

## Base Colchic

La base de données d'exposition professionnelle aux agents chimiques et biologiques 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 et biologiques.

# EXPOSITION PROFESSIONNELLE AU 1,3-BUTADIÈNE : RÉSULTATS D'UNE CAMPAGNE NATIONALE DE PRÉLÈVEMENT

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

MICHAËL  
LAMARE  
Carsat  
Rhône-Alpes

JULIE  
HURSTEL  
Carsat  
Sud-Est

JOËL  
REBUFFAUD  
Carsat  
Normandie

**Une étude de l'INRS a mis en évidence une méconnaissance du risque lié à la présence de 1,3-butadiène, substance cancérigène et mutagène, dans les milieux de travail. Afin d'apporter plus de connaissances sur les niveaux d'exposition à cette substance en France, une campagne nationale pilotée par l'INRS a été menée au sein de 18 secteurs d'activité par les laboratoires interrégionaux de chimie des Carsat et de la Cramif. Cet article présente un portrait des niveaux d'exposition au 1,3-butadiène documentés dans le cadre de cette campagne et enregistrés dans la base de données Colchic.**

**L**e 1,3-butadiène est un gaz incolore, aux effets mutagènes (M1B) et cancérigènes (C1A) [1, 2]. En 2016, le nombre de salariés français potentiellement exposés au 1,3-butadiène a été évalué entre 13 000 et 140 000 [3].

Une étude de l'INRS publiée en 2017 [4] a permis d'identifier plusieurs secteurs d'activité concernés par l'exposition au 1,3-butadiène qui peuvent être distingués en deux catégories : ceux impliquant une exposition dite « primaire » et ceux impliquant une exposition dite « secondaire ». L'exposition primaire concerne la production et l'utilisation de 1,3-butadiène, notamment lors de la fabrication de polymères tels que le caoutchouc

styrène-butadiène, le caoutchouc polybutadiène, le latex styrène-butadiène, le copolymère acrylonitrile-butadiène-styrène (ABS), le caoutchouc nitrile, etc. Ces polymères entrent ensuite dans la composition d'une vaste gamme de produits de consommation : pneus, adhésifs, vêtements, équipements de protection, matelas, matériaux de construction, etc. L'exposition secondaire concerne la fabrication de produits en plastique et en caoutchouc, ainsi que la manipulation ou l'utilisation de produits contenant du 1,3-butadiène sous forme d'impuretés, notamment les gaz de pétrole liquéfiés (GPL) ou encore lors du thermoformage de plastique ou de caoutchouc. L'état des lieux résultant de cette étude a également montré une

*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.*

méconnaissance du risque lié au 1,3-butadiène en entreprise, en particulier dans les secteurs concernés par l'exposition secondaire.

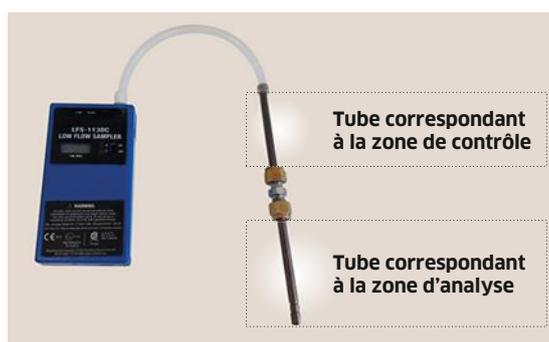
Le 5 mai 2017, le décret n°2017-812 révisant et complétant les tableaux des maladies professionnelles annexés au livre IV du code de la sécurité sociale a introduit le tableau n°99 portant sur les « Hémopathies provoquées par le 1,3-butadiène et tous les produits en renfermant ». Quelques mois plus tard, le 12 décembre 2017, la directive européenne n°2017/2398 concernant la protection des travailleurs contre les risques liés à l'exposition à des agents cancérigènes ou mutagènes au travail a défini une VLEP-8h pour le 1,3-butadiène de 2,2 mg/m<sup>3</sup>. En janvier 2020, l'Anses a rendu un avis sur l'évaluation des indicateurs biologiques d'exposition en vue de la recommandation de valeurs biologiques de référence pour le 1,3-butadiène. Cet avis complète le rapport de juin 2010, dans lequel :

- il est considéré que la cancérogénicité du 1,3-butadiène s'exerce selon un mécanisme d'action sans seuil chez l'homme ;
- l'Anses estime trois niveaux de risque additionnel de décès par leucémie pour une exposition quotidienne de 8 h, 240 jours par an, sur la durée de la carrière (45 ans) :
  - 10<sup>-3</sup> pour une exposition<sup>1</sup> à une concentration de 0,8 mg/m<sup>3</sup> ;
  - 10<sup>-4</sup> pour une exposition<sup>1</sup> à une concentration de 0,08 mg/m<sup>3</sup> ;
  - 10<sup>-5</sup> pour une exposition<sup>1</sup> à une concentration de 0,008 mg/m<sup>3</sup>.

Enfin, le 9 décembre 2020, le décret français n°2020-1546 fixe une VLEP-8h contraignante de 2,2 mg/m<sup>3</sup> pour le 1,3-butadiène, applicable au 1<sup>er</sup> février 2021 [5].

### Campagne de mesurage nationale

Afin d'apporter davantage de connaissances sur les niveaux d'exposition rencontrés dans certains secteurs d'activité ciblés, une campagne nationale de prélèvement a été initiée en 2017 par l'INRS, la Caisse nationale d'assurance maladie (Cnam) et les laboratoires interrégionaux de chimie des Carsat/Cramif. Le choix des secteurs s'est fait à la fois sur ceux liés à la production et à l'utilisation de 1,3-butadiène, mais également sur ceux manufacturant des produits en plastique et en caoutchouc fabriqués avec du 1,3-butadiène et sur les secteurs utilisateurs de produits contenant du 1,3-butadiène. La campagne de mesures s'est déroulée sur une période de trois ans (été 2019 – été 2022) et a permis d'intervenir dans 51 établissements appartenant à 18 secteurs d'activité différents, au sein de dix régions françaises. Elle a également permis de mettre au point une nouvelle méthode de prélèvement (Cf. Figure 1) et



← FIGURE 1  
Montage du système de prélèvement du 1,3-butadiène déployé pour la campagne.

