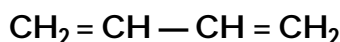


1,3-Butadiène

Fiche établie par les services techniques et médicaux de l'INRS
(N. Bonnard, M. Falcy, D. Jargot, S. Miraval, J.C. Protois, O. Schneider)



Numéros CAS

N° 106-99-0

Numéros CE (EINECS)

N° 203-450-8

Numéro INDEX

N° 601-013-00-X

Synonymes

Vinyléthylène
Divinyle

Caractéristiques

Utilisations [5, 15, 31]

- Fabrication des caoutchoucs synthétiques (caoutchouc styrène – butadiène SBR et polybutadiène utilisés pour les pneumatiques) ;
- Fabrication des résines thermoplastiques (ABS : acrylonitrile – butadiène – styrène) ;
- Fabrication des émulsions de latex styrène – butadiène (peintures et toilage des tapis et moquettes) ;
- Intermédiaire de fabrication du néoprène (pièces industrielles et automobiles en caoutchouc), de l'adiponitrile (précurseur du nylon 6,6) et du MBS : méthylméthacrylate – butadiène – styrène (résine antichoc du PVC).

Par ailleurs, le 1,3-butadiène est susceptible de se dégager en très faible quantité lors des opérations de raffinage de pétrole et des pleins d'essence et de GPL, et d'être présent dans :

- les gaz d'échappement des véhicules ;
- la fumée de cigarettes.

Propriétés physiques [1 à 6]

Le 1,3-butadiène est un gaz incolore, d'odeur légèrement aromatique (semblable à celle de l'essence automobile), détectable à des concentrations de 0,5 à 2 ppm.

Il est peu soluble dans l'eau (0,5 à 0,74 g/l à 20 °C), soluble dans l'alcool, l'éther, très soluble dans l'acétone.

Le produit est disponible sous la forme d'un gaz liquéfié sous pression.

Ses principales caractéristiques physiques sont les suivantes :

Masse molaire : 54,09
Point de fusion : - 108,9 °C
Point d'ébullition : - 4,4 °C à la pression atmosphérique
Densité (D_4^{20}) : 0,62
Densité du gaz (air = 1) : 1,87
Point d'éclair (en coupelle fermée) : - 85 °C à - 76 °C (selon les sources)
Limites d'explosivité dans l'air (en volume %) :
Limite inférieure : 1,4 à 2
Limite supérieure : 11,5 à 16,3
Température d'auto-inflammation : 415 à 429 °C (selon les sources)

A 25 °C et 101 kPa, 1 ppm = 2,21 mg/m³



Propriétés chimiques [1 à 6]

Le 1,3-butadiène est un produit très réactif qui se dimérise en 4-vinylcyclohexène.

En présence d'oxygène, d'air ou à température élevée, il se polymérise facilement et donne naissance à de l'acroléine et des peroxydes (C₄H₆O₂)_x, explosifs, sensibles aux chocs et à la chaleur.

Par conséquent, les produits disponibles commercialement contiennent toujours un inhibiteur de polymérisation (le 4-*tert*-butylcatéchol le plus souvent) et une durée de stockage inférieure à 12 mois est recommandée.

Le 1,3-butadiène n'est pas corrosif vis-à-vis des métaux usuels (acier, acier inoxydable, nickel, aluminium) mais forme avec le cuivre ou ses alliages des composés instables (acétylures) qui peuvent exploser.

| | |
|---|---|
|  |  |
| T - Toxique | F+ - Extrêmement inflammable |
| 1,3-BUTADIÈNE | |
| R 12 | - Extrêmement inflammable. |
| R 45 | - Peut causer le cancer. |
| R 46 | - Peut causer des altérations génétiques héréditaires. |
| S 53 | - Éviter l'exposition, se procurer des instructions spéciales avant l'utilisation. |
| S 45 | - En cas d'accident ou de malaise consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette). |
| 203-450-8 - Etiquetage CE. | |

Réceptacles de stockage [6]

Le stockage du 1,3-butadiène s'effectue dans des bouteilles en acier.

Méthodes de détection et de détermination dans l'air [32 à 35]

Prélèvement par pompage de l'atmosphère à analyser sur tubes de supports absorbants (charbon actif, tamis moléculaire), désorption par solvant (chlorure de méthylène, sulfure de carbone) et dosage par chromatographie en phase gazeuse, avec détection par ionisation de flamme.

Possibilité d'échantillonnage passif, désorption thermique.

Risques

Risques d'incendie [5, 6]

Le 1,3-butadiène est un gaz extrêmement inflammable, qui peut former des mélanges explosifs avec l'air dans les limites de 1,4 à 16,3 % en volume.

En cas d'incendie, les agents d'extinction préconisés sont le dioxyde de carbone, les poudres chimiques et les mousses spéciales, à condition de pouvoir stopper toute fuite de produit. Dans le cas contraire, il est préférable d'éloigner de la flamme tout autre élément combustible et de le laisser brûler. L'eau n'est pas recommandée, car ne pouvant pas refroidir le 1,3-butadiène en-dessous de son point éclair.

Refroidir à l'aide d'eau pulvérisée les fûts exposés ou ayant été exposés au feu.

Faire évacuer la zone et ne laisser intervenir que des agents qualifiés, équipés d'appareils de protection respiratoire autonomes isolants et de combinaisons de protection spéciales.

