



GT Environnement UNAN 56- document n°1

NOTIONS FONDAMENTALES SUR LES PEINTURES SOUS-MARINES ANTI-SALISSURES

Rédigé avec l'enrichissante contribution de Mireille Dénéchaud, présidente de la commission « environnement » du CSNPSN (conseil supérieur de la navigation de plaisance et des sports nautiques).

Ce document donne des précisions :

- *sur le mode d'action des revêtements anti-salissures, (antifouling) selon qu'ils contiennent ou non des biocides*
- *la réglementation qui encadre leur élaboration et leur mise sur le marché.*

Il renseigne sur le processus de développement des salissures marines.

Dans le cas des antifouling à matrices dures contenant des biocides et dans celui des revêtements anti salissures sans utilisation de biocide, il insiste sur l'intérêt des nettoyages fréquents qui augmentent la durée d'efficacité du traitement antisalissure

Il fait remarquer que la confusion actuelle entre nettoyage et carénage ne favorise pas l'essor des solutions moins impactantes pour l'environnement (et souvent plus onéreuses) qui demandent de fréquents nettoyages à l'éponge ou « brosse » légère ».

PREAMBULE

Il existe deux grandes catégories de peintures anti-salissures ou antifoulings, (encrassement se dit fouling en anglais), celles qui intègrent un ou des biocides et celles qui ont des propriétés anti-adhérentes à priori exemptes de produits actifs sur l'environnement. On trouve entre ces deux familles des produits antisalissures qui allient les 2 modes d'action de l'une et de l'autre de ces deux premières catégories.

Une nécessité.

- La propreté des coques est une nécessité, elle assure la qualité de la glisse et la vitesse des bateaux, avec une incidence directe sur la sécurité. En plus, sur les navires à moteur, elle est facteur d'économie de carburant et limite l'usure des moteurs
- L'usage des antifoulings à biocides est un remède à la dispersion d'espèces invasives véhiculées par les coques, (l'entrée dans certains pays est sous tendue à l'application récente de peintures contenant des biocides sur les coques des navires visiteurs).

I) PEINTURES ANTI-SALISSURES (ANTIFOULINGS) CONTENANT DES BIOCIDES

Elles étaient initialement gérées par la DIRECTIVE européenne 98/8 CE régissant l'ensemble des produits biocides, le TP21 traitant spécifiquement des anti-fouling. Cette directive a été abrogée, pour être remplacée par le règlement (UE) no 528/2012 du Parlement européen et du Conseil du 22 mai 2012 concernant la mise à disposition sur le marché et l'utilisation des produits biocides, paru au journal officiel de l'Europe du 27 juin 2012, ayant valeur de loi pour l'ensemble des états membres. Ce règlement reprend le texte de la directive, et sa date de mise en application est septembre 2013.

I.1) La réglementation

- **L'esprit de la réglementation** est de contrôler les biocides utilisés au sein de l'UE tout en permettant aux pays qui le souhaitent d'opter pour une législation plus restrictive si des spécificités l'imposent.
- selon la loi, un traitement anti-salissures peut tomber sous le coup de la réglementation antifouling ou non selon son mode d'action. La loi réglemente les antifouling lorsque ceux-ci empêchent chimiquement l'installation d'éléments vivants. Bien que ce soient des antifouling, les procédés antisalissures qui jouent sur les propriétés physiques (ex : anti-adhérences par effet de glisse) ne sont pas classés dans les antifouling soumis à réglementation, car ils ne sont (à priori) pas nocifs pour la mer.
- Une liste de biocides temporairement autorisés en Europe a été établie. Parmi ceux qui restent encore légalement utilisables à ce jour, 90% sont des composés de cuivre le plus souvent accompagnés de co-biocides autorisés.

