

## Base Colchic

La base de données d'exposition professionnelle aux agents chimiques Colchic regroupe l'ensemble des mesures d'exposition effectuées sur les lieux de travail par les huit laboratoires interrégionaux de chimie (LIC) des Carsat/Cramif et les laboratoires de l'INRS. Elle est gérée par l'INRS et a été créée en 1987 à l'initiative de la Caisse nationale de l'assurance maladie (Cnam).

À ce jour, Colchic compte plus d'un million de résultats pour 745 agents chimiques.

# PORTRAIT DES EXPOSITIONS AUX POUSSIÈRES INHALABLES ET ALVÉOLAIRES MESURÉES ENTRE 2014 ET 2018

Cet article dresse un portrait, basé sur des extraits de la base Colchic, des expositions aux poussières inhalables et alvéolaires en France sur la période 2014-2018, dans un contexte d'évolution des valeurs limites d'exposition professionnelle sur huit heures.

JEAN-FRANÇOIS SAUVÉ, GAUTIER MATER  
INRS, département Métrologie des polluants

Les poussières réputées sans effet spécifique (PSES) sont définies par la circulaire du 9 mai 1985 du ministère du Travail comme des poussières qui « ne sont pas en mesure de provoquer seules, sur les poumons ou tout autre organe du corps humain, d'autre effet que celui de la surcharge ». Les aérosols visés par la définition de PSES appartiennent à deux fractions: inhalable et alvéolaire. La fraction inhalable représente la totalité des particules pouvant être inhalées par le système respiratoire et dont la définition conventionnelle correspond à des particules dont le diamètre aérodynamique ( $D_{ae}$ ) médian est de 100  $\mu\text{m}$  [1]. La fraction alvéolaire, plus fine, correspond à un  $D_{ae}$  de coupure de 4  $\mu\text{m}$  et est mesurée en présence d'aérosols ayant une action au niveau du poumon profond, comme la silice cristalline par exemple.

L'exposition aux PSES fait l'objet de valeurs limites d'exposition professionnelle sur 8 heures (VLEP-8h) réglementaires et contraignantes. Ces VLEP, établies en 1984, sont de 10  $\text{mg}/\text{m}^3$  pour la

fraction inhalable, et de 5  $\text{mg}/\text{m}^3$  pour la fraction alvéolaire<sup>1</sup>.

En novembre 2019, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) a recommandé de nouvelles VLEP-8h, suite à une revue de la littérature sur les effets des PSES [2]. Pour les PSES inhalables, la VLEP-8h recommandée de 4  $\text{mg}/\text{m}^3$  vise à prévenir le développement de la bronchite chronique, et correspond à la valeur MAK allemande<sup>2</sup>. Dans le cas des PSES alvéolaires, la recommandation de 0,9  $\text{mg}/\text{m}^3$  vise à prévenir une réponse inflammatoire pulmonaire, déduite à partir de données expérimentales chez l'animal [2].

### Objectifs

Cet article vise à fournir un portrait des concentrations en poussières enregistrées ces dernières années (2014-2018) dans la base de données Colchic. Ce portrait a notamment pour objectif d'identifier les secteurs d'activité et les métiers associés aux tâches les plus à risque de surexposition.

*Un biais d'interprétation est susceptible d'être introduit lors de l'exploitation des bases de données nationales d'expositions professionnelles, telles que Colchic et Scola. En effet, ces bases n'ont pas été conçues dans le but d'être représentatives de l'ensemble des travailleurs ou d'un secteur professionnel donné.*

Il est important de rappeler que les données enregistrées dans la base Colchic ne proviennent pas d'un échantillon aléatoire des milieux de travail français. Par ailleurs, il n'est pas possible d'évaluer si les mesures de poussière réalisées par le préleveur avaient pour objectif de définir la concentration en PSES au poste de travail ou non. Par conséquent, ce portrait des concentrations ne répond pas directement à la notion de poussières « sans effet spécifique » au sens réglementaire. C'est pourquoi cet article utilise les termes génériques de « poussières alvéolaires » et « poussières inhalables » plutôt que celui de « poussières réputées sans effet spécifique ».

