

Trihydrure d'arsenic

Note établie par les services techniques et médicaux de l'INRS

(M.T. Brondeau, D. Jargot, S. Miraval, F. Pillière, J.C. Protois, M. Reynier, O. Schneider)

AsH₃

Numéro CAS

N° 7784-42-1

Numéros CE

Index




N° 033-006-00-7

EINECS

N° 232-066-3

Synonymes

Arsine, Hydrogène arsenié

		
T+ - Très toxique	F+ - Extrêmement inflammable	N - Dangereux pour l'environnement
ARSINE		
R 12	- Extrêmement inflammable.	
R 26	- Très toxique par inhalation.	
R 48/20	- Nocif : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation.	
R 50/53	- Très toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.	
S 9	- Conserver le récipient dans un endroit bien ventilé.	
S 16	- Conserver à l'écart de toute flamme ou source d'étincelles - Ne pas fumer.	
S 28	- Après contact avec la peau, se laver immédiatement et abondamment avec de l'eau.	
S 33	- Éviter l'accumulation de charges électrostatiques.	
S 36/37	- Porter un vêtement de protection et des gants appropriés.	
S 45	- En cas d'accident ou de malaise consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette).	
S 60	- Éliminer le produit et son récipient comme un déchet dangereux.	
S 61	- Éviter le rejet dans l'environnement. Consulter les instructions spéciales/la fiche de données de sécurité.	
232-066-3 - Etiquetage CE.		

Caractéristiques

Utilisations et sources d'exposition

Le trihydrure d'arsenic est utilisé en électronique pour le dopage des semi-conducteurs et en synthèse organique.

Par ailleurs, de très nombreuses opérations industrielles sont susceptibles de dégager du trihydrure d'arsenic.

Les principales circonstances de dégagement accidentel se rencontrent dans la métallurgie : traitement de minerais arsenicaux ou de minerais ayant de l'arsenic comme impureté (zinc surtout mais aussi cuivre, étain, plomb et cobalt), décapage acide de zinc, cuivre, étain ou plomb, fonderies de métaux ferreux (raffinage de la fonte, nettoyage des poches de désulfuration), fonderies d'étain (mouillage de scories contenant de l'arséniure d'aluminium) et de zinc (nettoyage des chambres de liquation), électrolyse... Des accidents ont également été rapportés lors du détartrage acide de chaudières ainsi que dans le « bronzage d'art » (traitement des pièces métalliques, assiettes ou meubles par des solutions acides contenant de l'arsenic) et la restauration de peintures contenant des pigments arsenicaux.

Propriétés physiques [1 à 8, 10, 11]

A température ordinaire, le trihydrure d'arsenic est un gaz incolore, plus lourd que l'air. Inodore à l'état naissant, le produit prend (par oxydation à l'air) une odeur légèrement

alliacée, détectable dès 0,5 ppm (0,26 à 0,62 ppm selon certaines sources).

Le trihydrure d'arsenic est soluble dans l'eau, à raison de 200 ml pour 1 litre d'eau, et dans de nombreux solvants organiques.

Ses principales caractéristiques physiques sont les suivantes :

Masse molaire : 77,95

Point de congélation : - 117 °C

Point de liquéfaction : - 62,5 °C à la pression atmosphérique

Densité de vapeur (air = 1) : 2,7

Limites d'explosivité dans l'air (en volume %) :

Limite inférieure : 4,5 à 5,8

Limite supérieure : 64 à 78

A 25 °C et 101 kPa, 1 ppm = 3,2 mg/m³

Propriétés chimiques [3, 4, 10, 11]

Le trihydrure d'arsenic est un corps relativement stable. Sa dissociation en hydrogène et arsenic, qui commence très lentement dès la température ordinaire, ne se manifeste d'une façon sensible que vers 230 °C.

L'action simultanée de l'humidité et de la lumière ou la présence de certains catalyseurs, notamment l'alumine, favorise la décomposition du produit.

