



PRÉVENTION DES RISQUES CHIMIQUES CAUSÉS PAR LES HUILES ET FLUIDES DE COUPE DANS L'USINAGE DES MÉTAUX

Nature des huiles, Risques associés, Préconisations
Carsat Alsace Moselle / LICE



SOMMAIRE

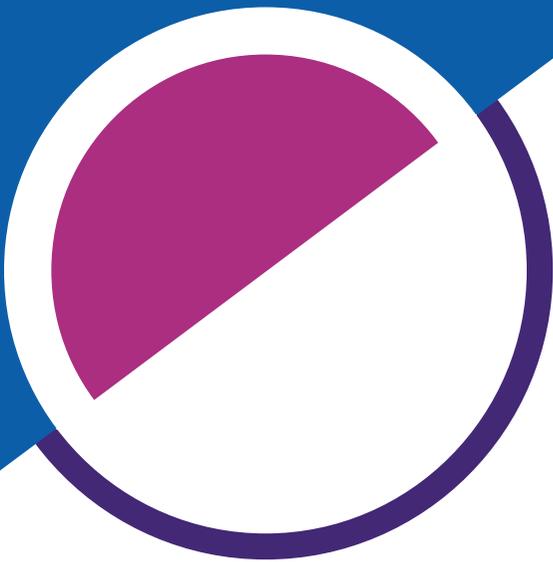
Les huiles entières

- Leurs compositions
- Les risques associés
- Les tableaux de maladies professionnels
- Préconisations pour le choix des huiles
- Préconisations pour le suivi des bains

Les fluides aqueux

- Leurs compositions
- Les risques associés
- Les tableaux de maladies professionnelles
- Préconisations pour le choix des huiles
- Préconisations pour le suivi des bains

Approche générale de prévention du risque chimique



LES HUILES ENTIÈRES

Sous-titre de votre chapitre



NATURE DES HUILES ENTIÈRES

Les huiles entières sont à base de :

- huiles minérales issues de la distillation du pétrole,
- huiles synthétiques issues de l'industrie chimique,
- huiles végétales (colza, soja, tournesol...).

Elles peuvent être des mélanges de ces trois types.

Elles contiennent généralement, et dans des proportions relativement faibles, des additifs destinés à leur conférer des propriétés particulières.



NATURE DES HUILES ENTIÈRES

Les additifs dangereux pour la santé :

- D'onctuosité : huiles grasses, esters d'origine naturelle ou synthétique, ...
- Extrême pression : composés organiques chlorés, soufrés ou phosphorés
- Anti-usure : phosphates d'aryle, alkyldithiophosphates de zinc, ...
- Inhibiteurs de corrosion : amines ou amides grasses, tri éthanolamine, esters boriques,..
- Emulgateurs qui permettent la formation d'une émulsion stable dans l'eau (acide diabétique, diéthanolamines, acide oléique,)
- Biocides
- Anti-brouillards : polyisobutènes



NATURE DES HUILES ENTIÈRES

Teneur en Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Selon le degré de raffinage, les huiles contiennent plus ou moins de HAP.

Les huiles hautement raffinées ne sont pas classées cancérogènes si elles contiennent moins de 3% d'extrait de DMSO mesuré selon la méthode IP346.

Les Carsat préconisent pour les huiles neuves de ne pas dépasser 30 µg/kg de HAP avant utilisation.



RISQUES ASSOCIÉS AUX HUILES MINÉRALES

→ Effets cancérogènes

Les huiles minérales lorsqu'elles sont neuves mais **insuffisamment raffinées** peuvent être à l'origine de **divers cancers**, notamment de la peau, dus à la présence d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). D'autre part, en utilisation, les huiles entières se **chargent en particules métalliques** qui, en fonction de la nature des métaux présents dans les alliages usinés, peuvent augmenter leur dangerosité cutanée et respiratoire. Dans des conditions sévères d'usinage, elles peuvent **s'enrichir en HAP** cancérogènes

→ Affections cutanées et pathologie respiratoires

Qu'elles soient d'origine minérale, synthétique ou végétale, les huiles entières peuvent être à l'origine d'affections cutanées et de pathologies respiratoires par inhalation d'aérosols.

