

Notes techniques

1,3-BUTADIÈNE: BILAN DES MESURES DE PRÉVENTION MISES EN ŒUVRE EN 2013

Le 1,3-butadiène, troisième substance cancérigène de catégorie 1A la plus consommée en France, est principalement utilisé pour fabriquer des polymères synthétiques et peut être retrouvé sous forme d'impuretés, notamment dans les gaz de pétrole liquéfiés (GPL). Cet article présente un état des lieux du risque « butadiène » et des mesures de prévention mises en œuvre au sein des établissements concernés par sa manipulation/présence.

SARAH BURZONI
INRS,
département
Métrologie
des polluants

Le 1,3-butadiène est un gaz incolore, principalement utilisé dans la fabrication des caoutchoucs synthétiques – caoutchouc butadiène-styrène (SBR), caoutchouc polybutadiène (PB), latex butadiène-styrène, caoutchouc polychloroprène (CR ou Néoprène®), caoutchouc nitrile (NBR). Il entre aussi dans la composition de thermoplastiques, tels que le polystyrène-choc et l'acrylonitrile-butadiène-styrène (ABS). C'est aussi un intermédiaire dans la fabrication du Nylon (adiponitrile) et dans la production d'autres produits chimiques. Les produits finis contenant du 1,3-butadiène entrent

dans la fabrication de nombreux produits industriels et de consommation (automobiles, matériaux de construction, appareils ménagers, équipements informatiques, vêtements...). En 2005, sa consommation en France est estimée à 670 000 tonnes, soit la troisième substance cancérigène de catégorie 1A la plus utilisée après le chlorure de vinyle et le benzène [1].

Le 1,3-butadiène peut être retrouvé sous forme de traces dans les gaz de pétrole liquéfiés (GPL). L'appellation GPL, appliquée à des combustibles liquéfiés sous pression, est réservée au propane, au butane et à leurs mélanges. Le GPL carburant,

RÉSUMÉ

L'utilisation ou la manipulation de 1,3-butadiène peut engendrer des risques pour la santé et la sécurité des salariés à long terme. Troisième substance cancérigène de catégorie 1A la plus consommée en France, le 1,3-butadiène est majoritairement utilisé pour fabriquer des polymères synthétiques et se retrouve

présent à l'état de traces dans les gaz de pétrole liquéfiés. Au niveau national, les données d'exposition au 1,3-butadiène sont peu nombreuses. Une étude de filière a été menée afin d'apporter de la connaissance sur la mise en œuvre de cette substance dans les établissements

potentiellement impliqués, d'estimer les salariés potentiellement exposés et de dresser un portrait des pratiques techniques et organisationnelles en matière de prévention liées à la manipulation/présence de 1,3-butadiène dans les établissements concernés.

1,3-butadiene: review of the preventive measures implemented in 2013

Using or handling 1,3-butadiene can give rise to long-term health and safety risks for employees. The third most consumed category-1A carcinogenic substance in France, 1,3-butadiene is mostly used for manufacturing synthetic polymers

and is to be found in the state of traces in liquefied petroleum gas. At national level, there is little data on exposure to 1,3-butadiene. An industry study has been conducted to provide knowledge on how this substance is used at the sites

potentially involved, to estimate the workers potentially exposed, and to paint a picture of the technical and organisational risk prevention practices related to the manipulation/presence of 1,3-butadiene at the relevant sites.

ENCADRÉ 1

MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE DE FILIÈRE

L'identification des secteurs d'activité où est utilisé le 1,3-butadiène est fondée sur l'étude bibliographique et l'exploitation de bases de données (Colchic et internationales). Au total, 39 secteurs d'activité correspondant à 23 215 établissements en 2013 ont été sélectionnés. Ces secteurs ont été hiérarchisés *a priori* dans deux catégories d'exposition au 1,3-butadiène (Cf. Tableau 1):

- les expositions primaires.

Elles concernent:

- la production de 1,3-butadiène: il se forme lors du vapocraquage du naphta, en qualité de sous-produit lors de la fabrication d'éthylène;
- l'utilisation de 1,3-butadiène, notamment pour la production d'élastomères synthétiques (SBR, PB, NBR...);
- les expositions secondaires.

Elles impliquent:

- la manufacture de produits en plastique et en caoutchouc fabriqués avec du 1,3-butadiène;
- les autres sources d'exposition potentielles (utilisation/manipulation de GPL, transport/stockage de 1,3-butadiène et les autres manipulations [R&D...]).

