

Particules fines : pour un nouveau souffle dans le BTP

Les 35^{es} Journées nationales de santé au travail du Bâtiment et travaux publics (BTP), organisées à Metz en 2019 par le Service interentreprises de santé au travail du Bâtiment, des travaux publics et activités connexes (SIST BTP) de la Lorraine, en partenariat avec le Groupement national multidisciplinaire de santé au travail dans le BTP (GNMST BTP), avaient pour thème : « Particules fines : pour un nouveau souffle dans le BTP ». Elles s'articulaient autour de quatre grands titres : les particules fines passées au tamis ; silice : la transparence cristalline ; soudage : derrière l'écran de fumée ; pleins phares sur le diesel.

Effets sur la santé des particules fines et ultrafines

Les conséquences sanitaires de l'inhalation de particules sont bien établies dans la littérature. Les données recueillies permettent de dépasser le modèle traditionnel des pneumoconioses sur lequel est basée la réglementation tant sur les aspects d'évaluation de risque, de prévention que de réparation. Les principaux déterminants des effets délétères des particules inhalées sont : la taille des particules et la distribution granulométrique de l'aérosol ; la surface totale et la réactivité de surface ; la structure cristalline ou amorphe ; la chimie intrinsèque et celle de surface ; la solubilité et la biopersistance ; le rapport d'élongation ; la dose et le débit de dose. Les effets peuvent être locaux au niveau broncho-pulmonaire mais aussi à distance du fait de la translocation régionale et systémique des particules, sans oublier des effets indirects secondaires aux réactions inflammatoires pulmonaires.

Quelle surveillance en cas d'expositions à des cancérogènes bronchiques ?

Les cancers bronchopulmonaires (CBP) sont les plus fréquents des cancers professionnels en France. Les étiologies professionnelles des CBP sont importantes à connaître pour un repérage des situations d'exposition par l'équipe de santé au travail et la mise en place de mesures de prévention. En l'état actuel des connaissances, et en dehors de l'expérimentation, il n'est pas recommandé de pratiquer en routine des scanners thoraciques dans la perspective d'un dépistage du CBP après exposition professionnelle à des cancé-

gènes respiratoires. En revanche, pour la nuisance « amiante », le suivi post-exposition, puis post-professionnel, défini par la Commission d'audition réunie par la Haute Autorité de santé (HAS) en 2010, pour mettre en évidence d'éventuelles pathologies pleurales ou parenchymateuses bénignes chez les sujets antérieurement exposés, reste d'actualité dès lors que les sujets ont eu un niveau d'exposition cumulée jugé intermédiaire ou fort.

Effets sanitaires de la silice : résultats de l'Expertise collective de l'ANSES 2019

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) a mis en place un groupe de travail « silice cristalline » afin d'actualiser l'ensemble des connaissances concernant les risques pour la santé des professionnels exposés. Concernant la silicose, l'analyse de la littérature met en évidence la fréquence de l'atteinte ganglionnaire, avec présence de nodules silicotiques, isolée ou associée à l'atteinte pulmonaire. Il existe des arguments démontrant que cette forme ganglionnaire précède la silicose pulmonaire et que cette forme devrait être incluse dans la définition de la pathologie. Concernant le CBP, l'analyse des données récentes de la littérature est en faveur d'un lien avéré entre silice et CBP et ce indépendamment de la présence d'une silicose. Le lien entre exposition à la silice et plusieurs pathologies auto-immunes et respiratoires est également confirmé. Enfin, l'analyse des relations dose-réponse silice-silicose, montre clairement que la valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) actuelle (0,1 mg/m³) est associée à une évaluation de risque individuel supérieur à 1/1000 et doit donc être révisée.

Évaluation des expositions à la silice cristalline dans le métier de maçon finisseur

Le risque lié aux travaux exposant aux poussières de silice, reconnus cancérogènes par l'Union européenne, demeure sous-estimé et sous-évalué. Une étude métrologique a donc été engagée pour estimer l'exposition à la silice cristalline dans le métier de maçon finisseur afin d'optimiser les moyens de prévention et de protection des travailleurs. Cette étude s'est intéressée aux situations de travail de tronçonnage, de décou-

page, de ponçage, de carottage et de piquage de béton. Treize services de santé au travail et des laboratoires interrégionaux de chimie ont réalisé un total de 87 prélèvements dans 37 entreprises. Un indice d'exposition supérieur à la valeur limite a été trouvé dans 43 % des cas, et 63 % des travailleurs ne bénéficiaient d'aucune protection collective. Néanmoins, 88 % des salariés observés portaient un appareil de protection respiratoire individuel prouvant la prise de conscience de la problématique « poussières ».

