



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 AUX SUBSTANCES CHIMIQUES VISÉES PAR LES MISES À JOUR DES VALEURS LIMITES D'EXPOSITION PROFESSIONNELLE RÉGLEMENTAIRES EN 2021

En 2021, trois décrets et deux arrêtés ont fixé ou modifié des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) pour 22 substances chimiques. Cet article présente un portrait des niveaux d'exposition à ces substances, mesurés dans les milieux de travail français entre 2012 et 2021 et enregistrés dans la base de données Colchic.

Nouvelle réglementation

En 2021, cinq textes réglementaires ont modifié les valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) pour 22 substances. Le décret n° 2021-434 du 12 avril 2021¹ et l'arrêté du 3 mai 2021² ont complété la mise à jour des VLEP pour six substances cancérigènes visées par la directive européenne n° 2019/130 du 16 janvier 2019³ concernant la protection des travailleurs contre les risques liés à l'exposition à des substances cancérigènes ou mutagènes au travail. Le décret fixe des VLEP sur 8 heures (VLEP-8h) réglementaires contraignantes pour le 1,2-dichloroéthane, l'épichlorhydrine et le trichloroéthylène; cette dernière substance étant également visée par une nouvelle VLEP court-terme (VLEP-CT) sur une durée de quinze minutes. Ces VLEP ont été mises en application le 1^{er} juin

2021. L'arrêté a fixé quant à lui des VLEP-8h indicatives réglementaires pour le dibromure d'éthylène et le 4,4'-méthylènedianiline, applicables à partir du 1^{er} juillet 2021, et pour les fumées d'échappement de moteurs diesel à partir du 21 février 2023 pour tous les secteurs, à l'exception de l'extraction souterraine et du forage de tunnels. Un article précédent, paru en 2021 [1], a traité d'autres substances concernées par des changements de VLEP dans le cadre de cette directive européenne.

Le décret n° 2021-1849 du 28 décembre 2021⁴ et l'arrêté du 9 décembre 2021⁵ ont fixé de nouvelles VLEP dans le cadre d'une harmonisation avec les directives européennes n°s 2019/983 du 5 juin 2019⁶ et 2019/1831 du 24 octobre 2019⁷. À l'instar des émissions de diesel, l'application de certaines VLEP-8h fixées par ces textes présentent quelques

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

Un biais d'interprétation est susceptible d'être introduit lors de l'exploitation des bases de données nationales d'exposition professionnelle 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.

particularités : la VLEP-8h pour l'acide arsénique et ses sels est entrée en application le 1^{er} janvier 2022 pour l'ensemble des secteurs, à l'exception de la fusion du cuivre (applicable au 11 juillet 2023), tandis que les composés du béryllium et du cadmium ont des VLEP-8h transitoires (0,0006 mg/m³ applicable jusqu'au 11 juillet 2026 pour le béryllium, avant de passer à 0,0002 mg/m³, et 0,004 mg/m³ jusqu'au 11 juillet 2027 pour le cadmium, avant de passer à 0,001 mg/m³).

Finalement, le décret n° 2021-1763 du 23 décembre 2021, portant modification des concentrations moyennes en poussières totales de l'atmosphère inhalée et alvéolaires dans les locaux à pollution spécifique, abaisse ces concentrations moyennes en poussières sans effets spécifiques de 10 mg/m³ à 4 mg/m³ pour la fraction inhalable (concentration transitoire de 7 mg/m³ jusqu'au 1^{er} juillet 2023) et de 5 mg/m³ à 0,9 mg/m³ pour la fraction alvéolaire (concentration transitoire de 3,5 mg/m³ jusqu'au 1^{er} juillet 2023). Toutes ces valeurs sont présentées dans le *Tableau 1*.

Données Colchic exploitées

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 2012 et 2021. 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 quinze minutes. Le prélèvement et l'analyse des échantillons devaient également être réalisés selon des méthodes référencées telles que celles de la base MétroPol[®]. L'exploitation des niveaux d'exposition aux poussières sans effets spécifiques n'a pas été considérée dans cet article, puisqu'elles ont fait l'objet d'un portrait publié récemment [2].

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 – dans ce cas précis, les VLEP énumérées au *Tableau 1*. 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.

Portrait des niveaux d'exposition

Au total, 2970 mesures à l'une des douze substances chimiques ont été extraites de Colchic. Le *Tableau 2* présente pour chacune des substances le nombre de mesures, le pourcentage de mesures avec une concentration inférieure à la limite de quantification, la médiane et le 95^e centile des

concentrations, ainsi que le pourcentage de mesures dépassant la nouvelle et l'ancienne VLEP.

