

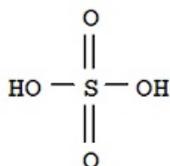
Acide sulfurique

Fiche toxicologique n°30

Généralités

Edition _____ Novembre 2020

Formule :



Substance(s)

Formule Chimique	Détails	
H ₂ SO ₄	Nom	Acide sulfurique
	Numéro CAS	7664-93-9
	Numéro CE	231-639-5
	Numéro index	016-020-00-8
	Synonymes	
	Nom	Oléum (...%SO₃)
	Numéro CAS	
	Numéro CE	
	Numéro index	016-019-00-2
	Synonymes	Acide sulfurique fumant

Etiquette



ACIDE SULFURIQUE... (≥ 15 %)

Danger

- H314 - Provoque de graves brûlures de la peau et de graves lésions des yeux

Les conseils de prudence P sont sélectionnés selon les critères de l'annexe 1 du règlement CE n° 1272/2008.
231-639-5

016-020-00-2

Oléum (...% SO ₃)	
<p>Danger</p> <p>H314 - Provoque de graves brûlures de la peau et de graves lésions des yeux</p> <p>H335 - Peut irriter les voies respiratoires</p> <p>EUH014 - Réagit violemment au contact de l'eau</p>	

Selon l'annexe VI du règlement CLP

Si cette substance est mise sur le marché sous forme d'une solution aqueuse, le fournisseur doit indiquer sur l'étiquette la concentration de la solution en pourcentage (note B).

Caractéristiques

Utilisations

[1]

- Fabrication d'acide phosphorique et d'engrais.
- Produit de base pour la fabrication de nombreux produits chimiques (alcools, sulfates minéraux, détergents...).
- Fabrication d'explosifs.
- Industries du pétrole, du textile, du papier et de la pâte à papier ou industrie pharmaceutique.
- Traitements des métaux (lessivage, décapage, traitement électrolytique).
- Electrolyte dans les batteries au plomb.
- Agent déshydratant.
- Laboratoire...

Propriétés physiques

[1, 2]

L'**acide sulfurique** pur est un liquide huileux incolore, inodore, hygroscopique qui se colore en jaune brun en présence d'impuretés.

Il est miscible à l'eau. La dissolution dans l'eau ou dans un mélange eau-alcool s'accompagne d'un grand dégagement de chaleur et d'une contraction du liquide (voir aussi Propriétés chimiques).

On trouve, dans le commerce, l'acide sulfurique à diverses concentrations ; l'acide sulfurique concentré est aux environs de 98 %, l'acide sulfurique pour les batteries a une concentration de 33 à 34 %.

L'**acide sulfurique fumant ou oléum** résulte de la dissolution en proportions variables de trioxyde de soufre dans l'acide sulfurique. Les oléums sont des liquides denses et visqueux rappelant l'huile, incolores ou plus ou moins colorés en brun selon leur degré de pureté. Ils émettent à température normale des fumées blanchâtres et lourdes, d'odeur piquante et pénétrante.

Nom Substance	Détails	
Acide sulfurique	Formule	H₂SO₄
	N° CAS	7664-93-9
	Etat Physique	Liquide
	Masse molaire	98,08
	Point de fusion	10,5 °C (acide pur) 3 à 5 °C (acide à 98 %) -38 °C (acide à 78 %) -64 °C (acide à 65 %)
	Point d'ébullition	290 °C (acide pur) 335 °C (acide à 98 %) 340 °C (température de décomposition)
	Densité	1,830 (acide pur) 1,836 (acide à 98 %) 1,704 (acide à 78 %)
	Pression de vapeur	< 0,001 hPa à 20 °C 0,004 hPa à 50 °C 1,3 hPa à 145,8 °C

À 25 °C et sous 101,3 kPa, 1 ppm = 4,01 mg/m³.

Propriétés chimiques

[2 à 4]

Sous l'action de la chaleur, à des températures supérieures à son point d'ébullition, l'acide sulfurique se dissocie en trioxyde de soufre et eau. La réaction est complète vers 450 °C.

L'acide sulfurique concentré agit comme un produit oxydant. Très hygroscopique, c'est un agent déshydratant puissant.

Il détruit les matières organiques (déshydratation et carbonisation).

La dissolution de l'acide sulfurique dans l'eau est fortement exothermique. Elle est dangereuse, très violente et s'accompagne de projections de liquide si l'on verse de l'eau sur de l'acide concentré.

L'acide sulfurique réagit vivement avec de nombreux produits : métaux en poudre, certaines matières combustibles, les réducteurs, les bases fortes, les oxydants. Citons par exemple carbures, perchlorates, permanganates, fulminates, nitrates, picrates, acrylonitrile, alcool propargylique... Ces réactions peuvent être explosives.

Les principaux métaux usuels sont attaqués par l'acide sulfurique avec dégagement d'hydrogène. La corrosivité de l'acide sulfurique vis-à-vis des métaux dépend notamment de sa concentration et de la température. L'acide dilué dissout l'aluminium, le chrome, le cobalt, le cuivre, le zinc, le fer, le manganèse, le nickel, mais pas le plomb ni le mercure [3].