Deux approches en parallèle ont été menées pour recueillir les informations de terrain:

- la réalisation de neuf visites d'entreprises, repérées au cours des recherches bibliographiques, identifiées par le réseau de prévention des Cram/Carsat ou ayant manifesté leur intérêt à la suite de la parution d'un appel à participation dans la revue *Références en santé au travail*.
- l'envoi d'un questionnaire électronique à destination des chefs d'entreprises. Le plan de sondage induit, de fait, par l'existence

d'une adresse électronique, a permis d'interroger 44% des établissements sélectionnés. Le protocole d'intervention utilisé lors des visites d'établissement et le questionnaire en ligne comportaient trois parties: administrative (code d'activité selon la Nomenclature des activités française [NAF], nombre de salariés...), descriptive (année d'utilisation/manipulation, quantité, procédés...) et technique (mesures de gestion du risque mises en œuvre: démarche d'évaluation du risque chimique, mesures de prévention...). Avant leur déploiement, le protocole et le questionnaire ont été soumis pour approbation à des entreprises et des organisations professionnelles.

ou GPL-c, est l'une des utilisations du GPL comme carburant pour engins automobiles. Sa composition est régie par la norme européenne EN-589 qui spécifie notamment une teneur en 1,3-butadiène inférieure ou égale à 0,5% en mole. En 2013, la consommation de GPL en France est estimée à 2,1 millions de tonnes (sans la pétrochimie) et la quantité de GPL-c vendue est évaluée à plus de 102 000 tonnes.

Classé cancérigène (catégorie 1A; H 350 « Peut provoquer le cancer »), mutagène sur les cellules germinales (catégorie 1B; H 340 « Peut induire des anomalies génétiques ») et extrêmement inflammable (H 220 « Gaz extrêmement inflammable ») dans le cadre du règlement (CE) n°1272/2008 du 16 décembre 2008 modifié (règlement « CLP ») [2], il est aussi reconnu « cancérigène avéré » (groupe 1) par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) [3]. Pour les GPL, la classification comme cancérigène ou mutagène peut s'appliquer s'ils contiennent plus de 0,1% en poids/poids de 1,3-butadiène [4].

L'inhalation, principale voie d'absorption du butadiène, peut engendrer des irritations oculaires et respiratoires et des signes neurologiques

non spécifiques, pouvant aller jusqu'au coma. Le 1,3-butadiène est peu irritant pour la peau. Le contact avec le gaz sous pression peut entraîner des lésions de brûlures par le froid. Une association entre l'exposition cumulée au 1,3-butadiène et le risque de mortalité par leucémies est retrouvée à partir d'études réalisées dans l'industrie du caoutchouc synthétique (production de styrène-butadiène). Dans l'industrie du 1,3-butadiène monomère, une augmentation significative de la mortalité due aux cancers lymphatiques et hématopoïétiques a été rapportée. Les données sur d'éventuels effets génotoxiques sont contradictoires et aucune donnée sur la reprotoxicité n'est disponible chez l'homme [5]. L'étude de filière présentée dans cet article a concerné les principales sources d'exposition au 1,3-butadiène retrouvées en milieu professionnel (Cf. Encadré 1).

Résultats généraux de l'étude de filière

Le taux de retour à l'issue de l'enquête (visites + questionnaires) est de 18%. Le redressement des réponses a été effectué sur le principe selon lequel les non-répondants se comportaient comme les répondants et ce après l'avoir vérifié lors des visites



CATÉGORIES D'EXPOSITION	SOURCES D'EXPOSITION	SECTEURS D'ACTIVITÉ	NIVEAU D'EXPOSITION A PRIORI	TAUX DE SONDAGE	TAUX DE RETOUR
Expositions primaires	Production de 1,3-butadiène, isolé ou non	1920Z - 2011Z - 2014Z	+++	45%	31%
	Utilisation de 1,3-butadiène (notamment dans la production de polymères)	2013B - 2016Z - 2017Z	++	55%	34%
Expositions secondaires	Manufacture de produits en plastique et en caoutchouc fabriqués avec du 1,3-butadiène	1393Z - 1520Z - 2030Z - 2051Z - 2052Z - 2211Z - 2219Z - 2221Z - 2222Z - 2229A - 2229B - 2790Z - 3030Z - 3299Z	+	64%	20%
	Autres sources d'exposition potentielles au 1,3-butadiène: • utilisation/manipulation de gaz de pétrole liquéfiés (GPL) • transport/stockage du 1,3-butadiène en tant que tel • autres manipulations (R&D...)	1712Z - 1723Z - 2020Z - 2041Z - 2042Z - 2059Z - 2120Z - 2511Z - 2529Z - 2910Z - 2932Z - 4520A - 4520B - 4671Z - 4941A - 5210A - 5221Z - 7219Z	+/-	37%	17%
			Total	44%	18%

↑ **TABLEAU 1**
Regroupement des secteurs d'activité, taux de sondage et taux de retour.

en entreprises et par des sondages téléphoniques. Les résultats présentés dans le tableau 1 ont été calculés par rapport aux types d'expositions primaire ou secondaire (Cf. Encadré 1) et non par rapport aux secteurs d'activité.