→ Autres effets potentiels sur la santé

Les additifs peuvent également entraîner des risques pour la santé des utilisateurs en fonction de leur nature chimique.



TABLEAUX DE MALADIES PROFESSIONNELLES

Les affections cutanées ou respiratoires provoquées par les huiles minérales ou synthétiques peuvent être reconnues comme maladies professionnelles :

→ affections provoquées par les huiles et graisses d'origine minérale ou synthétique (**tableau 36**) ;

→ affections cancéreuses provoquées par les dérivés suivants du pétrole : huiles minérales peu ou non raffinées et huiles minérales régénérées utilisées dans les opérations d'usinage et de traitement des métaux, extraits aromatiques, résidus de craquage, huiles moteur usagées ainsi que suies de combustion des produits pétroliers (**tableau 36bis**).



PRÉCONISATIONS POUR LE CHOIX DES HUILES

Le choix d'une huile entière répond bien entendu aux exigences techniques définies par les procédés d'usinage.

Cependant, la dangerosité des produits utilisables doit être prise en compte dans le choix final. Pour procéder au choix :

→ S'assurer d'être en possession de la **fiche de données de sécurité** (FDS),

→ La consulter pour connaître la **composition du produit** ainsi que les dangers de celui-ci et des **principaux additifs** entrant dans sa composition

RUBRIQUES FDS À CONSULTER

2 - **Identification des dangers** (dont étiquetage)

3 - **Composition - Informations sur les composants**

8 - Procédures de contrôle de l'exposition des travailleurs et caractéristiques des équipements de protection individuelle

9 - Propriétés physiques et chimiques

11 - Informations toxicologiques

15 - Informations réglementaires



PRÉCONISATIONS POUR LE SUIVI DES BAINS HAP

Le suivi des huiles entières doit permettre de garantir que celles-ci **conservent leurs caractéristiques techniques tout au long de leur utilisation** mais également que leur **dégradation n'entraîne pas une augmentation de leur dangerosité**.

→ **S'informer sur les préconisations du fournisseur et les appliquer.**

Si usinage particulièrement sévères (exemples : dégagements de fumée importants au niveau de l'outil, température de l'huile supérieure à celle préconisée par le fournisseur ou rougeoiement des copeaux), les huiles utilisées peuvent s'enrichir en HAP. Le benzo-a-pyrène est un des hydrocarbures aromatiques polycycliques qui sert de traceur pour ces molécules.

→ **Suivre le taux de Benzo-a-pyrène dans le fluide en cours d'utilisation qui ne doit pas dépasser 100 µg/kg.**

R451 : Taux de Bap huile neuve : 30 µg/kg

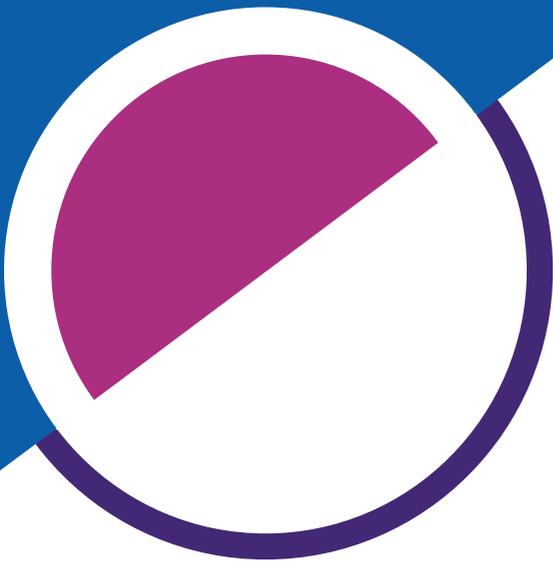
Taux de Bap huile usagée : < 100 µg/kg



PRÉCONISATION POUR LE SUIVI DES BAINS PARTICULES MÉTALLIQUES

Les huiles **entières se chargeant en particules de l'alliage usiné** qui peut contenir des métaux dangereux (cobalt, nickel, chrome VI, béryllium, cadmium, plomb, manganèse...)

