

## **Traitement du brouillard d'huile dans l'air ambiant de l'atelier d'usinage de pièces métalliques (analyse gravimétrique)**

### **Préambule.**

L'opération de traitement décrite dans la présente note est réalisée dans un atelier tenu volontairement clos, afin de « conserver » au mieux la concentration du brouillard d'huile contenu dans l'air ambiant.

Les machines-outils en fonctionnement n'utilisent que des émulsions aqueuses de coupe pour le refroidissement et la lubrification de l'outil.

Le but du traitement est de vérifier l'oxydation du brouillard d'huile contenu dans l'air ambiant de l'atelier, sous formes vapeurs et/ou de micelles généralement estimées à un diamètre compris entre 0,2 et 5 $\mu$ m (microns), sachant que *l'oxydation des micelles concernées est évidemment plus marquée sur les particules les plus fines*, de par leur plus grande surface spécifique par rapport à leur poids.

Le traitement ne fait appel à aucun rajout de produit chimique ; il s'agit uniquement d'une réaction catalytique au sein de l'eau du réseau en circulation sur une cartouche capable de générer des espèces réactives de l'oxygène (ROS).

### ***Description du matériel utilisé.***

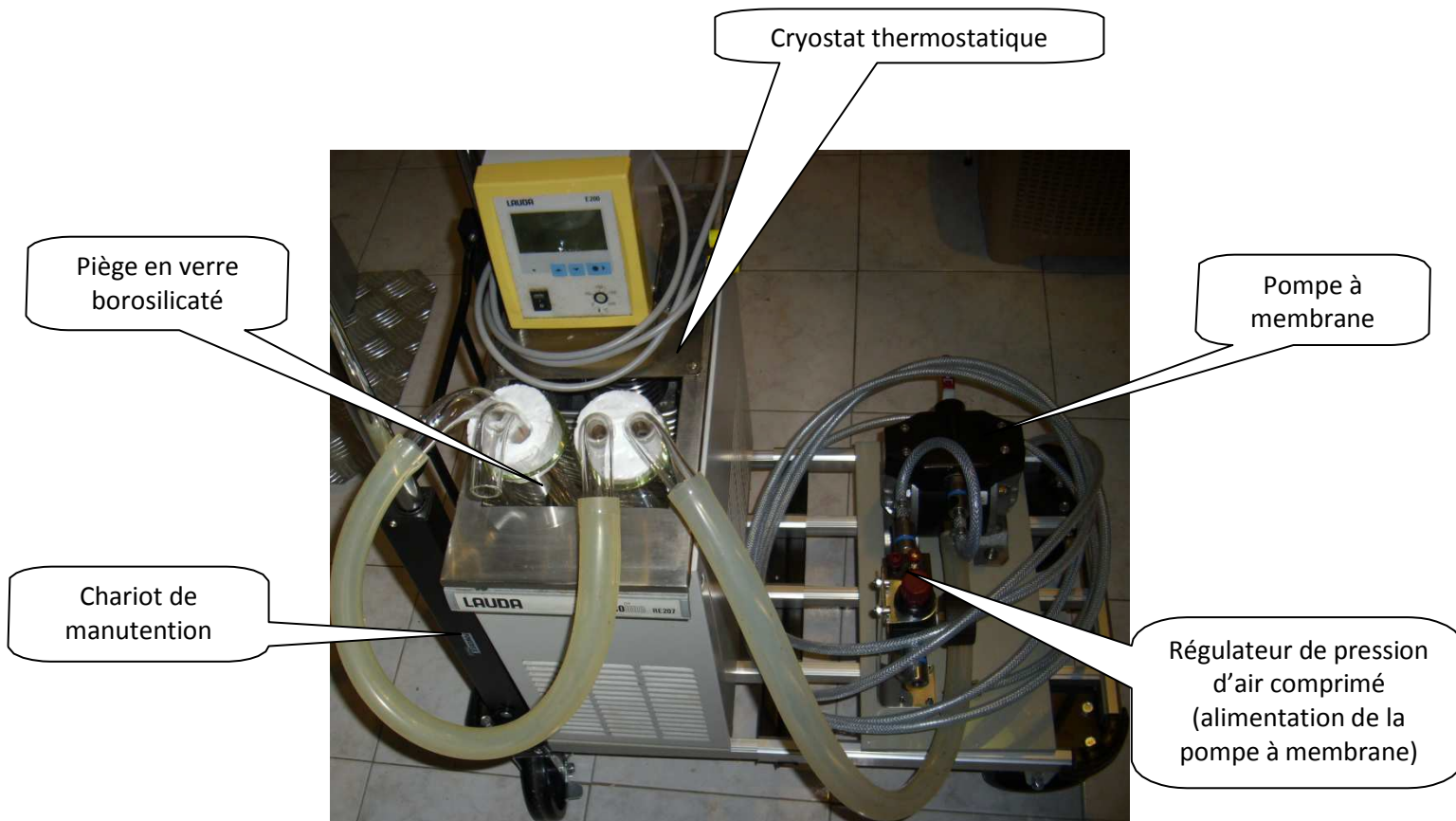
#### ***1)-Appareil de piégeage du brouillard d'huile.***

Le matériel est conçu pour piéger simultanément la phase particulaire et la phase vapeur, rassemblées sous le nom d'aérosols.