Après redressement statistique, il est estimé que 1 100 à 2 000 établissements sont concernés par la manipulation/présence de 1,3-butadiène. 93% d'entre eux sont concernés par une source d'exposition, 6% par deux sources et 1% par trois sources. Les établissements ayant répondu à l'enquête sont majoritairement des TPE/PME (73%) (Cf. Figure 1). Les établissements concernés par les expositions secondaires sont majoritaires (Cf. Figure 2) et représentent plus des deux tiers des salariés potentiellement exposés au 1,3-butadiène (Cf. Figure 3). Les entreprises se situent principalement dans les régions Centre et Rhône-Alpes. À l'inverse, les expositions primaires représentent peu d'établissements et dénombrent moins d'un tiers des salariés potentiellement exposés. Ces entreprises sont localisées en Haute-Normandie, Rhône-Alpes et Paca. Le redressement permet d'estimer que 13 000 à 140 000 salariés sont potentiellement exposés au 1,3-butadiène ou travaillent à proximité d'installations mettant en œuvre du 1,3-butadiène.

Évaluation du risque chimique « 1,3-butadiène »

Les résultats de l'évaluation des risques chimiques liés à la manipulation/présence de 1,3-butadiène sont associés au Code du travail [6], notamment aux dispositions spécifiques aux agents CMR codifiées aux articles R. 4412-59 à R. 4412-93. Seuls 18% des établissements concernés réalisent une démarche d'évaluation du risque chimique (EVRch)¹, 65% de ces derniers prennent en compte le risque chimique lié à la manipulation/présence de 1,3-butadiène (risque « butadiène »). 74%

mettant en œuvre une démarche EVRch et/ou du risque « butadiène » consignent le résultat de celle-ci dans le document unique d'évaluation des risques (DUER)².

Les résultats ci-dessous sont issus des établissements déclarant mettre en œuvre une démarche d'EVRch et déclinant leurs mesures de prévention.

Mesures de prévention et de protection

Alors que la démarche de prévention préconise de privilégier la mise en œuvre d'un système clos³ et l'utilisation d'équipements de protection collective⁴ (Cf. Encadré 2), seule la moitié des établissements déclare avoir recours à ces mesures de prévention. 78% des répondants affirment mettre à disposition des équipements de protection individuelle (EPI) (Cf. Figure 4).

90% des établissements disposant de moyens de protection collective, contrôlent et entretiennent périodiquement leurs équipements de protection collective⁵.

Mesures de prévention techniques et organisationnelles

Dans 14% des situations, aucune mesure de prévention technique ou organisationnelle n'est mise en œuvre par les établissements dans le cadre de leur démarche d'EVRch. Certaines entreprises ne mettent en place que quelques mesures. Les deux tiers restants déclinent par ordre de priorité décroissante les mesures suivantes (Cf. Figure 5):

- mesures de prévention découlant des propriétés physico-chimiques du 1,3-butadiène⁶ (incendie, explosion, etc.);
- mesures générales de prévention⁷ telles que la limitation de la quantité de cet agent ou du nombre de travailleurs exposés ou susceptibles de l'être, les mesures d'hygiène appropriées, l'application

de procédures et de méthodes appropriées...;

- mise en place de systèmes d'alarme et définition de mesures à prendre en cas d'incident ou d'accident⁸;
- mesures spécifiques d'hygiène⁹;
- mesures de prévention lors d'opérations d'entretien et de maintenance¹⁰ sur les installations concernées par la présence de 1,3-butadiène;
- mesures limitant l'accès aux zones de travail et signalisation¹¹.

Les équipements de protection individuelle (EPI) (Cf. Encadré 2)

Pour les établissements avec des expositions primaires, les EPI¹², tels que les protections oculaires, cutanées, respiratoires, ainsi que les vêtements de travail, casques, chaussures de sécurité, blouses... sont proposés de manière systématique.

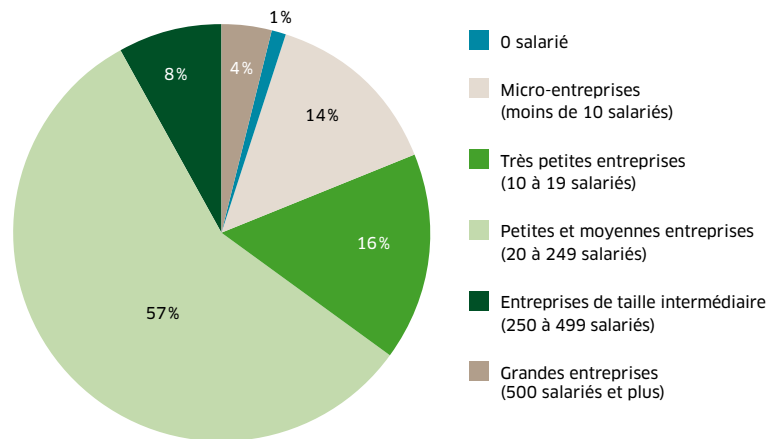
Concernant les entreprises avec des expositions secondaires, les EPI sont proposés de manière hétérogène: protections respiratoires (56%), cutanées (63%), oculaires (81%) et vêtements de travail, casques, chaussures... (93%). Dans ces établissements, les EPI proposés sont utilisés pour prévenir davantage les risques liés à la manufacture/manipulation de produits en plastique et en caoutchouc fabriqués avec du 1,3-butadiène que les risques liés à l'utilisation/manipulation de 1,3-butadiène en tant que tel.

