

Hydroquinone

Fiche toxicologique n°159 - Edition Janvier 2025

Généralités

Formule :



Substance(s)

Nom	Détails	
Hydroquinone	Famille chimique	Phénols et dérivés
	Numéro CAS	123-31-9
	Numéro CE	204-617-8
	Numéro index	604-005-00-4
	Synonymes	Benzène-1,4-diol ; p-Benzènediol ; 1,4-Dihydroxybenzène ; p-Dihydroxybenzène ; 4-Hydroxyphénol

Etiquette



HYDROQUINONE

Danger

- H302 - Nocif en cas d'ingestion
- H317 - Peut provoquer une allergie cutanée
- H318 - Provoque des graves lésions des yeux
- H341 - Susceptible d'induire des anomalies génétiques
- H351 - Susceptible de provoquer le cancer
- H400 - Très toxique pour les organismes aquatiques

Les conseils de prudence P sont sélectionnés selon les critères de l'annexe 1 du règlement CE n° 1272/2008.
204-617-8

- Selon l'annexe VI du règlement CLP. Cet étiquetage harmonisé et la classification associée sont d'application obligatoire. Cette classification harmonisée doit être complétée le cas échéant par le metteur sur le marché (autoclassification) et la substance étiquetée en conséquence (cf. § "Classification et étiquetage" du chapitre "Réglementation").
- Attention : pour la mention de danger H302, se reporter au paragraphe "Classification et étiquetage" du chapitre "Réglementation".

Caractéristiques

Utilisations

[1 à 6]

- Constituant de révélateur photographique (photographies noir et blanc, lithographies, radiographies) ;
- Antioxydant pour caoutchoucs, huiles, graisses ;
- Intermédiaire de synthèse ;
- Stabilisant pour peintures et vernis, carburants ;
- Inhibiteur de polymérisation ;
- Agent de dépigmentation de la peau dans des produits pharmaceutiques ;
- Ingrédient cosmétique pour ongles artificiels ; l'hydroquinone est interdite dans les autres cosmétiques (cf. § "Interdiction / Limitations d'emploi" du chapitre "Réglementation").

Propriétés physiques

[1 à 6]

L'hydroquinone se présente sous forme de cristaux incolores ou blancs, inodores, légèrement hygroscopiques.

Elle est soluble dans l'eau (environ 73 g/L à 25 °C ; 260 g/L à 60 °C), l'oxyde de diéthyle (12,1 g/100 g à 60 °C), très soluble dans l'éthanol (45,7 g/100 g à 60 °C), le méthanol, l'acétone et le tétrachlorure de carbone. Le produit, à l'état solide ou en solution, peut se colorer à l'air sous l'action de la lumière (oxydation).

Nom Substance	Détails	
Hydroquinone	Formule	C₆H₆O₂
	N° CAS	123-31-9
	Etat Physique	Solide
	Masse molaire	110,11 g/mol
	Point de fusion	170 à 173 °C
	Point d'ébullition	285 à 287 °C
	Densité	1,36 à 20 °C 1,33 à 15 °C
	Densité gaz / vapeur	3,8 (air = 1)
	Pression de vapeur	0,003 Pa à 25 °C 5,33 hPa à 150 °C
	Point d'éclair	165 °C (coupelle fermée)
	Température d'auto-inflammation	515 °C
	Limites d'explosivité ou d'inflammabilité (en volume % dans l'air)	Limite inférieure d'explosivité : 1,6 % Limite supérieure d'explosivité : 15,3 %
	Coefficient de partage n-octanol / eau (log Pow)	0,59

À 25 °C et 101 kPa, 1 ppm = 4,5 mg/m³.

Propriétés chimiques

[1 à 6]

L'hydroquinone s'oxyde facilement en p-benzoquinone (CAS 106-51-4) qui est plus volatile que l'hydroquinone et se sublime à température ambiante. Cette réaction d'oxydation est responsable de l'altération du produit qui se colore en brun sous l'action prolongée de l'air et de la lumière ; l'oxydation est plus rapide lorsque le produit est en solution aqueuse, particulièrement en milieu alcalin ou en présence d'ions métalliques (cuivre, fer).

L'hydroquinone réagit vivement avec les oxydants puissants et les bases fortes ; la réaction peut être violente avec l'hydroxyde de sodium.

Chauffée à des températures supérieures à 170 °C, l'hydroquinone se décompose principalement en oxydes de carbone, en hydrocarbures aliphatiques (butadiène, par exemple) et en hydrocarbures aromatiques (hydrocarbures aromatiques polycycliques ou HAP, par exemple).

VLEP et mesurages

Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle (VLEP)

[5, 7]

Des VLEP dans l'air des lieux de travail ont été établies pour l'hydroquinone.

Substance	Pays	VLEP 8h (mg/m ³)	VLEP Description
Hydroquinone	France (VLEP indicative - 1987)	2	
Hydroquinone	Etats-Unis (ACGIH - 2008)	1	Mention sensibilisation cutanée

Méthodes d'évaluation de l'exposition professionnelle

[8]

Un système de prélèvement combinant l'échantillonnage simultané des phases gazeuse et particulaire est à privilégier.

