

Edition 2006

Copyright © J.Sans/Edition UNCL –face au 36 quai Le Gallo – 92100 Boulogne ;

Conception graphique et réalisation :
Nolwenn Dervieux, Jean-Claude Merlivat, Jean Sans,

« Toute reproduction, même partielle, de cet ouvrage est interdite. Une copie ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, photographique, microfilm, bande magnétique, disque ou autre, constitue une contrefaçon passible des peines prévues par la Loi du 11 mars 1957 sur la protection des droits d'auteur.»

HISTOIRE des JAUGES depuis 1835

Jean SANS

Préface de Philippe SERENON

Ouvrage réalisé avec le concours de l'UNCL

Préface

Chaque sport a ses caractéristiques. On dit du rugby que c'est un sport de voyous pratiqué par des gentlemen. On pourrait dire de la voile que c'est un sport de gros bras pratiqué par des intellectuels. Car s'il faut du muscle pour border les écoutes, il en faut aussi du jus de crâne pour zigzaguer astucieusement sur le plan d'eau!

Mais avant même d'attaquer les bouées, il faut résoudre la quadrature du cercle : comment faire régater ensemble de manière équitable 2 engins différents afin d'évaluer leurs vitesses potentielles et leur attribuer, à chacun un handicap qui équilibre les chances ? Et quand on l'a fait pour deux bateaux, il faut le faire pour tous les bateaux à travers un système utilisable en toutes circonstances. Pas simple ...

C'est le rôle des jaugees et en apparence, un domaine pour experts qui, utilisant les mesures propres à chaque bateau, sont capables de construire de savantes formules, faites d'intégrales et de racines carrées, très impressionnantes pour les néophytes. Mais cela a deux effets pervers:

- Rebouter beaucoup de régatiers car, s'il y en a toujours un à bord qui a la charge de cette partie aussi technique qu'administrative, la plupart des équipiers bordent les écoutes et règlent leurs voiles sans s'en préoccuper. Ils ont tort et ce livre va le leur prouver de manière didactique et passionnante. La jauge fait partie du jeu, comme le hors jeu sur une pelouse, et sans règles, pas de jeu. Donc comprendre au moins le principe et l'esprit de la jauge c'est mieux naviguer.
- Stimuler les architectes navals qui finissent, quel que soit le nombre de variables, par trouver les compromis les plus efficaces, ce qui finit toujours par se traduire par une course à l'armement, puis une fragilité accrue des bateaux, raccourcissant leur cycle de vie en leur donnant parfois des formes si torturées qu'elles les rendent inesthétiques.

Nous avons cheminé ensemble plus de 20 ans à l'UNCL avec Jean et je lui sais gré de plusieurs choses qui de mon point de vue font de ce livre une référence :

Tout d'abord d'avoir été l'inventeur de la jauge la plus utilisée dans le monde, l'IRC, qui par construction est pérenne grâce au secret de sa formule, ce dont aucun système précédent ne peut se prévaloir ; outre l'intérêt sportif, cela permet de garder aux bateaux une valeur patrimoniale plus importante, élargissant par là même la base de propriétaires donc de pratiquants.

D'avoir immédiatement partagée cette jauge avec les anglais du RORC (originellement l'IRC s'appelait le CHS pour Channel Handicap System) et d'avoir su depuis plus de 20 ans la faire

évoluer en harmonie avec ses homologues d'outre-manche, à la manière de scientifiques dont l'objet et la passion des études prennent le pas sur les ego et croyances diverses.

D'avoir accepté l'idée (pas facile pour un scientifique) que les dimensions mathématique et physique ne suffisaient pas et qu'un certain degré de subjectivité liée aux facteurs humains était nécessaire, tout en trouvant un équilibre vertueux entre ces deux aspects.

Cela paraît choquant au premier abord, mais à y réfléchir, mettre en équation un objet se mouvant dans deux fluides dont les proportions et les mouvements propres de chacun ne sont pas connus à l'avance, le tout mis par un groupe humain dont les capacités individuelles et collectives sont diverses ne peut à l'évidence pas se traduire en variables, au sens mathématique du terme. Pour refaire référence au Rugby, il est parfaitement illogique d'avoir un ballon ovale. Eh bien il en va de même dans la jauge.

On peut s'en approcher et certains systèmes s'y sont essayés. Mais cela revient à gommer les facteurs humains et donc les aspects psychologiques du combat sur l'eau. Or il faut bien comprendre que le ressort profond du régatier est avant tout de se mesurer aux autres : cette notion de combat et de volonté de domination est inhérente à la nature humaine et, si par le passé elle a pris des formes plus guerrières, bien qu'ayant changé de nature, elle reste la raison profonde de la passion pour la régate.

La meilleure preuve de cette assertion est l'existence même de la monotypie : Quel autre rôle a-t-elle que de réduire à néant les différences techniques pour ne garder que les facteurs humains pour juger de la performance de chacun ? En apparence le système idéal.

Il a certes, un énorme avantage, qui est le coût : avec la monotypie on peut industrialiser plus facilement et le réduire pour chaque bateau. Mais, un bateau étant lui-même une production humaine, il reste dans sa structure des différences, si minimes soient-elles. A titre d'exemple, les meilleurs régatiers se préoccupent beaucoup de la chaîne de fabrication et notamment de l'hygrométrie, de la température et de la durée de séchage de la coque !

Fatalement, réduire les écarts de fabrication à un coût et les spécifications fixées par une classe peuvent coûter très cher et faire ainsi perdre cet avantage économique.

Cela fonctionne globalement bien sur les petits bateaux qui peuvent ainsi jouer leur rôle de rampe de lancement pour de nouveaux et jeunes talents car les budgets étant inférieurs, les barrières d'accès au professionnalisme en sont d'autant abaissées.

Mais dans les tailles supérieures, cela ne fonctionne plus car plusieurs facteurs se combinent pour aller contre : on est dans des tailles de bateaux où la fierté (ou l'ego) du propriétaire d'avoir un bateau unique (One Off comme on dit outre Manche) est plus fort que le surcoût budgétaire. Il a à cet égard des alliés : les architectes dont la réputation se voit grandement valorisée en cas de bons résultats, et les coureurs pour lesquels le développement technique fait partie du plaisir. Normalisation contre esprit de liberté, cette valeur cardinale des marins : la monotypie est une voie qui a des limites et ne résout finalement pas la quadrature du cercle initial.

Entre les deux, on a aussi tenté autre chose. Pourquoi ne pas avoir quelques paramètres intangibles et d'autres variables ? C'est le cas des jauge à restriction. Mais quand on voit la différence entre un monocoque du Vendée Globe et celui d'un bateau de Coupe de l'America (sans même parler de multicoques), on voit qu'aucune autre donnée que la volonté du groupe d'individus qui en est à l'origine n'en constitue le fondement. C'est un axiome de base. On veut

jouer ensemble donc on se définit un terrain de jeu. Affaire d'ego collectif. D'un côté des marins passionnés, de l'autre de riches entrepreneurs et le résultat est clairement exprimé par les différences (et les coûts) entre ces deux classes. Au passage, le pouvoir sportif regarde faire, est dans un premier temps écarté du débat, essaye de suivre puis finit par être sollicité pour les règles de course et les jurys. Mais l'ISAF et les fédérations n'ont aucun pouvoir sur la nature des bateaux et donc leur pouvoir de régulation sur les flottes est faible hors de leur champ d'expression qu'est la voile olympique ; et encore c'est le CIO qui choisit les classes.

Face à cette complexité, certains jettent leur bonnet par dessus les moulins et crient vive le No Limit ! En ces temps d'individualisme forcené, le propos a de quoi séduire. Et dans la foulée de Bruno Peyron, Steve Fosset et Olivier de Kersauson, de nouveaux comme Helen Mc Arthur ou Frank Cammas ou encore Thomas Coville s'engouffrent et décident de se faire des records en solo. Là, pas de combat naval direct mais course contre la montre. Parfait pour la voile business mais difficile pour le public. Et puis, c'est le retour à la domination de la longueur à la flottaison, premier critère de vitesse.

On a déjà vécu une époque débridée quand Alain Colas avait lancé Club Med (71 m) à la suite de Jean Yves Terlain (37m). Et on a failli tuer le jeu.

L'histoire est un éternel recommencement ...

On voit donc bien qu'en matière de jauge, il faut faire assaut d'humilité et accepter que les facteurs humains et environnementaux jouent un rôle au moins aussi important que les paramètres techniques...et que la diversité est de rigueur.

D'où ce paradigme insoluble et frustrant : Le monde de la voile ne pourrait-il pas s'autolimiter pour avoir des flottes plus homogènes, renforçant ainsi la lisibilité et l'intérêt pour le Grand Public, tout en établissant une hiérarchie claire ? Car après tout, c'est qui le plus fort Russell Coutts, Michel Desjoyaux, Olivier de Kersauson où les frères Jardine ? On voudrait savoir ?

Et bien non : On ne saura jamais et c'est ainsi. Chaque activité a sa spécificité : Pour nous voileux, il faut vivre avec celle là, qu'on le veuille ou non.

Et quand on a fait ce constat et accepté que le ballon ne rebondisse pas comme on le souhaiterait, on a fait un grand pas !

On a donc depuis un moment quitté le monde scientifique pour rentrer de plain pied dans celui de la comédie humaine : Et là, nous nous trouvons en face d'une étude sociologique, comportementale et culturelle du plus grand intérêt !

Prenons à titre d'exemple, les différences de comportement entre les français et les anglais dans leur approche de la jauge IRC.

Le Français est inventif voire créatif tout en étant rationaliste, prompt à légiférer à tout propos pour ensuite mieux contourner les dites lois, et cherche le plus souvent des explications exogènes à ses échecs.

L'anglais est pragmatique, normatif, soucieux de l'étiquette, adepte des principes d'influence et opiniâtre.

Traduit en termes de jauge cela donne le résultat suivant :

Le français passe son hiver à essayer de trouver comment réduire son coefficient y compris en détournant l'esprit de la règle, sans considération particulière pour la vitesse, et s'il perd sur l'eau, se préoccupe prioritairement du coefficient de ses adversaires.

L'anglais cherche à aller le plus vite possible, quitte à avoir un coefficient plus important, mais une garantie plus grande de faire la course en tête de flotte donc avec vent frais et les choix tactiques les plus larges. Avant de partir, il analyse les règles à fond et s'il peut s'en servir pour éliminer un adversaire ne s'en prive pas (rappelez-vous l'Admiral's Cup 1999 et le cas Crazy KYote), mais une fois qu'il est parti, il assume son résultat en faisant confiance aux organisateurs, ce qui ne l'empêche pas de discrètement user d'influence (lobbying) pour faire évoluer les choses dans son sens ultérieurement.

Raccourci simpliste ? Image d'Epinal ? Pas si sûr...

Maintenant, vous êtes prêts à dévorer ce livre, pas seulement à l'aune des DLR et autres Hull Factors mais aussi en pensant à votre voisin de ponton et à son comportement, et ainsi vous pourrez vraiment apprécier ce que jauge veut dire !

Bonne lecture !

Philippe SERENON

SOMMAIRE

	Page
• <i>Introduction</i>	11
• L'idée de régate	
• Chapitre 1 : LA MONOTYPIE	13
• La Monotypie	
• Les conditions d'une monotypie stricte	
• Des difficultés de la monotypie	
• La Monotypie à restriction	
• Quelles Box-Rules imaginer	
• Box Rules orientées	
• Box Rules généralistes	
• Conclusions	
• Chapitre 2 : IL FAUT BIEN UN DEBUT A TOUT	34
• Les jauge « classiques » à vocation universelle	
• La Jauge à la Longueur	
• Chapitre 3 : LE TONNAGE PREND LE RELAI ET DISPARAIT	40
• Evolutions	
• Exploitations, exceptions locales	
• Les Français s'organisent et palabrent.. les congrès de 1868 et 1886	
• Chapitre 4 : LA SURFACE DE VOILURE S'INTRODUIT DANS LE DEBAT	51
• Réflexion Anglaise	
• Réflexion Américaine	
• Naissance des plats à barbe	
• Le congrès de 1892 en France	
• Chapitre 5: L'IMPASSE	57
• L'introduction de la surface de voilure ne résout pas le problème	
• Quelles solutions ?	
• Vers la Jauge Métrique	
• Chapitre 6 : NAISSANCE DE LA REGLE INTERNATIONALE	60
• La formule du RYA	
• Le congrès de Londres de 1906	
• La formule de classes Métriques reconnue comme International Rule	
• Les Américains arrivent à imposer l'Universal Rule	
• L'Histoire ne retiendra...	
• Chapitre 7 : L'OCEAN FAIT SON ENTREE	71
• La régate se met à rêver d'océans	
• La rencontre du RORC et du CCA en 1931	
• Règle n°1 : Innover	
• Chapitre 8: LES JAUGES RORC et CCA	75
• La Jauge RORC (1931 – 1970)	

- Sa conception originale et innovante
- Sa technique
- Secrets d'une telle longévité
- La passation de pouvoir en 1971
- La Jauge CCA (1931 – 1971)
- Technique et originalité

•Chapitre 9 : LA PEMIERE JAUGE MONDIALE OFFSHORE	95
• La Jauge IOR	
• Les « trous » de Jauge	
• Les VPP prédateurs de la Jauge	
• Les Tons Cup spécialisent l'IOR	
• Aurait-on pu sauver l'IOR ?	
•Chapitre 10: LES PAYS GARDENT LEURS ATTACHES CULTURELLES	125
• Jauges Nationales ou Régionales : Exceptions culturelles ?	
• Handicap à partir de formules	
• Handicap à partir de méthodes statistiques	
• Analyse	
•Chapitre 11: L'IMS, CHARNIERE DE L'EVOLUTION MODERNE DES JAUGES	136
• L'IMS d'abord un outil scientifique	
• La modélisation, les machines à mesurer	
• Naissance de l'IMS	
• Calculs et système de classement	
• L'IMS se complique au fil des ans	
• Les dérives du système	
• Les vieux démons de l'IOR resurgissent	
• Que reste-t-il de l'IMS	
• L'ORC Club : Bouée de sauvetage ?	
• Chapitre 12: LA REFLEXION PRAGMATIQUE	165
• L'approche pragmatique	
• La création du CHS, sa construction technique	
• Pourquoi le CHS s'est ancré	
• Le passage du CHS à l'IRC	
• l'IRC : Jauge innovante	
• Les attaques contre l'IRC	
• Quelles orientations pour l'IRC ?	
•Chapitre 13: EN DEFINITIVE.....	186
• Etat des lieux	
• Les propriétaires et la Jauge	
• Prospective pour le 21 ^{ème} siècle	

INTRODUCTION

L'idée de Régate

L'idée de régater prend naissance dans le sud de l'Angleterre vers 1835, elle s'étend rapidement au continent en abordant en premier Le Havre. Les USA emboîtent le pas pour lancer le premier Défi à l'Angleterre en 1851. En dehors de cet événement exceptionnel, les propriétaires constatent rapidement qu'à la notion de régate doit être ajouté un système de classement prenant en compte les caractéristiques des voiliers qui se confrontent.

En effet tout le monde constate que, sauf imprévu ou aléa météorologique, le voilier monocoque le plus long a toutes les chances de terminer premier, sans que cela signifie qu'il ait le mieux régaté.

La manière d'analyser les caractéristiques d'un voilier fut alors introduite sous le terme ancien de JAUGE qui d'après le Littré représente « la juste mesure que doit avoir un vaisseau pour contenir quelques liqueurs ou grain ».

Avant d'analyser et de décrire les principales jauge, nous allons donner à la JAUGE¹ une définition moderne :

La jauge représente un outil permettant d'établir un classement équitable entre des voiliers d'architectures différentes qui participent à une même régate.

Equitable signifiant :

- Que les meilleurs équipages doivent gagner par leurs capacités à bien manœuvrer et par leurs aptitudes à bien naviguer
- Que les meilleurs dessins (au sens général) doivent gagner. Cela sous entend que la conception, la réalisation, le gréement, le mât, les voiles soient proches de l'optimum.

La régate se classe parmi les sports mécaniques où la prestation du « pilote » est primordiale pendant la course, puisque c'est lui seul qui prend les décisions tactiques, qui contrôle, manœuvre son bateau et dirige son équipage. Le « pilote » intervient aussi avant la course dans sa relation avec l'architecte, les constructeurs, les équipes de préparation, l'équipage, afin de parfaire la conception, la réalisation et la mise au point du bateau. Ces deux approches, préparatoire et opérationnelle sous entendent que l'ensemble technique du bateau doit répondre à des règles.

Puisque nous admettons que la régate est un sport mécanique cela signifie que le support (le bateau) respecte un certain nombre de règles écrites. Sans définition du support, il est impossible d'apprécier la prestation du « pilote ». Si le support est libre, seul l'exploit de mener un bateau hors normes dans des zones inhabituelles peut alors être quantifié, dans ce cas il n'y a pas de régate, mais juste une performance individuelle qui relève du domaine de l'aventure.

Tout le travail et l'imagination des jauge et de ceux qui les initient porteront sur la définition du support en élaborant des règles plus ou moins complexes. Malgré des règles même sophistiquées, la difficulté de classer les bateaux n'est pas résolue car sauf à classer en temps réel les bateaux appartenant au groupe le plus homogène, il manque un outil entre le temps mis à faire le parcours de la régate et le potentiel de vitesse du bateau.

Dans le sillage de la Jauge apparaîtra la table de « temps rendus », outil indispensable aux classements. Le Royal Yacht Squadron de Cowes écrira la première dans les années 1850. Devant les difficultés des clubs à réaliser des calculs (seul le calcul manuel et la règle à calcul étaient disponible), ces tables de temps rendus rencontrèrent peu de succès. Il faudra attendre la

¹ Les Anglo-saxons parlent de RATING RULES

jauge RORC pour que le problème du classement en temps compensé soit maîtrisé et se diffuse dans les clubs. Simultanément les formules de jauge et les calculs des classements posèrent des problèmes. Ces difficultés amenèrent les propriétaires à s'orienter vers la monotypie. Nous aborderons cette étude par les différents types de monotypies imaginées, qui in fine, déboucheront sur le concept de jauge.

L'approche par la monotypie consiste à dire : Régatons avec des bateaux strictement identiques et tous les problèmes seront résolus. Nous verrons que la monotypie offre un certain nombre d'avantages, qu'elle a toujours un succès certain, bien qu'elle ne soit pas facile à mettre en œuvre.

Mais l'Homme de l'Art (architecte, constructeur, skipper) ne se satisfait pas de l'uniformité imposée par la monotypie. Il désirera toujours améliorer, innover, il souhaitera alors s'exprimer dans une monotypie d'un genre, qu'il nommera **Monotypie à restriction**. Malgré ce passage de la monotypie stricte à la monotypie à restriction, la diffusion des bateaux restera très confidentielle et très élitiste.

Après une étude approfondie des différents types de monotypies nous reviendrons naturellement vers la Jauge pour constater qu'en filigrane de l'histoire des jauge, on trouve le propriétaire, c'est à dire celui qui choisit un programme de régate, un architecte, un chantier. Rapidement les propriétaires vont souhaiter régater, mais aussi profiter de leur bateau en dehors de compétitions. Le concept de Course-Croisière (Racer-Cruiser pour les Anglo-saxons) prend naissance. Les bateaux deviendront immédiatement différents les uns des autres, d'où la recherche d'un système de jauge le plus universel possible qui devra, en théorie, donner un handicap² ou un rating équitable à toute forme architecturale.

Nous allons montrer dans cette étude, les cheminements intellectuels qui aboutirent aux différentes techniques de jauge et à leurs évolutions depuis plus de 150 ans.

Cette histoire mondiale, repose sur la technicité mais aussi sur l'implantation locale des hommes ou leur pouvoir dans le monde. En effet le grand tournant de la jauge se situe dans les années 1925 avec la naissance de la jauge RORC³ (Angleterre) et celle du CCA⁴ (USA). Ces deux jauge identiques en technicité et en valeur n'auront pas la même diffusion. Celle du CCA bien qu'ayant de très nombreux adeptes ne quittera pas les ports Américains, tandis que celle du RORC s'internationalisera naturellement à l'image de l'Empire Britannique qui est encore très présent en ce début du 20^{ème} siècle partout dans le monde. Mais aussi parce que le continent européen n'est séparé de l'Angleterre que par la Manche, le proche Atlantique et la Mer du Nord, soit trois zones de navigation accessibles et relativement aisées.

Plusieurs centaines de formules de jauge ou techniques de handicap ont été inventées en 150 ans, très peu resteront à la postérité, victimes de conflit d'intérêt des hommes, des pays ou simplement parce qu'elles n'apportaient pas de vraies solutions. Ainsi va la Course au Large.

En suivant notre fil d'Ariane, de la monotypie stricte à la monotypie généraliste, puis aux jauge, nous intercalerons des *Dossiers Techniques* plus développés afin de permettre au lecteur qui le souhaite d'approfondir ces domaines.

² Handicap ou Rating : on utilise assez facilement les deux expressions. En toute logique, donner un handicap consiste à ajouter un élément au bateau afin de freiner sa progression par rapport à d'autres bateaux. Donner un rating, consiste in fine à affecter à chaque bateau un coefficient, fonction de leurs potentiels de vitesse, afin de corriger les temps de régate et ainsi de les classer.

³ RORC : Royal Ocean Racing Club

⁴ CCA : Crusing Club of America

Chapitre 1 : LA MONOTYPIE

La Monotypie

Lorsque tous les bateaux sont réputés identiques, on parle de régates en séries monotypes. Ce type de régates est très développé en dériveur ou en quillard (420, 505, Finn, Hobbie-Cat, Soling, Star, Melges, Mumm 30 etc.)

Dans le principe, les supports sont strictement identiques, seule la capacité de l'équipage à les faire aller vite et au bon endroit est jugé lors d'une régate. Dans le principe... car un bateau se compose

- d'une coque pontée, lestée, plus ou moins aménagée
- d'un mat gréé
- de voiles

Les coques pontées, lestées et aménagées représentent un produit industriel soumis aux règles de fabrication de base, que l'on peut énumérer ainsi :

- la qualité
- les tolérances dimensionnelles
- les tolérances géométriques
- la mise en œuvre des matériaux
- le vieillissement des matériaux

Pour s'en convaincre, il suffit de peser (opération facile pour un dériveur) un monotype, pour se rendre compte qu'aucun n'a la même masse⁵. Les règles de classes, donnent toujours d'ailleurs une fourchette minimum et maximum pour la masse de chaque bateau. En fonction de la masse réelle du bateau, ces règles prévoient des masses compensatrices qui devront être stratifiées dans le bateau. Reste que cette décision d'ajouter des masses compensatrices ne rend pas les bateaux identiques hormis sur la question de la masse générale. Les lois de l'hydrodynamique et de la dynamique sont plus complexes. La masse de chaque bateau ne constitue qu'un des paramètres, d'autres interfèrent sur la vitesse et les performances du bateau.

Conditions d'une monotypie stricte

Dans la réalité deux coques pontées, lestées et aménagées sont dites identiques donc monotypes, si :

- elles ont la même masse,
- la répartition de la matière de construction est identique en tout endroit du bateau,
- leurs centres de gravité respectifs sont identiques en position,
- leurs formes (dimensions) géométriques sont « superposables ».

La forme : C'est sûrement l'élément technique le moins sensible aux tolérances de fabrication, à condition que les coques sortent toutes du même moule stable et que le processus de fabrication soit draconien. Les tolérances dimensionnelles sont relativement faibles (quelques dixièmes de mm) et leurs effets sur l'écoulement hydrodynamique est négligeable.

⁵ **Précision** : Un objet a une masse (unité le Kg), cette masse crée une force (unité le N –Newton- ou le daN –décaNewton–), suivant la formule $F=m.\gamma$ (F en N, m en kg, $\gamma = 9.81 \text{m/s/s}$ valeur couramment utilisée). Donc une masse de 1kg crée une force de 0.98 daN soit sensiblement 1kgf (ancienne notation).

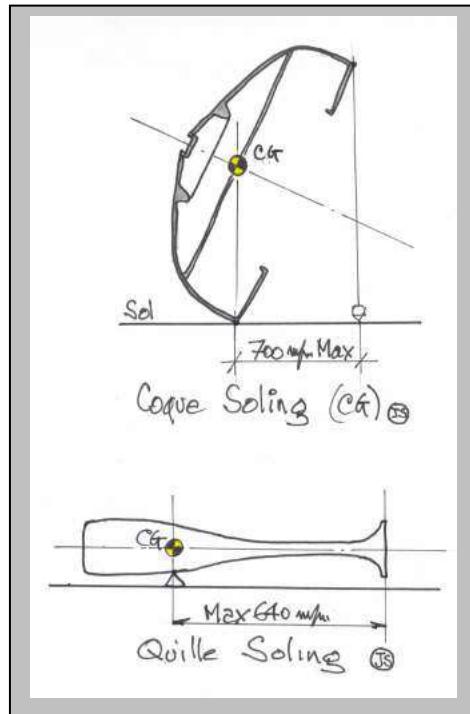
La rigidité de l'ensemble coque/pont représente un facteur beaucoup plus important car il influe sur la forme des voiles donc sur le rendement aérodynamique.

La masse : Pour que les bateaux soient monotypes, il faut qu'ils aient des masses identiques. La mise en œuvre consiste à peser à vide les bateaux à leur sortie de chantier et à leur imposer des masses compensatrices, lorsque l'on constate que la masse du bateau fabriqué est inférieure à celle prescrite. On suppose qu'aucun bateau fabriqué n'aura une masse supérieure à celle imposée par la jauge. Mais une question se pose : où doit-on installer la ou les masses compensatrices ? En effet, lié à la masse du bateau se trouve le centre de gravité et le moment d'inertie, qui dépendent uniquement de la répartition des masses dans le bateau.

Centre de gravité : Physiquement, il représente le point d'équilibre d'un objet. Sa position cartésienne X,Y,Z dépend de la répartition des masses dans l'objet. Dans notre cas : un bateau.

Sur un bateau, on recherchera surtout à abaisser le CG, ce que ferait une masse compensatrice si on la plaçait sous le plancher du bateau. Afin d'éviter de donner un avantage aux bateaux plus léger en construction, les règles de jauge monotypes imposent des masses compensatrices (0.5, 1.0 ... 8kg par exemple) stratifiées généralement au niveau du mât. Le propriétaire n'ayant évidemment pas le choix de l'endroit.

Dans l'absolu plutôt que de compenser les différences de masse des bateaux par des masses compensatrices, il serait plus équitable de mesurer la stabilité du bateau à 90° et de compenser la position de centre de gravité de la coque lestée.



Certaines séries comme le SOLING, imposent de mesurer la position verticale du centre de gravité de la coque et du lest lors de la construction. La méthode est relativement facile à mettre en œuvre : la coque et le lest étant posés en équilibre sur un appui « couteau » ou sur le livet, le jugeur vérifie qu'une distance définie par la règle n'est pas inférieure ou supérieure suivant l'élément mesuré, à une valeur définie par la jauge. On peut procéder d'une manière identique pour le mât, surtout si il est construit en composite.

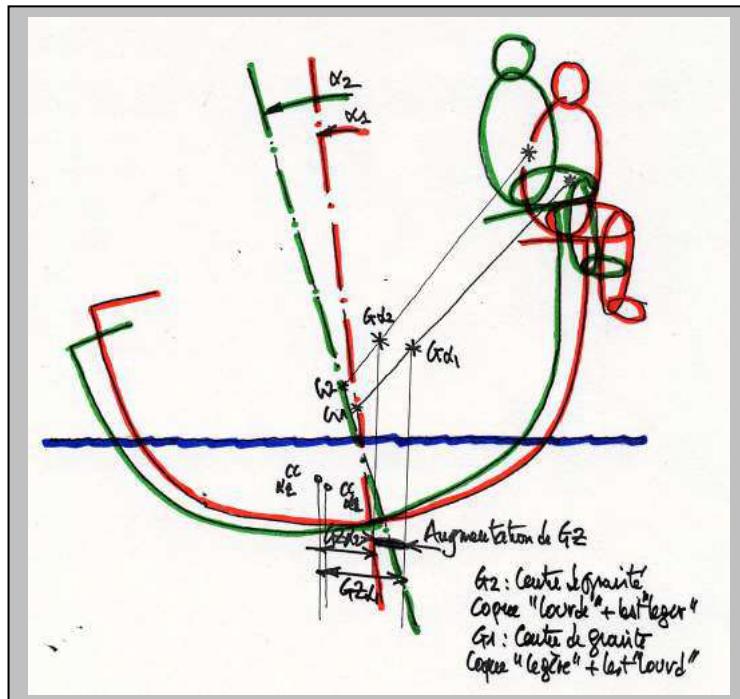
Car finalement le skipper (cela s'est vu en Figaro « 1 » par exemple) choisira une coque légère (à la limite de la tolérance inférieure admise) et un lest « lourd », c'est à dire à la limite supérieure de la tolérance admise. Les différences restent globalement faibles –quelques 10, 15 ou 20kg- mais en monotype l'optimisation doit être de rigueur.

Lorsque le couple de rappel de l'équipage est limité par un poids maximum de l'équipage, tout gain vers le bas pour le centre de gravité du bateau améliorera intrinsèquement les performances du bateau.

DOSSIER TECHNIQUE

« Influence de la fabrication du voilier sur son couple de Rappel »

En monotypie la règle de jauge limite généralement le poids de l'équipage, ce qui interdit d'augmenter la raideur à la toile en jouant sur ce paramètre.



Hypothèses

En régime « statique », c'est à dire en supposant que les paramètres d'accélérations angulaires transversale et longitudinale sont négligeables⁶, on constate : qu'un centre de gravité plus bas de la coque pontée et lestée a pour effet de déplacer vers l'extérieur et vers le bas le centre de gravité général du bateau avec son équipage au rappel. En conséquence le bras de levier Gz, comme le couple de rappel, augmentent, ce qui induit une gîte plus faible et de meilleures performances.

La position de centre de gravité (G) du bateau ponté, lesté et gréé est le résultat d'opérations de fabrication du bateau.

L'étude ci-dessous a été réalisée sur le MELGES 24 à partir des hypothèses suivantes :

- modèle numérique du MELGES 24
- prise en compte de deux configurations déterminant deux positions du CG
- prise en compte d'un équipage au poids maximal
- calcul de stabilité de 0° à 20°.

⁶ Ces conditions sont réalisées par mer plate, vent 10 à 12 noeuds, équipage au rappel, « immobile ».

Position de centre de gravité du bateau

Les règles de jauge de la classe MELGES 24 précisent les dimensions des appendices et leurs masses. Comme ces éléments proviennent d'opération de fabrication, ils sont chacun affectés d'un intervalle de tolérance (Quelques mm pour les distances ou quelques kg pour les masses). L'intervalle de tolérance sur la distance entre le fond de coque et le haut du bulbe est de 20mm. Cela est dû au fait que la quille étant mobile (transport), la tolérance de position sur l'élément mobile (la quille) doit être plus grand que dans un système à quille fixe. Si on imposait un intervalle de tolérance plus faible sur cet assemblage (quille dans le puits de quille), cela reviendrait à imposer des intervalles de tolérances très serrés sur les pièces constituant cet assemblage, ce qui rendrait la fabrication plus complexe et plus onéreuse.

Les deux éléments importants sont :

- La distance du fond de coque à la naissance du bulbe : mini 1195mm, maxi 1215mm
- La masse du bulbe en plomb et du voile de quille : mini 300 kg, maxi 313 kg

La masse du bateau gréé est de 809 kg minimum. Tous les bateaux sont amenés en usine à cette masse par l'ajout d'une gueuse en plomb (maximum 20kg) que l'on stratifie au pied de l'épontille.

Il existe quelques bateaux plus lourds que les 809 kg, mais ils sont rares.

809 kg = (voile de quille + bulbe) + bôme + mat et gréement + coque accastillé
300 à 313 kg 7.30kg 38kg 450.7 à 463.7 kg

L'idéal en terme de mouvement dynamique est d'obtenir la matière du bateau répartie la plus uniformément possible sur toute la « surface » du bateau. L'ajout d'une gueuse disposée sensiblement au pied du mât va engendrer des mouvements infimes de tangage qui apparaîtront comme néfastes à la marche du bateau au près.

Souvenons-nous que :

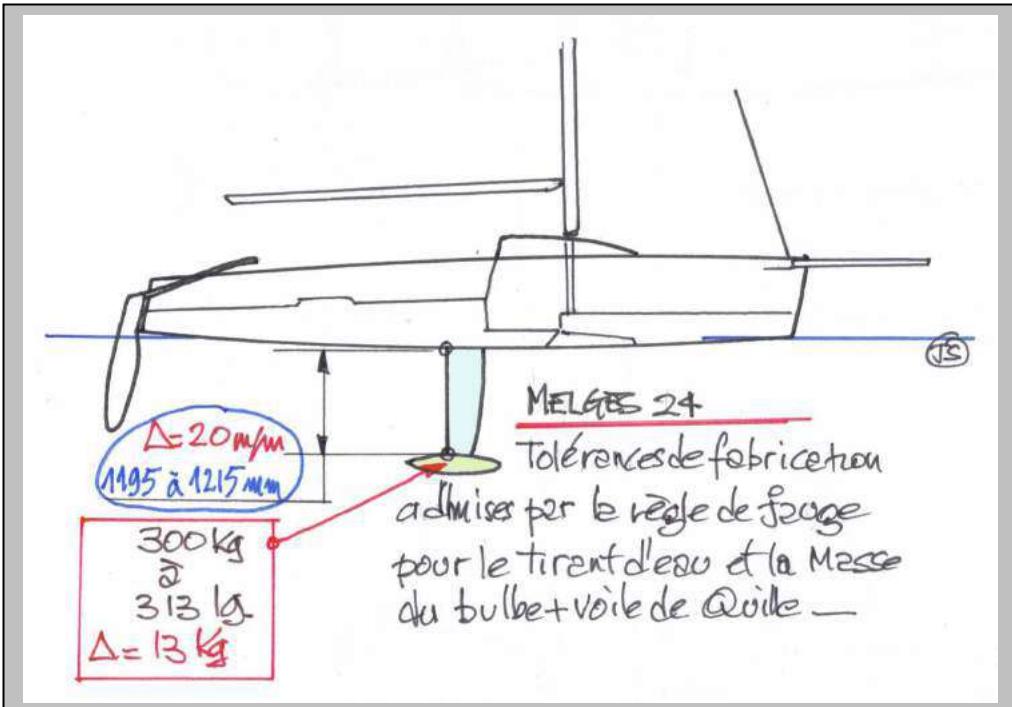
- le moment d'inertie d'une masse est égal au produit $m \cdot R^2$ (m étant la masse en kg et R la distance entre le centre de rotation du mouvement de tangage et le centre de gravité de la masse).
- le couple créé par les forces d'inertie est égal au produit $I \cdot \omega'$ (I étant le moment d'inertie décrit ci-dessus et ω' l'accélération angulaire de la masse).

La disposition des gueuses compensatrices dissuade d'alléger le bateau (ce qui reste illégal) en ponçant le stratifié, la masse des gueuses augmentant de facto. Mais comme cette masse de gueuses est limitée (20 kg), le bateau risque finalement d'être hors jauge.

Influence de la distance bulbe/fond de coque et de la masse du bulbe

Ces deux paramètres dimensionnels pris avec leurs tolérances maximales, engendrent les effets suivants :

- Augmentation du tirant d'eau (20mm)
- Augmentation du plan anti-dérive (0.7 dm²)
- Augmentation de la masse du bulbe en plomb, celle de l'aileron étant considérée comme négligeable dans les calculs.



La masse plus lourde et plus profonde du bulbe, associée à une coque plus légère permet d'obtenir une position verticale plus basse du centre de gravité⁷ du bateau sans équipage.

Suivant que le bateau soit équipé d'un bulbe « lourd » ou d'un bulbe « léger » et d'un « grand » tirant d'eau ou d'un « petit tirant » d'eau (différence entre les deux tirants d'eau 20mm), le centre de gravité de l'ensemble voile de quille et bulbe sera plus bas de 20mm (référence prise par rapport à la flottaison pour 809 kg de déplacement).

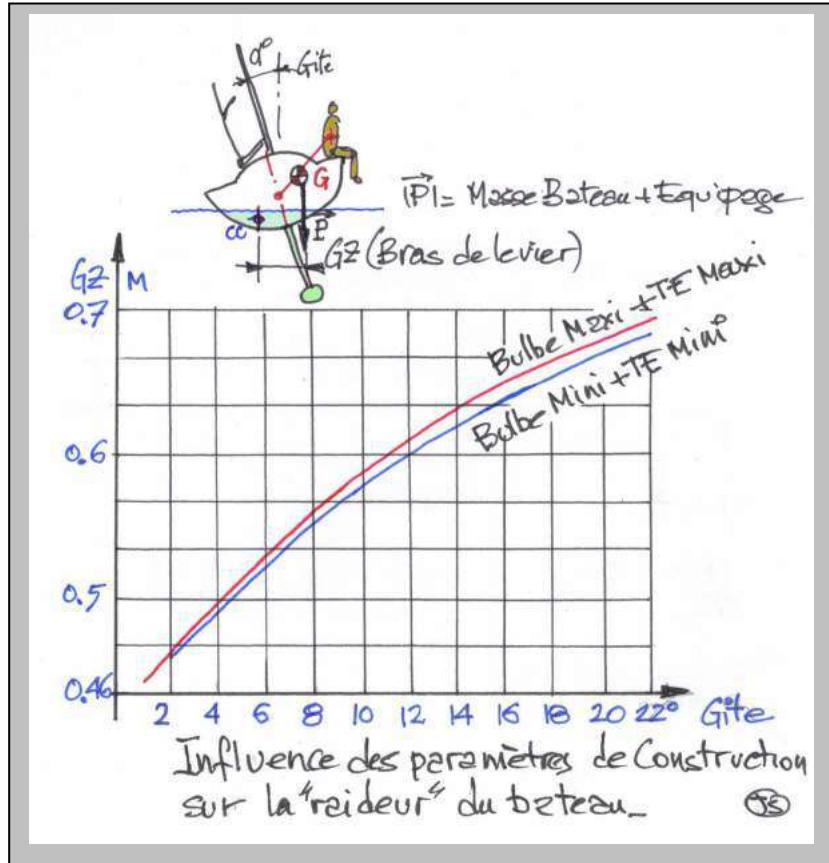
- **Assemblage 1 :** Coque lourde, lest léger et « petit tirant d'eau » (CG « haut »)
- **Assemblage 2 :** Coque légère, lest lourd, et « grand tirant d'eau » (CG « bas »)

Dans cette simulation nous considérerons le centre de gravité de la coque pontée, comme invariant, la différence de masse de la coque (2.9% environ) pouvant être considérée comme uniformément répartie sur tout le volume du stratifié. Cette hypothèse réaliste met en évidence un centre de gravité général du bateau à vide (sans équipage) plus favorable de 36mm que dans le cas de l'**Assemblage 2**. Résultat normal, puisque ce bateau possède une coque légère associée à un lest plus lourd et plus profond.

Poursuivons l'analyse en étudiant l'influence de ces configurations avec l'équipage maximum (360kg) au rappel.

Ces bateaux recherchent en permanence la navigation avec une gîte minimum (5 à 15°). Plus le bateau sera « à plat sur l'eau » plus il ira vite au près et meilleurs sera son VMG.

⁷ Nous avons construit un modèle numérique du bateau et avons calculé par une expérience de stabilité (à 90°) la position du CG, bateau vide.



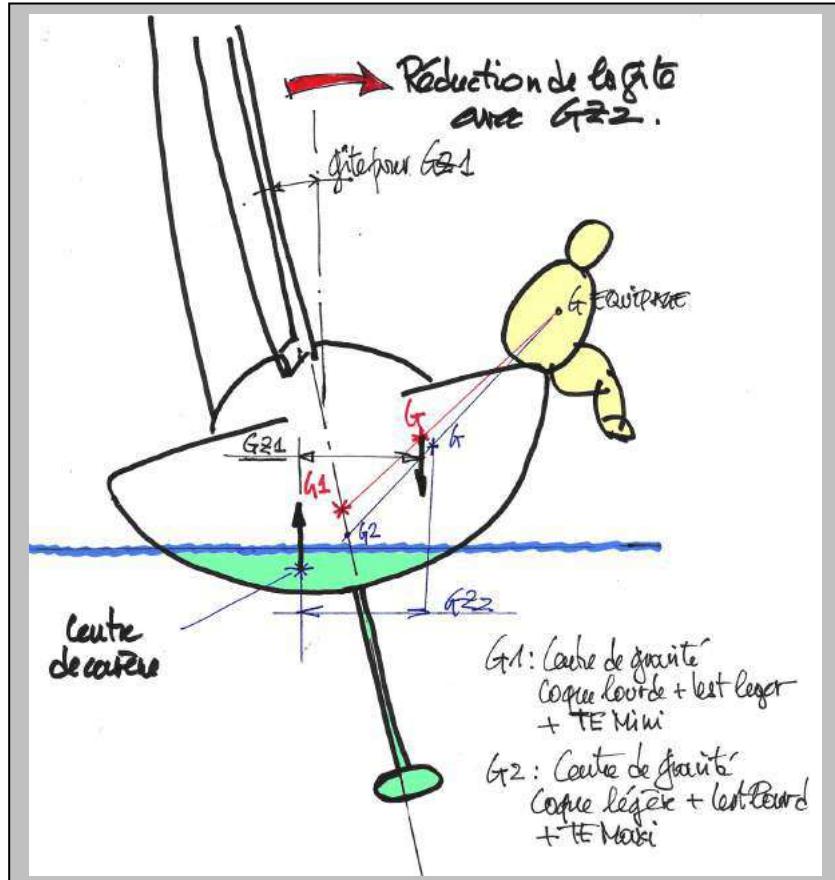
L'étude suivante représente l'influence des deux assemblages possibles (1 & 2) associés au même équipage exerçant un rappel identique sur le Gz (bras de levier).

On constate immédiatement que plus l'angle de gîte augmente, plus le bateau (**assemblage 2**) apparaît comme avantagé (le Gz est plus grand).

Le GZ (bras de levier de redressement) représente une approche scientifique du problème qui est difficile à appréhender par le skipper, soyons plus pragmatique et recherchons quelle masse il faudrait ajouter à la masse de 360kg de l'équipage installé sur le bateau (**Assemblage 1**) pour que sa raideur soit identique à l'autre bateau (**Assemblage 2**).

Les calculs de stabilité transversale montrent qu'en ajoutant 7 kg à la masse autorisée de l'équipage (367 au lieu de 360 kg) soit 1.95 %, on retrouve sensiblement une raideur identique entre 0 et 15° de gîte.

Ce supplément de masse (+7kg) est très faible, mais non négligeable, compte tenu que notre hypothèse prend un coque lourde et un lest léger et vice-versa. Dans la réalité d'une fabrication, les répartitions des dimensions ou de masses dans un produit fabriqué suivent une répartition gaussienne. Sauf à assembler les coques et les tests en les choisissant, il y a très peu de chance pour que les assemblages de l'hypothèse se réalisent.



La règle, consciente de ce Meccano possible, se prévaut normalement des petits malins, qui par quelque entregent, pourraient obtenir une coque légère et un lest lourd. L'ensemble de cette étude reste un calcul théorique statique. Dans la réalité, d'autres paramètres dynamiques influent sur les performances générales du bateau.

Cela démontre que la réalisation de vrais bateaux monotypes demeure possible, mais au prix de contraintes de fabrications très serrées et d'une règle de jauge draconienne. On trouverait des résultats identiques dans des séries comme le J24, J22, Star, Soling, Dragon etc.

Ces résultats expliquent en partie les coûts des différentes séries de bateaux monotypes. Par contre si la règle de jauge est laxiste (pas de pesée des bateaux, pas de limite de la masse de l'équipage etc.) la monotypie du bateau va rapidement dériver et rien ne pourra la sauver.

Des difficultés de la Monotypie

Dès qu'apparaissent plusieurs constructeurs, les procédures de fabrication se compliquent, car les lots (en terme de nombre de bateaux produits) sont généralement peu importants et non continus dans le temps. L'application de contrôles de qualité du type ISO 9000 ou dérivé, n'améliore pas la production, car les conditions de construction de tels bateaux ne rentrent pas vraiment dans le cadre de ces normes, rédigées pour des activités industrielles de grande ou moyenne série.

La gestion d'une classe comme ses règles de monotypie deviennent aussi importantes que la fabrication par elle-même. En fait ces deux entités sont imbriquées et ne peuvent être

dissociées. Une fabrication exemplaire n'engendrera une monotypie stricte que si les règles de classes sont précises, contrôlées et dont la gestion est indépendante du chantier naval. A ce jeu les structures de classes de culture anglo-saxonne demeurent les maîtres à penser pour la rédaction d'une règle de monotypie.

Enfin contrairement à l'idée répandue, plusieurs constructeurs n'insufflent ni la concurrence ni la baisse des prix pour de tels bateaux. Pour s'en convaincre il suffit de se reporter aux catalogues des constructeurs de Dragon ou d'autres séries très implantées.

Certaines pratiques

Lors de certains championnats (Jeux ISAF par exemple), l'organisateur fournit des bateaux neufs, construits pour la circonstance. Cette méthode nivelle les différences car sur une série continue de 15 à 20 bateaux les écarts entre les bateaux construits demeurent infimes même si ces bateaux sont quelque peu différents du bateau théorique. Il arrive aussi que l'organisateur impose aux équipes de changer de bateau chaque jour (chaque équipe conservant ses voiles), ce qui aplani encore plus les différences techniques qui peuvent exister entre les bateaux. Ces pratiques supposent des moyens financiers importants, ou des régates très typées comme le Match Race.

Voiles

Paradoxalement les voiles sont définies par toutes les jauge comme un objet plan alors que dans la réalité elles se matérialisent par des volumes complexes. Aucune jauge ne s'applique à en déterminer les performances aérodynamiques ou à imposer une « forme » hormis le guindant, la bordure et les ronds de chute, contrairement aux carènes et aux appendices qui sont très strictement encadrés et contrôlés. Pourtant les voiles représentent par essence le moteur du bateau. La raison de cette impasse est que les mesures de creux et de répartition du creux sont pratiquement impossibles à réaliser sur des voiles de fabrications conventionnelles (voiles à panneaux). Par contre avec le développement de la technique des voiles moulées (type 3DL), on pourrait imaginer qu'une série monotype soit propriétaire des moules des voiles (Grand-voile et focs), ce qui autoriserait à contrôler la forme des voiles en contrôlant l'outil de fabrication d'une manière identique à ce qui est fait pour les coques.

Monotypie stricte, quelles conclusions, quel avenir ?

Dans l'inconscient collectif, *Monotypie* signifie absence de jauge, régates à « armes égales ». En réalité, nous trouverons le pire et le meilleur dans les séries monotypes. Le meilleur lorsque les séries sont structurées et savent analyser la « nouveauté » en laissant du temps au temps, le pire, dans les séries monotypes de circonstances où le constructeur assure tous les rôles, jauge, administration de la règle, gestion de la « classe ».

Si les contraintes de la monotypie apparaissent généralement faciles à traiter et à accepter pour les dériveurs et les quillardes de régates, elles deviennent plus complexes, voire impossible à gérer pour les bateaux de courses-croisières. Rares sont les séries monotypes habitables existantes dans le monde, qui peuvent se prévaloir d'être véritablement monotype.

La monotypie ne paraît donc pas être le cadre idéal pour la diffusion du plus grand nombre de bateaux de régate, elle n'est pas non plus la tasse de thé des constructeurs généralistes, car assurer la pérennité, l'identité d'une série de bateaux pendant 10, 15, 20 ans... voire plus (le Star) n'apparaît pas comme très commercial pour une entreprise industrielle importante. Actuellement il ne se construit plus de Class 8 et de Figaro Bénéteau 1 depuis au

moins 5 ans. Seules de petites structures industrielles s'intéressent à la construction de monotypes et elles réussissent d'ailleurs fort bien dans ce domaine. Si quelques grands chantiers communiquent sur ce thème de la monotypie en organisant un circuit de régate ou des rassemblements, c'est souvent plus par intérêt commercial du moment, ou dans le but de donner une image sportive de l'entreprise auprès du grand public, que de promouvoir l'idée de Monotypie.

Evolution logique de l'esprit de monotypie stricte

Puisque construire industriellement des bateaux strictement identiques augmente les coûts de fabrication et ne favorise pas le développement de l'entreprise, ni d'ailleurs le génie architectural, imaginons une « monotypie idéale » qui permettrait :

- aux architectes de s'exprimer,
- aux constructeurs de bateaux de lancer des modèles qui évoluent dans le temps tout en devenant de plus en plus performants,
- aux propriétaires d'optimiser et de perfectionner leurs bateaux en respectant les règles de la monotypie de la Classe.

Cette « monotypie » existe, elle se nomme **Monotypie à restriction**.

La Monotypie à restriction

Très vite les jauge s'orientèrent vers la monotypie à restriction, car ce système de « jauge » simplifie la méthode de classement. Bien que tous différents, les bateaux d'une même série monotype à restriction vont régater en temps réel⁸. La fameuse Coupe America est le support le plus connu et le plus ancien de ce type de jauge, toutefois au fil de quelque 100 ans de Coupe America, plusieurs dizaines de règles de monotypie à restriction furent utilisées, la dernière étant celle des CLASS AMERICA. Les Mini 6.50 appartiennent aussi à cette monotypie à restriction.

Principe

Une monotypie à restriction est une jauge qui permet de régater, en temps réel, comme en « monotypie stricte », mais avec des bateaux aux performances semblables, mais différents entre eux, et cela sans pour autant utiliser obligatoirement une formule de jauge.

Cela revient à se ramener à la formulation suivante : puisque l'identique est très complexe à réaliser, définissons uniquement un cadre de construction et des restrictions à respecter pour la conception du bateau.

DOSSIER TECHNIQUE : Les Séries Monotype 6.50m et 8.50m

Dès 1906, l'idée de jauge à restriction flotte dans l'air du temps ? Ces jauge à restrictions initiées par des clubs fédérateurs (en France le Yacht Club de France) ont pour but de lancer des séries de petits voiliers de régates économiques.

La première fut la Jauge de 6.50m. La longueur est limité à 6.50m afin, d'après les promoteurs de la Jauge, de pouvoir transporter ces bateaux sur les plateaux des Chemins de Fer des réseaux ferrés de l'époque.

Caractéristiques générales de ce monotype:

⁸ Nous verrons que cette notion a évolué, puisqu'une jauge à restriction, l'IRM, permet aussi de régater en temps compensé.

- *LOA* : 6.50m
- *Surface de voilure maxi* : 30m²
- *Déplacement mini* : 800 kg
- *TE maxi / Mini* : 1.0 / 0.50
- *Franc-bord mini* : 0.35 m
- *Ouverture de Cockpit Maxi* : 1.50 m
- *Longueur maxi du mât* : 6.50 m

A ces caractéristiques, cette jauge à restriction ajouta rapidement une formule destinée à encadrer les paramètres principaux.

*(L * √S)/ Racine cubique (D) devait être inférieur ou égal à 2.80.*

Le YCF lancera ensuite une variante à 8.50m. Elle se développera principalement en Bretagne car ces voiliers s'adaptaient mieux aux conditions de mer (rappelons nous que les cockpits de ces voiliers n'étaient pas par exemple autovideurs).

La série des 6.50m se développera en rivière et sur les lacs; il existait encore dans les années 1950 des compétitions de 6.50m sur le lac de Genève.

En d'autres mots, cela revient à écrire un cahier de charges que tous les propriétaires, architectes, constructeurs devront respecter pour que leurs bateaux appartiennent à une série monotype définie, par exemple les classes Mini 6.50, ORMA, IMOCA, VOR60, Micro etc...

Chaque série sera particulière, dans le sens où les séries n'ont aucune relation architecturale en commun, ce qui implique qu'aucune passerelle n'existera pour passer d'une série à l'autre et qu'aucun classement prenant en compte des bateaux de différentes séries ne pourra être réalisé. Cela n'a pas d'importance car ces bateaux ne régatent jamais les uns contre les autres, même si ils utilisent un parcours identique.

Pour illustrer ce propos, on comprend facilement qu'un Class America n'a aucun rapport direct avec un VOR60 ou un Mini 6.50, hormis les lois de l'hydrodynamique, mais ces lois ne représentent pas une règle de jauge bien qu'elles contribuent pour une partie à leur rédaction.

Les anglo-saxons nomment ce type de jauge une Box-Rule, terme qui représente bien la monotypie à restriction en ce sens que le bateau doit rentrer dans une « boîte » dont les contours sont définis à l'avance.

Quels types de box-rule peut-on utiliser ou imaginer ?

Les box-rules peuvent être de conception très simple (Mini 6.50) ou très complexe comme pour la Class America.

- Dans la conception la plus simple, on définit les paramètres dimensionnels suivants :
 - Longueur hors tout de la coque, bau maximum, tirant d'eau maximum pour un monocoque
 - Longueur hors tout de la coque, tirant d'eau maximum, tirant d'air maximum, longueur du bout dehors pour un multicoque.
- Dans une box-rule plus complexe le comité de jauge introduit :

- Une corrélation entre le LOA⁹ et le déplacement (masse du bateau à vide par exemple). Chacun des intervalles de définition restant très petit, par exemple $11.5 < LOA < 13.0m$ et $4.8 < D < 6.2 T$.
- Ou alors une formule du type :
Valeur fixe de rating = $(L+B+0.75*G+0.5*\sqrt{S})/2$

L'idée d'établir une corrélation entre LOA et le déplacement a pour but d'associer la LOA maximum avec le déplacement maximum et la LOA minimum avec le déplacement minimum afin de permettre aux architectes de jouer avec cette alternative suivant les plans d'eau, les conditions météorologiques et leurs sensibilités.

Certaines box-rules imposent aussi une relation mathématique entre le déplacement, la surface de voilure et la stabilité du voilier, mais sans que cela transforme la box-rule en une règle de jauge généraliste.

En plus de ces limites dimensionnelles et des relations entre les paramètres, la box-rule introduit des restrictions dans l'utilisation des matériaux et dans les procédés de fabrication, que ce soit pour la construction de la coque, du lest, des appendices et même des voiles. Ces restrictions s'appuient sur les caractéristiques mécaniques des matériaux, leurs mises en œuvre (T° de cuisson limitée), leurs caractéristiques métallurgiques (exemple : alliages de titane interdits) ou chimique (fibre de carbone interdite) ou sur tout autre point que les initiateurs de la box-rule considèrent comme important. Le but de ces restrictions sur les matériaux et leur mise en œuvre étant d'endiguer les coûts¹⁰ des bateaux.

Exemple de monotypie à restriction : La Classe 5.5JI qui n'a aucun lien de parenté avec les classes Internationales 6JI.

Extraits des règles de classe des 5.5JI

2. MEASUREMENT FORMULA AND LIMITS		
2.1. $0.9*((L^*S^{(1/2)})/12/D^{(1/3)})+((L+S^{(1/2)})/4))$ shall not exceed 5.500 metres		
Where:	L	= Length for rating (rule 3)
	S	= Measured sail area (rule 16)
	D	= Displacement in cubic metres. This shall be taken as the weight (kg) when the yacht is first measured or when it is re-weighed for subsequent revalidation's, divided by 1025.
2.2. The following limits shall apply:		
Minimum beam	1.900m	(rule 5)
Maximum draft	1.350m	(rule 14)
Maximum D	2.000m ³	
Minimum D	1.700m ³	
Minimum average F	0.628m	(rule 4)
Maximum S	29.000m ²	(rule 16)
Minimum S	26.500m ²	
2.3. All measurements shall be taken in metres to three places of decimals.		

La monotypie à restriction connaîtra des succès cycliques. En dehors de la Coupe America et des jauge internationales elle fut relativement peu utilisée. Depuis quelques années elle

⁹ LOA= Length Over All, Longueur Hors Tout (LHT) en français.

¹⁰ Vieux serpent de mer

retrouve un succès auprès de classes OPEN (Mini 6.5, IMOAC, WOR, ORMA, VOLVO 70 etc.), qui souhaitent régater en temps réel.

Limites

Bien que le concept de la box-rule soit intéressant et laisse toute liberté de création à l'imagination architecturale, elle conduit rapidement à des bateaux très typés, car deux paramètres n'apparaissent pas directement dans la box-rule :

- **Le type des parcours des régates**
- **Les types de conditions météorologiques rencontrés pendant les régates, ou celles que le skipper privilégiera.**

Ces deux paramètres, parcours et conditions météorologiques dominants, orienteront les choix architecturaux. Une même série monotype à restriction (box-rule identique) développée sur le lac de Genève, en Manche ou en Méditerranée, produira des dessins de bateaux complètement différents, mais sur chaque site, les paramètres architecturaux convergeront rapidement vers une optimisation dictée par les programmes de prédition de vitesse¹¹, les conditions de navigation (clapot, houle, mer plate) et les analyses des vents dominants.

De sorte que lorsque les bateaux changeront de plan d'eau à l'occasion d'un championnat national, européen ou mondial, les conditions météorologiques du moment deviendront un critère déterminant pour la victoire.

Souvenons nous de l'EFFRAIE (Mini IOR¹²) qui gréé en cat-boat, atomisa tous ses concurrents lors de la première Mini Ton Cup à Deauville (vent faible et thermique de NE pendant huit jours) et qui l'année suivante –vent SW assez fort et clapot court- disparaissait dans les fonds du classement¹³.

Un œil exercé repère vite que tous les 70' VOR (Volvo Race, voir tableau ci-dessous) ont un air de famille, tout comme les monocoques IMOCA et les multicoques ORMA. Chacun des bateaux de ces classes VOR, IMOCA, ORMA, est conçu pour une course prédominante (Tour du monde dans le sens des vents dominants, en équipage, avec escales pour le VOR70' - Tour du monde dans le sens des vents dominants, en solitaire, sans escale pour les IMOCA). Le problème devient immédiatement compliqué pour les multicoques ORMA qui doivent être compétitifs dans deux types de régates : les Courses océaniques et les Grand-Prix.

Caractéristiques de base des VOR 70 (2005/206)

	ILLBRUCK	TYCO	SEB	NEWS CORP	ASSA ABLOY	AMER SPORTS TWO	DJUICE	AMER SPORTS ONE
Poids Kg	13520	13570	13560	13510	13510	13570	13570	13520
L lauge	23.541	23.526	23.521	23.510	23.522	23.527	23.509	23.544
S m ²	197.5	199.2	199.5	199.9	199.5	199.2	199.9	197.0

Ces bateaux ne sont compétitifs que dans leur domaine de conception et d'optimisation. Sur un parcours « banane » où il y a 60% de près, un monocoque IMOCA se montre peu

¹¹ Un VVP est un programme informatique qui simule virtuellement les performances du bateau dans une régate ou sur un parcours prédéfini par l'architecte.

¹² La jauge IOR lorsqu'elle rassemble les bateaux dans des catégories à rating fixe devient une jauge monotype à restriction.

¹³ Les modifications de la jauge IOR concernant le gréement Cat-boat jouèrent aussi un rôle certain.

performant en équipage contre un 60' IRC ou IMS plus polyvalent. Pour démontrer la prépondérance des conditions météorologiques générales, il suffit d'imaginer que l'organisateur décide de faire le parcours du Vendée-Globe dans le sens contraire des vents dominants, pour voir naître de nouveaux bateaux totalement différents (voilier IMOCA) sans qu'une seule ligne du règlement de la jauge (box-rule) ne soit changée. Chaque box-rule conduira ainsi à une optimisation orientée des architectures des bateaux.

Cette optimisation introduira le renchérissement des coûts, car les petits gains de performance coûteront de plus en plus chers (études, simulations, expérimentations, recherche etc). Le modèle le plus connu de box-rule en sport mécanique est la F1 où les écarts entre les voitures dépendent certes, du pilote, mais aussi de la technicité de la voiture, technicité qui s'améliore à la vitesse d'une tortue pour des coûts toujours plus importants.

Cet état de fait conduit de temps à autres les concepteurs de la règle à interdire des évolutions technologiques déjà développées afin de remettre en avant les qualités de pilotage de l'homme mais aussi afin d'interrompre l'hégémonie d'une écurie trop puissante financièrement et technologiquement (concepts généralement liés).

DOSSIER TECHNIQUE : Box-rules orientées et Box-rules généralistes

Une box-rule orientée (généralement complexe) ne génère qu'un type de bateau, pour un programme défini et immuable, tant que les initiateurs de la règle et les organisateurs ne modifient pas cette dernière. Ils ne souhaitent pas écrire une règle généraliste qui engendrerait beaucoup plus de formes architecturales pour un panel de longueur très étendu et initier une flotte importante.

Jusqu'à ces dernières années, les jauge à restriction n'étaient utilisées que pour des courses en temps réel entre bateaux appartenant à une même box-rule.

Le RORC et l'UNCL innovent en 2000 en proposant, l'IRM, une box-rule généraliste. Elle autorise les courses en temps réel pour des bateaux répondant à une même valeur de la box-rule mais aussi les classement en temps compensé regroupant tous les bateaux. L'IRM n'est pas une règle de jauge, car elle n'accepte pas toutes les formes architecturales. Elle impose un style associé à une certaine idée de bateaux rapides.

Etudions à l'aide de deux exemples concrets ces deux règles de jauge à restrictions.

Une Box-rule orientée: L'AMERICA'S CUP CLASS RULE

Elle représente la version moderne et évoluée d'une jauge à restriction orientée, complexe. Orientée car son but est de promouvoir un type de monocoque très particulier.

Complexé puisqu'elle s'appuie sur quelques formules de base, un certain nombre de limites dimensionnelles ou volumiques qui encadrent les formules de base et des restrictions associées à des règles de construction qui « limitent » les choix technologiques. Sa formulation est nouvelle (1992), mais elle conserve un esprit identique aux règles de l'America Cup qui a générée les bateaux de la fin du 19^{ème} siècle de cette série, les CLASS J d'avant guerre et plus près de nous les fameux 12M JI qui évoluèrent entre 1958 et 1987.

