

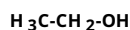
Éthanol

Fiche toxicologique n°48

Généralités

Edition _____ Novembre 2019


Formule :



Substance(s)

Formule Chimique	Détails	
C ₂ H ₆ O	Nom	Éthanol
	Numéro CAS	64-17-5
	Numéro CE	200-578-6
	Numéro index	603-002-00-5
	Synonymes	Alcool éthylique

Etiquette



ÉTHANOL

Danger

- H225 - Liquide et vapeurs très inflammables

Les conseils de prudence P sont sélectionnés selon les critères de l'annexe 1 du règlement CE n° 1272/2008.
202-578-6

Selon l'annexe VI du règlement CLP

Caractéristiques

Utilisations

[1 à 4, 6]

- Solvant utilisé dans l'industrie des peintures, vernis, encres, matières plastiques, adhésifs, explosifs, parfums, cosmétiques, l'industrie pharmaceutique...
- Matière première pour la production de nombreux composés : acide acétique, acrylate d'éthyle, acétate d'éthyle, éthers de glycol, éthylamine, éthylène, éthers-oxydes notamment l'ETBE (éthyl-*tert*-butyl-éther)...
- Constituant de carburants : le « bioéthanol », éthanol obtenu à partir de matières premières végétales, peut être utilisé seul ou avec de l'essence ; les mélanges essence-éthanol renferment 5 à 95 % de bioéthanol selon les pays. En France, les supercarburants suivants sont commercialisés :
 - SP95 (disponible depuis 2000) contient jusqu'à 5 % en volume d'éthanol,
 - SP95-E10 (disponible depuis 2009) contient jusqu'à 10 % en volume d'éthanol,
 - Super Ethanol E85 (disponible depuis 2007) contient de 65 à 85 % en volume d'éthanol.
- Désinfectants, produit de protection (comme biocide, cf. § Réglementation).

- Composant de boissons alcoolisées.

Propriétés physiques

[1 à 8]

L'éthanol est un liquide mobile, incolore, volatil, d'odeur plutôt agréable, décelable dès 84 ppm.

L'éthanol est miscible à l'eau, le mélange se faisant avec dégagement de chaleur et contraction du liquide : 1 vol. d'éthanol + 1 vol. d'eau donnent 1,92 vol. de mélange. Par contre il y a expansion du liquide lorsque l'éthanol est mélangé à de l'essence.

L'éthanol est également miscible à la plupart des solvants usuels. C'est un bon solvant des graisses et il dissout de nombreuses matières plastiques.

Le titre d'un mélange eau/éthanol est le rapport entre le volume d'alcool absolu contenu dans ce mélange et le volume de celui-ci à 15 °C ; il est exprimé en % en volume.

L'éthanol peut être commercialisé sous forme anhydre (éthanol à 100 % en volume appelé aussi **alcool absolu**) ou à différentes concentrations dans l'eau, principalement à 95 % et, pour des usages antiseptiques, à 70 %.

Pour les usages autres qu'alimentaires, des dénaturants sont ajoutés. L'éthanol dénaturé, que l'on trouve également dans le commerce sous le nom d' **alcool à brûler**, est de l'éthanol dans lequel on a dissous divers produits pour le rendre impropre à la consommation.

En France, l'alcool dénaturé selon le procédé général, doit contenir 3,5 % de méthylène-Régie (mélange complexe qui donne un goût et une odeur désagréables, obtenu par carbonisation du bois et contenant environ 65 % de méthanol, des cétones et des impuretés pyrogénées) et 1 % de 2-propanol. Des procédés spéciaux de dénaturation peuvent être autorisés pour des usages particuliers.

Nom Substance	Détails	
Éthanol	N° CAS	64-17-5
	Etat Physique	Liquide
	Masse molaire	46,07
	Point de fusion	-114 °C
	Point d'ébullition	78 °C
	Densité	0,789
	Densité gaz / vapeur	1,59
	Pression de vapeur	5,9 kPa à 20 °C 10 kPa à 30 °C 29,3 kPa à 50 °C
	Indice d'évaporation	8,3 (oxyde de diéthyle = 1), 2,4 (acétate de n-butyle = 1)
	Point d'éclair	13 °C (éthanol pur) ; 17 °C (éthanol à 95 % vol.) ; 21 °C (éthanol à 70 % vol.) ; 49 °C (éthanol à 10 % vol.) ; 62 °C (éthanol à 5 % vol.) (tous en coupelle fermée)
	Température d'auto-inflammation	363 à 425 °C (selon les sources)
	Limites d'explosivité ou d'inflammabilité (en volume % dans l'air)	limite inférieure : 3,3 % limite supérieure : 19 à 27,7 % (selon les sources)
	Coefficient de partage n-octanol / eau (log Pow)	- 0,31

À 20 °C et 101 kPa, 1 ppm = 1,91 mg/m³

Propriétés chimiques

[2, 3, 4, 9]

Dans les conditions normales, l'éthanol est un produit stable. Il possède les propriétés générales des alcools primaires (réactions d'oxydation, déshydrogénation, déshydratation et estérification).

Il peut réagir vivement avec les oxydants puissants : acide nitrique, acide perchlorique, perchlorates, peroxydes, permanganates, trioxyde de chrome...

La réaction avec les métaux alcalins conduit à la formation d'éthylate et à un dégagement d'hydrogène ; elle peut être brutale sauf si elle est réalisée en l'absence d'air pour éviter la formation de mélanges explosifs air-hydrogène.

Le magnésium et l'aluminium peuvent également former des éthylates, la plupart des autres métaux usuels étant insensibles à l'éthanol.

