



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 DE L'EXPOSITION PROFESSIONNELLE AUX SUBSTANCES CHIMIQUES VISÉES PAR LA MISE À JOUR DES VLEP RÉGLEMENTAIRES CONTRAIGNANTES

Un décret, paru en décembre 2020, a fixé ou modifié des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) sur huit heures réglementaires contraignantes pour neuf substances chimiques. Par ailleurs, une VLEP court terme (CT) a été fixée pour l'exposition au formaldéhyde. Cet article présente un portrait des niveaux d'exposition à ces substances, mesurés dans les milieux de travail français entre 2010 et 2019 et enregistrés dans la base de données Colchic.

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

Le décret n° 2020-1546 du 9 décembre 2020¹ fixant des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) contraignantes pour certaines substances chimiques a ajouté ou modifié celles définies dans l'article R. 4412-149 du Code du travail, pour neuf substances chimiques (Cf. *Tableau 1*). Ce décret, dont l'entrée en vigueur date du 1^{er} février 2021, vient harmoniser les VLEP de ces substances avec celles présentes dans les directives européennes n° 2017/2398² du 12 décembre 2017,

n° 2019/130³ du 16 janvier 2019 et n° 2019/983⁴ du 5 juin 2019, concernant la protection des travailleurs contre les risques liés à l'exposition à des substances cancérigènes ou mutagènes au travail. Les neuf substances couvertes par ce décret ont des VLEP définies sur une durée de huit heures (VLEP-8h). En complément, le décret fixe une VLEP court-terme (VLEP-CT) pour le formaldéhyde. Il est à noter que le changement de la VLEP-8h du formaldéhyde au 1^{er} février 2021 ne concerne pas les secteurs des soins de santé, des pompes funèbres

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.

SUBSTANCE	N° CAS	VLEP-8H (mg/m ³)		VLEP-CT (mg/m ³)		NOTATION	TYPE (ANNÉE) ANCIENNE VLEP	N° FT
		ANCIENNE	NOUVELLE	ANCIENNE	NOUVELLE			
Acrylamide	79-06-1	0,3	0,1			Peau, C1B, M1B, R2	VINR (1995)	119
Bromoéthylène	593-60-2		4,4			C1B		
1,3-butadiène	106-99-0		2,2			C1A, M1B		241
1,2-époxypropane	75-56-9	50	2,4			C1B, M1B	VINR (1987)	
Formaldéhyde	50-00-0	0,61*	0,37	1,2	0,74	Sensibilisation cutanée, C1B, M2	VINR (1993)	7
Hydrazine	302-01-2	0,1	0,013			Peau, C1B	VINR (1985)	21
2-nitropropane	79-46-9		18			C1B		199
Oxyde d'éthylène	75-21-8	1,8	1,8	9		Peau, C1B, M1B	VINR (1993)	70
o-toluidine	95-53-4	9	0,5			C1B	VINR (1986)	197

VINR : valeur limite non réglementaire. Peau : risque de pénétration percutanée. C1A : cancérigène de catégorie 1A. C1B : cancérigène de catégorie 1B. M1B : mutagène de catégorie 1B. M2 : mutagène de catégorie 2. R2 : reprotoxique de catégorie 2. N° FT : n° de la fiche toxicologique de l'INRS (les fiches sont accessibles sur : www.inrs.fr).

* La VLEP-8h de 0,61 mg/m³ reste effective jusqu'au 11 juillet 2024 pour les secteurs des soins de santé, des pompes funèbres et de l'embaumement.

et de l'embaumement, pour lesquels la VLEP de 0,61 mg/m³ reste en vigueur jusqu'au 11 juillet 2024, en raison de la spécificité de ces activités et des difficultés anticipées pour respecter la nouvelle VLEP-8h dans ces secteurs.

Six des neuf substances concernées possédaient déjà au moins une VLEP indicative non réglementaire fixée par circulaire. Seuls le bromoéthylène, le 1,3-butadiène et le 2-nitropropane n'avaient pas de VLEP dans la réglementation française. Dans le cas de l'oxyde d'éthylène, il existait une VLEP-CT indicative non réglementaire qui n'a pas été reprise dans ce décret.