Il peut réagir vivement avec les oxydants forts (eau de brome, eau de Javel, acide nitrique, permanganate de potassium...). Les réactions avec le fluor, le chlore, le trichlorure d'azote sont dangereuses et peuvent aller jusqu'à l'explosion.

Le trihydrure d'arsenic n'est pas corrosif pour les métaux usuels (acier, acier inoxydable) sauf pour l'aluminium.

Récipients de stockage

Le stockage du trihydruure d'arsenic s'effectue dans des bouteilles en acier.

Méthodes de détection et de détermination dans l'air [26, 27]

Prélèvement par échantillonneur constitué d'une cassette de 37 mm contenant :

- 1 filtre en fibre de quartz imprégné de Na_2CO_3 à 10 % et de glycérol à 5 % destiné au prélèvement particulaire de composés de l'arsenic et au prélèvement de As_2O_3 gazeux,

- 2 filtres en fibre de quartz imprégnés de nitrate d'argent pour le prélèvement du trihydruure d'arsenic.

Désorption des filtres à trihydruure d'arsenic par l'acide nitrique dilué, aux ultrasons à 60 °C pendant 1 heure.

Dosage par spectrométrie d'absorption atomique avec four pour des concentrations faibles et par spectrométrie d'émission à plasma pour des concentrations fortes.

Risques

Risques d'incendie [7, 11]

Le trihydruure d'arsenic est un gaz extrêmement inflammable qui peut former des mélanges explosifs avec l'air dans les limites d'environ 5 à 70 % en volume.

En cas d'incendie, les agents d'extinction préconisés sont le dioxyde de carbone et les poudres chimiques.

L'eau sera utilisée sous forme de brouillard pour refroidir les récipients exposés ou ayant été exposés au feu.

En raison de la très grande toxicité du trihydruure d'arsenic, faire évacuer immédiatement les locaux et ne laisser intervenir que des agents qualifiés et équipés d'appareils de protection respiratoire isolants autonomes et de combinaisons de protection spéciales.

Pathologie - Toxicologie

Toxicocinétique – Métabolisme

Le trihydruure d'arsenic est absorbé principalement par inhalation et pénètre par diffusion passive au niveau des poumons [12]. L'absorption pulmonaire chez la souris est de 60 % d'une concentration atmosphérique de 2,5 mg/l [13].

Chez le lapin, après absorption de [^{74}As]-trihydruure d'arsenic, les plus fortes concentrations sont mesurées dans le sang, le foie, les poumons et les reins [13].

Dans le sang, il pénètre dans les globules rouges et se fixe sur l'hémoglobine où l'arsenic(3⁻) est transformé par l'oxygène en arsenic(3⁺) et en partie en arsenic(5⁺) [12]. Ces deux formes sont transportées dans le foie, où une partie est méthylée, une ou plusieurs fois, par des méthyltransférases en présence de S-adenosyl méthionine, puis dans les reins et éliminées dans les urines.

Chez l'homme, l'élimination urinaire a lieu dans les cinq premiers jours suivant l'exposition. Le trihydruure d'arsenic est excrété sous forme de cinq métabolites : l'acide monométhylarsonique (39 %), l'acide diméthylarsonique (32 %), l'arsenic(3⁺) (19,5 %), l'arsénobétaïne (7,3 %) et l'arsenic(5⁺) (2,2 %).

L'arsenic total est excrété dans l'urine avec une clairance de 7,8 ml/h/kg et suit un modèle triphasique avec des périodes de 28 heures, 59 heures, et 9 jours. L'élimination de l'arsenic trivalent suit une exponentielle décroissante (54 % le premier jour puis chute très rapide) ; la forme pentavalente ne dépasse jamais 6 % de l'arsenic urinaire total et n'est plus détectée après 10 jours. Les deux activités enzymatiques méthylantes se produisent successivement : l'acide monométhylarsonique est observé dès le premier jour et persiste à un taux élevé pendant plusieurs jours alors que l'élimination de l'acide diméthylarsonique augmente progressivement et atteint son maximum après 5 jours. L'excrétion d'arsénobétaïne semble indépendante de l'excrétion des autres formes ; ce métabolite pourrait provenir de la nourriture et, peut-être, d'une triméthylation de l'arsenic(3⁺) [14].

