

## Boranes

Fiche toxicologique n°188

### Généralités

Edition \_\_\_\_\_ 2014

Formule :

-

### Substance(s)

Formule Chimique	Détails	
B <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	Nom	<b>Diborane</b>
	Numéro CAS	<b>19287-45-7</b>
	Numéro CE	<b>242-940-6</b>
	Synonymes	<b>Diborane (6) , Boroéthane , Hydrure de bore</b>
B <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	Nom	<b>Décaborane</b>
	Numéro CAS	<b>17702-41-9</b>
	Numéro CE	<b>241-711-8</b>
	Synonymes	<b>Décaborane (14)</b>
B <sub>5</sub> H <sub>9</sub>	Nom	<b>Pentaborane</b>
	Numéro CAS	<b>19624-22-7</b>
	Numéro CE	
	Synonymes	<b>Pentaborane (9)</b>

### Etiquette

<b>DIBORANE</b>
-
■ Cette substance doit être étiquetée conformément au règlement (CE) n° 1272/2008 dit "règlement CLP".
242-940-6

La classification est identique pour le décaborane et le pentaborane.

### Caractéristiques

#### Utilisations

[2, 4]

Les boranes peuvent être utilisés pour les productions de carburants à haute énergie (propulsion de fusée). Leurs applications industrielles restent assez limitées : ils peuvent servir de gaz dopant destiné à l'industrie électronique ou photovoltaïque, de gaz de test ou d'étalonnage (pour le diborane), d'agent de vulcanisation pour le caoutchouc, de catalyseur de polymérisation et d'agent réducteur en synthèse organique.

#### Propriétés physiques

[1 à 3, 7]

Dans les conditions normales, le diborane est un gaz incolore d'odeur caractéristique nauséabonde détectable dans les limites de 2 à 4 ppm.

Le pentaborane est un liquide volatil incolore, d'odeur douceâtre désagréable détectable à partir de 0,96 ppm.

Le décaborane se présente sous la forme d'un solide cristallin blanc d'odeur piquante sensible à 0,06 ppm.

Les boranes ne sont pas solubles dans l'eau, au contact de laquelle ils s'hydrolysent. Certains solvants organiques les dissolvent, notamment les hydrocarbures.

Nom Substance	Détails	
Diborane	Formule	<b>B<sub>2</sub>H<sub>6</sub></b>
	N° CAS	<b>19287-45-7</b>
	Etat Physique	<b>Gazeux</b>
	Masse molaire	<b>27,69</b>
	Point de fusion	<b>-165,5 °C</b>
	Point d'ébullition	<b>-92,5 °C</b>
	Densité	<b>(D 112<sub>4</sub>) = 0,447</b>
	Densité gaz / vapeur	<b>0,95 à 0,96</b>
	Pression de vapeur	<b>2800 kPa à 0 °C</b>
	Point d'éclair	<b>-90 °C</b>
	Point critique	<b>Température : 16,65 - 16,7 Pression : 4050 kPa</b>
	Température d'auto-inflammation	<b>38 - 52 °C</b>
	Limites d'explosivité ou d'inflammabilité (en volume % dans l'air)	<b>Limite inférieure : 0,8 % Limite supérieure : 98 %</b>
Pentaborane	Formule	<b>B<sub>5</sub>H<sub>9</sub></b>
	N° CAS	<b>17702-41-9</b>
	Etat Physique	<b>Liquide</b>
	Masse molaire	<b>63,2</b>
	Point de fusion	<b>-47 °C</b>
	Point d'ébullition	<b>58,4 °C</b>
	Densité	<b>(D 16<sub>4</sub>) = 0,63</b>
	Densité gaz / vapeur	<b>2,2</b>
	Pression de vapeur	<b>8,8 kPa à 0 °C</b>
	Point d'éclair	<b>30 °C (coupelle fermée)</b>
	Point critique	<b>-</b>
	Température d'auto-inflammation	<b>35 °C</b>
	Limites d'explosivité ou d'inflammabilité (en volume % dans l'air)	<b>Limite inférieure : 0,42 %</b>
Décaborane	Formule	<b>B<sub>10</sub>H<sub>14</sub></b>
	N° CAS	<b>19624-22-7</b>
	Etat Physique	<b>Solide</b>
	Masse molaire	<b>122,3</b>
	Point de fusion	<b>99,7 °C</b>
	Point d'ébullition	<b>213 °C (avec décomposition)</b>
	Densité	<b>(D 25<sub>4</sub>) = 6</b>
	Densité gaz / vapeur	<b>-</b>
	Pression de vapeur	<b>6 Pa à 25 °C</b>
	Point d'éclair	<b>80 °C (coupelle fermée)</b>
	Point critique	<b>-</b>

Température d'auto-inflammation	149 °C
Limites d'explosivité ou d'inflammabilité (en volume % dans l'air)	-

**Diborane : 1 ppm = 1,13 mg/m<sup>3</sup> ; Pentaborane : 1 ppm = 2,58 mg/m<sup>3</sup> ; Décaborane : 1 ppm = 5,00 mg/m<sup>3</sup>.**

## Propriétés chimiques

[1, 2, 5, 8, 9]

Les boranes sont des produits peu stables, très réactifs.

