

Bromotrifluorométhane

Fiche toxicologique n°163

Généralités

Le bromotrifluorométhane (halon 1301) est une des substances visées par le protocole de Montréal et par le règlement (CE) n° 2037/2000 du Parlement européen et du Conseil du 29 juin 2000 relatifs à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone. La fabrication, la mise sur le marché et l'utilisation du bromotrifluorométhane sont interdites, sauf dérogations strictement réglementées. Les systèmes de protection contre l'incendie et les extincteurs contenant des halons (sauf ceux pour utilisations critiques) ont été mis hors service en 2003.

Edition _____ 2005

Formule :

CBrF_3

Substance(s)

Formule Chimique	Détails
CBrF_3	Nom Bromotrifluorométhane
	Numéro CAS 75-63-8
	Numéro CE 200-887-6
	Synonymes Trifluorobromométhane, F13B1, FC13B1, R13B1, Halon 1301

Etiquette

Bromotrifluorométhane

-

■ Cette substance doit être étiquetée conformément au règlement (CE) n° 1272/2008 dit "règlement CLP".

200-887-6

Caractéristiques

Utilisations

[1 à 4]

Principales utilisations du bromotrifluorométhane avant l'interdiction d'emploi :

- Agent extincteur d'incendie, particulièrement dans les systèmes de noyage total (concentration atmosphérique requise : 5 à 7 % ; le produit agit par inhibition des réactions en chaîne de la combustion).
- Réfrigérant pour installations frigorifiques basses températures.

Propriétés physiques

[1 à 7]

Dans les conditions normales, le bromotrifluorométhane est un gaz incolore, d'odeur légèrement étherée, plus lourd que l'air et non conducteur de l'électricité. Il est très peu soluble dans l'eau (0,03 % en poids à 25 °C) mais se dissout dans de nombreux solvants organiques : hydrocarbures, solvants chlorés, alcools, cétones, esters...

Nom Substance	Détails
Bromotrifluorométhane	N° CAS 75-63-8
	Etat Physique Gazeux
	Masse molaire 148,91

Point de fusion	-168 °C
Point d'ébullition	-57,8 °C
Densité	1,538
Densité gaz / vapeur	5,3
Pression de vapeur	457 kPa à -20 °C 1434 kPa à 20°C 2283 kPa à 40 °C
Point critique	67 °C à 3960 kPa

Constante diélectrique du Bromotrifluorométhane (air = 1) : 1,83

Propriétés chimiques

[1 à 7]

Comme la plupart des fluoroalcanes, le bromotrifluorométhane est doué d'une grande inertie chimique et d'une grande stabilité.

À température ordinaire, il ne s'hydrolyse que très lentement au contact de l'eau ; certains catalyseurs peuvent accélérer légèrement cette hydrolyse (métaux, oxydes métalliques...).

Dans les conditions normales, le produit n'est pas corrosif pour les métaux usuels : acier, fonte, cuivre, laiton, étain, plomb, aluminium ; à haute température, surtout en présence d'eau, la formation de produits acides par hydrolyse ou décomposition catalytique peut entraîner une attaque des surfaces métalliques.

Les métaux alcalins et alcalino-terreux - sodium, potassium, baryum -, sous leur forme métallique libre, peuvent réagir vivement avec le produit ; il en est de même pour l'aluminium fondu ou à l'état divisé. Comme pour la plupart des hydrocarbures halogénés, il faut également tenir compte du risque de réactions dangereuses avec le magnésium et le zinc.

En tube de quartz, le bromotrifluorométhane est stable jusqu'à 480 °C. La décomposition thermique du gaz, par exemple au contact d'une flamme ou de surfaces métalliques portées au rouge, donne naissance à des produits irritants ou toxiques (notamment du brome, du bromure et du fluorure d'hydrogène et de très petites quantités de dibromure et difluorure de carbonyle). Des essais d'extinction d'incendie, réalisés en laboratoire ou en station d'essais, ont montré que, parmi les gaz toxiques ainsi libérés, les concentrations les plus élevées sont celles des halogénures d'hydrogène. Si le feu est éteint rapidement, ces concentrations peuvent rester de l'ordre de 50 ppm. Pour un feu étendu, à haute température (500-1000 °C), dont le temps d'extinction serait supérieur à une dizaine de secondes, des quantités dangereuses de gaz toxiques peuvent être produites.