Toxicité expérimentale

Aiguë

La CL50 pour une exposition de 10 minutes est de 390 mg/m³ chez le rat, 250 mg/m³ chez la souris et 650 mg/m³ chez le lapin ; la plus faible dose létale chez le primate est de 600 mg/m³ pendant 1 heure [15].

L'effet majeur du trihydruure d'arsenic, dû principalement à sa fixation à l'hémoglobine, est une anémie hémolytique avec induction de lésions rénales. La réponse hémolytique est fonction de la concentration : au-delà de 5 ppm (20 mg/m³) pendant 1 heure, elle se traduit par une baisse du nombre de globules rouges et de l'hématocrite [16].

Le mécanisme d'action du trihydruure d'arsenic, bien que non encore élucidé, impliquerait un effet sur le glutathion. In vitro, la concentration en glutathion réduit, diminue dans les érythrocytes pendant une incubation avec du trihydruure d'arsenic ; le responsable probable serait un métabolite oxydé du trihydruure d'arsenic car il n'y a pas d'hémolyse en absence d'oxygène. La présence du glutathion réduit est essentielle pour le maintien des groupements SH dans les protéines membranaires et l'hémoglobine ; sa disparition provoque une dégradation de l'hémoglobine. Des agrégats d'hémoglobine précipités se fixent sur la surfa-

ce interne de la membrane des érythrocytes en formant les corps de Heinz. La présence de ces corps et l'oxydation des groupements SH membranaires augmentent la fragilité de la membrane cellulaire et prédisposent la cellule à la fragmentation. Les effets hématologiques observés chez les animaux étayent cette hypothèse [17].

Subchronique et chronique

Une exposition prolongée au trihydruure d'arsenic par inhalation induit principalement une anémie hémolytique régénérative et des effets immunologiques spléniques.

Les résultats sont semblables chez le rat (0,5 à 5 ppm, 6 h/j, 5 j/sem, 14 ou 28 j ou 0,025 à 2,5 ppm, 6 h/j, 5 j/sem, 90 j), la souris (0,5 à 5 ppm, 6 h/j, 14 j ou 0,025 à 2,5 ppm, 6 h/j, 5 j/sem, 90 j) et le hamster (0,5 à 5 ppm, 6 h/j, 5 j/sem, 28 j). Il n'y a pas d'action sur la cavité nasale ou le tractus respiratoire inférieur. Des modifications sont notées dans la rate (splénomégalie avec hémosidérose et augmentation de l'hématopoïèse extramédullaire), le foie (chez la souris, augmentation du poids relatif et stase biliaire) et la moelle osseuse (chez le rat, hyperplasie médullaire à forte concentration). Il n'y a pas d'effet clinique mais des effets hématologiques sont observés. Ils sont identiques dans les 3 espèces, quelle que soit la durée de l'exposition : baisse significative du nombre d'érythrocytes, de la concentration en hémoglobine et de l'hématocrite, augmentation du volume globulaire moyen et du taux moyen d'hémoglobine globulaire, réticulocytose, anisocytose, poikilocytose, fragments cellulaires et cellules fantômes (ou cellules sans noyau), leucocytose, augmentation du nombre de plaquettes.

Une augmentation de l'activité ALA-déshydrogénase, en liaison avec l'augmentation du nombre d'érythrocytes immatures, conforte l'hypothèse de l'existence d'une réponse compensatoire régénératrice. La dose sans effet hématologique observé est fixée chez le rat et la souris à 0,08 mg/m³ pendant 90 jours [16].