VLEP et mesurages

Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle

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

Substance	Pays	VME (ppm)	VME (mg/m ³)	VLEP Description
Acide sulfurique	France (VLEP réglementaire indicative - 2012)	-	0,05	(fraction thoracique)
Acide sulfurique	États-Unis (ACGIH - 2004)	-	0,2	(fraction thoracique)
Acide sulfurique	Allemagne (valeur MAK)	-	0,1	(fraction alvéolaire)

Méthodes de détection et de détermination dans l'air

[5 à 8]

Il n'existe pas, à l'heure actuelle, de méthode validée pour l'évaluation des expositions professionnelles à l'acide sulfurique en comparaison de la VLEP indicative établie pour la fraction thoracique.

Des dispositifs sont proposés pour prélever la fraction thoracique des aérosols particuliers, par exemple : cyclone GK 2.69, cyclone GK 4.162 [5], dispositif CATHIA thoracique [6] et capteur par impaction PPI-T, mais leurs performances n'ont pas été validées pour la substance.

Les méthodes publiées pour la mesure de la fraction inhalable de l'acide sulfurique restent celles comprenant un prélèvement à l'aide d'une cassette fermée équipée d'un filtre membrane en polytétrafluoroéthylène ou en esters cellulosiques, la désorption du filtre (et des parois de la cassette) à l'aide d'un mélange de carbonate et hydrogénocarbonate de sodium et le dosage des ions SO₄²⁻ par chromatographie ionique [7,8].

Incendie - Explosion

L'acide sulfurique est un composé non combustible. Cependant, son action corrosive sur les principaux métaux usuels s'accompagne d'un dégagement d'hydrogène, gaz extrêmement inflammable et très réactif, pouvant former des atmosphères explosives en mélange avec l'air (les limites inférieure et supérieure d'explosivité sont respectivement de 4 % et 75 % en volume) et l'énergie minimale d'inflammation est extrêmement faible : 17 µJ.

En cas d'incendie, choisir l'agent d'extinction en fonction des autres produits/matériaux impliqués. Si possible, déplacer les récipients exposés au feu. L'eau est à éviter si de grandes quantités d'acide sulfurique concentré sont impliquées dans l'incendie, afin de se prémunir de projections dangereuses d'acide. Refroidir les récipients exposés ou ayant été exposés au feu à l'aide d'eau pulvérisée.

En raison des fumées toxiques et corrosives émises par la décomposition de l'acide sulfurique, les personnes chargées de la lutte contre l'incendie seront équipées d'appareils de protection respiratoire autonomes isolants et de combinaisons de protection adaptées.

Pathologie - Toxicologie

Toxicocinétique - Métabolisme

[1, 9]

L'acide sulfurique se dissocie rapidement en ions H⁺ et SO₄²⁻ ; les ions sulfates sont incorporés dans le pool des électrolytes de l'organisme, l'excédent est éliminé dans les urines. Les effets toxiques sont provoqués par les ions H⁺, qui modifient le pH localement.

Chez l'animal

La clairance du ³⁵S-acide sulfurique a été étudiée chez le rat, le cobaye et le chien exposés par voie nasale (1 à 20 mg/m³ ; diamètre aérodynamique médian en masse (MMAD) 0,4 - 1,2 µm) pendant 30 secondes ou par instillation intranasale chez le rat et le cobaye. Les résultats indiquent que le soufre est rapidement éliminé des poumons (demi-vie 170, 230, 261 secondes chez le rat, le cobaye et le chien respectivement). Après instillation intranasale, peu de soufre est absorbé ; 5 minutes après le traitement, il reste dans le nez 97,1 et 96,8 % de la dose chez le rat et le cobaye. L'absorption orale ou cutanée n'a pas été étudiée.

Chez l'homme

L'homme diffère de l'animal par la taille et l'architecture du tractus respiratoire ; le site de dépôt des particules, bien que régi par les mêmes facteurs, pourra diverger sensiblement. L'ammoniaque produite dans le tractus respiratoire peut neutraliser partiellement l'acidité de l'aérosol et modifier la sécrétion de mucus. Le mode de respiration influence également le dépôt des particules ; la dose déposée dans l'oropharynx, le larynx et la trachée supérieure est plus élevée lors d'une respiration buccale quelle que soit la taille des particules [10].

La rétention de l'acide sulfurique est de 50 - 87 % chez des volontaires exposés pendant 5 à 15 minutes par un masque facial à des concentrations de 0,4 à 1 mg/m³ (MMAD 1 µm). Après une exposition à 0,471 mg/m³ (MMAD 10 µm), 15 % seulement des ions H⁺, inhalés par la bouche, pénètrent dans les voies respiratoires inférieures (larynx, trachée, région broncho-pulmonaire) [9].

Toxicité expérimentale

[1, 9]

Toxicité aiguë

L'acide sulfurique est toxique pour l'animal, surtout par inhalation de l'aérosol ; les particules de taille moyenne (MMAD env. 1 µm) sont les plus toxiques. Il est fortement irritant ou corrosif pour le tractus respiratoire et le tractus gastro-intestinal selon la voie d'exposition ; pur, il est corrosif pour la peau et l'œil.

L'administration orale d'acide sulfurique produit des lésions caustiques sévères du tube digestif lorsque le pH de la solution est inférieur à 1,5. L'administration précoce d'eau aggrave ces lésions car elle augmente la quantité de liquide présente dans l'estomac sans modifier sensiblement son acidité.