Selon le règlement européen CLP (classification, étiquetage et emballage)⁵, les neuf substances visées ont toutes un potentiel cancérigène avéré (C1A) ou supposé (C1B) pour l'être humain, quatre substances ont également une forte présomption de mutagenicité (M1B), une substance est probablement mutagène (formaldéhyde, M2) et une substance est susceptible de nuire au fœtus (acrylamide, classification R2).

Les données de la base Colchic ont été exploitées afin de fournir un portrait des niveaux d'exposition mesurés dans les milieux de travail français pour ces substances entre 2010 et 2019. L'exploitation des données a été limitée aux mesures individuelles ayant pour objectif la comparaison des expositions à une VLEP-8h, sur une durée minimale de 60 minutes, ou à une VLEP-CT sur une durée maximale de 15 minutes. Le prélèvement et l'analyse des échantillons devaient également être réalisés selon des méthodes référencées telles que celles de la base MétroPol⁶.

Dans le but de faciliter la comparaison des distributions des niveaux d'exposition entre différentes substances, des indices d'exposition (IE) ont été calculés. Les IE représentent le ratio entre la concentration mesurée et une VLEP. Par exemple,

une mesure ayant une concentration supérieure à la VLEP aurait un IE supérieur à 1. Les IE ont été calculés pour chaque combinaison de substance et de VLEP. Les concentrations sous la limite de quantification (LQ) ont été fixées à LQ/2.

Finalement, pour caractériser l'exposition au formaldéhyde sur huit heures, qui représentait la grande majorité des enregistrements dans Colchic, des portraits détaillés ont été réalisés : un premier par tâche pour les secteurs des soins de santé, des pompes funèbres et de l'embaumement et un second par couple secteur/tâche et par métier, pour les autres secteurs. Enfin, un portrait par tâche pour les mesures court terme permet d'identifier les situations associées à des expositions aiguës au formaldéhyde.

Portrait global des niveaux d'exposition

Les critères de sélection ont permis de prendre en compte un total de 2 546 mesures dans Colchic (Cf. *Tableau 2*). Le formaldéhyde représentait nettement la substance la plus fréquemment mesurée, avec 2 446 mesures dont 231 de courte durée, soit 96 % du total. L'abaissement des VLEP pour le formaldéhyde augmente la proportion de mesures dépassant la VLEP-8h de 2 % à 6 % et de 4 % à 8 % pour la VLEP-CT. Il est à noter que le pourcentage de mesures dépassant la nouvelle VLEP est près de deux fois plus élevé dans les secteurs des soins et des services funéraires (11 % de dépassement), qui ne sont pas concernés par ce changement à court terme, comparativement aux autres secteurs d'activité. Les pourcentages de dépassements de la VLEP-8h observés sont beaucoup plus faibles que lors d'une évaluation précédente des données de la base Colchic, sur la période 1987-2004, pour laquelle 20 % des mesures individuelles dépassaient la VLEP de 0,61 mg/m³ [1].

↑ **TABLEAU 1**
Liste des VLEP
modifiées
par décret
et comparaison
avec les anciennes
VLEP en vigueur.



SUBSTANCE	TYPE DE VLEP	NOMBRE DE MESURES	% < LQ	CONCENTRATION (mg/m ³)		ANCIENNE VLEP (mg/m ³)		NOUVELLE VLEP (mg/m ³)	
				MÉDIANE	95 ^e CENTILE	VLEP	% > VLEP	VLEP	% > VLEP
1,3-butadiène	8 h	96	81,2 %	0,002	0,06			2,2	0 %
Formaldéhyde	8 h, santé/funéraire	483	3,1 %	0,073	0,589	0,6	5%	0,37*	10,8 %
Formaldéhyde	8 h, autres secteurs	1732	3,2 %	0,034	0,4	0,6	2,1%	0,37	5,7 %
Formaldéhyde	CT	231	6,9 %	0,083	1,021	1,2	3,5%	0,74	7,8 %
Hydrazine	8 h	1	100 %	/	/	/	/	0,013	/
Oxyde d'éthylène	8 h	3	66,7 %	/	/	/	/	1,8	/

Types de VLEP : 8 h : VLEP sur 8 heures. CT : VLEP court terme. *La VLEP-8h de 0,61 mg/m³ reste effective jusqu'au 11 juillet 2024.