VLEP et mesurages

Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle

[5, 10]

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

Substance	Pays	VME (ppm)	VME (mg/m ³)	VLCT (ppm)	VLCT (mg/m ³)
Éthanol	France (VLEP indicatives - 1982)	1 000	1 900	5 000	9 500
Éthanol	États-Unis (ACGIH - 2009)	-	-	1000	1880
Éthanol	Allemagne (valeurs MAK - 2018)	200	380	-	-

Méthodes de détection et de détermination dans l'air

- Prélèvement par pompage de l'air au travers d'un tube rempli de charbon actif [11, 12, 13] ou de deux tubes remplis d'Anasorb[®] 747 [14]. Désorption à l'aide d'un solvant (dichlorométhane [11, 12]) ou d'un mélange de solvants (méthanol/ sulfure de carbone /dichlorométhane [13] ou diméthylformamide/sulfure de carbone [14]) ; dosage par chromatographie en phase gazeuse avec détection par ionisation de flamme ou par spectrométrie de masse [11 à 14].
- Prélèvement par pompage de l'air au travers d'un tube rempli de gel de silice. Désorption à l'aide d'eau contenant de l'isopropanol deutéré. Dosage de l'espace de tête (head-space) par chromatographie en phase gazeuse avec détection par spectrométrie de masse [15].
- Prélèvement par pompage de l'air au travers d'un tube pour désorption thermique rempli de Chromosorb[®] 106. Désorption thermique et dosage par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse et à une détection par ionisation de flamme [16].

Incendie - Explosion

[2, 9, 17 à 19]

L'éthanol est un liquide très inflammable (point d'éclair en coupelle fermée = 13 °C) dont les vapeurs peuvent former des mélanges explosifs avec l'air dans les limites de 3,3 à 27,7 % en volume. Les solutions aqueuses d'éthanol, même faiblement concentrées, peuvent également s'enflammer aisément (point d'éclair d'une solution à 70 % est de 21 °C, celui d'une solution à 10 % est de 49 °C).

En cas d'incendie impliquant l'éthanol, 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 cette substance (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

[6, 21, 22]

L'éthanol est rapidement absorbé par voie orale et respiratoire et peu par contact cutané. Il est distribué dans tous les tissus et fluides de l'organisme, notamment le cerveau et le foie, et est principalement éliminé par une métabolisation oxydative dans le foie produisant transitoirement de l'aldéhyde puis de l'acide acétique.

Chez l'animal

La toxicocinétique et le métabolisme ont été bien étudiés chez l'homme. L'éthanol est facilement absorbé par ingestion et par inhalation ; on considère en général que l'absorption percutanée est très faible (environ 1 %). Après une ingestion unique, l'alcoolémie est maximale après 1 heure si l'alcool a été ingéré sans nourriture, après 2 heures autrement ; la vitesse d'absorption varie aussi en fonction des individus, de la vitesse d'ingestion et de la concentration de la solution ingérée : elle est maximale pour les concentrations comprises entre 10 et 30 %. Chez des volontaires inhalant des concentrations de 5 800 à 10 000 ppm, le taux de rétention pulmonaire a été trouvé égal à 62 %, indépendamment de la concentration et de la vitesse de ventilation. Chez des volontaires exposés à 25, 100 et 1 000 ppm, l'absorption est de 70 à 80 %.

L'éthanol absorbé diffuse rapidement et presque uniformément dans tout l'organisme en raison de sa grande solubilité dans l'eau. La distribution est très rapide dans les organes fortement vascularisés comme le cerveau, les poumons, le foie ; et la concentration est maximale dans le liquide céphalo-rachidien et l'urine où elle atteint 1,3 fois la concentration plasmatique, elle-même légèrement supérieure (1,1 fois) à la concentration moyenne dans les organes. L'éthanol traverse librement le placenta et des concentrations similaires sont retrouvées dans le sang maternel et fœtal. Signalons que chez le rat et le cobaye, l'éthanol s'accumule dans le liquide amniotique qui peut servir de réservoir.

La métabolisation de l'éthanol comporte essentiellement une oxydation complète en dioxyde de carbone et eau qui se déroule en 3 étapes. La première qui mène à l'aldéhyde acétique se fait en majeure partie (80 - 90 %) dans le foie sous l'action de l'alcool-déshydrogénase. Les systèmes du cytochrome P450 (inductible) et de la catalase-peroxydase interviennent également à ce stade. L'efficacité de ce dernier est limitée par la lenteur de formation du peroxyde d'hydrogène. La deuxième étape, menant à l'acide acétique, est sous la dépendance de l'aldéhyde-déshydrogénase présente dans le foie (90 %) et dans le rein (10 %). L'activité aldéhyde-déshydrogénase du foie étant supérieure à son activité alcool-déshydrogénase, il n'y a généralement pas, dans les conditions normales, d'accumulation d'aldéhyde acétique. Cependant, en raison du polymorphisme génétique de l'aldéhyde-déshydrogénase, certains groupes ethniques peuvent dégrader plus lentement l'aldéhyde acétique. Une accumulation peut également se produire en présence d'un inhibiteur spécifique de l'aldéhyde-déshydrogénase (disulfirame par exemple). L'acide acétique formé est libéré dans le sang et la troisième étape a lieu principalement dans les tissus périphériques où il est oxydé en dioxyde de carbone et eau.

Au total, la vitesse de métabolisation varie largement selon les individus ; une valeur moyenne déterminée par des essais sur volontaires se situe vers 100 mg/kg par heure. Des individus exposés régulièrement peuvent avoir une vitesse de métabolisation plus importante par induction enzymatique. La clairance plasmatique serait voisine de 220 mg/L par heure. Pour un sujet inhalant des vapeurs d'éthanol tout en accomplissant un travail de force (vitesse de ventilation = 30 L/min), l'équilibre vitesse d'absorption = vitesse de métabolisation assurant la stabilité de l'alcoolémie serait atteint pour une concentration de 3 500 ppm ; après 6 heures d'exposition à 8 500 ppm, l'alcoolémie maximale retrouvée chez de tels sujets est de 470 mg/L.

