

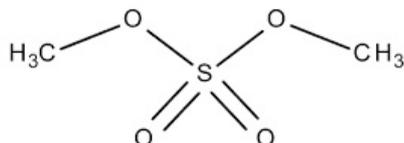
# Sulfate de diméthyle

Fiche toxicologique n°78

## Généralités

Edition \_\_\_\_\_ Avril 2021

Formule :



## Substance(s)

Formule Chimique	Détails	
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub> S	Nom	<b>Sulfate de diméthyle</b>
	Numéro CAS	<b>77-78-1</b>
	Numéro CE	<b>201-058-1</b>
	Numéro index	<b>016-023-00-4</b>

## Etiquette



Sulfate de diméthyle

### Danger

- H301 - Toxique en cas d'ingestion
- H314 - Provoque de graves brûlures de la peau et de graves lésions des yeux
- H317 - Peut provoquer une allergie cutanée
- H330 - Mortel par inhalation
- H335 - Peut irriter les voies respiratoires
- H341 - Susceptible d'induire des anomalies génétiques
- H350 - Peut provoquer le cancer

Les conseils de prudence P sont sélectionnés selon les critères de l'annexe 1 du règlement CE n° 1272/2008.

201-058-1

*Selon l'annexe VI du règlement CLP.*

**ATTENTION : pour les mentions de danger H301 et H330, se reporter à la section "Réglementation".**

## Caractéristiques

### Utilisations

[1]

Le sulfate de diméthyle est principalement utilisé comme agent de méthylation dans les industries chimique et pharmaceutique, les industries des colorants, des parfums, des huiles minérales. Il est également utilisé dans les laboratoires de biochimies (séquençage de l'ADN, étude de la structure de l'ARN).

### Propriétés physiques

[1 à 7]

Le sulfate de diméthyle est un liquide huileux incolore, presque inodore (légère odeur d'oignon). Il est peu soluble dans l'eau (28 g/L à 20 °C) où il s'hydrolyse. Il est soluble dans l'acétone, l'éther éthylique, le dioxane, les hydrocarbures aromatiques mais très peu soluble dans le disulfure de carbone et les hydrocarbures aliphatiques.

Nom Substance	Détails	
Sulfate de diméthyle	Formule	<b>C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O<sub>4</sub>S</b>
	N° CAS	<b>77-78-1</b>
	Etat Physique	<b>Liquide</b>
	Masse molaire	<b>126,13</b>
	Point de fusion	<b>- 32 °C à - 27 °C</b>
	Point d'ébullition	<b>188 °C (température de décomposition)</b>
	Densité	<b>1,33</b>
	Densité gaz / vapeur	<b>4,35</b>
	Pression de vapeur	<b>65 Pa à 20 °C 150 Pa à 38 °C</b>
	Point d'éclair	<b>83 °C (en coupelle fermée)</b>
	Température d'auto-inflammation	<b>450 °C</b>
	Limites d'explosivité ou d'inflammabilité (en volume % dans l'air)	<b>Limite inférieure : 3,6 % limite supérieure : 23,3 %</b>
	Coefficient de partage n-octanol / eau (log Pow)	<b>0,16 (calculé)</b>

À 20 °C et 101 kPa, 1 ppm = 5,24 mg/m<sup>3</sup>.

### Propriétés chimiques

[2, 3]

Le sulfate de diméthyle est stable à température ambiante et en l'absence d'humidité. Il s'hydrolyse rapidement en sulfate monométhylique et méthanol, puis plus lentement en acide sulfurique et méthanol. L'hydrolyse est plus rapide quand la température augmente et s'accélère en milieu alcalin : à température ambiante, la demi-vie est d'environ 24 heures à pH 7 et 86 secondes à pH 10 ; une autre étude indique des temps de dégradation variant de 70 minutes à 40 °C, 14 heures à 23 °C jusqu'à plus de 70 heures à 8 °C.

Le sulfate de diméthyle peut réagir vivement avec les oxydants forts et les bases et, d'une façon explosive, avec les solutions concentrées d'ammoniaque.

Il se décompose au dessus de 188 °C avec formation d'oxyde de diméthyle, trioxyde de soufre et autres composés.

La plupart des métaux ne sont pas attaqués à température ambiante par le sulfate de diméthyle en l'absence d'humidité ; mais l'acide sulfurique libéré par hydrolyse dans certaines conditions est corrosif pour les métaux.

## VLEP et mesurages

### Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle

[8 à 10]

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

Substance	Pays	VME (ppm)	VME (mg/m <sup>3</sup> )	VLEP Description
Sulfate de diméthyle	France (VLEP indicative - 1986)	0,1	0,5	

Sulfate de diméthyle	Etats-Unis (ACGIH - 1996)	0,1	0,5	mention peau
----------------------	---------------------------	-----	-----	--------------

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

- Prélèvement de l'air sur un tube rempli de TENAX® TA. Désorption par l'acétone séchée sur sulfate de magnésium, dérivation par le 4-nitrophénate de sodium en 4-nitroanisole. Dosage de ce dérivé dans les 8 jours, par chromatographie en phase gazeuse couplée à un détecteur de masse (MS), thermoionique (NPD) ou par capture d'électrons (CE) [11 à 13].
- Prélèvement de l'air sur un tube rempli de TENAX® TA. Dans les 8 jours, désorption thermique et dosage par chromatographie en phase gazeuse [14].
- Prélèvement possible de l'air sur un tube rempli de Porapak-Q. Désorption par l'acétone et dosage par chromatographie en phase gazeuse avec détection par photométrie de flamme (FPD), sous réserve d'une étude de stabilité des prélèvements en présence d'une atmosphère humide et de la validation de la méthode [15].

## Incendie - Explosion

[16 à 18]

Le sulfate de diméthyle est un liquide moyennement combustible (point éclair en coupelle fermée de 83°C). Cela signifie que le sulfate de diméthyle ne génère d'atmosphère explosive que s'il est chauffé (et au minimum à des températures voisines de son point d'éclair).

