

## **60 – CONTRÔLE DE LA MÂTURE**

**La technique des gréeurs est vieille comme les bateaux ; elle s'est développée par essais et erreurs. S'il existe un domaine où le bon sens est plus utile que les mathématiques, c'est bien celui-là.**

Voilà ce que disait, bien avant l'introduction des normes CE pour la construction des navires de plaisance, le grand architecte naval Francis HERRESCHOFF, à propos des espars : Pour lui, la seule façon de progresser dans ce domaine était d'oublier les mathématiques et d'étudier comment sont faits les gréements qui ont prouvé leur réussite.

Une preuve évidente de la justesse de cette approche se retrouve dans l'anecdote de la réalisation par un grand gréeur d'un des mâts pour le navigateur Eric TABARLY. L'espar calculé par le bureau d'ingénieurs s'est rompu en navigation. Les calculs ont été repris par une école professionnelle française qui décréta que la compression prévue initialement était trop faible. On a donc reconstruit plus gros et parallèlement on a posé des jauges de contraintes un peu partout dans la mâture.

L'utilisation ultérieure montra que, dans les efforts dynamiques de la navigation par gros temps, les contraintes étaient finalement doubles de celles recalculées par le bureau de la Royale, pourtant à grand renforts de spécialistes.

### **Un bref rappel**

#### **01 Mât et gréement**

Un mât est destiné à supporter la voilure, donc à résister aux efforts transmis sur les voiles. Pierre GUTELLE, dans son livre « l'architecture du voilier » décrit avec soin comment les voiles développent une portance qui peut se décomposer en une force propulsive, orientée vers l'avant et une force transversale qui tend à faire gîter le bateau.

#### **02 Les efforts**

Les forces engendrées par les voiles sont des efforts de tension, sur la mâture, sur les drisses et sur les écoutes. On les décompose généralement sur deux plans : le longitudinal et le transversal.

L'action du vent dans la grand-voile engendre des efforts qui se traduisent par une compression dans le mât et les barres de flèche, une tension dans les haubans. Ce même vent dans la voile d'avant entraîne une tension sur l'étau qui se traduit par une compression supplémentaire en tête de mât, se répercutant aussi sur les barres de flèche. A noter que la présence d'un pataras ou de bastaques tend aussi à augmenter la compression sur l'espar.

On sait que la composante de gîte rappelée au point précédent est exactement compensée par le couple de redressement du voilier (autrement, il continuerait à prendre de la bande ou il se redresserait).

Il peut donc être dit que les efforts auxquels est soumise la mâture correspondent au moment de redressement maximum du navire.

Par ailleurs, la traction dans les haubans ainsi que la compression sur le mât sont d'autant plus faibles que la distance entre le pied de mât et la cadène est grande.

On retiendra que pour qu'il y ait équilibre, le moment inclinant « F x H » doit être égal au moment de redressement « Δ x GZ ». Parallèlement, la compression « C » est égale à la composante verticale de la traction sur la cadène. En indiquant par « B » la distance transversale entre mât et hauban, on obtient ainsi la formule :

$$\text{Compression } C = \frac{\Delta \times GZ}{B}$$

Personnellement j'ai volontiers utilisé l'approche de l'architecte Francis S. Kinney, lequel se base sur la stabilité du voilier à 30°. La formule de compression sur le pied du mât, vue par ce professionnel, prend la forme suivante :

$$P = 1.85 \cdot \frac{1.5 \cdot GZ_{30^\circ} \cdot \Delta \cdot g}{b/2} = 1.85 \cdot \frac{1.5 \cdot RM_{30^\circ}}{b/2}$$

Avec P = Force de compression sur le mât (en Newtons)

Δ = Déplacement du navire (en kilogrammes)

g = Accélération de la gravité en m/ s<sup>2</sup>

b = Largeur entre cadènes (en mètres)

GZ<sub>30°</sub> = Bras de redressement à 30° [m]

RM<sub>30°</sub> = Couple de redressement à 30° [Nm]

1.5 = Coefficient pour tenir compte d'angles de gîte supérieurs à 30°

1.85 = Coefficient pour tenir compte des charges sur étais, haubans et drisses

Le gréeur ne connaît pas forcément la stabilité initiale du voilier, mais il peut facilement déterminer la stabilité pour 1° de gîte. Dans ce cas, on multipliera cette valeur par 30, partant du principe que la courbe de stabilité est pratiquement une droite (voir figure ci-dessous).

