

## 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 RÉTROSPECTIF DES EXPOSITIONS AUX BROUILLARDS D'HUILE DE FLUIDES DE COUPE EN FRANCE DE 2010 À 2019

**Les brouillards d'huile représentent une matrice complexe, de composition variable (dépendant du fluide utilisé et du matériau usiné) et contenant un nombre important de substances, dont certaines sont toxiques. Cet article dresse un portrait des expositions aux brouillards d'huile de 2010 à 2019. Les mesures exploitées concernent les prélèvements individuels d'une durée comprise entre 60 et 480 minutes, en référence à la valeur limite proposée par le Niosh (États-Unis: 0,5 mg.m<sup>-3</sup>).**

BARBARA SAVARY,  
ANDREA EMILI  
INRS,  
département  
Métrologie  
des polluants

**L**e travail des métaux, ainsi que le démontage et le décoffrage de pièces, quel que soit le matériau (verre, plastique, métal...) nécessitent l'emploi de lubrifiants. Lors de l'«usinage des métaux à l'aide d'un outil coupant abrasif, ou par électroérosion ou déformation» [1] (tournage, fraisage, tarudage, rectification...), ces lubrifiants (ou fluides de coupe) permettent de protéger les pièces usinées et l'outil, de les lubrifier et de limiter l'échauffement de leur zone de contact. En 2019, 46 915 tonnes de lubrifiants pour le travail des métaux ont été vendues en France [3].

Les fluides de coupe se répartissent en deux principales familles, subdivisées elles-mêmes en

sous-familles: les huiles entières et les fluides aqueux. (Cf. *Figure 1*) [1].

Pour améliorer la performance de ces fluides de coupe, des additifs sont ajoutés: additifs d'onctuosité, additifs anti-usure, additifs extrême-pression (limitant les risques de grippage), inhibiteurs de corrosion, agent émulsifiant ou bien encore biocides [3]. Les huiles entières contiennent également des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Si, avant les années 1970, la concentration en HAP était élevée du fait du procédé de raffinage du pétrole, elle est beaucoup plus faible de nos jours grâce à un raffinage plus sévère. Toutefois, lors de l'utilisation des huiles entières, l'échauffement du fluide et son utilisation en circuit fermé génèrent

*Un biais d'interprétation est susceptible d'être introduit lors de l'exploitation des bases de données nationales d'expositions professionnelles, telles que Colchic. 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.*

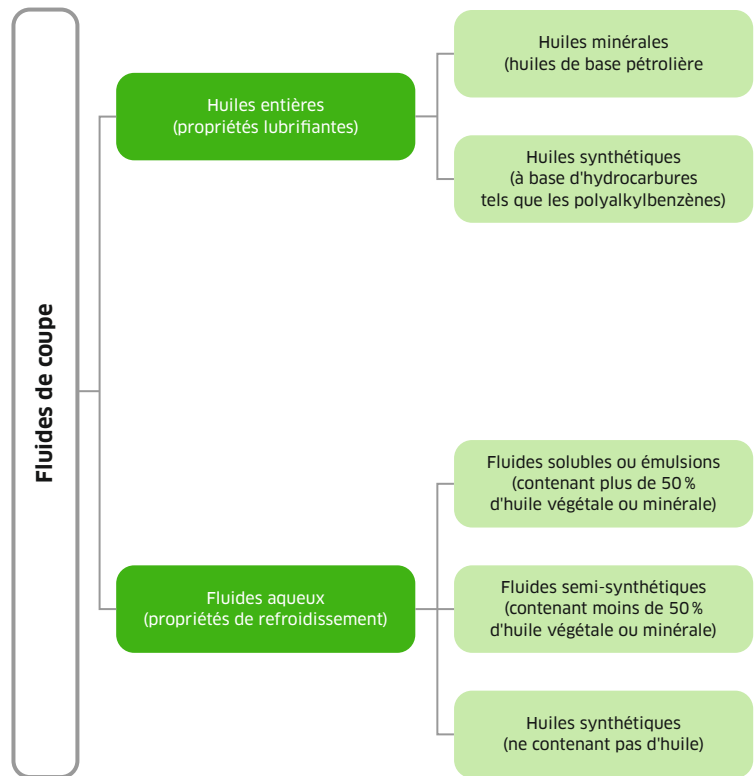
des HAP dont la concentration augmente au cours du temps. Les fluides se chargent également en composés métalliques (chrome, nickel, cobalt...) provenant de la pièce usinée.

Des micro-organismes sont susceptibles de proliférer dans les fluides de coupe, y trouvant un milieu favorable à leur croissance: présence d'hydrocarbures pour la source carbonée, pH compris entre 8 et 9, température et hygrométrie de l'atelier favorables [4].

