

UTILISATION SÉCURITAIRE DES FLUIDES DE COUPE

Par Charbel Mouawad, M.Sc.
Hygiéniste industriel Ergonome, ASFETM

En collaboration avec Alain Lajoie, Inspecteur-Ergonome
Service de la prévention-inspection, Montréal
Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail



ASFETM

TABLE DES MATIÈRES

1. Problématique	1	5. Préparation et mélange d'un fluide de coupe aqueux	7
2. Impacts des bactéries et des moisissures sur la santé	2	5.1 Préparation du mélange initial	7
2.1 Pathologies non cancéreuses	2	5.2 Ajustement de la concentration et remplissage du réservoir.....	8
2.2 Pathologies cancéreuses	3	5.3 Contrôle automatisé des concentrations	9
3. Types de fluides de coupe	4	6. Programme de maintenance et de contrôle de la qualité d'un fluide de coupe aqueux	9
3.1 Huiles entières	4	6.1 Accès au réservoir.....	9
3.2 Huiles miscibles dans l'eau	4	6.2 Vérification visuelle.....	9
4. Additifs	5	6.3 Mesure des concentrations du FDC	9
4.1 Additifs des huiles entières.....	5	6.4 Mesure du pH	9
4.2 Additifs des huiles solubles	5	6.5 Mesure des bactéries	10
4.3 Additifs des huiles semi-synthétiques.....	6	6.6 Substitution	10
4.4 Additifs des huiles synthétiques	6	7. Entreposage et ergonomie	10
		8. Gestion des déchets dangereux	11

1. Problématique

L'appellation « fluide de coupe » (FDC) est donnée à une gamme d'huiles et autres liquides utilisés pour refroidir et lubrifier les métaux (ou autres matériaux comme le verre, le plastique, etc.) lorsqu'ils sont usinés, broyés, déformés, fraisés, moulés, etc. Les fluides de coupe réduisent la chaleur et le frottement entre l'outil de coupe et le métal à travailler. Ils aident également à prévenir les brûlures de la peau lors de la manipulation ainsi que l'exposition aux agresseurs atmosphériques (fumées, fines particules et autres contaminants).

L'application d'un FDC contribue à améliorer la qualité du métal, la durée de vie de l'outil et la productivité des différentes opérations. Cette application facilite aussi l'élimination en continu des fines particules et des copeaux de métal.

Il existe de nombreuses formulations de FDC, allant des huiles minérales entières (les huiles de pétrole aussi appelées *neat oils*) aux fluides à base d'eau, notamment les huiles solubles, les fluides synthétiques et semi-synthétiques.

Les FDC peuvent être des mélanges d'huiles, d'émulsifiants, d'agents de démoulage et d'inhibiteurs de corrosion, des additifs extrême-pression, des tampons (réserve alcaline), des biocides et autres additifs comme les antifongiques, les agents anti-mousse, etc.ⁱ

Lors de leur utilisation, les FDC peuvent être contaminés par des substances issues des processus de fabrication, tels que les huiles étrangères (huiles hydrauliques, graisses, huiles de tréfilage, huiles de glissières, etc.) et les particules provenant des opérations de meulage et d'usinage, ce qui accélère la dégradation du FDC et favorise la croissance bactérienne. Apparemment, les bactéries ne se développent pas dans les huiles entières étant donné l'absence d'eauⁱⁱ.

Les FDC, particulièrement ceux auxquels l'eau est ajoutée, peuvent être fortement contaminés par des colonies bactériennes et fongiques nocives, ainsi que par leurs sous-produits biologiques associés, tels que les endotoxines, exotoxines et mycotoxines (moisissures). Lors de leurs tâches (par exemple, lors de l'ajustement du jet de FDC), les machinistes peuvent être exposés aux contaminants ou aux bactéries contenus dans le FDC.

Ainsi, certains ingrédients chimiques de ces FDC se retrouvent aussi au sein même de la formulation et peuvent être considérés comme des substances dangereuses, tels que :

- Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) qui proviennent des huiles entières dont le raffinement est insuffisant. Le plus connu est le benzo(a)pyrène, classé cancérigène groupe 1 pour l'humain selon le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) et soupçonné cancérigène C2 selon l'Annexe 1 du *Règlement sur la santé et sécurité du travail* (RSST) ;
- Les nitrosamines présentes dans les FDC aqueux qui se produisent lors de la réaction de nitrosation entre les amines secondaires, comme la diéthanolamine DEA et des additifs nitrés (nitrites ou nitrates). Plusieurs nitrosamines sont classées cancérigènes 2A, probablement cancérigène pour l'humain, par le CIRC, tel le nitrosodiéthylamine (NDEA). D'autres nitrosamines comme le N-nitrosodiéthanolamine (NDELA) sont classées groupe 2B, possiblement cancérigènes pour l'humain ;
- Le formaldéhyde, libéré par les biocides, qui est classé comme cancérigène groupe 1 pour l'humain par le CIRC et soupçonné cancérigène C2 par le RSST ;
- Les borates et l'acide borique, provenant des biocides et des agents anticorrosion, qui sont classés toxiques pour la reproduction, selon la nouvelle classification du SIMDUT 2015 et selon la réglementation sur les produits dangereux au Canada ;
- Les métaux solubilisés dans les fluides, tels le nickel (Ni), le cobalt (Co), le béryllium (Be), le cadmium (Cd), le chrome (Cr), le plomb (Pb), etc., qui peuvent être cancérigènes pour certains et toxiques pour la reproduction pour d'autres ou sensibilisants pour la peauⁱⁱⁱ.

Comme pour tout contaminant introduit dans le milieu de travail, l'étude de la fiche de donnée de sécurité est requise pour identifier les risques spécifiques au FDC utilisé et les mesures de prévention. La formation de base sur le SIMDUT est requise pour tout travailleur qui sera potentiellement exposé, et une formation spécifique sur le FDC doit aussi être offerte.

2. Impacts des bactéries et des moisissures sur la santé

L'exposition aux FDC peut entraîner plusieurs effets sur la santé des travailleurs. Les aérosols générés lors des procédés de fabrication constituent l'un des principaux risques pour la santé. Ils peuvent rester en suspension dans l'air pendant plusieurs heures et souvent dans l'environnement respiratoire des travailleurs. L'exposition aux aérosols dans le milieu de travail ne se limite donc plus seulement lors de l'usinage.

NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) recommande de limiter l'exposition aux aérosols des FDC à 0,4 mg/m³ pour la fraction thoracique ou 0,5 mg/m³ pour la poussière totale, soit une concentration moyenne pondérée allant jusqu'à 10 heures/jour, 40 heures/semaine (*Recommended Exposure Limit* (REL)).

Le type et la gravité des problèmes de santé dépendent :

- du choix et de la composition du FDC utilisé ;
- du degré et du type de contamination ;
- du niveau (combien), de la durée (combien de temps) et de la fréquence d'exposition (combien de fois).

Afin d'identifier et de quantifier la charge microbienne, il est recommandé de suivre les protocoles du guide de prélèvement des contaminants de l'air de l'IRSST^{iv}. Les concentrations très élevées des espèces microbiennes dépassant 10⁹ UFC/ml (un milliard d'unité faisant colonie par millilitre), telles que les endotoxines nocives pour l'humain des bactéries à gram négatif (pseudomonas) et des bactéries à gram positif non pathogènes pour l'humain (streptomyces) avec d'autres colonies de micro-organismes, sont des indicateurs de la contamination des FDC.

Les effets sur la santé se divisent entre pathologies non cancéreuses et pathologies cancéreuses.

2.1 Pathologies non cancéreuses

2.1.1 Affections respiratoires

- Pneumopathie d'hypersensibilité (micro-organismes)
- Altération de la fonction pulmonaire
- Bronchite chronique
- Asthme professionnel (l'une des lésions les plus indemnisées en santé et sécurité au travail).

La gravité de l'exposition dépendra des facteurs suivants :

- la proximité de la machine et du fait que les opérations impliquent des vitesses plus élevées de l'outil et des coupes profondes ;
- si la machine est recouverte par une enceinte et si l'équipement de ventilation fonctionne correctement.

Une pression plus élevée ou une application excessive des FDC, la contamination du fluide (avec une huile étrangère), une sélection inadéquate des FDC et un entretien insuffisant entraîneront également des expositions plus importantes.

2.1.2 Affections dermatologiques

- Dermatitis de contact irritatives et dermatites de contact allergiques
- Le plus fréquemment sur les mains, mais aussi sur les autres parties du corps.

Tous les types de FDC peuvent provoquer une irritation cutanée. Il existe un risque élevé de souffrir d'une dermatite en cas d'exposition à des FDC chez les personnes qui ont déjà eu un grave eczéma pendant leur enfance. L'exposition se produit lorsque les mains sont trempées dans le liquide ou lorsqu'une personne manipule les pièces, les outils et l'équipement enduits du liquide. Les éclaboussures posent problème si la protection est absente ou inadéquate. Des vêtements contaminés par des FDC, un entretien insuffisant et une mauvaise hygiène personnelle peuvent également contribuer à l'exposition de la peau.