L'atteinte de la rate se manifeste également par une altération des populations cellulaires. La baisse de certains paramètres de résistance naturelle (baisse du nombre de cellules T spléniques, de lymphocytes NK et de la fonction cytotoxique des lymphocytes T) suggère que le trihydruure d'arsenic provoque une immunosuppression ; en dépit de ces modifications, la réponse à l'infection virale ou aux cellules tumorales n'est pas modifiée. La dose sans effet immunotoxique observé est fixée chez la souris à 0,5 ppm (env. 1,6 mg/m³, 14 j) [16, 17].

Génotoxicité

Les effets génotoxiques du trihydruure d'arsenic n'ont pas été évalués.

In vitro, les composés As(3⁺) et As(5⁺) induisent des aberrations chromosomiques et des échanges entre chromatides sœurs dans différents systèmes cellulaires (mammifères ou homme) et une transformation cellulaire

dans les cellules d'embryon de hamster. Ils augmentent la mutagénicité et la clastogénicité d'autres agents et inhibent les ADN ligases I et II qui jouent un rôle dans la réparation de l'ADN [18].

Cancérogénèse [19]

Il n'y a pas de données sur la cancérogénicité du trihydrure d'arsenic chez l'animal.

Effets sur la reproduction

Une seule étude a été effectuée avec le trihydrure d'arsenic par inhalation (souris : 0,025 à 2,5 ppm, 6 h/j du 6^e au 15^e jour de gestation et rat : 0,025 à 5 ppm, 6 h/j du 6^e au 17^e jour de gestation). La toxicité maternelle apparaît à une exposition de 2,5 ppm chez la souris et 5 ppm chez le rat (splénomégalie et modifications hématologiques) ; aucun effet embryotoxique n'est noté, seule une augmentation du poids fœtal (à la concentration de 2,5 ppm) et de la quantité d'arsenic dans le sang maternel et le foie fœtal est observée [20]. La dose sans effet toxique observé est de 0,5 ppm pour les mères et 2,5 ppm pour le fœtus [21].

Toxicité sur l'homme

Aiguë [13, 22 à 24]

Le trihydrure d'arsenic est un gaz extrêmement toxique, à l'origine d'intoxications mortelles. Il agit en se liant à l'hémoglobine et entraîne une lyse des globules rouges, une hémolyse intravasculaire et une anémie.

Plusieurs cas d'intoxications aiguës accidentelles (certains mortels) par le trihydrure d'arsenic, secondaires à une inhalation ou une contamination cutanée ont été rapportés.

La toxicité du trihydrure d'arsenic est principalement hématologique et rénale, mais aussi hépatique, neurologique et pulmonaire.

Les premiers symptômes peuvent apparaître avec une latence de plusieurs heures ; les symptômes et la latence varient en fonction de l'intensité de l'exposition. Une exposition à 250 ppm est rapidement fatale ; une exposition autour de 25 à 30 ppm pendant 30 minutes est fatale ainsi qu'à 10 ppm pendant une durée supérieure. Dès 0,5 ppm peuvent apparaître des symptômes non spécifiques.

Dans les formes légères, liées à des expositions prolongées à de faibles concentrations, peuvent s'associer asthénie, céphalées, faiblesse musculaire ou courbatures, urines « porto », nausées, odeur alliacée de l'haleine.

Dans les formes aiguës marquées, outre les céphalées, vertiges et frissons apparaissent des signes digestifs tels que nausées, vomissements, douleurs abdominales et musculaires. Les atteintes hématologiques avec ané-

mie hémolytique (effondrement de l'haptoglobine, élévation de la bilirubine non conjuguée, hémoglobinurie) font toute la gravité du tableau. Une atteinte rénale, témoin également de la gravité de l'intoxication, peut compléter le tableau ; elle associe à des degrés divers hémoglobinurie et urines rouges, insuffisance rénale aiguë par néphropathie tubulo-interstitielle (avec oligurie puis anurie), voire nécrose tubulaire aiguë (urines porto) ; cette atteinte rénale est liée à un effet toxique direct du trihydrure d'arsenic, ou à la précipitation intratubulaire de débris cellulaires, ou enfin à l'hypoxie. Peut également apparaître une atteinte hépatique vers le 2^e ou 3^e jour, avec élévation modérée des transaminases rapidement réversible ; une atteinte plus sévère à type d'hépatite mixte à prédominance cytolitique peut apparaître 2 à 3 semaines après l'intoxication [22]. Des atteintes cardiovasculaires avec anomalies à l'électrocardiogramme (troubles de la conduction, grandes ondes T) et pulmonaires (œdème pulmonaire transitoire) peuvent également survenir.