En France, selon l'enquête Sumer 2017, 1443600 salariés sont exposés aux fluides de coupe (huiles synthétiques: 50%, huiles entières: 34% et fluides aqueux: 16%), principalement dans des très petites, petites et moyennes entreprises (TPE et PME) [5]. Les salariés sont exposés à ces produits lors de leur manipulation, notamment lorsqu'ils sont appliqués manuellement, ou à l'aérosol formé quand ils sont vaporisés au point de contact outil – pièce. Cet aérosol, composé de fluide, d'additifs, de particules métalliques, des composés formés au cours du procédé et de micro-organismes, est appelé brouillard d'huile.

Les pathologies résultant de l'exposition aux fluides de coupe et à leurs brouillards d'huile sont reconnues maladies professionnelles dans les tableaux numéros 36, 36bis et 66bis (correspondant aux pathologies liées aux fluides de coupe) et dans les tableaux numéros 43, 49, 49bis, 65 et 66 (correspondant aux pathologies liées aux substances additives) [6] du Régime général de la Sécurité sociale. Les pathologies observées sont des affections cutanées (dermites ou allergies professionnelles) et respiratoires. L'exposition aux brouillards d'huile est également à l'origine de cancers bronchopulmonaires, de la vessie, du pancréas, de l'œsophage, de l'estomac, du rectum, du larynx ou cutanés [3].

En France, il n'existe pas de valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) aux brouillards d'huile. En l'absence de VLEP française, l'INRS et la Caisse nationale d'assurance maladie (Cnam) recommandent 0,5 mg.m<sup>-3</sup> comme objectif à atteindre pour les ateliers dans lesquels sont mis en œuvre des fluides de coupe [7-8]. Cette valeur correspond à la valeur recommandée en 1998 par le Niosh



(National Institute for Occupational Safety and Health, États-Unis; valeur REL<sup>1</sup>) pour la fraction inhalable des brouillards d'huile (quelle que soit la nature du fluide de coupe mis en œuvre dans le procédé); une valeur de 0,4 mg.m<sup>-3</sup> a de même été recommandée pour la fraction thoracique.

Les brouillards d'huile représentent une matrice complexe, de composition variable (dépendant du fluide utilisé et du matériau usiné) et contenant un nombre important de substances, dont certaines sont toxiques. En l'absence de traceur, l'évaluation des niveaux d'exposition est difficile. L'INRS préconise, dans la base MétroPol<sup>2</sup>, un prélèvement de l'aérosol inhalable sur un filtre en PTFE (polytétrafluoroéthylène), contenu dans une cassette de 37 mm à un débit de 2 L/min, suivi d'une extraction au solvant. La masse déposée sur le filtre est alors considérée comme étant la fraction inhalable de

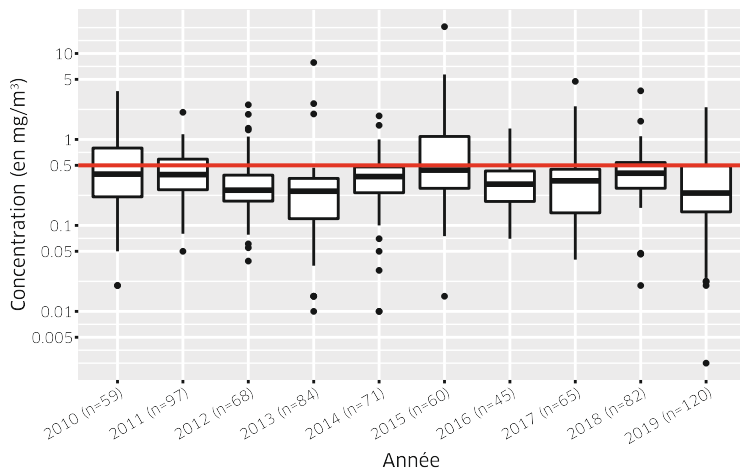
↑ FIGURE 1  
Les fluides de coupe [1].

TYPE D'HUILE	N	% > 0,5 mg.m <sup>-3</sup>	Moy.	Min.	C25	C50	C75	C95	Max.
Huiles entières	230	28 %	0,55	0,020	0,18	0,33	0,54	1,85	7,85
Fluides aqueux	454	23 %	0,43	0,003	0,19	0,34	0,48	1,00	5,25
Huiles synthétiques	67	19 %	0,80	0,010	0,20	0,28	0,43	2,61	20,5

Moy. = moyenne arithmétique; Min. = minimum; C25 = 25<sup>e</sup> centile; C50 = 50<sup>e</sup> centile (médiane); C75 = 75<sup>e</sup> centile; C95 = 95<sup>e</sup> centile; Max = maximum.

← TABLEAU 1  
Descripteurs statistiques des niveaux d'exposition aux brouillards d'huile en fonction du fluide de coupe à l'origine de l'exposition.





↑ FIGURE 2  
Distribution des niveaux d'exposition par année.

brouillard d'huile présent dans l'environnement de travail du salarié [9].