- Les 2 niveaux de la réglementation

Niveau 1 (les règlements européens)

Tous les biocides déclarés par les fabricants, **une trentaine de molécules**, ont fait ou font encore l'objet d'une étude complète éco toxicologique suivie d'une décision d'autorisation sous conditions restrictives ou d'interdiction prise au niveau Européen.

- Une **vingtaine de molécules** a déjà été évaluée totalement. Toutes sont devenues interdites d'utilisation dans les peintures anti-salissures, (ce qui explique en partie pourquoi les antifouling contenant des biocides sont moins performants).

- Une **dizaine de molécules** est toujours en cours d'évaluation. Certaines tombent déjà sous le coup d'interdictions totales dans d'autres domaines, mais elles restent temporairement utilisées dans les anti-fouling jusqu'à la fin de leur évaluation par les laboratoires.

Tout biocide non déclaré est bien sûr interdit d'emploi.

Niveau 2 (les applications au niveau de l'entreprise de fabrication et des revendeurs)

- La mise sur le marché d'un antifouling fait l'objet d'une autorisation (AMM, autorisation de mise sur le marché) exactement comme pour les produits médicamenteux dangereux et réglementés. Une AMM implique de respecter strictement une formulation déposée, établie, officielle et validée. Elle implique aussi de régler des droits d'AMM (coûteux). Les formulations sont différentes en fonction des couleurs, des types de support, (aluminium, acier, polyester...), chacune fait l'objet d'une AMM spécifique

- Le non respect de ces règles implique la mise en responsabilité directe de l'ensemble des acteurs de la filière : les producteurs et surtout les revendeurs.

I.2) Antifouling érodables et antifouling à matrices dures

Les pollutions générées par les antifouling contenant des biocides sont de 2 types : dispersion dans le milieu marin du liant, souvent chimique et d'origine pétrolière, **ET** dispersion des principes actifs (biocides).

Antifouling érodables et à matrices dures diffèrent par leur mode d'action.

I.2.1) Les **antifouling érodables** sont composés d'une matrice qui se dégrade en continu en libérant liant et biocides dans l'eau. Ce mécanisme est accéléré lorsque le bateau avance ou lorsqu'il est au mouillage dans une zone de courant. Le taux initial de relargage (*ou libération*) des biocides est important et décroît dans le temps. La durée d'efficacité impose une couche de peinture épaisse puisqu'elle diminue au fil du temps.

I.2.2) Dans les **antifouling à matrices dures**, les biocides sont inclus dans le liant qui ne se dissout pas dans l'eau. Ces antifouling agissent par les biocides de surface: ils sont progressivement régénérés et remplacés par les biocides inclus dans la couche de liant en migrant vers l'extérieur. Le relargage est mieux maîtrisé pour rester au dessus du seuil d'efficacité pendant la durée de vie de l'antifouling.

Un nettoyage léger régulier permet de raviver les qualités antifouling de ces peintures. Il ne s'agit pas d'une pollution supplémentaire puisque la couche superficielle ne contient plus de biocides actifs, seuls les biocides déjà relargués en surface seront balayés par un coup de brosse léger ou une éponge

Un cas particulier, les copper coat

Du cuivre pur à 98% [hyper dosé,] est emprisonné dans une résine. L'activation se fait en mettant en contact avec l'eau le cuivre de surface, qui se transforme progressivement en oxyde cuivreux. Le mode de fonctionnement est alors assez similaire à celui des anti-fouling traditionnels. Ces revêtements sont appliqués en couches épaisses et restent efficaces pendant plusieurs années sous réserve de nettoyages réguliers et, lorsqu'ils se recouvrent de sels de cuivre verts, de frottages au «grattons» pour mettre une nouvelle couche de cuivre non oxydée au contact de l'eau. Leur efficacité est très grande au début d'utilisation avec, cependant, un relargage initial très fort et d'autres importants à chaque frottage.

