

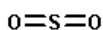
Dioxyde de soufre

Fiche toxicologique n°41

Généralités

Edition _____ 2006

Formule :



Substance(s)

Formule Chimique	Détails	
SO ₂	Nom	Dioxyde de soufre
	Numéro CAS	7446-09-5
	Numéro CE	231-195-2
	Numéro index	016-011-00-9
	Synonymes	Anhydride sulfureux

Etiquette



DIOXYDE DE SOUFRE

Danger

- H314 - Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves
- H331 - Toxique par inhalation

Les conseils de prudence P sont sélectionnés selon les critères de l'annexe 1 du règlement CE n° 1272/2008.
231-195-2

Selon l'annexe VI du règlement CLP.

ATTENTION : pour la mention de danger H331, se reporter à la section "Réglementation".

Caractéristiques

Utilisations

[1, 4, 5]

Le dioxyde de soufre a de nombreuses applications industrielles :

- fabrication de l'acide sulfurique ;
- agent de blanchiment dans l'industrie de la pâte à papier ;
- agent de réduction (sucrieries, féculeries, tanneries, teintureries,...) ;
- agent de blanchiment du sucre et de certaines fibres ; antichlore dans l'industrie textile ;
- agent antiparasitaire et antiseptique dans l'industrie alimentaire, dans le stockage des grains et dans le traitement des vins ;

- raffinage des pétroles (sous forme liquide comme extracteur) ;
- agent réfrigérant dans l'industrie du froid ;
- fabrication des sulfites, bisulfites, métabisulfites, hydrosulfites, des composés thionyles et sulfuryles, des sulfones, du sulfure de carbone, du thiofène...

Sources d'exposition

De nombreuses opérations industrielles sont susceptibles de dégager du dioxyde de soufre :

- oxydation du soufre, des sulfures ;
- réduction à chaud des sulfates métalliques ;
- combustion des fuels et charbons ;
- combustion de l'hydrogène sulfuré ;
- décomposition des thiosulfates, des thionates.

Propriétés physiques

[1, 2, 6 à 8]

Le dioxyde de soufre est un gaz incolore, plus lourd que l'air, d'odeur piquante très irritante et perceptible dès 1,1 ppm [9], très soluble dans l'eau (11,3 g pour 100 g d'eau à 20 °C) et soluble dans un grand nombre de composés : alcools, acides acétique et sulfurique, éther éthylique, acétone, toluène...

Nom Substance	Détails	
Dioxyde de soufre	N° CAS	7446-09-5
	Etat Physique	Gaz
	Masse molaire	64,06
	Point de fusion	-72 à -75,5 °C (point triple)
	Point d'ébullition	-10 °C
	Densité gaz / vapeur	2,26
	Pression de vapeur	100 kPa à -10 °C 225 kPa à 10 °C 850 kPa à 50 °C
	Point critique	157,6 °C à 7 884 kPa

À 25 °C et 101,3 kPa, 1 ppm = 2,62 mg/m³.

Propriétés chimiques

[1, 3 à 5, 8]

À température ordinaire et en l'absence d'humidité, le dioxyde de soufre est un gaz relativement peu réactif et très stable. Sa dissociation en soufre et trioxyde de soufre commence à des températures supérieures à 2000 °C.

De nombreux oxydants réagissent violemment sur le dioxyde de soufre, notamment les peroxydes, les chromates, les dichromates. Avec les nitrates, il y a formation de peroxyde d'azote et du sulfate métallique correspondant. À température inférieure à 60 °C, les chlorates donnent du dioxyde de chlore ClO₂ ; lorsque la température s'élève, la réaction devient explosive avec formation de chlore.

Les métaux et alliages usuels (en particulier : fer, acier, plomb, aluminium, cuivre et nickel et leurs alliages...) ne sont pas attaqués par le dioxyde de soufre sec ; le zinc et les métaux alcalins le sont par contre facilement. En présence d'humidité ou à température inférieure à la température de rosée, le produit devient très corrosif. À haute température, les métaux réagissent différemment avec le dioxyde de soufre : l'aluminium et ses alliages, le cuivre et ses alliages sont attaqués.

Récipients de stockage

Le stockage du dioxyde de soufre s'effectue généralement dans des fûts en acier ou en acier inoxydable (types 316, 309 et 310).

Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle

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

Substance	Pays	VME (ppm)	VME (mg/m ³)	VLCT (ppm)	VLCT (mg/m ³)
Dioxyde de soufre	France (circulaire 1982)	2	5	5	10
Dioxyde de soufre	États-Unis (ACGIH)	2	-	5	-
Dioxyde de soufre	Allemagne (Valeur MAK)	0,5	1,3	-	-

Méthodes de détection et de détermination dans l'air

- Prélèvement du dioxyde de soufre gazeux, après élimination de la pollution particulaire sur une membrane [10, 33] ou un filtre [31, 32], sur l'un ou l'autre des médias suivants :
 - filtre en fibre de quartz imprégné d'hydroxyde de potassium [10],
 - tube de verre garni de billes de carbone imprégné d'hydroxyde de potassium [31, 32],
 - filtre en cellulose imprégné de carbonate de sodium où le SO₂ gazeux est recueilli sous forme d'ions sulfite [33].

Oxydation du dioxyde de soufre en sulfates par une solution d'eau oxygénée [10, 31, 32] ou extraction des sulfites par un mélange de carbonate et de bicarbonate de sodium [33].

Dosage des sulfates formés par chromatographie ionique, par électrophorèse capillaire ou à l'aide d'une électrode spécifique [10, 31, 32] ou dosage des ions sulfite et sulfates (formés par oxydation à l'air des ions sulfite) par chromatographie ionique avec détection conductimétrique [33].

- Analyseurs en continu à fluorescence UV ou à photométrie de flamme.
- Appareils à réponse instantanée équipés des tubes réactifs colorimétriques DRAEGER (Anhydride sulfureux 0.1, 0.5 ou 1/a), GASTEC (Anhydride sulfureux 5L, 5La, 5Lc, 5Lb, Gaz acides 80 ou Hydrogène sulfureux, Anhydride sulfureux 45S) et MSA (SO₂-1) pouvant couvrir différentes fractions de la gamme [0,1 - 25 ppm et plus].
- Tubes colorimétriques longue durée Draeger 2/a-L (Anhydride sulfureux) ou à diffusion passive Draeger 5/aD (Anhydride sulfureux) et Gastec (dosi-tube SO₂ 5D).

Incendie - Explosion

Le dioxyde de soufre est un produit ininflammable et inexplorable. Toutefois, en cas d'incendie, évacuer les fûts menacés ou refroidir par arrosage à l'eau ceux exposés au feu.

Pathologie - Toxicologie

Toxicocinétique - Métabolisme

Le dioxyde de soufre est bien absorbé par voie respiratoire et rapidement hydraté. Il est distribué largement dans l'organisme où il est métabolisé par le foie en sulfates et sulfonates éliminés dans les urines.

Chez l'animal

Le dioxyde de soufre pénètre dans l'organisme par inhalation. Ce gaz fortement soluble dans l'eau est rapidement hydraté, dissocié en sulfite et bisulfite et absorbé dans le tractus respiratoire supérieur (nez, pharynx) [11]. L'absorption est fonction de la concentration : chez le lapin (0,05 ppm à 700 ppm ³⁵SO₂), 90 % sont absorbés à forte concentration et 5 % ou moins pour des concentrations inférieures à 1 ppm ; des résultats semblables sont observés chez le chien et l'homme [12]. La pénétration dans les voies respiratoires inférieures est très faible lors d'une respiration calme par le nez, elle est augmentée lors d'une respiration profonde par la bouche et quand la fréquence respiratoire augmente, en particulier pendant un exercice physique [12 à 14].

En raison de l'hydratation rapide du dioxyde de soufre, ses interactions avec les molécules biologiques en milieu aqueux sont probablement celles des ions sulfite et bisulfite formés ; c'est pourquoi, certaines expositions par voie orale ont été menées avec ces composés.

Le dioxyde de soufre absorbé passe dans le sang, qui le distribue largement dans l'organisme où il est métabolisé (cf. schéma métabolique).

La voie principale est une oxydation en sulfate par la sulfite oxydase, présente principalement dans le foie mais aussi dans d'autres organes (rein, intestin, cœur et poumon) ; sous cette forme, il est incorporé à la réserve corporelle de sulfates. Il y a de grandes différences d'activité sulfite oxydase entre les espèces, le rat ayant le taux le plus élevé et le lapin le plus faible.

