

Oxyde de propylène

Fiche toxicologique n°328

Généralités

Edition _____ Avril 2023

Formule :



Substance(s)

Nom	Détails	
Oxyde de propylène	Famille chimique	Epoxydes
	Numéro CAS	75-56-9
	Numéro CE	200-879-2
	Numéro index	603-055-00-4
	Synonymes	1,2-époxypropane, Oxyde de méthyléthylène, Méthylloxirane, Méthylloxacyclopropane

Etiquette



OXYDE DE PROPYLÈNE

Danger

- H224 - Liquide et vapeurs extrêmement inflammables
- H302 - Nocif en cas d'ingestion
- H311 - Toxique par contact cutané
- H319 - Provoque une sévère irritation des yeux
- H331 - Toxique par inhalation
- H335 - Peut irriter les voies respiratoires
- H340 - Peut 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.
200-879-2

Il existe 2 isomères de l'oxyde de propylène : la forme (2 R)-2-méthylloxirane (CAS 15448-47-2) et la forme (2 S)-2-méthylloxirane (CAS 16088-62-3). Cette fiche porte sur le mélange le plus courant, celui racémique (50/50) de ces 2 formes, de CAS 75-56-9.

Caractéristiques

Utilisations

[1, 2]

L'oxyde de propylène est utilisé principalement dans la production de polyéthers pour la fabrication de polyuréthanes, et de propylène glycol.

Il est également utilisé comme solvant mais aussi en tant qu'intermédiaire pour la fabrication de résines de polyesters insaturés, d'agents tensio-actifs pour les détergents, les textiles, les produits anti-mousse, les préparations pour soin des cheveux, les liquides de frein et les lubrifiants.

Il a été utilisé comme pesticide et fumigant pour la stérilisation alimentaire, notamment pour les fruits secs, jusqu'en 1996.

Propriétés physiques

[1 à 5]

Dans les conditions normales de température et de pression, l'oxyde de propylène est un liquide incolore très volatil ayant une odeur douce d'éther.

L'oxyde de propylène est soluble dans l'eau et dans de nombreux solvants organiques (méthanol, benzène, heptane, éther diéthylique et acétone).

Nom Substance	Détails	
Oxyde de propylène	Formule	C₃H₆O
	N° CAS	75-56-9
	Etat Physique	liquide
	Aspect	incolore
	Solubilité	400 g/L dans l'eau
	Masse molaire	58,08
	Point de fusion	-112 °C
	Point d'ébullition	34 °C
	Densité	0,83
	Densité gaz / vapeur	2
	Pression de vapeur	59 kPa à 20 °C 87 kPa à 30 °C
	Point d'éclair	-38 °C
	Point critique	430 °C
	Viscosité	0,34 mm²/s à 25 °C
	Limites d'explosivité ou d'inflammabilité	Limite inférieure d'explosivité : 1,9 % Limite supérieure d'explosivité : 38,8 %

À 25 °C et 101 kPa, 1 ppm = 2,41 mg/m³.

Propriétés chimiques

[1 à 5]

L'oxyde de propylène peut former des mélanges explosifs au contact de l'air et de l'oxygène. Il peut également former des peroxydes très réactifs et tend à polymériser spontanément, cette réaction pouvant être violente.

Cette substance réagit violemment avec les métaux formant des acétylures, tels que le cuivre ou les alliages de cuivre, l'hydroxyde d'ammonium, les oxydants forts, les acides et les bases fortes.

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'oxyde de propylène.

Substance	Pays	VME (ppm)	VME (mg/m ³)
-----------	------	-----------	--------------------------

Oxyde de propylène	France (VLEP contraignante - 2020)	1	2,4
1,2-Epoxypropane	Union Européenne (2019)	1	2,4

Méthodes d'évaluation de l'exposition professionnelle

[6, 7]

- Prélèvement de l'air par pompage à travers un tube contenant du charbon actif suivi d'une désorption au disulfure de carbone et d'une analyse par chromatographie gazeuse couplée à un détecteur par ionisation de flamme.

Incendie - Explosion

L'oxyde de propylène est un liquide inflammable (point d'éclair de - 38 °C), dont les vapeurs forment toujours à température ambiante des mélanges explosifs avec l'air, dans les limites de 1,9 à 38,8 %.

En cas d'incendie impliquant de l'oxyde de propylène, les agents d'extinction préconisés sont les poudres chimiques ou l'eau avec additif ou sous forme de mousse (adjonction d'un émulseur spécial compatible avec les produits polaires), voire le dioxyde de carbone. En général, l'eau n'est pas recommandée car elle peut favoriser la propagation de l'incendie. On pourra toutefois l'utiliser sous forme pulvérisée pour éteindre un feu peu important ou pour refroidir les récipients exposés au feu et disperser les vapeurs.

Les personnes chargées de la lutte contre l'incendie seront équipées d'appareils de protection respiratoire autonomes isolants et de combinaisons de protection.