### Méthode et sélection des données

Les données extraites de la base Colchic ont été restreintes aux prélèvements individuels de poussières alvéolaires ou inhalables, c'est-à-dire ceux réalisés dans la zone respiratoire du travailleur sur la période 2014-2018, ayant pour objectif de comparer l'exposition à la VLEP-8h et dont la durée de prélèvement était comprise entre 60 et 540 minutes. Seules les mesures dont l'analyse a été réalisée par gravimétrie ont été conservées. Les mesures de poussières alvéolaires associées à l'évaluation de l'exposition à la silice ont été conservées dans les analyses, puisqu'elles représentaient plus de 90% des données. Les concentrations non-détectées, c'est-à-dire inférieures à la limite de quantification (LQ), ont été remplacées par LQ/2. Chaque concentration a été divisée par la VLEP-8h réglementaire et par la VLEP-8h proposée par l'Anses pour calculer un indice d'exposition (IE = concentration/VLEP-8h) spécifique de ces deux VLEP-8h. Dans les figures présentées ci-après, l'IE est classé en trois catégories: inférieur à 10% de la VLEP-8h en vert; compris entre 10% et moins de 100% de la VLEP-8h en bleu; et égal ou supérieur à la VLEP-8h en orange.

### Résultats

Au total, 3419 mesures de poussières inhalables et 614 mesures de poussières alvéolaires ont été conservées. Les concentrations non détectées représentent moins de 3% des données.

Parmi les 614 mesures de poussières alvéolaires, 572 (soit 93%) sont associées à une analyse de la teneur en silice et ont une moyenne géométrique de 0,32 mg/m<sup>3</sup>, comparativement à 0,19 mg/m<sup>3</sup> pour les autres mesures de poussières alvéolaires (n = 42).

La quasi-totalité des mesures de poussières inhalables a été obtenue à partir d'un prélèvement réalisé à l'aide d'une cassette fermée de 25 mm ou de 37 mm de diamètre. De même, 96% des mesures de la fraction alvéolaire sont issues de prélèvements réalisés à l'aide d'un cyclone 10 mm de type « Dorr-Oliver ».



© Patrick Delapierre pour l'INRS/2019

Le *Tableau 1* présente le nombre de mesures et de valeurs non-détectées, la médiane, l'écart-type géométrique, la moyenne arithmétique, les 5<sup>e</sup> et 95<sup>e</sup> centiles de la distribution et la proportion des concentrations supérieures à la VLEP-8h réglementaire, ainsi qu'à la valeur recommandée par l'Anses. Au final, la proportion de concentrations dépassant la VLEP-8h réglementaire actuelle est de 10% pour les poussières inhalables et de 4% pour la fraction alvéolaire. Si on considère les VLEP-8h recommandées par l'Anses, la proportion de dépassements est supérieure à 20% pour les deux fractions granulométriques.

