

FICHE TECHNIQUE

Le nettoyage aux ultrasons

En préambule, et au risque de décevoir, je vais détruire un mythe : on ne peut malheureusement pas tout nettoyer avec un bac à ultrasons.

En pratique, on ne va pouvoir nettoyer que les matériaux durs ; les matériaux mous ne présentent que peu d'aptitude au nettoyage par ultrasons.

Cet article comporte 5 parties :

- la nature des ultrasons ;
- les énergies de surface et les tensions interfaciales ;
- la formation des microbulles ;
- l'action des microbulles ;
- les caractéristiques d'un bon bac à ultrasons.

La nature des ultrasons :

Ce sont des ondes dont la fréquence est supérieure à 20 kHz (20 000 Hz), c'est à dire que l'onde vibre au moins 20 000 fois par seconde ; ultra, car au dessus des fréquences audibles pour l'homme ; à l'inverse en dessous de 20 Hz, on parlera d'infra-sons.

Ce n'est pas parce qu'on n'entend pas les ultra- et infra- sons qu'on ne les perçoit pas ; il peut arriver qu'on ressente une impression de mal-être lors d'un nettoyage, mais rassurez vous, ça n'est pas grave ; il suffit d'éteindre la source d'ultrasons pour que cette impression disparaisse.

Dans un bac à ultrasons, ces ondes sont générées pas un transducteur, sorte de haut-parleur spécialisé dans les hautes fréquences.

Ces ondes vont se propager dans l'eau contenue dans le bac ; l'eau étant incompressible (dans les conditions de pression atmosphérique normales), toute matière mouillée par l'eau va donc se mettre à vibrer.

Les énergies de surface et les tensions interfaciales :

Pour que le nettoyage soit efficace, il faut donc que la matière soit en contact avec l'eau.

Les pièces mécaniques que l'on souhaite nettoyer (par exemple les carburateurs) sont le plus souvent très grasses, et possèdent de nombreux conduits qui peuvent s'avérer très fins.

Nous savons tous que l'eau ne fait pas bon ménage avec les matières grasses, car leurs énergies de surface ne sont pas compatibles.

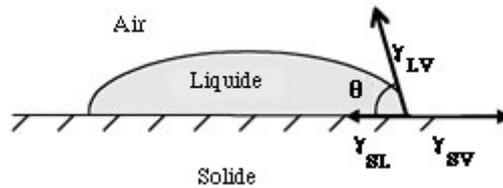
Rappelons quelques notions de physique :

Énergie de surface : Dans la masse d'un liquide ou d'un solide, chaque molécule subit des forces d'attraction de la part des molécules voisines. Ces forces agissent dans toutes les directions et équilibrent ainsi l'atome ou la molécule.

Cependant, en surface, les atomes ou les molécules ne subissent des forces d'attraction que vers les côtés et l'intérieur. Ces molécules tendent donc à rentrer à l'intérieur du liquide ou du solide, même si toutes ne le peuvent pas. A l'équilibre, la surface du liquide ou du solide est donc la plus réduite possible.

Tension interfaciale : La notion de tension superficielle se réfère à l'énergie de surface d'un liquide ou d'un solide en présence d'air. Cependant, cette surface peut se trouver en présence d'un (ou de plusieurs) autre(s) corps (solides ou liquides, par exemple). On parle alors de "tension interfaciale", puisque les propriétés de surface du matériau correspondent en fait à celles de son interface avec l'autre (ou les autres) corps en présence.

L'étalement d'une goutte de liquide sur une surface solide parfaitement lisse constitue un cas typique où la tension interfaciale intervient :

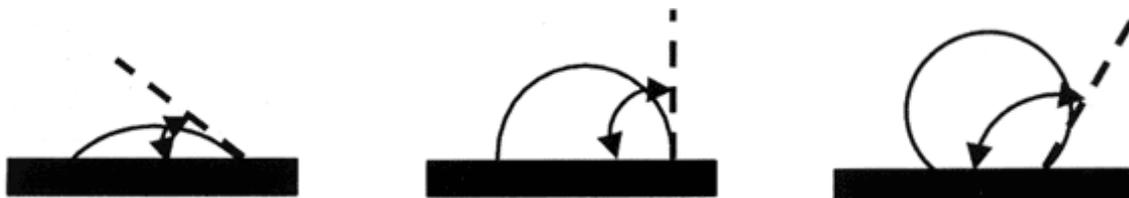


Un liquide mouillera facilement un solide si ce dernier possède une énergie de surface plus élevée que celle du liquide. En effet, l'adhésion du liquide à la surface du solide sera alors supérieure à la cohésion du liquide.

Cas pratique N°1 :

Déposons une goutte d'eau dans une poêle en tôle : la goutte va s'étaler, car son énergie de surface est inférieure à celle du métal de la poêle.

Déposons une autre goutte d'eau dans une poêle à revêtement antiadhésif : la goutte va se mettre en boule, car son énergie de surface est supérieure à celle du revêtement de la poêle.



Énergie de surface élevée :
angle de contact $< 90^\circ$
Mouillabilité importantes.

Énergie de surface moyenne :
angle de contact 90°
Mouillabilité limitée.

Énergie de surface faible :
Angle de contact $> 90^\circ$
Pas de mouillabilité.

Cas pratique N°2 :

Qui n'a jamais pesté contre un torchon qui n'arrive pas à essuyer la vaisselle ou contre un drap de bain qui ne fait qu'étaler l'eau sur la peau ?