0.0.1. Récipients de stockage

Le bromotrifluorométhane est généralement stocké à l'état liquide dans des récipients en acier sous sa propre pression de vapeur saturante ou surpressé à l'azote dans les installations de protection contre l'incendie.

Les aciers - doux et inoxydables -, l'aluminium et le cuivre ont un comportement satisfaisant dans les conditions normales d'emploi. Les alliages contenant plus de 2 % de magnésium sont à éviter.

Le comportement des matières plastiques est variable ; il est prudent de procéder à des essais de résistance préalablement à leur utilisation.

L'emploi de caoutchouc naturel dans les garnitures de récipients est à déconseiller.

VLEP et mesurages

Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle

Des valeurs limites indicatives d'exposition professionnelle (VLEP) dans l'air des lieux de travail ont été établies pour le bromotrifluorométhane.

Substance	Pays	VLEP 8h (ppm)	VLEP 8h (mg/m³)
Bromotrifluorométhane	France	1000	6100
Bromotrifluorométhane	Etats-Unis (ACGIH)	1000	-
Bromotrifluorométhane	Allemagne (Valeur MAK)	1000	6200

Méthodes d'évaluation de l'exposition professionnelle

[8]

- Prélèvement par pompage de l'atmosphère sur tubes de charbon actif en série ou de gros volume, débit d'échantillonnage de 10 à 50 ml/min. Désorption par le dichlorométhane. Dosage par chromatographie en phase gazeuse, détection ionisation de flamme.

Incendie - Explosion

[5 à 7]

Dans les conditions normales d'utilisation, le bromotrifluorométhane peut être considéré comme ininflammable et inexplorable.

En cas d'incendie où le produit peut se trouver présent en grande quantité et en raison de la toxicité des gaz émis lors de sa décomposition thermique, les intervenants seront équipés d'appareils de protection respiratoire autonomes isolants. Les récipients exposés au feu seront refroidis à l'eau.

Pathologie - Toxicologie

Toxicocinétique - Métabolisme

[11, 16]

Peu de données ont été publiées sur la toxicocinétique et le métabolisme du bromotrifluorométhane. Il est vraisemblable toutefois, que, comme pour les autres fluoroalcanes, le produit soit éliminé très rapidement sous forme inchangée dans l'air expiré, aucune métabolisation n'intervenant pratiquement dans l'organisme.

Chez l'animal

Chez le chien exposé à une atmosphère contenant du bromotrifluorométhane, le produit passe très rapidement dans le sang où sa concentration atteint son plateau après 5 minutes. À l'équilibre, la concentration sanguine, sensiblement plus forte dans le sang artériel que dans le sang veineux, est directement proportionnelle à la concentration atmosphérique (pour une concentration de 10 % : 40 µg/ml dans le sang artériel, 30 µg/ml dans le sang veineux). Le produit est également détecté très vite dans le cerveau et, à plus faible concentration, dans le muscle cardiaque.

Toxicité expérimentale

[9 à 16]

Toxicité aiguë

Le bromotrifluorométhane a une toxicité aiguë faible. Les études réalisées, essentiellement par inhalation, chez de nombreuses espèces animales ont montré que son action s'exerce essentiellement sur les systèmes nerveux central et cardiovasculaire et qu'il faut atteindre des concentrations très élevées pour que se manifestent ces effets. Un effet irritant pour l'œil est rapporté.