Les dermatites irritantes et allergiques lors de l'exposition aux FDC solubles, semi-synthétiques ou synthétiques sont causées par :

- Les bactéries et leurs dérivés ;
- Les additifs contrôlant les bactéries (biocides) ;
- Les additifs contrôlant la rouille et la corrosion ;
- Le contact avec les métaux sensibilisants comme le nickel (Ni), le chrome (Cr) et le cobalt (Co).

Les affections cutanées associées aux huiles entières peuvent être :

- une folliculite (inflammation des racines de cheveux) pouvant être causée par un contact prolongé et régulier avec les huiles entières ;
- une acné huileuse pouvant se développer sur le visage, les avant-bras, les cuisses, les jambes et d'autres parties du corps en contact avec les vêtements imbibés d'huile. Ces acnés sont marquées par des bosses rouges avec des pustules jaunes (ampoules remplies de pus).

De plus, les fines particules et les copeaux générés par l'usinage des pièces peuvent endommager la peau et aggraver des irritations existantes.

2.2 Pathologies cancéreuses

Un grand nombre d'études montrent que les expositions à certains FDC étaient associées à un risque accru de certains types de cancer. Bien que les mesures prises au cours des dernières décennies aient réduit ce risque, on ignore si ces actions ont totalement éliminé le risque. Par exemple, les fluides utilisés avant 1985 pouvaient contenir des nitrites, des huiles de pétrole légèrement raffinées et d'autres produits chimiques qui ont été éliminés pour des raisons de santé. Les risques de cancer ont probablement été réduits, mais les données sont insuffisantes pour le prouver.

De plus, étant donné que la période de latence (période entre la première exposition et la découverte de la maladie) du cancer est souvent de 20 ans ou plus, il est probable que les maladies survenues et étudiées récemment soient associées à des formulations plus anciennes (à partir du milieu des années 1970).

Les cancers associés à l'exposition aux FDC comprennent les cancers de la peau, du scrotum, du rectum, du larynx, de l'œsophage, de l'estomac, du pancréas et de la vessie.

Les causes probables reliées aux risques de cancer peuvent inclure :

- Les huiles minérales non raffinées en contact avec la peau exposée (y compris les vêtements imbibés d'huile et surtout les chiffons conservés dans les poches, ce qui peut provoquer un cancer du scrotum) ;
- Les nitrites (ou nitrates) et les amines qui provoquent la formation de nitrosamines lorsque les FDC sont chauffés ou sous pression. Certaines nitrosamines, telles que les N-nitrosodéthanolamines (NDELA), sont connues pour être des agents cancérogènes ;

- Certains biocides libèrent du formaldéhyde, un cancérigène présumé. Le formaldéhyde peut également accélérer la formation de nitrosamines ;
- Les paraffines chlorées sont cancérigènes (souvent utilisées lorsqu'une pression extrême est requise). Ils forment également de la dioxine, un autre cancérigène.

Des rapports scientifiques ont montré que les études n'étaient pas très cohérentes en ce qui concerne les types spécifiques de cancers associés aux FDC, probablement en raison de la grande diversité des types de FDC et de contaminants et à l'absence d'informations détaillées sur l'exposition aux FDC.^v

3. Types de fluides de coupe

Les FDC sont répartis comme suit :

3.1 Huiles entières

Les huiles entières (ou huiles d'usinage, aussi appelées « *neat oils* ») contiennent des huiles minérales (à base de pétrole), animales, végétales ou synthétiques. Les huiles minérales sont hautement raffinées en solvant ou fortement hydrotraitées afin de réduire la quantité d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Les huiles entières ne sont pas diluées avec de l'eau, mais d'autres additifs peuvent être présents.

3.2 Huiles miscibles dans l'eau (aussi appelées fluides aqueux)

- Les fluides solubles dans l'eau contiennent de 30 % à 85 % d'huiles de pétrole hautement raffinées, ainsi que des émulsifiants pour disperser l'huile dans l'eau. Ce type conventionnel d'huile minérale dans l'eau est d'apparence laiteuse.
- Les fluides semi-synthétiques (ou semi-transparentes) contiennent de 5 % à 30 % d'huiles de pétrole hautement raffinées, de 30 % à 50 % d'eau et un certain nombre d'additifs finement dispersés.
- Les fluides synthétiques (ou transparents) ne contiennent pas d'huiles de pétrole. Toutefois, ils utilisent des détergents et autres additifs pour aider à lubrifier le métal.