- Connaître la composition des alliages usinés et les outils d'usinage via le **certificat matière (CCPU 3.1.B) des alliages**
- A défaut, demander un écrit concernant la **composition de la matière première** afin de savoir si elle contient des éléments métalliques dangereux auprès du fournisseurs ou du donneurs d'ordre (sous-traitance)
- S'assurer de la **bonne décantation ou de la bonne filtration de l'huile, en continu**. Ces procédés permettent en effet d'éliminer une partie de ces particules, les plus fines restant en suspension dans l'huile.



LES FLUIDES AQUEUX

Sous-titre de votre chapitre

NATURE DES FLUIDES AQUEUX



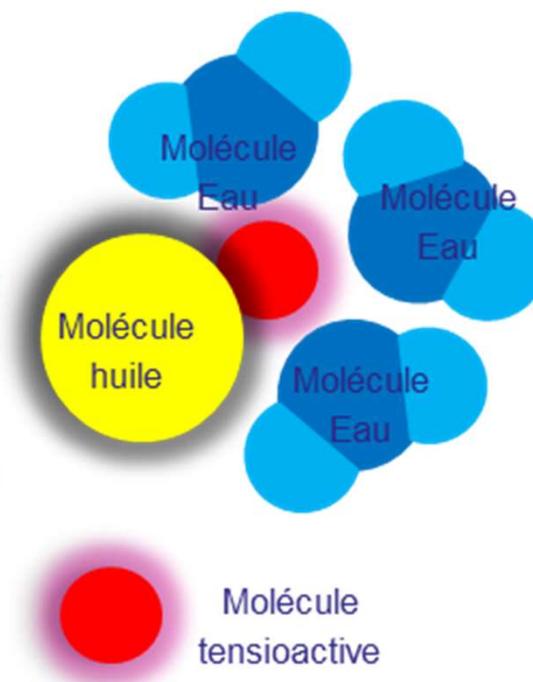
Il existe deux types de fluides aqueux :

→ **les émulsions** qui sont des dispersions dans l'eau de gouttelettes d'huiles (minérales, synthétiques ou végétales) stabilisées par un tensioactif

→ **les solutions** dans lesquelles tous les composants (souvent des produits de synthèse : polyglycols...) sont solubles dans l'eau.

La concentration du produit dans l'eau varie en général entre **2 et 10 %**.

Les fluides aqueux contiennent également des additifs.





NATURE DES FLUIDES DE COUPE

Les additifs rencontrés :

- Tampons PH
- Inhibiteurs de corrosion (amines secondaires)
- Biocides :
 - Formaldéhyde (interdit depuis la directive biocide),
 - acide borique et certains borates (interdits depuis la directive biocide)
 - libérateurs de formaldéhyde
 - triazines,
 - isothiazolinones,
 - phénols,
 - morpholines,
 - éthylènediamine,
 - etc



RISQUES ASSOCIÉS AUX FLUIDES AQUEUX

Les fluides aqueux peuvent être à l'origine d'un certain nombre de risques. Tout d'abord, des affections cutanées :

- **les irritations** sont les plus nombreuses, elles sont dues au pH relativement élevé de beaucoup de ces fluides et aux huiles et additifs présents ;
- **les allergies** sont provoquées par certains additifs utilisés (notamment des biocides) et par des métaux dissous (cobalt ...) ou sous forme de particules provenant des alliages usinés ou des outils. Elles sont souvent associées aux irritations cutanées qui en favorisent l'apparition.
- Ils peuvent également entraîner des **affections respiratoires** dues
 - aux huiles et additifs présents,
 - aux métaux dissous (cobalt) ou sous forme de particules,
 - à des micro-organismes susceptibles de coloniser les fluides.



TABLEAUX DE MALADIES PROFESSIONNELLES

Les **pathologies cutanées ou respiratoires** provoquées par les fluides aqueux peuvent être reconnues comme maladies professionnelles :

- affections inscrites aux tableaux 36 et 36bis déjà cités pour les huiles entières
- lésions eczématiformes de mécanisme allergique (tab 65) ;
- affections provoquées par l'aldéhyde formique et ses polymères (tab 43) ;
- affections cutanées provoquées par les amines aliphatiques, alicycliques ou les éthanolamines (tab 49) ;
- affections respiratoires provoquées par les amines aliphatiques, les éthanolamines ou l'isophoronediamine (tab 49 bis) ;
- pneumopathies d'hypersensibilité (tab 66 bis) ;
- affections professionnelles provoquées par le cobalt et ses composés (tab 70).