- Prélèvement par pompage de l'air à travers un filtre en fibre de quartz combiné à un tube Tenax, puis désorption à l'acétonitrile le plus tôt possible et dosage par chromatographie liquide haute performance couplée à une détection UV.

Incendie - Explosion

[9 à 11]

L'hydroquinone est une substance combustible, peu inflammable qui, lorsqu'elle se présente sous forme de fines poussières, peut générer des atmosphères explosives. La p-benzoquinone, produit de l'oxydation de l'hydroquinone, présente un risque incendie plus important (point éclair compris entre 38 °C et 93 °C). Au delà de 38 °C, une atmosphère explosive gazeuse peut être générée.

A l'état liquide, l'hydroquinone possède un point d'éclair de 165 °C et émet des vapeurs dans l'air qui sont susceptibles de former des atmosphères explosives dans les limites de 1,6 % à 15,3 % en volume.

En cas d'incendie dans un environnement où se trouve de l'hydroquinone sous forme de poudre, les agents d'extinction préconisés sont principalement l'eau sous forme pulvérisée avec ou sans additif. Des agents extincteurs pouvant remettre en suspension les poudres sont à proscrire (dioxyde de carbone, poudres chimiques...). En effet, le soulèvement de la poudre par le souffle de projection de l'agent extincteur formera une atmosphère explosive susceptible de s'enflammer en présence de la combustion déjà présente.

Si l'hydroquinone brûle elle-même et est donc uniquement sous forme liquide, les agents d'extinction préconisés sont préférentiellement l'eau avec additif ou sous forme de mousse (adjonction d'un émulseur spécial compatible avec les produits polaires), les poudres chimiques voire le dioxyde de carbone. En général, l'eau n'est pas recommandée car elle peut favoriser la propagation de l'incendie. Elle peut cependant être utilisée, sous forme pulvérisée pour refroidir les récipients exposés au feu et disperser les vapeurs.

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

Pathologie - Toxicologie

Toxicocinétique - Métabolisme

[6, 12 à 14, 17]

L'absorption de l'hydroquinone est complète et rapide, chez l'animal, par voies orale et pulmonaire ; elle est partielle et plus lente par voie cutanée. Le métabolisme paraît très semblable chez l'Homme et l'animal ; les principaux métabolites éliminés dans l'urine sont des conjugués glucuronide et sulfate de l'hydroquinone.

Chez l'animal

Absorption

L'hydroquinone est rapidement et entièrement absorbée dans le tractus gastro-intestinal des animaux, le pic sanguin est atteint après 30 minutes. Après exposition du rat à de la ¹⁴C]hydroquinone par voie intratrachéale, l'absorption pulmonaire est très rapide, les molécules radiomarquées apparaissent dans le sang artériel en 5 à 10 secondes. L'absorption cutanée est lente mais elle augmente en présence d'alcool. *In vitro*, elle est deux fois plus rapide à travers la peau du rat (1,1 µg/cm²/h) qu'à travers le *stratus corneum* humain (0,52 µg/cm²/h).

Distribution

Après absorption, l'hydroquinone se distribue largement dans les tissus et est métabolisée dans le foie et le tractus gastro-intestinal en 1,4-benzoquinone et d'autres composés oxydés dont le 1,2,4-benzène-triol observé dans les urines de rat et de lapin exposés par voie intrapéritonéale (50 mg/kg). L'hydroquinone et ses métabolites sont détoxifiés par conjugaison en dérivés glucuronide, sulfate, mono- di- et tri-glutathion et mercapturiques (cf. Fig. 1).

Excrétion

Chez le rat, après exposition orale, 90 - 99 % de la dose absorbée sont éliminés dans l'urine sous forme glucurono-conjugée et sulfo-conjugée (respectivement 45 - 53 % et 19 - 33 % de la dose orale) ; le reste est composé de 0 - 5 % de mercapturates, environ 4 % de conjugués mono-, di- ou tri-glutathion, 0 - 3 % d'hydroquinone libre et moins de 1 % de 1,4-benzoquinone conjugée. Dans les fèces, on retrouve 1 - 3 % de la dose administrée.

Chez l'Homme

Chez l'Homme, l'hydroquinone est absorbée rapidement par ingestion mais également par voie pulmonaire et par contact cutané.

Après ingestion de 200 mg d'hydroquinone, une excrétion urinaire sous forme conjuguée de 10 % de la quantité ingérée est démontrée ; aucune indication n'a été obtenue sur le sort du produit non retrouvé.

Chez les sujets non professionnellement exposés, des concentrations sanguines et urinaires d'hydroquinone ont été détectées (inférieures à 0,5 mg/L pour l'hydroquinone urinaire).