Le diborane se décompose lentement dès la température ambiante, plus rapidement à température élevée, en hydrogène et hydrures de bore supérieurs. Au-dessus de 300 °C, commence concurremment la décomposition du diborane en bore et hydrogène.

Le pentaborane commence à se décomposer lentement à 150 °C. La décomposition du décaborane (le plus stable des trois) en bore et hydrogène débute vers 300 °C.

Les boranes donnent avec l'eau de l'acide borique et un dégagement d'hydrogène.

Le diborane est très sensible à l'humidité : la réaction avec l'eau est instantanée et fortement exothermique.

L'hydrolyse du pentaborane et du décaborane est plus lente à température ambiante.

Les boranes sont des agents réducteurs puissants. Ils peuvent réagir violemment avec les produits oxydants et les halogènes. Avec l'air ou l'oxygène, les boranes peuvent s'enflammer spontanément (voir § Risques d'incendie). Ils brûlent avec formation d'oxyde de bore B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et d'eau.

Le mélange des boranes avec les solvants halogénés ou oxygénés peut exploser spontanément ou sous l'effet d'un choc.

Avec les métaux réactifs tels que l'aluminium et le lithium, le diborane donne des hydrures qui peuvent s'enflammer spontanément.

Les boranes n'exercent pas d'action corrosive sur les métaux usuels mais attaquent la plupart des caoutchoucs et matières plastiques (excepté certaines formes telles que le polytétrafluoréthylène et le polychlorotrifluoroéthylène).

## Récipients de stockage

[2, 6, 10, 11]

Les boranes sont généralement stockés dans des récipients en acier ordinaire, ou mieux, en acier inoxydable.

## VLEP et mesurages

### Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle

[24, 25]

Des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) dans l'air des lieux de travail ont été établies pour le diborane, le décaborane et le pentaborane.

Substance	Pays	VME (ppm)	VME (mg/m <sup>3</sup> )
Diborane	France (VLEP indicative)	0,1	0,1
Diborane	Etats-Unis (ACGIH)	0,1	0,11
Décaborane	France (VLEP indicative)	0,1	0,3
Décaborane	Etats-Unis (ACGIH)	0,05	0,25
Pentaborane	France (VLEP indicative)	0,005	0,01
Pentaborane	Etats-Unis (ACGIH)	0,005	0,013

## Méthodes de détection et de détermination dans l'air

La méthode [27] a été validée pour le diborane avec :

- un prélèvement par passage de l'air au travers d'un tube rempli de charbon actif imprégné d'un agent oxydant, associé à un filtre en polymère fluoré - PTFE - pour éliminer d'éventuelles particules contenant du bore qui pourraient interférer,
- une désorption du tube dans une solution contenant 3 % de peroxyde d'hydrogène H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>,
- le dosage du bore par spectrométrie d'émission plasma (ICP/DCP-AES).

Pour le pentaborane, une méthode non validée a été proposée, avec :

- un prélèvement par barbotage de l'air dans l'eau déionisée,
- le dosage du bore par spectrométrie d'émission plasma (ICP/DCP-AES).

Pour le décaborane, la méthode [28] peut être utilisée, sous réserve de validation pour la substance, avec :

- un prélèvement par passage de l'air au travers d'un filtre en ester de cellulose (0,8 µm),
- une digestion du filtre dans un mélange adapté (acide nitrique, acide sulfurique et H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).

- le dosage du bore par spectrométrie d'émission plasma (ICP/DCP-AES).

L'utilisation d'un appareil à réponse instantanée équipé d'un tube réactif colorimétrique, GASTEC (Diborane n° 22) par exemple, est possible pour le diborane mais en toute première approche, car ce type de mesure n'assure ni la sélectivité ni la précision nécessaires à une comparaison aux valeurs limites d'exposition professionnelle.

## Incendie - Explosion

[1 à 3]

Le diborane est un gaz extrêmement inflammable et explosible en mélange avec l'air (limites 0,8 et 98 % en volume). Sa température d'auto-ignition est très basse (38 - 52 °C). Il peut s'enflammer spontanément à l'air humide dès la température ambiante.

En cas d'incendie, il est conseillé de stopper l'émission de gaz ou, si la chose est impossible, de laisser brûler. Les bouteilles menacées pourront être arrosées d'eau.