L'exposition à des aérosols sulfuriques est responsable d'une irritation des voies respiratoires dont l'intensité dépend de la concentration atmosphérique d'acide, des caractéristiques de l'aérosol, de la durée d'exposition et de la sensibilité des animaux exposés. Le cobaye est le plus sensible, les animaux jeunes plus que les plus âgés ; cette sensibilité peut être due à sa susceptibilité à développer une broncho-contriction et des spasmes du larynx. Les symptômes majeurs après exposition par inhalation sont ceux d'une corrosion locale : respiration difficile, hémorragie, œdème, atelectasie et épaississement de la paroi alvéolaire chez le cobaye, hémorragie et œdème du poumon et/ou ulcération des fosses nasales, de la trachée et du larynx chez le rat et la souris [1].

L'hyperréactivité bronchique apparaît chez le cobaye après une exposition unique pendant 8 heures à l'acide sulfurique (17,4 mg/m³, MMAD 0,8 µm ou 37,2 mg/m³, MMAD 0,4 µm). La réponse est plus rapide avec les aérosols de petit diamètre (10 à 15 minutes après l'exposition) qui agiraient sur les régions périphériques du poumon, provoquant une broncho-contriction ; les aérosols de diamètre supérieur (MMAD 2,5 µm) augmentent, par irritation des grosses bronches, la sécrétion de mucus qui peut provoquer une obstruction complète de celles-ci. Les aérosols de diamètre encore plus important (7 µm) ne pénètrent pas dans le tractus respiratoire supérieur.

L'exposition à l'acide sulfurique (1 mg/m³ pendant 4 heures) augmente la clairance pulmonaire d'autres particules (microsphères marquées au [⁵¹Chrome] ou au [⁸⁵Strontium]) dont la demi-vie passe de 1126 à 630 heures [9].

Voie	Espèce	DL50/CL50 (durée)	
Orale	Rat	2140 mg/kg	
Inhalatoire	Cobaye	30 mg/m ³ (8 h) (MMAD 0,8 µm) > 109 mg/m ³ (8 h) (MMAD 0,4 µm) 50 mg/m ³ (8 h) (animal âgé) 18 mg/m ³ (8 h) (animal jeune)	
		Rat	510 mg/m ³ (2 h) 375 mg/m ³ (4 h) 425 mg/m ³ (8 h)
		Souris	320 mg/m ³ (2 h) 850 mg/m ³ (4 h) 600 mg/m ³ (8 h)
	Lapin	1470 mg/m ³ (3,5 h) 1610 mg/m ³ (7 h)	

Toxicité aiguë de l'acide sulfurique [1]

Irritation - Sensibilisation

L'acide sulfurique pur déposé sur la peau ou dans l'œil est corrosif, il provoque des brûlures sévères. La gravité des lésions produites dépend de la concentration de la solution (dépôt de 1 ml/kg sur peau abrassée sans occlusion) : une solution à 10 % induit une érosion de la peau, 5 % un érythème et un œdème et 2,5 % n'a aucun effet chez le rat et la souris ; aucun effet n'est observé sur la peau du cobaye et du lapin avec une solution à 10 % pendant 4 heures. La concentration sans effet pour l'œil du lapin est 1 - 1,25 % [9].

Une sensibilisation de la peau n'a pas été décrite bien que l'effet corrosif soit un facteur favorable à l'induction d'une allergie.

Toxicité subchronique, chronique

[5, 6]

Les expositions répétées des animaux à l'acide sulfurique montrent une grande variabilité dans les réponses selon l'espèce et l'effet étudié. Les effets toxiques sont cependant dus, dans tous les cas, à une irritation locale, sans effet systémique.

Chez le lapin, des expositions répétées à l'acide sulfurique, à des concentrations qui initialement augmentent la clairance mucociliaire des particules (0,25 mg/m³, 1 h/j, 5 j/semaine, 12 mois), provoquent dans le temps une baisse de cette clairance, accompagnée d'une augmentation du pourcentage des voies aériennes de petit calibre sans modification du nombre total de voies aériennes et du contenu en glycoprotéines acides du mucus intracellulaire ni modification tissulaire du poumon [12].

L'exposition prolongée de rats (100 mg/m³ pendant 5 jours), de cobayes (0,9 mg/m³ (MMAD 0,49 µm) ou 0,08 mg/m³ (MMAD 0,84 µm) ou 0,1 mg/m³ (MMAD 2,78 µm), 23 h/j, 7 j/semaine pendant 52 semaines) ou de souris (20 mg/m³, 7 h/j, du 6^e au 15^e jour de gestation) n'a pas d'effet sur le tractus respiratoire. Chez le singe, les modifications fonctionnelles et histologiques du tractus respiratoire (hyperplasie de l'épithélium bronchique modérée à sévère, épaississement de la paroi des bronchioles) sont en liaison avec la concentration et la taille des particules ; elles sont particulièrement importantes à 4,79 mg/m³ (MMAD 0,73 µm) et minimales à 0,48 mg/m³ (MMAD 0,54 µm) et 2,45 mg/m³ (MMAD 3,6 µm) pour une exposition de 78 semaines.

Effets génotoxiques

[9, 10]

Les effets génotoxiques observés in vitro seraient liés à la baisse du pH après traitement par l'acide sulfurique.

In vitro, l'acide sulfurique est sans effet dans le test d'Ames utilisant diverses lignées de *S. typhimurium* et d' *E. Coli* avec ou sans activateurs métaboliques. Il induit des aberrations chromosomiques dans les cellules ovariennes de hamster chinois (pH 3,5 à 7) avec ou sans activateurs métaboliques ; cet effet serait dû à la baisse du pH plus qu'à la substance elle-même. Une diminution de pH (quelle que soit la substance étudiée) induit des anomalies mitotiques, des mutations géniques, des aberrations chromosomiques et des transformations cellulaires dans les cellules de mammifère ; ces réponses sont fortement augmentées par la présence d'activateurs métaboliques.

