

1-Méthoxy-2-propanol et son acétate

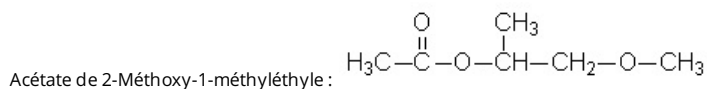
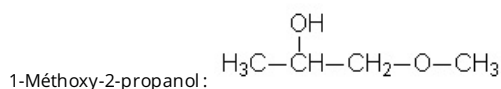
Fiche toxicologique n°221

Fiche

Généralités

Edition _____ Juillet 2021

Formule :



Substance(s)

| Nom | Détails | |
|-------------------------------------|------------------|---|
| 1-Méthoxy-2-propanol | Famille chimique | Ethers de glycol |
| | Numéro CAS | 107-98-2 |
| | Numéro CE | 203-539-1 |
| | Numéro index | 603-064-00-3 |
| | Synonymes | PGME, 2PG1ME, 1-Méthoxypropan-2-ol, Ether monométhylique du propylène-glycol |
| Acétate de 2-méthoxy-1-méthyléthyle | Famille chimique | Ethers de glycol et dérivés |
| | Numéro CAS | 108-65-6 |
| | Numéro CE | 203-603-9 |
| | Numéro index | 607-195-00-7 |
| | Synonymes | PGMA, PGMEA, 2PG1MEA, Acétate du 1-méthoxy-2-propanol, Acétate du 1-méthoxypropan-2-ol, Acétate du 1-méthoxy-2-propyle, Acétate de l'éther monométhylique du propylène-glycol, 2-Acétoxy-1-méthoxypropane |

Etiquette



1-Méthoxy-2-propanol

Attention

- H226 - Liquide et vapeurs inflammables
- H336 - Peut provoquer somnolence ou vertiges

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

203-539-1

| Numéro Index - nom chimique | Etiquetage selon le règlement CLP (CE n° 1272/2008) |
|---|--|
| N° 607-195-00-7 (Acétate de 2-méthoxy-1-méthyléthyle) |  Attention, H226 |

Selon l'annexe VI du règlement CLP.

Dans cette fiche, on désignera le 1-méthoxy-2-propanol par l'abréviation PGME, et son acétate par PGMA.

Caractéristiques

Utilisations

[1,2,3]

- Le PGME et le PGMA sont utilisés principalement comme solvants dans l'industrie des peintures, vernis, laques et encres d'imprimerie.
- Ils entrent également dans la formulation de produits d'entretien ménagers et industriels, dégraissants pour pièces métalliques, colles. On les retrouve dans l'industrie électronique, l'industrie du cuir, les produits phytopharmaceutiques, les cosmétiques...
- Le PGME est utilisé comme intermédiaire de synthèse, en particulier pour la fabrication de l'acétate. Le PGMA sert de solvant ou de milieu réactionnel en synthèse organique.

Propriétés physiques

[1,2, 3]

Le PGME et le PGMA sont des liquides incolores, d'odeur légèrement éthérée ; le PGME est perceptible dès 10 ppm. Les produits commerciaux disponibles actuellement dans l'Union européenne renferment moins de 0,5 % des isomères bêta correspondants et ne contiennent pas d'additif.

Ils sont hygroscopiques, complètement miscibles à l'eau et solubles dans l'acétone, le méthanol, l'éther et dans la plupart des solvants organiques. Ils dissolvent un grand nombre de substances telles que graisses, huiles et résines.

| Nom Substance | Détails | |
|---------------|--|--|
| PGME | Formule | C₄H₁₀O₂ |
| | N° CAS | 107-98-2 |
| | Etat Physique | Liquide |
| | Masse molaire | 90,12 |
| | Point de fusion | - 96 °C |
| | Point d'ébullition | 120 °C |
| | Densité | 0,92 |
| | Densité gaz / vapeur | 3,11 |
| | Pression de vapeur | env. 12 hPa à 20 °C |
| | Indice d'évaporation | 0,71 |
| | Point d'éclair | 32 °C (coupelle fermée) |
| | Température d'auto-inflammation | 270 à 290 °C |
| | Limites d'explosivité ou d'inflammabilité (en volume % dans l'air) | Limite inférieure d'explosivité : 1,6 % Limite supérieure d'explosivité : 13,1 à 18,8 % |
| | Coefficient de partage n-octanol / eau (log Pow) | - 0,49 |
| PGMA | Formule | C₆H₁₂O₃ |
| | N° CAS | 108-65-6 |
| | Etat Physique | Liquide |
| | Masse molaire | 132,16 |
| | Point de fusion | - 76 °C |
| | Point d'ébullition | 146 °C |
| | Densité | 0,97 |
| | Densité gaz / vapeur | - |
| | Pression de vapeur | 4 à 5 hPa à 20 °C |
| | Indice d'évaporation | - |
| | Point d'éclair | 43 à 46 °C (coupelle fermée) |
| | Température d'auto-inflammation | 315 à 354 °C |
| | Limites d'explosivité ou d'inflammabilité (en volume % dans l'air) | Limite inférieure d'explosivité : 1,3 % Limite supérieure d'explosivité : 10,8 à 13,1 % |
| | Coefficient de partage n-octanol / eau (log Pow) | 0,36 (méthode du flacon) 0,56 (calculé) |

A 20 °C et 101 kPa : 1 ppm = 3,75 mg/m³ (PGME) ; 1 ppm = 5,5 mg/m³ (PGMA)

Propriétés chimiques

[1 à 4]

Dans les conditions normales d'emploi, le PGME et le PGMA sont des produits stables.