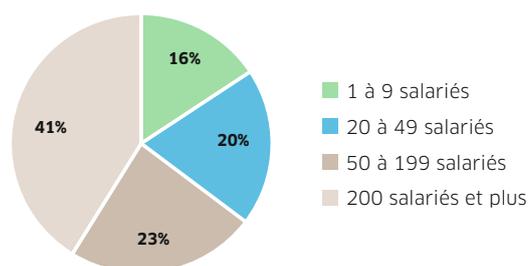


← FIGURE 2  
Positionnement du dispositif de prélèvement individuel du 1,3-butadiène sur le travailleur.

d'analyse par thermodésorption, disponible dans la base MétroPol<sup>2</sup> sous la référence M-424 [6]. Cette méthode a été développée sur la base de la concentration de 0,08 mg/m<sup>3</sup> proposée par l'Anses, associée au niveau de risque additionnel de décès par leucémie de 10<sup>-4</sup>. L'ensemble des résultats recueillis lors de cette campagne ont été intégrés dans la base de données Colchic, et ont permis de fournir un portrait des niveaux d'exposition au 1,3-butadiène. L'exploitation statistique a été effectuée à partir des concentrations atmosphériques mesurées sur la durée de prélèvement, sans pondération sur une durée de 8 heures ou de 15 minutes, et sans correction par un facteur de protection lié au port d'un appareil de protection respiratoire. Seules les mesures individuelles (Cf. Figure 2) ayant pour objectif la comparaison des expositions à une VLEP-8h, sur une durée minimale de 60 minutes, ou à court terme sur une durée maximale de 15 minutes, ont été retenues. Les valeurs de référence utilisées pour la comparaison des concentrations pour une exposition sur 8 heures sont celles issues de la réglementation (VLEP-8h) à 2,2 mg/m<sup>3</sup> et des recommandations de l'Anses à 0,8 mg/m<sup>3</sup> et 0,08 mg/m<sup>3</sup> mentionnées précédemment, au regard de la méthode MétroPol M-424. Pour les expositions de courte durée, deux concentrations basées sur l'avis de l'Anses ont été retenues, correspondant à cinq fois les concentrations sur 8 heures, soit 4 mg/m<sup>3</sup> et 0,4 mg/m<sup>3</sup>. La comparaison des distributions des niveaux de concentration, mesurés entre les catégories



FIGURE 3 →  
Proportion  
d'établissements  
par tranche  
d'effectif.



d'exposition (primaire ou secondaire), secteurs d'activité et tâches stratifiés par catégorie d'exposition, a été illustrée à l'aide de graphiques en « boîtes à moustaches » (Fig.s 4-7). Les extrémités de chaque « boîte » correspondent aux 25<sup>e</sup> et 75<sup>e</sup> centiles ; le trait vertical noir correspond à la médiane, et les extrémités des « moustaches » représentent les 5<sup>e</sup> et 95<sup>e</sup> centiles. Les points noirs représentent quant à eux les concentrations inférieures au 5<sup>e</sup> centile ou supérieures au 95<sup>e</sup> centile. Les concentrations sous la limite de quantification (LQ) ont été fixées à LQ/2, pour la réalisation des analyses statistiques.

### Portrait des niveaux d'exposition

#### Panorama des mesures enregistrées au cours de la campagne de prélèvement

La Figure 3 présente la répartition des 51 établissements en fonction de leur tranche d'effectif. Au total, 541 prélèvements individuels de 1,3-butadiène ont été effectués. La majorité des mesures proviennent des régions PACA (n = 164), Auvergne-Rhône-Alpes (n = 141) et Normandie (n = 107). Parmi les 18 secteurs d'activité ayant fait l'objet de mesures, les plus représentés concernent les activités de conditionnement (n = 124) et la fabrication d'autres produits chimiques (n = 66).

#### Niveaux d'exposition mesurés lors de la campagne de prélèvement

Parmi les 541 mesures identifiées, 452 avaient une durée de prélèvement égale ou supérieure à 60 minutes (« long terme »), 64 avaient une durée égale ou inférieure à 15 minutes (« court terme »), et 25 avaient une durée entre 15 et 60 minutes (Cf. Tableau 1). La concentration médiane sur l'ensemble des mesures est de 0,006 mg/m<sup>3</sup>, avec des

TABLEAU 1 →  
Proportion  
de dépassements  
par type de VLEP.

OBJECTIF DE COMPARAISON	N	nEtb	% < LQ	PROPORTION DES CONCENTRATIONS SUPÉRIEURES AUX VALEURS DE RÉFÉRENCE [mg/m <sup>3</sup> ]				
				% > 0,08 <sup>(1)</sup>	% > 0,8 <sup>(1)</sup>	% > 2,2 <sup>(2)</sup>	% > 0,4 <sup>(1)</sup>	% > 4 <sup>(1)</sup>
VLEP-8h	452	47	55	16,6	2,2	0,9	-	-
VLEP-CT	64	21	34	-	-	-	32,8	17,2

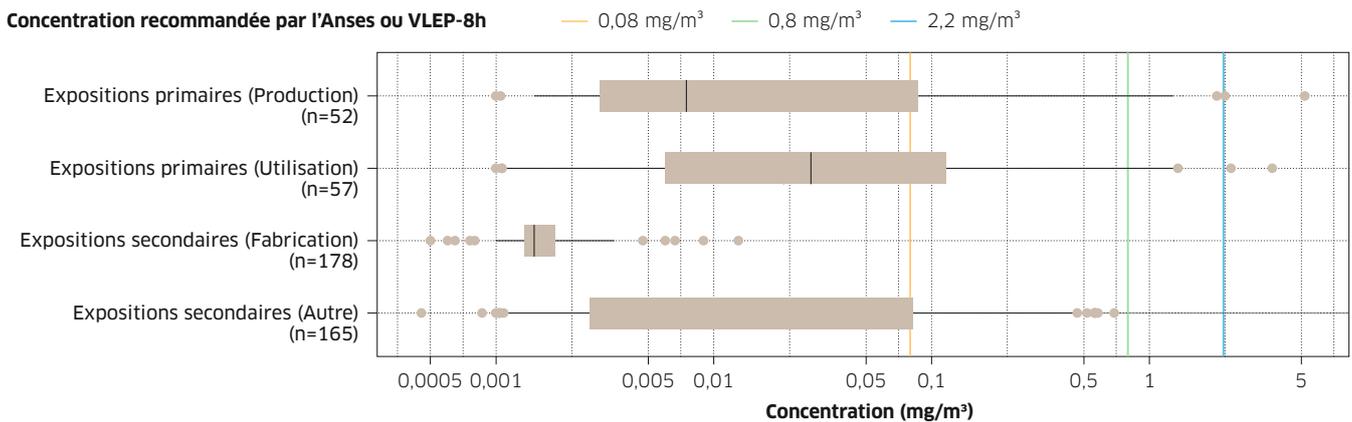
N : nombre de mesures ; nEtb : nombre d'établissements ; % < LQ : pourcentage de mesures inférieures à la LQ.