FORMULES de bases de l'AMERICA'S CUP CLASS RULE

Ces formules combinent

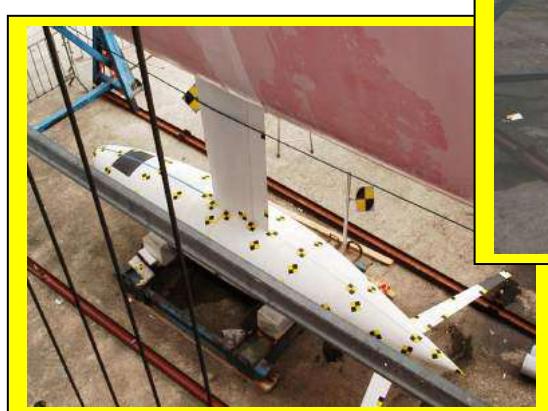
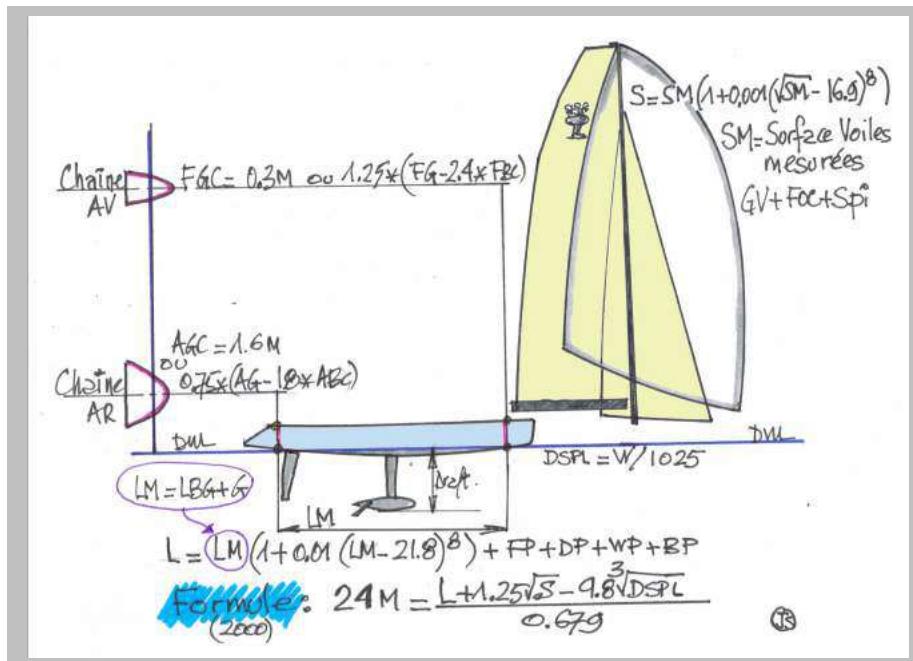
- une longueur L dynamique calculée à partir de la distance entre les chaînes avant et arrière et la somme des correcteurs de chaînes. Les paramètres FP, DP, WP, BP représentent les pénalités éventuelles sur les francs-bords, le bau, le tirant d'eau et*

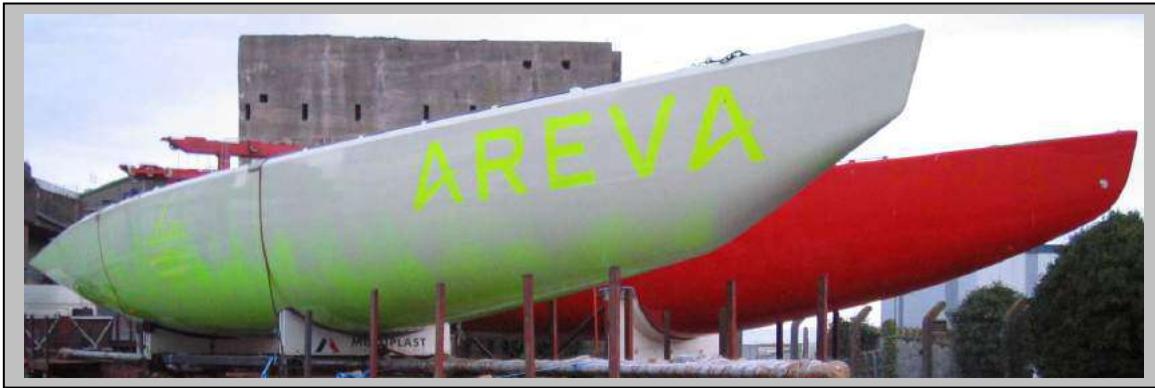
le poids. Généralement ces pénalités sont égales à zéro, car complètement dissuasives.

- La surface de voilure calculée à partir de la surface de voilure mesurée
- Le déplacement déduit du poids du bateau pesé.

Quelques chiffres concernant:
un CLASS AMERICA

<i>LOA</i>	: 24.0 m	<i>B</i>	: 4.30 m	<i>H mat</i> : 32.50 m
<i>TE</i>	: 4.0 m	<i>DSP</i>	: 25 T (dont 20 T de bulbe)	
<i>GV</i>	: 225 m ²			
<i>Foc</i>	: 139 m ²			
<i>Spi</i>	: 495 m ²			

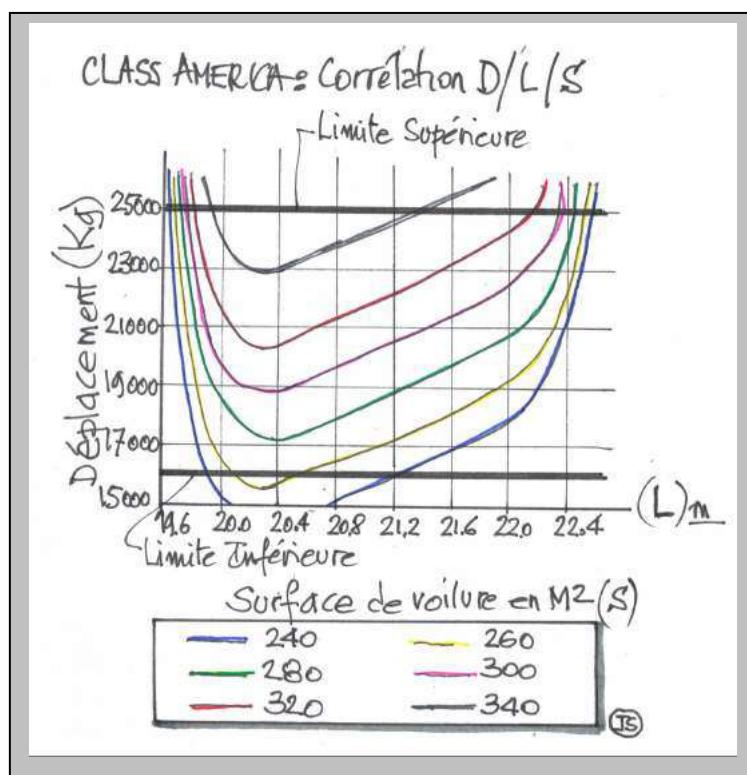




La formule de base ($24M = (L + 1.25\sqrt{S} - 9.8(DSPL)^{1/3}) * (1/0.679)$) est encadrée par des limites dimensionnelles qui donnent lieu à des pénalités dissuasives si elles ne sont pas respectées.

Par exemple :

- Les francs bord ne doivent pas être inférieur à 1.500m à l'avant, 1.250m au milieu et 1.200 à l'arrière.
- Le tirant d'eau ne doit pas excéder 4.000m (jusqu'en 2002)
- La masse du bateau lors de la pesée doit être comprise entre 16000 kg et 25000 kg
- Le bau maxi ne peut dépasser 5.000m
- d'autres limitations concernant la ligne du livet, les bosses sur la coque sont prévues¹⁴.



¹⁴ Se référer au texte disponible sur Internet

A ces formules mathématiques définissant « l'objet bateau » s'ajoutent des règles d'échantillonnages et de limites des matériaux. Ces règles sont de loin les plus contraignantes et les plus complexes à contrôler car elles obligent le jaugeur à réaliser des carottages analysés ensuite en laboratoire.

Malgré une box-rule très typée, les bateaux de la CLASS AMERICA vont surprendre par certaines innovations technologiques et des dessins originaux notamment sur les appendices.

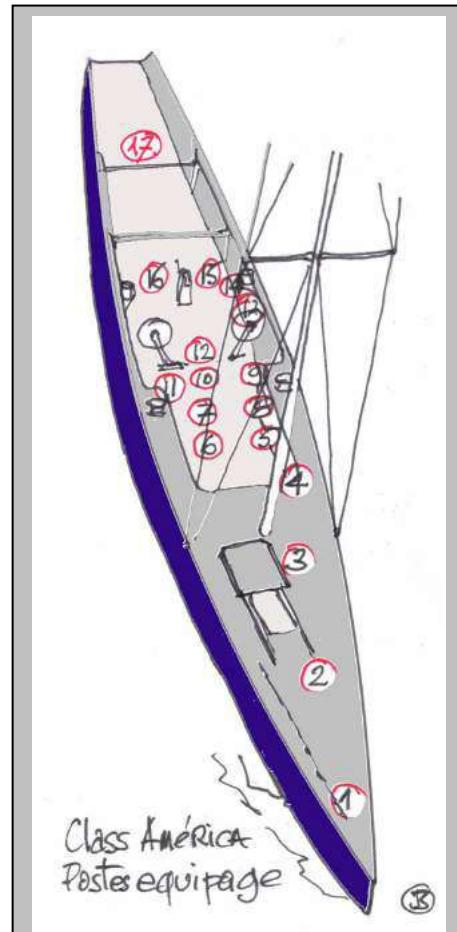
Ainsi les Français du Défi Aréva, concevront un voile de quille incluant la semelle forgée pour l'assemblage sur la coque en remplacement de la crosse insérée dans un puits intérieur.

Les matériaux et leur élaboration (forgeage) imposaient jusqu'à présent d'encastrer le voile de quille dans un puits intérieur. La semelle (comme sur un bateau de croisière) permet de descendre le centre de gravité du voile de quelques millimètres. Si l'idée paraît simple, la réalisation mécanique est plus complexe et suppose l'utilisation d'un nouvel acier, la maîtrise de son élaboration et une parfaite connaissance de sa mise en forme, car au bout du voile de quille et de la semelle de fixation (environ à 3.70m) il y a un bulbe dont la masse avoisine les 20 tonnes

Optimisation

Les bateaux de la Class America susciteront l'approche scientifique la plus élaborée de la part des différents syndicats,. Pour la première fois, les études sont confiées à des pools d'architectes et d'ingénieurs. L'argent disponible (des millions d'€) permet cette nouvelle organisation.

L'époque où un architecte dessinait, concevait, certes avec quelques collaborateurs, un Class America (ancienne formule) est révolue. Les moyens technologiques d'étude et de simulation actuels ne permettent plus à un seul être humain d'assumer et d'évaluer tous les résultats obligatoirement imbriqués entre eux. Cela sous entend une organisation en « design team ».



Box-Rules & innovations

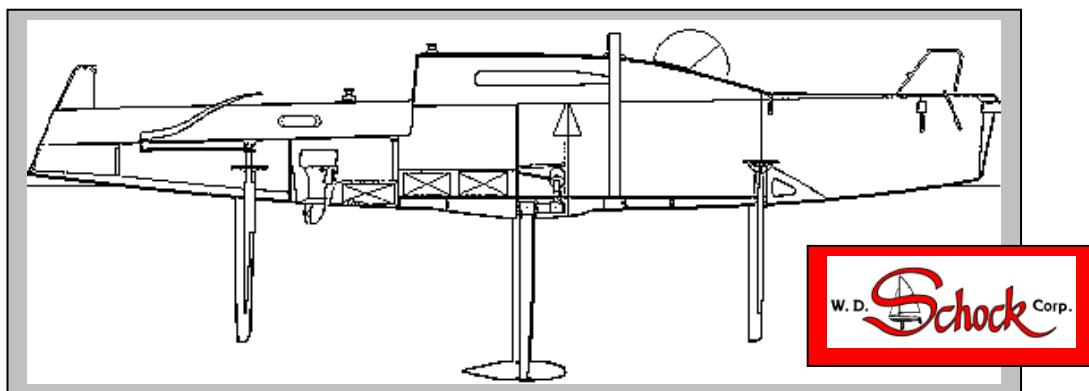
Les box-rules limitent leur utilisation en imposant des fourchettes restrictives pour la longueur et pour le déplacement corrélé avec une relation déplacement / longueur et des chaînes avant et arrière. Cela dans le but d'éviter les dérives architecturales ou des dessins trop typés.

Toutefois malgré ces règlements très contraignants qui laissent à penser qu'une box rule est figée et ne laisse place à aucune innovation, il arrive que des esprits ingénieux et malins surprennent même les plus blasés.

Ce fut le cas lors de la dernière Coupe de l'America en 12M JI (Fremantle 87). La jauge métrique de cette classe des 12M n'était autre que celle de 1907 réactualisée en 1958 lors de la renaissance de la Coupe. Sans entrer dans les détails de la jauge métrique qui est une box-rule du même esprit que celle de la Class America, un 12M JI mesure sensiblement 21mètres, pour 14.50 m de LWL et 27 tonnes de déplacement. A cela s'ajoute des restrictions et des impératifs de constructions très draconiens. Il n'était pas simple d'innover avec une jauge aussi rigide, pourtant Gary Mull¹⁵, associé à Heiner Melder, Andy Macgown et Alberto Calderon imagineront et dessineront un « USA » original (US 61).

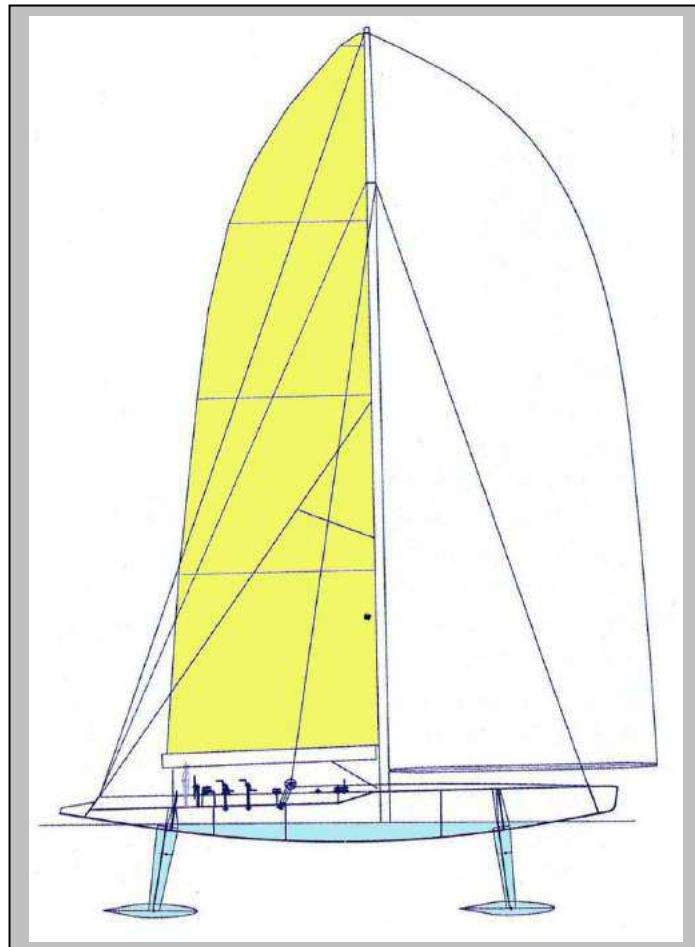
Ce 12 M avait la particularité d'avoir une carène de 12M (imposée par la jauge) équipé d'un safran à grand élancement à l'arrière et d'un autre identique à l'avant. Entre les deux safrans se trouvait un bulbe (torpille) au bout d'un aileron profilé rectangulaire (semblable au lest de Class America actuel). Ce bateau manquait de mise au point car sa construction avait été décidée très tard, toutefois il a étonné tout le monde par sa manœuvrabilité qui lui permettait de cercler et de surprendre ses adversaires. En navigation, il eut fallu que le calage angulaire des safrans avant et arrière soit variable en fonction des allures pour que les performances soient à la hauteur de l'innovation, car les safrans avaient deux fonctions, manœuvrer et augmenter la portance au près principalement. Cela imposait de devoir caler en permanence avec des angles différents le safran arrière qui servait au contrôle de la trajectoire et celui de l'avant qui donnait du lift. Dans les manœuvres de cercling, les deux safrans assuraient la trajectoire ce qui permettait à ce 12M JI de tourner sur place et ainsi d'espérer prendre des positions favorables en match racing. Seuls des moteurs électriques associés à un calculateur auraient pu permettre ces fonctions de découplage, mais la jauge si elle permettait (par défaut) que le bateau soit équipé de deux safrans, n'autorisait que les commandes manuelles et mécaniques.

En vertu des principes qu'une idée n'est jamais oubliée, certains architectes imaginèrent d'appliquer cette théorie du « canard » à l'avant mais en supprimant le bulbe central pour en installer un au bout de chaque safran (FAST 2000, AC)



¹⁵ Gary est décédé en 1994, il fut une figure de l'histoire de l'IOR. Les congrès de l'ORC à Londres résonnent encore de ses interventions et de son humour. Heiner Melder a continué à « sévir », notamment sur America³.

Cette particularité sera en partie reprise par d'autres architectes et notamment sur un 40 pieds récent dessiné par Reichel-Pugh et construit récemment au USA.



Une Box-rule généraliste : l'IRM

La box-rule la plus récente et la plus ouverte dans le sens où elle s'applique aux bateaux de 6.50m à 20 mètres, se nomme l'IRM¹⁶. Elle génère des bateaux très rapides mais incontestablement typés. Certains matériaux sont limités ou interdits, tout comme certaines initiatives architecturales. L'IRM s'est donnée l'ambition de faire courir les bateaux en classe à rating fixe, mais aussi en classement scratch en utilisant un temps compensé, concept nouveau dans le cas d'une monotypie à restriction.

L'IRM n'accepte pas toutes les formes architecturales, non que l'IRM veuille les exclure (sauf si le bateau contient des paramètres interdits), mais simplement parce que ces dessins ne répondent pas à la philosophie des concepteurs de cette jauge à restriction.

¹⁶ L'IRM (International Rule Measurement) a été mise au point par le RORC et l'UNCL en 2000.

L'IRM paraît être une opportunité intéressante dans l'histoire et l'évolution des jauge à restrictions. Elle offre la possibilité de dessiner des bateaux rapides, très orientés vers la compétition. L'avenir dira si elle a été développée au bon moment.

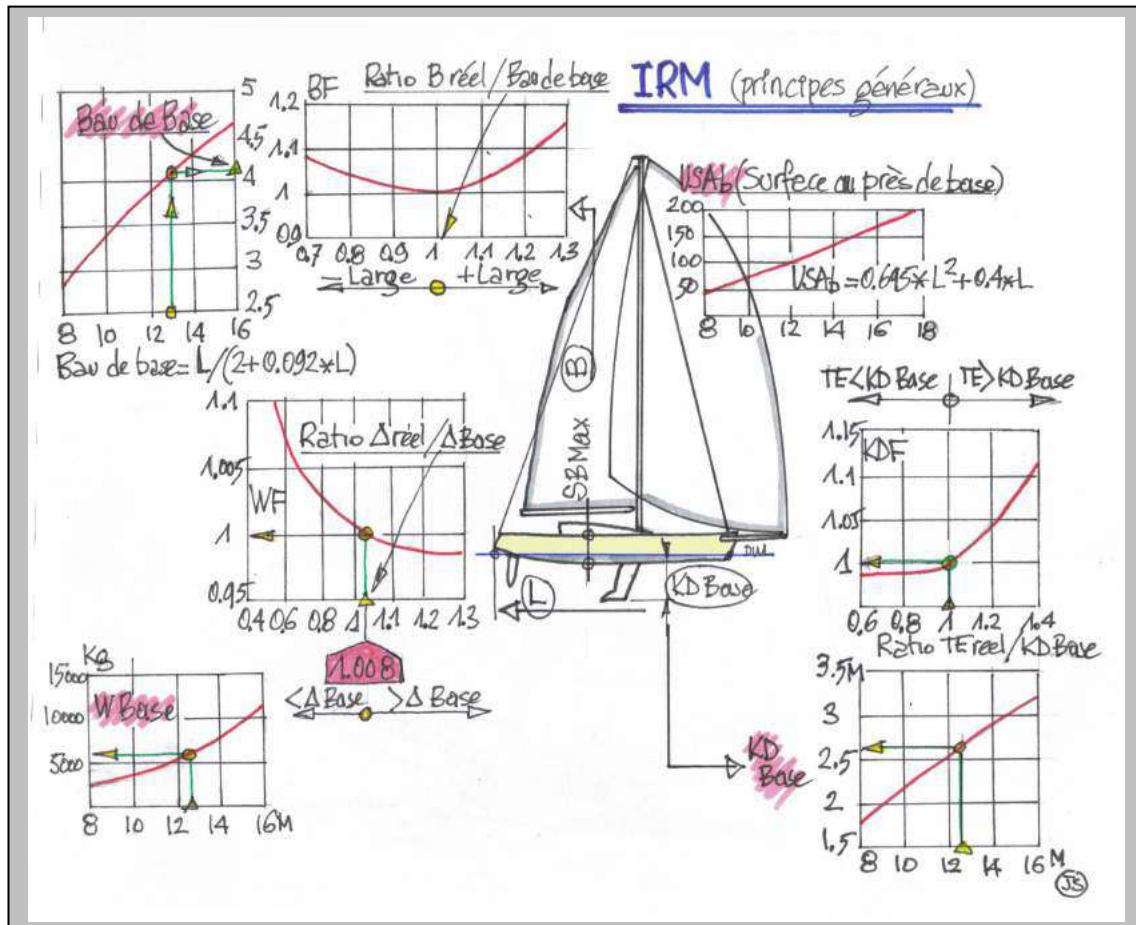
Principe de l'IRM

Cette box-rule réduit le nombre de mesure afin de simplifier au maximum les opérations de jauge.

Comme toute jauge elle impose deux types de mesures :

1- Mesures à terre

Elles permettent de quantifier le poids à vide, la longueur hors tout, les élancements avant sans mesure de chaînes, le tirant d'eau, la ligne de tonture et le plan de voilure ainsi que les voiles.



2- Mesures à flot

Elles consistent à mesurer les francs-bords ainsi que la stabilité (RM à 1°) et à calculer le tirants d'eau effectif, la longueur à la flottaison dynamique etc.

Le point de départ de la jauge se matérialise par le facteur temps compensé (TCM) de chaque bateau utilisé pour son classement.

$$TCMb = 0.248 * (\sqrt{L}) + 0.215$$

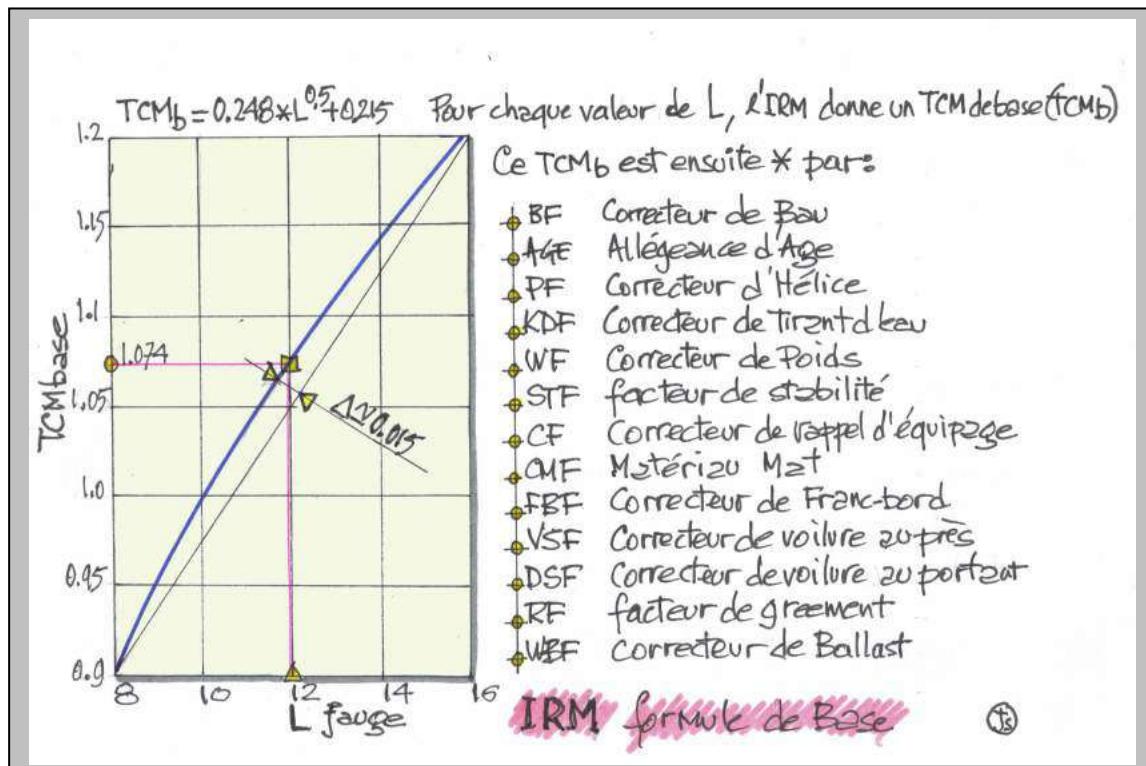
TCMb est sensiblement proportionnel à la valeur de L qui représente la longueur à la flottaison dynamique tel que le conçoit la jauge IRM. Il représente le TCM de base.

Cette valeur L est une expression très simple et repose sur la constatation suivante : sur un voilier moderne, la longueur dynamique à la flottaison correspond sensiblement à la distance entre le point de l'étrave qui coupe la surface de l'eau et la verticale au tableau arrière.

Le TCMb de base calculé, est ensuite multiplié par 13 coefficients (BF, AGE, PF, KDF etc..) fonctions de L, afin d'obtenir le TCM (time corrector factor).

A quelques exceptions près ces coefficients sont des nombres compris entre 0.95 et 1.15. Lorsqu'ils sont tous¹⁷ égaux à 1, le TCM correspond au bateau de base dessiné par la box-rule.

$$TCM = TCMb * BF * AGE * PF * KDF * WF * STF * CF * CMF * FBF * USF * DSF * RF * WDF$$



Par exemple, lorsque l'architecte décide de prendre un bau différent de celui que la jauge prescrit pour sa longueur, le facteur BF va augmenter, ce qui induira un TCM supérieur au TCM de référence de la box-rule. En analysant tous ces paramètres, des choix architecturaux différents deviennent possibles. L'esprit est identique à la formule de la Class America, les seules différences portant sur la philosophie imposés par l'IRM, très différente de celle de la Class America, et par l'éventail des longueurs hors tout possible des bateaux, qui peut s'étaler de 6.50m à 18m.

¹⁷ A une ou deux exceptions près

Quel avenir pour l'IRM ?

L'implantation de l'IRM dépend des orientations que prendront les clubs et l'ISAF. En compétitions offshore quels seront les supports choisis et les systèmes de jauge associés ?

En supposant que l'IRM devienne la base de la jauge type « Grand-Prix » elle devra évoluer afin d'intégrer les quilles basculantes, les doubles safrans et permettre un plus grand nombre d'innovations.



Conclusions

La monotypie à restriction apparaît comme une bonne réponse au problème des jauge, mais elle sous-entend que les bateaux soient construits à l'unité ou en petite série, avec pour chaque bateau une étude architecturale et une relation architecte propriétaire. Cette organisation représente un coût élevé, mais aussi un certain plaisir pour l'initiateur du projet qu'est le propriétaire (skipper). Par contre, dans un environnement de production de bateaux de série, la monotypie à restriction n'offre pas d'intérêt.

En dehors des grandes classes médiatiques, la monotypie à restriction ne possède d'avenir que dans une version élargie fondée sur le principe de l'IRM et destinée aux skippers/propriétaires voulant s'investir dans une forme de compétition plus complexe et plus ludique que celles offertes par les jauge classiques actuelles, sans pour autant atteindre un coût exorbitant.

Certains objecteront que dans une jauge à restrictions, les innovations, les dessins convergent vers des solutions rapidement optimisées et pratiquement uniques, avec comme conséquences que les recherches de performances renchérissent de plus en plus le coût des bateaux. Ces affirmations sont vraies pour tous les sports mécaniques, mais les goûts, les tendances, les hommes changent au cours du temps ce qui rendra toujours possible et acceptable la modification de la règle du jeu inscrite dans la Box-Rule. Par contre soyons conscients que quelle que soit l'universalité d'une jauge à restrictions, elle ne permettra jamais de donner un handicap à toutes les formes architecturales.

Chapitre 2 : IL FAUT UN DEBUT A TOUT

LES JAUGES « CLASSIQUES » à vocation universelle

Les jauge s'apparentent assez bien à ce que les scientifiques appellent la quadrature du cercle, dans le sens où les problèmes à résoudre sont si complexes et doivent intégrer un si grand nombre de concepts contradictoires que les solutions à chaque équation ne seront jamais satisfaisantes. En d'autres termes, les concepteurs d'une jauge s'approcheront plus ou moins du but à atteindre pour chaque jauge, c'est à dire de donner un handicap équitable à chaque dessin d'architecte, mais sans jamais réaliser un système de jauge parfait et universel.

L'époque

Avant d'entrer plus en avant dans la technique de conception des jauge à vocation universelle et surtout à leurs évolutions depuis quelques 150 ans, il convient de situer le contexte historique en Europe et au USA en cette fin du 19^{ème} siècle et au début du 20^{ème}.

Il y a deux approches de ce que nous appelons aujourd'hui la plaisance. D'abord celle d'une élite très fortunée qui navigue et réglemente un circuit que l'on définira comme International. L'Angleterre et l'Amérique de la côte Est sont en pleine révolution Industrielle et commerciale, l'Europe est celles des royaumes et des Empires flamboyants et rayonnants, les républiques sont rares en Europe à cette époque, la 3^{ème} République ne naîtra en France qu'en 1875 soit 40 ans après la première régate.

La Coupe America représentera l'épiphénomène de ce monde principalement de culture Anglo-saxonne. Cette catégorie de « Yachtmen » évoluera dans des Clubs prestigieux très fermés réservés aux seuls propriétaires, les équipages étant tous des professionnels issus de la marine de commerce ou de guerre. Ce microcosme de Yachts Club (RYS –Cowes-, NYC –New York -, Seawanhaka Corinthian YC, Toronto YC, Boston YC etc), de quelques architectes comme Dixon Kemp, Herreshoff ou quelques rares autres et du très puissant YRA (Yacht Sailing Association) vont dicter les évolutions des règles de jauge dont celles de la Coupe America. Ils introduiront à la fin du 19^{ème} la règle de Jauge « Universelle » qui débouchera sur la Jauge Internationale.

Au moment où la goélette « America » arrive à Cowes en 1851 et gagne la première Coupe AMERICA (1/0), il y 500 voiliers de plaisance en Grande-Bretagne, ce nombre s'établira à 862 en 1864, 1601 et 1878. Le Llyods Register of Yachts signale en 1891, 2428 voiliers pour la Grande-Bretagne et 1413 pour les autres pays. C'est peu dire de la puissance de l'Angleterre, face au reste du monde (Britannia Rule the waves).

La France participe peu à ces travaux sur l'évolution des jauge du circuit international, principalement parce qu'aucun propriétaire français ne peut ou ne désire accéder à ce rang. La France sort des guerres impériales contre l'Europe entière et de deux révoltes, en 1852, elle s'offre un coup d'Etat puis le second empire et en 1870 une défaite contre l'Allemagne, suivie de la Commune. Tous ces événements ne favorisent pas l'expansion de l'économie et les rêves de grandeur. Ce type de régates n'était pas, dirons-nous la tasse de thé de la grande bourgeoisie commerçante ou industrielle française. Après la première guerre mondiale, quelques grandes fortunes françaises se lanceront dans cette aventure du Yachting, ils armeront principalement des voiliers de Jauge Internationale (6mJI, 8mJI). Il faudra attendre 1965 pour qu'un industriel Français, le baron BICH, s'engage personnellement dans la Coupe America. Il baptisera ses bateaux France1, France2, France3, qu'il financera intégralement comme les campagnes à Newport (USA). Le seul soutien financier de l'Etat se matérialisera par le prêt, par les Forces Armées, de militaires du contingent afin d'armer partiellement ses bateaux d'entraînement.

L'autre approche sera celle de la bourgeoisie, qu'elle fut provinciale, (généralement issue du commerce ou de la petite industrie) ou des grandes capitales ; cette dernière origine se traduira rapidement, par exemple, par la création du Yacht Club de France. Ces notables prennent goût pour les séjours estivaux dans des zones côtières, ils vont donc tout naturellement faire construire des voiliers de plaisance par les chantiers locaux. Ils les armeront avec des équipages locaux issus des gens de mer. Ces équipages sont disponibles durant l'été et les rémunérations versées appréciées. Ils régateront exclusivement localement et œuvreront à la création de clubs sur toutes les côtes. Une approche similaire existera dans tous les pays, que ce soit en Angleterre, aux USA, en Belgique, en Espagne, en Italie etc. Elle accélérera de fait le développement anarchique des formules de jauge. En effet le contexte de l'époque veut que les chantiers locaux construisent d'abord pour la pêche locale et accessoirement pour cette plaisance. Ces chantiers sont donc à la fois constructeurs et architectes. Cette situation encouragera rapidement le lobbying de ces nouveaux armateurs et des chantiers, dans le but de protéger leur règle de jauge locale ou tout simplement l'avantage que leur bateau possède.

En France, ou la République est jacobine, le ministère de tutelle (Marine) tentera d'uniformiser ces règles de jauge en organisant différents congrès où sont conviées les Sociétés Nautiques (plus de 200 sur le littoral en 1885). Ce même ministère subventionnera longtemps les régates locales en les dotant de prix en espèces.

Cette situation perdurera jusque vers 1920, mais la première guerre mondiale va totalement changer le monde. De nouvelles technologies comme l'automobile ou l'aéronautique se développeront durant cette guerre, beaucoup d'hommes, conscient d'avoir échappé au massacre, se lanceront dans des rêves de conquêtes et de records extraordinaires. Ainsi l'idée de Course au Large en mer naîtra. Elle attire immédiatement des « amateurs » issus de nombreux pays qui contribueront directement ou indirectement à la création, en 1925 par le RORC et en 1930 par le CCA au USA, de deux jauge modernes, utilisées jusqu'en 1973. La course au large va progressivement s'imposer, que ce soit par la création de course comme le Fasnet ou New York Les Bermudes (années 20), ou de courses à travers la Manche et la mer du Nord. Progressivement le rayon d'action des courses au large augmentera. Les coureurs vont se mettre à rêver de traversées de l'atlantique (Bermudes Europe), de Transpacifique, puis de régates autour du Monde.

Certes l'esprit a changé, de l'exploit gratuit des navigateurs des années 20, désireux de vivre dans de nouveaux espaces de liberté au lendemain de la première guerre mondiale, on passe progressivement à une gestion organisée de la course, avec pour but principal, la victoire. Il faut remarquer que ce même enthousiasme animera les organisateurs de la première OSTAR¹⁸ au lendemain de la deuxième guerre mondiale. Bien que cette course attire tous les quatre ans les meilleurs skippers « professionnels », l'OSTAR restant un passage obligé dans leur carrière, l'organisateur accepte toujours tous les participants « amateurs » anonymes. En ce monde où les médias sont rois, ils régateront loin des flashes, pour eux-mêmes.

L'idée de Course au Large traversera sans problème le temps et s'accompagnera de jauge toujours plus évoluées pour des bateaux de plus en plus performants. Cette demande de performances en terme de bateau va conduire inexorablement à une augmentation des coûts de fabrication ainsi qu'à la recherche de nouvelles technologies plus onéreuses. Les skippers ne

¹⁸ OSTAR : Transatlantique en solitaire créée par B. Hasler et organisée par le Royal Western Yacht Club en 1960

seront plus obligatoirement des gens fortunés, ce qui débouchera sur la recherche d'un associé non naviguant. Le sponsoring s'immiscera ainsi progressivement dans la Course au Large pour finalement s'imposer. Longtemps les anglo-saxons rejeteront l'intrusion de cette publicité de marque sur les coques et les voiles des voiliers, mais le pragmatisme aidant, ils l'accepteront, non sans avoir auparavant écrit les règles régissant ce sponsoring, de manière à s'assurer leur contrôle sur la « chose ».

L'entrée des entreprises dans ce circuit de la Course au Large apportera une dynamique nouvelle, passionnante, tant au niveau des bateaux que des organisations de course.

Par contre l'influence des classes de Jauge Internationales (6, 8, 10, 12 MJI) déclinera après 1920 pour devenir rapidement très confidentielle au fil des ans. Bien qu'il y ait encore quelques bateaux qui se construisent, elle s'appelle aujourd'hui « belle plaisance » et flatte les nostalgies et l'ego de ses propriétaires. En fait ces voiliers sont totalement inadaptés à la haute mer, cette orientation architecturale éloignera les skippers de cette jauge pour une nouvelle architecture générant des voiliers plus marins et rapidement plus véloces. Un sursaut apparaîtra avec les 5.5JI, dont la jauge donnera naissance à des quillard à trois équipiers. L'élévation des coûts de construction rendra cette série vite dissuasive. Après un assez bref tour de piste aux JO, cette série sera remplacée par le Dragon, puis jusqu'en 2000 par le Soling. Les 12M JI connaîtront après 1958, 30 années de relatif succès (environ 60 bateaux construits dans le monde) uniquement grâce à la Coupe America.

Dans le royaume de la démesure, la nouvelle Classe America se situe en digne successeur des Classes J et des 12MJI, dans le sens où elle est toujours dominée par des grands industriels ou financiers mondiaux acceptant de jouer à un jeu où la mise est au minimum de 100 à 150 millions de \$. Les moyens étant là, cette nouvelle classe comprendra rapidement tout le parti qu'elle peut tirer des nouvelles technologies, en particulier celles du positionnement et des images en temps réels des bateaux, et des manœuvres sur le pont. Le vecteur média Internet permettra ainsi de suivre tactiquement et réellement les régates. La médiatisation de l'événement est si développée aujourd'hui, que l'accueil de la Coupe se transforme en véritable projet économique pour la ville organisatrice.

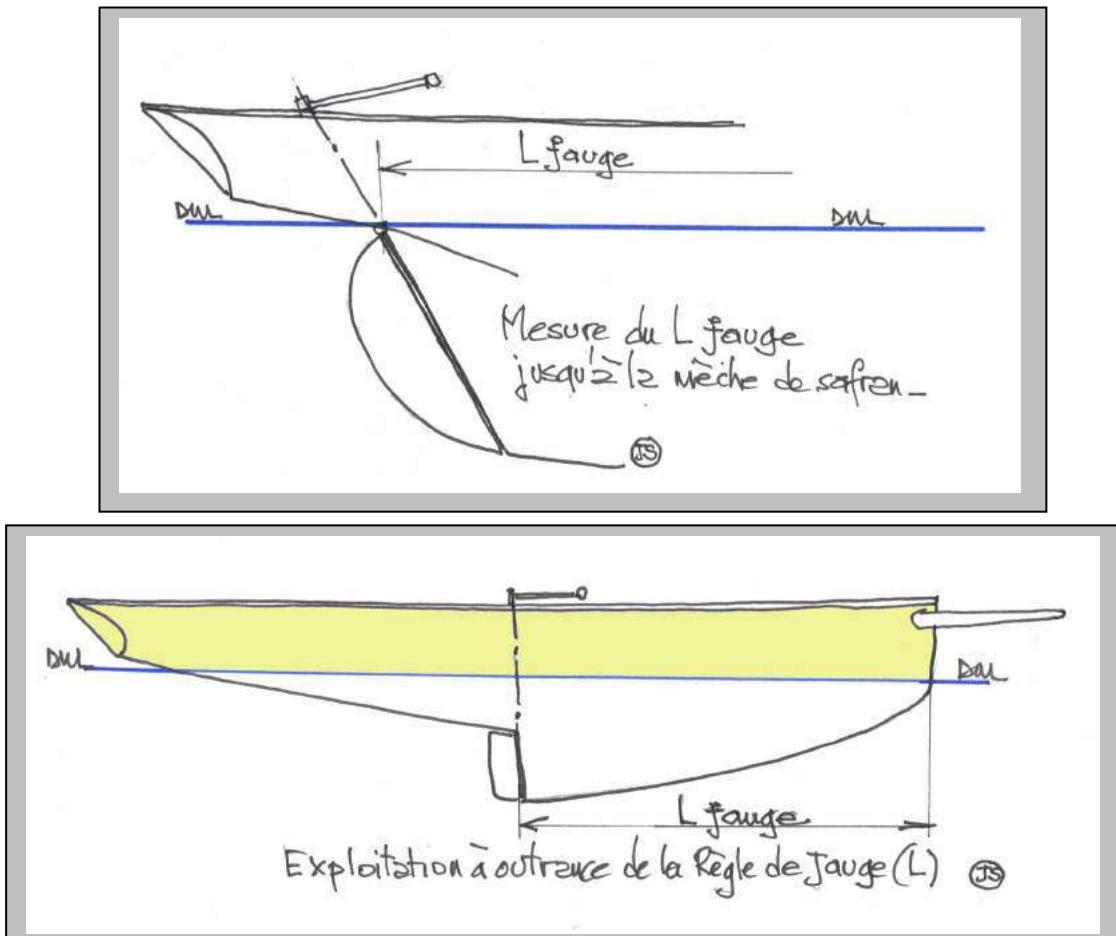
En matière de JAUGE, le décor est planté, constatons qu'il faudra attendre, depuis les premières régates en Angleterre, presque dix décennies avant que la course au large soit réellement inventée et prenne son envol. En fait, force est de constater que le terrain de jeu original de la régate « habitable » se situe principalement dans les zones côtières, ou même en eau protégée, et qu'il lui est difficile de franchir l'horizon. Même de nos jours, où la navigation de base est plus simple et où les voiliers sont beaucoup plus fiables, la grande majorité des voiliers éligibles pour la régate hauturière (conception, sécurité etc) se limite aux régates diurnes, à la rigueur de deux ou trois jours, ce qui n'est pas sans influence sur les orientations architecturales.

La jauge à la longueur fut la plus simple mais aussi la plus éphémère

Au Très vite on constatera que la longueur représente directement la vitesse, donc que le bateau le plus long possède dès le départ toutes les chances de gagner. Des tentatives de classer non plus par rapport à LOA¹⁹, mais en prenant en compte LWL furent expérimentées. Les architectes se

¹⁹ La course OPEN reprendra la classification par longueur, mais rapidement ajoutera des contraintes afin de limiter les dérives architecturales.

lancèrent alors dans des dessins ou la somme des élancement avant et arrière représentait la moitié de LOA, diminuant d'autant LWL.



Précisons que 150 ans plus tard environ, l'OPEN²⁰ reprendra ce partage des bateaux en classes de longueur hors tout. L'OPEN, tout en gardant ce partage en classes de longueur, assortira chacune des classes d'un règlement de monotypie à restriction, qui ôtera en fin de compte tout l'esprit OPEN à ces voiliers. Mais cela représente un autre débat que celui de la naissance des jauge.

Afin de contrer ces élancements dont le but était de masquer le réel potentiel de vitesse du bateau, des esprits ingénieurs imaginèrent classer par longueur entre la mèche de safran et l'étrave. Rappelons qu'à cette époque, la technologie « attachait » les safrans à la partie arrière de la quille. Il se trouva au moins un architecte pour trouver une « parade », qui pour être favorable en terme de jauge, ne devait pas créer pour autant un bateau facile à manœuvrer.

Finalement, devant l'impossibilité de trouver une règle relativement juste, on abandonna la jauge à la longueur, pour s'orienter vers la jauge au tonnage. Cela paraît naturel,

²⁰ Voilier OPEN de régate: bateaux de course construits sans aucune limite. Ils ont eu leurs heures de gloire entre 1964 et 1985.

un voilier, à l'époque était d'abord un outil de labeur destiné à transporter des marchandises, donc possédant un certain volume utile.

On remarquera que les jauge des douanes... dont le but est de percevoir un impôt proportionnel au volume utile du bateau, (c'est ce volume utile que l'affréteur paye), déduisent les locaux d'équipage, la timonerie, soit, tous les volumes du bateau où on ne peut rien stocker.

La jauge à la longueur disparaît donc rapidement, la jauge au tonnage commence son entrée sur le circuit des régates. Tout naturellement elle s'inspirera de la manière d'évaluer le tonnage d'un navire marchand.

La carène d'un voilier se caractérise par trois facteurs essentiels :

- la Longueur,
- la Largeur,
- le Creux.

Il paraît donc logique de classer les bateaux suivant leur volume de coque.

Pourtant, bien que l'analyse physique soit correcte, la jauge au tonnage débouchera dans une impasse. Outre que la surface de voilure qui représente un paramètre important (le moteur du voilier) n'est pas pris en compte, la formulation du volume, donc de la JAUGE, se montrera facilement attaquable mathématiquement (trou de jauge) par les architectes ou les constructeurs.

DOSSIER TECHNIQUE « La jauge à la longueur en France »

C'est la Société des Régates du Havre qui en 1839, organisera les premières régates françaises.

Les concurrents étaient alors répartis en 4 classes :

<i>Classe 1</i>	<i>: au-dessous de 5m</i>	<i>Classe 2</i>	<i>: de 5 à 6 mètres</i>
<i>Classe 3</i>	<i>: de 6 à 8 mètres</i>	<i>Classe 4</i>	<i>: de 8 à 11 mètres,</i>

Une Classe 5 sera créée dès 1863 pour les voilier de 11 à 15 mètres.

L'engouement pour les régates se propageait rapidement le long de côtes. On vit ainsi des Sociétés des Régates se constituer dans presque tous les ports, Paimpol, Saint-Malo, Vannes etc.

Le besoin de règlement se fit rapidement sentir et dès 1853, Lucien More proposa « Le Canotage en France », opuscule qui officialisait la première règle de jauge et les premières instructions de course.

D'après ce règlement le classement des bateaux se fondait exclusivement sur la longueur (sous entendu : longueur de coque) prise de l'extérieur et comprenait deux classes :

- *la première, pour les bateaux au-dessus de 6,66m,*
- *la deuxième, pour ceux de 6,66m et en dessous.*

Le nombre de bateaux de la deuxième classe augmentant rapidement, cette classe fut rapidement scindée en deux catégories, 5,66m à 6,66m et en dessous de 5,66m.

Très vite, les clubs locaux s'empressèrent de s'immiscer dans ce jeu en imposant leurs particularismes locaux. La Société des Régates du Havre introduisit rapidement des variantes dans la méthode de mesure de la longueur. La Société des Régates de Marseille se démarquera en mesurant à terre la longueur de la quille et ne prenant pas en compte ni les voûtes, ni les saillies à l'exclusion de l'étambot.

D'autres clubs, comme Saint-Malo, Saint-Servan ou Bordeaux imposèrent des limites dimensionnelles de classes différentes. Le Cercle de la Voile de Paris prit comme référence la distance entre la perpendiculaire avant et arrière (Classe 1 : 9 à 12 m et Classe 2 : 6 à 9m).

Par contre aucune société des régates ne décidât de limiter la voilure que ce soit en nombre de voiles ou par la surface, ou encore de mesurer la largeur des bateaux.

Rapidement les difficultés apparurent lorsque les architectes tentèrent de détourner la règle à leur avantage. On constata un manque évident d'uniformité et de rigueur dans l'application de cette jauge à la longueur. En effet lorsque l'on prenait en compte la longueur de coque, les architectes supprimaient les guibres, les voûtes (ce qui était un non sens à l'époque pour un « Yacht »), et lorsque l'on mesurait la longueur à la flottaison (intersection de la coque avec la surface de l'eau), les voûtes, les guibres devenaient démesurées, afin d'avoir à la gîte des lignes d'eau très tendues assurant une longueur à la flottaison dynamique très importante, donc un excellent potentiel de vitesse.

Faute de structure nationale, la jauge à la longueur ne pouvait pas se pérenniser, ce schéma se reproduisit de manière identique dans tous les pays. Afin de limiter toutes ces dérives architecturales, on s'orienta très vite et très naturellement vers la jauge au Tonnage.

Chapitre 3 : LE TONNAGE PREND LE RELAIS PUIS DISPARAIT

Déjà l'Angleterre invente la première jauge au tonnage

La base de la jauge au tonnage repose sur une évaluation du volume de la coque, par la corrélation de trois facteurs : Longueur, Largeur, Creux.
L'analyse physique est simple, à savoir : le résultat croît linéairement avec chaque facteur. C'est pourtant cet effet qui va « tuer » la jauge au tonnage, étudions comment.

Une des premières jauge (1845) au tonnage fut celle du Royal Thames Yacht Club (GB), elle se nommera jauge TM.

Son expression était relativement simple bien que peu explicite :

$$TM = ((L-B)*B*B/4)/94$$

Comme la mesure du creux d'un bateau est très complexe à définir, une question se pose rapidement, ou doit-on prendre cette mesure et quel correctif doit-on apporter à cette mesure afin qu'elle soit représentative de la réalité ?

Afin d'éviter des mesures complexes, donc contestables, les jauge utilisent des artifices²¹ permettant d'évaluer avec une précision que l'on suppose suffisante, le volume recherché. Dans la Jauge TM, le produit (**Longueur * Creux**) est évalué par **(L-B)*B/4**.

<p><i>Formule Angleaise</i></p> $TM = ((L-B)*B*B/4)/94$ <p>$T = (L*B*C)/5$</p> <p>$T = (L*B*\sqrt{L*B})/20$</p> <p>$T = ((L-B)(B-C))/300 \text{ avec } C = \frac{\sqrt{L^2-B^2}}{2}$</p> <p>$T = (L*P*(2L+P))/300$</p> <p>$T = (L*B*C)/4$</p> <p>$T = ((L-B)*B*(C+H_B))/5$</p> <p>$T = \frac{(P/2)^2 * L * 0.21}{2.83} \text{ où } P = LOA + BM_{MAX}$</p> <p>$T = ((L-\frac{P}{4})*P*\sqrt{S})/\text{Constante}$</p>	<p><i>Formule US</i></p> $D = 100 \sqrt[3]{A * L/4}$ <p><i>Yacht Club de France</i></p> <p>C.V.P</p> <p>C.V.P (1881)</p> <p>C.V.P (1882) Paris</p> <p>S.R.H (1878) Le Havre</p> <p>S.N.O 1886 (Nantes)</p> <p>S.N.BAYONNE 1886</p> <p>Jauge à la voilure (côte Est USA)</p> $T = (2 * L * \sqrt{S})/3$
---	--

Où les USA apparaissent comme vraiment indépendants

Un océan existe, au réel comme au figuré, entre l'Angleterre et la Côte Est des Etats-Unis (principalement la Nouvelle Angleterre). Cette « océan » va perdurer longtemps, ce qui

²¹ Voir dans le paragraphe « évolution de la jauge au tonnage en France », la définition du creux C dans la formule de Benoit-Champy

aura pour conséquence de rendre les USA très indépendants en matière de Jauge. A cette époque, les USA ne possèdent pas d'Autorité Nationale unifiée, à l'instar les Anglais qui possèdent déjà le YRA (ancêtre du RYA, Royal Yachting Association, l'équivalent français étant la FFV). Cet état de fait durera très longtemps, puisque les USA ne rejoindront l'IYRU (maintenant l'ISAF –Autorité Internationale-) qu'en 1952. C'est dire leur degré d'indépendance en ce milieu du 19^{ème} siècle.

- Dans un premier temps les Américains tenteront d'utiliser une jauge à la surface de flottaison :

$$R = LWL * BWL \text{ max.}$$

Il est intéressant de constater que la deuxième America Cup (les USA ont gagné la précédente et de ce fait ont écrit le protocole qui régit la jauge de la deuxième Cup) de 1870 utilise cette formule. Ce qui permettra à « Magic » -USA- (25.60m) équipé d'une dérive, de battre « Cambria –GB- (32.12m).

- Puis les Américains opteront rapidement pour la jauge à déplacement, autre terminologie pour désigner une jauge au Tonnage. Le protocole de jauge impose de mesurer la surface de 3 sections perpendiculaires à l'axe du bateau, du liston à la quille. Ces trois sections s'ajoutent pour être ensuite multipliées par le quart de la longueur à la flottaison du bateau. De ce total on extrait la racine cubique que l'on multiplie par 100.

Soit : $D = 100 * \text{racine cubique } (A * L/4)$

Cette formule sera utilisée pour l'AC de 1871. Lors des AC de 1876 et 1881, des variantes dans la méthodologie des mesures des sections s'appliqueront à cette Jauge à Déplacement.

Ces artifices techniques permettent de transformer la jauge à déplacement en « Cubic Contents Rule », mais l'esprit reste identique.

L'éloignement des USA (par l'océan Atlantique) interdira à cette jauge à Déplacement de traverser l'océan. Elle ne sera donc jamais utilisée en Europe, seule l'existence de la Coupe America ou les USA règnent en maître absolu, permettra à cette règle de Jauge d'être connue de quelques initiés du vieux continent.

En fait les USA se comporteront comme les Clubs Français, ils adapteront localement et de manière pragmatique, la Jauge à Déplacement en jouant sur quelques paramètres de mesures. Les adaptations des USA permettront de prolonger la Jauge à Déplacement jusque dans les années 1880, tout comme l'introduction de la mesure du Périmètre prolongera la « vie » de la Jauge au Tonnage utilisée en Europe et particulièrement en France. Ces artifices de fin de règne apparaîtront finalement comme des cautères sur une jambe de bois.

De toutes les façons, les USA ne conçoivent les bateaux que

- Larges,
- à Faible déplacement et
- à Dérive,

alors que pour les Anglais et les Européens, dont les Français, un bateau doit être :

- étroit
- profond
- à déplacement lourd.

Dans les deux types de jauge, à aucun moment la Surface de Voilure n'est prise en compte et cela suivant l'adage de l'époque : « une taxation de la voilure est une taxation de la technique ».

Evolution de la jauge au Tonnage en France

La France par l'intermédiaire du Yacht Club de France appliquera la jauge TM dès 1870 en remplaçant la constante 94 par 27, système métrique oblige. Cette initiative ayant pour but de favoriser les régates entre la France et l'Angleterre.

Le Yacht Club de France créé en 1867, prit acte dès les premières réunions de sa commission technique, des conditions déplorables dans lesquelles se déroulaient les régates en France. Jouant le rôle d'Autorité Nationale avec l'assentiment de son autorité de tutelle, il estima qu'il fallait cesser au plus tôt cet état d'anarchie et, pour cela, il pris l'initiative de rédiger un règlement unique que toutes les sociétés des régates seraient tenues d'adopter.

Il charge monsieur Benoit-Champy, membre du YCF d'étudier cette question et de proposer un projet général incluant aussi une jauge nationale.

La difficulté, lorsque l'on veut faire table rase du passé (cas des bateaux existants), est d'arriver à intégrer les bateaux déjà construits dans la nouvelle formule de jauge... ou de les brûler !!!

Le projet, audacieux pour l'époque, de Benoit-Champy prévoyait :

- d'autoriser les bateaux déjà construits qui ne pouvaient pas entrer dans la nouvelle jauge, à régater entre eux durant encore 3 ans avec attribution de prix (en espèces à l'époque).
- le classement des bateaux en deux séries, « une petite et une grande ».

« Dans la petite série étaient rangées les embarcations dont la flottaison ne dépassait pas 11 mètres entre la perpendiculaire avant et la perpendiculaire arrière, sans compter les voûtes, ni les saillies en dehors de l'étambot.

La grande série comprenait les yachts ayant plus de 11 mètres à la flottaison et devant être classés suivant le tonnage donné par une formule de jauge dite aux trois dimensions ²²»

Cette jauge à trois dimensions, donc d'ordre 3, exprime un volume par cette formule très simple :

$$T = (L * B * C)/5$$

Ou

- L représente la longueur sur le pont du dedans de l'étrave au dedans de l'étambot ;
- B (maître bau) était la plus grande largeur hors bordages au-dessus ou au-dessous de la flottaison ;
- C (creux conventionnel) s'obtenait en prenant d'abord le creux réel de la carène extérieur au maître bau, c'est à dire la hauteur totale du plat-bord du pont au trait extérieur de la râblure de quille au maître-bau ; on ajoutait à cette mesure le tiers de la quille et de la fausse quille également au maître bau et le cas échéant, des dérives abaissées à l'endroit où elles se trouvaient.

Les deux séries possédaient toute liberté de voilure, d'équipage et de lest.

Une première analyse entre la jauge à la longueur et la jauge au tonnage, montre que la rédaction de la règle s'est compliquée mais qu'elle devient plus précise dans le but de tenter de

²² Extrait du bulletin du YCF

contrer toute exploitation. Elle a aussi son corollaire : orienter l'architecte vers des dessins « faits pour la Jauge ».

Entre l'exploitation de la règle et les exceptions locales

La règle au tonnage fut exploitée jusqu'à l'absurde par les architectes et les constructeurs simplement parce que mathématiquement elle représentait le produit de trois dimensions essentielles dans un voilier (Longueur, Bau, Creux). Cette formulation mathématique permettait d'influer sur le Bau dans le but de diminuer le tonnage qui représentait la Jauge. La jauge verrouille la longueur, car l'architecte doit dessiner un bateau qui s'intègre dans une classe. Le creux quand à lui, détermine le tirant d'eau (pas de quille rapportée à l'époque) mais surtout la profondeur du lest, donc la raideur et l'aptitude à porter de la voilure. On voit donc que seul le Bau est « libre » comme paramètre permettant à l'architecte d'ajuster et de diminuer la jauge du bateau étudié.

La jauge au tonnage fut utilisée jusque vers 1885. De 1875 à 1885, aussi bien en Angleterre que sur la côte Est des USA. On constata que l'exploitation des règles de jauge au tonnage (TM pour les anglo-saxons) ou de la Jauge à Déplacement $D=100*\text{racine cubique}(A*L/4)$ pour les Américains (voir ci-dessous le dossier technique) conduisait à des désastres humains sans précédent. Les bateaux construits pour la jauge au tonnage TM se désintégraient en mer et ceux construits pour la jauge à déplacement D chaviraient au mieux au mouillage, au pire en mer. Devant ces accidents à répétitions, les Clubs décidèrent de revoir les formulations des jauge.

Finalement on constatait qu'à partir de 2 formules identiques dans l'esprit, exprimant toutes les deux le tonnage, donc la Jauge, des exploitations architecturales différentes conduisaient à des bateaux entièrement différents : plank of edge et sand-bagger.

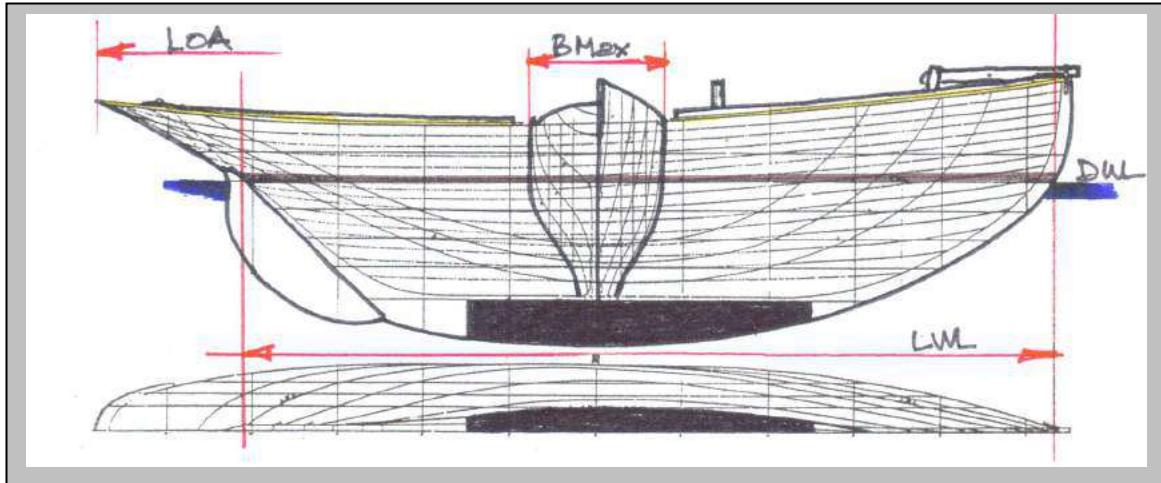
Paradoxalement en France, ces jauge au tonnage résistaient mieux, elles seront encore en vigueur à la veille de la Grande Guerre. Elles furent souvent corrigées et adaptées à des particularismes architecturaux propres à chaque port. Cette résistance ne signifie pas que ces jauge ont été à l'abri de toutes exploitations, mais vouloir exploiter une jauge signifie en premier lieu faire construire un bateau aux caractéristiques plus extrêmes que la majorité de la flotte environnante ; cela sous-entend aussi inventer de nouvelles techniques de constructions, utiliser de nouveaux matériaux, donc prendre des risques qui dans tous les cas s'avèrent coûteux. Cette simple conséquence représentait un frein naturel où faisait office de régulation.

DOSSIER TECHNIQUE « De l'exploitation des jauge au tonnage jusqu'à l'absurdité »

Les différents clubs jouèrent un temps avec la constante de la formule de la jauge TM afin de l'adapter à leurs besoins, mais conservèrent le corps de la formule, donc l'esprit de cette jauge au tonnage. La lecture de la formule montre immédiatement que le paramètre B, qui représente le maître-bau représente le facteur pénalisant. Il intervient en multiplicateur et au carré ce qui amplifie son importance.

$$TM = ((L-B)*B*B/4)/94$$

L'architecte souhaite avoir la longueur (L) la plus grande dans sa classe. Dès que l'architecte choisit la classe, il s'impose L.



On constate donc que la jauge est liée directement à B (la largeur), plus la largeur est faible, plus la jauge diminue, à longueur égale. Par contre réduire le creux bien que favorable, car le déplacement devient moins important, influençait trop le tirant d'eau et la raideur à la toile (position du lest). Il faut comprendre qu'à cette époque, les lestes ne sont pas des ailerons rapportés, mais une pièce de forme allongée en plomb ou en fonte moulée, formant une continuité avec la coque.

Dans un premier temps des bateaux moins larges firent leur apparition, tout en restant dans des proportions raisonnables, puis petit à petit d'autres bateaux encore moins larges furent lancés, l'architecture entraîna progressivement dans une spirale infernale qui aboutira au dessin et à la construction de bateaux dangereux.

Le Bau diminuera jusqu'à l'absurde d'où cette expression pour nommer ces bateaux « plank on edge » c'est à dire littéralement « planche sur chant ».

Si nous regardons de l'autre côté de l'Atlantique, nous constaterons que l'expression de la jauge: $D = 100 * \text{racine cubique } (A * L / 4)$ en cours, subira des attaques identiques avec des conséquences similaires.

Dans cette formule L représente la longueur à la flottaison, A , la somme des surfaces de 3 sections transversales prises le long de L .