ADDITIFS DANGEREUX À ÉVITER

Parmi les additifs présents, certains peuvent être dangereux :

→ l'**acide borique et les borates**. L'acide borique et certains borates sont classés, par la communauté européenne, comme toxiques pour la reproduction,

→ les **biocides libérateurs de formaldéhyde**. Le formaldéhyde est classé comme cancérigène pour l'homme par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC).

FORMALDEHYDE RELEASERS	
Substance	CAS No
(ethylenedioxy) dimethanol (Reaction products of ethylene glycol with paraformaldehyde (EGFForm))	3586-55-8
"Methenamine 3-chloroallylochloride (CTAC)"	4080-31-3
2,2',2''-(hexahydro-1,3,5-triazine-1,3,5-triyl) triethanol (HHT)	4/4/19
1,3-bis (hydroxymethyl) -5, 5-dimethylimidazolidine-2,4-dione (DMDMH)	6440-58-0
cis-1-(3-chloroallyl)-3,5,7, -triazia-1-azoniaadamantane chloride (cis CTAC)	51229-78-8
7a-ethylidihydro-1H, 3H, 5H-oxazolo [3, 4-c] oxazole (EDHO)	7747-35-5
(benzyloxy) methanol	14548-60-8
.alpha., .alpha.', .alpha."-trimethyl-1,3,5-triazine-1,3,5 (2H, 4H, 6H)-triethanol (HPT)	25254-50-6
3, 3'-methylenebis[5-methyloxazolidine] (Oxazolidin / MBO)	66204-44-2
N, N-methylenebismorpholine (MBM)	5625-90-1
Sodium N-(hydroxymethyl) glycinate	70161-44-3
Tetrahydro-1,3,4,6-tetrakis (hydroxymethyl) imidazo [4,5-d] imidazole-2,5 (1H, 3H)-dione (TMAD)	5395-50-6
2-Bromo-2-nitropropane-1,3-diol (INCI)	52-51-7
Diazolidinyl urea (INCI)	78491-02-8
Formaldehyde (INCI, MI)	50-00-0
Imidazolidinyl urea (INCI)	39236-46-9
Methenamine (INCI, MI)	100-97-0
Paraformaldehyde	30525-89-4
5-Bromo-5-nitro-1,3-dioxane (INCI)	30007-47-7
4,4-Dimethyloxazolidine; 3,4,4-trimethyloxazolidine	81099-36-7 (ingred. 75673-43-7 and 51200-87-4)
"4-[2-(Morpholin-4-ylmethyl)-2-nitro-butyl] morpholine; 4-(2-nitrobutyl) morpholine"	37304-88-4 (ingre. 1854-23-5 and 2224-44-4)
4,5-Dihydroxy-1,3-bis (hydroxymethyl) -imidazolidin-2-one, methylated	68411-81-4
5,5-Dimethylimidazolidine-2, 4-dione, formaldehyde	26811-08-5
4,5-Dihydroxy-1,3-bis (hydroxymethyl) -imidazolidin-2-one	1854-26-8
1,3-Bis (hydroxymethyl) imidazolidin-2-one	136-84-5
1,3-Bis (hydroxymethyl) -1,3-diazinan-2-one	3270-74-4
1,3-Bis (hydroxymethyl) urea	140-95-4
(Z)-3- (Bis (2-hydroxyethyl)amino)-2-(2-hydroxyethyl-hydroxymethyl)amino prop-2-en-1-ol	77044-78-1
1,3,5-Triethyl-1,3,5-triazinane (b)	7779-27-3 (b)
4,5-Dihydroxyimidazolidin-2-one	3720-97-6
1-(Hydroxymethyl)-5,5-dimethyl-imi-dazolidine-2,4-dione	116-25-6
2-Chloro-N-(hydroxymethyl) acetamide	2832-19-1
Hydroxymethylurea	1000-82-4
Formaldehyde	30525-89-4
Formaldehyde; urea	5/6/11
"2-(Hydroxymethyl)- 2-nitropropane-1,3-diol"	126-11-4
Imidazolidine-2,4-dione	461-72-3
Dimethoxymethane	109-87-5
2-(Hydroxymethylamino) ethanol	34375-28-5



ADDITIFS DANGEREUX À ÉVITER

→ les **amines secondaires**, en particulier la **diéthanolamine** et la **morpholine**.