En général, les éthers de glycol peuvent s'oxyder lentement au contact de l'air avec formation de peroxydes, processus accéléré sous l'effet de la lumière ou de la chaleur. Les données disponibles pour le PGME montrent que la formation de peroxydes, lors du stockage, est très limitée et peu évolutive [1].

Le PGME et son acétate possèdent le caractère amphiphile (à la fois hydrophile et hydrophobe) des éthers de glycol.

Ils peuvent réagir avec les oxydants puissants et attaquer les métaux légers tels que l'aluminium.

VLEP et mesurages

Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle

[5, 6]

Des valeurs limites d'exposition professionnelle **contraignantes** dans l'air des lieux de travail ont été établies en France pour le 1-méthoxy-2-propanol et son acétate.

| Substance | Pays | VME (ppm) | VME (mg/m ³) | VLCT (ppm) | VLCT (mg/m ³) | VLEP Description |
|-----------|-------------------------------------|-----------|--------------------------|------------|---------------------------|------------------|
| PGME | France (VLEP contraignantes - 2007) | 50 | 188 | 100 | 375 | mention peau |
| PGMA | France (VLEP contraignantes - 2007) | 50 | 275 | 100 | 550 | mention peau |
| PGME | Union Européenne (2000) | 100 | 375 | 150 | 568 | mention peau |
| PGMA | Union Européenne (2000) | 50 | 275 | 100 | 550 | mention peau |
| PGME | Etats-Unis (ACGIH - 2013) | 50 | 184 | 100 | 369 | |
| PGMA | Etats-Unis (ACGIH - 1992) | - | - | - | - | |
| PGME | Allemagne (valeurs MAK) | 100 | 370 | - | - | |
| PGMA | Allemagne (valeurs MAK) | 50 | 270 | - | - | |

Méthodes d'évaluation de l'exposition professionnelle

- Prélèvement par pompage sur un tube rempli de charbon actif ou par diffusion passive, désorption au solvant [7 à 11] ;
- ou prélèvement par pompage sur un tube rempli de Tenax ou par diffusion passive, désorption thermique [12, 13].

Dans tous les cas, dosage par chromatographie en phase gazeuse avec détection par ionisation de flamme.

Incendie - Explosion

[1, 2, 14]

Le PGME et le PGMA sont des liquides inflammables (points d'éclair : respectivement 32 °C et 43 °C) dont les vapeurs peuvent former des mélanges explosifs avec l'air s'ils sont chauffés au delà de leur point d'éclair.

La dégradation lente des éthers de glycol peut former des peroxydes (voir la partie "propriétés chimiques"), composés souvent très réactifs pouvant être à l'origine de réactions violentes, comme des explosions. Pour le PGME et le PGMA, ces situations peuvent essentiellement se retrouver suite à un stockage de longue durée dans des conditions non appropriées (produits exposés à la lumière du soleil, à la chaleur ou à l'air).

En cas d'incendie impliquant le PGME ou le PGMA, 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.

En raison des fumées émises lors de la combustion de ces substances (contenant essentiellement des oxydes de carbone), les personnes chargées de la lutte contre l'incendie seront équipées d'appareils de protection respiratoire autonomes isolants.

Pathologie - Toxicologie

Toxicocinétique - Métabolisme

[15 à 20]

Le 1-méthoxy-2-propanol et son acétate sont facilement absorbés par inhalation et par voie orale. L'absorption cutanée du PGME est importante et celle de son acétate plus réduite. Le 1-méthoxy-2-propanol est distribué principalement dans le foie où il est métabolisé en propylène-glycol (PG) et éliminé par voie respiratoire sous forme de CO₂ et par voie urinaire sous forme inchangée, conjuguée ou métabolisé en PG. La métabolisation de l'isomère 2-méthoxy-1-propanol conduit à la formation d'acide 2-méthoxypropionique. In vivo, le PGMA est rapidement et totalement hydrolysé en PGME et suit les mêmes voies métaboliques.

Chez l'animal

Absorption

Le 1-méthoxy-2-propanol est absorbé par voies respiratoire, digestive et cutanée. Sa forte polarité, sa complète solubilité dans l'eau et, donc, son très haut coefficient de partage sang/air favorisent sa pénétration par les voies respiratoires. Sa demi-vie est de 2,4 heures et sa clairance sanguine de 3,1 ml/min/kg chez le rat exposé à 300 ppm (soit 1,1 mg/l), pendant 6 heures. À des doses supérieures, la demi-vie augmente et la clairance diminue : les taux sanguins ne sont donc pas proportionnels à l'exposition.

La pénétration percutanée de 1-méthoxy-2-propanol non dilué *in vitro* (sur épiderme abdominal humain isolé), déterminée à 1,17 mg/cm²/h, avec un temps de latence inférieur à 1 heure, est relativement rapide et élevée en comparaison avec celle d'autres solvants organiques. Après contact, la peau est rendue quatre fois plus perméable à d'autres substances.