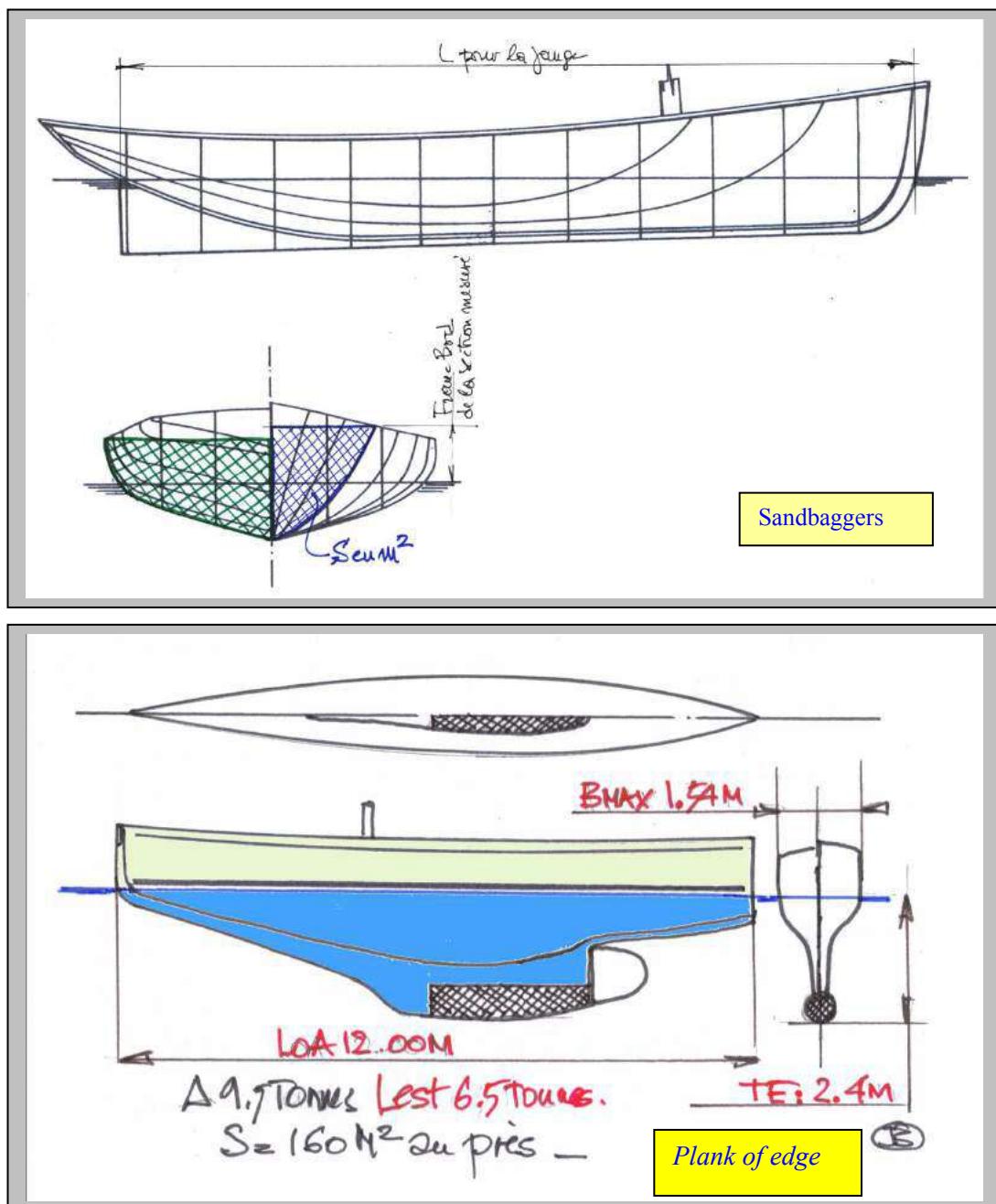
Cette formule beaucoup plus réaliste en terme de résultat, correspondait assez précisément au tonnage réel du bateau, mais elle contient les germes de l'absurdité, car pour diminuer le tonnage, donc la jauge, les architectes limiteront la longueur L en supprimant pratiquement les élancements, puis chercheront à minimiser au maximum les surfaces des couples (sections) mesurées; en diminuant les francs-bords et le creux des bateaux, effet qui dégradera leur stabilité.

La stabilité devient uniquement une stabilité de forme. L'augmentation de la largeur (Bau), combinée avec l'équipage au rappel et les sacs de sable posés sur le pont (d'où l'origine du nom « sand-bagger ») permet d'obtenir une raideur plus importante aux petits angles de gîte, mais aboutit à un angle de chavirage statique (Avs) de l'ordre de 60° !!! Constatons que les matosseurs de notre époque n'ont rien inventé.

A l'opposé des Britanniques et des Européens qui utilisent la stabilité de poids (il faut bien enfoncer dans l'eau le flotteur), les Américains développent la stabilité de forme.

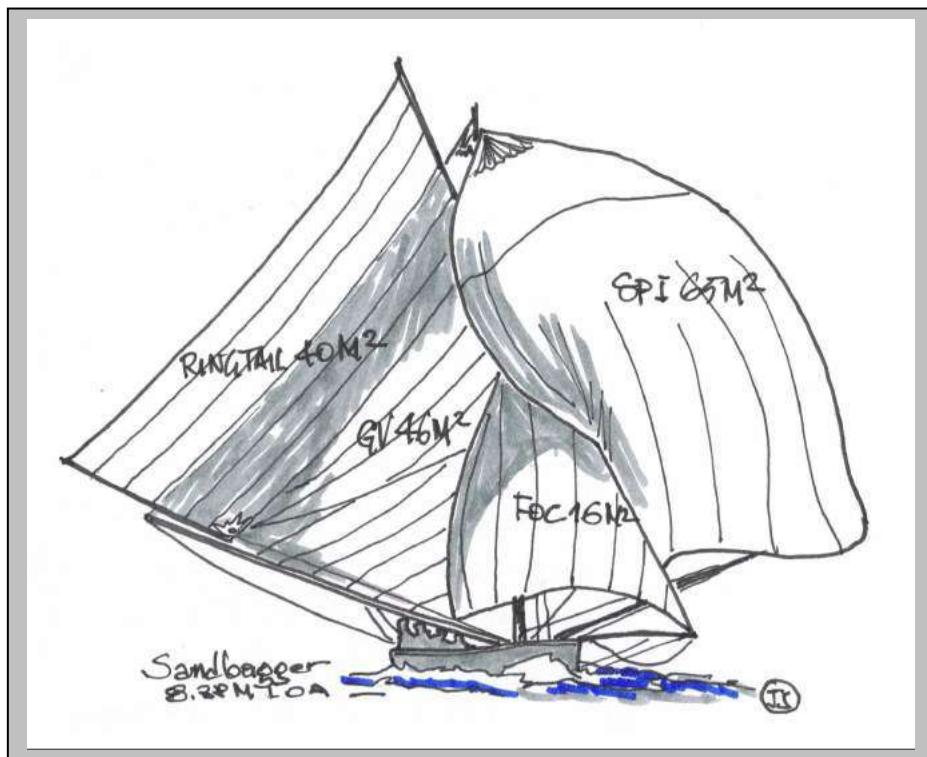
Ils inventeront les dériveurs intégraux équipés d'une dérive centrale, appendice essentiel pour remonter au vent, ce qui n'est pas évident avec un bateau qui flotte sur un champ de maïs recouvert de rosée²³.

Les conséquences seront au final, dramatiques pour ces deux écoles d'architecture.



²³ En référence à « Lucky Luke, en remontant le Mississippi »

L'école Britannique présentait des bateaux de 10m de long pour 1.67m de large, 2.45 de tirant d'eau, déplaçant 12 tonnes et s'offrant 185 m² de voilure.
Les Américains lançaient la construction des voiliers de 8.5m de long avec un bau de 4.75m et un tirant d'eau de 0.70m et 150 m² de voilure !!!



Conséquences humainement dramatiques, car les plank on edge se désintégraient en mer; aucun matériau de l'époque ne pouvant résister aux sollicitations générées par le poids du lest et le couple de redressement. Il faut se souvenir qu'en 1880 l'acier vient d'être tout juste inventé et que le seul matériau disponible est le fer dont la résistance est 6 fois moins grande que celle de l'acier basique que nous connaissons. Les Sandbaggers lorsqu'ils ne démâtaient pas avaient une propension à chavirer...même au mouillage, ce qui était moins grave. Leur courbe de stabilité était plus proche de celle d'une prame que d'un voilier monocoque. Leur couple de redressement maximum se situait au voisinage de 20° et ils chaviraient vers 65°.

En 1875, « Josephine » -LOA : 26 m- chavire au mouillage en attendant le départ d'une régate.

« Mohawk » -LOA : 47.50m, B : 9.2m, tirant d'eau : 1.8m- alors qu'il attendait au mouillage, voilure haute, un soudain coup de gîte provoqua une entrée d'eau par un capot ouvert, le ripage du lest intérieur et le chavirage, six personnes trouvèrent la mort dans cet événement, dont le vice Commodore du NYYC et de sa femme.

Quand aux versions régates diurnes (8.50 m de longueur à la flottaison) ils chaviraient encore plus rapidement puisqu'ils étaient construits en coque ouverte et se remplissaient au moindre coup de gîte.

Les français s'organisent et palabrent

Le YCF proposera à toutes les sociétés des régates la formule de Benoit-Champy. Une commission ad hoc publiera des conclusions après avoir consulté l'ensemble des sociétés. La synthèse mettra en évidence un engouement important de la part des clubs pour les propositions du YCF, mais il apparaîtra aussi que les membres des sociétés des régates restent très attachés à leurs particularismes locaux et à leur chapelle.

On découvrira ainsi, sans véritable surprise, que :

- Marseille demande que les voûtes soient limitées.
- Brest souhaite qu'une jauge au tonnage soit utilisée pour la « petite série ».
- Vannes veut séparer les quillard et les dériveurs.
- Bordeaux propose que pour les bateaux appartenant à la grande série, on prît en compte lorsque les bateaux sont équipés d'une dérive, de la position basse de cette dérive, dans la mesure de creux.
- Morlaix souhaite exclure les élancements.
- Le Havre demande que les francs-bords soient importants, etc.

Devant toutes ces propositions souvent antinomiques, le consensus demeure impossible à trouver.

Dans la réalité, les dessins des bateaux sont intrinsèquement liés aux régions et surtout aux particularismes locaux. Les bateaux du bassin d'Arcachon n'ont aucun point commun avec ceux de Bordeaux et encore moins avec les monotypes de Carantec ou avec les bateaux qui régatent en baie de Seine (Deauville, Trouville ou Le Havre).

Faute de consensus, les responsables des Sociétés de Régates et l'Etat par l'intermédiaire du ministère de la marine de l'époque tenteront de fédérer l'ensemble de ces velléités et de ces énergies en proposant aux impétrants de réfléchir et d'écrire eux-mêmes la formule de jauge.

Pas moins de trois congrès nationaux seront convoqués entre 1868 et 1892, afin de rassembler les Sociétés des Régates sur une formule de jauge unique.

Les Congrès de 1868 et 1886 en France

Ces deux congrès rassemblent pratiquement toutes les sociétés de régates françaises (60 ont répondu à la convocation de 1868). Chacune apporte dans son sac, sa formule de jauge locale accompagnée de ses restrictions. Notons qu'en 1868, le Ministre de la Marine –de Napoléon III- qui par l'intermédiaire de son administration subventionnait les régates, interviendra personnellement pour tenter d'uniformiser les formules de jauge... sans succès d'ailleurs.

Dans toutes ces formules de jauge, la surface de voilure n'apparaît jamais, ce qui est dans la logique des choses, puisque les formules de jauge se limitaient à l'évaluation du tonnage des bateaux en utilisant les paramètres de la coque nécessaires (LOA, B, Creux, périmètre). La formule du tonnage « parle d'elle-même », les mathématiciens diraient qu'elle est homogène, puisque tous les paramètres s'expriment en unité de longueur, ce qui produit un tonnage en m³. Introduire une surface de voile revient intégrer des m² au calcul précédent et à le rendre moins explicite. Ecrire une formule plus complexe, contenant l'expression du tonnage et de la voilure, représente trop de difficultés pour l'époque. Les sociétés des régates avant de s'intéresser à la jauge à la surface de voilure et de se voir imposer des formules plus complexes, devaient affronter leur quotidien matérialisé principalement par les classements et les regroupements de bateaux par classe.

DOSSIER TECHNIQUE : Les Classements des régates

L'allégeance de temps

Les sociétés des régates de cette époque regroupent les bateaux par classes :

- 20T et en dessous,*
- 20 à 40 T,*
- 40 T et plus.*

Dans chacune des classes les bateaux régatent uniquement en temps réel, ce qui revient à reproduire sensiblement le système des classes à la longueur. Il est certain que la jauge au tonnage améliore l'équité entre les bateaux puisqu'elle tient compte du volume du bateau. Equité qui sera annulée de fait par le regroupement par classe, puisque les plus forts déplacements possèderont les meilleurs potentiels de vitesse.

Des esprits lumineux imagineront de donner une allégeance en temps (par fraction de Tonnes et par milles de course) à chaque bateau en fonction de sa jauge, afin de mettre tous les bateaux à égalité. En d'autres termes cela revenait à dire au plus gros tonnage (maxi de la classe) : « vous rendez N secondes par Tonne et par mille aux autres bateaux »

Quantitativement cette allégeance se chiffrait à 60 secondes par tonne et par mille de course.

Le temps compensé

Malgré l'existence de cette initiative, quoique peu développée à cause des calculs qu'elle imposait, on constatera que le temps compensé, tel qu'il nous est familier aujourd'hui, était loin d'être inventé.

Il faut considérer que les moyens de calculs de ces époques se résumaient à la règle à calcul pour qui savait l'utiliser, à la table de logarithme et enfin au calcul manuel, ce qui réduisait l'ardeur des sociétés des régates à utiliser autre chose que le temps réel.

Il faudra attendre la jauge du RORC en 1925 pour voir apparaître le temps compensé en temps sur temps tel que nous le connaissons aujourd'hui, et en temps sur distance... mais c'est une autre histoire.

A l'issue du congrès de 1868, rien n'est réglé, certes tout le monde a pris connaissance de la formule $T = (L * B * C)/5$ proposée par Benoit-Champy, mais les particularismes de chaque port rendent son application impossible.

Rendant compte de ce congrès quelque mois plus tard, en janvier 1869, devant le YCF, Benoit-Champy s'exprime ainsi: « Le règlement de course a été pour votre Comité une tache ingrate et difficile : il a fallu consulter toutes les sociétés nautiques de France et, au milieu des réclamations et des demandes contradictoires, dégager du chaos des règlements actuels un règlement général afin de réaliser ce grand progrès désiré par tous : l'unité des lois des courses en France..... »

Sur le terrain la jauge à la longueur sera utilisée bien après 1868, la Société Nautique de Marseille quand à elle, ne l'abandonnera qu'en 1885.

Ainsi pendant près de vingt ans, les principales sociétés des régates Françaises imagineront dans leur coin leur propre jauge au tonnage. Toutes ces formules semblables sur le fond – obtenir un volume -, intégreront un ou plusieurs paramètres supplémentaires destinés à affiner le résultat final dans l'espoir de rendre « leur jauge » plus performante et plus équitable.

Certaines formules utilisent en plus:

- le creux au quart (manière de mesurer le creux à un endroit particulier)
- le creux calculé en mesurant la longueur entre le liston et la quille (à la section milieu du bateau) et le bau dans cette section $C = (\sqrt{G^2 - B^2})/2$
- le périmètre de la coque mesurée dans une section donnée, avec une chaîne passant sous la quille.

Cette idée d'introduire le périmètre progressera rapidement. Tout le monde se trouvait effectivement dans une impasse, la jauge à la longueur était abandonnée et la jauge au tonnage débouchait inéluctablement sur des exploitations anarchiques. Les esprits se souvenaient de l'expérience Anglaise désastreuse dans ce domaine, ce qui paradoxalement ne freinait pas une évolution sensiblement identique comme le constatait la SRH (Le Havre). Aussi recherchera-t-on, sans concertation, une méthode pour bloquer l'exploitation de la jauge au tonnage. L'idée de mesurer le périmètre relevait de cette volonté.

Le Congrès de 1886

La première séance de ce Congrès eut lieu le 19 janvier 1886 sous la présidence du contre-amiral Lagé ; 35 délégués représentant 60 sociétés nautiques sont présents. Le congrès crée immédiatement deux commissions, une pour préparer un projet de règlement de course des yachts à voiles ; l'autre pour rechercher une formule d'allégeance et un projet de règlement de course des yachts à vapeur.

Dès le début, le niveau des propositions de jauge se révèle être très technique, les jauge à la longueur sont maintenant oubliées, comme le montre l'investissement personnel de certains participants dans la recherche d'une jauge plus équitable et surtout plus technique.

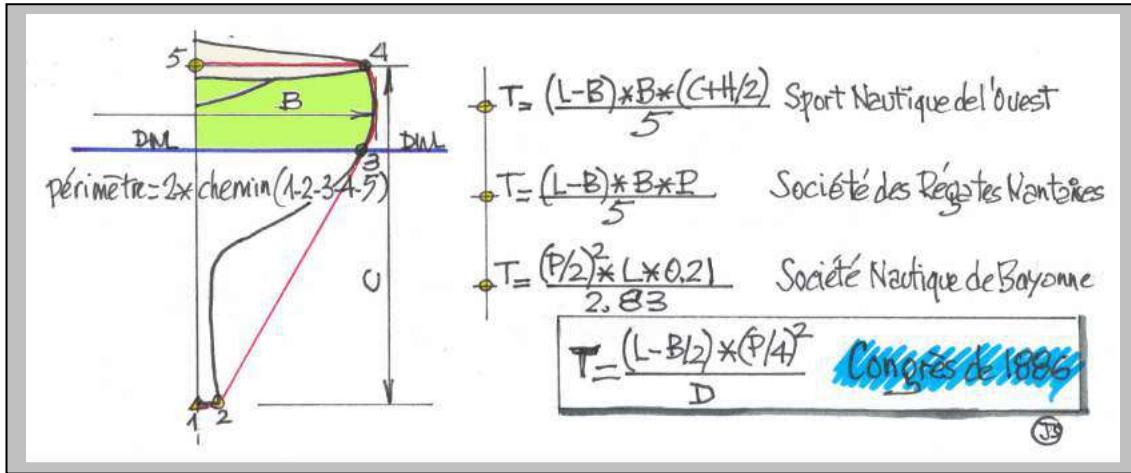
En entrée en matière, le délégué de La Rochelle préconise une jauge aux volumes immergé et émergé. Malgré son originalité la commission refusera cette proposition qui complique beaucoup les mesures (ce qui est effectivement vrai), mais surtout exclut de son domaine d'application des bateaux déjà construits et bien sur non transformables. Enfin bon nombre de délégués n'étant pas préparés à cette méthode de jauge ne s'imaginaient pas revenir dans leur région avec « ce curieux outil » dans leur valise.

Ensuite le délégué de Bordeaux demande que soit adoptée la formule Américaine dite « jauge à la voilure » proposée par la Société des Régates Internationales de Trouville-Deauville. Cette formule $T = (2*L + \sqrt{S})/3$ imaginée par quelques esprits éclairés qui entrevoyaient déjà le désastre de la jauge au déplacement en vigueur aux USA (Côte Est).

Le congrès refuse aussi cette proposition, car à cette époque un voilier est avant tout un bateau bien lesté et pour bon nombre de participants au congrès, introduire S (c'est à dire taxer la surface de voilure) conduira les architectes à diminuer le lest de leur bateau (car ils voudront limiter la surface de voilure) et à terme les rendre dangereux. On reproche aussi à cette formule d'encourager la fraude (?) et de rendre complexes les mesures des différents types de gréement.

En fait, on reproche surtout à la jauge à la voilure d'engendrer des coques à déplacement plus raisonnable, ce qui apparaît comme contraire à la philosophie architecturale du moment, philosophie qui perdurera encore quelques décennies.

Le congrès recherche en fait uniquement une méthode fiable et simple pour mesurer le creux, il adoptera finalement la règle du périmètre.



L'introduction de ce paramètre est une fausse nouveauté, certes la mesure du périmètre combine la largeur du bateau et son creux, mais la jauge demeure toujours une jauge au tonnage avec tous les défauts inhérents à cette méthode de jauge.

La formule de 1886 produira, en général, des bateaux de grande longueur, très voilés. On constatera rapidement que certains architectes ou certains chantiers, à la demande des propriétaires chercheront à accroître la stabilité en augmentant le tirant d'eau et le lest.

Dans cette démarche la mesure du périmètre imposait ipso facto, une diminution de la largeur afin de compenser l'augmentation du tirant d'eau. D'autres contraintes ajoutées, ici ou là, à la formule de base ci-dessus ne permirent jamais de résoudre les difficultés rencontrées par les jauge au tonnage, tout au plus elles freinèrent pour quelques temps l'exploitation de la règle par les architectes.

On citera par exemple :

- la limitation des longueurs des voûtes au 1/5 de la longueur à la flottaison et celle des guibres à 1/6. Les excédents étant ajoutés à la longueur à la flottaison (L)
- pour les bateaux à dérive, la jauge calculée sera majorée de 1/10^{ème}.
- Le nombre d'équipiers sera limité en régate. Cette mesure étant justifiée par le fait que l'équipage constitue un lest mobile et qu'il ne faut pas que l'on puisse l'augmenter ou le diminuer en fonction de la force du vent.

On constate que certaines idées sont toujours d'actualité (nombre d'équipiers).

Ce congrès restera comme une réussite sur la forme, mais sur le fond, force sera de constater que l'adjonction de la prise en compte du périmètre du bateau dans les formules de Jauge au Tonnage, n'apporta qu'une rémission momentanée, au pire cet ajout apparaîtra comme un mal puisqu'il initiera les « couloirs lestés ».

Chapitre 4 : LA SURFACE DE VOILURE FAIT SON ENTREE

Quand la voilure s'invite dans le jeu de la Jauge

L'idée d'introduire la surface de voilure trotte dans beaucoup de têtes... ne dit-on pas à l'époque pour justifier cette démarche : « que dans une Jauge, pour tenir compte des éléments produisant la vitesse, il est juste de considérer et le moteur et le corps à mouvoir ».

Le paramètre représentant le moteur est matérialisé par la Surface de Voilure, celui qui représente le corps à mouvoir s'identifie à la Longueur à la Flottaison. Rappelons que en dehors du cas du planning, le bateau est limité par la vitesse potentielle créée par sa longueur à la flottaison (\sqrt{LWL}).

La traduction physique (S et LWL) de la citation ci-dessus est incomplète, car elle n'appréhende pas tous les éléments favorisant la vitesse – Les régimes de vent et la forme du flotteur doivent aussi être pris en compte -. Il faudra attendre quelques décennies pour qu'une jauge (la Jauge RORC) analyse de manière approfondie l'ensemble des paramètres réels.

Réflexion Anglaise

Dixon Kemp²⁴ présentera en 1880 la première formule correspondant à cette nouvelle idée :

$$\text{Rating} = (L * S) / 6000 \text{ ou } L \text{ est en pieds et } S \text{ en pieds carrés.}$$

Rapporté en mètre et mètre carré cela donne : $\text{Rating} = 35.315 (L * S) / 6000$.

En Angleterre le YRA, qui représente en quelque sorte l'autorité « nationale », n'apprécie pas ce changement brutal d'un œil particulièrement favorable, car derrière cette Jauge innovante se cache le problème des classements. En effet si la conception des tables d'allégeance pouvait être simple lorsque l'on parlait de jauge au tonnage (60 secondes par tonne et par mille par exemple) elle devenait particulièrement complexe avec cette expression de la Jauge en Rating. Cela sous-entendait d'imaginer une seconde formule, ce que fera la jauge Rorc en 1925, qui affecte un coefficient déduit du rating à chaque bateau, afin de calculer le temps compensé utilisé dans les classements. Le YRA se trouvait ainsi obligé d'établir de nouvelles tables de calculs de classement. Afin de supprimer ces calculs de temps compensé, longs et fastidieux, les propriétaires créèrent des classes à Rating fixes : Classes $\frac{1}{2}$, 1, $2\frac{1}{2}$, 5, 20, 40.

Réflexion Américaine (1882)

Dans le même temps aux USA, à l'initiative du Seawanhaka Corinthian Yacht Club situé à Staten Island (aujourd'hui à Oyster Bay, Long Island), apparaît la Jauge suivante:

$$\text{Seawanhaka YC Tons: } (L * S) / 4000.$$

Dans cette formule : $L = 9/10 \text{de LWL} + 1/5$ des élancements et S l'ensemble de la voilure. Cette formule offre la particularité d'une homogénéité discutable, en effet cette formule est bien du 3^{ème} degré, ce qui correspond à la forme mathématique d'un volume, puisque l'on multiplie des m^2 (S) par des mètres (L). Par contre le résultat ne correspond pas à l'expression du volume du bateau car la multiplication des m^2 de voilure par la longueur du bateau n'a jamais permis de déterminer le déplacement du bateau.

²⁴ Architecte naval Anglais (1839-1899), il fut secrétaire du YRA puis sûrement le premier Jugeur rémunéré pour ce travail.

En réalité il ne faut pas rechercher d'équivalence avec un volume mais uniquement se référer à la citation originelle :

La vitesse d'un bateau est proportionnelle :

- à la racine carrée de la longueur à la flottaison dynamique (c'est pour cela que 1/5 des élancements est pris en compte)
- et à sa surface réelle de voilure (S).

Après concertation notamment avec le New York YC, le Boston Club, et le Toronto YC, la formule évoluera afin de devenir homogène, l'élément S étant ramené au 1^{er} degré.

$$R = (L + \sqrt{S})/2$$

R s'exprime en pieds. L représente la longueur à la flottaison.

Exprimée en unité métrique la formule devient : $R=1.64(L + \sqrt{S})$.

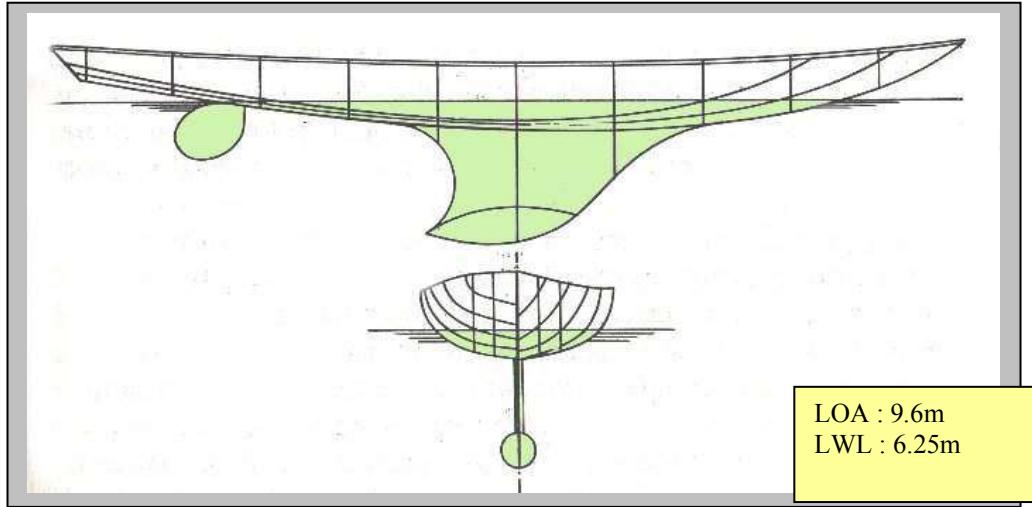
L'analyse de cette formule montre que L est le paramètre favorable, en effet si nous considérons l'exemple du bateau suivant :

$L=10m$ et $S=60m^2$. Le rating en mètres est de 29.103

Supposons une diminution de la longueur à la flottaison de 2%, soit $L=9.8m$. A surface de voilure égale, le rating passe à 28.775.

Cherchons à quelle diminution de surface de voilure correspond ce rating pour la longueur à la flottaison d'origine. Un calcul simple montre que S devient $56.942 m^2$ soit une diminution de $3.058m^2$ (5.09%).

L'architecte résoudra ce problème en jouant sur les lignes d'eau plutôt que sur la surface de voile qui est extrêmement pénalisante.



L correspondant sensiblement à la longueur à la flottaison dynamique lorsque le bateau est en assiette 0° avec son chargement défini par les règles de jauge (masses des équipements et positions longitudinales de ces équipements connus). Lorsque le bateau navigue, il est plus ou moins gîté et son assiette est un peu sur le cul. Si les lignes d'eau sont dessinées de telle manière à augmenter la longueur à la flottaison avec à la gîte, le gain dynamique devient très important. Cela suppose que les élancements soient rasants et généreux. Afin d'obtenir ce phénomène les architectes imagineront rapidement les sections avant et arrière adaptées, et les bateaux prirent soudain des rondeurs, dans le but d'augmenter cette longueur à la flottaison dynamique tant recherchée.

Une autre innovation de cette règle de Jauge tient dans la manière de mesurer la surface de voilure. Pour la première fois la Seawanhaka Rule imposera la mesure des esparts qui portent les voiles et non plus exclusivement les voiles. Cette méthode perdurera au fil des décennies, l'époque moderne complètera la technique en y ajoutant certaines mesures de la voile.

Naissance des « plats à barbe »

La Seawanhaka Rule donnera graduellement naissance à ce que l'histoire baptisera des « skimming dish », « plat à barbe » en français, à contrario les voiliers de l'école anglaise resteront des « couloir lesté » pour les générations futures. Cette dénomination de plat à barbe tire son nom de l'optimisation de la jauge et des formes de carène évasée dessinées par les architectes.

La Seawanhaka Rule se révélera une excellente jauge aux USA, elle perdurera pendant dix ans jusqu'à ce qu'elle soit attaquée par des innovations architecturales extrêmes. Imposée aux concurrents des AC de 1885, 86 et 87, elle résistât bien aux manœuvres de lobbying. En fait chaque camp, defender ou challenger arc-boutés sur ses certitudes, se contrait réciproquement dans leurs propositions à modifier cette jauge. L'école Américaine influencée par ses navires marchands qui naviguaient dans les embouchures des fleuves ou dans les grandes baies intérieures comme la Chesapeake, ne concevait les voiliers qu'équipés de dérive et ayant un bau important ; l'école Anglaise ne jurait que par des bateaux étroits et à quille profonde (un Yacht) imposé par la formule de Dixon Kemp (voir ci-dessus le paragraphe « Réflexion Anglaise »).

DOSSIER TECHNIQUE : Les SANDBAGGER

Nous avons reconstitué d'après des dessins de l'époque le plan d'un Sandbagger « standard » tel qu'ils existaient sur la côte Est des USA. Nous nous sommes limités à un modèle type day-boat, mais l'analyse technique s'applique aux versions plus importantes.

Bateau en condition de départ de régate avec 6 équipiers (480 kg)

LOA : 8.38 m Elancement Avant (BO) : 0 Elancement Arrière (SO) : 0

LWP : 8.38 m

Surface de flottaison : 14.74 m²

Rayon métacentrique transversal : 1.915m

Surface mouillée (gîte 0°) : 16.77 m²

Coefficient prismatique : 0.5342

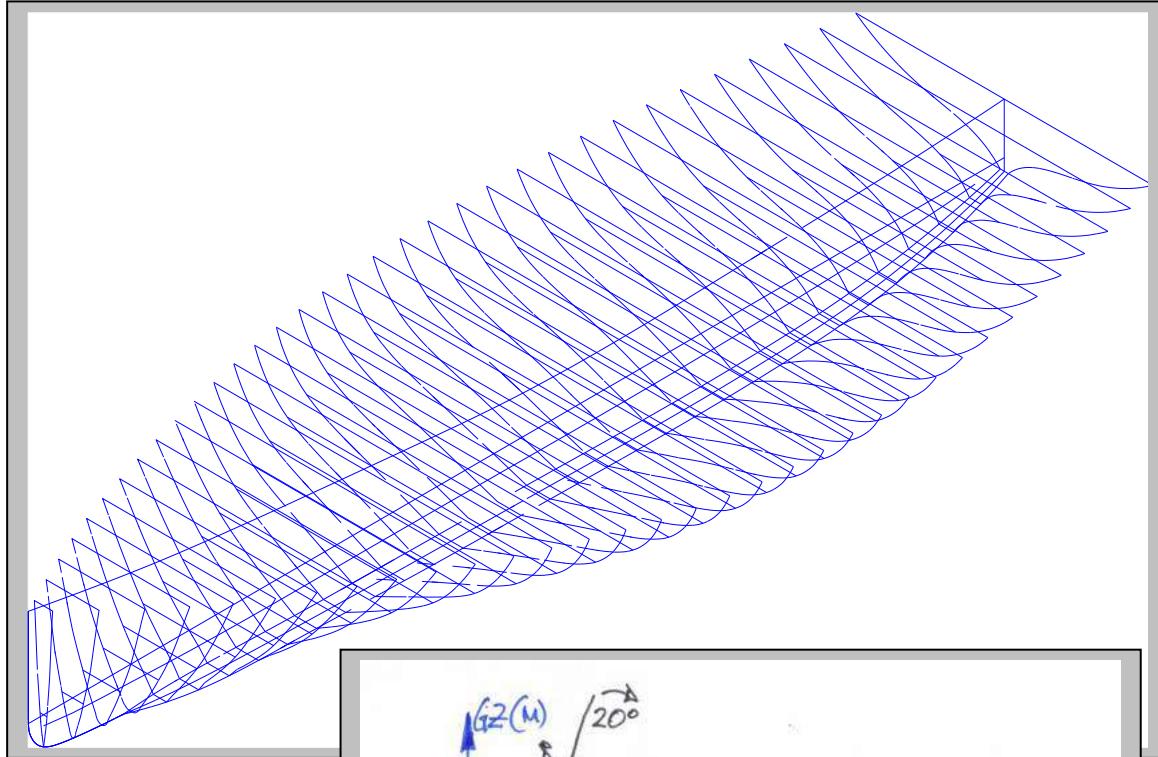
Déplacement dans cette configuration : 3.750 T

Devis de poids estimé

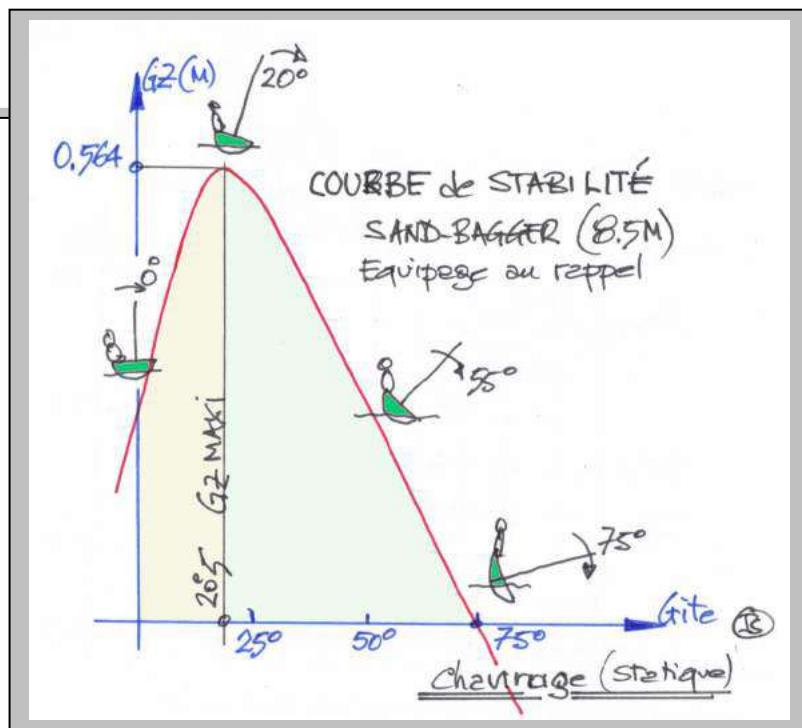
Description	Masse kg	/Axe (x)	/DWL (y)	/ PPAR (z)	m*x	m*y	m*z
Coque	1700,000	0,000	-0,240	3,850	0,000	-408,000	6545,000
dérive	730,000	0,000	-0,848	3,465	0,000	-619,040	2529,450
lest inter	300,000	0,000	-0,400	3,850	0,000	-120,000	1155,000
bôme	35,000	0,000	1,300	0,000	0,000	45,500	0,000
bout dehors	25,000	0,000	0,940	10,500	0,000	23,500	262,500
mat	255,000	0,000	5,200	5,820	0,000	1326,000	1484,100
corne	35,000	0,000	12,400	4,300	0,000	434,000	150,500
GV 103 m ²	70,000	0,000	6,780	1,180	0,000	474,600	82,600
Fos 41 m ²	35,000	0,000	4,980	9,110	0,000	174,300	318,850
accastillage	85,000	0,000	1,200	4,150	0,000	102,000	352,750
Equipage au centre	480,000	0,000	0,800	2,820	0,000	384,000	1353,600

Bateau vide avec voiles à poste	3750 kg				0,000	1816,8	14234,0
CG		X= 0,000	Y= 0,484	Z= 3,796			

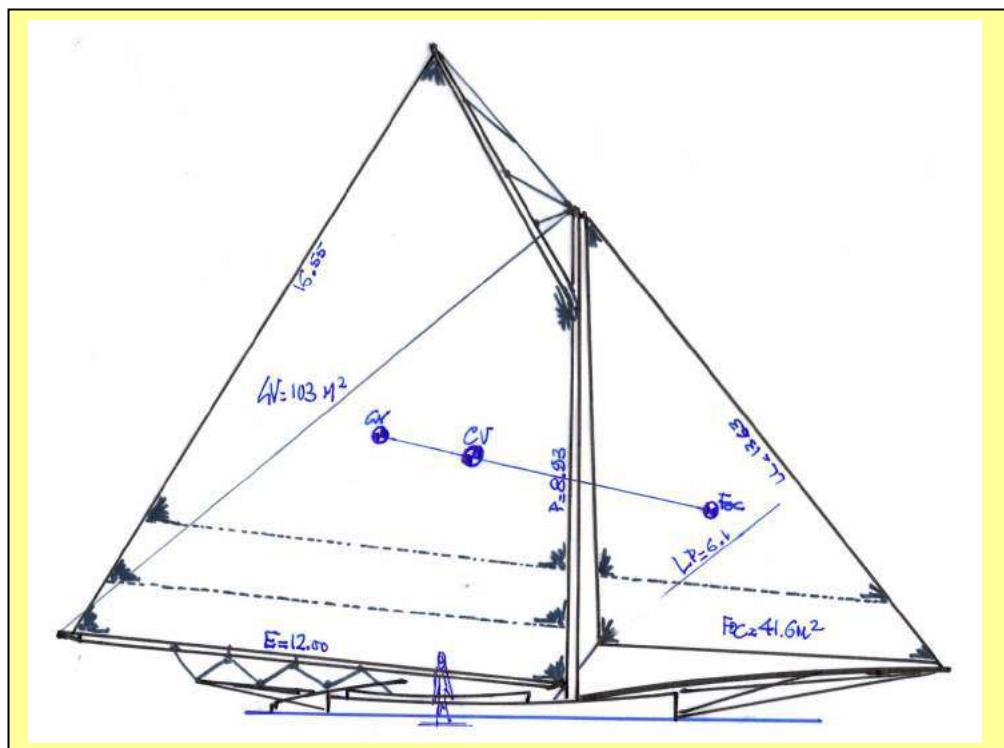
Dessin du bateau (formes)



Courbe de stabilité



Dessin de profil avec plan de voilure



Deux conditions de stabilité du bateau sont étudiées :

- Navigation au portant, équipage au centre ou sensiblement
- Navigation au près équipage au rappel.

Lorsque l'équipage est au rappel, le Bras de levier maximal (Gz maximal), qui correspond au maximum du couple de redressement, s'obtient pour une gîte de $20^\circ 5$ avec une valeur de 0.564 (soit 2.115 T.m).

L'angle de chavirage (Ars) statique se situe à 68° , ce qui est faible. Dans la réalité dès $15^\circ/17^\circ$ le livet était sous l'eau et le bateau commençait à se remplir (peu de plat bord et évidemment cockpit non autovideur). Cela imposait de naviguer toujours en dessous du couple de redressement maximal ($20^\circ 5$).

Le congrès de 1892 en France

C'est à l'occasion de ce congrès de 1892 que la surface de voilure apparaît pour la première fois dans une formule de jauge française.

Ce congrès se tient 10 ans après la présentation des jauge de Dixon Kemp (GB) et de la Seawanhaka YC (USA). En 1892 la jauge américaine (Seawanhaka Rule) et la jauge de Dixon Kemp ne fonctionnent déjà plus, les architectes s'étant chargés de « tuer » ces deux jauge. Aux USA en dessinant des plats à barbe où les élancements devenaient plus grands que la longueur à la flottaison statique du bateau et en Angleterre en dessinant des couloirs lestés qui commençaient à ressembler de nouveau aux « plank on edge ».

La formule proposée par Godinet, à l'issue de ce congrès de 1892, exprime paradoxalement toujours un « déplacement », elle n'est pas pour autant homogène (analyse

identique que pour la jauge de Dixon Kemp), mais paradoxalement cette formule semble avoir l'assentiment de tous les représentants des Sociétés des Régates... enfin presque.

$$T = ((L - P/4) * P * \sqrt{S}) / \text{constante}$$

En fait comme souvent dans les « grand-messes », ce congrès ne fut pas représentatif car sur 83 sociétés nautiques répertoriées, 53 n'avaient pas jugé utile de se déplacer ou de se faire représenter.

Chaque zone côtière de France possédait sa jauge, ses chantiers, ses architectes et les propriétaires régataient sur leurs territoires, sans franchir les limites de sa zone de navigation habituelle. Aussi étaient-ils peu concernés par une uniformisation des règles de jauge.

Le congrès de 1892 ayant pris acte des limites de l'unification des formules de jauge en France, celui de 1899 se limitera à la présentation des bases de la Jauge Internationale (JI) et cela à l'initiative du Yacht Club de France. La formule proposée dérivera de la formule que R.E Froude²⁵ présenta lors d'une communication en 1896.

²⁵ Fils de William Froude, Ingénieur hydrodynamicien célèbre. Son nom a été donné à une unité ; le nombre de Froude

Chapitre 5 : L'IMPASSE

L'introduction de la voilure ne résout pas le problème.

Tout le monde formulait l'espoir que la surface de voilure (**S**) mettrait de l'ordre dans l'évolution des formules de jauge et surtout limiterait l'exploitation des formules. Force a été de constater, une décennie plus tard qu'il n'en était rien et que même en complétant la formulation mathématique par des prescriptions limitant les velléités architecturales, on aboutissait des deux cotés de l'Atlantique dans une impasse.

Les Français, peut-être plus rationnels ébauchèrent une analyse.

- Deux formules identiques dans le principe, celle de Dixon Kemp ou celle du Seawanhaka YC, génèrent des bateaux fondamentalement différents, avec des excès architecturaux incontrôlables. Conservons **L** et **S** et introduisons un nouveau paramètre (le périmètre **P**) dont le but sera de contrôler la section au maître bau et ainsi d'éviter que cette section, s'évase exagérément (plat à barbe) ou se creuse (couloir lesté).

Peut-être pensaient-ils que l'association du Périmètre (**P**) et de la surface de voilure (**S**) limiterait cette propension à dessiner des bateaux étroits et lestés afin de redonner aux bateaux plus de stabilité de forme, c'est à dire plus large et d'un déplacement moindre, sans pour autant aller vers des bateaux extrêmement larges et d'un creux assez faible. En fait les Français rêvaient sans le dire, d'un compromis architectural !!!

Quelles solutions ?

Le périmètre ne réglera rien, car il incorpore trop de paramètres non écrits. En effet si nous décomposons le périmètre (ou le demi périmètre), nous voyons qu'il est formé par :

- $\frac{1}{2}$ Largeur du maître Bau
- Développé du bordé au dessus de la surface de flottaison
- Distance sensiblement rectiligne de la flottaison à la quille.

Dans la formule française $T = ((L-P/4)*P* \sqrt{(S)})/130$ adoptée par l'U.Y.F (Union de Yacht Français) à l'issue du Congrès de 1892, le paramètre **P** diminue partiellement la longueur **L** de la valeur (**P/4**) et augmente la jauge **T** puisqu'il est aussi multiplicateur. L'architecte a donc tout intérêt à dessiner des bateaux étroits, afin de conserver un lest placé le plus bas possible.

Exemple :

Un bateau ayant :

LWL= 12m, B Max= 4.15m, FB= 1.11m et TE= 2.75 aura une jauge de 9.91

Si l'architecte diminue le franc-bord de 0.25m, la jauge devient 9.67 (-2.7%) et s'il conserve le franc-bord initial, mais réduit la largeur de 0.50m, la jauge devient 9.34 (-4.9%).

Certes dans le deuxième cas la stabilité initiale diminuera, mais une augmentation du lest (donc du déplacement) rétablira la raideur, sans que le périmètre varie, puisqu'il est indépendant de la position de la surface de flottaison. On remarque que la surface de voilure n'intervient pas comme opérateur de régulation dans la jauge.

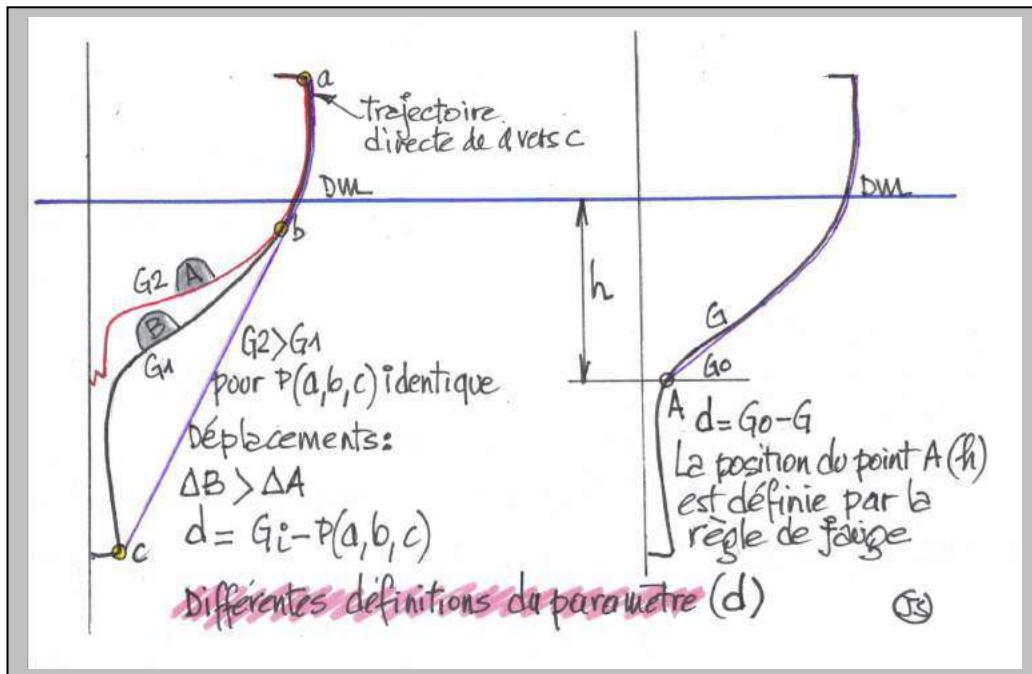
Deux autres idées, la mesure de chaîne et la différence de chaîne, idées semblables dans l'esprit, prennent naissance dans le but de contrôler le déplacement des bateaux et d'interdire à la fois les faibles déplacements et les bateaux trop lestés.

Les mesures de chaîne (G) et de différence de chaîne (d)

Nous avons vu précédemment que le Périmètre était indépendant de l'enfoncement du bateau dans l'eau. La mesure de la chaîne va permettre de rechercher la longueur exacte du couple entre la flottaison et la quille. Le mètre épousera la coque (hors bordé), millimètre par millimètre.

Si le chemin parcouru (G_2) par le mètre est important, cela signifie que le déplacement du bateau est faible.

Par contre si le cheminement est plus réduit (G_1), le déplacement du bateau est important.



La mesure de chaîne lorsqu'elle prend son origine sur la flottaison est plus complexe que la mesure du périmètre, car il faut connaître la position de la ligne de flottaison. Afin de déterminer cette référence les jaugeurs s'orienteront vers deux types de mesures, à terre puis à flot. Technique qui compliquera la réalisation de la jauge.

Le règlement de la jauge impose maintenant de mettre le bateau à flot, avec un armement standard (masses et positions). À flot, le jaugeur marque la flottaison à l'étrave et sous la voûte. Ensuite lorsque le bateau est remis à terre dans une assiette longitudinale identique, le jaugeur trace la ligne de flottaison au voisinage du maître couple ou du couple choisi par le règlement de jauge. À ce stade seulement la mesure de chaîne G du point de la flottaison à la quille est possible (tracé en rouge sur le dessin ci-dessus).

Notons que le périmètre (tracé en vert) était plus simple à obtenir, puisqu'il suffisait de faire passer, lorsque le voilier était à flot une chaîne ou un câble fin sous la quille et d'en mesurer la longueur... ou encore de réaliser cette mesure lorsque le bateau était échoué contre un quai.

L'autre artifice, utilisé pour contrôler les déplacements sera l'introduction du facteur d . Ce facteur représente la différence entre la chaîne, c'est dire le chemin réel (tracé bleu ci-

dessus) fait par le mètre ruban entre le livet et la quille en suivant le contour de la coque, et la distance du livet à la quille en s'appuyant sur le bordé (tracé rouge ci-dessus).

Remarquons que la mesure de la chaîne **G**, bien qu'elle permette de classer le bateau en déplacement léger ou lourd, ne hiérarchise pas le déplacement. En fait la mesure de la chaîne appréhende le volume des élancements avant ou arrière, mais manque d'un repère de référence pour apprécier le déplacement général du voilier.

Le paramètre **d** va en quelque sorte jouer ce rôle de référence.

En d'autres mots, **d** représente la différence entre le dessin extrême de la section étudiée (trajectoire Go) et celle réellement construite (G). Plus on s'éloignera du dessin extrême, plus **d** sera important et plus la jauge s'amplifiera. Dans la réalité, les règles de jauge ne fixent jamais le point d'aboutissement de la mesure de G et Go sur le bas de la quille, mais à une profondeur constante (h) définie par la jauge (A). Cela impose une forme de coque dans la section mesurée. En effet l'architecte n'a aucun intérêt à dessiner une section laissant apparaître une valeur de $d > 0$, car **d** est toujours un terme additionnel dans les formules de jauge. L'architecte recherchera systématiquement $d = 0$.

Constatons en conclusion que depuis l'apparition du concept de jauge, les recherches concernant son évolution portent uniquement sur les solutions permettant d'éviter les dérives architecturales consécutives à l'exploitation des formules de Jauge. A aucun moment, l'analyse de la manière d'affecter un handicap ou un rating à un voilier n'est mise en cause. De même personne ne propose de faire table rase des formulations existantes. Chacun pense que la solution n'existe qu'à travers l'introduction de nouveaux paramètres régulateurs.

Où l'on s'oriente vers la jauge métrique

Les débuts des années 1900 marqueront la charnière pour le passage à la jauge métrique, la date de référence étant celle du Congrès de Londres de 1906.

Dès 1901 la règle de jauge suivante proposée par le YRA apparaît :

$$\text{Rating (en pieds)} = (L + B + 0.75*G + 0.5 \sqrt{S}) + d$$

Cette formule contient tous les nouveaux paramètres décrits précédemment. Le YCF l'agrémentera comme tous les grands clubs d'Europe. Elle posait les bases d'une « jauge Internationale ». C'était toutefois sans compter sur les USA, qui se complaisaient dans une sorte de provocation et proposaient une nouvelle version de la Seawanhaka YC rule :

$$\text{Rating (en pieds)} = (L + \sqrt{S} + 2*(B+D) - 6.6*\sqrt{MS})/2$$
 où MS est la section milieu, D le tirant d'eau et L la longueur à la flottaison, B le maître bau.

Le seul point commun, entre les deux formules, réside dans le fait que tout le monde a pris conscience que l'évaluation de la section milieu ou une section proche de cette zone du bateau devenait indispensable afin d'établir une règle de jauge équitable et solide. Toutefois les convergences s'arrêteront là. Il faudra attendre 1971 pour que Américains et Britanniques se retrouvent sur une formule commune, l'IOR. Une tentative identique initiée dans les années 1930 ayant échouée.

Mais la Seawanhaka Rule, même dans cette nouvelle mouture, paraît déjà obsolète pour un groupe d'architectes américains. Leur jugement est d'ailleurs identique concernant la formule du YRA. Ils ont en tête une nouvelle approche de la jauge qu'ils présenteront sous le nom de UNIVERSAL RULE.

Chapitre 6 : Naissance de la Règle Internationale

La formule du YRA de 1901

$$\text{Rating (en pieds)} = (L + B + 0.75*G + 0.5 \sqrt{S}) + d$$

dérivait de celle proposée par Froude en 1896 :

$$\text{Rating (en pieds)} = (L + B + 0.75*G + 0.5 \sqrt{S}) / 2, \text{ ou le paramètre } d \text{ n'apparaît pas.}$$

Tout le monde recherche la pierre philosophale.... la formule magique! Deux écoles s'opposent : une d'influence Anglaise, qui pense qu'une formule dérivée de celle de Froude résoudra le problème, et l'autre notamment sous l'influence américaine de N. Herreshoff, qui pense que le déplacement du voilier doit, en plus de L et de S, être pris en compte dans les formules de jauge. Cette approche aboutira à la création de l'UNIVERSAL RULE.

Cette approche concernant l'introduction du déplacement est nouvelle. Ccertes il y a eu la jauge au tonnage (au déplacement pour les américains), mais lorsque Herreshoff parle d'introduire le déplacement, cela ne signifie pas qu'il souhaite créer une énième jauge au tonnage ou au déplacement, mais qu'il souhaite que le facteur D (déplacement) soit pris en compte et lié mathématiquement avec les autres paramètres L (longueur à la flottaison) et S (Surface de voilure).

$$\text{Rating en pieds} = \frac{0.18(L * \sqrt{S})}{3\sqrt{D}}$$

L'idée est originale, mais pas exclusive. Au même moment d'autres imaginent une telle approche, pour preuve la communication (en 1906) de deux français Louis Dyèvre et Eugène Laverne, membres de la commission règlement du YCF:

$$N = \frac{L * \sqrt{S}}{3\sqrt{D}}$$

Cette idée d'introduire le déplacement dans la formule de jauge, trouve sa source dans la volonté d'introduire les paramètres qui favorisent la vitesse et ceux qui ralentissent le bateau.

Tout le monde est d'accord pour dire que la vitesse est une fonction de la longueur à la flottaison du bateau... enfin lorsqu'il y a suffisamment de vent pour atteindre cette vitesse limite.

Tout le monde est aussi d'accord (depuis peu) pour dire que la surface de voilure favorise le potentiel de vitesse... enfin jusqu'à la réduction de voilure.

L'école américaine, mais aussi un petit cercle d'amateurs français, annonce que le déplacement est un facteur qui diminue la vitesse (c'est pour cette raison qu'il est au dénominateur de la formule). Cette réflexion est exacte... enfin presque toujours exacte.. car il existe des situations, des conditions de navigation (allures et vitesse de vent) où le déplacement est un facteur favorable. Certes ces conditions sont complexes à trouver, mais elles existent.

Cette analyse des facteurs positifs (vitesse +) et négatifs (vitesse -) représente un grand pas en avant. Pour la première fois des équipes différentes posent le problème de manière identique et proposent une solution structurée. Il reste toutefois un fossé à franchir matérialisé par un autre paramètre à introduire. Il faudra attendre encore 20 ans pour que le RORC énonce sa proposition. C'est le début d'une autre longue histoire que nous aborderons bientôt, elle signifiera le départ d'une nouvelle manière de naviguer.

William FROUDE (1810-1878), Ingénieur et Architecte naval Anglais

Incontournable dans l'étude de l'hydrodynamique, le nombre de Froude (Fr) est un nombre sans dimension, liant la gravité (g), la vitesse (v) et la longueur du bateau (L).

$$Fr = v/\sqrt{gL} = (vitesse\ du\ bateau\ en\ m/s) / (9.81 \cdot L)^{0.5}$$

$$\text{Ou encore : } Fr = 0.1642 * (\text{vitesse du bateau en noeuds} / (L \text{ en mètres})^{0.5})$$

Alors que les architectes de l'époque s'entendaient pour affirmer que seule l'expérience sur le réel pouvait donner des résultats applicables et considéraient les essais sur des modèles comme de « gentilles expériences amusantes », William Froude développait les lois de similitude et pratiquait les travaux sur le frottement.

W. Froude émit l'hypothèse fondamentale qui stipule que la résistance à l'avancement des bateaux est la somme de :

- La résistance directe principalement dues aux vagues
(Cette résistance est fonction du nombre de Froude)
- La résistance au frottement
(Cette résistance est fonction du nombre de Reynolds²⁶ et du coefficient de rugosité de la carène).

Bien que cette séparation des résistances en parties distinctes soit théoriquement discutable, il apparaît qu'en dissociant ainsi ces deux composantes et en les supposant indépendantes, il devient possible de déterminer des règles de similitude entre les résistances à l'avancement des modèles réduits et les prototypes à taille réelle.

Les prévisions de W. Froude faites à partir des modèles furent couronnées de succès. Il donna la résistance à la marche des bateaux avec seulement une marge d'erreur de 10% par rapport aux observations réelles.

La méthode des modèles (ancêtre des VPP) entraîna alors dans l'ère des applications pratiques, cette méthode s'utilise encore actuellement.

Le congrès de 1906 à Londres (15 janvier)

La Grande-Bretagne domine en nombre de bateaux le monde du Yachting. En ce début du vingtième siècle, on compte 599 bateaux en Allemagne et Autriche, 363 en France, 300 dans les pays nordiques, 191 en Belgique et Hollande, 107 au Danemark, mais 2959 en Angleterre auxquels il faut ajouter 311 bateaux pour ses colonies. Les chiffres sont éloquents, la Grande-Bretagne possède une flotte hégémonique. Les USA n'apparaissent pas dans ces statistiques, certes ils possèdent une flotte relativement importante de voiliers de « yachting », mais qui ne naviguent jamais dans les eaux européennes, ou alors exceptionnellement, lorsque deux ou trois bateaux traversent l'Atlantique pour participer à la Semaine de Cowes. Les américains ne

²⁶ Le nombre de Reynolds est aussi un nombre sans dimension, liant la masse volumique, la viscosité, la section du navire.

possèdent pas non plus de structure représentative nationale, si bien que ce sera le New York YC qui siégera en tant qu'invité au congrès de Londres et non les USA en tant que Nation.

C'est tout naturellement le Prince de Galles, qui, en tant que président (autoproclamé ? ?) du Congrès, lancera les lettres d'invitation à Berlin, Copenhague, Gênes, New York, Paris, Stockholm, Madrid etc..

L'ordre du jour comprend l'adoption d'une règle de jauge internationale. Les dés sont toutefois quelque peu pipés, puisque l'ensemble des participants est, à quelques détails près, acquis à la forme générale de la règle de jauge proposée en 1901 par le YRA.

$$\text{Rating (en pieds)} = (L + B + 0.75 * G + 0.5 \sqrt{S}) + d$$

Seuls les représentants américains innovent en présentant l'UNIVERSAL RULE (voir ci-dessus). Leur position apparaît pour autant assez inconfortable, car ils ne représentent qu'un Club. Aussi prestigieux soient ils, ces représentants se trouvent en infériorité politique devant des représentants d'Etats qui siègent de manière officielle à ce Congrès. On imagine très bien l'écoute polie dont leur contribution a du faire l'objet dans les salons feutrés du très victorien Langham Hotel de Londres. Etant habitué des « meeting Anglo-saxon », j'entends même le Chairman les féliciter pour l'originalité de leur démarche, et finalement les renvoyer à leurs études en leur expliquant que le moment n'est pas encore venu d'introduire ce type de jauge.

Leur proposition présente deux handicaps insurmontables pour une institution comme l'YRA:

- cette règle est originale et nouvelle, puisqu'elle introduit de Déplacement (D) dans la formulation de la Jauge
- et puisqu'elle est nouvelle, peu de bateaux sont construits en respectant cette règle de jauge, ce qui fait que les américains possèdent peu de recul sur son application.

Certes il y a du génie dans cette nouvelle formulation (l'avenir leur donnera partiellement raison), mais cela ne suffit pas pour convaincre ce qu'il faut bien appeler un aréopage de conservateurs bon teint.

REPORTAGE : La Conférence Internationale de LONDRES sur les RATINGS²⁷

Le jeudi 18 janvier 1906, la première règle Internationale de jauge a été unanimement acceptée par les délégations présentes et cela après un long débat.

Chaque pays se présentera avec sa formule de jauge dans son cartable. Rapidement il apparut que la formule Britannique était très proche de celle de la coalition Allemagne/Scandinavie. Dans les deux formules, les même paramètres existaient, seuls les coefficients différaient.

Voici les présentations des délégations et leur apport technique à la conférence :

- *Danemark : F. Hegel, architecte et navigateur ; Alfred Benzon, créateur de formules de jauge et inventeur du paramètre d, architecte.*
- *Allemagne : Amiral Burmester (DSV) ; professeur Busley, architecte, conseiller technique du Kaiser.*

Ces deux pays utilisent une règle de jauge proche de celle du YRA de 1901.

- *Norvège : Johan Anker, coureur, architecte ; Finn Knudson, constructeur de voiliers.*

²⁷ Extrait du compte rendu de paru dans Yachting World du 18 et 25/01/1906

La Norvège utilise la même règle que le Danemark.

- *Suède : Amiral Jacob Hägg (commodore du KSSS) ; Theodore Alpen (GKSS). La Suède utilise la vieille règle Britannique (L et S avec des prescriptions). Le club GKSS a changé récemment et utilise maintenant une règle identique à la règle Allemande.*
- *Autriche-Hongrie : Baron von Preuschen (Impérial et Royal YS –mer Adriatique-). Utilise la règle britannique et suivra tout consensus Européen.*
- *Italie : Comte Eugene Brunetta d'Usseaux. Suivra tout consensus Européen.*
- *Belgique et Hollande : Jonker W. Six ; M. von Bernith (Royal Netherlands, Royal Antwerp Yachts Clubs). Utilisent aussi la vieille règle (L et S), mais ne sont pas satisfaits. Ils suivront tout consensus Européen.*
- *France : Louis Dyèvre (architecte) ; Monsieur Blanchy (coureur) paraissent favorable à une jauge du type Universal Rule.*
- *Suisse : Jean Miraband (coureur, banquier). La Suisse utilise différentes jauge qui tiennent compte du périmètre, des chaînes, de la surface de voilure, mais la Suisse est favorable à une règle de jauge Européenne.*
- *Grande-Bretagne : HRH Le Prince de Galles, Président de la conférence, mais non présent. HM King Edward VII a adressé un message aux délégations. Augustus Manning (Chairman de la Conférence); William Fife, C.E. Nicholson, J.M. Scoper (architectes), W. Baden-Powell (navigateur). Brooke Heckstall-Smith (secrétaire de la Conférence). La Grande-Bretagne utilise la règle de jauge du YRA de 1901.*

Tel est d'une manière condensée le résumé publié dans Yachting World. On remarque immédiatement qu'il n'est pas fait mention des Américains. En fait ils étaient présents mais pour ainsi dire comme observateurs, puisque seul le New York YC avait reçu un invitation. Les Américains n'ayant pas de structure représentative du Yachting au USA, apparaissent comme une ombre dans ce congrès ; certes ils présenteront l'UNIVERSAL RULE, mais cette présentation sera prise comme un communication et non comme une proposition alternative à la jauge de 1901 du YRA.

Il est évident que la grande majorité de l'assemblée était acquise aux idées Britanniques. Seuls les Français auraient, à mon avis, suivi la proposition US, ce qui ne permettait de toute façon de construire une majorité capable de modifier les votes.

Les Américains reviendront dans le jeu avec les nouveaux règlements de l'America Cup de ce début de siècle en imposant l'Universal Rule au détriment de la Jauge Internationale... vous avez dit...revanche ?

La formule des classes Métriques reconnue comme INTERNATIONALE RULE.

Le congrès de 1906 agréa avec un très large consensus la formule suivante :

Rating (en mètres) = L + B + 0.5*G + 3*d + (1/3 √S) - F et lui donne le statut de règle internationale, permettant de nommer les voiliers qui utilisent cette règle de jauge : voiliers de JAUGE INTERNATIONALE (J I).