Le pentaborane est un liquide inflammable (point d'éclair : 30 °C en coupelle fermée) dont les vapeurs peuvent former des mélanges explosifs avec l'air. La présence d'impuretés augmente son inflammabilité. Il peut alors s'enflammer spontanément à température ambiante.

En cas d'incendie, l'application d'eau pulvérisée, de mousse, de poudre ou de dioxyde de carbone permet de diminuer l'intensité du feu.

Le décaborane est un solide inflammable (point d'éclair : 80 °C en coupelle fermée). Lorsqu'il est exposé à la chaleur ou à une flamme, ses vapeurs peuvent exploser.

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

D'une manière générale, les agents extincteurs halogènes sont à proscrire pour lutter contre les feux de boranes.

Les intervenants qualifiés seront équipés d'appareils de protection respiratoire autonomes isolants.

## Pathologie - Toxicologie

### Toxicocinétique - Métabolisme

**Les boranes pénètrent dans l'organisme par toutes les voies d'exposition. Aucune information sur leurs distribution ou métabolisme n'est disponible. Ils sont éliminés par les urines et la bile.**

### Chez l'animal

Le diborane est absorbé par les voies respiratoires et cutanées mais aucune quantification n'est disponible [5-7]. Le pentaborane et le décaborane pénètrent dans l'organisme par toutes les voies d'exposition [8-11].

Le décaborane est stocké dans les cellules où il inhibe certains systèmes enzymatiques utilisant le phosphate de pyridoxal. Cette substance diminue les stocks de sérotonine, norépinéphrine, histamine, dopamine et inhibe certaines décarboxylases. Ceci peut notamment expliquer une partie des symptômes neurologiques [12].

Les boranes sont éliminés par la voie urinaire et par la bile [5].

### Surveillance biologique de l'exposition

Les boranes étant facilement absorbés par toutes les voies, une surveillance biologique peut être utile.

Le dosage du bore dans les urines en fin de poste de travail peut être intéressant pour la surveillance biologique des salariés exposés.

Le dosage du bore sanguin, immédiatement en fin d'exposition, permet d'affirmer le diagnostic d'intoxication aiguë, mais il est soumis à une grande variabilité individuelle et très peu de données sont disponibles chez les sujets professionnellement exposés.

Des distributions de référence sont disponibles dans la population générale : le 95<sup>e</sup> percentile pour le bore sanguin est < 44 µg/L ; celui pour le bore plasmatique est < 80 µg/L et celui du bore urinaire < 2 mg/L.

Pour le bore sanguin et urinaire, il n'existe pas de valeur biologique de référence pour la population professionnellement exposée.

## Toxicité expérimentale

### Toxicité aiguë

**Le diborane est à l'origine d'effets pulmonaires, allant de l'irritation à l'œdème pulmonaire aigu. Le pentaborane et le décaborane touchent principalement le système nerveux central, avec des phénomènes d'hyperexcitabilité conduisant à des convulsions. Dans le cas du décaborane, une détresse respiratoire et des atteintes hépatorénales sont aussi observées.**

**Les boranes sont à l'origine d'une irritation des yeux, de la peau et des voies respiratoires, plus ou moins sévère.**

Chez le rat, la CL50 pour une exposition de 4 heures au diborane est de 40 ou 80 ppm, selon l'âge des animaux exposés (la toxicité diminuant avec l'âge) [7, 13]. Avant leur décès, les animaux présentent : détresse respiratoire, hypoxie, hémorragie et œdème pulmonaires [7]. Chez la souris mâle, à la suite d'une exposition à 15 ppm pendant 2, 4 ou 8 heures, le poids des poumons est augmenté ; bronchiolite diffuse, congestion et œdème pulmonaires sont observés [14]. L'examen du liquide de lavage bronchoalvéolaire de rats exposés à 1, 10 ou 20 ppm de diborane pendant 4 heures a été réalisé. Pour toutes les concentrations, une augmentation de la proportion de neutrophiles a été mesurée, reflétant un processus inflammatoire dans les bronches ; elle s'accompagne d'une augmentation de l'activité enzymatique de la superoxyde dismutase. En lien avec les dommages occasionnés à l'épithélium alvéolaire, une augmentation des quantités de phospholipides, présents dans le liquide, est aussi rapportée [15].

Le pentaborane est à l'origine d'une toxicité neurologique, plus prononcée chez la souris pour laquelle la CL50 est de 170 ppm pour une exposition de seulement 2 minutes. Les signes observés associent une hyperexcitabilité, une ataxie et des convulsions. Chez le rat, la CL50 est de 6 ppm pour une exposition de 4 heures. Une opacité de la cornée est rapportée après la mort d'animaux exposés pendant 4 heures à 10,9 ppm (souris) ou 17,8 ppm (rat) [16].