Des séquelles à type de neuropathies périphériques ou d'insuffisance rénale chronique sont parfois retrouvées.

Dans les formes suraiguës, la mort survient par défaillance cardiaque (collapsus, asystolie liée à l'hyperkaliémie) et par anurie.

Les concentrations sanguines d'arsenic permettent d'apprécier l'intensité de l'exposition ; les concentrations urinaires ne pourront être mesurées qu'en l'absence d'insuffisance rénale.

Chronique [13, 25]

Les effets du trihydrure d'arsenic lors d'expositions répétées chez l'homme ont très rarement été décrits.

Un homme jeune exposé de façon chronique à des vapeurs de trihydrure d'arsenic a présenté des symptômes à type de nausées, céphalées, malaise, faiblesse musculaire et paresthésies des extrémités, ainsi qu'une atteinte hépatique et hématologique (leucocytopenie), régressifs après traitement chélateur. Les concentrations d'arsenic urinaires étaient élevées. Cet homme travaillait au poste de nettoyage de cuves en aluminium ayant contenu des herbicides arsenicaux, cuves qu'il immergeait dans des bains de détergents chauffés ; les symptômes sont apparus peu après l'introduction d'un nouveau détergent acide ; après analyse, ces bains pouvaient contenir jusqu'à 44 ppm d'arsenic et en milieu acide, étaient susceptibles d'émettre des vapeurs de trihydrure d'arsenic dans l'air. Une intoxication chronique mixte à l'arsenic et au trihydrure d'arsenic est dans ce cas fort probable.

Cancérogénèse

Il n'y a pas d'étude épidémiologique humaine concernant la cancérogénicité du trihydrure d'arsenic.

Valeur limite d'exposition

En France, le ministère du Travail a fixé pour le trihydrure d'arsenic la valeur limite d'exposition (VLE) et la valeur limite de moyenne d'exposition (VME) indicatives qui peuvent être admises dans l'air des locaux de travail. Ces valeurs correspondent respectivement à 0,2 ppm, soit 0,8 mg/m³ et à 0,05 ppm, soit 0,2 mg/m³.

Réglementation

Hygiène et sécurité du travail

1^o Règles générales de prévention des risques chimiques

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

2^o 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^o Douches

- Arrêté du 23 juillet 1947 modifié (*J.O.* du 30 juillet 1947) pris en application de l'article R. 232-2-4 du Code du travail. Au tableau 1 des travaux salissants, annexé à cet arrêté, figure la fabrication du trihydrure d'arsenic.

4^o 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.

5^o Valeurs limites d'exposition

- Circulaire du ministère du Travail du 21 mars 1983 (non parue au *J.O.*) complétant et modifiant la circulaire du ministère du Travail du 19 juillet 1982 (non parue au *J.O.*).

6° Maladies de caractère professionnel

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

7° Maladies professionnelles

- Articles L. 461-4 du Code de la sécurité sociale : déclaration obligatoire d'emploi à la Caisse primaire d'assurance maladie et à l'inspecteur du travail ; tableau n° 21.

8° 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.

9° Surveillance médicale spéciale

- Arrêté du 11 juillet 1977 (*J.O.* du 24 juillet 1977) fixant la liste des travaux nécessitant une surveillance médicale spéciale (travaux comportant la préparation, l'emploi, la manipulation ou l'exposition au trihydrure d'arsenic) et circulaire du 29 avril 1980 (non parue au *J.O.*).

