

LES CÉTONES

1. DESCRIPTION ET UTILISATION

Les cétones sont largement utilisées car peu toxiques en général mais il existe des exceptions. En 2004, les cétones représentaient 20 % de la consommation globale des solvants neufs en France¹, soit environ 56 000 tonnes. Elles sont principalement utilisées comme solvant de peintures, laques, vernis, colles et adhésifs et comme intermédiaires de synthèse des matières plastiques. Elles sont parfois imprégnées sur des lingettes pour de petits nettoyages ou utilisées à froid en machines pour éliminer les graisses, huiles, cires ou encres. Elles sont de bons agents séchants des pièces humides et conviennent au nettoyage des métaux, des pièces de précision et à celui des composants électroniques.

Les cétones les plus couramment rencontrées sont : l'acétone (très répandue autant au laboratoire que dans l'industrie), la MEK ou méthyléthylcétone, la cyclohexanone (souvent utilisée dans l'encre d'imprimerie, les peintures, les colles...), la MIBK ou méthylisobutylcétone (souvent mélangée à d'autres solvants dans les peintures et laques).

Un peu de chimie

Les cétones sont synthétisées industriellement, le plus souvent par déshydrogénation² d'alcools.

Les cétones sont caractérisées par la présence, sur une chaîne hydrocarbonée, d'un groupement carbonyle (-C=O). Pour faciliter la lecture des formules qui suivent, ce groupement sera noté -CO- . Elles sont désignées par le nom de la chaîne dont elles proviennent auquel on ajoute le suffixe -one . Elles peuvent être à chaîne linéaire :

- propanone ou acétone ($\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$),
- butanone ou méthyléthylcétone ou MEK ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_3$),
- 4-méthyl-2-pentanone ou méthylisobutylcétone ou MIBK ($\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{-CH(CH}_3)_2$).

Mais elles peuvent aussi être cycliques :

- acétophénone ou phénylméthylcétone,
- cyclohexanone,
- isophorone,
- N-méthylpyrrolidone³.

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.

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

2. Élimination d'une molécule d'hydrogène (H_2).

3. Ce solvant est détaillé dans la fiche *Solvants particuliers*.

2. PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES

À température ambiante, les cétones sont des liquides incolores. Leur odeur suave et sucrée est détectable par l'homme à des seuils très bas (0,7 ppm⁴ pour la MIBK, 5 ppm pour la MEK, 13 ppm pour l'acétone...).

Les cétones non cycliques sont très volatiles et leur diffusion dans l'atmosphère sera importante et rapide.

Elles sont toutes inflammables, le point d'éclair des cétones les plus utilisées étant souvent inférieur à 21 °C et parfois même inférieur à 0 °C (cas de l'acétone). Les vapeurs peuvent former des mélanges explosifs avec l'air. Les solutions aqueuses peuvent aussi s'enflammer aisément.

Elles se dissolvent dans l'eau et dans un grand nombre de solvants organiques.

Les cétones ne sont pas corrosives pour les métaux mais attaquent ou ramollissent les matières plastiques et les caoutchoucs.

3. DANGERS ET RISQUES

1. Toxicité

La plupart des cétones simples ont des effets sur l'homme communs aux autres solvants : elles sont irritantes pour les voies respiratoires, la peau et les yeux et agissent sur le système nerveux central. Les premiers symptômes d'une exposition seront la toux, un larmolement, des irritations cutanées mais aussi une diminution de la vigilance, des maux de tête... À plus fortes concentrations ou lors d'expositions répétées peuvent apparaître des dermatoses ou des problèmes digestifs.

De nombreuses cétones sont très facilement absorbées à travers la peau mais sont aussi rapidement évacuées par l'organisme humain.

Une des cétones les plus toxiques est la méthylbutylcétone (MBK ou 2-hexanone), utilisée parfois en laboratoire, qui, à doses répétées, peut induire des pertes de sensibilité pouvant dégénérer en déficit moteur.

2. Maladies professionnelles

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

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. Dermite, 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. Risque incendie et explosion

Les cétones couramment utilisées sont toutes facilement inflammables. En présence d'une flamme nue, d'une étincelle ou d'une source de chaleur, les cétones s'enflammeront instantanément. De même, la présence de vapeurs cétoniques dans l'air (entre 1 et 15 % en volume) créera une atmosphère explosive extrêmement dangereuse.

4. Réactivité

Les cétones sont stables dans des conditions normales d'utilisation. Mais elles réagissent

vivement avec les oxydants puissants comme l'acide chromique, l'acide nitrique chaud ou concentré, les mélanges sulfochromiques. Elles peuvent former, dans certains cas, des peroxydes explosifs. Elles réagissent aussi avec certains hydrocarbures chlorés ou bromés en milieu basique.

4. ppm : partie par million.