Pathologie - Toxicologie

Toxicocinétique – Métabolisme [1, 7]

Le 1,3-butadiène pénètre dans l'organisme principalement par le tractus respiratoire. Il s'y distribue largement et est éliminé, sous forme de CO_2 , dans l'air expiré et, sous forme conjuguée, dans les urines.

Le gaz pénètre, par diffusion passive, des alvéoles vers le sang ; la quantité relative absorbée diminue quand la concentration augmente (1,5 % de 7100 ppm et 17 % de 0,8 ppm chez le rat, 4 % de 1000 ppm et 20 % de 7 ppm chez la souris, lors d'une exposition pendant

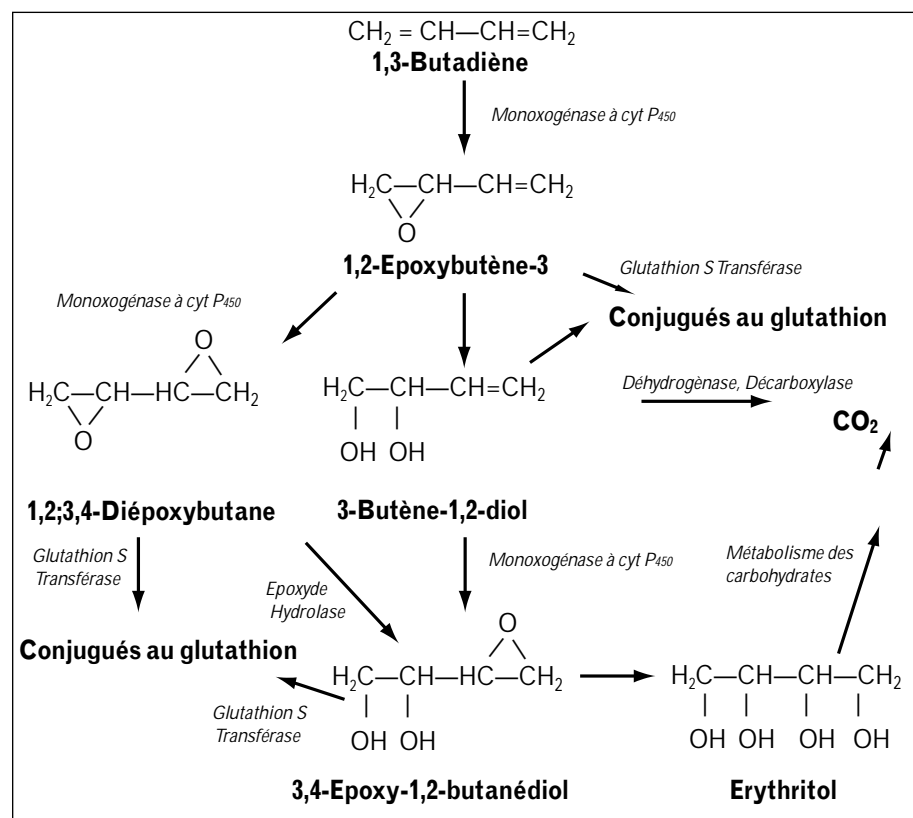


fig. 1. Métabolisme du 1,3-butadiène [1]

6 heures). La quantité totale retenue par kilogramme de poids est 4 à 7 fois plus importante chez la souris que chez le rat. L'absorption du 1,3-butadiène est beaucoup plus faible chez les primates et l'homme.

Le ^{14}C -1,3-butadiène inhalé se distribue largement dans les tissus du rat et de la souris, dès le début de l'exposition. Les concentrations les plus fortes, 1 heure après la fin de l'exposition, sont retrouvées dans le sang, le tractus respiratoire, les intestins, le foie, les reins, la vessie et le pancréas ; les tissus de la souris contiennent des concentrations plus importantes que ceux du rat. Dans les érythrocytes, le 1,3-butadiène et ses métabolites époxydes forment des adduits avec l'hémoglobine, dont la quantité est fonction de la dose inhalée ; leur durée de vie est de 24 à 65 jours chez le rat et la souris. Le taux d'adduits formés, respectivement chez la souris, le rat et l'homme, est de 0,5, 0,2 et 0,004 pmoles/g d'hémoglobine/ppm-h.

Selon les données obtenues in vitro et in vivo, la transformation métabolique du 1,3-butadiène est identique pour toutes les espèces étudiées, y compris l'homme (fig. 1) ; cependant, des différences d'absorption et de cinétique métabolique entre les espèces modifient les concentrations sanguines et la charge corporelle en 1,3-butadiène et en ses métabolites. Le taux de formation de l'époxybutène est inversement proportionnel à l'activité époxide hydrolase hépatique de chaque espèce : la charge corporelle en époxybutène chez la souris est 4 fois plus importante que chez le rat et

100 fois plus importante que chez le singe et l'homme. L'époxybutène est oxydé en diépoxybutane, principalement chez la souris, 40 à 160 fois plus que chez le rat ; chez l'homme, la formation de diépoxybutane n'est pas décelable. chez le rat, la concentration sanguine et tissulaire d'époxybutène ne varie pas selon le sexe, en revanche, le taux de diépoxybutane est plus important chez les femelles que chez les mâles.