Schéma métabolique

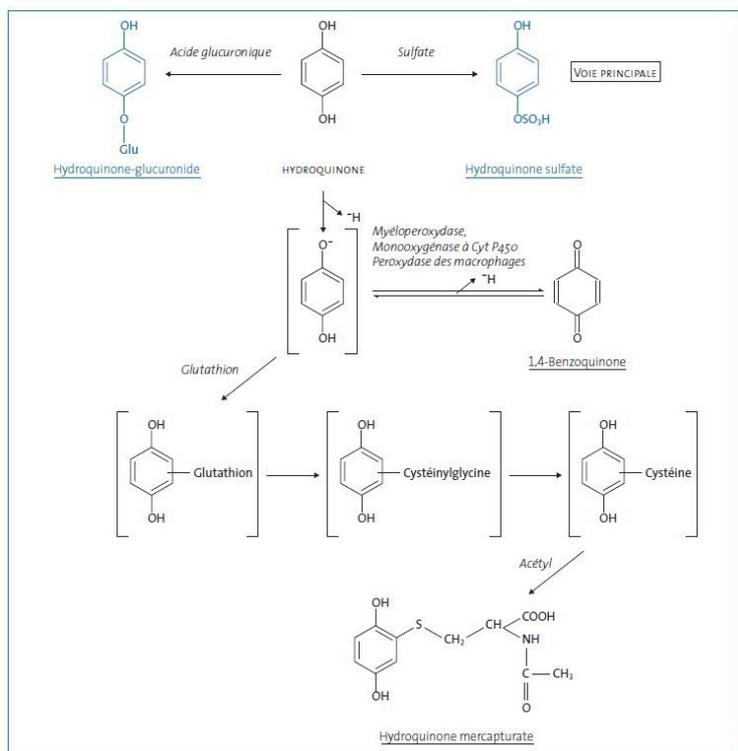


Fig. 1 : Métabolisme de l'hydroquinone [14]

Mode d'action

Les dérivés oxydés de l'hydroquinone se fixent sur divers composés biologiques comme les macromolécules (protéines et ADN), agissent sur le métabolisme cellulaire et contribuent à la toxicité.

Toxicité expérimentale

Toxicité aiguë

[1, 13]

L'hydroquinone provoque des modifications neurologiques et musculaires ; c'est une substance irritante et sensibilisante.

Voie	Espèce	DL ₅₀
Orale	Rats nourris	730-1300 mg/kg
	Rats à jeun	300-320 mg/kg
	Souris nourries ou à jeun	245-400 mg/kg
	Cobayes	≈ 550 mg/kg
	Lapins	≈ 540 mg/kg
	Chats	42-86 mg/kg
	Chiens nourris ou à jeun	200-299 mg/kg
Cutanée	Rats	>900 mg/kg
	Lapins	>1000 mg/kg

Toxicité aiguë de l'hydroquinone

Les symptômes d'une intoxication aiguë à l'hydroquinone sont, chez l'animal, des modifications neurologiques et musculaires, des tremblements, des convulsions et la mort en 2 heures après une détresse respiratoire ; à des doses sublétales, les animaux récupèrent en 3 jours.

L'hydroquinone en poudre n'est pas irritante dans les tests classiques sur la peau du rat, du cobaye ou du lapin ; en solution (> 10 %), elle est légèrement irritante (peu de tests). Des applications répétées à long terme induisent une décoloration de la peau (cobaye, crème contenant plus de 1 % d'hydroquinone, 1 mois) et une irritation légère à modérée (concentrations supérieures à 5 %). Appliquée en poudre dans l'œil du chien ou du cobaye, elle provoque une irritation immédiate et des larmoiements ; en solution à 2 %, elle engendre une irritation des paupières réversible en 24 heures. L'exposition à long terme peut provoquer une décoloration des paupières et des lésions de la cornée (œdème, opacité) réversibles en 3 jours après l'arrêt de l'exposition. En présence d'air et d'humidité, l'hydroquinone peut se transformer en 1,4-benzoquinone beaucoup plus irritante.

L'hydroquinone est sensibilisante pour le cobaye et la souris et photosensibilisante pour le cobaye ; elle provoque également des réactions de sensibilisation croisée avec le p-méthoxyphénol et le p-(benzyl)phénol.

Toxicité subchronique, chronique

[13 à 16]

L'hydroquinone, en expositions répétées ou prolongées par voie orale, agit sur le système nerveux central des animaux et provoque une irritation du pré-estomac et des lésions rénales sévères (rat) et hépatiques (souris).

L'exposition par voie orale chez le rat et la souris (25 à 400 mg/kg/j, 13 sem) induit une létalité (≥ 200 mg/kg), une baisse de poids chez les rats mâles (≥ 100 mg/kg), une augmentation du poids relatif du foie (souris mâle), une irritation du pré-estomac (≥ 200 mg/kg, inflammation et hyperplasie), des effets sur le système nerveux (≥ 200 mg/kg, tremblements, réduction de l'activité) et des lésions rénales sévères (rat, ≥ 100 mg/kg, dégénérescence des cellules tubulaires du cortex rénal).

À plus long terme, l'hydroquinone provoque, chez le rat (25 - 50 mg/kg/j, 5 j/sem, 2 ans), une augmentation du poids des reins ainsi qu'une néphropathie caractérisée par une dégénérescence/régénération de l'épithélium tubaire, une atrophie et une dilatation de quelques tubes, des cylindres hyalins, une glomérulosclérose, une fibrose interstitielle et une inflammation chronique. La sévérité des lésions dépend du sexe et de la souche autant que de la dose (plus importante chez les rats Fischer mâles à la forte dose).