Pathologie - Toxicologie

Toxicocinétique - Métabolisme

[8 à 10]

L'oxyde de propylène est largement absorbé par voie respiratoire puis distribué dans tout l'organisme ; il est métabolisé et éliminé rapidement dans l'urine. Il forme des adduits avec les acides nucléiques et les protéines, dont l'hémoglobine .

Chez l'animal

Absorption

Chez des rats mâles Fischer 344/N exposés uniquement par la voie nasale pendant 60 min à 14 ppm d'oxyde de propylène, les concentrations sanguines augmentent au cours des 10 premières minutes avant d'atteindre un plateau à environ 3 ng/g de sang [11]. Un taux d'absorption de l'ordre de 25 % a été déterminé chez le rat après une exposition à 300 ppm pendant 15 à 60 minutes [12].

Aucune donnée n'est disponible pour la voie cutanée.

Concernant la voie orale, même si aucune donnée chiffrée n'est disponible, les effets rapportés lors des études de toxicité aiguë confirment son absorption.

Distribution

L'oxyde de propylène se distribue largement dans l'organisme et forme des adduits avec les acides nucléiques et des protéines, dont l'hémoglobine, chez le chien, le rat et la souris [8, 9]. L'adduit à l'ADN majoritairement formé est le N7-hydroxypropylguanine (demi-vie de 5 jours) [13].

Métabolisme

Chez le rat, l'oxyde de propylène est rapidement métabolisé soit par :

- conjugaison avec le glutathion, via la glutathion-S-transférase (voie principale),
- hydrolyse en 1,2-propanediol, via l'époxyde hydrolase, métabolisé à son tour en acides lactique et pyruvique.

Excrétion

L'élimination est majoritairement urinaire, très peu d'oxyde de propylène est éliminé inchangé (seulement 3 % dans l'air expiré) [14].

Chez l'homme

Il existe peu de données disponibles sur la toxicocinétique de l'oxyde de propylène chez l'Homme.

L'oxyde de propylène serait facilement absorbé par les voies gastro-intestinale et respiratoire et largement distribué dans les principaux organes. Aucune donnée n'est disponible pour l'absorption cutanée, mais les données de toxicité aiguë indiquent une potentielle absorption du liquide. Concernant l'absorption cutanée des vapeurs, un modèle mathématique estime à 443 µg la quantité d'oxyde de propylène absorbée suite à une exposition à 2 ppm pendant 8 heures ; dans les mêmes conditions, une quantité de 48,2 mg serait absorbée par inhalation [15].

Comme chez l'animal, l'oxyde de propylène est métabolisé soit par conjugaison avec le glutathion (voie principale), soit par hydrolyse en 1,2-propanediol [8, 10].

L'excrétion de l'oxyde de propylène et de ses métabolites se fait principalement par l'urine et l'air expiré [9]. Aucune donnée de cinétique plasmatique n'est disponible chez l'Homme (*in vivo*).

Surveillance biologique de l'exposition

Le dosage de la N-(2-hydroxypropyl)valine intraérythrocytaire, adduit à l'hémoglobine, et de l'acide 2-hydroxypropylmercapturique urinaire, métabolite du composé, sont proposés comme indicateurs biologiques de l'exposition à l'oxyde de propylène.

Des valeurs biologiques d'interprétation (VBI) professionnelles sont établies par la Commission allemande DFG pour la N-(2-hydroxypropyl)valine intraérythrocytaire, après une exposition d'au moins 3 mois, sur la base d'une corrélation avec l'exposition externe :

- Valeur BAT de 2500 pmol/g de globine, correspondant à une exposition à l'oxyde de propylène de 2 ppm (valeur MAK) [16] ;
- Valeurs EKA de 600 et 1300 pmol/g de globine, correspondant à une exposition à l'oxyde de propylène de 0,5 et 1 ppm respectivement [17].

La Commission allemande DFG a également proposé des valeurs BAR pour ces deux indicateurs [18] :

- Valeur BAR de 10 pmol/g de globine chez les non-fumeurs pour la N-(2-hydroxypropyl)valine intraérythrocytaire, après une exposition d'au moins 3 mois ; cette valeur est établie à partir de la médiane et de la distribution des concentrations observées chez des sujets non professionnellement exposés et non-fumeurs. Chez les fumeurs, des concentrations 2 à 3 fois supérieures que chez les non-fumeurs peuvent être observées.
- Valeur BAR de 25 µg/g de créatinine chez les non-fumeurs pour l'acide 2-hydroxypropylmercapturique urinaire, prélèvement en fin d'exposition ou fin de poste, après plusieurs postes en cas d'exposition au long cours ; cette valeur correspond au 95^e percentile des concentrations observées chez des sujets non professionnellement exposés, non-fumeurs. Chez les fumeurs, des concentrations allant jusqu'à 200-300 µg/g de créatinine peuvent être observées.

Mode d'action

L'oxyde de propylène est un composé électrophile faible qui alkyle directement les macromolécules, introduisant un groupe hydroxypropyle dans les centres nucléophiles. Sa réactivité chimique est environ 4 fois inférieure à celle de l'oxyde d'éthylène [8]. L'alkylation de l'ADN est considérée comme la cause directe des effets mutagènes de l'oxyde de propylène [15].