Des bonnes pratiques quant à la gestion et la mise à disposition des EPI sont mises en œuvre dans les entreprises: rédaction de catalogues internes des EPI, désignation d'un service/personne responsable, procédures de mises à disposition des EPI.

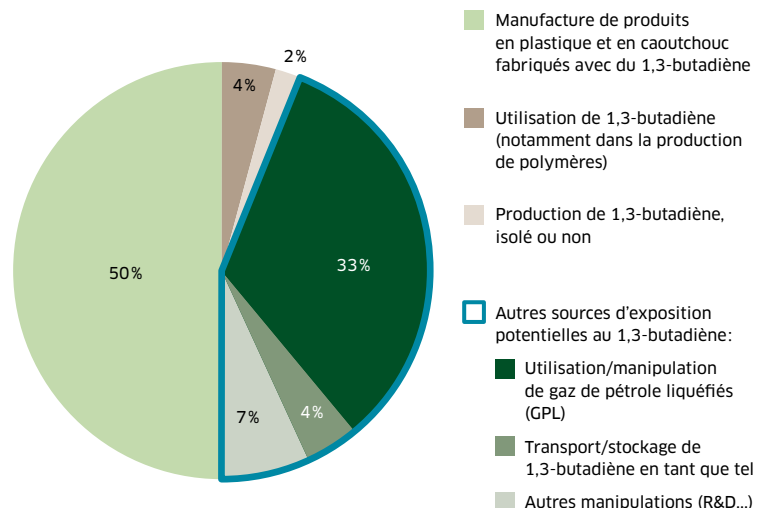
Formation/information, traçabilité des expositions et surveillance médicale

Une formation¹³ générale à la sécurité est assurée pour les salariés internes et les sous-traitants dans 88% des situations. Elle se décline par une formation en présentiel, par le visionnage d'un film ou par le remplissage d'un questionnaire permettant d'évaluer les connaissances acquises du salarié. Seulement 38% des établissements forment les travailleurs aux dangers et aux risques liés à la manipulation de 1,3-butadiène.

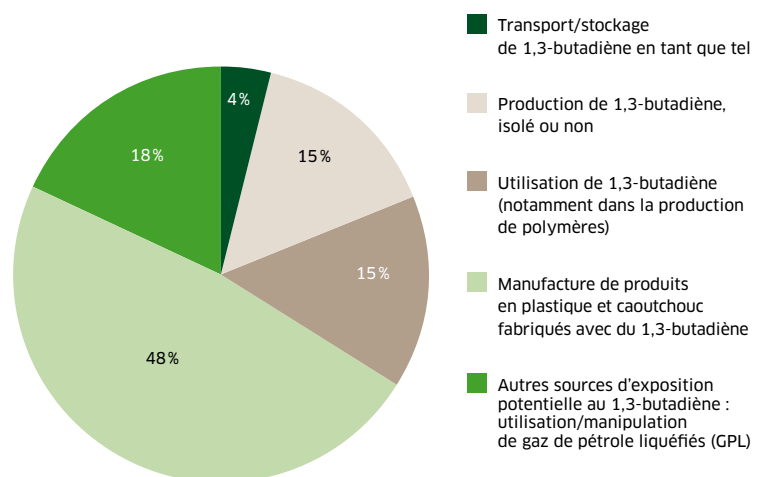
Auparavant, le Code du travail prévoyait des dispositions relatives à l'établissement d'une liste actualisée des travailleurs exposés aux agents chimiques dangereux (ACD), d'une fiche d'exposition aux ACD¹⁴ et à la rédaction d'une attestation d'exposition aux ACD¹⁵. Ces dispositions ont été abrogées au 1^{er} février 2012, pour laisser place à la fiche de prévention des expositions aux facteurs de risques professionnels (dite « fiche pénibilité »), dont le remplissage a été pris en compte au moment de l'étude¹⁶. 74 % des établissements prennent en compte l'exposition au 1,3-butadiène dans la fiche



↑ FIGURE 1 Répartition des établissements concernés par la manipulation/présence de 1,3-butadiène en fonction de l'effectif.



↑ FIGURE 2 Répartition par sources d'exposition potentielles des établissements concernés par le 1,3-butadiène.



↑ FIGURE 3 Proportion des salariés (internes et d'entreprises intervenantes) potentiellement exposés au 1,3-butadiène par sources d'exposition potentielles.



ENCADRÉ 2

RECOMMANDATIONS EN TERMES D'ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION COLLECTIVE (EPC) ET INDIVIDUELLE (EPI) EN FONCTION DE LA NATURE DU PRODUIT

1,3-butadiène

EPC

Privilégier le système clos pour toute opération qui s'y prête, prévoir une aspiration des vapeurs à la source d'émission et concevoir une ventilation générale des locaux et une ventilation forcée des espaces confinés (fosses, zones basses) où le produit, plus lourd que l'air, pourrait s'accumuler.