Cet article dresse un portrait des expositions aux brouillards d'huile de 2010 à 2019. Les données exploitées concernent les mesures individuelles, prélevées pendant une durée comprise entre 60 et 480 minutes, et en référence à la valeur limite recommandée (0,5 mg.m<sup>-3</sup>). Le Tableau 1 présente l'analyse descriptive statistique de l'exposition aux brouillards d'huile en fonction du fluide de coupe

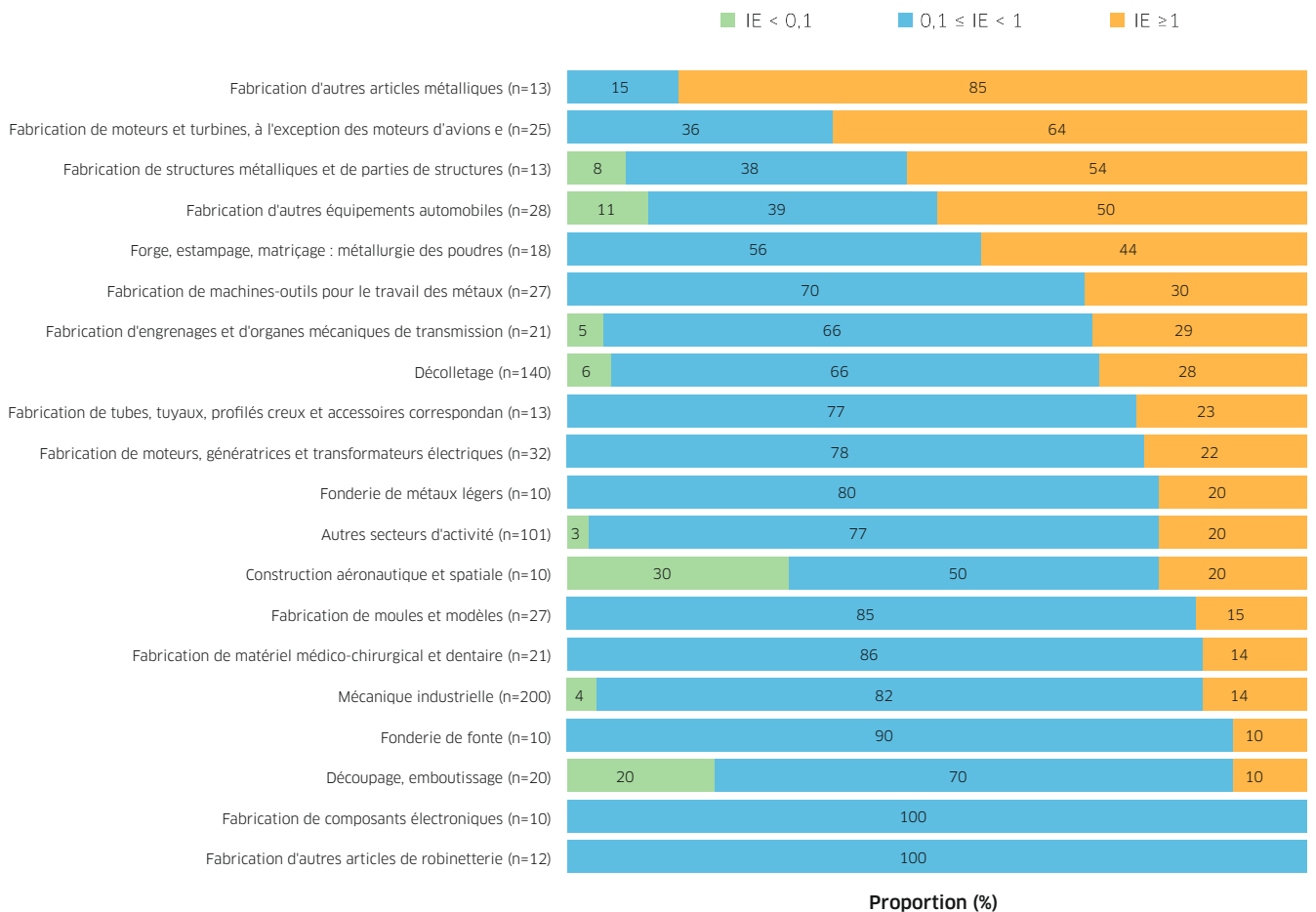
↓ FIGURE 3  
Niveaux d'exposition aux brouillards d'huile par secteur d'activité.