Concernant la cancérogénicité de l'oxyde de propylène, l'alkylation de l'ADN et la prolifération cellulaire jouent un rôle majeur : une prolifération cellulaire importante est nécessaire pour augmenter la conversion des adduits à l'ADN en mutations, entraînant ainsi une augmentation de la formation de tumeurs. Lorsque la prolifération cellulaire est évitée, la formation de tumeurs n'est pas attendue [15].

Toxicité expérimentale

Toxicité aiguë

[19]

Les effets aigus de l'oxyde de propylène sont principalement localisés au niveau du premier site de contact (voies respiratoires et peau) ; Cette substance est irritante pour les yeux et les voies respiratoires, et probablement pour la peau.

Par inhalation, des CL₅₀ 4 heures sont de 1740 et 4000 ppm chez la souris et le rat, respectivement. Les animaux exposés présentent écoulement nasal, larmolement, halètement et salivation excessive.

Par voie orale, la DL₅₀ est comprise entre 382 et 587 mg/kg pc chez le rat. Des atteintes hépatiques et de la muqueuse de l'estomac sont rapportées chez les rats aux plus fortes doses testées [20].

Chez le lapin, la DL₅₀ cutanée est de 1245 mg/kg ; l'application cutanée d'oxyde de propylène provoque une hyperémie et des œdèmes (solutions aqueuses de 10 ou 20 %, sous pansement occlusif pendant au moins 6 minutes) voire de cicatrices lors d'exposition plus importantes.

Irritation, sensibilisation

L'application sous pansement semi-occlusif d'oxyde de propylène non dilué pendant 4 heures, sur la peau de lapins, n'entraîne aucune irritation. Toutefois, compte tenu de la volatilité de l'oxyde de propylène, ce mode d'application ne semble pas approprié. L'exposition à des vapeurs provoque une irritation des yeux et des voies respiratoires supérieures chez la souris, le rat et le cochon d'Inde [9].

Aucun potentiel sensibilisant n'est mis en évidence chez le cochon d'Inde.

Toxicité subchronique, chronique

[8, 19]

Lors d'une exposition par inhalation, la cavité nasale est la principale cible de l'oxyde de propylène : il induit des réponses inflammatoire et proliférative chez le rat et la souris. Des effets neurologiques peuvent survenir aux très fortes concentrations.

Des rats mâles ont été exposés à 0, 10, 20, 50, 150 ou 525 ppm de vapeur d'oxyde de propylène pendant quatre semaines, avant de récupérer pendant quatre semaines ; la toxicité et la prolifération cellulaire ont été examinées dans la cavité nasale. Aucun effet n'a été observé à 50 ppm ; l'hyperplasie épithéliale respiratoire, la dégénérescence de l'épithélium olfactif et la prolifération cellulaire aux deux sites dépendent de la dose et du temps et sont réversibles à l'arrêt de l'exposition [21].

Une exposition à 200 ou 400 ppm (6 h/j, 5 j/s, 103 sem) entraîne une inflammation purulente, une hyperplasie régénérative et une métaplasie de l'épithélium nasal chez le rat et une inflammation chez la souris [22]. Les résultats d'une autre étude montrent que l'inflammation chronique de l'épithélium nasal est minimale à 30 ppm (6 h/j, 5 j/sem, 28 mois) ; les dommages sont plus prononcés à 100 et 300 ppm [23].

Le rat semble particulièrement sensible à ces effets locaux en raison des caractéristiques morphologiques de ses cornets nasaux, conduisant à des schémas d'écoulement d'air qui peuvent augmenter le dépôt localisé dans les voies respiratoires supérieures chez cette espèce.

Une irritation des voies respiratoires et des yeux est observée chez des rats et des cochons d'Inde exposés à 457 ppm d'oxyde de propylène 7 heures par jour (138 fois réparties sur 198 jours) ; aucun effet n'est rapporté chez le singe et le lapin (7 h/j, 154 fois réparties sur 218 jours). Tous les animaux toléraient parfaitement 100 ppm [19].

Les expositions à de très fortes concentrations (1500 ppm, 6 h/j, 5 j/sem pendant 7 semaines) entraînent une dégénérescence axonale des nerfs des membres inférieurs de rats, associée à un retard de croissance et de maturation des fibres myélinisées [24, 25].

Effets génotoxiques

[9, 19]

L'oxyde de propylène est mutagène in vitro ; in vivo, les résultats diffèrent selon la voie d'exposition.

In vitro

Dans les études de génotoxicité *in vitro*, l'oxyde de propylène donne des résultats positifs clairs et directs dans une grande variété de tests standards, provoquant des mutations dans les bactéries, les champignons, les cellules de rongeurs et humaines, en l'absence d'activation métabolique, ainsi que des aberrations chromosomiques et des échanges de chromatides sœurs.