↑ **TABLEAU 2**
Nombre de mesures identifiées dans la base Colchic, stratifiées par type de VLEP, médiane et 95^e centile des concentrations, et proportion des mesures dépassant l'ancienne et la nouvelle VLEP par substance.

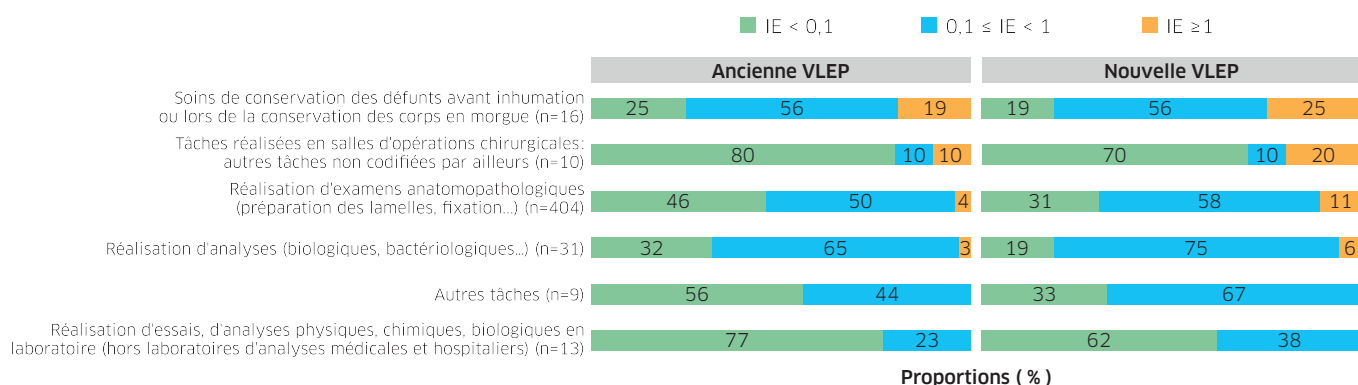
Le 1,3-butadiène est la deuxième substance la plus fréquemment rencontrée, avec 96 mesures. Aucune mesure ne dépasse la nouvelle VLEP réglementaire de 2,2 mg/m³ et 19 % des mesures ont une concentration supérieure à la limite de quantification. Le 1,3-butadiène est principalement utilisé dans la fabrication de caoutchoucs synthétiques (styrène-butadiène et polybutadiène) et de polymères acrylonitrile-butadiène-styrène [2]. Il est classé selon le règlement européen CLP comme cancérogène de catégorie 1A (H 350 « peut provoquer le cancer ») et mutagène 1B (H 340 « peut induire des anomalies génétiques »). Le décret n° 2017-812 du 5 mai 2017 publie le tableau n° 99 des maladies professionnelles portant sur les « hémopathies provoquées par le 1,3-butadiène et tous les produits le renfermant »⁷. Le constat effectué en 2013 sur une mauvaise prise en compte du risque lié au 1,3-butadiène, découlant d'un manque d'information et d'une méconnaissance des niveaux d'exposition [3], a suscité le besoin de lancer une campagne nationale, qui a démarré en septembre 2019, pour une durée de deux ans. Elle est menée conjointement par les laboratoires des Carsat, de la Cramif et de l'INRS, avec pour objectif principal d'acquiescer de la connaissance sur les niveaux d'exposition des travailleurs, afin de définir les axes de prévention à privilégier.