En cas d'incendie, les agents d'extinction préconisés sont le dioxyde de carbone, les poudres chimiques ou l'eau sous forme de mousse. L'eau pulvérisée peut être utilisée pour refroidir des récipients exposés au feu.

Au regard de la haute toxicité du sulfate de diméthyle, notamment mortel par inhalation, des précautions doivent impérativement être prises pour ne pas exposer les intervenants : ils seront qualifiés, informés et équipés d'appareils de protection respiratoire autonomes isolants et d'une combinaison de protection spéciale. Il est préférable de laisser brûler de manière la plus contrôlée possible plutôt que d'essayer d'éteindre sans protections adaptées à l'aide de moyens de première intervention (extincteurs par exemple).

## Pathologie - Toxicologie

### Toxicocinétique - Métabolisme

[1, 25, 28, 31, 33]

**Le sulfate de diméthyle, bien absorbé par voies respiratoire et cutanée, est surtout distribué dans les poumons et le cerveau.**

### Chez l'animal

Le sulfate de diméthyle est absorbé par les voies respiratoire, orale et cutanée. L'absorption par voie respiratoire semble importante (non quantifiée) et rapide ; la substance a en effet disparu en 40 minutes de la chambre d'inhalation de rats exposés à 4,7 ou 127 mg/m<sup>3</sup>.

Son administration par voie intraveineuse montre qu'il est distribué dans les poumons, le cerveau, le foie et le rein. Les deux premiers organes cités étant fortement irrigués, le sulfate de diméthyle s'y fixerait dès son premier passage ; ce sont en effet dans ces deux organes que sont mesurées les plus fortes proportions d'ADN méthylé (essentiellement la N<sup>7</sup>-méthylguanine). Sa demi-vie plasmatique est très courte, puisque la substance n'est plus détectable dans le sang 5 minutes après l'injection de 75 mg/kg. La demi-vie *in vitro* de 4,5 heures est plus longue que la demi-vie *in vivo*, suggérant que des mécanismes autres que l'hydrolyse de la molécule participent à son élimination rapide.

Une des voies de dégradation de la molécule passerait par la conjugaison avec le glutathion, via la formation de S-méthyl-glutathion, pour donner la N-acétyl-S-méthyl-cystéine, éliminée dans les urines. Dans les tissus, le sulfate de diméthyle pourrait subir une hydrolyse lente pour donner du méthanol et de l'acide sulfurique ; cependant aucune donnée quantitative ne permet de préciser cette hypothèse.

Il existe une corrélation entre les concentrations atmosphériques de sulfate de diméthyle et les concentrations des adduits N-méthylvaline-hémoglobine ; une exposition à des concentrations de 200 pg/m<sup>3</sup> (valeur TRK allemande) correspond à un taux d'adduits à N-méthylvaline-hémoglobine de 40 µg/l de sang (moment du prélèvement non fixé) ; chez les sujets non professionnellement exposés, des taux de l'ordre de 12,4 µg/l (95<sup>e</sup> percentile) sont retrouvés (méthylation endogène avec la S-adénosylméthionine, tabagisme). Ce paramètre est donc sensible et pertinent pour évaluer l'exposition. Dans une étude chez des salariés d'une fabrique de surfactants exposés au sulfate de diméthyle, la médiane des concentrations sanguines d'adduits N-méthylvaline-hémoglobine est de l'ordre de 80 µg/l (40 - 180 µg/l) chez 10 des 62 salariés, considérés comme les plus exposés alors que les concentrations atmosphériques en sulfate de diméthyle étaient inférieures à la limite de détection (de 10 µg/m<sup>3</sup>), d'où l'importance de la prise en compte de la voie dermale comme source d'exposition. Après mise en place de mesures de prévention, les concentrations sanguines (prélèvements effectués 4 mois plus tard) se sont abaissées de moitié.

### Chez l'homme

Les principales voies d'absorption sont pulmonaire et cutanée (parfois prépondérantes). Les métabolites ultimes chez l'Homme sont le sulfate de méthyle éliminé dans les urines et le dioxyde de carbone éliminé dans l'air exhalé [31, 33]. De faibles quantités de méthanol peuvent être retrouvées dans les urines.

## Toxicité expérimentale

### Toxicité aiguë

[1, 26, 27, 31]

**Le sulfate de diméthyle est toxique par inhalation et par voie orale. Corrosif pour la peau et les yeux, il est également sensibilisant.**

La DL50 par voie orale se situe entre 106 et 440 mg/kg chez le rat ; elle est de 140 mg/kg chez la souris. La CL50 a été estimée chez le rat entre 45 et 168 mg/m<sup>3</sup>/4 h, chez la souris à 280 mg/m<sup>3</sup>/4 h et chez le cobaye à 165 mg/m<sup>3</sup>/1 h. La DL50 déterminée après injection intra-péritonéale chez la souris est d'environ 75 mg/kg. Les expositions orales ou par injection provoquent des crampes, des convulsions, des difficultés respiratoires ainsi que de graves lésions du foie et de l'estomac. La mort survient alors dans les 10 à 24 heures. L'inhalation provoque une insuffisance respiratoire aiguë, accompagnée d'une inflammation sévère et d'hémorragies du poumon. Des atteintes du rein et de la rate ont également été observées chez la souris, le rat et le cochon d'Inde après inhalation de 393 mg/m<sup>3</sup> pendant 17 à 26 minutes.

Chez le lapin, alors qu'un contact limité à 15 minutes est capable de créer une forte irritation de la peau, une nécrose se développe après une application prolongée de 20 heures et persiste au moins 8 jours. Une très forte irritation est de même observée sur l'œil du lapin par application locale et sur les voies respiratoires du rat par inhalation.

Des données positives, limitées au test du ganglion lymphatique chez la souris (LLNA), amènent à considérer cette substance comme sensibilisante.