Il n'y a pas d'étude *in vivo*.

Effets cancérogènes

[10]

L'acide sulfurique est faiblement cancérogène pour l'animal ; le développement de tumeurs est lié à l'effet irritant local.

Un faible effet cancérogène local est observé, chez le rat et la souris, après traitement avec des solutions d'acide sulfurique par instillation intratrachéale ou intubation gastrique. Les tumeurs apparaissent au cours de la deuxième année au niveau des organes qui sont directement au contact de l'acide sulfurique :

- papillomes et micropapillomes du pré-estomac, hyperplasies de l'épithélium, hyperkératose et acanthose, après intubation gastrique ;
- chondrosarcome de la trachée, adénocarcinomes bronchiques, histiocytomes du poumon, tumeurs de l'œsophage et du pré-estomac, lymphomes, après instillation intratrachéale.

Des études réalisées avec des brouillards d'acide sulfurique n'ont pas montré d'effet cancérogène.

Effets sur la reproduction

[9, 10]

D'après les connaissances actuelles, l'acide sulfurique ne semble pas embryo- ou fœtotoxique.

L'acide sulfurique est irritant/corrosif localement par les ions H⁺ ; seuls les ions sulfates, qui passent dans le sang, pourraient atteindre les organes reproducteurs. Ces anions n'ont probablement pas un grand rôle toxicologique car ils sont un métabolite normal des acides aminés soufrés et sont éliminés dans l'urine en cas d'excès.

Aucun effet significatif sur le nombre d'implantations ou de résorptions n'est observé chez la souris, exposée du 6^e au 15^e jour de gestation, ou le lapin, exposé du 6^e au 18^e jour de gestation, à 5 et 20 mg/m³ (MMAD 2,4 µm), 7 h/j. La forte concentration induit une baisse de poids maternel au début de l'exposition et une augmentation des rhinites et trachéites. Aucun effet n'est observé à cette concentration chez les embryons ou les fœtus de la souris ; chez le lapin, on note une augmentation de l'incidence de petites zones non ossifiées au niveau du crâne.

Toxicité sur l'Homme

L'acide sulfurique est corrosif pour la peau, les yeux, les voies respiratoires et digestives. Les anomalies les plus fréquemment rapportées dans les études réalisées chez les salariés exposés de façon chronique à de faibles concentrations d'acide sulfurique sont des érosions dentaires. Des signes d'irritation nasale, des bronchites ainsi que de discrètes anomalies fonctionnelles respiratoires ont par ailleurs été rapportés. Les brouillards d'acides inorganiques forts ainsi que le procédé de fabrication de l'isopropanol utilisant des acides forts sont classés dans la catégorie 1 des cancérogènes pour l'homme par le CIRC.

Toxicité aigüe

[13 à 15]

Le contact direct de la peau avec une solution concentrée d'acide sulfurique (pH < 2) entraîne des lésions caustiques d'autant plus sévères que le temps de contact est prolongé et que la concentration du produit est élevée. Elles se traduisent cliniquement par un érythème, une douleur et un œdème localisés auxquels succèdent rapidement des phlyctènes, des plaques de nécrose et des ulcérations en l'absence de décontamination précoce. Ces lésions peuvent secondairement se surinfecter et laisser la place à des cicatrices inesthétiques, voire des séquelles fonctionnelles selon la localisation de la brûlure initiale.

Les projections de solutions concentrées d'acide sulfurique dans les yeux provoquent des brûlures oculaires graves se traduisant cliniquement par une douleur immédiate, un larmoiement, une rougeur conjonctivale, un œdème local et souvent un blépharospasme. À la différence des lésions occasionnées par les bases fortes qui diffusent rapidement en profondeur en hydrolysant les protéines et en détruisant les cellules, l'acide sulfurique provoque une rapide nécrose d'homogénéisation des tissus superficiels, ce qui limite, dans le cas des contaminations peu importantes, sa pénétration au niveau des structures profondes de l'œil. En cas de projections importantes de solutions concentrées et de contact prolongé, l'iris et le cristallin peuvent cependant être lésés. En l'absence de décontamination immédiate et prolongée, des séquelles sont possibles telles qu'une cataracte, un glaucome, des opacités cornéennes, des lésions cicatricielles des paupières, voire une cécité.

L'exposition à des vapeurs, des aérosols ou des brouillards d'acide sulfurique se traduit cliniquement par des signes d'irritation des yeux, de la peau et des voies respiratoires. La gravité des symptômes dépend de la concentration atmosphérique en acide sulfurique, de la durée de l'exposition mais aussi de la taille des particules inhalées et du taux d'humidité ambiant.

Dans les formes de gravité modérée, les plus fréquentes, la symptomatologie associe une irritation du nez, des yeux et de la gorge, une sensation d'oppression thoracique douloureuse, une gêne respiratoire et de la toux. La principale complication est la constitution d'un œdème pulmonaire lésionnel retardé pouvant survenir jusqu'à 48 heures après l'exposition. Il peut être déclenché et aggravé par l'effort physique. Les complications infectieuses sont fréquentes.

Lors d'expositions massives, des formes suraiguës peuvent survenir, associant un bronchospasme asphyxique avec œdème laryngé et un syndrome de détresse respiratoire aiguë évoluant rapidement vers un état de choc et le décès par défaillance cardio-respiratoire.