1. Concentration recommandée par l'Anses.

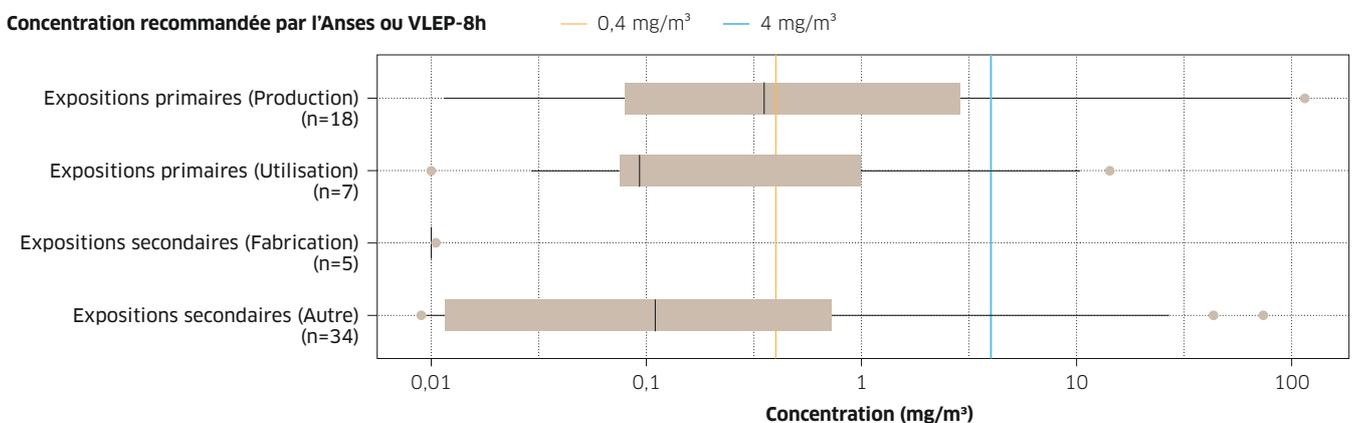
2. VLEP-8h réglementaire.

CATÉGORIE D'EXPOSITION	SECTEUR D'ACTIVITÉ (NAF)		NOMBRE D'ÉTABLISSEMENTS
	CODE	LIBELLÉ	
<b>Expositions primaires</b> (Production)	1920Z	Raffinage du pétrole	7
	2014Z	Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base	
<b>Expositions primaires</b> (Utilisation)	2013B	Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base	6
	2017Z	Fabrication de caoutchouc synthétique	
<b>Expositions secondaires</b> (Fabrication à base de produits formulés avec du 1,3-butadiène)	1520Z	Fabrication de chaussures	24
	2211Z	Fabrication et rechapage de pneumatiques	
	2219Z	Fabrication d'autres articles en caoutchouc	
	2222Z	Fabrication d'emballages en matières plastiques	
	2223Z	Fabrication d'éléments en matières plastiques pour la construction	
	2229A	Fabrication de produits de consommation courante en matières plastiques	
	2229B	Fabrication de produits de consommation en matières plastiques	
	2399Z	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	
	3030Z	Construction aéronautique et spatiale	
2042Z	Fabrication de parfums et de produits pour la toilette		
<b>Expositions secondaires</b> (Autre)	2059Z	Fabrication d'autres produits chimiques	14
	3522Z	Distribution de combustibles gazeux par conduites	
	7219Z	Recherche – développement en autres sciences physiques et naturelles	
	8292Z	Activités de conditionnement	

↑ TABLEAU 2 Secteurs d'activités et établissements répartis par catégorie d'exposition.



↑ FIGURE 4 Distribution des concentrations en 1,3-butadiène par catégorie d'exposition (VLEP-8h).



↑ FIGURE 5 Distribution des concentrations en 1,3-butadiène par catégorie d'exposition (VLEP-CT).