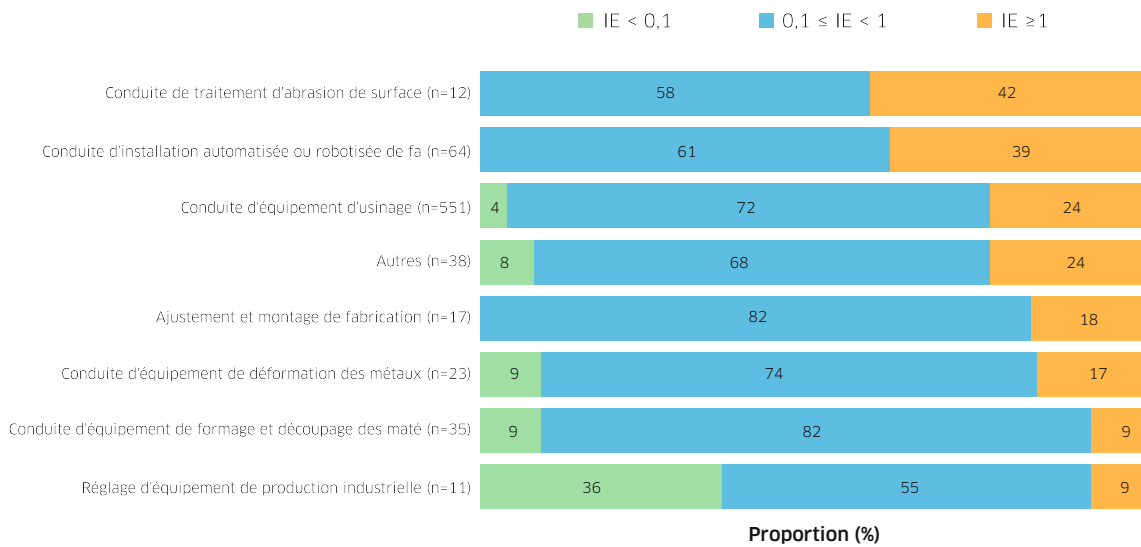
à l'origine de l'exposition. La Figure 2 montre la distribution annuelle des niveaux d'exposition sur la période étudiée. Les Figures 3 à 5 présentent respectivement les résultats par secteur d'activité (NAF), par métier et par tâche pour l'ensemble des mesures, sans distinction de la nature du fluide. Les Figures 6 à 8 présentent les résultats par secteur d'activité, pour chaque nature de fluide de coupe - huiles entières, fluides aqueux et huiles de synthèse respectivement - avec le nombre de mesures (n) disponibles et la distribution des indices d'exposition (IE=concentration / VLEP). L'IE est classé en trois catégories: inférieur à 0,1 en vert, compris entre 0,1 et 1 en bleu et supérieur à 1 en orange. Les catégories « Autres secteurs d'activité », « Autres métiers » et « Autres tâches » regroupent respectivement les secteurs d'activité, les métiers et les tâches pour lesquels moins de dix mesures répondant aux critères de sélection ci-dessus sont enregistrées dans Colchic.

### État des lieux des données dans Colchic

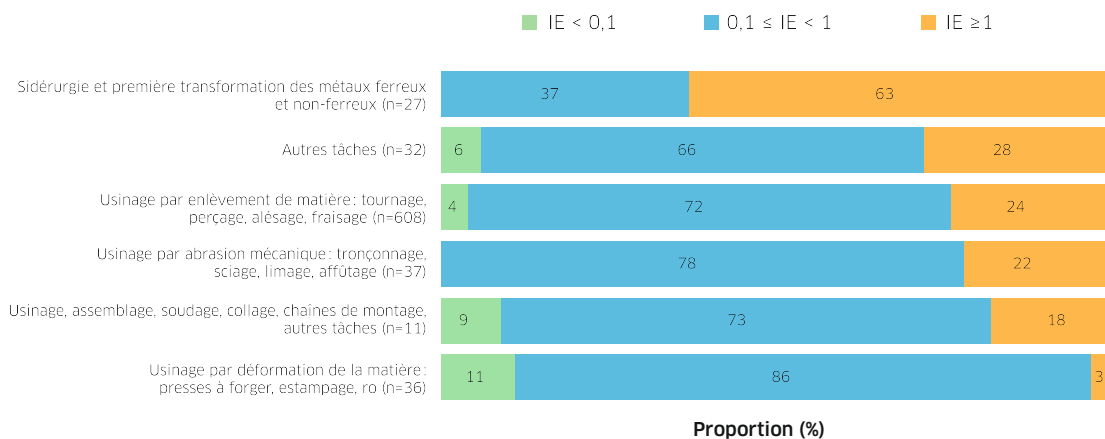
#### Analyse globale

Sur la période 2010-2019, 751 mesures d'expositions individuelles aux brouillards d'huiles (huiles entières, fluides aqueux et huiles de synthèse) sont enregistrées dans Colchic. Ces mesures varient





← FIGURE 4  
Niveaux d'exposition aux brouillards d'huile par métier.