Des séquelles sont possibles suite à l'inhalation d'acide sulfurique. La plus fréquente est le syndrome de dysfonction réactive des bronches, appelé aussi syndrome de Brooks ou encore RADS (reactive airways dysfunction syndrome). Il se caractérise par l'installation d'une hyperréactivité bronchique non spécifique responsable d'un syndrome asthmatiforme associant toux et dyspnée sibilante. Il peut durer des mois, voire des années. La plus grave est la constitution d'une insuffisance respiratoire chronique. Elle fait généralement suite à une intoxication sévère avec syndrome de détresse respiratoire aiguë. Elle est en rapport avec des lésions anatomiques telles que des bronchectasies, une bronchiolite oblitérante, un emphysème et/ou une fibrose. Une hyposmie ou une anosmie parfois associée à une rhinite chronique peut enfin survenir en cas de destruction de la muqueuse pituitaire, des glandes de Bowman et des fibres nerveuses issues de la lame criblée ethmoïdale.

Les études réalisées chez des volontaires sains à de faibles concentrations, comprises entre 0,1 et 3 mg/m³, ont mis en évidence des effets tels qu'une augmentation de la fréquence respiratoire, une réduction de la clearance mucociliaire trachéo-bronchique, une augmentation des signes d'irritation respiratoire, une hyperréactivité bronchique ainsi que des anomalies fonctionnelles pulmonaires de type obstructif. Dans les études réalisées chez des sujets asthmatiques, les effets surviennent à de plus faibles concentrations et lors de plus brèves expositions. La détection olfactive de l'acide sulfurique, variable selon les individus, intervient pour des concentrations atmosphériques de l'ordre de 1 à 3 mg/m³.

L'ingestion d'une solution concentrée d'acide sulfurique provoque de graves lésions caustiques des voies digestives pouvant rapidement engager le pronostic vital. Elle provoque d'emblée des douleurs oro-pharyngées, rétrosternales et épigastriques, une dysphagie, une hypersialorrhée et des vomissements fréquemment sanglants. Cette symptomatologie peut s'associer à des signes respiratoires en cas d'œdème laryngé et/ou de pneumopathie d'inhalation. L'examen oro-pharyngé et la fibroscopie œso-gastro-duodénale réalisés à un stade précoce révèlent une irritation intense et des ulcérations plus ou moins étendues du tractus digestif supérieur. Biologiquement, la nécrose tissulaire se traduit diversement par des troubles hydro-électrolytiques, une acidose métabolique, une hyperleucocytose, une hémolyse, une élévation des enzymes tissulaires et parfois par une coagulopathie de consommation. Une perforation digestive, une hémorragie digestive, un état de choc et des complications infectieuses peuvent survenir dans les premières semaines suivant l'ingestion. Des séquelles telles que des sténoses œsophagiennes et antrales sont possibles. La principale complication à long terme est la cancérisation des lésions cicatricielles.

Toxicité chronique

[1, 3, 10, 11, 16]

Chez 248 salariés travaillant dans 5 usines de fabrication d'accumulateurs, les seules anomalies corrélées à l'exposition à l'acide sulfurique (concentration moyenne de 0,21 mg/m³) étaient une discrète diminution de la capacité vitale aux épreuves fonctionnelles respiratoires et, surtout, une fréquence élevée d'érosions dentaires. Ces dernières étaient notées, même après une exposition brève à de faibles concentrations atmosphériques (dès 0,23 mg/m³ pendant 4 mois).

Chez 52 salariés travaillant dans 5 usines d'anodisation, l'incidence des symptômes nasaux des employés exposés à des brouillards d'acide sulfurique a été étudiée. Une rhinorrhée, une obstruction nasale, des épistaxis et/ou un prurit étaient présents chez 40 % des sujets exposés à des concentrations comprises entre 0,035 et 2,1 mg/m³. L'examen de la muqueuse nasale révélait une hyperhémie, des plages de décoloration et des ulcérations. Ces deux dernières manifestations étaient présentes chez les salariés les plus exposés (> 0,2 mg/m³). À l'examen histopathologique, les signes de métaplasie, d'atypie et de dysplasie étaient plus fréquents chez les salariés exposés par rapport aux non-exposés. D'après les auteurs, ces anomalies sont plus corrélées à l'intensité de l'exposition qu'à sa durée. Cette étude souffre toutefois de quelques faiblesses méthodologiques qui limitent la portée de ses résultats.

Une légère augmentation des cas de bronchite chronique a été rapportée dans une usine de fabrication de batteries parmi les salariés exposés à des brouillards d'acide sulfurique. Le niveau d'exposition moyen était de 1,4 mg/m³. Les tests fonctionnels respiratoires n'étaient pas altérés en comparaison des sujets non exposés.

Les contacts répétés de la peau avec des solutions d'acide sulfurique faiblement concentrées peuvent entraîner une dermatite de contact d'irritation.

Il n'y a pas de donnée publiée sur l'éventuel potentiel sensibilisant de l'acide sulfurique.