I 3) Lixiviation. Le graphique du relargage permet de comparer l'évolution du taux de relargage des biocides en fonction du type d'anti-fouling utilisé. **(VOIR Annexe 1- Lixiviation)**- Un relargage excessif « pollue » inutilement. Les antifouling « classiques » distribués pour la plaisance sont dosés pour rester efficaces pendant une année d'utilisation, au grand maximum. Certains, d'un coût moins élevé, ne sont efficaces que 3 ou 4 mois (durée de navigation pour des usagers "estivaux").

II) PEINTURES ANTI-SALISSURE SANS UTILISATION DE BIOCIDES

Plus la coque est lisse plus le passage dans l'eau est facilité. Des régatiers, sur ce principe, passent leur carène au graphite, à la graisse (ex : lanoline). Parallèlement, plusieurs fabricants ont développé ce concept en mettant au point des revêtements lisses, sans biocides, sur lesquelles les salissures ne « crochent » pas ou peu.

Surtout utilisés par les régatiers, également par des plaisanciers soucieux de ne pas diffuser de biocides dans le milieu marin, ces revêtements nécessitent des nettoyages plus ou moins fréquents selon les produits utilisés et les lieux de navigation.

II.1) Les revêtements à base de silicone :

Ce revêtement est efficace et actuellement testé sur les supertanker ou bateaux de passagers qui naviguent beaucoup et vite. Pour des bateaux de plaisance qui naviguent occasionnellement, la coque nécessite des nettoyages répétés. L'utilisation de ces produits reste contraignante : pose sous cocon, grande difficultés à déposer le traitement pour l'entretien de la coque, film très sensible aux éraflures et fragile.

Très peu d'études objectives sur les silicones et l'impact environnemental sur le milieu marin ont été menées. On ignore donc s'ils ont un effet nocif sur le milieu naturel

II.2) les revêtements à base de graphite : s'ils ne sont pas « chargés » en biocides, ils n'empêchent pas la salissure mais ils se nettoient facilement à l'aide d'un coup d'éponge ou d'un léger coup de brosse.

II.3) Les peintures ou revêtements à base de corps gras et paraffine. Un principe de base découvert fortuitement sur des épaves de la dernière guerre restées « propres » malgré de longues années d'immersion.

II.4) Plus précisément, les perspectives de certaines marques.

Plusieurs marques explorent des pistes pour réaliser des protections anti-salissures « respectueuses de l'environnement ». Notons plus particulièrement :

- **Nautix**, société bretonne qui cherche à remplacer les constituants pétrochimiques par des polymères biodégradables, en s'inspirant des défenses naturelles des organismes marins [micro algues]. Pour ce faire, l'entreprise travaille en étroite collaboration avec l'UBS (Université de Bretagne Sud). Mais, confie les responsables de cette structure : « les peintures ne sont pas encore dans le pot ! ».

La gamme actuelle propose déjà une peinture anti-adhérence au téflon (non chargée en biocide). Elle demande, bien sûr, des nettoyages très fréquents.

Seawax, qui commercialise « *un revêtement antisalissure de nouvelle génération réalisé totalement en émulsion aqueuse, ne contenant aucun biocide cuivreux ni solvant organique nocif pour l'environnement aquatique et pour la santé humaine, un revêtement antisalissure "physique" grâce à ses propriétés anti-adhérentes et auto nettoyante* », (voir § II 3). Une présentation séduisante. De plus en plus de plaisanciers et de professionnels adoptent ce produit innovant, ce qui permettra des « retours » nombreux intéressants à analyser.

II.5) Une conclusion.

Chaque antifouling, qu'il soit chargé en biocide ou qu'il ne le soit pas, a souvent sa spécificité par rapport à une palette de propriétés. Un même, un antifouling à l'efficacité médiocre en Atlantique NE peut s'avérer très efficace aux Antilles et vice versa, (température de l'eau, type d'invasion végétale ou animale...). Le bouche à oreille permet souvent de choisir le revêtement le plus adapté aux lieux de navigation et de mouillage.

