

Les hydrocarbures aromatiques

1. DESCRIPTION ET UTILISATION

La principale source de production des hydrocarbures aromatiques est le raffinage du pétrole brut. On peut aussi produire ces composés par distillation des goudrons de houille mais cette voie tend à disparaître. De plus, on retrouve des composés aromatiques dans des végétaux odorants (d'où le terme aromatique) tels que le pin, l'eucalyptus, le thym ou la menthe.

Les solvants aromatiques et principalement le benzène ont été très largement utilisés dans de nombreux secteurs professionnels dès le début du XIX^e siècle. Le benzène et les solvants en contenant plus de 0,1 % en poids sont interdits d'utilisation en tant que diluant ou dissolvant en France car cancérogènes. Le benzène peut cependant être présent à l'état d'impuretés dans des mélanges de solvants pétroliers ou dans les carburants et est encore utilisé dans des pays en voie de développement.

En 2005, environ la moitié des solvants aromatiques étaient utilisés dans la formulation des peintures, des vernis et encres, l'autre moitié majoritairement dans la formulation de produits agrochimiques (42 %) et dans une moindre mesure dans celle des détergents (7 %).

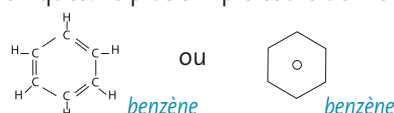
Les xylènes représentaient 43 %, soit 34 000 tonnes, de la consommation des solvants aromatiques en France. Suivaient ensuite une coupe aromatique classiquement utilisée dans l'industrie (30 %, soit environ 24 000 tonnes), le toluène (23 %, soit environ 18 000 tonnes) et l'éthylbenzène (4 %, soit environ 3 200 tonnes).

Par conséquent, en 2005, la consommation française de solvants aromatiques se situait aux alentours de 79 000 tonnes par an, soit 14,4 % de la consommation totale de solvants¹.

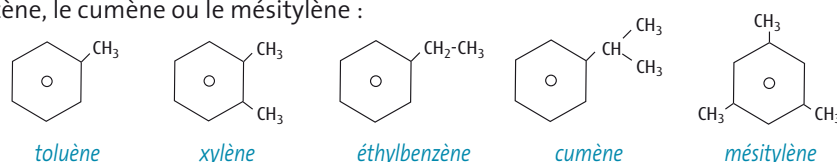
D'après l'enquête SUMER², 0,3 % des salariés étaient encore exposés au benzène et 1,4 % au toluène en 2003.

Un peu de chimie

Les hydrocarbures aromatiques sont des produits pétroliers spécifiques composés d'atomes de carbone et d'hydrogène. Ils regroupent tous les composés renfermant un ou plusieurs cycles benzéniques. Le plus simple est le benzène de formule (C₆H₆) :



Les composés utilisés comme solvants comportent généralement un seul cycle benzénique avec une ou plusieurs chaînes latérales comme le toluène, les xylènes, l'éthylbenzène, le cumène ou le mésitylène :



1. Panorama de l'utilisation des solvants en France fin 2004, ND 2230, INRS, 2005.

2. L'enquête SUMER (surveillance médicale des risques professionnels) a été réalisée en 2003 à l'initiative du ministère de l'Emploi et de la Solidarité auprès de 50 000 salariés.

Cette fiche fait partie d'une série fournissant, par famille de solvants, un condensé des connaissances utiles.

Chaque fiche présente les principales utilisations, les principaux risques, les possibilités de substitution, les mesures de prévention ainsi que des éléments de bibliographie.

2. PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES

Les hydrocarbures aromatiques sont des liquides, volatils à température ambiante. Ils sont souvent incolores, d'odeur agréable perceptible à des concentrations dans l'atmosphère variant entre 1 ppm³ (pour les xylènes) et 12 ppm (pour le benzène). Ils sont peu solubles dans l'eau (de 0,02 à 0,2 % en poids) mais miscibles à la plupart des solvants organiques et aux huiles minérales, végétales ou animales.

Ils sont tous inflammables sinon facilement inflammables. C'est le cas, par exemple, du benzène (point d'éclair – 11 °C) ou du toluène (point d'éclair 4 °C). Ils sont de plus susceptibles d'accumuler les charges électrostatiques lors de leur manipulation (circulation dans des tuyaux, transfert en pluie...).