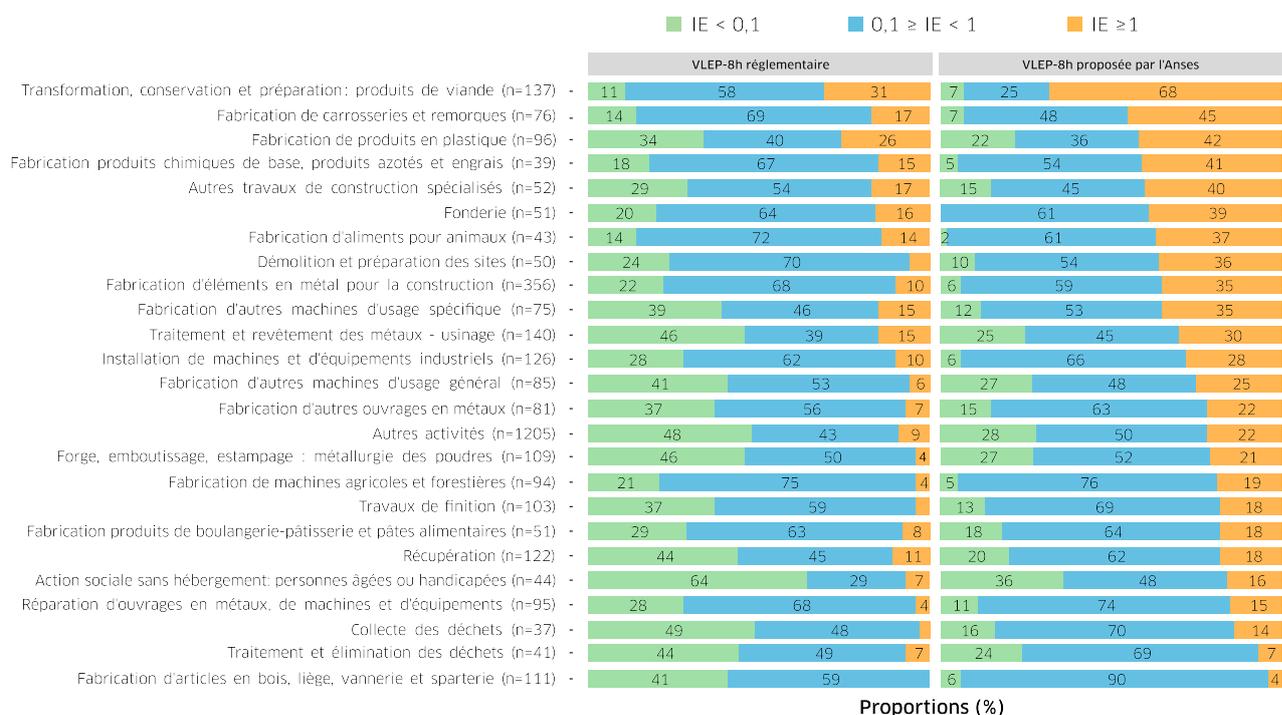
Dans la base Colchic et sur la période analysée, 65 secteurs d'activité présentent au moins dix mesures en poussières inhalables disponibles. La distribution des niveaux d'exposition pour les 25 catégories les plus fréquemment mesurées est présentée dans la *Figure 1*; les mesures pour tous

Atelier de production de volailles équipé d'un système d'aspiration des poussières.

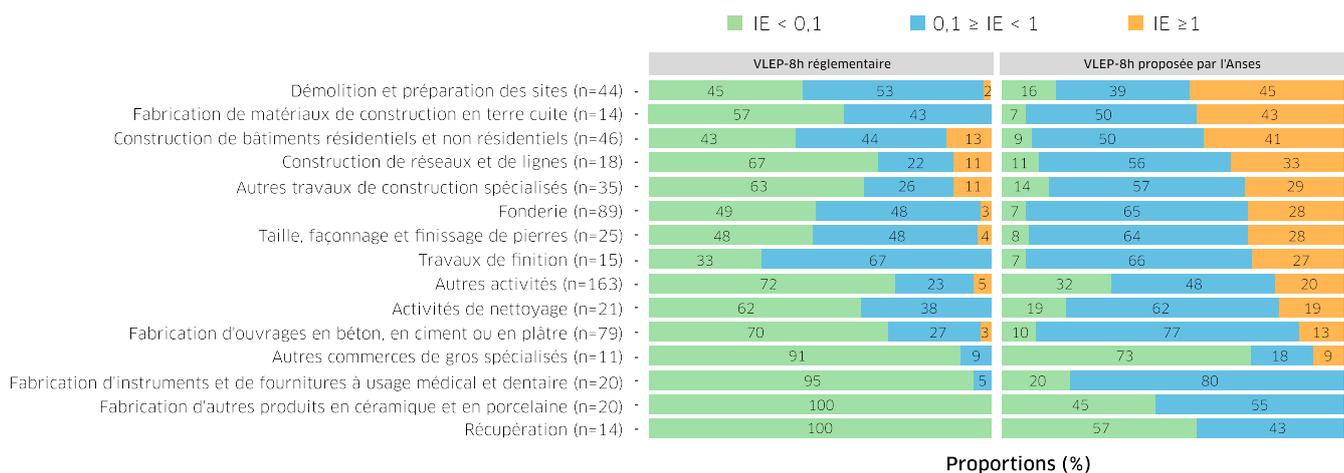
↓ **TABLEAU 1**  
Statistiques descriptives globales des concentrations en poussières.

