

## Hexafluorure de soufre

Fiche toxicologique n°102 - Edition Octobre 2019

### Généralités

#### Formule :

SF<sub>6</sub>

#### Substance(s)

Formule Chimique	Détails	
SF <sub>6</sub>	Nom	<b>Hexafluorure de soufre</b>
	Numéro CAS	<b>2551-62-4</b>
	Numéro CE	<b>219-854-2</b>

#### Etiquette

Hexafluorure de soufre

-

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

219-854-2

### Caractéristiques

#### Utilisations

[3 à 6]

L'hexafluorure de soufre est essentiellement utilisé comme :

- Isolant électrique ou diélectrique dans les transformateurs, condensateurs, interrupteurs et disjoncteurs haute tension,
- Gaz traceur pour l'étude et l'évaluation des systèmes de ventilation,
- Gaz détecteur de fuites.

Il est également utilisé pour la fabrication de semi-conducteurs (gravure plasma) ainsi qu'en milieu médical (fabrication d'agent de contraste pour échographie et imagerie par résonance magnétique).

Son utilisation comme gaz de couverture dans l'industrie du magnésium (prévenir l'oxydation du magnésium en fusion), comme isolant en double vitrage, agent gonflant de pneumatiques automobiles, balles de tennis, semelle de chaussures de sport est interdite depuis plusieurs années.

En effet, l'hexafluorure de soufre est un gaz à effet de serre ; son pouvoir de réchauffement est environ 24 000 fois supérieur à celui du dioxyde de carbone et son temps de séjour dans l'atmosphère est de 3200 ans. Son usage est réglementé par le règlement (UE) N° 517/2014 du parlement européen et du conseil du 16 avril 2014 relatif aux gaz à effet de serre fluorés (*JOUE* du 20 mai 2014) ; il conviendra de se référer à ce règlement avant toute mise en oeuvre de cette substance.

#### Propriétés physiques

[1 à 8]

L'hexafluorure de soufre est un gaz incolore, inodore, plus lourd que l'air, pratiquement insoluble dans l'eau, légèrement soluble dans l'éthanol.

Nom Substance	Détails	
Hexafluorure de soufre	N° CAS	<b>2551-62-4</b>
	Etat Physique	<b>Gazeux</b>
	Masse molaire	<b>146,07</b>
	Point de fusion	<b>Sublimation : -63,8 °C</b>
	Densité gaz / vapeur	<b>5 (air = 1)</b>

Pression de vapeur	<b>2308 kPa à 21,1 °C</b>
Point critique	<b>Température : 45,54 °C Pression : 3759 kPa</b>

A 25 °C et 101,3 kPa, 1 ppm = 5,97 mg/m<sup>3</sup>

## Propriétés chimiques

[1 à 8]

L'hexafluorure de soufre présente une stabilité thermique et chimique remarquable. Il ne se décompose qu'à température très élevée (supérieure à 800 °C) ou sous l'action de fortes décharges électriques (arc électrique), avec formation de produits nocifs (mono-, di-, tétra-, décafluorure de soufre) s'hydrolysant facilement au contact de l'eau en fluorure de thionyle et fluorure d'hydrogène présentant des effets toxiques pour la santé.

L'hexafluorure de soufre peut réagir violemment avec le disilane, la réaction pouvant devenir explosive.

A température ordinaire, le produit lui-même n'est corrosif avec aucun des métaux courants.

## VLEP et mesurages

### Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle (VLEP)

[9, 10]

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

Substance	Pays	VLEP 8h (ppm)	VLEP 8h (mg/m <sup>3</sup> )
Hexafluorure de soufre	France (VLEP indicatives - 1987)	1000	6000
Hexafluorure de soufre	Etats-Unis (ACGIH - 1956)	1000	5970

### Méthodes d'évaluation de l'exposition professionnelle

Une méthode a été proposée pour la mesure directe des concentrations en hexafluorure de soufre dans l'air ambiant lorsque la présence d'hexafluorure de soufre est avérée. Elle consiste à prélever l'air dans des sacs en Tedlar® et effectuer la mesure à l'aide d'un chromatographe CPG portable à détection par capture d'électrons [11].