10° Classification et étiquetage

a) du trihydrure d'arsenic **pur** :
- Arrêté du 20 avril 1994 modifié (*J.O.* du 8 mai 1994) qui prévoit pour la classification suivante :

Extrêmement inflammable, R 12
Très toxique, R 26
Nocif, R 48/20
Dangereux pour l'environnement, R 50-53

b) des **préparations** contenant du trihydrure d'arsenic :

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

11° Travaux interdits

- Arrêté du 8 octobre 1990 modifié (*J.O.* du 9 novembre 1990) fixant la liste des travaux pour lesquels il ne peut être fait appel aux salariés sous contrat de travail à durée déterminée ou aux salariés des entreprises de travail temporaire.

12° 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.

13° Mesures particulières

- Décret du 19 décembre 1950 (*J.O.* du 25 décembre 1950) portant règlement d'administration publique, en ce qui concerne les mesures particulières d'hygiène applicables dans les établissements dont le personnel est exposé aux intoxications par le trihydrure d'arsenic.

- Arrêté du 20 décembre 1950 (*J.O.* du 25 décembre 1950) fixant les termes de l'avis indiquant les sources et les dangers de l'intoxication par le trihydrure d'arsenic et les moyens de prévenir cette intoxication.

- Arrêté du 21 décembre 1950 (*J.O.* du 25 décembre 1950) relatif aux termes des recommandations aux médecins chargés de la surveillance du personnel exposé aux risques d'inhalation du trihydrure d'arsenic.

- Circulaires TR 6-51 du 21 mars 1951 et TR 9-51 du 24 mars 1951.

Protection de l'environnement

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

- n° 1150, fabrication industrielle, formulation et conditionnement d'hydrogène arsénié.

- Arrêté du 2 février 1998 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau, ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation (*J.O.* du 3 mars 1998).

- Arrêté du 31 mars 1980 portant réglementation des installations électriques des établissements susceptibles de présenter des risques d'explosion (*J.O.* du 30 avril 1980).

Protection de la population

Décret du 29 décembre 1988 relatif aux 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. 10) ;
- cession réglementée.

Transport

Se reporter éventuellement aux règlements suivants :

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

- ADR, RID, ADN R : arsine.
- . Classe : 2 . Code danger : 263
- . Chiffre/lettre : 2 TF . Code matière : 2188
- . Etiquette : 6.1+3

2° Transport par air

- IATA.

3° Transport par mer

- IMDG.

Recommandations

I - Au point de vue technique

En raison de la très grande toxicité et de la très grande inflammabilité du trihydrure d'arsenic, des mesures très sévères de prévention et de protection s'imposent lors de son stockage, de sa manipulation et de toute opération au cours de laquelle il est susceptible de se former.

Stockage

- Stocker les bouteilles de trihydrure d'arsenic dans des locaux séparés, frais et bien ventilés, à l'abri de l'humidité et de toute source d'ignition (rayons solaires, flammes étincelles...) et à l'écart des produits oxydants.

- 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.

- Le sol de ces locaux sera incombustible.

- Interdire de fumer.

- Mettre le matériel électrique, y compris l'éclairage, en conformité avec la réglementation en vigueur et prendre toutes les dispositions nécessaires 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 trihydrure d'arsenic. En outre :

- Instruire le personnel des risques graves d'intoxication et d'incendie présentés par le trihydrure d'arsenic, 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.
- Effectuer en appareil clos toute opération industrielle qui s'y prête. Prévoir une aspiration du gaz à sa source d'émission ainsi qu'une ventilation générale des locaux en zone haute et au niveau du sol. Prévoir également des appareils de protection respiratoire pour certains travaux de courte durée, à caractère exceptionnel ou pour des interventions d'urgence.
- Contrôler en continu la teneur de l'atmosphère en trihydrure d'arsenic. Ne pas se fier à l'odeur caractéristique alliée car ce gaz n'a pas d'odeur à l'état naissant.
- Ne jamais travailler seul avec du trihydrure d'arsenic. Une autre personne au moins, entraînée pour les secours, devra être présente.
- Éviter l'exposition de la peau et des yeux. Mettre à la disposition du personnel des vêtements de protection changés quotidiennement, des gants et des lunettes de sécurité. Ces effets seront maintenus en bon état et nettoyés après chaque usage.
- Pour la manipulation et l'utilisation des bouteilles contenant le trihydrure d'arsenic, se conformer aux instructions du fabricant.
- Ne jamais procéder à des travaux sur ou dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu du trihydrure d'arsenic sans prendre les précautions d'usage [28].
- 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.
- Éliminer le trihydrure d'arsenic en l'introduisant **lentement** dans une solution aqueuse contenant une quantité adéquate d'hypochlorite de sodium ou de calcium, d'eau de brome, ou de permanganate de potassium.
- Éviter les rejets de trihydrure d'arsenic 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).