5. Risque pour l'environnement

Toutes les cétones à courte chaîne font partie des COV⁵ (composés organiques volatils). Leur émission dans l'atmosphère contribue à augmenter la production d'ozone dans la troposphère⁶ par réaction photochimique, augmentant ainsi les risques pour les personnes asthmatiques ou souffrant d'insuffisance respiratoire.

Les cétones sont solubles dans l'eau et sont rapidement biodégradables. Leur rejet massif à l'égout peut cependant contribuer sensiblement à la détérioration de la faune et la flore peuplant les fleuves et rivières.

6. Reconnaître le risque

L'étiquette apposée sur le récipient est la première source d'information disponible.

Depuis le 20 janvier 2000, un nouveau dispositif de classification et d'étiquetage est entré en vigueur (www.inrs.fr/focus/nouveletiquetage.html). Il s'agit du règlement européen CLP (*classification, labelling and packaging*). Pour les substances, les deux systèmes – le système d'étiquetage et de classification préexistant et le règlement CLP – vont coexister jusqu'au 1^{er} décembre 2010 (*voir tableau page 4*). Il en est de même pour les mélanges (anciennement appelés « préparations ») mais jusqu'au 1^{er} juin 2015.

On notera que la plupart des cétones sont inflammables ou facilement inflammables et que certaines cétones sont aussi irritantes ou nocives, caractéristiques qui seront signalées sur les étiquettes (*voir dépliant ED 6041 en bibliographie*).

Concernant les mélanges comportant des cétones, ils ne seront pas systématiquement étiquetés comme la cétone pure. Il est donc 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 plus particulièrement les cétones. 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

1. Substitution

Les cétones sont généralement bien tolérées par l'organisme humain exceptée la MBK (méthylbutylcétone) qui n'est plus utilisée qu'en laboratoire avec une consommation globale en France de moins d'une tonne par an⁷.

Dans des applications de nettoyage, elles peuvent parfois être substituées par des préparations lessiviellles.

2. Stockage

Comme toute substance chimique, il faudra minimiser l'emploi des cétones. On veillera, par exemple, à ne stocker que les quantités nécessaires à l'utilisation.

Le stockage doit être effectué dans des récipients métalliques fermés (fûts ou containers). Les matières plastiques ou caoutchouc seront proscrites. Le stockage sera effectué soit à l'air libre, soit dans des locaux spécifiques, munis de ventilation générale, à l'abri de toute source d'ignition ou de chaleur. Pour de grandes quantités, on peut stocker les cétones en vrac dans des bacs qui seront inertés (c'est-à-dire en absence totale d'air ou d'oxygène) ou qui posséderont un toit ou un écran flottant. Tous les locaux de stockage doivent être munis de cuvettes de rétention ayant la capacité de contenir au moins le contenu du plus grand réservoir ou la moitié de la totalité des réservoirs stockés.

3. Protection collective

Autant que faire se peut, les opérations industrielles doivent être effectuées en circuit fermé et inerté afin d'éviter tout risque d'incendie ou d'explosion.

Toutes les installations électriques, y compris l'éclairage, des locaux où peuvent être présentes des cétones doivent être adaptées à la zone de risque, conformément aux directives européennes ATEX. Il faut prévenir toute accumulation d'électricité statique et interdire de fumer dans ces locaux.

Les locaux de travail seront correctement ventilés (ventilation générale) et toutes les manipulations manuelles inévitables (soutirage, transvasement, remplissage) 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 respiratoire dans les locaux de travail en respectant les valeurs limites d'exposition ci-dessous :

Substance	N° CAS	VME (ou VL 8 h) (ppm)	VME (ou VL 8 h) (mg/m³)	VLE (ou VLCT) (ppm)	VLE (ou VLCT) (mg/m³)
Acétone	67-64-1	500	1 210	1 000	2 420
MEK (méthyléthylcétone)	78-93-3	200	600	300	900
MIBK (méthylisobutylcétone)	108-10-1	20	83	50	208
Cyclohexanone	108-94-1	10	40,8	20	81,6
MBK (méthylbutylcétone)	591-78-6	5	20	8	35
Hepta-3-one	106-35-4	20	95	/	/

- **N° CAS** : classification des substances chimiques du Chemical Abstract Service.
- **La VME (valeur limite de moyenne d'exposition) ou VL 8 h** est une valeur destinée à protéger les travailleurs des effets à long terme mesurés ou estimés sur la durée d'un poste de travail, soit 8 heures.
- **La VLE (valeur limite d'exposition)** est une valeur plafond mesurée sur une durée maximale de 15 minutes.
- **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).

5. Un COV est un composé organique ayant une pression de vapeur de 0,01 kPa ou plus, à une température de 293,15 °Kelvin (20 °Celsius) ou ayant une volatilité correspondante dans des conditions d'utilisation particulières.
6. Couche atmosphérique la plus proche du sol.
7. Inventaire 2005 des agents CMR (publication INRS).