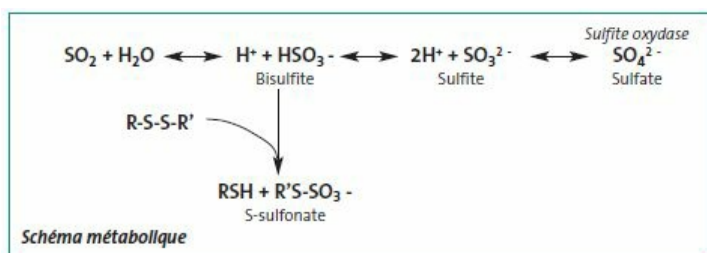
Les bisulfites réagissent avec les ponts disulfures pour former des S-sulfonates. Une corrélation inverse a été montrée entre l'activité de la sulfite oxydase et la sensibilité à l'effet toxique du bisulfite, reflétée par les différences de S-sulfonates formés selon les espèces.

Chez l'homme

Chez l'homme, les taux plasmatiques en S-sulfonates sont en corrélation avec les taux atmosphériques de dioxyde de soufre pour une exposition à des concentrations allant de 0,8 à 15,7 mg/m³ pendant 120 h. La sulfite oxydase humaine pourrait avoir un effet protecteur en empêchant la réaction des sulfites avec les molécules biologiques [14].

Les sulfates formés sont éliminés dans l'urine [11].

Schéma métabolique



Toxicité expérimentale

Toxicité aiguë

Le dioxyde de soufre produit une irritation sévère de la muqueuse du tractus respiratoire avec lésions cellulaires et œdèmes laryngotrachéal et pulmonaire. Il provoque de graves lésions irréversibles pour la peau et les yeux.

Le dioxyde de soufre est un gaz toxique par inhalation. La CL50 est de 2 520 ppm/1 h chez le rat et 3 000 ppm/ 30 min chez la souris [15].

Les symptômes observés traduisent essentiellement une action au niveau du système respiratoire. À faible concentration, le dioxyde de soufre est un gaz irritant au niveau du nez et des voies aériennes supérieures ; il provoque des lésions de la cavité nasale (souris, 10 ppm/72 h), une bronchoconstriction (cobaye, 0,2 ppm/1 h) et une production accrue de mucus [16]. En plus des effets sur le système respiratoire, on observe des modifications hématologiques (augmentation de l'hématocrite et du taux de sulfhémoglobine, baisse de la viscosité du sang total ; rat, 0,87 ppm/24 h) [17]. À des concentrations plus élevées (rat, 800 ppm, 8 h) apparaît une réponse plus sévère au niveau de l'épithélium trachéal : groupes de cellules détachées, nécrose cellulaire, disparition des cellules ciliées et des cellules caliciformes ; une augmentation de l'activité mitotique est observée dans les zones les plus atteintes.

Dans l'épithélium bronchique, les effets sont plus légers et le signe de destruction cellulaire le plus important est la disparition des cellules ciliées. Dans la région bronchique intrapulmonaire, on observe une modification de la fonction ciliaire et du flux mucociliaire bien que les cellules ciliées soient d'aspect normal [18]. À très fortes concentrations, la capacité d'absorption peut être dépassée, ce qui aboutit à un œdème laryngotrachéal ou pulmonaire puis à la mort des animaux. Le dioxyde de soufre perturbe le rejet des bactéries et des particules inertes hors des poumons [13].

La toxicité pour les voies respiratoires est potentialisée par l'inhalation simultanée d'aérosols liquides ou solides, d'ozone ou d'oxydes d'azote [13].

Le dioxyde de soufre est corrosif pour les yeux et la peau. En raison de sa solubilité dans les graisses, il pénètre par la cornée dans l'humeur aqueuse où il s'hydrolyse provoquant une kératite profonde et une inflammation de l'iris [12]. Le contact avec la peau entraîne des irritations et des brûlures caustiques. Ces effets semblent dus à la formation d'acide sulfureux au contact des surfaces humides.

Le dioxyde de soufre potentialise l'effet sensibilisant de l'ovalbumine chez le cobaye : une exposition à une concentration faible (0,11 ppm, 8 h/j, 5 jours) entraîne une hypersensibilité, mise en évidence par une obstruction bronchique et des concentrations accrues d'anticorps spécifiques dans le sérum et le liquide de lavage bronchoalvéolaire [19].

Toxicité subchronique, chronique

L'inhalation répétée provoque une atteinte bronchique chronique ; en cas d'ingestion, une altération de l'état général des animaux est notée avec une atteinte organique diffuse.