4. Additifs

Les tableaux suivants montrent les différents additifs pour chaque type de FDC et leurs fonctions.

4.1 Additifs des huiles entières

Additif	Fonction	Exemple
Agent d'onctuosité	Augmenter la résistance du film	Huile végétale, ester de polyol
Agent extrême-pression	Lubrifier sous haute pression	Matières grasses sulfurées, paraffines chlorés
Antioxydant	Réduire l'oxydation des fluides	Phénol alkylé
Passivant des métaux	Protéger le métal nouvellement coupé de la corrosion	Triazole
Inhibiteur de corrosion	Protéger la pièce et la machine	Sulfonate de calcium
Antibrouillard	Réduire la formation des aérosols	Polymère de isobutylène
Dispersant	Augmenter la dispersion des impuretés insolubles ou des contaminants	•
Odorant	Esthétique	•
Colorant	Esthétique et identification	•

4.2 Additifs des huiles solubles

Additif	Fonction	Exemple
Agent d'onctuosité	Augmenter la résistance du film	Ester de polyol
Émulsifiant	Disperser le pétrole dans l'eau, améliorer le mouillage de la pièce	Sulfonate de pétrole, sels des acides gras, surfactants non-ioniques
Alcanolamine	Fournir une réserve d'alcalinité	Monoéthanolamine, triéthanolamine
Agent extrême-pression	Lubrifier sous haute pression	Matières grasses sulfurées, paraffines chlorées, dérivés du phosphore
Biocide	Réduire les micro-organismes	Triazine, oxazolidine
Agent de couplage	Améliorer la solubilité de divers additifs dans le fluide	Alcool gras
Passivant des métaux	Protéger le métal nouvellement coupé de la corrosion	Triazole
Antimousse	Réduire la production de mousse	Alcool gras de longue chaîne de carbone
Inhibiteur de corrosion	Protéger la pièce et la machine	Sulfonate de sodium, savon à base d'acides gras, amines
Colorant	Esthétique et identification	•

4.3 Additifs des huiles semi-synthétiques

Additif	Fonction	Exemple
Agent d'onctuosité	Augmenter la résistance du film	Ester de polyol
Émulsifiant (plus complexe)	Disperser le pétrole dans l'eau, améliorer le mouillage de la pièce	Amides gras, sels des acides gras, surfactants non-ioniques
Alcanolamine	Fournir une réserve d'alcalinité	Monoéthanolamine, triéthanolamine
Agent extrême-pression	Lubrifier sous haute pression	Matières grasses sulfurées, paraffines chlorées, dérivés du phosphore
Biocide	Réduire les micro-organismes	Triazine, oxazolidine
Agent de couplage	Améliorer la solubilité de divers additifs dans le fluide	Alcool gras
Passivant des métaux	Protéger le métal nouvellement coupé de la corrosion	Triazole
Antimousse	Réduire la production de mousse	Alcool gras de longue chaîne de carbone
Chélateur	Réduire les effets de l'eau dure	EDTA
Inhibiteur de corrosion	Protéger la pièce et la machine	Sels d'amine ou acide borique
Colorant	Esthétique et identification	•

4.4 Additifs des huiles synthétiques

Additif	Fonction	Exemple
Lubrifiant synthétique	Augmenter le pouvoir lubrifiant	Oxyde d'éthylène, oxyde de propylène
Alcanolamine	Fournir une réserve d'alcalinité	Monoéthanolamine, triéthanolamine
Plastifiant	Améliorer la plasticité, la stabilité et l'homogénéité	Éther de glycol
Biocide	Réduire micro-organismes	Triazine, oxazolidine
Passivant des métaux	Protéger le métal nouvellement coupé de la corrosion	Triazole
Antimousse	Réduire la production de mousse	Alcool gras de longue chaîne de carbone
Inhibiteur de corrosion	Protéger la pièce et la machine	Sels aminés d'acides carboxyliques, sels aminés des acides boriques
Odorant	Esthétique	•
Colorant	Esthétique et identification	•

Le choix d'un FDC (entier ou aqueux) doit, bien sûr, répondre aux exigences techniques des procédés d'usinage. Afin d'éliminer les dangers à la source, la dangerosité des produits utilisés doit être prise en considération dans ce choix.