	FRACTION INHALABLE	FRACTION ALVÉOLAIRE
Nombre de mesures	3419	614
Nombre de valeurs non-détectées	60	66
Médiane (mg/m <sup>3</sup> )	1,63	0,30
Écart-type géométrique	4,6	4,6
Moyenne arithmétique (mg/m <sup>3</sup> )	5,84	1,00
5 <sup>e</sup> centile (mg/m <sup>3</sup> )	0,13	0,02
95 <sup>e</sup> centile (mg/m <sup>3</sup> )	18,31	4,15
Nombre de mesures dépassant VLEP-8h réglementaire (%)	348 (10%)	27 (4%)
Nombre de mesures dépassant VLEP-8h de l'Anses (%)	909 (27%)	141 (23%)





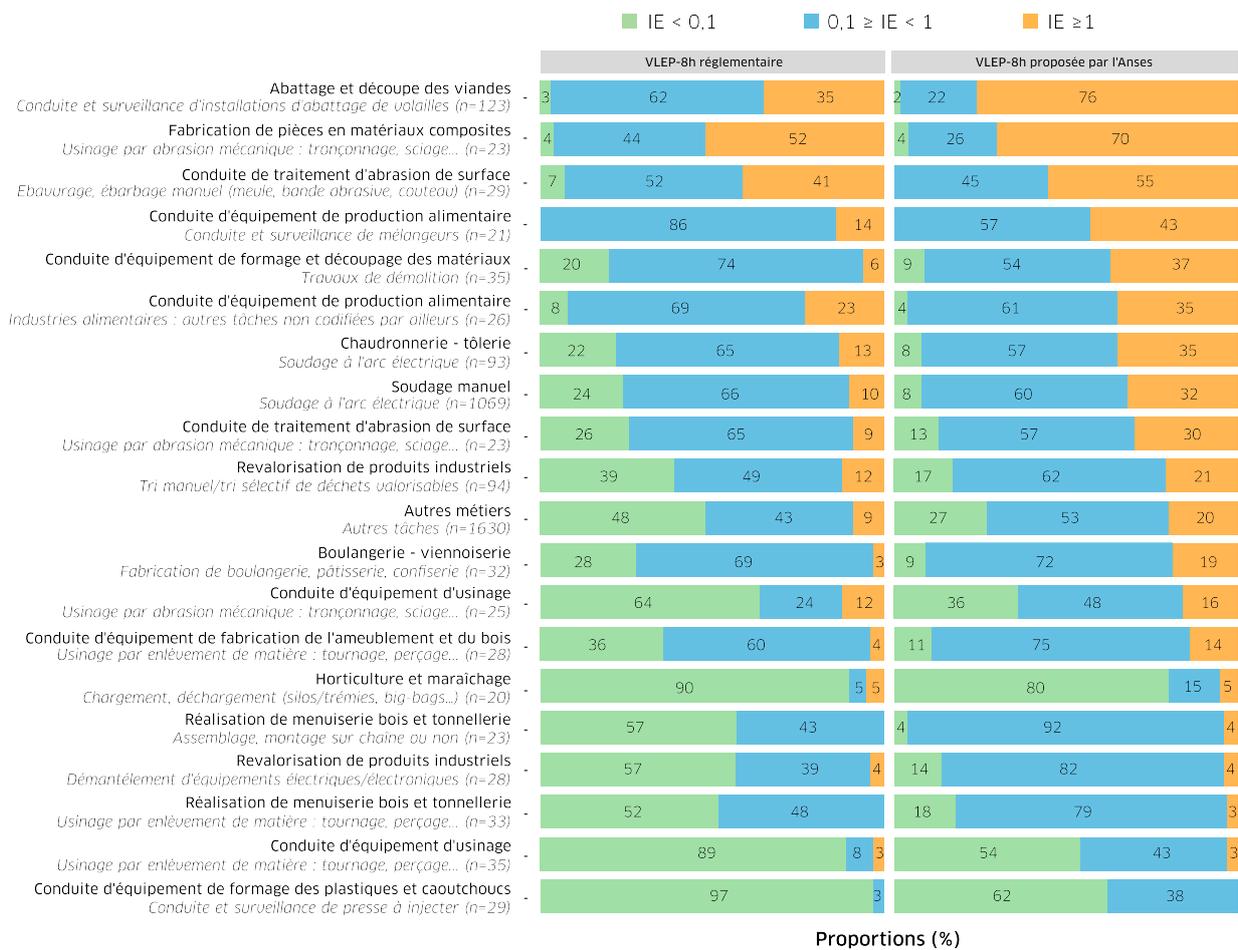
↑ FIGURE 1 Comparaison des niveaux d'exposition aux poussières inhalables par secteur d'activité entre 2014 et 2018, par rapport aux VLEP-8h réglementaire et VLEP-8h proposée par l'Anses.