Chez la souris (50 - 100 mg/kg/j, 5 j/sem, 2 ans), on observe, chez les mâles, des modifications morphologiques hépatiques (cellules multinucléées, anisokaryose, hyperplasie) liées à la dose et une hyperplasie des cellules folliculaires de la thyroïde et, dans les 2 sexes, une hyperplasie du pré-estomac.

Effets génotoxiques

[14]

L'hydroquinone est mutagène in vitro dans de nombreux systèmes. In vivo, elle est clastogène pour la souris essentiellement après injection intrapéritonéale.

In vitro, l'hydroquinone avec ou sans induction métabolique :

- se fixe sur l'ADN et forme des adduits ;
- induit des mutations dans les cellules de mammifères, les levures et 2 souches uniquement de *S. typhimurium* (TA102 et TA104) ;
- provoque l'inhibition de la communication intercellulaire et la transformation morphologique des cellules de hamster ;
- déclenche des modifications de l'ADN (cassures, liaisons croisées) et des chromosomes (aneuploïdie, aberrations, échanges entre chromatides sœurs, micronoyaux) dans les cellules de mammifère en culture et les lymphocytes humains.

In vivo, elle se fixe à l'ADN (glande de Zymbal, foie, rate) du rat (voie orale, 150 mg/kg/j, 4 j), n'induit pas de mutations létales récessives liées au sexe chez la drosophile (1 500 ppm par injection) ni d'échanges entre chromatides sœurs dans la moelle osseuse de souris (120 mg/kg, voie intrapéritonéale [ip]). En revanche, elle est clastogène chez la souris :

- aberrations chromosomiques dans la moelle osseuse (75 mg/kg, ip), les spermatocytes et les spermatogonies (40 mg/kg, ip) ;
- micronoyaux dans la moelle osseuse (oral, 80 mg/kg ; ip, ≥ 20 mg/kg ; voie sous-cutanée, 50 mg/kg/j, 6 j) ;
- hyperploïdie dans la moelle osseuse et les spermatocytes (80 mg/kg, ip).

Effets cancérogènes

[14]

Il y a une évidence limitée de la cancérogénicité de l'hydroquinone pour l'animal : par voie orale, elle induit des adénomes hépatocellulaires chez la souris et rénaux chez le rat.

L'hydroquinone a été testée pour sa cancérogénicité par voie orale chez la souris et le rat (gavage, 0 - 50 - 100 mg/kg/j, 5 j/sem, 103 sem ; dans la nourriture, 0 - 0,8 % pendant 96 ou 104 sem respectivement). Chez la souris, elle induit des adénomes hépatocellulaires dans les deux sexes par gavage et, après exposition dans la nourriture, chez les mâles uniquement ; dans ce cas, les adénomes sont associés à une hypertrophie hépatique centrolobulaire et à une hyperplasie cellulaire du tube rénal et du pré-estomac. Chez le rat mâle, elle provoque des adénomes des cellules tubulaires rénales, localisés aux endroits où la néphropathie progressive chronique est la plus sévère ; chez la femelle, par gavage uniquement, elle augmente légèrement l'incidence des mononucléoses.

Par voie cutanée, l'hydroquinone n'est pas inductrice de cancers chez la souris (application de 0,3 mL d'une solution à 6,7 % dans l'acétone suivie, après 3 semaines, de 18 applications d'une solution à 0,5 % d'huile de croton pendant 18 semaines).

L'hydroquinone n'a pas d'activité promotrice de cancers dans la plupart des essais chez le rat ou le hamster ; seule une étude a montré une augmentation des cancers rénaux chez le rat après initiation avec la N-nitrosoéthyl-N-hydroxyéthylamine.

Effets sur la reproduction

[12 à 14]

L'hydroquinone n'a pas d'effet sur la fertilité du rat par voie orale ; par voie sous-cutanée, elle arrête transitoirement le cycle œstral et la production de sperme. Elle traverse la barrière placentaire, mais n'est toxique pour le fœtus qu'à des doses toxiques pour les mères ; elle n'est pas tératogène.

Fertilité

Administrée par voie orale chez le mâle (rat ou souris), l'hydroquinone n'a pas d'effet sur la fertilité (0 - 400 mg/kg/j, 13 sem ; 0 - 100 mg/kg/j, 2 ans ; 150 mg/kg/j pendant 2 générations). Un test de létalité dominante chez des rats mâles (0 - 30 - 100 - 300 mg/kg/j par gavage, 5 j/sem, 10 sem), accouplés avec des femelles non traitées, ne montre pas d'effet sur la fertilité, la létalité dominante ou les paramètres de la reproduction chez les femelles. Chez la femelle, les résultats sont plus contradictoires : aucun effet sur la fertilité (0,003 et 0,3 % dans la nourriture pendant 10 jours avant accouplement ou 150 mg/kg/j pendant 2 générations) n'est noté tandis qu'un arrêt du cycle en diœstrus à la dose létale (200 mg/kg/j, 14 j) est observé.