En dehors de ce processus de détoxification oxydante, une faible partie de l'éthanol absorbé (2 à 5 %) est éliminée sous forme inchangée dans l'air expiré et dans l'urine. Il peut également être excrété dans le lait maternel à une concentration comparable à celle du sang maternel.

Surveillance biologique de l'exposition

[20]

Le dosage d'éthanol sanguin en début et à la fin de l'exposition a été proposé mais il est d'une utilité limitée pour apprécier l'intensité de l'exposition en milieu professionnel. Les résultats ne sont interprétables que si l'on connaît précisément l'absorption d'éthanol d'origine alimentaire du sujet.

Le dosage d'éthanol dans les urines de fin de poste a été proposé mais la corrélation avec l'intensité de l'exposition professionnelle n'a pas été démontrée.

Pour ces deux paramètres, il n'existe pas de valeur biologique d'interprétation pour la population professionnellement exposée.

Mode d'action

[21, 22]

Les effets neuropsychiques aigus et subaigus de l'éthanol sont dus à l'action directe mais non spécifique de l'alcool sur le parenchyme cérébral : fixé dans les zones corticales, il inhibe le fonctionnement des transmissions synaptiques et déprime ainsi le système nerveux central avec une action principalement analgésique et anesthésique.

Le mécanisme des effets sur le métabolisme des lipides est plus complexe. L'accumulation des graisses dans le foie semble en effet résulter :

- d'une augmentation de la synthèse des triglycérides dans le foie lui-même ;
- d'une augmentation de l'incorporation de glycérol dans la phosphatidylcholine avec déficit relatif de choline ;
- d'une libération de catécholamines qui accélèrent la mobilisation des dépôts graisseux ;
- d'une diminution de la vitesse d'oxydation des acides gras.

Toxicité expérimentale

Toxicité aiguë

[6, 21, 22]

La toxicité aiguë de l'éthanol est faible par inhalation et par ingestion, et négligeable par contact cutané. L'éthanol est irritant pour les yeux mais n'a pas d'effet irritant ou sensibilisant sur la peau.

Pour les diverses espèces étudiées (souris, rats, cobayes, lapins, chiens), les DL50 par voie orale sont comprises entre 5 et 20 g/kg, et les CL50 par inhalation sont voisines de 20 000 à 30 000 ppm pour des expositions de 4 à 6 heures. Par voie percutanée, aucun effet toxicologique n'est observé chez le lapin à 20 g/kg vraisemblablement en raison de la faible absorption percutanée.

Quelles que soient la voie d'administration et l'espèce considérées, les symptômes observés sont très semblables à ceux que l'on connaît chez l'homme. Ce sont essentiellement ceux d'une excitation puis d'une dépression du système nerveux central : ataxie, prostration, somnolence, paralysie et dyspnée. La mort survient par défaillance respiratoire ou circulatoire après baisse progressive de la tension artérielle. Dans le cas de l'inhalation, on note en plus une irritation des muqueuses respiratoires.

L'examen anatomo-pathologique révèle des lésions hépatiques : œdème des cellules périphériques des lobules, accumulation de lipides et notamment de triglycérides.

Localement, l'éthanol n'a pas d'effet irritant appréciable sur la peau du lapin, sauf si l'on prolonge le contact 24 heures sous pansement occlusif. Une faible irritation passagère est alors observée.

Sur l'œil de lapin, le produit utilisé pur provoque une irritation oculaire modérée qui se manifeste par une légère opacification de la cornée et une rougeur de la conjonctive modérée à sévère. Ces effets sont réversibles en moins de 14 jours.

Aucune réaction n'a été observée dans un essai de maximisation sur cobaye à une concentration de 75 % et dans des essais de gonflement de l'oreille de souris à 95 %, et l'éthanol ne présente pas de propriété sensibilisante pour la peau.

Toxicité subchronique, chronique

[6, 21, 22]

L'éthanol possède une faible toxicité par exposition répétée par voie orale et respiratoire. Les effets se manifestent sur le foie et le système hématopoïétique à des doses élevées. Aucun effet systémique n'est observé par voie cutanée.

Chez le rat, l'administration pendant 12 semaines d'éthanol dans l'eau de boisson à la concentration de 15 % (environ 10 g/kg) provoque un ralentissement de la croissance pondérale et une stéatose hépatique. Cette même stéatose peut se retrouver par administration pendant 14 semaines d'un régime dans lequel l'éthanol représente 33 % de l'apport calorique (environ 12 g/kg). Une diminution du taux d'érythrocytes, de l'hématocrite, de la concentration en hémoglobine et du taux de lymphocytes est également observée à une dose de 8 g/kg/j pendant 10 mois. Chez le singe, recevant pendant 3 mois un régime riche en éthanol (40 % de l'apport calorique), la stéatose hépatique se double d'une stéatose du myocarde ; l'accumulation graisseuse porte à la fois sur les triglycérides, les phospholipides et le cholestérol. Pour des expositions plus longues, les effets hépatiques évoluent vers la cirrhose. En ce qui concerne les effets neurologiques du produit, on note chez les animaux le développement d'une certaine tolérance : pour un taux d'alcoolémie donné, la coordination neuromusculaire est meilleure chez les animaux ingérant régulièrement de l'éthanol que chez les animaux le consommant pour la première fois. Il y a tolérance croisée avec d'autres alcools (1- ou 2-propanol, 1- ou 2-butanol).