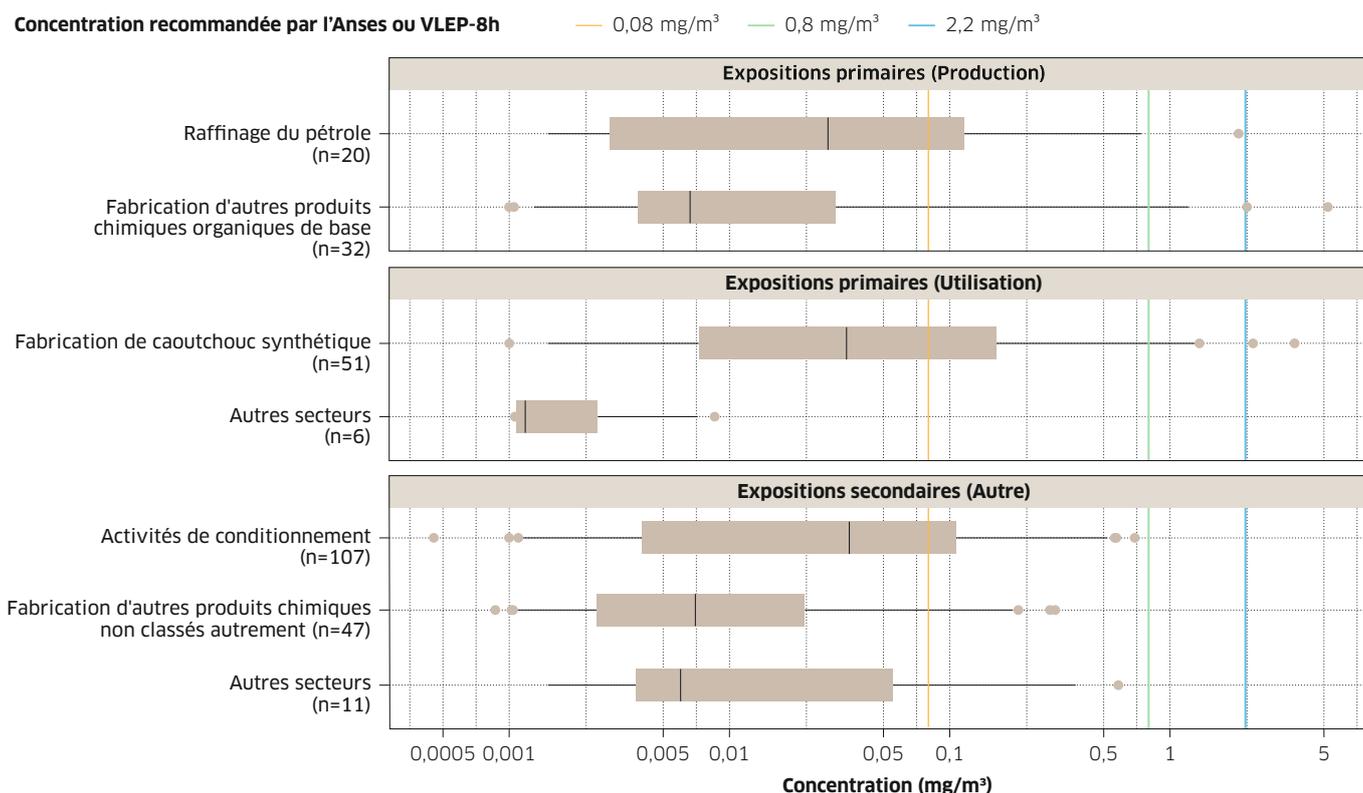
niveaux plus élevés pour les mesures court terme (0,11 mg/m<sup>3</sup>), comparativement aux mesures long terme (0,003 mg/m<sup>3</sup>). La proportion globale de mesures avec une concentration inférieure à la LQ avoisine les 50 %.

Au total, quatre mesures ayant une durée de prélèvement égale ou supérieure à 60 minutes montrent une concentration supérieure à la VLEP-8h de 2,2 mg/m<sup>3</sup>. Dans trois cas, le port d'un appareil de protection respiratoire efficace et approprié à l'exposition au 1,3-butadiène a été observé. Quant aux secteurs concernés par les dépassements de la VLEP-8h réglementaire, deux mesures proviennent du secteur de la fabrication de produits chimiques organiques de base, et deux de la fabrication de caoutchouc synthétique, tous deux associés à une utilisation primaire du 1,3-butadiène.

Le *Tableau 2* regroupe par catégorie d'exposition, les secteurs d'activité associés et le nombre d'établissements visités. Les *Figures 4 et 5* présentent la distribution des concentrations mesurées par catégorie d'exposition pour les prélèvements d'une durée égale ou supérieure à 60 minutes (Cf. *Figure 4*) et d'une durée inférieure ou égale à 15 minutes (Cf. *Figure 5*).

Les activités rattachées aux catégories d'expositions primaires en lien avec l'utilisation et la production de 1,3-butadiène présentent des niveaux d'exposition équivalents. Plus de 25 % des mesures dépassent la concentration de 0,08 mg/m<sup>3</sup> recommandée par l'Anses et, dans certaines circonstances, dépassent également la valeur réglementaire de 2,2 mg/m<sup>3</sup>. Concernant les catégories d'expositions secondaires, les niveaux en 1,3-butadiène sont plus contrastés. Les activités en lien avec l'utilisation et la manipulation de GPL, le transport et le stockage du 1,3-butadiène, ou encore les autres manipulations comme la recherche et le développement, présentent un profil d'exposition proche de ceux des expositions primaires. À l'inverse, les concentrations mesurées dans les secteurs de la manufacture de produits en plastique et en caoutchouc fabriqués avec du 1,3-butadiène n'enregistrent aucune concentration supérieure à 0,08 mg/m<sup>3</sup>. Cette hiérarchisation des niveaux de concentration par catégorie d'exposition reste semblable pour les mesures de courte durée présentées dans la *Figure 5*, avec des niveaux supérieurs à 0,4 mg/m<sup>3</sup> dans plus de 25 % des mesures rattachées aux autres expositions secondaires.





↑ FIGURE 6 Distribution des concentrations en 1,3-butadiène par secteur d'activité, stratifiée par type d'expositions (VLEP-8h).

La Figure 6 présente la distribution des secteurs d'activité par catégorie d'exposition des concentrations mesurées en vue d'une comparaison avec la VLEP-8h, à l'exception des secteurs associés à la fabrication de produits contenant du 1,3-butadiène, pour lesquels très peu de concentrations quantifiables ont été mesurées. Seulement deux secteurs d'activité comportent des concentrations supérieures à la VLEP-8h réglementaire de 2,2 mg/m<sup>3</sup>, d'une part la fabrication d'autres produits chimiques organiques de base et d'autre part la fabrication de caoutchouc synthétique.

