



La découverte du pilotage en vol...

L'AC 75 ne se pilote pas comme un bateau conventionnel, ni même comme un avion, bien que l'AC 75 vole.
Son handicap principal se situe dans l'impossibilité de moduler la puissance motrice.

Cette difficulté à réguler la puissance influe directement sur la portance du ou des Foils.

Lorsque la vitesse du vent augmente (risée) cela se traduit instantanément par un accroissement de la vitesse du bateau, donc du fluide autour du profil du foil et de fait un accroissement de la portance.

Dans la formule qui permet de calculer la portance, on constate que cette portance croît avec le carré de la vitesse.
Par exemple, 1% d'augmentation de vitesse (30 à 30.3 nœuds) génère une augmentation de portance de 2.1%.

Passer de 30 à 31 nœuds (+ 3.3%) produit 6.7 % de portance supplémentaire.

Ces types de variations de vitesses sur un Foiler sont permanentes, ce qui rend le pilotage très compliqué (temps de réaction des équipiers pour adapter le Foiler à cette augmentation de portance), ce qui se traduit par des risques de « sortie de route ».

Lorsque l'équipage perd le contrôle. Les conséquences sont brutales.

Trois exemples analysés à partir de vidéos.

- AMERICA MAGIC (USA)
- THE AIHE (NZ)
- INEOS (UK) Démonstrateur

AMERICAN MAGIC, chavire à son tour, d'une manière beaucoup soft et reste à 90°.

Contrairement à INEOS, la perte de contrôle est beaucoup moins violente, AMERICAN MAGIC ce couche à 90° sur l'eau comme cela arrive sur un Laser.

Dans les mêmes conditions sur un dériveur, l'équipage enjamberait le livet instantanément afin de monter sur la dérive et remettrait le bateau vertical.

Avant le chavirage, la vitesse du bateau est de l'ordre de 25 à 30 nœuds, soit 12 à 15 m/s.

L'analyse de la vidéo, montre que le temps écoulé pour amener le mat dans l'eau est de 3 à 4 secondes.

Angulairement, la rotation du bateau (axe longitudinal) est de 20 à 25°/s.

Pendant la gîte jusqu'à 90°, le bateau continue sa route rectiligne (il ne lofe pas contrairement à INEOS), sur environ 40 mètres (en fait la vitesse initiale de 15m/s décroît rapidement).

Dès qu'il n'est plus porté par le foil sous le vent, la vitesse chute.

C'est certain qu'il y a une bonne décélération, mais c'est très différent de l'équipage d'ENEOS qui perd totalement le contrôle du bateau.

Dans le cas de AM, on a l'impression qu'il « perd » le foil sous vent !!! en fait c'est réellement le cas, non pas physiquement, mais à cause d'une chute brutale de la portance sur ce Foil crée par la cavitation autour de l'extrados et de l'intrados du profil.

La cavitation se produit lorsque l'eau qui circule autour du Fil pas de la phase liquide à la phase vapeur.

La vapeur ayant une densité 1000 fois inférieure à celle de l'eau la portance va se dégrader instantanément.

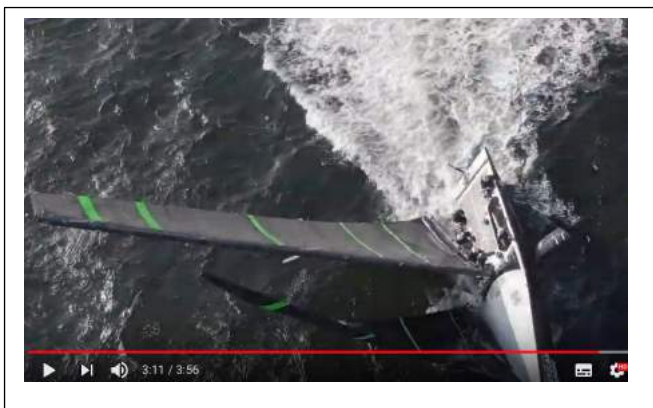
S'ajoute le phénomène de ventilation qui perturbe l'écoulement autour du profil du Foil.

La ventilation se traduit par un apport d'air (de dehors) sur la surface de l'extrados, apport d'air qui arrive par le long de l'élément de liaison (le bras).