Les études réalisées, essentiellement par inhalation, chez de nombreuses espèces animales (souris, rats, cobayes, lapins, chiens et singes) ont montré que son action s'exerce essentiellement sur les systèmes nerveux central et cardiovasculaire et qu'il faut atteindre des concentrations très élevées pour que se manifestent ces effets. Le bromotrifluorométhane est sensiblement moins nocif que le trichlorofluorométhane, le rapport des concentrations équivalentes variant de 4 à 15 selon les effets considérés et les espèces étudiées ; il est aussi un peu moins nocif que le bromochlorodifluorométhane.

Pour une exposition de 15 minutes, la CL50 est voisine de 83 % chez le rat, de 88 % chez le cobaye. La résistance des souris et des lapins semble être du même ordre (pas de mort après 2 heures à 80 %) ; les chiens et les singes seraient plus sensibles.

L'autopsie des animaux ayant survécu à ces fortes expositions montre des zones d'œdème et de nécrose pulmonaires et des anomalies cellulaires au niveau du foie, de la rate et des reins.

Les animaux exposés à de fortes concentrations de bromotrifluorométhane manifestent des signes d'agitation, présentent des tremblements, une respiration saccadée et ralentie, puis s'endorment dans un état comateux avec disparition progressive des réflexes. Les symptômes régressent rapidement lorsque les animaux sont retirés de l'atmosphère toxique. Chez le rat, l'agitation et les tremblements apparaissent après 2 minutes dans une atmosphère à 20 % de produit, une salivation intense après 15 minutes à 30 %, des convulsions après 12 minutes à 50 % ou 3 à 4 minutes à 80 %. Chez le chien et le singe, les premiers signes neurologiques apparaissent à 10 % ; chez le singe entraîné à réaliser une tâche, une exposition à 20-25 % entraîne une détérioration des performances.

Les effets cardiovasculaires du bromotrifluorométhane se traduisent par un abaissement de la contractilité du myocarde, une hypotension artérielle, mais surtout par une sensibilisation du cœur aux effets de l'asphyxie (bradycardie sinusale, bloc auriculo-ventriculaire et dépression de l'onde T) et à l'action arythmogène de l'adrénaline (tachycardie et fibrillation ventriculaire). Chez le chien, l'hypotension et des troubles du rythme apparaissent après 1 à 2 minutes d'exposition à 20 %, une fibrillation ventriculaire pouvant se développer après 1 à 3 minutes à 40 %. Chez les animaux exposés 5 minutes à une atmosphère contenant 7,5 % (chien) ou 10 % (rat) de produit, une injection de 5 à 8 µg/kg d'adrénaline déclenche une arythmie cardiaque. La sensibilisation est fugace puisque, 10 minutes après la fin de l'exposition, l'injection d'adrénaline est sans effet.

On note d'autre part, chez quelques rats, une congestion de la muqueuse nasale avec épistaxis après 2 heures à 20 %.

On observe, pour toutes les espèces, une irritation des yeux après 2 heures d'exposition à une concentration égale ou supérieure à 10 %. Dans le cas des singes, cette irritation persiste 24 heures après la fin de l'exposition.

Toxicité subchronique, chronique

Aucune atteinte n'a été observée hormis une congestion diffuse du tractus respiratoire.

L'exposition 2 heures/jour, pendant 15 jours consécutifs, à une atmosphère contenant 50 % de bromotrifluorométhane ne fait apparaître de modification ni du comportement, ni de la croissance pondérale, ni de la capacité de gestation, chez la souris, le rat ou le cobaye. Aucune atteinte particulière clinique, biologique ou histologique n'a été mise en évidence chez des rats et des chiens exposés 6 heures/jour, 5 jours/semaine, pendant 18 semaines, à une concentration de 2,3 % (la seule anomalie observée concerne une congestion diffuse du tractus respiratoire).

Effets ototoxiques

Effets génotoxiques

Les tests réalisés sont négatifs.

Le bromotrifluorométhane n'est pas mutagène pour *Salmonella typhimurium* à la concentration de 40 %, qu'il y ait ou non activation métabolique.