Pour cela, il faut :

- Obtenir la fiche de données de sécurité des FDC utilisés ;
- Connaître la composition du produit ainsi que les dangers des ingrédients et du produit ;
- S'assurer que les fluides aqueux choisis ne contiennent pas d'ingrédients qui permettent la formation des nitrosamines dangereux, tels que :
 - La diéthanolamine et la morpholine (certains additifs anticorrosion) ;
 - La triéthanolamine qui peut former de la diéthanolamine dans le fluide en utilisation^{vi} ;
 - Les nitrites et les nitrates : il est nécessaire dès lors de proscrire toutes sources de nitrites :
 - Ne pas utiliser d'eau de dilution chargée en nitrates ;
 - Choisir une huile sans amine secondaire ;
- Choisir des produits ayant un pH modéré (de l'ordre de 9) pour limiter le caractère irritant (suivre les directives de la fiche technique du fournisseur) ;
- Substituer les biocides libérateurs de formaldéhyde par des produits moins dangereux qui n'ont pas d'effets importants sur la santé des travailleurs.

5. Préparation et mélange d'un fluide de coupe aqueux

Le nombre de fabricants est élevé et les gammes de FDC, diversifiées. Il est important de retenir que les FDC devant être dilués requièrent des règles spécifiques concernant la préparation et les conditions d'utilisation. Il faut donc toujours se rapporter à la fiche technique ou au manuel du produit pour connaître la concentration idéale du fluide lorsqu'il doit être mélangé à l'eau et les étapes à suivre pour la préparation du mélange. Par exemple, un FDC peut exiger une eau dé-ionisée, un mélange dans un ratio précis (par exemple, quatre litres d'eau pour un litre de fluide concentré), etc. Le non respect des directives aura un impact sur la viscosité du FDC, réduira sa performance et augmentera le danger pour la santé, en favorisant le développement de bactéries ainsi que l'émission de contaminants cancérigènes dans l'air (comme les nitrosamines) autour du poste de travail.

5.1 Préparation du mélange initial

Pour la préparation du mélange initial, il incombe de connaître avec exactitude le volume total du réservoir. C'est à partir de ce volume que la recette sera calculée. En général, on doit toujours ajouter le fluide concentré à l'eau et non de l'eau au concentré puisque cette méthode ne permet pas au mélange de se faire convenablement, comme en font foi les images ci-dessous. Inverser la méthode d'ajout de FDC affecte son rendement et sa composition.

Concentré de FDC ajouté à l'eau



Crédit photo : Magnus

Le mélange est parfaitement soluble.

Eau ajoutée au concentré de FDC



Crédit photo : Magnus

Le mélange est presque insoluble.

5.2 Ajustement de la concentration et remplissage du réservoir

Que ce soit pour ajuster la concentration du FDC ou pour remplir le réservoir (aussi appelé topping »), chaque fabricant propose une démarche bien précise qu'il faut suivre à la lettre pour éviter d'avoir une dégradation rapide ou une contamination du FDC.

5.2.1 Ajuster la concentration

Lorsque les moyens de contrôle (présentés dans la prochaine section) confirment une concentration trop basse ou trop élevée des FDC, il faut suivre les indications du fabricant pour augmenter ou abaisser la concentration. Il faut donc consulter la fiche technique et les directives du fabricant. Comme le calcul de la recette pour ajuster la concentration d'un FDC dépend du volume occupé dans le réservoir, il est important que celui-ci soit exempt de particules métalliques. En effet, la présence de particules métalliques fausse le volume réel occupé par le FDC, ce qui fausse, à son tour, les proportions requises lors de la préparation du FDC de remplacement. Dans l'exemple illustré ci-dessous, l'on peut voir que la présence des particules fausse la quantité de FDC qui occupe un volume de 46 gallons au lieu de 60 gallons si le réservoir était exempt de particules. Si l'on prépare le mélange pour redresser la concentration en basant le calcul sur un volume de fluides de 60 gallons, on n'atteindra pas la concentration désirée, même en suivant la recette prescrite par le fabricant.



Crédit photo : Howmet-Arconic



Crédit photo : Howmet-Arconic

Ajustement de la concentration : réservoir exempt des particules métalliques

5.2.2 Remplir le réservoir

Une fois la plage de concentration optimale atteinte, il faut procéder à la préparation d'une autre recette de mélange à faible concentration pour remplir le réservoir au niveau maximal. On ne doit jamais remplir le réservoir juste avec de l'eau et encore moins ajouter de l'eau directement dans le réservoir. Un mélange à faible concentration doit être préparé dans des seaux et ensuite, on ajoute le FDC dilué dans le réservoir. Encore une fois, il faut suivre la recette du fabricant et calculer les proportions de chaque ingrédient en fonction du volume total à ajouter.