## Toxicité subchronique, chronique

[1, 19, 26, 28, 30]

### **L'inhalation chronique provoque de graves inflammations des voies respiratoires.**

L'inhalation de 0,5 à 7,9 mg/m<sup>3</sup> de sulfate de diméthyle pendant 2 semaines provoque, dans deux études dès 0,5 mg/m<sup>3</sup>, des lésions de l'épithélium nasal chez le rat, de type atrophie et ulcération ; des hypertrophies, hyperplasies et métaplasies des muqueuses des voies respiratoires sont observées à la fin de la période d'exposition. La prolifération cellulaire est attestée par une synthèse d'ADN 4 fois plus importante dans l'épithélium nasal des rats traités que chez les animaux non traités.

Des rats et des cochons d'Inde, exposés à 2,6 mg/m<sup>3</sup> de sulfate de diméthyle pendant 4 mois, présentent des troubles nerveux, une dégénérescence graisseuse du foie, une atteinte rénale, une inflammation chronique des bronches et une modification de divers paramètres hématologiques. Seule l'inflammation des bronches persiste après une période de réversibilité. Une concentration de 0,28 mg/m<sup>3</sup> ne semble induire aucun de ces signes. Cependant, la qualité discutée de cette étude incite à considérer ces données avec prudence.

Des données de toxicité chronique peuvent être tirées des études de cancérogenèse. Parmi 27 rats exposés à 55 mg/m<sup>3</sup> pendant une heure, 5 fois par semaine pendant 19 semaines, 12 morts précoces dues à une forte inflammation nasale ou à une pneumonie, sont décrites. De même, dans un groupe de 20 rats exposés à 16 mg/m<sup>3</sup>, pendant 19 semaines, on dénombre également quelques morts liées à une nécrose des muqueuses nasales.

## Effets génotoxiques

[4, 24 à 26, 28, 30]

### **La génotoxicité, liée au caractère alkylant de la substance, est démontrée dans de nombreuses études in vitro et in vivo .**

Le sulfate de diméthyle provoque différents types de lésions génotoxiques :

- des mutations géniques avec ou sans activation métabolique sur des bactéries, des champignons, sur des insectes, des plantes ou des cellules de hamster en culture ;
- des lésions de l'ADN mises en évidence par une induction de sa réparation chez les bactéries, par une synthèse non programmée d'ADN dans les hépatocytes de rat et les fibroblastes humains en culture et par la génération de cassures transitoires ou permanentes dans l'ADN ;
- des anomalies chromosomiques (échanges de chromatides-sœurs) *in vitro*, dans différents systèmes cellulaires (fibroblastes pulmonaires et cellules ovariennes de hamster, fibroblastes humains) ; aberrations chromosomiques *in vivo* dans les cellules de la moelle osseuse de rat et de souris.

Le sulfate de diméthyle est un alkylant monofonctionnel. Il réagit avec l'ADN par méthylation en N<sup>7</sup> de la guanine ou en N<sup>3</sup> de l'adénine. Un modèle pharmacocinétique a montré que la formation d'adduits à l'ADN dans la cavité nasale serait 7 fois plus importante chez le rat que chez l'Homme. Cependant, les conditions utilisées pour mettre en évidence ces adduits (fortes doses et temps d'exposition courts) sont trop éloignées des conditions des études de cancérogenèse pour pouvoir établir un lien entre la méthylation de l'ADN par le sulfate de diméthyle et les cancers observés.

## Effets cancérogènes

[1, 25, 26]

### **Le rat, la souris et le hamster, exposés essentiellement par inhalation, développent des sarcomes au site de contact et des tumeurs du système nerveux.**

Les rats, exposés 15 mois à l'inhalation de 0,5 mg/m<sup>3</sup>, développent des sarcomes de la cavité nasale avec de possibles métastases. À 16 mg/m<sup>3</sup>, 5 fois/sem. pendant 19 semaines, parmi 20 rats traités, on dénombre un carcinome de la cavité nasale, une tumeur bénigne du nerf olfactif et une tumeur maligne du trijumeau. À 55 mg/m<sup>3</sup>, 1 h/j, 5 fois/sem. pendant 19 semaines, parmi 15 survivants, sont observés 3 carcinomes de la cavité nasale, un gliome du cervelet et un lymphosarcome du thorax avec métastases pulmonaires ; la mortalité est élevée du fait de l'effet nécrosant du sulfate de diméthyle sur la cavité nasale et les poumons.

Une étude de qualité médiocre, menée sur la souris, n'a mis en évidence aucun excès de cancers à la suite de l'application cutanée de 0,1 mg de la substance pendant un an.

Par voie sous-cutanée (8 mg/kg, 1 fois/sem., 394 j), le sulfate de diméthyle induit, chez le rat, le développement de sarcomes au site d'injection (7 animaux/11 dont 3 avec métastases). Les mêmes effets sont obtenus après une injection unique de 50 mg/kg (7 rats/15).

Par voie intraveineuse, après administration unique ou répétée, aucun effet cancérogène n'a été mis en évidence chez le rat ; cependant, une injection de 20 mg/kg à des rates gestantes au jour 15 de gestation induit des tumeurs chez 7/59 nouveau-nés (3 du cerveau, 1 de la thyroïde, 2 du foie et 1 de l'utérus), se développant plus d'un an après l'exposition.

## Effets sur la reproduction

[19 à 23, 26, 29, 34]

**A ce jour, les données disponibles ne permettent pas d'évaluer de manière adéquate les effets sur la fertilité du sulfate de diméthyle. Concernant les effets sur le développement, aucun effet sur les embryons ou les fœtus de rats n'est rapporté ; chez la souris, les atteintes observées semblent liées à une exposition spécifique pendant les premières heures de l'embryogenèse (mais par voie intra-péritonéale, non usuelle).**

Fertilité

Aucune étude n'est disponible concernant les effets sur la fertilité du sulfate de diméthyle par voie orale, cutanée ou respiratoire. Une seule étude par voie intrapéritonéale a été réalisée chez la souris femelle, par injection d'une unique dose de 75 mg/kg, un jour avant l'accouplement avec des mâles non traités : une diminution légère mais significative de la taille des portées, du nombre de nouveau-nés et de portées par femelle est rapportée. Selon les auteurs, ces anomalies seraient associées à une légère diminution du nombre de petits follicules [20].

