



Pour les matheux ...

L'effet d'échelle

On appelle «effet d'échelle», l'altération induite dans les rapports existants entre les mesures effectuées au réel et ceux obtenus sur toute reproduction de ce dernier à une taille proportionnellement différente (taille inférieure pour nos modèles).

Cette question incontournable est très importante pour une réalisation satisfaisante de nos maquettes de voiliers.

Exemple:

Soit K le coefficient d'échelle (au 1/10ème, K = 10 au 1/35ème, K = 35) et X la valeur mesurée au réel, le tableau ci-dessous vous indique comment passer, en totale similitude, du réel au modèle.

| Valeurs mesurées (Measurements) | Réel (Real) | Modèle (Model) |
|--|----------------|---------------------------------|
| Dimensions (Dimensions) | X | $\frac{X}{K}$ |
| Surfaces (Surfaces) | X | $\frac{X}{K^2}$ |
| Volumes et masses (Volumes and weights) | X | $\frac{X}{K^3}$ |
| Forces (Stresses) | X | $\frac{X}{K^3}$ |
| Pressions (Pressures) | X | $\frac{X}{K}$ |
| Moments (Moments) | X | $\frac{X}{K^4}$ |
| Puissances (Powers) | X | $\frac{X}{K^{3,5(*)}}$ |
| Vitesses et temps (Speeds and times) | X | $\frac{X}{\sqrt{K}}$ |
| Résistance de vague (Wave resistance) | X | $\frac{X}{K^3}$ |
| Résistance de frottement (Frictional resistance) | X | $\frac{X}{K^3} \times K^{0,25}$ |

Ne tenant compte pour simplifier, que du facteur vitesse, nous constatons immédiatement que le vent sera toujours à l'échelle 1, pour notre modèle comme pour le réel, ce qui revient à dire que sa vitesse, dans le cas d'un modèle au 1/10^{ème}, sera toujours 3,16 fois plus importante ($\sqrt{10}=3,16$), proportionnellement.

Un vent de 10 m/s au réel (36 km/h) correspondra pour notre maquette à un vent de 113 km/h, une véritable tempête.

De surcroît il faut savoir que chaque fois que la vitesse du vent double, la pression qu'il exerce sur la voile est multipliée par quatre.

Nous avons 4 solutions pour pallier ce phénomène:

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1 – Augmenter la masse du lest | 2 – Augmenter le tirant d'eau. |
| 3 – Réduire la surface de voile. | 4 – Augmenter la porosité du tissu. |

Chacune de ces modifications peut être appliquée individuellement ou adjointe à l'une ou plusieurs d'entre elles.

Ainsi et pour conclure, à conditions de vent égales, il est définitivement impossible d'espérer d'une maquette de voilier, qu'elle qu'en soit l'échelle de reproduction, un comportement identique à celui du modèle grandeur.

Pour l'obtenir sur le modèle du Classe J «Endeavour» au 1/10^{ème} il faudrait:

- soit le lester à 800 kg,
- soit l'équiper d'une voile de 0,7 m²,
- soit encore de 160 kg de lest et 1,4 m² de voile...

A l'échelle du 1/20^{ème} ce serait pire encore.

Tout ce que nous pouvons faire consiste à tenter, autant que faire se peut et sans détruire l'équilibre esthétique du modèle grandeur, d'améliorer au maximum le comportement au vent de notre modèle.

Il est donc impératif de «CONSTRUIRE LEGER», afin de pouvoir modifier le plus possible le rapport du lest (monocoque), le poids et parfois la largeur totale (multicoque).