Tous les traitements demandent des nettoyages réguliers. Au plaisancier de faire son choix en fonction de ses convictions, de son porte monnaie,..., et de la réglementation en vigueur. A ce sujet, il faut prendre conscience que la confusion actuelle entre nettoyage et carénage ne favorisera pas l'essor des solutions moins impactantes (et souvent plus onéreuses) qui demandent de fréquents coups d'éponge ou de brosse » légère ».

III) Processus de développement des salissures marines

Très rapidement après la mise à l'eau apparaît une couche de gras : le biofilm ou **SLIME**, en anglais. Elle correspond au micro fouling, colonisation primaire par des bactéries larves et micro algues (i.e. diatomées). Si les biocides sont performants ces espèces meurent, le bio film prend une teinte brune. C'est la première étape de la salissure avec :

- une perte d'efficacité de l'anti-fouling puisque les biocides largués diffusent moins bien à travers cette couche organique.

- une couche composée de ces micro organismes et de leurs rejets organiques qui constitue un excellent substrat pour la fixation d'espèces plus grosses comme les algues ou les mollusques, c'est le début du macro fouling, (voir ANNEXE 2- Source : D. Haras, UBS). Celui-ci résiste beaucoup mieux aux biocides que le micro fouling. A ce stade une action extérieure est nécessaire pour se débarrasser des salissures (grattage, jet sous pression,...)

- Au stade du SLIME, un **NETTOYAGE** léger de la coque à l'éponge ou brosse légère est donc intéressant, il s'impose même :

- sur les carènes non peintes ou traitées avec des protections anti-adhérentes, et,

- dans le **cas des coques traitées avec des antifoulings à matrices dures**, puisque :

- il retarde le processus de macro salissures,
- il réactive l'efficacité de l'anti-fouling par l'élimination du bio film,
- il préserve la durée d'efficacité de l'antifouling car seuls les biocides déjà relargués en surface seront éliminés lors du nettoyage.

• **Mais ce nettoyage est à proscrire pour les antifoulings érodables** puisque :