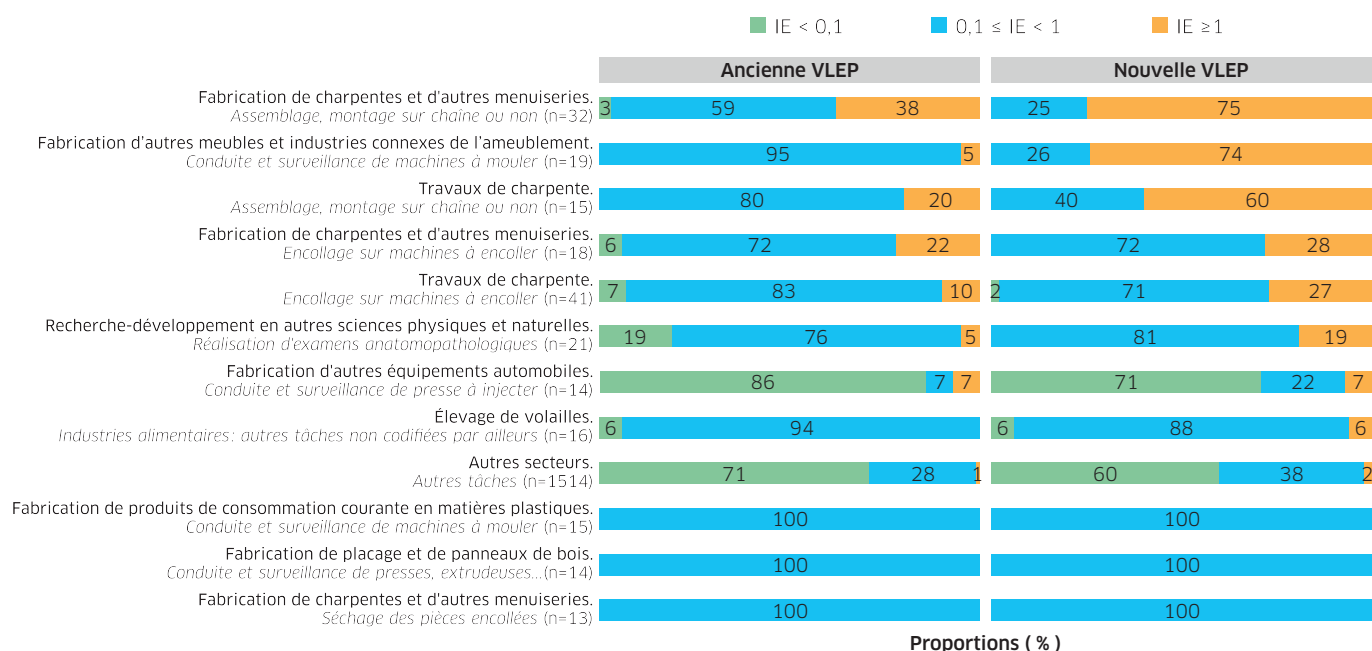
Concernant les deux autres substances figurant dans le *Tableau 2*, une seule mesure d'hydrazine (provenant du secteur de la production d'électricité) et trois mesures d'oxyde d'éthylène (associées à des tâches de stérilisation dans l'industrie alimentaire) ont été retenues. Les concentrations pour ces deux substances étaient majoritairement sous la limite de quantification. Une recherche dans l'ensemble de la base Colchic a également permis d'identifier des enregistrements pour le 2-nitropropane, l'acrylamide et l'o-toluidine, qui n'ont pas été retenus dans l'analyse finale, car antérieurs à 2010 et/ou prélevés en ambiance.