Près de la moitié des mesures concernaient l'évaluation de l'exposition sur huit heures à l'acétate de *n*-butyle (n = 1231). Les secteurs les plus fréquemment mesurés pour cette substance étaient la fabrication de peintures, vernis, encres et mastics (n = 228) et la fabrication de produits en plastique (n = 139). Seulement trois mesures montraient une concentration dépassant la nouvelle VLEP-8h, associées aux secteurs de la fabrication de peintures, vernis, encres et mastics, de la fabrication d'autres meubles et industries connexes de l'ameublement et de la fabrication d'équipements automobiles. Ont également été identifiées pour cette substance 130 mesures court terme, principalement dans les secteurs de la fabrication de peintures, vernis, encres et mastics (n = 35), de la fabrication d'équipements automobiles (n = 31) et le traitement et revêtement des métaux - usinage (n = 23).

Les mesures de cadmium (n = 497) et de béryllium (n = 211) présentaient des proportions de valeurs sous la limite de quantification d'au moins 80 %. Dans le cas du cadmium, cette proportion est plus élevée que le pourcentage estimé de concentrations dépassant la future VLEP-8h (52 %). Ainsi, le pourcentage de dépassement présenté dans le *Tableau 2* constitue vraisemblablement une surestimation. La tâche de soudage à l'arc électrique avait le plus grand nombre de dépassements de la future VLEP-8h pour le cadmium (n = 98), suivi de l'usinage (n = 20) et du soudage ou brasage aux gaz (n = 19). Quant au béryllium, 14 des 40 mesures dépassant la future VLEP-8h concernaient le décapage par sablage, tandis que le soudage à l'arc électrique avait le plus grand nombre de dépassements de la VLEP-8h transitoire (8 mesures sur 18).

La *Figure 1* présente la distribution par tâche des indices d'exposition aux fumées d'échappement de moteurs diesel sous forme de carbone élémentaire. Les tâches les plus fréquemment mesurées pour cette substance (478 mesures) étaient la réparation, la maintenance, le contrôle en atelier d'entretien ou sur site (119 mesures), l'assemblage, le montage sur chaîne ou non (53 mesures) et le travail en poste de péage de parkings, d'autoroutes, de station de vente de carburants (51 mesures). Vingt-deux mesures étaient associées à des tâches d'extraction ou de forage, qui font l'objet d'un délai de trois ans dans la mise en application de la VLEP. Soixante-huit pour cent de ces mesures avaient une concentration supérieure à la VLEP de 0,05 mg/m³, comparativement à 14 % pour les autres tâches répertoriées dans la base.

En ce qui concerne le trichloroéthylène, les secteurs ayant fait l'objet du plus grand nombre de mesures à des fins de comparaison à une VLEP-8h (94 mesures) incluaient la collecte de déchets (26 mesures)

(Suite de
l'article
p.76)
→

	N° CAS	VLEP-8h (mg/m³)		VLEP-CT (mg/m³)		Notation	Année et type de l'ancienne VLEP	FT
		Nouvelle	Ancienne	Nouvelle	Ancienne			
Décret n° 2021-434 du 12 avril 2021								
1,2-Dichloroéthane (dichlorure d'éthylène)	107-06-2	8,2	40			C1B, Peau	1987 (VINR)	54
Épichlorhydrine	106-89-8	1,9			10	C1B, Peau	1987 (VINR)	187
Trichloréthylène	79-01-6	54,7	405	164,1	1080	C1B, M2, Peau	1983 (VINR)	22
Arrêté du 3 mai 2021								
Échappement de diesel (en carbone élémentaire)		0,05 ¹						
Dibromure d'éthylène	106-93-4	0,8				C1B, Peau		86
4,4'-Méthylènedianiline	101-77-9	0,08				C1B, M2, Peau		218
Arrêté du 9 décembre 2021								
4-Aminotoluène	106-49-0	4,46		8,92		C2, Peau		
Aniline	62-53-3	7,74	10	19,35		C2, M2, Peau	1983 (VINR)	19
Chlorométhane	74-87-3	42	105		210	C2	1983 (VINR)	64
Trichlorure de phosphoryle	10025-87-3	0,064	0,6	0,12			1987 (VINR)	108
Acide arsénique et ses sels, ainsi que ses composés inorganiques (fraction inhalable)		0,01 ²						192
4,4'-Méthylènebis(2-chloroaniline) (fraction inhalable)	101-14-4	0,01	0,22			Peau	1986 (VINR)	292
Décret n° 2021-1849 du 28 décembre 2021								
Acétate d'isobutyle	110-19-0	241	710	723	940		1983 (VINR)	124
Acétate de n-butyle	123-86-4	241	710	723	940		1983 (VINR)	31
Acétate de sec-butyle	105-46-4	241	950	723			1987 (VINR)	
Alcool isoamylique	123-51-3	18	360	37			1987 (VINR)	206
Cumène (2-phényl-propane)	98-82-8	50	100	250	250	Peau	2007 (VRC)	
Triméthylamine	75-50-3	4,9		12,5	25	Allergisant	1982 (VINR)	
Béryllium et ses composés inorganiques (fraction inhalable)		0,0002 ³	0,002			C1B; Sensibilisation cutanée et respiratoire	1995 (VINR)	92
Cadmium et ses composés inorganiques (fraction inhalable)		0,001 ⁴	0,004			Certains composés classés CMR	2019 (VRI)	60
Décret n° 2021-1763 du 23 décembre 2021 (concentrations moyennes)								
Poussières sans effets spécifiques (fraction inhalable)		4 ⁵	10					
Poussières sans effets spécifiques (fraction alvéolaire)		0,9 ⁶	5					