Substance	N° CAS	Système d'étiquetage préexistant (annexe I de la directive 67/548/CE)		Règlement CLP (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
Acétone	67-64-1	 	R11 R36 R66 R67	  DANGER	H225 H319 H336 EUH066
Méthyléthylcétone (MEK)	78-93-3	 	R11 R36 R66 R67	  DANGER	H225 H319 H336 EUH066
Méthylisobutylcétone (MIBK)	108-10-1	 	R11 R20 R36/37 R66	  DANGER	H225 H332 H319 H335 EUH066
Cyclohexanone	108-94-1		R10 R20	  ATTENTION	H226 H332
Méthylbutylcétone (MBK)	591-78-6		R10 R48/23 R62 R67	   DANGER	H226 H361f H372 H336
Hepta-3-one	106-35-4		R10 R20 R36	  ATTENTION	H226 H332 H319

Signification des phrases de risque:

R10 Inflammable
 R11 Facilement inflammable
 R20 Nocif par inhalation
 R36 Irritant pour les yeux
 R36/37 Irritant pour les yeux et les voies respiratoires
 R48/23 Toxique: risques d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation
 R62 Risque possible d'altération de la fertilité
 R66 Peut provoquer dessèchement et gerçure de la peau
 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
 H319 Provoque une sévère irritation des yeux
 H332 Nocif par inhalation
 H335 Peut irriter les voies respiratoires
 H336 Peut provoquer somnolence ou vertiges
 H361f Susceptible de nuire à la fertilité
 H372 Risque avéré d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée
 EUH066 L'exposition répétée peut provoquer dessèchement ou gerçures de la peau

4. Protection individuelle

Toute manipulation manuelle de cétones ou de préparations en contenant doit s'assortir des précautions ci-dessous.

Éviter l'inhalation des vapeurs

Pour des travaux exceptionnels de courte durée dans des atmosphères polluées par des vapeurs de cétone ou en cas d'urgence, il est nécessaire de porter des appareils de protection respiratoire. En cas d'utilisation de masque à cartouche, le type de filtre à utiliser est désigné par le marquage A1, A2 ou A3 (le chiffre représentant la capacité de piégeage, sachant que la classe 3 correspond à la plus grande capacité de piégeage) accompagné d'une bande de couleur marron.

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

	Caoutchouc Butyle	Latex	Néoprène	Nitrile	Polyéthylène	PVA ¹	PVC ²
Acétone	++	—	—	—	—	—	—
MEK	+	—	—	—	—	—	—
MIBK	+	—	—	—	/	+	—
Cyclohexanone	++	—	—	—	/	++	—

Légende:

++ recommandé (résistance supérieure à 8 heures)
 + recommandé (résistance supérieure à 4 heures)
 = à utiliser avec précautions (courtes périodes d'utilisation, produits peu dangereux)

— le gant laisse passer le produit ou se dégrade
 / pas d'information

¹ PVA alcool polyvinylique

² PVC chlorure de polyvinyle

5. Protection de l'environnement

Les rejets atmosphériques de vapeurs de cétones sont fortement limités et réglementés dans le cadre de directives européennes dites COV, la directive 1999/13/CE et la directive 2004/42/CE. Elles seront donc utilisées en circuit fermé afin d'éviter toute émission dans l'atmosphère et respecter ainsi les valeurs d'émissions établies par la directive.

De nombreuses cétones « usées » peuvent être régénérées par distillation et réutilisées. La destruction finale des cétones est effectuée par incinération par des sociétés spécialisées dans le traitement des déchets spéciaux.

Pour aller plus loin

Fiches toxicologiques de l'INRS

- FT 3. Acétone.
- FT 14. 2-Butanone ou méthyléthylcétone ou MEK.
- FT 39. Cyclohexanone.
- FT 56. 4-Méthyl 2-pentanone ou méthylisobutylcétone ou MIBK.
- FT 122. 2-Hexanone ou méthylbutylcétone ou MBK.

Documents INRS

- *Panorama de l'utilisation des solvants en France fin 2004*, ND 2230, 2005.
- *Étiquettes de produits chimiques*, ED 6041, 2008.
- *Réactions chimiques dangereuses*, ED 697, 2003.
- *Identification et manipulation des composés peroxydables*, ND 2163, 2002.
- *Les mélanges explosifs. 1. Gaz et vapeurs*, ED 911, 2004.

Autres références

- *Encyclopedia of occupational health and safety*, 4th edition, vol. 4, International Labor Office, Geneva, 1998.
- F. Testud, *Pathologie toxique professionnelle et environnementale*, 3^e édition, Éd. ESKA, 2005.
- F. Burgher, J. Blomet, L. Mathieu, *La magie des solvants*, Éd. Prevot, 1998.
- M. Gerin, *Solvants industriels*, Éd. Masson, 2002.
- P. Arnaud, *Cours de chimie organique*, Éd. Dunod, 2004.
- 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



Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
30, rue Olivier-Noyer 75680 Paris cedex 14 • Tél. 01 40 44 30 00 • Fax 01 40 44 30 99 • Internet : www.inrs.fr • e-mail : info@inrs.fr