Voici les bonnes pratiques pour ajuster la concentration ou remplir le réservoir :

- Vidanger le réservoir (autant que possible) des particules métalliques présentes au fond ;
- Préparer le mélange eau-FDC dans des seaux et non directement dans le réservoir ;
- Graduer les seaux pour préparer les recettes avec précision ;
- Diluer le concentré de FDC dans chacun des seaux remplis d'eau en suivant la recette requise pour ajuster la concentration au pourcentage requis ;
- Pour remplir le réservoir, préparer un mélange dilué à faible concentration ;
- Utiliser de l'eau dé-ionisée. Une eau douce ou dure entraînera des complications (apparition de mousse, accumulation de résidus précipités, etc.).

À éviter :

- Mélanger de grandes quantités de FDC dilué ;
- Utiliser une eau contaminée ;
- Ajouter le FDC dans une machine contaminée (à moins que le fabricant n'autorise cette démarche, le nouveau FDC sera contaminé après 24 à 48 heures) ;
- Ajouter le FDC concentré directement dans le réservoir ;
- Ajouter l'eau directement dans le réservoir pour remplacer l'eau perdue par évaporation ;
- Utiliser le FDC au-delà de la durée de vie recommandée ;
- Afficher l'étiquette du lieu de travail et la date de préparation s'il y a lieu.

5.3 Contrôle automatisé des concentrations

Il est possible de munir les machines d'usinage d'un système de contrôle des concentrations de FDC. Des dosimètres peuvent mesurer en continu la concentration et ajuster, par dosage automatisé, la concentration du FDC. Un tel système assure une qualité optimale du FDC tout en réduisant les conditions pouvant favoriser le développement de bactéries.

6. Programme de maintenance et de contrôle de la qualité d'un fluide de coupe aqueux

La mise en place d'un programme de maintenance et de contrôle de la qualité permet de maintenir le FDC dans des conditions optimales pour l'usinage pour minimiser son impact sur la santé des travailleurs. Voici ce que doit contenir un tel programme. Outre les mesures présentées dans cette fiche, on s'assurera également de contrôler les autres risques présents. Mentionnons en particulier les risques mécaniques auxquels le travailleur pourrait être exposé lors de ses accès au réservoir.

6.1 Accès au réservoir

Il est essentiel que le travailleur puisse avoir accès au réservoir pour effectuer la vidange des particules métalliques avant la préparation des mélanges, afin d'ajuster la concentration ou le remplissage du réservoir. Il faut s'assurer d'avoir suffisamment d'espace libre autour de la machine pour pouvoir dégager le réservoir de la machine. L'effort requis pour déplacer le réservoir ne doit pas exposer le travailleur à un danger de blessure. Le volume du réservoir devrait être connu et affiché afin de faciliter le calcul des recettes pour la correction de la concentration et pour le remplissage.

6.2 Vérification visuelle

En dégageant le réservoir, le travailleur peut déjà effectuer une vérification visuelle du FDC et détecter la présence de problème (film huileux en surface, présence de mousse ou de particules flottantes, etc.). Le FDC a généralement une coloration laiteuse. Si l'on constate la présence d'un film brun foncé ou noir, c'est une indication qu'il y a présence d'une couche huileuse en surface. Cette couche nuit à l'oxygénation du FDC, ce qui favorisera le développement de bactéries. Des mesures doivent être mises en place pour retirer cette huile lorsqu'elle est présente et pour prévenir son accumulation dans le réservoir. Des appareils peuvent être installés (disque ou bande rotative avec système pour écumer l'huile) pour retirer le film d'huile en surface durant les opérations de la machine.

6.3 Mesure des concentrations du FDC

Chaque FDC présente une plage de concentration dans laquelle il doit être maintenu. En l'absence d'un dosimètre pour ajuster la concentration, il faut effectuer des lectures avec un réfractomètre pour identifier la concentration du FDC. La concentration du FDC varie au fil du temps pour diverses raisons, mais la principale est l'évaporation de l'eau. Plus l'eau s'évapore, plus la concentration du FDC augmente. L'ajout d'eau dans le réservoir, sans passer par la préparation d'une recette, peut réduire la concentration sous la limite recommandée.