Effets cancérogènes

Aucune donnée n'est disponible pour les effets cancérogènes.

Son pouvoir cancérogène n'a fait l'objet d'aucune étude publiée.

Effets sur la reproduction

Les données disponibles ne rapportent pas d'effet embryotoxique ou tératogène.

On n'a observé ni embryotoxicité ni effet tératogène dans les portées de rates exposées pendant leur gestation à une concentration de 5 % du produit.

Toxicité sur l'Homme

Lors d'une exposition aiguë par inhalation, des troubles neuropsychiques et irritatifs sont observés, s'aggravant avec la concentration. Des anomalies cardiovasculaires (troubles du rythme cardiaque) ont été rapportées pour des concentrations plus importantes. Aucune donnée n'est disponible sur les effets chroniques, génotoxiques, cancérogènes ou sur la reproduction.

[9, 11, 16]

Toxicité aiguë

En raison de son utilisation comme agent extincteur, le bromotrifluorométhane a fait l'objet de nombreuses études chez des volontaires, mais toujours avec des durées d'exposition courtes (20 à 30 minutes au maximum).

Les premiers effets apparaissent pour des concentrations atmosphériques comprises entre 4 et 7 %. Il s'agit alors de troubles neuropsychiques et irritatifs : euphorie, vertiges, troubles de la mémoire, légère gêne respiratoire, légère irritation du nez et des yeux ; certains auteurs signalent aussi une légère augmentation des temps de réaction. Cependant, même avec une exposition de 30 minutes à 7 %, les effets restent supportables ; ils sont insuffisants pour empêcher les sujets d'accomplir des tâches mécaniques simples, de suivre des instructions ou de sortir, s'ils le veulent, de la zone d'exposition.

Vers 10 %, les sujets présentent lipothymie, paresthésie, difficultés de coordination, et leurs performances dans des tests de psychomotricité se détériorent. À 15 % apparaît très vite (1 à 2 minutes) une sensation de perte de conscience prochaine.

Des anomalies du tracé électrocardiographique mineures (aplatissement de l'onde T) et rapidement réversibles ont été notées à des concentrations de 8 %. Un cas de trouble du rythme cardiaque a été constaté chez un sujet exposé à 12,8 % pendant 5 minutes. Des dissociations auriculoventriculaires et des contractions ventriculaires prématurées ont été mises en évidence à la concentration de 15 %.

Localement, la projection du gaz liquéfié peut provoquer sur la peau des gelures limitées, sur l'œil une irritation conjonctivale et un larmolement.

Toxicité chronique

Aucune étude n'a été publiée qui permette de retenir l'hypothèse d'un risque, pour l'homme, d'intoxication chronique, de cancérogénèse ou d'effet sur la reproduction.

Cohérence des réponses biologiques chez l'homme et l'animal

Réglementation

Rappel : La réglementation citée est celle en vigueur à la date d'édition de cette fiche : 2005

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.

Valeurs limites d'exposition professionnelle (Françaises)

- Circulaire du 13 mai 1987 modifiant la circulaire du ministère du Travail du 19 juillet 1982 (non parues 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.

Classification et étiquetage

a) **Substance** bromotrifluorométhane :

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. Le bromotrifluorométhane n'est pas inscrit à l'annexe VI du règlement CLP et ne possède pas d'étiquetages officiels harmonisés au niveau de l'Union européenne.

Cependant, la majorité des industriels classent la substance bromotrifluorométhane :

- Gaz sous pression ; H280

- Dangereux pour la couche d'ozone ; H420

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

- Arrêté du 9 novembre 2004 (JO du 18 novembre 2004) modifiant l'arrêté du 20 avril 1994, annexe VI qui prévoit la classification partielle suivante pour les « halons » du règlement européen n° 2037/2000 :

- Dangereux pour l'environnement, R 59.

b) **mélanges** contenant du bromotrifluorométhane :

- Règlement (CE) n° 1272/2008 modifié.

