

ANTIFOULING ULTRASONIQUE

Je viens de poser sur Chtit Luma (Biloup 9m) un système électronique d'antifouling qui fonctionne en émettant des ultrasons.

Pourquoi ce choix ?

Il y a deux raisons principales qui sont très liées. La raison écologique, c'est que si le système ne garantit pas une coque immaculée pour toujours (aucun système ne fait cela), il retarde, voire empêche la prolifération des algues et coquillages. Grâce à cet effet, les sorties d'eau et les séances de grattage et peinture peuvent être largement espacées. D'où la deuxième raison, économique celle-là, car vu le prix de revient d'une sortie, nettoyage, mise en peinture d'une ou deux couches d'antifouling et remise à l'eau, le seul fait d'espacer les sorties de deux ans au lieu d'un fait que le système se paie tout seul dès la première année. Et je ne désespère pas de voir l'espacement s'allonger donc le retour sur investissement devenir de plus en plus profitable.

Comment ça marche ?

Ces systèmes fabriquent artificiellement un phénomène local et microscopique de cavitation. Le dit phénomène est mieux connu appliqué aux hélices. Voici une hélice victime de cavitation :



Lorsqu'une hélice ne fonctionne pas dans des conditions optimales, par erreur de calcul ou de dimensionnement par exemple, des vides se forment sur la face avant et/ou arrière de l'hélice. Ces vides sont engendrés par des successions rapides de variations de pressions au niveau local. Naturellement, le vide n'ayant pas sa place dans le milieu marin, il se comble

extrêmement brutalement à travers un phénomène d'implosion. La force de ce phénomène est telle qu'il est capable d'arracher des particules de métal à la surface de l'hélice. Les dommages visibles sur la photo résultent d'une combinaison d'enlèvement de métal et de corrosion conséquentielle.

Bien entendu, les effets de la cavitation à cette échelle sont sans aucune commune mesure avec celle que l'on veut utiliser dans le système anti-algues. Ils sont cependant similaires.

On va produire une cavitation acoustique grâce aux variations de pression déclenchées par des trains de vibrations ultrasoniques. Les ondes acoustiques se propagent dans le liquide sous forme de cycles alternant hautes et basses pressions. Les hautes pressions sont appelées « compressions » et les basses pressions sont appelées « raréfactions ».

Durant les cycles de raréfaction, les ondes acoustiques forment des bulles microscopiques de vide. Puis, à l'arrivée des trains de compression, les bulles microscopiques implosent (ou cavitent), déclenchant des zones de très forte pression et température, à l'échelle microscopique. Hey, ne vous attendez pas à voir des bulles venir de sous la coque.

Comme les fréquences d'émission sont sous forme de trains d'ondes à des fréquences variant de 20 à 200 KHz, les implosions se produisent à un rythme de 20.000 à 200.000 fois par seconde en produisant quelques millions de bulles d'implosion.

Très bien, on voit comment ça marche mais où sont les effets ?

La haute compressibilité des bulles implosives signifie qu'une quantité considérable d'énergie est dispersée par les ultrasons. Ce dégagement d'énergie possède les propriétés recherchées.

Elles dérangent ou détruisent les algues microscopiques et les micro-organismes et/ou les stérilisent. Elles possèdent un effet « nettoyant » microscopique capable de casser des solides et sont également utilisées dans des processus de nettoyage et de stérilisation.

Comment est-ce construit ?

Le secret de fabrication de chaque producteur réside dans l'algorithme qui met les trains d'ondes en séquence. Hélas, tous ne sont pas à la même enseigne en fonction des efforts de recherche et développement qu'ils ont mis en œuvre. Il faut que les fréquences soient aussi bien choisies, sachant que de toute façon, ce sont des trains d'ondes à fréquence variable qui sont émis. Il y a adaptation de chaque fréquence aux divers micro-organismes tous n'étant pas également sensibles à chaque fréquence. Le spectre de 20 à 200 KHz semble faire l'unanimité.

Ce fonctionnement n'est possible que grâce aux technologies numériques. Les débuts de ce principe d'antifouling ont été marqués par des déceptions parce que les systèmes alors analogiques ne pouvaient maîtriser qu'une fréquence à la fois ou bien atteignaient alors des prix exorbitants et des dimensions monstrueuses par rapport à nos petits voiliers.

Quels sont les éléments du système ?

Un ou plusieurs émetteurs sont en contact avec la coque et envoient les trains d'onde sous le contrôle d'un boîtier électronique qui contient les circuits de commande, de contrôle et de surveillance du système. L'algorithme choisi par le fabricant est piloté par un microprocesseur.