Outre l'impact sur la performance de coupe, la dégradation des outils et l'accélération du processus de corrosion, une mauvaise concentration du FDC augmentera le risque pour la santé des travailleurs. En trop basse concentration, le FDC présentera des conditions favorables pour le développement de bactéries qui pourront se retrouver en suspension avec le brouillard généré lors de l'usinage et être respirées par le travailleur lorsqu'il ouvre la porte pour retirer la pièce après le cycle d'usinage. Une concentration trop élevée, quant à elle, favorisera l'apparition de mousse, ce qui réduira l'efficacité du FDC à maintenir et à contrôler la température générée par le frottement de l'outil. En plus d'affecter la qualité de l'usinage, une augmentation de la température favorisera la génération de nitrosamines lors de l'usinage (exposition à un produit cancérigène) et l'évaporation de l'eau, ce qui affectera, à son tour, la concentration du FDC.

6.4 Mesure du pH

Le pH du FDC doit être mesuré afin d'assurer une concentration optimale qui se situe généralement entre 8 et 9.5. Un pH trop bas (entre 4 et 8) est un indicateur qu'il y a prolifération bactériologique et contamination du FDC. Un pH élevé augmente le risque de développer des problèmes cutanés (dermatite, gerçures, etc.). Il est donc important d'inclure dans le programme de contrôle de qualité, une mesure du pH afin de s'assurer que l'on utilise le FDC dans sa plage optimale de pH.

6.5 Mesure des bactéries

Il existe des bandelettes que l'on trempe dans l'huile (à la façon des bandes de contrôle pour l'eau d'une piscine). Ces bandelettes sont par la suite insérées dans une boîte à température contrôlée pendant 48 à 72 heures. Au terme de cette période, l'on peut détecter s'il y a eu prolifération bactériologique et valider si la concentration est sous la limite permise ou s'il y a lieu d'entreprendre un protocole de décontamination. Certains fournisseurs d'huile offrent de faire ces tests.

6.5.1 Contrôle des micro-organismes

Tous les FDC mélangés avec de l'eau sont sujets au développement de micro-organismes. De nombreuses études ^{vii} ont fait la démonstration que plusieurs formes de bactéries ont été décelées dans des machines d'usinage dans plusieurs établissements. Certaines formes de bactéries présentent un risque pour la santé des travailleurs. Pour cette raison, il est essentiel de contrôler leur présence pour éviter une prolifération et une contamination majeure. Les facteurs suivants favorisent le développement des bactéries :

- l'usage d'un FDC à une mauvaise concentration ;
- la présence de corps gras en surface limitant l'oxygénation ;
- une machine à l'arrêt sur une période prolongée.

6.5.2 Que faire quand il y a contamination

Lorsque les moyens de contrôle confirment la présence d'une contamination bactériologique du FDC, il faut se rapporter aux directives du fabricant pour connaître la démarche à suivre afin de décontaminer la machine à usiner. Les étapes suivantes sont couramment recommandées :

- Vidanger complètement la machine de l'huile contaminée. Cette étape est souvent difficile à réaliser car de l'huile résiduelle demeure dans certaines canalisations de la machine ;
- Une fois vidangée, nettoyer la machine en utilisant le produit recommandé par le fabricant pour la décontaminer (biocide). Il est nécessaire de faire circuler le biocide dans toutes les canalisations afin d'éviter de laisser une quantité de FDC contaminé sans quoi, celui-ci risque de contaminer le nouveau FDC dans les 72 heures suivant le remplissage ;
- Ajuster la concentration du FDC, contrôler le PH et surveiller la présence d'huile en surface dans le réservoir. Réintégrer le programme de contrôle et surveiller la prolifération bactériologique sur de plus courtes périodes avant de prolonger les périodes entre les contrôles.

Certaines huiles en solution aqueuse ont des additifs intégrés qui rendent efficace le contrôle des bactéries. Le simple fait de rehausser la concentration suffit pour nettoyer la machine contaminée et faire disparaître les bactéries présentes.

6.6 Substitution

Les huiles miscibles dans l'eau sont susceptibles de se déstabiliser et d'entraîner des problèmes de fonctionnement et des problèmes de santé. Ces huiles nécessitent un programme de contrôle plus élaboré parce qu'elles sont davantage sujettes à se détériorer. Pour accroître la stabilité du FDC, l'on peut envisager remplacer celui-ci par une huile entière hautement raffinée (*neat oil*). Celle-ci est réputée être plus résistante au développement de bactéries et son entretien est grandement facilité parce qu'il ne nécessite pas de faire des préparations diluées.