### Développement

Dans certaines études, dont seuls des résumés sont disponibles, des pertes pré- et post-implantatoires, après inhalation de 21 mg/m<sup>3</sup> de la substance tout au long de la période de gestation chez la souris (J1 à J18) ont été observées. Les fortes doses utilisées pourraient être toxiques pour les mères. Toutefois, le peu d'informations sur les protocoles mis en œuvre et les résultats obtenus limitent leur interprétation [34].

Des données plus récentes ne confirment pas ce type d'effet chez le rat, lorsque les rates sont exposées de 0,5 à 7,9 mg/m<sup>3</sup> de sulfate de diméthyle (du 7<sup>e</sup> au 16<sup>e</sup> jour de gestation, 6 h/j, uniquement par le nez). Aucune augmentation du nombre de malformations ou de variations n'est observée [19].

Cependant, une exposition unique de 25 mg/kg par injection intra-péritonéale chez la souris montre que les 25 premières heures de la formation du zygote sont les plus sensibles à l'effet toxique. Ce traitement, administré 1 à 25 heures après l'accouplement, induit une augmentation des pertes pré- et post-implantatoires. Jusqu'à 30 % des fœtus survivants sont porteurs d'anomalies de développement (non décrites). La toxicité maternelle n'est pas rapportée par les auteurs [23].

### Toxicité sur l'Homme

***Le sulfate de diméthyle est un produit caustique extrêmement dangereux. Après une période de latence de quelques heures, des signes d'irritation peuvent apparaître lors d'intoxications faibles, puis des signes d'irritation plus sévères oculaires, pulmonaires, cutanés et digestifs en fonction des voies d'exposition. L'intoxication systémique, qui peut apparaître après exposition inhalatoire ou cutanée, comprend des signes neurologiques, cardiologiques, hépatiques et rénaux. Des séquelles pulmonaires, ORL et générales sont possibles (principalement irritations oculaire, respiratoire et rhinopharyngée). Quelques cas de carcinomes bronchopulmonaires ont été rapportés chez des salariés exposés. Deux études épidémiologiques sur de faibles effectifs de salariés exposés, n'ont pas mis en évidence d'augmentation significative du nombre de décès et du nombre de cancers pulmonaires pour l'une, et d'excès de décès par cancer pour l'autre.***

### Toxicité aiguë

[1, 3, 25, 26, 31]

En milieu professionnel, les sujets sont principalement exposés par voies inhalatoire et cutanée.

Le sulfate de diméthyle est un produit caustique extrêmement dangereux. Plusieurs cas d'intoxication par voies inhalatoire et/ou cutanée ont été rapportés, avec des décès pour des expositions par inhalation de l'ordre de 500 mg/m<sup>3</sup> pendant 10 minutes. L'importance des effets est proportionnelle au temps d'exposition et à la concentration du produit.

Les intoxications aiguës sont caractérisées par le retard d'apparition des symptômes, avec une latence allant de 3 à 5 heures en moyenne, parfois jusqu'à 12 heures. Elles ont surtout été observées après exposition aux vapeurs ou aérosols de produit.

Dans les formes légères, apparaissent des signes d'irritation oculaire, nasale, pharyngo-laryngée et cutanée avec sensation de brûlure.

Dans les formes plus graves, dominant les manifestations oculaires à type d'irritation, larmoiement, brûlures, photophobie, parfois œdème palpébral, chémosis, blépharospasme et vision floue. L'examen ophtalmologique peut objectiver, immédiatement ou secondairement, une baisse de l'acuité visuelle, une modification de la vision des couleurs, une ulcération cornéenne, avec dans certains cas, opacification cornéenne et œdème du stroma. Ces manifestations oculaires sont lentement réversibles, à raison de quelques jours ou semaines, mais peuvent laisser des séquelles définitives.

L'inhalation de vapeurs peut également provoquer, après un intervalle libre de quelques heures, des signes irritatifs rhinopharyngolaryngés avec anosmie, agueusie, voix rauque et parfois œdème laryngé et fièvre. Un cas de perforation de la cloison nasale a été décrit. Les signes d'irritation trachéobronchique peuvent associer des symptômes à type de dyspnée, toux, douleurs thoraciques, évocateurs de pneumopathie aiguë ; un œdème aigu pulmonaire mortel dans certains cas peut survenir de façon parfois très retardée. Des signes d'irritation digestive avec hypersialorrhée, vomissements, douleurs abdominales sont fréquents.

Par contact cutané, le sulfate de diméthyle provoque, après un temps de latence de quelques heures, un érythème cutané avec œdème et parfois phlyctène ; il peut être à l'origine d'une intoxication systémique.

Les projections oculaires peuvent entraîner des atteintes graves avec séquelles.

Les signes d'intoxication systémique sont :

- des symptômes témoins d'une souffrance du système nerveux central comme une somnolence, des convulsions, un délire, des paralysies, un coma, avec décès possible en quelques jours ;
- une tachycardie, des anomalies électrocardiographiques (inversion de l'onde T) et parfois un choc cardiovasculaire ;
- plus rarement, une atteinte hépatique (perturbation du bilan biologique) et/ou rénale pouvant même être responsables après plusieurs semaines d'un décès. Ces symptômes persistent quelques jours dans la majorité des cas. Des séquelles pulmonaires à type de surinfections bronchiques ou de fibrose, des séquelles ORL comme la dysphonie ou générales telle l'asthénie persistante ont été décrites dans les suites d'une intoxication aiguë.

### Toxicité chronique

[32]

Les effets de l'exposition chronique au sulfate de diméthyle sont peu documentés. Ce sont principalement des symptômes d'irritation oculaire, respiratoire et rhinopharyngée qui ont été décrits.

### Effets génotoxiques

[25, 26, 31]

Plusieurs études retrouvent une augmentation du nombre d'aberrations chromosomiques dans les lymphocytes circulants de travailleurs exposés au sulfate de diméthyle, à des concentrations de 0,2 à 20 mg/m<sup>3</sup> ; en raison des coexpositions, il est difficile de conclure de façon certaine à une relation causale.