In vivo

Les résultats obtenus dans les études *in vivo* diffèrent selon le mode d'administration. Par inhalation, aucun échange de chromatides sœurs et d'aberration chromosomique n'est détecté dans les lymphocytes de singes (100-300 ppm, 7 h/j, 5 j/sem pendant 2 ans). En revanche, l'injection intrapéritonéale d'oxyde de propylène entraîne une hausse dose-dépendante du nombre d'aberrations chromosomiques, de micronoyaux et d'échanges de chromatides sœurs dans les cellules de moelle osseuse des souris exposées (5 doses allant de 30 à 450 mg/kg pc).

Chez le rat et la souris, les taux de mutations létales dominantes ne sont pas impactés par l'inhalation d'oxyde de propylène.

Effets cancérogènes

[26]

L'oxyde de propylène est cancérogène : par inhalation, il induit des tumeurs au niveau des cavités nasales et de divers organes. Des tumeurs locales apparaissent à la suite d'expositions par voie orale ou sous-cutanée.

Par inhalation, les tumeurs sont principalement localisées au niveau des cavités nasales. Des souris mâles et femelles, exposées à 400 ppm d'oxyde de propylène (6 h/j, 5 j/sem, 103 sem), développent des hémangiomes et des hémangiosarcomes de la cavité nasale, et quelques tumeurs épithéliales nasales malignes à 200 et 400 ppm. De même chez le rat, des adénomes papillaires de la cavité nasale sont rapportés à 400 ppm pour les 2 sexes ; des adénomes et des carcinomes de la thyroïde se développent chez les femelles.

Par ailleurs, une incidence accrue de phéochromocytomes surrénaliens et de mésothéliomes du péritoine est observée chez des rats mâles exposés à 100 ou 300 ppm (7 h/j, 5 j/sem, 104 sem) [27]. Chez les femelles, ce sont les fibroadénomes et les adénocarcinomes mammaires qui voient leur incidence augmenter à 300 ppm (0-30-100 ou 300 ppm, 6 h/j, 5 j/sem, 28 mois) [23].

Chez le rat, l'ingestion d'oxyde de propylène ou son administration en sous-cutanée induit uniquement le développement de tumeurs locales (sarcomes cutanés, papillomes, hyperplasie et hyperkératose du pré-estomac).

Effets sur la reproduction

Aucun effet sur la fertilité ou le développement n'est rapporté par inhalation, hormis de légères variations dans la longueur de côtes cervicales. Les injections intrapéritonéales semblent avoir des effets sur les organes reproducteurs masculins mais sans impacter la fertilité.

Fertilité

Au cours d'une étude 2-génération, les paramètres liés à la reproduction n'ont pas été modifiés (rats, 0-30-100-300 ppm, 6 h/j, 5 j/sem, 14 semaines), même en présence d'une légère toxicité parentale à 300 ppm [28].

Suite à des injections intra-péritonéales, le poids des épididymes et le nombre de spermatozoïdes diminuent, pendant que le nombre de spermatozoïdes anormaux augmente significativement (186 mg/kg pc, 3 injections/sem pendant 2 semaines + 1 injection) ; la hausse du nombre de spermatozoïdes immatures est dose-dépendante dès 47 mg/kg pc (3 injections/semaine pendant 6 semaines) [29].

Développement

Aucune toxicité maternelle ou embryonnaire n'est rapportée chez le lapin exposé à 500 ppm du 7^e au 19^e jour de gestation (GD), ou de GD1 à GD19. Chez le rat, l'oxyde de propylène n'entraîne pas de toxicité chez les femelles gestantes (0-100-300-500 ppm, 6 h/j, GD6 à GD15) ; à la plus forte concentration, les nouveau-nés présentent des variations au niveau de la longueur des côtes cervicales mais aucune malformation [30].

Toxicité sur l'Homme

Une irritation des voies respiratoires supérieures et des yeux a été décrite à la suite d'exposition aiguë à l'oxyde de propylène. Quelques cas de dermatite de contact ont été décrits chez des travailleurs ayant manipulé de façon répétée de l'oxyde de propylène. Des adduits à l'hémoglobine et à l'ADN ont été décrits chez des travailleurs exposés à l'oxyde de propylène. Les études de génotoxicité menées sur des cellules de travailleurs exposés à l'oxyde de propylène ainsi que les études épidémiologiques qui se sont intéressées au potentiel cancérogène de l'oxyde de propylène présentent des limites qui rendent difficile l'interprétation de leurs résultats. Il n'a pas été trouvé de donnée sur la reprotoxicité de l'oxyde de propylène chez l'Homme.

Toxicité aiguë

Il existe peu de données humaines sur la toxicité aiguë de l'oxyde de propylène.

Un cas d'intoxication ancien et peu documenté rapporte une irritation des voies respiratoires et des yeux chez un homme 10 minutes après une exposition importante à l'oxyde de propylène (1500 ppm), suivie 2 heures plus tard d'une cyanose et d'un malaise, la récupération a été complète en 24 heures avec une assistance médicale [9].

L'exposition oculaire accidentelle de 3 personnes à l'oxyde de propylène (concentration et forme liquide ou vapeur non précisées) a entraîné des altérations de la cornée et de la conjonctive, décrites comme des brûlures [9, 10].