Chez les rats, cobayes, lapins, chiens et singes exposés par inhalation en continu à 46 ppm d'éthanol pendant 90 jours, comme chez les cobayes exposés 4 h/j, 6 j/sem, pendant 10 semaines à 3 000 ppm, on n'observe aucune atteinte particulière clinique, biologique ou histologique. Chez le rat et la souris, une inflammation et une nécrose hépatiques interviennent après une exposition comprise entre 6 384 et 10 108 ppm pendant 9 jours. Dans des expérimentations plus anciennes réalisées à forte concentration, on a également signalé des atteintes hépatiques sévères (stéatoses, cirrhose, infiltrations péri-vasculaires hémorragiques). Les effets sur le comportement disparaissent chez le rat après 8 jours d'exposition, 4 h/j à 24 000 ppm.

L'application quotidienne sur la peau du rat de 10 gouttes d'une solution d'éthanol à 50 % dans l'eau, pendant 187 jours, n'entraîne qu'une irritation temporaire.

Effets génotoxiques

[6, 21, 22]

Les données suggèrent que l'éthanol provoque des lésions de l'ADN dans les cellules somatiques et germinales.

Sans activité sur *Salmonella typhimurium*, l'éthanol produit, sans activation métabolique, des mutations ponctuelles sur *Escherichia coli*, sur *Saccharomyces cerevisiae* et sur *Aspergillus nidulans*.

In vitro, il entraîne une augmentation de la fréquence des échanges de chromatides sœurs dans des cultures de cellules ovariennes de hamster ou de lymphocytes humains.

In vivo, une augmentation des échanges de chromatides sœurs est également retrouvée chez les rats et souris exposés par voie orale à des doses massives d'éthanol (> 7 g/kg/j) pendant plusieurs semaines. Il détermine également des mutations létales dominantes chez le rat et la souris mâle par voie orale dès 1240 mg/kg/j pendant 3 jours, et la formation de micronoyaux dans les érythrocytes de la moelle osseuse chez la souris à partir de 620 mg/kg par injection intrapéritonéale. Les essais d'aberrations chromosomiques sont négatifs.

Effets cancérogènes

[23]

Selon l'évaluation du CIRC en 2007, il existe des preuves suffisantes de la cancérogénicité de l'éthanol chez l'animal. Il n'y a pas de donnée concernant les risques cancérogènes liés à l'inhalation répétée d'éthanol.

De nombreuses études ont été menées en utilisant des doses massives d'éthanol dans l'eau de boisson. Ces études souvent anciennes et de qualité médiocre montrent des résultats divergents. Plus récemment, chez le rat, aucun effet cancérogène n'a été identifié à 676 et 2 028 mg/kg/j alors que l'éthanol a provoqué l'augmentation de l'incidence des tumeurs mammaires, des carcinomes de la cavité orale, carcinomes du pré-estomac chez le mâle et la femelle, et d'autres sites chez le mâle à 6 760 mg/kg/j. Enfin, une augmentation dose-dépendante de l'incidence des tumeurs hépatiques a été observée chez la souris.

Aucune étude adéquate n'a été réalisée par inhalation.

Effets sur la reproduction

[6, 21, 22]

À forte dose, l'éthanol affecte les fonctions reproductrices mâles et femelles et induit une diminution de la viabilité, des malformations et des retards de croissance dans la descendance. Des effets comportementaux sont observés chez la descendance à plus faible dose.

De très nombreuses expérimentations ont été consacrées à l'étude des effets de l'éthanol sur la reproduction. Elles ont porté sur un grand nombre d'espèces (souris, rats, hamsters, cobayes, lapins, chats, chiens, porcs et singes) et ont utilisé différentes voies d'administration (orale, respiratoire, intraveineuse, intrapéritonéale, intratesticulaire et intra-utérine).

Il ressort de façon concordante de toutes ces études que l'éthanol peut exercer des effets sur la fertilité des mâles (action sur la spermatogenèse) et des femelles (perturbation du cycle ovarien, mortalité post-implantation), sur le développement embryonnaire et fœtal et sur les nouveau-nés : défauts de viabilité, retards de croissance, anomalies de développement, troubles du comportement (activité locomotrice, apprentissage...).

Ces effets sont généralement mis en évidence à fortes doses ; ainsi ces résultats s'observent :

- par voie orale, par administration d'éthanol à des doses quotidiennes de 4 g/kg ou plus ;
- par inhalation, par exposition quotidienne de 7 heures à 20 000 ppm.

Toutefois, une étude plus récente a montré une altération de la mémoire et de l'apprentissage chez des rats juvéniles exposés *in utero* et par le lait maternel de femelles exposées à 1000 mg/kg/j.

Toxicité sur l'Homme

L'exposition à de fortes concentrations d'éthanol provoque des effets dépressifs du système nerveux central, associés à une forte irritation des yeux et des voies aériennes supérieures qui est rapidement intolérable. Les projections dans l'œil se traduisent par une conjonctivite réversible. En cas d'exposition répétée, il est possible de noter des irritations des yeux et des voies aériennes associées à des troubles neurologiques légers. Il n'est pas démontré que l'exposition chronique par inhalation puisse provoquer les mêmes troubles organiques que l'ingestion de boissons alcoolisées. Le CIRC a classé en 2007 « l'éthanol dans les boissons alcoolisées » dans le groupe 1 des agents cancérogènes pour l'homme. D'importantes anomalies sont observées dans le domaine de la reproduction chez des nouveau-nés de femmes ayant absorbé de l'éthanol au cours de leur grossesse par ingestion. On ne dispose d'aucune donnée clinique correspondant à des inhalations de vapeurs. Contrairement à l'ingestion, l'inhalation ne conduit pas à l'augmentation significative de la concentration d'éthanol dans le sang. Certains des effets constatés surviennent pour des doses faibles et il convient d'y prêter attention en cas d'exposition importante.