Le concept de cette règle consiste à obliger les architectes à dessiner des bateaux proches d'un bateau cible. La règle octroie quelques libertés aux architectes, mais ne leur permet plus d'imaginer des carenes extrêmes.

En fait le congrès de Londres entérinera une box-rule (voir chapitre « monotypie à restrictions ») qui générera des bateaux identiques architecturalement.

Dans cette jauge, les paramètres signifient :

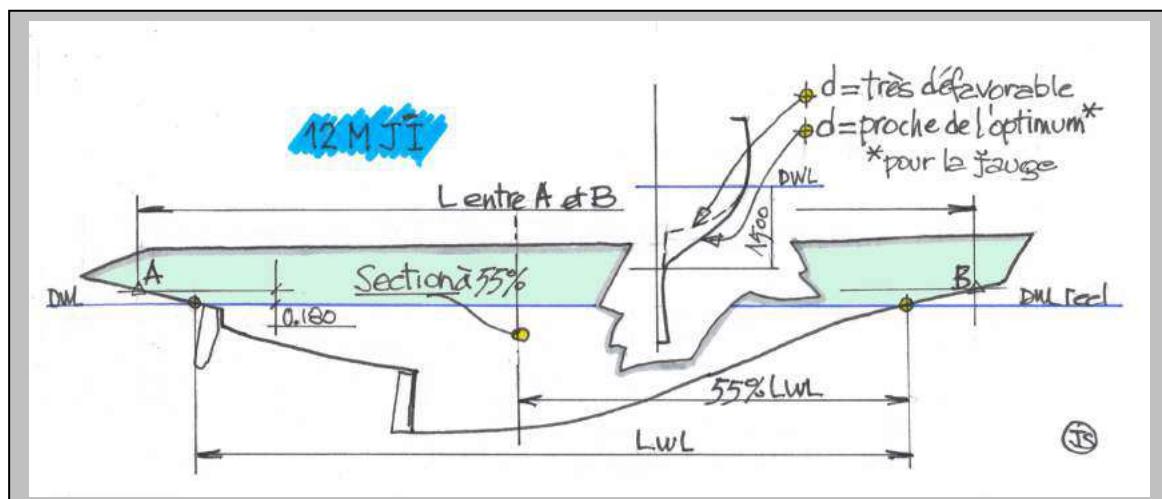
- L Longueur à la flottaison pour la jauge
- B Bau mesuré pour la jauge
- G somme de deux chaînes mesurées à l'avant et à l'arrière
- d différence entre la chaîne et le parcours direct dans un couple particulier
- S Surface de voilure (GV + Foc)
- F moyenne des trois francs-bords AV, Milieu et AR.

La

Ils sont exprimés en pieds et pouces, mais le résultat final devait être converti en METRES.
Le rating en mètre représente sensiblement la longueur à la flottaison des bateaux.

Cette jauge se déclinera exclusivement en jauge à rating fixe 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 19, 23M JI.

L'autre originalité de cette jauge est son paramétrage. Le paramétrage signifiant que le rating recherché (5, 6, 8 ou 12 mètres) fixe automatiquement les constantes de mesure. Cette particularité confirme que cette règle est réellement une box-rule. Par exemple la longueur à la flottaison pour la jauge mesurée dans un plan parallèle au plan réel de flottaison se situe à 1.5% du rating au dessus de ce plan de flottaison. On obtient ainsi pour un 12M JI : 180mm, pour un 6M JI : 90mm etc.



Autre exemple dans le dessin ci-contre qui s'applique à un 12M JI, la règle impose que la mesure de la chaîne soit réalisée jusqu'à un point situé à 12.5% du rating, soit 1500 mm. Pour un 6M JI ce point serait à 750mm.

Dans le même esprit, la hauteur du mat est limitée à 2 fois le rating + 1000mm et le capelage ne doit pas être plus haut que 75% de la hauteur du mat.

La formule évoluera en se simplifiant pour se stabiliser lors du congrès de NASSAU de 1933 :

$$R \text{ (en m)} = (L + 2*d + \sqrt{S} - F)/2.37$$

Le terme G (dans la formule de 1906) représentant la somme des deux chaînes AV et AR disparaît dans cette dernière version. En fait cette suppression n'est qu'apparente, car les chaînes AV et AR sont toujours mesurées mais incluses dans le L pour la jauge.

Dans la pratique lorsque le plan de flottaison pour la jauge est défini (1.5% de R au dessus de la flottaison réelle), le jaugeur trace deux sections aux extrémités de cette flottaison (points A et B du dessin ci-dessus). Dans ces deux sections il mesure les chaînes :

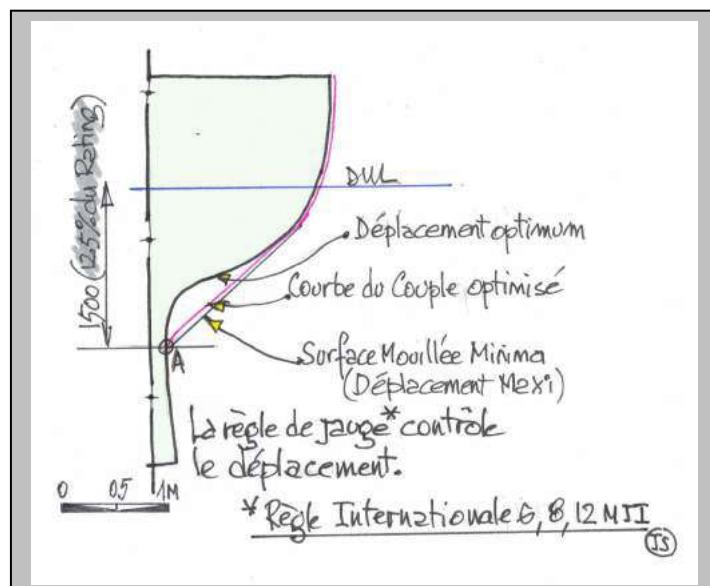
- à l'arrière, du livet tribord au livet bâbord
 - et à l'avant, d'un point situé à 5% de R au dessus du point B, d'un bord à l'autre
- Après correction le résultat s'ajoute à L mesuré entre A et B.

La jauge impose aussi un bau minimum (3.6m pour un 12M JI). Dessiner un bateau plus large est autorisé, mais la différence entre le bau réel et le bau minimal est multipliée par 4 puis ajoutée à la valeur L, ce qui dissuade beaucoup les architectes.

Les « Plank on edge » sont ainsi définitivement éliminés.

Les Sand-Bagger le sont tout autant puisque les dérives ne sont pas autorisées.

Enfin la Règle Internationale ne laissera aucune chance aux « Plats à Barbe » en introduisant le paramètre d.



Ce paramètre **d** les éliminera, car tout écart de la ligne rouge (voir le dessin ci-dessus), qui suit le bordé et plonge directement vers le point A situé à 12.5% de R sous la flottaison réelle, est ajouté pour chaque coté, puis multiplié par 2 et enfin ajouté à L mesuré.

L'architecte se doit donc de respecter la « ligne rouge » lorsqu'il dessine les œuvres vives. Finalement la Règle Internationale introduit une sorte de condition « dead line » que l'on doit respecter.

Une autre condition fixe le déplacement que doit avoir le bateau en l'indexant sur la valeur de L. Toute velléité de s'écartez du politiquement correct se trouve ainsi éliminée.

Le déplacement pour la jauge s'énonce comme suit $D = (0.2*L + 0.15)^3$. Dans cette formule L correspond à L mesuré.

Evolutions de la formule Internationale

$$R = \frac{(L+B+3/4P+1/2\sqrt{S})}{2} \quad \text{formule de FROUDE en 1896}$$

$$R = \frac{(L+1/4G+2d+\sqrt{S}-F)}{2.5} \quad \text{Classe Jet Séries Internationales}$$

$$12 = \frac{(L+2d-F+\sqrt{S})}{2.37} \quad 12M JI après 1958$$

avec $\Delta_{\min} = (0.2 * (LWL + 0.15))^3$

DS

Il est interdit de dépasser le poids imposé (le bateau est pesé par le jugeur). Le bateau peut par contre être plus léger, mais dans ce cas, la règle calcule un correcteur fonction de cette différence puis le rajoute à L, donc au rating final. L'architecte recherche toujours un déplacement le plus près possible du déplacement calculé.

La mesure **d** sera toujours égale à zéro. En effet le dessin d'une section moins profonde, par exemple le **tracé en vert**, imposera de répartir le volume de carène vers les extrémités. Opération qui est déjà bien assez difficile en temps normal vu l'importance du déplacement imposé par la règle de jauge. Pour information, le déplacement des 12M JI évolue entre 23000 et 29000 kg avec un lest de l'ordre de 15 à 17 T, celui d'un 6M JI entre 4000 et 4600 kg.

12 M JI	LOA	LWP	Bau	BWL	TE	DSPL	SV
COLUMBIA 1958	20,2	14,2	3,615	3,48	2,75	26,76	238 m ²
INTREPID 1967	19,7	14,3	3,75	3,62	2,74	27,3	227 m ²
INTREPID 1970	19,7	14,8	3,75	3,58	2,75	30,25	227 m ²

L est donc principalement lié à la longueur à la flottaison mesurée et au remplissage des sections avant et arrière. Son autre particularité est d'être tributaire de sections AV et AR qui se situent au dessus de la flottaison, donc exclues du volume immergé, c'est à dire du déplacement. Ce qui permet pour une valeur de L identique

- une flottaison mesurée courte et des sections très remplies
- ou une flottaison très longue et des sections en V.

Les architectes attaqueront peu la Jauge Internationale, les trous de jauge n'existant pratiquement pas tout du moins tant que les matériaux imposés seront le bois, l'acier ou les alliages d'aluminium pour les renforts. En contrepartie, elle se résumera à une box-rule qui ne produira jamais de bateaux de haute mer, bien que les échantillonnages soient encadrés par des certifications comme celle de Véritas ou du Llyods.

Les Américains arrivent à imposer l'UNIVERSAL RULE.

Le Congrès de 1906 fut largement dominé par les Britanniques. Les autres pays européens étant acquis à l'idée de la jauge métrique, seul le New York YC proposait à titre individuel une alternative à cette formulation. Cette proposition ayant été repoussée par le Congrès, on s'attendait à un enterrement de première classe de l'Universal Rule. En fait, les Américains possédaient l'America Cup comme arme secrète destinée à contraindre les Britanniques à jouer avec l'Universal Rule. En effet en tant que détenteur de la Cup, le NYYC écrivait le règlement et imposait la jauge à appliquer. Aussi le NYYC se garda bien d'adopter la Jauge Métrique issue du Congrès de Londres de 1906 mais imposera l'UNIVERSAL RULE pour la Cup. Après la Seawanhaka Rule, l'UNIVERSAL RULE devint la jauge de l'America Cup jusqu'en 1937.

La Jauge Internationale (jauge Métrique), prit une sorte de revanche lors de la renaissance de l'America Cup en 1958 qui adopta la classe 12M JI, et cela jusqu'en 1987. Mais ce retour vers une Classe à Jauge Métrique fut surtout dicté par l'argent, le coût des Class J (UNIVERSAL RULE) d'avant la deuxième guerre mondiale ne pouvant plus être supporté en 1958. L'inflation des coûts reviendra avec la Class America que nous connaissons ou les budgets actuels dépassent ceux des Class J des années 1930. La relance de l'America Cup, imposait que l'on se réfère à une jauge et à des bateaux d'un certain style dicté par le New York YC. La jauge métrique des 12M JI apparaissait paradoxalement comme la seule correspondant à cette image plus raisonnable. L'histoire s'écrit quelquefois bizarrement puisque c'est dans le fief historique de l'Universal Rule (Côte Est des USA – Newport -) que le choix de la classe 12M JI pour l'America Cup sera décidé. C'est encore sur ce plan d'eau que se dérouleront les régates historiques de la Cup dont celles de 1987. Enfin, c'est avec cette jauge métrique que les USA perdront la Cup pour la première fois depuis sa création en 1851.

L'UNIVERSAL RULE

La formule est d'une grande simplicité

$$\text{Rating en pieds} = \frac{0,18(L \times \sqrt{S})}{\sqrt[3]{D}}$$

L'obtention des différents paramètres L, S et D n'est pas directe.

- La valeur L évoluera plusieurs fois, N. Herreshoff proposera que L ne soit pas mesuré dans le plan de symétrie du bateau mais dans un plan parallèle distant de 1/4Bmax et à une hauteur égale à Bmax/10 du plan de flottaison, afin d'obtenir une valeur de L qui se rapproche de la longueur à la flottaison lorsque le bateau gîte. Par la suite L sera déterminé par sa mesure dans le plan de symétrie, mesure à laquelle sera ajoutée la moitié du ratio entre Bmax/4 et un pourcentage de LWL donné par la formule % = 100 - √LWL.
La différence dimensionnelle entre les deux méthodes n'est pas très importante, tout au plus la méthode calculée reste plus simple à mettre en œuvre et moins sujette aux dispersions de mesures, que la méthode mesurée.
- La valeur D correspond au déplacement. Le plus simple eut été de peser le bateau, mais l'époque ne connaissait pas l'électronique et les seuls instruments précis de pesage étaient les balances. Considérant que peser un bateau de 86' (26m) relevait de l'impossible à cette époque, la jauge demandait que l'on calcule D à partir des mesures de surface de 5 sections

(10 par la suite) reparties sur LWL. Ces surfaces permettaient de tracer la courbe des aires des couples. De cette courbe des aires on déterminait le volume de la carène. Méthode très longue et fastidieuse, mais qui permet d'obtenir des résultats précis.

- S était tout simplement mesuré et calculé suivant la méthode utilisée dans la jauge Seawanhaka Rule.

L'UNIVERSAL RULE prévoyait de faire courir les bateaux en temps compensé en utilisant une table en milles par secondes et décimales pour chaque rating. Cette table supprimait des calculs très compliqués que l'on réalisait manuellement à l'époque.

La réalité ne suit pas toujours les souhaits des promoteurs d'un système quel qu'il soit. Dans le cas présent l'UNIVERSAL RULE s'orientât très vite vers une partition en classes à rating fixe qui se déclinait sous la forme de lettres, S, R, Q, P, M ,L et.. **J**.. la plus célèbre. Par exemple la **Class Q** comprenait les bateaux de 25' à 38' de LOA et la **Class J** de 76' et au dessus.

Certaines classes imposaient des emménagements minimums afin de rendre les bateaux plus adaptés à la navigation en haute mer. En règle générale les bateaux et particulièrement les grandes classes apparurent très voilés avec des gréements peu fiables, ce qui se révéla comme une maladie endémique pour les classes J.

L'histoire ne retiendra....

Le congrès de 1906 représente en quelque sorte une victoire à la Pyrrhus pour les Britanniques. Avec la main mise sur l'America Cup, les Américains obligeront les architectes Britanniques à dessiner des bateaux pour les deux règles de jauge et les propriétaires Britanniques à investir dans les ruineux J Class pour lancer les défis au New York YC.

Le paradoxe de cette époque est que l'histoire ne retiendra que fort tard les classes J, surtout pour leur démesure et pour le goût rétroactif pour ces années folles (1920/1930). Endeavour, Velsheda restaurés flattent l'objectif des photographes, mais aussi notre passion pour les belles courbes. Au total seulement 10 Class J seront construits (6 américains et 4 Britanniques). Ces aventures accumulèrent, plaisirs, honneurs mais aussi déceptions pour les acteurs de l'époque, qu'ils soient chantiers ou architectes. Ces Class J, représenteront des opportunités exceptionnelles pour de jeunes architectes comme pour Olin Stephen qui dessina son premier J Class (Ranger) à 37 ans.

L'histoire amalgamera quelque peu tout cela pour ne retenir que les 12M JI et le Class J, sans faire trop la distinction entre la JAUGE METRIQUE et l'UNIVERSAL RULE, un peu comme si le congrès de 1906 avait accouché en définitive d'un compromis; d'ailleurs qui se souvient de ce fameux Congrès. Des voiliers utilisant la Jauge Métrique, seuls les 8M JI et les 6M JI possèdent encore une activité créatrice et un circuit de régates. Les évolutions de la règle de la Jauge Métrique s'adapteront aux matériaux nouveaux (alliage d'aluminium, stratifié de polyester etc.) afin de permettre des dessins plus modernes, tout en restant dans le même esprit.



6M JI moderne et ancien relevant de la même formule de jauge internationale. Les nouveaux matériaux permettront aux architectes d'imaginer d'autres formes de carènes. Les gains de vitesse apparaissent très faibles, car les déplacements imposés restent toujours élevés.



Les anciens bateaux restaurés, équipés pour la plupart de mat en alliage léger, régatent dans la division Vintage. Ils ne respectent plus les critères de la jauge du fait de l'augmentation de poids générée par la restauration. Les 12MJI ne sont plus que les rescapés restaurés des Coupes America des années 1958 à 1987. Quelques uns comme SOVEREIGN régatent encore, d'autres ont été modifiés pour la croisière (COLUMBIA), d'autres sont exposés sur des terre-pleins ou dans des musées (AUSTRALIA), enfin quelques uns, à moitié ou totalement abandonnés cherchent d'éventuels propriétaires un peu fous. Il existe aussi quelques 10MJI en Allemagne du nord, pièces de collection de riches propriétaires membres du Kieler Yacht Club. La classe des 5M JI disparaîtra en 1949 et sera remplacée par une jauge du type Monotypie à restrictions : 5.5M JI.

Types de Régates et Jauges apparaissent bien comme deux entités étroitement liées. Les régates sont, en ce début de siècle, essentiellement des régates inshore que l'on pratique le Dimanche ou à l'occasion de rassemblements sur une semaine (Cowes Week par exemple).

La première guerre mondiale sera déclarée en plein milieu de la Semaine de Cowes (Août 1914) organisée par le Royal Yacht Squadron (RYS)²⁸, dont le commodore est le Roi d'Angleterre. Le Kaiser GUILLAUME II, empereur d'Allemagne et grand amateur de Yachting est aussi membre du RYS. Le voilier « Germania » appartenant à la famille Krupp mouille après chaque journée de régate devant le Squadron. Il en est ainsi chaque année lors de la Semaine de Cowes. Le jour²⁹ de la déclaration de la guerre, il réussira à appareiller dans la journée pour l'Allemagne alors que la marine Britannique capturera le voilier impérial « Meteor » et internera l'équipage. Il sera restitué au Kaiser déchu dans les années 20. La guerre et ses événements tragiques de ce début de 20^{ème} siècle sonneront le glas d'une époque, le yachting n'échappera pas à ces bouleversements.

²⁸ Le RYS est nommé habituellement, le « Squadron », même par ceux qui ne peuvent jamais y entrer.

²⁹ 4 août 1914 : La Grande-Bretagne déclare la guerre à l'Allemagne

Chapitre 7 : L'Océan fait son entrée

La régate se met à rêver d'océans

La Guerre créera un choc dantesque inimaginable, et mettra en avant des technologies nouvelles comme l'automobile et surtout l'aviation. Beaucoup des hommes jeunes qui avaient échappé à la tuerie se lancèrent après l'armistice dans une course aux découvertes, aux records. La guerre maritime s'avèrera aussi très particulière car étroitement liée à de nouvelles technologies. Elle fut bien sûr le choc de puissantes armadas, mais aussi une guerre de courses avec des voiliers armés et motorisés et chose toute nouvelle une guerre sous-marine. N'appelait-on pas une « campagne en mer » pour un sous-marin, une croisière ! Les moyens de repérage et de détection quasi inexistantes en dehors de l'œil du guetteur, permettaient à un bateau de « jouer » au corsaire pour son pays pendant un ou deux ans sans pratiquement rendre de compte et en vivant sur ses prises de mer. Cette manière de vivre donnera des idées aux officiers de marine, une fois la paix retrouvée.

La course au large prit ainsi forme, elle existera sous forme de challenges que se lancèrent des amateurs plus ou moins fortunés, anciens officiers de marine pour beaucoup, mais surtout hommes totalement désintéressés.

Le RORC (Royal Ocean Racing Club) naîtra en 1925 à l'initiative de Weston Martyr à l'issue de la première édition de la course du Fastnet (625 milles) ouverte à tous les bateaux. Remarquons que le choix du nom du club (RORC) n'est pas dénué de signification : si le mot « Royal » est présent, ce qui est normal, la juxtaposition de « Ocean » et de « Racing » exprime bien le but de ce club qui veut se montrer comme une charnière et une référence dans l'histoire du yachting. Cette volonté existe toujours quelques 80 ans après sa création.

De l'autre côté de l'Atlantique (Côte Est des USA), l'engouement pour la course au large est tout aussi important. Si seulement quelques bateaux avaient pris les départs en 1906, 1907 et 1908 pour la course ralliant New York aux Bermudes, c'est un paysage très différent que les spectateurs voient le 12 juin 1923. En effet en ce jour de Juin, 23 voiliers sont sur la ligne de départ, tous, quelque soit leur type, goélette, schooner, etc, équipés d'un gréement aurique. La Bermuda Race se disputera de nouveau en 1924, 1926, 1928 et 1930, pour ensuite se courir en alternance tous les deux ans avec le Fastnet³⁰ (année impaire).

Chronologie historique des grandes années du FASTNET

1925 • 15 août • 7 participants au départ, 4 à l'arrivée • Départ de Ryde, Île de Wight

Jolie Brise, un côtre-pilote de 17 m, termine la course en 6 jours, 14 heures et 45 minutes, devançant le deuxième bateau (Gull) de 20 heures.

1926 • 14 août • 9 participants au départ, 7 à l'arrivée • Départ de Cowes, Île de Wight

Première participation étrangère : le voilier américain Primrose IV. Le nouveau temps record de 3 jours, 19 heures et 5 minutes est réalisé par un voilier de 15 m (Hallowe'en, est un plan Fife) et restera inégalé jusqu'en 1967.

1931 • 11 août • 17 participants au départ, 15 à l'arrivée

Six voiliers américains participent à la course, dont le vainqueur, Dorade, conçu et skippé par Olin Stephens. Les quatre premiers voiliers terminent dans un mouchoir de poche, à seulement quelques minutes les uns des autres. Dorade remporte à nouveau la course deux ans plus tard, et Stephens s'octroie un troisième titre en 1937 à la barre de Stormy Weather.

1947 • Août • 29 participants au départ, 9 à l'arrivée

³⁰ Les français ont pris l'habitude de dire Le Fastnet

Première course d'après-guerre et victoire du premier prototype de course au large, le Myth of Malham, conçu par Laurent Giles et John Illingworth. Nouvelle victoire de Illingworth en 1949.

1959 • 8 août • 59 participants au départ, 43 à l'arrivée

Cette année-là, l'Admiral's Cup organisée par le RORC s'ouvre à tous les pays, offrant ainsi un regain d'intérêt à la Fastnet Race, dernière épreuve de cet événement. Au cours des 38 années suivantes, le vainqueur de la Fastnet est un bateau issu de la flotte très compétitive de l'Admiral's Cup.

1979 • 11 août • 303 participants au départ, 105 à l'arrivée

La tragique édition de l'histoire de la Fastnet. Une tempête terrible et une mer déchaînée contraignent 23 équipages à abandonner leur bateau en mer. 15 participants périront cette année-là. Une réflexion radicale sur les impératifs minimum en termes de sécurité et de niveau d'expérience des marins est engagée par le RORC et le RYA suite à la catastrophe.

1999 • 7 août • 216 participants au départ, 177 à l'arrivée

Des voiliers plus grands et plus rapides (dont des multicoques) permettent d'effectuer le parcours en des temps extraordinaires. Le RF Yachting de Ross Field (24 m) établit un nouveau record en monocoque de 2 jours 5 heures et 8 minutes. Le trimaran Fujicolor (18 m) barré par Loick Peyron réalise le temps de référence en 1 jour, 16 heures et 27 minutes, avec une vitesse moyenne de 15,08 noeuds.

2001 • 12 août • 222 participants au départ, 190 à l'arrivée.

Sensiblement au même moment les Américains lanceront le CCA (Crusing Club of America) dans le but de fédérer les énergies et les propriétaires américains. Longtemps le CCA cherchera une formule de jauge adaptable à ses programmes de course au large. Le CCA étudiera et expérimentera beaucoup de formules avec des succès divers, certaines formules donnaient satisfaction pour une course car elles correspondaient bien aux conditions météorologiques rencontrées, puis elles devenaient totalement inopérantes pour d'autres régates.

La rencontre entre le CCA et RORC en 1931.

Le couplage de la Bermuda Race et du Fastnet réalisé, il apparut à beaucoup qu'une harmonisation des systèmes de jauge devenait nécessaire ou tout du moins paraissait souhaitable.

La réunion en 1931 en Angleterre entre le CCA et le RORC avait cet objectif. Participaient à cette réunion, entre autres personnalités, le commodore de RORC, Olin Stephens architecte de « DORADE » qui venait de gagner le Fastnet et Sherman Hoyt du CCA.

Les structures et l'histoire des deux pays (GB et USA) restent, malgré leur langue commune, trop éloignées pour qu'un consensus débouchant sur un accord émerge de cette rencontre.

La Grande-Bretagne possède une tradition relativement centralisatrice, au sens où, lorsqu'une règle est agréée, elle s'applique à tous, à condition que ses promoteurs soient « politiquement reconnus ». C'est encore aujourd'hui le cas, ou le RORC qui n'est qu'un Yacht Club parmi d'autres, fait figure d'autorité nationale représentative et en ce sens reconnu mondialement, alors que la réelle autorité nationale représentant la Grande-Bretagne est le RYA (Royal Yachting Association). Mais le RORC possède une compétence reconnue et indiscutable en terme de course au large qui lui permet de faire figure de leadership incontesté.

Les USA représentent l'opposé de cette structure, c'est encore en 1931 un pays nouveau. Ils sont tout juste proche de leur forme définitive en terme d'Etat. La structure

fédéraliste des USA interdit de fait toute reconnaissance d'une autorité centralisatrice ou autre d'où émanerait une règle de fonctionnement. Le pouvoir « autoritaire » du CCA paraît ainsi très réduit. Même lorsqu'il mettra en œuvre la formule jauge « CCA Rule », les Yachts Club des différents Etats de la Côte Est et Ouest et des Grands Lacs l'adapteront comme gré leur semble.

Quelques années après le lancement de la CCA Rule, il existait déjà une bonne quinzaine d'extrapolations de cette règle de jauge entre Newport et la Floride.

Cette idée de règle commune est trop novatrice, elle possède quelques décennies d'avance et nous devrons attendre 1971 pour assister à la fusion des deux règles (CCA et RORC) et à la création de la jauge IOR. Mais en 1931, les pouvoirs relatifs de la Grande-Bretagne et des USA sont trop différents.

Un autre conflit mondial se profile à l'horizon de l'histoire. De nouveau l'architecture géopolitique du monde se trouvera bouleversée. A l'issue de ce conflit, les USA deviendront le leadership économique du monde, ce qui influencera à terme leur attitude dans tous les domaines.

Mais nous ne sommes qu'en 1931 et le RORC conscient de la structure politique des USA de cette époque, comprit que le contrôle et la diffusion d'une règle de jauge en partenariat avec une autre structure relevait de l'impossible.

Il est aussi concevable que le RORC n'ait pas vraiment recherché à tout prix un accord sur une règle commune. Les Britanniques restent avant tout des gens pragmatiques et on le constatera de nouveau lorsqu'en 1983, l'audience de l'IOR chutant, ils chercheront un partenaire sûr, (l'UNCL en l'occurrence), afin de lancer une nouvelle jauge, le CHS, qui deviendra IRC en 2000.

Cette tentative de rapprochement ayant tourné court, chacun des deux clubs s'orientera vers sa propre règle. Les deux règles (RORC Rule et CCA Rule) vivront quelques quarante années. Seule la règle du RORC connaîtra vraiment une audience internationale, celle du CCA restera limitée aux USA et plus particulièrement à la Côte Est. Rares seront les bateaux Européens qui se risqueront en CCA Rule. En France, seul Pen Duick II, largement modifié, tentera l'expérience en 1966.

La diffusion internationale de la jauge du RORC dépendra étroitement de la nature même du RORC, Club Londonien avec ramifications de fait dans tous les pays de l'Empire Britannique. Une grande partie de ses membres sont officiers ou anciens officiers des différentes armes ou alors expatriés pour des raisons professionnelles, ce qui les amène à être présents dans tout l'Empire, qui couvre à cette époque et encore pour quelques années, pas mal d'espace. Ils trouveront des solutions pour convoyer leurs bateaux dans ces points éloignés et dispersés du globe et créeront des Clubs qui adopteront la jauge du RORC. Une autre situation particulière est celle du Channel (La Manche), de la Mer du Nord et de la Mer d'Irlande qui représentent un plan d'eau continu extraordinaire. Les Français, les Belges, les Hollandais, les Allemands, les Scandinaves et les Irlandais fréquenteront tout naturellement ce terrain de jeu. La jauge RORC deviendra progressivement le dénominateur commun de tous ces gens désireux de régater au large.

Règle n°1 : Innover

Pour la première Fastnet Race –600 milles- (1925), la construction de la formule de jauge s'articule autour de la formule de l'Universal Rule accompagnée d'un complément

permettant de limiter la voilure et d'augmenter les francs-bords des bateaux dans le but d'améliorer leur comportement en haute mer.

$$\text{Rating} = 0.1 \frac{L * \sqrt{S}}{\sqrt[3]{\text{Déplacement}}} + 0.2(L + \sqrt{S} - F)$$

Cette formule ne donne pas satisfaction car elle utilise les antiques recettes des jauge au tonnage destinées à éviter les dérapages architecturaux.

Le RORC revient à l'idée de l'Universal Rule, qui lui paraît être la méthode de jauge la plus réaliste pour des bateaux dont l'objectif est de naviguer en haute mer. Mais pour des raisons techniques comme la mesure du déplacement, le RORC modifie la partie de la formule évaluant le déplacement du bateau.

Le RORC propose la formulation suivante pour le **Fastnet de 1928**:

$$\text{Rating en pieds} = 0.2 * (L * \sqrt{S}) / \sqrt{B*D}$$

Cette formule n'est pas sans analogie avec celle de L'Universal Rule. Toutefois le terme D n'a pas la même signification dans les deux formules.

$$\text{Rating en pieds} = \frac{0.18(L * \sqrt{S})}{\sqrt[3]{D}}$$

Dans L'Universal Rule (ci-dessus), D exprime le déplacement du voilier, dans celle du RORC, le déplacement est évalué par le produit (B*D), où D représente l'aboutissement d'un calcul prenant en compte : le creux milieu, le creux avant et une évaluation de la surface de flottaison.

Nous analyserons plus loin cette expression B*D que nous retrouverons légèrement modifiée dans la formule IOR. En fait (B*D) évalue par les mesures et les calculs du jaugeur le déplacement du bateau pour la jauge, et cela sans peser le bateau ni faire appel aux calculs de l'architecte.

Cette formule sera considérablement remaniée en 1931, dans sa nouvelle mouture totalement inédite et originale, qui révolutionnera l'histoire des jauge. Cette formule du RORC, qui appartient à l'histoire, prendra en compte le bateau mais aussi son environnement, c'est à dire les conditions types de navigation qu'il rencontre dans une course au large.

Chapitre 8 : jauge Rorc (1931-1971)

La Jauge Rorc de 1931.

Elle régnera jusqu'en 1971, cette longévité de 39 ans n'est pas usurpée puisqu'elle servira de base technique avec celle du CCA³¹ à l'écriture de la jauge IOR³² (1973-1989).

La jauge Rorc, alors que la jauge CCA ne sera utilisée qu'aux USA, s'étendra progressivement au monde entier (Europe, Australie etc) à l'image de la puissance Impériale de la Grande-Bretagne de cette époque. Elle fait figure de première jauge moderne offshore et ambitionne de donner un handicap à chaque bateau afin qu'il puisse régater en « open water ». Les bateaux concernés appartiendront à un large éventail de tailles (au sens de volume) et de longueurs.

Le génie de la jauge Rorc, et il en faut pour tenir presque 40 ans, tient dans son approche. Ces concepteurs ont sûrement étudié toute l'historique des jauge pour finalement se rendre compte que le problème d'une jauge ne se situe pas exclusivement dans l'appréciation du volume, des formes et de la voilure des bateaux, mais aussi et surtout dans les interdépendances entre le bateau et les éléments dans lesquels il évolue. Ces éléments sont au nombre de deux, à savoir : la MER et les CONDITIONS METEOROLOGIQUES GENERALES des COURSES. L'ensemble des jauge depuis l'apparition du concept en 1835 ignorait systématiquement ces deux idées.

Fort de ces analyses, les concepteurs de la règle de jauge adoptèrent la méthodologie suivante dans l'écriture de leur jauge :

- prendre en compte les caractéristiques de la carène, les dimensions du bateau et les œuvres mortes
- prendre en compte les dimensions du gréement et la surface de voile
- prendre en compte statistiquement les conditions météorologiques rencontrées lors d'une course au large (% de vent léger, % de vent médium, % de brise) et relier ces conditions aux paramètres favorables ou défavorables du bateau. Par exemple associer Petit temps et Surface de voilure
- prendre en compte une approche de la stabilité du voilier mais sans mesure de stabilité³³

La formule de 1931 (ci-dessous), invariante jusqu'à son retrait en 1971, coupe les ponts avec celle de 1928 dont le rôle ne répondait qu'au problème immédiat du classement des bateaux participant au Fastnet.

$$MR = 0.15 \frac{L \sqrt{S}}{\sqrt{B.D}} + 0.2 L + 0.2 \sqrt{S}$$

³¹ CCA : Cruising Club of America

³² IOR : International Offshore Rule

³³ Le CCA imposera dans sa règle de jauge une mesure de stabilité.

L'absence de mesure de stabilité correspond à l'esprit de l'architecture navale de l'époque. L'école, disons Européenne, s'appliquait surtout à dessiner des bateaux lestés, ce qui sous entendait une excellente stabilité de poids. La mesure de stabilité n'apparaissait donc pas indispensable aux concepteurs de la jauge RORC. La jauge CCA imposera par contre une mesure de stabilité dès sa création, dans le but de limiter les dessins des architectes américains très influencés par « le plat à barbe » en terme de forme de carène. Cette stabilité de forme, lorsqu'elle n'est pas contrôlée, pouvant devenir très dangereuse.

Les évolutions architecturales entre 1931 et 1971, mettront à mal cette absence, dans la jauge RORC, de mesure et de calculs de stabilité. Le RORC sera alors contraint d'introduire petit à petit des artifices (formules, calculs empiriques –**facteur STA**–) destinés à quantifier autant que faire se peut la stabilité des bateaux, afin de conserver une certaine équité entre les bateaux.

Ce facteur stabilité nommé STA dans la jauge RORC s'évaluait comme suit :

STA= +/- Echantillonnages de construction

- + Allégeance de tirant d'eau faible
- + Allégeance d'utilisation d'un volume faible d'acier (ou équivalent) dans la quille
- + Allégeance de poids du moteur
- pénalité de mat en alliage d'aluminium.

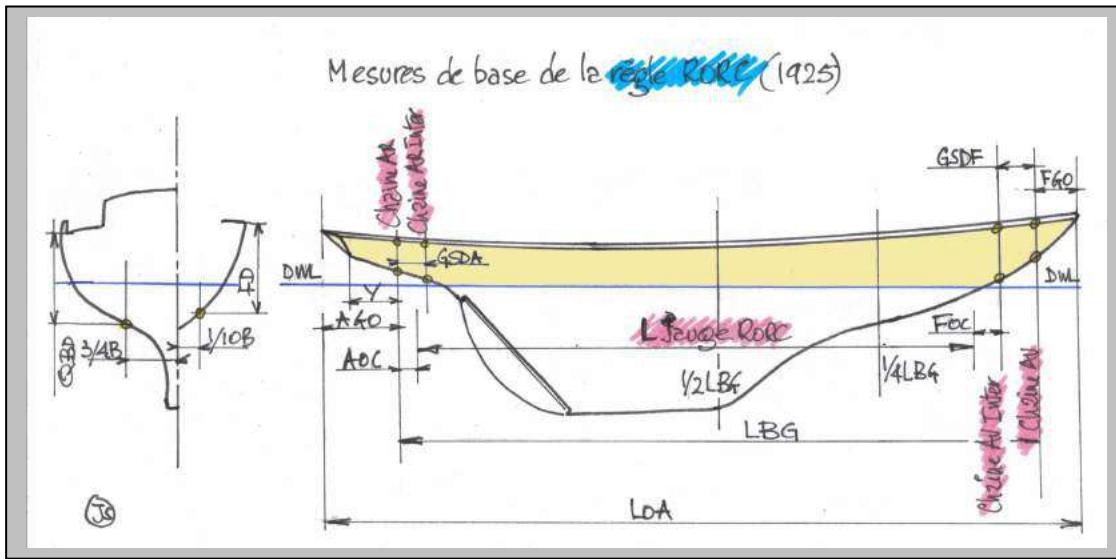
A partir de ce calcul de STA, la jauge RORC prévoyait 4 cas :

1. STA a une valeur négative, cela signifie que le bateau est très stable. On ajoute donc à MR le %STA de MR.
2. Lorsque le bateau a été construit après le 31/12/1929 et que STA>0, le correcteur STA a pour valeur :
STACor exprimé en % = STA / (0.05*STA +1)
MR est diminué du pourcentage de STACor.
3. Lorsque le bateau est construit avant le 1^{er} janvier 1930 et que STA>0, on retranche de MR le pourcentage de STA.
4. Enfin lorsque la date de construction est antérieure au 1^{er} janvier 1915, on ajoute 2% au calcul de STACor. Ce pourcentage de MR est retranché du MR total.

La méthode fonctionnera tant que la flotte sera relativement stable en technicité et en conception générale. Par contre elle trouvera ses limites dès que les évolutions techniques et architecturales apparaîtront, notamment après 1960.

Technique de la jauge du RORC

Plus que de construction de la formule de la jauge du RORC, il faut parler de stratégie dans l'élaboration de cette jauge. Les promoteurs de la jauge RORC étudièrent le problème dans sa globalité, c'est à dire en proposant une formule de jauge originale, mais aussi et surtout en l'associant à une vraie méthodologie de mesure (mise en œuvre par des jaugeurs appointés par les propriétaires des bateaux) et à une méthode de calcul permettant de réaliser les classements des bateaux. La jauge RORC se veut une jauge généraliste, qui se fixe comme objectif de donner un handicap à TOUTES les formes architecturales.



Elle exclut donc toute partition des bateaux en classe à rating fixe. Il faudra attendre 1965 pour que la première Ton Cup utilisant la règle de jauge du RORC soit créée (rating RORC = 22 pieds).

La technique de la jauge se décline en six parties.

- Les mesures à sec
- Les mesures à flot
- Les calculs du rating Mesuré (MR)
- L'évaluation des correcteurs
- Le calcul du rating final R.
- Le calcul du TCF en fonction de R

DOSSIER TECHNIQUE : Relations Rating / TCF / BSF

La jauge RORC prévoit deux types de correction du temps réel de course :

- *Le TCF représente le coefficient multiplicateur du temps réel de course, il permet de calculer le temps compensé utilisé dans le classement final.*
TCF se calcule avec 4 décimales = $(\sqrt{R} + 3)/10$

Une allégeance d'âge corrige ce TCF calculé, elle évolue chaque année. Par exemple la règle RORC 1968 octroie une réduction de un pour cent pour les bateaux construits avant le 1^{er} janvier 1963.

*Rappelons que le Temps Compensé = Temps réel * TCF*

Cette méthode de classement est la plus largement utilisée.

- *Le BSF (Base Speed Figure) représente le temps théorique que le bateau met pour parcourir un mille.*

BSF (en secondes par mille) = 514.5 / TCF (formule utilisée par le RORC, mais d'autres formules similaires existent)

Le BSF s'utilise pour des régates de longue distance lorsque l'organisateur veut gommer l'avantage des grands bateaux. Le BSF a aussi la faveur des organisateurs lorsque les statistiques météorologiques montrent qu'une course peut rencontrer des grandes périodes de vent nul. En effet le BSF stoppe artificiellement

le déroulement du temps de course, puisque la vitesse des bateaux est pratiquement nulle. Ce qui n'est pas le cas du TCF, qui dans des conditions météorologiques identiques, favorise les petits ratings.

Un cahier de mesures préétabli permet au jaugeur de mettre en place tous les points de mesures imposés et ensuite de prendre les cotes. Il met ainsi en place un certain nombre de grandeurs physiques du bateau. Il détermine ensuite deux chaînes avant ainsi que deux chaînes arrière, situe ces chaînes par rapport à l'étrave et à l'arrière du bateau, mesure la distance entre la chaîne la plus en avant et celle qui se trouve la plus en arrière, mesure les creux avant et milieu, relève la ligne de franc-bord (tonture) etc etc. Des mesures adaptées aux voiles et aux espars complètent ces mesures à terre.

Ce travail terminé, la mise à l'eau avec l'armement prévu par la règle de jauge est réalisé. Le jaugeur relève un franc-bord avant et un franc-bord arrière au niveau des chaînes avant et arrière. Ces deux francs-bords permettent de calculer les creux, le tirant d'eau, les hauteurs des capelages etc. En fait les mesures à terre fournissent des mesures dans l'absolu, on peut connaître la distance entre le bas de quille et la tête de mat. Les mesures à flot permettent de passer en mode relatif. Connaissant les francs-bords du bateau, on connaîtra son enfoncement dans l'eau (divers creux) puis son tirant d'eau réel et enfin la hauteur de son capelage par rapport à la surface de flottaison.

Toutes ces mesures de base permettront de calculer des expressions intermédiaires, comme FOC, AOC, QBDI ... etc, qui s'obtiennent à partir de formules mathématiques définies dans la règle de jauge. Ensuite à partir de ces expressions intermédiaires on calculera les quatre paramètres principaux de la formule de jauge (**L, B, D, S**) et on en déduira la valeur de **MR**.

Ce calcul MR est nommé Rating Mesuré.

Ce rating mesuré est ensuite corrigé en plus ou en moins par différents correcteurs afin d'obtenir le rating final (**R**). Ces correcteurs sont :

- la stabilité (STA),
- le facteur d'hélice,
- la pénalité de tirant d'eau. En 1963 la règle précise : « Le tirant d'eau ne devra pas excéder sans pénalité 16% de (LWL + 0.610m). Lorsque cette limite est dépassée, 1.5 fois l'écart entre le tirant d'eau réel et le tirant d'eau autorisé sera ajouté au rating ». La pénalité est particulièrement dissuasive et ne s'applique qu'aux bateaux construits après 1939.

Afin de protéger les bateaux déjà construits, l'introduction d'amendements dans l'application de la règle restera le souci permanent de la jauge Rorc. Les Britanniques nomment ce type de clause d'antériorité une « grand-father Rule »... la règle de grand-père, tout une histoire en quelque sorte.

Analyse de la formule de la jauge Rorc

$$MR = 0.15 \frac{L \sqrt{S}}{\sqrt{B \cdot D}} + 0.2L + 0.2\sqrt{S}$$

1-L'architecture du bateau

Approche de l'architecture et des caractéristiques du bateau dans la formule

Les paramètres L,B, D ne représentent pas des mesures brutes prises sur le bateau, nous l'avons évoqué précédemment, mais les résultats de calculs réalisés à partir de mesures de LOA, des chaînes³⁴, du bau max. etc. etc.

Ces paramètres L, B, D tiennent compte de la voûte, des élancements, du frégatage etc.

L représente la longueur pour la jauge

B représente le Bau pour la jauge

(B*D) représente le creux milieu, le creux avant et une évaluation de la surface de flottaison.

S représente la surface de voilure prise en compte pour la jauge.

L'originalité de cette formule est de décrire des formes hydrodynamiques (positions et espacement de chaînes avant et arrière), donc de prendre en compte la résistance à la formation des vagues, le frottement.

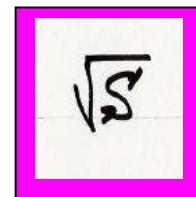
2-L'environnement pendant la course

Approche statistique des conditions météorologiques rencontrées dans la pondération des différents paramètres dans la formule

• petit temps

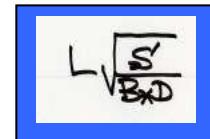
Le régime de vagues n'existe pas puisque la mer est plate

La longueur à la flottaison dynamique, le creux du bateau, n'ont aucune influence puisque le bateau navigue en dessous de sa vitesse limite. Seule la surface de voilure permet d'augmenter sa vitesse.



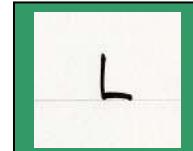
• Temps moyen

La longueur de la vague créée par le bateau est fonction de la longueur à la flottaison dynamique de ce dernier, de la force de propulsion et du frottement lié à la surface mouillée.



• Brise

Les bateaux sont sous voilure réduite (inférieure en tout cas à la surface S mesurée pour la jauge), leur vitesse ne dépend que de la longueur à la flottaison dynamique et de leur aptitude à porter la surface de voile (stabilité)³⁵.



³⁴ mesure de chaîne : il s'agit de mesurer la plus petite distance entre un point du livet et un point de la ligne de quille situé dans le même plan perpendiculaire au plan de symétrie du bateau. Le but de ces mesures (on mesure toujours 2 chaînes) est d'évaluer les volumes avant et arrière.

³⁵ Le coefficient représentant la stabilité n'apparaît pas directement dans la formule MR, il n'est présent que sous la forme d'un coefficient correcteur de MR pour obtenir le rating final R.

Autrement dit la formule générale de la jauge Rorc (MR) comprend 3 régimes différents :

1. **Petit temps** : Régime exclusivement caractérisé par la résistance au frottement (œuvres vives dans l'eau). Cela se traduit pas la taxation du seul élément qui permet de vaincre cette résistance à l'avancement : c'est la surface de voile.

2. **Temps moyen** : Régime caractérisé par les résistances dues à la formation des vagues (Longueur à la flottaison dynamique) et au frottement. Cela se traduit par la prise en compte de L, du creux, de la surface mouillée et de la surface de voile

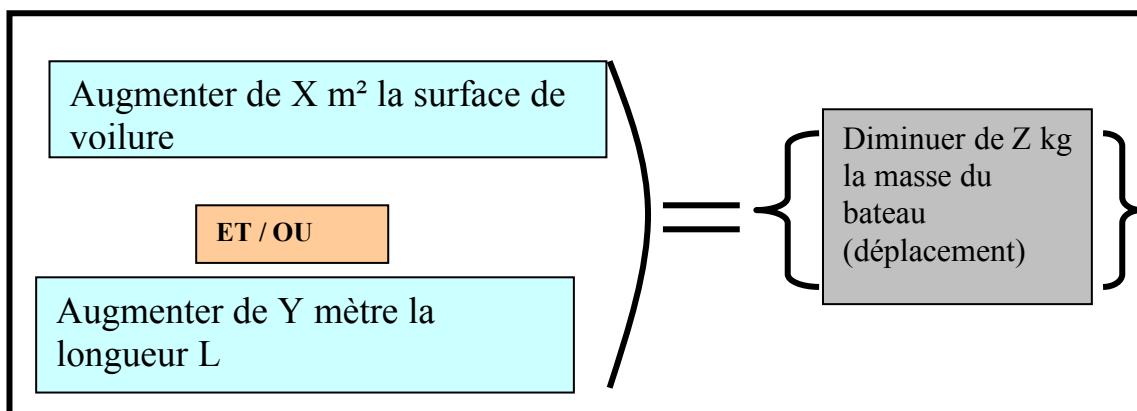
3. **Brise** : Régime où seul intervient la résistance à la formation des vagues (Longueur à la flottaison dynamique) et la stabilité entre 10 et 30° de gîte environ. Moins le bateau gîte, plus il va vite.

Nous comprenons que la jauge Rorc dépasse de loin les seules mesures habituelles du bateau utilisées pour déterminer son tonnage. Cette jauge apparaît comme un véritable outil scientifique capable de donner un handicap à presque toutes les formes architecturales.

Physiquement parlant, la formule du Rorc et il en sera de même pour celle de l'ior, génère un rating qui :

- Augmente avec la longueur pour la jauge
- Augmente avec la surface de voilure
- Diminue avec la largeur B (issue du Bau Maximal)
- Diminue avec le creux (D)

Ce qui peut se traduire par l'égalité suivante :



La réalisation, pour la Jauge, d'une des parties de cette égalité a le même effet sur la vitesse potentielle du voilier.

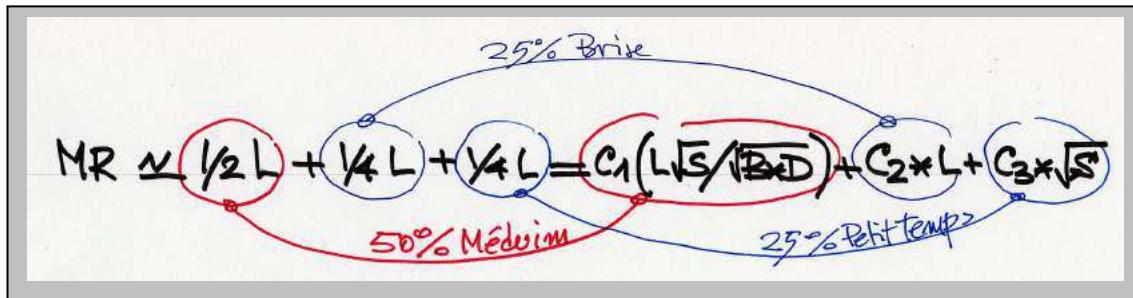
DOSSIER TECHNIQUE : Les coefficients de la formule de jauge du RORC

Chacun des 3 blocs de paramètres est pondéré par des coefficients (0.15 – 0.2 – 0.2). Cette pondération provient du fait que le RORC est parti de l'hypothèse suivante : durant une saison de course ou sur une course longue, un bateau rencontre en moyenne

- 25 % de temps petit temps
- 50 % de temps moyen
- 25 % de brise.

Le MR (voir la formule du RORC) représente en fait le potentiel de vitesse du bateau, c'est à dire sa longueur à la flottaison dynamique à un coefficient multiplicateur près. Rappelons que sauf au planning, un bateau ne peut pas dépasser la vitesse correspondant à sa flottaison dynamique, et n'oublions pas que nous sommes en 1931, époque où le planning était peu ou pas répandu.

On peut donc écrire que :



Si nous supposons $L = 10m$ la première partie de la formule $C_1 (L\sqrt{S/(B*D)})$ sera sensiblement égale à $\frac{1}{2}L$ soit $5m$, la deuxième $C_2 (L)$ à $2.5m$ et la troisième aussi à $2.5m$.

Cela donnera $MR=10=0.15*33.33 + 0.2*12.5 + 0.2*12.5$

La pondération des coefficients C_1 , C_2 , C_3 permet d'ajuster la Jauge aux conditions météorologiques moyennes de la région ou du type de navigation.

La Jauge IOR modifera légèrement ces coefficients, C_1 deviendra 0.13, C_2 : 0.25 et C_3 restera inchangé. Une pondération des coefficients permettra d'obtenir un rating sensiblement équivalent à « l'image » de la longueur à la flottaison dynamique.

La Loi et les Décrets d'application

L'expression MR représente le résultat de calculs affectant 4 paramètres L, B, S, D. Chacun de ces paramètres est lui-même le résultat de calculs obtenus à partir d'autres paramètres mesurés sur le bateau. Cette méthode, très originale introduit de la souplesse dans la formulation de la jauge. En effet, lorsque le promoteur de la jauge constate qu'à son avis, l'architecture des bateaux dérive, il ne lui est pas nécessaire de modifier la formule générale, ce qui affecterait toute la flotte des bateaux, mais simplement de modifier la méthodologie de mesure et/ou les formules des paramètres L, B, S, D. En d'autres mots, le législateur ne modifie pas la loi générale, mais seulement les décrets d'application.

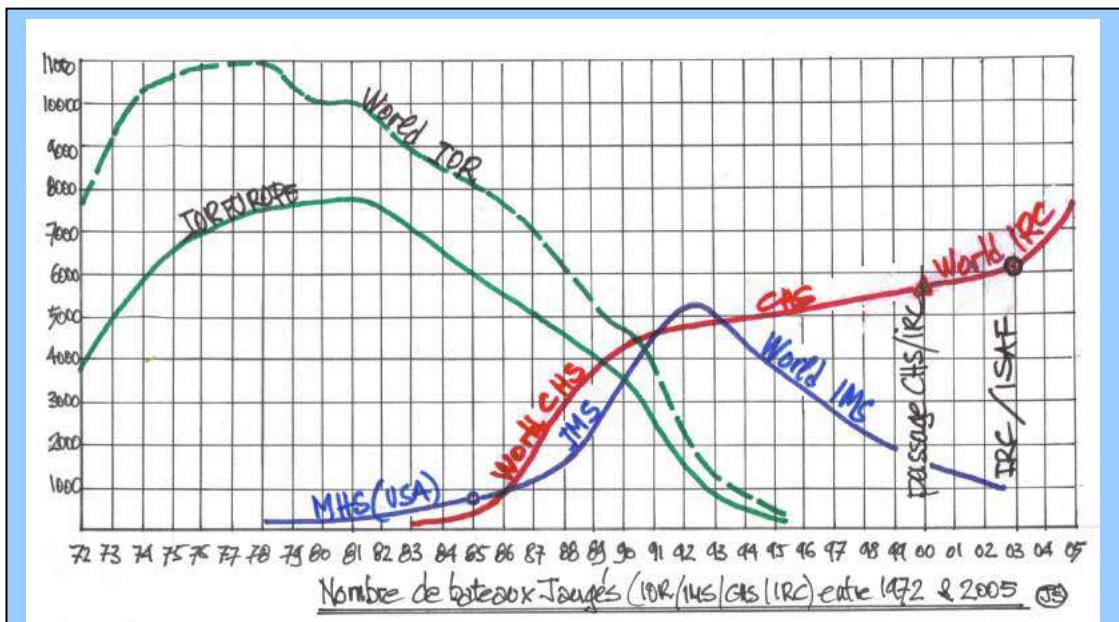
La passation de pouvoir

Sans aucune concurrence en Europe, la jauge RORC se diffusera progressivement dans le monde entier jusqu'en 1971. A cette date la jauge RORC et la jauge CCA se regrouperont au

sein de l'ORC tout nouvellement créé, dans le but de donner naissance à la jauge IOR (International Offshore Rule), qui sous une gestion internationale, intéressera dans les grandes années (74 à 81), jusqu'à 11000 bateaux de course dans le monde.

La jauge RORC, avec quelques évolutions, vivra 39 ans; certes les régates offshore étaient plus confidentielles et la plaisance beaucoup moins développée qu'en 2005, mais cela représente un réel succès, d'autant plus que la jauge IOR qui lui succédera s'écrira :

$$MR = 0,13 L \sqrt{\frac{S}{B \times D}} + 0,25 L + 0,2 \sqrt{S}$$



DOSSIER TECHNIQUE : Quelques bateaux « magiques » de la Jauge RORC Myth of Malham

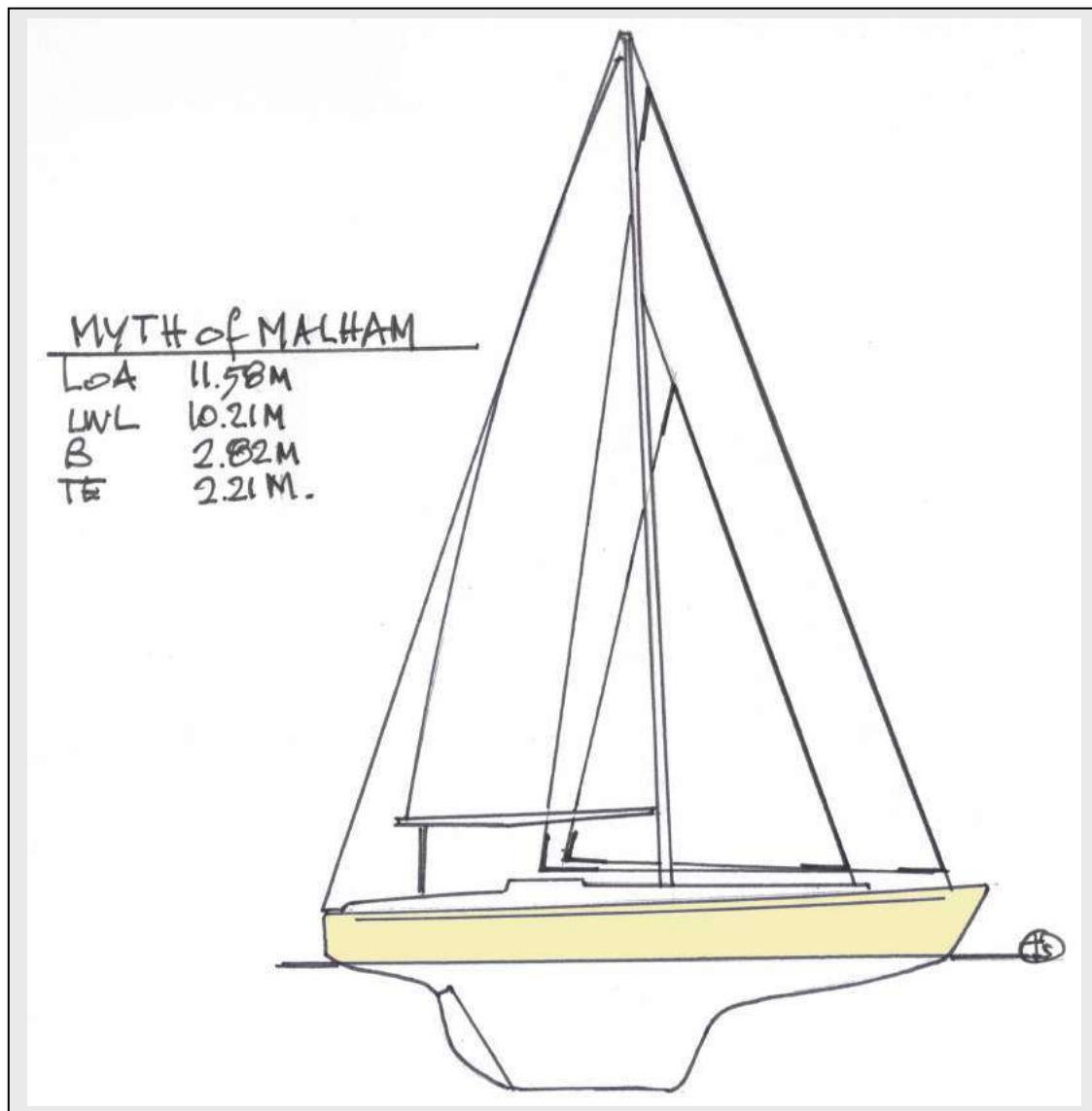
Laurent Giles, l'architecte, l'avait dessiné avec des élancements, mais John Illingworth (co-architecte) insistait pour que ces élancements avant et arrière soient réduits, ce qui n'était pas dans l'air du temps de l'époque. Le plan de voilure traduira aussi une idée très avant-gardiste d'Illingworth. En effet la jauge RORC de l'époque (1947) ne prenait en compte que 85% de la surface réelle du triangle avant et autorisait un recouvrement de 150%. Giles en voyant le projet de plan de voilure (géniois à 150% associé à une « petite » grand-voile élancée) s'écriait horrifié, « cela n'est pas une grand-voile, mais juste un pavillon flottant derrière le mat ».

Illingworth en avance sur son époque avait compris comment exploiter à son avantage la règle de jauge du RORC, que ce soit au niveau de la voilure ou au niveau de la mesure du creux avant.

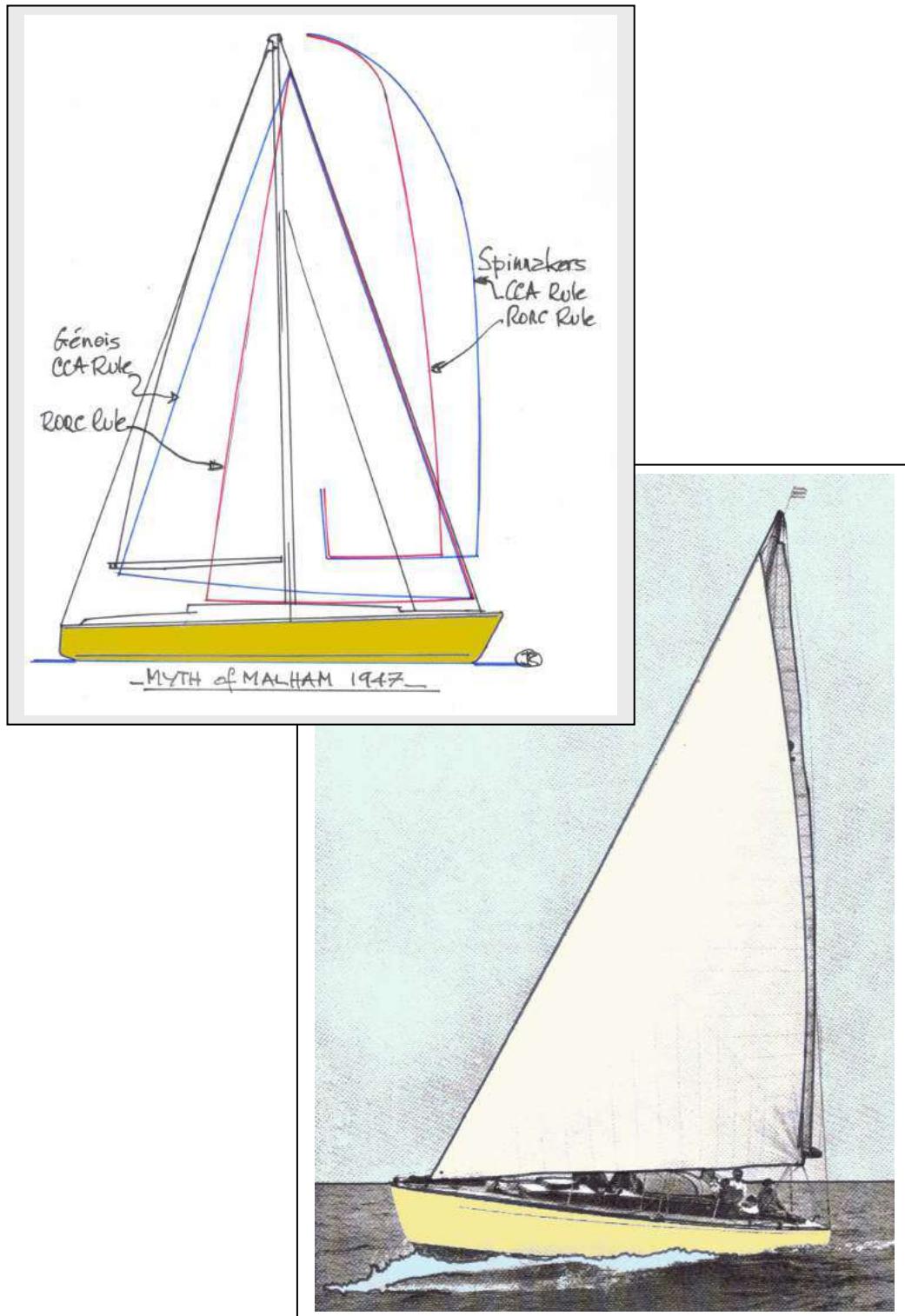
Mais Myth of Malham ne sera pas uniquement un dessin exploitant la jauge RORC, il représentera aussi un coup de génie architectural qui lui permettra de s'imposer sans partager pendant plusieurs années. Il remportera entre autre le Fastnet en 1947 et la première Admiral's Cup en 1957.