Les amines en réagissant avec des nitrites ou des composés nitrés peuvent former des **nitrosamines** classées comme cancérogènes ou soupçonnées d'être cancérogènes pour l'homme (UE).

Ces nitrites peuvent être présents dans le fluide (cela semble rare aujourd'hui) ou se former à partir de nitrates présents dans l'eau de dilution des fluides.

Substance chimique	N° CAS	N° EINECS	Synonymes	Classement CLP	Classement CIRC 2/06/2014	Forme physique	
N-nitrosodiméthylamine. C2H6N2O	62-75-9	200-549-8	NDMA, Dimethylnitrosamine, Dimethylnitrosoamine, N,N- Dimethylnitrosamine, DMNA	C1B	2A	Liquide jaune	Volatiles
N-nitrosométhyléthylamine. C3H8N2O	10595-95-6	621-991-1	NMEA, Ethylmethylnitrosamine, Methylethylnitrosoamine, Nitrosomethylethylamine, Nitrosoethylmethylamine, N- Nitrosoethylmethylamine, N,N-Methylethylnitrosamine, N-Methyl-N-nitroso-ethamine		2B	Liquide jaune	
N-nitrosodiéthylamine. C4H10N2O	55-18-5	200-226-1	NDEA, diethylnitrosamine, diéthylnitrosoamine, N,N- diethylnitrosamine, N-ethyl- N-nitrosoethanamine, diethylnitrosamine, DANA, DENA, DEN		2A	Liquide jaune	
N-nitrosodipropylamine. C6H14N2O	621-64-7	210-698-0	NDPA	C1B	2B	Liquide jaune	
N-nitrosodibutylamine. C8H18N2O	924-16-3	213-101-1	NDBA		2B	Liquide jaune	
N-nitrosomorpholine. C4H8N2O2	59-89-2	627-564-6	NMOR		2B	Cristaux jaunes	
N-nitrosopipéridine. C5H10N2O	100-75-4	202-886-6	NPIP		2B	Liquide jaune	
N-nitrosopyrrolidine. C4H8N2O	930-55-2	213-218-8	NPYR		2B	Liquide jaune	
N-Nitrosornicotine. C9H11N3O	16543-55-8	803-309-6	NNN		1	Solide jaune clair	
N-nitrosodiphénylamine. C12H10N2O	86-30-6	201-663-0	NDPhA		3		Semi volatiles
Para N-nitrosodiphénylamine. C12H10N2O	156-10-5	205-848-7	NDPhA		3		
N-nitroso N-méthyl N phénylamine. C7H8N2O	614-00-6	210-366-5	NMPhA, NMPA		2B		
N-nitroso N-éthyl N-phénylamine. C8H10N2O	612-64-6		NEPhA, NEPA N-nitroso-N-ethylaniline		2B		
N-nitroso dibenzylamine C14H14N2O	5336-53-8		NDBzA				
N-nitrosodiéthanolamine. C4H10N2O3	1116-54-7	214-237-4	NDELA, 2,2'-(nitrosoimino)bisethanol	C1B	2B	Liquide jaune	Non volatiles
N-Methyl-N'-Nitro-N-Nitrosoguanidine. C2H5N5O3	70-25-7	200-730-1	MNNG, 1-methyl-3-nitro-1- nitrosoguanidine	C1B	2A	Cristaux jaunes	
N-Nitrososarcosine. C3H6N2O3	13256-22-9		NSAR		2B	Solide cristallin jaune pâle	
Nitroso-diisopropylamine C6H14N2O	601-77-4		NDIPA		2B	Solide blanc cassé à jaune pâle	
N-nitrosométhylurée. C2H5N3O2	684-93-5	211-678-4			2B		
N-nitroso-N-éthylurée. C3H7N3O2	759-73-9	212-072-2			2B		
N-nitroso-N-méthyluréthane C4H8N2O3	615-53-2	210-432-3			2B		
N-Nitrosomethylvinylamine. C6H14N2O	4549-40-0				2B		
N'-Nitrosoanabasine. C10H13N3O	37620-20-5	625-202-3	NAB		3	Liquide jaune	Pas d'information
4-(Methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1- butanol. C10H15N3O2	76014-81-8		NNAL		2B		
4-(Methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1- butanone. C10H13N3O2	64091-91-4	636-341-2	NNK			Solide cristallin jaune pâle.	
3-(N-methylnitrosamino) propionic acid. C4H8N2O3"	10478-42-9		MNPA			Solide blanc	
4-(N-methylnitrosamino) butyric acid.			NMBA				
Nitrosoazetidine-4-carboxylic acid. C4H6N2O3	30248-47-6		NAzCA			Solide incolore	
1-nitroso-2,3-dihydropyrrole. C4H6N2O	37449-28-8		N-nitrosopyrroline				
N-nitrosodicyclohexylamine. C12H22N2O	947-92-2		NDCHA				
N-nitrosodiisononylamine. C18H38N2O	643014-99-7	800-971-8				Liquide jaune pâle	
N-Nitrosoethyl-n-butylamine. C6H14N2O	4549-44-4	627-593-4	NEBA		2B	Liquide jaune	