### Effets cancérigènes

[1, 25, 26, 31, 32]

Plusieurs cas de cancers sont rapportés dans la littérature : quatre cas de carcinomes broncho-pulmonaires parmi 10 ouvriers exposés aux vapeurs de sulfate de diméthyle ; un cas de cancer broncho-pulmonaire chez un chimiste exposé depuis 7 ans à de petites quantités de sulfate de diméthyle, mais dont l'exposition simultanée à d'autres agents alkylants (bis(chlorométhyl)éther et (chlorométhyl)méthyléther) à de plus fortes concentrations rend difficile l'évaluation de la responsabilité du sulfate de diméthyle ; un cas de mélanome choroïdien chez un sujet exposé depuis 6 ans au sulfate de diméthyle mais aussi au 4,4'-diaminodiphénylméthane.

Deux études épidémiologiques ont été retrouvées : l'une parmi 145 ouvriers exposés au sulfate de diméthyle à différentes périodes entre 1932 et 1972 ne met pas en évidence d'augmentation significative du nombre de décès ni de cancers pulmonaires ; aucune donnée sur les niveaux d'exposition n'est cependant disponible ; l'autre parmi 56 salariés exposés entre 1 mois et 26 ans au sulfate de diméthyle à des concentrations allant de moins de 0,2 ppm à plus de 1 ppm (soit 1 à 5,24 mg/m<sup>3</sup>) ne mentionne aucun excès de décès par cancer. À noter le faible effectif des sujets exposés dans ces 2 études.

### Effets sur la reproduction

Aucune étude n'a été publiée concernant de possibles effets sur la reproduction chez l'Homme.

### Réglementation

Rappel : La réglementation citée est celle en vigueur à la date d'édition de cette fiche : avril 2021.

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 cancérigènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction dits CMR, de catégorie 1A ou 1B)

- Articles R. 4412-59 à R. 4412-93 du Code du travail.
- Circulaire DRT du ministère du travail n° 12 du 24 mai 2006 (non parue au JO).

#### 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 12 mai 1986 complétant l'annexe II de la circulaire du ministère du travail du 14 mai 1985 (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.

#### Surveillance médicale post-professionnelle

- Article D. 461-25 du Code de la sécurité sociale.
- Arrêté du 28 février 1995 (JO du 22 mars 1995) fixant le modèle type d'attestation d'exposition et les modalités d'examen : annexe 1.

#### Suivi Individuel Renforcé (SIR) :

- Article R. 4624-23 du Code du travail (modifié par le décret n°2016-1908 du 27 décembre 2016).

#### 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.

#### Entrepris 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) **substance** sulfate de diméthyle

Le règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 (L 353, JOUE du 31 décembre 2008), dit « Règlement CLP », introduit dans l'Union européenne le système général harmonisé de classification et d'étiquetage ou SGH. La classification et l'étiquetage du sulfate de diméthyle figurent dans l'annexe VI du règlement CLP. La classification est :

- Toxicité aiguë (par voie orale), catégorie 3 (\*) ; H301
- Corrosion, catégorie 1B ; H314
- Sensibilisation cutanée, catégorie 1 ; H317
- Lésions oculaires graves/irritation oculaire, catégorie 1 ; H318 (\*\*)
- Toxicité aiguë (par inhalation), catégorie 2 (\*) ; H330
- Toxicité spécifique pour certains organes cibles – Exposition unique, catégorie 3 : Irritation des voies respiratoires ; H335 (\*\*)
- Mutagénicité sur les cellules germinales, catégorie 2 ; H341
- Cancérogénicité, catégorie 1B ; H350

(\*) Cette classification est considérée comme une classification minimale ; la classification dans une catégorie plus sévère doit être appliquée si des données accessibles le justifient. Par ailleurs, il est possible d'affiner la classification minimum sur la base du tableau de conversion présenté en Annexe VII du règlement CLP quand l'état physique de la substance utilisée dans l'essai de toxicité aiguë par inhalation est connu. Dans ce cas, cette classification doit remplacer la classification minimale.

(\*\*) Ces deux éléments de classification devraient également apparaître au niveau de la classification du sulfate de diméthyle mentionnée dans l'annexe VI du règlement CLP ; ils ont cependant été oubliés. De plus, la mention de danger H335 devrait également figurer sur l'étiquette du sulfate de diméthyle.

Certains fournisseurs proposent de compléter la classification officielle en rajoutant (auto-classification) :

- Toxicité aiguë (par voie cutanée), catégorie 2 ; H310

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

b) des **mélanges** contenant du sulfate de diméthyle

- Règlement (CE) n° 1272/2008 modifié

Des limites de concentrations spécifiques ont été établies quant à la cancérogénicité, la mutagénicité et l'irritation des voies respiratoires.

## Interdiction / Limitations d'emploi

### ■ Produits CMR

Règlement (UE) n° 552/2009 de la Commission du 22 juin 2009 modifiant l'annexe XVII de règlement (CE) n° 1907/2006 (REACH) relative aux restrictions applicables à certaines substances dangereuses (point 28 : substances figurant à l'annexe VI du règlement CLP et classées cancérogènes 1A ou 1B).

## Protection de la population

Article L. 1342-2 en application du règlement (CE) n° 1272/2008 :

- détention dans des conditions déterminées (art. R. 1342-21) ;
- étiquetage (cf. § Classification et 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 du sulfate de diméthyle, des mesures sévères de prévention s'imposent et des exigences particulières sont à respecter lors de son stockage et de sa manipulation.

## 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...).
- **Former les opérateurs** au risque lié aux atmosphères explosives (risque ATEX) [16].

- Observer une **hygiène corporelle et vestimentaire** très stricte : Lavage soigneux des mains (savon et eau) après manipulation et changement de vêtements de travail. Ces vêtements de travail sont fournis gratuitement, nettoyés et remplacés si besoin par l'entreprise. Ceux-ci sont rangés séparément des vêtements de ville. En aucun cas les salariés ne doivent quitter l'établissement avec leurs vêtements et leurs chaussures de travail.
- Ne pas **fumer, vapoter, boire** ou **manger** sur les lieux de travail.