Se reporter aux règlements modifiés (CE) 1907/2006 (REACH) et (CE) 1272/2008 (CLP). Pour plus d'information, consulter les services du ministère chargé de la santé.

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 (<https://unece.org/fr/about-adr>). Pour plus d'information, consulter les services du ministère chargé du transport.

Recommandations

Le bromotrifluorométhane n'est pas considéré comme un produit très dangereux. Toutefois, en raison de sa volatilité et de la toxicité des produits libérés par sa décomposition thermique, certaines mesures de prévention s'imposent lors de son stockage et de son utilisation.

Au point de vue technique

Stockage

- Stocker le bromotrifluorométhane dans des locaux frais, bien ventilés, à l'abri de l'humidité et loin de toute source de chaleur.
- Conserver le produit dans des récipients éprouvés périodiquement qui seront fermés et étiquetés soigneusement. S'assurer que chaque robinet est bien muni de son capot protecteur.
- Pour éviter un échauffement en cas d'incendie, prévoir soit un dispositif de refroidissement par ruissellement d'eau, soit un système de manutention rapide des récipients.
- À l'intérieur du dépôt, proscrire le remplissage ou la vidange des récipients ainsi que leur réparation.
- Prévoir des appareils de protection respiratoire isolants autonomes pour des interventions d'urgence.

Manipulation

- Instruire le personnel appelé à manipuler du bromotrifluorométhane des risques présentés par le produit et des mesures de sécurité à respecter.
- Prévoir une aspiration des vapeurs aux postes de travail et une ventilation convenable des locaux en tenant compte de la densité du gaz et des mouvements relatifs de l'atmosphère.
- Mettre à la disposition du personnel des lunettes de protection et des gants.
- Pour la manutention et l'utilisation de récipients contenant du bromotrifluorométhane, se conformer aux indications données par le fabricant, en particulier :
 - ne pas les soumettre à une manipulation brutale ou à des chocs,
 - ne pas les chauffer directement par une flamme nue, mais au moyen d'un bain-marie,
 - retourner rapidement les emballages vides à l'usine d'origine.
- Avant d'utiliser un appareil faisant intervenir le produit, s'assurer que les raccords sont étanches et les conduites en état de fonctionnement ; les fuites de produit pourront être localisées au moyen d'eau contenant un tensio-actif ou mieux d'appareils détecteurs de fuites.
- En cas de fuite importante, évacuer le personnel et ventiler la zone polluée.
- Ne pas pénétrer dans un réservoir, une cuve ou tout autre endroit susceptible de contenir du bromotrifluorométhane sans prendre les précautions d'usage [17].
- Lors de l'utilisation du bromotrifluorométhane en installations fixes de protection contre l'incendie, respecter les textes réglementaires, normes et recommandations d'emploi [18 à 23]. En particulier, évacuer les locaux occupés avant d'émettre le produit si sa concentration doit y dépasser 7 % :
 - en 1 minute si la concentration doit être inférieure à 10 %,
 - en 30 secondes si la concentration doit être supérieure à 10 %.
- Lors de l'utilisation du produit en extincteur mobile, veiller à ne pas exposer les personnes aux produits de pyrolyse.
- Après extinction, ventiler impérativement les locaux ; les intervenants qui pénétreront dans les locaux avant la fin de la ventilation seront munis d'un appareil respiratoire isolant autonome.

Au point de vue médical

- À l'embauchage, il est souhaitable de s'assurer de l'absence d'affection cardiaque ou respiratoire chronique, surtout si l'exposition peut accidentellement être importante.
- En cas de projection oculaire, laver immédiatement à grande eau. S'il persiste une douleur ou une hyperhémie conjonctivale, consulter un ophtalmologiste.

- En cas d'inhalation massive, retirer la victime de la zone polluée, prévenir un médecin et débiter une réanimation symptomatique, si cela s'avère nécessaire. Une surveillance neurologique et cardiovasculaire peut être utile dans les heures qui suivent l'accident. En cas de collapsus, on s'abstiendra d'utiliser des médicaments adrénergiques.