Les symptômes observés après une exposition chronique par inhalation ressemblent à ceux de la bronchite chronique : l'examen anatomo-pathologique des animaux révèle des modifications de la couche muqueuse de la trachée (hypertrophie des cellules caliciformes) et des glandes muqueuses [12]. L'hypersécrétion de mucus et sa clairance réduite provoque son accumulation le long du tractus respiratoire et une obstruction des voies aériennes. La dose sans effet observé sur la morphologie du tractus respiratoire est de 5 ppm chez le cobaye (52 sem), le singe (78 sem) et le chien (89 sem). La concentration létale est fonction de la durée d'exposition et de l'espèce ; la CL50 est de 150 ppm/35 j chez la souris et 130 ppm/6 j chez le cobaye [16].

Par voie orale dans la nourriture du rat, de la souris, du cobaye et du singe, le bisulfite (de sodium ou de potassium) n'induit pas de toxicité jusqu'à la dose de 72 mg/kg/j ; au-delà de cette dose se produisent arrêt de la croissance, perte de poids, atrophie viscérale, osseuse et médullaire, inflammation de l'estomac, polynévrite et œdème testiculaire [14, 16].

Effets génotoxiques

[14, 16]

Les dérivés hydratés (acide sulfureux ou sulfites) peuvent produire des effets mutagènes et génotoxiques in vitro . Les tests in vivo sont négatifs.

In vitro, tous les tests de mutagenèse étant réalisés en milieu aqueux, les résultats obtenus concernent l'effet génotoxique du dioxyde de soufre hydraté (acide sulfureux ou sulfites). Il est mutagène pour les phages, certaines souches de *E. coli* et de *S. typhimurium*, les levures et les plantes. Dans les cellules de hamster en culture, le bisulfite induit une transformation morphologique et des échanges entre chromatides sœurs mais ni mutation, ni aberration chromosomique, ni réparation de l'ADN. Une seule étude fait état d'augmentation du taux d'aberrations chromosomiques et d'échanges entre chromatides sœurs dans les lymphocytes humains en culture (sans activation métabolique).

In vivo, tous les tests réalisés (mutation létale dominante chez la souris, échanges entre chromatides sœurs, aberrations chromosomiques et micronoyaux dans la moelle osseuse de souris et de hamster chinois) sont négatifs en dehors d'une expérience de mutation létale récessive chez la drosophile.

Effets cancérigènes

Le dioxyde de soufre n'est pas classé cancérigène par l'Union européenne. Pour le CIRC-IARC, il ne peut pas être classé quant à sa cancérogénicité pour l'homme (groupe 3).

L'effet cancérigène du dioxyde de soufre par inhalation n'a été testé que dans une expérience chez la souris LX. Une augmentation significative de l'incidence des tumeurs pulmonaires a été observée chez les femelles (1 310 mg/m³ de pureté non spécifiée, 5 min/j, 5 j/sem, pendant toute la durée de vie) ; elle serait la conséquence d'une réaction inflammatoire au dioxyde de soufre suivie d'un état de tolérance apparent qui accélérerait, chez ces animaux, la tendance naturelle à développer des tumeurs spontanées. Les auteurs pensent que ces résultats ne justifient pas le classement cancérigène du dioxyde de soufre [22].

La possibilité d'un effet cocancérigène avec le benzo[a]pyrène a été étudiée chez le rat et le hamster. Une augmentation du taux de tumeurs pulmonaires est observée chez les rats exposés, toute la durée de la vie, à du SO₂ (26 mg/m³, 6 h/j) suivis de SO₂ (10,5 mg/m³) + benzo[a]pyrène (10 mg/m³, 1 h/j).

Le dioxyde de soufre pourrait affecter la détoxification des xénobiotiques en inhibant, via la formation de glutathion réduit, sa conjugaison enzymatique avec les réactifs électrophiles. La conjugaison avec le glutathion étant la voie principale d'élimination des époxydes du benzo[a]pyrène dans le poumon, l'inhibition de cette voie pourrait expliquer l'effet cocancérigène du dioxyde de soufre avec les hydrocarbures aromatiques polycycliques [20].

Effets sur la reproduction

Les données sur la fertilité ne sont pas suffisantes pour conclure. Un effet fœtotoxique est noté chez la souris.

Des rates exposées au dioxyde de soufre (4,97 mg/m³, 12 h/j, 3 mois) présentent un allongement du cycle ; celui-ci revient à la normale 7 mois après l'exposition [14].