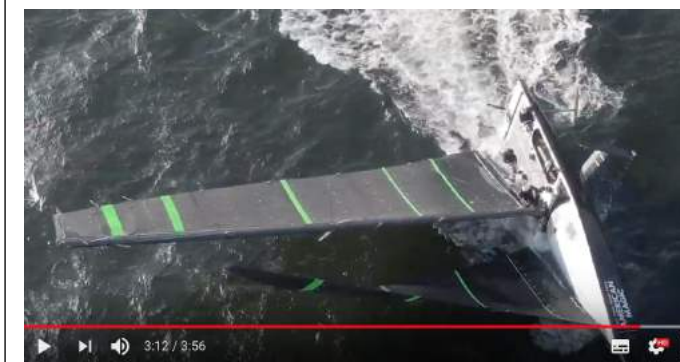
La conséquence de ces deux phénomènes parasites se traduit par un effondrement de la portance du Foil.

La gîte augmente, le bateau pique du nez.

Corolaire l'angle d'incidence passe du mauvais côté du foil, ce se traduit par une « déportance », même si elle plus faible du fait que le foil cavite (la force est dirigée vers le bas) !!!



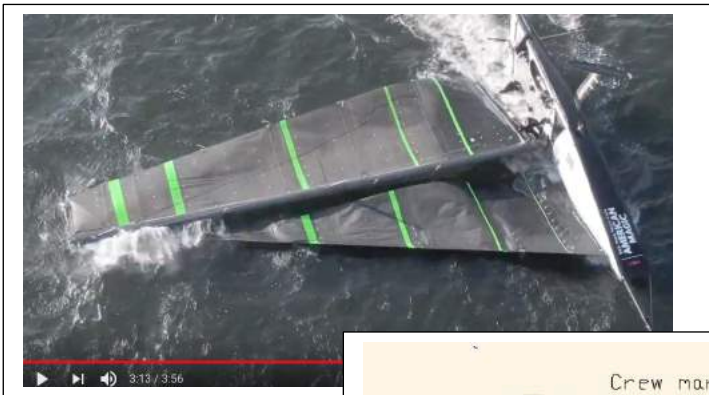
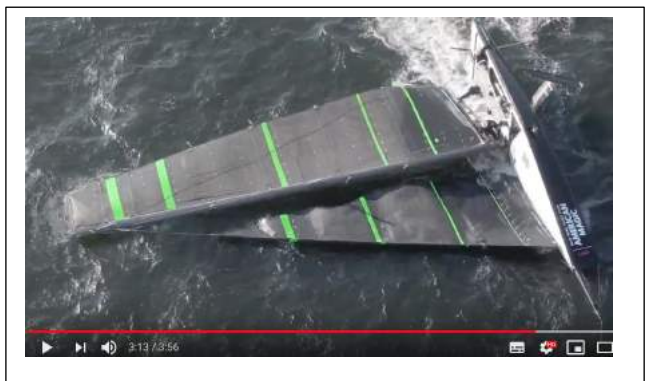
3 :11



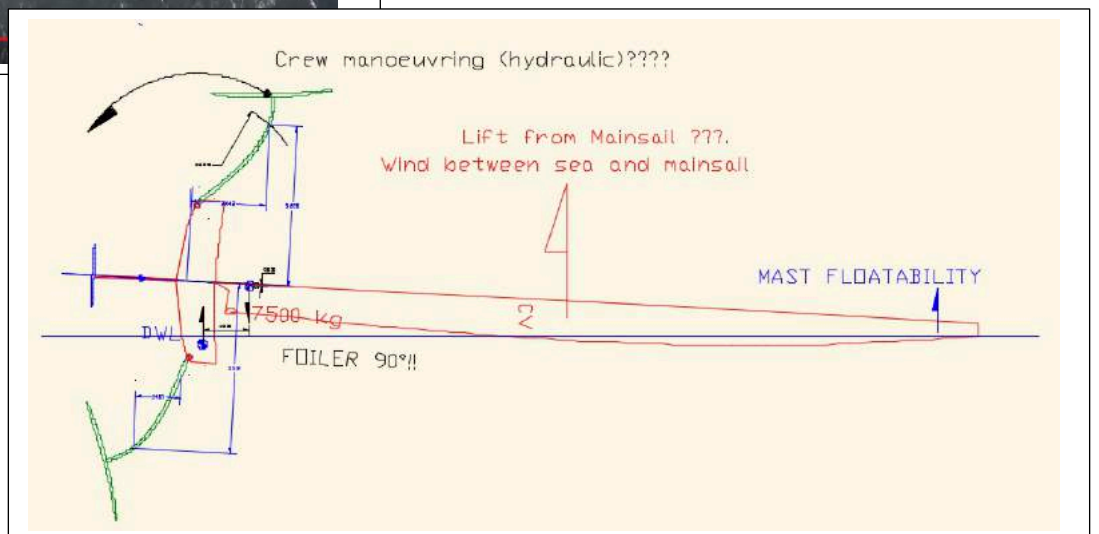
3 :12.....