PRÉCONISATIONS SUR LE CHOIX DES FLUIDES

Le choix du fluide aqueux doit tenir compte **des dangers potentiels des différents constituants** du produit.

→ S'assurer d'être en possession de la fiche de données de sécurité (FDS),

→ La consulter pour connaître la composition du produit ainsi que les dangers de celui-ci et des principaux additifs entrant dans sa composition.

→ S'assurer que les fluides aqueux choisis ne contiennent pas, en tenant compte des contraintes techniques, les substances suivantes :

- la diéthanolamine (CAS 111-42-2) et la morpholine (CAS 110-91-8) ;
- la triéthanolamine (CAS 102-71-6) pouvant former de la diéthanolamine dans le fluide ;
- l'acide borique et les borates ;
- les nitrites.

→ Choisir des produits ayant un pH modéré (de l'ordre de 9) pour limiter le caractère irritant de ceux-ci



PRÉCONISATIONS SUR LE CHOIX DES FLUIDES

Une attention particulière devra également être portée aux substituts proposés pour remplacer les biocides **libérateurs de formaldéhyde**, ceux-ci ne devant pas conduire à des effets importants sur la santé des salariés.

Par exemple **l'isothiazolinone** souvent rencontrée est un biocide allergisant

Pour les **opérations de rectification de carbures frittés**, il est recommandé d'utiliser des fluides spécifiques ne dissolvant pas le cobalt

(c'est-à-dire des fluides sans amine ni réactif complexant (cf. ND2148))

La solubilité du cobalt dans les fluides est favorisée

- Lorsque la concentration en fluide est importante : abaisser la concentration à 1% au lieu de 5 à 6 %
- Lorsqu'il y a présence de composés aminés ou de substances chimiques favorisant la formation de complexes solubles du cobalt (sel d'EDTA (éthylènediaminetétraacétique), les produits des familles des triazoles, diazoles et des éthers de phosphate))



A RETENIR SUR LE CHOIX DES FLUIDES

Pour vos produits existants :

Introduction d'un produit nouveau

Si vous avez un produit à éviter
identifié en rubrique 3 de la FDS :

Inclure dans votre cahier des
charges :

➔ recherche de **substitution**

Eviter les produits dangereux listés
précédemment

Spécifier la composition des alliages
usinés et des outils d'usinage



PRÉCONISATIONS POUR LA PRÉPARATION DES BAINS

En cas de **présence réelle ou soupçonnée d'amines secondaires**, il est recommandé d'utiliser une **eau pauvre en nitrates** pour la dilution du fluide de coupe (pas plus de 50 mg/l qui est la limite pour l'eau potable). La déminéraliser si nécessaire.