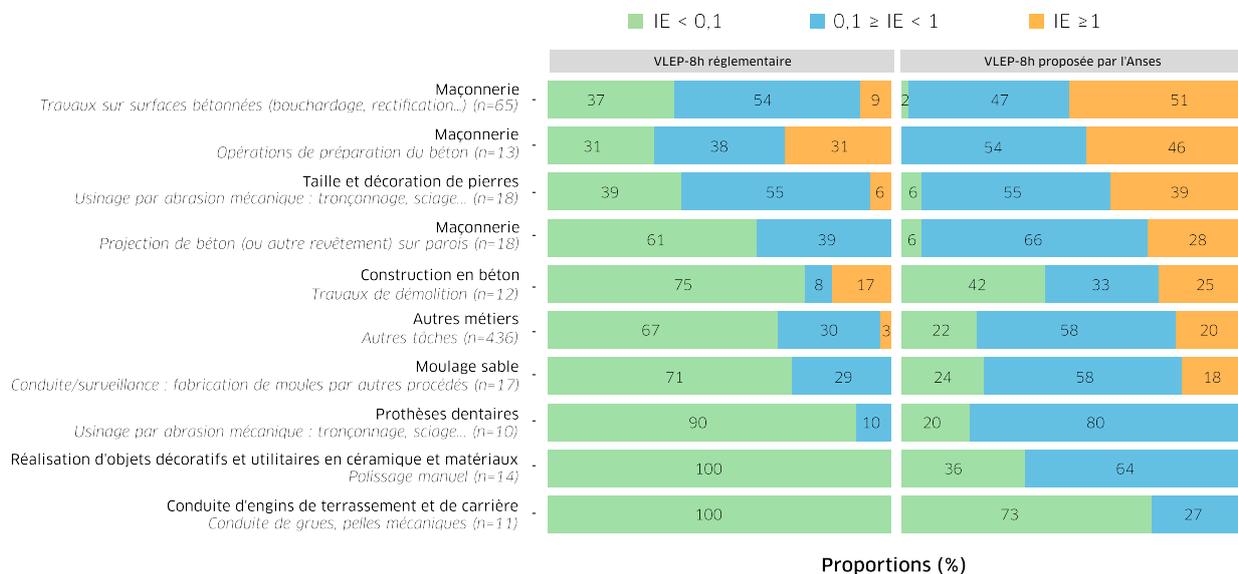
↑ FIGURE 2 Comparaison des niveaux d'exposition aux poussières alvéolaires par secteur d'activité entre 2014 et 2018, par rapport aux VLEP-8h réglementaire et VLEP-8h proposée par l'Anses.