EPI

- yeux: lunettes de sécurité avec protections latérales, lunettes-masque ou écran facial. En cas de risque de contact avec le liquide: lunettes de protection (sur-lunettes, lunettes-masque, écran facial);
- mains: gants isolants thermiques pour se protéger du liquide (risques de gelure). En cas de manipulation avec le gaz nécessitant une certaine dextérité, des gants en butyle ou en nitrile sont proposés. En cas de contact prolongé, des gants de type Viton®, Viton®/butyl rubber, silver shield 14H® (PE/EVAL/PE), Trelchem® HPS, VPS, Tychem® SL, CPF3, F, BR/LV, Responder®, TK sont préconisés [7];
- peau/corps: vêtements de protection anti-feu couvrant exempts de fibres synthétiques ou antistatiques, chaussures de sécurité antistatiques obligatoires;

- protection respiratoire: pour des travaux de courte durée: appareils de protection respiratoire choisis selon les conditions de travail et les concentrations évaluées. Si utilisation d'appareil filtrant, il doit être muni d'un filtre de type AX. En cas d'exposition à d'importantes concentrations: port d'appareils respiratoire autonomes isolants ou d'appareils de protection à adduction d'air positive. En cas de situations d'urgence, le port de ces appareils est indispensable.

Ces préconisations sont développées dans la Fiche toxicologique du 1,3-butadiène (FT 241), consultable dans la base de données « Fiches toxicologiques » sur www.inrs.fr

GPL

EPC

Fondamentaux dans la prévention des risques d'incendie/explosion des GPL: assurer une aspiration à la source et une ventilation mécanique générale avec un renouvellement d'air suffisant.

EPI

- yeux: lunettes avec protections latérales, visière de protection ou écran facial;
- mains: protections en coton en cas de projection de liquide (risques de

brûlures [rougeurs, cloques]);

- peau/corps: vêtements couvrants exempts de fibres synthétiques génératrices d'électricité statique et chaussures antistatiques (le revêtement au sol sera adapté afin de favoriser l'écoulement des charges).

Polymères

EPC

Préconiser des systèmes d'aspiration à la source/au plus près de la source d'émission des fumées/vapeurs au poste/zone de travail lorsque les polymères sont portés à des températures élevées afin de se prémunir des risques provenant des produits de dégradation thermique.

EPI

Pour toute opération de fabrication/manipulation de polymères: vêtements de travail couvrants, chaussures de sécurité, protections oculaires (lunettes, masques, écrans...)... Les appareils de protection respiratoire et les gants restent à définir avec un préventeur interne ou externe (Carsat, service de santé au travail...) en tenant compte des conditions d'utilisation et des procédés de mise en œuvre.

de prévention des expositions. Pour 62 % des établissements, les salariés sont considérés comme potentiellement exposés au 1,3-butadiène et bénéficient d'une surveillance médicale renforcée¹⁷ en raison de cette exposition, le 1,3-butadiène étant un cancérigène et un mutagène.

Évaluation des expositions: métrologie et biométrologie

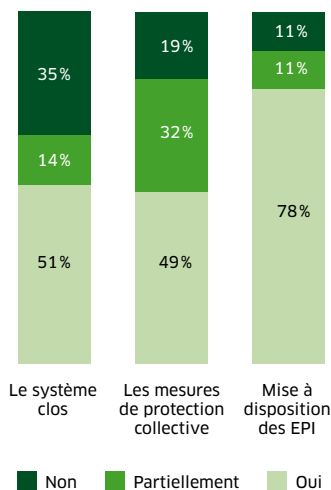
En France, le 1,3-butadiène ne dispose pas de valeur limite d'exposition professionnelle sur 8 heures (VLEP-8h) ou court terme (VLEP-CT) [8]. Une directive européenne, en cours d'élaboration, pourrait proposer une VLEP. L'employeur doit identifier les salariés potentiellement exposés (Cf. Figure 3) et procéder à des mesurages réguliers de leurs expositions compte tenu du classement CMR de la substance¹⁸, même si ces mesurages ne répondent pas aux dispositions réglementaires des

articles R. 4412-76 à R. 4412-80 du Code du travail. Des VLEP établies au niveau international (Cf. Tableau 2) peuvent être utilisées comme valeurs de référence à titre indicatif pour comparer les mesures de concentration de 1,3-butadiène.