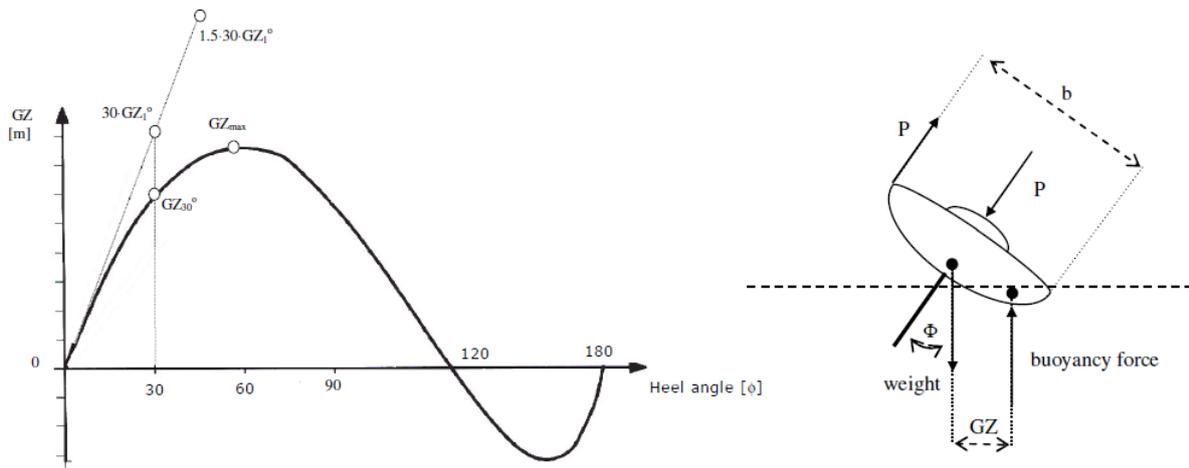


Image tirée du livre de Norman L. Skene (reprint)

Actuellement en 2011, on utilise volontiers la norme ISO 12215-9 : 2011. Elle définit les charges et spécifie l'échantillonnage des appendices des bateaux à voiles d'une longueur de coque,  $L_H$ , inférieure ou égale à 24 m. Le document peut s'acheter sur internet.

### 03 Résistance du mât aux efforts, formule d'Euler

Un mât doit donc résister au flambage, soit résister aux efforts de compression tout en restant rectiligne malgré la charge. Il s'agit bien ici d'un affaissement dit « élastique » et la rupture n'intervient que si on maintient l'effort qui fait flamber l'espar.

La résistance au flambage dépend de divers éléments tels :

- - Le type d'encastrement
- - Le nombre de barres de flèche (donc de panneaux)
- - Le moment d'inertie du profilé
- - Le module d'élasticité du matériau

On retrouve ces éléments dans la fameuse formule d'Euler qui dit que :

$$I = C \times H^2 / k \times \pi^2 \times E$$

Avec

$I$  = moment d'inertie

$C$  = charge

$k$  = facteur dépendant du type d'encastrement (2 pour un panneau avec une base fixe et un extrémité libre, voir § 06)

$E$  = module d'élasticité du matériau

$H$  = hauteur du panneau (entre les points fixes)

## 04 Composante transversale

L'action du vent dans les voiles engendre des forces transversales qui se retrouvent sur toute la hauteur du mât, en tête, sur les barres de flèche, comme au vit-de-mulet. L'équilibre des forces entraîne une traction sur les haubans, une compression sur le mât, une compression au niveau des barres de flèche, engendrant à son tour une traction sur les bas-haubans.

Dans son livre intitulé « structure et construction du voilier » Jean-Pierre AUBRY (qui faisait partie du bureau Philippe HARLE) consacre un chapitre des plus intéressants à ce sujet.

### 04.1 Estimation des charges sur le haubanage transversal

Dans l'esprit d'HERRESHOFF le skipper ou le propriétaire d'un voilier pourra retenir les contraintes suivantes, sous la forme de multiples du déplacement «  $\Delta$  » du navire:

- pression en pied de mât	2.5 $\Delta$
- traction sur le galhauban	0.8 $\Delta$
- traction sur les bas-haubans	1.1 $\Delta$

### 04.2 Les barres de flèche

En principe, on a un avantage technique à multiplier les barres de flèche, donc à augmenter le nombre de panneaux de mât : L'inertie du profilé de l'espar peut drastiquement être diminué, d'où gain de poids dans les hauts et amélioration des performances aérodynamiques.