Effets cancérogènes

[10, 11]

Plusieurs études épidémiologiques de cohortes et cas-témoins ont été réalisées dans des secteurs industriels variés tels que la production d'acide sulfurique, d'alcool isopropylique, de savons, de détergents, d'engrais, la fabrication de batteries ou la métallurgie. Certaines de ces études souffrent de faiblesses méthodologiques qui gênent l'interprétation des résultats. La caractérisation des expositions est parfois inadéquate par manque de spécificité vis-à-vis de l'acide sulfurique. Dans d'autres cas, des facteurs confondants tels que la consommation de tabac ou d'alcool ou l'exposition à d'autres cancérogènes (chromates...) ne sont pas pris en compte. Malgré cela, l'ensemble des données disponibles suggère un lien entre l'exposition aux brouillards d'acides inorganiques forts contenant de l'acide sulfurique et la survenue de certains cancers de l'appareil respiratoire. Si le lien semble net quant au risque de survenue de cancers du larynx, il semble plus faible s'agissant du cancer du poumon. Un excès de risque de cancer de l'œsophage a par ailleurs été mis en évidence dans une étude cas-témoins canadienne, sans toutefois qu'il existe de relation dose-effet. Les mécanismes mis en jeu dans la survenue de ces cancers sont vraisemblablement liés aux phénomènes d'irritation chronique et de prolifération de l'épithélium des voies respiratoires.

Dans les études réalisées dans le secteur de la production d'isopropanol par le procédé à l'acide fort, une fréquence élevée des cancers des sinus, du larynx et des poumons a été mise en évidence. L'agent causal est cependant incertain. Il pourrait s'agir notamment du sulfate de diisopropyle qui se forme lors de la réaction du propylène avec l'acide sulfurique et qui appartient à la catégorie des agents alkylants.

Effets sur la reproduction

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

Réglementation

Rappel : La réglementation citée est celle en vigueur à la date d'édition de cette fiche : Novembre 2020

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

Sécurité et santé au travail

Mesures de prévention des risques chimiques (agents chimiques dangereux)

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

Aération et assainissement des locaux

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

Prévention des incendies et des explosions

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

Valeurs limites d'exposition professionnelle (Françaises)

- Article R. 4412-150 du Code du travail.
- Arrêté du 9 mai 2012 (JO du 10 mai 2012) modifiant l'arrêté du 30 juin 2004 modifié (JO du 11 juillet 2004).

Maladies à caractère professionnel

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

Travaux interdits

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

Entreprises extérieures

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

Classification et étiquetage

a) **substances** acide sulfurique et oléum :

Le règlement CLP (règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 (L 353, JOUE 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 de l'acide sulfurique et de l'oléum...%SO₃ harmonisés figurent dans l'annexe VI du règlement CLP. La classification est :

- Acide sulfurique...%
 - Corrosion, catégorie 1A ; H314
- Oléum...%SO₃
 - Corrosion, catégorie 1A ; H314
 - Toxicité spécifique pour certains organes cibles – Exposition unique, catégorie 3 : Irritation des voies respiratoires ; H335
 - Réagit violemment au contact de l'eau ; EUH 014

b) **mélanges** contenant de l'acide sulfurique ou de l'oléum :

- Règlement (CE) n° 1272/2008 modifié

Des limites spécifiques de concentration ont été fixées pour l'acide sulfurique quant à la corrosion cutanée.

Protection de la population

- Article L. 1342-2 du Code de la santé publique en application du règlement CE/1272/2008 (CLP) :
 - étiquetage (cf. Classification et étiquetage).

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). 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 les solutions aqueuses d'acide sulfurique, 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...).
- 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 ou d'aérosols ou brouillards d'acide. Effectuer en **système clos** toute opération industrielle qui s'y prête. Prévoir un **captage** des émissions à leur source ainsi qu'une **ventilation** des lieux de travail conformément à la réglementation en vigueur [17].
- **Réduire** le nombre de personnes exposées aux solutions aqueuses d'acide sulfurique.
- Éviter tout rejet atmosphérique d'acide sulfurique.
- Faire évaluer **annuellement** l'exposition des salariés à l'acide sulfurique présent dans l'air par un **organisme accrédité, sauf dans le cas où** l'évaluation des risques a conclu à un **risque faible** (§ Méthodes de détection et de détermination dans l'air).
- Au besoin, les espaces dans lesquels la substance est stockée et/ou manipulée doivent faire l'objet d'une **signalisation** [18].
- Ne jamais procéder à des travaux sur ou dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu des solutions aqueuses d'acide sulfurique sans prendre les précautions d'usage [19].
- Supprimer toute autre source d'exposition par contamination accidentelle (remise en suspension dans l'air, transfert vers l'extérieur ou contact cutané) en procédant à un **nettoyage régulier** des locaux et postes de travail.
- Effectuer les vidanges, transvasements, dilutions, dissolutions, de manière à éviter les surchauffes locales, les projections de liquide et la formation de vapeurs/brouillards/ aérosols. Pour les dilutions avec l'eau (réaction exothermique), verser lentement l'acide sulfurique dans l'eau par petites quantités et en agitant. NE JAMAIS VERSER D'EAU DANS L'ACIDE.

Équipements de Protection Individuelle (EPI)

Le choix des EPI dépend des conditions au poste de travail et de l'évaluation des risques professionnels. Les EPI doivent ne pas être source d'étincelle s'il y a des risques de formation d'atmosphères explosives d'hydrogène (voir partie incendie/explosion) [20, 21]. 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 [22 à 25].