← FIGURE 5  
Niveaux d'exposition aux brouillards d'huile par tâche.

entre 0,003 et 20,5 mg.m<sup>-3</sup>, avec une moyenne de 0,5 mg.m<sup>-3</sup> et une médiane de 0,33 mg.m<sup>-3</sup>. Près de 24% de ces mesures dépassent 0,5 mg.m<sup>-3</sup>. La distribution des mesures d'exposition par année ne montre pas d'évolution significative des niveaux d'exposition sur la période étudiée, les valeurs médianes sont comprises entre 0,24 et 0,5 mg.m<sup>-3</sup> (Cf. Figure 2).

La figure 3 montre les niveaux d'exposition aux brouillards d'huiles par secteur d'activité. Le secteur de la «Mécanique industrielle» est le secteur le plus investigué, avec 200 mesures d'exposition, 14% de ces mesures sont supérieures à 0,5 mg.m<sup>-3</sup>. Le secteur du «Décolletage» est le second secteur le plus investigué, avec 140 mesures d'exposition dont 28% > 0,5 mg.m<sup>-3</sup>. Les niveaux les plus élevés se trouvent dans les secteurs de la «Fabrication d'autres articles métalliques» (n=13) et de la «Fabrication de moteurs et turbines, à l'exception des moteurs d'avions» (n=25) avec respectivement, 85% et 64% de dépassements.

La «Conduite d'équipement d'usinage» (n=551; 73% des mesures) et l'«Usinage par enlèvement de matière» (n=608; 81% des mesures)

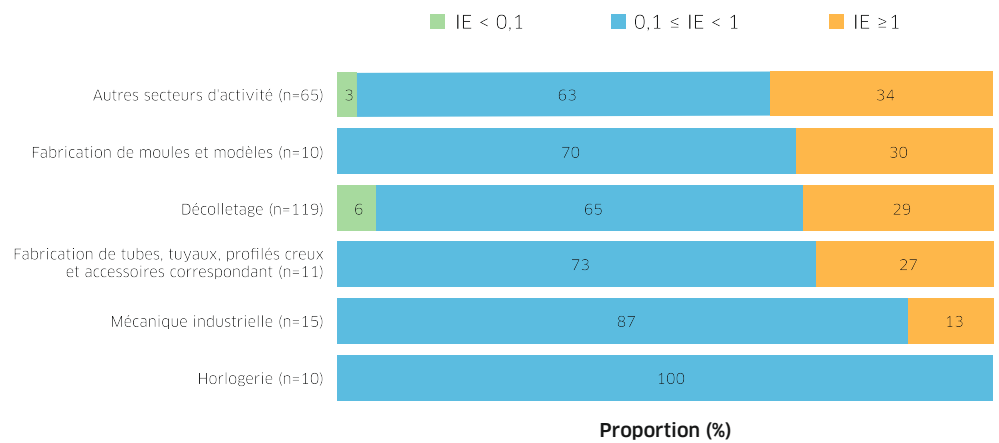
sont respectivement le métier et la tâche les plus investigués.

La Figure 4 montre les niveaux d'exposition aux brouillards d'huiles par métier. La «Conduite de traitement d'abrasion de surface» (n=12) et la «Conduite d'installation automatisée ou robotisée de fabrication mécanique» (n=64) sont les métiers les plus exposants, avec respectivement 42% et 39% de dépassements de la valeur recommandée. La proportion de dépassements de cette valeur, observée pour les «Autres métiers», correspond aux métiers du montage et de l'assemblage mécanique.

Les niveaux d'exposition par tâche sont présentés sur la Figure 5. Les tâches d'usinage sont les plus investiguées (92% des mesures). Les niveaux d'exposition les plus élevés caractérisent les tâches du secteur de la «Sidérurgie et première transformation des métaux ferreux et non-ferreux», avec 63% de mesures supérieures à 0,5 mg.m<sup>-3</sup>. La proportion de dépassements de la valeur recommandée observée pour les «Autres tâches» correspond aux tâches de «conduite et surveillance de machine de coulée automatique» et d'«Assemblage, montage sur chaîne ou non».



FIGURE 6 →  
Niveaux  
d'exposition aux  
brouillards d'huile  
entière par secteur  
d'activité.



↓ FIGURE 7  
Niveaux  
d'exposition aux  
brouillards de fluides  
aqueux par secteur  
d'activité.