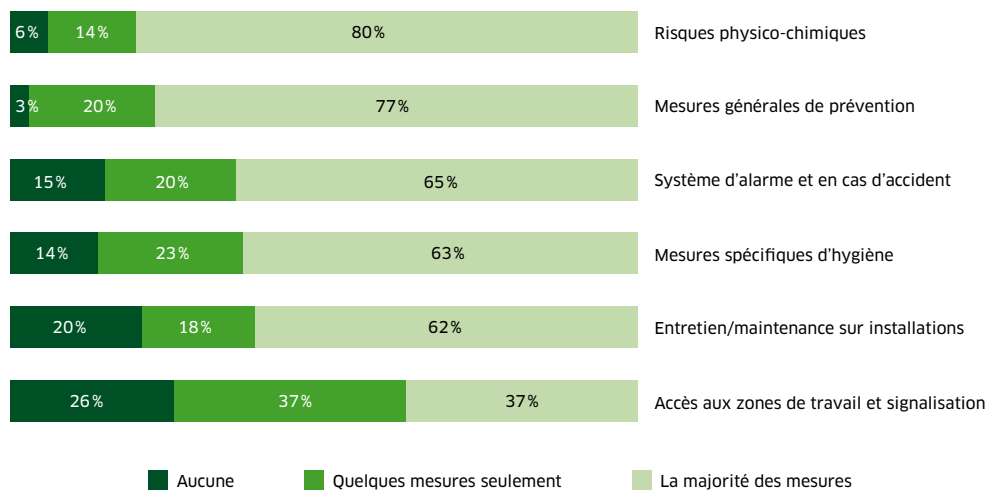
La constitution de groupes d'exposition similaire (GES), c'est-à-dire d'ensembles de travailleurs exposés aux mêmes substances et réalisant les mêmes tâches dans les mêmes conditions, est réalisée dans 68% des établissements. Parmi ceux-ci:

- 46% réalisent des mesures d'exposition individuelle dans l'air;
- 28% mesurent les concentrations en point fixe (ne pouvant pas être utilisées à des fins de comparaison à une VLEP);
- 26% effectuent simultanément les deux types de mesures.

Les méthodes les plus fréquemment utilisées figurent parmi celles proposées dans le tableau 3.



↑ FIGURE 4 Mise en œuvre des mesures de prévention et de protection.



↑ FIGURE 5 Les mesures techniques et organisationnelles mises en œuvre.

68% des établissements font réaliser ces prélèvements et ces analyses par des organismes extérieurs. Les autres établissements mettent en œuvre des procédures internes. Environ deux tiers des établissements réalisent plus d'une campagne par an. 86% des établissements utilisent la valeur équivalente à la VLEP-8h de 2 ppm (4,4 mg/m³), proposée notamment par l'*American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH), comme référence pour comparer les mesures de concentration de 1,3-butadiène. 9% n'ont pas l'informa-

tion quant à la valeur de référence utilisée pour comparer les résultats et 5% comparent leurs résultats avec la *Technische Richtkonzentration* (TRK) du 1,3-butadiène qui est de 5 ppm (11 mg/m³). Le classement des GES, décliné par ordre décroissant de niveau d'exposition, est établi à partir du jugement apporté par les entreprises pour chacun de leurs GES (Cf. Tableau 4), combiné à leurs mesures des concentrations. Dans le cadre des mesures effectuées à des fins de comparaison de la VLEP-8h, généralement compa-

↓ TABLEAU 2 Valeurs limites d'exposition professionnelle au 1,3-butadiène au niveau international (source : *Databases on hazardous substances - GESTIS*).

	VALEUR LIMITE 8 HEURES		VALEUR LIMITE COURT TERME	
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
Allemagne (AGS)	2 (1) 0,2 (2)	5 (1) 0,5 (2)	16 (1) (3)	40 (1) (3)
Angleterre	10	22		
Australie	10	22		
Autriche	5	11	20	44
Belgique	2	4,5		
Corée du Sud	2	4,4	10	22
Danemark	10	22	20	44
Espagne	2	4,5		
États-Unis - ACGIH	2	4,4		
États-Unis - NIOSH	0,19 (1)			
États-Unis - OSHA	1		15	
Finlande	1	2,2		
Irlande	1	2,2		
Nouvelle-Zélande	10	22		
Pays-Bas		46,2		
Pologne		4,4		
Québec - Canada	2	4,4		
Singapour	2	4,4		
Suède	0,5	1	5 (1)	10 (1)
Suisse	5	11		
Allemagne (AGS)	(1) Concentration correspondant à un niveau de risque de cancer « tolérable » (4: 1 000) (2) Concentration correspondant à un niveau de risque de cancer « acceptable » (4: 10 000 jusqu'en 2018, puis 4: 100 000) (3) Valeur moyenne			
Suède	(1) Valeur moyenne sur 15 minutes			
États-Unis - NIOSH	(1) Concentration la plus faible			