Il conviendra d'éviter la présence dans l'atelier :

→ d'autres sources de nitrates ou de nitrites comme certains **bains de sels de traitement thermique** ;

→ de sources d'oxydes d'azote comme les **moteurs diesel ou le soudage à l'arc**, les oxydes d'azote pouvant jouer le même rôle que les nitrites.

PRÉCONISATIONS POUR LE SUIVI DES BAINS



Pour limiter les risques pour la santé des salariés et pour des raisons techniques, **il est conseillé de suivre les recommandations du fournisseur.**

A titre d'exemple, les paramètres suivants sont surveillés :

- le **pH** qui doit généralement être **de l'ordre de 9** (voir recommandation du fournisseur),
- la **concentration en produit actif** (voir recommandations du fournisseur),
- la **teneur en microorganismes** qui ne doit pas dépasser **10⁶ UFC/ml**, il s'agit d'un critère technique défini pour éviter la dégradation du fluide de coupe mais qui permet également de limiter les risques pour la santé.
- la **teneur en nitrites** en cas de présence réelle ou soupçonnée d'amines secondaires. Celle-ci **ne doit pas dépasser 20 mg/l.**
- Demander au fournisseur un kit de contrôle



PRÉCONISATIONS POUR LE SUIVI DES BAINS

En cas de dérive d'un ou plusieurs des paramètres contrôlés, des mesures correctives **conformes aux recommandations du fournisseur** devront être prises.

Par exemple, une augmentation de la teneur en nitrites nécessite :

→ soit un remplacement total ou partiel du fluide de façon à revenir en dessous de 20 mg/l de nitrites



PRÉCONISATIONS POUR LE SUIVI DES BAINS

Comme les huiles entières, les fluides aqueux se chargent en particules métalliques de l'alliage usiné qui peut contenir des métaux dangereux (cobalt, nickel, chrome, béryllium, plomb...) et en huile (huiles hydrauliques et de lubrification des machines) qui peuvent favoriser le développement de microorganismes.

→ Connaître la **composition des alliages usinés et des outils d'usinage** via le certificat matière (CCPU 3.1.B) des alliages

→ A défaut, demander un écrit concernant la composition de la matière première afin de savoir si elle contient des éléments métalliques dangereux auprès du fournisseurs ou du donneurs d'ordre (sous-traitance)

→ S'assurer de **la bonne décantation ou de la bonne filtration** de l'huile, **en continu**. Ces procédés permettent en effet d'éliminer une partie de ces particules, les plus fines restant en suspension dans le fluide.

POUR EN SAVOIR PLUS



Recommandation du comité technique national des industries de la métallurgie

→ R 451 Prévention des risques chimiques causés par les fluides de coupe dans les activités d'usinage de métaux

Textes réglementaires

→ Articles R. 4412-1 à R.4412-93 du code du travail

Documentation

- Fiche d'aide au repérage « Usinage des métaux », FAR 1
- Risques liés à l'utilisation des fluides de coupe, ND 2164, INRS, Paris, 2002
- Allergie respiratoire professionnelle aux brouillards de fluides de coupe, TR 27, INRS, 2001
- Dermatoses professionnelles aux fluides de coupe, TA 61, INRS, 2000
- Contamination des fluides de coupe aqueux et prévention des risques biologiques, ND 2290, INRS, 2008
- Solubilisation des métaux dans les fluides d'usinage, ND 2148, INRS, 2001
- Guide pratique de ventilation 6 - Captage et traitement des aérosols de fluides de coupe, ED 972, INRS, 2005
- Fluides de coupe - Protégez votre peau - ED 907, INRS, 2003
- Fiche METROPOL 099 : Fluides d'usinage. Détermination gravimétrique, INRS, 2008
- Métrologie des aérosols de fluides de coupe, ND 2267, INRS, 2007
- Estimation du potentiel cancérigène cutané des huiles minérales par la méthode DMSO-UV, ND 1901, INRS, 1992
- Huiles minérales et méthodes DMSO-UV. Applications diverses, ND 2013, INRS, 1996
- Les fluides de coupe et la santé, DTE 122, CRAMIF, 1999

Dossiers web

→ Dossier web INRS « Risques chimiques, ce qu'il faut retenir