Une pompe à membrane aspire et véhicule l'air au travers de deux pièges en verre borosilicaté montés en série et refroidis dans un bain cryogénique thermostaté à -35°C.

La pompe à membrane (en téflon) est alimentée par de l'air comprimé, disponible dans tout atelier d'usinage des métaux.

Le type de pompe choisie autorise une alimentation en air comprimé pouvant contenir des aérosols aqueux ou huileux, sans nuire au bon fonctionnement de celle-ci.



Le débit d'air est mesuré à l'aspiration de la pompe et à la sortie du deuxième piège cryogénique monté en série, à l'aide d'un anémomètre ; les deux débits identiques (pour des tubulures de section rigoureusement analogues), permettent de confirmer l'absence totale de fuite sur le circuit d'air véhiculé au travers de l'appareil.

La capacité volumique de la membrane de la pompe est de  $30\text{cm}^3/\text{impulsion}$ .

## 2)- Humidificateur.

L'appareil lambda utilisé possède un réservoir d'eau dans sa partie basse, dans lequel un tambour équipé d'une mousse synthétique « absorbante » se déplace en rotation lente lui permettant d'être humidifié en permanence.

Un ventilateur situé sur le dos de l'appareil entraîne les micelles d'eau dans un flux d'air de  $800\text{ m}^3/\text{heure}$  en franchissant le média chargé de mousse synthétique précité, par la partie haute de l'appareil.

L'appareil est équipé d'un hygromètre intégré qui a été réglé, pour l'opération décrite dans la présente note, au maximum de l'humidité relative « affichable » sur le matériel, afin de travailler dans un flux aqueux continu durant toute la phase de traitement.



### Caractéristiques techniques

Humidification à 21°C 30% H.R.	2,5L/h
Sortie d'air orientable	oui
Puissance électrique	53W
Vitesse de ventilation	2
Débit d'air en petite vitesse	350m <sup>3</sup> /h
Débit d'air en grande vitesse	800m <sup>3</sup> /h
Alimentation électrique	230V (Ph+N)
Régulation	Avec hygromètre réglable
Roulettes	4
Redémarrage automatique après coupure électrique	oui
Niveau sonore à 1m	29dBa / 42 dBa
Capacité du réservoir d'eau	34 litres

### 3)- Opération de traitement de l'air ambiant en atelier d'usinage.

L'opération de traitement du brouillard d'huile dans l'air ambiant de l'atelier concerné d'usinage de pièces métalliques, avec un fluide de coupe sous forme d'émulsion, est décomposée en deux phases :

- témoin par piégeage cryogénique des particules et aérosols « normalement » contenus dans l'air ambiant lors des conditions effectives de travail ;
- traitement et piégeage cryogénique des particules et aérosols contenus dans l'air ambiant durant l'humidification fonctionnelle par oxydation des organiques, essentiellement du type huile en suspension sous forme de micelles et/ou sous forme vapeur.

Chaque phase de prélèvement est maintenue durant 3 heures.

Le débit d'air ambiant aspiré pour chaque phase est de 478,5 litres/heure, soit 1435 litres sur 3 heures [ou 4,5 impulsions/seconde de 0,03litre (30 cm<sup>3</sup>) chacune de la pompe à membrane].

La vitesse du déplacement d'air est de 0,6 mètre seconde (m/s) dans les tubulures, et de 0,035 m/s dans les pièges cryogéniques montés en série ; il en résulte que le piège monté en aval (second piège en fin du circuit de traitement), ne contient que quelques traces de résidus organiques vérifiés à l'exploitation gravimétrique lors des opérations d'extraction en laboratoire.

La phase de traitement, -pour l'opération concernée-, consiste en l'humidification des locaux, à raison d'un débit d'air humidifié de 800 m<sup>3</sup>/h pour une quantité d'eau émise sous forme de micelles de 2,5 litre/h.

L'eau dispensée dans l'air ambiant est véhiculée en circuit fermé à l'aide d'une micro pompe sur une charge catalytique de 100 cm<sup>3</sup> avec un débit (d'eau du réservoir de l'humidificateur) de 200 litres/heure, avec formation de radicaux OH° oxydants obtenus en milieu aqueux, -de courte durée de vie-, du contact d'un matériau carboné à forte surface spécifique et d'un métal de très haute pureté greffé dans les micro pores de la structure/support minérale.

Le volume de l'atelier traité est de 1200m<sup>3</sup>, soit un brassage horaire des deux tiers du volume concerné.

Tout comme le prélèvement du témoin, celui de l'air traité par humidification fonctionnelle dure 3 heures également.

L'humidité relative (HR) du lieu de l'opération ne varie pratiquement pas entre le début du prélèvement témoin (31%), et la fin du prélèvement dit «d'humidification» (32%).

