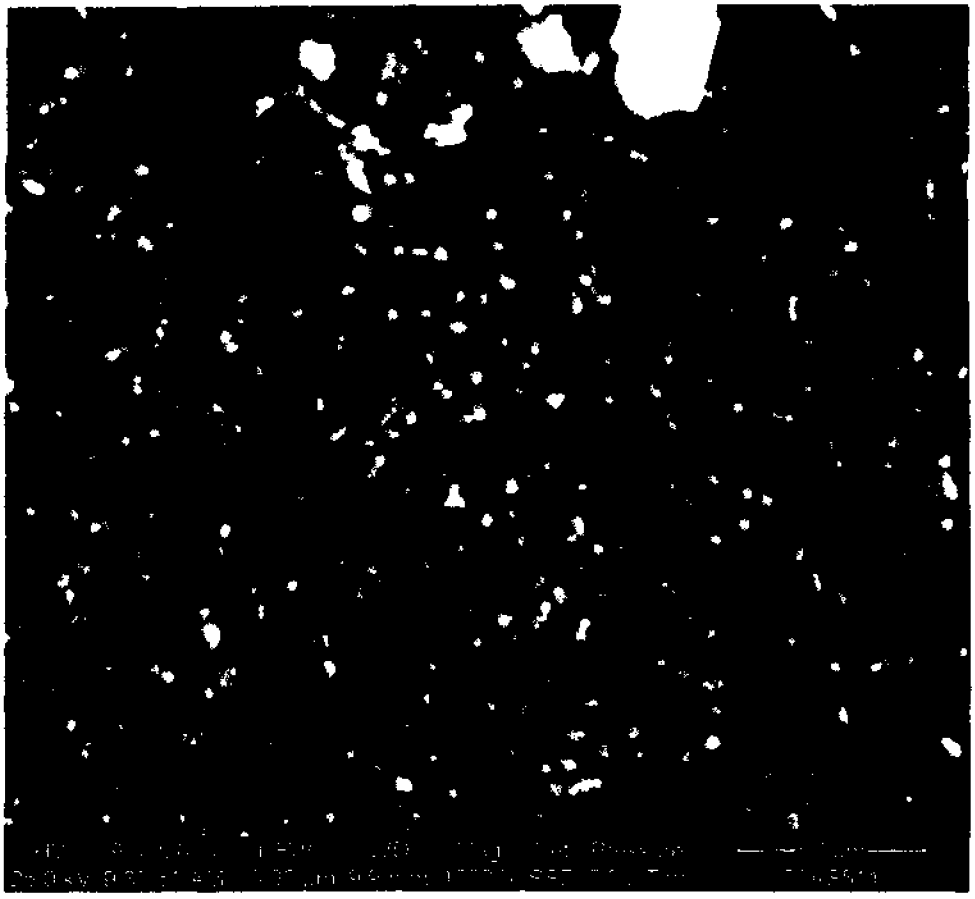

Photo 1 : détail de l'étage de prélèvement de la gamme 60 nm - 130 nm.