Le 1,3-butadiène est éliminé, essentiellement par l'air expiré, sous forme de CO_2 , et dans les urines, sous forme de 2 métabolites principaux :

I. 1,2-dihydroxy-4-(N-acétyl-cystéinyl)-butane, formé à partir du conjugué au glutathion du 3-butène-1,2-diol ;

II. S-(1-hydroxy-3-buten-2-yl)-N-acétylcystéine, formée à partir du conjugué au glutathion de l'époxybutène ;

et 4 autres métabolites urinaires non identifiés. Le taux d'excrétion des métabolites (I:II) est (20 % : 80 %) chez la souris, (52 % : 48 %) chez le rat, (90 % : 10 %) chez le singe et (> 97 % : < 3 %) chez l'homme.

Le styrène inhibe le métabolisme du 1,3-butadiène pour des concentrations inférieures à 90 ppm de 1,3-butadiène uniquement ; ce qui prouverait l'implication de 2 mono-oxygénases à cytochrome P_{450} différentes (2E_1 et 3A_4) dans le métabolisme du 1,3-butadiène, dont une seule serait inhibée par le styrène.

Toxicité expérimentale

Aiguë [1, 7]

Le 1,3-butadiène est faiblement toxique en exposition aiguë. L'organe cible, à fortes concentrations, est le système nerveux central.

La DL₅₀ orale est 5480 mg/kg chez le rat et 3210 mg/kg chez la souris. La CL₅₀ est de 270 mg/l ou 122000 ppm/2h chez la souris et 285 mg/l ou 129000 ppm/4h chez le rat.

L'exposition, à fortes concentrations, de lapins (250000 ppm, 8 à 10 mn), de souris (200000 ppm, 6 à 10 mn) ou de rats (129000 ppm, 1 h) induit une anesthésie profonde et la mort par paralysie respiratoire. Chez le lapin exposé à 90000 ppm pendant 2 heures, on observe un effet hématologique (leucocytose, neutrophilie, lymphopénie et monocytose).

Une baisse significative de la teneur en glutathion (10 à 95 % selon la concentration inhalée) est observée dans les poumons, le foie et le cœur du rat et de la souris ; cette réduction est liée au taux de métabolites époxydes formés, elle est plus importante dans les poumons de la souris que dans ceux du rat et semblable dans le foie des deux espèces.

Une exposition aiguë au 1,3-butadiène par inhalation provoque une conjonctivite chez la souris (90000-140000 ppm) et le lapin (150000-250000 ppm). Il n'existe pas de données sur le potentiel irritant du 1,3-butadiène pour la peau ; cependant, au vu du faible point d'ébullition, l'exposition au liquide pourrait engendrer des lésions tissulaires.

Subchronique et chronique [1, 7]

Le 1,3-butadiène, en exposition répétée, induit, chez la souris, des lésions prolifératives dans le cœur, les poumons et l'estomac, ainsi qu'une atrophie testiculaire et ovarienne et un effet sur la moelle osseuse. Chez le rat, les effets observés sont minimes.

Il existe une nette différence de toxicité du 1,3-butadiène après exposition répétée entre le rat et la souris. Le 1,3-butadiène est faiblement toxique pour le rat, des effets minimes sont observés après exposition à 8000 ppm pendant 2 ans (légère incoordination et faiblesse des membres, augmentation de poids du foie, des reins, du cœur, des poumons et de la rate avec néphrose et métaplasie focale des poumons).

Au contraire, le 1,3-butadiène est très toxique pour la souris induisant :

- une létalité accrue et un développement tumoral à partir de 20 ppm ;
- une perte de poids corporel, une hyperplasie de l'endothélium cardiaque, de l'épithélium des alvéoles et du pré-estomac, et des papillomes à cellules squameuses du pré-estomac et de la glande lacrymale à partir de 625 ppm, 6 h/j, 5 j/sem., 60 sem. ;
- une atrophie gonadique (testicules et ovaires) chez le mâle exposé à 625 ppm et chez la femelle exposée à 6,25 ppm. Les effets sur

l'ovaire seraient dus au diépoxybutane, métabolite du 1,3-butadiène et à la baisse en glutathion ;

- une altération de la moelle osseuse qui se traduit par une anémie macrocytaire mégalo-blastique, une leucopénie, une modification du développement des cellules souches hématopoïétiques à partir de 1250 ppm, 6 h/j, 5 j/sem., 6 sem. ;

- des modifications de la rate (augmentation de l'hyperplasie érythroïde, hématopoïèse extramédullaire et légère baisse du nombre de cellules) et du thymus (baisse du nombre de lymphocytes corticaux) à 1250 ppm pendant 24 semaines, sans effet toxique persistant sur le système immunologique [8].

Le 1,3-butadiène a une faible toxicité pour le cobaye, le lapin et le chien en exposition répétée (0-600-2300-6700 ppm, 7,5 h/j, 6 j/sem., 8 mois).

Génotoxicité [1, 7]

Le 1,3-butadiène est faiblement génotoxique in vitro, en présence d'activation métabolique, et génotoxique in vivo, pour la souris. Le potentiel génotoxique est lié à la formation, in vitro et in vivo, de métabolites époxydes réactifs, 1,2-époxy-3-butène et 1,2:3,4-diépoxybutane.