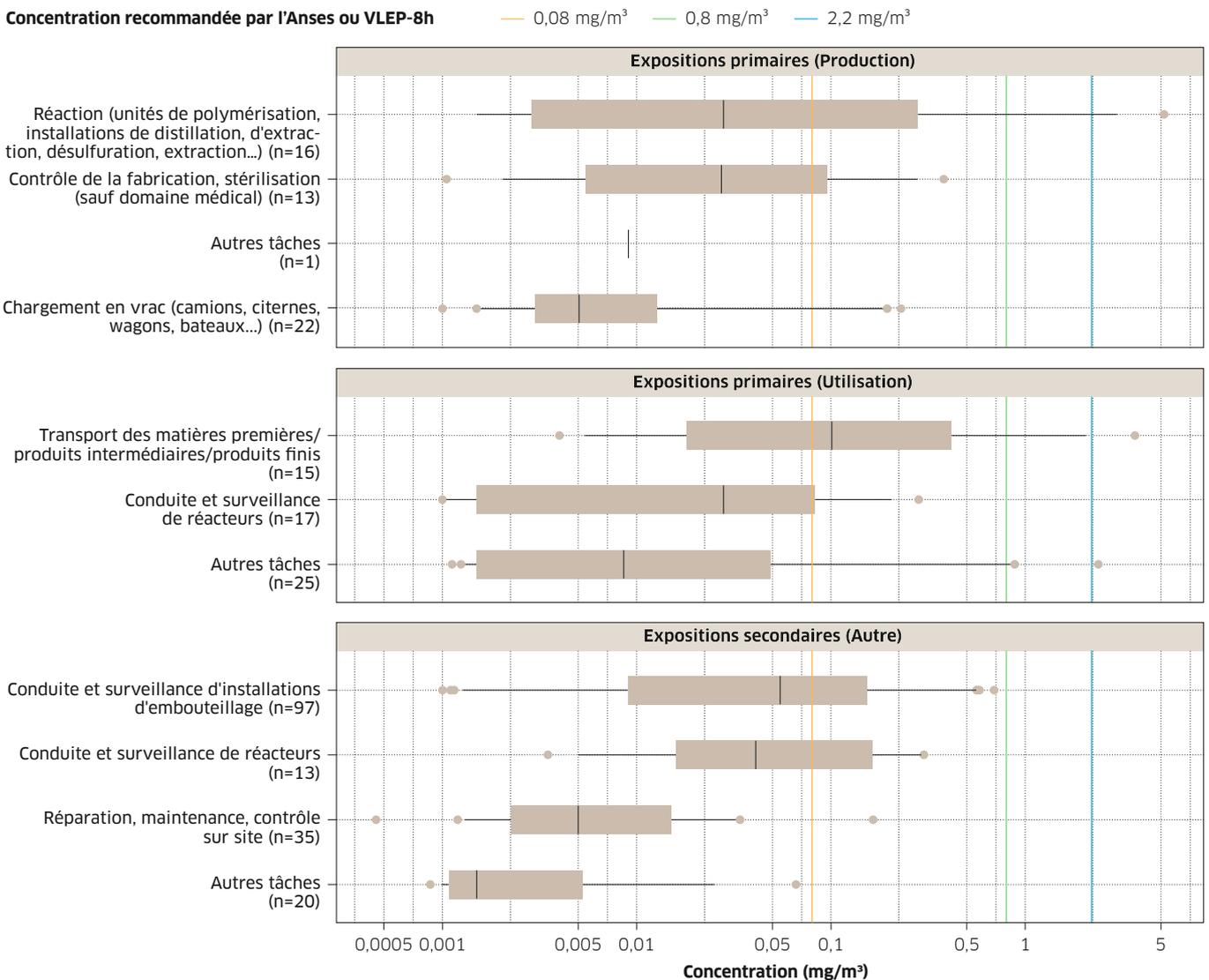
La distribution par tâche (Cf. Figure 7) montre des dépassements de la VLEP-8h réglementaire en lien avec la prise d'échantillons issue de réacteurs dans les secteurs de la fabrication de produits chimiques (n=9). Le transport des matières premières, de produits intermédiaires et de produits finis, notamment lors des opérations de dépotage (n=6) et de prise d'échantillons liquides (n=9) provenant de camions, citernes, wagons et bateaux, peuvent également exposer les travailleurs à des concentrations dépassant la VLEP-8h réglementaire.

### Discussion sur les résultats de la campagne

Les informations relevées lors de la campagne nationale de 2019 à 2022 ont permis de mettre en évidence une grande variété de situations de travail pouvant être à l'origine d'expositions des travailleurs au 1,3-butadiène. Ces situations sont,

d'une part, liées à la production ou l'utilisation de 1,3-butadiène comme matière première dans le procédé de fabrication du produit et, d'autre part, liées à la présence de 1,3-butadiène sous forme de résidus ou d'impuretés dans le produit de fabrication.

Deux bases de données d'exposition, italienne et coréenne, ont été exploitées, mettant en évidence un portrait contrasté. Globalement, le niveau médian de 0,03 mg/m<sup>3</sup> observé dans l'ensemble des secteurs d'activité selon l'étude italienne menée par Scarselli *et al.* [7], sur la période 1996 à 2015, est dix fois plus élevé comparativement à la campagne nationale française (0,003 mg/m<sup>3</sup>) et la proportion de concentrations inférieures à la LQ y est beaucoup plus faible (environ 10 %). Dans les secteurs de la fabrication d'articles en caoutchouc et en plastique, le niveau médian de 0,25 mg/m<sup>3</sup> observé en Italie est également plus élevé comparativement aux médianes obtenues lors de la campagne nationale française, qui sont généralement inférieures à 0,08 mg/m<sup>3</sup>. Cette différence de niveaux peut s'expliquer par des périodes de mesures éloignées l'une de l'autre (1996-2015 versus 2019-2022). En effet, si l'on tient compte de la tendance temporelle à la baisse des concentrations d'environ 5 % par année, mesurée dans l'étude de Scarselli *et al.*, les concentrations en Italie seraient en 2022 du même ordre que celles mesurées dans la campagne nationale française.



↑ FIGURE 7 Distribution des concentrations en 1,3-butadiène par tâche, stratifiée par type d'expositions (VLEP-8h).

Les mesures en Corée du Sud sur la période 2014-2016 présentées par Koh *et al.* [8], montrent une proportion importante de concentrations inférieures à la LQ (90 % sur 5048 résultats), ce qui peut s'expliquer par la méthode de mesurage sur tube de charbon actif, désorbé chimiquement et analysé par chromatographie en phase gazeuse. Cette méthode est comparable à celle de la fiche MétroPol M-177 [9], mais elle est moins sensible que la méthode par thermodésorption [6].

Les résultats coréens mettent en évidence les plus fortes concentrations dans des usines pétrochimiques ou des raffineries lors de l'entretien ou de l'installation d'équipements (95<sup>e</sup> centile supérieur à la VLEP-8h nationale de 4,4 mg/m<sup>3</sup>) et montrent des niveaux comparables à ceux trouvés lors de la campagne nationale française pour le secteur de la fabrication de caoutchouc synthétique (95<sup>e</sup> centile entre 10 % et 50 % de leur VLEP-8h, soit [0,44 – 2,2 mg/m<sup>3</sup>] en Corée et 1,4 mg/m<sup>3</sup> en France).

