

Vendée Globe 60' : Prévion de Performances et Optimisation

Avril 2000

Dans le cadre des projets Whirlpool de Catherine Chabaud et SIL de Roland Jourdain, l'architecte Marc Lombard nous a donné la possibilité de mettre en œuvre les méthodes hydrodynamiques numériques et le calcul de prévision de performances que nous utilisons jusqu'ici dans le cadre des projets América's Cup.

Nous effectuons les calculs hydrodynamiques avec le logiciel REVA développé par Gérard Delhommeau de l'Ecole Centrale de Nantes. Au cours des programmes de développement America's Cup, son collègue et élève Bertrand Alessandrini a développé un mailleur permettant de préparer rapidement les calculs d'une configuration de voilier avec ses appendices, tandis que l'équipe du CRAIN a mis au point progressivement et, sur la base de résultats d'essais en bassin, les paramètres de calcul adaptés au voilier.

Le logiciel REVA calcule un écoulement « potentiel » avec « surface libre » autour de la carène et des appendices fonctionnant à vitesse constante en eau plate.

Il s'agit donc d'une modélisation restrictive dans laquelle la turbulence au voisinage de la carène et des appendices, les mouvements dans les vagues ne sont pas pris en compte.

Cependant, plusieurs effets importants sont bien représentés et permettent d'assister la conception :

- La déformation de la surface de l'eau provoquée par le déplacement du bateau. Cette déformation permet d'obtenir la résistance de vague, composante importante de la résistance totale à l'avancement.
- L'efficacité des appendices en gîte et en dérive en prenant en compte des effets importants comme la proximité de la surface de l'eau, la position sur la coque, la forme de la coque.
- La répartition des pressions sur la coque. Ces pressions vont en fonction de la vitesse enfoncer le bateau ou modifier son assiette longitudinale.
- La direction et la vitesse des écoulements au voisinage de la carène. On peut en déduire des explications sur l'efficacité des appendices.

Les restrictions qui nous semblent les plus importantes au vu de notre pratique et qui pourraient orienter la conception vers de mauvaises pistes sont :

- L'absence de modélisation de la turbulence créée par le sillage de la carène. En particulier à la gîte, des écoulements arrière dissymétriques et tordus pourraient créer dans la réalité un sillage très turbulent, source de résistance à l'avancement.

- Une prise en compte incomplète de l'effet des élancements avant et arrière. En effet la modélisation dans REVA est de type « linéaire », c'est à dire que le calcul de la déformation de la surface de l'eau ne considère que la partie immergée à l'arrêt de la carène alors que dans la réalité la partie émergée qui devient immergée après déformation de la surface, modifie le champ de pression et donc la déformation de la surface. Après avoir tenté différentes approches itératives pour modéliser cet effet, on a conclu pour le moment que leurs résultats n'étaient pas suffisamment fiables et indépendants du maillage.

Il faut donc une certaine pratique pour interpréter les résultats et surtout l'influence des effets néfastes non modélisés.

L'objectif des études effectuées avec Marc Lombard était :

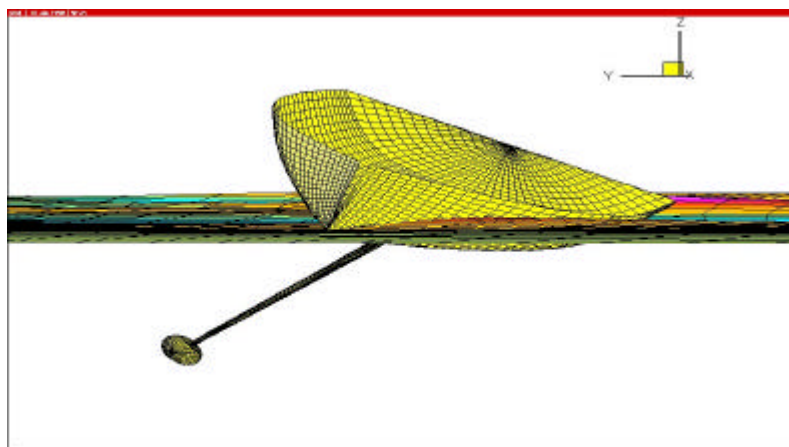
- A largeur donnée, diminuer la résistance à l'avancement à différentes gîtes et vitesses, rechercher l'influence de la largeur sur cette résistance.