1. Applicable à partir du 21 février 2023, à l'exception de l'extraction souterraine et le creusement de tunnels (en application à partir du 21 février 2026).
2. Applicable à partir du 11 juillet 2023 pour le secteur de la fusion du cuivre.
3. VLEP transitoire de 0,0006 mg/m³ en vigueur jusqu'au 11 juillet 2026.
4. VLEP transitoire de 0,004 mg/m³ en vigueur jusqu'au 11 juillet 2027.
5. Concentration moyenne transitoire à ne pas dépasser sur une période de 8 heures dans les locaux à pollution spécifique de 7 mg/m³, en vigueur jusqu'au 1^{er} juillet 2023.
6. Concentration moyenne transitoire à ne pas dépasser sur une période de 8 heures dans les locaux à pollution spécifique de 3,5 mg/m³, en vigueur jusqu'au 1^{er} juillet 2023.

FT : fiche toxicologique (INRS). **VINR** : VLEP indicative non réglementaire. **VRC** : VLEP réglementaire contraignante. **C1B** : cancérigène de catégorie 1B. **C2** : cancérigène de catégorie 2. **M2** : mutagène de catégorie 2. **Peau** : risque de pénétration percutanée. **CMR** : cancérigène, mutagène ou reprotoxique.

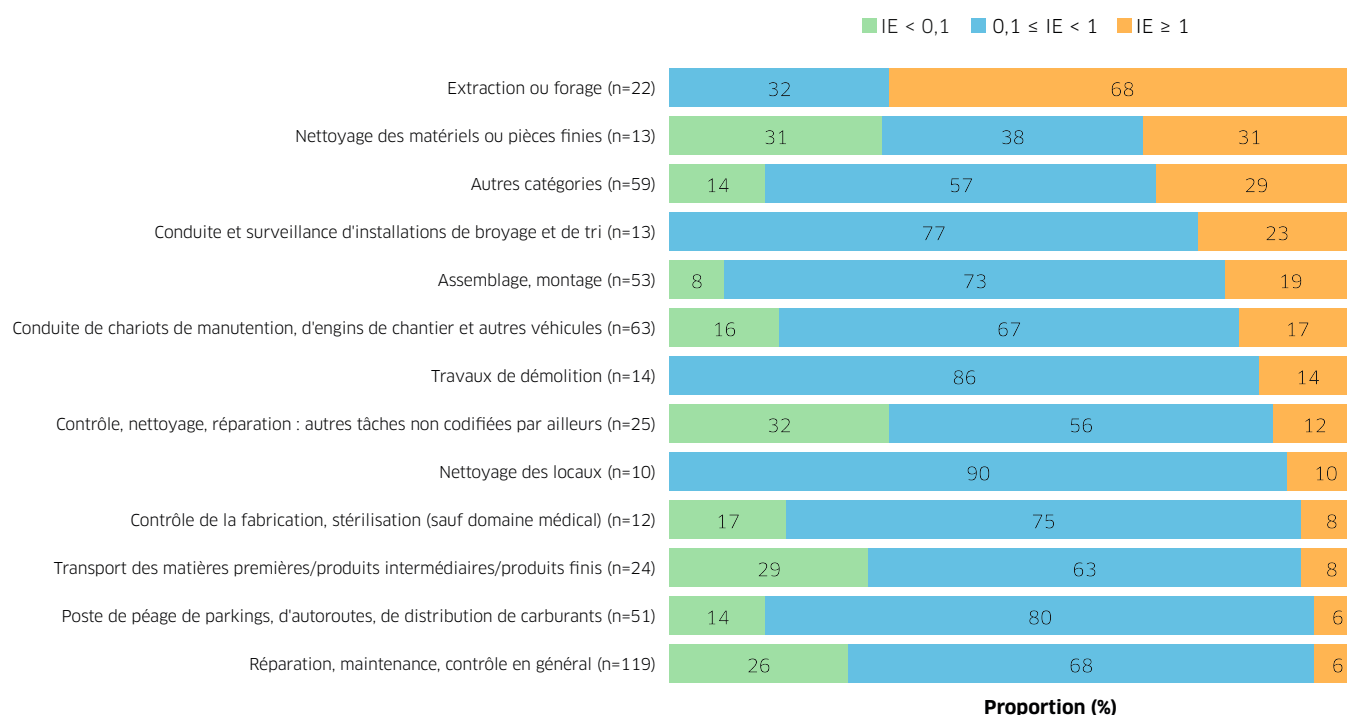
↑ TABLEAU 1 Liste de valeurs limites d'exposition et de concentrations moyennes à ne pas dépasser modifiées par arrêté ou décret, et comparaison avec les anciennes valeurs limites en vigueur.