Une des dernières course du Myth of Malham sera l'OSTAR en 1968, ou, barré par Noël BEVAN, il terminera 8ième. On apercevra encore son étrave originale une année plus tard au Fastnet où il terminera 35ième en Classe 1.

Après avoir joué avec la jauge RORC et la jauge CCA, son propriétaire le retirera de la course au large pour la croisière classique.

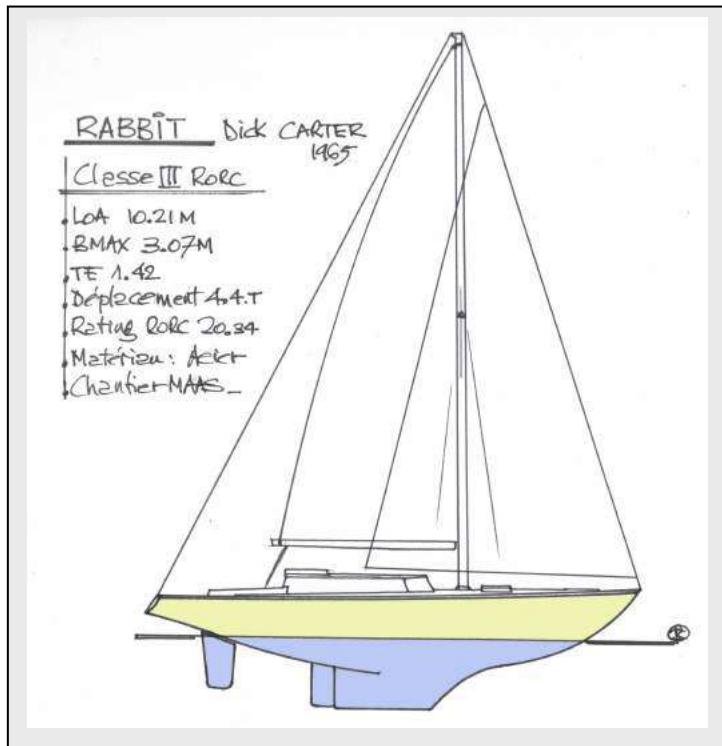


Ci-dessous les deux premiers plans de voilure (CCA et RORC) dessinés en 1947.



Rabbit

Dessiné en 1965 par Dick CARTER qui s'illustrera quelques années plus tard en IOR avec RED ROOSTER et surtout avec la série des TINA (qu'ils soient construits en acier, en bois moulé ou en stratifié verre polyester). Les plus célèbres TINA furent sûrement VARIAG ou ESPRIT de RUEIL (André VIANT) ou encore HELISARA (Herbert Von KARAYAN).



Ce petit Classe 3 Rorc, qui gagnera en 1965 le FASTNET toutes classes confondues en temps compensé, préfigure la nouvelle génération de voiliers de course croisière tel que l'IOR l'image lors de l'écriture des bases de la règle.

On perçoit dans ce dessin, une forte influence de l'école américaine avec un bau maximum (3.02 pour 10.21 m de LOA), important pour des standards de l'époque beaucoup plus faibles. RABBIT est apparu comme un bateau extrêmement dépouillé mais avec un accastillage novateur et très rationalisé.

Les raisons de la longévité de la Jauge Rorc

La même question revient toujours lorsque l'on rencontre un « centenaire » : quel a été son secret pour atteindre un âge aussi vénérable, rester dynamique et traverser tant d'événements et d'évolutions ?

La connaissance mathématique était aussi développée à l'époque de la jauge Rorc (même à ses débuts) que maintenant, ce qui laissait toute liberté aux architectes pour attaquer la formulation mathématique de la jauge. Certes les ordinateurs et calculatrices n'existaient pas, mais l'analyse mathématique des formules était réalisable.

Toutefois deux paramètres étaient largement moins développés : les matériaux et leur mise en œuvre.

L'acier (découvert dans les années 1880) est uniformément répandu, mais très peu employé dans la construction des « petits bateaux » (10, 12 , 15 m) car la soudure électrique appliquée sur des tôles minces (<3, 4, 5 mm) est encore mal maîtrisée (entre 1930 et 1950). Cet impératif technologique obligeait les chantiers à utiliser la technique de la construction rivetée qui augmentait, en dessous d'une certaine taille de bateau la masse de la coque.

Les alliages d'aluminium (fin du 19^{ème} siècle) sont principalement utilisés en aviation et un peu en automobile, dans ce domaine encore, la soudure ne sera opérationnelle et accessible qu'après 1950.

Le contre-plaqué, inventé dès 1920 pour la construction d'avions militaires (Bombardiers Lancaster par exemple) demeure un produit onéreux et sa version marine qui nécessite l'invention de colles spécifiques ne sera commercialisée qu'après la deuxième guerre mondiale.

Le bois moulé demeure une technique onéreuse étroitement liée aux caractéristiques mécaniques et au vieillissement des colles (stabilité dans le temps). Les colles Urée-Formol ne seront mises sur le marché que dans les années 1960, les colles époxydes 15 ans plus tard.

Le stratifié associant la fibre de verre et la résine polyester se diffusera dans les années 1960, mais ne sera pas perçu dans un premier temps comme un matériau de « pointe ». L'automobile utilisera cette technique pour réaliser des carrosseries de voitures de compétition, une seule tentative de fabrication d'une caisse autoporteuse (à l'image de ce qui est aujourd'hui réalisé en F1 avec le carbone) en stratifié de verre/polyester sera réalisée par les Américains de l'écurie Chaparal pour les 24 H du Mans.

Disons que le mode de fabrication dans un moule, qui nécessitait de commencer par la fabrication d'un mannequin, rebutait beaucoup de chantiers dont la commande du moment se limitait pratiquement toujours à un bateau dessiné par un architecte pour un propriétaire.

Restait la « construction classique », elle perdurera longtemps car elle s'adapte très bien à la flexibilité des commandes. Les chantiers optimiseront les techniques, introduiront les doubles bordés, les renforts locaux en structures métalliques, supprimeront le calfatage, etc.

Il faudra attendre la vulgarisation des techniques de construction en contre-plaqué et en bois moulé pour voir apparaître une production abordable financièrement.

Cet historique sur les matériaux et les techniques de mise en œuvre disponibles à l'époque de la jauge RORC permet d'expliquer que tout n'est pas alors possible en architecture navale. La connaissance et la disponibilité industrielles restreignent les initiatives des architectes. Toutes les formes imaginables ne sont pas réalisables, sauf à remettre en cause l'intégrité mécanique du bateau.

Par exemple si les élancements sont faciles à obtenir, il est par contre impossible d'imaginer des bosses ou des rayons de courbure très faibles dans une quelconque partie des œuvres vives.

Il faudra attendre un certain temps pour que les quilles deviennent vraiment des ailerons rapportés et que les safrans soient suspendus intégralement. Les techniques de mises en œuvre ainsi que les matériaux disponibles durant toute cette époque de la jauge RORC limiteront l'imagination des architectes et des bureaux d'études.

L'abandon du bois dans la fabrication des mâts prendra du temps. Les premiers mâts en alliage d'aluminium utilisaient la technique « aviation » des tôles formées et assemblées par rivetage. Technique qui interdisait toute fabrication en « série », et se traduisait par des coûts astronomiques. Nous devrons attendre que l'industrie invente et diffuse la technique de l'extrusion d'un profil en alliage d'aluminium. Cette technologie sous-entend, de construire des presses à extruder de forte puissance. Seule une fabrication connexe d'autres produits rentabilisera ces machines, en l'occurrence la fabrication de profilés alu utilisés dans les huissseries. La fabrication de tubes de mât ovoïdes, résistants et d'un coût abordable n'arrivera qu'après le lancement de toutes ces fabrications de grande diffusion.

La jauge RORC bénéficiera longtemps du faible niveau technique des matériaux disponibles. Vers la fin de son règne, de nouvelles techniques devenant abordables, les innovations architecturales apparaîtront rapidement et malmèneront quelque peu la jauge RORC. Ces ultimes attaques de la jauge du RORC, seront en fait masquées par la transition de la jauge RORC à l'IOR, jauge dont on dit, à l'époque, tellement de bien.....

La Jauge du CCA

La jauge CCA représente l'exemple même d'une règle dont le but premier est d'imposer un style d'architecture navale. L'école Américaine ne s'embarrasse pas de doute, elle pense qu'elle est dans le vrai et désire l'imposer. On comprend ainsi pourquoi la réunion de rapprochement de 1931 entre le RORC et le CCA n'ait pu aboutir.

La Technique de base de la jauge CCA

La jauge CCA ne s'associe pas à l'approche météorologique du RORC. Pour ses promoteurs un bateau doit répondre obligatoirement à certains canons, ceux qui veulent s'en écarter devront en payer le prix et abandonner toute prétention de gagner une régate.

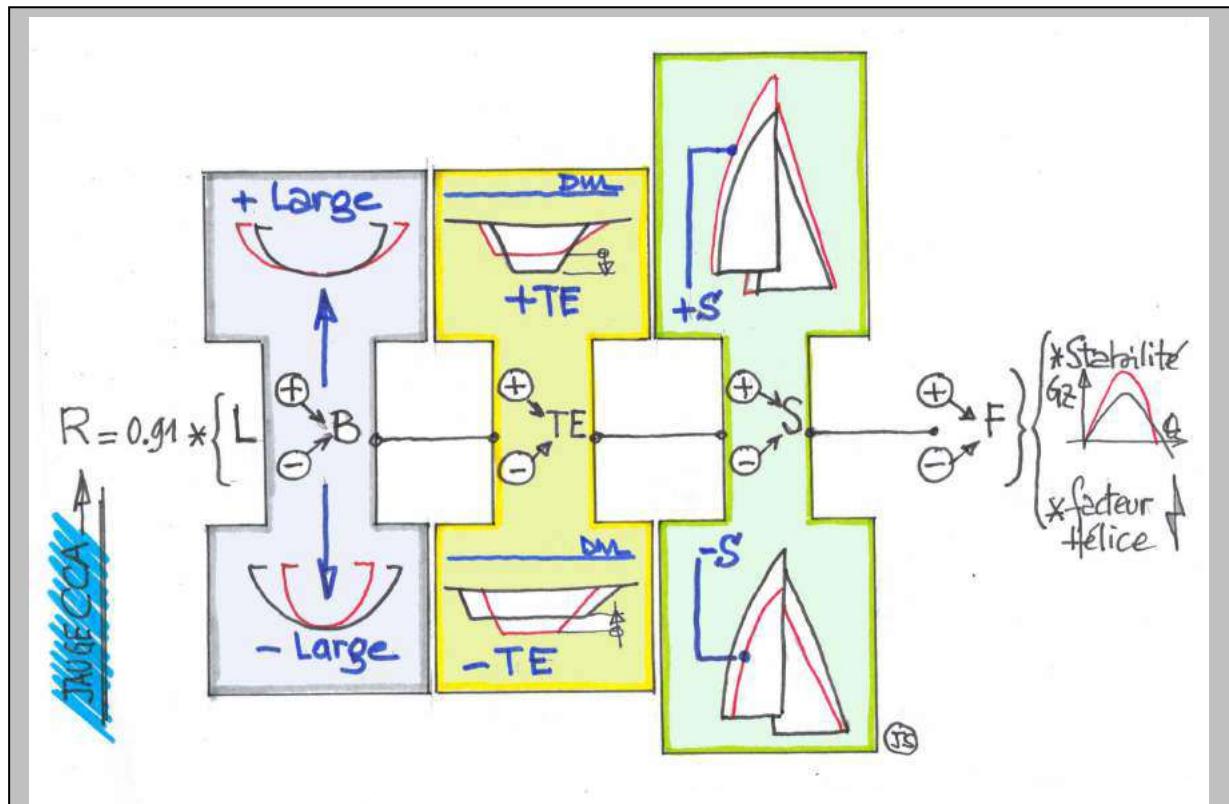
La règle s'énonce ainsi :

Rating = $0.91 * (L \pm \text{série correcteurs}) * \text{facteur de stabilité} * \text{facteur de traînée d'hélice}$

- La longueur L représente la longueur à la flottaison pour la jauge
- A cette longueur L on ajoute ou on retranche 5 correcteurs suivant leur effet favorable ou défavorable sur la vitesse du bateau.

Ces 5 correcteurs sont :

- Un correcteur de Bau
- Un correcteur de tirant d'eau
- Un correcteur de déplacement
- Un correcteur de surface de voilure
- Un correcteur de franc-bord.



Analyse

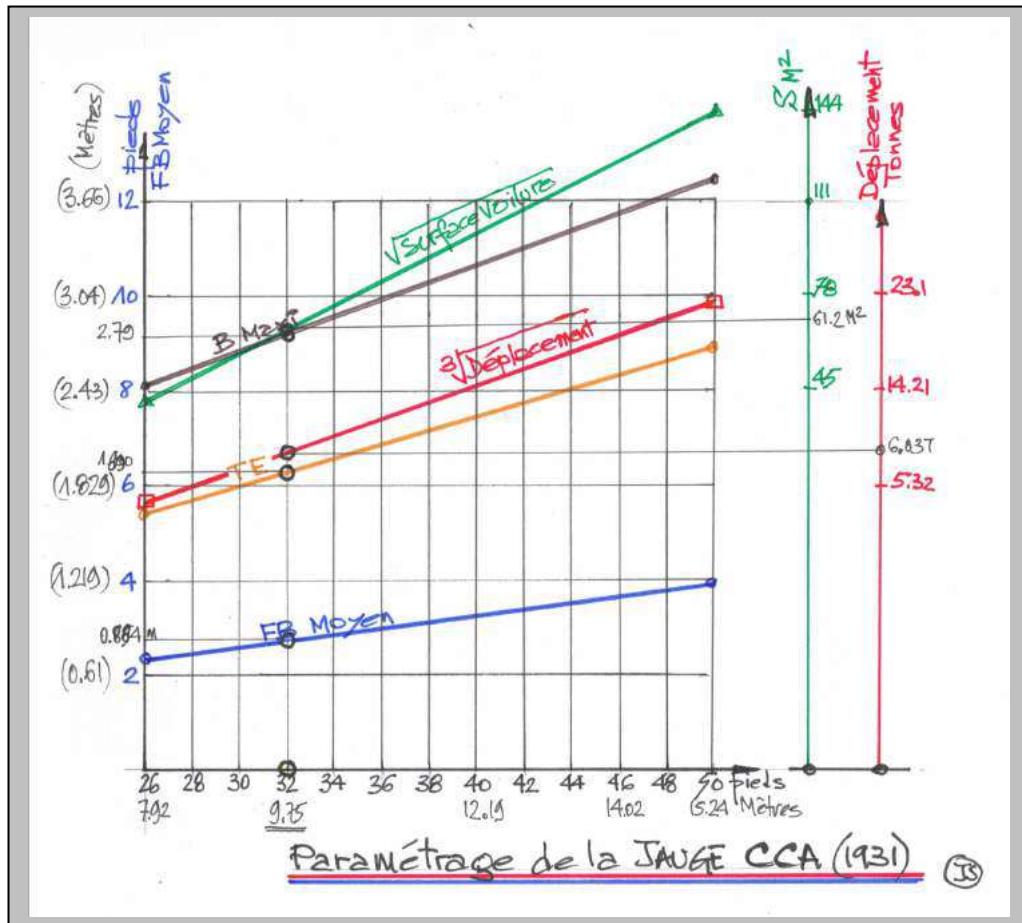
Voici en quelques lignes une description de la règle de jauge du CCA tel que ces concepteurs l'imaginèrent en 1931.

L'augmentation de la surface de voilure associée à une meilleure efficacité du plan de voilure du bateau augmente le potentiel de vitesse.

- Le Bau affecte aussi la vitesse. Lorsque le bau augmente, la résistance à l'avancement augmente car la section immergée devient plus importante, la surface mouillée croît aussi, ce qui augmente les forces de frottement entre la carène (œuvres vives) et l'eau.

Mais en contrepartie, un bau plus généreux améliore l'aptitude à porter de la surface de voilure et favorise aussi les dessins des élancements arrières propices au surf.

- Le tirant d'eau participe à l'augmentation du potentiel de vitesse du bateau. Un tirant d'eau faible, induit une surface mouillée moins grande, mais élève la position verticale du centre de gravité, ce qui est moins favorable. Un tirant d'eau important, certes augmente la surface mouillée (proposition vraie à cette époque), mais il améliore les performances hydrodynamiques et la stabilité.



Constatons qu'il n'y a rien de nouveau dans ces analyses, d'ailleurs inscrites dans le préambule de la règle de jauge.

Lors de la mise en application de la règle CCA, l'autorité de jauge fixera les 5 paramétrages de référence. Ces paramétrages permettront à la jauge de se garder des prédateurs que sont les architectes.

Ces 5 paramétrages correspondent de fait aux 5 correcteurs introduits dans la formule :

- | | |
|---|-------------------|
| 1. Bau de base | = 0.187*L + 0.975 |
| 2. Tirant d'eau de base | = 0.147*L + 0.457 |
| 3. Racine cubique (Déplacement de base) | = 0.179*L + 0.244 |

4. Racine carrée (Surface de voilure de base) = $4.3(0.179*L + 0.244)$
Soit 4.3 fois le déplacement de base
5. Francs-bords de base = $0.0566*L + 0.335$

La technique pour dessiner un bateau CCA neutre consiste à fixer une longueur de jauge (L) –nous détaillerons la démarche plus loin dans le développement – puis à partir de L , à calculer le cadre général du bateau. Remarquons que les contraintes sont approfondies puisque le déplacement est imposé comme la surface de voilure qui lui est directement liée.

Que restait-il alors aux architectes ?

Si le dessin s'éloigne des références de base, il reçoit pour chacun des 5 paramétrages un correcteur >0 ou <0 , la valeur nominale des correcteurs étant fixée par les concepteurs de la règle CCA.

$$\text{Rating} = 0.91*(L +/- \text{Bcor} +/- \text{TE cor} +/- \text{Scor} +/- \text{DSPLcor} +/- \text{Fcor})$$

En règle générale la valeur du correcteur augmente avec l'écart entre la mesure réelle et la valeur de référence.

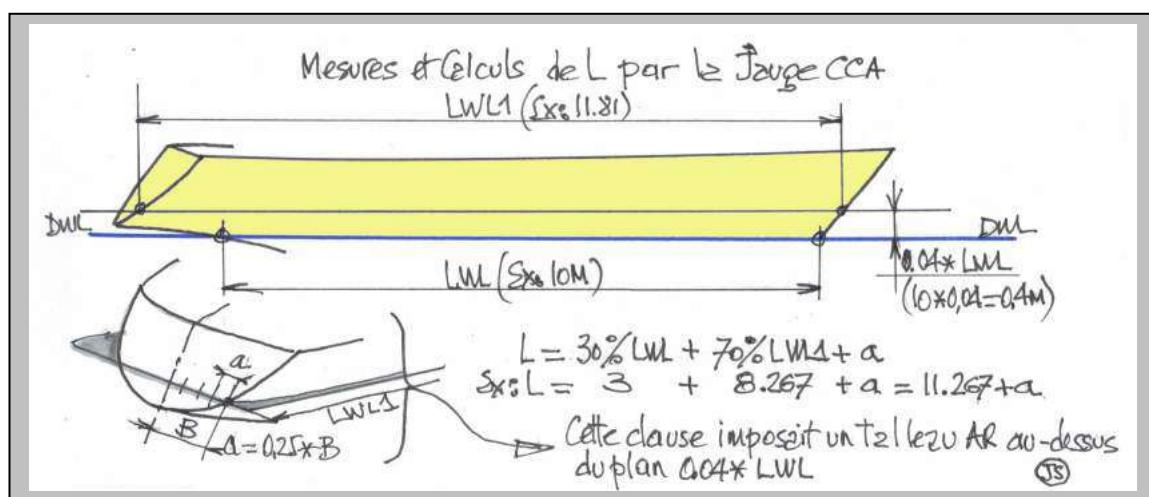
La règle est écrite de telle manière que les solutions architecturales extrêmes imposeront des correcteurs tellement pénalisants en rating que le bateau n'aura aucune chance de gagner en temps compensé. C'est une manière de contenir toutes les velléités d'innovation ou d'architecture d'avant garde.

Définir L

Détermination de L (longueur pour la jauge)

Fixer L dans une règle de jauge procède toujours d'un principe identique : la recherche de la longueur à la flottaison dynamique la plus proche de la « vérité ».

La jauge CCA reprend les méthodes de l'époque qui consistaient à tracer un plan de flottaison situé au dessus de la flottaison statique (se reporter au paragraphe Jauge métrique).

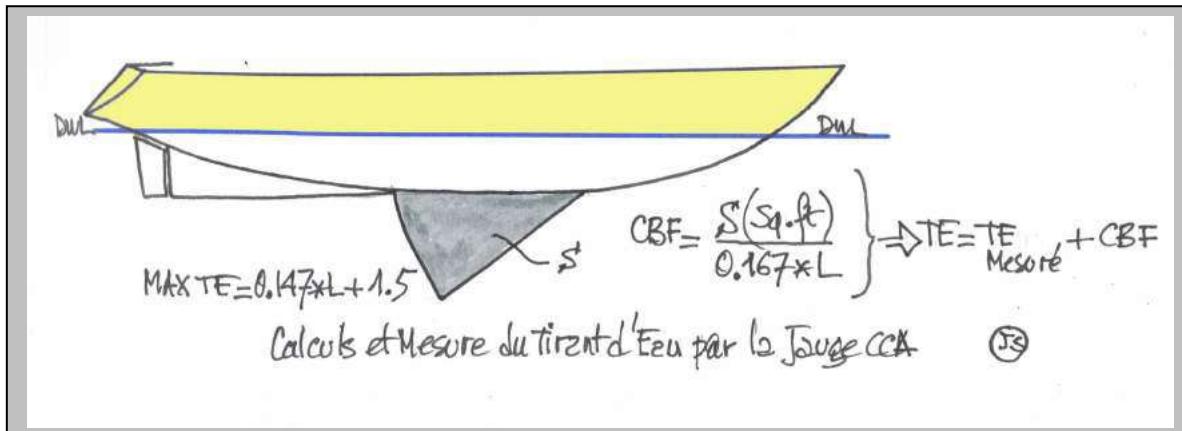


La jauge CCA et les bateaux équipés de dérive

La jauge CCA peut être considérée comme une jauge progressiste car elle ne ferme pas la porte aux bateaux équipés de dérive.

La culture maritime Américaine apprécie les bateaux équipés de dérives, notamment pour naviguer dans des eaux peu profondes. La jauge CCA n'exclut pas ce type de bateau, malgré des antécédents tragiques ou extrêmes, que les jauge Américaines précédentes ont permis.

La culture européenne est dans son ensemble opposée à ce type de dessin, car il induit obligatoirement des carènes larges, qui représentent pour beaucoup de gens une hérésie.



La jauge RORC consacrait un seul petit article de sa règle de jauge aux bateaux équipés de dérive. Elle limitait le tirant d'eau à ($16\% \text{ de LWL} + 0.608\text{m}$) ce qui excluait tous les bateaux à dérive (soit 2.20m pour un LWL de 10m). En ajoutant 1.5 fois l'excédent en cas de dépassement du tirant d'eau maxima autorisé au Rating, la jauge RORC dissuadait tous les architectes de se lancer dans l'aventure des dériveurs ou dériveurs lestés.

Pour une valeur de L identique (10 mètres), la jauge CCA autorise un tirant d'eau de 2.97 mètres sans pénalité, alors que la jauge RORC infligerait, pour ce même tirant d'eau, une pénalité de 0.77×1.5 , soit un tirant d'eau effectif pour la jauge RORC de $2.20 + 1.5 \times 0.77 = 3.35$ mètres... une autre manière de voir la régate.

A son lancement, la jauge IOR sous la pression des Américains jauge les dériveurs d'une manière assez équitable, mais rapidement l'IOR prononce l'exclusion des dérives par des pénalités dissuasives. Il faut dire qu'à sa décharge, que des excès ont entraîné des événements tragiques.

La jauge CCA accepte les dériveurs et innove dans la méthode de mesure du tirant d'eau de ce type de bateaux en ajoutant au tirant d'eau de coque, dérive haute, une valeur CBF= surface déployée de la dérive / $0.167 \times L$.

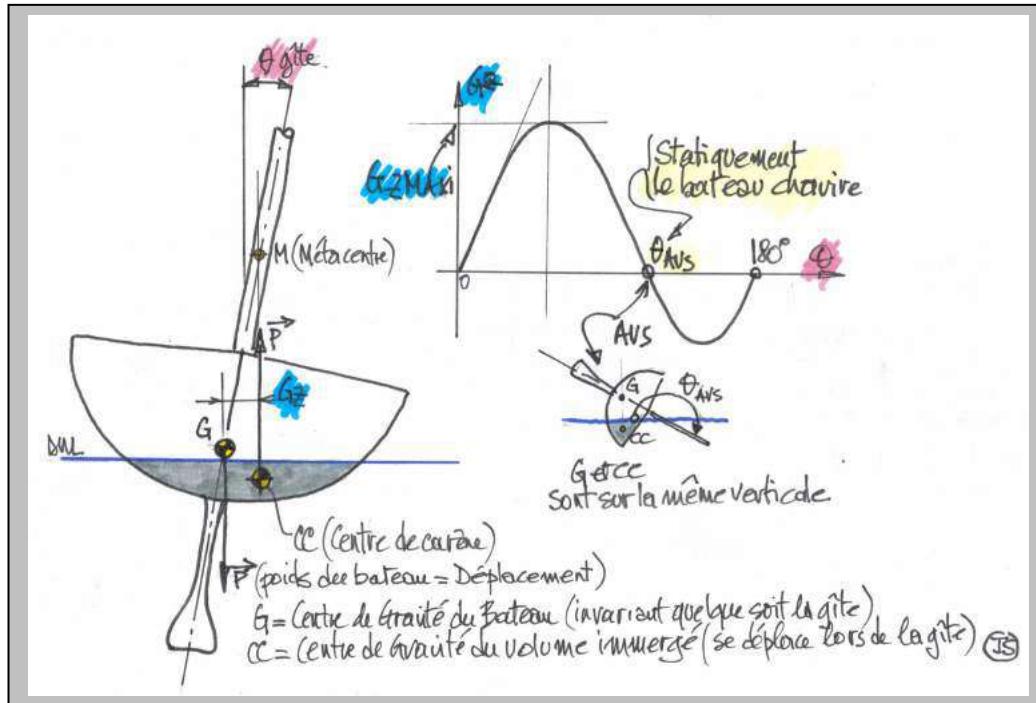
Cette méthode ne manque pas d'imagination et contre facilement les dessins extrêmes. La jauge CCA introduit aussi de la mesure de stabilité comme système régulateur de l'utilisation des dérives. La stabilité telle qu'elle est évaluée dans la jauge RORC, ne permet pas cette régulation, c'est aussi pour cette raison que la jauge RORC a tout de suite exclu les dérives.

Influence de la stabilité dans la jauge CCA

La règle de jauge CCA innove dans la détermination de la stabilité. Pour la première fois une règle de jauge va quantifier la pente de la courbe de stabilité (RM à 1°) et l'imposer comme paramètre dans le calcul du rating.

Cette expression RM 1° exprime en m.daN (ou T.m) le moment de redressement du bateau à 1° de gîte. Il donne une image de la raideur à la toile du bateau puisque sur la courbe de stabilité il est matérialisé par la pente à l'origine de la courbe de stabilité.

Une forte pente, donc un RM important, ne signifie pas pour autant que le bateau possède une excellente stabilité et un bon potentiel de résistance au capsizage³⁶. En terme de jauge, une forte pente, donc une stabilité initiale élevée, signifie que le bateau réduit sa voilure très tardivement. Cela représente un facteur de vitesse.



La méthode utilisée pour évaluer cette stabilité, donc pour donner une valeur au coefficient multiplicateur de la formule de jauge (Stab.F) se présente ainsi.

1. La jauge CCA définit une stabilité de base (Base GM) à partir du BWL (largeur à la flottaison) et du déplacement pour la jauge.
2. Les résultats de la mesure réelle de stabilité (RM 1°), associés à LWL, BWL et au déplacement permettent de calculer le GM réel du bateau. GM représente la distance entre le centre de gravité déterminé par la mesure de stabilité et le Métacentre.

Le but principal de la mesure de stabilité est de déterminer la position verticale du centre de gravité du bateau. Car si le déplacement peut être obtenu par pesée sur une bascule ou par pesée hydrostatique (mesures des francs-bords), le centre de gravité ne peut être obtenu que par inclinaison du bateau (mesure de stabilité).

³⁶ Capsize signifiant chavirement en anglais

3. Le coefficient Stab.F est alors calculé :

$$\text{Stab.F} = 1 + 0.20 * \{(\text{GM Réel} / \text{Base GM}) - 1\}$$

On constate immédiatement que si GM Réel = Base GM, le ratio est égal à 1, ce qui donne Stab.F=1.



Un bateau raide à la toile reçoit un coefficient de stabilité >1 et inversement un bateau moins raide est affecté d'un coefficient de stabilité <1. L'influence sur le rating final se traduit en % de R.

Stab.F=0.98 donnera une réduction de 2% du rating et Stab.F=1.03 l'augmentera de 3%.

Cette seule conclusion, introduit le problème suivant : Est-il envisageable de dessiner un bateau plus stable que la référence, donc de se voir affecter un rating plus élevé, et de gagner ?

La jauge CCA répond favorablement à cette question, la jauge IOR conduit à une réponse totalement opposée. Entre ces deux réponses, les techniques et les matériaux de construction ont largement évolué et modifié les tendances de l'architecture et de la construction des bateaux.

La Jauge CCA fut-elle une « bonne » jauge ?

Oui, si on se réfère à son audience aux Etats Unis. En fait la jauge CCA s'adaptera en permanence aux flottes existantes et aux conditions météorologiques des régions. Elle se

révélera finalement une excellente jauge régionale. Rares seront les bateaux Européens construits ou modifiés pour cette jauge. On connaît la transformation de Pen Duick 2 (bateau avec lequel Eric Tabarly a gagné l'OSTAR en 1964). Cette conversion lui sera fatale car la structure d'origine souffrira rapidement des modifications importantes apportées à la coque.

La jauge CCA s'apparente à une jauge à restriction généraliste, l'IRM conçue quelques 70 ans plus tard reprendra les grandes lignes des idées du CCA. Ne souhaitant pas être débordés par des solutions architecturales trop extrêmes, les concepteurs de la jauge IRM écriront une box-rule très « fermée » qui pose les bases d'un type de bateau, dont il est impossible de s'échapper.

IRM (2000)

$$TCM = TCM_b * B_{cor} * F_{fcor} * K_{dcor} * S_{cor} * EPF_{cor} \text{ etc..}$$

$$\text{Avec } TCM_b = 0.248 * \sqrt{L} + 0.215$$

Les correcteurs sont multiplicateurs de TCM_b , qui est une fonction de L

CCA Rule (1931)

$$R = 0.91 (L + -B_{cor} + -T_{cor} + -S_{cor} + -FF_{cor}) * Stab.f * EPF$$

Avec L mesurée suivant une méthode imposée

Les correcteurs à l'exception de celui de stabilité et de traînée d'hélice s'ajoutent ou se retranchent de L

Les correcteurs ne possèdent pas exactement le même rôle dans les deux formules, mais l'esprit général est identique.

Contrairement à la Jauge RORC, la CCA Rule ne permettra jamais de jauger toutes les formes architecturales. Même si la jauge RORC n'atteignit jamais réellement ce but, elle s'en rapprochera beaucoup. La jauge IOR aura à ses débuts, cet objectif, d'ailleurs énoncé dans le préambule du texte de la règle (IOR Mark I).

Il faudra attendre les années 1980 de la période IOR (référencée Mark 3A) pour que les modifications successives de la règle et des méthodes de mesures conduisent à des formes architecturales obligées et transforment l'IOR en une caricature de monotypie à restriction, bien moins opérationnelle qu'une box-rule généraliste.

Chapitre 9 : La première Jauge Mondiale offshore

La Jauge IOR

La « fusion » des règles de jauge du Rorc et du CCA marque une période importante dans l'histoire des jauge. Bien que considérées comme jauge modernes, les jauge Rorc et CCA s'appuyaient chacune sur une école d'architecture, même si cela n'était pas expressément écrit. La rédaction d'une nouvelle règle devient donc inéluctable, nouvelle règle qui doit quitter le giron d'un club (Rorc ou CCA) pour être administrée par un organisme international créé pour la circonstance (l'orc en 1970). Il est étonnant que l'ISAF (l'IYRU dans ces années 70), fédération internationale représentant la voile n'ait pas à cette époque franchit le pas et ne se soit pas engagé dans cette politique de regroupement et d'administration de la course au large. A la fin des années 70, l'ISAF est politiquement d'abord un interlocuteur pour la voile aux JO, sous le contrôle des USA et de l'URSS. En ces temps de confrontations des deux blocs, la course au Large ne passionne guère l'ISAF qui trouve bien pratique de déléguer à l'orc des pouvoirs d'organisation, surtout lorsqu'ils sont tenus par des gens de culture Anglo-saxonne. Vingt ans après, nous verrons que l'ISAF absorbera l'orc, affaiblie par son aventure IMS, mais c'est une autre époque.

La formule de jauge retenue par l'orc est très proche de celle du Rorc, elle va essentiellement se différencier par des mesures plus complètes et plus approfondies, mesures utilisées par la suite dans les calculs des paramètres **L**, **B**, **D**, **S** et par l'introduction d'une mesure de stabilité réelle aux petits angles de gîte, méthodologie empruntée à la jauge CCA.

$$MR_{(IOR)} = 0,13 L \sqrt{\frac{S}{B*D}} + 0,25 L + 0,2 \sqrt{S}$$

L'ior connaît un succès rapide, mais sa durée de vie est plus éphémère, 15 ans seulement. Les moyens de calculs et les nouveaux matériaux générant de nouvelles méthodes de construction « auront sa peau ». Dans un premier temps, certains propriétaires ayant des entrées dans les centres de calculs³⁷ utiliseront ces « puissants » ordinateurs pour programmer les formules et mettre à jour certaines failles. Puis des machines, comme la fameuse HP41C, suivie des PC des années 80 permettront à tout esprit motivé de se lancer dans l'aventure de l'optimisation mais aussi de la traque aux failles de jauge.

Ces machines peuvent, à condition de les programmer... (C'était l'époque -début années 80- du MS DOS 1.1 ou d'un système d'exploitation équivalent, CPM, FLEX etc. et du bon vieux Basic), effectuer rapidement des calculs répétitifs, il devient facile de simuler et d'optimiser les formules en intégrant les mesures saisies par le jaugeur ou issues des plans.

Certes une approche mathématique permet aussi cette simulation, mais elle n'est pas à la hauteur dès que des applications numériques doivent être réalisées. La programmation, pour peu qu'elle soit correctement structurée, met en évidence les interactions et les contradictions

³⁷ Déjà vers la fin de la jauge Rorc, certaines équipes ayant accès à des centres de calculs, (rares en France), avaient programmé l'ensemble de la jauge en Fortran.

entre les différentes formules secondaires utilisées dans la jauge. L'influence en terme de vitesse pour le bateau relève toutefois exclusivement du bon sens et du feeling de l'architecte. Les VPP apparaîtront plus tard lorsque les ordinateurs s'étofferont en capacité de calculs, de mémoire et en disques durs.

Matériaux et construction

Les nouvelles technologies associées à l'élaboration de nouveaux matériaux entraîneront l'IOR dans une spirale infernale. En quelques 10/15 années, on passera du stratifié de verre polyester appliqué par voie humide, c'est à dire manuellement au rouleau, au sandwich verre/balsa ou mousse sous vide, puis rapidement le kevlar remplacera la fibre de verre pour être remplacé à son tour par le carbone.

L'évolution des résistances (limites élastiques) de ces matériaux est éloquente ($10 \text{ Mpa} = 1 \text{ daN/mm}^2$ ou sensiblement 1 kgf/mm^2), comme le montre le tableau ci-dessous.

Durant quelques années, les techniques de construction soudée en alliages d'aluminium ont eu la préférence de nombreux propriétaires, que ce soit pour les petites unités ($\frac{3}{4}$ ton comme La Railleuse ou La Concorde) ou Maxi boat comme Charles Heidseick III. JM Finot sera un de ceux qui montrèrent la voie en 1973 avec Révolution, en obtenant un ensemble coque/pont très rigide par l'utilisation d'une répartition très serrée des membrures et des lisses.

Mais la chaudronnerie aluminium possède des limites et ne peut concurrencer technologiquement les sandwichs Verre, Kevlar et Carbone.

	Résistance à la rupture	Limite élastique	Masse volumique Kg/dm ³
Verre E	1400 Mpa	Module 46 Gpa	2.5
Kevlar 49	1380 Mpa	Module 72 Gpa	1.38
Carbone M46J	4210 Mpa		1.43 à 1.70
Acier au carbone standard XC38	550 Mpa	320 Mpa	7.8
Acier inox 316L	700 Mpa	280 Mpa	7.8
Alliage aluminium AG3	200 Mpa	80 Mpa	2.7

Toutes les formes architecturales imaginables deviennent alors constructibles. Parallèlement les colles développées pour l'aviation permettront de fabriquer des mats en alliage d'aluminium à double peau. L'usinage chimique des tubes de mât sera même utilisé. Vers 1982, le Nomex apparaît dans la construction de coque et de pont. Son prix et des difficultés de mise en œuvre ralentissent sa diffusion. Le Nida, pourtant employé dans l'aviation depuis le lancement de Caravelle (brevet Sud-Aviation), s'intègre sous forme de panneaux afin de remplacer le contre-plaqué dans les structures intérieures de bateaux (cloisons, carlingue, panneau etc.). L'utilisation de tous ces matériaux ayant pour but de diminuer la masse de l'ensemble coque, pont, cockpit, tout en lui apportant une rigidité encore plus importante.

Plus la poutre est « raide », c'est-à-dire, résiste à la flexion et en torsion, plus il est envisageable de naviguer avec un étai raide et un minimum de déformation des volumes des voiles. Ce gain de masse associé à une meilleure répartition autour du « centre » du bateau favorise un Centre de Gravité plus bas et réduit les mouvements de tangage. Les performances se trouvent

améliorées pour se trouver en phase avec la règle IOR qui impose de fait un dessin de la surface de flottaison la plus proche possible du losange. Ce dessin de surface de flottaison favorisant le tangage, l'utilisation des matériaux dit « exotiques » devient ainsi incontournable (voir ci-après le dossier technique : Les subtilités de l'IOR).

Constatons qu'il y a beaucoup plus d'évolution dans les techniques de construction et dans l'utilisation des matériaux nouveaux durant les années 1970 à 1990 que pendant toute la période d'activité des jauge Rorc ou CCA.

Les années IOR restent celles de la technologie, paradoxalement c'est cette technologie qui contribue à la décadence de cette même jauge IOR. Il faut aussi remarquer que les architectes qui exploitent les plus les trous de jauge des formules, comme les nouvelles techniques et les nouveaux matériaux, sont bien souvent ceux qui crient les premiers « au feu » l'IOR est en danger...

A ce jeu, les français se classent parmi les meilleurs, notamment dans les petites classes, Mini-Ton, Quarter, Half, 3/4 et même One Ton. Ils sont longtemps hégémoniques, contraignant l'ORC à consacrer une grande partie de son temps de réflexion à imaginer et écrire des parades destinées à contrer leurs innovations architecturales et technologiques.

Dans certains cas, comme en 1981 les bateaux vraiment trop extrêmes finiront comme pot de fleur et d'autres devront être amputés à la tronçonneuses (avantage de la construction aluminium) afin de satisfaire aux nouvelles règles.



A la fin de l'IOR, les architectes associés aux constructeurs obtiennent des devis de poids impensables dix ans auparavant.

Exemple de construction en chaudronnerie aluminium : On remarque la « finesse » et le dépouillement de la structure.



DOSSIER TECHNIQUE : Les subtilités de l'IOR

L'IOR reprend, les analyses scientifiques de la jauge RORC et la mesure de stabilité de la jauge CCA.

Soit: $RATING FINAL = MR * CGF * EPF * CBF * \dots etc..$

Rating mesuré

$$MR_{(IOR)} = 0,13 L \sqrt{\frac{S}{B \times D}} + 0,25 L + 0,2 \sqrt{S}$$

ou MR représente le rating mesuré qui provient de calculs (formules) issus des mesures ponctuelles de la coque, des voiles. C'est dans la formulation du MR que la jauge s'écrit et évolue.

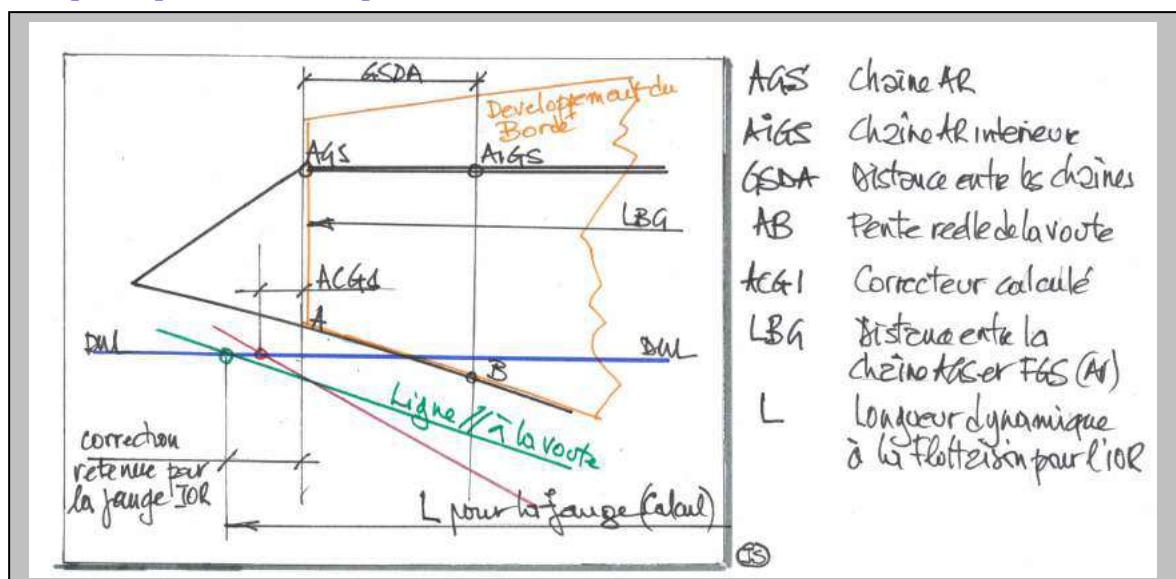
Prenons deux exemples :

1- Calcul de la longueur L dite « Longueur pour la Jauge »

L est égal à $LBG - FOC - AOCC$.

LBG est la longueur entre la chaîne avant FGS et la chaîne arrière AGS , FOC le correcteur d'élancement avant et $AOCC$ le correcteur d'élancement arrière. Avec, entre autres, ces 3 paramètres, la jauge IOR définit et impose un style de carène, un type de déplacement, donc une politique en matière d'évolution de l'architecture navale³⁸ et cela pendant au moins deux décennies.

Quelques explications techniques.



³⁸ L'IOR a influencé les chantiers pendant presque deux décennies et pas seulement pour les bateaux de course, mais aussi pour les bateaux de croisière. Elle est encore présente dans la définition des plans de voilure !!!

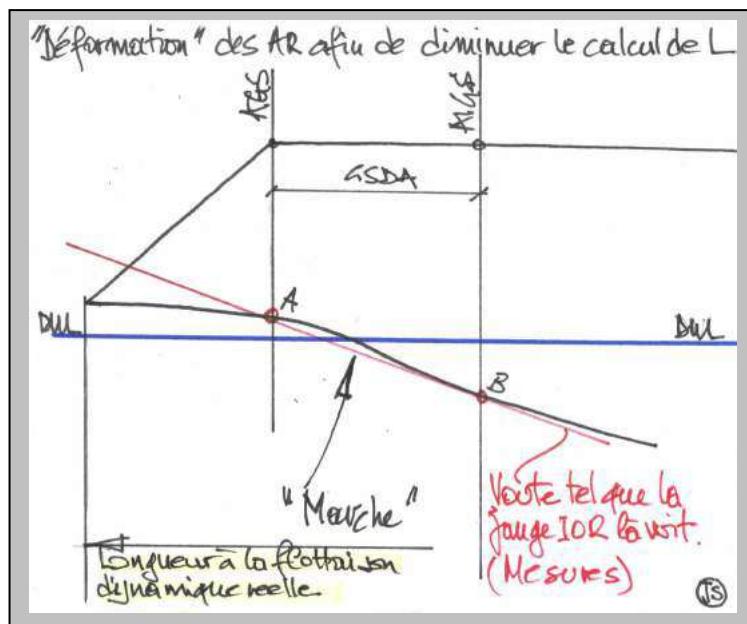
A partir d'une mesure du bau mesuré (B sensiblement égal³⁹ à $BMAX$), la jauge calcule les longueurs de deux chaînes (une chaîne représente pratiquement le pourtour de la coque pris dans un plan vertical d'une section du bateau du livet bâbord au livet tribord) : une chaîne avant $FGS=B/2$ et une chaîne arrière $AGS=3/4B$.

On constate immédiatement que plus les extrémités du bateau seront pincées (donc étroites), plus les chaînes s'éloignent des extrémités du bateau ce qui diminue LBG . LBG matérialisant le paramètre principal dans le calcul de L , on comprend facilement que l'architecte cherche la valeur de LBG la plus réduite possible mais associée aux correcteurs FOC et $AOCC$ les plus grands.

La jauge IOR ne favorise donc pas les arrières larges. Certains architectes désirent quand même dessiner des arrières larges, c'est à dire des formes où il est impossible de trouver un contour égal à $3/4B$. Cela oblige « la règle » à inventer l'insuffisance de chaîne arrière GD .

Dans cette configuration, le jaugeur fixe arbitrairement la chaîne arrière à l'angle du point du livet le plus en arrière. Il mesure alors le pourtour et la différence entre ce pourtour et $3/4B$ est comptée comme GD . Ce paramètre GD influe sur le rating final du bateau, normalement au prorata du gain de vitesse obtenu par la portance de l'arrière.

Le but suivant consiste à évaluer les volumes situés en dehors de ces chaînes afin de calculer les élancements et d'en déduire la longueur pour la jauge L c'est à dire la longueur dynamique.



La règle de jauge introduit pour cela deux chaînes intermédiaires situées dans l'espace LBG , une chaîne arrière intérieure $AIGS=7/8B$ et une chaîne avant intérieure $FIGS=3/4B$.

³⁹ Ce bau B est mesuré à une hauteur $BMAX/6$ sous le livet dans la section du bateau la plus large. En fait le B est un peu plus faible que le $BMAX$, sauf pour un bateau frégaté.

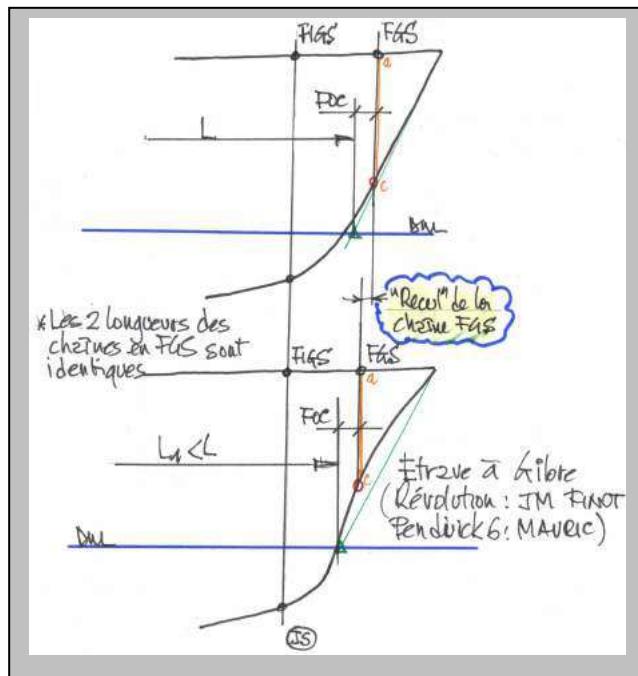
La distance GSDA entre les deux chaînes arrière permet d'évaluer la pente de la voûte, si GSDA est faible, l'arrière est pincé, donc présente peu d'élancement. Par contre si GSDA est important, on est en présence d'un arrière porteur, donc d'une voûte « rasante ». Le but des architectes consiste à faire croire à la jauge que l'arrière est plus étroit qu'il ne l'est en réalité. Cette technique architecturale ne favorise pas l'écoulement de l'eau, elle influe négativement sur la vitesse mais le gain conséquent de rating compense ce handicap.

Les formes arrières ont un rôle important dans l'écoulement de filets d'eau, puisque les pressions se relâchent dans cette zone en développant des tourbillons et des cavitations. Si l'architecte connaît les solutions (c'est son art) pour limiter ces perturbations, il connaît aussi leurs coûts en terme de rating. Le jeu subtil consiste à tronquer l'arrière du bateau afin d'avoir le plus faible rating possible, tout en conservant des écoulements de qualité... vous avez dit « quadrature du cercle !!! ». L'architecte possède deux manières d'adapter les formes arrières à la règle de jauge :

- Soit en travaillant les volumes dans des plans verticaux, ce qui se traduit par une marche entre les deux chaînes arrière.
- Soit en utilisant des plans horizontaux, qui torturent plus les volumes.

Les architectes français préfèrent la première solution, par contre les anglo-saxons comme Stephen Jones travaillent plus avec la deuxième méthode ce qui leur permet d'obtenir des bateaux plus volumineux.

Les mesures et les calculs de la jauge IOR sur la voûte arrière recherchent, la ligne la plus proche de la réalité, parallèle à la voûte réelle. « La règle » telle qu'elle est écrite permet de comparer des bateaux dont les formes de coque sont identiques, mais dont les livets, les francs-bords et le tableau arrière sont différents.



D'une manière identique, mais plus simplement, les mesures du volume avant permettent de déterminer l'élancement avant FOC. Ces élancements sont en général moins torturés par les

architectes, JM FINOT (encore) exploitera (jusqu'à ce que la règle y mette fin) les avantages à guibre. Ce type d'étrave permet de reculer FGS et de diminuer la distance GSDF entre les chaînes. Cela permet de donner l'illusion à la règle de jauge que l'étrave se rapproche de la verticale, (élancement avant moins important). Le gain s'avère quand même faible en terme de rating, mais il n'y a pas de petit profit.

2- Le plan de voilure

Dans ce domaine, la règle IOR impose sa philosophie. Au début de l'époque IOR le style architectural est au plan de voilure à grand élancement (petite grand-voile et immense génois à recouvrement : voir précédemment le paragraphe « Myth of Malham »). L'influence de la côte Est des Etats-Unis dans la rédaction de la règle IOR, autorise une architecture de bateaux plus larges, plus légers (stabilité de forme au lieu de la stabilité de poids), mais aussi favorise l'augmentation de la surface des grand-voiles au détriment des génois.

La traduction de cette idée s'exprime ainsi dans la règle de jauge :

Surface de la grand-voile = $0.35 \times P \times E$ (P = longueur du guindant et E = longueur de la bordure) ce qui offre environ 30% de la surface de grand-voile « gratuite ».

Par la suite, la jauge limitera les excès de rond de chute. Par contre la surface du foc prise en compte par la règle IOR représente exactement la surface du triangle formé par le foc.

Cette évaluation originale de la surface de voilure, génère rapidement les gréements 7/8 mais aussi les bastaques.

Paramètres multiplicateurs (CGF, EFF, CBF etc.)

Chaque paramètre correspond à une particularité architecturale :

CGF représente le coefficient de stabilité, il doit toujours être supérieur à 0.9680. On l'obtient par un calcul dérivé d'une mesure de stabilité aux petits angles (RM à 1°, voir précédemment paragraphe « Influence de la stabilité dans la jauge CCA »).

La règle IOR reprend, sous pression des américains, le principe de la mesure initiée par la jauge CCA.

En règle générale on peut dire que plus un bateau est raide à la toile, plus il possède de potentiel de vitesse, mais cette raideur ne doit pas être obtenue au détriment de la sécurité. Cela était vrai en monotype (voir dossier technique sur le Melges 24), c'est aussi vrai en course offshore.

La raideur s'obtient de 2 manières :

- La stabilité de forme (surface de la flottaison).
- La stabilité de poids (position verticale du centre de gravité CG).

En réalité, c'est un peu plus complexe, la stabilité de forme se traduit par une plus grande hauteur métacentrique, la stabilité de poids par un CG qui « descend ».

Stabilité de forme

A l'état d'équilibre (gîte nulle), le centre de carène (CC) est invariant. M représente le Métacentre, la distance CCM est appelée hauteur métacentrique. Cette hauteur est égale au ratio I/V , où I est le moment d'inertie transversal de la surface de flottaison (exprimé en m⁴) et V le volume de la carène, exprimé en m³.

On comprend qu'une surface de flottaison généreuse (à longueur constante) se traduit par une rapide augmentation du moment d'inertie transversal.

Plus la surface de flottaison est importante, plus elle s'oppose à la gîte du bateau. En réalité la répartition des éléments de surface par rapport à l'axe longitudinal est primordiale, car une bonne distribution améliore l'inertie transversale.

Les mathématiques traduisent cette notion par « la somme des produits des éléments de surface de la flottaison multiplié par le carré de leur distance à l'axe du bateau ».

Par exemple, sur deux bateaux (60', modèle 1 & modèle 2) de 8.954 tonnes de déplacement (volume 8.745m³) et de LWL 17.534m, on constate que l'on gagne très vite en inertie transversale et ipso facto en rayon métacentrique avec une augmentation de la surface de flottaison très faible, et cela bien que le BWL ait diminué.

	Modèle 1	Modèle 2
BWL maxi	4.482	3.902
Surface de flottaison	48.25 m ²	48.352 m ²
Inertie transversale	36.236 m ⁴	44.142 m ⁴ (+ 20%)
Rayon métacentrique transversal (I/V)	4.144	5.047 (+ 21.6 %)
Surface mouillée de la carène	50.119 m ²	49.576 m ²

L'IOR n'introduit pas le calcul du moment d'inertie transversal de manière mathématique, car cela eut nécessité du calcul intégral, et demandé de connaître dans l'assiette de mesure la forme exacte de la ligne de flottaison.

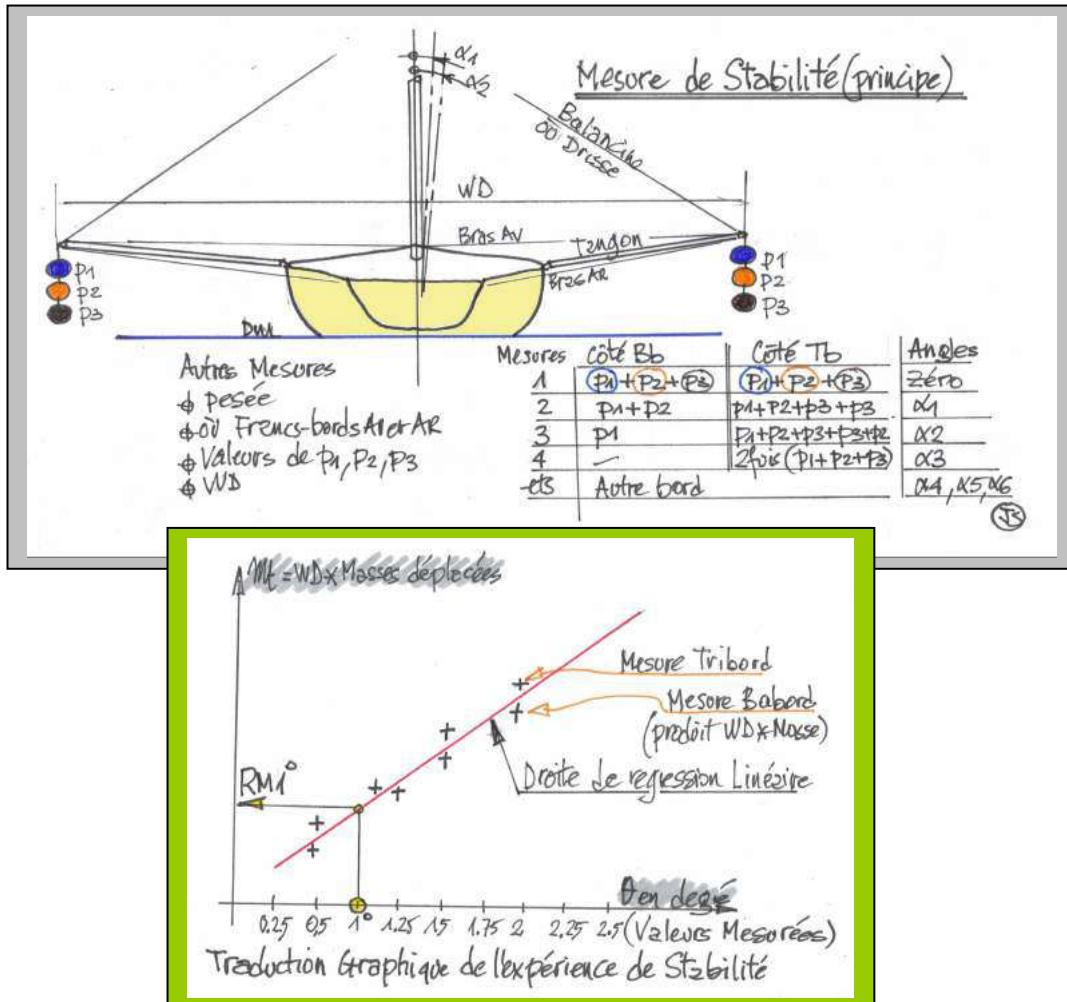
La formulation IOR traduit la notion de moment d'inertie $\iint \lambda^2 \cdot ds$ par l'expression L^*BWL^3 . Certes L^*BWL^3 est de degré 4 comme le moment d'inertie, mais cette expression ne représente pas exactement la réalité. Elle attribue une importance accrue au BWL, alors que le moment d'inertie privilégie la répartition des éléments de la surface le long de BWL et ainsi une surface de flottaison « ronde ». Cette expression L^*BWL^3 impose au final, des surfaces de flottaison très proches du losange avec tous les inconvénients qui en découlent.

La stabilité de poids dépend uniquement de la position verticale du centre de gravité. Pour l'améliorer, hormis la solution consistant à remettre du plomb ou de la matière (bulbe) dans le bas du lest ...solution qui accroît la traînée et favorise le tangage si les formes de la carène sont très fines et tendues, il faut alléger les superstructures et/ou le gréement avec le risque de rendre le bateau fragile (à moins d'utiliser des matériaux exotiques qui conduisent à un accroissement exponentiel des coûts).

L'IOR craint par-dessus tout « la descente » du centre de gravité (héritage de la fin de la jauge RORC) et le retour aux « couloirs lestés ». En une moindre mesure la culture de la côte Est des USA avec sa stabilité de forme... (Héritage culturel des Sandbaggers) l'inquiète moins. Elle favorise donc, la stabilité de forme, sous la pression des Américains, soutenus par les Français. C'est somme toute une victoire de l'école Américaine d'Architecture Navale, qui initie dès 1860 environ, ce style de carène à stabilité de forme.

Afin de pondérer entre la stabilité de forme et celle de poids, la formule IOR compare la stabilité de forme, qui est sensiblement proportionnelle à $L * BWL^3$ avec la stabilité réelle mesurée du bateau (RM 1°) en calculant l'expression :

$$TR = 15.537 * ((L * BWL^3) / RMC) \text{ ou } RMC \text{ est la notation du RM}^{40} \text{ à } 1^\circ$$



Remarquons qu'à géométrie de bateau sensiblement constante, si le CG descend, le RMC augmente et le TR diminue puisque L et BWL de bougent pas.

Par contre si la position du CG reste inchangée et que le BWL augmente un peu, l'expression TR s'accroît. Afin d'éviter les excès, TR sera limité à 35.
Il ne reste plus qu'à regarder comme TR intervient dans le coefficient CGF.

⁴⁰ Cette valeur représente le moment en (m^*Kg ou m^*daN) nécessaire pour incliner le bateau de 1°. Ce moment est déterminé par la moyenne de 3 inclinaisons comprises entre 0 et 3 ou 4° de chaque côté du bateau lors de l'expérience de stabilité.

Afin d'écarter, ou tout du moins de limiter l'influence de la stabilité de poids, le facteur CGF de la jauge IOR prend la forme suivante :

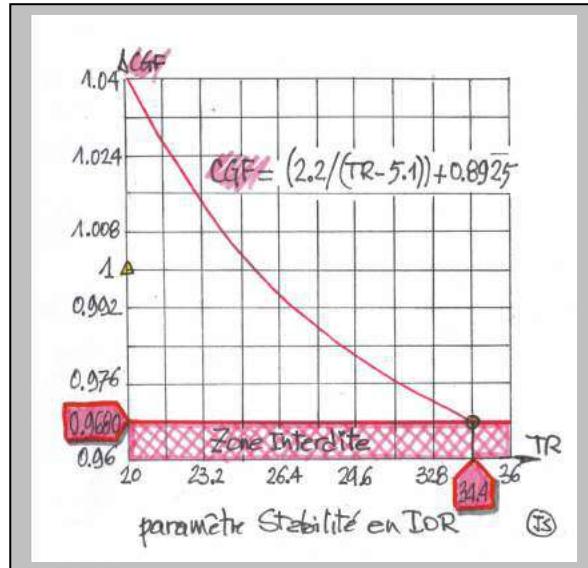
CGF = K / TR ou K représente un coefficient d'ajustement.

Cela se traduit par :

TR augmente	CGF diminue	<i>Stabilité de forme (BWL augmente)</i>
TR diminue	CGF augmente	<i>Stabilité de poids (CG descend)</i>

L'expression finale s'exprime ainsi : $CGF = (2.2/(TR-5.1)) + 0.8925$ limité à 0.9680

Le CGF augmente lorsque le CG descend et diminue lorsque la hauteur métacentrique augmente, dont acte...mais dans ce cas, les architectes se chargent rapidement de détourner la règle, évidemment à leur avantage.



Puisque la jauge IOR taxe la baisse des CG, donc la matière qui se trouve en bas, la première piste consistera à remonter tout ce qui à une masse volumique (communément nommée densité) élevée afin d'accéder au CGF minimum 0.9680. Pratiquement, sauf exception architecturale très particulière, aucun bateau de l'époque IOR n'aura un CGF supérieur à 0.9680.

En appliquant cette théorie jusqu'à l'extrême, on aboutit au remplacement de l'aileçon de lest en fonte ou en plomb par une simple planche en bois profilée.