In vitro, le 1,3-butadiène est mutagène pour *Salmonella typhimurium* TA1530 et TA1535 dans le test d'Ames en présence d'activateur métabolique. Dans les cellules de mammifères, des résultats positifs ont été obtenus, en présence d'activateur métabolique, sur les cellules de lymphome de souris ; le test d'induction d'échanges entre chromatides-sœurs donne des résultats contradictoires : négatifs sur cellules ovariennes de hamster chinois (CHO) et positifs sur lymphocytes humains [9]. Dans ces cellules, après un traitement de 2 heures, le 1,3-butadiène produit une augmentation faible mais reproductible des échanges entre chromatides-sœurs, avec et sans activation métabolique ; les 2 époxydes sont fortement inducteurs sans activation métabolique. La concentration effective la plus basse est : 2000 µM de butadiène, 25 µM d'époxybutène, et 0,5 µM de diépoxybutane [10].

In vivo, il induit :

- des alkylations, cassures simple brin, adduits et lésions de l'ADN chez la souris ; chez le rat, seules des cassures simple brin dans le foie et des adduits ont été montrés ;
- des mutations géniques dans les poumons des souris transgéniques (62,5 ppm, 6 h/j, 5 j/sem., 4 sem.) et les splénocytes des souris de souche normale ;
- des micronoyaux dans la moelle osseuse, le sang périphérique (à partir de 50 ppm, 6 h/j, 5 j) et les spermatozoïdes (à partir de 200 ppm, 6 h/j, 5 j) chez la souris, mais ni chez le rat ni chez le hamster [11] ;
- des aberrations chromosomiques (625 ppm, 6 h/j, 10 j ou 1250 ppm, 96 h) et des échanges entre chromatides sœurs (6,25 ppm, 6 h/j, 10 j) dans la moelle osseuse de souris [12] ;
- des mutations létales dominantes sur les

cellules germinales de souris (1250 ppm, 6 h/j, 5 j/sem., 10 sem.) qui mènent à une augmentation du taux de perte embryonnaire post-implantatoire ; il n'y a pas d'effet chez le rat.

Les époxydes sont génotoxiques, in vitro, dans de nombreux tests et, in vivo, sur les cellules somatiques et germinales du rat et de la souris et les cellules somatiques du hamster.

Cancérogenèse [1, 7]

Le 1,3-butadiène est cancérigène pour le rat et la souris ; cette dernière est beaucoup plus sensible et présente un nombre de sites tumoraux beaucoup plus important.

Il y a de grandes différences d'espèce dans le potentiel cancérigène et le spectre des tumeurs.

La souris développe des tumeurs à faible concentration avec une exposition longue (à partir de 6,25 ppm, 6 h/j, 5 j/sem., 104 sem.) ou à forte concentration pendant un temps d'exposition court (625 ppm, 6 h/j, 5 j/sem., 13 sem.) [13] :

- chez la femelle : carcinomes mammaires (62,5 ppm), néoplasmes de l'ovaire (62,5 ppm), néoplasmes hépatocellulaires (20 ppm)
- dans les 2 sexes : hémangiosarcomes du cœur (200 ppm femelles, 62,5 ppm mâles), lymphomes malins (200 ppm femelles, 625 ppm mâles), néoplasmes alvéolo-bronchiolaires (6,25 ppm femelles et 62,5 ppm mâles), néoplasmes à cellules squameuses du préestomac (625 ppm femelles, 200 ppm mâles).

Le rat développe des tumeurs à partir de 1000 ppm, 6 h/j, 5 j/sem., 105-111 semaines [14] :

- chez la femelle : adénomes et carcinomes mammaires, adénomes des cellules folliculaires de la thyroïde ;
- chez le mâle : tumeurs testiculaires des cellules de Leydig.

La différence de sensibilité d'espèce pourrait être liée à une différence de métabolisme mais n'est pas clairement explicitée.

Effets sur la reproduction [1]

Les études chez le cobaye, le lapin, le rat (jusqu'à 6700 ppm pendant 8 mois) et la souris (jusqu'à 1300 ppm pendant 5 jours) n'ont pas montré d'effet toxique du 1,3-butadiène sur la fertilité. En revanche, il induit, à des concentrations toxiques pour les mères, un retard du développement fœtal chez le rat et la souris.

Chez la souris, une augmentation légère des pertes post-implantatoires a été observée uniquement dans les deux premières semaines après exposition courte (tests de létalité dominante, 1000 ppm, 6 h/j, 5 j) ; lors d'expositions prolongées, le 1,3-butadiène provoque une atrophie gonadique. Chez le rat, des tumeurs testiculaires ont été montrées à partir de 1000 ppm.

Des rates exposées à 0-200-1000-8000 ppm,

6 h/j du 6^e au 15^e jour de gestation, présentent une baisse de la prise de poids à partir de 1000 ppm ; après exposition à 8000 ppm, la croissance et le poids fœtal diminuent, la mortalité postimplantatoire ainsi que le taux de côtes malformées, d'opacité oculaire et de défauts sévères du squelette sont augmentés. Chez la souris (0-40-200-1000 ppm, 6 h/j, du 6^e au 15^e jour de gestation), le 1,3-butadiène induit, en absence de toxicité maternelle, une baisse de poids fœtal (40 ppm) ; des anomalies fœtales, vertèbres supplémentaire et ossification réduite des sternons, sont observées à des concentrations toxiques pour les mères (à partir de 200 ppm).