3 :12



3 :13



Ce problème de cavitation et de ventilation¹ limite le potentiel de vitesse des Foilers équipés de profils de Foil standards.

Il existe des profils « super-cavitants », le problème est que ces profils ne « fonctionnent » que lorsque l'environnement du foil produit de la cavitation.

Pas simple de trouver une solution....

Pour terminer je livrerais la conclusion de Robert Lainé :

« Si le bateau prend un coup de contre gîte du a une molle, le foil va sortir de l'eau ou au moins s'approcher de la surface et la ventilation s'amorcer le long du bras. Si ensuite le bateau gîte car le vent reprend ou le batteur abat, le chemin pour l'air va se refermer à terme, mais entre-temps le foil va avoir perdu sa portance et là c'est la bataille entre la vitesse de rotation en roulis, l'angle d'incidence sur le foil qui va augmenter à cause de cette vitesse de rotation et potentiellement augmenter la dépression ou décrocher, et la poussée des voiles.

La bataille n'est pas gagnée d'avance par l'équipage, même s'il est « MAGIC » ... »

Si on ajoute, aux problèmes de fonctionnement des foils et de maintien de l'assiette de vol, l'essence même de l'esprit de l'AMERICA CUP, c'est-à-dire la navigation au contact (au sens de contrôle de l'adversaire), la mise au point de ce cocktail risque d'être compliquée, d'autant plus qu'il faut intégrer la vitesse, la masse de l'AC 75, l'énergie développée.

Restera ensuite à régler le problème de l'arbitrage ou la perception par les Arbitres des fautes commises par les concurrents risque de ne pas pouvoir suivre.

Les drones entreront ils en action lors de la prochaine AC ?

Jean SANS (12/05/2019)

¹ Merci à mon ami Robert Lainé, « spacinover@gmail.com » (ancien de l'Agence Spatial Européenne « ESA ») de m'avoir éclairé sur ces problèmes de cavitation et ventilation. En association nous préparons une Version 6 « Les FOILS des AC75 : ENVIRONNEMENT, FONCTIONNEMENT, LIMITES »

CHAVIRAGE de l'AC 75 NZ.



T= 0 s Début de la perte de contrôle.



+ 14 s



+ 26 s L'incidence du Foil augmente... et Décrochage... chute immédiate + 40 s



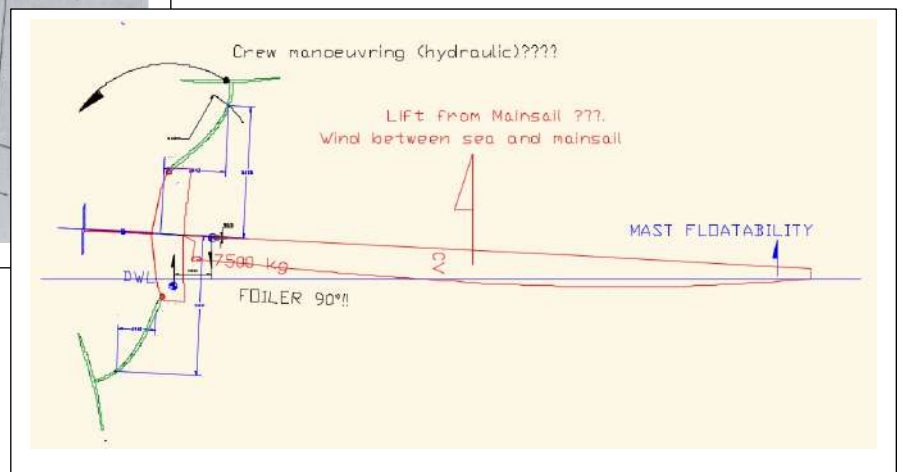
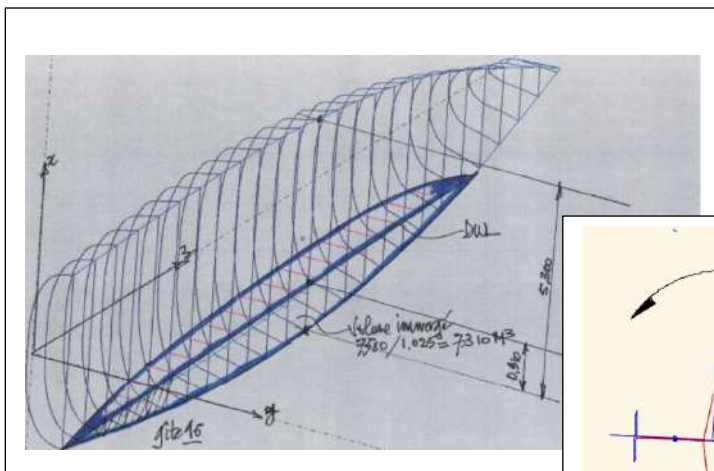
+ 52 Le bateau est stoppé et gîte



+ 66 s La gîte augmente inexorablement



+80 s. "Splash !!!!"