Distribution

Le 1-méthoxy-2-propanol se concentre surtout au niveau du foie ; il provoque une hépatomégalie et induit la fraction enzymatique microsomiale. Cette induction enzymatique peut expliquer le développement d'une tolérance après des expositions répétées à forte dose par inhalation.

Métabolisme

Le métabolisme des éthers monométhyliques du propylène-glycol est principalement hépatique, cependant la voie métabolique des deux isomères est différente.

- Le 1-méthoxy-2-propanol subit une O-déméthylation par les enzymes microsomiales avec libération de 1,2-propanediol (propylène-glycol) dans le sang. Le propylène-glycol est lui-même oxydé en acides lactique et pyruvique et, par l'intermédiaire du cycle des acides tricarboxyliques, en dioxyde de carbone. Le métabolisme est affecté par la concentration et le nombre d'expositions : la déméthylation du 1-méthoxy-2-propanol est une étape limitante en raison de la saturation des déméthylases à partir de 0,78 g/kg par voie orale ou 1200 ppm pendant 6 heures par inhalation ; par contre, une exposition répétée provoque une accélération du métabolisme empêchant son accumulation.
- Le 2-méthoxy-1-propanol (isomère présent à moins de 0,5 % dans le 1-méthoxy-2-propanol commercial) est métabolisé, par la voie de l'alcool deshydrogénase, en acide 2-méthoxypropionique (2-MPA).

Élimination

- 1-méthoxy-2-propanol

Chez le rat, après administration orale de 0,09 g/kg, 63 % sont éliminés sous forme de dioxyde de carbone après 48 heures (dont 33 % dans les 4 premières heures et 24 % supplémentaires dans l'intervalle 4-8 heures) ; 11,2 % sont éliminés dans les urines (sous forme de 1-méthoxy-2-propanol inchangé (12 %), de propylène-glycol (20 %) ou de 2 composés conjugués : sulfate de 1-méthoxy-2-propanol (22 %) et glucuronate de 1-méthoxy-2-propanol (46 %)) ; 0,9 % dans les fèces ; 1,7 % dans la peau et 9,2 % restent dans la carcasse. Quand la dose augmente, le pourcentage de 1-méthoxy-2-propanol éliminé sous forme de dioxyde de carbone diminue et l'élimination urinaire augmente.

- 2-méthoxy-1-propanol (isomère présent à moins de 0,5 % dans le 1-méthoxy-2-propanol commercial)

Après administration par voie orale de 0,09 g/kg chez le rat, 70 % sont éliminés dans les urines après 48 heures (sous forme de 2-MPA (93 %), du conjugué glucuronide (4 %) et de composés non identifiés (3 %)) ; 17 % sont éliminés par la voie pulmonaire sous forme de dioxyde de carbone ; les fèces contiennent moins de 2 % de la dose et la carcasse moins de 3 %.

Chez l'homme

Chez l'homme, après une exposition à 15, 50 et 95 ppm pendant 6 heures (avec une pause de 30 min), la concentration sanguine en 1-méthoxy-2-propanol atteint un maximum à la fin de la période d'exposition de respectivement 2 - 4,9 et 11,8 mg/L. Il est estimé que l'absorption cutanée des vapeurs contribue de 4 à 8 % à la charge corporelle globale.

Chez l'homme, après une exposition à 15, 50 et 95 ppm pendant 6 heures (avec une pause de 30 min), du 1-méthoxy-2-propanol libre est retrouvé dans l'air expiré à la fin de la période d'exposition à des concentrations respectives de 0,4 - 1,4 et 1,9 ppm. Après exposition à 20 - 40 ppm par inhalation pendant 5 heures, une concentration de 2-8 mg/l de PGME est retrouvée dans les urines, dont 40-60 % sous forme conjuguée.

Les acétates d'éthers monométhyliques du propylène-glycol sont facilement absorbés par voies orale et respiratoire. L'absorption cutanée de l'acétate de 2-méthoxy-1-méthyléthyle (PGMA) représente, chez le rat, 30 % de celle de l'éther. Les acétates sont rapidement et complètement hydrolysés, probablement par les carboxylestérases du plasma et des tissus, en acide acétique et en éthers correspondants. Après une injection intraveineuse de 14,7 ou 147 mg/kg de PGMA chez le rat, sa demi-vie dans le sang est estimée à 1,5 et 3,4 minutes respectivement. Les éthers formés sont ensuite métabolisés et éliminés comme décrit ci-dessus.

En raison de cette hydrolyse complète, la toxicité systémique de l'acétate peut être assimilée à celle du 1-méthoxy-2-propanol en l'absence de données directes.

Surveillance biologique de l'exposition

[21]

La surveillance biologique de l'exposition au PGME est particulièrement utile en raison de la forte pénétration cutanée de la substance.

Elle peut s'appuyer sur le dosage du PGME urinaire en fin de poste de travail, indicateur sensible et spécifique, bien corrélé aux concentrations atmosphériques. Il existe de grandes variations individuelles, probablement liées à l'alimentation, aux différences métaboliques et à la charge de travail. Des valeurs biologiques d'interprétation (VBI) professionnelles et issues de la population générale sont disponibles pour cet indicateur.