Toxicité sur l'homme

Ce sont principalement les effets cancérogènes chez l'homme qui ont été étudiés lors d'expositions professionnelles. Les autres aspects de la toxicologie humaine ont par contre fait l'objet de peu de publications.

Aiguë [16, 17]

Les intoxications peuvent faire suite à une inhalation massive du gaz ou une projection de celui-ci sur la peau.

Après inhalation de concentrations supérieures à 10 000 ppm, les sujets présentent une toux, une ébriété et une sensation de fatigue ; ces signes peuvent s'accompagner de céphalées et d'un flou visuel. A plus forte concentration, on peut observer un coma. Le gaz est moyennement irritant pour les yeux, la gorge et les voies aériennes supérieures ; cet effet a notamment été observé chez des volontaires exposés à une concentration de 2000 ppm pendant 7 heures.

Si le butadiène semble peu irritant pour la peau, le contact avec le gaz peut entraîner des lésions de brûlures par le froid.

Chronique [15, 17]

Il n'existe pas de données mentionnant des effets chroniques de cette substance. Au cours d'une enquête de suivi d'employés d'une entreprise de caoutchouc, un excès de diabète et de maladies ischémiques cardiaques a été constaté. Ces sujets avaient été exposés à de nombreux produits, dont le 1,3-butadiène. Dans une étude, aucune anomalie hématologique ni excès de pathologie n'a été détecté chez des employés exposés à une moyenne de 3,5 ppm de 1,3-butadiène.

Bien qu'il provoque des effets sur les gonades et sur les portées lors d'expérimentations animales, on ne dispose d'aucune donnée publiée sur ce produit concernant la reproduction humaine.

Génotoxicité [18 à 28]

Une activité mutagène liée à l'exposition professionnelle au 1,3-butadiène a été détectée par plusieurs techniques recherchant des mutations géniques ponctuelles, des aberrations

chromosomiques ou l'activation d'un processus de réparation de l'ADN. De même, la substance induit chez des sujets exposés des adduits à l'hémoglobine.

Certaines études négatives ainsi que les résultats de dosages d'oncoprotéines (ras) laissent penser que la sensibilité des cellules humaines est plus faible que celle des animaux testés et que l'activité mutagène ne se manifeste pas en cas d'exposition à de faibles doses (< 3 ppm).

Cancérogenèse [15 à 17, 29 à 31]

A la suite d'une évaluation récente, le 1,3-butadiène est considéré comme cancérogène pour l'homme par l'Union européenne (catégorie 1). Cette classification se base sur des résultats d'études épidémiologiques réalisées aux Etats-Unis et au Canada sur des travailleurs de l'industrie des caoutchoucs synthétiques (styrène-butadiène). Une augmentation de divers types de tumeurs a été mise en évidence dans cette industrie : leucémies, lymphosarcomes et réticulosarcomes avant tout, mais également des tumeurs de l'estomac. L'excès de leucémies est statistiquement significatif ; il est constaté chez les employés ayant eu les expositions les plus longues et les plus élevées ; ceci est net pour les sujets exposés avant les années 1950. De plus, cette augmentation du nombre de leucémies reste significative lorsque l'on tient compte de l'exposition concomitante au styrène.

Dans l'industrie du butadiène monomère, on note également une augmentation faible mais significative du nombre de cancers hématopoïétiques ; le nombre de sujets étudiés étant faible, il n'a pas été possible de démontrer le caractère cumulatif de l'exposition au butadiène.

De façon plus générale, il n'est pas possible de donner une évaluation de la relation dose-effet pour les cancers liés au butadiène.

Valeur limite d'exposition professionnelle

Aux Etats-Unis, l'ACGIH a fixé à 2 ppm la valeur limite de moyenne d'exposition (TLV-TWA) admise pour le 1,3-butadiène dans l'air des locaux de travail.

Règlementation

Hygiène et sécurité du travail

1° Règles générales de prévention des risques chimiques

- Articles R. 231-54 à R. 231-54-8 du Code du travail.

2° Aération et assainissement des locaux

- Articles R. 232-5 à R. 232-5-14 du Code du travail.
- Circulaire du ministère du Travail du 9 mai 1985 (non parue au *J.O.*).
- Arrêtés des 8 et 9 octobre 1987 (*J.O.* du 22 octobre 1987) et du 24 décembre 1993 (*J.O.* du 29 décembre 1993) relatifs aux contrôles des installations.

3° Prévention des incendies

- Articles R. 232-12 à R. 232-12-22 du Code du travail.
- Décret du 14 novembre 1988 (*J.O.* du 24 novembre 1988) section V, articles 43 et 44 (installations électriques) et arrêtés d'application.
- Décret du 17 juillet 1978 modifié et arrêtés d'application relatifs au matériel électrique utilisable dans les atmosphères explosives.

4° Prévention du risque cancérogène

- Articles R. 231-56 à R. 231-56-11 du Code du travail.

5° Maladies de caractère professionnel

- Articles L. 461-6 et D. 461-1 et annexe du Code de la Sécurité sociale : déclaration médicale de ces affections.

6° Surveillance du personnel

- Circulaire du ministère du Travail du 2 mai 1985 (non parue au *J.O.*) relative aux missions du médecin du travail à l'égard des salariées en état de grossesse.