Tout le lest nécessaire, il en faut quand même pour mettre le bateau dans ses lignes d'eau et obtenir la stabilité minimum imposée par le CGF à 0.9680, est concentré dans les fonds sous forme de gueuses de plomb.

La jauge IOR met rapidement un terme à ces excès architecturaux qui s'avèrent dangereux (au moins un chavirage tragique).

Les limites de cette première méthode étant rapidement atteinte, on s'oriente alors vers une deuxième phase.

Elle consiste dans un premier temps à :

- optimiser l'utilisation des matériaux classiques,
- puis, dans un deuxième temps, à se lancer dans l'utilisation et la mise en oeuvre de matériaux très exotiques développés notamment par l'industrie aéronautique. L'ère du Kevlar, du Carbone, du sandwich Nomex, Airex etc. débute.

Tous les architectes désirent obtenir le « CGF mini » de 0.9680. La mesure de stabilité réalisée par le jaugeur consiste donc à trouver le TR de 34.15 correspondant à la valeur de ce CGF minimal. Seuls, en définitive les matériaux font la différence...15 kg économisés sur le pont et le roof se transforment immédiatement en gueuses de plomb dans les fonds. On améliore du même coup le centrage des poids. Paradoxe, certains bateaux se révèlent malgré tout encore trop stables, dans le sens où il est impossible d'obtenir, pour quelque centièmes, « le CGF mini » ... alors l'architecte (Gilles GAHINET par exemple) stratifie tout simplement deux gueuses de 10 kg sur le pont, en plein milieu des passavants ! Cela lui évite de faire des trous dans la quille en plomb.

Conjointement à cette évolution, les « nouveaux esclaves » renaissent sous la forme d'équipiers au rappel dans les filières.

Mais si dans les jaugeages récentes (voir l'IRC), la stabilité réelle des bateaux s'est améliorée (le plomb à quitté les fonds pour redescendre dans la quille), constatons que les équipages sont toujours au rappel dans les filières.

EPF évalue le coefficient de traînée de l'hélice et du support d'hélice. Sa valeur minimale est fixée 0.96, et il est égal à 1 lorsque le bateau n'a pas de moteur. Peu de commentaire, si ce n'est qu'après les hélices repliables (bec de canard), apparaissent les célèbres MAX-PROP qui sont une version d'hélice à pas variable «tout ou rien» automatique. Des sophistications comme les arbres d'hélice elliptiques, sauf dans la zone du palier support, voient aussi le jour. Mais vu le prix de cette nouveauté et surtout sa fragilité, la règle imposera rapidement une section d'arbre circulaire. De toutes les façons, il est inimaginable de régater avec une hélice à pales fixes ou de régater sans moteur, car le poids du moteur, contribuant aussi au déplacement, offre l'avantage de réduire le rating puisqu'il est pris en compte dans le calcul du facteur EPF.

*La règle s'exploite et s'optimise jusque dans la position du moteur. L'expression EPF s'exprime par le produit EW *EPW ou EW correspond au poids du moteur, et EPW à la distance entre son centre de gravité et le milieu de LBG.*

Trois options se présentent alors à l'architecte :

- Centrer le poids (moteur au milieu du bateau), dans ce cas EPW est sensiblement égal à Zéro, comme le correcteur $EPF=EW*EPW$.
- Eloigner le moteur très en arrière (sous le cockpit), la détaxe est importante, mais le bateau se retrouvera avec une assiette sur le cul... ce qui diminuera le creux avant (partie de D), lors de la mesure à flot, et au final augmentera le rating.

- Installer le moteur au niveau du mat. On récupère une détaxe identique à la solution ci-dessus, avec une assiette plus sur le nez. Dans cette configuration le creux avant augmente et le rating diminue. On fait ainsi d'une pierre deux coups : le facteur EPF se rapproche de 0.96 et les creux augmentent. Cette solution se généralise sur tous les bateaux IOR, mais n'améliore pas l'habitabilité.

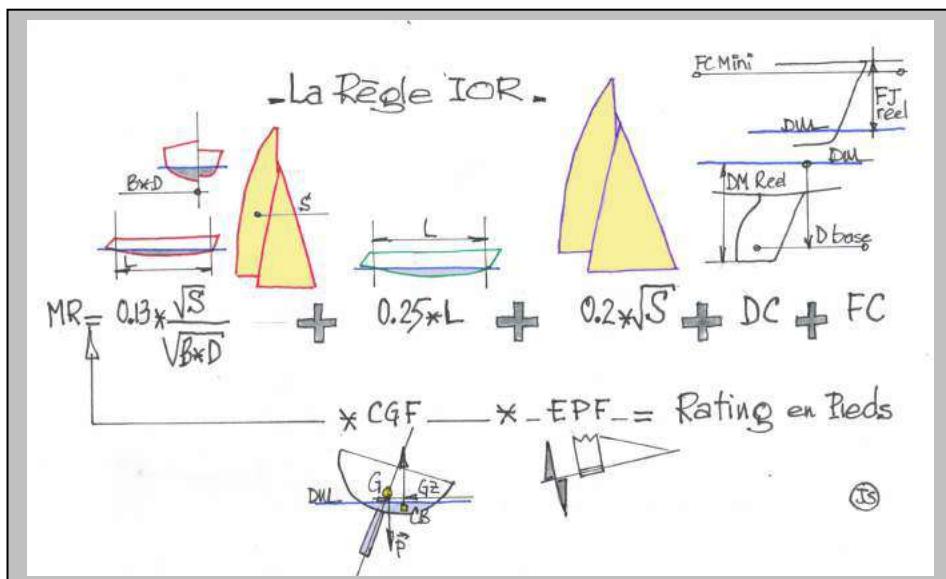
CBF est un facteur concernant la présence de dérive(s). Etant toujours supérieur à 1 il élimine les dériveurs et les dériveurs lestés de la jauge IOR

D'autres correcteurs existent, ils représentent essentiellement des pénalités dissuasives et ne sont jamais utilisés. Ils sont pris par défaut comme étant égaux à 1 dans les calculs de rating.

Ainsi chaque élément de la jauge, L, S, D fait l'objet de calculs et de paramétrages. Jamais innocentes, certaines décisions apparaîtront comme astucieuses, bien qu'elles créent un « type d'architecture », d'autres initiatives, sonnent petit à petit le glas de ce système de jauge.

Ainsi malgré plusieurs tentatives, l'IOR refusera

- l'intégration des spinnakers asymétriques,
- de remplacer la valeur de D (image du déplacement pour l'IOR) par une simple pesée à vide,
- de désindexer la surface du spinnaker de la surface du triangle avant (le trop fameux $SMW=1.8*J$ et $SPL=J$ a la vie dure⁴¹).



Finalement la règle IOR, par ses errements, mais aussi parce qu'une époque se termine, impose une architecture de bateaux larges avec des volumes aux extrémités les plus réduits possible et avec une stabilité générale très moyenne (bateau peu raide). Ce concept poussé à l'extrême ne

⁴¹ Cette règle sévit encore dans les bureaux d'architecture navale et dans bons nombres de jauge, seule l'IRC lui a tordu le cou en 2001, ce qui n'a pas été sans mal.

donne plus naissance à des bateaux rapides, ni à de beaux bateaux⁴². Le paradoxe se caractérise par la naissance presque simultanée de la classe Mini Ton (ORC) et de celle des Mini 650 (la structuration de cette classe ne se fera que dans les années 1986). La règle IOR devait permettre de dessiner et de construire des voiliers de course au large, les Mini Tons ORC se limiteront rapidement à des régates ne dépassant pas 100 milles et ne seront jamais acceptés au Fastnet, les Mini 650, traverseront entre autres l'Atlantique et possèderont leur Fastnet « français ».

Les trous de jauge

Une jauge c'est un peu comme le gruyère, il y a toujours plus ou moins de trous dans sa formulation. On appelle trou de jauge, la particularité d'une formule mathématique ou d'une écriture d'un texte qui permet à l'architecte de diminuer le rating sans affecter ou presque pas les performances du bateau.

Rechercher un rating (donc un TMF) plus bas, sans autre but qu'une baisse du rating est une opération relativement facile, il suffit par exemple de diminuer la voilure, mais cette manipulation n'a que peu d'intérêt sauf lorsque l'on ne souhaite pas dépasser une limite de rating imposée (Ton Cup par exemple). En terme de performance cette méthode n'est pas la meilleure, loin s'en faut.

L'optimisation du rating, en utilisant les trous de jauge , mais en prenant en compte les performances, impose la résolution d'équations plus complexes et correspond à une autre approche.

- L'équation de base est : Baisse de Rating = Baisse des performances.

Cette égalité paraît évidente, puisque pour diminuer le rating plusieurs voies sont offertes :

actions	effets
Réduire la surface de voilure	Baisse de vitesse dans le petit temps
Augmenter D en jouant sur le creux	Déplacement plus important
Réduire L en jouant sur les élancements et les volumes des extrémités	Abaïsser la vitesse limite théorique du bateau
Augmenter BWL	Augmenter la surface à la flottaison et le déplacement

- Une baisse du rating en diminuant les performances ne doit être envisagée que si : Les pertes de performance sont plus faibles que la baisse du Rating. C'est une évidence qui est quelque fois oubliée par les propriétaires.

La diminution du rating est facile à calculer, par contre, son incidence sur les performances apparaît plus complexe à évaluer. Dans les premières années de l'IOR, l'exploitation des trous de jauge s'avère relativement facile. Les amendements successifs introduits par l'ORC, rendent, années après années, l'opération de plus en plus complexe et surtout exagérément onéreuse.

⁴² La règle des hauteurs sous barrots minimales conduira à enlaidir les bateaux avec des dessins de roof digne de cabanes à chiens.

Un exemple : Rapidement les architectes constatent la possibilité d'augmenter artificiellement les mesures des creux AV et milieu en construisant à l'aide d'enduit des bosses ponctuelles (5 à 10mm) aux points de mesure de la jauge. De manière identique, on place au dessus de la flottaison une grosse pustule (300 mm de diamètre 25 à 35mm d'épaisseur) de chaque côté du bordé au niveau de la chaîne arrière intérieure (AIGS). Cela a pour effet immédiat de rapprocher cette chaîne de la chaîne arrière (AGS) et ainsi d'augmenter l'angle avec l'horizontale de la pente virtuelle de la voûte arrière... Et de faire croire à la jauge que le bateau possède des élancements peu importants.

JM Finot fut un des précurseurs de ce type d'opération qu'il expérimenta avec succès en 1979 sur le ½ Ton de Patrick Elies.

La baisse de rating est immédiate, « la jauge » voyant un bateau plus volumineux (D augmente) avec une surface mouillée plus importante. Dans la réalité, on perd un peu de vitesse car les bosses (2 à l'avant et 6 au milieu) perturbent les écoulements, mais le bilan est très largement positif. Dans le cas des bosses en AIGS, les performances ne sont nullement altérées, puisque sauf à la gîte, cette partie de la coque n'est pas dans l'eau.

L'ORC bloque immédiatement (c'est à dire au bout d'une saison) ces velléités architecturales en introduisant des mesures de rayons de courbure du bordé ($R = k * B$) au niveau des points de mesures. L'effet fait évidemment disparaître l'ensemble des bosses ponctuelles, mais conséquences perverses, il uniformise immédiatement toutes les carènes IOR à un standard obligatoire qui correspondant au « rayon de courbure minimum ». Les architectes appliqueront systématiquement ce standard dans leurs dessins.

L'ORC ajoute aussi en 1982 un nouveau paramètre (BAPSL) dont le rôle est d'établir pour chaque bateau la limite basse de l'angle de sa voûte. Là encore la règle impose son dessin et contribue de plus en plus à mettre tous les bateaux dans un moule identique. Aujourd'hui un oeil averti reconnaît sur un terre plein les carènes IOR. Certaines sont réellement des caricatures de formes hydrodynamiques. Il faut dire qu'à ce jeu des bosses et des rayons de courbures, certains dessins seront particulièrement ratés, n'est pas architecte qui veut.

Les VPP prédateurs de la Jauge

Dans ce jeu du chat et de la souris, vient se mêler un nouveau protagoniste, le VPP (Velocity Prediction Program). Quelques rares architectes, par l'intermédiaire des bateaux de la Coupe America utilisaient déjà les bassins de carène. Ils présentent un excellent moyen de quantification des évolutions d'une carène mais restent par contre très dispendieux (15000 à 20000 €/jour). Ils imposent en effet de fabriquer plusieurs maquettes, et de réaliser des tests comparatifs, en utilisant des coefficients d'échelle, qui, si ils sont mal appréciés ou mal manipulés, aboutissent à des conclusions aberrantes.

Le VPP est un outil d'analyse physique, aérodynamique et hydrodynamique du bateau sous voile. Il prend en compte la gîte, les performances des formes latérales des appendices, celles des voiles (en partie) et calcule les fameuses polaires de vitesse. Le VPP ne produit pas les valeurs des vitesses absolues pour chaque allure et force de vent, mais il renseigne rapidement sur les différentiels de vitesse entre deux modèles légèrement différents. Les VPP associés aux calculs de rating, permettent aux architectes d'optimiser rapidement leurs carènes.

Les Ton Cup spécialisent l'IOR

Suivant l'exemple lancé par la jauge RORC, l'ORC s'orientent vers les Ton Cup (Mini-Ton, Quarter, Half, ¾, One, Two tons). Ce choix de régater à rating fixe paraît intéressant au

niveau médiatique car le premier bateau à franchir la ligne d'arrivée est obligatoirement le vainqueur. Mais ce choix conduit certains propriétaires à faire des coups, en prenant en compte les conditions météorologiques et de mer particulières au plan d'eau choisi plus de huit mois auparavant comme site de l'épreuve. Cette attitude se développera et conduira à des optimisations encore plus poussées avec la jauge IMS. On aboutit, entre autres, ainsi à choisir un lest pour une compétition.

C'est certes un pari, mais il est souvent gagnant et les VPP deviennent l'outil indispensable de cette démarche.

L'IOR un colosse au pied d'argile ?

La perte d'audience, somme toute assez rapide de l'IOR est généralement attribuée aux trous de jauge dans les formules, aux performances, et à la diffusion des ordinateurs mais aussi aux nouvelles technologies industrielles. Certes ces facteurs contribuèrent largement à sa décadence, mais ils ne représentent que la face visible de la descente aux enfers.

Une analyse approfondie montre que bien d'autres facteurs participeront directement ou indirectement à rendre cette vie relativement courte (1971-1991).

Même si en 1991, l'ORC annonce encore environ 3500 bateaux jaugés IOR (6000 en 1987) dans le monde, il faut savoir que derrière ce chiffre qu'il y a 80 à 90% de certificats nationaux émis presque systématiquement par les Autorités Nationales pour régater exclusivement localement.

En fait les faiblesses de l'IOR sont largement antérieures à sa naissance et à son lancement.

Dans les années 1965, la jauge Rorc n'est plus aussi fiable qu'à ses débuts, ou que dans les années 1950/60. On attribue les difficultés de la jauge Rorc, au fait que la stabilité des bateaux n'est pas mesurée scientifiquement, mais simplement évaluée empiriquement⁴³. Beaucoup pensent aussi qu'une remise à jour technique de la jauge Rorc réglera et aplanira toutes les difficultés.

La jauge Rorc appartient aussi à un club qui en assure la gestion et l'évolution technique, cette propriété représente et donne un pouvoir considérable. Les Américains (et d'autres), souhaitent mettre fin en douceur à cette hégémonie, quitte à sacrifier la jauge CCA. L'ORC naît ainsi, plus comme un organisme de pouvoir politique, que, comme une véritable entité technique. D'ailleurs l'ORC délègue rapidement ce pouvoir technique aux architectes qui s'accordent sur une formule consensuelle très conservatrice. Le choix de la formule du Rorc comme base de travail, même légèrement modifiée ne rencontre aucune opposition.

L'option consistant à introduire la mesure de stabilité empruntée au CCA, ramène les suffrages de tout ceux qui ne supportent plus l'empirisme de la jauge du Rorc dans ce domaine. Pendant ce temps, les politiques, dans une sorte d'euphorie; n'est ce pas la première fois que l'on parle d'une jauge mondiale pour la course au large, se distribuent les rôles et les pouvoirs dans cette nébuleuse que deviendra l'ORC.

Comme souvent dans ces créations d'entités politiques, chacun avance ses pièces, sans annoncer réellement la couleur, avec le secret espoir de rafler la mise un jour prochain. Les décisions techniques importantes, qui doivent être au centre des discussions, restent occultées car personne ne souhaite lancer un débat risquant de devenir une source de conflit. Au final,

⁴³ Pour la petite histoire, la jauge Rorc permettait de déduire les poids dans les hauts (défavorable à la stabilité), ce qui autorisait la déduction des quelques grammes de plomb contenus dans le minium de plomb utilisé dans les années 60 comme apprêt pour le bois.

l'IOR est une formule sans beaucoup d'ambition, gérée en toute autonomie par un groupe d'architectes influents, sous l'œil d'administrateurs politiques qui passent leur temps à se contrer ou tout du moins à se neutraliser. Le scénario de l'introduction de la jauge IMS lors du remplacement de la jauge IOR suit un chemin identique. Les acteurs restent les mêmes, bien que l'époque soit très différente. Dans ce remake, l'épilogue montrera une crédibilité de l'ORC sérieusement écornée en matière de jauge.

La jauge Rorc, à sa création, correspond au désir de parcourir les océans en régate. Sa structure en trois parties juxtaposées traduit cette volonté. Au fil des ans, alors que les bateaux deviennent de plus en plus sûrs et performants, l'océan se retrouve rétréci pour devenir régate inshore, au mieux course de 24 ou 48H. Le passage à l'IOR amplifie cette tendance qui n'échappe pas aux architectes et aux équipages. L'Open relancera ce goût du large, mais la tentation de revenir régater près des côtes reste toujours très forte.

Le Large s'éloigne de l'IOR, comme de l'IMS, qui lui succède. La plus grande course Offshore (Withbread) débutera en IOR, puis abandonnera toute référence à la jauge pour se lancer avec succès dans l'aventure des Box Rules.

Dans ce contexte de régates courtes, rapides, pourquoi prendre des pénalités de rating en concevant des bateaux lestés, raides à la toile (CGF > à la « norme » IOR imposée), lorsque l'on peut obtenir un résultat identique, en ayant finalement un rating plus faible, en installant 4 ou 6 équipiers de plus au rappel dans les filières 24H/24 pendant deux jours. Il est évident que si cette situation doit perdurer 8 jours, le moral de l'équipage s'en ressent tout comme l'état de leurs augustes arrières trains.

L'IOR apparaît finalement comme un monument construit sur du sable, sans fondations solides, chacun des acteurs pense que l'autre possède les outils de sa stabilité et vice-versa. L'IMS, nous le verrons, participe à la perte d'audience de l'IOR. L'abandon progressif de la jauge IOR par les propriétaires favorise la création et la percée du CHS⁴⁴ en 1983. Le CHS est à l'origine qu'une tentative du Rorc et de l'UNCL de créer une « cruising division » pour la course Cowes Dinard, afin d'endiguer la chute des inscriptions dans cette course estivale. La nature ayant horreur du vide, le CHS s'immisce et comble rapidement l'espace laissé libre par l'IOR, et que l'IMS ne saura jamais occuper. Fort de ce succès le CHS abandonne ses habits régionaux pour devenir IRC en 2000.

DOSSIER TECHNIQUE – Bateaux ayant exploités la Jauge IOR ou Rorc ou encore CCA... ou le rating rend fou

Tout système fondé sur des formulations mathématiques possède obligatoirement des zones plus ou moins définies. Dans la pratique, personne ne s'en soucie car on laisse le « bon sens » assurer le rôle de garde-fou. Un exemple simple permet d'illustrer cela ; les Ketchs et les goélettes sont, à rating égal (ou presque) autorisés à porter des voiles d'étaï et des spinnakers entre les deux masts ou sur les deux masts. La voile d'étaï est limitée en surface, mais elle bénéficie en IOR d'un avantage de 30% en surface par rapport à sa surface réelle.

Dans la pratique l'auto régulation fonctionne correctement, les architectes se limitant, pour ce type de bateaux, aux habitudes architecturales.

« CASCADE »

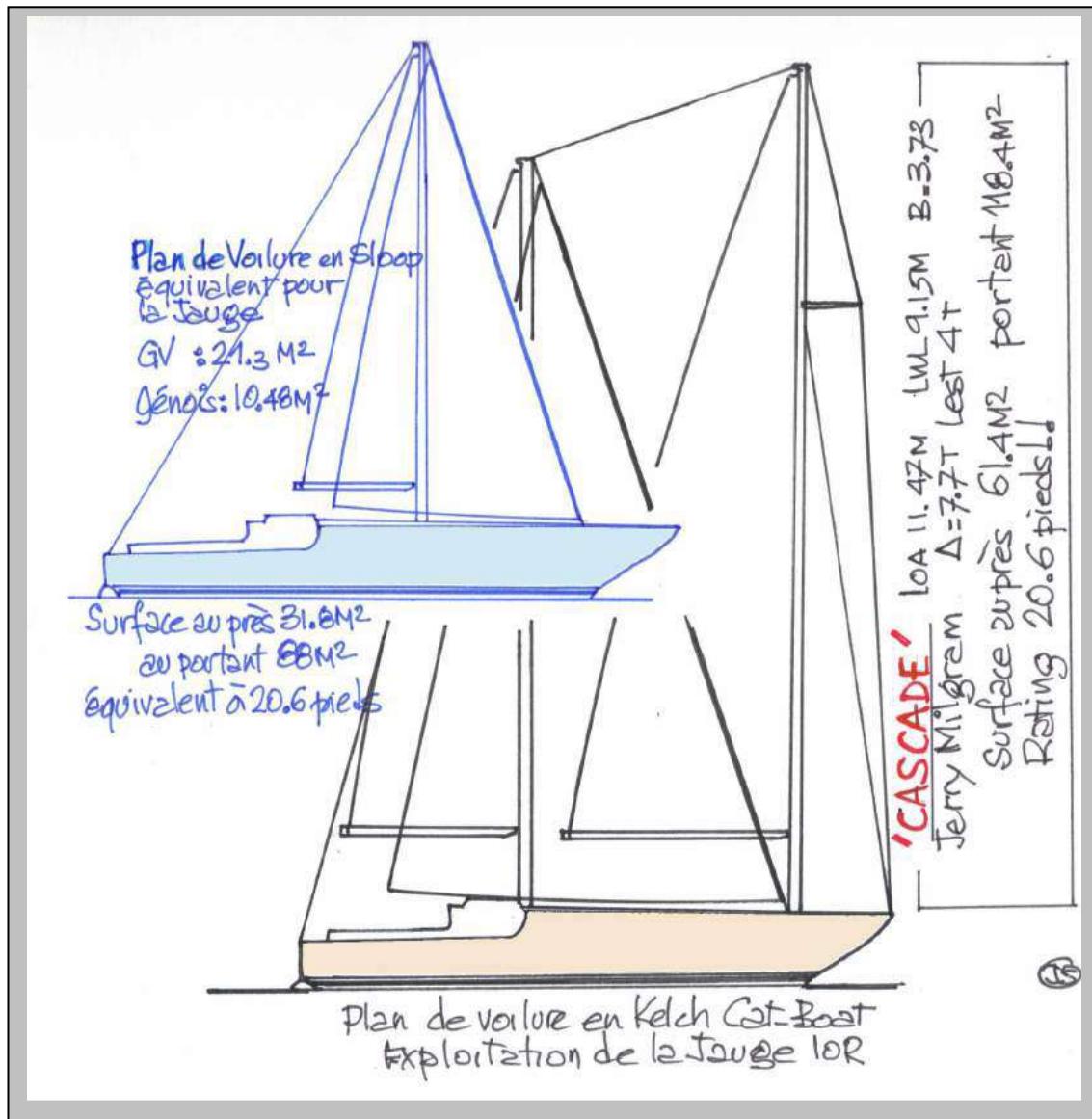
On se souvient que dans le but d'augmenter la surface des grand-voiles par rapport à celles des génois, la jauge IOR « offre » 30% de surface gratuite de grand-voile comptabilisée dans le

⁴⁴ CHS (Channel Handicap System) jauge créée en mai 1983 conjointement par le Rorc et l'UNCL.

paramètre *S* du calcul du rating. A partir de ce constat et d'une étude d'efficacité sur les génois à grandes surfaces, Jerry MILGRAM, professeur d'Université de son état, lance le projet d'une goélette gréée en cat-boat ou presque.

Rapidement et après quelques essais, il imagine un bateau aux caractéristiques proches d'un One Tonner, à savoir :

- LOA : 11.47m
- LWL : 9.15 m
- B Max : 3.73 m
- Déplacement : 7.7 t
- Lest : 3.5 t



Le plan de voilure qu'il propose permet les surfaces réelles de voile suivantes :

- *GV (mat avant)* : 37.3 m^2
- *Voiles d'étai* : 57.0 m^2
- *GV d'artimon (mat AR)* : 21.1 m^2
- *TOTAL au près* : 61.4 m^2 - *2 GV* : (118.4 m^2 avec la voile d'étai, 2GV et la Voile d'étai)
- *Spinnaker* : pas de spinnaker

Dans cette configuration le rating IOR se chiffre à 22.8 pieds, ce qui correspond sensiblement 1.1 pieds de plus de rating que celui de Half-tonner (21.7 pieds à l'époque)

Jaugé conventionnellement suivant les critères dit « normaux » (IGV + 1 génois + 1 spi) en application de la règle IOR pour 22.8 pieds, on obtiendrait des surfaces de l'ordre de:

- *GV* : 25 m^2
- *Génois* : 24 m^2
- *Spinnaker* : 50 m^2
- *TOTAL au Près* : 49 m^2 (au portant 75 m^2)

Le gain de surface obtenu avec le plan de voilure en goélette cat-boat est de 20% au près (41% au débridé) et de 36 % au portant.

Jerry MILGRAM avait inventé la Goélette « cat-boat ». En d'autres termes plus parlant, Jerry avait tout simplement, détourné la règle IOR et réussit à dessiner une coque de One-Tonner avec un rating de 22 pieds !!!! Même si les performances ne sont pas exactement au rendez-vous de l'idée, la marge de rating suffit pour tout gagner.

TMF (22') : 0.8981

TMF (30.5') : 1.0195

Soit une différence de 7,28 minutes par heure de course.

Utopie ou réalité ? Réalité, puisqu'au SORC 1973, la victoire ne lui échappe qu'à cause d'une bouée contournée dans le mauvais sens, ce qui fera dire à un observateur éclairé « Si ce bateau marche aussi bien qu'il est laid, il sera certainement très rapide ».

Le SORC se déroule traditionnellement fin janvier en Floride et préfigure, à l'époque, la saison offshore IOR, la suite se déroulant durant la période estivale Européenne. L'ORC quelque peut affolé par ce vilain petit mouton noir, pourtant issu directement de l'écriture de la règle IOR (aucune règle n'était enfreinte) pénalisera arbitrairement le bateau de 11% environ, ramenant l'avantage à 55 secondes par heure de course. L'ORC ne dispose d'aucun autre moyen de « corriger » le rating, puisque l'intervention nécessite de modifier la règle IOR, modification possible que lors du congrès annuel de Londres. Finalement de pénalité arbitraire en pénalité non moins arbitraire, le rating évoluera de 22.8 pieds à 27.2, ce qui eu pour effet immédiat de couper les ailes de cet oiseau.

Si l'IOR sort apparemment indemne de cette aventure, l'utilisation de taxations arbitraires introduit un début de doutes sur cette jauge, qui au final apparaît bien fragile aux yeux de beaucoup de monde.

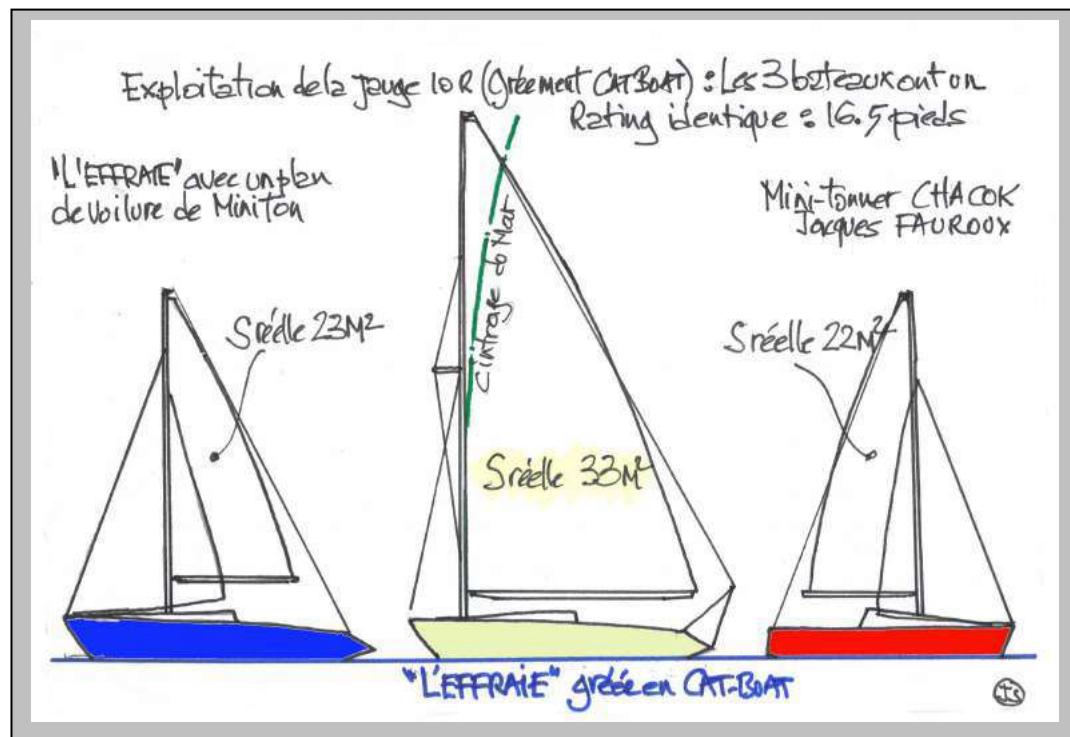
« L'EFFRAIE » F6974

En moins extrême, mais toujours en exploitant la formulation mathématique de la règle IOR, le Français Patrick Philippon tente le pari du Cat Boat pour la première Mini Ton Cup (1976). Pari qui n'est techniquement pas si simple à mettre en œuvre sur un bateau de la taille d'un Mini Tonner (environ 6.5m à 7.5m). Ce qui paraît simple sur un Finn (mat auto porté encastré, donc sans haubanage) n'est pas applicable sur un bateau de 1 tonne de déplacement, avec les matériaux de construction des masts des années 1970/80. Le carbone est inconnu à l'époque⁴⁵ ou tout du moins encore sur les paillasses des laboratoires.

L'EFFRAIE se présente à la jauge avec une grand-voile de 33 m² comme toute voilure (pas de spinnaker, pas de gennaker ou foc).

A rating égal un Mini Tonner conventionnel possède :

Grand-voile : 10 m², Génois : 13 m², Spinnaker : 23 m²



⁴⁵ Il faudra attendre presque 20 ans pour que les masts autoportés soit utilisés en course au large (Crazy Coyote en IMS, sans trop de succès surtout à cause de la règle IMS) et « Ocean Planet » skipper par Bruce Schwab lors du VENDEE-GLOBE 2004/2005.

Architectes : Thomas Wylie Design Group

Chantier : Schooner Creek Boat Works, Oregon

Matériaux : Bois, Carbone, Kevlar

Mise à l'eau : avril 2001

Milles parcourus : 65 000

Longueur : 18,28 m **Largeur** : 3,80 m **Tirant d'eau** : 4,50 m **Déplacement** : 8,6 t

Voilure au près : 204 m² **Voilure au portant** : 465 m²

Gréement : sloop, mât carbone rotatif de 26 m autoporté

Armé par un excellent équipage, L'EFFRAIE remporte cette première Mini Ton Cup. Ce championnat se déroule au mois d'Août à DEAUVILLE dans des conditions météorologiques anticycloniques (petit temps et au final beaucoup de reaching) avantageuses pour ce type de gréement.

Le Congrès de novembre 1976 s'empresse d'amender la règle en imposant des limitations, dont le but est d'exclure ce type de gréement.

L'idée de Patrick PHILIPPON avait déjà été expérimentée quelques mois auparavant par Michel JOUBERT jamais en retard sur un « bon/mauvais » plan.

Les réflexions de Michel JOUBERT aboutissent à une sorte de One Tonner baptisé « PAUL ». Ce grand Cat Boat de 12 mètres environ plus proche de SUBVERSION (autre plan JOUBERT ayant défrayé la chronique des scandales) que des canons officiels de l'IOR, est équipé d'un mat construit sur une base d'un tube de lampadaire municipal.



Photo Gilbert Le Cossec

De section circulaire et de profil conique, mais néanmoins en alliage d'aluminium, son comportement en mer apparaît dès les premiers bords comme original surtout au niveau de la tête de mat qui se comporte comme une canne à pêche avec un saumon de plusieurs livres ferré au bout. Bernard NIVELT, déjà compère dans les bonnes (?) idées, se souvient d'être grimpé en haut du mat armé d'une perceuse (avec fil à l'époque) afin de fixer un hypothétique double guignol et d'avoir eu le sentiment que ce satané mat ne rêvait que de le désarçonner. L'expérience cat-boat sera une réelle Bérénice maritime.

Ce bateau effectuera un rapide tour de piste à La Rochelle pour se retrouver une fin d'après-midi sur le terre-plein du port. Ce qui fera dire à Michel JOUBERT « j'ai dessiné et fait construire sur mes propres deniers, le bateau qui historiquement a fait le moins de milles dans l'eau ». Déquillé rapidement, il finira à la décharge municipale traîné sans son lest –il n'avait pas de remorque- et sans ménagement derrière la Cadillac décapotable de Michel JOUBERTVae victis.

En fait, au près, ce type de gréement permet d'obtenir un bateau équilibré, par contre au portant, le centre de poussée (Grand-voile) entièrement déporté et excentré, rend le bateau très instable. Le mat n'étant pas autoporté, il est tenu par un gréement dormant complexe ou les trois cadènes (étai et deux haubans) ont peu de « pied » du fait de la position très avancée du mat (1.5 mètres de l'étrave).

Vingt ans plus tard, les mâts autoportés réapparaîtront, mais les architectes abandonneront la version Cat-boat, pour le gréement en sloop, offrant un équilibre vénique très différent.

On remarquera, sur la photo, la « mollesse » de l'étai, du guignol, du bas-étais et aussi le pylône arrière destiné à frapper le pataras..... étrange équipage. Michel Joubert est assis à gauche de l'équipier debout qui se cramponne à la bastaque. On perçoit qu'il soit dubitatif sur l'efficacité de la chose.

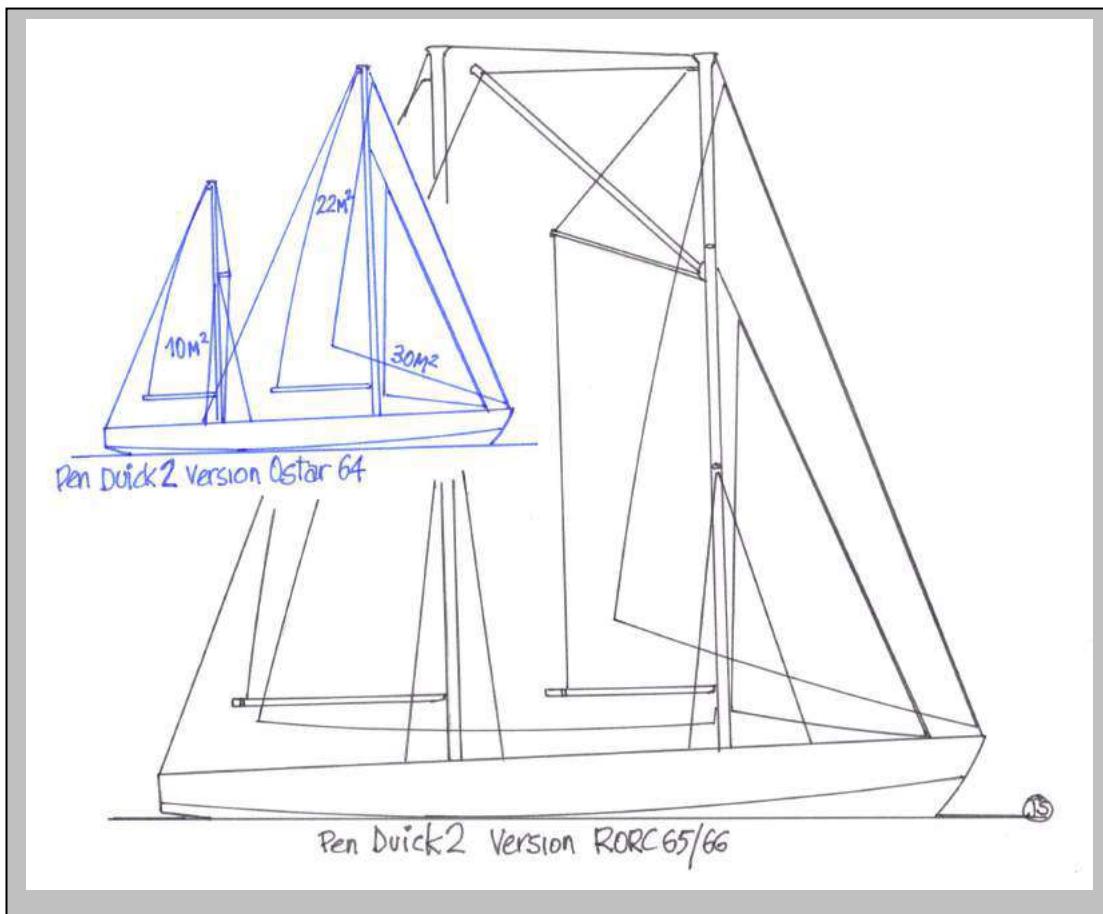
«PEN DUICK 2 et PEN DUICK 3 »

Sans que cela nous éloigne de notre sujet de départ, revenons pendant quelques lignes sur la Jauge RORC avec PEN DUICK 2 et PEN DUICK 3 sur celle du CCA avec Storm.

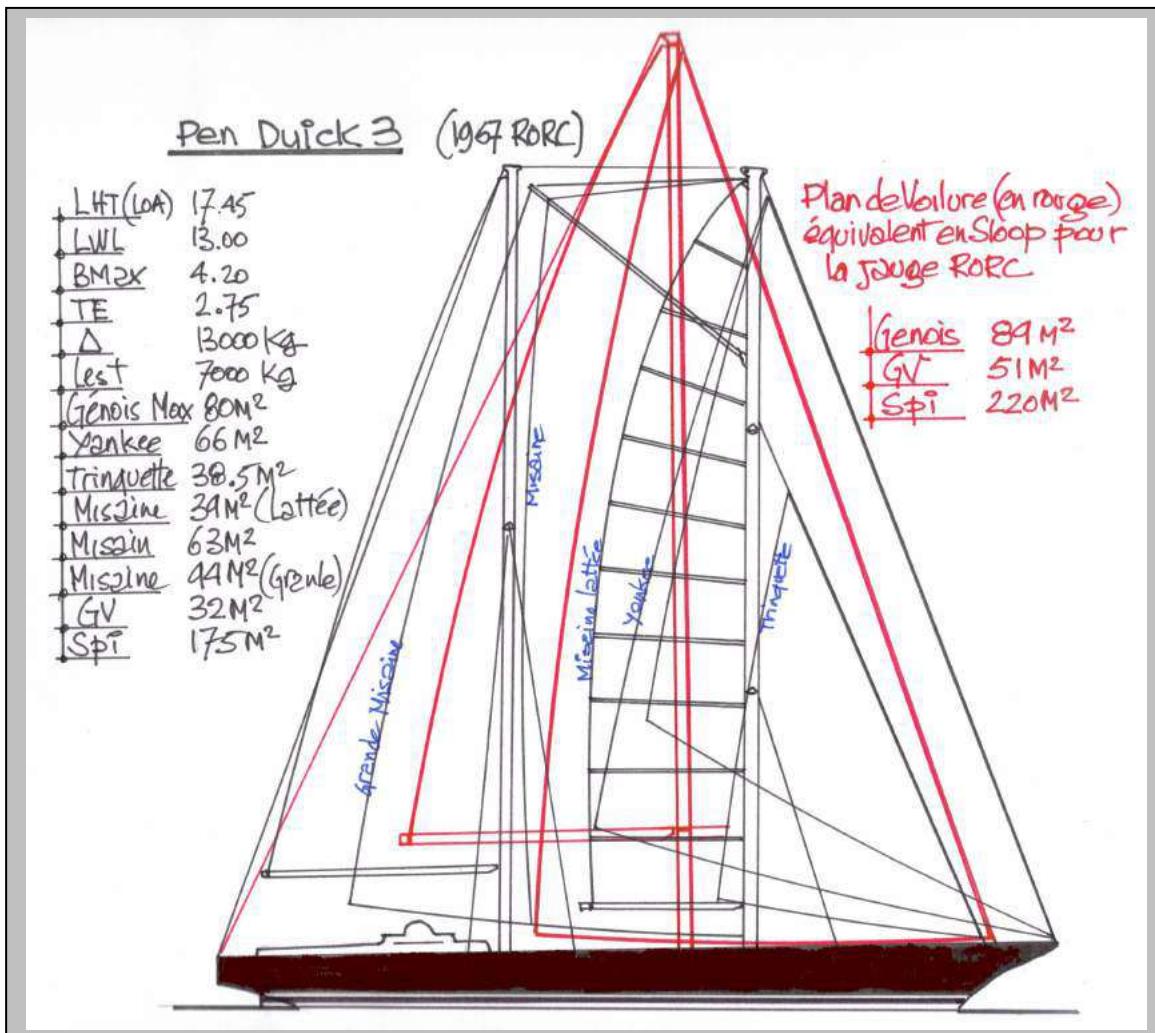
Lors de la conception de PEN DUICK 3 et suite aux évolutions qu'il a mené sur PEN DUICK 2, Eric TABARLY repère dans la jauge RORC (1967) que si une voile de misaine lattée enverguée sur le mat et la bôme est très taxée, une grand-voile de misaine identique dont la bôme est remplacée par un whisbone ne l'est pratiquement pas. L'interprétation du texte de jauge permet ainsi de gagner quelques 60 m² de voilure.

L'expérience s'avère concluante car elle permet à PEN DUICK 3 de rassembler presque toutes les Coupes de la saison 1967. Pour expliquer ce gain de surface, non pris en compte par la jauge, il faut comprendre que la règle de jauge RORC considère que la surface de voile d'une misaine, prise en compte dans la règle représente au maximum la moitié de la surface existante entre les deux mats d'une goélette. Mais elle laisse la liberté d'envoyer n'importe quel type de voiles entre ces deux mats. Enfin le législateur de l'époque, se dit, pourquoi limiter une quelconque voilure entre les deux mats, car bien malin celui qui arriva à faire tenir et porter une voile démesurément grande...Il suffisait qu'Eric TABARLY transforme la corne des voiliers auriques en whisbone pour contourner l'impossible. Il est vrai qu'il a, à l'époque, une certaine expérience avec PEN DUICK 1. Le RORC annihilera toute cette imagination lors des

réunions de Londres de 1967/1968 en ajoutant tout un lot de règles contraignantes interdisant ces pratiques.



Entre la surface de voile de Pen Duick 2, version OSTAR 64 et celle de Pen Duick 2 version RORC de 1965/66, il y a des mètres carrés de tissus de différence. Cette transformation, antérieure à celle réalisée pour courir en jauge CCA au USA, servira de validation du concept avant son « application à l'échelle 1 » en 1967 sur Pen Duick 3.



« STORM »

Toutes les jauge à formules sont par principe la cible d'attaque d'architectes imaginatifs, soutenus financièrement par des propriétaires passionnés par ce jeu de poker. En effet, garder la main heureuse ne dure pas très longtemps, tout au plus une saison, car le concepteur de la jauge, sous la pression des autres propriétaires et des architectes (qui n'ont pas eu l'idée) souhaitent le plus rapidement possible verrouiller la règle afin d'interdire ces initiatives architecturales.

Dans les années 1950, sur la côte Est des USA, STORM a défrayé la chronique de la voile avec son gréement en ketch et sa grand-voile de misaine de 7m², sachant que le bateau mesure 12.60m pour 7.9T de déplacement.

Les dessins ci-contre, montre bien l'analyse de l'architecte. Il constate que la jauge CCA affecte une pondération aux surfaces des voiles en fonction de leur efficacité et de leurs possibilités d'utilisation en navigation.

Cette pondération se chiffre de la manière suivante :

- Génois : 108%
- GV misaine : 78%
- GV artimon : 30%
- Voile d'étai : 7%

Cela donne pour un plan de voilure classique :

$$\text{Génois } 55.5 \text{ m}^2 \times 108\% = 59.9 \text{ m}^2$$

$$GV \ 34 \text{ m}^2 \times 78\% = 27.01 \text{ m}^2$$

$$\text{Total A} : 86.5 \text{ m}^2 \text{ pour une surface réelle de } 89.5 \text{ m}^2$$



Pour une voilure « adaptée » exploitant la pondération de la règle CCA, l'architecte obtient :

$$\text{Génois } 57.61 \text{ m}^2 \times 108\% = 62.22 \text{ m}^2$$

$$GV \ 7 \text{ m}^2 \times 78\% = 5.46 \text{ m}^2$$

$$GV \text{ artimon } 12.2 \text{ m}^2 \times 78\% = 9.53 \text{ m}^2$$

$$\text{Voile d'étai } 25 \text{ m}^2 \times 7\% = 1.75 \text{ m}^2$$

$$\text{Total B} : 78.96 \text{ m}^2 \text{ pour une surface utilisable de } 101.83 \text{ m}^2 \text{ soit } 12.33 \text{ m}^2 \text{ de voilure « gratuite » pour la jauge.}$$

Gain en surface au sens de la jauge : Total A – Total B = 14.85 m² qui n'est pas pris en compte pour le calcul du rating.

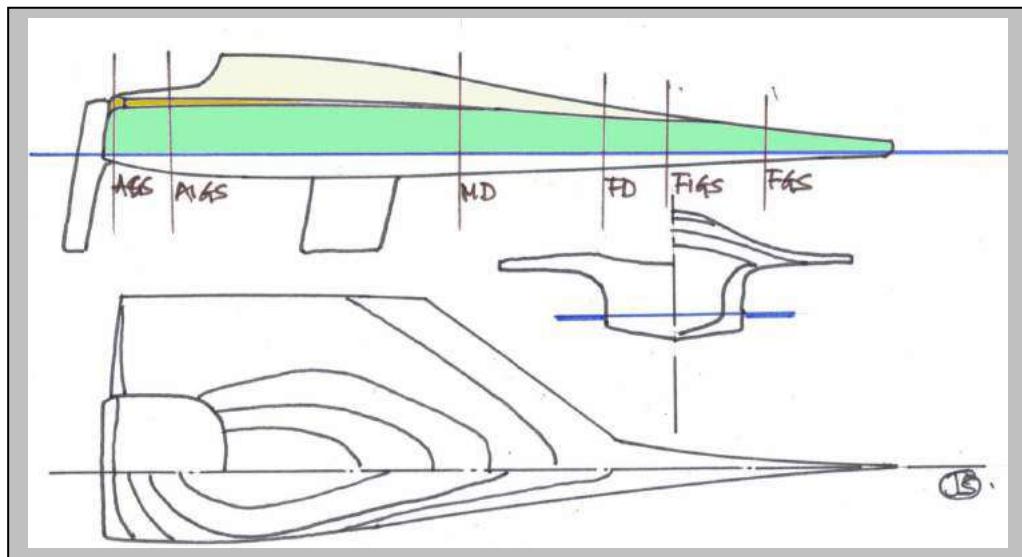
Ce détournement de l'esprit de la règle correspond à une baisse impressionnante de rating de l'ordre de 20%(! ! !) et rend le bateau imbattable quelque soit les bords qu'il tire. Vous objecterez « A vaincre sans péril, on triomphé sans gloire »... mais quand même.....

Rapidement la jauge CCA impose une surface de grand-voile minimale afin que tout revienne dans l'ordre ...moral.

DELIRE SUR UNE PLANCHE A DESSIN

Dessin d'un architecte dont la postérité n'a pas retenu le nom. L'histoire ne précisera jamais si :

- 1- *Le bateau a été vraiment construit.*
- 2- *Si il a été effectivement jaugé en IOR.*
- 3- *Enfin si il a navigué ou enfourné à la première vague....*



Aurait-on pu sauver la jauge IOR ?

L'évaluation du déplacement du bateau, comme celle de la surface de la flottaison prise en compte dans les calculs de stabilité, représente les principaux points faibles de l'IOR. Toute la communauté participant à la vie de l'IOR connaît évidemment ces problèmes. Le déplacement calculé ne correspond pas au déplacement réel et introduit toute une série d'anomalies connexes, à commencer par la stabilité qui dépend du déplacement. La forme en losange de la surface de flottaison imposée par le calcul L^*BWL^3 conduit à fabriquer des bateaux de plus en plus extrêmes en terme de matériaux et de formes.

Bernard NIVELT qui sera un temps membre du Technical Committee de l'ORC propose de peser les bateaux en utilisant des pesons électroniques, quitte à compenser avec des forfaits de poids, les équipements embarqués et les équipiers. Les lobbies Américains au sein de l'ORC s'opposent à cette proposition, sans aucune raison techniquement valable. Le calcul du célèbre DSPL⁴⁶, associé au paramètre D, continue ainsi sa route paisiblement, bien que tout le

⁴⁶ DSPL : déplacement pour la jauge IOR.

monde sache que le résultat de ce calcul est foncièrement erroné et éloigné de la réalité du déplacement réel.

D'autres proposent de modifier, à la fois le système de mesures formes arrières, afin de mieux évaluer les volumes, et la formulation mathématique du moment d'inertie transversal. Dans ce cas aussi, les tentatives avortent.

Il était sûrement possible de sauver techniquement cette jauge, mais il n'existe aucun volonté politique pour mettre en œuvre des réformes, somme toute drastiques.

En réalité la Jauge IOR, prolongement naturel de la jauge Rorc, arrive techniquement à son terme. Les nouvelles techniques de constructions, associées aux nouveaux matériaux de construction lui portent un coup fatal, d'abord en augmentant exponentiellement le coût des bateaux, ensuite en mettant en évidence que sa structure de contrôle (liée au fonctionnement de l'ORC) ne peut pas intégrer les évolutions des mentalités des propriétaires de cette époque.

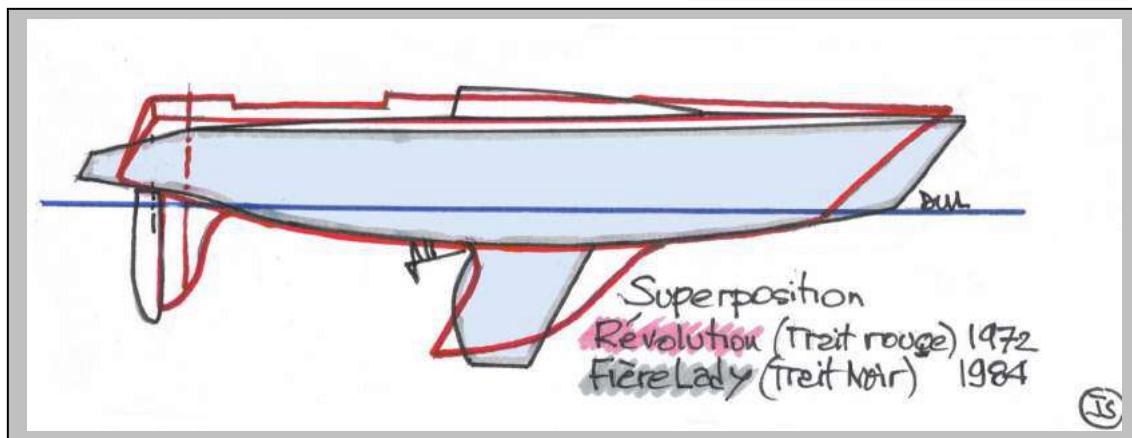
Une vraie réflexion de fond s'imposait, mais le pouvoir tel qu'il était distribué au sein de l'ORC, l'interdisait de fait. L'IMS, nous l'avons déjà écrit, est trop avancée dans ses développements, mais aussi déjà trop hégémonique, pour que l'ORC écoute le coureur d'en bas. Disons pour conclure, que trop d'intérêts, d'ailleurs plus techniques que financiers, et des pratiques culturelles différentes, se révèlent finalement totalement inconciliables.

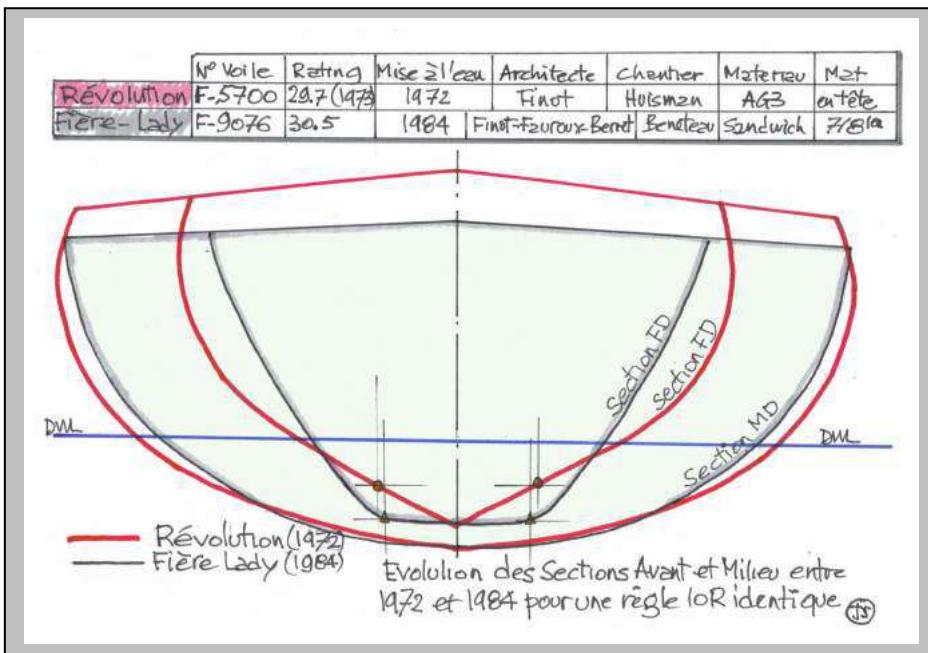
L'évolution architecturale des bateaux IOR entre la création de la règle en 1971 et son abandon au début des années 1990.

Il y a beaucoup à dire et à écrire sur ce sujet, nous ne prendrons que deux exemples qui font référence à des bateaux qui marqueront leur époque :

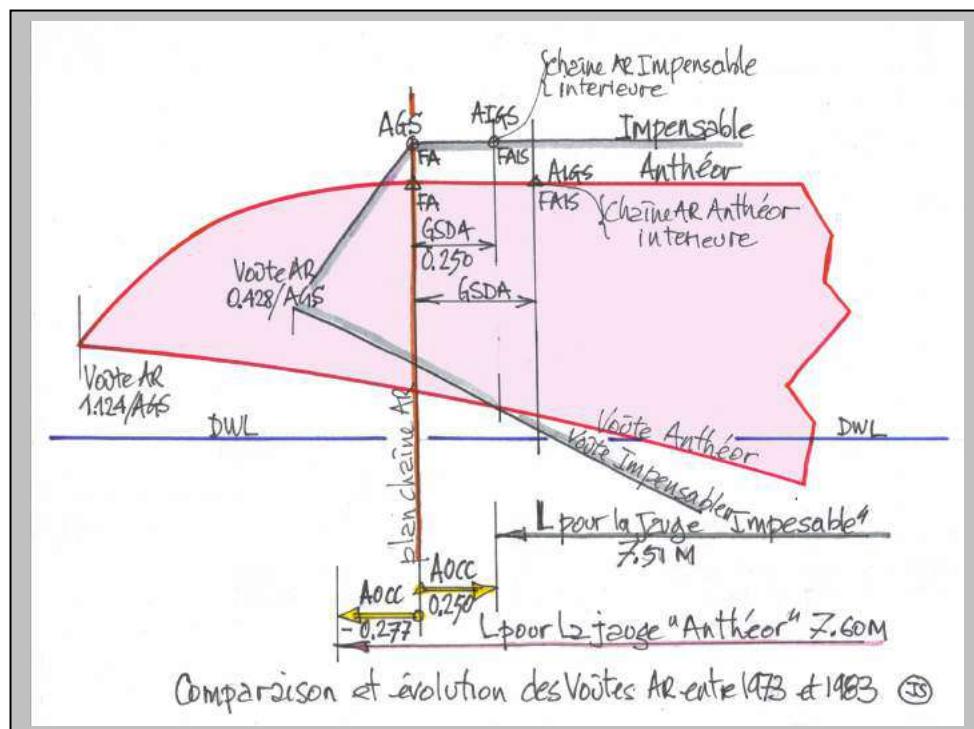
- REVOLUTION (le nombre de coupes gagnées par son skipper JL Fabry, ne tient pas sur le dessus d'une cheminée, si grande soit elle) et FIERE LADY barré par Eric Duchemin pour l'ADMIRAL'S CUP de 1985. On note que pour ces deux bateaux JM Finot ouvre, tout seul pour la conception de REVO, et en partenariat avec Jean Berret et Jacques Fauroux pour celle de FIERE LADY. Rappelons aussi qu'entre ces deux bateaux, outre les formes, le matériau de construction a radicalement changé, passant de l'alliage d'aluminium au composite verre/mousse.

REVOLUTION & FIERE LADY



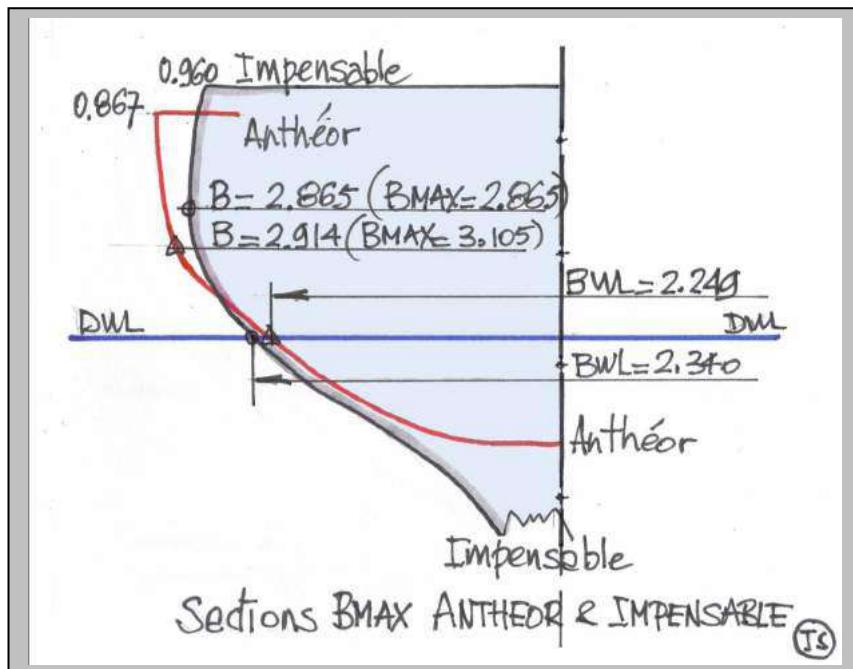


- IMPENSABLE et ANTHEOR dessinés respectivement par André Mauric et Daniel Andrieu. IMPENSABLE sera le prototype du First 30, qui marque le début du chantier Bénéteau dans le domaine de la voile et de la course au large. ANTHEOR représente les dernières évolutions des Half-tons.



La recherche de l'optimisation des formes afin d'obtenir des avantages en termes de rating est absolument évidente (formes avant : ceux mesuré maximal au 1/10^{ème} de B/axe). Alors que les francs-bords se stabilisent au minimum imposé par la règle IOR, les élancements croissent. L'augmentation résultante de la longueur pour la jauge (LBG puis L calculé) étant compensé par le gain de creux (D) et les formes arrières travaillées.

ANTHEOR & IMPENSABLE



Les congrès de l'Offshore Racing Concil⁴⁷

Durant les grandes années IOR, les congrès de l'ORC, prononcer « meeting » dans la langue de Shakespeare, se tiennent immuablement à Londres, tout comme le congrès annuel de l'ISAF (IYRU à l'époque des années 80).

Puis au début des années 90, calcant l'ISAF qui se déplaçait au grès des invitations des grandes capitales mondiales, l'ORC tint son congrès dans ces mêmes villes.

Bien que la ville ait en apparence très peu de valeur significative dans la tenue d'un congrès ORC, elle représente toutefois une continuité politique et permet de passer discrètement un message d'approbation. Remarquons toutefois que jamais un congrès ORC (ni celui de l'ISAF) ne s'est tenu aux USA.

Ces congrès rassemblent, à l'époque, pendant une semaine, le banc et l'arrière banc de tout le monde de la course au large, que se soient les skippers, les architectes, les grands Clubs internationaux, les organisateurs d'événements, la presse et bien sûr les représentants des

⁴⁷ La structure et le mode de fonctionnement de l'ORC, comme celui de l'ISAF s'apparente beaucoup à celui du CIO.....

autorités nationales. Ces derniers formant l'essence même de cette grand-messe puisqu'ils représentent le pouvoir décisionnel.

Un congrès de l'ORC s'appuie sur une structure ayant deux caractéristiques, le formalisme des réunions et une architecture décisionnelle pyramidale. Le système s'organise autour du groupe dirigeant, sorte de directoire présidé par le Chairman de l'ORC.

Dans ce directoire composé d'une quinzaine de personnes, les autorités nationales (FFV en France) sont plus ou moins bien représentées car toutes ne sont pas membres de directoire. Par exemple, la France, la Grèce, l'Italie et l'Espagne n'ont qu'un seul représentant, à contrario, la Grande-Bretagne et l'Irlande possèdent chacune un représentant. Cette répartition ne s'appuie pas sur le nombre de certificats IOR émis par chaque pays, mais par un jeu subtil d'alliances et de répartition des pouvoirs, initiées lors de la création de l'IOR et de l'ORC. La sous représentation de la France provient du fait, qu'à l'époque de la création de l'ORC, les instances françaises voient dans cette ORC naissante, une machine de guerre Anglo-saxonne. La manœuvre consistant à faire encadrer la France par l'Italie, l'Espagne et la Grèce toutes trois favorables au système Anglo-saxon, permettent de contrôler élégamment, avec fair-play dirons nous, les velléités de la France à imaginer la régate autrement, que ce soit au niveau de l'architecture navale ou de l'introduction de la publicité sur les bateaux.

Ce directoire crée ensuite un certain nombre de commissions de travail, pas obligatoirement dirigées par un membre du directoire, hormis le Policy Steering Group qui représente l'organe politique de l'ORC. Ces commissions (Special Regulation, Research Committee, Measurement Committee, International Technical Committee, Level Racing Committee etc.) se compose de 8 à 12 membres nommés ou cooptés par les membres du Directoire. Ces nominations pouvaient être appuyées, mais pas nécessairement, par les Autorités Nationales.