3. DANGERS ET RISQUES

3.1 Toxicité

Les solvants présentent des caractéristiques communes plus ou moins marquées selon la substance et en même temps des propriétés toxicologiques propres à chaque produit.

Les effets communs incluent une irritation principalement de la peau et des muqueuses (oculaire et respiratoire) en cas d'exposition unique ou répétée, des troubles neurologiques aigus

(somnolence, ébriété, céphalée, vertige, coma...) en cas d'exposition à des concentrations élevées, et surtout une atteinte neurologique plus progressive en relation avec des expositions répétées. Cette encéphalopathie se traduit notamment par des troubles de la mémoire et du comportement d'aggravation progressive tant que l'exposition persiste.

Le benzène doit être mis à part du fait de sa toxicité spécifique importante pour les cellules sanguines, il peut entraîner des réductions du nombre de globules rouges, blancs ou de plaquettes ainsi que des leucémies pour des expositions répétées même à faible dose.

Certains hydrocarbures aromatiques, dont le toluène, provoquent des lésions de cellules auditives et peuvent entraîner des troubles de l'audition ; ceux-ci seront aggravés par l'exposition concomitante au bruit.

3.2 Maladies professionnelles

L'exposition des salariés aux hydrocarbures aromatiques, dans le cadre de leur activité professionnelle, peut provoquer des maladies reconnues et indemnisées par le régime général d'assurance maladie. Les hydrocarbures aromatiques apparaissent dans le tableau n° 84 des maladies professionnelles du régime général.

Il existe aussi des pathologies spécifiques liées à l'utilisation du benzène, du toluène, des xylènes et de tous les produits en renfermant. Elles sont prises en compte dans les tableau n° 4 et n° 4 bis des maladies professionnelles du régime général.

3. ppm : partie par million.

Tableau n° 84		Régime général
Affections engendrées par les solvants organiques liquides à usage professionnel : hydrocarbures liquides aliphatiques ou cycliques saturés ou insaturés et leurs mélanges ; hydrocarbures halogénés liquides ; dérivés nitrés des hydrocarbures aliphatiques ; alcools ; glycols, éthers de glycol ; cétones ; aldéhydes ; éthers aliphatiques et cycliques, dont le tétrahydrofurane ; esters ; diméthylformamide et diméthylacétamide ; acétonitrile et propionitrile ; pyridine ; diméthylsulfone et diméthylsulfoxyde.		
Date de création : Décret du 22 juillet 1987		Dernière mise à jour : Décret du 25 mars 2007
Désignation des maladies	Délai de prise en charge	Liste limitative des travaux susceptibles de provoquer ces maladies
- A - Syndrome ébrieux ou narcotique pouvant aller jusqu'au coma. Dermites, conjonctivites irritatives. Lésions eczématiformes récidivant en cas de nouvelle exposition au risque ou confirmées par un test épicutané.	7 jours 7 jours 15 jours	- A - Préparation, emploi, manipulation des solvants.
- B - Encéphalopathies caractérisées par des altérations des fonctions cognitives, constituées par au moins trois des six anomalies suivantes : – ralentissement psychomoteur ; – troubles de la dextérité, de la mémoire, de l'organisation visuospatiale, des fonctions exécutives, de l'attention, et ne s'aggravant pas après cessation de l'exposition au risque. Le diagnostic d'encéphalopathie toxique sera établi, après exclusion des troubles cognitifs liés à la maladie alcoolique, par des tests psychométriques et confirmé par la répétition de ces tests au moins six mois plus tard et après au moins six mois sans exposition au risque.	1 an (sous réserve d'une durée d'exposition d'au moins 10 ans)	- B - Traitement des résines naturelles et synthétiques. Emploi de vernis, peintures, émaux, mastics, colles, laques. Production de caoutchouc naturel et synthétique. Utilisation de solvants comme agents d'extraction, d'imprégnation, d'agglomération, de nettoyage, comme décapants, dissolvants ou diluants. Utilisation de solvants en tant que réactifs de laboratoire, dans les synthèses organiques, en pharmacie, dans les cosmétiques.

3.3 Risque incendie et explosion

Ces solvants sont inflammables et ont tendance à accumuler les charges électrostatiques, c'est l'un des risques technologiques importants lié à leur utilisation. À température ambiante, en présence d'une flamme nue, d'une étincelle ou d'une source de chaleur importante, ils s'enflammeront instantanément. Les vapeurs d'hydrocarbures aromatiques peuvent former avec l'air des mélanges explosifs.