Toxicité aiguë

[5, 21, 22, 25, 26]

Les manifestations observées en cas d'intoxication aiguë par ingestion sont bien connues : elles sont essentiellement neuropsychiques (excitation intellectuelle et psychique, puis ivresse caractérisée avec incoordination motrice de type cérébelleux, puis coma plus ou moins profond avec menace du pronostic vital par paralysie des centres respiratoires) et ont pu être reliées de façon assez précise au taux d'alcoolémie. Des altérations neuropsychiques sont observables pour des concentrations d'éthanol dans le sang de 0,2 g/L : diminution du temps de réaction, de la coordination motrice et trouble du jugement. Il est peu probable qu'une telle concentration sanguine puisse provenir de la seule exposition professionnelle par inhalation [30].

Il convient toutefois de signaler que l'alcool industriel présente des dangers particuliers dus notamment aux additifs de dénaturation, et surtout à sa concentration, les produits à plus de 70 % d'éthanol risquant d'entraîner des lésions gastriques sévères.

En cas d'inhalation de vapeurs d'éthanol, les risques d'intoxication graves sont faibles car les effets anesthésiques se situent à un niveau de concentration où l'irritation provoquée est intolérable. Les essais réalisés sur volontaires ont permis de préciser les niveaux d'action suivants :

- 1380 ppm : après 30 minutes d'exposition, céphalée suivie d'un léger engourdissement ;
- 3340 ppm pendant 100 minutes : sensation de chaud et froid, irritation nasale, céphalée, engourdissement ;
- 5000 ppm : irritation immédiate des yeux et des voies aériennes supérieures (toux) disparaissant en 5 à 10 minutes ; odeur presque intolérable initialement mais acclimatation rapide ; très vite, céphalée, tension intra-oculaire, sensation de chaleur ; après 1 heure, engourdissement marqué ;
- 9000 ppm : en plus des symptômes ci-dessus, fatigue et somnolence après 30 minutes ;
- 20 000 ppm : larmolement permanent, toux irrépressible, suffocation ; cette concentration n'est tolérable que pour de très courtes périodes.

Tous ces effets sont transitoires et disparaissent très vite après la fin de l'exposition. En cas d'expositions répétées - ou chez les sujets ingérant régulièrement de l'éthanol - un certain degré de tolérance apparaît : pour une même concentration atmosphérique, les symptômes sont moins sévères et le temps nécessaire pour les faire apparaître est plus long.

La projection de liquide pur dans l'œil provoque immédiatement une douleur cuisante, un larmoiement, des lésions de l'épithélium cornéen et une hyperémie de la conjonctive ; la sensation de corps étranger peut durer 1 jour ou 2 mais, en général, la cicatrisation est spontanée, rapide et complète [24].

Toxicité chronique

[5, 21, 25, 26]

Les effets chroniques de l'éthylisme par ingestion avec ses retentissements neuropsychiques (polynévrite, atrophie cérébelleuse, troubles de la mémoire), digestifs (stéatose et cirrhose hépatiques, gastrite chronique, pancréatite), cardio-vasculaires (myocardiopathie, hypertension artérielle) et hématologiques sont rappelés ici pour mémoire. En milieu industriel, cet éthylisme chronique doit retenir l'attention, d'une part, en raison des risques d'accidents liés aux troubles de vigilance et, d'autre part, en raison d'interactions possibles avec les effets toxiques d'autres produits chimiques (notamment synergie avec les effets hépatotoxiques des solvants chlorés, interaction avec les amides, oximes, thiurames et carbonates inhibiteurs d'aldéhyde-déshydrogénase) [27].

Dans le cas d'inhalations répétées de vapeurs d'éthanol, des irritations des yeux et des voies aériennes supérieures, des céphalées, de la fatigue, une diminution des capacités de concentration et de vigilance ont été rapportées. Mais, en dépit de rares observations anciennes non confirmées, il n'est pas établi que cette inhalation chronique puisse avoir - notamment au niveau du foie et du myocarde - des répercussions semblables à celles d'ingestions excessives répétées. Toutefois, une étude, portant sur 1282 travailleurs de l'industrie du caoutchouc et des pneumatiques et comportant un suivi de 15 ans, a conclu à une association significative, chez les sujets de plus de 50 ans, entre exposition à l'éthanol et mortalité par cardiopathie ischémique [28] ; chez ces sujets, manipulant une vingtaine de solvants, on a également trouvé un effet de l'exposition au disulfure de carbone et au phénol. Il semble actuellement qu'une consommation excessive d'alcool soit un facteur favorisant de l'athérosclérose et de ses conséquences, alors qu'une consommation faible aurait un pouvoir protecteur [29].

Localement la répétition d'un contact cutané peut entraîner un érythème et un œdème particulièrement s'il existe une occlusion gênant l'évaporation du produit.

Effets cancérogènes

[23]

De nombreuses études prospectives, rétrospectives ou de corrélation indiquent que l'ingestion prolongée d'éthanol (boissons alcoolisées) accroît la fréquence de certains cancers. Ces études concernent la population générale, les sujets alcooliques et dans certains cas les employés de brasseries (production de boissons alcoolisées). Il n'existe pas de données épidémiologiques évaluant le rôle possible de l'inhalation de vapeurs d'éthanol dans la survenue de cancers.