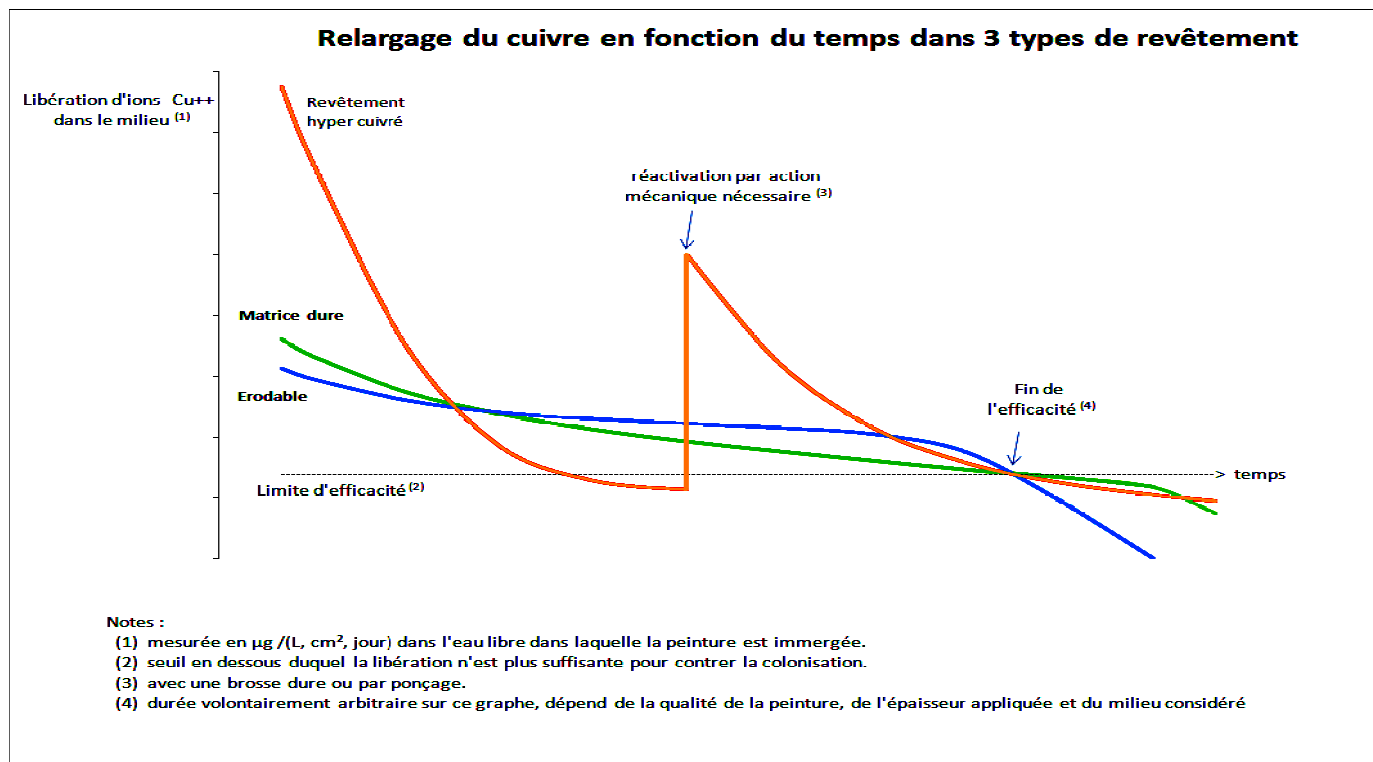
- cela active la dégradation de la peinture ce qui crée une pollution évidente (rejets de liant d'origine chimique et biocides)
- cela provoque un pic de relargage inutile puisque des biocides qui étaient alors enfermés, (donc qui diffusaient lentement), se retrouvent à la surface et sortent rapidement. La peinture va perdre en durée de vie

IV) ANNEXES- Les 2 annexes ci dessous reviennent sur :

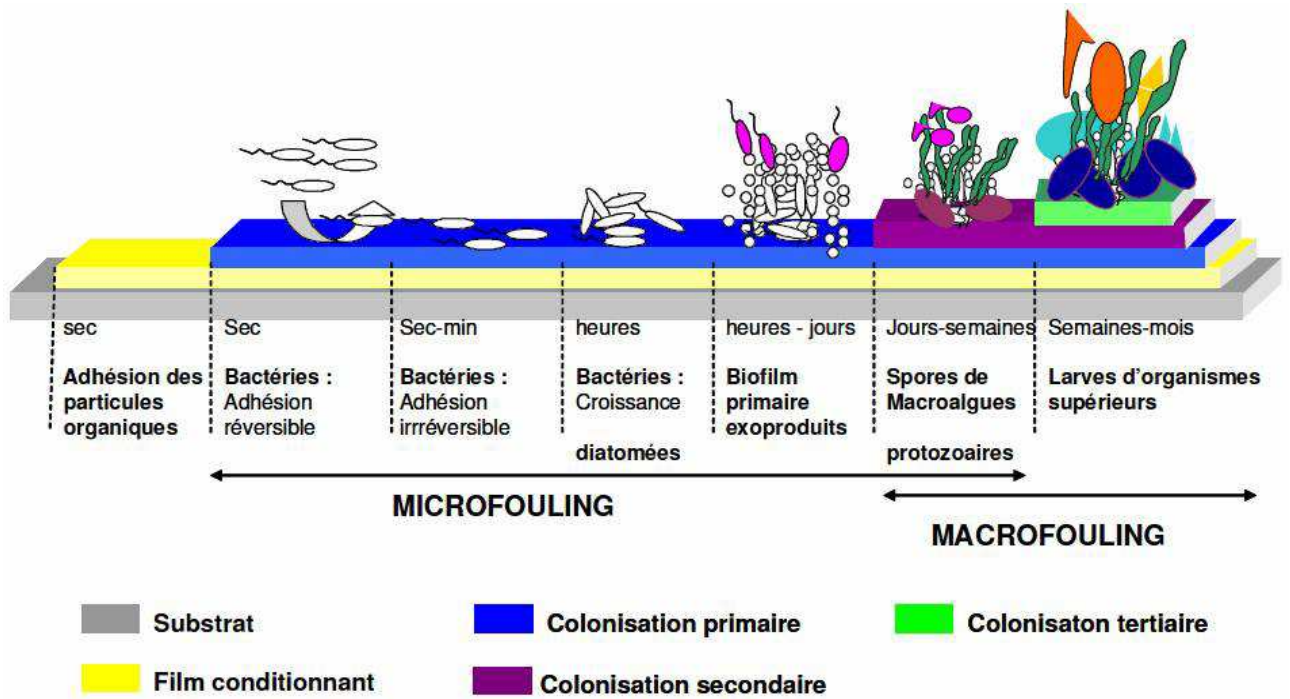
- le largage du cuivre en fonction du temps pour 3 types de revêtements, ANNEXE 1
- le processus de développement des salissures marines, ANNEXE 2