Caractérisation d'aérosols de silice cristalline lors de sollicitations de matériaux BTP en chambre d'émission

Une étude a été menée afin de disposer de données sur l'exposition à la silice cristalline d'ouvriers présents sur les chantiers de travaux publics ou de maçonnerie bâtiment. Le protocole de laboratoire mis au point par l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS) et le GNMST BTP porte sur trois échantillons : une bordure en béton, un pavé en granit et un parpaing. Les deux premiers sont découpés par disqueuse et le dernier percé à l'aide d'une perceuse en vue de simuler les sollicitations usuelles des chantiers. De nombreuses émissions de nano-silice cristalline libre ont été observées pendant les études en laboratoire des découpes de béton et granit. En revanche, le perçage du parpaing a généré préférentiellement des composites de diamètres moyens inférieurs au micromètre sans émission de nano-silice observable. Par ailleurs, la Caisse de retraite et de la santé au travail (CARSAT) Aquitaine a procédé à la détermination de la concentration moyenne de la fraction alvéolaire de silice cristalline montrant des teneurs élevées. Ceci est de nature à alerter sur les niveaux d'exposition dans les chantiers de BTP et montrent l'intérêt de poursuivre ces travaux de recherche.

Proposition de surveillance médico-professionnelle des salariés exposés à la silice cristalline

Une réflexion est lancée pour élaborer des recommandations de surveillance médicale des sujets exposés ou ayant été exposés à la silice cristalline. Des propositions ont été formulées concernant les effets respiratoires non cancéreux et non infectieux (différentes formes cliniques de silicose, bronchopneumopathie chronique obstructive, emphysème), le dépistage serait basé sur les tests fonctionnels respiratoires, voire sur l'imagerie thoracique. En ce qui concerne le risque de tuberculose maladie (TM), celui-ci étant augmenté même en l'absence de silicose déclarée, il semblerait judicieux de proposer un dépistage de la TM mais également de l'infection tuberculeuse latente (ITL). Le rapport coût-efficacité n'apparaît pas en faveur d'un dépistage de l'ensemble des salariés, lequel devrait être réservé aux populations à haut risque d'ITL ou de TM.

En ce qui concerne le risque de CBP, les recommandations HAS/INCa (Institut national du cancer), de 2015, prévoient une expérimentation sur le dépistage de CBP par scanner thoracique faiblement dosé chez les sujets exposés ou ayant été exposés professionnellement à des agents cancérogènes pulmonaires (comme la silice cristalline) et à haut risque de CBP. Pour les autres effets sanitaires établis (insuffisance rénale, maladie auto-immune), il n'y a pas actuellement de dispositions envisagées autre que le suivi clinique à la recherche des manifestations systémiques de ces affections. Ces propositions feront l'objet d'une évaluation dans le cadre de l'élaboration de recommandations sous l'égide de la Société française de médecine du travail.

Exposition à la silice, aux fumées de soudage et aux émissions de moteur diesel : résultats de l'enquête SUMER 2017

En 2017, près de 330 000 salariés du secteur privé étaient exposés à la silice (1,8 % de l'ensemble des salariés), 712 000 aux fumées diesel (3,9 %) et 460 000 aux fumées de soudage (2,5 %). Les durées d'exposition courtes de moins de 2 heures par semaine concernaient 36 % des salariés exposés à la silice, 33 % aux fumées diesel ainsi que 48 % aux fumées de soudage. Dans le secteur de la construction, les ouvriers qualifiés restaient les plus exposés à ces 3 agents. Il est constaté une nette diminution des durées d'exposition pour la silice et les fumées de soudage depuis 2003. Entre 2003 et 2017, la mise en œuvre de la ventilation générale a progressé mais les autres moyens de protection collective sont restés insuffisants. Le port d'équipements de protection individuelle respiratoire a augmenté. La multi-exposition à au moins trois produits chimiques concernait, en 2017, 73 % des salariés exposés à la silice, 75 % aux fumées diesel et 85 % aux fumées de soudage. La connaissance de ces résultats est un levier essentiel pour améliorer la prévention.

Exposition aux fumées de soudage : quel impact sur la santé humaine ?

Les fumées de soudage émises sont composées d'un aérosol chimique complexe, comportant une phase gazeuse et une phase particulaire (micro- et nanoparticulaire), dont la composition chimique varie notamment en fonction du type de technique de soudage, du métal d'apport et du décapant employés. En 2018, le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a classé les fumées de soudage, d'une part, et les radiations ultraviolettes issues du procédé, d'autre part, dans le groupe 1, c'est-à-dire comme agents cancérogènes pour l'homme (CIRC 1). Les déterminants de la toxicité respiratoire des fumées de soudage sont encore méconnus, mais le rôle des particules métalliques émises est fortement suspecté dans la survenue de certaines pathologies, en particulier celui des nano-

particules représentant environ 5 à 10 % de la masse totale et 80 % du nombre de particules émises, expliquant en partie la survenue de fibroses pulmonaires chez les soudeurs.