Marc a dessiné une dizaine de carènes en intégrant des critères subjectifs afin de garantir le bon comportement à la mer et notamment à l'enfournement de ces carènes. On a pu mettre en évidence au cours de cette étude l'effet significatif de la position du centre de carène, de la tension longitudinale des lignes d'eau et formes arrières avec la réserve à faire sur les effets de sillage.

- Etudier le fonctionnement du système dérive-quille basculante. Optimiser le système.

La quille basculante fonctionne avec une gîte effective importante. Son rendement portance/résistance s'en trouve dégradé et on en conclut qu'il faut limiter sa contribution à la portance latérale hydrodynamique. Au contraire, la dérive si elle est bien placée et bien angulée a un excellent rendement et grâce au calage et à l'asymétrie, on peut choisir l'angle de dérive de la carène pour lequel la dérive développe la portance latérale nécessaire. En particulier, on s'aperçoit avec REVA que le calage optimal dépend de la forme de carène et de la position de la dérive (longitudinal-latéral) sur la carène. On choisit l'angle de dérive de carène pour que celle ci ait une résistance à l'avancement minimale.

Le logiciel REVA nous indique les efforts hydrodynamiques. Leur interprétation en terme de performance du bateau est effectuée avec notre logiciel de prévision de performances V2P. Ce logiciel est conçu pour être ouvert à n'importe quelle formulation physique des efforts (formules, résultats numériques, résultats d'essais...). Il équilibre le bateau en vitesse, gîte, dérive, assiette longitudinale, enfoncement. Le lacet (équilibre de barre) est étudié à part avec un logiciel spécialisé.