Les barres de flèche améliorent également la tenue longitudinale du mât, pour autant qu'elles soient bien solidaires à ce dernier. Il est aussi essentiel que les segments des galhaubans s'inscrivent dans un même plan lorsque le mât est droit. Ils transmettent ainsi aux barres de flèche une poussée qui tend, lorsqu'il y a tendance au ceintrage, à garder le profilé rectiligne.

On a actuellement tendance à développer les gréements fractionnés et à prévoir des barres de flèche poussantes, avec précontraintes sur le haubanage. Pour un équipage expérimenté, cela permet de « travailler » la voile d'une manière très efficace, en particulier de reprendre le creux de la grand-voile. C'est la grande tendance depuis les années quatre-vingt, tant sur les mono que sur les multicoques.



Dans notre approche en relation avec le déplacement du bateau on retiendra les valeurs maximales suivantes :

- charge sur l'écoute de GV  $0.3 \Delta$
- effort sur les bosses du chariot  $0.06 \Delta$  (20% de la charge sur le chariot)

Attention les doigts !

## **08 Les problèmes les plus fréquents**

Que l'on soit locataire ou propriétaire d'un yacht, personne n'est à l'abri des problèmes techniques qui peuvent survenir à bord au niveau de la mâture et du gréement. Un contrôle général relève du simple bon sens, tout comme l'appel à un professionnel en cas de doute.

### **08.1 Corrosion**

Beaucoup d'espars sont construits en alliage d'aluminium, soit un matériau ayant un module d'élasticité  $E$  (presque invariable) de l'ordre de  $7'000 \text{ kg/mm}^2$ . A tenir en compte que toute soudure diminue fortement la limite élastique  $R_e$  et la résistance à la rupture  $R_r$  (valeurs variables). On cherchera donc à éviter des soudures dans des zones fortement sollicitées.

Le magnésium contenu dans les alliages d'aluminium utilisés en marine permet, au contact avec l'oxygène, la création d'une couche auto protectrice, l'alumine. L'aluminium est cependant très sensible au mercure et aux produits alcalins, telle la soude (souvent utilisée comme produit de nettoyage).

#### **08.1.1 Corrosion galvanique**

L'ennemi no 1 sur un navire reste la corrosion galvanique. Le phénomène destructeur peut même se produire entre deux qualités d'un même métal. Le chrome et l'acier inox 18/8 ont une compatibilité acceptable avec l'aluminium, mais si on peut faire chromer une hélice en alu, il est préférable d'isoler électriquement l'inox de l'aluminium par une laque ou un film synthétique par exemple.

#### **08.1.2 Corrosion inter cristalline**

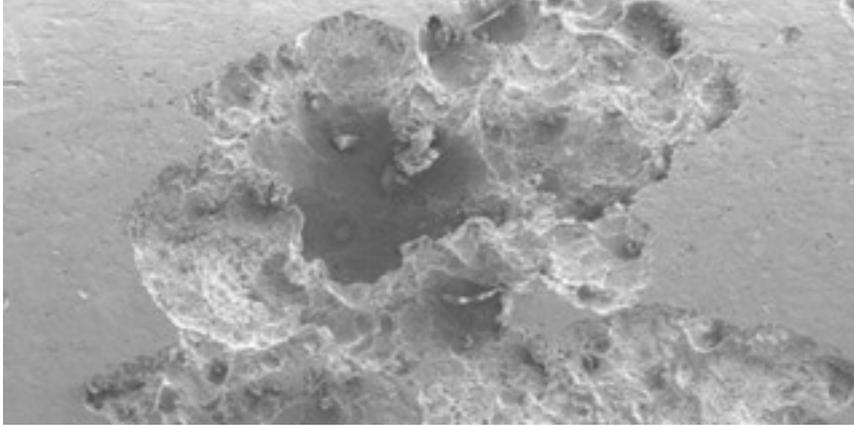
A. Rost dans son magnifique traité sur la métallurgie indique qu'on appelle corrosion inter cristalline une attaque du matériau qui crée des zones de destruction autour des grains du métal (les cristallites), transformant complètement ce dernier et entraînant sa destruction. Ce livre de la bibliothèque professionnelle intitulé « Métaux Usuels » se trouve sur internet, éditions SPES à Lausanne.

#### **08.1.3 La corrosion sous contrainte**

Cette dernière est provoquée par une contrainte mécanique en tension, dans un milieu agressif vis-à-vis du matériau, ces facteurs, pris séparément, n'étant pas susceptibles d'endommager la structure à eux seuls.