Exposition aux fumées de soudage et stratégies de surveillance biologique de l'exposition pour le médecin du travail

L'évaluation des risques liés aux fumées de soudage est complexe du fait de la multiexposition qui rend nécessaire la priorisation des polluants à mesurer. La nature à la fois locale (irritative, inflammatoire) et systémique (cancérogénicité, syndromes pseudoparkinsoniens) de la toxicité des fumées doit orienter les préventeurs conjointement vers la métrologie atmosphérique et la surveillance biologique. Le choix des biomarqueurs est guidé par la composition des métaux d'apport (chrome et nickel pour les aciers inox, manganèse...), de la nature des métaux de base (aluminium) ou de leurs revêtements (cadmium), des alliages spéciaux (cobalt, béryllium). Des travaux de recherche montrent qu'il est possible d'aller plus loin dans la surveillance biologique, par l'analyse des polluants dans d'autres matrices telles que le condensat d'air exhalé, le liquide de lavage nasal ou les cheveux. Le développement de la métabolomique offre également de nouvelles perspectives, par l'identification de molécules traceurs reflétant les conséquences biologiques de cette exposition au niveau métabolique, inflammatoire, protéique...

Fumées de soudage : dispositions réglementaires et mesures de prévention

Dans les ambiances de travail, les concentrations de fumées de soudage peuvent être très élevées et atteindre plusieurs dizaines de mg/m³. En France, la VLEP pour la totalité des particules composant les fumées de soudage est de 5 mg/m³ (fraction alvéolaire). Il existe également des VLEP pour de nombreux constituants des fumées tels que le chrome VI, l'ozone ou le nickel. Afin de limiter les expositions aux fumées de soudage, il convient de sélectionner les procédés les moins émissifs et les moins polluants ainsi que les matériaux de base et d'apport les moins toxiques. Il peut être nécessaire de mettre en place des dispositifs de captage à la source des fumées, de disposer en complément d'une ventilation générale de l'air des lieux de travail ou, à défaut, de porter des équipements de protection individuelle. Ces mesures de prévention doivent être adaptées au procédé et aux matériaux utilisés mais également au lieu de travail.

Surveillance biologique de l'exposition aux fumées de diesel et aux fumées de bitumes

Les fumées de diesel générées par les engins de chantier renferment en proportions variables de nombreux gaz

(monoxyde de carbone, oxydes d'azote, benzène, formaldéhyde, hydrocarbures aromatiques polycycliques - HAP - légers) ainsi que des polluants adsorbés sur les particules fines (carbone organique et élémentaire, nitroarènes, HAP lourds). Certains chantiers incluent l'application d'enrobés bitumineux. Du fait de la toxicité des gaz d'échappement des moteurs diesel (CIRC 1) et des fumées de bitumes (CIRC 2B), classés peut-être cancérogènes pour l'homme, l'évaluation des expositions professionnelles est indispensable. Face à une exposition aux fumées de diesel et/ou bitumes, une première caractérisation des polluants atmosphériques principaux (particules fines, CO, oxydes d'azote, HAP, indice global fumées de bitumes) permet d'évaluer le cocktail de polluants et les expositions respiratoires. La surveillance biologique des expositions professionnelles est utile en complément pour mesurer l'imprégnation réelle des travailleurs. La stratégie recommandée consiste à mesurer les métabolites urinaires des HAP majoritaires dans ces fumées. Le 1-hydroxypyrrène, les 2- et 3-fluorénols ainsi que les 2- et 3-phénanthrols sont à privilégier du fait d'une meilleure corrélation avec l'exposition et d'une moindre interférence du tabagisme.

Contrôle sur site du bon fonctionnement des filtres à particules pour engins non-routiers

Les émissions diesel sont à l'origine d'altération de la fonction pulmonaire, d'induction et d'aggravation de l'asthme, d'augmentation de la mortalité par maladies cardiovasculaires et respiratoires. La nouvelle réglementation européenne relative à l'émission en polluants par les engins non-routiers, applicable depuis 2017, se traduit par une exigence de diminution drastique de l'émission en particules d'un facteur environ 100 par rapport aux limites antérieures. Seuls les systèmes de filtres à particules (FAP) sont en mesure d'éliminer efficacement les particules ultra-fines hautement toxiques de suie et d'oxydes métalliques émises par les moteurs à combustion. Mais les FAP montés sur les engins non routiers subissent des contraintes mécaniques et thermiques importantes pouvant conduire à leur dégradation, ce qui se traduit par une augmentation de la concentration en particules à l'émission du moteur qui nécessite d'être contrôlée. Différents moyens de mesure simplifiés de la concentration en particules à l'émission des engins sont étudiés et testés dans différentes configurations de fonctionnement en laboratoire et sur le terrain.

L'ensemble des interventions est disponible sur le site : www.sistbtp-lorraine.fr.