- 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 E2P3 ou BE2P3 en cas d'activité générant des aérosols [26].
- Gants : les matériaux préconisés pour un contact prolongé sont :
 - **pour les concentrations < 30 % en acide sulfurique** : caoutchouc naturel, caoutchouc butyle, caoutchouc nitrile, polychloroprène, polyéthylène, polychlorure de vinyle, Viton[®], Viton[®]/caoutchouc butyle, Barrier[®] ou Silver Shield/4H[®] ;
 - **pour les concentrations de 30 % à 70 %** : idem sauf le caoutchouc nitrile ;
 - **pour les concentrations > 70 %** : caoutchouc butyle, polyéthylène, Viton[®], Viton[®]/caoutchouc butyle, Barrier[®] ou Silver Shield/4H[®]. Le caoutchouc naturel, le caoutchouc nitrile, polychloroprène et polychlorure de vinyle ne sont pas recommandés ;
 - **pour l'acide sulfurique fumant ou oléum** : Viton[®], Viton[®]/caoutchouc butyle, Barrier[®] ou Silver Shield/4H[®] sont les seules matières recommandées ;

Quelle que soit sa concentration, l'acide sulfurique dégrade le polyalcool vinylique [27, 28].

- Vêtements de protection : **des vêtements de protection** résistants aux acides (combinaison, tablier...), des bottes ou des chaussures fermées, des écrans faciaux ou des lunettes de sécurité avec protections latérales et des gants devront être utilisés. **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** [29] ainsi qu'à la rubrique 8 « Contrôles de l'exposition / protection individuelle » de la FDS quant à la nature des protections oculaires pouvant être utilisées lors de la manipulation de la substance [30].

Stockage

- Stocker les solutions aqueuses d'acide sulfurique 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...) et à l'écart des produits incompatibles tels que les bases.
- Le stockage des solutions aqueuses d'acide sulfurique s'effectue généralement dans des récipients en acier inoxydable ou en acier carbone. Le verre est également utilisable pour de petites quantités ; les récipients seront alors protégés par une enveloppe extérieure convenablement ajustée. Certains matériaux sont non compatibles : métaux légers et alliages (en présence d'humidité).
- **Fermer soigneusement** les récipients et les étiqueter conformément à la réglementation. Reproduire l'étiquetage en cas de fractionnement. Effectuer les vidanges, transvasements, dilutions, dissolutions de manière à éviter les surchauffes locales, les projections de liquide et la formation de vapeurs/brouillards/ aérosols.

- Le sol des locaux sera **imperméable**, incombustible et résistant à la corrosion, et formera **une cuvette de rétention** afin qu'en cas de déversement, la substance ne puisse se répandre au dehors.
- 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** les solutions aqueuses d'acide sulfurique des peroxydes organiques, produits combustibles ou inflammables ainsi que des substances libérant des gaz inflammables au contact de l'eau, des agents oxydants et des déshydratants. Si possible, les stocker **à l'écart** des autres produits chimiques dangereux. Bannir tout métal ou objet métallique susceptible de réagir avec un dégagement d'hydrogène. Si le risque de dégagement d'hydrogène en quantités importantes ne peut être écarté, mettre le matériel électrique et non-électrique, y compris l'éclairage et la ventilation, en conformité avec la réglementation concernant les atmosphères explosives.

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 des solutions aqueuses d'acide sulfurique.
- 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 d'une solution aqueuse d'acide sulfurique, récupérer le produit en l'épongeant avec un matériau absorbant inerte. Laver à grande eau la surface ayant été souillée [31].
- 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

- Lors des visites initiale et périodiques**
 - Examen clinique** : rechercher particulièrement des signes d'irritation cutanée, oculaire, des voies aéro-digestives supérieures et broncho-pulmonaire ainsi que des érosions dentaires.
 - Examens complémentaires** : l'examen clinique initial peut être complété par une radiographie pulmonaire et des épreuves fonctionnelles respiratoires qui serviront d'examens de référence. La fréquence des examens médicaux périodiques et la nécessité ou non d'effectuer des examens complémentaires (radiographie pulmonaire, épreuves fonctionnelles respiratoires...) seront déterminées par le médecin du travail en fonction des données de l'examen clinique et de l'appréciation de l'importance de l'exposition.
- Autres** : déconseiller le port de lentilles de contact souples hydrophiles lors de travaux pouvant potentiellement exposer à des vapeurs ou aérosols de cette substance

Conduites 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 de vapeurs ou de brouillards**, appeler rapidement un centre antipoison. 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). En cas de symptômes, consulter rapidement un médecin. Prévenir du risque de survenue d'un œdème pulmonaire lésionnel dans les 48 heures suivant l'exposition et de la nécessité de consulter en cas d'apparition de symptômes respiratoires.
- En cas d'ingestion**,
 - En cas d'ingestion d'une solution concentrée dont le pH est inférieur à 2, ou d'une grande quantité d'une solution dont le pH n'est pas connu, appeler immédiatement un SAMU, faire transférer la victime par ambulance médicalisée 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.
 - En cas d'ingestion de quelques gouttes d'une solution diluée (pH supérieur à 2), appeler rapidement un centre antipoison. 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, pas tenter de provoquer des vomissements. En cas de symptômes, consulter un médecin.

Dans tous les cas, préciser si possible, le pH de la solution responsable. Les risques sont particulièrement graves lorsque le pH est inférieur à 2.