Portrait approfondi sur l'exposition au formaldéhyde

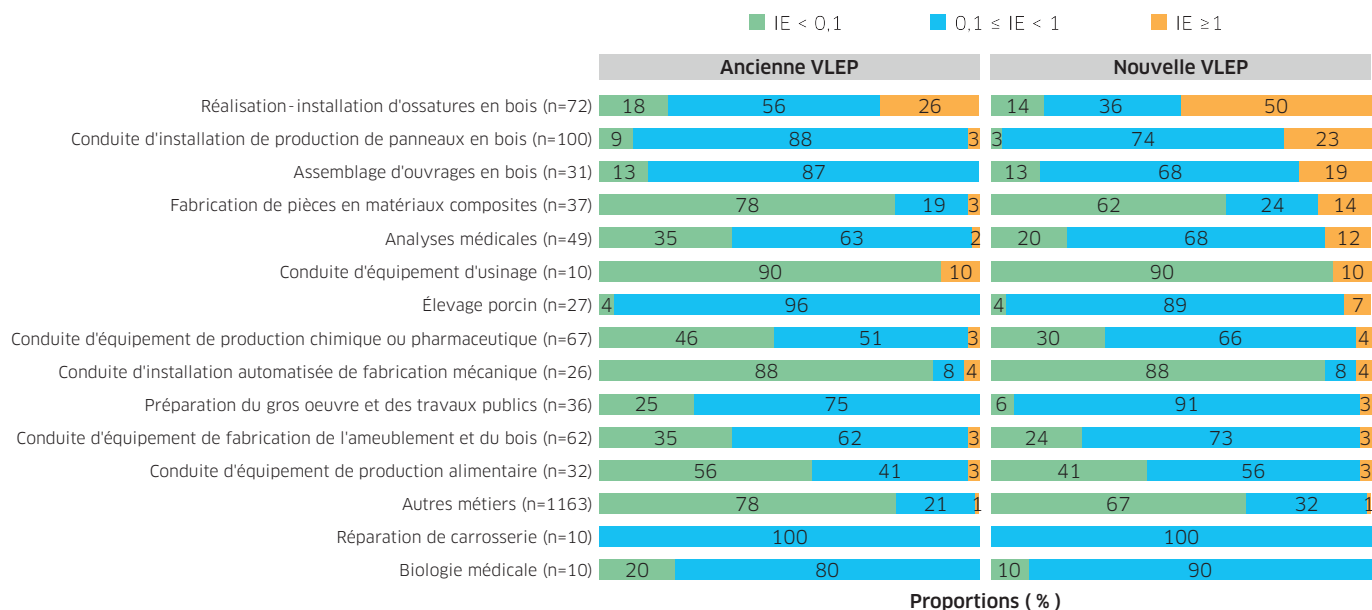
Le formaldéhyde, ou aldéhyde formique, est utilisé comme biocide dans les secteurs de la santé humaine et animale, et dans l'industrie agroalimentaire. Il est également retrouvé dans l'industrie funéraire pour la conservation des cadavres et l'embaumement, dans les laboratoires médicaux comme réactif, et il entre dans la composition de résines et colles utilisées dans l'industrie du bois pour la fabrication de panneaux. Finalement, le formaldéhyde est utilisé comme intermédiaire dans la synthèse de nombreux produits chimiques,

↓ **FIGURE 1**
Distribution des niveaux d'exposition au formaldéhyde par tâche dans les secteurs des soins et des services funéraires.





↑ FIGURE 2 Distribution des niveaux d'exposition au formaldéhyde par combinaison de secteur d'activité et de tâche (excluant les secteurs des soins et des services funéraires).



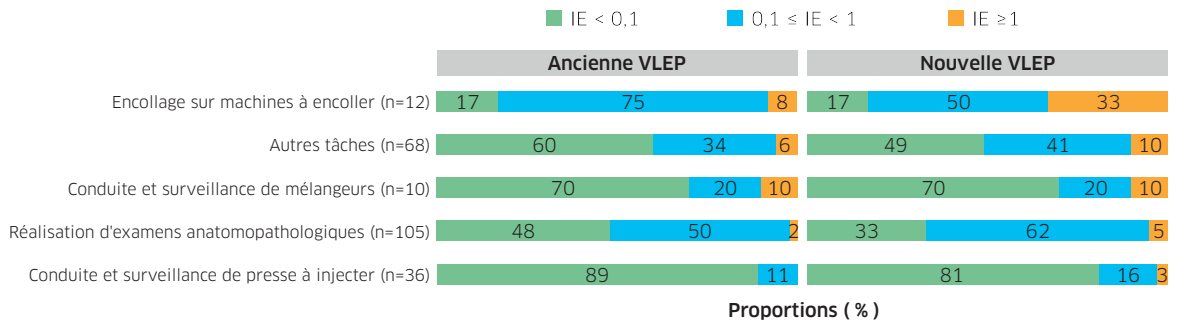
↑ FIGURE 3 Distribution des niveaux d'exposition au formaldéhyde par métier (excluant les secteurs des soins et des services funéraires).