Des concentrations atmosphériques de 32, 65, 125 ou 250 ppm de dioxyde de soufre du 7^e au 18^e jour de gestation n'induisent pas, chez la souris, de toxicité maternelle ni de modification significative du nombre moyen de nouveau-nés vivants par portée ; en revanche, elles ont un effet sur le développement : baisse de poids à la naissance et augmentation du délai d'apparition de différents réflexes (redressement à J1 et rotation à J2). L'effet du dioxyde de soufre sur le développement des réflexes pourrait être symptomatique d'une altération de la coordination neuromusculaire [21].

Les fœtus de lapines exposées à 70 ppm du 6^e au 18^e jour de la gestation présentent quelques variations mineures d'ossification [14].

Toxicité sur l'Homme

L'exposition aiguë est responsable de troubles respiratoires sévères avec œdème pulmonaire et bronchoconstriction. Une hyperréactivité bronchique non spécifique peut persister longtemps après une exposition aiguë. Les expositions chroniques sont caractérisées par des bronchites et pharyngites chroniques. L'exposition à ce gaz peut également exacerber des affections respiratoires préexistantes. Les données actuelles ne permettent pas de considérer le dioxyde de soufre comme un cancérigène direct chez l'homme.

Le dioxyde de soufre est un gaz en partie responsable de la pollution atmosphérique des grandes agglomérations industrielles.

Toxicité aiguë

[11]

L'inhalation est la principale voie d'exposition. Lors d'un dégagement accidentel, l'exposition massive peut provoquer soit une bronchiolite oblitérante ou un œdème pulmonaire hémorragique rapidement mortel soit une atteinte respiratoire obstructive sévère partiellement réversible, rebelle aux thérapeutiques, soit rester asymptomatique avec ou sans anomalie aux épreuves fonctionnelles respiratoires. Il est donc nécessaire de contrôler la fonction pulmonaire en cas d'intoxication accidentelle au SO₂ [23, 27].

Au décours d'une intoxication aiguë, on peut voir se développer un syndrome obstructif ou un état d'hyperréactivité bronchique qui peut persister pendant plusieurs années. Une exposition à des doses inférieures à 50 ppm provoque une irritation des muqueuses : rhinite, laryngite, bronchite et conjonctivite [25].

Les expérimentations humaines réalisées chez des sujets normaux ou asthmatiques ont permis de mettre en évidence qu'une inhalation de courte durée au SO₂ à une concentration de 5 à 10 ppm peut produire une bronchoconstriction probablement réflexe chez les adultes sains. Les sujets souffrant d'affection respiratoire, asthme notamment, présentent une plus grande sensibilité aux expositions même modérées au SO₂ [28, 29, 30]. Chez l'asthmatique, l'effet bronchoconstricteur du SO₂ est augmenté par l'effort physique pour des concentrations faibles de 0,1 ppm.

Les autres effets sont liés à la transformation du SO₂ en acide au contact de l'eau. On peut observer une forte irritation cutanée et, en cas de contact oculaire, les vapeurs peuvent causer une conjonctivite et le liquide des brûlures cornéennes avec perte de la vue par opacification cornéenne. Le contact avec les muqueuses digestives peut provoquer des brûlures de la cavité buccale, de l'œsophage et de l'estomac.

Toxicité chronique

[11, 24, 25, 26]

L'exposition prolongée (pollution atmosphérique, exposition professionnelle) augmente l'incidence de pharyngite et de bronchite chronique. Celle-ci peut s'accompagner d'emphysème et d'une altération de la fonction pulmonaire en cas d'exposition importante et prolongée. Les effets pulmonaires sont augmentés par la présence de particules respirables, le tabagisme et l'effort physique. L'inhalation peut aggraver un asthme préexistant et les maladies pulmonaires inflammatoires ou fibrosantes.

De nombreuses études épidémiologiques ont démontré que l'exposition au dioxyde de soufre, à des concentrations normalement présentes dans l'industrie ou dans certaines agglomérations, peut engendrer ou exacerber des affections respiratoires (toux chronique, dyspnée) [26] et entraîner une augmentation du taux de mortalité par maladie respiratoire ou cardiovasculaire (maladie ischémique) [24, 25].