## Mesures de prévention

La conduite de cette campagne nationale permet d'une part de rappeler certaines recommandations générales de prévention portant sur les risques liés à l'exposition à des substances cancérogènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction (CMR) et d'autre part, de formuler des préconisations spécifiques aux activités exposantes au 1,3-butadiène dans les entreprises.

## Recommandations générales

Les mesures de prévention générales liées à l'utilisation des produits CMR s'appliquent également au 1,3-butadiène. Elles incluent le repérage, la suppression et la substitution, le travail en système clos, la mise en place de protection collective et de mesures d'hygiène relatives à la contamination « main-bouche », la gestion des tenues de travail dont le nettoyage est sous la stricte responsabilité de l'employeur, et la mise en





© Serge Morillon/NRS/2013

place d'un suivi individuel renforcé par la médecine du travail. De plus, le contrôle réglementaire de l'exposition des salariés par des prélèvements atmosphériques doit être mené annuellement par un organisme accrédité<sup>3</sup>. Il peut être complété par une surveillance biologique de l'exposition<sup>4</sup> permettant de suivre l'efficacité des mesures de prévention en prenant en compte toutes les voies de pénétration du 1,3-butadiène dans l'organisme (inhalation, ingestion et contact cutané).

Les mesures de prévention suivantes liées à l'utilisation des produits chimiques sont aussi à mettre en œuvre : la vérification des installations de ventilation et la consignation des résultats dans le dossier de ventilation (*a minima* une fois par an) ainsi que l'information et la formation des salariés.

### Recommandations ciblées

#### → Expositions primaires

Les producteurs et les utilisateurs de 1,3-butadiène mettent en œuvre la substance pure dans leurs procédés de fabrication. Les mesures de prévention préconisées dans ces secteurs sont la détection de la substance chimique couplée à une alarme, associée à des procédures qui décrivent la conduite à tenir en cas d'incident et le port des équipements de protection respiratoire<sup>5</sup>. La détection du 1,3-butadiène est réalisée par chromatographie. Les détecteurs portatifs en temps réel ne sont pas spécifiques du 1,3-butadiène.

Le procédé en lien avec des expositions primaires doit être en vase clos. Pour réduire les émissions fugitives, la maintenance préventive des installations doit prendre en compte le contrôle de l'étanchéité des dispositifs de jointage et des

équipements tels que les presse-étoupes des vannes. Pour les pompes, des garnitures double-gaz ou des pompes à entraînement magnétique sont préconisées.

Les opérations récurrentes avec rupture de confinement doivent être réduites au strict minimum (prise d'échantillon, purge, contrôle de ciel gazeux...). Lorsque les opérations ne peuvent pas être supprimées, réduites en fréquence ou automatisées après une étude préalable, des mesures de prévention techniques peuvent réduire les niveaux d'exposition : collecte des purges, traitement des effluents gazeux avant rejet, prises d'échantillons fermées et étanches. Pour les opérations de chargement et de déchargement, la conception des bras doit intégrer systématiquement la vidange en vase clos et/ou l'inertage avant la déconnexion.

Lors des travaux de maintenance, les consignations fluidiques doivent prendre en compte les mesures de prévention décrites dans la brochure de l'INRS<sup>6</sup> à ce sujet. Lorsque les travaux sont réalisés par des entreprises extérieures, les plans de prévention doivent intégrer ces mesures de prévention. Pour les arrêts d'unité, une phase de rinçage des équipements procédés avec des produits exempts de 1,3-butadiène permet de réduire les niveaux d'exposition lors des ouvertures de circuits.

Dans les laboratoires d'analyses, les échantillons sont préparés et stockés sous sorbonne. Un captage localisé doit être installé sur les chromatographes ou *a minima* au niveau des zones d'injection et des automates. Les déchets doivent être stockés, par exemple dans un local dédié et ventilé, jusqu'à leur évacuation par une entreprise spécialisée.

#### → Expositions secondaires

Le conditionnement de gaz de pétrole liquéfié, qui contient du butane, génère des émissions gazeuses de 1,3-butadiène, présent sous forme d'impureté. Le remplissage des bouteilles de gaz doit être réalisé sous un captage localisé, adapté au carrousel de conditionnement, et la ventilation générale doit être dimensionnée afin d'assurer le renouvellement de l'air du local. Les opérateurs travaillant dans ces locaux doivent être équipés de dispositifs de détection de fuite, associés à des procédures d'intervention et au port d'équipements de protection respiratoire adaptés. La maintenance préventive des installations doit prendre en considération les contrôles d'étanchéité des équipements. Le matériel réformé sera préférentiellement stocké en extérieur sous abri, car il peut faire l'objet d'émissions résiduelles. Les chargements et les déchargements en vrac (bateau, camion ou wagon), réalisés *via* des bras de chargement, intégreront les mesures de prévention des producteurs et utilisateurs de 1,3-butadiène.

Les industries de la plasturgie et du caoutchouc peuvent générer des émissions de 1,3-butadiène (mais aussi d'autres produits CMR), lors des phases de montée en température des matières premières (presses, extrudeuses, fours de vulcanisation...). Des captages localisés devront être installés sur ces équipements et la ventilation générale devra permettre le renouvellement de l'air du local.

### Conclusion de la campagne sur le risque 1,3-butadiène

Le 1,3-butadiène est une substance cancérigène sans effet de seuil, ce qui signifie qu'il peut avoir des effets, même à de très faibles doses. Pour répondre au mieux à cette caractéristique, la métrologie de mesurage atmosphérique la plus performante possible au moment de la campagne a été retenue, pour permettre une comparaison des concentrations mesurées à la fois avec la VLEP-8h réglementaire contraignante, mais également avec les concentrations recommandées par l'Anses, plus protectrices. Ces trois années de campagne ont permis de dresser un premier portrait des niveaux d'exposition au 1,3-butadiène dans les entreprises françaises. Ce portrait met en évidence que les concentrations mesurées sont majoritairement inférieures à celles recommandées par l'Anses et par conséquent, que les entreprises concernées par ces niveaux ont pris en compte le risque 1,3-butadiène. À l'inverse, ce travail a permis d'identifier certaines situations anormales, pour lesquelles des moyens de prévention à privilégier ont pu être proposés pour réduire les expositions. Ces conclusions mettent également en évidence la possibilité de retenir les propositions de l'Anses pour le 1,3-butadiène comme objectif de réduction des expositions en entreprise. En effet, il

convient de souligner que le respect de l'exposition à des concentrations en 1,3-butadiène inférieures à celles recommandées par l'Anses est plus protecteur pour le travailleur que le respect de la VLEP-8h réglementaire.