d'engrais et de fertilisants [4]. Selon l'enquête Sumer 2017, le nombre de salariés français exposés au formaldéhyde (hors des secteurs mettant en œuvre des résines et des colles à base de formol) s'élève à 185 900, dont 16 600 chez les aides-soignants, 9 600 chez les ouvriers qualifiés du BTP et 9 300 dans les professions paramédicales [5]. Les ajustements à la baisse des VLEP visent à prévenir la survenue d'irritations respiratoires et, dans le cas de la VLEP-8h, de réduire les risques de cancers respiratoires (nasopharynx et naso-sinusal) puisque le formaldéhyde est

un cancérogène soupçonné (C1B) [6]. En 2010, dix déclarations de maladies professionnelles ont été recensées au titre des tableaux n° 43 « Affections provoquées par l'aldéhyde formique et ses polymères » et n° 43 bis « Affections cancéreuses provoquées par l'aldéhyde formique ». En 2018, huit déclarations ont été effectuées. La Figure 1 montre la distribution des indices d'exposition sur huit heures par tâche, pour les mesures prises dans les secteurs des soins (division NAF : 86) et services funéraires seulement (classe NAF : 96.03).



FIGURE 4 →
Distribution des niveaux d'exposition au formaldéhyde par tâche, tous secteurs confondus, pour les expositions de courte durée (< 15 minutes).



Machine à injecter, avec système de captage de la source des émissions de formaldéhyde et d'acrylonitrile.



© Philippe Castano pour l'INRS/2015

Le dépassement de la VLEP-8h pour 25 % des concentrations au regard de la nouvelle valeur met en évidence une exposition importante au formaldéhyde pour les thanatopracteurs. L'étape de préparation de grandes quantités de fluides d'injection, solutions aqueuses pouvant contenir jusqu'à 35 % de formaldéhyde et utilisées pour les soins de conservation des défunts, est une tâche particulièrement exposante [7].

Une très large majorité de prélèvements concerne la réalisation d'examen anatomopathologiques

pour lesquels 11 % (Cf. Figure 1) et 5 % (Cf. Figure 4) de dépassements de la future VLEP-8h et de la nouvelle VLEP-CT sont respectivement relevés. Cette activité, pour laquelle le formaldéhyde est utilisé comme fixateur des pièces anatomiques, conduit à des durées d'exposition variables, de quelques minutes à plusieurs heures.

La Figure 2 présente la distribution des indices d'exposition sur 8 heures pour le formaldéhyde par combinaison de secteur d'activité et de tâche. La Figure 3 présente les indices d'exposition par métier. Ce portrait exclut les mesures prises dans les secteurs des soins et services funéraires qui ne sont pas concernés par ce changement de la VLEP jusqu'en 2024.

Les activités rattachées au travail du bois présentent les niveaux les plus importants en formaldéhyde, allant jusqu'à 75 % de mesures dépassant la nouvelle VLEP-8h. Ce constat est notamment lié à l'utilisation de panneaux d'aggloméré constitué d'un mélange de copeaux de bois, parfois de fibres de lin et de colle contenant généralement du formaldéhyde qui se libère du produit fini. Le lamellé-collé utilisé, par exemple, pour la fabrication de charpente de bois est un assemblage qui associe par collage à plat plusieurs lamelles de bois massif.