Toxicité chronique

Il n'a pas été trouvé d'étude humaine permettant d'identifier distinctement les effets d'une exposition répétée à l'oxyde de propylène à la date de publication de la fiche toxicologique.

Sensibilisation

Quelques cas de dermatite de contact allergique ont été décrits chez des travailleurs (presque exclusivement en laboratoire) ayant manipulé de façon répétée une solution d'oxyde de propylène. Il n'est pas toujours possible d'éliminer une exposition professionnelle à d'autres allergènes et donc de dégager la responsabilité propre de l'oxyde de propylène dans la survenue des symptômes [9, 15, 31 à 34].

Il n'a pas été retrouvé de données humaines sur un éventuel potentiel sensibilisant respiratoire de l'oxyde de propylène.

Effets génotoxiques

Une augmentation significative du nombre d'aberration chromosomique ($p < 0,005$) a été observée dans les lymphocytes circulants de travailleurs (43 hommes âgés de 27 à 63 ans) exposés depuis plus de 20 ans à l'oxyde de propylène, mais également à d'autres mutagènes potentiels en particulier à l'oxyde d'éthylène, par rapport à un groupe témoin (21 hommes âgés de 24 à 58 ans) [8, 15, 35]. Une augmentation significative des échanges de chromatides sœurs a été constatée dans un petit groupe de travailleurs chinois ($n=8$) exposés de façon répétée à des concentrations d'oxyde de propylène d'environ 1 à 7 ppm. La fréquence moyenne était de $3,7 \pm 2,11$ % chez les exposés et de $2,0 \pm 0,52$ % dans le groupe témoin. Des adduits à l'ADN ont également été observés chez 7 travailleurs exposés sur 8, alors qu'aucun adduit n'a été retrouvé chez les témoins. La portée des résultats de cette étude reste limitée du fait des variations observées dans le groupe témoin [10, 15]. Plusieurs études décrivent une association entre l'exposition professionnelle à l'oxyde de propylène et la présence d'adduits à l'hémoglobine. Une diminution de la capacité de réparation de l'ADN a également été décrite chez des travailleurs exposés à l'oxyde de propylène [10, 36].

Effets cancérigènes

Les études épidémiologiques qui se sont intéressées au potentiel cancérigène de l'oxyde de propylène présentent des limites qui rendent difficile l'interprétation de leurs résultats.

Une étude cas-témoin a été menée dans deux grandes usines de fabrication de produits chimiques aux États-Unis pour évaluer la relation entre le décès par cancer hématopoïétique et l'exposition à une variété de produits chimiques. Une élévation non significative du nombre de leucémie non lymphatique (3 cas), de myélome multiple (3 cas) et de lymphome non hodgkinien (4 cas) a été observée chez les travailleurs exposés à l'oxyde de propylène. Le niveau d'exposition à l'oxyde de propylène ou à d'autres facteurs de confusion n'était pas précisé [8, 19].

Les études de cohorte portant sur des travailleurs exposés à l'oxyde de propylène impliquent également une exposition à des facteurs de confusion comme l'oxyde d'éthylène, ce qui ne permet pas de dégager la responsabilité propre de l'oxyde de propylène [8, 10, 15].

Effets sur la reproduction

Il n'a pas été trouvé de données sur la reprotoxicité de l'oxyde de propylène chez l'Homme à la date de publication de la fiche toxicologique.

Réglementation

Rappel : La réglementation citée est celle en vigueur à la date d'édition de cette fiche : avril 2023.

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).

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).

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 (Française)

- Article R. 4412-149 du Code du travail : Décret n° 2020-1546 du 9 décembre 2020.

Valeurs limites d'exposition professionnelle (Européennes)

- Directive (UE) 2019/130 du parlement européen et du conseil du 16 janvier 2019 (JOUE du 31/01/2019).

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.

Suivi Individuel Renforcé (SIR)

- Article R. 4624-23 du Code du travail.

Surveillance post-exposition ou post-professionnelle

- Article D. 461-23 du Code de la sécurité sociale.
- Article L. 4624-2-1 du Code du travail.

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) **substance** oxyde de propylène

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 de l'oxyde de propylène figurent dans l'annexe VI du règlement CLP. La classification est :

- Liquides inflammables, catégorie 1 ; H224
- Toxicité aiguë (par voie orale), catégorie 4 ; H302
- Toxicité aiguë (par voie cutanée), catégorie 3 ; H311
- Lésions oculaires graves / irritation oculaire, catégorie 2 ; H319
- Toxicité aiguë (par inhalation), catégorie 3 ; H331
- Toxicité spécifique pour certains organes cibles – Exposition unique, catégorie 3 : Irritation des voies respiratoires ; H335
- Mutagénicité sur les cellules germinales, catégorie 1B ; H340
- Cancérogénicité, catégorie 1B ; H350

b) **mélanges** contenant de l'oxyde de propylène

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

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

Interdiction / Limitations d'emploi

Substance soumise à restriction

Annexe XVII du règlement (CE) n° 1907/2006 (REACH) établissant la liste des substances soumises à restriction ou limitation d'emploi :

- Règlement (UE) n° 552/2009 de la Commission du 22 juin 2009 (point 28 : substances figurant à l'annexe VI du règlement CLP et classées cancérigènes 1A ou 1B ; point 29 : substances figurant à l'annexe VI du règlement CLP et classées mutagènes 1A ou 1B).