Toxicité expérimentale

[15 à 20]

Toxicité aiguë

Le 1-méthoxy-2-propanol et son acétate ont une faible toxicité aiguë par toutes les voies d'exposition. Le PGME est très faiblement irritant sur la peau et l'œil et son acétate faiblement irritant sur l'œil. Ils ne sont pas considérés comme sensibilisants cutanés.

La toxicité aiguë du PGME et de son acétate est résumée dans le tableau ci-dessous.

Pour toutes les espèces et quelle que soit la voie d'administration, les symptômes observés traduisent essentiellement une action au niveau du système nerveux central : somnolence allant jusqu'à l'inconscience, ataxie, convulsions. La mort peut survenir par défaillance respiratoire.

Localement chez le lapin, un contact cutané permanent avec du PGME pendant plusieurs semaines ne produit qu'une très légère irritation. L'instillation oculaire, répétée pendant 5 jours, d'une goutte de ce solvant non dilué provoque une légère irritation palpébrale transitoire après chaque contact. Le 2-méthoxy-1-propanol est plus irritant pour l'œil que le 1-méthoxy-2-propanol. L'acétate de 1-méthoxy-2-propanol ne produit pas d'irritation lorsqu'il est appliqué sur la peau chez le lapin. Seule une conjonctivite transitoire est observée après une instillation oculaire unique.

Aucun signe de sensibilisation cutanée n'a été observé au cours de plusieurs tests réalisés avec adjuvant sur le PGME ou le PGMA.

| Voie | Espèce | DL50 / CL50 | |
|-------------|--------|----------------------------------|--------------------------------|
| | | PGME | PGMA |
| Orale | Rat | 4 - 7,5 g/kg | 5,1 - 13,7 g/kg |
| Orale | Souris | 10,8 g/kg | |
| Orale | Lapin | 5,2 g/kg | |
| Orale | Chien | 4,6 - 5,5 g/kg | |
| Cutanée | Rat | | > 5 g/kg |
| Cutanée | Lapin | 13 g/kg | > 19 g/kg |
| Cutanée | Rat | 15000 ppm / 4h (soit 55,2 mg/L) | > 4345 ppm/7h (soit 23,4 mg/L) |
| Inhalatoire | Souris | < 6038 ppm / 6h (soit 22,6 mg/L) | > 2000 ppm/3h (soit 10,8 mg/L) |
| Inhalatoire | Cobaye | 15000 ppm / 10h (soit 55,2 mg/L) | > 2000 ppm/3h (soit 10,8 mg/L) |

Toxicité subchronique, chronique

Le 1-méthoxy-2-propanol n'induit qu'une faible toxicité lors d'expositions répétées par voies orale et respiratoire : les effets interviennent principalement sur le système nerveux central (sédation) et le foie à des doses élevées. Son acétate provoque en outre des lésions des muqueuses nasales par inhalation. Aucun effet systémique n'a été montré par voie cutanée.

Les effets toxiques les plus souvent notés sont une dépression du système nerveux central, une augmentation de poids du foie et des reins et une diminution de poids corporel. La narcose apparaît dans les premières semaines de l'intoxication, puis disparaît.

Ces signes toxiques sont observés chez le rat et le chien exposés pendant 13 à 14 semaines par voie orale dès 459 mg/kg/j (LOAEL). Chez le lapin, une application cutanée de 3,6 g/kg/j, pendant 3 mois, induit une faible narcose, qui conduit à la mort des animaux à partir de 6,4 g/kg/j.

Par inhalation, le PGME administré 6 h/j, 5 j/sem pendant 13 semaines induit une dépression du système nerveux central et une hypertrophie hépatocellulaire centrolobulaire, accompagnée d'une induction enzymatique et d'une augmentation de la prolifération cellulaire chez le rat à 1000 ppm, soit 3,75 mg/L (NOAEC : 300 ppm, soit 1,12 mg/L) et chez la souris et le lapin à 3000 ppm, soit 11,2 mg/L (NOAEC : 1000 ppm, soit 3,75 mg/L). Des NOAEC similaires sont observées après des expositions de deux ans chez le rat et la souris. À la concentration de 6000 ppm, 7 h/j, 4 j/sem chez le rat, apparaissent de légères modifications des poumons (irritation avec œdème interstitiel et congestion) et du foie (vacuolisation et granulations éosinophiles cytoplasmiques dans les cellules centrolobulaires). Ces effets sont également décrits chez le cobaye et les primates.

L'inhalation d'acétate du 1-méthoxy-2-propanol (6 h/j, 9 fois en 11 jours) provoque, outre les effets dus au 1-méthoxy-2-propanol, des lésions caustiques de la partie olfactive de la muqueuse nasale liées à la libération d'acide acétique à 3000 ppm chez le rat (NOAEC : 1000 ppm) et dès 300 ppm chez la souris (LOAEC). Par voie orale, aucun effet toxicologique significatif n'est rapporté chez le rat exposé pendant environ 6 semaines à 1000 mg/kg/j.

Effets génotoxiques

Le 1-méthoxy-2-propanol n'est pas considéré comme mutagène.

Tous les tests pratiqués *in vitro* sur le 1-méthoxy-2-propanol et son acétate se sont révélés négatifs (test de Ames, étude de l'effet clastogène sur cellules ovariennes de hamster chinois, synthèse non programmée de l'ADN sur hépatocytes de rat).