Effets cancérigènes

[11, 14, 24]

On a suggéré que le dioxyde de soufre pouvait jouer un rôle cocancérigène dans le développement de cancer broncho-pulmonaire. Une étude suédoise suggère aussi qu'il pourrait être génotoxique (augmentation de la prévalence d'anomalies chromosomiques chez des ouvriers produisant de la pulpe de bois). Cependant, aucune donnée épidémiologique ne permet de le considérer comme directement cancérigène [24]. Le CIRC estime que les données existantes ne permettent pas de classer le dioxyde de soufre du point de vue de sa cancérigénicité pour l'homme (groupe 3) [14].

Réglementation

Rappel : La réglementation citée est celle en vigueur à la date d'édition de cette fiche : 2006

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

Maladies à caractère professionnel

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

Entreprises extérieures

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

Classification et étiquetage

a) **substance** dioxyde 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. La classification et l'étiquetage du dioxyde de soufre, harmonisés selon les deux systèmes (règlement CLP et directive 67/548/CEE), figurent dans l'annexe VI du règlement CLP. La classification est :

- selon le règlement (CE) n° 1272/2008 modifié
 - Toxicité aiguë (par inhalation), catégorie 3 (*) ; H 331
 - Corrosion /irritation cutanée, catégories 1B ; H 314

(*) Cette classification est considérée comme une classification minimum ; 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 minimum.

- selon la directive 67/548/CE
 - Toxique ; R 23
 - Corrosif ; R 34

b) **mélanges** (préparations) contenant du dioxyde de soufre :

- Règlement (CE) n° 1272/2008 modifié

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

Protection de la population

- Article L. 1342.2, articles R. 5132-43 à R. 5132-73, articles R. 1342-1 à R. 1342-12 du Code de la santé publique :
 - détention dans des conditions déterminées (art. R. 5132-66) ;
 - étiquetage (cf. Classification et étiquetage) ;
 - cession réglementée (art. R. 5132-58 et R. 5132-59).

Protection de l'environnement

- Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) : Les installations ayant des activités, ou utilisant des substances, présentant un risque pour l'environnement peuvent être soumises au régime ICPE. Pour savoir si une installation est concernée, se référer à la nomenclature ICPE en vigueur ; le ministère chargé de l'environnement édite une brochure téléchargeable et mise à jour à chaque modification (www.installationsclassées.developpement-durable.gouv.fr/La-nomenclature-des-installations.html). Pour plus d'information, consulter le ministère ou 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 au 1er janvier 2011 (www.developpement-durable.gouv.fr/-Transport-des-marchandises-.html). Pour plus d'information, consulter les services du ministère chargé du transport.

Recommandations

Le dioxyde de soufre est un gaz toxique et corrosif. Des mesures de prévention et de protection sont nécessaires lors du stockage, de la manipulation de ce produit et des opérations susceptibles d'en dégager.

Au point de vue technique

Stockage

- Stocker le produit à l'air libre ou dans des locaux frais, munis d'une ventilation efficace, à l'abri de l'humidité et de toute source d'ignition ou de chaleur et à l'écart des produits incompatibles (oxydants). En aucun cas les récipients ne seront exposés à des températures supérieures à 50 °C.
- Placer les récipients verticalement, fermement maintenus pour éviter tout risque de chute ou de choc. Les fermer et les étiqueter soigneusement.
- Mettre le matériel électrique, éclairage compris, en conformité avec la réglementation en vigueur.
- Prévoir, à proximité et à l'extérieur, des équipements de protection, notamment des appareils de protection respiratoire isolants autonomes.

Manipulation

Les prescriptions relatives aux locaux de stockage sont applicables aux locaux où est manipulé le dioxyde de soufre. En outre :