MÉTHODE	PROTOCOLES	LIMITES DÉTECTION (LD)
Prélèvement par pompage sur tube de charbon actif Désorption solvant Analyse par GC/FID	Niosh 1024 - Issue 2 - 1994	NIOSH: LD = 0,2 µg de 1,3-butadiène sur le tube, soit 8 µg/m ³ pour 25 l d'air prélevé*
	INRS - Métropol 076 - 2013	INRS: LD = 0,18 µg de 1,3-butadiène sur le tube, soit 6 µg/m ³ pour 30 l d'air prélevé*
Prélèvement par pompage sur tube de charbon actif imprégné de p-butylcathécol Désorption CS ₂ Analyse par GC/FID	OSHA 56 - 1985	LD (déterminé par dopage des tubes) = 0,60 µg de 1,3-butadiène sur le tube, soit 0,2 mg/m ³ pour un prélèvement de 3 l
Prélèvement par pompage sur tube adsorbant Désorption thermique Analyse par GC/FID	MDSH 53/2 - 2003	Non déterminé
Prélèvement par diffusion passive sur badge ou tube Désorption thermique Analyse par GC/FID	MDSH 63/2 - 2005 MDSH 80 - 1995	Non déterminé

* volume d'air recommandé pour le suivi d'une VLEP-8h

↑ **TABLEAU 3**
Méthode de prélèvement et d'analyse du 1,3-butadiène (Méthodes reconnues et validées satisfaisant à l'ensemble ou la majorité des critères de la norme EN 482: 2015).

rée à la valeur 2 ppm, les expositions primaires présentent des niveaux de concentration supérieurs aux expositions secondaires et tous les profils d'exposition sont en moyenne inférieurs à 1 mg/m³. Le profil moyen d'exposition est de 0,7 mg/m³ pour les opérations de production toutes sources d'exposition potentielle confondues. Le faible nombre de données métrologiques ne permet pas d'établir un profil d'exposition pour chaque opération de production des différentes sources d'exposition. Par ailleurs, il faut tenir compte du seuil de quantification du 1,3-butadiène qui peut varier d'une technique d'analyse à l'autre. Les mesures réalisées au cours des opérations des sources secondaires sont souvent en dessous de ce seuil et il est difficile d'établir une valeur exacte pour les faibles expositions. Les mesures de concentration sur de courtes durées peuvent être importantes (≥ 20 mg/m³), notamment au cours d'opérations de production de 1,3-butadiène monomère, de l'utilisation de 1,3-butadiène dans la fabrication de polymères, d'opérations de chargement/déchargement de 1,3-butadiène et de maintenance.

Concernant la surveillance biologique de l'exposition, outil de la traçabilité individuelle des

expositions à des substances chimiques et dont la prescription relève de la compétence du médecin du travail¹⁹, 32 % des médecins du travail des établissements pratiquent le dosage des acides mercapturiques, de l'acide 3,4-dihydroxybutyl mercapturique (DHBMA) et de l'acide monohydroxy-3-butényl mercapturique (MHBMA) dans les urines de fin de poste et/ou fin de semaine. Ces paramètres sont spécifiques et reflètent l'exposition de la journée²⁰ [5]. L'ACGIH a fixé un *Biological Exposure Indice* (BEI) pour le DHBMA urinaire à 2,5 mg/l en fin de poste correspondant à une exposition de 2 ppm sur 8h. La Commission allemande a proposé une valeur *Expositionäquivalente für krebserzeugende Arbeitsstoffe* (EKA) pour le DHBMA et le MHBMA urinaire en fin de poste ou en fin d'exposition, respectivement à 2,9 mg/g de créatinine et à 80 µg/g de créatinine pour une exposition de 2 ppm sur 8h.

Aucun médecin du travail ne réalise le mesurage d'indicateurs sanguins.

Conclusion

L'étude présentée dans cet article a permis d'estimer qu'entre 1 100 et 2 000 établissements sont potentiellement impliqués par la manipulation/

TABLEAU 4 → Les groupes d'exposition similaire (GES) par ordre décroissant de profils d'exposition.

GROUPES D'EXPOSITION SIMILAIRE (GES)	PROFILS D'EXPOSITION SUR UN POSTE DE TRAVAIL (ET SUR 15 MINUTES)
Opérateurs de production (tous secteurs confondus)	< 0,7 mg/m ³ (pic possible > 30 mg/m ³)
Opérateurs de chargement/déchargement de 1,3-butadiène	< 0,6 mg/m ³ (pic possible > 20 mg/m ³)
Opérateurs de prise d'échantillons sur lignes de production	< 0,6 mg/m ³
Opérateurs de laboratoire	< 0,4 mg/m ³
Opérateurs dans la zone de stockage	< 0,3 mg/m ³
Opérateurs de maintenance	< 0,3 mg/m ³ (pic possible > 30 mg/m ³)
Managers (responsable QHSE, technicien hygiène industrielle, donneur d'ordre maintenance...)	< 0,3 mg/m ³
Personnels administratifs (secrétaire de direction, de gestion, comptable, assistante...)	< 0,3 mg/m ³

présence de 1,3-butadiène, ce qui représente entre 13 000 et 140 000 salariés susceptibles d'être exposés au 1,3-butadiène. Ces établissements se déclinent en deux catégories d'exposition et ont une sensibilité du risque « butadiène » corrélée à leur niveau d'exposition :

- les expositions primaires représentent 6% des établissements et 30% des salariés potentiellement exposés. Ils ont une bonne connaissance et une certaine maîtrise des risques et présentent des probabilités d'exposition *a priori* les plus élevés compte tenu des conditions de mise en œuvre du 1,3-butadiène;
- les expositions secondaires représentent 94 % des établissements et 70 % des salariés. Ils ne disposent pas ou peu d'informations relatives aux risques liés à la présence de 1,3-butadiène au sein de leur établissement. Ces secteurs présentent des probabilités d'exposition *a priori* les plus faibles compte tenu des situations de travail (manipulation de produits polymérisés, faible quantité de 1,3-butadiène présent/mis en œuvre...). À l'inverse, si l'évaluation du risque « butadiène » est mal ou non réalisée, il peut y avoir des situations à risque non mises en évidence et ainsi non maîtrisées.