## Manipulation

- N'entreposer dans les ateliers que **des quantités réduites de substance** et ne dépassant pas celles nécessaires au travail d'une journée.
- **Éviter tout contact** de produit avec la **peau** et les **yeux**. **Éviter l'inhalation** de vapeurs. Effectuer en **système clos** toute opération industrielle qui s'y prête. Dans tous les cas, prévoir une **aspiration** des vapeurs à leur source d'émission, ainsi qu'une **ventilation** des lieux de travail conformément à la réglementation en vigueur [35].
- **Réduire** le nombre de personnes exposées au sulfate de diméthyle.
- Éviter tout rejet atmosphérique de sulfate de diméthyle.
- Evaluer **régulièrement** l'exposition des salariés au sulfate de diméthyle présent dans l'air (§ Méthodes de détection et de détermination dans l'air).
- Les équipements et installations conducteurs d'électricité utilisant ou étant à proximité du sulfate de diméthyle doivent posséder des **liaisons équipotentielles** et être **mis à la terre**, afin d'évacuer toute accumulation de charges électrostatiques pouvant générer une source d'inflammation sous forme d'étincelles [36].
- Les opérations génératrices de sources d'inflammation (travaux par point chaud type soudage, découpage, meulage...) réalisées à proximité ou sur les équipements utilisant ou contenant du sulfate de diméthyle doivent faire l'objet d'un **permis de feu** [37].
- Au besoin, les espaces dans lesquels la substance est stockée et/ou manipulée doivent faire l'objet d'une **signalisation** [38].
- Ne jamais procéder à des travaux sur ou dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu du sulfate de diméthyle sans prendre les précautions d'usage [39].
- Supprimer toute source d'exposition par contamination en procédant à un **nettoyage régulier** des locaux et postes de travail.

## Équipements de Protection Individuelle (EPI)

Leur choix dépend des conditions de travail et de l'évaluation des risques professionnels.

Les EPI ne doivent pas être source d' **électricité statique** (chaussures antistatiques, vêtements de protection et de travail dissipateurs de charges) [40, 41]. Une attention particulière sera apportée lors du **retrait des équipements** afin d'éviter toute contamination involontaire. Ces équipements seront éliminés en tant que déchets dangereux [42 à 45].

- Appareils de protection respiratoire : Si un appareil filtrant peut être utilisé, il doit être muni d'un filtre de type A, combiné à un filtre P3 en cas d'activité générant des aérosols [46].
- Gants : Les matériaux préconisés pour un **contact prolongé** sont les caoutchoucs butyle et néoprène, Viton<sup>®</sup> et Viton<sup>®</sup>/Caoutchouc butyle (élastomères fluorés). Certains matériaux sont à éviter : caoutchouc naturel ou nitrile, polychlorure de vinyle [47 à 49].
- Vêtements de protection : **Seul le fabricant** peut confirmer la protection effective d'un vêtement contre les dangers présentés par la substance. Dans le cas de vêtements réutilisables, il convient de **se conformer strictement à la notice du fabricant** [50].
- 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 [51].

## Stockage

- Stocker le sulfate de diméthyle dans des locaux **frais, à l'abri de l'humidité** 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...).
- Le stockage du sulfate de diméthyle s'effectue habituellement dans des récipients en acier, en plastique ou en verre pour de petites quantités. 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.
- **Fermer soigneusement** les récipients et les étiqueter conformément à la réglementation. Reproduire l'étiquetage en cas de fractionnement.
- Le sol des locaux sera **imperméable** et formera une **cuvette de rétention** afin qu'en cas de déversement, la substance ne puisse se répandre au dehors.
- Mettre le matériel **électrique** et **non-électrique**, y compris l' **éclairage** et la **ventilation**, en conformité avec la réglementation concernant les atmosphères explosives.
- Mettre à disposition dans ou à proximité immédiate du local/zone de stockage des moyens d'extinction adaptés à l'ensemble des produits stockés.
- **Séparer** le sulfate de diméthyle des produits oxydants, des bases fortes ainsi que des produits comburants. Si possible, la stocker **à l'écart** des autres produits chimiques dangereux.

## Déchets

- Le stockage des déchets doit suivre les mêmes règles que le stockage des substances à leur arrivée (§ stockage).
- Ne pas rejeter à l'égout ou dans le milieu naturel les eaux polluées par le sulfate de diméthyle.
- Conserver les déchets et les produits souillés dans des récipients spécialement prévus à cet effet, **clos et étanches**. Les éliminer dans les conditions autorisées par la réglementation en vigueur.

## En cas d'urgence

- En cas de déversement accidentel de liquide, se munir impérativement d'un appareil de protection respiratoire isolant pour récupérer le produit en l'épongeant avec un **matériau absorbant inerte** (diatomite, vermiculite, sable). Laver à grande eau la surface ayant été souillée [52].
- Si le déversement est important, **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 respiratoire isolants autonomes sont à prévoir **à proximité et à l'extérieur** des locaux pour les interventions d'urgence.
- Prévoir l'installation de **fontaines oculaires** et de **douches de sécurité**.
- 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

### Suivi médical

#### ■ Lors des visites initiale et périodiques

- **Examen clinique** : celui-ci comportera notamment, un examen soigneux de la peau et des yeux. On évitera d'exposer au sulfate de diméthyle les personnes ayant une atteinte oculaire, pulmonaire ou cutanée, en raison de la grande toxicité du produit.
  - **Examens complémentaires** : on recherchera particulièrement des signes d'irritation oculaire, pulmonaire ou cutanée. Sauf si le médecin l'estime nécessaire, il n'est pas indispensable dans l'état actuel de nos connaissances de pratiquer des examens complémentaires à la recherche d'une atteinte hépatique ou rénale, en dehors des épreuves fonctionnelles respiratoires (dont la fréquence est à apprécier en fonction de l'exposition).
- #### ■ Fertilité / Femmes enceintes et/ou allaitantes
- L'exposition au sulfate de diméthyle doit être évitée pendant toute la grossesse et l'allaitement du fait de sa génotoxicité sur les cellules germinales. Si malgré tout, une exposition durant la grossesse se produisait, informer la personne qui prend en charge le suivi de cette grossesse, en lui fournissant toutes les données concernant les conditions d'exposition ainsi que les données toxicologiques.
  - Informer les salariées exposées des dangers de cette substance pour la fertilité et la grossesse et de l'importance du respect des mesures de prévention.
  - Rappeler aux femmes en âge de procréer l'intérêt de déclarer le plus tôt possible leur grossesse à l'employeur, et d'avertir le médecin du travail.