- Instruire le personnel des risques présentés par le produit, des précautions à observer et des mesures à prendre en cas d'accident. Les procédures spéciales en cas d'accident feront l'objet d'exercices d'entraînement.
- Éviter l'inhalation de vapeurs. Effectuer en appareil clos toute opération industrielle qui s'y prête. Prévoir une aspiration des vapeurs à leur source d'émission, ainsi qu'une ventilation générale des locaux. Prévoir également des appareils de protection respiratoire pour des travaux exceptionnels de courte durée ou les interventions d'urgence.
- Procéder à des contrôles fréquents et réguliers de la teneur de l'atmosphère en dioxyde de soufre ou, mieux, à un contrôle permanent complété par un système d'alarme automatique.
- Éviter le contact du produit avec la peau et les yeux. Mettre à la disposition du personnel des vêtements de protection, des gants, des lunettes de sécurité et des masques à cartouche de type E. Ces effets seront maintenus en bon état et changés ou nettoyés après chaque usage.
- Prévoir des douches de sécurité et des fontaines oculaires.
- Pour la manipulation et l'utilisation des bouteilles de gaz comprimé, se conformer strictement aux prescriptions du fabricant.
- N'utiliser que des installations technologiquement adaptées, en matériau compatible avec le produit. Soumettre les installations à un entretien préventif régulier axé notamment sur l'étanchéité.
- Ne jamais procéder à des travaux sur et dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu du dioxyde de soufre sans prendre les précautions d'usage [34].
- Éviter les rejets atmosphériques et aqueux du dioxyde de soufre.
- En cas de fuite ou de déversement accidentel, évacuer le personnel et ne laisser intervenir que des opérateurs spécialisés munis d'un équipement de protection approprié. Si possible, arrêter la fuite. Diluer et rabattre les vapeurs par pulvérisation abondante d'eau. Neutraliser les rejets avec précaution à l'aide d'agents alcalins.
- Conserver les déchets dans des récipients spécialement prévus à cet effet. Les éliminer dans les conditions autorisées par la réglementation (traitement dans l'entreprise ou dans un centre spécialisé).

Au point de vue médical

- Ne pas affecter à un poste comportant un risque d'exposition au dioxyde de soufre les sujets atteints d'affections respiratoires d'évolution chronique et en particulier les asthmatiques.
- Lors des examens systématiques, vérifier l'absence de signes d'intolérance (irritation cutanée, oculaire ou respiratoire). Des épreuves fonctionnelles respiratoires ou une radiographie pulmonaire pourront être réalisées périodiquement.
- En cas d'inhalation d'une concentration importante, retirer le sujet de la zone polluée après avoir pris toutes les précautions nécessaires pour les intervenants. Maintenir la victime au repos en position latérale de sécurité, si possible sous surveillance médicale. Mettre en couvree, s'il y a lieu, une assistance respiratoire et transférer dès que possible en milieu hospitalier à l'aide des organismes de secours d'urgence.
- Un contact accidentel peut survenir avec les vapeurs ou plus exceptionnellement avec une forme liquide de dioxyde de soufre. S'il survient au niveau cutané, retirer les vêtements souillés et laver immédiatement et abondamment, au moins 15 minutes, avec de l'eau. Du fait de la survenue rapide de brûlures cutanées, montrer à un médecin pour traitement symptomatique éventuel.
- En cas de projection oculaire, laver immédiatement et abondamment, au moins 15 minutes, avec de l'eau. Consulter un spécialiste.
- En cas d'ingestion, ne pas faire boire ni vomir la victime. Faire transférer en milieu hospitalier pour un bilan des éventuelles lésions caustiques et traitement symptomatique.

Bibliographie

- 1 | Dioxyde de soufre O₂S - In : L'Air Liquide, Encyclopédie des gaz. Paris, Elsevier, 1976, pp. 1121-1129.
- 2 | Sulphur Dioxide - Chemical safety data sheets n°137, vol. 4a, pp. 196-199.
- 3 | LELEU J. - Réactions chimiques dangereuses. Paris, INRS, 1992, ED 697, 403 p.
- 4 | PASCAL P. - Nouveau traité de chimie minérale. Anhydride sulfureux. Paris, Masson, 1961, vol. 13, 2^e fascicule, pp. 1199-1256.
- 5 | KIRK-OTHMER - Encyclopedia of chemical technology. Sulfur compounds, 3^e éd., vol. 22. New York, John Wiley and sons, 1978, pp. 135-149.
- 6 | Sulfur dioxide - In : ACGIH - Threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Cincinnati, 2001, également consultable sur CD-ROM.
- 7 | The Merck Index. 11^e éd. Rahway, Merck & Co, 1989, p. 8953.
- 8 | Occupational health guideline for sulfur dioxide. In : NIOSH/OSHA occupational health guidelines for chemical hazards. Washington DC ; NIOSH DHHS/OSHA, 1978, 5 p.
- 9 | FALCY M., MALARD S. - Comparaison des seuils olfactifs de substances chimiques avec des indicateurs de sécurité utilisés en milieu professionnel. Hygiène et sécurité du travail, *Cahiers de notes documentaires*, 1^{er} trimestre 2005, n° 198.
- 10 | Métrologie des polluants. Fiche 008 (Anhydride sulfureux) - Paris, INRS (www.inrs.fr/).
- 11 | LAUWERYS R. - Gaz et vapeurs irritants et asphyxiants. Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles, 3^e éd. Paris, Masson, 1990, pp. 388-391.
- 12 | AMDUR M.O., DOULL J., KLAASSEN C.D. (éds) - Casarett & Doull's Toxicology, 4^e éd. New York, McGraw-Hill International, 1992, pp. 523, 530, 857-859.
- 13 | Oxydes de soufre et particules en suspension. Critères d'hygiène de l'environnement n° 8. Genève, OMS, 1979, 123 p.
- 14 | IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risks of chemicals to humans - Sulfur dioxide and some sulfites, bisulfites and metabisulfites. Lyon, Centre international de recherche sur le cancer, 1992, 54, pp. 131-188.
- 15 | Dioxyde de soufre - CCINFO, Base de données RTECS, CD-ROM, 1994.
- 16 | SHAPIRO R. - Genetic effects of bisulfite (sulfur dioxide). *Mutation Research*, 1977, 39, pp 149-176.
- 17 | BASKURT O.K. - Acute hematologic and hemorheologic effects of sulfur dioxide inhalation. *Archives of Environmental Health*, 1988, 43, 5, pp. 344-348.