Administrée par voie sous-cutanée (sc.) chez le rat mâle (100 mg/kg/j pendant 51 j), l'hydroquinone diminue le poids des testicules, de l'épididyme, des vésicules séminales et des surrénales ; la fertilité est réduite de 33 % suite à un arrêt temporaire de la production de sperme. Chez les femelles (10 mg/j, sc. pendant 11 j), après une période d'induction de 3 jours, le cycle œstral est interrompu pendant 5 jours puis revient à la normale.

Des embryons en culture exposés à l'hydroquinone (< 0,5 mmol/L à partir du 10^e jour) présentent des retards de croissance et des anomalies structurales des pattes postérieures et de la queue.

Administrée par voie orale chez le rat, l'hydroquinone n'a pas d'effet toxique pour les mères aux doses inférieures à 200 mg/kg/j. À dose létale, elle induit une baisse de poids fœtal et une augmentation des résorptions mais pas de variation squelettique ou viscérale ni de malformation.

Chez le lapin, la toxicité maternelle apparaît à 150 mg/kg/j (gavage du 6^e au 18^e jour de gestation) ; à cette dose, il n'y a pas d'embryotoxicité mais une augmentation des variations squelettiques et viscérales.

L'hydroquinone (intubation gastrique de 80 mg/kg au 13^e jour de gestation) induit, par voie transplacentaire, la formation de micronoyaux dans les cellules hépatiques fœtales chez la souris.

Toxicité sur l'Homme

L'ingestion peut provoquer de graves lésions du tube digestif ainsi que des effets neurologiques et une hémolyse liée à une méthémoglobinémie. Irritante pour la peau, elle induit de graves lésions en cas de contact avec les yeux. Aucun effet systémique n'est rapporté suite à des expositions répétées, à l'inverse on note des réactions cutanées (irritative ou allergique) ainsi que des irritations des muqueuses oculaire et respiratoire. Les études publiées ne sont pas en faveur d'un effet cancérigène de l'hydroquinone. On ne dispose pas de donnée sur d'éventuels effets sur la fonction de reproduction.

Toxicité aiguë

[6, 12, 17]

En milieu professionnel, les sujets sont principalement exposés par voies inhalatoire (poussières, fumées) et cutanée. Plusieurs cas d'intoxications domestiques lors d'ingestion accidentelle de produits contenant de l'hydroquinone ont été décrits.

Les signes les plus importants lors d'ingestion accidentelle sont d'abord des troubles digestifs liés à l'effet caustique du produit (brûlures bucco-oesophagiennes, douleurs abdominales et rétrosternales, nausées, vomissements, diarrhées), puis une atteinte systémique avec des troubles neuromusculaires (état d'excitation, torpeur, myoclonies, convulsions, voire coma) et surtout une méthémoglobinémie (cyanose, dyspnée...) pouvant se compliquer d'une hémolyse avec ictère, oligurie, anurie. Enfin, on peut observer une hypotension et une acidose métabolique.

Aucun effet systémique n'a été décrit lors d'inhalation aiguë de poussières d'hydroquinone.

L'hydroquinone exerce une action caustique en particulier sur les muqueuses oculaires : une exposition à des poussières peut provoquer des lésions kérato-conjonctivales importantes.

Le produit est irritant pour la peau. L'inhalation de vapeurs peut entraîner des irritations des muqueuses nasales, oculaires et respiratoires.

Toxicité chronique

[1, 6, 12, 17, 19]

L'ingestion répétée de faibles quantités d'hydroquinone n'entraîne pas chez l'Homme d'effets systémiques : une étude ancienne et mal documentée chez des volontaires a montré que l'ingestion 3 fois par jour de 100 à 150 mg de produit (concentration en hydroquinone non connue) pendant 5 mois ne provoquait aucune anomalie hématologique ou urinaire.

Un cas d'hépatite toxique suspectée d'origine professionnelle, réversible à l'arrêt de l'exposition, est décrit par un auteur chez un salarié exposé à un produit de développement de radiographie à base de glutaraldéhyde et d'hydroquinone ; le rôle de l'hydroquinone dans l'apparition de cette hépatite est discuté [23].

Les affections les plus fréquemment observées à la suite d'expositions professionnelles sont oculaires ou cutanées.

Lors de la fabrication d'hydroquinone où l'exposition est souvent mixte (vapeurs et poussières), des atteintes oculaires ont été décrites (dans d'anciennes études) à type d'irritation modérée des yeux (photophobie, larmoiement, sensation de brûlure) dès 0,5 ppm voire de coloration brun-verdâtre des conjonctives et de la cornée. En cas d'exposition prolongée, on peut avoir des modifications de l'épaisseur de la cornée ou une pigmentation de celle-ci, des défauts de vision (astigmatisme) et une diminution de l'acuité visuelle. La sévérité de ces lésions oculaires, partiellement réversibles à l'arrêt de l'exposition, est proportionnelle à la durée d'exposition et à la concentration atmosphérique du polluant [12, 19].