### Conduite à tenir en cas d'urgence

- **En cas de contact cutané** : appeler immédiatement un SAMU. Retirer les vêtements souillés (avec des gants adaptés) et laver la peau immédiatement et abondamment à grande eau pendant au moins 15 minutes. Dans tous les cas consulter un médecin.
- **En cas de projection oculaire** : appeler immédiatement un SAMU. Rincer immédiatement et abondamment les yeux à l'eau courante pendant au moins 15 minutes, paupières bien écartées ; En cas de port de lentilles de contact, les retirer avant le rinçage. Dans tous les cas consulter un ophtalmologiste, et le cas échéant signaler le port de lentilles
- **En cas d'inhalation** : appeler immédiatement un SAMU, faire transférer la victime par ambulance médicalisée en milieu hospitalier dans les plus brefs délais. Transporter la victime en dehors de la zone polluée en prenant les précautions nécessaires pour les sauveteurs. Si la victime est inconsciente, la placer en position latérale de sécurité et mettre en œuvre, s'il y a lieu, des manœuvres de réanimation. Si la victime est consciente, la maintenir au maximum au repos. Si nécessaire, retirer les vêtements souillés (avec des gants adaptés) et commencer une décontamination cutanée et oculaire (laver immédiatement et abondamment à grande eau pendant au moins 15 minutes). Prévenir du risque de survenue d'effets retardés, notamment d'un œdème pulmonaire lésionnel dans les 48 heures suivant l'exposition.
- **En cas d'ingestion** : appeler immédiatement un SAMU ou un centre antipoison, faire transférer la victime en milieu hospitalier dans les plus brefs délais. Si la victime est inconsciente, la placer en position latérale de sécurité et mettre en œuvre, s'il y a lieu, des manœuvres de réanimation. Si la victime est consciente, faire rincer la bouche avec de l'eau, ne pas faire boire, ne pas tenter de provoquer des vomissements.

## Bibliographie

- 1 | Dimethyl Sulphate - European Union risk assessment report. Vol. 73. ECHA ( <https://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals>).
- 2 | Kirk-Othmer - Encyclopedia Of Chemical Technology, Vol. 23, 4<sup>e</sup> Éd. New York, John Wiley And Sons, 1997, Pp. 409-428.
- 3 | Dimethyl Sulfate - In : In : PubChem. US NLM ( <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>).
- 4 | Dimethyl Sulfate. Dossiers d'enregistrement. ECHA ( <https://echa.europa.eu/fr/informationon-chemicals>).
- 5 | The Merck Index, 12<sup>e</sup> Éd. Budavari, Merck And Co, 2001, P. 573.
- 6 | Dimethyl sulfate. In : Gestis-databank on hazardous substances. BGIA ( <https://gestis-database.dguv.de/search>).
- 7 | Dimethyl sulfate. Fiche IPCS. ICSC 0148. International Labour Organization (ILO) ( <https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.home>).
- 8 | Sulfate de diméthyle. Liste des VLEP françaises. INRS ( <https://www.inrs.fr/media.html?refNRS=outil65>).
- 9 | Courtois B et al. - Les valeurs limites d'exposition professionnelle. Brochure ED 6443. INRS ( <http://www.inrs.fr>).
- 10 | Dimethyl sulfate. Documentation of the TLVs® and BEIs® with worldwide occupational exposure values. Cincinnati : ACGIH, CD-ROM, 2019.
- 11 | Sulfate de diméthyle M-63. In : Métropol. INRS, 2016 ( <https://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html>).
- 12 | Sulfate de diméthyle M-64. In : Métropol. INRS, 2016 ( <https://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html>).
- 13 | Sulfate de diméthyle M-344. In : Métropol. INRS, 2016 ( <https://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html>).
- 14 | MDHS 89. Dimethyl sulphate and diethyl sulphate in air. Laboratory method using thermal desorption, gas chromatography-mass spectrometry. HSE, 1998 ( <https://www.hse.gov.uk/pubns/mdhs/>).
- 15 | Dimethyl sulfate, méthode partiellement validée T-PV2147-01-8303-Ch. In : OSHA Sampling and Analytical Methods. OSHA, 1988 ( <https://www.osha.gov/dts/sltc/methods/index.html>).
- 16 | Mise en oeuvre de la réglementation relative aux atmosphères explosives (ATEX) - Guide méthodologique. Brochure ED 945. INRS ( <http://www.inrs.fr>).
- 17 | Evaluation du risque incendie dans l'entreprise. Guide méthodologique ED 970. INRS ( <http://www.inrs.fr>).
- 18 | Les extincteurs d'incendie portatifs, mobiles et fixes. Brochure ED 6054. INRS ( <http://www.inrs.fr>).
- 19 | Alvarez L. Et Coll. - Developmental Toxicity Of Dimethyl Sulfate By Inhalation In The Rat. *Drug. Chem. Toxicol.*, 1997, 20, Pp. 99-114.
- 20 | Bishop J. B. Et Coll. - Alterations In The Reproductive Patterns Of Female Mice Exposed To Xenobiotics. *Fundam. Appl. Toxicol.*, 1997, 40, Pp. 191204.
- 21 | Domshlack M. G. - Use Of One Locus Strain UR Mice For Registering WJ Gene Changes In Somatic Cells For Toxicological Studies. In Proceedings Of The 14th Annual Meeting Of The European Environmental Mutagen Society, 1984, P. 131.
- 22 | Fomenko V. N., Katasova L. D., Domshlak M. G. - Studies On The Mutagenic Effects Of Dimethyl Sulfate In Connection With Health Standards (In Russian). In First All-Union Congress Of Medical Geneticists, Kiev, USSR Ministry Of Health And All-Union Scientific Society Of Medical Geneticists, 16-18 April 1984, Pp. 348-349.