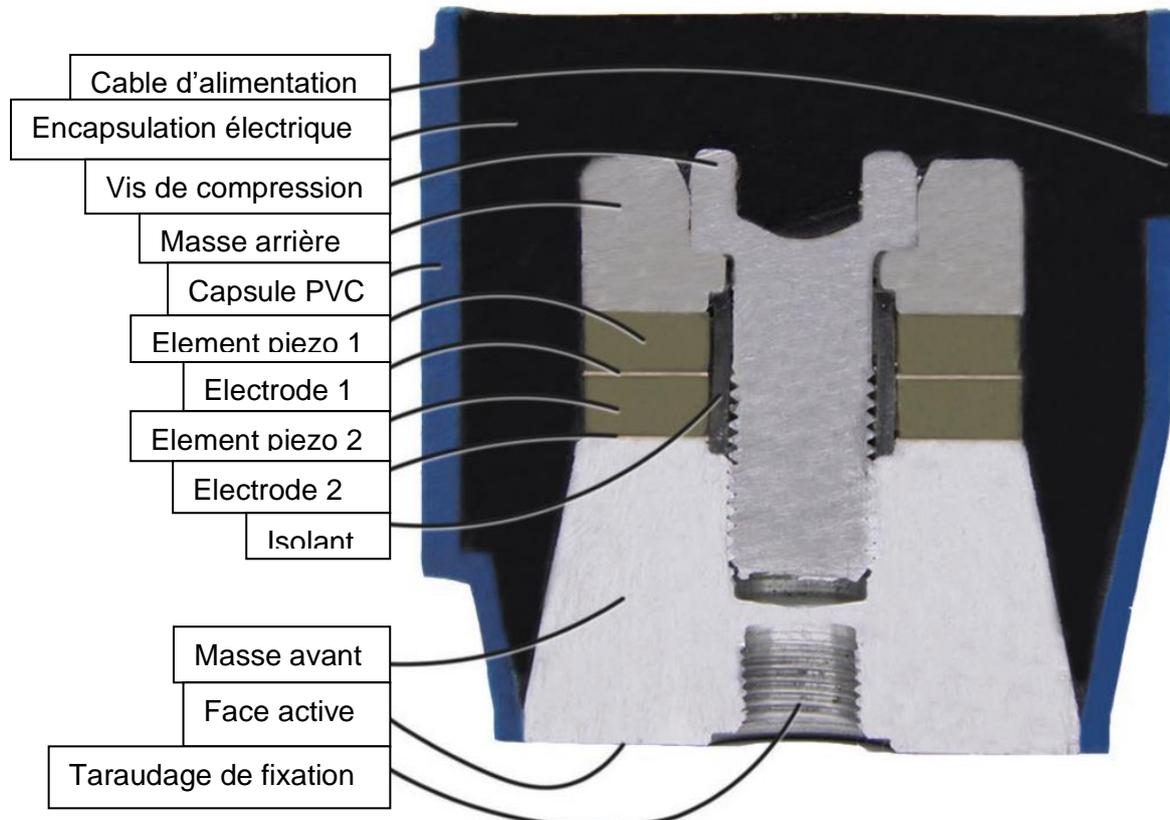
Voici une vue du type que j'ai installé :



Note: Image displays HULLSONIC20 Kit Contents.

On y voit le boîtier de commande, les deux émetteurs de coque (les cylindres verts), des socles en alu (jaune) à coller sur la coque à l'aide de la colle époxy bi-composant pour métal. Les émetteurs sont ensuite fixés sur les socles en les vissant. Le tube rouge est un mastic-colle à interposer entre les socles et les émetteurs afin de parfaire la continuité de transmission des trains d'ondes de l'émetteur à la coque. Enfin, trois câbles sont fournis (deux pour les jonctions boîtier – émetteurs et un pour alimenter le système en 12V) ainsi qu'un porte-fusible.

Voici une vue en coupe d'un émetteur :



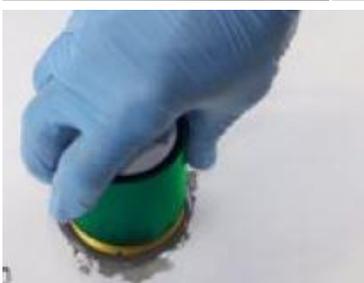
Et maintenant, la pose.

Avant tout, il faut être conscient de la consommation électrique de ce système. Il ne peut être efficace que s'il fonctionne H24 tant que le bateau est à l'eau car les micro-organismes ne connaissent pas le repos dans leur frénésie de colonisation.

Le système consomme 220 mAh par émetteur installé, boîtier de contrôle inclus, soit pour mon système à deux émetteurs $220 \times 2 = 440$ mAh multiplié par 24h égale 10,56 ampères heure par jour à sortir du parc batterie. A ce train là, une batterie de 110 Ah au plomb sera fichue en cinq jours, d'où la nécessité d'un approvisionnement électrique extérieur ou intérieur au moyen de panneau solaire et/ou d'éolienne, la combinaison des deux étant la plus susceptible de produire H24. Sans cela, mieux vaut passer son chemin.

Voici la séquence de pose :

- Détermination de la position des émetteurs,
- Décapage de la surface de collage jusqu'au matériau nu,
- Nettoyage et dégraissage sérieux à l'acétone,
- Collage des socles avec l'époxy bi-composant,
- Vissage des émetteurs avec interposition du mastic-colle (le tube rouge),
- Dépliage et pose du câblage et enfin pose du module de contrôle.