Lors d'expositions professionnelles ou lors d'utilisations domestiques de produits cosmétiques contenant de l'hydroquinone, le produit pur ou même dilué à plus de 2 % peut provoquer par contact cutané des dermatoses de type irritatif ou des réactions allergiques, à type d'eczémas (patches tests réalisés avec de l'hydroquinone dilué à 1 % dans l'eau ou la vaseline). En outre, lors d'application de crèmes éclaircissantes à plus de 2 % d'hydroquinone, plusieurs cas de dépigmentation de la peau (ou vitiligo), réversible ou définitive selon la durée du contact, ont été décrits. Quelques cas de vitiligo chez des sujets exposés professionnellement une dizaine d'années à des produits de développement de radiographies contenant de l'hydroquinone sont rapportés [18, 22].

Chez 33 salariés exposés à de l'hydroquinone, de la rétinène-hydroquinone et de la triméthyl-hydroquinone, comparés à 55 contrôles non exposés, une prévalence accrue de symptômes respiratoires (toux, dyspnée) est notée ; une dyspnée intermittente et une broncho-constriction réversible ainsi que des augmentations des taux des immunoglobulines G ont été observées de façon plus fréquente chez les salariés exposés comparés aux témoins ; étant donné la co-exposition à la triméthyl-hydroquinone plus réactive que l'hydroquinone, le rôle exact de l'hydroquinone dans l'apparition de ces symptômes ne peut être clairement défini [21].

Plusieurs études de mortalité ont été réalisées chez des salariés de l'imprimerie (utilisant des révélateurs pour photographie contenant de l'hydroquinone). Dans une étude américaine de cohorte parmi 879 salariés exposés pendant 13,7 ans en moyenne à l'hydroquinone, entre 1942 et 1990, à des concentrations de 0,1 et 6 mg/m³ pour les poussières et 0,1 à 0,3 mg/m³ pour les vapeurs, aucun excès de cancers (tous cancers confondus et par site spécifique) n'est noté (RR < 1). Dans une autre étude de cohorte danoise, chez 837 salariés de la lithographie, aucun excès de cancers (tous cancers confondus) (RR = 0,9) n'est signalé parmi les 150 sujets exposés à l'hydroquinone entre 1974 et 1989 (latence moyenne de 22 ans) mais un excès de mélanomes malins (5 cas dont 2 exposés à l'hydroquinone) a été retrouvé (RR = 3,4) ; les sujets étant polyexposés (pigments, solvants, rayonnements UV...), il est difficile de préciser le rôle éventuel de l'hydroquinone dans l'apparition de ces cancers [14, 20, 24].

Réglementation

Rappel : La réglementation citée est celle en vigueur à la date d'édition de cette fiche : janvier 2025.

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)

- Circulaire du 13 mai 1987 modifiant la circulaire du ministère du Travail du 19 juillet 1982 (non parues 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° 65.

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 hydroquinone

Le règlement CLP (règlement (CE) n° 1272/2008 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'hydroquinone figurent dans l'annexe VI du règlement CLP. La classification est :

- Toxicité aiguë (par voie orale), catégorie 4 (*) ; H302
- Sensibilisation cutanée, catégorie 1 ; H317
- Lésions oculaires graves, catégorie 1 ; H318
- Mutagénicité sur les cellules germinales, catégorie 2 ; H341
- Cancérogénicité, catégorie 2 ; H351
- Dangers pour le milieu aquatique – Danger aigu, catégorie 1 ; H400

(*) Cette classification est considérée comme une classification minimale ; la classification dans une catégorie plus sévère doit être appliquée si des données accessibles le justifient. Par ailleurs, il est possible d'affiner la classification minimum sur la base du tableau de conversion présenté en Annexe VII du règlement CLP quand l'état physique de la substance utilisée dans l'essai de toxicité aiguë par inhalation est connu. Dans ce cas, cette classification doit remplacer la classification minimale.

Pour plus d'informations, se reporter au site de l'ECHA (<https://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals> et <https://echa.europa.eu/fr/regulations/clp/classification>).

b) mélanges contenant de l'hydroquinone

- Règlement (CE) n° 1272/2008 modifié

Un facteur M harmonisé a été fixé pour l'hydroquinone ; ce facteur doit être pris en compte pour la classification relative aux dangers pour le milieu aquatique des mélanges contenant de l'hydroquinone.

Pour plus d'informations, consulter le guide de l'ECHA sur l'application des critères CLP (<https://echa.europa.eu/fr/guidance-documents/guidance-on-clp>).

Interdiction / Limitations d'emploi

Produits cosmétiques

L'hydroquinone est inscrite sur la liste des substances interdites dans les produits cosmétiques (Annexe II du Règlement (CE) n° 1223/2009 modifié du Parlement Européen et du Conseil du 30 novembre 2009) à l'exception des produits pour ongles artificiels qui peuvent en contenir dans certaines conditions (Annexe III de ce même règlement).

Protection de la population

Se reporter aux règlements modifiés (CE) 1907/2006 (REACH) et (CE) 1272/2008 (CLP). Pour plus d'information, consulter les services du ministère chargé de la santé.

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 (<https://unece.org/fr/about-adr>). 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.
- 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.
- **Lutte contre l'incendie** : former les opérateurs à la manipulation des moyens de première intervention (extincteurs, robinets d'incendie armés...).
- Former les opérateurs au risque lié aux **atmosphères explosives** (risque ATEX) [9].