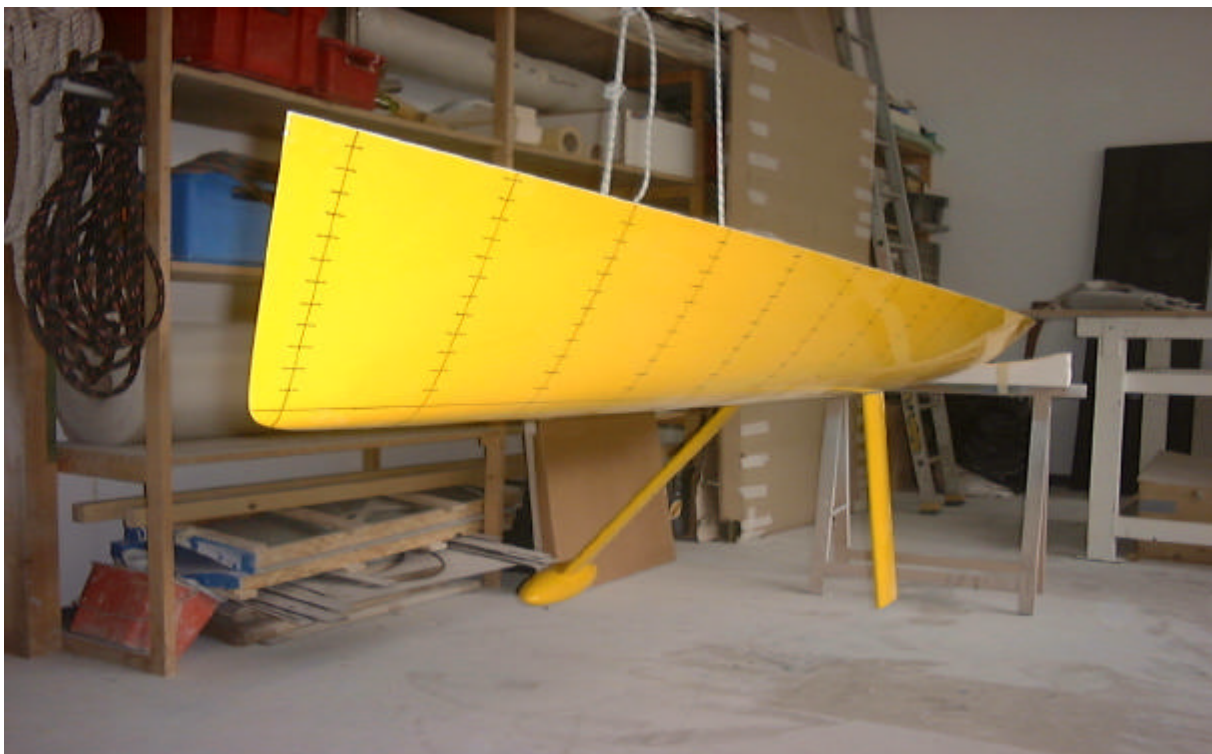


L'étude V2P du projet aux différentes allures nous a montré qu'il était difficile avec un système d'appendices « quille basculante-dérive » d'obtenir le rendement optimal dans toutes les conditions. En particulier, la portance sur le safran varie en fonction des allures alors que l'on démontre par la modélisation que celui-ci a un mauvais rendement à cause de son faible tirant d'eau et de sa position arrière. Compte tenu du programme du bateau, il n'est pas envisageable de rajouter des « degrés de liberté » tels que volet arrière ou dérive supplémentaire. Il faut donc rechercher le meilleur compromis en prenant en compte les différentes configurations de voilures aux différentes allures pour obtenir un bateau équilibré en moyenne et dont le rendement des appendices est toujours performant.

Compte tenu des moyens limités de ce type de projet, il fut difficile de valider rigoureusement le résultat des études. Cependant les deux bateaux qui en sont issus se sont avérés très compétitifs alors que, contrairement à leurs concurrents, ils ne sont pas issus d'une démarche « step by step » mais d'une démarche « one shoot ». Ces bateaux sont bien « nés » au niveau de leurs performances, équilibre, comportement et l'acquis des études permet de guider leur développement.

A la suite de ce projet, Olivier Racoupeau (Berret-Racoupeau Yacht Design) nous a confié une étude sur les 60' et 50' Vendée Globe qui présentait l'intérêt important de pouvoir effectuer des essais en bassin à l'Université de Liège (professeur Marchal).

Nous avons réalisé une maquette de 3,5 m de long, équipée d'une quille basculante et d'une dérive. Les essais sont réalisés avec la méthode et la balance que nous utilisons au bassin de l'Ecole Centrale de Nantes depuis plusieurs années.



CRAIN, bulletin d'informations... CRAIN, bulletin d'infos... CRAIN, bulletin d'infos...

Il fut très intéressant de comparer les mesures issues des 300 essais en bassin avec les résultats de REVA.

Concernant la résistance à gîte nulle, l'assiette, l'efficacité des appendices, les résultats expérimentaux et numériques sont aussi bien corrélés que pour une carène de type ACC.

Par contre, la résistance à l'avancement à la gîte est plus importante au bassin qu'en numérique. Nous tentons donc actuellement d'améliorer la modélisation dans ces conditions.

Le thème d'étude abordé plus particulièrement avec Olivier était l'assiette longitudinale du bateau. Le moment de cabrage dynamique de la carène est plus ou moins égal au moment piqueur dû aux voiles. Le plus ou moins a son importance sur le fonctionnement du bateau et nous avons recherché avec Olivier des formes de carènes qui développent un moment cabreur adapté, en jouant sur les tensions, rocking, position de centre de carène et en évaluant le moment cabreur avec le logiciel REVA. L'expérience de différents bateaux (Kodak, Ecureuil Poitou-Charentes) dont on connaît le comportement plus ou moins sain en assiette a permis de valider la démarche et d'en cerner les limites. Les réalisations se faisant attendre, on ne dispose pas encore de validation sur l'eau de ces résultats.

Au cours de ces deux études, l'intérêt de la modélisation numérique fut une fois de plus mise en évidence ainsi que l'importance de la méthodologie adoptée. La modélisation n'est pas une boîte noire et seule une approche transparente avec le concepteur permet d'obtenir des résultats fiables.

Dernières nouvelles : Roland Jourdain sur SIL et Catherine Chabaud sur Whirlpool terminent respectivement deuxième et quatrième de la transat anglaise en solitaire Europe1-Newman Star..

Contact :

Philippe PALLU DE LA BARRIERE directeur du CRAIN

Jérôme VEDRENNE ingénieur ECN, DEA d'hydrodynamique navale, responsable des modélisations et des essais hydrodynamiques.