In vivo, le PGME n'a pas induit d'augmentation de la fréquence de micronoyaux dans la moelle osseuse de souris traitées jusqu'à 6 g/kg par voie intra-péritonéale.

Effets cancérogènes

Par inhalation, les études disponibles indiquent que le 1-méthoxy-2-propanol n'a pas de potentiel cancérogène pour l'homme.

Le 1-méthoxy-2-propanol administré par inhalation pendant deux ans (de 0 à 3000 ppm, 6 h/j, 5 j/sem) n'induit pas d'augmentation de l'incidence des tumeurs chez la souris. Chez le rat, une faible augmentation non significative et non dose-dépendante des tumeurs rénales est observée chez les mâles. Ces tumeurs se manifestent à 3000 ppm conjointement à l'induction de néphropathies de type α - 2μ -globuline spécifiques du rat mâle et ne sont pas considérées transposables pour l'homme [19].

Effets sur la reproduction

Les signes d'atteinte de la fertilité ou du développement de la descendance qui ont été observés dans certaines études semblent secondaires à une toxicité parentale systémique marquée ; le 1-méthoxy-2-propanol et son acétate ne sont pas considérés comme toxiques pour la reproduction, à l'inverse de leurs isomères β .

Le **1-méthoxy-2-propanol** a été testé dans des études sur 2 générations par inhalation chez le rat (de 0 à 3000 ppm de PGME renfermant 1,9 % d'isomère R) et dans l'eau de boisson chez la souris (de 0 à 3,3 g/kg/j, teneur en isomère R non précisée). Chez le rat, des effets toxiques marqués sont observés chez les parents (sédation, poids corporel inférieur de 20 % à celui des contrôles) à 3 000 ppm et sont accompagnés d'un allongement des cycles œstraux, d'une diminution de la fertilité, du poids des ovaires, de la survie des petits et de la taille de la portée et d'une atrophie ovarienne, vraisemblablement secondaires à la toxicité parentale générale. Chez la souris, une diminution du poids des épидидymes et de la prostate à la génération F1, accompagnée par une diminution du poids testiculaire à la génération F2 mais sans altération de la fertilité, est observée à la dose de 3,3 g/kg/j.

L'exposition de rates, de souris ou de lapines à différentes périodes de gestation, par voies orale, sous-cutanée et par inhalation, provoque une dépression du système nerveux central et une diminution de la prise de poids chez les mères. Aucune embryo- ou fœtotoxicité n'est observée chez le lapin, mais en présence de toxicité maternelle, une légère fœtotoxicité (retard d'ossification du sternum et du crâne) est rapportée chez le rat par inhalation à 3000 ppm et une légère diminution du poids corporel à la naissance chez la souris par voie orale à la dose de 3,3 g/kg/j.

Concernant l'**acétate du 1-méthoxy-2-propanol**, aucun effet n'a été observé sur la fertilité après exposition de rats mâles et femelles pendant 41 à 45 jours par voie orale jusqu'à 1000 mg/kg/j (pureté du PGMA : 99,9 %) et sur le développement des fœtus par exposition de rates gestantes par inhalation jusqu'à 4000 ppm (PGMA renfermant 2 % d'isomère β) en présence de signes de toxicité chez les mères.

Par contre, le **2-méthoxy-1-propanol (isomère β)** induit par inhalation, chez le rat, des anomalies squelettiques à 3000 ppm ainsi que des variations de moindre sévérité à 1000 ppm et, chez le lapin, une augmentation des morts fœtales *in utero* et des malformations à 225 ppm [18]. Ces effets sont attribués à la formation du métabolite 2-MPA qui provoque des résorptions fœtales et des malformations à 78 mg/kg chez le rat par gavage.

Des travaux préliminaires sur trois générations, chez le rat, par voie orale, suggèrent également un effet sur la fertilité des mâles (diminution du nombre de spermatozoïdes épидидymaires).

Toxicité sur l'Homme

Le 1-méthoxy-2-propanol et son acétate sont irritants pour les muqueuses en cas d'expositions supérieures à 100 ppm. Une atteinte neurologique centrale n'apparaît qu'à des concentrations de plus de 1000 ppm. Aucun effet chronique n'est publié chez l'homme.

[4, 22]

En exposition professionnelle, le PGME et son acétate peuvent pénétrer dans l'organisme par les voies respiratoire et percutanée. L'absorption percutanée est importante et rapide. Du fait de la faible volatilité des produits, l'exposition par voie respiratoire devrait être réduite, sauf en cas de formation d'aérosols [20].

Toxicité aiguë

[4,23]

Dans une série d'expositions au 1-méthoxy-2-propanol menées chez des volontaires, les principales manifestations observées aux concentrations égales ou supérieures à 100 ppm résultent d'une irritation des muqueuses oculaires, nasales et oropharyngées.

La détection olfactive de sujets exposés dans une cabine fermée non ventilée se situe à 10 ppm (exposition unique de 5 minutes). À 5 ppm, pendant la même durée, l'odeur du produit n'est pas détectée.

Chez 2 sujets parmi 6 exposés à une concentration de 95 ppm, les effets irritants oculaires apparaissent au bout de 2 heures. À cette concentration, l'odeur fortement perçue de façon immédiate est tolérée au bout de 25 minutes.