Début 2017, une campagne nationale de mesurage de 1,3-butadiène, menée conjointement par l'INRS et par les laboratoires interrégionaux de chimie des Carsat/CRAM, apportera des connaissances sur les niveaux d'exposition au 1,3-butadiène. Dans l'attente des résultats de cette campagne, il est nécessaire de prendre des précautions pour limiter les expositions des salariés. Les situations de travail et les procédés utilisés sont à étudier afin de permettre la mise en place de protections collective et individuelle appropriées. ●

1. Art. R.4412-61 CT: « Pour toute activité susceptible de présenter un risque d'exposition à des agents cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction, l'employeur évalue la nature, le degré

et la durée de l'exposition des travailleurs afin de pouvoir apprécier les risques pour leur santé ou leur sécurité et de définir les mesures de prévention à prendre. »

2. Art. R. 4121-1 et R. 4412-64 CT.

3. Art. R. 4412-68 CT.

4. Art. R. 4412-70 CT.

5. Art. R. 4412-23 et suivants CT.

6. Art. R. 4412-17 et R. 4412-18 CT.

7. Art. R. 4412-70 CT.

8. Art. R. 4412-70 et R. 4412-83 à R. 4412-85 CT.

9. Art. R. 4412-72 et R. 4412-73 CT.

10. Art. R. 4412-75 CT.

11. Art. R. 4412-70 et R. 4412-74 CT.

12. Art. R. 4412.70 CT.

13. Art. R. 4412-38, R. 4412-70, R. 4412-86 à R. 4412-93 CT.

14. Art. L. 4121-3-1 et D. 4121-6 CT applicables au moment de l'étude.

15. Art. R. 4412-40, R. 4412-41 et R. 4412-58 CT.

16. Depuis 2015, le dispositif pénibilité a été modifié notamment par la création de seuils ou encore la suppression de la fiche pénibilité, remplacée par une déclaration dématérialisée. Pour en savoir plus, consulter le dossier sur le site de l'INRS et le site de la Caisse nationale d'assurance vieillesse (CNAV) consacré au compte pénibilité (www.preventionpenibilite.fr). Bien que l'établissement de ces documents ne soit plus une disposition réglementaire, il demeure un outil précieux pour la traçabilité des expositions.

17. Art. R. 4624-18 CT.

18. Art. R. 4412-76 CT.

19. Art. R. 4412-51 CT.

20. Il convient de consulter la base de données « Biotox » sur www.inrs.fr/biotox

Remerciements

L'auteur remercie les organisations professionnelles, les industriels et leurs représentants ainsi que ses collègues de travail qui ont prêté leur concours à la réalisation de cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

[1] VINCENT R., Inventaires des agents chimiques CMR utilisés en France en 2005. INRS, *Hygiène et sécurité du travail*, PR 26, 2006, pp. 83-96.

[2] Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 modifié relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006, dit « Règlement CLP ». <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?qid=1458641600975&uri=CELEX:02008R1272-20160101>

[3] IARC – Monographs on the evaluation of carcinogenic risk of chemicals to humans. 1,3-Butadiene, Ethylene Oxide and Vinyl Halides (Vinyl Floride, Vinyl Chloride and Vinyl Bromide), Lyon, International Agency for Research on Cancer, 2008, 184 p., vol. 97.

[4] CADOU S., Produits chimiques cancérigènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction – Classification réglementaire, INRS, Aide-mémoire technique, ED 976, 2012, 91 p.

[5] INRS. Fiche toxicologique, 1,3-butadiène. INRS, FT 241, 2012, 9 p. www.inrs.fr/publications/bdd/doc/fichetox.html?refINRS=FT%20241

[6] Code du travail (CT), consultable sur: www.legifrance.gouv.fr/initRechCodeArticle.do

[7] FORSBERG K., MANSDORF S. Z., Quick Selection Guide to Chemical Protective Clothing, 5th Edition, New York, John Wiley & Sons Inc, 2007.

[8] Valeurs limites d'exposition en milieu professionnel. Évaluation des effets sur la santé et des méthodes de mesure des niveaux d'exposition sur le lieu de travail pour le 1,3-butadiène, [n° CAS: 106-99-0], Avis de l'ANSES, Rapport d'expertise collective. Maisons-Alfort, ANSES, 2011, 90 p.