Protection de la population

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

- détention dans des conditions déterminées (art. R. 1342-21) ;
- étiquetage (cf. § Classification & 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 autres 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 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) [37].
- 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 [38].
- **Réduire** le nombre de personnes exposées à l'oxyde de propylène.
- Éviter tout rejet atmosphérique d'oxyde de propylène.
- Faire évaluer **annuellement** l'exposition des salariés à l'oxyde de propylène présent dans l'air par un **organisme accrédité** et s'assurer du respect de la ou des valeurs limites d'exposition professionnelle réglementaire(s) (§ Méthodes d'évaluation de l'exposition professionnelle).
- Les équipements et installations conducteurs d'électricité utilisant ou étant à proximité de l'oxyde de propylène 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 [39].
- 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 de l'oxyde de propylène doivent faire l'objet d'un **permis de feu** [40].
- Au besoin, les espaces dans lesquels la substance est stockée et/ou manipulée doivent faire l'objet d'une **signalisation** [41].
- Ne jamais procéder à des travaux sur ou dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu de l'oxyde de propylène sans prendre les précautions d'usage [42].
- 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) [43, 44]. 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 [45 à 48].

- Appareils de protection respiratoire : si un appareil filtrant peut être utilisé, il doit être muni d'un filtre de type AX lors de la manipulation de la substance [49].
- Gants : les matériaux préconisés pour un **contact prolongé** sont les suivants : les matériaux multicouches AlphaTec® 02-100 et Kemblock®. D'autres matériaux peuvent également être recommandés pour des **contacts intermittents** ou en cas d'**éclaboussure** : les matériaux multicouches Silver Shield® PE/EVAL/PE. Certains matériaux sont à éviter : les caoutchoucs butyle, naturel, néoprène et nitrile, le polychlorure de vinyle, les élastomères fluorés Viton® et Viton®/caoutchouc butyle [50, 51].
- Vêtements de protection : quand leur utilisation est nécessaire (en complément du vêtement de travail), leur choix dépend de l'**état physique** de la substance. **Seul le fabricant du vêtement** 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** [52].
- 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 [53].

Stockage

- Stocker l'oxyde de propylène 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...).
- Prendre toutes les dispositions pour s'assurer de la compatibilité des matériaux des récipients de stockage avec l'oxyde de propylène (en contactant par exemple le fournisseur de la substance ou celui du matériau envisagé).
- **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** l'oxyde de propylène 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 de l'oxyde de propylène.
- 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, récupérer le produit en l'épongeant avec un **matériau absorbant inerte**. Laver à grande eau la surface ayant été souillée [54].
- 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** [55].

- 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

- Rechercher particulièrement lors de l'interrogatoire et l'examen clinique, des antécédents ou symptômes évocateurs de pathologies respiratoires, oculaires et allergiques ainsi que des signes d'irritation des muqueuses respiratoires et oculaires.
- L'examen clinique pourra être complété par la réalisation d'une exploration fonctionnelle respiratoire (EFR) qui servira de référence.
- La périodicité des examens médicaux et la nécessité ou non d'effectuer des examens complémentaires (EFR,...) 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.
- Déconseiller le port de lentilles de contact souples hydrophiles lors de travaux pouvant potentiellement exposer à des vapeurs ou aérosols de la substance.

■ Surveillance biologique

Le dosage de la N-(2-hydroxypropyl)valine intraérythrocytaire (après une exposition d'au moins 3 mois) et de l'acide 2-hydroxypropylmercaptopurique dans les urines (en fin d'exposition ou fin de poste, après plusieurs postes en cas d'exposition au long cours) sont proposés pour la surveillance biologique de l'exposition à l'oxyde de propylène. Des valeurs biologiques d'interprétation (VBI) professionnelles et/ou issues d'études sur des sujets non professionnellement exposés sont établies par la Commission allemande DFG pour ces indicateurs.

■ Surveillance post-exposition et post-professionnelle

En l'absence de recommandations de bonne pratique concernant la surveillance post-exposition ou post-professionnelle des travailleurs ayant été exposés à cette substance, le médecin considèrera le profil toxicologique de la substance, en particulier les organes cibles, les scénarios d'exposition, l'état de santé et l'âge des travailleurs concernés.