Les effets irritants oculaires, nasaux et oropharyngés deviennent plus fréquents et plus importants à partir d'une concentration de 240 ppm pour une durée d'exposition de 1 à 7 heures. On note par ailleurs la survenue de céphalées chez un des 23 sujets exposés à 240 ppm, de nausées chez un autre sujet. L'irritation oculaire est accompagnée d'une augmentation du clignement palpébral et d'une hypersécrétion lacrymale chez certains sujets : l'irritation nasale est accompagnée d'une rhinorrhée.

À des concentrations très élevées (à partir de 750 ppm), l'irritation devient extrême et intolérable. Chez un sujet exposé à des concentrations progressivement croissantes, allant de 1 à 2050 ppm en 2 heures, on note la présence d'une hypersécrétion lacrymale importante avec blépharospasme et d'une douleur avec congestion nasale et oropharyngée. La plupart des signes régressent une quinzaine de minutes après retrait de l'exposition ; mais l'irritation oculaire disparaît au bout d'une heure et la congestion nasale persiste pendant 24 heures. Chez un autre sujet exposé dans les mêmes conditions, on note la survenue, au bout d'une heure d'exposition, alors que la concentration atmosphérique atteinte était de 1000 ppm, de troubles de l'équilibre accompagnant une irritation oculaire sévère.

Les examens cliniques et biologiques pratiqués chez tous les sujets exposés n'ont mis en évidence aucune autre anomalie : en particulier, pas de trouble respiratoire ou cardio-vasculaire, pas de perturbation hématologique, rénale ou hépatique.

Il n'a pas été rapporté chez l'homme d'atteinte oculaire après contact direct avec le 1-méthoxy-2-propanol sous forme liquide. Le produit est généralement considéré comme légèrement irritant pour l'œil.

Le 1-méthoxy-2-propanol n'est pas irritant pour la peau, mais peut être rapidement absorbé par cette voie. Des études effectuées chez l'homme avec un dérivé proche, l'éther monométhyle du dipropylène-glycol, n'ont pas mis en évidence de phénomènes de sensibilisation cutanée.

En raison de son métabolisme (hydrolyse rapide en acide acétique et en éther correspondant), l'acétate de 2-méthoxy-1-méthyléthyle devrait produire les mêmes effets que ceux observés avec le 1-méthoxy-2-propanol.

Il n'est pas décrit dans la littérature de cas d'intoxication par ingestion de 1-méthoxy-2-propanol ou de son acétate.

Toxicité chronique

Les données de la littérature ne rapportent pas d'observation d'effets à long terme chez l'homme.

Effets génotoxiques

Les données de la littérature ne rapportent pas d'observation d'effets à long terme chez l'homme.

Effets cancérogènes

Les données de la littérature ne rapportent pas d'observation d'effets à long terme chez l'homme.

Effets sur la reproduction

Les données de la littérature ne rapportent pas d'observation d'effets à long terme chez l'homme.

Réglementation

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

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

Sécurité et santé au travail

Mesures de prévention des risques chimiques (agents 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. 4412-149 du Code du travail : Décret n° 2007-1539 du 26 octobre 2007.

Valeurs limites d'exposition professionnelle (Européennes)

- Directive 2000/39/CE de la Commission du 8 juin 2000 (*JOCE* du 16 juin 2000).

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.

Maladies professionnelles

- Article L. 461-4 du Code de la sécurité sociale : déclaration obligatoire d'emploi à la Caisse primaire d'assurance maladie et à l'inspection du travail ; tableau n° 84.

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** 1-méthoxy-2-propanol et son acétate :

Le règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 (JOUE du 31 décembre 2008), dit « règlement CLP », introduit dans l'Union européenne le système général harmonisé de classification et d'étiquetage ou SGH. La classification et l'étiquetage harmonisés du 1-méthoxy-2-propanol et de son acétate figurent dans l'annexe VI du règlement CLP. La classification est :

- **PGME :**
 - Liquides inflammables, catégorie 3 ; H226.
 - Toxicité spécifique pour certains organes cibles - Exposition unique, catégorie 3 : Effets narcotiques ; H336.
- **PGMA :**
 - Liquides inflammables, catégorie 3 ; H226.

b) **mélanges** contenant du PGME ou du PGMA :

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

Protection de la population

- Article L. 1342-2 du Code de la santé publique en application du règlement CE/1272/2008 :
 - étiquetage (cf. § Classif. & 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 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) [24].
- 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 et aérosols. 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 [25].
- **Réduire** le nombre de personnes exposées au 1-méthoxy-2-propanol et son acétate.
- Éviter tout rejet atmosphérique de 1-méthoxy-2-propanol et son acétate.
- Faire évaluer **annuellement** l'exposition des salariés au 1-méthoxy-2-propanol et son acétate 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).
- Les équipements et installations conducteurs d'électricité utilisant ou étant à proximité de la substance 1-méthoxy-2-propanol et son acétate 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 [26].
- 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 la substance 1-méthoxy-2-propanol et son acétate doivent faire l'objet d'un **permis de feu** [27].
- Au besoin, les espaces dans lesquels la substance est stockée et/ou manipulée doivent faire l'objet d'une **signalisation** [28].
- Ne jamais procéder à des travaux sur ou dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu du 1-méthoxy-2-propanol et son acétate sans prendre les précautions d'usage [29].
- 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) [30, 31]. 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 [32 à 35].