Dans les 2 cas, le fautif est l'assouplissant que l'on a mis dans la machine à laver ; ce produit abaisse l'énergie de surface du tissu, l'eau se met en boule dessus et il n'absorbe plus rien (d'où sa douceur, n'absorbant pas l'eau, il ne colle pas à la peau ; on ne peut pas tout avoir). Vous connaissez maintenant la consigne pour la prochaine tournée de linge, soit on assouplit et on n'essuiera rien, soit on n'assouplit pas et la corvée de vaisselle n'en sera plus une.

Pour en revenir au nettoyage de notre carburateur, il va donc falloir trouver un moyen pour que l'eau puisse mouiller toutes les parties qui ont une énergie de surface moins élevée que celle de l'eau.

Pour ce faire, on peut abaisser l'énergie de surface de l'eau en utilisant par exemple de l'alcool ; malheureusement l'alcool s'évapore très vite (durabilité limitée) et est peu efficace avec les matières grasses minérales.

Nous allons donc utiliser les grands moyens, à savoir les produits tensioactifs ; rassurez-vous, c'est en vente libre, sous les marques Mr. Propre, Vigor, etc., pour ne citer que les plus connus, ou tout simplement du produit vaisselle.

L'eau additivée de tensioactifs va maintenant pouvoir mouiller tous les conduits, et comme ces produits sont en plus de bons dégraissants, le carburateur ressortira tout propre.

Pulvériser du nettoyant à carburateur en bombe sur les surfaces et dans les conduits, et en laissant agir quelques minutes avant le bain aux ultrasons améliorera encore le process.

La formation des microbulles :

Les ondes ultrasonores émises par le transducteur vont créer dans l'eau des compressions et décompressions très rapides ; l'eau étant par nature incompressible, lors de la phase de dépression, on va voir apparaître de petites bulles dues au phénomène de cavitation (le même qui se produit sur une hélice de bateau) ; l'eau ne pouvant ni se comprimer, ni se décompresser, va se transformer localement en bulles de vapeur ; ces bulles vont s'effondrer sur elles même et implorer lorsque la

pression devient trop faible ; ces implosions libèrent une énergie importante, la durée de l'implosion est très courte (1 microseconde) et la vitesse de l'implosion très élevée (100m/sec soit 360 km/h).

La taille des bulles est directement fonction de la fréquence des ultrasons, plus la fréquence est faible, plus les bulles sont grosses ; et plus les bulles sont grosses, plus leur effondrement va générer d'énergie.

La température du bain joue un rôle non négligeable dans le phénomène de cavitation :

- d'une part la pression de vapeur saturante de l'eau va augmenter, facilitant la création de bulles ;
- d'autre part l'augmentation de température génère une baisse de la viscosité du liquide de qui facilite le déplacement des molécules et amplifie la cavitation.

Néanmoins, il est déconseillé de dépasser 50-60°C

N'hésitez pas à changer l'eau du bac entre 2 nettoyages : en effet, les gaz dissous en trop grande quantité dans l'eau peuvent rentrer dans les bulles, équilibrer les pressions et empêcher l'implosion.

L'action des microbulles

Ce sont donc ces implosions qui vont assurer le nettoyage, en cassant littéralement la matière.

Revers de la médaille, elles ne font pas la différence entre les vieux vernis et oxydes à la surface de l'alliage du carburateur, et l'alliage lui-même... Un carburateur en mauvais état avec un alliage dégradé (par exemple zamac (alliage de zinc, aluminium, magnésium et parfois cuivre) des années 50-60 dont le zinc contient trop d'impuretés, on parle alors de *peste du zinc*) pourra ressortir du nettoyage en plus mauvais état qu'il n'y est rentré.

Nous avons vu que la fréquence génère la taille des bulles, plus elle est faible, plus les bulles sont grosses, et inversement ; de grosses bulles nettoient mieux, mais dégradent aussi les surfaces.

De 25kHz à 40kHz, on observe un retrait continu de particules, et un possible endommagement des matériaux ; c'est pour cette raison que les bacs à ultrasons grand public sont généralement réglés à la fréquence de 42 kHz, ce qui est un très bon compromis puissance de nettoyage/respect des matériaux.

Il est fortement déconseillé de nettoyer plus de 10 minutes d'affilée ; le transducteur peut s'échauffer de manière excessive, et les pièces se dégrader. Généralement, le temps maximum d'utilisation des appareils est de 480 secondes, soit 8 minutes.

Le positionnement des pièces dans le bac est primordial ; elles ne doivent jamais être en contact avec le fond de la cuve sous peine d'endommager le transducteur, et être maintenues au sein du liquide ; il est donc impératif de les mettre dans le bac plastique (qui comporte des pieds) fourni avec l'appareil.

Idéalement, la pièce doit être totalement immergée dans l'eau ; un bac trop petit dans lequel la pièce ne rentre pas complètement donnera des résultats moyens, même en retournant régulièrement la pièce ; privilégiez donc les bacs de capacité conséquente ; 2,5 litres permet de nettoyer des pièces de bonne taille.

Toujours remplir le bac jusqu'au repère maximum (attention au volume de la pièce à nettoyer).

Ne jamais utiliser de solvants comme l'essence ou l'acétone (risque d'explosion et d'intoxication) ni d'acides ou de soude (destruction de la cuve inox, intoxication) à la place de l'eau.

Les caractéristiques d'un bon bac à ultrasons :

Volume : 2,5 litres

Fréquence : 42 kHz

Chauffage (débrayable) à 50-60°C

Puissance : 170W soit environ 30W/l de puissance ultrasonique.

Cuve inox.