Les agendas des commissions comprennent à la fois des sujets proposés par le Directoire de l'ORC et les membres de chacune des commissions. En règle générale les commissions apparaissent comme plus prolixes que le Directoire. En plus de sujets techniques mis à l'agenda, les Autorités nationales proposent chaque année, avant la fin Août, des soumissions techniques ou politiques à chacune des commissions. Ces soumissions examinées lors du congrès suivant, reflètent les idées et les tendances souhaitées par les coureurs et leurs Autorités Nationales respectives ou par des membres influents proches des Autorités Nationales.

L'ORC publie l'ensemble des soumissions (plusieurs centaines) un mois et demi avant le congrès de l'année. Un travail de lobbying intense des différents acteurs commence alors, car de l'aboutissement de ce lobbying dépend l'adoption ou le rejet de chaque soumission. Le fonctionnement des commissions est très subtil. D'un coté chaque commission se réunit durant le congrès, ses membres dialoguent autour d'une table, les observateurs, en retraits, écoutent ou participent occasionnellement avec l'autorisation du président de la commission. Chacune des décisions (d'approbation ou rejet d'une soumission), appartient uniquement aux membres de la commission. D'un autre coté, les groupes d'influence (Autorités Nationales, Architectes, Coureurs, Propriétaires etc.) tentent d'orienter, dans le sens qui leur paraît favorable, les décisions de certains membres des commissions. Les couloirs, le bar, le restaurant deviennent lieux de débats et de lobbying. Ces discussions informelles dans la langue de Shakespeare, constituent la base du travail. Certes un dossier technique parfait est nécessaire pour présenter une soumission, mais s'assurer des votes positifs dans la commission chargée d'examiner la soumission apparaît comme primordial, car dans ces votes, contrairement à ce que des esprits

cartésiens peuvent imaginer, le contenu technique n'est pas obligatoirement le plus important, d'où l'importance du lobbying et des appuis « politiques ».

En fin de congrès, chaque président de commission présente un synthèse du travail de sa commission lors de l'Assemblée Générale (Main Concil) et propose au Directoire de confirmer ou d'infirmer les décisions de sa commission sur chaque soumission. Sauf exception toutes les décisions des commissions sont confirmées par le Directoire.

Cette organisation générale, très Anglo-saxonne, à laquelle les Français adhèrent peu ou pas du tout, favorise un conservatisme certain. Le consensus obtenu limite l'adoption d'initiatives et interdit les évolutions radicales. Toute évolution de la jauge qui tend à initier une architecture nouvelle se retrouve immédiatement stoppée par le système. Peu importe finalement l'excellence des idées proposées, ce qui compte au final c'est que la ligne générale initiée par le groupe qui possède le pouvoir, soit suivie.

Pour conclure, il faut se rappeler que la France possédait dans les années 80 quelques 800 bateaux jaugés IOR sur les 6000 bateaux jaugés dans le monde. Malgré plus de 12% de la flotte mondiale, l'audience et l'influence de la France au sein de l'ORC ne correspondront jamais à son poids réel.

Chapitre 10 : Les pays gardent leurs attaches nationales Jauges Nationales ou Régionales : Exceptions culturelles ?

Jusque dans les années 1955, tout du moins en Europe, la course croisière (jauge RORC) reste relativement peu développée. A la reprise de COWES-DINARD en 1947, seuls 5 bateaux participent. La Jauge RORC se développe beaucoup entre 1955 et 1970. La Classe III du RORC permet de construire des bateaux de 10 mètres environ d'un coût presque abordable. Elle devient rapidement une classe fétiche, grâce au programme de course du RORC qui alterne les régates GB/FR, GB/BEL, GB/HOL, GB/SPAIN.

Les courses incontournables du printemps et de l'été se nomment, à l'époque, Cervantes Trophy, de Gingamp Race, North Sea race, Cowes-Dinard, Plymouth La Rochelle, Channel Race, Santander La Trinité, Giraglia, Middle Sea Race etc. Avec, cerise sur le gâteau, tous les deux ans un Fastnet et chaque année une Semaine de Cowes⁴⁸. A lui seul cet éventail de course occupe plus que largement un équipage et un bateau, qui plus est, si l'on prend en compte l'absence de marinas et les ferries à travers le Channel sont beaucoup moins développés.

Le nombre de participants à ces programmes offshore reste globalement faible, principalement parce que les bateaux de course au large sont peu nombreux et se résument pratiquement tous à des constructions sur plans pour des propriétaires. Ce sera par exemple le cas des TINA (plan Dick Carter), des TAILLEFER, des MAICA qui seront fabriqués en stratifié, en acier, en bois, du GLENANS ou d'ORYX (plans Illingworth⁴⁹) ou de la saga des PALYNODIE appartenant à Gaston DEFERRE, des YEOMANN, des MORNING CLOUD etc.

Pour autant, les Clubs locaux s'implantent progressivement le long des côtes. Saisonniers dans un premier temps (de juin à septembre), ils complètent les Clubs « historiques » que sont la SR du Havre, Le YC de Dinard, la « Nautique » de Marseille etc. Tous les membres de ces clubs, ne sont pas obligatoirement fascinés par la course au large et n'adhèrent pas à la jauge RORC. Toutefois ils désirent régater localement ou entre deux ports voisins. Ainsi des courses d'audience régionale voient le jour, on citera le Mémorial Lavat à Granville, la Course de la Baie à St Quay-Portrieux, le Tour de Belle-Île à la Trinité sur Mer, la Semaine de Marseille, la Croisière Bleue etc.

Ces courses ne peuvent espérer un très grand nombre de participants si elles s'ouvrent exclusivement aux bateaux jaugés RORC ou plus tard IOR. Certes les propriétaires de Classe III (RORC) profitent de ces rassemblements pour se retrouver et régater en utilisant la jauge RORC

⁴⁸ La Semaine de Cowes n'est pas organisée par le RORC.

⁴⁹ John Illingworth est un architecte naval. Également capitaine dans la Royal Navy, il sera souvent appelé le père fondateur de la course océanique moderne. John Illingworth est ensuite capitaine dans le Pacifique durant la seconde guerre mondiale. Une fois la paix revenue, il propose de créer une course océanique, la Sydney-Hobart. Une fois revenu en Angleterre, Illingworth est élu commodore du RORC, le Royal Ocean Racing Club, où il fera la promotion de la course au large, version moderne. Il s'intéresse en particulier aux gréements, et recommande par exemple les déplacements légers, les gréements allongés, la réduction des emménagements. Le voilier *Myth of Malham* illustre ses idées et déclenche les polémiques lors de sa mise à l'eau : étrave quasi verticale, déplacement léger, arrière tronqué, franc-bord important, tout est à l'inverse de la tendance classique. Olin Stephens le critique sévèrement. Pourtant, ce bateau remporte le Fastnet en 1947, et l'Admiral's Cup nouvellement créée en 1957. John Illingworth ouvre un cabinet d'architecture navale dans les années 1950 et les commandes affluent, en particulier de France.

(ou IOR plus tard), mais pour la grande majorité des autres propriétaires, les organisateurs doivent rechercher des formules de jauge obligatoirement plus simples et plus accessibles. Certains de ces propriétaires ne participant dans une saison (et dans l'année) qu'à cette seule régate, organisée sur son lieu de villégiature.

N'étant absolument pas dessinés en accord avec ces jauge Rorc (ou IOR) ces bateaux ne peuvent évidemment pas s'intégrer dans ce système de handicap. Tous les pays développeront alors une jauge nationale facilement accessible associée à une mise en œuvre rapide. Les pays nordiques se regroupent, Suède, Norvège, Danemark, mais en général chacune de ces jauge est uniquement « maître » sur son territoire.

On trouvera ainsi :

Nom	Pays	Type
SCANDICAP	Suède, Norvège, Danemark	Formule
HANDICAP NATIONAL	France	Statistiques
RANK	Espagne	Formule
PHRF	USA	Statistiques
Portsmouth Yardstick	GB	Statistique
LYS	Finlande	Statistique / Formule
Jauge ABC	Suisse	Formule

Ces systèmes de handicap adoptent le schéma suivant :

La jauge établit une grille de handicap de base par série de bateaux. Chaque handicap est ensuite modifié, en plus ou en moins, en fonction de critères empiriques relatifs à certains équipements présents ou absents sur le bateau (hélice repliable, enrouleurs, étai creux⁵⁰, dérive etc. etc). On comprendra l'intérêt de la méthode, lorsqu'un propriétaire décide pratiquement au dernier moment de régater, il lui suffit de s'inscrire, de remplir un formulaire technique succinct décrivant son bateau et le comité de course, à partir des tables de la jauge, lui attribue un handicap (rating).

Handicaps calculés à partir de formules

Ces systèmes utilisent souvent d'anciennes formules de jauge remaniées. Ils s'appuient sur les bases de données des chantiers ou sur des notices de présentation ou encore sur des comptes rendus d'essais dans des revues spécialisées. Paradoxalement ces données sont à la fois précises, dans la mesure où les voiliers appartiennent à une série construite industriellement et moins fiables, car les chantiers laissent circuler des ambiguïtés sur certains paramètres. C'est le cas généralement du déplacement ou l'on constate des écarts importants entre la prévisions ou les annonces des chantiers et la réalité. Il arrive aussi que les erreurs dans les déplacements pris en compte soient totalement inexplicables. Par exemple le Guide 2005 du Handicap National français, affiche le MELGES24 avec un masse à vide de 780 kg alors que la classe internationale impose qu'aucun bateau ne devra faire moins de 809 kg. Tous les MELGES 24 sont systématiquement pesés et aucun n'est en dessous de la limite imposée. L'erreur représente quand même 3.8% du déplacement. Certes le HN n'est pas un système fonctionnant à base de formules, mais les caractéristiques techniques publiées, représentent des éléments à maxima ou minima que chaque propriétaire se doit respecter.

⁵⁰ Il est évident que dans les années 60/70, les équipements comme les étai creux, les enrouleurs, les hélices repliables étaient extrêmement rares.

L'objectif principal des systèmes de handicap, qu'ils soient à formules ou basés sur les méthodes statistiques, reste donc la réactivité lors de l'inscription d'un bateau dont l'organisateur ne possède aucun renseignement technique. Ces systèmes permettent à des propriétaires de participer occasionnellement à des régates promotionnelles très typées. C'est par exemple le cas du BOL d'OR sur le Léman, qui utilise la jauge ACVL. Le comité de course, à partir du formulaire d'inscription, « jauge » les bateaux et les regroupe dans des classes ou ils régatent en temps réel. Cela se traduit par des situations assez complexes pour les concurrents, qui se trouvent rassemblés dans une même classe peu homogène, par exemple, un 8M JI moderne, un Sprint 108 (gréement lac) et un Melges 24. Mais le BOL d'OR c'est aussi 650 bateaux, une immense fête sur l'eau ou des régates informelles se disputent à l'intérieur de la REGATE. En effet de nombreuses séries monotypes sont présentes et seul le classement à l'intérieur de chaque série représente un enjeu, le classement scratch représentant au final la cerise sur le gâteau.

DOSSIER TECHNIQUE : les jauge Suisse

La Jauge ABC Mark 3

Longtemps utilisée sur le lac Léman, cette jauge dérivée de la formule de la jauge IOR intègre des idées originales, comme le remplacement du calcul du creux D par celui du Poids du voilier à vide.

La jauge ABC ne mesure pas la stabilité du bateau, mais introduisait un facteur vérique sous la forme d'un ratio homogène entre la surface de voile et le poids (racine carré de S/ Racine cubique du Poids).

Elle alloue aussi des bonifications pour l'allongement du plan « antidérive ». Cette disposition étant dictée par des particularismes locaux, propre aux types de bateaux de « LAC ».

La Jauge ABC Mk3 reste en vigueur jusqu'au début des années 90 pour être remplacée par la jauge ACVL.

La Jauge ACVL

Les particularités de la navigation sur les Lacs Suisses et notamment sur le lac Léman, conduisent aux dessins de bateaux très particuliers ou alors à l'adaptation de certains bateaux de série comme par exemple les « Surprise ».

Les périodes de vent erratiques et très faibles conduisent les architectes à mettre en place des surfaces de voilure très importantes (spinnaker et génois léger notamment). Dès que la brise devient un peu soutenue, la stabilité des bateaux doit augmenter, ce qui se traduit par l'autorisation des trapèzes.

Cette jauge, afin d'assurer la continuité avec la jauge ABC Mk3, doit s'appliquer aux bateaux de 5.5m à 14.20m et reprendre le paramètre Poids. En terme de surface de voiles, les spinnakers peuvent excéder le ratio 2.2 fois la surface totale des voiles jaugées (GV et Focs) mais les codes 0 restent toutefois interdits.

En fait, le calcul de jauge attribue un nombre de points propres aux paramètres techniques de chaque bateau et des calculs y afférents. En fonction de ce nombre de points, les bateaux sont incorporés dans des classes dans lesquelles ils régatent en temps réel.

Classe 1 –1205 à 1675 points-

.....

.....

La Jauge ACVL : SRS 07 (application championnat 2007)

Face aux évolutions techniques des bateaux et surtout à leur sophistication de plus en plus grande, le comité de jauge s'est trouvé obligé d'envisager l'écriture d'une nouvelle règle de jauge.

C'est ainsi que les quilles basculantes, les ballasts, les mâts pivotant et basculant, les trapèzes sont devenus « jaugeables ».



Le comité prévient toutefois, dans une déclaration liminaire, qu'il ne peut proposer une taxation que pour les systèmes et les architectures existantes, et que pour les nouveaux projets, il tentera d'adapter les présentes règles afin de donner aux nouveaux bateaux le rating le plus équitable possible, tout en préservant la flotte existante.

Cette jauge reste toutefois une jauge à formule qui risque de faire rapidement « chauffer » les ordinateurs des cabinets d'architecture navale. Très vite un type de bateau « optimum » apparaîtra, ce qui entraînera un renchérissement du coût des bateaux.

A titre indicatif voici une présentation très générale des formulations proposées dans ce projet de jauge, les explications plus complètes sont disponibles sur le site « www.swiss-sailing.ch ».

Les principales formules

Si la volonté de prendre en compte des éléments novateurs comme les quilles pendulaires, existe, on constate que la formulation générale de la jauge se réfère encore à des formules anciennes et obsolètes. C'est le cas, entre autres, de la longueur à la flottaison.

La coque et son équipement

1. $LC = LOA - 0,90 FO - 0,3 AOC$
2. $LCB = LC - \text{bonification d'hélice} - \text{bonification d'ancienneté de carène} + \text{pénalité de dérive rétractable}$
3. $AOC = \text{MIN}(AO ; 4 * HAO)$
4. $D = (CD1 * EWT) / (LCB * B) + (LCB + CD2) / CD3 + B / CD4$
5. $PEN = CTrap * NTR * .08 / EWT + CBal * BWT / EWT + CQui * LANG$
6. $CF2 = (LCB3 / (1000 * EWT) + C21) / C22$

7. Bonification d'hélice

8. Ancienneté de carène

Par année entamée au-delà de la 25^{ième} année écoulée, 1% est déduit de LC.

Cette bonification est limitée à 2,5%

9. Quille ou dérive escamotable en course

Quille sabre % LC

Quille pivotante % LC

Le Gréement

1. $SC = \text{MAX}(SMS + SFS ; SSP / C10)$
2. $SMS = P / 8 * (2 * E + 3 * MGM + MGU + 2 * MGT)$
3. $SFS = IG * LP / 2$

4. $SSP = SPLC * ISP$
5. $SPLC = MAX(SPL; J + LSPL)$
6. $FVE = 2\sqrt{SC} / 3\sqrt{EWT}$
7. $CF1 = (FVE 2 + C11) / C120$
8. *Matériaux et construction du mât et de son implantation*
Mât bois % de SMS + SFS
Mât aluminium % de SMS + SFS
Mât carbone 0
Mât rotatif/vrillable / basculant % de SMS + SFS
Mât profilé 0

LE RATING BRUT ET LA COMPENSATION DE TEMPS

$$RM = \{CR1 * LCB * 2\sqrt{SC} / [2\sqrt{(B * D)} / (1+PEN)] + CR2 * LCB + CR3 * 2\sqrt{SC}\} * CF1 * CF2$$

$$TCF = (2\sqrt{RM} + C1) / C2$$

Les constantes CR1, CR2 ... CF2 connues durant l'année 2006

La formule finale du Rating Brut s'inspire toujours de la formule de la jauge IOR, les constantes devraient être toutefois très différentes en vertu du fait que statistiquement les pourcentages sur une saison de vent faible, moyen ou fort sont totalement différents des courses en régime météorologique offshore.

En conclusion, remarquons que les Comités de Jauge Suisses paraissent très attachés aux jauge à formules ouvertes, ce qui est surprenant lorsque l'on voit qu'en l'espace de 15 ans, ils essayent sans résultats probants, 3 systèmes de jauge.

Particularisme des Jauge de Lac

Pour avoir participé en Melges 24 à un Bol d'Or venté⁵¹ (1997) et avoir fini 4^{ème} dans notre classe (43^{ème} au scratch) en moins de 13 heures (100 milles environ sur l'eau), nous avons été surpris de constater que le vainqueur était un 8MJI (Philippe DURR), et que les deux suivants étaient des « Sprint 108 version Lac » pointés 2 à 3 minutes devant nous. Ces classements représentent aussi tout le charme de régater sur ces lacs dans des conditions inimaginables sur un plan d'eau maritime. Le plaisir est au final plus de frôler les montagnes ou les vignes de Lausanne que de régater contre un autre bateau.

La méthode statistique

Cette méthode constitue la base de jauge comme le Handicap National en France, le PHRF aux USA, le Porthmouth Yardstick en Grande-Bretagne et d'autres systèmes moins connus.

L'idée consiste à s'affranchir dans le calcul du handicap, des formes, des volumes et de tous les paramètres techniques du bateau. Pour cela les systèmes statistiques s'appuient sur l'analyse des résultats dans différentes régates d'une série de bateaux réputés identiques. Un traitement statistique s'applique ensuite à l'ensemble de ces résultats. Si l'analyse est réalisée sur une saison et sur une série qui comprend de nombreux bateaux, on espère appréhender correctement, après traitement des résultats, UNE VITESSE MOYENNE de cette série de bateaux.

⁵¹ Pour situer les choses, nous avons parcouru 500 mètres durant la première heure, puis 51 milles pendant les 4 heures suivantes, 4 bords de portant sous Spinnaker asymétrique et 30 noeuds de vent d'ouest (nous pointions 21^{ème}/550 à 14H00 à la bouée du Bouveret), pour un retour à Genève un peu avant 22H00 les derniers milles dans la pétrole suisse.

On remarquera :

- Que la durée des prélèvements permet de prendre en compte tous les types de conditions météorologiques
- Que les différents plans d'eau, les différents parcours, les différentes conditions de mer apportent au système une certaine universalité
- Que le nombre de bateaux d'une même série doit être important, afin que l'analyse statistique soit correcte. A contrario ne prendre en compte que quelques bateaux d'une même série, participant à de très nombreuses régates, fausserait l'étude.

Afin que l'étude soit valable statistiquement, il est nécessaire que les bateaux pris en compte soient identiques (Monotypie de fabrication) et que les équipages soient des régatiers confirmés. Par exemple, un grand nombre de bateaux du panel étudié, qui n'utiliserait pas le spinnaker par vent fort, fausserait les résultats de l'analyse en sous-estimant la vitesse de la série. C'est pour cette raison que nous parlons de « VITESSE MOYENNE » dans le paragraphe ci-dessus.

Une fois les conditions ci-dessus réunies, le dépouillement des résultats et des parcours des différentes régates⁵² réalisés, on dispose pour chaque type de bateau:

- Vitesse moyenne sur un parcours type « banane ».
- Vitesse moyenne sur un parcours en « ligne droite » (d'un point à un autre).
- Vitesse moyenne sur un parcours aller et retour.
- Vitesse moyenne sur un parcours « circulaire ».

En attribuant des coefficients à chaque type de course, on est capable d'affecter une vitesse moyenne globale à chaque bateau étudié. A l'issue de cette étude statistique, les différents types de bateaux sont rangés dans des groupes, à chacun de ces groupes correspond un coefficient permettant de calculer le temps compensé d'une manière identique au TMF de la jauge RORC ou IOR.

La méthode statistique représente une autre approche de la jauge, les mesures (Voiles, LOA, Bau, déplacement...) n'interviennent pas pour établir la valeur du handicap, mais uniquement pour vérifier la similitude de l'ensemble de la même série de bateaux analysés. Le système étant conçu pour être applicable à d'autres bateaux de la même série lorsqu'ils se présentent au départ d'une régate.

L'intérêt de cette méthode réside dans sa souplesse d'utilisation. En effet, un bateau, à condition qu'il appartienne à une série analysée et lui soit strictement identique, peut recevoir instantanément un handicap et cela sans mesures, sans immobilisation, sans contrainte. La réalité apparaît toutefois très différente car les bateaux de production, sous-entendu fabriqués « en série » dans un chantier, ne sont pas strictement identiques car les chantiers raisonnent en modèle (comme les constructeurs automobiles) et qu'au fil des années chaque modèle évolue techniquement.

⁵² On pourrait approfondir l'analyse et introduire la vitesse du vent afin d'obtenir des sous-groupes dans chaque type de régates.

Méthode scientifiquement complexe à contrôler et à mettre en oeuvre

De nombreuses contraintes s'imposent à cette procédure de détermination de handicaps:

- Monotypie à l'intérieur d'une série (ou d'un modèle) de bateau (chantier)
 - Respect par les organisateurs (ils sont de fait les jaugeurs) de la procédure scientifique de l'acquisition des données de calcul statistique (résultats, types de course, type de bateaux etc)
 - Descriptif rigoureux de la procédure du calcul statistique.
- Pour un même modèle, le chantier, par les options offertes aux clients, va obliger « la Jauge » à réaliser des sous-groupes d'étude:
- Bateau équipé d'étais creux
 - Bateau équipé de foc à mousquetons
 - Bateau équipé d'enrouleur
 - Lest court
 - Lest long
 - Lest long plomb
 - Mât 1 étage de barres de flèche
 - Mât 2 étages
 - Etc. etc.
- Traitement statistique long et complexe, car il n'est pas évident qu'une saison d'observation s'avère suffisante pour apprécier l'apport de vitesse d'un équipement ou d'une modification d'un modèle.
 - Toutes les séries (ou modèles) doivent avoir sensiblement la même population observée (nombre de bateaux). En effet il est impossible d'étudier des bateaux diffusés à 5, 10, 20 exemplaires, qui en plus naviguent sur des plans d'eau différents
 - Décalage d'au moins un an ou deux, entre la mise à l'eau des premiers bateaux d'une série et les résultats de l'étude statistique pour chaque type de modèle à l'intérieur de la série. En règle générale un chantier propose à ses clients pour une série ALPHA : un modèle GTE, PTE, gréement croisière, gréement « course » et quelque fois une option lest plomb. Sachant qu'une étude statistique demande un « population » de 35 bateaux minimum, cela signifie qu'avec 5 modèles, 5 fois 35 bateaux doivent être vendus par le chantier afin d'espérer donner un handicap à chaque modèle, en supposant toutefois que tous les bateaux vendus régatent.

On peut imaginer réaliser l'étude statistique sur le modèle le plus diffusé (généralement le moins performant –version croisière de base-) et par l'ajout de pénalités, de déduire les handicaps des autres modèles de la gamme. Les jaugeages statistiques procèdent ainsi. Elles introduisent alors des paramètres subjectifs qui deviennent rapidement incontrôlables car la structure de ce type de jauge n'a pas d'autres bases mathématiques et physiques que celles du calcul statistique, calcul entièrement déconnecté des paramètres physiques du bateau (LOA, LWL, B, Déplacement, S etc etc.). Les gestionnaires de ce type de jauge, se contentant d'augmenter ou de diminuer le handicap des bateaux non analysés en se référant à un bateau de base dans la série ou dans une série qu'ils considèrent comme équivalente.

On arrive rapidement au paradoxe suivant, plus un modèle navigue et corollaire, fournit un grand nombre de résultats de régates au modèle statistique, plus son handicap augmente au

fil des ans car sa vitesse s'améliore grâce au travail sur les voiles, l'amélioration des réglages, la connaissance du bateau par les équipages. Par exemple il n'y pas de comparaison entre la vitesse des CLASS 8 à l'époque de leur lancement et celle d'aujourd'hui. A l'inverse un bateau peu diffusé, conserve son handicap de départ et offre une rente de situation aux rares propriétaires régatiers, ce qui rend ce bateau pratiquement imbattable. Certains propriétaires ont très bien intégré ce « trou de jauge » et l'exploite habilement⁵³.

Les concepteurs de jauge statistiques présentent ces types de jauge comme égalitaires, en opposition aux jauge mesurées qui valorisent l'architecture navale. Pour étayer cette démonstration, ils énoncent qu'avec le système statistique, deux bateaux de déplacement, surface de voilure, longueur, bau etc. etc. identiques, mais de formes différentes (un « sabot » et un bateau de « course » pour prendre une image) se voient attribuer des handicaps différents. La jauge statistique affecte au « sabot » un coefficient plus faible qu'au bateau de « course », puisque sa vitesse moyenne constatée est inférieure, ce qui lui permet de rivaliser avec le bateau de « course ».

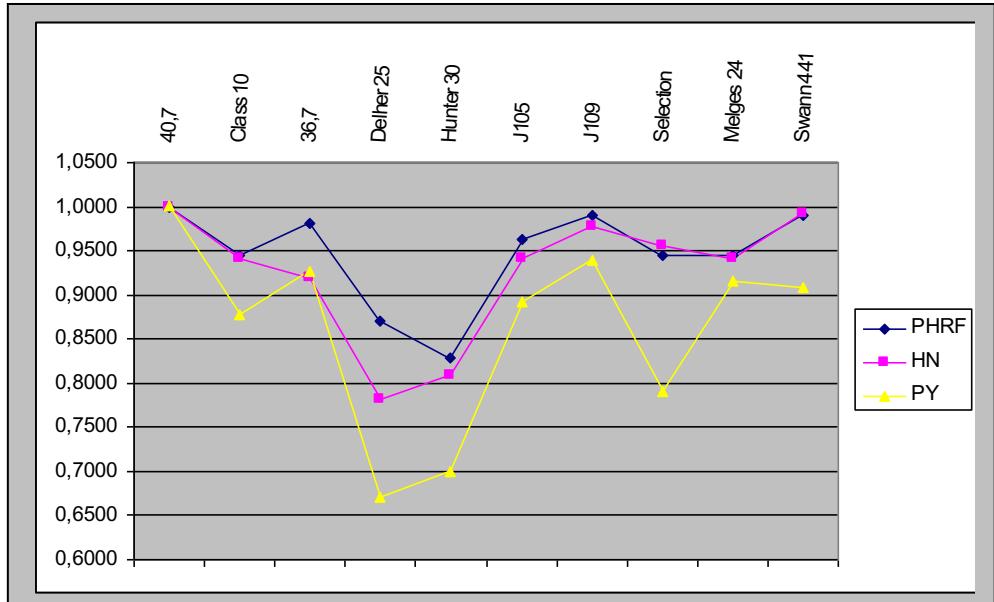
Cette démonstration est absolument exacte, car les jauge mesurées utilisant des formules (RORC, IOR, IRC, ORC Club) qui donnent aux deux bateaux des handicaps pratiquement identiques, ne permettent pas au « sabot » de combler son déficit de vitesse par rapport au bateau de « course ». Le « sabot » ne possède donc aucune chance de succès. Une jauge mesurée est un système d'évaluation du potentiel de vitesse des bateaux, et de ce fait, met en valeur la compétence et le génie des architectes. Une jauge ne doit jamais aboutir à un système égalitaire, la régate est un sport mécanique dont le skipper représente certes un acteur important mais où l'architecte possède le rôle premier. Qui se souviendrait de STEPHENS, CARTER, FINOT, JOUBERT, NIVELT, MAURIC, BRIAND, BERRET, FARR, HARLE, ANDRIEU, FRERS ... etc. Si leurs bateaux ne s'étaient pas distingués dans des courses prestigieuses.

La procédure statistique fournit une vitesse moyenne du bateau analysé, il devient évident que les propriétaires « avertis » cherchent à améliorer techniquement leur bateau, de manière à s'approcher de la vitesse haute, ce qui revient en fin de compte à prendre un avantage substantiel dans leur groupe sans qu'il soit quantifié dans le handicap attribué.

Les méthodes d'analyse statistique, bien qu'elles reposent toutes sur des bases mathématiques identiques, ne sont pas équivalentes dans leurs mises en œuvres. Cela rend impossible les échanges des résultats d'un pays à un autre, et interdit les compétitions internationales ou tout simplement les régates trans-Manche.

En fait, les disparités trop nombreuses existant dans une même série de bateaux (politique commerciale des chantiers) limitent la précision et fragilisent ce système de handicap, ce qui limite son utilisation aux régates locales.

⁵³ C'est le cas en France où l'on voit ainsi des « Club 86 » des « Feeling 9.5Racing » des « Neptune 6.25 » gagner systématiquement dans toutes les régates locales car ils possèdent des handicaps extraordinaire. Groupe 17.5 : pour les Club 86 et les Feeling 8.50 (qui sont d'anciens half-tonner, certes en monolithique de verre, mais quand même) et groupe 9.5 : pour les Neptune 6.25 qui sont des petits bateaux très véloces (certains ayant participé aux régates de MINI 6.50 avec succès)



Le graphe ci-dessus montre, par exemple, les coefficients de temps rendus (TMF) de bateaux standards dans les trois systèmes les plus courants de handicap, utilisant une méthode statistique. Les TMF (correcteur utilisé pour calculer le temps compensé) sont ramenés à 1, ce qui se traduit par un coefficient identique (valeur 1) pour le FIRST 40.7. Si la tendance générale de chaque courbe par rapport à la référence paraît relativement identique, les écarts constatés d'un système à l'autre sont conséquents. Le J105 qui est un monotype largement diffusé en Europe, au USA, Canada etc, aux caractéristiques identiques en comparaison d'autres bateaux de série, se voit affecter des TMF présentant des écarts de 1 minutes 20 secondes par heure de course à plus de 4 minutes. De telles distorsions démontrent les limites du système statistique.

Quelles conclusions sur ces systèmes ?

Bien que de diffusion nationale, les systèmes statistiques n'ont d'applications que locales ou régionales. La facilité d'utilisation des tables, même lorsqu'elles sont doublées par une fiche d'identité du bateau, laisse toutefois trop de liberté aux Clubs. Ces derniers modifient, trop souvent à leur gré, les appartenances aux groupes ou alors multiplient les types de classements lorsqu'ils se retrouvent en présence de bateaux qu'ils sont incapables d'analyser.

Reste que les systèmes statistiques comme ceux utilisant des formules empiriques font partie intégrante du paysage de la régate. Ils permettent à de nombreux propriétaires de régater occasionnellement. Un certains nombre de ces propriétaires se piqueront au jeu et un jour passeront vers un système plus évolué. Cette évolution se traduit souvent aussi par l'achat d'un nouveau bateau plus orienté vers la régate. Ces systèmes constituent une marche nécessaire dans la première approche de la course croisière ou tout simplement de la régate diurne, mais il ne faut pas vouloir obtenir d'eux plus de précision qu'ils ne peuvent en apporter.

DOSSIER TECHNIQUE : Les Jauge PHRF(USA) & HN (France)

PHRF signifie à l'origine Pacific Handicap Racing Fleet. Cette jauge a été créée au bar du Yacht Club de Seattle (USA coté ouest) le 15 mars 1966 par Tom WHEELER (président), Ralph RUSSEL (Trésorier) et Walt LITTLE (Chef Jaugeur).

Depuis 1966, seulement quatre « Chef Jaugeur » ont dirigé le PHRF « Northwest ».

Le fonctionnement du PHRF impose quelques explications préalables. Dans la réalité il existe plusieurs jauge PHRF. L'instigatrice étant la jauge PHRF du Northwest (Océan Pacifique), elle sera suivie par celles de la côte Est des USA, de Floride, des Grands Lacs. La jauge PHRF Northwest s'implante, aussi très rapidement au Canada (coté pacifique).

Il faut ne pas perdre de vue que les USA sont un état fédéral où les systèmes centralisateurs ont mauvaise presse. A ce titre les USA ne rejoindront l'IYRU (maintenant ISAF) qu'après la 2^{ème} Guerre Mondiale, alors, imaginer que ce pays puisse avoir un système de jauge géré depuis Washington relève de l'utopie, tout du moins dans les années 1960/1980.

Il en est de même pour l'implantation de l'IOR. Les USA, par rapport au nombre de bateaux existants sur leurs plans d'eau, possèdent très peu de bateaux jaugés IOR. Cela ne les empêchent pas d'avoir un poids important dans les discussions au sein de l'ORC, car ils apportent une puissance de travail et de financement considérable.

Plus tard la jauge évolue vers un PHRF SYSTEM (US PHRF), qui devient ainsi un système plus institutionnel et plus organisé, puisque dirigé par l'US Sailing (équivalent de la FFV au USA). Toutefois et c'est un paradoxe des USA, seulement 60% de clubs utilisant le PHRF adhèrent à USPHRF.

Cela implique que chaque région et dans un pays comme les USA certaines régions sont aussi grandes que certains Etats Européens, possède ses propres critères d'évaluation et de traitement des vitesses constatées et génère ses propres handicaps. Ainsi est-il coutumier de voir le même type de bateau traité différemment sur les Grands Lacs, sur la côte Est, ou à San Francisco. Dans la pratique ces différences n'affectent pas le système PHRF puisque les bateaux ne changent jamais de région, mais cela démontre que ce système statistique n'est pas exportable et qu'aucune comparaison avec d'autres systèmes parents n'est possible.

Le Handicap National (Fédération Française de Voile)⁵⁴

Le Handicap National a été créé dans les années 60 pour les propriétaires qui ne désirent pas adopter la jauge RORC.

Ces propriétaires ne souhaitent pas courir en Angleterre (courses du RORC), et limitent leur terrain de jeux exclusivement à la baie locale durant la période estivale.

Ils demandent aussi un système de handicap qui les exonèrent de toutes opérations de jauge (donc aucun frais, ni servitude de mesures).

Il est certain que le système statistique répond immédiatement à tous ces desideratas, surtout lorsqu'il apparaît à l'époque du début de la construction en petite série des bateaux de plaisance. Les documents du chantier servent alors de certificats de mesures.

Sans revenir sur le principe général de la méthode statistique, une description du Handicap National est intéressante à faire.

⁵⁴ Cette description est largement inspirée du Guide 2005 « Formule HN France » publié par la FFV

La méthodologie française comprend :

- *Le prélèvement*

Le choix des résultats pris en compte dans les calculs obéit aux deux critères suivants :

- Source de prélèvement : Ils sont prélevés dans des courses se déroulant en conditions normales, ce qui signifie, que les courses perturbées par des facteurs exceptionnels (vents trop forts, trop faibles ou trop irréguliers, renverses de courants etc.) sont exclues.

- Longueur du parcours connue.

- *Méthode de prélèvement*

Pour être retenu, le temps compensé d'un bateau ne doit pas être éloigné de plus de 7% maximum de celui du premier bateau.

On obtient ainsi « l'échantillon » de la course.

- *Le calcul*

La mesure statistique détermine, pour chaque bateau sa vitesse moyenne pondérée :

*Vitesse Moyenne Pondérée = (Vitesse théorique moyenne * moyenne des temps compensés de l'échantillon)/ Temps compensé du bateau analysé*

Pour chaque bateau de l'échantillon, la vitesse est ensuite corrigée :

- *pour la ramener à l'état standard en gommant l'effet de ses options personnelles d'armement (moteur etc.),*
- *par les performances accomplies en des lieux différents, avec des équipages différents, face à des équipages différents provenant d'autres échantillons. L'effet « équipage » devient la variable qui s'élimine progressivement⁵⁵ en face de la constante « bateau ».*

Une moyenne est alors établie. Cette moyenne se stabilise progressivement au fur et mesure que les courses deviennent plus nombreuses et impliquent différents bateaux dans une même série. Ces conditions doivent être réunies pour que la moyenne pondérée soit validée.

⁵⁵ Avis des promoteurs de la jauge HN, en réalité, plus les équipages ont des niveaux élevés, plus le nombre de bateaux qui régatent est important et plus le handicap progresse chaque année. Ce qui conduit les skippers avertis à choisir un bateau assez ou même très performant, mais très peu diffusé afin d'être crédité d'un handicap très avantageux. La règle est ainsi contournée.

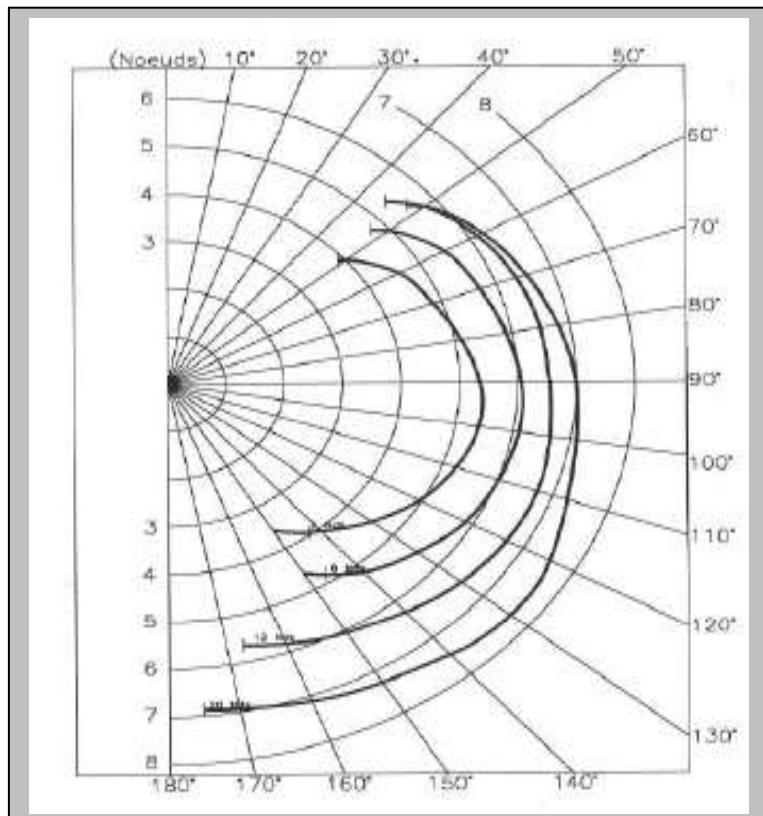
Chapitre 11 : L'IMS charnière de l'évolution moderne des jauge

L'IMS d'abord un outil scientifique

Ce projet que l'ORC appellera plus tard IMS (International Measurement System), repose sur les idées suivantes :

- On relève à l'aide d'une machine à mesurer les formes de la coque et des appendices de chaque bateau. Plusieurs centaines de points sont ainsi relevés et pris en compte. Les courbes sont lissées entre ces points, afin d'éliminer les formes architecturales destinées à contourner la jauge. Ce nuage de points représente lorsqu'il est organisé, le modèle mathématique du bateau. Le plan de voilure est ensuite mesuré et intégré au modèle.
- Le modèle ainsi constitué navigue alors virtuellement à toutes les allures, sous différentes vitesses de vent. Les polaires de vitesse de chaque bateau ainsi obtenues représentent les résultats du passage du modèle dans ce bassin de carène virtuel.
- On mesure ensuite la stabilité réelle du bateau, l'hélice et son installation. Ces deux mesures associées à des calculs permettront de quantifier les coefficients pondérateurs complémentaires aux résultats du VPP. Les voiles sont aussi mesurées.

Cette méthode s'apparente à la méthode statistique, tout du moins dans sa philosophie et dans son résultat ; On espère dans les deux cas connaître la vitesse de chaque bateau. Le projet IMS est par contre beaucoup plus ambitieux que les systèmes statistiques dont les buts ne sont, que l'évaluation de la vitesse moyenne pondérée du bateau sur une longue période. Le système IMS, tel qu'il est conçu, génère pour toutes les allures (au degré près) et pour des vitesses de vents de 5nds en 5nds la vitesse théorique du bateau analysé.



Le projet IMS s'appuie sur un outil de simulation performant (VPP) et de haut niveau scientifique, associé à un système de mesure utilisé pour construire le modèle mathématique de chaque coque et de ses appendices. La communauté IOR, au moment de la naissance de l'IMS, apprécie ce discours, pensant que les nouveaux procédés de mesures, associés au VPP

suppriment tous les errements de l'IOR. En réalité les concepteurs de l'IMS (le MIT en collaboration avec certains architectes anglo-saxons) ont une autre idée en tête. Cette « Idée » consiste à mettre en place un système de handicap conçu pour faire régater chaque bateau, non plus contre les autres bateaux, mais contre ses propres polaires de vitesse établies à partir du VPP IMS.

La modélisation – les machines à mesurer

La modélisation sous entend que l'on connaît la forme réelle de l'objet à étudier. Aujourd'hui encore, il n'est pas simple de modéliser un objet de grande dimension comme un voilier. La modélisation signifie que l'on puisse décrire au moyen de polynômes mathématiques, triangles, polygones, la surface ou le volume de l'objet.

L'ensemble de la conception industrielle est entièrement numérisé de nos jours. C'est à dire que tout objet industriel que se soit un bateau ou un grille-pain, est conçu et étudié à l'aide de programme informatique du type CAO (conception Assistée par Ordinateur). Lorsque la conception est terminée, l'architecte transporte le fichier numérique du modèle (celui du bateau pas celui du grille-pain) dans le VPP afin de réaliser ses simulations. Après quelques nombreux allers et retours entre le VPP et la CAO, l'architecte possède une bonne idée des performances de son projet.

Les performances réelles s'approchent de celles prévues par la simulation, l'écart correspond à une multitude de petits paramètres⁵⁶ non modélisables ou contrôlables, et au fait que le bateau construit n'est pas au niveau de ses dimensions et de sa géométrie, exactement identique au dessin pris en compte dans le VPP. La fabrication s'appuie sur des tolérances de fabrication qui ne sont jamais nulles, même avec la plus grande application dans la réalisation. L'évaluation de cette différence impose la mesure réelle du bateau⁵⁷.

A l'époque de la naissance de l'IMS, aucun plan n'est numérisé, les outils CAO, surfaciques ou volumiques n'existent pas, les architectes travaillent encore que sur du papier. Certes les calculatrices programmables commencent à trôner sur les tables à dessins, mais elles ne sont que des outils de calculs basiques. Le développement de l'IMS reposant principalement sur le modèle numérique de chaque bateau, les techniques d'acquisition de ce modèles apparaissent comme déterminantes.

DOSSIER TECHNIQUE : Les machines à mesurer et les premiers outils CAO d'Architecture Navale.

Les machines à mesurer

Elle furent au centre des débats techniques de l'ORC durant la fin des années 70 et le début des années 80. En effet l'IMS ne pouvait exister que si l'on connaissait le modèle surfacique (ou volumique) de l'ensemble du bateau (coque, appendices).

⁵⁶ Ces écarts trouvent aussi leur source dans les limites des VPP qui ne modélisent pas tous le paramètres, par exemple les effets de vagues etc.

⁵⁷ Aujourd'hui tous les moules de fabrication de coques et pont des bateaux de série, sont fabriqués à partir de « pièces mères » usinées sur des machines à commande numérique programmées à partir du fichier numérique fournit par l'architecte. Cette méthode de fabrication réduit les différences dimensionnelles entre le plan « papier » et le bateau « réel ». Il reste quand même des écarts dus aux retraits, aux tolérances d'usinage et à la géométrie de mise en fabrication du moule. L'ensemble de ces tolérances de fabrication est non négligeable.

La question posée était la suivante : Quel degré de précision doivent avoir les mesures pour que le modèle soit exploitable dans le VPP en tant qu'image du bateau réel. En d'autres mots, pourquoi mesurer la coque au lieu d'utiliser les plans « papier » comme source.

L'époque, début des années 80, correspond à l'introduction des micro-ordinateurs sur le marché. Il faudra attendre quelques années pour que les machines prennent de la puissance au niveau du soft et du hard. Progressivement les logiciels de CAO deviennent performants et conviviaux ce qui incite les architectes à abandonner leur table à dessin pour la console informatique.

L'ensemble des problèmes techniques liés à la fabrication des coques impose les mesures des coques à la sortie du chantier. Aujourd'hui on peut se poser la question de savoir si il est pertinent d'utiliser directement le plan de conception de l'architecte dans le VPP afin de supprimer les mesures des coques. En d'autres mots, les erreurs de fabrication qui reflètent la différence entre la conception et la réalisation sont-elles supérieures aux dispersions de mesures de la carène avec un outil de mesure.

Différentes techniques de relevé existent à cette époque :

- *Relevés par théodolites (technique des géomètres).*
- *Relevés par photogrammétrie sur supports argentiques.*
- *Relevés au fil à plomb et au niveau optique.*

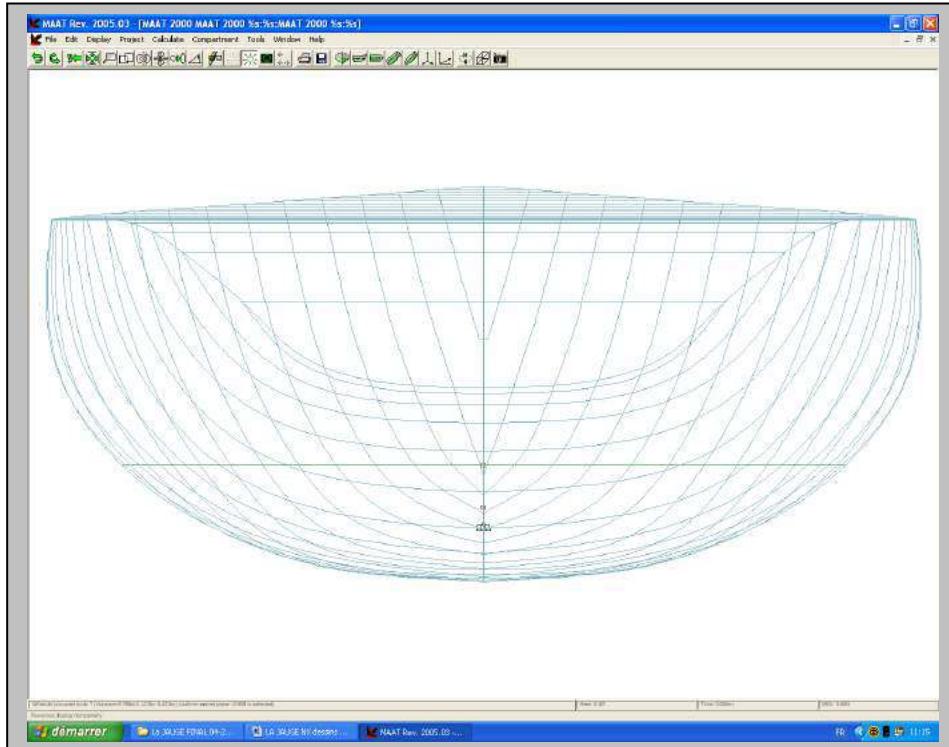
Les deux premières techniques imposent des moyens lourds. La technique « du fil à plomb » manque de fiabilité, principalement à cause des contraintes de mesures.

L'IMS lance alors une sorte d'appel d'offre pour construire un prototype de machine à mesurer les coques. A bien y repenser cela représentait un jeu extraordinaire ou beaucoup de choses étaient à découvrir. Cette nouvelle jauge, associée à de nouvelles méthodes de mesures et aux premiers micro-ordinateurs fut pour beaucoup une manière de s'investir dans des équipes de recherche. Les technologies de l'époque permettaient à l'imagination de palier au manque de moyens financiers. Les premières machines construites sont souvent réalisées avec des équipements de récupérations. Le fer à souder, la clef à pipe jouxtent le micro-ordinateur et la liaison série (RS232 pour les lecteurs initiés).

Lorsque les moyens technologiques sont de bas niveaux, il faut éliminer les calculs complexes et placer l'objet à mesurer –le bateau– dans une position géométrique caractéristique. C'est à dire dans une assiette longitudinale très proche de l'assiette à flot et dans une assiette latérale horizontale. Cette opération de calage n'est pas obligatoirement compliquée, mais elle introduit implicitement des erreurs dans les calculs à suivre.

Le principe retenu par toutes les équipes qui travaillèrent sur ces projets de machine à mesurer, consistera à découper la coque et les appendices en « tranches » (sections) perpendiculaires au plan de symétrie du bateau⁵⁸, le bateau étant en assiette longitudinale et transversale.

⁵⁸ Une autre difficulté technique existait, elle était liée aux moyens de stockage physique des données sur un support transportable. En effet au début des années 80 et pour quelques années encore, les disquettes font 5 pouces ¼, puis 3 pouces ½, pour des capacités de stockage de à 128, 256, ou 720 Ko !!! Puis pour de nombreuses années de 1.44Mo, cela impose d'avoir un fichier numérique limité à cet espace.



Les techniques de la télémétrie laser n'existent pas pour des mesures à faible distance, on sait « tirer » à 10 ou 20 km avec un télémètre laser mais pas à 3, 5 ou 10m. Les machines IMS se développeront autour du principe d'une mesure avec contact ponctuel sur la coque et application de la trigonométrie basique.

Une section perpendiculaire à l'axe du bateau est choisie, dans cette section, l'opérateur relève un certain nombre de points, environ tous les 250 mm, du livet de pont à la ligne de quille.

Il déplace ensuite sa machine de section en section (tous les 0.7 mètres approximativement) afin d'obtenir une succession de sections (couples) d'un côté du bateau. Un relevé similaire est réalisé pour l'autre côté de la coque et des appendices. L'assemblage des deux modèles ainsi obtenus s'opère avec une mesure du BMAX.

On remarque, sur la photo de la page suivante, l'ordinateur « portable » et son écran, une « vulgaire télé noir et blanc ». Une bonne connaissance de l'ensemble de cette technologie permettait d'obtenir une fiabilité correcte.

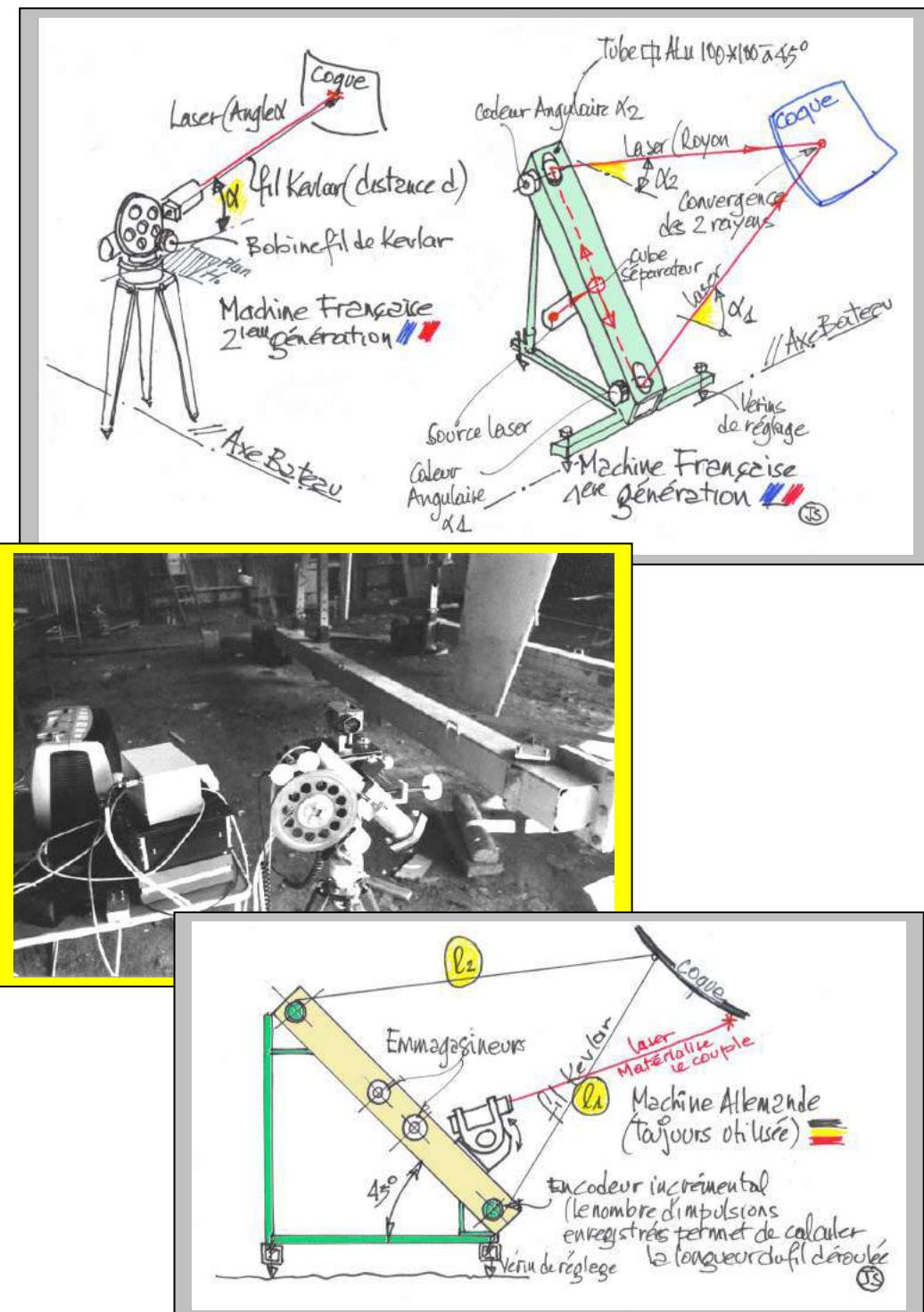
Trois pays proposent des types de machines à mesurer : les USA, l'Allemagne, la France.

La machine US utilise la technologie du fil dont on connaît, par mesure, la longueur déroulée depuis une origine invariante, jusqu'au contact avec la coque, et la valeur de l'angle du fil par rapport à l'horizontale (élévation et distance). Soit une coordonnée polaire pour chaque point.

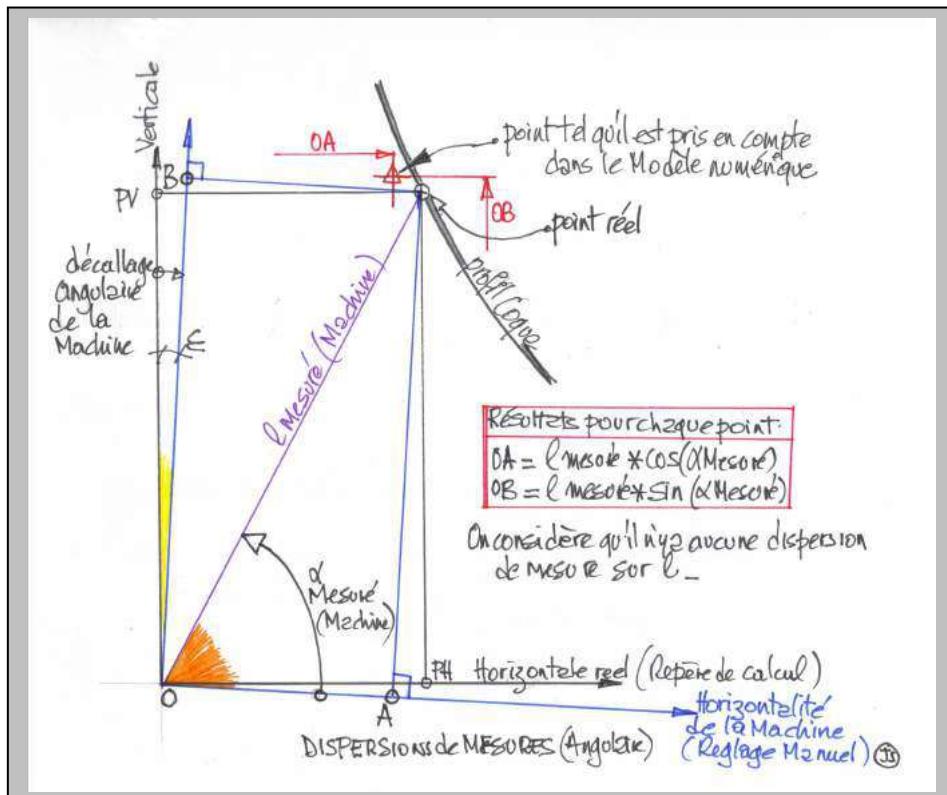
La machine Allemande, mesure les longueurs de deux fils déroulés afin de s'affranchir d'une mesure d'angle.

La machine Française (1^{ère} génération) utilise un faisceau laser dédoublé et dirigé sur la coque par deux miroirs associés à deux codeurs angulaires. Celle de la deuxième génération se rapproche du concept US. Elle y ajoute un faisceau laser destiné à situer l'angle du point

de visée sur la coque, et surtout un système original d'auto collimation destiné à assurer le déplacement de l'appareil de mesure parallèlement au bateau.



Hormis la machine française de la première génération qui s'est trouvée confrontée à des problèmes insolubles de collimation des faisceaux laser sur la coque, les autres machines permettent d'obtenir des résultats exploitables.



Ces machines mettent rapidement en évidence deux défauts majeurs :

- Difficultés de situer la machine à mesurer longitudinalement et transversalement le long du bateau.
- Difficulté de régler la machine horizontalement, donc de définir avec précision l'origine de l'angle ou des angles mesurés dans chaque section.

Les techniques Allemandes et US utilisent pour situer la machine par rapport au bateau, un fil tendu à 20cm du sol. Ce fil est positionné parallèlement à l'axe du bateau afin d'assurer le déplacement de la machine.

- En longitudinal (axe Z), soit la position de chaque section.
- En latéral (axe X), soit la position par rapport au plan de symétrie du bateau.
- En hauteur (axe Y), soit la position par rapport à un plan horizontal virtuel.

On constate que l'on introduit, par cette méthodologie, 3 sources d'erreur très difficiles à quantifier même en sophistiquant les correcteurs. Ces sources influent évidemment sur le modèle numérique.

Elles portent essentiellement sur :

- La flèche naturelle d'un fil tendu entre deux points.

Un fil, même sous tension, de 10, 12, 18 voir 25 mètres présente une flèche naturelle de plusieurs millimètres. Cela modifie le calage en hauteur du plan horizontal de référence des mesures angulaires. Une flèche de 3, 5 mm sur un fil de 20 m est du domaine du possible. En connaissant la tension appliquée, on peut calculer la flèche et l'intégrer dans les calculs. Mais l'introduction de correcteurs dans un système de mesure complique l'acquisition et augmente l'incertitude de mesure.

- *Le fil est calé (abscisse Z=0) par rapport au tableau arrière. C'est donc la géométrie du tableau arrière par rapport au plan de symétrie du bateau qui définit l'origine des positions en longueur de chaque section. La réalité montre une origine des sections décalée par rapport à la poupe réelle du bateau. Le problème est identique si l'origine est prise sur l'étrave.*

- *La détermination du plan virtuel horizontal.*

Ce plan virtuel horizontal matérialise : le référentiel de mesure des angles pour la machine US et la mise en place de la machine Allemande et cela pour chacune des sections.

Les deux machines utilisent trois appuis sur une surface quelconque (un plateau pour la machine US, le sol pour la machine GER) au moyen de trois vis réglables. L'obtention de l'horizontalité est obtenue par une nivelle sphérique (ou deux nivelles toriques à 90°).

Une nivelle, bien qu'étant un instrument de positionnement angulaire, introduit une erreur due à l'incertitude de lecture. On améliore la sensibilité de la nivelle en augmentant le diamètre de la sphère ou du tore, dans le cas d'une nivelle torique, mais alors, sa sensibilité exclut tout réglage dans un environnement extérieur. La moindre vibration du sol (passage de voiture, camion etc) se traduit par la « disparition » de la bulle des traits de repérage.

En admettant une erreur de positionnement horizontal de 0.25° et une longueur de fil de 4 mètres, on calcule que pour un gisement de :

10° l'erreur en projection est de 2.9 mm

45° l'erreur en projection est de 12.3mm

60° l'erreur en projection est de 15.09mm

75° l'erreur en projection est de 16.84mm

On note qu'avec une erreur de 0.05° (5/100 de degré) l'erreur de projection horizontale, qui influe directement sur la largeur du bateau, est encore de 3.02 mm.

Les incertitudes sont propres à tout système de mesure, l'important est de pouvoir d'abord les quantifier, ensuite de s'assurer que l'appareil de mesure reste dans la fourchette d'incertitude lorsqu'il est utilisé.

La conception des ces machines souffrait en définitive de deux problèmes majeurs, à savoir :

- *L'absence de cahier des charges quantifiant les performances à obtenir.*
- *L'absence de procès verbal de recette.*

Il eut suffit que l'on écrive : L'ensemble des points mesurés doit se situer dans un cube de 3mm de côté et 88% de cet ensemble dans un cube de 1.5mm (courbe de Gauss), pour que les machines se développent différemment et que l'on procède à la recette des machines.



JL Conti, Jaugeur IMS, à l'ouvrage.

Car, quelque soit les incertitudes de mesures dues à la machine ou à l'opérateur, la restitution des sections obtenues représentait une image apparemment correcte du bateau mesuré. En réalité, un simple test de circularité (mesure d'un section circulaire –1/4 de cercle) mettait rapidement en évidence que les machines restituait une ellipse au lieu du cercle théorique attendu. Seul un cahier des charges précis eut permis de quantifier la déformation acceptable du cercle théorique recherché.

Les initiateurs des machines françaises tenteront de faire valoir ces arguments lors de réunions de la communauté IMS. Ils n'ont pas été entendus, non que l'on ait réfuté leurs arguments scientifiques, mais simplement parce que le « système IMS » était déjà sur les rails. Nous avions probablement techniquement raison mais politiquement tort, car la mise en orbite de l'IMS dépendait de ces machines, et remettre en cause ces équipements revenait à suspendre, ou tout du moins à retarder la mise en place de la jauge IMS. A l'époque il n'existe pas sur le marché d'autres machines à mesurer transportables, hormis les coûteux et complexes théodolites.

Au final, les bateaux mesurés par les machine IMS sont légèrement « bananés » et souvent plus larges que dans la réalité.

Le débat sur les machines à mesurer sévit encore au sein de l'IMS, mais aujourd'hui la donne a changé, le marché propose des machines ou des systèmes performants, même ultra performants, à des prix allant de 6000 € à 1.5 millions d'€ suivant leur précision.

Une question demeure toutefois toujours sans réponse (même en 2006) : Quel niveau d'incertitude métrologique peut on accepter sur le modèle numérique utilisé par l'IMS?

La Conception Assisté par Ordinateur appliquée à Architecture Navale

Dès lors que l'ordinateur évolue du stade de la machine lourde et complexe (centre de calcul) aux Micro-ordinateurs de bureau, les ingénieurs se lancent dans l'écriture d'outils d'aide à la conception. Ces micro-ordinateurs deviennent rapidement des machines interactives, autorisant un dialogue (dans la limite du programme écrit) entre le programme et l'homme, interactivité impossible à imaginer dans le cas de centres de calculs.