Conduites à tenir en cas d'urgence

- **En cas de contact cutané** : appeler immédiatement un SAMU ou un centre antipoison, faire transférer la victime en milieu hospitalier dans les plus brefs délais. Retirer les vêtements souillés (avec des gants adaptés) et laver la peau immédiatement et abondamment à grande eau pendant au moins 15 minutes. 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.
- **En cas de projection oculaire** : 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. Si une irritation oculaire apparaît, consulter un ophtalmologiste et le cas échéant lui signaler le port de lentilles.
- **En cas d'inhalation** : appeler immédiatement un SAMU ou un centre antipoison, faire transférer la victime en milieu hospitalier dans les plus brefs délais. Transporter la victime en dehors de la zone polluée en prenant toutes 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 d'ingestion** : appeler rapidement un centre anti poison. 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 de symptômes, consulter rapidement un médecin.

Bibliographie

- 1 | Propylene oxide. In : ChemIDPlus. US NLM, 2023 (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>).
- 2 | Oxyde de propylène. In : Répertoire toxicologique. CNEST, 2022 ((<https://reptox.cnesst.gouv.qc.ca/pages/repertoire-toxicologique.aspx>)).
- 3 | Propylene oxide. Pohanish RP, Greene SA - Wiley Guide to chemical incompatibilities. Hoboken : Wiley ; 2009 1110 p.
- 4 | Propylene oxide. In : Gestis Substance Database on hazardous substance. IFA (<https://gestis-database.dguv.de/>).
- 5 | Propylene oxide. Fiche IPCS. ICSC 0192. International Labour Organization (ILO), 2009 (<https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.home>).
- 6 | Propylene oxide. Method 1612. In : NIOSH Manual of Analytical Methods (NmAM), 4 edition. NIOSH, 1994 (<https://www.cdc.gov/niosh/nmam/>).
- 7 | Propylene oxide. Method 88. In : OSHA Sampling and Analytical Methods, Salt Lake City, 1991, (<https://www.osha.gov/chemicaldata/sampling-analytical-methods>).
- 8 | Propylene oxide. In : IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Some industrial chemicals. Vol 60. IARC, 1994 (<https://monographs.iarc.who.int/monographs-available/>).
- 9 | Methyloxirane. European Union Risk Assessment Report. ECHA, 2002 (<https://echa.europa.eu/documents/10162/5d04d98a-620a-491d-aad1-e6345ef090fd>).
- 10 | Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for Propylene oxide. SCOEL/SUM/161. European Commission, 2010.
- 11 | Maples KR et Dahl AR - Levels of epoxides in blood during inhalation of alkenes and alkene oxides. *Inhal Toxicol.* 1993 ; 5 : 43-54.
- 12 | Propylene oxide. Dossier d'enregistrement REACH. ECHA, 2022 (<https://echa.europa.eu/fr/home>).
- 13 | Segerbäck D, Plna K, Faller T, Kreuzer PE *et al.* - Tissue distribution of DNA adducts in male Fischer rats exposed to 500 ppm of propylene oxide : quantitative analysis of 7-(2-hydroxypropyl)guanine by 32P-postlabelling. *Chem Biol Interact.* 1998 ; 115(3) : 229-246.
- 14 | Golka K, Peter H, Denk J et Filser JG - Pharmacokinetics of propylene and its reactive metabolite propylene oxide on Sprague-Dawley rats. *Arch Toxicol.* 1989 ; Suppl 13 : 240-242.
- 15 | 1,2-Epoxypropane. In : List of MAK and BAT values 2012. Maximum concentrations and biological tolerance values at the workplace. Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), 2012.