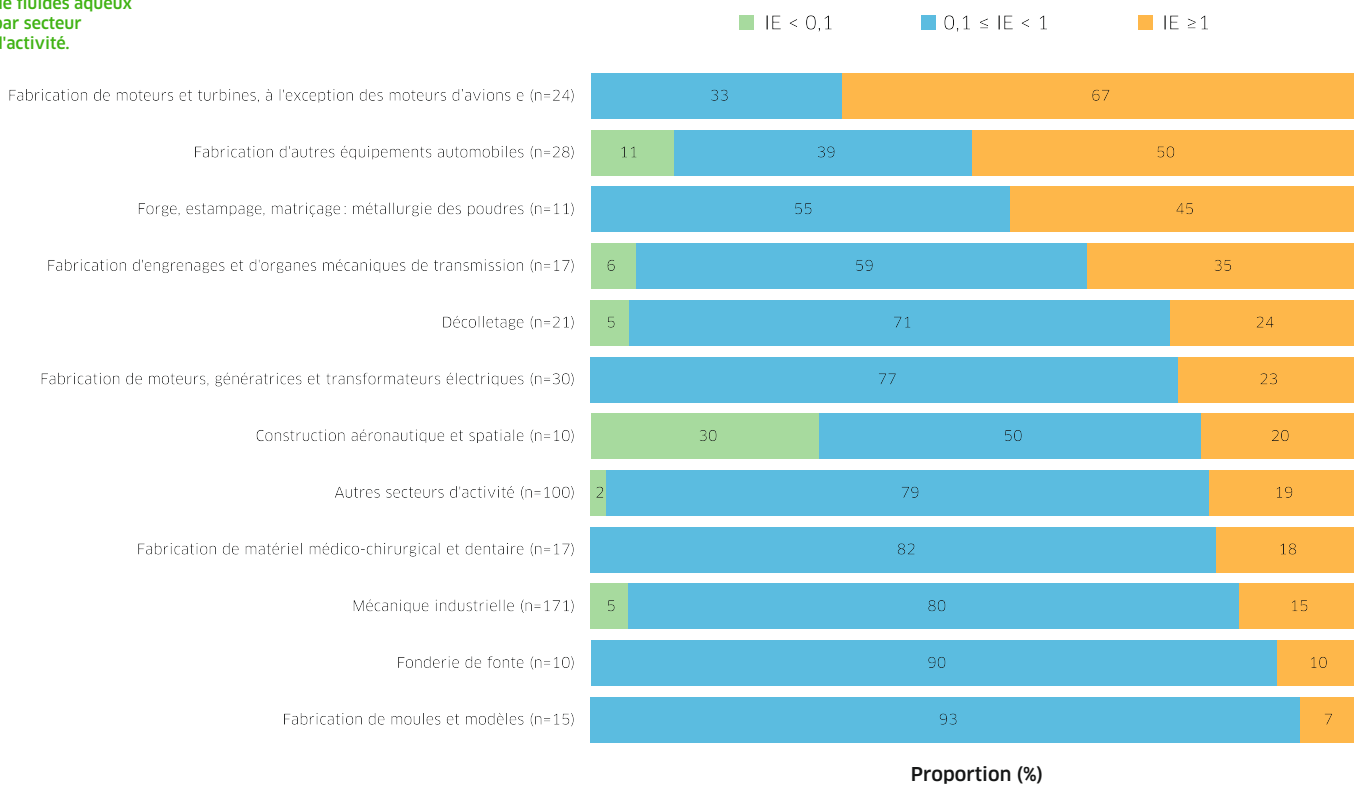
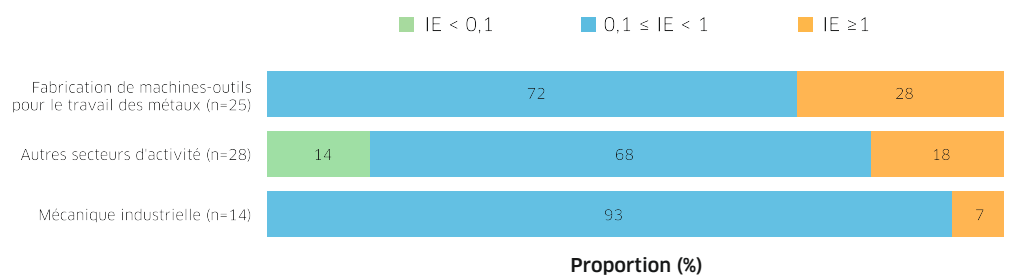


FIGURE 8 →  
Niveaux  
d'exposition aux  
brouillards d'huile  
synthétique par  
secteur d'activité.



### Analyses spécifiques par type d'huile

Pour les brouillards d'huiles entières, 230 mesures sont enregistrées dans Colchic, dont 28% > 0,5 mg.m<sup>-3</sup>. Ce pourcentage est de 23% pour les brouillards de fluides aqueux (n=454) et de 19% pour les brouillards d'huiles synthétiques (n=67). Les niveaux d'exposition les plus élevés ont été mesurés lors de l'exposition à des brouillards d'huiles synthétiques alors que la proportion la plus élevée de

dépassements de cette valeur est observée pour les brouillards d'huile entière (Cf. *tableau 1*).

Les *Figures 6, 7 et 8* montrent respectivement l'exposition aux brouillards d'huiles entières, aux fluides aqueux et aux huiles de synthèse par secteur d'activité.