Enfin, l'utilisation du formaldéhyde pour la désinfection des locaux d'élevage est une pratique courante dans l'agriculture avec, en 2015, près de 19,1 % des salariés exposés [8] et pour laquelle 6 % de dépassements de la nouvelle VLEP sont observés.

La Figure 4 montre la distribution des indices d'exposition sur 15 minutes pour le formaldéhyde, par tâche sur l'ensemble des secteurs d'activité. Au total, les concentrations étaient supérieures à la nouvelle VLEP-CT pour 18 mesures. Six d'entre elles provenaient de fermes porcines, six autres étaient associées à des tâches d'analyses médicales et quatre à des travaux de charpente.

Discussion

Pour l'exposition au formaldéhyde, les dépassements les plus fréquents étaient associés à la production et au travail du bois (charpentes, panneaux...), à des analyses anatomopathologiques et à

la thanatopraxie. En ce qui concerne l'exposition au formaldéhyde dans le cadre d'analyses anatomo-pathologiques, une évaluation récente de l'Anses a permis de mettre en évidence quelques pistes de substitution [9]. Ces stratégies incluent la conservation à froid et sous vide des échantillons dans la phase préanalytique, et l'utilisation de fixateurs alternatifs lors de la phase d'analyse composée notamment d'alcools, de glyoxal, d'acide acétique et/ou d'acide glutamique.

Concernant l'utilisation de colles d'urée-formaldéhyde dans les panneaux de bois, elles peuvent être substituées par des produits d'origine (pétro) chimique et végétale, bien que plusieurs obstacles liés à des problématiques d'efficacité, de rentabilité et de toxicité de ces produits de substitution demeurent. Cette question avait été abordée lors d'une journée d'information organisée par l'INRS en 2014 [10].

Enfin, les trois directives européennes mentionnées en début d'article concernent également d'autres substances chimiques. C'est le cas entre autres des fibres céramiques réfractaires, du chlorure de vinyle et du chrome hexavalent, pour lesquelles les valeurs étaient déjà inférieures dans la réglementation française. En revanche, d'autres substances visées par la directive n° 2019/130 ont, dans le cas présent, des VLEP françaises supérieures à celles fixées dans les directives européennes ou ne possèdent pas de VLEP réglementaire et n'ont pas encore fait l'objet d'une modification en France. C'est le cas du trichloroéthylène, qui a actuellement une VLEP-8h indicative de 405 mg/m³, comparativement à 54,7 mg/m³ dans la directive européenne. La directive n° 2019/130 fixe également une VLEP-8h de 0,05 mg/m³ pour les émissions de moteurs diesel, mesurées sous forme de carbone élémentaire, applicable à partir du 21 février 2023 (hors période de transposition) pour tous les secteurs, à l'exception de l'extraction souterraine et du forage de tunnels (applicable au 21 février 2026). Pour l'instant, aucune VLEP n'est applicable à cette substance. Il faut donc s'attendre au niveau national à de nouveaux décrets introduisant des VLEP réglementaires pour ces substances au cours des prochaines années. ●

1. Décret n° 2020-1546 du 9 décembre 2020 fixant des valeurs limites d'exposition professionnelle contraignantes pour certains agents chimiques. Accessible sur : www.legifrance.gouv.fr.

2. Directive (UE) n° 2017/2398 du Parlement européen et du conseil du 12 décembre 2017 modifiant la directive 2004/37/CE concernant la protection des travailleurs contre les risques liés à l'exposition à des agents cancérigènes ou mutagènes au travail. Accessible sur : www.eur-lex.europa.eu.

3. Directive (UE) n° 2019/130 du Parlement européen et du conseil du 16 janvier 2019 portant modification de la directive 2004/37/CE concernant la protection des travailleurs contre les risques liés à l'exposition

à des agents cancérigènes ou mutagènes au travail. Accessible sur : www.eur-lex.europa.eu.

4. Directive (UE) n° 2019/983 du Parlement européen et du conseil du 5 juin 2019 modifiant la directive 2004/37/CE concernant la protection des travailleurs contre les risques liés à l'exposition à des agents cancérigènes ou mutagènes au travail. Accessible sur : www.eur-lex.europa.eu.