S'il devient difficile de contrôler la qualité du FDC malgré la présence d'un programme d'entretien complet, la substitution de l'huile par un autre produit devrait être envisagé.

7. Entreposage et ergonomie

- Les conditions d'entreposage varient d'un produit à l'autre. Les FDC non miscibles dans l'eau ne doivent pas être exposés à l'eau et à l'humidité. Les produits solubles dans l'eau contiennent souvent de l'eau et doivent être protégés contre le risque de gel. L'exposition à la chaleur et au soleil est aussi déconseillée pour certains produits. Finalement, si l'on entrepose le FDC dans un grand réservoir muni d'un poste de distribution, il est important de contrôler la présence de bactéries dans le réservoir. Il importe donc de consulter la fiche technique et de suivre les recommandations du fabricant ;

- Les FDC sont souvent achetés en barils et leur manutention peut présenter des risques ergonomiques. Il importe de prévoir les équipements appropriés pour faciliter la manutention et le transfert du liquide du baril aux contenants de préparation (mélange de concentrés). Des équipements d'aide mécanique existent et ceux-ci peuvent contribuer à éliminer les dangers de blessures lors de la manutention de lourdes charges. L'utilisation d'accessoires pour le chariot élévateur peut être envisagée mais il faut s'assurer que la capacité du chariot élévateur le permet (la capacité des accessoires devra être indiquée sur la plaque signalétique le cas échéant) et qu'aucune opération n'est effectuée alors que du personnel est à proximité de la charge supportée par le chariot.
- Un système de captation et de récupération des brouillards de FDC doit aussi être utilisé conformément aux obligations du Règlement sur la santé et la sécurité du travail.

8. Gestion des déchets dangereux

- Les FDC ont une durée de vie précisée par le fabricant. Lorsque cette limite est atteinte ou suite à une contamination, il faut prévoir une gestion des huiles usées ou contaminées. Un lieu d'entreposage doit être prévu et des moyens doivent être mis en place pour faciliter la récupération de ces huiles par une firme externe agréée pour l'élimination des déchets ;
- Notons qu'il existe des appareils permettant de filtrer de façon très efficace les impuretés, ce qui peut permettre de prolonger la durée de vie du FDC. Toutefois, ce type de filtration ne contrôle pas et n'élimine pas la présence de bactéries. Cette solution ne doit donc pas être envisagée quand un FDC est contaminé ;
- Il faut tenir compte des métaux potentiellement toxiques pouvant s'être accumulés ;
- Il existe plusieurs méthodes de récupération – dont la plus traditionnelle est le traitement à l'acide pour casser l'émulsion afin de provoquer la séparation de l'huile et de l'eau – et des techniques d'évaporation. Les méthodes modernes utilisent des techniques d'ultrafiltration afin de réduire de manière significative le volume de déchets, généralement jusqu'à 90 %. Pour les solutions synthétiques, il faut une combinaison d'une ultrafiltration et d'une nanofiltration. Une méthode reconnue pour l'élimination est la distillation sous vide. Dans tous les cas, il faut consulter les autorités publiques locales en charge du traitement des eaux puisqu'il existe des variations régionales en matière de gestion des déchets.^{viii}

i Metal Working Fluids, Health hazards recognition, Control and Prevention, UAW, January 2012

ii BENNETT E.O. AND WHEELER H.O., Survival of bacteria in cutting oil, Appl. Microbiol., 1954 Nov; 2(6): 368-371

iii Fluides de coupe et cancers, Les mardis de Fernand Widal, METRANEP, avril 2017

iv Réduction de la contamination bactérienne des fluides de coupe solubles, R-655, IRSST, 2010

v What you need to know about Occupational Exposure to Metalworking Fluids, NIOSH, Publication No. 98-11, march 1998.

vi Prévention des risques chimiques causés par les fluides de coupe dans les activités d'usinage des métaux, Recommandation R.451, Comité technique national des industries de la métallurgie, 1^{re} édition, Mai 2011.

vii Voir notamment : Travailleurs exposés aux fluides de coupe de métaux, R-677, IRSST, 2011

viii Le guide Q8Oils « Fluides d'usinage des métaux », Mai 2016





asfetm.com



ASFETM

Association sectorielle
Fabrication d'équipement
de transport et de machines

*Un organisme paritaire en
santé et sécurité du travail*

3565, rue Jarry Est, Bureau 202
Montréal (Québec) H1Z 4K6
Téléphone : 514 729-6961 • 1 888 527-3386
Télécopieur : 514 729-8628
www.asfetm.com • info@asfetm.com