Bibliographie

- 1 | Forane - Notice technique et Forane 13 B 1 et Pyroforane 1301 - Fiches de données de sécurité. Paris, Atochem, 1987.
- 2 | Fréon - Notice technique et Fréon 13 B 1 - Fiche de données de sécurité. Du Pont de Nemours (France), 1987.
- 3 | L'air Liquide - Encyclopédie des gaz. Amsterdam, Elsevier, 1976, pp. 172-176.
- 4 | Matheson gas data book - 6^e éd. Seccaucus (New Jersey), Matheson gas products, 1980, pp. 70-78.
- 5 | GROS P. - Les agents extincteurs gazeux - Étude comparative des halons 1211 et 1301 et du CO₂ : propriétés, toxicité, emploi. Cahiers de notes documentaires, 1983,113, ND 1453.
- 6 | Fire protection handbook, 15^e éd. Quincy (Massachusetts), National Fire Protection Association, 1981, pp. 18-11 à 18-22.
- 7 | KÜHN R., BIRETT K. - Merkblätter Gefährliche Arbeitsstoffe. Landsberg/Lech, Verlag Moderne Industrie, 1981. Blatt Nr B 65.
- 8 | NIOSH - Manual of analytical methods. Method 1017, 15 août 1994. Consultable sur le site www.cdc.gov/niosh/nmam.
- 9 | Documentation of the threshold limit values and biological exposure indices, 5^e éd. Cincinnati, American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1986 p. 605.
- 10 | Registry of toxic effects of chemical substances, supplément 1983-1984 à l'édition 1981-1982, vol. 2. Cincinnati, DHHS (NIOSH), 1985,1167.
- 11 | Halon Pyroforane 1301 - Données toxicologiques. Paris, Produits chimiques Ugine Kuhlman, 1977.
- 12 | PAULET G. - Étude toxicologique et physico-pathologique du monobromotrifluorométhane. *Arch. Mal. Prof.*, 1962,23, pp. 341-348.
- 13 | VAN STEE E.W., BACK K.C. - Short-term inhalation exposure to bromotrifluoromethane. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 1969,15, pp. 164-174.
- 14 | VAN STEE E.W. et coll. - Alteration of the electroencephalogram during bromotrifluoromethane exposure. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 1970, 16, pp. 779-785.
- 15 | REINHARDT C.F., REINKE R.E. - Toxicology of halogenated fire extinguishing agents. In : An appraisal of halogenated fire extinguishing agents. Washington, National Academy of Sciences, 1972 pp. 67-78.
- 16 | MULLIN L.S. et coll. - Cardiac arrhythmias and blood levels associated with inhalation of Halon 1301. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, 1979, 7, pp. 653-658.
- 17 | Cuves et réservoirs - Recommandation CNAM R 276. INRS.
- 18 | NF S 61-900 - Extincteurs d'incendie portatifs. Caractéristiques, essais. Paris-La Défense, AFNOR, 1984.
- 19 | NF S 60-202 - Agents extincteurs contre l'incendie. Hydrocarbures halogénés - Spécifications. Paris-La Défense, AFNOR, 1982.
- 20 | Norme S 62-101 - Protection contre l'incendie. Système d'extinction par protection d'ambiance (noyage total) au halon 1301 - Règles d'installation. Paris-La Défense, AFNOR, 1983.
- 21 | EPA Interim Report- The use and emissions of chlorofluorocarbons in fire extinguishing applications - Rand Corp. Contract 68-01-3882,1979,41 p.
- 22 | Standard on Halon 1301 fire extinguishing systems - NFPA 12 A. Boston Fire Protection Association, 1985,52 p.
- 23 | Gaseous fire extinguishing systems : precautions for toxic and asphyxiating hazards - Guidance Note GS 16. Londres, *Health and Safety Executive*, 1984,4 p.