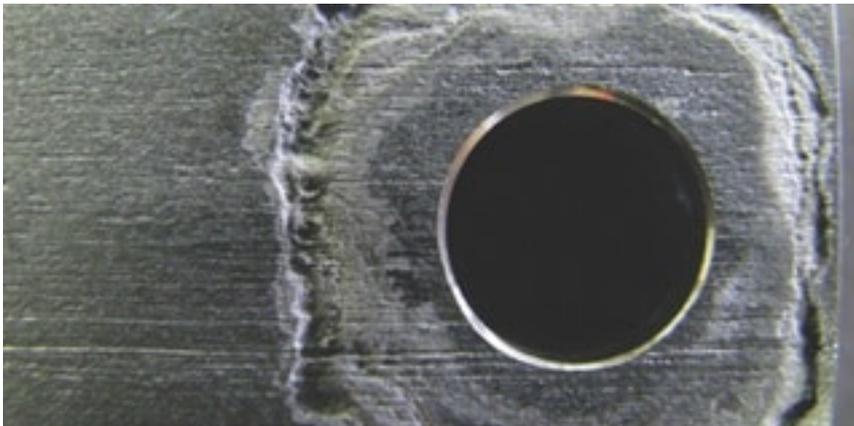
#### 08.01.4 La corrosion par piqûres

La corrosion par piqûres se produit quand la couche protectrice d'oxyde d'une pièce en acier inoxydable se dégrade, le matériau perdant des électrons. C'est une réaction électrochimique qui déclenche l'apparition de petites cavités ou « piqûres ».



#### 08.1.5 La corrosion caverneuse

La corrosion caverneuse se produit lorsque de l'eau de mer s'infiltré dans une anfractuosité de la pièce et y stagne, créant un milieu chimique agressif. Cette corrosion débute par la dégradation de la couche d'oxyde qui protège l'inox. Par la suite, on observe la création de cavités. Comme son nom l'indique, la corrosion caverneuse se développe dans les cavités, pas à la surface de la pièce.



#### 08.2 Fatigue

Il s'agit de l'endommagement d'une pièce sous l'effet d'efforts successifs et répétitifs tels les tensions appliquées, les vibrations, les rafales du vent, le clapot, etc. La fatigue peut entraîner la formation de fissures lesquelles peuvent aller jusqu'à la rupture de la pièce.

De nombreuses pièces de la mâture sont soumises à la fatigue (voir photo, in fine).

### **08.3 Usure**

L'usure est la perte de matière engendrée par un mouvement tangentiel entre deux corps solides, tel l'axe, le cardan et la platine d'un vit-de-mulet, par exemple. Elle se caractérise par le volume de matière perdu, soit l'usure sur les deux pièces de l'ensemble concerné. Elle se remarque par les débris qui sont le résultat du frottement entre les pièces, mais aussi par l'ovalisation ou l'usure desdites pièces.

### **08.4 Combinaison des phénomènes**

Bien entendu, ces phénomènes peuvent se combiner et l'usure d'une pièce souffrant parallèlement de corrosion sous contrainte peut entraîner des difficultés qui ne peuvent qu'augmenter avec la distance à laquelle on se trouve de la côte, donc d'un atelier de réparation.

## **09 Les contrôles de routine**

En tant que skipper ou propriétaire de bateau, il faut être conscient qu'on reste entièrement responsable des accidents ou dommages matériels qui pourraient résulter d'un manque d'entretien ou d'une négligence. D'où l'importance des vérifications et contrôles avant le départ.

Concernant la mâture, pourquoi ne pas commencer par la tête de mât en y envoyant un équipier sérieux sur la chaise de calfat ? On prendra soin de mettre dans sa trousse quelques outils et du matériel tel que :

- couteau
- pince d'électricien, à bec
- tournevis divers
- marteau
- démanilleur
- bande auto vulcanisante
- goupilles fendues
- fil à surlier et un briquet
- brides électriques
- bombe de dégrippant
- chiffons

Pour le reste des nécessités, on pourra les lui passer, en cas de besoin, avec un va-et-vient. Il peut s'avérer intéressant de pourvoir les outils d'un bout, de manière à les assurer et éviter des chutes qui pourraient s'avérer dangereuses.

La vérification pourra suivre par exemple le chemin non exhaustif des points suivants :

### **09.01 Électronique de mât**

Cette dernière doit être correctement fixée, les connexions propres et protégées. L'aérien de l'anémomètre doit être libre, le capteur indemne de dégâts pouvant altérer les mesures (dégâts par les oiseaux, leur fiente, les drisses mal tendues, etc.).

Les sprays de contact sont excellents, mais les prises en elles-mêmes se protègent volontiers avec de la vaseline, un lubrifiant que ne se transforme pas en savon quand il est en milieu salin.