L'hexafluorure de soufre est un gaz asphyxiant à forte concentration et l'utilisation d'un détecteur de fuites fixe, ou d'un détecteur de gaz SF<sub>6</sub> portable, peut être recommandée.

Des sulfures plus légers, parfois présents dans le produit technique ou formés lors d'un arc électrique, peuvent s'hydrolyser en sulfure d'hydrogène. La mise en œuvre des méthodes de prélèvement et d'analyse dans l'air, publiées pour celui-ci, est alors pertinente [12].

## Incendie - Explosion

[4, 6, 7]

L'hexafluorure de soufre est un produit incombustible.

En cas d'incendie dans un environnement où se situent des réservoirs d'hexafluorure de soufre, il faut refroidir les contenants à l'aide d'eau pulvérisée et avertir les équipes de secours de leur présence.

En raison des fumées toxiques et corrosives émises par la décomposition de l'hexafluorure de soufre (oxydes de soufre et fluorure d'hydrogène), les personnes chargées de la lutte contre l'incendie seront équipées d'appareils de protection respiratoire autonomes isolants.

## Pathologie - Toxicologie

### Toxicocinétique - Métabolisme

**Aucune donnée disponible à la date de publication de cette fiche.**

### Chez l'animal

L'hexafluorure de soufre est un gaz essentiellement inerte. Il n'est pas métabolisé.

### Toxicité expérimentale

[3, 5]

### Toxicité aiguë

**A fortes concentrations, un effet asphyxiant est observé.**

Des rats exposés à une atmosphère contenant 80 % d'hexafluorure de soufre et 20 % d'oxygène pendant 16 à 24 heures ne présentent aucun signe clinique. A des concentrations plus fortes, ce gaz inerte se conduit comme un asphyxiant en empêchant la pénétration de l'oxygène. Une exposition aiguë ou répétée à une concentration de 300 g/m<sup>3</sup> affecte le système nerveux et le comportement du rat.

La DL50 intraveineuse de l'hexafluorure de soufre, sous forme liquéfiée, est de 5,79 g/kg chez le lapin.

L'hexafluorure de soufre liquide provoque, de par son évaporation rapide, des gelures sur la peau et dans l'oeil du lapin.

### Toxicité subchronique, chronique

**Aucune donnée disponible à la date de publication de cette fiche.**

### Effets génotoxiques

**Pas d'effet génotoxique observé *in vitro*.**

*In vitro*, il n'est pas mutagène pour *Saccharomyces cerevisiae* ou pour les cellules de hamster (V79) en culture (exposition pendant 24 à 48 heures à un mélange comprenant 95 % d'hexafluorure de soufre et 5 % d'air).

### Effets cancérigènes

**Aucune donnée disponible à la date de publication de cette fiche.**

### Effets sur la reproduction

**Aucune donnée disponible à la date de publication de cette fiche.**

### Toxicité sur l'Homme

**L'hexafluorure de soufre seul peut provoquer des effets asphyxiants à très fortes concentrations. Ses produits de dégradation sont dangereux.**

### Toxicité aiguë

[3, 13 à 15]

L'hexafluorure de soufre peut être asphyxiant à forte concentration en remplaçant l'oxygène nécessaire à la vie. Les produits de décomposition de l'hexafluorure de soufre (fluorures, fluorure d'hydrogène) sont, eux, de redoutables toxiques.

Plusieurs cas d'intoxication lors d'expositions aiguës à l'hexafluorure de soufre et à ses produits de dégradation ont été décrits, notamment lors de la réparation de câbles électriques et lors d'opération de maintenance de tour de stockage d'hexafluorure de soufre incomplètement ventilée.