3.4 Réactivité

Dans des conditions normales d'utilisation, ce sont des produits stables. Ils peuvent cependant réagir violemment avec les agents oxydants forts tels que les mélanges sulfo-chromiques ou nitrochromiques. Ils ne corrodent pas les métaux usuels mais attaquent certains caoutchoucs et matières plastiques telles que le polychloroprène, le polyéthylène, le caoutchouc naturel, le caoutchouc nitrile, le caoutchouc butyle...

Tableau n° 4

Régime général

Hémopathies provoquées par le benzène et tous les produits en renfermant

Date de création : Loi du 1^{er} janvier 1931

Dernière mise à jour : Décret du 15 janvier 2009

Désignation des maladies	Délai de prise en charge	Liste indicative des principaux travaux susceptibles de provoquer ces maladies
Hypoplasies et aplasies médullaires isolées ou associées (anémie, leuconéutropénie, thrombopénie) acquises primitives non réversibles.	3 ans (sous réserve d'une durée d'exposition de 6 mois)	Opérations de production, transport et utilisation du benzène et autres produits renfermant du benzène, notamment : – production, extraction, rectification du benzène et des produits en renfermant ; – emploi du benzène et des produits en renfermant pour la production de leurs dérivés, notamment en organosynthèse ; – préparation des carburants renfermant du benzène, transvasement, manipulation de ces carburants, travaux en citerne ; – emplois divers du benzène comme dissolvant des résines naturelles ou synthétiques ;
Syndromes myélodysplasiques acquis et non médicamenteux	3 ans	– production et emploi de vernis, peintures, émaux, mastics, encres, colles, produits d'entretien renfermant du benzène ; – fabrication de simili-cuir ;
Leucémies aiguës myéloblastique et lymphoblastique à l'exclusion des leucémies aiguës avec des antécédents d'hémopathies.	20 ans (sous réserve d'une durée d'exposition de 6 mois)	– production, manipulation et emploi des dissolutions de caoutchouc naturel ou synthétique, ou des solvants d'avivage contenant du benzène ; – autres emplois du benzène ou des produits en renfermant comme agent d'extraction, d'élution, d'imprégnation, d'agglomération ou de nettoyage et comme décapant, dissolvant ou diluant ;
Syndromes myéloprolifératifs.	20 ans (sous réserve d'une durée d'exposition de 6 mois)	– opération de séchage de tous les produits, articles, préparations, substances où le benzène (ou les produits en renfermant) est intervenu comme agent d'extraction, d'élution, de séparation, d'imprégnation, d'agglomération, de nettoyage, de concentration, et comme décapant, dissolvant, ou diluant ; – emploi du benzène comme déshydratant des alcools et autres substances liquides ou solides ; – emploi du benzène comme dénaturant ou réactif de laboratoire ; – poste de nettoyage, curage, pompage des boues de fosses de relevage dans le traitement des eaux usées de raffinerie.

Nota. - Pour le délai des syndromes myélodysplasiques et myéloprolifératifs, il convient de se référer à la classification en vigueur des tumeurs des tissus hématopoïétiques et lymphoïdes de l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

Tableau n° 4 bis

Régime général

Affections gastro-intestinales provoquées par le benzène, le toluène, les xylènes et tous les produits en renfermant

Date de création : Décret du 22 juillet 1987

Dernière mise à jour : –

Désignation des maladies	Délai de prise en charge	Liste indicative des principaux travaux susceptibles de provoquer ces maladies
Troubles gastro-intestinaux apyrétiques accompagnés de vomissements à répétition.	7 jours	Opérations de production, transport et utilisation du benzène, du toluène, des xylènes et autres produits en renfermant, notamment : – production, extraction, rectification du benzène, du toluène et des xylènes et des produits en renfermant ; – emploi du benzène, du toluène et des xylènes pour la production de leurs dérivés, notamment en organosynthèse. Préparation des carburants renfermant du benzène, du toluène et des xylènes, transvasement, manipulation de ces carburants, travaux en citerne ; – emplois divers du benzène, du toluène et des xylènes comme dissolvants des résines naturelles ou synthétiques ; – production et emploi de vernis, peintures, émaux, mastics, encres, colles, produits d'entretien renfermant du benzène, du toluène et des xylènes ; – fabrication du simili-cuir ; – production, manipulation et emploi des dissolutions de caoutchouc naturel ou synthétique ou des solvants d'avivage contenant du benzène, du toluène, des xylènes ; – autres emplois du benzène, du toluène, des xylènes ou des produits en renfermant comme agents d'extraction, d'élution, d'imprégnation, d'agglomération ou de nettoyage et comme décapants, dissolvants ou diluants ; – opérations de séchage de tous les produits, articles, préparations, substances où le benzène, le toluène, les xylènes (ou les produits en renfermant) interviennent comme agents d'extraction, d'élution, de séparation, d'imprégnation, d'agglomération, de nettoyage, de concentration et comme décapants, dissolvants ou diluants ; – emploi du benzène comme déshydratant des alcools et autres substances liquides ou solides ; – emploi du benzène comme dénaturant ou réactif de laboratoire.