La plupart des mesures préconisées ci-dessus sont applicables aux opérations où le trihydrure d'arsenic est susceptible de se dégager de façon inattendue. Ces opérations devront être réalisées uniquement par du personnel bien informé, respectant scrupuleusement les mesures de prévention et en particulier la présence de deux travailleurs au moins sur le lieu de travail et le maintien, à proximité immédiate, d'un appareil de protection respiratoire pour chaque opérateur.

II - Au point de vue médical

- Éviter d'exposer au trihydrure d'arsenic les personnes atteintes de maladies rénales ou hématologiques sévères.
- Lors des examens systématiques, on pourra rechercher une atteinte sanguine (anémie, bilirubinémie) et une atteinte rénale (hémoglobinurie détectable à la bandelette mais nécessitant une identification par électrophorèse pour confirmation.)
- Informer les travailleurs qui risquent accidentellement d'être exposés au trihydrure d'arsenic, du danger du produit même à très faible concentration. Les travailleurs seront également informés que les effets sur la santé peuvent apparaître quelques heures après l'inhalation du gaz et que les premiers symptômes peuvent être insidieux.
- Une évaluation des risques éventuels pour la grossesse chez les femmes occupant un poste où est utilisé du trihydrure d'arsenic devra être réalisée afin de permettre d'assurer l'information de ces salariées et de prendre si besoin les mesures nécessaires pour les soustraire de ce risque.
- Lors d'accidents aigus, **demandez dans tous les cas, l'avis d'un médecin** ou du centre anti-poisons régional ou des services de secours médicalisés d'urgence.
- En cas de contact cutané ou muqueux, laver la peau à grande eau, immédiatement et pendant quinze minutes au moins ; retirer en même temps les vêtements même faiblement souillés ou suspectés de l'être. Dans tous les cas, une consultation médicale s'imposera.
- En cas de projection oculaire, laver immédiatement et abondamment à l'eau pendant quinze minutes au moins, paupières bien écartées. Une consultation ophtalmologique sera indispensable dans tous les cas, quel que soit l'état initial.
- En cas d'inhalation, retirer le sujet de la zone après avoir pris toutes les précautions nécessaires pour les intervenants. Retirer en même temps les vêtements même faiblement souillés ou suspectés de l'être. Quelle que soit la symp-

tomatologie, faire impérativement hospitaliser la victime dans les plus brefs délais en ambulance médicalisée, en raison de la latence (quelques heures à quelques jours) d'apparition des symptômes. Ne pas faire de bouche-à-bouche.

● En cas d'accident sévère, la thérapeutique est une **urgence médicale**. Sur place, si la victime est inconsciente, la placer en position latérale de sécurité, la maintenir au repos absolu et mettre en route le traitement symptomatique : oxygénothérapie au masque ou en cas d'arrêt respiratoire ventilation assistée au masque, pose d'une voie d'abord. Transfert en milieu hospitalier pour traitement symptomatique (si besoin, transfusion sanguine voire exsanguino-transfusion, épuration extra-rénale).