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 poussières. Effectuer en **système clos** toute opération industrielle qui s'y prête. Dans tous les cas, prévoir une **aspiration** des poussières 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 à l'hydroquinone.
- Éviter tout rejet atmosphérique d'hydroquinone.
- Evaluer **régulièrement** l'exposition des salariés à l'hydroquinone présente dans l'air (§ Méthodes de l'évaluation de l'exposition professionnelle).
- Les équipements et installations conducteurs d'électricité utilisant ou étant à proximité d'hydroquinone 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 de l'hydroquinone 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 de l'hydroquinone 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, **à l'humide** ou en utilisant un **système d'aspiration adapté** aux poussières combustibles.

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 P3, combiné à un filtre A en cas d'activité générant l'émission de vapeurs [36].
- Gants : les matériaux préconisés pour **un contact prolongé** sont les caoutchoucs butyle, néoprène et nitrile ainsi que les élastomères fluorés. Le caoutchouc naturel et le poly(chlorure de vinyle) sont à éviter [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 du vêtement** peut confirmer la protection effective d'un vêtement contre les dangers présentés par la substance. Dans le cas de vêtements réutilisables, il convient de **se conformer strictement à la notice du fabricant** [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 l'hydroquinone dans des locaux **frais, secs, à l'abri de la lumière** et **sous ventilation mécanique permanente**. Tenir à l'écart de la chaleur, des surfaces chaudes et de toute autre source d'inflammation (étincelles, flammes nues, rayons solaires...).

- Le stockage de l'hydroquinone s'effectue de préférence dans des récipients opaques et hermétiques : fûts en fibre, emballages en carton ou en plastique (polypropylène). Le verre teinté est également utilisable pour les petites quantités. Dans tous les cas, il convient de s'assurer auprès du fournisseur de la substance ou du matériau de stockage de la **bonne compatibilité** entre le matériau envisagé et la substance stockée.
- 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'hydroquinone des produits comburants, des oxydants forts et des bases fortes. 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'hydroquinone.
- 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 poudre ou de poussières, **le balayage et l'utilisation de la soufflette sont à proscrire**. Récupérer la substance en aspirant avec un **aspirateur adapté** à l'aspiration de poussières combustibles.
- Des appareils de protection respiratoire isolants autonomes sont à prévoir **à proximité et à l'extérieur** des locaux pour les interventions d'urgence.
- Prévoir l'installation de **fontaines oculaires** et de **douches de sécurité** [42].
- Si ces mesures ne peuvent pas être réalisées sans risque de sur-accident ou si elles ne sont pas suffisantes, contacter les équipes de secours interne ou externe au site.

Au point de vue médical

Lors des visites initiale et périodiques

- Rechercher particulièrement lors de l'interrogatoire et l'examen clinique, des antécédents d'allergie à l'hydroquinone ou de déficit en G6PD, de pathologies cutanée, oculaire et respiratoire chroniques, des symptômes d'irritation de la peau et des muqueuses oculaire et respiratoire, ainsi que des symptômes évocateurs d'une allergie cutanée ou d'une atteinte de la fonction respiratoire.
- L'examen clinique pourra être complété par la réalisation d'épreuves fonctionnelles respiratoires et d'un bilan biologique (contrôle des fonctions rénale et hépatique, hémogramme) qui serviront d'examen de référence.
- La périodicité des examens médicaux et la nécessité ou non d'effectuer des examens complémentaires (EFR, bilan allergologique, examen ophtalmologique, contrôle des fonctions rénale et hépatique, hémogramme, méthémoglobémie) seront déterminées par le médecin du travail en fonction des données de l'examen clinique et de l'appréciation de l'importance de l'exposition.
- Déconseiller le port de lentilles de contact souples hydrophiles lors de travaux pouvant potentiellement exposer à des vapeurs ou aérosols de la substance.

Fertilité / Femmes enceintes et/ou allaitantes

- Il est conseillé de ne pas commencer une grossesse dans les trois mois suivant une exposition accidentelle, maternelle ou paternelle. Des difficultés de conception 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.
- L'exposition à cette substance doit être évitée pendant toute la grossesse et l'allaitement du fait de sa génotoxicité sur les cellules germinales. 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 salariés 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.

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 cutanée apparaît, consulter un médecin.
- En cas de contact oculaire**, appeler immédiatement un SAMU. Rincer immédiatement et abondamment les yeux à l'eau courante pendant au moins 15 minutes, paupières bien écartées. En cas de port de lentilles de contact, les retirer pendant le rinçage. Dans tous les cas consulter un ophtalmologiste, et le cas échéant signaler le port de lentilles.
- En cas d'inhalation**, appeler rapidement un centre antipoison ou un SAMU. 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 respiratoires, consulter rapidement un médecin.
- En cas d'ingestion**, appeler immédiatement un SAMU ou un centre antipoison, faire transférer la victime en milieu hospitalier dans les plus brefs délais. Si la victime est inconsciente, la placer en position latérale de sécurité et mettre en œuvre, s'il y a lieu, des manœuvres de réanimation. Si la victime est consciente, faire rincer la bouche avec de l'eau, ne pas faire boire, ne pas tenter de provoquer des vomissements.