Concernant le décaborane, des expérimentations anciennes indiquent que la CL50 sur 4 heures est de 12 ppm chez la souris et 46 ppm chez le rat. Chez la souris, ataxie et somnolence sont rapportées ; chez le rat, des convulsions sont observées ainsi que des dommages aux reins (atteinte tubulaire) et au foie, mais non précisés [12]. Le décaborane est également toxique par voie cutanée : les DL50 sont de 71 mg/kg chez le lapin (altération du sommeil, dyspnée et ataxie), 740 mg/kg chez le rat (convulsions, dyspnée et paralysie flasque) et 317 mg/kg chez la souris (atteintes des tubules rénaux et nécrose rénale, dégénérescence hépatique et convulsions) [12]. Par voie orale, les DL50 sont de 41 mg/kg chez la souris et 64 mg/kg chez le rat ; seuls les effets chez la souris sont précisés et comprennent cyanose et convulsions [12].

#### **Irritation, sensibilisation**

L'irritation des voies respiratoires, de la peau et des yeux est plus sévère pour le diborane [1] que pour le pentaborane et le décaborane [8-11].

### **Toxicité subchronique, chronique**

**À la suite d'expositions répétées au diborane, les atteintes sont pulmonaires. Dans le cas du pentaborane, perte d'appétit et de poids, apathie, somnolence et diminution de la mobilité apparaissent chez les animaux exposés. Le décaborane atteint aussi le système nerveux central et est à l'origine d'une diminution des performances psychomotrices. Pour ces deux substances, des atteintes rénales et hépatiques sont également mises en évidence.**

Une infiltration de neutrophiles est rapportée dans les bronchioles de souris exposées à 0,2 ou 0,7 ppm de diborane pendant 4 semaines [17] ; à 5 ppm, une infiltration de macrophages au niveau des alvéoles, une hyperplasie et une desquamation des cellules de Clara sont rapportées [14]. Des rats mâles, exposés à 0,11 ou 0,96 ppm de diborane pendant 8 semaines (6 heures/jour, 5 jours/semaine), décèdent tous de complications respiratoires [18]. Des anomalies des phospholipides et des signes inflammatoires sont retrouvés dans le liquide de lavage broncho-alvéolaire [19]. Lors des autopsies réalisées, des œdèmes et des hémorragies pulmonaires ont été observés [7]. À la suite d'une exposition de rats et de chiens pendant 6 mois à 1, 2 ou 5 ppm de diborane, tous les rats (sauf un) et les chiens exposés à la plus forte concentration meurent des suites de dommages pulmonaires ; selon les auteurs, il est difficile de distinguer des effets spécifiques du diborane de lésions pulmonaires (notamment infectieuses) fréquentes chez ces animaux [13].

Lors d'intoxications à doses répétées (rats, lapins, singes et chiens, 0,2 ppm de pentaborane pendant 6 mois), les animaux présentent une perte d'appétit et de poids, une apathie, des troubles de la mobilité des membres postérieurs, des tremblements musculaires et des anomalies de la coordination motrice. Des atteintes hépatiques (cytolyse) et rénales (localisées au niveau des tubules) sont aussi observées [13, 19].

Une sensibilité différente à la toxicité du décaborane est mise en évidence. Ainsi, à la suite d'expositions à 4,5 ppm de décaborane, pendant 6 mois, 5 à 6 heures par jour, les lapins meurent après seulement quelques expositions ; les chiens et les singes exposés meurent après 4 à 15 expositions, les souris après 10 à 100 expositions, et les rats après 135 expositions [13]. Chez tous ces animaux, des atteintes hépatiques et rénales sont rapportées, localisées au niveau des sites de métabolisation, mais sans aucune précision. Chez le singe, l'injection par voie intrapéritonéale de 2 ou 4 mg/kg de décaborane provoque une diminution des performances psychomotrices [20].

### **Effets génotoxiques**

[21]

**Selon le peu de données disponibles, le diborane n'est pas génotoxique.**

*In vitro*, un test de mutation génique sur bactérie (*S. typhimurium*) est disponible et donne des résultats négatifs, avec ou sans activation métabolique.

### **Effets cancérogènes**

**Aucune donnée n'est disponible chez l'animal à la date d'édition de cette fiche toxicologique.**

Aucune information n'est disponible concernant le potentiel cancérogène des boranes.

### **Effets sur la reproduction**

[18]

Chez le rat, aucune anomalie testiculaire ou spermatique n'est notée après l'inhalation de 0,96 ppm de diborane 6 heures par jour, 5 jours par semaine pendant 8 semaines.