Enfin, compte tenu de l'évaluation obligatoire de l'exposition à cette substance au regard du décret n°2009-1570 du 15 décembre 2009 relatif au contrôle du risque chimique sur les lieux de travail, ce portrait devrait s'enrichir lors de l'exploitation des données de la base Scola<sup>7</sup> qui est publiée dans un rapport annuel [9]. Cela concerne notamment l'évolution temporelle des niveaux d'exposition. Au regard des concentrations mesurées durant cette campagne, l'emploi de la méthode MétroPol M-424 [6] est recommandé. ●

1. « 10<sup>-3</sup> » signifie une personne sur 1000, « 10<sup>-4</sup> » signifie une personne sur 10000, et « 10<sup>-5</sup> » signifie une personne sur 100000.

2. La base de données MétroPol a été développée par l'INRS sur les méthodes de métrologie des polluants. Accessible sur : [www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html](http://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html).

3. Voir : Arrêté du 15 décembre 2009 relatif aux contrôles techniques des valeurs limites d'exposition professionnelle sur les lieux de travail et aux conditions d'accréditation des organismes chargés des contrôles. Accessible sur : [www.legifrance.gouv.fr](http://www.legifrance.gouv.fr).

4. Voir : Valeurs limites d'exposition en milieu professionnel – Le 1,3-butadiène. Avis de l'Anses / Rapport d'expertise collective, janvier 2020. Accessible sur : [www.anses.fr](http://www.anses.fr).

5. Voir : INRS – Les appareils de protection respiratoire. Choix et utilisation. ED 6106. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206106>.

6. Voir : INRS – Consignations et déconsignations. ED 6109. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206109>.

7. Scola est une base de données d'exposition professionnelle à des substances chimiques telle que définie dans l'arrêté du 15 décembre 2009 (voir note n°3).

## BIBLIOGRAPHIE

[1] INRS – 1,3-butadiène.

Fiche toxicologique n°241. Accessible sur : [https://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX\\_241](https://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_241).

[2] IARC – IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to Humans. Volume 100F. Chemical agents and related occupations. 2012. Accessible sur : <https://publications.iarc.fr/123>.

[3] BURZONI S. – 1,3-butadiène : bilan des mesures de prévention mises en œuvre en 2013. *Hygiène & sécurité du travail*, 2016, 243, p. 20-57. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=NT%2038>.

[4] BURZONI S. – Le 1,3-butadiène : mise à jour des connaissances et évaluation de l'exposition en milieu de travail. INRS, coll. Notes scientifiques et techniques,

2017, NS 351. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/inrs/recherche/etudes-publications-communications/doc/publication.html?refINRS=EL2012-003%2FP2017-015%2FNS334>.

[5] 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 : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=BD%209>.

[6] INRS – Base de données MétroPol : 1,3-butadiène (méthode M-424). Accessible sur : [https://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol/fiche.html?refINRS=METROPOL\\_424](https://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol/fiche.html?refINRS=METROPOL_424).

[7] SCARSELLI A. ET AL. – Appraisal of levels and patterns of occupational exposure to

1,3-butadiene. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 2017, 5, pp. 494-503.

[8] KOH D.H. ET AL. – Development of Korean CARcinogen EXposure: assessment of the exposure intensity of carcinogens by industry. *Safety and health at work*, 2022, 13, 3, pp. 308-314. Accessible sur : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2093791122000695>.

[9] MATER G., SAVARY B. – Rapport d'activité pour la période 2016 à 2020. Mesures effectuées dans le cadre du décret n°2009-1570 du 15 décembre 2009 relatif au contrôle du risque chimique sur les lieux de travail. INRS, 2020. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/publications/hst/bases-de-donnees.html>.



## FOCUS SUR...

### Étude de cas : l'emplissage de bouteilles de gaz avec du butane

**L**a filière butane/propane en France représente 11 500 emplois directs et indirects. En 2020, la vente de butane/propane s'élevait à 1,55 million de tonnes à destination du résidentiel, de l'agriculture, de l'industrie et de la carburation, ce dernier secteur incluant les stations-service<sup>1</sup>.

Parmi les différents acteurs de cette filière se trouvent les usines de conditionnement appelées centres d'emplissage. Les contenants provenant de ces usines vont de petites cartouches de gaz renfermant quelques centaines de grammes jusqu'aux grosses bouteilles de 35 kg.

Tout comme le propane, le butane « commercial » conditionné sous forme de cartouches ou de bouteilles n'est pas un gaz pur, mais un mélange d'hydrocarbures légers dont le constituant principal est le butane. Le 1,3-butadiène fait partie des composés présents, même si sa concentration massique n'excède pas les 0,2%.

La plupart des centres d'emplissage ont été automatisés, afin de pouvoir réaliser des productions élevées et réduire les contraintes physiques sur les opérateurs. Malgré les systèmes d'automatisation, la présence humaine reste nécessaire lors de certaines étapes du process.

Les grandes étapes de l'emplissage de bouteilles consignées sont les suivantes :

1. En amont des chaînes d'emplissage, une première phase de tri consiste à répartir les contenants en différentes catégories : en état, hors d'usage, à ré-éprouver, à repeindre, à réparer (robinet ou valve à remplacer), etc. Cette étape donne souvent lieu à de nombreuses manutentions manuelles.

2. L'emplissage des bouteilles est souvent réalisé par l'intermédiaire de carrousels automatisés ou semi-automatisés.

3. En aval du carrousel, des contrôles qualité sont effectués : quantité de gaz contenue, étanchéité, etc. D'autres tâches telles que le capsulage sont également réalisées.