Bibliographie

- Hydroquinone. In : Registration dossier, ECHA (<https://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals>).
- Hydroquinone. In : Répertoire Toxicologique. CNESST (<https://reptox.cnesst.gouv.qc.ca/Pages/repertoire-toxicologique.aspx>).
- Hydroquinone. In : PubChem. US NLM (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>).

- 4 | Hydroquinone. In : Gestis Substance Database on hazardous substance. IFA (<https://gestis-database.dguv.de/>).
- 5 | Hydroquinone. In : Documentation of the TLVs® and BEIs® with worldwide occupational exposure values. Cincinnati : ACGIH, CD-ROM, 2018.
- 6 | Gingell R. et al. - Phenol and phenolics, Hydroquinone. In : Patty's Toxicology, 5th ed. New York, John Wiley and sons, 2001, vol. 4, pp. 407-551.
- 7 | Hydroquinone. In : Base de données « Valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) – Substances chimiques ». INRS (<https://www.inrs.fr/publications/bdd/vlep.html>).
- 8 | Hydroquinone in air. MDHS 98/3. In : Methods for the Determination of Hazardous Substances. Health and Safety Laboratory, 2014 (<http://www.hse.gov.uk/pubns/mdhs/>).
- 9 | Mise en oeuvre de la réglementation relative aux atmosphères explosives (ATEX) – Guide méthodologique. Brochure ED 945. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 10 | Evaluation du risque incendie dans l'entreprise. Guide méthodologique. Brochure INRS ED 970 (<http://https://www.inrs.fr>).
- 11 | Les extincteurs d'incendie portatifs, mobiles et fixe. Brochure INRS ED 6054 (<https://www.inrs.fr>).
- 12 | Hydroquinone. Environmental Health Criteria 157. World Health Organization, Genève, 1994 (<https://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc157.htm>).
- 13 | Hydroquinone. National Institut of Occupational Safety and Health Criteria Documents. NIOSH, 1978 (<https://www.cdc.gov/niosh/docs/78-155/default.html>).
- 14 | Hydroquinone - In : IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, vol. 71 (Part two). Lyon, 1999, pp. 691-719 (<https://monographs.iarc.who.int/monographs-available/>).
- 15 | Hydroquinone - In : cheminfo Data Base. Centre Canadien d'Hygiène et de Sécurité du Travail, 2005.
- 16 | Toxicology and carcinogenesis studies of hydroquinone (cas no. 12331-9) in F344/N rats and B6C3F1 mice (gavage studies). National Toxicology Program, Technical Report Series No. 366, 1989 (<https://ntp.niehs.nih.gov/publications/reports/tr/300s/tr366>).
- 17 | OCDE-SIDS initial assessment profile. Hydroquinone. June 2002, vol. 7, 3, pp. 1-105 (<https://hpvchemicals.oecd.org/UI/handler.axd?id=7ca97271-99ed-4918-90e0-5c89d1ce200c>).
- 18 | Hydroquinone. International Programme on Chemical Safety. Health and safety guide 101. World health Organisation, 1996,30 p (<https://www.inchem.org/documents/hsg/hsg/hsg101.htm>).
- 19 | Stenius U - Hydrokinon. Scientific basis for Swedish occupational stan- dars XI. Consensus report for hydroquinone. Nordic expert group. Arbete och Hdlsa, 1989,15,37p.
- 20 | Nielsen H, Henriksen L, Olsen JH - Malignant melanoma among lithographers. *Scand. J. Work Environ. Health*, 1996,22, pp. 108-11.
- 21 | Chou Dat D et al. - Allergy and occupational exposure to hydroquinone and to methionine. *British Journal of Industrial Medecine*, 1988,45, pp. 376-380.
- 22 | Das M, Tan Don A - Occupational vitiligo. *Contact Dermatitis*, 1988,18, 3,184-185.
- 23 | Nowak A K et al. - Darkroom hepatitis after exposure to hydroquinone. *The Lancet*, 1995, 345, 6,1187.
- 24 | Pifer JW et al. - Mortality study of employees engaged in the manufacture and use of hydroquinone. *Int. Arch. Occup. Env Health*, 1995, 67, pp. 267-280.
- 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 (<https://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. 7th ed. Hoboken : John Wiley & Sons ; 293 p.
- 39 | Hydroquinone. 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 | Equipements de premiers secours en entreprise : douches de sécurité et lave-œil. Fiche pratique de sécurité ED 151. INRS (<https://www.inrs.fr>).

Historique des révisions

Seules les rubriques citées ci-dessous ont fait l'objet d'une mise à jour.

1 ^e édition	1982
2 ^e édition (mise à jour complète)	1992
3 ^e édition (mise à jour complète)	2006
4 ^e édition (mise à jour partielle) <ul style="list-style-type: none">■ Utilisations■ Méthodes d'évaluation de l'exposition professionnelle■ Incendie - Explosion■ Réglementation■ Recommandations techniques et médicales■ Bibliographie	Janvier 2025