### **09.02 Feux**

Vérifier le fonctionnement, l'étanchéité, l'oxydation et l'état de l'optique de Fresnel, ainsi que la décoloration des verres. La puissance des ampoules doit correspondre aux exigences du fabricant, au regard du RIPAM (Colreg en anglais).

Ne pas hésiter à utiliser des ampoules à LED, moins gourmandes, mais gare à leur « température lumineuse » qui peut altérer les couleurs, principalement le vert.

### **09-03 Réas**

A vérifier, lubrifier (généralement avec un spray silicone), le cas échéant démonter, laver et remettre en état. Ne pas oublier de contrôler les éventuelles goupilles et de les changer en cas de doute.

### **09.04 Prises de haubans**

On aura soin de bien vérifier les embouts (en français, terminals) pour d'éventuelles fissures, ou de l'usure.

Il est entonnant de voir combien d'embouts de haubans ont été mal positionnés lors du mâtage, laissant travailler les « T » ou autres embouts dans une mauvaise position (tordus), mais sous tension.

On vérifiera aussi la zone fragile du hauban, juste à sa sortie de l'embout. A la moindre marque ou micro fissure, au constat d'un fil douteux, on changera sans hésiter le hauban.... et son compagnon du bord opposé.

### **09.05 Tête d'enrouleur**

Très important à vérifier. Il est nécessaire d'avoir préalablement pris connaissance du système d'enrouleur dans la documentation de bord. On saura ainsi exactement comment sont montés les divers éléments et ce qui doit être vérifié, ce qui doit être lubrifié, etc.

Toutes les manilles destinées à être fixes doivent être assurées. On préférera du cordage ou des attaches en plastique à du fil métallique, le démontage dans l'urgence étant plus aisé.

## **09.06 Barres de flèche**

A chaque étage, il y a lieu de vérifier l'attache au mât, l'état des éventuelles goupilles et aussi l'extrémité des barres, d'autant plus si elles sont protégées pour éviter que les voiles ne raguent. Il est incroyable ce que l'on peut découvrir sous de telles protections. Le passage des haubans ainsi que leur éventuelle fixation seront minutieusement contrôlés. Tout doit être en état de fonctionnement.

L'angulation des barres de flèche est très importante. Le cas échéant, vérifier depuis la terre, depuis un autre ponton d'amarrage, si nécessaire avec des jumelles. L'angle vertical généralement admis est de l'ordre de 6°.

Dans un gréement fractionné, il faut contrôler tous les embouts de barres de flèche. Parfois le galhauban est serré en même temps que le hauban intermédiaire, mais dans les gréements discontinus on retrouvera un embout ou un ridoir.

Vérifiez aussi les prises de haubans au niveau du mât. On n'hésitera pas à changer les goupilles et on n'oubliera pas de toujours les recouvrir de bande auto adhésive. Concernant les goupilles fendues, l'angle d'ouverture recommandé est inférieur à 45°, il faut éviter de les recourber à 180° comme on le voit parfois. Un angle de 30° à 40° est suffisant pour les sécuriser et permet de les refermer sans trop les déformer et elles peuvent ainsi servir pour une nouvelle utilisation.

En fin, un œil sur les drisses de pavillons et leurs manilles, de même que les poulies ne sera pas un luxe.

## **09.07 Feux de mât, radar, réflecteur radar**

Au passage, le contrôle du feu de mât (feu moteur) et du projecteur de pont sera fait, comme pour les fanaux de tête de mât.

La fixation du radome du radar est à contrôler, de même que l'état du câblage de l'instrument. Un défaut d'étanchéité du radome rendra rapidement l'appareil inutile et il s'agit d'un perchoir merveilleux sur lequel les goélands se font les ongles ou le bec. Parallèlement, on vérifiera l'état et la fixation du réflecteur radar, au mât ou sur le pataras.

## **09.08 Cloche de tangon, hale-haut, hale-bas**

Plus on descend, plus on risque de retrouver des problèmes d'électrolyse dus aux embruns et au sel.

Aussi, dès que l'on est en présence de deux métaux distincts faut-il penser à ce type de corrosion. Le cas échéant, nettoyer le sel à l'eau douce, une opération toujours plus aisée au port avec le tuyau d'eau sous pression qu'au large avec une bouteille d'eau minérale. L'eau bouillante fait des miracles et on aurait tort de s'en priver.

Par ailleurs, comme il s'agit d'assemblages de pièces mécaniques articulées, il y a aussi lieu de vérifier l'état d'usure des zones de frottement.