1)ANNEXE 1 – LIXIVIATION, relargage du cuivre en fonction du temps dans les 3 types de revêtements évoqués ci-dessus

Pour être efficace, sans libération exagérée de biocide, les graphes doivent se situer au dessus de la limite d'efficacité en fonction du temps (axe horizontal)



2) ANNEXE 2- processus de développement des salissures marines



Processus de développement des salissures marines.

GT Environnement UNAN 56- document n°2

LISTE NON EXHAUSTIVE DE SOLUTIONS ENVISAGEABLES POUR MAINTENIR PROPRE LES OEUVRES VIVES DES NAVIRES

Ce document:

- *rappelle la recommandation du CNSP relative à l'entretien des coques de bateaux et en propose une rédaction légèrement modifiée*
- *sous entend que le lecteur fait bien la différence entre nettoyage et carénage*
- *recense les solutions les plus couramment utilisées pour maintenir propres les carènes*
- *évalue les avantages et inconvénients de chacune, tant pour l'utilisateur que pour l'environnement*

I Remarques préalables.

-1). Document à lire de préférence après lecture de « GT environnement UNAN 56- document n°1 - NOTIONS FONDAMENTALES SUR LES PEINTURES SOUS-MARINES ANTI-SALISSURES »

-2). Dans la partie environnementale de son rapport "Nautisme et Environnement"-novembre 2009-chap 2-3-1, le Conseil Supérieur de la Navigation de Plaisance et des Sports Nautiques (CSNP-SN) auquel participe l'UNAN a bien différencié 3 niveaux de travaux liés à l'entretien des coques des bateaux.

Nous pensons qu'il faut tenir compte de la nature de l'antifouling utilisé et en proposons la rédaction légèrement modifiée ci-dessous.

Les 3 niveaux de l'entretien des coques de bateaux

- **1. le nettoyage à l'éponge, brosse souple ou au jet à faible pression (tuyau sur robinet sans compresseur)**
- **2. le gommage de la couche superficielle, à haute pression,**
- **3. le ponçage ou décapage par sablage ou appareil électrique**

Gommage, ponçage et décapage sont des opérations impactantes sur le milieu qui entrent dans le cadre d'un grand carénage, elles nécessitent des équipements adaptés.

« *Sauf dans le cas des coques traitées avec des antifoulings érodables, le nettoyage régulier de la partie immergée s'avère intéressant pour se débarrasser du bio film (SLIME), qui constitue la première étape de la salissure. Il limite la pollution (dans le cas des antifoulings à matrice dure, seuls les biocides déjà relargués en surface sont balayés) .et préserve la durée d'efficacité du traitement antisalissure ».*

Un nettoyage régulier est même une impérative nécessité pour tous les antifoulings « nouvelle génération » qui ne contiennent pas de biocide.