Dans une évaluation récemment mise à jour, le CIRC a analysé ces données concernant l'association possible entre alcool et 27 types de cancers. Lorsque des effets significatifs sont notés, ils surviennent généralement pour une consommation quotidienne de 50 grammes d'alcool pur. On retrouve cette augmentation de risques pour :

- les tumeurs du tractus digestif supérieur (bouche, pharynx, larynx, œsophage), les effets sont nettement majorés par le tabagisme ;
- les tumeurs hépatiques, souvent en liaison avec des atteintes préalables du foie liées à l'alcool (cirrhose) ;
- les tumeurs du sein qui peuvent être légèrement augmentées à partir de doses de 18 grammes par jour (RR 1,13 sur une méta analyse portant sur 58 000 femmes) ;
- les tumeurs colorectales qui ont un risque relatif de 1,4 selon une méta analyse.

Pour d'autres sites, les résultats sont inconstants (on note même parfois une diminution de risque chez le buveur) : reins, lymphomes non-hodgkiniens, poumons et estomac.

Effets sur la reproduction

[25, 31, 32]

L'ingestion d'éthanol affecte la fertilité masculine (atrophie testiculaire, réduction de la libido, diminution de la testostérone). Chez la femme alcoolique, on note une perturbation des cycles menstruels. Par ailleurs une diminution de l'incidence de conception par cycle a été notée pour des consommations d'alcool même faibles (5 verres par semaine).

La consommation d'alcool provoque des anomalies congénitales multiples (retard de croissance, perturbation du système nerveux central, malformations externes) ; la fréquence de ces anomalies dépend de la dose quotidienne d'alcool absorbée. Une augmentation du nombre d'avortements ainsi que des retards intellectuels (baisse du QI) et comportementaux sont également rapportés chez des enfants dont les mères ont consommé des doses de 10 à 20 g d'alcool quotidiennement.

L'effet peut être augmenté si l'enfant est exposé au cours de l'allaitement.

Réglementation

Rappel : La réglementation citée est celle en vigueur à la date d'édition de cette fiche : Novembre 2019

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", "Transport" et "Biocides" ne sont que très partiellement renseignées.

Il existe également une réglementation économique et fiscale de l'éthanol qui n'est pas traitée dans le cadre de cette fiche (voir avec le ministère chargé des Finances, Direction générale des impôts).

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)

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

Maladies à caractère professionnel

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

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.

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.

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.

Classification et étiquetage

a) **substance** éthanol

Le règlement CLP (règlement (CE) n° 1272/2008 modifié du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 (JOU E 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'éthanol figurent dans l'annexe VI du règlement CLP. La classification est :

- Liquides inflammables, catégorie 2 ; H225

Des industriels classent l'éthanol comme toxique pour la reproduction repro 1A (H360) : d'importantes anomalies sont en effet observées dans le domaine de la reproduction chez des nouveau-nés de femmes ayant absorbé de l'éthanol au cours de leur grossesse (cf. § Toxicité pour la reproduction chez l'homme - <https://echa.europa.eu/fr/home>).

Par ailleurs, d'autres fournisseurs proposent également les auto-classifications suivantes :

- Toxicité aiguë (par voie orale), catégorie 4 ; H302
- Lésions oculaires graves/irritation oculaire, catégorie 2 ; H319
- Cancérogénicité, catégorie 1B (inhalation) ; H350
- Toxicité spécifique pour certains organes cibles – Exposition unique, catégorie 2 (nerf optique) ; H371

Le CIRC a également classé en 2007 « l'éthanol dans les boissons alcoolisées » dans le groupe 1 des agents cancérogènes pour l'homme.

b) **mélanges** contenant de l'éthanol

- Règlement (CE) n° 1272/2008 modifié

Interdiction / Limitations d'emploi

Produits biocides :

Ils sont soumis à la réglementation biocides (article L. 522-1 et suivants du Code de l'environnement). L'éthanol est utilisé comme substance active en tant que produits biocides dans les catégories désinfectants (type de produits (TP) 1, TP 2, TP 4) et produits de protection (TP 6) selon le règlement 528/2012/UE. Une évaluation de l'éthanol est en cours au niveau européen pour les seuls usages cités ci-dessus (Grèce rapporteur). L'utilisation de ces produits biocides est soumise aux obligations prévues pendant cette période transitoire.

Pour plus d'information, consulter le Helpdesk Biocides de l'ANSES (<https://www.helpdesk-biocides.fr/>) ainsi que le site de l'agence européenne Echa (<https://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals/biocidal-active-substances/-/disas/substance/100.000.526>).

Protection de la population

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

- étiquetage (cf. § Classification et étiquetage).

Protection de l'environnement

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

Transport

Se reporter entre autre à l'Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (dit " Accord ADR ") en vigueur au 1er janvier 2017 (www.unece.org/fr/trans/danger/publi/adr/adr2017/17contentsf.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) [17].
- 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 d'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 [33].
- **Réduire** le nombre de personnes exposées à l'éthanol.
- Éviter tout rejet atmosphérique d'éthanol.
- Faire contrôler **régulièrement** l'exposition atmosphérique des salariés à l'éthanol (§ Méthodes de détection et de détermination dans l'air).
- Les équipements et installations conducteurs d'électricité utilisant ou étant à proximité de cette substance 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 [34].
- 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 cette substance doivent faire l'objet d'un **permis de feu** [35].
- Au besoin, les espaces dans lesquels la substance est stockée et/ou manipulée doivent faire l'objet d'une **signalisation** [36].
- Ne jamais procéder à des travaux sur ou dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu de l'éthanol sans prendre les précautions d'usage [37].
- Supprimer toute autre source d'exposition par contamination accidentelle (remise en suspension dans l'air, transfert vers l'extérieur ou contact cutané) en procédant à un **nettoyage régulier** des locaux et postes de travail.

Équipements de Protection Individuelle (EPI)

Le choix des EPI dépend des conditions au poste de travail et de l'évaluation des risques professionnels. Ils ne doivent pas être source d' **électricité statique** (chaussures antistatiques, vêtements de protection et de travail dissipateurs de charges) [38, 39]. 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 [41 à 43].