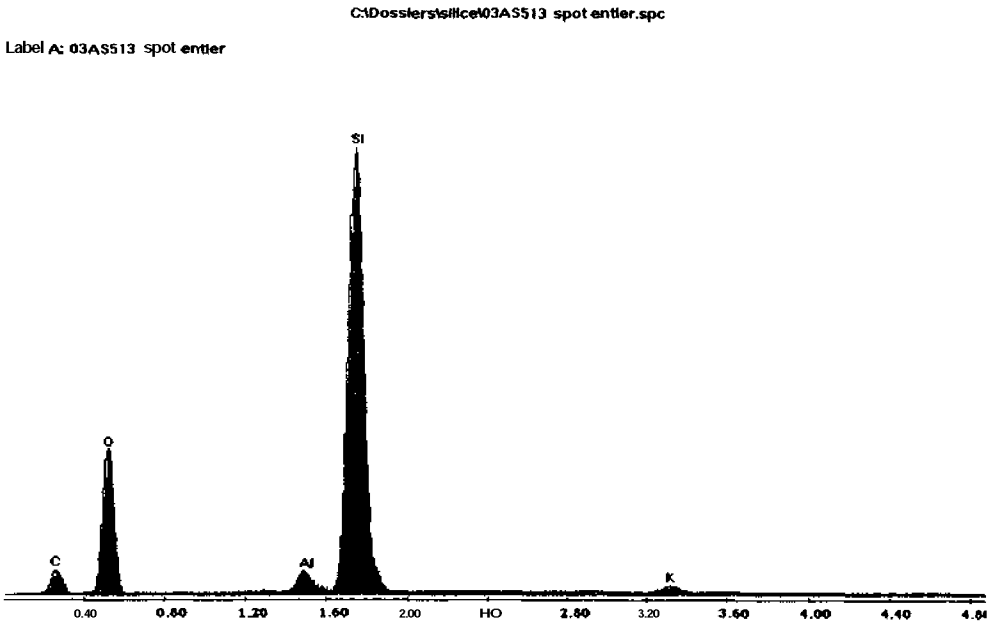

Figure 2 : analyse chimique d'un spot entier de l'étage 0,25 - 0,5 µm.

Particules inférieures à 0,5 µm

Nous considérons dans cette partie un prélèvement par impaction en cascade réalisé au niveau du concasseur secondaire.

✓ Présence de particules submicroniques et ultrafines ?

L'impacteur en cascade a pour objectif de prélever l'ensemble des particules existant dans la gamme 60 nm - 16 µm, et donc notamment 60 nm - 1.0 µm (gamme submicronique).
En ce qui concerne le prélèvement étudié ici, une visualisation à l'œil nu montre la présence de matière pour la totalité des filtres de l'impacteur : nous sommes donc en présence de particules submicroniques.

Nous avons cherché à préciser les caractéristiques des particules dans la gamme d'entrée (étage 1 : 60 nm - 130 nm). Une analyse manuelle de cet étage a été réalisée, jusqu'à 100 nm (minimum détectable). Ceci nous a permis de mettre en évidence l'existence de particules pour des diamètres descendant jusqu'à notre limite de détection, 100 nm, qui correspond à la partie supérieure de la gamme des particules ultrafines.
Un détail de la zone d'impaction est donné par la photo 1.

✓ Composition élémentaire

Deux surfaces d'impaction ont fait l'objet d'une analyse élémentaire par sonde X : elles correspondent aux gammes 60 – 130 nm et 250 - 500 nm.
Nous observons la prédominance des éléments Si et O. Le lien avec le procédé industriel en présence est donc parfaitement évident.
A titre d'exemple, la figure 2 fournit l'analyse chimique d'un spot de l'étage 0,25 - 0,50 µm. La présence de Carbone est liée à la nature du support d'échantillonnage.
Une analyse individuelle de particules a été réalisée au sein de la gamme 0,25 - 0,50 µm. Pour toutes les particules analysées (soit un sous-groupe des particules collectées) on note l'apparition de raies de l'Aluminium, du Potassium, et dans certains cas, du Fer.

CONCLUSION

Une campagne de mesure a été réalisée en juillet 2003 sur le site de la carrière de Chailloué. Les objectifs principaux ont été :
- en parallèle à l'approche réglementaire, de caractériser la granulométrie de l'aérosol produit,
- de déterminer si celui-ci comprend des particules submicroniques, voire ultrafines.

Deux prélèvements simultanés, effectués au niveau d'un site confiné de concassage, par impaction et filtration totale, ont été analysés par microscopie électronique à balayage. Les éléments suivants ont été observés :
- présence de particules submicroniques sur toute la gamme 100 nm - 1000 nm,
- présence de particules en entrée de gamme ultrafine (≈ 100 nm),
- domination des éléments Silicium et Oxygène pour les gammes submicronique et supermicronique.