Dans la première situation, 5 salariés ont été intoxiqués par du tétrafluorure de soufre voire par d'autres produits de décomposition d'hexafluorure de soufre. Les premiers symptômes associaient toux, dyspnée, douleur thoracique, irritations oculaire et nasale, céphalées, nausées et vomissements.

Malgré l'arrêt de l'exposition, la symptomatologie a persisté entre 1 semaine et 1 mois, associée dans un cas à un syndrome obstructif aux épreuves fonctionnelles respiratoires et à des anomalies radiologiques. Ces anomalies avaient totalement disparu au bout d'un an. Dans la deuxième situation, deux salariés exposés au fluorure de sulfuryle (SO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>) (50 ppm) et à l'hexafluorure de soufre (1500 ppm) ont présenté, dans les minutes qui suivent l'exposition, une perte de connaissance avec cyanose et œdème pulmonaire ayant nécessité une hospitalisation de 4 jours ; les symptômes ont totalement disparu en 6 mois.

### Toxicité chronique

Les effets chez l'homme de l'hexafluorure de soufre lors d'expositions répétées n'ont pas été rapportés.

## Réglementation

Rappel : La réglementation citée est celle en vigueur à la date d'édition de cette fiche : octobre 2019

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.

## 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.

## 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.

### a) **substance** hexafluorure de soufre

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. L'hexafluorure de soufre n'est pas inscrite à l'annexe VI du règlement CLP et ne possède pas de classification et d'étiquetage officiels harmonisés au niveau de l'Union Européenne. .

Cependant certains industriels proposent l'autoclassification suivante :

- Gaz sous pression : Gaz comprimés, Gaz liquéfié, Gaz dissous ; H280
- Toxicité spécifique pour certains organes cibles (système nerveux) – Exposition unique, catégorie 3 ; H336

Pour plus d'informations, se reporter au site de l'ECHA ( <https://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals>).

### b) **mélanges** (préparations) contenant de l'hexafluorure de soufre

- Règlement (CE) n° 1272/2008 modifié

## Protection de la population

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

### Au point de vue technique

#### Information et formation des travailleurs

- Instruire le personnel** des risques présentés par la substance, des précautions à observer, des mesures d'hygiène à mettre en place ainsi que des mesures d'urgence à prendre en cas d'accident.
- Former les opérateurs** à la manipulation des moyens d'extinction (extincteurs, robinet d'incendie armé...).
- Ne pas **fumer, vapoter, boire** ou **manger** sur les lieux de travail.

#### Manipulation

- Pour la manutention et l'utilisation des bouteilles de gaz comprimé, se conformer **strictement** aux prescriptions du fabricant.
- Éviter tout contact de produit avec la peau et les yeux. **Éviter l'inhalation involontaire** du gaz. Effectuer en **appareil clos** toute opération industrielle qui s'y prête. Dans tous les cas, prévoir une **aspiration du gaz à sa source d'émission**, ainsi qu'une **ventilation** des lieux de travail conformément à la réglementation en vigueur [16].
- Réduire** le nombre de personnes exposées à l'hexafluorure de soufre.
- Éviter tout rejet atmosphérique d'hexafluorure de soufre.
- Faire contrôler **régulièrement** l'exposition atmosphérique des salariés à l'hexafluorure de soufre (§ Méthodes de détection et de détermination dans l'air).
- Soumettre les installations à un entretien préventif régulier axé notamment sur l'étanchéité.
- Au besoin, les espaces dans lesquels la substance est stockée et/ou manipulée doivent faire l'objet d'une **signalisation** [17].
- Ne jamais procéder à des travaux sur ou dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu de l'hexafluorure de soufre sans prendre les précautions d'usage [18].

#### Équipements de Protection Individuelle (EPI)

Le choix des EPI dépend des conditions au poste de travail et de l'évaluation des risques professionnels.