SUBSTANCE	TYPE DE VLEP	NB 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
1,2-Dichloroéthane	8h	4	100 %						
2-Éthylhexane-1-ol	8h	8	100 %						
Acétate d'isobutyle	8h	121	30 %	1,4	25	710	0 %	241	0 %
	CT	4	50 %						
Acétate de n-butyle	8h	1231	28 %	1,9	44	710	0 %	241	<1 %
	CT	130	30 %	2	130	940	0 %	723	0 %
Alcool isoamylique	8h	3	100 %						
Béryllium	8h	211	82 %	0,00002	0,001	0,002	1 %	0,0002*	19 %
Cadmium	8h	497	80 %	0,0011	0,0062	0,004	9 %	0,001	52 %
Cumène	8h	129	45 %	0,11	0,65	100	0 %	50	0 %
	CT	44	59 %	0,08	0,80	250	0 %	250	0 %
Épichlorhydrine	8h	1	100 %						
Particules diesel, carbone élémentaire	8h	478	33 %	0,017	0,12			0,05	17 %
Trichloroéthylène	8h	94	39 %	0,43	67	405	0 %	54,7	7 %
Triméthylamine	8h	15	33 %	1,4	41			4,9	27 %

Types de VLEP : 8 h : VLEP sur 8 heures. CT : VLEP court terme. LQ : limite de quantification.

*Pour la VLEP-8h transitoire de 0,0006 mg/m³ en vigueur jusqu'au 11 juillet 2026, la proportion de mesures dépassant cette valeur est de 8 %.

↑ **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.



↑ **FIGURE 1** Distribution des indices d'exposition (IE) par tâche pour les fumées d'échappement de moteurs diesel.



et la fabrication d'articles en papier ou en carton (19 mesures), ces derniers dans le cadre de tâches de collage ou de sérigraphie. Pour le cumène, 36 des 94 mesures ayant pour objectif la comparaison à une VLEP-8h provenaient des secteurs de la collecte et du traitement des déchets non dangereux, tandis que les mesures associées à une VLEP-CT provenaient des secteurs de la fabrication de peintures, vernis, encres et mastics (35 mesures) et de l'édition de journaux (9 mesures). Aucune mesure enregistrée ne dépassait la VLEP-8h ni la VLEP-CT. Finalement, pour la triméthylamine, tous les dépassements de la nouvelle VLEP-8h provenaient du secteur de la fonderie de fonte.

Discussion

L'exploitation des données de la base Colchic a permis d'observer des impacts contrastés des changements dans les VLEP entre les substances. Pour l'acétate de *n*-butyle, l'acétate d'isobutyle et le cumène, les proportions de mesures dépassant les VLEP étaient très faibles et l'abaissement des valeurs n'a pas eu d'incidence marquée, tandis qu'une augmentation de 13 % des dépassements est observée avec le trichloroéthylène. Pour cette dernière substance, la comparaison avec une précédente analyse portant sur la période 2003-2010 [3] montre une tendance à la baisse des concentrations, avec un 95^e centile de 67 mg/m³ entre 2012 et 2021, comparativement à 335 mg/m³ entre 2003 et 2010.