Substance	N° CAS	Système d'étiquetage préexistant (règlement CLP modifié, annexe VI, tableau 3.2)		Règlement CLP modifié (annexe VI, tableau 3.1)	
		Symbole(s) et indication(s) de danger	Phrase(s) de risque	Pictogramme(s) et mention d'avertissement	Mention(s) de danger et mention additionnelle de danger
Benzène	71-43-2	  F - Facilement inflammable T - Toxique	R11 R45 R46 R48/23/24/25 R65 R36/38	   DANGER	H225 H350 H340 H372 H304 H319 H315
Toluène	108-88-3	  F - Facilement inflammable Xn - Nocif	R11 R63 R48/20 R65 R38 R67	   DANGER	H225 H361d H304 H373 H315 H336
Xylène (ortho, méta, para, mélange)	95-47-6 108-38-3 106-42-3 1330-20-7	 Xn - Nocif	R10 R20/21 R38	  ATTENTION	H226 H332 H312 H315
Éthylbenzène	100-41-4	  F - Facilement inflammable Xn - Nocif	R11 R20	  DANGER	H225 H332
Cumène (ou isopropylbenzène)	98-82-8	  Xn - Nocif N - Dangereux pour l'environnement	R10 R65 R37 R51/53	    DANGER	H226 H304 H335 H411
Mésitylène (ou 1,3,5-triméthylbenzène)	108-67-8	  Xi - Irritant N - Dangereux pour l'environnement	R10 R37 R51/53	   ATTENTION	H226 H335 H411

Signification des phrases de risque

R10	Inflammable
R11	Facilement inflammable
R12	Extrêmement inflammable
R20	Nocif par inhalation
R20/21	Nocif par inhalation et par contact avec la peau
R36/38	Irritant pour les yeux et la peau
R37	Irritant pour les voies respiratoires
R38	Irritant pour la peau
R45	Peut provoquer le cancer
R46	Peut provoquer des altérations génétiques héréditaires
R48/20	Nocif : risques d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation
R48/23/24/25	Toxique : risques d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion
R51/53	Toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique
R63	Risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant
R65	Nocif : peut provoquer une atteinte des poumons en cas d'ingestion
R67	L'inhalation de vapeurs peut provoquer somnolence et vertiges

Signification des mentions de danger

H225	Liquides et vapeurs très inflammables
H226	Liquides et vapeurs inflammables
H304	Peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires
H312	Nocif par contact cutané
H315	Provoque une irritation cutanée
H319	Provoque une sévère irritation des yeux
H332	Nocif par inhalation
H335	Peut irriter les voies respiratoires
H336	Peut provoquer somnolence ou vertiges
H340	Peut induire des anomalies génétiques
H350	Peut provoquer le cancer
H361d	Susceptible de nuire au fœtus
H372	Risque avéré d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée
H373	Risque présumé d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée
H411	Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme

3.5 Risque pour l'environnement

Les hydrocarbures aromatiques, comme tous les solvants pétroliers, sont tous des composés organiques volatils (COV). Leur vaporisation dans l'atmosphère contribue à la production d'ozone dans la troposphère⁴ par réaction photochimique, augmentant ainsi les risques pour les personnes asthmatiques ou souffrant d'insuffisance respiratoire.

En cas de rejet dans un milieu aquatique, une faible partie se dissoudra dans l'eau, le reste surnageant à la surface. Leur biodégradabilité est faible et les hydrocarbures aromatiques sont toxiques pour les organismes aquatiques.

3.6 Reconnaître le risque

En première approche, les dangers intrinsèques des hydrocarbures aromatiques seront identifiés par leur étiquetage.