Un nettoyage peut s'effectuer au mouillage, sur des aires appropriées ou occasionnellement sur l'estran. »

-3). Des brosses avec manches articulés et des robots sont commercialisés pour opérer des nettoyages à flot. Des sociétés agréées offrent ce service. Actuellement certains ports s'équipent de ce matériel. Il est d'un coût accessible aux associations, cela permet d'imaginer une mutualisation d'usage entre les membres. Chez nous la pratique de ces outils est encore balbutiante, mais elle est déjà très développées dans certains pays.

-4). Lors de la réunion du groupe de travail « Activités Nautiques et Accès à la Mer » du 22 mai 2014 à Vannes, les représentants de l'UNAN56 ont demandé que dans la version 2016 du SMVM :

- apparaisse bien la différence entre nettoyage et carénage
- soit mentionnée la possibilité de créer des sites de nettoyage en complément des aires de carénage

II Coque non protégée, nettoyage régulier à l'éponge ou au jet sous faible pression

	avantages	Inconvénients
Rem : sur bateau polyester laque d'étanchéité souhaitable pour éviter l'osmose	-Aucun impact sur l'environnement si ce n'est le rejet de dépôts organiques naturels	- contrainte d'un nettoyage régulier - une réglementation qui, pour l'instant, a du mal à faire la différence entre nettoyage et carénage - à éviter sur les bateaux de voyage qui peuvent devenir vecteurs dans l'introduction d'organismes indésirables ou invasifs d'un milieu à un autre

III Traitements par peintures antifouling contenant des biocides.

Remarques préalables.

Mis à part les copper coat, ces peintures sont conçues pour rester efficaces pendant la durée d'une saison de navigation (c'est-à-dire moins de 12 mois)

Quelques conseils : soigner la préparation de la surface, adopter un antifouling adapté à sa zone de navigation et au type d'utilisation du bateau, respecter scrupuleusement les conseils opératoires donnés par le fabricant, en général 2 couches sont nécessaires, une couche supplémentaire au niveau de la flottaison où la photosynthèse est maximum...

Si elle est conseillé, ne pas oublier de passer une couche primaire Ces peintures sont chargées en biocide, leur composition fortement réglementée. Il faut respecter les consignes de sécurité lors de leur application

Types	avantages	Inconvénients
Matrices dures	<ul style="list-style-type: none"> - supportent un nettoyage. Il peut-être est nécessaire pour réactiver le rôle des biocides lorsque se développe le « SLIM » - traitement très répandu, le bouche à oreille permet de choisir le produit adapté à son mouillage et son type de navigation ‘ 	<ul style="list-style-type: none"> - contrainte d’un nettoyage régulier - surcouches qui nécessitent des grattages complets de la coque au bout de quelques années dans le cadre d’un carénage « en chantier »
Les « érodables »	<ul style="list-style-type: none"> - carènes autonettoyantes au mouillage en zones de courant et quand le bateau navigue - un coup de jet sous pression « en chantier » suffit pour retrouver une carène prête pour une nouvelle peinture 	<ul style="list-style-type: none"> - rejette de façon continue des biocides et des molécules du liant dans l’environnement - ne supporte pas de nettoyage même léger
Les « semi érodables »	<ul style="list-style-type: none"> - carène propre - résiste à des vitesses plus élevées que les « érodables » 	Idem
Peinture au téflon ou graphite chargée de biocide	<ul style="list-style-type: none"> - bonne glisse, - nettoyage facilité par le côté « glisse » du téflon - micro couche, pas de surcouchage au fil des ans 	<ul style="list-style-type: none"> - nécessite de très fréquents nettoyages - pour certains produits, sablage indispensable avant de passer d’autres types de revêtement
Les « copper coat ». Il s’agit de poudre de cuivre pur fixée dans des résines polyester ou époxy suivant les produits	<ul style="list-style-type: none"> - biocide : le cuivre, mais ne contient aucun <u>co-biocide</u> - efficacité théorique pendant plusieurs années, ne nécessite donc pas de sur-couchage annuel. 	<ul style="list-style-type: none"> - contrainte d’un nettoyage régulier - ponçage nécessaire (en aire de carénage) pour ramener le cuivre en surface. Cela provoque des pics de relargage très important - mises en œuvre onéreuse et parfois délicate - risque de corrosion des hélice / anodes, non applicable sur bateau alu.