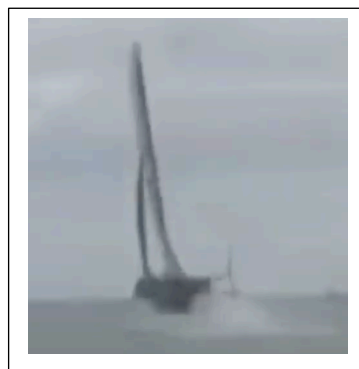
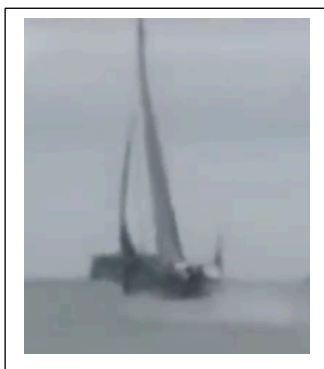


J. SANS (2019)

Figures de style du bateau d'entraînement du Team UK « INEOS » dans le SOLENT vers le 24/04/19



Chrono : (5 sec)

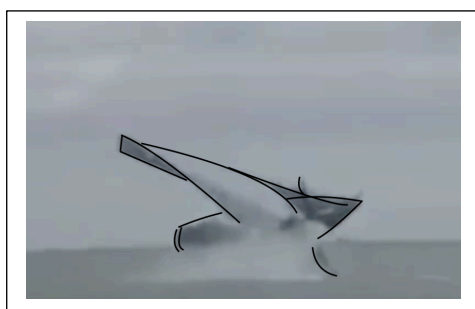
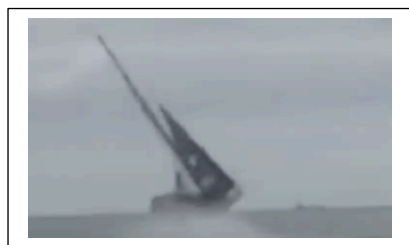


(6 sec)

Tribord amure

Le bateau lofe..... Le pilote semble perdre le contrôle, la rotation continue

(7 sec)



(9s)



Le bateau passe le lit du vent...

Se cabre et vire de bord....

Pour se coucher sur tribord

<https://www.youtube.com/watch?v=NVQtQWx3rnM>

Le « crash » est des plus spectaculaire, d'abord par le temps écoulé entre le début l'anomalie de trajectoire et le crash final : 4 à 5 secondes, ensuite par la trajectoire : 180° environ.

Il n'y a pas de chavirage, sauf à la fin ou ce n'est plus un bateau mais un « truc » qui semble tomber du ciel (chute libre).

Il n'y a pas de perte de portance du foil. Le foil porte « très » longtemps (2 secondes !!).

Il paraît évident que c'est le safran qui décroche, à ce moment, le bateau part violemment au lof et se cabre très rapidement.

A partir de là, avec un vent refusant et une vitesse de giration très grande (120° en 2 ou 3 secondes), la portance de la coque étant tellement cabrée, qu'elle génère une portance très importante (surface et vitesse) qui augmente encore plus le cabrage.

Si on ajoute l'énergie développée dans cette rotation, on voit que le bateau se retrouve à décoller avec 15 à 20° d'incidence.

Ce n'est plus un Foiler mais engin totalement incontrôlable qui est soulevé comme feuille de platane à l'automne.

Tout aussi rapidement, la tentative de décollage s'arrête, et c'est la chute libre.

Ne soyons pas pessimiste, tant qu'il n'y a pas d'accident humains, ce n'est jamais que « casser du bois » comme le disait les pionniers de l'aviation.

Ce crash met en évidence, que transposer ces deux « mules » (une dizaine de mètres) en un AC75 de 7500 kg, posera quelques problèmes et périodes de mise au point.

Personnellement ce n'est pas le vol qui m'inquiète, des solutions seront trouvées, mais c'est l'essence même de l'esprit de l'AMERICA CUP ou le contact (au sens de contrôle de l'adversaire) est privilégié, qui sera problématique, à cause de la vitesse, de la masse de ces bateaux et leur corollaire l'énergie développée.

Jean SANS (28/04/2019)