4. Couche atmosphérique la plus proche du sol.

Depuis le 20 janvier 2009, un nouveau dispositif de classification et d'étiquetage est entré en vigueur (www.inrs.fr/focus/nouvel-etiquetage.html). Il s'agit du règlement européen CLP (Classification, Labelling and Packaging).

Pour les substances, les deux systèmes – le système de classification et d'étiquetage préexistant et le règlement CLP – ont coexisté jusqu'au 1^{er} décembre 2010 (*voir tableau page précédente*). Il en est de même pour les mélanges, anciennement appelés préparations : les deux systèmes cohabiteront jusqu'au 1^{er} juin 2015.

Dans de nombreux cas, les indications portées par l'étiquette ne sont pas suffisantes et il est important de connaître plus précisément la composition du mélange.

L'outil d'information disponible sur les lieux de travail est la fiche de données de sécurité du produit, fiche qui doit être obligatoirement jointe à la livraison pour les produits dangereux. En complément, de nombreux écrits sont disponibles sur les solvants et permettent une information précise sur les dangers des hydrocarbures aromatiques.

Mais la connaissance des produits ne suffit pas, il faut détailler la manière de les utiliser et donc analyser le poste de travail ainsi que tout le cheminement des produits de leur réception à leur élimination.

4. PRÉVENTION DES RISQUES

4.1 Substitution

La substitution des solvants aromatiques les plus dangereux doit être étudiée.

Le benzène, classé cancérogène, a ainsi été substitué dans la plupart de ses applications par le xylène, par le cyclohexane ou par des solvants pétroliers. Il reste cependant présent dans les carburants automobiles à raison de 1 % volumique maximum, dans l'industrie chimique comme produit de base pour la fabrication d'intermédiaires de synthèse ou dans certains laboratoires d'analyse et de recherche.

4.2 Stockage

Il faut s'efforcer de minimiser l'emploi des hydrocarbures aromatiques. On veillera, par exemple, à ne stocker que les quantités nécessaires à l'utilisation.

Le stockage est généralement effectué dans des récipients métalliques fermés (fûts ou containers qui sont entreposés dans des locaux spécifiques, munis de ventilation générale, à l'abri de toute source d'ignition ou de chaleur). Le verre peut aussi être utilisé pour des petites quantités si les récipients sont protégés par une enveloppe métallique résistante.

Pour de grandes quantités, on peut stocker en vrac dans des bacs qui posséderont un toit ou un écran flottant pour éviter toute émission à l'atmosphère. Tous les locaux de stockage doivent être munis de cuvette de rétention ayant la capacité de contenir au moins le contenu du plus grand réservoir ou la moitié de la totalité des réservoirs stockés.

4.3 Protection collective

Autant que faire se peut, les opérations industrielles doivent être effectuées en circuit fermé.

Toutes les installations électriques, y compris l'éclairage, des locaux où peuvent être présentes des vapeurs d'hydrocarbures aromatiques doivent être adaptées à la zone de risque, conformément aux directives européennes ATEX. Il faut éviter toute accumulation d'électricité statique (en veillant à l'équipotentialité et à la mise à la terre des installations) et interdire de fumer dans les locaux.

Les locaux de travail seront correctement ventilés (ventilation générale). Les quelques manipulations manuelles inévitables doivent être effectuées à un poste de travail muni d'un dispositif d'aspiration des vapeurs à leur source d'émission.

Dans la pratique, il est recommandé de minimiser l'exposition respiratoires dans les locaux de travail en respectant les valeurs limites d'exposition professionnelle du tableau ci-dessous.

Substance	N° CAS	VL 8 h (ppm)	VL 8 h (mg/m ³)	VLCT (ppm)	VLCT (mg/m ³)
Benzène	71-43-2	1	3,25	/	/
Toluène	108-88-3	50	192	100	384
Xylènes	95-47-6 (ortho)	50	221	100	442
	108-38-3 (méta)	50	221	100	442
	106-42-3 (para)	50	221	100	442
	1330-20-7 (mélange)	50	221	100	442
Éthylbenzène	100-41-4	20	88,4	100	442
Cumène (ou isopropylbenzène)	98-82-8	20	100	50	250
Mésitylène (ou 1,3,5-triméthylbenzène)	108-67-8	20	100	50	250

N° CAS : classification des substances chimiques du Chemical Abstract Service.

La VL 8 h est une valeur destinée à protéger les travailleurs des effets à long terme, mesurée ou estimée sur la durée d'un poste de travail soit 8 heures.