Le *Tableau 1A* présente une description des différents postes pouvant évoluer lors de l'activité d'emplissage associée aux niveaux d'exposition rencontrés lors de la campagne.

Les niveaux d'exposition varient selon les centres d'emplissage, les process utilisés, l'âge des chaînes d'emplissage ou encore les moyens de prévention mis en œuvre. Certains centres d'emplissage présentent un niveau d'exposition élevé au 1,3-butadiène (de l'ordre de 10 % de la VLEP-8h) dans leur hall d'em-

plissage, lié à une pollution diffuse globale pouvant exposer les salariés réalisant des tâches habituellement non exposantes, par exemple dans les cas du trieur et du capsuleur. L'origine de cette présence de 1,3-butadiène s'explique par l'absence d'installations de captage, ou par un déficit de leurs performances au niveau des sources principales d'émissions.

#### Quels moyens de prévention envisageables pour réduire l'exposition des salariés ?

L'automatisation est l'une des solutions rencontrées dans les centres d'emplissage, qui permet d'éloigner les opérateurs des sources d'émissions et ainsi, de limiter leur exposition.

Les phases de process émissives sont souvent effectuées en présence de systèmes de captage permettant de réduire la dissémination du 1,3-butadiène, par exemple :

- des bouches de captage à la source ;
- des tables aspirantes ;
- des hottes aspirantes ;
- des grilles d'aspiration en partie basse sur le sol (cas des carrousels) ;
- l'enfermement de certains process automatisés potentiellement émissifs (ex. : vidange) dans des pièces ventilées à contrôle d'accès.

La mise en place de captages lors de l'activité d'emplissage de gaz peut s'avérer complexe en termes de conception. Les émissions se font souvent sous forme de jets de gaz qu'il est difficile de capter, du fait de leur vitesse d'éjection importante. Il conviendra donc de porter une attention particulière au positionnement et à la forme des captages pour contenir ce phénomène. Une attention particulière devra également être apportée aux vérifications périodiques des performances des systèmes de ventilation.

#### Risque chimique, mais pas que

L'activité d'emplissage de gaz concentre de nombreux risques autres que le risque chimique. Parmi ceux-ci, on peut citer, de façon non exhaustive :

- le risque de chute, du fait de la présence de nombreuses passerelles permettant d'enjamber les convoyeurs ;
- le risque mécanique lié à de nombreux éléments en mouvement (convoyeurs, carrousels...) ;
- le bruit ;
- le risque d'explosion. En cela, la conformité des ins-

tallations relative aux normes sur les atmosphères explosives (Atex)<sup>2</sup> doit être explorée ;

- les risques liés à l'activité physique : même si les process sont globalement automatisés, il subsiste des phases de travail physiquement éprouvantes (répétitivité des gestes, postures contraignantes, port de charge...).

## Conclusion

Bien que le 1,3-butadiène soit présent à l'état de traces dans les gaz embouteillés, il peut être à l'origine d'expositions conséquentes en raison des volumes importants traités par ces installations. La campagne nationale relative au 1,3-butadiène a mis en lumière

que les expositions dans cette activité d'emballage de gaz sont présentes et très disparates. La méconnaissance, ou une sous-estimation du risque « 1,3-butadiène », explique en partie ces niveaux d'exposition non négligeables constatés, alors que dans les établissements où les préventeurs sont conscients de ce risque, les expositions des salariés sont jugulées par la mise en place de moyens de prévention efficaces. ●

1. Voir : [www.francegazliquides.fr/francegazliquides/la-filiere-butane-propane/](http://www.francegazliquides.fr/francegazliquides/la-filiere-butane-propane/).

2. Voir : ED 6337, INRS – L'explosion d'Atex sur le lieu de travail. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206337>.

POSTES	NIVEAU D'EXPOSITION*	COMMENTAIRES
<b>Opérateur en amont de la chaîne (décapsuleur, trieur...)</b>	Faible	Le poste se situe avant le remplissage, les contenants sont clos et généralement vides. Le niveau d'exposition est cohérent au regard de l'activité.
<b>Opérateur sur carrousel de remplissage</b>	Faible à élevé	Les phases de déconnexion des flexibles émettent des jets de gaz à proximité des voies respiratoires, d'où le niveau d'exposition constaté.
<b>Opérateur en aval du carrousel (contrôle qualité)</b>	Faible à élevé	Cet opérateur s'occupe notamment des bouteilles qui fuient après le remplissage. Son exposition au 1,3-butadiène peut être conséquente en l'absence de système de captage.
<b>Opérateur en aval (capsuleur)</b>	Faible	Activité habituellement non exposante, car les bouteilles fuyardes ont été écartées en amont.
<b>Encadrement</b>	Faible	Le temps passé à proximité des sources d'émission est limité.
<b>Technicien de maintenance, régleur</b>	Faible à élevé	Les niveaux d'exposition peuvent être très variables. Les expositions peuvent être élevées en mode « dégradé » lors de l'intervention sur des fuites ou lors des épreuves hydrauliques.
<b>Opérateur de vidange bouteille</b>	Élevé	Au même titre que l'opérateur sur carrousel, la vidange expose l'opérateur à des jets et des vapeurs de gaz.
<b>Opérateur de remplacement des robinets et valves</b>	Faible	Ce dernier opère généralement sur des bouteilles vides, d'où le faible niveau d'exposition.
<b>Opérateur de dépotage</b>	Faible	Il s'agit d'opérations en plein air avec des procédures de purge qui limitent les émissions de gaz. Cependant, certaines phases post-dépotage, telles que le vidage de seau contenant du gaz liquide, peuvent être très exposantes.
<b>Pompier des services internes</b>	Faible à élevé	Tout comme les techniciens de maintenance, les niveaux d'exposition peuvent être élevés lors d'interventions en mode « dégradé ».
<b>Cariste</b>	Faible à élevé	Activité généralement exercée en extérieur.

\* Élevé : supérieur à 10 % de la VLEP-8h de 2,2 mg/m<sup>3</sup>.

Faible : inférieur à 10 % de la concentration de 0,08 mg/m<sup>3</sup> (source : Anses).

↑ TABLEAU 1A Description des tâches en lien avec une exposition au 1,3-butadiène par poste dans l'activité d'emballage.