Les secteurs de la «Fabrication de moules et modèles», du «Décolletage» et de la «Fabrication de tubes, tuyaux, profilés creux et accessoires

correspondants» sont les secteurs pour lesquels les niveaux d'exposition aux brouillards d'huiles entières sont les plus importants, avec des pourcentages similaires de dépassement de la valeur recommandée (environ 30%; Cf. *Figure 6*). Pour les brouillards issus de fluides aqueux (Cf. *Figure 7*), les pourcentages de dépassement les plus élevés se trouvent dans la «Fabrication de moteurs et turbines, à l'exception des moteurs d'avions» (n=24; 67% > 0,5 mg/m<sup>3</sup>) suivie par la «Fabrication d'autres équipements automobiles» (n=28; 50% > 0,5 mg/m<sup>3</sup>). Avec 28% des mesures > 0,5 mg.m<sup>-3</sup>, le secteur de la «Fabrication de machines-outils pour le travail des métaux» (n=25) est le secteur le plus exposant pour les brouillards d'huiles synthétiques (Cf. *figure 8*).

### Discussion

Les données enregistrées dans Colchic montrent, qu'en moyenne, un quart des mesures d'exposition aux brouillards d'huile réalisées sur la période

de l'étude dépassent la valeur limite recommandée par le Niosh (0,5 mg.m<sup>-3</sup>). Ces dépassements concernent principalement les huiles entières et les fluides aqueux. La comparaison de ces niveaux d'exposition avec les résultats des études réalisées sur la période 1997-2010 ne montre pas d'évolution significative. Les médianes étaient comprises entre 0,4 mg/m<sup>-3</sup> et 0,8 mg/m<sup>-3</sup> entre 1997 et 2010, elles sont comprises entre 0,1 mg/m<sup>-3</sup> et 0,9 mg.m<sup>-3</sup> sur la période 2010-2019. Il n'y a pas non plus d'évolution dans les secteurs d'activité dans lesquels les fluides de coupe sont utilisés [1-3].

Bien que le nombre de salariés exposés aux fluides aqueux et aux huiles minérales ait baissé respectivement de 67 200 et 40 400 entre 2010 et 2017, il a sur cette même période augmenté pour ceux exposés aux huiles synthétiques (+ 125 600). Finalement, le nombre global de salariés se déclarant exposés a augmenté de 18 000 sur cette période [5-10]. Le nombre de maladies professionnelles reconnues au titre du tableau n° 36bis

Usinage à très grande vitesse de pièces mécaniques de précision. Un réseau de captage des brouillards d'huile a été installé dans l'ensemble de l'atelier.



(« Affections cutanées cancéreuses provoquées par les dérivés suivants du pétrole... ») est stable, avec deux cas déclarés en moyenne annuellement. Après une diminution significative (48 cas déclarés en 2010 et 24 en 2017) au titre du tableau n° 36 (« Affections provoquées par les huiles et graisses d'origine minérale ou de synthèse »), une forte hausse a été relevée en 2018, avec 42 cas déclarés. La stabilité de la distribution des concentrations par année depuis 2010 (Cf. *Figure 2*) ne permet pas d'expliquer cette augmentation [11]. La présence de substances toxiques nécessite la mise en place de mesures et de moyens de prévention. Les deux premiers principes généraux de prévention

du risque sont la suppression de celui-ci et la substitution par un procédé non ou moins dangereux. L'utilisation du micro-usinage ou de l'usinage à sec est proposée depuis quelques années. L'utilisation de fluides de dernière génération ne contenant pas de substances chimiques dangereuses permet de limiter l'échauffement en améliorant la coupe, en réduisant l'usure de l'outil et en diminuant l'émission des brouillards d'huile [12]. Depuis peu, des entreprises proposent des solutions de substitution des fluides par du CO<sub>2</sub> supercritique. Cet état du dioxyde de carbone permet de générer des gouttelettes de taille nanométrique, offrant ainsi un pouvoir lubrifiant et un refroidissement au niveau de la zone de contact entre l'outil et le matériau, réduisant très largement l'utilisation de fluides de coupe [13-14]. Si la substitution n'est pas possible, le chef d'entreprise doit veiller à la mise en place de moyens de protection collective, comme un travail en vase clos, un captage au plus près de la source d'émission ou la diminution du débit d'arrosage [4-15].

Pour prévenir du risque chimique lors de l'utilisation de fluides de coupe, la Cnam préconise une vigilance sur la composition du fluide de coupe – en consultant les fiches de données de sécurité (FDS) des différents fournisseurs – et une mise en place des moyens de prévention lors de leur utilisation. En particulier, un suivi de la composition des fluides et une maintenance régulière des bains, avec un nettoyage complet et une désinfection des circuits lors du changement de fluide, sont deux des recommandations faites aux chefs d'entreprises relevant du Comité technique national paritaire des industries de la métallurgie (CTN A) [16].