- Appareils de protection respiratoire : Leurs choix dépendent des conditions de travail ; si un appareil filtrant peut être utilisé, il doit être muni d'un filtre de type BE lors de la manipulation de la substance.
- Gants : Le point 8 de la FDS peut renseigner quant à la nature des matériaux pouvant être utilisés pour la manipulation de cette substance.
- Vêtements de protection : Quand leur utilisation est nécessaire (en complément du vêtement de travail), leurs choix dépendent de l'état physique de la substance. **Seul le fabricant** peut confirmer la protection effective d'un vêtement contre la substance. Dans le cas de vêtements réutilisables, il convient de **se conformer strictement à la notice du fabricant [19]**.
- Lunettes de sécurité : La rubrique 8 « Contrôles de l'exposition / protection individuelle » de la FDS peut renseigner quant à la nature des protections oculaires pouvant être utilisées lors de la manipulation de la substance [20].

## Stockage

- Stocker l'hexafluorure de soufre dans des locaux **frais et sous ventilation mécanique permanente**. Tenir à l'écart de la chaleur, des surfaces chaudes, de toute source d'inflammation (étincelles, flammes nues, rayons solaires...).
- L'hexafluorure de soufre est disponible sous la forme d'un gaz comprimé (à une pression de 17 bars à 15 °C) stocké dans des bouteilles ou réservoirs en acier [6, 7]. Dans tous les cas, il convient de s'assurer auprès du fournisseur de la substance ou du matériau de stockage de la **bonne compatibilité** entre le matériau envisagé et la substance stockée.
- Stocker les récipients en position verticale, fermement maintenus pour éviter tout risque de chute ou de choc.
- **Fermer soigneusement** les récipients et les étiqueter conformément à la réglementation. Reproduire l'étiquetage en cas de fractionnement.
- Mettre à disposition dans ou à proximité immédiate du local/zone de stockage des moyens d'extinction adaptés à l'ensemble des produits stockés.

## En cas d'urgence

- En cas de fuite, **aérer** la zone et **évacuer** le personnel en ne faisant intervenir **que** des opérateurs **entraînés** et **munis d'un équipement de protection approprié**. Supprimer toute source d'inflammation potentielle.
- Des appareils de protection respiratoires isolants autonomes sont à prévoir **à proximité et à l'extérieur** des locaux pour les interventions d'urgence.
- Si ces mesures ne peuvent pas être réalisées sans risque de sur-accident ou si elles ne sont pas suffisantes, contacter les équipes de secours interne ou externe au site.

## Au point de vue médical

- Éviter d'exposer à l'hexafluorure de soufre les personnes atteintes de maladies respiratoires sévères en raison des risques présentés par les produits de décomposition.
- Lors des examens systématiques, des épreuves fonctionnelles respiratoires pourront être réalisées avec une fréquence laissée à l'appréciation du médecin du travail.
- Lors d'accidents aigus, demander dans tous les cas, l'avis d'un médecin ou du centre antipoison régional ou des services de secours médicalisés d'urgence.
- En cas d'inhalation d'hexafluorure de soufre ou de produits de décomposition, retirer la victime de la zone polluée après avoir pris toutes les précautions nécessaires pour les intervenants (le sauveteur doit utiliser un appareil de protection respiratoire isolant autonome). Sur place, si la victime est inconsciente, la placer en position latérale de sécurité, la maintenir au repos absolu et mettre en œuvre les moyens de réanimation : oxygénothérapie au masque ou en cas d'arrêt respiratoire ventilation assistée au masque, pose d'une voie d'abord. Quelle que soit la symptomatologie et en raison du risque d'atteinte pulmonaire retardée, prévenir un médecin qui jugera de la nécessité d'une hospitalisation.