- Appareils de protection respiratoire : Si un appareil filtrant peut être utilisé, il doit être muni d'un filtre de type A lors de la manipulation de la substance [36].
- Gants : Les matériaux préconisés pour **un contact prolongé** sont en caoutchouc butyle. D'autres matériaux peuvent également être recommandés pour des **contacts intermittents** ou **en cas d'éclaboussure** : fluoroélastomère, nitrile et néoprène. Certains matériaux sont à éviter tel que le caoutchouc naturel et en PVA [37 à 39].
- 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** 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** [40].
- 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 [41].

Stockage

- Stocker le 1-méthoxy-2-propanol et son acétate 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 la substance 1-méthoxy-2-propanol et son acétate (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** la substance 1-méthoxy-2-propanol et son acétate des produits comburants. Si possible, la stocker **à l'écart** des autres produits chimiques dangereux.

Déchets

- Le stockage des déchets doit suivre les mêmes règles que le stockage des substances à leur arrivée (§ stockage).
- Ne pas rejeter à l'égout ou dans le milieu naturel les eaux polluées par le 1-méthoxy-2-propanol et son acétate.
- 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** (sable, terre, vermiculite, terre à diatomées). Laver à grande eau la surface ayant été souillée [42].
- 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**.
- 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 l'existence de signes d'irritation oculaire et de troubles ORL. La fréquence des examens médicaux périodiques et la nécessité ou non d'effectuer des examens complémentaires 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.
- **Fertilité et Femmes enceintes et/ou allaitantes** :
 - du fait de la présence d'une impureté, l'isomère β (1PG2ME) entraînant des effets sur le développement, les femmes enceintes ou allaitantes ne doivent pas être exposées au PGME ou son acétate. Des difficultés de conception chez l'homme et/ou la femme seront systématiquement recherchées à l'interrogatoire. Si de telles difficultés existent, le rôle de l'exposition professionnelle doit être évalué. Si nécessaire, une orientation vers une consultation spécialisée sera proposée en fournissant toutes les données disponibles sur l'exposition et les produits.
 - Si malgré tout, une exposition durant la grossesse se produisait, informer la personne qui prend en charge le suivi de cette grossesse, en lui fournissant toutes les données concernant les conditions d'exposition ainsi que les données toxicologiques.
 - Informer les salarié(e)s exposés des dangers de cette substance pour la fertilité et la grossesse et de l'importance du respect des mesures de prévention.
 - Rappeler aux femmes en âge de procréer l'intérêt de déclarer le plus tôt possible leur grossesse à l'employeur, et d'avertir le médecin du travail.

Surveillance biologique de l'exposition : le dosage du PGME urinaire peut être proposé pour la surveillance biologique de l'exposition au PGME. Des valeurs biologiques d'interprétation (VBI) professionnelles et issues de la population générale sont disponibles pour cet indicateur [21].

Conduite à tenir en cas d'urgence :

- **En cas de projection cutanée**, retirer les vêtements souillés (avec des gants adaptés) et laver la peau immédiatement et abondamment à grande eau pendant au moins 15 minutes. Si une irritation apparaît ou si la contamination est étendue ou prolongée, consulter un médecin.
- **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'ingestion**, 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, la maintenir au maximum au repos. Si la victime est consciente, faire rincer la bouche avec de l'eau, ne jamais faire boire, ne jamais tenter de provoquer de vomissements. 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 un médecin.
- **En cas d'inhalation massive de vapeurs ou d'aérosols**, 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 un médecin.