7° Surveillance médicale post-professionnelle

- Article D. 461-25 du Code de la Sécurité sociale et arrêté du 28 février 1995 (*J.O.* du 22 mars 1995) fixant le modèle type d'attestation d'exposition et les modalités d'examen.

8° Classification et étiquetage

- a) du 1,3-butadiène pur :
 - Arrêté du 20 avril 1994 modifié (*J.O.* du 8 mai 1994) qui prévoit la classification suivante :
 - Cancérogène Cat. 2, R 45
 - Extrêmement inflammable, R 12

La 28^e adaptation de la directive 67/548/CEE prévoit la classification :

- Cancérogène Cat. 1, R 45
- Mutagène Cat. 2, R 46
- Extrêmement inflammable, R 12

b) des **préparations** contenant du 1,3-butadiène :

- Arrêté du 21 février 1990 modifié (*J.O.* du 24 mars 1990).

9° Entreprises extérieures

- Arrêté du 19 mars 1993 (*J.O.* du 27 mars 1993) fixant en application de l'article R. 237-8 du Code du travail la liste des travaux dangereux pour lesquels il est établi par écrit un plan de prévention.

Protection de l'environnement

Installations classées pour la protection de l'environnement, Paris, imprimerie des Journaux Officiels, brochure n° 1001 :

- n° 1412, gaz inflammables liquéfiés (stockage en réservoir manufacturé de).

Protection de la population

• Décret du 29 décembre 1988 relatif à certaines substances et préparations vénéneuses (articles R. 5149 à R. 5170 du Code de la Santé publique), décret du 29 décembre 1988 relatif à certaines substances et préparations dangereuses (*J.O.* du 31 décembre 1988) et circulaire du 2 septembre 1990 (*J.O.* du 13 octobre 1990) :

- détention dans des conditions déterminées ;
- étiquetage (cf. 8) ;
- cession réglementée.

• Arrêté du 7 août 1997 modifié (*J.O.* du 17 août 1997) : limitation de la vente au grand public.

Transport

Se reporter éventuellement aux règlements suivants :

1° Transport terrestre national et international (route, chemin de fer, voie de navigation intérieure)

- ADR, RID, ADN : Butadiène-1,3 stabilisé
- N° ONU : 1010
- Classe : 2
- Groupe d'emballage : -

2° Transport par air

- IATA.

3° Transport par mer

- IMDG.

Recommandations

I - Au point de vue technique

En raison de la toxicité et de la très grande inflammabilité du 1,3-butadiène, des mesures très sévères de prévention et de protection s'imposent lors de son stockage et de sa manipulation.

Stockage

■ Stocker le 1,3-butadiène dans des locaux frais et bien ventilés, à l'abri des rayonnements solaires et de toute source de chaleur ou d'ignition (flammes, étincelles,...) et à l'écart des produits oxydants, du cuivre et de ses alliages.

■ La zone de stockage sera balisée par une signalisation rappelant la nature du produit stocké et des risques qu'il présente. Seul le personnel autorisé et informé pourra y pénétrer. Il conviendra de limiter autant que possible les quantités stockées.

■ Une procédure de réception des bouteilles sera établie et suivie à chaque nouvel arrivage (vérification de l'étanchéité des récipients, de l'étiquetage, de l'indication de la date de remplissage, de la concentration du produit...). Arrimer individuellement chaque bouteille. Inspecter régulièrement l'état de la fermeture des récipients, qui devront être correctement étiquetés.

■ Interdire de fumer.

■ Mettre le matériel électrique, y compris l'éclairage, en conformité avec la réglementation en vigueur.

■ Prendre toutes dispositions pour éviter l'accumulation d'électricité statique.

■ Pour éviter un échauffement, en cas d'incendie par exemple, il conviendra de prévoir soit un système de refroidissement par ruissellement d'eau, soit un dispositif de manutention rapide des récipients.

■ Des appareils respiratoires autonomes pour intervention d'urgence seront disponibles à proximité des locaux ; le personnel sera familiarisé avec l'usage et le port de ces appareils.

Manipulation

Les prescriptions relatives aux zones de stockage sont applicables aux ateliers où est utilisé le 1,3-butadiène. En outre :

■ Instruire le personnel des risques graves présentés par le produit, des précautions à observer et des mesures à prendre en cas d'accident. Les procédures spéciales en cas d'accident feront l'objet d'exercices d'entraînement.

■ Interdire l'accès des zones où existe un risque d'exposition aux personnes non autorisées.

■ Prévenir toute inhalation de 1,3-butadiène. Effectuer en appareil clos toute opération industrielle qui s'y prête. Prévoir une aspiration des vapeurs à leur source d'émission, une ventilation générale des locaux, ainsi qu'une ventilation forcée des espaces confinés (fosses, zones basses) ou le produit, plus lourd que l'air, pourrait s'accumuler. Prévoir également des appareils de protection respiratoire pour certains travaux de courte durée, à caractère exceptionnel ou pour des interventions d'urgence.

■ Ne jamais travailler seul avec du 1,3-butadiène. Une autre personne au moins, entraînée pour les secours, devra être présente.

■ Se conformer aux instructions du fabricant pour la manipulation et l'utilisation des bouteilles contenant le 1,3-butadiène.