- Appareils de protection respiratoire : Leurs choix dépendent des conditions de travail ; si un appareil filtrant peut être utilisé, il doit être muni d'un filtre de type A lors de la manipulation de la substance [44].
- Gants : Les matériaux préconisés pour un **contact prolongé** sont : caoutchouc butyle, Viton®, Viton®/Butyl Rubber et Barrier® - PE/PA/PE. D'autres matériaux peuvent également être recommandés pour des **contacts intermittents** ou en cas d'**éclaboussure** : caoutchouc nitrile ou néoprène. Certains matériaux sont à éviter : caoutchouc naturel, alcool polyvinyle et polychlorure de vinyle [45 à 47].
- Vêtements de protection : Quand leur utilisation est nécessaire (en complément du vêtement de travail), leurs choix dépendent de l'**état physique** de la substance. **Seul le fabricant** peut confirmer la protection effective d'un vêtement contre la substance. Dans le cas de vêtements réutilisables, il convient de **se conformer strictement à la notice du fabricant** [48].
- 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 [49].

Stockage

- Stocker l'éthanol dans des locaux **frais** et **sous ventilation mécanique permanente**. Tenir à l'écart de la chaleur, des surfaces chaudes, de toute source d'inflammation (étincelles, flammes nues, rayons solaires...) et des produits oxydants.
- Le stockage de l'éthanol s'effectue habituellement dans des récipients en acier ou dans des récipients métalliques revêtus de résines phénoliques. Le verre est également utilisable pour les petites quantités. Dans tous les cas, il convient de prendre toutes les dispositions pour s'assurer de la compatibilité des matériaux des récipients de stockage avec la substance (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'éthanol 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 l'éthanol.
- 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 [50].
- 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 respiratoires 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

Éviter d'exposer les sujets présentant une atteinte fonctionnelle hépatique sévère.

Lors des visites initiale et périodiques : Rechercher plus particulièrement des signes d'atteinte neurologique (centrale ou périphérique) et des signes d'irritation cutanée, oculaire ou respiratoire.

Conduite à tenir en cas d'urgence

- **En cas de contact cutané**, 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 signaler le port de lentilles.
- **En cas d'inhalation de fortes concentrations**, transporter la victime en dehors de la zone polluée en prenant les précautions nécessaires pour les sauveteurs. Si la victime est inconsciente, la placer en position latérale de sécurité et mettre en œuvre, s'il y a lieu, des manœuvres de réanimation. Si la victime est consciente, la maintenir au maximum au repos. Si nécessaire, retirer les vêtements souillés (avec des gants adaptés) et commencer une décontamination cutanée et oculaire (laver immédiatement et abondamment à grande eau pendant au moins 15 minutes). En cas de symptômes, consulter rapidement un médecin.
- **En cas d'ingestion**, 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 et ne pas tenter de provoquer des vomissements. En cas de symptômes, consulter rapidement un médecin.

Bibliographie

- 1 | Budavari S (ed.) - The Merck Index. 13^e éd. An encyclopaedia of chemicals, drugs and biologicals. Whitehouse Station, NJ : Merck and Co., Inc. ; 2001 ; 261 p.
- 2 | Kirk-othmer - Encyclopedia of chemical technology. 5^e éd, vol. 10. New-York : John Wiley - Interscience Publication. Ethanol ; 2001 : 527-558.
- 3 | Ethanol. In : Base de données HSDB, 2006 (<https://toxnet.nlm.nih.gov/>).
- 4 | Ethanol. In Cheminfo Chemical Profiles. CCOHS ; 2006 (<https://www.ccohs.ca/>).
- 5 | Ethanol. In : Documentation of the TLVs® and BEIs® with worldwide occupational exposure values. Cincinnati : ACGIH, CD-ROM, 2018.
- 6 | Ethanol. OECD SIDS initial assessment report. UNEP publication, 2004 (<http://webnet.oecd.org/HPV/UI/Default.aspx>).
- 7 | Ethanol - Registration dossier. ECHA, 2019 (<https://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals>).
- 8 | Fire protection guide to hazardous materials. 13^e éd. NFPA (National Fire Protection Agency).
- 9 | Bretherick's handbook of reactive chemicals hazards. 6^e éd. Oxford : Butterworth-Heineman ; 1999.
- 10 | Ethanol. Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France. Aide mémoire technique ED 984. INRS (<http://www.inrs.fr/>).
- 11 | Ethanol. Méthode M-38. In : MétroPol. INRS, 2016 (<http://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html>).
- 12 | 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. La Plaine Saint Denis : AFNOR ; 2014 : 56 p.
- 13 | Ethyl Alcohol - Method 100. In : Sampling and Analytical Methods. OSHA ; 1993 (<https://www.osha.gov/dts/sltc/methods/index.html>).
- 14 | Solvents mixtures. Method No. 2. In : Kettrup A, Greim H (Eds) - Analysis of Hazardous Substances in Air/DFG. Weinheim : Wiley-VCH Verlag ; 2016 (Disponible en version allemande (publiée en 2014) : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/3527600418.am01mix002d0018/pdf>).
- 15 | Solvents mixtures. Method No. 3. In : Kettrup A, Greim H (Eds) - Analysis of Hazardous Substances in Air/DFG. Weinheim : Wiley-VCH Verlag ; 2016 (Disponible en version allemande (publiée en 2014) : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/3527600418.am01mix003d0018/pdf>).