Bibliographie

- 1 | 1-Méthoxypropan-2-ol. European risk assessment report, part I - environment. European chemicals bureau ; 2006 (<https://echa.europa.eu/fr/home>).
- 2 | 2-Méthoxy-1-méthylethyl acetate. European risk assessment report, part I - environment. European chemicals bureau ; 2006 (<https://echa.europa.eu/fr/home>).
- 3 | 1-Méthoxy-2-hydroxypropane (2005). In : base de données HSDB (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>).
- 4 | 1-Méthoxy-2-propanol (2001). In : Documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. Cincinnati : CDrom ACGIH ; 2007.
- 5 | Courtois B *et al.* - Les valeurs limites d'exposition professionnelle. Brochure ED 6443. INRS (<https://www.inrs.fr/>).
- 6 | Substances PGME et PGMA. Liste des VLEP françaises. INRS (<https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=outil65>).
- 7 | 1-Méthoxypropane-2-ol. Méthode M-135. In : MétroPol. Métrologie des polluants. INRS, 2015 (<https://www.inrs.fr/>).
- 8 | Acétate de 2-méthoxy-1-méthyléthyle. Méthode M-138 In : MétroPol. Métrologie des polluants. INRS, 2015 (<https://www.inrs.fr/metropol/>).
- 9 | Propylene Glycol Monomethyl Ethers/Acetate. Method 99. In : Sampling and Analytical Methods. OSHA, 1993 (www.osha.gov/dts/sltc/methods/index.html).
- 10 | MDHS 88. Methods for the Determination of Hazardous Substances. Volatile organic compounds in air. HSE, 1997 (<https://www.hse.gov.uk/pubns/mdhs/>).
- 11 | Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse des gaz des vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. Norme française homologuée NF X 43-267. Juin 2014. Indice de classement X 43-267. La Plaine Saint Denis : AFNOR ; 2014 : 56 p.
- 12 | MDHS 80. Methods for the Determination of Hazardous Substances. Volatile organic compounds in air. HSE, 1995 (<https://www.hse.gov.uk/pubns/mdhs/>).
- 13 | MDHS 72. Methods for the Determination of Hazardous Substances. Volatile organic compounds in air. HSE, 1993 (<https://www.hse.gov.uk/pubns/mdhs/>).
- 14 | Fire protection guide to hazardous materials. 13rd ed. Quincy, MA : National Fire Protection Association ; 2002.
- 15 | European risk assessment report on existing substances : 1-méthoxypropan-2-ol. CAS n° 107-98-2. Human health - in draft ; 2006. Projet non publié.
- 16 | European risk assessment report on existing substances : 2-méthoxy-1-méthylethyl acetate. CAS n° 108-65-6. Human health - in draft ; 2006. Projet non publié.
- 17 | Propylene glycol ethers. SIDS initial assessment report for 17th SIAM ; 2003. Sponsor country : USA.
- 18 | Éthers de glycol. Quels risques pour la santé ? Expertise collective. Les éditions INSERM ; 2006 ; 247 p.
- 19 | Spencer PJ *et al.* - Propyleneglycol monomethyl ether (PGME) : inhalation toxicity and carcinogenicity in Fischer 344 rats and mice. *Toxicol Pathol*, 2002 ; 30 (5) : 570-579.
- 20 | Impuretés toxiques pour la reproduction dans les produits contenant du 1-méthoxypropan-2-ol ou son acétate. AFSSET ; juillet 2007.
- 21 | 1-Méthoxy-2-propanol. In : BIOTOX. INRS, 2020 (<https://www.inrs.fr/publications/bdd/biotox.html>).
- 22 | Johansson G - NEG and NIOSH basic for an occupational health standard propylene glycol ethers and their acetates. Solna : Arbetsmiljööinstitutet ; 1990, *Arbete och Halsa*, 32 : 47 p.
- 23 | Stewart RD *et al.* - Experimental human exposure to vapor of propylene glycol monomethyl ether. *Archives of Environmental Health* ; 1970, 20 : 218-223.
- 24 | Mise en œuvre de la réglementation relative aux atmosphères explosives (ATEX) – Guide méthodologique. Brochure ED 945. INRS (<https://www.inrs.fr/>).
- 25 | Principes généraux de ventilation. Guide pratique de ventilation ED 695. INRS (<https://www.inrs.fr/>).
- 26 | Phénomènes électrostatiques. Brochure ED 6354. INRS (<https://www.inrs.fr/>).
- 27 | Le permis de feu. Brochure ED 6030. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 28 | Signalisation de santé et de sécurité au travail - Réglementation. Brochure ED 6293. INRS (<https://www.inrs.fr/>).
- 29 | 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).
- 30 | 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/>).
- 31 | EPI et vêtements de travail : mieux comprendre leurs caractéristiques antistatiques pour prévenir les risques d'explosion. Notes techniques NT33. INRS (<https://www.inrs.fr/>).
- 32 | 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/>).
- 33 | 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/>).

- 34 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer ses gants en toute sécurité. Gants à usage unique. Dépliant ED 6168. INRS (<https://www.inrs.fr>)
- 35 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer ses gants en toute sécurité. Gants réutilisables. Dépliant ED 6169. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 36 | Les appareils de protection respiratoire - Choix et utilisation. Brochure ED 6106. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 37 | Des gants contre le risque chimique. Fiche pratique de sécurité ED 112. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 38 | 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.
- 39 | PGME - PGMA. In : ProtecPo Logiciel de pré-sélection de matériaux de protection de la peau. INRS-IRSST, 2011 (<https://protecpo.inrs.fr/ProtecPo/jsp/Accueil.jsp>).
- 40 | Quels vêtements de protection contre les risques chimiques. Fiche pratique de sécurité ED 127. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 41 | Les équipements de protection individuelle des yeux et du visage - Choix et utilisation. Brochure ED 798. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 42 | Les absorbants industriels. Aide-mémoire technique ED 6032. INRS (<https://www.inrs.fr>).

Historique des révisions

Seuls les éléments cités ci-dessous ont fait l'objet d'une mise à jour ; les autres données de la fiche toxicologique n'ont pas été réévaluées.

| | |
|--|--------------|
| 1 ^{re} édition | 1992 |
| 2 ^e édition | 2008 |
| 3 ^e édition (mise à jour partielle) | 2010 |
| 4 ^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 ■ Pathologie - Toxicologie <ul style="list-style-type: none"> ○ Surveillance biologique des expositions ■ Réglementation ■ Recommandations techniques et médicales ■ Bibliographie | Mai 2021 |
| 5 ^e édition (mise à jour partielle) : <ul style="list-style-type: none"> ■ Méthodes de détection et de détermination dans l'air ■ Réglementation ■ Bibliographie | Juillet 2021 |