■ Contrôler régulièrement la teneur de l'atmosphère en 1,3-butadiène. Ce contrôle peut être permanent et être complété par un système d'alarme automatique.

■ Éviter tout contact de produit avec la peau et les yeux. Mettre à la disposition du personnel des équipements de protection individuelle : vêtements de travail, gants (par exemple en Viton®) et lunettes de sécurité. Ces effets seront maintenus en bon état et nettoyés après chaque usage.

■ Ne pas fumer, boire ou manger dans les ateliers. Observer une hygiène corporelle et vestimentaire très stricte : passage à la douche, lavage soigneux des mains après manipulation et changement de vêtements après le travail, rangement séparé des vêtements de ville et des vêtements de travail. L'employeur assurera l'entretien et le lavage fréquent des vêtements de travail, qui devront rester dans l'entreprise.

■ Ne jamais procéder à des travaux sur ou dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu du 1,3-butadiène sans prendre les précautions d'usage [36].

■ En cas de fuite, faire évacuer immédiatement les locaux et ne laisser intervenir que du personnel spécialement entraîné, muni d'un équipement de protection approprié. Rabattre le gaz par un brouillard d'eau, supprimer toute source potentielle d'ignition et ventiler la zone.

■ Si la fuite provient d'une bouteille et ne peut être stoppée, déplacer celle-ci à l'air libre et laisser disperser le produit dans l'atmosphère.

■ Éviter les rejets de 1,3-butadiène dans l'environnement.

■ Dans tous les cas, traiter les déchets, résidus ou bouteilles endommagées, dans les conditions autorisées par la réglementation (incinération sous contrôle rigoureux ou évacuation vers un site spécialisé).

II - Au point de vue médical

■ Eviter d'affecter à un poste comportant un risque d'exposition au 1,3-butadiène des sujets présentant des affections hématologiques chroniques ou des atteintes cardiaques ou pulmonaires mal équilibrées.

Lors des examens périodiques en plus de l'examen clinique, on pourra pratiquer une numération formule sanguine de façon régulière.

Eviter les postes à risque d'exposition à cette substance aux femmes enceintes.

■ En cas d'inhalation d'une concentration importante, retirer le sujet de la zone polluée après avoir pris toutes les précautions nécessaires pour les intervenants. Si elle est inconsciente, maintenir la victime au repos et en position latérale de sécurité. Mettre en œuvre, s'il y a lieu, une assistance respiratoire et transférer dès que possible en milieu hospitalier à l'aide des organismes de secours d'urgence.

■ En cas de projection sur la peau, rincer abondamment à l'eau pendant 10 minutes et en cas de douleur ou de rougeur persistante, consulter un médecin.