- 18 | STRATMANN U. et coll. - Effect of sulfur dioxide inhalation on the respiratory tract of the rat. *Zentralblatt für Hygiene und Umweltmedizin*, 1991, 192, 4, pp. 324-335.
- 19 | RIEDEL F. et coll. - Effects of SO₂ on allergic sensitization in the guinea pig. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 1988, 82, 4, pp. 527-534.
- 20 | MENZEL D.B., KELLER D.A., LEUNG K.H. - Covalent reactions in the toxicity of SO₂ and sulfites. *Advance in Experimental and Medical Biology*, 1986, 197, pp. 477-492.
- 21 | SINGH J. - Neonatal development altered by maternal sulfur dioxide exposure. *Neurotoxicology*, 1989, 10, 3, pp. 523-527.
- 22 | PEACOCK P. R., SPENCE J.B. - Incidence of lung tumours in LX mice exposed to (1) free radicals ; (2) SO₂. *British Journal of Cancer*, 1967, 21, pp. 606-618,
- 23 | CHARAN N.B. et coll. - Pulmonary injuries associated with acute sulfur dioxide inhalation. *American Review of Respiratory Disease*, 1979, 119, pp. 555-560.
- 24 | ENGLANDER V. et coll. - Mortality and cancer morbidity in workers exposed to sulphur dioxide in sulphuric acid plant. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 1988, 61, pp. 157-162.
- 25 | JAPPINEN P., TOLA S. - Cardiovascular mortality among pulp mill workers. *British Journal of Industrial Medicine*, 1990, 47, pp. 259-262.
- 26 | OSTERMAN J.W. et coll. - Respiratory symptoms associated with low level sulphur dioxide exposure in silicon production workers. *British Journal of Industrial Medicine*, 1989, 46, pp. 629-635.
- 27 | RABINOVITCH S. et coll. - Clinical and laboratory features of acute sulfur dioxide inhalation poisoning : two-year follow-up. *American Review of Respiratory Disease*, 1989, 139, pp. 556-558.
- 28 | SCHACHTER E.N. et coll. - Airway effects of low concentrations of sulfur dioxide : dose response characteristics. *Archives of Environmental Health*, 1984, 39, pp. 34-42.
- 29 | STACY R.W. et coll. - Effect of 0,75 ppm sulfur dioxide on pulmonary function parameters of normal human subjects. *Archives of Environmental Health*, 1981, 36, pp. 172-178.
- 30 | WITEK T.J. et coll. - Respiratory symptoms associated with sulfur dioxide exposure, *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 1985, 55, pp. 179-183.
- 31 | Sulfur dioxide, DFG, Analyses of Hazardous Substances in Air, Wiley-VCH, Volume 8, 2002.
- 32 | OSHA sampling and analytical methods, méthode n° ID-200, OSHA Salt Lake City, 1992 (www.osha.gov/).
- 33 | NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), 4^e éd., Cincinnati, Ohio, 1994, Méthode 6004 - Sulfur dioxide (www.cdc.gov/niosh/nmam).
- 34 | Cuves et réservoirs - Recommandation CNAM R 276. INRS.

Auteurs

N. Bonnard, M.-T. Brondeau, T. Clavel, M. Falcy, A. Hesbert, D. Jargot, O. Schneider

Historique des révisions