les autres secteurs d'activité ont été regroupés au sein de la catégorie « Autres activités » pour des raisons de lisibilité. Dans la *Figure 1*, la proportion de concentrations dépassant la VLEP-8h recommandée récemment par l'Anses varie entre 4% et 68%, selon le secteur. Outre celui de la transformation, conservation et préparation de viandes ou de produits de la viande, les secteurs du domaine manufacturier (par exemple: carrosseries et remorques, produits en plastique) figurent au nombre des secteurs enregistrant les plus grandes proportions de dépassements. La *Figure 2* présente la distribution des niveaux d'exposition par secteur d'activité, cette fois pour les poussières alvéolaires. Comparativement à la VLEP-8h proposée par l'Anses, les secteurs rattachés au bâtiment et aux travaux publics (BTP),

telles les activités de démolition et de préparation des sites, la construction de bâtiments, et les autres travaux de construction spécialisés font partie des secteurs avec les dépassements les plus fréquents, respectivement 45%, 41% et 29%. La *Figure 3* montre les niveaux d'exposition pour les vingt couples métiers - tâches avec le plus grand nombre de mesures de poussières inhalables. Afin de faciliter la lecture du graphique, les types de procédés associés au soudage à l'arc électrique (par exemple: MIG, TIG, électrode fusible enrobée) ont été combinés en une seule catégorie, puisque les niveaux d'exposition aux poussières inhalables observés dans la base Colchic sont similaires pour ces procédés. Globalement, les couples métiers - tâches présentent au moins une mesure dont la concentration est supérieure à la VLEP-8h



↑ FIGURE 3 Comparaison des niveaux d'exposition aux poussières inhalables par couple métier - tâche entre 2014 et 2018, par rapport aux VLEP-8h réglementaire et VLEP-8h proposée par l'Anses.



↑ FIGURE 4 Comparaison des niveaux d'exposition aux poussières alvéolaires par couple métier - tâche entre 2014 et 2018, par rapport aux VLEP-8h réglementaire et VLEP-8h proposée par l'Anses.

proposée par l'Anses, à l'exception de la conduite et surveillance de presse à injecter dans les métiers du formage de plastique et de caoutchouc. Le dépassement de la VLEP-8h de l'Anses est le plus fréquent pour les métiers de l'abattage et la découpe de viande (n = 123 mesures), avec 76%. De même, le

dépassement de la VLEP-8h de l'Anses est observé pour plus de la moitié des mesures prises pour la tâche d'usinage par abrasion mécanique, dans les métiers de la fabrication de pièces en matériaux composites (70% de dépassements) et pour la tâche d'ébavurage et/ou d'ébarbage manuel dans



Cabine de soufflage pour le dépoussièrèment des vêtements.



© Philippe Castano pour l'INRS

les métiers de la conduite de traitement d'abrasion de surface (55% de dépassements). En ce qui concerne les poussières alvéolaires, les couples métier - tâches avec les dépassements les plus fréquents, relativement à la VLEP-8h proposée par l'Anses, sont principalement associés à des activités de construction et de maçonnerie impliquant du béton (Cf. Figure 4).

### Discussion

Cette analyse met en perspective l'effet d'une évolution de ces VLEP-8h à travers celle des indices d'exposition mesurés dans les établissements français. Dans l'ensemble, environ une mesure sur quatre de poussières enregistrée dans Colchic entre 2014 et 2018 présente une concentration supérieure à la VLEP-8h proposée par l'Anses et ce, tant pour la fraction inhalable que pour la fraction alvéolaire. Comparativement à la proportion de mesures dépassant les VLEP-8h réglementaires actuelles, l'augmentation de la proportion de dépassement de la valeur de l'Anses est plus élevée pour les poussières alvéolaires, principalement parce que l'écart entre les deux VLEP-8h est plus grand (5,5 fois plus faible, comparativement à 2,5 fois pour les poussières inhalables). Les activités liées à l'abattage et à la découpe de volailles, principalement pour le poste de travail d'accrochage de poulets ont été identifiées comme particulièrement problématiques, avec plus de 75% des concentrations en poussières inhalables dépassant la VLEP-8h recommandée