Tout système qui doit bouger, doit pouvoir le faire parfaitement librement. A défaut, on aura forcément de l'usure ou des pièces tordues. Les rondelles en nylon ou autre matériau synthétique doivent être en parfait état, ou changées.

### **09.09 Lazy-jacks**

Avant de quitter la chaise de calfat, rien n'est plus simple que de vérifier toutes les attaches des lazy-jacks et autres dispositifs de stockage de la grand-voile.

### **09-10 Vit-de-mulet**

Ce qui concerne les cloches de tangon est également valable pour le vit-de-mulet. L'axe de ce dernier est soumis à de gros efforts et on aura un œil sérieux sur cette pièce. On sera aussi attentif à la corrosion électrolytique, tant sur la fixation au mât que sur la bôme elle-même.

Bien entendu, s'il y a des prises de ris avec des taquets coinçeurs, c'est le moment de les vérifier et de les dessaler, si besoin est, avec de l'eau chaude. Ne pas oublier de contrôler l'usure des bosses de ris et de vérifier qu'elles sont libres les unes les autres.

### **09.11 Hale-bas de bôme**

Le type de contrôle dépendra du modèle de hale-bas dont est équipé votre yacht. Au niveau des cordages, l'usure peut être importante et le matériau n'a pas tendance à se régénérer spontanément, donc ne pas hésiter à le changer. Comme pour le vit-de-mulet, la fixation au mât et à la bôme est vitale et il y a souvent des problèmes d'électrolyse pouvant mener jusqu'à la rupture des pièces mécaniques de cet ensemble.

### **09.12 Pied de mât et ou étambrai**

Vérifiez soigneusement les possibilités de corrosion, d'usure et de fissures. C'est une des zones du mât parmi les plus sollicitées.

Pour un mât traversant, il est impératif de vérifier qu'il n'y a pas de jeu au niveau de l'étambrai. Bien entendu, l'étanchéité de la braie doit être contrôlée, le cas échéant avec un seau ou un jet d'eau.

### **09.13 Poulies de renvoi de pied de mât (piano)**

Toutes les poulies doivent être libres. Une résistance par frottement à ce niveau entraînera une importante charge supplémentaire lors de la mise sous tension, diminuant de ce fait l'efficacité des winches.

L'usure des manilles ou des pontets ne doit pas être plus négligée que la corrosion galvanique de ces éléments.

Vérifiez également que le diamètre des cordages correspond aux poulies. Ne pas oublier que sur un mât traversant, il faut contrôler la tension des tirants qui empêchent le gréement courant de soulever le pont.

## 09.14 Cadènes de pont

A l'extérieur, ces dernières doivent être dans l'angle de traction des haubans. Il ne devrait pas y avoir de cadènes sans pièce d'articulation entre la cadène et le ridoir. Cet ensemble doit pouvoir bouger librement. Des simples ridoirs à chape sont donc à proscrire si l'orientation de la cadène ne permet pas d'aligner parfaitement le ridoir avec le câble. On peut bien entendu procéder à la pose de cardans.

Ne pas oublier que pour des ridoirs, il faut utiliser de l'huile spéciale pour filetage. On ne dévissera jamais un ridoir en insérant un tournevis dans la cage, il faut une clé, utilisée de l'extérieur.

On aura un œil critique au niveau des goupilles (les bandes autocollantes doivent donc être déposées), tant sur la cadène que sur le ridoir. Régulièrement le skipper doit aussi vérifier l'état d'usure des cadènes. Des ouvertures ovalisées ne sont pas un bon signe et il y aurait lieu d'appeler un spécialiste. Il est souvent possible de baguer lesdites ouvertures.

Les ridoirs sont des pièces qui fatiguent et on y retrouve facilement de la corrosion caverneuse. Il faut très soigneusement les vérifier pour toute micro – fissure. Le cas échéant, utilisez un liquide révélateur, un produit qui devrait être à bord de tout bateau naviguant au long cours (aussi utile pour le stratifié polyester).

A l'intérieur de la cabine, on cherchera à examiner les renvois de cadènes jusqu'à leur fixation à la coque ou aux cloisons. Tout signe de mouvement de ces structures signifiera qu'il y a un problème majeur. Normalement, une telle situation est corroborée par un problème significatif au niveau du réglage des haubans.

## 09.15 Enrouleur de génois

Nous avons déjà examiné la tête du dispositif. Encore une fois, il est impératif de prendre connaissance du manuel concernant l'enrouleur, pour en connaître toutes les subtilités de montage et d'utilisation.