## Bibliographie

- 1 | KIRK - OTHMER - Encyclopaedia of Chemical Technology. Fluorine compounds, inorganic (sulfur), 4<sup>e</sup> éd., vol. 11. New-York, John Wiley and sons, 1992, pp. 428-435.
- 2 | The Merck Index 12e éd. Merck & Co, 1996, p. 1535.
- 3 | Sulfur hexafluoride. In : Base de données HSDB. NLM, 2015 ( <http://https://www.toxnet.nlm.nih.gov/>).
- 4 | Sulfur hexafluoride. In : Base de données CHEMINFO. Hamilton, Centre Canadien d'Hygiène et de Sécurité, 2000.
- 5 | PERRY W.G., SMITH F.A., KENT M.B. - Sulfur fluorides. In : Clayton G.D., Clayton F.E. - Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, 4<sup>e</sup> éd., Vol. II, part F. New-York, John Wiley and sons, 1994, pp. 4464 - 4468.
- 6 | Hexafluorure de soufre F<sub>6</sub>S. L'Encyclopédie des gaz Air Liquide ( <https://encyclopedia.airliquide.com/fr>).
- 7 | Hexafluorure de soufre. Fiche de données de sécurité. Air Liquide, 2019 ( <https://www.airliquide.com/fr/fiches-securite>).
- 8 | SAX's Dangerous Properties of Industrial Materials, 10e ed. New-York, Van Nostrand Reinhold, 2000, p. 3330.
- 9 | Hexafluorure de soufre. Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France. Aide mémoire technique ED 984. INRS ( <http://www.inrs.fr/1>).
- 10 | Sulfur hexafluoride. In : Documentation of the TLVs® and BEIs® with worldwide occupational exposure values. Cincinnati : ACGIH, CD-ROM, 2018.
- 11 | Sulfur hexafluoride by portable GC. Method 6602. In : NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), 4th edition. NIOSH, 1994 ( <https://www.cdc.gov/niosh/nmam/>).
- 12 | Fluorure d'hydrogène (ou acide fluorhydrique) et solutions aqueuses. Fiche toxicologique n°6 - In : Fiches toxicologiques. INRS, février 2019 ( <http://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/>).
- 13 | PILLING K.G., JONES H.W. - Inhalation of degraded sulphur hexafluoride resulting in pulmonary oedema. *The Journal of the Society of Occupational Medicine*, 1988, 38, 3, pp. 82-84.
- 14 | KRAUT A., LILIS R. - Pulmonary effects of acute exposure to degradation products of sulphur hexafluoride during electrical cable repair work. *British Journal of Industrial Medicine*, 1990, 47, 12, pp. 829-832.
- 15 | LUNDBERG P. - Consensus report for sulfur fluorides. Scientific basis for Swedish occupational standards, 1991, 11.8, pp. 114-118.

16 | Principes généraux de ventilation. Guide pratique de ventilation ED 695. INRS ( <http://www.inrs.fr>).

17 | Signalisation de santé et de sécurité au travail - Réglementation. Brochure ED 6293. INRS ( <http://www.inrs.fr>).

18 | Cuves et réservoirs. Interventions à l'extérieur ou à l'intérieur des équipements fixes utilisés pour contenir ou véhiculer des produits gazeux, liquides ou solides. Recommandation CNAM R 435. Assurance Maladie, 2008 ( [https://www.ameli.fr/paris/entreprise/tableau\\_recommandations](https://www.ameli.fr/paris/entreprise/tableau_recommandations)).

19 | Quels vêtements de protection contre les risques chimiques. Fiche pratique de sécurité ED 127. INRS ( <http://www.inrs.fr>).

20 | Les équipements de protection individuelle des yeux et du visage - Choix et utilisation. Brochure ED 798. INRS ( <http://www.inrs.fr>).

<sup>1</sup> <http://www.inrs.fr/>

## Historique des révisions

1 <sup>re</sup> édition	1982
2 <sup>e</sup> édition (mise à jour complète)	2000
3 <sup>e</sup> édition (mise à jour partielle) <ul style="list-style-type: none"><li>■ Utilisations</li><li>■ Incendie - Explosion</li><li>■ Réglementation</li><li>■ Recommandations - Au point de vue technique</li><li>■ Bibliographie</li></ul>	Octobre 2019