Les projections de 1,3-butadiène liquide sous pression doivent être lavées une dizaine de minutes à l'eau tiède, afin de réduire la brûlure liée au froid puis consulter un médecin. En cas de contact oculaire avec le gaz, laver à l'eau au moins 15 minutes ; en cas de douleur, consulter un spécialiste.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] 1,3-Butadiène OEL. Criteria document, 2^e éd. - Special report N° 12. Bruxelles, European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals (ECETOC), 1997, 157 p.
- [2] IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans, vol. 39 - Some chemicals used in plastics and elastomers. Lyon, International Agency for Research on Cancer (IARC), 1986, 403 p.
- [3] IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans, vol. 54 - Occupational exposures to mists and vapours from strong inorganic acids; and other industrial chemicals. Lyon, IARC, 1992, 336 p.
- [4] CAVENDER F. - Aliphatic hydrocarbons. In : CLAYTON G.D., CLAYTON F.E. - Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, 4^e éd., vol. 2, part. B. New York, John Wiley and Sons, 1994, pp. 1221-1299.
- [5] KIRK-OTHMER - Encyclopedia of chemical technology, 4^e éd., vol. 4. New York, John Wiley and Sons, 1992, pp. 663-690.
- [6] 1,3-Butadiène - In : Base de données CHEMINFO. Hamilton, Centre Canadien d'Hygiène et de Sécurité, 2000.
- [7] HIMMELSTEIN M.W. et coll. - Toxicology and epidemiology of 1,3-butadiene. *Critical Reviews in Toxicology*, 1997, 27, pp. 1-108.
- [8] THURMOND L.M. et coll. - Effect of short-term inhalation exposure to 1,3-butadiene on murine immune function. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 1986, 86, pp. 170-179.
- [9] SASIADEK M., JÄRENTAUS H., SORSA M. - Sister chromatid exchanges induced by 1,3-butadiene and its epoxide in CHO cells. *Mutation Research*, 1991, 263, pp. 47-50.
- [10] SASIADEK M., NORPPA H., SORSA M. - 1,3-butadiene and its epoxide induces sister-chromatid exchanges in human lymphocytes. *Mutation Research*, 1991, 261, pp. 117-121.
- [11] XIAO Y., TATES A.D. - Clastogenic effects of 1,3-butadiene and its metabolites 1,2-epoxybutene and 1,2,3,4-diepoxybutane in splenocytes and germ cells of rats and mice in vivo. *Environmental Molecular Mutagenesis*, 1995, 26, pp. 97-108.
- [12] SHELBY M.D. - Results of NTP-sponsored mouse cytogenetic studies on 1,3-butadiene, isoprene, and chloroprene. *Environmental Health Perspectives*, 1990, 86, pp. 71-73.
- [13] MELNICK R.L. et coll. - Carcinogenicity of 1,3-butadiene in C57BL/6 x C3H F1 mice at low exposure concentrations. *Cancer Research*, 1990, 50, pp. 6592-6599.
- [14] OWEN P.E., GLAISTER J.R. - Inhalation toxicity and carcinogenicity of 1,3-butadiene in Sprague-Dawley rats. *Environmental Health Perspectives*, 1990, 86, pp. 19-25.
- [15] 1,3-butadiène - In : Base de données HSDB. Hamilton, Centre Canadien d'Hygiène et de Sécurité, 2000.
- [16] IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risks to humans, vol. 71, Part one - Re-evaluation of some organic chemicals, hydrazine and hydrogen peroxide. Lyon, International Agency for Research on Cancer (IARC), 1999.
- [17] LAUWERYS R. - Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles, 4^e éd. Paris, Masson, 1999.
- [18] ANDERSON D. et coll. - Levels of ras oncoproteins in Human plasma from 1,3-butadiene-exposed workers and controls. *Mutation Research*, 1996, 349, 1, pp. 115-120.
- [19] HALLBERG L.M. et coll. - Abnormal DNA repair activities in lymphocytes of workers exposed to 1,3-butadiene. *Mutation Research*, 1997, 383, 3, pp. 213-221.
- [20] HAYES R.B. et coll. - HPRT mutation frequency among workers exposed to 1,3-butadiene in China. *Toxicology*, 1996, 113, 1-3, pp. 100-105.
- [21] LEGATOR M.S. et coll. - Elevated somatic cell mutant frequencies and altered DNA repair responses in nonsmoking workers exposed to 1,3-butadiene. *IARC Sci Publ* 1993, 127, pp. 253-263.
- [22] MORETTI M. et coll. - Biological monitoring of genotoxic hazard in workers of the rubber industry. *Environmental Health Perspectives*, 1996, 104, Suppl. 3, pp. 543-545.
- [23] OSTERMAN-GOLKAR S. et coll. - Haemoglobin adducts as biomarkers of occupational exposure to 1,3-butadiene. *Mutagenesis*, 1996, 11, 2, pp. 145-149.
- [24] SORSA M. et coll. - Human cytogenetic biomonitoring of occupational exposure to 1,3-butadiene. *Mutation Research* 1994, 309, 2, pp. 321-326.
- [25] SRAM R.J. et coll. - Chromosomal aberrations, sister-chromatid exchanges, cells with high frequency of SCE, micronuclei and comet assay parameters in 1, 3-butadiene-exposed workers. *Mutation Research*, 1998, 419, 1-3, pp. 145-154.
- [26] TATES A.D. et coll. - Biological effect monitoring in industrial workers from the Czech Republic exposed to low levels of butadiene. *Toxicology*, 1996, 113, 1-3, pp. 91-99.
- [27] VAN SITTERT N.J. et coll. - Biomarkers of exposure to 1,3-butadiene as a basis for cancer risk assessment. *Toxicology Science*, 2000, 56, 1, pp. 189-202.
- [28] WARD J.B. et coll. - Biological monitoring for mutagenic effects of occupational exposure to butadiene. *Toxicology* 1996, 113, 1-3, pp. 84-90.
- [29] SATHIAKUMAR N. et coll. - Mortality from cancer and other causes of death among synthetic rubber workers. *Occupational and Environmental Medicine*, 1998, 55, pp. 230-235.
- [30] LEGATOR M. S. - Underestimating risk for three important human carcinogens: vinyl chloride, benzene and butadiene. *Journal of Clean Technology, Environmental Toxicology, and Occupational Medicine*, 1996, 5, 3, pp. 199-205.
- [31] 1,3-Butadiène. Draft. Risk Assessment Report. Rapport établi par les Autorités Compétentes du Royaume-Uni dans le cadre du Règlement (CEE) 798/93, 2001 (Contact : HSE, New and Existing Substance Section, c/o room 211 Magdalen House, Stanley Precinct, Bootle, Merseyside L20 3QZ, UK).
- [32] A review of analytical methods and their significance to subsequent occupational exposure data evaluation for 1,3-butadiene. Bruxelles, CEFIC, Analytical working report, 1997.
- [33] NIOSH Manual of analytical methods, 4^e éd. Cincinnati, Ohio, 1994, méthode 1024.
- [34] Analytical methods manual, 2^e éd. Salt Lake City, OSHA, 1985, Méthode n° 56.
- [35] MDHS 53 et 63. Londres, Health and Safety Executive, resp. 1992 et 1989.
- [36] Cuves et réservoirs - Recommandation CNAM R 276 - INRS.

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ - 30, rue Olivier-Noyer, 75680 Paris cedex 14

Tiré à part de *Cahiers de notes documentaires - Hygiène et sécurité du travail*, 1^{er} trimestre 2002, n° 186 - FT n° 241 - 1600 ex.

N° CPPAP 804/AD/PC/DC du 14-03-85. Directeur de la publication : J.-L. MARIÉ. ISSN 0007-9952 - ISBN 2-7389-1067-X

Imprimerie de Montligeon - 61400 La Chapelle Montligeon