L'exploitation des données Colchic a aussi mis en évidence la présence de nombreux composés dans les brouillards d'huiles, principalement des HAP ou des métaux (cobalt, nickel, cadmium par exemple). Même si leurs niveaux d'exposition sont très largement inférieurs à leurs VLEP respectives – quand celles-ci existent –, leur classement comme agents cancérogènes, mutagènes et reprotoxiques (CMR) impose une vigilance particulière et la mise en place de moyens de prévention adaptés.

Lors de l'évaluation des risques liés à l'utilisation de fluides de coupe, il est également important de prendre en compte l'exposition par voie cutanée [3] et l'exposition aux micro-organismes qui peuvent être présents dans ces fluides [4]. Dans ce dernier cas, des mesures de prévention spécifiques sont à mettre en place, en particulier pour limiter, stabiliser ou diminuer la flore microbienne. ●

1. REL : Recommended exposure levels (*niveaux d'exposition recommandés*).

2. *Métropol (Métrologie des polluants) est une base de données développée par l'INRS, qui réunit un grand nombre de méthodes de mesure (métrologie) de substances chimiques, utiles en prévention des risques professionnels. Voir : <http://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html>*

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] ANSES – Les fluides de coupes – État des connaissances sur les usages, les expositions et les pratiques de gestion en France. Janvier 2012.
- [2] CENTRE PROFESSIONNEL DES LUBRIFIANTS – ACCESSIBLE SUR : [HTTP://CPL-LUBRIFIANTS.com/](http://CPL-LUBRIFIANTS.com/) (consulté le 14 octobre 2020).
- [3] LAFONTAINE M., DELSAUT P. – Risques liés à l'utilisation des fluides de coupe. *Hygiène et Sécurité du travail*, 2002, 186, ND 2164, 9 p.
- [4] DAVID C. – Contamination des fluides de coupe aqueux et prévention des risques microbiologiques. *Hygiène et Sécurité du travail*, 2008, 211, ND 2290, 13 p. Accessible sur : [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)
- [5] MARTINEZ B., ROSANKIS E., LEONARD M. – Les expositions aux risques professionnels – Les produits chimiques – Enquête Sumer 2017. *Synthèse.Stat.* n° 32, juillet 2020.
- [6] INRS – Tableaux des maladies professionnelles. Accessible sur : [www.inrs.fr/publications/bdd/mp.html](http://www.inrs.fr/publications/bdd/mp.html) (consulté le 01/10/2020).
- [7] PARK D. – The occupational exposure limit for fluid aerosol generated in metalworking operation: limitations and recommendation. *Safety and Health at Work*, 201, 3, pp. 1-10.
- [8] DIÉBOLD F. – Métrologie des aérosols de fluides de coupe. *Hygiène et Sécurité du travail*, 2007, 207, ND 2267, 5 p.
- [9] INRS – Base de données Metropol M-262 – Fluides d'usinage. Accessible sur : [www.inrs.fr/publications/bdd/metropol/fiche.html?refINRS=METROPOL\\_282](http://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol/fiche.html?refINRS=METROPOL_282) (consulté le 01/10/2020).
- [10] VINCK L., MEMMI S. – Les expositions aux risques professionnels – Les produits chimiques – Enquête Sumer 2010. *Synthèse.Stat.* n° 13, juin 2015.
- [11] ASSURANCE MALADIE – RISQUES PROFESSIONNELS – Statistiques sur les maladies professionnelles. Accessible sur : [www.risquesprofessionnels.ameli.fr/](http://www.risquesprofessionnels.ameli.fr/) (consulté le 19/10/2020).
- [12] CARSAT AQUITAINE – Usinage des matériaux – Guide de choix du fluide de coupe, du captage des brouillards d'huile et des micropoussières. *Prévention* n° 345, septembre 2019.
- [13] GREEN NEWS TECHNO – Du CO<sub>2</sub> supercritique pour remplacer les fluides de coupe – n° 315 du 6 mars 2020.
- [14] AIR LIQUIDE – CO<sub>2</sub> supercritique. Plus propre, plus sûr et plus compétitif. Accessible sur : [www.airliquide.com/fr/magazine/industrie-futur/co2-supercritique-plus-propre-plus-sur-plus-competitif](http://www.airliquide.com/fr/magazine/industrie-futur/co2-supercritique-plus-propre-plus-sur-plus-competitif) (consulté le 19/10/2020).
- [15] INRS – ED 972 (Guide pratique de ventilation n° 6) – *Captage et traitement des aérosols de fluides de coupes*, 23 p. Accessible sur : [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)
- [16] CNAM – Risques professionnels – Recommandation R451 – Prévention des risques chimiques causés par les fluides de coupe dans les activités d'usinage des métaux., 2015, 12 p. Accessible sur : [www.risquesprofessionnels.ameli.fr/](http://www.risquesprofessionnels.ameli.fr/)