### **Toxicité sur l'Homme**

**Absorbés par voie digestive, respiratoire ou cutanée, les boranes induisent des effets toxiques au niveau du système nerveux central et sont irritants pour la peau et les muqueuses (respiratoires et oculaires). Ils peuvent provoquer des atteintes hépatiques et rénales. Les effets à long terme ne sont pas connus.**

### **Toxicité aiguë**

L'inhalation aiguë de diborane provoque une pathologie respiratoire analogue à la fièvre des fondeurs (fièvre, dyspnée, oppression thoracique, toux, sibilants ou crépitations à l'auscultation, céphalées, vomissements, myalgies), ce tableau survient dans les 24 heures après l'exposition, résolutif spontanément en quelques jours. En cas d'exposition plus importante, l'irritation peut aboutir à des hémorragies et à un œdème aigu du poumon. Des signes neurologiques (céphalées, asthénie, malaises, troubles visuels) sont possibles [7].

Le pentaborane [16, 24, 25] provoque des céphalées, troubles visuels, tremblements, contractures musculaires, confusion, coma. Des signes respiratoires (toux, oppression thoracique) peuvent être associés. Ces signes peuvent être retardés (48 heures). Des altérations des fonctions hépatiques et rénales ont été signalées. L'atteinte du système nerveux semble liée à l'inhibition (démontrée *in vivo*) des enzymes nécessitant le phosphate de pyridoxal comme coenzyme, notamment la 5-hydroxytryptophane décarboxylase (baisse de la sérotonine), la dopa-décarboxylase (baisse de la dopamine), l'histidine décarboxylase. Une baisse de la norépinéphrine est également notée.

La symptomatologie s'avère le plus souvent réversible, mais des séquelles ont été décrites (troubles de la concentration, baisse de la mémoire immédiate).

Trois intoxications accidentelles graves par inhalation et/ou contact cutané sont rapportées avec le pentaborane. Après une exposition de 15 à 20 minutes apparaissent des signes d'irritation respiratoire, puis très vite des signes neurologiques (myoclonies, convulsions et coma) qui se compliquent d'une anoxie et d'une acidose mixte sévères. Il se développe une encéphalopathie avec œdème cérébral, une rhabdomyolyse et une élévation des aminotransférases. La mort est rapide, chez le sujet le plus exposé, en état de mal convulsif ; le moins atteint récupère en quelques jours. Dans le troisième cas, de profondes séquelles neurologiques sont notées : faiblesse, incoordination, spasticité, aphasie, apraxie et agnosie. L'examen tomodensitométrique, deux jours après l'accident, confirme l'œdème cérébral puis, six semaines plus tard, montre une atrophie corticale diffuse avec dilatation ventriculaire. La survenue rapide de ces cas laisse envisager une action anoxiante directe du pentaborane.

Pour le décaborane [12], les données chez l'homme sont peu précises et se résument à l'existence d'une ébriété, de céphalées et de nausée associée à une bradycardie et à des spasmes musculaires. Ces signes peuvent être retardés de 24 à 48 heures après l'exposition.

### Toxicité chronique

Lors d'exposition chronique au diborane, on retrouve des signes neurologiques (céphalées, asthénie, troubles visuels) en association avec un syndrome obstructif aux épreuves fonctionnelles respiratoires. Pour les autres dérivés, on ne dispose pas d'information sur les effets chroniques.

### Effets génotoxiques

Pas de donnée disponible chez l'homme.

### Effets cancérogènes

Pas de donnée disponible chez l'homme.

### Effets sur la reproduction

Pas de donnée disponible chez l'homme.

## Réglementation

Rappel : La réglementation citée est celle en vigueur à la date d'édition de cette fiche : 1<sup>er</sup> trimestre 2014

Les textes cités se rapportent essentiellement à la prévention du risque en milieu professionnel et sont issus du Code du travail et du Code de la sécurité sociale. Les rubriques "Protection de la population", "Protection de l'environnement" et "Transport" ne sont que très partiellement renseignées.

## Sécurité et santé au travail

### Mesures de prévention des risques chimiques (agents chimiques dangereux)

- Articles R. 4412-1 à R. 4412-57 du Code du travail.
- Circulaire DRT du ministère du travail n° 12 du 24 mai 2006 (non parue au JO).

### Aération et assainissement des locaux

- Articles R. 4222-1 à R. 4222-26 du Code du travail.
- Circulaire du ministère du Travail du 9 mai 1985 (non parue au JO).
- Arrêtés des 8 et 9 octobre 1987 (JO du 22 octobre 1987) et du 24 décembre 1993 (JO du 29 décembre 1993) relatifs aux contrôles des installations.

### Prévention des incendies et des explosions

- Articles R. 4227-1 à R. 4227-41 du Code du travail.
- Articles R. 4227-42 à R. 4227-57 du Code du travail.
- Articles R. 557-1-1 à R. 557-5-5 et R. 557-7-1 à R. 557-7-9 du Code de l'environnement (produits et équipements à risques).