Le béryllium et le cadmium sont également associés à une augmentation des proportions de mesures dépassant la VLEP suivant les modifications réglementaires. Il demeure toutefois important de souligner que la mise en application de ces nouvelles VLEP ne s'effectuera pas avant 2026 pour le béryllium, et 2027 pour le cadmium. Pour le béryllium, la valeur du 95^e centile de 1 µg/m³ observée sur la période 2012-2021 est inférieure au 90^e centile de 4 µg/m³ obtenu pour les prélèvements représentatifs sur 8 heures dans une campagne de mesures

réalisée entre 2004 et 2006 dans les entreprises françaises [4]. Dans le cas du cadmium, l'interprétation de la proportion de mesures supérieures à la nouvelle VLEP (52 %) est limitée par la forte proportion de mesures sous la LQ (80 %). En conséquence, il est plausible que la proportion de dépassements de la nouvelle VLEP-8h soit surestimée. Dans le cadre de la mise en application de ces nouvelles VLEP, il conviendra pour les laboratoires de mettre en place les bonnes pratiques de prélèvement et d'adapter le développement analytique⁹ permettant d'atteindre une LQ sous les 10 % de la VLEP.

Pour les émissions de diesel, le dépassement de la VLEP était plus élevé dans les secteurs de l'extraction et du forage. Cette observation d'une exposition plus élevée en milieu souterrain est cohérente avec les données de la littérature [5] et peut expliquer la date d'introduction différée de la VLEP pour ces secteurs spécifiques. Il est à noter toutefois que le nombre de mesures disponibles pour ces secteurs était relativement faible, ce qui limite l'évaluation de facteurs tels le type de lieu de travail et les moyens de protection mis en œuvre sur les niveaux d'exposition.

En conclusion, cette analyse indique que certains agents sont plus impactés que d'autres par les changements de VLEP ayant eu lieu en 2021. L'interprétation des tendances observées doit toutefois prendre en compte les particularités propres aux dates d'application des nouvelles VLEP, notamment lorsque ces dates sont différenciées en fonction du secteur d'activité ou de tâches spécifiques. ●

1. Décret n° 2021-434 du 12 avril 2021 fixant des valeurs limites d'exposition professionnelle contraignantes pour certains agents chimiques. Accessible sur : www.legifrance.gouv.fr.

2. Arrêté du 3 mai 2021 fixant des valeurs limites d'exposition professionnelle indicatives pour certains agents chimiques. Accessible sur : www.legifrance.gouv.fr.

3. Directive (UE) n° 2019/130 du Parlement européen et du Conseil du 16 janvier 2019 portant modification de la directive n° 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. Décret n° 2021-1849 du 28 décembre 2021 fixant des valeurs limites d'exposition professionnelle contraignantes pour certains agents chimiques. Accessible sur : www.legifrance.gouv.fr.

5. Arrêté du 9 décembre 2021 fixant des valeurs limites d'exposition professionnelle indicatives pour certains agents chimiques. Accessible sur : www.legifrance.gouv.fr.

6. Directive (UE) n° 2019/983 du Parlement européen et du Conseil du 5 juin 2019 modifiant la directive n° 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/.

7. Directive (UE) n° 2019/1831 du Parlement européen et du Conseil du 24 octobre 2019 modifiant la directive n° 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/.

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

9. Guide méthodologique MétroPol. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html>.

BIBLIOGRAPHIE

[1] SAUVÉ J.F., MATER G. – Portrait de l'exposition professionnelle aux substances chimiques visées par la mise à jour des VLEP réglementaires contraignantes. *Hygiène & sécurité du travail*, 2021, 262, pp. 70-75. Accessible sur : www.hst.fr.

[2] SAUVÉ J.F., MATER G. – Portrait des expositions aux poussières inhalables et alvéolaires mesurées entre 2014 et 2018. *Hygiène & sécurité du travail*, 2020, 258, pp. 74-79.

[3] BERTRAND N., CLERC F. – Panorama des expositions professionnelles à des composés organiques volatils entre 2003 et 2010. *Hygiène & sécurité du travail*, 2011, 225, pp. 31-44.

[4] VINCENT R., CATANI J. ET AL. – Exposition professionnelle au béryllium dans les entreprises françaises. Évaluation des niveaux d'exposition atmosphérique et de contamination surfacique. *Hygiène & sécurité du travail*, 2010, 220, pp. 53-62.

[5] IARC WORKING GROUP ON THE EVALUATION OF CARCINOGENIC RISKS TO HUMANS – Diesel and gasoline engine exhausts and some nitroarenes. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, 2014, vol. 105, 9.