IV revêtements anti adhérents ne contenant pas de biocides

Agissent en exploitant les propriétés physiques de leurs composants. En principe non impactant sur l’environnement. Il s’agit de nouvelles technologies ce qui explique la difficulté à mesurer leurs réels avantages et inconvénients

Types	avantages	Inconvénients
Revêtement silicone Procédé basé sur la technologie des élastomères au silicone. Les organismes	Bonne glisse. Adapté aux bateaux qui naviguent beaucoup et à vitesse élevée	<ul style="list-style-type: none"> - coût - contrainte d’un nettoyage régulier mais faible résistance à l’abrasion

ont de grandes difficultés à adhérer sur la surface très lisse.		<ul style="list-style-type: none"> - application très difficile, voire polluante si opérée dans de mauvaises conditions - film fragile. Délaminages observés sur des navires en déplacement (voir CSPSN), pollution à long terme dans la mer. - non compatible avec des échouages fréquents - manque d'information objective sur l'impact des silicones dans l'environnement marin.
Revêtement SEAWAX	De tous, « présenté » sans doute comme le plus respectueux pour l'environnement	<ul style="list-style-type: none"> - manque d'information sur la formule - manque de recul pour évaluer : les besoins de nettoyage, les qualités anti salissures, les qualités mécaniques et son impact réel sur l'environnement
Proposé par différentes sociétés : l'adhésif pour remplacer la peinture	Nouveauté qui reste à découvrir	

V Protection par ultrasons.

Les commentaires des utilisateurs sont très partagés

<p>Voir CSNPSN : « A certaines fréquences les ultrasons ont une action sur le développement des micro-organismes marins,... » Des systèmes ont été mis sur le marché pour la protection des coques des navires de plaisance.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - simple à installer - bon marché si acheté en Kit 	<ul style="list-style-type: none"> - Voir CSNPSN - « efficacité serait limitée à environ 60 jours et le système provoquerait des résonances néfastes à la structure de la coque des navires. » - interrogations sur l'influence des ondes ultrasonores dans le milieu marin - consommation d'énergie électrique - certaines fréquences sont à la limite des ondes audibles et nécessitent de débrancher l'appareil dans les marinas - l'utilisation en parallèle d'un antifouling est recommandée.
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

VI Le Pare fouling

Il s'agit tout simplement d'installer sur la partie immergée de la coque une sorte de bâche-liner, suspendue au moyen d'oeillets au garde corps par des boots.

- Mise en œuvre compliquée pour l'enlever et l'installer)
- Inadapté pour les zones de courant et les bateaux amarrés sur corps morts
- Mise en place délicate pour les bateaux à voile
- En marina, problème du stockage pendant la navigation

VII En conclusion,

Nous reprenons ce qui a été écrit dans « GT Environnement UNAN 56- document n°1 » :

Sauf pour les revêtements érodables qui ne le supportent pas, tous les traitements demandent des nettoyages réguliers. Au plaisancier de faire son choix en fonction de ses convictions, de son porte monnaie,..., et de la réglementation en vigueur. A ce sujet, il faut prendre conscience que la confusion actuelle de certains entre nettoyage et carénage ne favorisera pas l'essor des solutions moins impactantes (et souvent plus onéreuses) qui demandent de fréquents coups d'éponge ou de brosse » légère ».