### Valeurs limites d'exposition professionnelle (Françaises)

- Circulaire du ministère du Travail du 19 juillet 1982 (non parue au JO).

### Maladies à caractère professionnel

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

### Travaux interdits

- Jeunes travailleurs de moins de 18 ans : article D. 4153-17 du Code du travail. Des dérogations sont possibles sous conditions : articles R. 4153-38 à R. 4153-49 du Code du travail.

### Entreprises extérieures

- Article R. 4512-7 du Code du travail et arrêté du 19 mars 1993 (JO du 27 mars 1993) fixant la liste des travaux dangereux pour lesquels il est établi par écrit un plan de prévention.

### Classification et étiquetage

a) **substances** boranes :

Le règlement CLP (règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 (JOUE L 353 du 31 décembre 2008)) introduit dans l'Union européenne le système général harmonisé de classification et d'étiquetage ou SGH. Les boranes faisant l'objet de cette fiche toxicologique ne sont pas inscrits à l'annexe VI du règlement CLP et ne possèdent donc pas d'étiquetage officiel harmonisé au niveau de l'Union européenne.

Cependant, certains fournisseurs proposent les autoclassifications suivantes pour :

- Diborane :
  - Gaz inflammable, catégorie 1 ; H220
  - Gaz sous pression - Gaz comprimés - Gaz liquéfiés ; H280
  - Toxicité aiguë (par inhalation), catégorie 1 ; H330
- Décaborane :
  - Matière solide inflammable, catégorie 1 ; H228
  - Toxicité aiguë (par voie orale), catégorie 3 ; H301
  - Toxicité aiguë (par voie cutanée), catégorie 3 ; H311
  - Irritation cutanée, catégorie 2 ; H315
  - Lésions oculaires graves/irritation oculaire, catégorie 1 ; H319
  - Toxicité aiguë (par inhalation), catégorie 1 ; H330
  - Toxicité spécifique pour certains organes cibles - Exposition unique, catégorie 3 : Irritation des voies respiratoires ; H335

Pour plus d'informations, se reporter au site de l'ECHA ( <http://echa.europa.eu/web/guest/information-on-chemicals/cl-inventory-database> <sup>1</sup>)

<sup>1</sup><http://echa.europa.eu/web/guest/information-on-chemicals/cl-inventory-database>

b) **mélanges** (préparations) contenant un des trois boranes précités :

- Règlement (CE) n° 1272/2008 modifié

Les lots de mélanges classés, étiquetés et emballés selon la directive 1999/45/CE peuvent continuer à circuler sur le marché jusqu'au 1er juin 2017 sans réétiquetage ni réemballage conforme au CLP.

## Protection de la population

Article L. 1342-2, articles R. 5132-43 à R. 5132-73 et articles R. 1342-1 à 1342-12 du Code de la santé publique :

- détention dans des conditions déterminées (art. R 5132-66) ;
- étiquetage (cf. § Classif. & étiquetage) ;
- cession réglementée (art. R 5132-58 et 5132-59).

## Protection de l'environnement

Installations classées pour la protection de l'environnement : les installations ayant des activités, ou utilisant des substances, présentant un risque pour l'environnement peuvent être soumises au régime ICPE.

Pour consulter des informations thématiques sur les installations classées, veuillez consulter le site ( <https://aida.ineris.fr/>) ou le ministère chargé de l'environnement et ses services (DREAL (Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du logement) ou les CCI (Chambres de Commerce et d'Industrie)).

## Transport

Se reporter entre autre à l'Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (dit " Accord ADR ") en vigueur ( [www.unece.org/fr/trans/danger/publi/adr/adr\\_f.html](http://www.unece.org/fr/trans/danger/publi/adr/adr_f.html)). Pour plus d'information, consulter les services du ministère chargé du transport.

## Recommandations

En raison de la toxicité des boranes pour la santé, des mesures rigoureuses de prévention s'imposent lors de leur utilisation.

## Au point de vue technique

### Stockage

- Stocker les boranes dans des locaux spéciaux, bien ventilés, construits en matériaux non combustibles.
- Le matériel électrique sera conforme à la réglementation en vigueur, notamment par rapport au risque d'exposition aux atmosphères potentiellement explosives.
- Prendre des mesures contre les décharges électrostatiques.
- Les récipients seront tenus éloignés de toute source d'ignition ou de chaleur, à l'abri des rayons solaires et à l'écart des substances inflammables ou oxydantes.
- Afin de prévenir la décomposition du diborane, il est conseillé d'entreposer les bouteilles dans une chambre froide à -20 °C. L'atmosphère de la chambre sera surveillée avec un détecteur très sensible au diborane. Sinon, le port d'un appareil de protection respiratoire isolant sera nécessaire.
- Le pentaborane et le décaborane seront stockés dans un endroit frais et sec. Le pentaborane devra être conservé sous atmosphère sèche d'azote.