par l'Anses. Deux études françaises récentes [3, 4] ont mis en évidence le fort potentiel de surexposition aux poussières chez les accrocheurs de volaille, dont l'une constitue la source principale de mesures dans la base Colchic pour ce poste de travail [3]. Ces poussières sont principalement de source organique et peuvent contenir des composés tels des endotoxines, bactéries, champignons et autres micro-organismes pouvant être associés à des maladies respiratoires ou infectieuses. Afin de réduire les niveaux d'exposition aux poussières et à d'autres contaminants aériens liés à l'abattage de volailles, l'INRS a proposé des lignes directrices pour la mise en place de systèmes de ventilation [5]. Néanmoins, les niveaux de concentration rapportés dans la littérature suggèrent que la ventilation pourrait être insuffisante pour réduire l'exposition à des niveaux acceptables, relativement à la VLEP-8h réglementaire actuelle, et requérant, le cas échéant, le port d'équipements de protection respiratoire appropriés chez ces travailleurs [4].

Les mesures de poussières inhalables des couples métiers - tâches associés aux activités de soudage et d'usinage contenues dans la base Colchic peuvent avoir été effectuées avec un objectif d'évaluation de l'exposition à divers métaux au sein de la fraction inhalable, plutôt qu'une évaluation portant sur les poussières sans effet spécifiques. Néanmoins, ces activités ont montré un potentiel de surexposition par rapport à la VLEP-8h actuelle, ainsi qu'à celle recommandée

par l'Anses. Pour le soudage à l'arc électrique, des concentrations en poussières inhalables supérieures à 4 µg/m<sup>3</sup> ont été rapportées dans la littérature au niveau des fumées de soudage, surtout pour les procédés au fil fourré et au gaz actif [6]. En ce qui concerne les poussières alvéolaires, les dépassements les plus fréquents des VLEP étaient en très grande majorité associés à des activités du bâtiment et des travaux publics (BTP), tels le bouchardage, les travaux de maçonnerie et de démolition. La quasi-totalité des mesures visaient à évaluer l'exposition à la silice cristalline, un cancérigène avéré et omniprésent dans les matériaux utilisés en BTP tels le béton et la brique. La mise en place de procédés humides ou de dispositifs de captage localisés permet de réduire les concentrations en poussières et en silice cristalline pour ce type de travaux [7, 8].

La limite principale de ce travail concerne l'absence de descripteur spécifique aux PSES dans Colchic. En effet, les prélèvements de poussières inhalables ou alvéolaires peuvent avoir principalement servi à caractériser l'exposition à la silice, à des métaux, ou à d'autres substances présentes dans les poussières et qui peuvent ainsi comporter des effets spécifiques. En dépit de ces limites, les informations contenues dans Colchic permettent de fournir un portrait multi-industrie sur les niveaux d'empoussièrement retrouvés en milieu de travail.

Les recommandations de l'Anses d'abaisser les VLEP-8 h à 4 mg/m<sup>3</sup> pour les PSES en fraction

inhalable et à 0,9 mg/m<sup>3</sup> pour les PSES en fraction alvéolaire sont à mettre en perspective avec d'autres VLEP-8h actuelles. Notons par exemple les fumées de soudage (5 mg/m<sup>3</sup>, totalité des particules), le dioxyde de titane (10 mg/m<sup>3</sup>), le carbure de silicium (10 mg/m<sup>3</sup>) ou l'oxyde de zinc (poussières, 10 mg/m<sup>3</sup>). Dans ce contexte, ces VLEP pour des aérosols avec effets spécifiques deviendraient moins contraignantes que la VLEP pour les poussières réputées sans effets spécifiques. Finalement, la VLEP-8h proposée par l'Anses pour les poussières alvéolaires se rapproche des limites de quantification (LQ) obtenues pour des prélèvements faits à l'aide de cyclones à faible débit. Par exemple, la masse de poussières sur filtre correspondant à 1/10<sup>e</sup> de la VLEP pour un prélèvement de 8 heures par un cyclone Dorr-Oliver à un débit de 1,5 L/min est de 0,065 mg. À titre illustratif, la limite de quantification associée à l'utilisation de membranes PVC varie selon un ordre de grandeur entre 0,047 et 0,067 mg [9].