En ce qui concerne le positionnement des émetteurs, il y a quelques impératifs.

- Les dépliant des fabricants sont tous d'accord pour ne pas les monter sur l'axe longitudinal du bateau. Au moment où j'écris ceci, la raison n'est pas encore claire.
- Ils doivent être posés à au moins 30 cm d'un obstacle à la propagation des impulsions. Ces obstacles sont par exemple des cloisons, des réservoirs, des renforts, des varangues, du tableau arrière, bref tout ce qui est trop rigide pour faciliter la dite propagation, incluant la ou les quilles.
- Ils ne doivent pas être montés sur un plancher, un faux plancher ou à un endroit où la coque est composée de matériau en sandwich, quels qu'en soient les matériaux.
- Ils ne doivent pas se trouver à moins de 30 cm de la sonde de vitesse ou de profondeur, sous peine de possibles indications erratiques voire perdues.
- Il faut éviter que les câbles de liaison avec le boîtier de commande cheminent dans le même conduit que celui d'installations facilement perturbables telles que VHF, radar, voies de communication inter-instruments. Dans le doute, mieux vaut tester le fonctionnement de tous ces appareils avant de refermer le câblage. Si les câbles doivent se croiser, cela doit se faire à angle droit.

Pour conclure, il faut répondre à la question « est-ce que ça marche vraiment ? »

En effet, les forums sont divisés sur la question. Cependant, il y a une quantité de raisons pour lesquelles ça peut ne pas marcher et je vous en fais une liste que j'aimerais la plus exhaustive possible. C'est comme un moteur qui a bien plus de raisons de s'arrêter que de fonctionner.

1. La technologie. Depuis 2010 environ, des études sérieuses ont été accomplies et les fabricants en ont tiré beaucoup d'enseignement, surtout en ce qui concerne les fréquences, le dessin des trains d'onde, etc. On peut donc affirmer qu'il ne faut acheter que des systèmes conçus après 2013-2014, de technologie numérique, multifréquence et piloté par microprocesseur.
2. Le matériau sur lequel les émetteurs sont collés doit être suffisamment dur et homogène mais permettre aux trains d'onde de se propager. Reportez vous aux précautions de position ci-dessus. Le polyester qui nous concerne sur les Biloups doit être exempt de bulles ou de défauts de stratification, par exemple avec des manques de résine et des zones à l'imprégnation douteuse. Là, on est obligé d'avoir une confiance aveugle en notre constructeur préféré.
3. La qualité du collage des émetteurs. Durant la pose, les points essentiels sont le décapage qui doit livrer une surface de coque plane et atteindre le matériau nu, la propreté de toutes les surfaces à encoller, donc chiffon et acétone. Pour le collage, il faut que la couche de colle époxy bi-composant soit très homogène, c'est-à-dire sans bulle aucune. Cela se passe au moment d'étaler la colle sur le socle et non sur la coque et l'application en place à l'aide de petits mouvements tournants, de manière à bien chasser tout l'air qui pourrait être emprisonné entre socle et coque. C'est une condition très sévère. Même chose pour le mastic-colle interposé entre le socle et l'émetteur.
4. Le nombre d'émetteurs. Un émetteur moderne est donné pour un rayon d'action de 5 m environ. Il en découle qu'un seul émetteur est nécessaire pour

un bateau de 10 m. Pour des raisons de marketing, les vendeurs proposent des solutions a minima qui peuvent s'avérer insuffisantes et décevoir les propriétaires. La tactique consiste à ne pas choisir un système où un seul émetteur est contrôlé mais deux, même si le deuxième n'est pas installé. Il existe aussi des systèmes capables de 4 émetteurs, mais pour des raisons de stratégie, je préfère deux systèmes de deux émetteurs car si un tombe en panne, on ne perd pas la totalité de l'efficacité. Il ne faut pas se faire d'illusion : la maîtrise totale de la propagation des ultrasons à travers une coque n'est pas accessible de façon précise, même aux plus grands labos de recherche. Dans le cas des biquilles, il semble que les fabricants ne savent pas dire exactement combien d'émetteurs il faut, ceci est dû à la présence des quilles dont on ne sait pas trop de quelle façon elles pourraient faire obstacle à la propagation. J'ai même eu une réponse avec six émetteurs, soit comme sur un Yacht à moteur de 50 m. Je vais donc faire mon expérience avec deux émetteurs et voir ce qu'il convient de faire après une année. Mais je n'ai pas de cas de conscience si je dois rajouter un système. Encore une fois, les économies de peinture et de manutentions auront déjà fait leur effet.

Voici à quoi ça ressemble sur le Chtit Luma, avant les finitions. Un émetteur dans une cabine arrière babord et l'autre à l'avant de la quille tribord.



Il ne reste plus qu'à attendre les résultats concrets dans quelque mois. D'ici là, bons bricolages à tous.

Gérard Baletaud
Biloup 9 Chtit Luma