- 23 | Generoso W. M. Et Coll. - Developmental Response Of Zygotes Exposed To Similar Mutagens. *Mutat. Res.* 250, 1991, 439-46.
- 24 | Hoffmann G. R. - Genetic Effects Of Dimethyl Sulfate, Diethyl Sulfate, And Related Compounds. *Mutat. Res.* 75, 1980, 63-129.
- 25 | Dimethyl Sulfate - In : IARC Monographs On The Evaluation Of Carcinogenic Risks To Humans, Vol. 71 (Part 2). Lyon, 1999, (<https://monographs.iarc.who.int/monographs-available/>).
- 26 | Dimethyl Sulfate - In : Environmental Health Criteria. EHC 48. IPCS. WHO, 1985 (<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc48.htm>).
- 27 | Lewis R. - Sax's Dangerous Properties Of Industrial Materials, 10<sup>e</sup> Éd. New York, John Wiley And Sons, 2000, P. 1474.
- 28 | Mathison B. H., Frame S. R., Bogdanffy M. S. - DNA Methylation, Cell Proliferation, And Histopathology In Rats Following Repeated Inhalation Exposure To Dimethyl Sulphate. *Inhal. Toxicol.*, 2004, 16, 581-92.
- 29 | Sanotsky I.V. Et Coll. - The Role Of Experimental, Toxicological, And Clinical Investigations In The Prevention Of Effects On Progeny (In Russian). In The Role And Perspectives Of Occupational Medicine In Improving Productivity And Work Practices, 1982, Pp. 58-63 : Tallinn.
- 30 | Sarangapani R. Et Coll. - Interspecies Dose Extrapolation For Inhaled Dimethyl Sulphate : A PBPK Model-Based Analysis Using Nasal Cavity N7-Methylguanineneadducts. *Inhal. Toxicol.*, 2004, 16, 593-605.
- 31 | Vyskocil A., Viau C. - Dimethyl Sulfate : Review Of Toxicity. *Central European Journal Of Occupational And Environmental Medicine*, 1999, 5(1), 72-82.
- 32 | Dimethyl Sulfate - In : Health And Safety Guide. ESG 29. IPCS. WHO, 1989 (<http://www.inchem.org/documents/hsg/hsg/hsg029.htm>).
- 33 | Schettgen T. Et Coll. - Dimethyl Sulfate ; A Hidden Problem In Occupational Medicine. *Occup. Environ. Med.*, 2004, 61, 73-75.
- 34 | Sulfate de diméthyle. DEM 197. In : DEMETER. INRS, 2017 (<https://www.inrs.fr/publications/bdd/demeter.html>).
- 35 | Principes généraux de ventilation. Guide pratique de ventilation ED 695. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 36 | Phénomènes électrostatiques. Brochure ED 6354. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 37 | Le permis de feu. Brochure ED 6030. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 38 | Signalisation de santé et de sécurité au travail - Réglementation. Brochure ED 6293. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 39 | 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/val-de-marne/entreprise/tableau\\_recommandations](https://www.ameli.fr/val-de-marne/entreprise/tableau_recommandations)).
- 40 | Vêtements de travail et équipements de protection individuelle - Propriétés antistatiques et critère d'acceptabilité en zone ATEX. Note documentaire ND 2358. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 41 | EPI et vêtements de travail : mieux comprendre leurs caractéristiques antistatiques pour prévenir les risques d'explosion. Notes techniques NT33. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 42 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer sa tenue de protection en toute sécurité. Cas n°1 : Décontamination sous la douche. Dépliant ED 6165. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 43 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer sa tenue de protection en toute sécurité. Cas n°3 : Sans décontamination de la tenue. Dépliant ED 6167. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 44 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer ses gants en toute sécurité. Gants à usage unique. Dépliant ED 6168. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 45 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer ses gants en toute sécurité. Gants réutilisables. Dépliant ED 6169. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 46 | Les appareils de protection respiratoire - Choix et utilisation. Brochure ED 6106. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 47 | Des gants contre le risque chimique. Fiche pratique de sécurité ED 112. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 48 | Forsberg K, Den Borre AV, Henry III N, Zeigler JP - Quick selection guide to chemical protective clothing. 6<sup>th</sup> ed. Hoboken : John Wiley & Sons ; 260 p.
- 49 | Sulfate de diméthyle. In : ProtecPo Logiciel de pré-sélection de matériaux de protection de la peau. INRS-IRSST, 2011 (<https://protecpo.inrs.fr/ProtecPo/jsp/accueil.jsp>).
- 50 | Quels vêtements de protection contre les risques chimiques. Fiche pratique de sécurité ED 127. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 51 | Les équipements de protection individuelle des yeux et du visage - Choix et utilisation. Brochure ED 798. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 52 | Les absorbants industriels. Aide-mémoire technique ED 6032. INRS (<https://www.inrs.fr>).

## Auteurs

C. Bavoux, D. Jargot, B. La Rocca, F. Marc, S. Miraval, F. Pillière, S. Robert

## Historique des révisions

1 <sup>re</sup> édition	1982
2 <sup>e</sup> édition (mise à jour complète)	1992
3 <sup>e</sup> édition (mise à jour complète)	Juillet 2006
4 <sup>e</sup> édition (mise à jour partielle)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Utilisations</li> <li>■ Valeurs limites d'exposition professionnelle</li> </ul>	

■ Méthodes de détection et de détermination dans l'air	Avril 2021
■ Incendie - Explosion	
■ Toxicité expérimentale :	
○ Effets sur la reproduction	
■ Réglementation	
■ Recommandations techniques et médicales	
■ Bibliographie	