### Manipulation

Les prescriptions relatives aux locaux de stockage sont applicables aux locaux où l'on manipule les boranes. En outre :

- Le personnel sera instruit des risques présentés par les produits, des précautions à respecter et des mesures à prendre en cas d'accident.
- Les boranes seront utilisés en système clos et étanche. Une purge des circuits par un gaz inerte sera effectuée avant et après chaque utilisation.
- Pour la manipulation, l'utilisation et la réparation éventuelle des récipients contenant ou ayant contenu des boranes, on devra se conformer strictement aux indications données par le fournisseur.

- Les bouteilles de diborane en cours d'utilisation, les détenteurs et les mélangeurs seront placés de préférence à l'extérieur. Sinon, les placer dans des enceintes fermées, maintenues en dépression par ventilation forcée ou maintenues sous atmosphère inerte. Les tuyauteries de distribution seront entourées d'une gaine parcourue par un courant d'azote si la pression ou la teneur du gaz y est élevée.
- Les bouteilles de diborane ne seront jamais vidées complètement.
- On procédera à de fréquents contrôles de l'atmosphère des locaux de travail. Ne pas se fier à la sensation olfactive.
- Des appareils de protection respiratoire isolants seront mis à la disposition du personnel pour certains travaux de courte durée (notamment branchement ou débranchement des bouteilles) ou pour les interventions d'urgence. Des vêtements de protection, des gants et des lunettes de sécurité seront également prévus.
- Il sera interdit de manger, boire et fumer dans les locaux de travail.
- Le lavage des vêtements, du matériel et des sols contaminés peut être effectué à l'aide d'une solution aqueuse d'ammoniaque à 3 % (l'ammoniaque forme avec les boranes des composés solubles dans l'eau ; les eaux de lavage ne seront rejetées qu'après traitement).
- En cas de fuite ou de déversement accidentel, seul le personnel formé à cet effet, muni d'un équipement de protection adapté, sera autorisé à rester dans la zone polluée. Éliminer toutes les sources d'ignition. Récupérer les produits à l'état liquide ou solide.
- Les déchets de boranes pourront être détruits par combustion dans un incinérateur muni d'un épurateur.

## Au point de vue médical

- À l'embauchage, rechercher une atteinte chronique cutanée, respiratoire et neurologique.
- Par la suite, surveiller les mêmes paramètres ainsi que les fonctions hépatiques et rénales. Un dosage des borates dans les urines peut donner une idée de l'importance de l'exposition. Le taux de borates ne devrait pas dépasser 20 mg/L.
- Lors d'accidents aigus, demander dans tous les cas l'avis d'un médecin, du centre antipoison régional ou de services de secours médicalisés d'urgence.
- En cas de projection oculaire, laver immédiatement à l'eau pendant 10 à 15 minutes en écartant bien les paupières. Quel que soit l'état initial, adresser systématiquement le sujet chez un ophtalmologiste, en prévenant celui-ci du risque encouru.
- En cas de contact cutané, laver immédiatement et abondamment à l'eau pendant 15 minutes, en retirant, s'il y a lieu, les vêtements souillés ; ceux-ci ne seront pas réutilisés avant d'être décontaminés. Lorsque la zone contaminée est étendue et/ou s'il apparaît des lésions cutanées à type de brûlure, il est nécessaire de consulter un médecin ou de faire transférer en milieu hospitalier.
- En cas d'inhalation massive, retirer le sujet de la zone polluée (après avoir pris les précautions nécessaires pour les intervenants) et le faire transférer en milieu hospitalier. Pratiquer, s'il y a lieu, des manœuvres de réanimation. Une surveillance médicale prolongée peut s'avérer nécessaire.
- En cas d'ingestion accidentelle, ne pas faire boire et ne pas tenter de provoquer des vomissements ; faire transférer rapidement en milieu hospitalier, si possible par une ambulance médicalisée.