Nous voici par ailleurs à nouveau en présence d'une pièce d'assemblage et il faut ici aussi rester attentif aux problèmes de corrosion, de fatigue et d'usure.

En cas de doute (et aussi autrement), il ne faut jamais hésiter à contacter un spécialiste de la marque.

Il est extrêmement important de vérifier qu'en aucun cas la drisse de génois ne puisse s'enrouler autour de l'étai. En effet, en cas de tension insuffisante de la drisse, ou encore si l'angle de sortie de la drisse est trop parallèle à l'étai, il y a un risque qu'au moment de l'enroulement de la voile, la drisse s'enroule également autour du profil de l'étai. Ce risque est particulièrement élevé si le point de drisse est plus bas que la sortie de drisse (réa) du mât. En cas d'enroulement accidentel de la drisse autour du profil, si l'on ne s'aperçoit pas tout de suite du problème, le risque est de décommettre le câble si l'on force en enroulant la voile. Les dégâts seront la plupart du temps localisés à la sortie du sertissage et se solderont souvent par une rupture de l'étai. Ce phénomène est particulièrement dangereux, car il est peu visible (en haut du mât et souvent caché par le profil de l'enrouleur). Ajoutons que si en général une rupture de haubans peut se terminer sans trop de mal pour l'équipage, il n'en va pas de même pour une rupture d'étai : dans un tel cas, le mât tombera en arrière, dans le cockpit.

Pour se garantir de ce type de risque, il est impératif que l'angle formé entre la drisse de génois et le profil d'enrouler soit de 15° (mais au minimum de 10°). Pour ce faire, la pose d'un pontet de déviation en dessous du réa du mât permettra d'obtenir l'angle idoine. Il est aussi important de s'assurer lors du gréement du génois, que l'enrouleur peut fonctionner sans entrave (dérouler et enrouler plusieurs fois). Dernier point, ne jamais forcer sur un enrouleur si on sent un point dur ou un blocage, et surtout ne pas mettre au winch sans s'assurer d'abord de l'origine du problème. Si l'on doit utiliser une voile de guindant plus court, on peut gréer une estrope en dyneema pour rallonger artificiellement le guidant, de manière à ce que la drisse soit proche de la sortie de mât.

Le va-et-vient ou le bout de l'enrouleur sont aussi à vérifier, avec un regard critique sur l'alignement des poulies et points de frottement du cordage.

C'est quand on est sous efforts que l'on constate combien un mauvais alignement peut produire comme surcharge. Un génois devrait pratiquement pouvoir s'enrouler avec un effort minime et ne jamais être dur.

### **09.16 Épontille**

Retour dans la cabine pour les mâts sur épontille. Nous avons vu que la charge est de l'ordre de 2.5 x le déplacement du bateau. Cet effort repose sur l'épontille qui est normalement encastrée en haut comme en bas.

Hormis une question de flambage, c'est donc ces deux extrémités qui sont à vérifier au niveau de la fatigue, de la corrosion et d'une éventuelle usure.

L'accès n'est pas toujours aisé, mais permet parfois de faire d'intéressantes découvertes au niveau de fuites ou autres dégâts des câbles électriques qui vont dans le mât. Il arrive même que, pour des structures en sandwich, le roof soit en mauvais état (délamination) suite à des infiltrations au niveau du passage des câbles de mât et des fixations du pied de mât.

### **09.17 Sur le pont**

Divers points sont à vérifier parallèlement au niveau du pont :

- Les rails d'écoutes sont à contrôler au niveau de leur fixation, de la corrosion, de la fatigue, des fissures du matériau, sans oublier l'état des arrêts en bout de rail.

- Les chariots peuvent présenter des défauts au niveau de la poulie qui ne tourne plus correctement sur son axe. C'est rarement une question de lubrifiant et ici aussi l'usage d'eau chaude pour dessaler peut s'avérer très efficace. Le démontage est généralement assez aisé.

Une poulie usée par l'écoute à force de ne pas tourner sera à changer.

- Les poulies guides de la bosse d'enrouleur ont déjà été mentionnées sous le point précédent relatif à l'enrouleur de génois.

- Les taquets divers doivent tous fonctionner sans difficulté et leur état général vérifié.

- Bien que ne faisant pas partie de la mâture, les filières sont un point de sécurité des plus importants et le type de contrôle de ce dispositif est semblable à ce que nous avons vu jusqu'ici.