- 16 | Bader M - 1,2-Epoxypropane – Addendum for evaluation of a BAT value. Assessment Values in Biological Material. Translation of the German version from 2015. MAK Collect Occup Health Saf. 2021a (http://www.dfg.de/en/dfg_profile/statutory_bodies/senate/health_hazards/index.html).
- 17 | Bader M - 1,2-Epoxypropane – Addendum for evaluation of EKA. Assessment Values in Biological Material. Translation of the German version from 2013. MAK Collect Occup Health Saf. 2021b (http://www.dfg.de/en/dfg_profile/statutory_bodies/senate/health_hazards/index.html).
- 18 | Bader M, Lämmlin P, Klotz K - 1,2-Epoxypropane (Polyene oxide). BAT Value Documentation, 2012. MAK Collect Occup Health Saf. 2016 (http://www.dfg.de/en/dfg_profile/statutory_bodies/senate/health_hazards/index.html).
- 19 | Propylene oxide. 2014. In : TLVs and BEIs with 8th edition documentation. Cincinnati : ACGIH, 2022.
- 20 | Propylene oxide. Environmental Health Criteria Monographs EHC 56. IPCS Inchem, 1985 (<https://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc56.htm>).
- 21 | Eldridge SR, Bogdanffy MS, Jokinen MP et Andrews LS – Effects of propylene oxide on nasal epithelial cell proliferation in F344 rats. *Fund Appl Toxicol.* 1995 ; 27 : 25-32.
- 22 | Renne RA, Giddens WE, Boorman GA, Kovatch R et al. – Nasal cavity neoplasia in F344/N rats and (C57BL/6 x C3H)F1 mice inhaling propylene oxide for up to two years. *J Natl Cancer Inst.* 1986 ; 77(2) : 573-582.
- 23 | Kuper CF, Reuzel PG et Feron VJ – Chronic inhalation toxicity and carcinogenicity study of propylene oxide in Wistar rats. *Food Chem Toxicol.* 1988 ; 26(2) : 159-167.
- 24 | Ohnishi A, Yamamoto T, Murai Y, Hayashida Y et al. - Propylene oxide causes central-peripheral distal axonopathy in rats. *Arch Environ Health.* 1988 ; 43(5) : 353-356.
- 25 | Ohnishi A et Murai Y - Polyneuropathy due to ethylene oxide, propylene oxide, and butylene oxide. *Environ Res.* 1933 ; 60(2) : 242-247.
- 26 | Toxicology and Carcinogenesis Studies of Propylene Oxide (CAS No.75-56-9) in F344/N Rats and B6C3F1 Mice (Inhalation Studies). NTP Technical Report Series TR-267. U.S department of Health and Human services, 1985 (<https://ntp.niehs.nih.gov/results/pubs/index.html>).
- 27 | Lynch DW, Lewis TR, Moorman WJ, Burg JR et al. - Carcinogenic and toxicologic effects of inhaled ethylene oxide and propylene oxide in F344 rats. *Toxicol Appl Pharmacol.* 1984 ; 76(1) : 69-84.
- 28 | Hayes WC, Kirk HD, Gushow TS et Young JT – Effect of inhaled propylene oxide on reproductive parameters in Fischer 344 rats. *Fund Appl Toxicol.* 1988 ; 10 : 82-88.
- 29 | Omura M, Tanaka A, Mori K, Hirata M et al. - Dose-dependent testicular toxicity of propylene oxide in rats induced by repeated intraperitoneal injections. *Fukuoka Acta Med.* 1994 ; 85(7) : 204-210.
- 30 | Harris SB, Schardein JL, Ulrich CE et Ridlon SA - Inhalation developmental toxicity study of propylene oxide in Fischer 344 rats. *Fund Appl Toxicol.* 1989 ; 13(2) : 323-331.
- 31 | Morris AD, Ratcliffe J, Dalziel KL, English JS. Allergic contact dermatitis from epoxy propane. *Contact Dermatitis.* 1998 ; 38(1) : 57.
- 32 | Van Ketel WG. Contact dermatitis from propylene oxide. *Contact Dermatitis.* 1979 ; 5(3) : 191-2.
- 33 | Steinkraus V, Hausen BM. Contact allergy to propylene oxide. *Contact Dermatitis.* 1994 ; 31(2) : 120.
- 34 | Jensen O. Contact allergy to propylene oxide and isopropyl alcohol in a skin disinfectant swab. *Contact Dermatitis.* 1981 ; 7(3) : 148-50.
- 35 | Thiess AM, Schwegler H, Fleig I, Stocker WG. Mutagenicity study of workers exposed to alkylene oxides (ethylene oxide/propylene oxide) and derivatives. *J Occup Med.* 1981 ; 23(5) : 343-7.
- 36 | Committee on Acute Exposure Guidelines Levels for selected airborne chemicals. National Research Council. Propylene oxide. 2010 ; 9 : 219-277.
- 37 | Mise en œuvre de la réglementation relative aux atmosphères explosives (ATEX) – Guide méthodologique. Brochure ED 945. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 38 | Principes généraux de ventilation. Guide pratique de ventilation ED 695. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 39 | Phénomènes électrostatiques. Brochure ED 6354. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 40 | Le permis de feu. Brochure ED 6030. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 41 | Signalisation de santé et de sécurité au travail - Réglementation. Brochure ED 6293. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 42 | 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).
- 43 | 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>).
- 44 | EPI et vêtements de travail : mieux comprendre leurs caractéristiques antistatiques pour prévenir les risques d'explosion. Notes techniques NT33. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 45 | 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>).
- 46 | 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>).
- 47 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer ses gants en toute sécurité. Gants à usage unique. Dépliant ED 6168. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 48 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer ses gants en toute sécurité. Gants réutilisables. Dépliant ED 6169. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 49 | Les appareils de protection respiratoire - Choix et utilisation. Brochure ED 6106. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 50 | Des gants contre le risque chimique. Fiche pratique de sécurité ED 112. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 51 | Forsberg K, Den Borre AV, Henry III N, Zeigler JP – Quick selection guide to chemical protective clothing. 7th ed. Hoboken : John Wiley & Sons ; 293 p.
- 52 | Quels vêtements de protection contre les risques chimiques. Fiche pratique de sécurité ED 127. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 53 | Les équipements de protection individuelle des yeux et du visage - Choix et utilisation. Brochure ED 798. INRS (<https://www.inrs.fr>).

54 | Les absorbants industriels. Aide-mémoire technique ED 6032. INRS (<https://www.inrs.fr>).

55 | Equipements de premiers secours en entreprise : douches de sécurité et lave-œil. Fiche pratique de sécurité ED 151. INRS (<https://www.inrs.fr>).

Historique des révisions

1 ^{re} édition	Avril 2023
-------------------------	------------