La VLCT (valeur limite court terme) est une valeur destinée à protéger les travailleurs des effets des pics d'exposition. Elle se rapporte à une durée de référence de 15 minutes (sauf indication contraire).

4.4 Protection individuelle

Toute manipulation mettant en contact avec des hydrocarbures aromatiques ou des préparations en contenant doit s'assortir des précautions ci-dessous.

• Éviter l'inhalation des vapeurs

En cas d'urgence ou pour des travaux exceptionnels de courte durée dans des atmosphères polluées par des solvants aromatiques, il est nécessaire de porter un appareil de protection respiratoire.

En cas d'utilisation de masque à cartouche, le type de filtre est désigné par le marquage A₁, A₂ ou A₃ (le chiffre représente la capacité de piégeage, sachant que la classe 3 correspond à la plus grande capacité de piégeage) accompagné d'une bande de couleur marron.

En cas d'application par pulvérisation, un filtre de type A₂P₂ (bandes marron et blanc) est recommandé.

• Éviter le contact cutané

Dès lors qu'il y a probabilité de contact avec la main, il s'avère indispensable de porter des gants de protection appropriés à la tâche effectuée et au produit manipulé. Le tableau ci-dessous présente, à titre indicatif, la résistance de matériaux constitutifs des gants à quelques solvants aromatiques.

Attention : La résistance des gants dépendra non seulement de la matière mais aussi de l'épaisseur du gant, du processus de fabrication du gant et des conditions réelles d'utilisation.

	Caoutchouc Butyle	Latex	Néoprène	Nitrile	Poly- éthylène	PVA ¹	PVC ²
Benzène	—	—	—	—	—	++	—
Toluène	—	—	—	—	—	++	—
Xylène	—	—	—	—	—	++	—
Éthylbenzène	—	—	—	—	—	—	—
Cumène (ou isopropylbenzène)	—	—	—	=	/	/	—

Légende

- ++ recommandé (résistance supérieure à 8 heures)
- + recommandé (résistance supérieure à 4 heures)
- = à utiliser avec précaution (courtes périodes d'utilisation, produits peu dangereux)
- le gant laisse passer le produit ou se dégrade
- / pas d'information

¹ Alcool polyvinylique, ne résiste pas à l'eau ni aux solutions aqueuses

² Chlorure de polyvinyle

4.5 Protection de l'environnement

Les rejets atmosphériques de vapeurs de solvants aromatiques sont fortement limités et réglementés dans le cadre des directives européennes dites COV, la directive 1999/13/CE et la directive 2004/42/CE.

Les solvants aromatiques usés ou souillés ne doivent pas être rejetés dans le milieu naturel. Ce sont souvent des produits qui ne se dégradent pas facilement et qui peuvent être recyclés par distillation en vue de leur réutilisation. Trop souillés, ils devront être détruits par incinération dans des centres de traitement.

POUR EN SAVOIR PLUS

Fiches toxicologiques de l'INRS

- FT 49. Benzène.
- FT 74. Toluène.
- FT 77. Xylènes.
- FT 223. Mésitylène.
- FT 266. Éthylbenzène.

Documents INRS

- *Panorama de l'utilisation des solvants en France fin 2004*, ND 2230, 2005.
- *Réactions chimiques dangereuses*, ED 697, 2003.
- *Agents ototoxiques et exposition au bruit*, 86 TF 103, 2001.
- *Combustibles et carburants pétroliers*, ED 989, 2006.
- *Les mélanges explosifs. 1. Gaz et vapeurs*, ED 911, 2004.

- *Limitations et interdictions d'emploi et de mise sur le marché des produits chimiques en milieu professionnel*, ED 881, 2004.

Autres références

- *Encyclopedia of occupational health and safety*, 4th edition, vol. 4, International Labor Office, Geneva, 1998.
- F. Testud, *Pathologie toxique en milieu de travail*, 3^e édition, Éd. ESKA, 2005.
- M. Gerin, *Solvants industriels*, Éd. Masson, 2002.
- P. Arnaud, *Cours de chimie organique*, Éd. Dunod, 1997.
- K. Forsberg, S. Z. Mansdorf, *Quick Selection Guide to Chemical Protective Clothing*, John Wiley & Sons inc., 5th edition, 2007.

AUTEUR : CHRISTINE BOUST,
MISE À JOUR : ALINE MARDIROSSIAN,
DÉPARTEMENT EXPERTISE ET CONSEIL TECHNIQUE, INRS