- Les ridoirs qui ne sont pas pourvus d'un bec de canne à ouverture rapide peuvent être remplacés par un cordage brélé. Il est plus aisé de libérer un tel dispositif par un simple coup de couteau que de libérer un ridoir bloqué par le sel des embruns. On veillera par contre à ce que la résistance de ce laçage corresponde à celle du câble.

- Enfin, les drosses de gouvernail font partie d'un autre dispositif qui mérite toute l'attention du skipper qui préférera le contrôle au port au remplacement en navigation par mer formée.

La bonne tension des drosses est aussi importante que l'état des éléments de renvoi et les ridoirs.

Ici aussi utilisez des huiles ou graisses ad hoc en gardant en mémoire que graisse minérale + sel = savon = blocage des éléments concernés.

## **10 Les graissages**

Pour les éléments nécessitant de la graisse, utilisez de la graisse à winches, ou de la graisse pour vannes de piscines. Cette dernière n'est pas chère, résiste au sel et ne se décompose pas au contact avec l'eau de mer, comme déjà indiqué ci-dessus, en une masse savonneuse qui bloque tout.

Cette graisse sera également utile pour vos vannes de passe-coque qui méritent elles aussi un entretien régulier.

## **11 Les remplacements**

En aviation, on ne discute pas : les pièces se changent impérativement toutes les « x » heures de vol. Pour les premiers gramophones on changeait l'aiguille souvent, mais on gardait les anciennes pour les réutiliser en cas de nécessité. Essayons d'éviter cette procédure sur nos yachts.

En règle générale, dès qu'une pièce présente une déficience ou un doute, il faut la démonter complètement, la vérifier et la remonter. En cas d'incertitude, contacter le spécialiste qui sera toujours moins cher et moins délicat à gérer qu'une avarie de mâture au large.

Les problèmes d'usure sur les cordages peuvent souvent se résoudre simplement en les inversant, ou en enlevant une partie pour changer les zones d'usure ou en les remplaçant. On voit ici l'utilité de prévoir dès le départ des cordages assez longs pour effectuer ce type de mise au net.

En ce qui concerne les câbles du haubanage, il n'y a pas de véritable contrôle visuel possible. Il est bien proposé des vérifications de l'épaisseur des câbles (comme pour les téléphériques) ou des mesures par résistance électrique, mais à notre connaissance, aucune méthode n'est sûre.

En navigation en eaux salées, les meilleurs gréers partent du principe qu'un remplacement pur et simple doit être fait tous les 10 ans.

Les assureurs maritimes demandent généralement un contrôle complet par un spécialiste et/ou un remplacement du dormant tous les 7 à 8 ans selon les compagnies.

Encore une fois, les frais du spécialiste sont moins lourds que les conséquences d'un démâtage, d'autant plus que ce dernier risque de ne pas être couvert.

Ne pas oublier qu'un démâtage accidentel est extrêmement rare et que la majorité des cas ne relèvent que de l'usure, du vieillissement ou du manque de contrôle, ce qui ne sera pas pris en charge par l'assureur.

Version 23-09-2008 /R2011/R2020 © R&J Associates

#### Références :

- Elements of Yacht Design de Francis S. Kinney (épuisé)
- Structure Et Construction Du Voilier, J.-P. Aubry, Ed. EMOM
- L'architecture du Voilier, Pierre Gutelle, Ed. Loisirs nautiques
- Norme ISO 12215-9 : 2011
- Photos R&J Associates, Laurent Jaunin

#### Quelques images d'archives :



Arrachement d'un barrot de barre de flèche



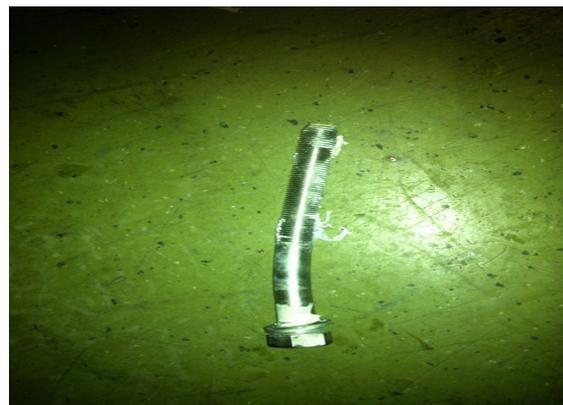
Arrachement de cadènes suite à des problèmes de pourriture du bois



Rupture par fatigue d'une cadène en « U »



Début de corrosion sur capelage d'un hauban



flambage d'un axe



Pourriture au niveau des barres de flèche d'un mat en spruce et éclatement du profilé