Bibliographie

- 1 | Sulfuric Acid. OECD SIDS Initial Assessment Report. UNEP Publications, 2001 (<https://hpvchemicals.oecd.org/ui/Default.aspx>).
- 2 | Sulfuric acid and sulfur trioxide. In : Kirk-Othmer - Encyclopedia of chemical technology. 5th edition. Vol. 23. Hoboken : Wiley-Interscience ; 2007 : 754-801.
- 3 | Sulfuric acid. 2004. In : Documentation of the threshold limit values and biological exposures indices. Cincinnati : ACGIH ; 2007 : CD-ROM.
- 4 | Leleu J, Triolet J - Réactions chimiques dangereuses. ED 697. Paris : INRS ; 2003 (<http://www.inrs.fr>).
- 5 | Prélèvement des aérosols par cyclone. In : MétroPol. Métrologie des polluants. INRS, 2019 (<http://www.inrs.fr/metropol>).
- 6 | Prélèvement des aérosols par le dispositif CATHIA. In : MétroPol. Métrologie des polluants. INRS, 2015 (<http://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html>).

- 7 | Anions minéraux. Fiches M-53, M-137, M-144. In : Métropol. Métrologie des polluants. INRS, 2017 (<http://www.inrs.fr/metropol>).
- 8 | NON-VOLATILE ACIDS (Sulfuric Acid and Phosphoric Acid). Method 7908. In : NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), 4th edition. NIOSH, 2014 (<https://www.cdc.gov/niosh/nmam/>).
- 9 | Toxicological Profile for Sulfur Trioxide and Sulfuric Acid. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1998, Toxprofile Tp117 (¹ <https://www.atsdr.cdc.gov/>)¹.
- 10 | Occupational exposures to mists and vapours from sulfuric acid and other strong inorganic acids. In : Occupational exposures to mists and vapours from strong inorganic acids and other industrial chemicals. IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risks to Humans. Vol 100, 2012 (<https://monographs.iarc.fr/>).
- 11 | A review of human carcinogens. Part F : Chemical agents and related occupations. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Vol. 100 (in prep). IARC, 2009 (<https://monographs.iarc.fr/>).
- 12 | Gearhart JM, Schlesinger RB - Sulfuric acid-induces changes in the physiology and structure of the tracheobronchial airways. *Environmental Health Perspectives*. 1989 ; 79 : 127-137.
- 13 | Acides et bases minérales fortes. In : Testud F - Pathologie toxique professionnelle et environnementale. 3^e édition. Paris : Editions ESKA ; 2005 : 6976, 672 p.
- 14 | Acides et anhydrides. In : Bismuth C, Baud F, Conso F et al. - Toxicologie clinique, 5^e édition. Paris : Flammarion ; 2000 : 699-706, 1 092 p.
- 15 | Sulfuric acid. In : Bingham E, Cohns B, Powell CH (Eds) - Patty's toxicology. Volume III. 5th edition. New York : John Wiley and Sons ; 2001 : 508511, 1 312 p.
- 16 | Van der Hagen M, Jarnberg J - 140. Sulphuric, hydrochloric, nitric and phosphoric acids - The Nordic Expert Group for Criteria Documentation of Health Risks from Chemicals. *Arbete och Halsa*, 2009 ; 43 (7). University of Gothenburg, Sweden : Arbetsmiljö Verket. 122p. (<https://www.ub.gu.se/en>).
- 17 | Principes généraux de ventilation. Guide pratique de ventilation ED 695. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 18 | Signalisation de santé et de sécurité au travail - Réglementation. Brochure ED 6293. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 19 | 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).
- 20 | Vêtements de travail et équipements de protection individuelle - Propriétés antistatiques et critère d'acceptabilité en zone ATEX. Note documentaire ND 2358. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 21 | EPI et vêtements de travail : mieux comprendre leurs caractéristiques antistatiques pour prévenir les risques d'explosion. Notes techniques NT33. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 22 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer sa tenue de protection en toute sécurité. Cas n°1 : Décontamination sous la douche. Dépliant ED 6165. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 23 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer sa tenue de protection en toute sécurité. Cas n°3 : Sans décontamination de la tenue. Dépliant ED 6167. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 24 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer ses gants en toute sécurité. Gants à usage unique. Dépliant ED 6168. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 25 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer ses gants en toute sécurité. Gants réutilisables. Dépliant ED 6169. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 26 | Les appareils de protection respiratoire - Choix et utilisation. Brochure ED 6106. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 27 | Des gants contre le risque chimique. Fiche pratique de sécurité ED 112. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 28 | Forsberg K, Den Borre AV, Henry III N, Zeigler JP - Quick selection guide to chemical protective clothing. 6th ed. Hoboken : John Wiley & Sons ; 260 p.
- 29 | Quels vêtements de protection contre les risques chimiques. Fiche pratique de sécurité ED 127. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 30 | Les équipements de protection individuelle des yeux et du visage - Choix et utilisation. Brochure ED 798. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 31 | Les absorbants industriels. Aide-mémoire technique ED 6032. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- ¹ <https://www.atsdr.cdc.gov/>

Auteurs

N. Bonnard, M.T. Brondeau, D. Jargot, S. Malard, F. Marc, S. Robert, D. Rousset

Historique des révisions

1 ^{re} édition	1988
2 ^e édition (mise à jour partielle)	2004
<ul style="list-style-type: none"> ■ Réglementation 	
3 ^e édition (mise à jour complète)	2010
4 ^e édition (mise à jour partielle)	2014
<ul style="list-style-type: none"> ■ Valeurs limites d'exposition professionnelle ■ Méthodes de détection et de détermination dans l'air. ■ Réglementation 	

5 ^e édition (mise à jour partielle) <ul style="list-style-type: none">■ Utilisations■ Valeurs limites d'exposition professionnelle■ Méthodes de détection et de détermination dans l'air■ Incendie - Explosion■ Réglementation■ Recommandations techniques et médicales■ Bibliographie	Novembre 2020
---	---------------