En fin d'opération, les pièges en verre borosilicatés sont retirés du bain cryogénique à -35°C, fermés étanche, et dégazés par intermittence durant leur remontée en température à l'ambiance.

Ces pièges sont au nombre de 4 : 2 pièges pour l'opération témoin, et 2 pièges pour l'opération d'humidification du milieu ambiant.

Les 2 prélèvements sont réalisés le même jour.

Ils sont enfin transportés jusqu'au laboratoire d'analyses rigoureusement fermés.

#### 4)- Etude gravimétrique en laboratoire des produits piégés.

##### a)- Extraction du piègeat témoin.

Les 2 pièges en verre borosilicaté du prélèvement témoin sont lavés au dichlorométhane (CAS 75-09-2) pour analyses, sous forte agitation magnétique avec un barreau téflon, durant 5 minutes pour chaque extraction des organiques par le solvant chloré.

Nombre de lavages/extractions : 3

Chaque extraction fait l'objet d'une séparation en ampoule à décanter ; la phase aqueuse, entraînée mécaniquement par la masse de dichlorométhane, est séparée de la phase organique.

Les produits des 3 extractions précitées sont réunis, donnant :

- une phase aqueuse,
- une phase organique.

Phase aqueuse : séchage en étuve sous vide à 20°C durant 3 minutes sous une pression de 0,45 mbar\* pour l'élimination du dichlorométhane dissout (solubilité dans l'eau à 20°C : 13g/litre).

Poids obtenu : 1,558 g d'eau.

Phase organique (extraction au dichlorométhane) : celle-ci est évaporée à 35°C sous flux d'azote à 15 litres/heure, puis séchée en étuve sous vide à 20°C durant 3 minutes sous une pression de 0,45 mbar\* pour l'élimination des traces de dichlorométhane.

**Poids de résidu obtenu : 58 mg.**

##### b)- Extraction du piègeat après humidification.

Les 2 pièges en verre borosilicaté du prélèvement après humidification sont, - comme pour le témoin-, lavés au dichlorométhane (CAS 75-09-2) pour analyses, sous forte agitation magnétique avec un barreau téflon, durant 5 minutes pour chaque extraction des organiques par le solvant chloré.

Nombre de lavages/extractions : 3

Chaque extraction fait l'objet d'une séparation en ampoule à décanter ; la phase aqueuse, entraînée mécaniquement par la masse de dichlorométhane également, est séparée de la phase organique.

Les produits des 3 extractions précitées sont réunis, donnant :

- une phase aqueuse,
- une phase organique.

Phase aqueuse : séchage en étuve sous vide à 20°C durant 3 minutes sous une pression de 0,45 mbar\* pour l'élimination du dichlorométhane dissout (solubilité dans l'eau à 20°C : 13g/litre).

Poids obtenu : 1,550 g d'eau.

Phase organique (extraction au dichlorométhane) : la phase organique est évaporée à 35°C sous flux d'azote à 15 litres/heure, puis séchée en étuve sous vide à 20°C durant 3 minutes sous une pression de 0,45 mbar\* pour l'élimination des traces de dichlorométhane.

*\*Point d'ébullition du dichlorométhane : 40°C sous 1013mbar.*

**Poids de résidu obtenu : 6 mg.**

5)- *Commentaires.*

On remarque tout d'abord que la quantité d'eau extraite au prélèvement témoin est identique à celle du prélèvement après humidification à quelques milligrammes près (8mg), soit une différence de poids de 0,5%, acceptable pour ce type d'extraction en milieu organique, sachant que ce  $\Delta$ , quant-à son interprétation scientifique, est secondaire au but recherché, à savoir l'extraction et la quantification des organiques en suspension dans l'air ambiant, et notamment de l'huile sous forme d'aérosols et/ou vapeurs dans le cas présent.

On constate aussi que la quantité d'organiques résiduels extraits est inférieure après humidification de l'air, (comparativement à celle des organiques résiduels extraits avant humidification), **sachant que cette dernière est rendue possible (concernant l'intégrité de la santé du personnel)de par l'absence de prolifération bactérienne en présence de l'aérosol également bactéricide,- issu de la charge catalytique qui équipe l'humidificateur utilisé-, émis dans l'air ambiant.**

L'abattement de la phase organique dans l'air ambiant de l'atelier d'usinage des métaux dans lequel est réalisée l'opération précédemment décrite, est de 89,65%, pour une durée de traitement volontairement limitée à 3 heures.
---

Cette opération nous amène à déduire que l'huile sous forme de micelles et/ou en phase vapeur est oxydée de par la forte surface spécifique offerte à l'oxydation aérienne par les radicaux libres (oxydants) mentionnés plus haut, et émis en quantité infinitésimale par l'aérosol aqueux issu de l'humidificateur concerné, **sachant qu'à une concentration identique ou en tout cas voisine, l'oxydation de masse de la matière organique, en bain d'huile par exemple ou en émulsion, est inexistante.**

Réf. 12091-1