- 16 | Solvents mixtures. Method No. 6. In : Kettrup A, Greim H (Eds) - Analysis of Hazardous Substances in Air/DFG. Weinheim : Wiley-VCH Verlag ; 2016 (Disponible en version allemande (publiée en 2014) : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/3527600418.am01mix006d0018.pdf>).
- 17 | Mise en oeuvre de la réglementation relative aux atmosphères explosives (ATEX). Guide méthodologique ED 945. INRS ; 2011 (<http://www.inrs.fr/>).
- 18 | Evaluation du risque incendie dans l'entreprise. Guide méthodologique ED 970. INRS ; 2012 (<http://www.inrs.fr/>).
- 19 | Les extincteurs d'incendie portatifs, mobiles et fixes. Brochure ED 6054. INRS ; 2014 (<http://www.inrs.fr/>).
- 20 | Ethanol. In : BIOTOX. INRS, (<http://www.inrs.fr/publications/bdd/biotox.html>).
- 21 | Clayton GD, Clayton FE - Patty's industrial hygiene and toxicology. 5^e éd., vol. 6. New York : John Wiley and sons ; 2001 : 382-394.
- 22 | Wimer WW, Russel JA, Kaplan HL - Alcohols toxicology. Park Ridg : Noyes Data corp. ; 1983 : 27-45.
- 23 | Alcohol drinking. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Vol. 44. Lyon : International Agency for Research on Cancer ; 1988. Révision en cours de publication : Consumption of alcoholic beverages. In : IARC monographs. Vol. 96, 2010 (<https://www.iarc.fr/>).
- 24 | Grant MW - Toxicology of the eye. 3^e éd. Springfield : Charles C.Thomas ; 1986 : 53-59.
- 25 | Girre C et al. - Toxicité de l'éthanol. Encyclopédie médico-chirurgicale, Toxicologie-Pathologie professionnelle, 16047-A-20. Paris ; 1995 ; 8 p.
- 26 | Bismuth C et al. - Toxicologie clinique, 5^e éd. Paris : Flammarion Médecine-Sciences ; 2000 : 836-840.
- 27 | Hills BW, Venable HL - The interaction of ethyl alcohol and industrial chemicals. *Am J of Ind Med*, 1982 ; 3 : 321-333.
- 28 | Wilcosky TC, Tyroler HA - Mortality from heart diseases among workers exposed to solvents. *J Occup Med*, 1983 ; 25 : 879-885.
- 29 | Biyik I, Ergene O - Alcohol and acute myocardial infarction. *J Int Med Res*, 2007 ; 35 (1) : 46-51.
- 30 | Pastino GM et al. - A comparison of physiologically based pharmacokinetic model predictions and experimental data from inhaled ethanol in male and female B6C3F1 mice, F344 rats, and humans. *Toxicol Appl Pharmacol*, 1997 ; 145 : 145-57.
- 31 | Ethanol, evaluation of the effects on reproduction, recommendation for classification. Committee for Compounds toxic to reproduction, a committee of the Health Council of the Netherlands. The Hague ; 19 april 2000.
- 32 | Evaluation des risques de l'éthanol. ANSES, 2010. L'éthanol en population professionnelle. Evaluation des risques de l'éthanol en population professionnelle ; avis et rapport d'expertise collective ; AFSSET, juin 2010 (<https://www.anses.fr/fr>).
- 33 | Principes généraux de ventilation. Guide pratique de ventilation ED 695. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 34 | Electricité statique. Brochure ED 874. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 35 | Le permis de feu. Brochure ED 6030. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 36 | Signalisation de santé et de sécurité au travail - Réglementation. Brochure ED 6293. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 37 | 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).
- 38 | Vêtements de travail et équipements de protection individuelle - Propriétés antistatiques et critère d'acceptabilité en zone ATEX. Note documentaire ND 2358. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 39 | EPI et vêtements de travail : mieux comprendre leurs caractéristiques antistatiques pour prévenir les risques d'explosion. Notes techniques NT33. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 40 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer sa tenue de protection en toute sécurité. Cas n°1 : Décontamination sous la douche. Dépliant ED 6165. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 41 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer sa tenue de protection en toute sécurité. Cas n°3 : Sans décontamination de la tenue. Dépliant ED 6167. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 42 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer ses gants en toute sécurité. Gants à usage unique. Dépliant ED 6168. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 43 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer ses gants en toute sécurité. Gants réutilisables. Dépliant ED 6169. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 44 | Les appareils de protection respiratoire - Choix et utilisation. Brochure ED 6106. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 45 | Des gants contre le risque chimique. Fiche pratique de sécurité ED 112. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 46 | 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.
- 47 | Ethanol. In : ProtecPo Logiciel de pré-sélection de matériaux de protection de la peau. INRS-IRSST, 2011 (<https://protecpo.inrs.fr/ProtecPo/jsp/Accueil.jsp>).
- 48 | Quels vêtements de protection contre les risques chimiques. Fiche pratique de sécurité ED 127. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 49 | Les équipements de protection individuelle des yeux et du visage - Choix et utilisation. Brochure ED 798. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 50 | Les absorbants industriels. Aide-mémoire technique ED 6032. INRS (<http://www.inrs.fr>).

Auteurs

M. Falcy, D. Jargot, S Miraval, E. Pasquier, F. Pillière et S. Robert

Historique des révisions

1 ^{re} édition	1982
-------------------------	------

2 ^e édition (mise à jour complète)	1990
3 ^e édition (mise à jour partielle) ■ Réglementation	1997
4 ^e édition (mise à jour complète)	2007
5 ^e édition (mise à jour complète)	2011
6 ^e édition (mise à jour partielle) ■ Utilisations ■ VLEP et mesurages ■ Incendie - Explosion ■ Surveillance biologique de l'exposition ■ Réglementation ■ Recommandations (technique et médicale) ■ Bibliographie	Novembre 2019