## Bibliographie

- 1 | The Merck index. An encyclopedia of chemicals, drugs and biological. 14<sup>th</sup> ed. Whitehouse Station : Merck and Co, 2006.
- 2 | Diborane. Fiche de données de sécurité. Air liquide France Industries, 2013.
- 3 | Falcy M, Malard S - Comparaison des seuils olfactifs de substances chimiques avec des indicateurs de sécurité utilisés en milieu professionnel. ND 221. HST, INRS, 2005.
- 4 | Boranes. In : Société chimique de France ( [http://www.societechimiquedefrance<sup>2</sup>](http://www.societechimiquedefrance2) ).
- 5 | Diborane. International Chemical Safety Card n° 0432. Programme IPCS- ILO, 2006.
- 6 | Diborane. In : Répertoire toxicologique. CSST ( <https://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/Pages/repertoire-toxicologique.aspx> ).
- 7 | Diborane. In : HSB. NLM, 2006 ( [https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov<sup>3</sup>](https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov3) ).
- 8 | Pentaborane. International Chemical Safety Card n° 0819. Programme IPCS-ILO, 1998.
- 9 | Decaborane. International Chemical Safety Card n° 0712. Programme IPCS- ILO, 1997.
- 10 | Pentaborane. In : Répertoire toxicologique. CSST ( <https://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/Pages/repertoire-toxicologique.aspx> ).
- 11 | Decaborane. In : Répertoire toxicologique. CSST ( <https://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/Pages/repertoire-toxicologique.aspx> ).
- 12 | Decaborane. In : HSB. NLM, 2006 ( [https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov<sup>3</sup>](https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov3) ).
- 13 | Documentation for the threshold limit values and biological exposure indices. Cincinnati : ACGIH ; 2011 : CD-ROM.
- 14 | Uemura T, Omae K, Nakashima H, et al. - Acute and subacute inhalation toxicity of diborane in male ICR mice. *Arch Toxicol*. 1995 ; 69 : 397-404.
- 15 | Nomiya T - Inhalation toxicity of diborane in rats assessed by bronchoalveolar lavage examination. *Arch Toxicol*. 1995 ; 70 : 43-50.
- 16 | Pentaborane. In : HSB. NLM, 2006 ( [https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov<sup>3</sup>](https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov3) ).
- 17 | Nomiya T, Omae K, Uemura T, et al. - No-observed level of diborane on the respiratory organs of male mice in acute and subacute inhalation experiments. *J Occup Health*. 1995 ; 37 : 157-160.
- 18 | Nomiya T, Omae K, Ishizuka C, et al. - Evaluation of the subacute pulmonary and testicular inhalation toxicity of diborane in rats. *Toxicol Appl Pharmacol*. 1996 ; 138 : 77-83.
- 19 | Falcy M - Bore et composés. In : Encyclopédie médico-chirurgicale, EMC, Pathologie professionnelle et de l'environnement. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson, 2012.
- 20 | Reynolds HH et Back KC - Effect of decaborane injection on operant behavior of monkeys. *Toxicol Appl Pharmacol*. 1966 ; 8 : 197-209.
- 21 | Diborane. National Toxicology Program. Study n° 911372 - Genetic Toxicology/Bacterial mutagenicity test. NTP, 1980 ( [http://tools.niehs.nih.gov/ntp\\_tox/index.cfm<sup>4</sup>](http://tools.niehs.nih.gov/ntp_tox/index.cfm4) ).
- 22 | Hart R, Silverman J, Garretson L, et al. - Neuropsychological function following mild exposure to pentaborane. *Am J Ind Med*. 1984 ; 6(1) : 37-44.

23 | Yarbrough BE, Garrettson LM, Zolet DI, et al. - Severe central nervous system damage and profound acidosis in persons exposed to pentaborane. *J Toxicol Clin Toxicol.* 1985-1986 ; 23(7 et 8) : 519-536.

24 | Aide mémoire technique « Les valeurs limites d'exposition professionnelles aux agents chimiques ». ED n° 984. INRS ( [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr) ).

25 | Diborane, décaborane, pentaborane. In : Guide to Occupational Exposure Values. ACGIH, 2012.

26 | Boranes. In : BIOTOX. Guide biotoxicologique pour les médecins du travail. Inventaire des dosages biologiques disponibles pour la surveillance des sujets exposés à des produits chimiques. INRS, mise à jour 2014 ([www.inrs.fr/biotox](http://www.inrs.fr/biotox)).

27 | Diborane. Method 6006. In : NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), 4<sup>th</sup> edition, NIOSH, 1994 ( [www.cdc.gov/niosh/nmam](http://www.cdc.gov/niosh/nmam) ).

28 | Metal and metalloid particulates in workplace atmospheres (ICP Analysis). Method ID-125G. In : Sampling and Analytical Methods. OSHA, 2002 ( [www.osha.gov/dts/sltc/methods/index.html](http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/index.html) ).

<sup>2</sup> <http://www.societechimiquede-france/>

<sup>3</sup> <https://toxnet.nlm.nih.gov/>

<sup>4</sup> [http://tools.niehs.nih.gov/%20ntp\\_tox/index.cfm](http://tools.niehs.nih.gov/%20ntp_tox/index.cfm)

## Auteurs

M. Falcy, D. Jargot, B. La Rocca, F. Pillière, S. Robert, A. Simonnard.

## Historique des révisions

HISTORIQUE DES RÉVISIONS DE LA FICHE TOXICOLOGIQUE	
1 <sup>re</sup> édition	1987
2 <sup>e</sup> édition (mise à jour complète)	2014