

Comprendre les situations d'exposition aux nanoparticules par l'intégration de l'activité de travail à la mesure : vers une construction de la prévention

Résumé

Le récent développement des nanotechnologies induit des expositions potentielles aux nanoparticules dans une diversité de milieux professionnels. Une meilleure compréhension des expositions représente alors un enjeu essentiel pour les acteurs de la prévention. Ces expositions nécessitent d'enrichir, voire de rompre avec les approches classiques de métrologie et de prévention, remises en question par les propriétés particulières des nanoparticules. Dans ce contexte, notre thèse propose le développement d'une méthodologie transdisciplinaire intégrant l'analyse de l'activité à la mesure afin de produire des connaissances sur l'exposition aux nanoparticules et sa maîtrise dans les entreprises concernées.

A partir de la construction et de la validation d'une méthodologie par des spécialistes de la mesure des nanoparticules, de l'épidémiologie et de l'ergonomie, nos résultats s'orientent autour de trois axes. 1) La revue systématique de la littérature des préconisations actuelles pour évaluer les expositions professionnelles aux nanoparticules met en avant l'existence de 23 documents centrés principalement sur la mesure des nanoparticules manufacturées sans s'intéresser aux nanoparticules émises non intentionnellement par certains procédés industriels. Par ailleurs, ces recommandations à destination des préventeurs doivent évoluer pour une meilleure prise en compte de l'activité de travail et devenir opérationnelles. 2) La mise en œuvre de la méthode d'évaluation de l'exposition élaborée dans ce travail de thèse s'est basée sur une mobilisation des acteurs de l'entreprise pour collecter des informations sur les situations potentielles d'exposition. Ensuite, des mesurages en temps réel et intégrés des particules, accompagnés d'enregistrements de la fréquence cardiaque ont été synchronisés à des vidéos de situations de travail. Cela a permis un découpage à différentes échelles temporelles, en phase de l'activité ou en action détaillée de l'opérateur, conduisant à révéler des situations d'exposition réelles aux nanoparticules, et à caractériser des niveaux d'exposition intégrant l'intensité physique. 3) Nous montrons que les échanges avec les opérateurs lors d'entretiens de confrontation aux vidéos et mesures synchronisées, permettent de rendre visibles ces situations d'exposition et leurs déterminants, sous forme de « situations d'exposition caractéristiques ». Cette présentation des résultats en lien avec l'analyse de l'activité, contribue à comprendre et mettre en perspective les pratiques de sécurité formelles pour les faire évoluer. C'est par ces échanges collectifs que les déterminants de l'exposition sont découverts, ce qui permet aux différents acteurs de renforcer la maîtrise de l'exposition. L'usage des situations d'exposition est aussi un moyen d'agir au sein des projets de conception en transférant des repères pour la conception et la prévention. Il devient alors possible d'enrichir les évaluations de l'exposition aux nanoparticules et contribuer à la construction collective de la sécurité dans l'innovation.

Mots clés

Situation d'exposition caractéristique, analyse de l'activité, mesure, stratégie de mesure, sécurité réglée gérée et construite, expologie.

Bordeaux Population Health Research Center

Inserm, U1219, Équipe EPICENE, 146 rue Léo Saignat, 33076, Bordeaux

Understanding exposure situations to nanoparticles by integrating work activity with measurement: towards a construction of prevention

Abstract

The recent development of nanotechnologies has led to potential exposures to nanoparticles in a variety of workplaces. A better understanding of occupational exposures to nanoparticles represents a major stake for prevention stakeholders. These exposures require an overhaul of, and perhaps a break from traditional metrology and prevention approaches, as they are challenged by the particular characteristics of nanoparticles. In this context, this thesis focuses on the development of a transdisciplinary methodology integrating work activity analysis with measurement in order to produce knowledges on exposure to nanoparticles and its control.

From the construction and the validation of a methodology between specialists in nanoparticle measurement, epidemiology and ergonomics, our results follow three axes. 1) The systematic review of the literature on current recommendations for assessing occupational exposures to nanoparticles highlights the existence of 23 documents focusing on the measurement of manufactured nanoparticles only, excluding nanoparticles emitted unintentionally by some industrial processes. In addition, these recommendations for preventionists must evolve to take better account of work activity and become operational. 2) The exposure assessment method developed in this thesis work is based on the mobilization of the company's stakeholders to gather information on potential exposure situations. Then, real-time as well as sampling measurements, accompanied by heart rate recording, were synchronized with videos of work situations. A breakdown at different time scales, at the work activity stage or in more detailed action carried out by the operator, revealed real exposure situations to nanoparticles, and characterized the associated exposure levels, taking into account the physical intensity of the work. 3) We show that discussions with operators during confrontation interviews involving real-time measurement synchronized to videos of the work activity, made it possible to make these exposure situations and their determinants visible, in the form of “typical exposure situations”. Presenting the results in association with the work activity analysis in the companies contributes to understanding and questioning the regulated safety practices to make them change. It is through these collective exchanges that the determinants of exposure are discovered, allowing to the company's stakeholders to improve exposure control. The use of exposure situations is also a means of influencing design projects by transferring requirements for conception or prevention. It therefore becomes possible to expand exposure assessment to nanoparticles and contribute to collectively build safety within innovation.

Keywords

Typical exposure situation, work activity analysis, measures, measurement strategy, regulated managed and constructive safety, exposure.

Bordeaux Population Health Research Center

Inserm, U1219, Team EPICENE, 146 rue Léo Saignat, 33076, Bordeaux