BIBLIOGRAPHIE

1. Sax's dangerous properties of industrial materials, 10^e éd. New-York, Van Nostrand Reinhold, 2000, p. 309.
2. The Merck Index, 12^e éd. Rahway, Merck & Co., 1996, p. 841.
3. Hydrogène arsénié - In : Encyclopédie des gaz. Paris, L'Air Liquide | Elsevier.
4. KIRK-OTHMER - Encyclopaedia of chemical technology, 4^e éd., vol. 3. New York, John Wiley & Sons, 1992, pp. 635-636.
5. Occupational safety and health guideline for arsine. Cincinnati, NIOSH, 1988.
6. Arsine - Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, 6^e éd, vol. I. Cincinnati, ACGIH, 1991.
7. Arsine - In : Base de données CHEMINFO. Hamilton, Centre Canadien d'Hygiène et de sécurité, 1999.
8. TESTUD F. - Pathologie toxique en milieu de travail, 2^e éd. Paris, Editions Eska et Lacassagne, 1998, pp. 100-102.
9. Arsine and its compounds - Worksafe Australia WAP 89/034. Guide GS 011-1989. Canberra, Australian Government Publishing Service, 1989, 26 p.
10. Hydrogène arsénié. Recommandations de mise en œuvre. Dossier 375. SITELEC, 1984, 17 p.
11. Arsine - In : Base de données MSDS. Hamilton, Centre Canadien d'Hygiène et de sécurité, 1999.
12. LUNDBERG P. - Consensus report for arsine. Scientific basis for swedish occupational standards IX. Arbete Och Hälsa, 1988, 32, pp.15-20.
13. Arsine - In : Base de données HSDB. Hamilton, Centre Canadien d'Hygiène et de Sécurité, 1999.
14. APOSTOLI P. et coll. - Metabolism of arsenic after acute occupational arsine intoxication. Journal of Toxicology and Environmental Health, 1997, 52, 4, pp. 331-342.
15. Arsine - In : Base de données RTECS. Hamilton, Centre Canadien d'Hygiène et de Sécurité, 1999.
16. Arsine - In : Base de données IRIS (consultable sur le site internet <http://sis.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/>).

BIBLIOGRAPHIE

17. KLIMECKI W.T., CARTER D.E. - Arsenic toxicity: chemical and mechanistic implications. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 1995, 46, 4, pp. 399-409.
18. RUDEL R., SLAYTON T.M., BECK B.D. - Implications of arsenic genotoxicity for dose response of carcinogenic effects. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 1996, 23, pp. 87-105.
19. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to Humans, Vol. 23 - Arsenic and Arsenic compounds. Lyon, International Agency of Research on Cancer (IARC), 1980.
20. MORRISSEY R.E. et coll. - Arsenite: absence of developmental toxicity in rats and mice. *Fundamental and Applied Toxicology*, 1990, 15, 2, pp. 350-356.
21. Arsenite - In : Base de données NTP (consultable sur le site internet : <http://ntp-server.niehs.nih.gov/htdocs/TT-studies/TER87038.html>).
22. MORA V. et coll. - Intoxication aiguë par l'hydrogène arséné dans une fonderie de métaux ferreux. *Archives des Maladies Professionnelles*, 1992, 53, 3, pp. 167-173.
23. CONSO F, BISMUTH C, TOUREAU C. - Intoxication par hydrogène arséné dans des ateliers de bronzage d'art. *Archives des Maladies Professionnelles*, 1982, 43, 5, pp. 375-392.24.
24. BENOWITZ N.L. - Cardiotoxicity in the workplace. *Occupational Medicine*, 1992, 7, 3, pp. 465-478.
25. RISK M, FUORTES L. - Chronic arsenicalism suspected from arsine exposure : a case report and literature review. *Vet. Hum. Toxicol*, 1991, 33, 6, pp. 590-595.
26. HETLAND S. et coll. - Species analysis of inorganic compounds in workroom air by atomic spectrometry. *Analytical Sciences*, vol 7, Supplemental Issue, 1991.
27. Métrologie des polluants. Méthode de prélèvement et d'analyse de l'air. Fiche 0023. Paris, INRS, CD-ROM, mise à jour 1999.
28. Cuves et réservoirs - Recommandation CNAM R 276 - INRS.