5. Règlement (CE) n° 1272/2008 du 16/12/2008 et adaptations ou modifications et textes de transposition en droit français. Voir : www.inrs.fr/risques/classification-etiquetage-produits-chimiques/acceder-textes-reglement-clp.html. En complément, voir aussi le Mémento du règlement CLP (INRS, ED 6207), accessible sur : www.inrs.fr.

6. Base de données MétroPol, développée par l'INRS sur les méthodes de métrologie des polluants. Accessible sur : www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html.

7. Tableaux des maladies professionnelles. Accessibles sur : www.inrs.fr/publications/bdd/mp.html.

BIBLIOGRAPHIE

[1] VINCENT R., JEANDEL B. – Exposition professionnelle au formaldéhyde en France : informations fournies par la base de données Colchic. *Hygiène et sécurité du travail*, 2006, 203, ND 2247, pp. 19-33. Accessible sur : www.inrs.fr/media.html?refINRS=ND%202247.

[2] BURZONI S. – *Le 1,3-butadiène : mise à jour des connaissances et évaluation de l'exposition en milieu de travail*. INRS, 2017. Accessible sur : www.inrs.fr/inrs/recherche/etudes-publications-communications/doc/publication.html?refINRS=EL2012-003/P2017-015/NS351.

[3] BURZONI S. – 1,3-butadiène : bilan des mesures de prévention mises en œuvre en 2013. *Hygiène et sécurité du travail*, 2016, 243, NT 38, pp. 50-57. Accessible sur : www.inrs.fr/publications/hst/notes-techniques.html.

[4] FICHE TOXICOLOGIQUE N° 7 – *Aldéhyde formique et solutions aqueuses*. INRS, 2020. Accessible sur : www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_7.

[5] MATINET B., ROSANKIS E., LÉONARD M. – Les expositions aux risques professionnels : les produits chimiques. *Synthèse Stat'*, 2020, 32, pp. 1-323. Accessible sur : <https://dares.travail-emploi.gouv.fr/dares-etudes-et-statistiques/etudes-et-syntheses/synthese-stat-synthese-eval/article/les-expositions-aux-risques-professionnels-les-produits-chimiques-119528>.

[6] SCOEL, SCOEL/REC/125 – *Formaldéhyde. Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits*. 2016, 77 p. Accessible sur : <https://op.europa.eu/fr/publication-detail/-/publication/7a7ae0c9-c03d-11e6-a6db-01aa75ed71a1>.

[7] BOUSLAMA M., GUILLEUX A., BALTU I., CARON V. – Risques chimiques et biologiques en thanatopraxie : cadre réglementaire et mesures de prévention. *Hygiène et sécurité du travail*, 2020, 258, NT 80, pp. 54-65. Accessible sur : www.inrs.fr/publications/hst/notes-techniques.html.

[8] DELABRE L., GARRAS L., HOUOT M., PILORGET C. – Prévalences d'exposition professionnelle au formaldéhyde en France en 2015 et évolution depuis 1982. Résultats obtenus à partir de la matrice emplois-expositions du programme Matgéné. *Bulletin épidémiologique hebdomadaire*, 2019, 33, pp. 679-686. Accessible sur : http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2019/33/pdf/2019_33_2.pdf.

[9] ANSES – *Alternatives potentielles au formaldéhyde en anatomie et cytologie pathologiques humaines*. Anses, 2019. Accessible sur : www.anses.fr/fr/system/files/VSR2014SA0236Ra-1.pdf.

[10] VINCENT R. – Exposition professionnelle au formaldéhyde : quels risques ? Quels enjeux ? Compte rendu de la journée d'information « Exposition professionnelle au formaldéhyde dans les industries du bois, des panneaux à base de bois et de l'ameublement ». *Hygiène et sécurité du travail*, 2014, 233, pp. 66-68. Accessible sur : www.inrs.fr/publications/hst/congres.html.