La vigilance s'impose donc pour caractériser l'exposition dans des situations de faible exposition, où l'utilisation de cyclones à plus haut débit permettrait d'obtenir une masse de particules quantifiable, surtout pour de courtes durées de prélèvement. ●

1. Article R.4222-10 du Code du travail. Voir : ED 984 (INRS) - Valeurs limites d'exposition professionnelle en France, p. 6. Accessible sur : [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)
2. De l'allemand Maximale Arbeitsplatz Konzentration : concentration maximale sur le lieu de travail. Voir : ED 6254 (INRS) - Valeurs limites d'exposition pour la prévention du risque chimique, p. 37. Accessible sur : [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)

## BIBLIOGRAPHIE

[1] NORME NF EN 481 (INDICE X 43-279) - Atmosphères des lieux de travail. Définition des fractions de taille pour le mesurage des particules en suspension dans l'air. La Plaine Saint-Denis, Afnor, 1993.

[2] RECOMMANDATIONS DE VALEURS LIMITES D'EXPOSITION PROFESSIONNELLE (VLEP) pour les Poussières dites sans effet spécifique (PSES) à partir de recommandations scientifiques existantes. Maisons-Alfort, Anses, novembre 2019. Accessible sur : [www.anses.fr/fr/system/files/VSR2017SA0148Ra.pdf](http://www.anses.fr/fr/system/files/VSR2017SA0148Ra.pdf)

[3] BALTU I., LE BERRE G., MORIN S., NICOLAS S., PESIGOT N., SERVANT A. - Exposition aux poussières émises par les volailles aux postes d'accrochage en abattoirs. *Hygiène et Sécurité du Travail*, 2017, 249, pp. 72-76. Accessible sur : [www.inrs.fr/publications/hst](http://www.inrs.fr/publications/hst)

[4] HUNEAU-SALAUN A., PUTERFLAM J., BALAINE L., GALLIOT P., LE BOUQUIN S. - Exposure to inhalable dust of workers shackling birds frequently exceeds occupational exposure level in abattoirs in Western France. *British Poultry Science* 2019, 60, n° 4, pp. 472-477.

[5] BALTU I., LE BERRE G., MORIN S., CHRISTIAN C., NICOLAS S., PESIGOT N., SERVANT A. - Ventilation des postes d'accrochage en abattoir de volailles. INRS, ED 6279, 2017. Accessible sur : [www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206279](http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206279)

[6] LEHNERT M., PESCH B., LOTZ A. ET AL. - Exposure to inhalable, respirable, and ultrafine particles in welding fume. *Annals of Occupational Hygiene*, 2012, vol. 56, n° 5, pp. 557-567.

[7] BEAUDRY C., DION C., GÉRIN M. ET AL. - Bilan et analyse de la littérature sur l'exposition des travailleurs de la construction à la silice cristalline. Montréal, IRSST, Rapport R-692, 2011. Accessible sur : [www.irsst.qc.ca/media/documents/PublIRSST/R-692.pdf](http://www.irsst.qc.ca/media/documents/PublIRSST/R-692.pdf)

[8] COURTOIS B., DOGAN C., DOYERE A. ET AL. - Poussières : Guide de bonnes pratiques en démolition. INRS, ED 6263, 2017. Accessible sur : [www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206263](http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206263)

[9] NORME NF X 43-257 - Qualité de l'air. Air des lieux de travail - Prélèvement d'aérosol à l'aide d'une cassette. La Plaine Saint-Denis, Afnor, 2016.