Déjà les calculatrices programmables ont bien amélioré l'ordinaire des architectes, dans le sens ou quelques petits programmes personnels judicieusement écrits permettent de s'affranchir de calculs et d'opérations manuelles longues et fastidieuses. Mais ces outils, ne représentent que des moyens de calcul et non des outils d'aide à la conception.

La puissance de calcul des micro ordinateurs (tous ceux qui utilisent MS DOS) du début des années 80, hormis la vitesse (30 kHz à l'époque, 3.4 GHz ou plus aujourd'hui), n'est pas très différente de celle des machines d'aujourd'hui. Ce qui a énormément évolué, c'est la capacité de stockage physique. De 64 kb en disquette floppy 5 1/4 puis 5 Mb en disque dur, on est passé à 200 Gb. Notons quand même, que malgré Windows, MS DOS, qui est la base de Windows, ne gère toujours que 640 Kb, même si on dispose de 1 ou 2Go de mémoire.

Un outil CAO d'architecture navale possède les moyens basiques des CAO de dessin technique, avec en plus des systèmes de création de courbes et de surfaces ou des outils volumiques. Un module HYDRO réalisant l'ensemble des calculs hydrostatiques du flotteur est obligatoirement associé. Lorsque l'outil travaille en surfacique ou volumique, il utilise des courbes polynomiales du type Spline ou Bézier⁵⁹. En quelques mots, disons qu'une Spline représente la forme mathématique de la latte souple qu'utilisaient les architectes navals pour tracer les lignes d'eau sur la table à dessin. Une « Bézier » est par contre une courbe liée à une suite de vecteurs prédéfinis, in fine, par l'opérateur. La modification du polygone permet d'obtenir différentes courbes.

Dès 1979, Marc POMMELET, créa sur HP75 un logiciel dédié à l'architecture navale. Ce logiciel sera par la suite développé sur des machines HP⁶⁰, pour être implanté dans les années 90 sur une plate-forme du type PC. Ce logiciel (CIRCé puis Maat) est particulièrement complet et universel, dans le sens où il ne se limite plus comme à sa création, aux seules conceptions de voiliers de plaisance. Il permet de travailler sur n'importe quel type de navire quelque soit sa destination civile, ou militaire. Il gère très bien les carènes asymétriques contrairement à d'autres logiciels concurrents⁶¹.

Mais les logiciels de CAO, aussi complets et performants soient-ils, ne se substituent pas à l'architecte, en d'autres termes disons que ce n'est pas la marque du piano qui fait le pianiste et encore moins le compositeur.

Reste que ces outils en permettant des études complètes de création, mais aussi en autorisant des simulations très rapides deviennent de fait les prédateurs naturels des systèmes de jauge. Ce que l'architecte réalisait en une journée ou plus prend maintenant 10 secondes de temps machine (et encore). Mais à toute chose malheur est bon, ces attaques poussent les concepteurs des jauge à proposer des systèmes plus approfondis et plus près de la réalité.

⁵⁹ Du nom d'un ingénieur (A&M) de Renault qui les inventa dès 1968 afin de dessiner des carrosseries de voitures. Ces courbes étaient inspirées des courbes polynomiales de Ferguson.

⁶⁰ Les machines HP offraient entre autre l'avantage de permettre en une ligne de programme, d'écrire un produit de matrices, car elles possédaient une EPROM dédiée. Cela rendait ces machines HP plus performantes que les PC disponibles sur le marché.

⁶¹ On trouve sur le marché des produits comme Rhino, Multisurf, Naval designer, Echo, Argos.

Naissance de l'IMS

La modélisation des coques et des appendices, même associée à un VPP ou un bassin de carène ne constitue pas une jauge. Dans l'absolu, le VPP et le bassin de carène renseignent l'architecte sur les gains de performance d'un modèle par rapport à un autre. Le calibrage, c'est à dire le moyen permettant de connaître la vitesse réelle du modèle est beaucoup plus complexe à définir. En effet si une erreur de calibrage n'affecte pas la connaissance de la hiérarchie des modèles, par exemple du plus performant au moins performant ; elle exerce une influence très importante sur le résultat final, c'est à dire sur la connaissance du potentiel de vitesse réelle du bateau. Progresser par 25 noeuds de vent au près avec une vitesse de 6.5 ou 6.6 noeuds ne représente pas la même chose. L'IMS ne se réduit pas à la mesure du bateau et à la création de son modèle numérique, mais à la détermination de son handicap à partir des polaires de vitesse obtenues par le VPP. La définition de cette passerelle devient finalement un problème.

Le trop grand nombre d'informations disponibles (vitesse à toutes les allures et dans toutes les plages de vent possibles) compliquera l'exploitation et la compréhension de ces données, mais aussi leur mise en forme.

La communauté des régatiers met longtemps à intégrer cette évolution, car pour elle, l'IMS apparaît comme une énième jauge, certes nouvelle et performante, mais construite dans un moule sensiblement identique aux jauge du RORC et de l'IOR... Avec leurs défauts en moins. De son côté l'IMS se définit comme un système de handicap scientifiquement évolué et novateur.

Le réveil s'avérera brutal (question : ... Pour qui ? l'IMS ou les coureurs ?).

Calculs et systèmes de classement

L'IMS n'ayant pas pour but de donner de rating fixe à chaque bateau, son fonctionnement s'articule sur la comparaison des performances réelles sur l'eau durant la régate avec celles théoriques établies à partir du VPP IMS⁶².

Avant de présenter la méthodologie de classement IMS, nous allons en définir sa forme générale. Cette présentation n'est pas la réalité pratique, mais elle permet d'en comprendre la philosophie. Car l'IMS innove en imposant, in fine, que chaque bateau régate contre son ombre « mathématique ».

Cette révolution, bouleverse les méthodes de classements classiques. Le classement en temps compensé tel que nous le connaissons n'existe plus, puisqu'il n'y a plus de relation de rating, donc de TMF (ou TCF) entre les bateaux. Rappelons que dans les systèmes RORC, CCA, IOR, HN, CHS, PHRF, RANK, IRM, IRC chaque bateau reçoit, après avoir été jaugé ou handicapé, ce que l'on appelle un TMF (Time multiplicateur facteur). Il se nomme TCC en IRC et multiplie le temps réel de course afin d'obtenir le temps compensé. Le classement final s'obtient par tri en ordre croissant des temps compensés, le plus petit temps compensé étant déclaré vainqueur.

Ces explications ne doivent pas être considérées comme secondaires, l'objet d'une jauge étant d'obtenir le classement de bateaux d'architectures différentes participant à la même régate.

⁶² Ce qui implique la connaissance de la vitesse et de la direction du vent.

Le schéma de principe de la méthode de classement imaginé par l'IMS se résume ainsi :

- Pour chaque parcours, le Comité de Course choisit
 - la distance,
 - les points de passage obligés (marques),
 - le vent moyen prévu ou le vent moyen enregistré (?) pendant la régate.
- Pour chaque bateau, les polaires (sous entendu obtenues par le programme VPP IMS) de vitesse fixent le « temps objectif » en fonction du vent et des allures que le bateau est supposé rencontrer.
- A la fin de la régate, on évalue la différence entre le « temps réel de course » et le « temps objectif ».
SI la différence est <0 le bateau est allé plus vite que son « ombre »
SI la différence est >0 le bateau a été plus lent.
Le classement général est obtenu en comparant toutes les différences des bateaux inscrits, du plus petit écart négatif au plus grand écart positif.

Méthode pour le moins originale, mais quelle révolution culturelle. Voyons ci-dessous de manière approfondie son développement technique.

DOSSIER TECHNIQUE : Les classements en IMS

Le schéma de principe ci-dessus génère un développement mathématique permettant d'arriver au classement final. Nous allons voir qu'en fait, le calcul du temps objectif n'est pas possible, car il dépend trop de la vitesse du vent, ce qui oblige à intégrer plusieurs vecteurs vitesses issus des polaires du VPP de chaque bateau et cela sur un même bord.

Afin de passer outre cette impossibilité, l'IMS propose une méthode s'articulant sur la comparaison de la performance moyenne de chaque bateau par rapport à la performance optimale qu'il aurait du avoir. Ce calcul s'appuie sur les analyses des VPP de chaque bateau en les traduisant en des courbes directement exploitables.

Partie 1 : La construction du parcours

Cette partie concerne le comité de course. A partir de la mise en place des bouées si c'est un parcours créé par l'organisation, ou à partir de points de passage imposés tel que des bouées, des balises ou des points remarquables, le comité de course calcule et mesure pour chaque segment du parcours :

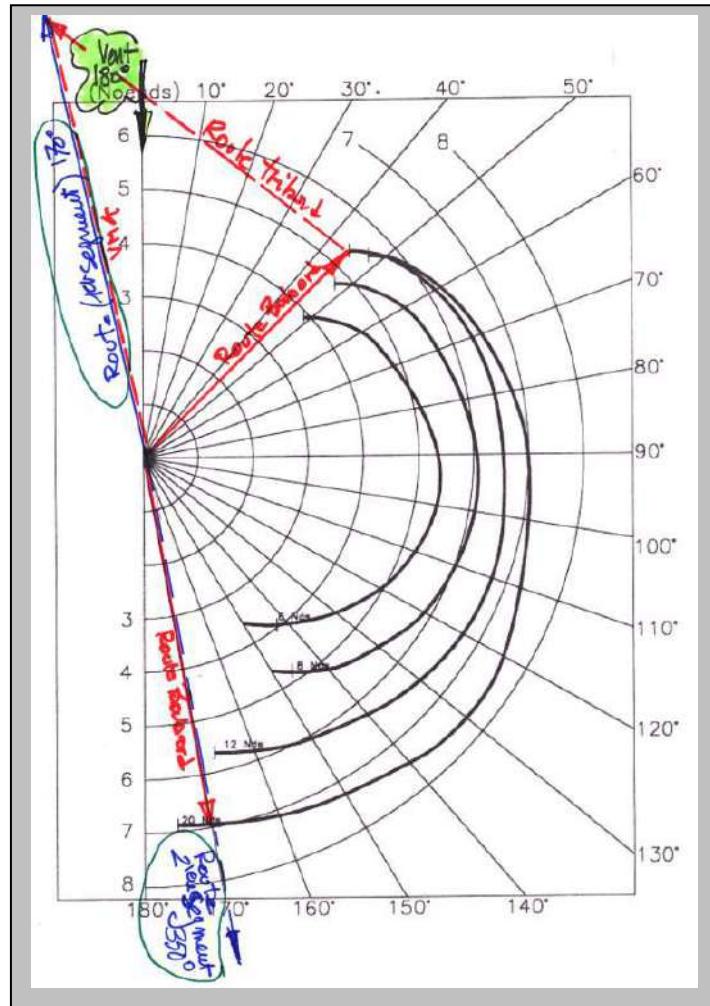
- *La distance en ligne droite.*
- *Le cap vrai en route directe.*
- *La direction du vent réel.*

De cette décomposition il déduira aussi la distance totale.

Cela se traduit comme suit :

<i>Segment</i>	<i>Distance (Milles)</i>	<i>Route vrai)</i>	<i>(cap</i>	<i>Direction du vent</i>
<i>1</i>	<i>2.23</i>	<i>170</i>		<i>180</i>
<i>2</i>	<i>2.00</i>	<i>350</i>		<i>180</i>
<i>3</i>	<i>0.97</i>	<i>170</i>		<i>170</i>
<i>4</i>	<i>1.03</i>	<i>170</i>		<i>185</i>
<i>5</i>	<i>1.03</i>	<i>350</i>		<i>185</i>
<i>6</i>	<i>1.17</i>	<i>350</i>		<i>170</i>
<i>Distance totale</i>	<i>8.43</i>			

Le descriptif de ce parcours semblable à un parcours banane (2 AR de 4 milles environ), est décomposé dans les deux derniers bords (près et portant). Cette décomposition correspond à une variation de vent (170° à 185° et 185° à 170). Il est évident que ce travail est le résultat d'une observation permanente et attentive de l'ensemble du plan d'eau, qui requiert des moyens techniques et du personnel compétent et organisé.



L'analyse du parcours tel qu'il est construit va se présenter comme suit :

- *50.2% de la régate s'est courue au près : $(2.23+0.97+1.03)/8.43=0.502$ qui se décompose en 0.265 (1^{er} bord de près), 0.115 (2^{ième} bord de près), 0.122 (3^{ième} bord)*
- *49.8% au portant : $(2+1.03+1.17)/8.43=0.498$
0.237 (1^{er} bord de portant), 0.122 (2^{ième} bord de portant), 0.139 (3^{ième} bord de portant)*

Partie 2 : Courbes de performance

A partir du parcours construit, on superpose sur chaque segment la polaire du bateau correspondante à chaque repère de vent (6 nds, 8, 10, 12, 14, 16, 20). En effet si le relevé de la direction du vent, ou la valeur retenue par le comité de course, est pris en compte, la force du vent ne l'est pas. C'est pour cette raison que chaque polaire de vitesse doit être superposée sur chaque segment.

On calcule ainsi l'allégeance par mille pour les 6 segments du parcours et pour les vitesses de vent 6,8.. 20 nœuds.

Ce qui revient à écrire l'équation suivante :

$$\begin{aligned} APM(6 \text{ nds}) = & APM(VMG \text{ Beat}) * 0.265 + APM(350^\circ) * 0.237 + APM(VMG \text{ Beat}) * 0.115 \\ & + APM(350^\circ) * 0.122 + APM(VMG \text{ Beat}) * 0.122 + APM(350^\circ) * 0.139 \end{aligned}$$

De la même manière on écrira

$$APM(8 \text{ nds}) = \dots$$

$$APM(10 \text{ nds}) = \dots \quad APM(20 \text{ nds}) = \dots$$

On dispose ainsi pour chaque bateau d'une courbe lissée (cubic spline) qui rassemblera ces 7 équations. Cette courbe représente le potentiel de vitesse (ou de performance) de chaque bateau pour le parcours imposé par les organisateurs. En fait le classement IMS s'apparente au travail des routeurs dans les courses océaniques.

Constatons aussi que l'IMS attribue à chaque bateau une infinité de rating, puisque l'imagination dans la construction des parcours est infinie.

A ce stade de la démonstration, la situation se résume comme suit :

Pour une régate :

- *L'organisateur propose le parcours (avis de course)*
- *Le Comité de course construit le parcours en respectant la proposition de l'organisateur. A partir de cette construction, et des certificats de jauge IMS des concurrents, il trace la courbe de performance de chaque bateau.*

En théorie le Comité de Course peut donner le départ. En théorie seulement car ce schéma ne fonctionne que pour un parcours prédéfini mouillé face au vent, car c'est le seul cas où les allures des bateaux sont absolument indépendantes de la direction réelle du vent. En effet, que le vent soit N, S, au 110°, ou autre chose, le premier bord d'un parcours banane est toujours un près.

En d'autres termes le parcours « tourne » avec le vent. C'est le cas des parcours que j'appellerais « géométriques ».

Lorsque la régate est un parcours côtier ou offshore, le paramètre « direction du vent » possède un sens et une influence majeure sur la construction. Il faut attendre le départ et les relevés du vent en temps réels pour pouvoir construire le parcours. Chacun comprend immédiatement que dans le cas d'un parcours offshore, FASNET par exemple, la construction devienne très délicate !

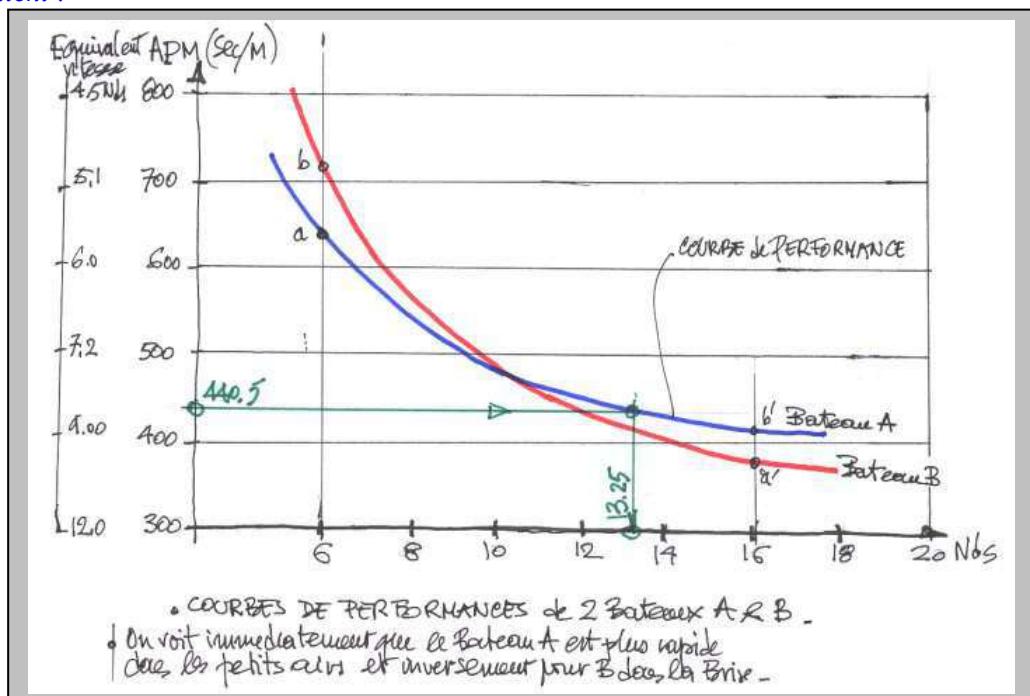
Le parcours construit, le départ donné, étudions la méthode permettant d'aboutir aux classements.

Partie 3 : Après la régate

Le paramètre le plus simple à collecter est le temps réel de course. Ce calcul (Heure d'arrivée – Heure de départ) est réalisé pour chaque bateau (les anglo-saxons parlent d'Elapsed Time).

A partir de la distance définie dans la construction de la régate, on calcule la performance de chaque bateau en divisant le Temps réel par la distance. Remarquons que l'inverse de ce résultat multiplié par 3600 correspond à la vitesse moyenne du bateau durant la régate.

Exemple : si le résultat de Temps Réel⁶³ / Distance = $3713 / 8.43 = 440.45$ sec / mille, on obtient :



Dans le dessin ci-dessus, la valeur en abscisse de 13.25 nds représente le vent implicite du bateau A pour le parcours de régate effectué en 1h 2m 23s (3713 sec) soit à la vitesse moyenne de 8.173 nds.

⁶³ Le temps réel serait de 1H 2M 23S

Cette performance réelle d'un bateau correspond sur sa courbe de performance à un vent théorique constant qu'il aurait effectivement eu pendant toute la régate.

Pour chaque bateau l'horizontale du graphique ci-dessous (440.5) correspondant à sa performance en sec / mille. Elle coupe sa courbe de performance pour déterminer sur l'axe des abscisses : le vent théorique correspondant à la performance (13.25 Nds).

Ce vent théorique est appelé VENT IMPLICITE (Implied Wind) dans la terminologie IMS.

Est déclaré vainqueur le bateau qui a obtenu le vent implicite le plus élevé, car :

- *Ce bateau aura été le plus rapide sur l'eau*
- *Ses performances sur l'eau ont été supérieures à celle de la courbe de performance, soit par une meilleure exploitation du vent réel sur le plan d'eau, soit par de meilleures options de navigation... soit aussi par ce que ses performances réelles sont sous évaluées par le VPP de l'IMS.*

L'ensemble des bateaux est en définitive classé sur son vent implicite calculé.

Pour être vraiment complet, nous ajouterons que le système de classement IMS calcule aussi des courbes de performance dites « amorties » pour chaque bateau. Ces courbes de performance diminuent légèrement les vitesses des bateaux, la vitesse par petit temps étant plus réduite que celle par vent fort. L'IMS recommande d'utiliser les courbes de performance amorties dans le cas où la vitesse du vent n'a pas été constante.

Il est évident que l'établissement d'un classement est réalisable. Bien que l'ensemble des éléments et des calculs nécessaires au classement IMS (construction des parcours, calculs des courbes de performances de chaque bateau, calcul du vent implicite et classement final) soit entièrement assisté par un logiciel fourni gratuitement par l'ORC, il n'en demeure pas moins que cette méthodologie n'est pas simple à assimiler par les comités de course, les organisateurs et surtout par les coureurs.

L'influence de la direction du vent choisie par le comité de course apparaît rapidement comme le paramètre prépondérant dans le cas de parcours côtiers ou offshores. On constate aussi que dans le cas de parcours « géométriques⁶⁴ », normalement totalement indépendants de la direction vraie du vent, la tolérance de mouillage des bouées introduit une erreur entre la construction théorique et la construction vraie du parcours. Cela se répercute sur le positionnement de la polaire de vitesse dans chaque segment et au final sur la forme de la courbe de performance.

Le « terrain » impose sa loi

Très vite, l'allégeance universelle réapparaît sous la forme du GPH (General Purpose Handicap). Ce coefficient représente pour chaque bateau, la moyenne des allégeances circulaires⁶⁵ entre 8 et 12 nœuds de vent.

⁶⁴ Je nomme parcours « géométriques » les parcours bananes, W, triangulaires dont au moins le premier bord est toujours mouillé face au vent, sachant que le comité de course bascule le parcours dès qu'il y a une rotation de vent perceptible.

⁶⁵ En référence aux parcours dits « circulaires » qui correspondent par exemple à une course en Manche comme la Channel Race (Cowes, différentes marques de parcours en Manche et retours à Cowes)

Le GPH s'exprime en seconde par mille, et permet de calculer immédiatement un temps compensé à partir du temps réel. Les coureurs, les comités de course, les organisateurs et les journalistes se retrouvent dans un schéma connu.

L'IOR avait éliminé les distorsions entre les types d'architectures des bateaux en utilisant les classes à rating fixe. L'IMS finalement rattrapée par le même virus (le calcul basé sur le Vent Implicit apparaissant comme une immense usine à gaz ne convaincra et n'attirera pas les coureurs), constatera que l'utilisation du GPH la ramène à la case départ, elle se retourne alors vers les courses en temps réel (ILC pour International Level Class).

Chaque classe est définie sur les bases suivantes :

- *Un certain nombre de paramètres tel que LOA, Bau, TE, Déplacement, Avs, Francs-bords est l'objet d'un minimum à respecter ou à ne pas dépasser.*
- *Une enveloppe, au sens mathématique, va être imposée pour 3 polaires à 6, 10 et 20 noeuds de vent et pour 3 allures VMG au près, 110° et VMG au portant. Les performances de chacun des bateaux ne doivent jamais « crever » l'enveloppe.*
- *« Un poids », non pas au sens de la masse du bateau, mais au sens de moyenne pondérée de l'allégeance par mille rapportée au vent et aux allures. Par exemple pour la classe ILC40 (ancienne Classe One Ton), le poids à ne pas dépasser est de 616.6 sec/mille. L'IMS nomme ce paramètre : ILC Weighted Average.*

Cinq classes ILC seront ainsi créées ILC Maxi, ILC46, ILC40, ILC30 et ILC25.

La création de ces techniques très évoluées de classement, malgré les difficultés à acquérir de manière fiable certains paramètres, met en évidence la culture scientifique de leurs auteurs. Mais au final, l'ensemble paraît très éloigné du monde réel qui régate pour le plaisir, et non pour faire des exercices de mathématiques, chaque WE de régates.

L'hégémonie du VPP⁶⁶

Si dans le principe, la méthode de classement basée sur le calcul du vent implicite (voir dossier technique ci-dessus) semble réalisable, sa mise en application rencontre de sérieuses difficultés. En effet, on ne fait pas la révolution en un jour et avant de lancer une telle méthode, il eu fallu s'assurer de son assimilation par les comités de course et les coureurs.

Le calcul du « vent implicite » dépend de deux paramètres principaux, la direction du vent et les routes du parcours, c'est à dire les routes que doit choisir chaque bateau cible pour réaliser le temps le plus court entre le départ et l'arrivée. Ces routes ne sont évidemment pas une ligne droite, les voiliers tirent des bords face au vent et souvent lorsqu'ils sont au portant. Seul les parcours « banane » ou triangle, toujours mouillés face au vent, s'exonèrent de cette notion de route donc d'allure puisque l'on sait, que dans un parcours « banane », un voilier fait 60% de près et 40% de portant. Sur un parcours long (course offshore), l'ensemble de la flotte ne rencontre pas les mêmes conditions de vent identiques (direction et force), donc d'allure, donc de route fond.... Etc. Etc. Dans un parcours banane, si le parcours est légèrement décalé par rapport au vent, ou si il y a une bascule même infime, les conditions réelles deviennent très différentes des hypothèses théoriques. D'autres exemples, comme le « trou » de vent de

⁶⁶ Le Handicap National (FFV), dans son document de 2006 annonce son intention de s'appuyer sur les données du VPP comme complément à sa technique de handicap par la méthode statistique.

quelques nœuds dans un portant venté –mistral par exemple -, du fait d'un effet de côte, provoque une inadéquation des hypothèses théoriques par rapport à la réalité.

On comprend immédiatement que cette méthode de classement infiniment complexe se retrouve soumise aux pressions des coureurs, des organisateurs et aussi des architectes. Si l'objet IMS paraît être un merveilleux outil scientifique (avec les qualités de rigueur, de sérieux d'une démarche scientifique), son application s'appuie sur une grande subjectivité quand à la détermination des deux paramètres de base qui sont la direction du vent et la route théorique du bateau. D'ailleurs comme cela est expliqué dans le dossier technique « [Les Classements en IMS](#) », l'IMS met rapidement en place un coefficient GPH (en secondes par mille) permettant de calculer le temps compensé ce qui permet de revenir à un schéma connu et d'abandonner l'esprit pionnier de l'IMS.

<p>IMB NUMBER CERTIFICATE No. 12345 Based on: FULL REGISTRATION (Normal) NOT VALID AFTER 12/2009</p> <p>NAME & DESCRIPTION Name: PARAGON OF VIRGIN Sail No: US-12345 Class: SLOOP 43 LOA: 13.81m Beam: 3.43m Designer: ERICK Builder: FRACTIONAL SLOOP 1904 31.9 Keel/Fin: FINISTERE K883 Propulsion: SAILING BOAT Powerhead: NO SPIN: SYNTHETIC Lightweight: LIGHT Portability: NO/NOT APT Sails: 3 Sets Injury: NONE Pilot: NO Draught: 1.875/1.881 CABIN/STATER</p> <p>RATING OFFICE Examin: OFFSHORE SAILING COUNCIL Address: 55 PENDLETON ROAD Postcode: 02080000 City: Southampton Country: England Capitol: London Phone: +44 1202 343366 Fax: +44 1202 343366 Email: rating@ossc.org.uk</p> <p>REGISTRATION AUTHORITY: NO SAYING Builder: RUMBLEY Ratings: RUMBLEY</p> <p>"I CERTIFY THAT I UNDERSTAND MY RESPONSIBILITIES UNDER THE IMO."</p> <p>CHEMIST Mr JOHN Q SAILOR 123 RUMBLEY LANE PORTSMOUTH, HAMPSHIRE ENGLAND</p>		<p>IMB AMENDED TO JANUARY 2009 TSP: 12/2008/08 08:09:30 Cert No. 12345 EXPIRY DATE: 02/FEB/09 08:00:00 Off. Reg'd: 22/MAY/93 Last Vise: 07/JUN/93 19:55:20:00</p> <p>CONTINUATION AND DRAFT</p> <table border="1"> <tr> <td>WHD</td> <td>0.500</td> <td>0.500</td> <td>0.500</td> <td>0.500</td> <td>0.500</td> </tr> <tr> <td>WCSA</td> <td>0.0</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>WSSB</td> <td>0.0</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>WHD</td> <td>0.434</td> <td>0.434</td> <td>0.434</td> <td>0.434</td> <td>0.434</td> </tr> <tr> <td>WPS</td> <td>0.038</td> <td>0.038</td> <td>0.038</td> <td>0.038</td> <td>0.038</td> </tr> <tr> <td>WPA</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>WFA</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> </tr> </table> <p>TESTING DATA</p> <table border="1"> <tr> <td>W1</td> <td>21.000</td> <td>20.1</td> <td>20.000</td> <td>20.000</td> <td>20.000</td> </tr> <tr> <td>W2</td> <td>24.000</td> <td>23.9</td> <td>23.900</td> <td>23.900</td> <td>23.900</td> </tr> <tr> <td>W3</td> <td>22.000</td> <td>20.0</td> <td>20.000</td> <td>20.000</td> <td>20.000</td> </tr> <tr> <td>W4</td> <td>24.000</td> <td>23.8</td> <td>23.800</td> <td>23.800</td> <td>23.800</td> </tr> <tr> <td>W5</td> <td>142.3</td> <td>142.0</td> <td>142.3</td> <td>142.3</td> <td>142.3</td> </tr> <tr> <td>W6</td> <td>35.6</td> <td>35.6</td> <td>35.6</td> <td>35.6</td> <td>35.6</td> </tr> </table> <p>INCUBATION TESTS</p> <table border="1"> <tr> <td>W1</td> <td>21.000</td> <td>20.1</td> <td>20.000</td> <td>20.000</td> <td>20.000</td> </tr> <tr> <td>W2</td> <td>24.000</td> <td>23.9</td> <td>23.900</td> <td>23.900</td> <td>23.900</td> </tr> <tr> <td>W3</td> <td>22.000</td> <td>20.0</td> <td>20.000</td> <td>20.000</td> <td>20.000</td> </tr> <tr> <td>W4</td> <td>24.000</td> <td>23.8</td> <td>23.800</td> <td>23.800</td> <td>23.800</td> </tr> <tr> <td>W5</td> <td>142.3</td> <td>142.0</td> <td>142.3</td> <td>142.3</td> <td>142.3</td> </tr> <tr> <td>W6</td> <td>35.6</td> <td>35.6</td> <td>35.6</td> <td>35.6</td> <td>35.6</td> </tr> </table> <p>CALCULATED LIMIT OF POSITIVE STABILITY: 121.3 DEGREES</p> <p>IMO'S STABILITY DATA: ANNUAL POSITION/SECURITY: 3.246</p> <p>DISPLACEMENT W1: 20.000 W2: 24.000 W3: 22.000 W4: 24.000 W5: 142.3 W6: 35.6</p> <p>DISPLACEMENT (NETWEIGHT) W1: 142.3 W2: 142.3 W3: 142.3 W4: 142.3 W5: 142.3 W6: 142.3</p> <p>ANCHOR(S) WEIGHT W1: 0.000 W2: 0.000 W3: 0.000 W4: 0.000 W5: 0.000 W6: 0.000</p> <p>ANCHOR(S) WEIGHT ALLOWANCE W1: 0.458 W2: 0.458 W3: 0.458 W4: 0.458 W5: 0.458 W6: 0.458</p> <p>NOTE TO OWNER: The range available to reduce crew weight is 448 - 826 kg.</p> <p>TIME ALLOWANCES IN SEC/MI FOR TRUE WIND VELOCITY & ANGLE</p> <table border="1"> <tr> <td>Wind Velocity</td> <td>10kt</td> <td>12kt</td> <td>14kt</td> <td>16kt</td> <td>18kt</td> <td>20kt</td> <td>22kt</td> <td>24kt</td> <td>26kt</td> <td>28kt</td> <td>30kt</td> <td>32kt</td> <td>34kt</td> <td>36kt</td> <td>38kt</td> <td>40kt</td> <td>42kt</td> <td>44kt</td> <td>46kt</td> <td>48kt</td> <td>50kt</td> <td>52kt</td> <td>54kt</td> <td>56kt</td> <td>58kt</td> <td>60kt</td> <td>62kt</td> <td>64kt</td> <td>66kt</td> <td>68kt</td> <td>70kt</td> <td>72kt</td> <td>74kt</td> <td>76kt</td> <td>78kt</td> <td>80kt</td> <td>82kt</td> <td>84kt</td> <td>86kt</td> <td>88kt</td> <td>90kt</td> <td>92kt</td> <td>94kt</td> <td>96kt</td> <td>98kt</td> <td>100kt</td> <td>102kt</td> <td>104kt</td> <td>106kt</td> <td>108kt</td> <td>110kt</td> <td>112kt</td> <td>114kt</td> <td>116kt</td> <td>118kt</td> <td>120kt</td> <td>122kt</td> <td>124kt</td> <td>126kt</td> <td>128kt</td> <td>130kt</td> <td>132kt</td> <td>134kt</td> <td>136kt</td> <td>138kt</td> <td>140kt</td> <td>142kt</td> <td>144kt</td> <td>146kt</td> <td>148kt</td> <td>150kt</td> <td>152kt</td> <td>154kt</td> <td>156kt</td> <td>158kt</td> <td>160kt</td> <td>162kt</td> <td>164kt</td> <td>166kt</td> <td>168kt</td> <td>170kt</td> <td>172kt</td> <td>174kt</td> <td>176kt</td> <td>178kt</td> <td>180kt</td> <td>182kt</td> <td>184kt</td> <td>186kt</td> <td>188kt</td> <td>190kt</td> <td>192kt</td> <td>194kt</td> <td>196kt</td> <td>198kt</td> <td>200kt</td> <td>202kt</td> <td>204kt</td> <td>206kt</td> <td>208kt</td> <td>210kt</td> <td>212kt</td> <td>214kt</td> <td>216kt</td> <td>218kt</td> <td>220kt</td> <td>222kt</td> <td>224kt</td> <td>226kt</td> <td>228kt</td> <td>230kt</td> <td>232kt</td> <td>234kt</td> <td>236kt</td> <td>238kt</td> <td>240kt</td> <td>242kt</td> <td>244kt</td> <td>246kt</td> <td>248kt</td> <td>250kt</td> <td>252kt</td> <td>254kt</td> <td>256kt</td> <td>258kt</td> <td>260kt</td> <td>262kt</td> <td>264kt</td> <td>266kt</td> <td>268kt</td> <td>270kt</td> <td>272kt</td> <td>274kt</td> <td>276kt</td> <td>278kt</td> <td>280kt</td> <td>282kt</td> <td>284kt</td> <td>286kt</td> <td>288kt</td> <td>290kt</td> <td>292kt</td> <td>294kt</td> <td>296kt</td> <td>298kt</td> <td>300kt</td> <td>302kt</td> <td>304kt</td> <td>306kt</td> <td>308kt</td> <td>310kt</td> <td>312kt</td> <td>314kt</td> <td>316kt</td> <td>318kt</td> <td>320kt</td> <td>322kt</td> <td>324kt</td> <td>326kt</td> <td>328kt</td> <td>330kt</td> <td>332kt</td> <td>334kt</td> <td>336kt</td> <td>338kt</td> <td>340kt</td> <td>342kt</td> <td>344kt</td> <td>346kt</td> <td>348kt</td> <td>350kt</td> <td>352kt</td> <td>354kt</td> <td>356kt</td> <td>358kt</td> <td>360kt</td> <td>362kt</td> <td>364kt</td> <td>366kt</td> <td>368kt</td> <td>370kt</td> <td>372kt</td> <td>374kt</td> <td>376kt</td> <td>378kt</td> <td>380kt</td> <td>382kt</td> <td>384kt</td> <td>386kt</td> <td>388kt</td> <td>390kt</td> <td>392kt</td> <td>394kt</td> <td>396kt</td> <td>398kt</td> <td>400kt</td> <td>402kt</td> <td>404kt</td> <td>406kt</td> <td>408kt</td> <td>410kt</td> <td>412kt</td> <td>414kt</td> <td>416kt</td> <td>418kt</td> <td>420kt</td> <td>422kt</td> <td>424kt</td> <td>426kt</td> <td>428kt</td> <td>430kt</td> <td>432kt</td> <td>434kt</td> <td>436kt</td> <td>438kt</td> <td>440kt</td> <td>442kt</td> <td>444kt</td> <td>446kt</td> <td>448kt</td> <td>450kt</td> <td>452kt</td> <td>454kt</td> <td>456kt</td> <td>458kt</td> <td>460kt</td> <td>462kt</td> <td>464kt</td> <td>466kt</td> <td>468kt</td> <td>470kt</td> <td>472kt</td> <td>474kt</td> <td>476kt</td> <td>478kt</td> <td>480kt</td> <td>482kt</td> <td>484kt</td> <td>486kt</td> <td>488kt</td> <td>490kt</td> <td>492kt</td> <td>494kt</td> <td>496kt</td> <td>498kt</td> <td>500kt</td> <td>502kt</td> <td>504kt</td> <td>506kt</td> <td>508kt</td> <td>510kt</td> <td>512kt</td> <td>514kt</td> <td>516kt</td> <td>518kt</td> <td>520kt</td> <td>522kt</td> <td>524kt</td> <td>526kt</td> <td>528kt</td> <td>530kt</td> <td>532kt</td> <td>534kt</td> <td>536kt</td> <td>538kt</td> <td>540kt</td> <td>542kt</td> <td>544kt</td> <td>546kt</td> <td>548kt</td> <td>550kt</td> <td>552kt</td> <td>554kt</td> <td>556kt</td> <td>558kt</td> <td>560kt</td> <td>562kt</td> <td>564kt</td> <td>566kt</td> <td>568kt</td> <td>570kt</td> <td>572kt</td> <td>574kt</td> <td>576kt</td> <td>578kt</td> <td>580kt</td> <td>582kt</td> <td>584kt</td> <td>586kt</td> <td>588kt</td> <td>590kt</td> <td>592kt</td> <td>594kt</td> <td>596kt</td> <td>598kt</td> <td>600kt</td> <td>602kt</td> <td>604kt</td> <td>606kt</td> <td>608kt</td> <td>610kt</td> <td>612kt</td> <td>614kt</td> <td>616kt</td> <td>618kt</td> <td>620kt</td> <td>622kt</td> <td>624kt</td> <td>626kt</td> <td>628kt</td> <td>630kt</td> <td>632kt</td> <td>634kt</td> <td>636kt</td> <td>638kt</td> <td>640kt</td> <td>642kt</td> <td>644kt</td> <td>646kt</td> <td>648kt</td> <td>650kt</td> <td>652kt</td> <td>654kt</td> <td>656kt</td> <td>658kt</td> <td>660kt</td> <td>662kt</td> <td>664kt</td> <td>666kt</td> <td>668kt</td> <td>670kt</td> <td>672kt</td> <td>674kt</td> <td>676kt</td> <td>678kt</td> <td>680kt</td> <td>682kt</td> <td>684kt</td> <td>686kt</td> <td>688kt</td> <td>690kt</td> <td>692kt</td> <td>694kt</td> <td>696kt</td> <td>698kt</td> <td>700kt</td> <td>702kt</td> <td>704kt</td> <td>706kt</td> <td>708kt</td> <td>710kt</td> <td>712kt</td> <td>714kt</td> <td>716kt</td> <td>718kt</td> <td>720kt</td> <td>722kt</td> <td>724kt</td> <td>726kt</td> <td>728kt</td> <td>730kt</td> <td>732kt</td> <td>734kt</td> <td>736kt</td> <td>738kt</td> <td>740kt</td> <td>742kt</td> <td>744kt</td> <td>746kt</td> <td>748kt</td> <td>750kt</td> <td>752kt</td> <td>754kt</td> <td>756kt</td> <td>758kt</td> <td>760kt</td> <td>762kt</td> <td>764kt</td> <td>766kt</td> <td>768kt</td> <td>770kt</td> <td>772kt</td> <td>774kt</td> <td>776kt</td> <td>778kt</td> <td>780kt</td> <td>782kt</td> <td>784kt</td> <td>786kt</td> <td>788kt</td> <td>790kt</td> <td>792kt</td> <td>794kt</td> <td>796kt</td> <td>798kt</td> <td>800kt</td> <td>802kt</td> <td>804kt</td> <td>806kt</td> <td>808kt</td> <td>810kt</td> <td>812kt</td> <td>814kt</td> <td>816kt</td> <td>818kt</td> <td>820kt</td> <td>822kt</td> <td>824kt</td> <td>826kt</td> <td>828kt</td> <td>830kt</td> <td>832kt</td> <td>834kt</td> <td>836kt</td> <td>838kt</td> <td>840kt</td> <td>842kt</td> <td>844kt</td> <td>846kt</td> <td>848kt</td> <td>850kt</td> <td>852kt</td> <td>854kt</td> <td>856kt</td> <td>858kt</td> <td>860kt</td> <td>862kt</td> <td>864kt</td> <td>866kt</td> <td>868kt</td> <td>870kt</td> <td>872kt</td> <td>874kt</td> <td>876kt</td> <td>878kt</td> <td>880kt</td> <td>882kt</td> <td>884kt</td> <td>886kt</td> <td>888kt</td> <td>890kt</td> <td>892kt</td> <td>894kt</td> <td>896kt</td> <td>898kt</td> <td>900kt</td> <td>902kt</td> <td>904kt</td> <td>906kt</td> <td>908kt</td> <td>910kt</td> <td>912kt</td> <td>914kt</td> <td>916kt</td> <td>918kt</td> <td>920kt</td> <td>922kt</td> <td>924kt</td> <td>926kt</td> <td>928kt</td> <td>930kt</td> <td>932kt</td> <td>934kt</td> <td>936kt</td> <td>938kt</td> <td>940kt</td> <td>942kt</td> <td>944kt</td> <td>946kt</td> <td>948kt</td> <td>950kt</td> <td>952kt</td> <td>954kt</td> <td>956kt</td> <td>958kt</td> <td>960kt</td> <td>962kt</td> <td>964kt</td> <td>966kt</td> <td>968kt</td> <td>970kt</td> <td>972kt</td> <td>974kt</td> <td>976kt</td> <td>978kt</td> <td>980kt</td> <td>982kt</td> <td>984kt</td> <td>986kt</td> <td>988kt</td> <td>990kt</td> <td>992kt</td> <td>994kt</td> <td>996kt</td> <td>998kt</td> <td>1000kt</td> <td>1002kt</td> <td>1004kt</td> <td>1006kt</td> <td>1008kt</td> <td>1010kt</td> <td>1012kt</td> <td>1014kt</td> <td>1016kt</td> <td>1018kt</td> <td>1020kt</td> <td>1022kt</td> <td>1024kt</td> <td>1026kt</td> <td>1028kt</td> <td>1030kt</td> <td>1032kt</td> <td>1034kt</td> <td>1036kt</td> <td>1038kt</td> <td>1040kt</td> <td>1042kt</td> <td>1044kt</td> <td>1046kt</td> <td>1048kt</td> <td>1050kt</td> <td>1052kt</td> <td>1054kt</td> <td>1056kt</td> <td>1058kt</td> <td>1060kt</td> <td>1062kt</td> <td>1064kt</td> <td>1066kt</td> <td>1068kt</td> <td>1070kt</td> <td>1072kt</td> <td>1074kt</td> <td>1076kt</td> <td>1078kt</td> <td>1080kt</td> <td>1082kt</td> <td>1084kt</td> <td>1086kt</td> <td>1088kt</td> <td>1090kt</td> <td>1092kt</td> <td>1094kt</td> <td>1096kt</td> <td>1098kt</td> <td>1100kt</td> <td>1102kt</td> <td>1104kt</td> <td>1106kt</td> <td>1108kt</td> <td>1110kt</td> <td>1112kt</td> <td>1114kt</td> <td>1116kt</td> <td>1118kt</td> <td>1120kt</td> <td>1122kt</td> <td>1124kt</td> <td>1126kt</td> <td>1128kt</td> <td>1130kt</td> <td>1132kt</td> <td>1134kt</td> <td>1136kt</td> <td>1138kt</td> <td>1140kt</td> <td>1142kt</td> <td>1144kt</td> <td>1146kt</td> <td>1148kt</td> <td>1150kt</td> <td>1152kt</td> <td>1154kt</td> <td>1156kt</td> <td>1158kt</td> <td>1160kt</td> <td>1162kt</td> <td>1164kt</td> <td>1166kt</td> <td>1168kt</td> <td>1170kt</td> <td>1172kt</td> <td>1174kt</td> <td>1176kt</td> <td>1178kt</td> <td>1180kt</td> <td>1182kt</td> <td>1184kt</td> <td>1186kt</td> <td>1188kt</td> <td>1190kt</td> <td>1192kt</td> <td>1194kt</td> <td>1196kt</td> <td>1198kt</td> <td>1200kt</td> <td>1202kt</td> <td>1204kt</td> <td>1206kt</td> <td>1208kt</td> <td>1210kt</td> <td>1212kt</td> <td>1214kt</td> <td>1216kt</td> <td>1218kt</td> <td>1220kt</td> <td>1222kt</td> <td>1224kt</td> <td>1226kt</td> <td>1228kt</td> <td>1230kt</td> <td>1232kt</td> <td>1234kt</td> <td>1236kt</td> <td>1238kt</td> <td>1240kt</td> <td>1242kt</td> <td>1244kt</td> <td>1246kt</td> <td>1248kt</td> <td>1250kt</td> <td>1252kt</td> <td>1254kt</td> <td>1256kt</td> <td>1258kt</td> <td>1260kt</td> <td>1262kt</td> <td>1264kt</td> <td>1266kt</td> <td>1268kt</td> <td>1270kt</td> <td>1272kt</td> <td>1274kt</td> <td>1276kt</td> <td>1278kt</td> <td>1280kt</td> <td>1282kt</td> <td>1284kt</td> <td>1286kt</td> <td>1288kt</td> <td>1290kt</td> <td>1292kt</td> <td>1294kt</td> <td>1296kt</td> <td>1298kt</td> <td>1300kt</td> <td>1302kt</td> <td>1304kt</td> <td>1306kt</td> <td>1308kt</td> <td>1310kt</td> <td>1312kt</td> <td>1314kt</td> <td>1316kt</td> <td>1318kt</td> <td>1320kt</td> <td>1322kt</td> <td>1324kt</td> <td>1326kt</td> <td>1328kt</td> <td>1330kt</td> <td>1332kt</td> <td>1334kt</td> <td>1336kt</td> <td>1338kt</td> <td>1340kt</td> <td>1342kt</td> <td>1344kt</td> <td>1346kt</td> <td>1348kt</td> <td>1350kt</td> <td>1352kt</td> <td>1354kt</td> <td>1356kt</td> <td>1358kt</td> <td>1360kt</td> <td>1362kt</td> <td>1364kt</td> <td>1366kt</td> <td>1368kt</td> <td>1370kt</td> <td>1372kt</td> <td>1374kt</td> <td>1376kt</td> <td>1378kt</td> <td>1380kt</td> <td>1382kt</td> <td>1384kt</td> <td>1386kt</td> <td>1388kt</td> <td>1390kt</td> <td>1392kt</td> <td>1394kt</td> <td>1396kt</td> <td>1398kt</td> <td>1400kt</td> <td>1402kt</td> <td>1404kt</td> <td>1406kt</td> <td>1408kt</td> <td>1410kt</td> <td>1412kt</td> <td>1414kt</td> <td>1416kt</td> <td>1418kt</td> <td>1420kt</td> <td>1422kt</td> <td>1424kt</td> <td>1426kt</td> <td>1428kt</td> <td>1430kt</td> <td>1432kt</td> <td>1434kt</td> <td>1436kt</td> <td>1438kt</td> <td>1440kt</td> <td>1442kt</td> <td>1444kt</td> <td>1446kt</td> <td>1448kt</td> <td>1450kt</td> <td>1452kt</td> <td>1454kt</td> <td>1456kt</td> <td>1458kt</td> <td>1460kt</td> <td>1462kt</td> <td>1464kt</td> <td>1466kt</td> <td>1468kt</td> <td>1470kt</td> <td>1472kt</td> <td>1474kt</td> <td>1476kt</td> <td>1478kt</td> <td>1480kt</td> <td>1482kt</td> <td>1484kt</td> <td>1486kt</td> <td>1488kt</td> <td>1490kt</td> <td>1492kt</td> <td>1494kt</td> <td>1496kt</td> <td>1498kt</td> <td>1500kt</td> <td>1502kt</td> <td>1504kt</td> <td>1506kt</td> <td>1508kt</td> <td>1510kt</td> <td>1512kt</td> <td>1514kt</td> <td>1516kt</td> <td>1518kt</td> <td>1520kt</td> <td>1522kt</td> <td>1524kt</td> <td>1526kt</td> <td>1528kt</td> <td>1530kt</td> <td>1532kt</td> <td>1534kt</td> <td>1536kt</td> <td>1538kt</td> <td>1540kt</td> <td>1542kt</td> <td>1544kt</td> <td>1546kt</td> <td>1548kt</td> <td>1550kt</td> <td>1552kt</td> <td>1554kt</td> <td>1556kt</td> <td>1558kt</td> <td>1560kt</td> <td>1562kt</td> <td>1564kt</td> <td>1566kt</td> <td>1568kt</td> <td>1570kt</td> <td>1572kt</td> <td>1574kt</td> <td>1576kt</td> <td>1578kt</td> <td>1580kt</td> <td>1582kt</td> <td>1584kt</td> <td>1586kt</td> <td>1588kt</td> <td>1590kt</td> <td>1592kt</td> <td>1594kt</td> <td>1596kt</td> <td>1598kt</td> <td>1600kt</td> <td>1602kt</td> <td>1604kt</td> <td>1606kt</td> <td>1608kt</td> <td>1610kt</td> <td>1612kt</td> <td>1614kt</td> <td>1616kt</td> <td>1618kt</td> <td>1620kt</td> <td>1622kt</td> <td>1624kt</td> <td>1626kt</td> <td>1628kt</td> <td>1630kt</td> <td>1632kt</td> <td>1634kt</td> <td>1636kt</td> <td>1638kt</td> <td>1640kt</td> <td>1642kt</td> <td>1644kt</td> <td>1646kt</td> <td>1648kt</td> <td>1650kt</td> <td>1652kt</td> <td>1654kt</td> <td>1656kt</td> <td>1658kt</td> <td>1660kt</td> <td>1662kt</td> <td>1664kt</td> <td>1666kt</td> <td>1668kt</td> <td>1670kt</td> <td>1672kt</td> <td>1674kt</td> <td>1676kt</td> <td>1678kt</td> <td>1680kt</td> <td>1682kt</td> <td>1684kt</td> <td>1686kt</td> <td>1688kt</td> <td>1690kt</td> <td>1692kt</td> <td>1694kt</td> <td>1696kt</td> <td>1698kt</td> <td>1700kt</td> <td>1702kt</td> <td>1704kt</td> <td>1706kt</td> <td>1708kt</td> <td>1710kt</td> <td>1712kt</td> <td>1714kt</td> <td>1716kt</td> <td>1718kt</td> <td>1720kt</td> <td>1722kt</td> <td>1724kt</td> <td>1726kt</td> <td>1728kt</td> <td>1730kt</td> <td>1732kt</td> <td>1734kt</td> <td>1736kt</td> <td>1738kt</td> <td>1740kt</td> <td>1742kt</td> <td>1744kt</td> <td>1746kt</td> <td>1748kt</td> <td>1750kt</td> <td>1752kt</td> <td>1754kt</td> <td>1756kt</td> <td>1758kt</td> <td>1760kt</td> <td>1762kt</td> <td>1764kt</td> <td>1766kt</td> <td>1768kt</td> <td>1770kt</td> <td>1772kt</td> <td>1774kt</td> <td>1776kt</td> <td>1778kt</td> <td>1780kt</td> <td>1782kt</td> <td>1784kt</td> <td>1786kt</td> <td>1788kt</td> <td>1790kt</td> <td>1792kt</td> <td>1794kt</td> <td>1796kt</td> <td>1798kt</td> <td>1800kt</td> <td>1802kt</td> <td>1804kt</td> <td>1806kt</td> <td>1808kt</td> <td>1810kt</td> <td>1812kt</td> <td>1814kt</td> <td>1816kt</td> <td>1818kt</td> <td>1820kt</td> <td>1822kt</td> <td>1824</td></tr></table>	WHD	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	WCSA	0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	WSSB	0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	WHD	0.434	0.434	0.434	0.434	0.434	WPS	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	WPA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	WFA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	W1	21.000	20.1	20.000	20.000	20.000	W2	24.000	23.9	23.900	23.900	23.900	W3	22.000	20.0	20.000	20.000	20.000	W4	24.000	23.8	23.800	23.800	23.800	W5	142.3	142.0	142.3	142.3	142.3	W6	35.6	35.6	35.6	35.6	35.6	W1	21.000	20.1	20.000	20.000	20.000	W2	24.000	23.9	23.900	23.900	23.900	W3	22.000	20.0	20.000	20.000	20.000	W4	24.000	23.8	23.800	23.800	23.800	W5	142.3	142.0	142.3	142.3	142.3	W6	35.6	35.6	35.6	35.6	35.6	Wind Velocity	10kt	12kt	14kt	16kt	18kt	20kt	22kt	24kt	26kt	28kt	30kt	32kt	34kt	36kt	38kt	40kt	42kt	44kt	46kt	48kt	50kt	52kt	54kt	56kt	58kt	60kt	62kt	64kt	66kt	68kt	70kt	72kt	74kt	76kt	78kt	80kt	82kt	84kt	86kt	88kt	90kt	92kt	94kt	96kt	98kt	100kt	102kt	104kt	106kt	108kt	110kt	112kt	114kt	116kt	118kt	120kt	122kt	124kt	126kt	128kt	130kt	132kt	134kt	136kt	138kt	140kt	142kt	144kt	146kt	148kt	150kt	152kt	154kt	156kt	158kt	160kt	162kt	164kt	166kt	168kt	170kt	172kt	174kt	176kt	178kt	180kt	182kt	184kt	186kt	188kt	190kt	192kt	194kt	196kt	198kt	200kt	202kt	204kt	206kt	208kt	210kt	212kt	214kt	216kt	218kt	220kt	222kt	224kt	226kt	228kt	230kt	232kt	234kt	236kt	238kt	240kt	242kt	244kt	246kt	248kt	250kt	252kt	254kt	256kt	258kt	260kt	262kt	264kt	266kt	268kt	270kt	272kt	274kt	276kt	278kt	280kt	282kt	284kt	286kt	288kt	290kt	292kt	294kt	296kt	298kt	300kt	302kt	304kt	306kt	308kt	310kt	312kt	314kt	316kt	318kt	320kt	322kt	324kt	326kt	328kt	330kt	332kt	334kt	336kt	338kt	340kt	342kt	344kt	346kt	348kt	350kt	352kt	354kt	356kt	358kt	360kt	362kt	364kt	366kt	368kt	370kt	372kt	374kt	376kt	378kt	380kt	382kt	384kt	386kt	388kt	390kt	392kt	394kt	396kt	398kt	400kt	402kt	404kt	406kt	408kt	410kt	412kt	414kt	416kt	418kt	420kt	422kt	424kt	426kt	428kt	430kt	432kt	434kt	436kt	438kt	440kt	442kt	444kt	446kt	448kt	450kt	452kt	454kt	456kt	458kt	460kt	462kt	464kt	466kt	468kt	470kt	472kt	474kt	476kt	478kt	480kt	482kt	484kt	486kt	488kt	490kt	492kt	494kt	496kt	498kt	500kt	502kt	504kt	506kt	508kt	510kt	512kt	514kt	516kt	518kt	520kt	522kt	524kt	526kt	528kt	530kt	532kt	534kt	536kt	538kt	540kt	542kt	544kt	546kt	548kt	550kt	552kt	554kt	556kt	558kt	560kt	562kt	564kt	566kt	568kt	570kt	572kt	574kt	576kt	578kt	580kt	582kt	584kt	586kt	588kt	590kt	592kt	594kt	596kt	598kt	600kt	602kt	604kt	606kt	608kt	610kt	612kt	614kt	616kt	618kt	620kt	622kt	624kt	626kt	628kt	630kt	632kt	634kt	636kt	638kt	640kt	642kt	644kt	646kt	648kt	650kt	652kt	654kt	656kt	658kt	660kt	662kt	664kt	666kt	668kt	670kt	672kt	674kt	676kt	678kt	680kt	682kt	684kt	686kt	688kt	690kt	692kt	694kt	696kt	698kt	700kt	702kt	704kt	706kt	708kt	710kt	712kt	714kt	716kt	718kt	720kt	722kt	724kt	726kt	728kt	730kt	732kt	734kt	736kt	738kt	740kt	742kt	744kt	746kt	748kt	750kt	752kt	754kt	756kt	758kt	760kt	762kt	764kt	766kt	768kt	770kt	772kt	774kt	776kt	778kt	780kt	782kt	784kt	786kt	788kt	790kt	792kt	794kt	796kt	798kt	800kt	802kt	804kt	806kt	808kt	810kt	812kt	814kt	816kt	818kt	820kt	822kt	824kt	826kt	828kt	830kt	832kt	834kt	836kt	838kt	840kt	842kt	844kt	846kt	848kt	850kt	852kt	854kt	856kt	858kt	860kt	862kt	864kt	866kt	868kt	870kt	872kt	874kt	876kt	878kt	880kt	882kt	884kt	886kt	888kt	890kt	892kt	894kt	896kt	898kt	900kt	902kt	904kt	906kt	908kt	910kt	912kt	914kt	916kt	918kt	920kt	922kt	924kt	926kt	928kt	930kt	932kt	934kt	936kt	938kt	940kt	942kt	944kt	946kt	948kt	950kt	952kt	954kt	956kt	958kt	960kt	962kt	964kt	966kt	968kt	970kt	972kt	974kt	976kt	978kt	980kt	982kt	984kt	986kt	988kt	990kt	992kt	994kt	996kt	998kt	1000kt	1002kt	1004kt	1006kt	1008kt	1010kt	1012kt	1014kt	1016kt	1018kt	1020kt	1022kt	1024kt	1026kt	1028kt	1030kt	1032kt	1034kt	1036kt	1038kt	1040kt	1042kt	1044kt	1046kt	1048kt	1050kt	1052kt	1054kt	1056kt	1058kt	1060kt	1062kt	1064kt	1066kt	1068kt	1070kt	1072kt	1074kt	1076kt	1078kt	1080kt	1082kt	1084kt	1086kt	1088kt	1090kt	1092kt	1094kt	1096kt	1098kt	1100kt	1102kt	1104kt	1106kt	1108kt	1110kt	1112kt	1114kt	1116kt	1118kt	1120kt	1122kt	1124kt	1126kt	1128kt	1130kt	1132kt	1134kt	1136kt	1138kt	1140kt	1142kt	1144kt	1146kt	1148kt	1150kt	1152kt	1154kt	1156kt	1158kt	1160kt	1162kt	1164kt	1166kt	1168kt	1170kt	1172kt	1174kt	1176kt	1178kt	1180kt	1182kt	1184kt	1186kt	1188kt	1190kt	1192kt	1194kt	1196kt	1198kt	1200kt	1202kt	1204kt	1206kt	1208kt	1210kt	1212kt	1214kt	1216kt	1218kt	1220kt	1222kt	1224kt	1226kt	1228kt	1230kt	1232kt	1234kt	1236kt	1238kt	1240kt	1242kt	1244kt	1246kt	1248kt	1250kt	1252kt	1254kt	1256kt	1258kt	1260kt	1262kt	1264kt	1266kt	1268kt	1270kt	1272kt	1274kt	1276kt	1278kt	1280kt	1282kt	1284kt	1286kt	1288kt	1290kt	1292kt	1294kt	1296kt	1298kt	1300kt	1302kt	1304kt	1306kt	1308kt	1310kt	1312kt	1314kt	1316kt	1318kt	1320kt	1322kt	1324kt	1326kt	1328kt	1330kt	1332kt	1334kt	1336kt	1338kt	1340kt	1342kt	1344kt	1346kt	1348kt	1350kt	1352kt	1354kt	1356kt	1358kt	1360kt	1362kt	1364kt	1366kt	1368kt	1370kt	1372kt	1374kt	1376kt	1378kt	1380kt	1382kt	1384kt	1386kt	1388kt	1390kt	1392kt	1394kt	1396kt	1398kt	1400kt	1402kt	1404kt	1406kt	1408kt	1410kt	1412kt	1414kt	1416kt	1418kt	1420kt	1422kt	1424kt	1426kt	1428kt	1430kt	1432kt	1434kt	1436kt	1438kt	1440kt	1442kt	1444kt	1446kt	1448kt	1450kt	1452kt	1454kt	1456kt	1458kt	1460kt	1462kt	1464kt	1466kt	1468kt	1470kt	1472kt	1474kt	1476kt	1478kt	1480kt	1482kt	1484kt	1486kt	1488kt	1490kt	1492kt	1494kt	1496kt	1498kt	1500kt	1502kt	1504kt	1506kt	1508kt	1510kt	1512kt	1514kt	1516kt	1518kt	1520kt	1522kt	1524kt	1526kt	1528kt	1530kt	1532kt	1534kt	1536kt	1538kt	1540kt	1542kt	1544kt	1546kt	1548kt	1550kt	1552kt	1554kt	1556kt	1558kt	1560kt	1562kt	1564kt	1566kt	1568kt	1570kt	1572kt	1574kt	1576kt	1578kt	1580kt	1582kt	1584kt	1586kt	1588kt	1590kt	1592kt	1594kt	1596kt	1598kt	1600kt	1602kt	1604kt	1606kt	1608kt	1610kt	1612kt	1614kt	1616kt	1618kt	1620kt	1622kt	1624kt	1626kt	1628kt	1630kt	1632kt	1634kt	1636kt	1638kt	1640kt	1642kt	1644kt	1646kt	1648kt	1650kt	1652kt	1654kt	1656kt	1658kt	1660kt	1662kt	1664kt	1666kt	1668kt	1670kt	1672kt	1674kt	1676kt	1678kt	1680kt	1682kt	1684kt	1686kt	1688kt	1690kt	1692kt	1694kt	1696kt	1698kt	1700kt	1702kt	1704kt	1706kt	1708kt	1710kt	1712kt	1714kt	1716kt	1718kt	1720kt	1722kt	1724kt	1726kt	1728kt	1730kt	1732kt	1734kt	1736kt	1738kt	1740kt	1742kt	1744kt	1746kt	1748kt	1750kt	1752kt	1754kt	1756kt	1758kt	1760kt	1762kt	1764kt	1766kt	1768kt	1770kt	1772kt	1774kt	1776kt	1778kt	1780kt	1782kt	1784kt	1786kt	1788kt	1790kt	1792kt	1794kt	1796kt	1798kt	1800kt	1802kt	1804kt	1806kt	1808kt	1810kt	1812kt	1814kt	1816kt	1818kt	1820kt	1822kt	1824
WHD	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
WCSA	0.0	0.000	0.000	0.000	0.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
WSSB	0.0	0.000	0.000	0.000	0.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
WHD	0.434	0.434	0.434	0.434	0.434																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
WPS	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
WPA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
WFA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
W1	21.000	20.1	20.000	20.000	20.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
W2	24.000	23.9	23.900	23.900	23.900																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
W3	22.000	20.0	20.000	20.000	20.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
W4	24.000	23.8	23.800	23.800	23.800																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
W5	142.3	142.0	142.3	142.3	142.3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
W6	35.6	35.6	35.6	35.6	35.6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
W1	21.000	20.1	20.000	20.000	20.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
W2	24.000	23.9	23.900	23.900	23.900																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
W3	22.000	20.0	20.000	20.000	20.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
W4	24.000	23.8	23.800	23.800	23.800																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
W5	142.3	142.0	142.3	142.3	142.3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
W6	35.6	35.6	35.6	35.6	35.6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Wind Velocity	10kt	12kt	14kt	16kt	18kt	20kt	22kt	24kt	26kt	28kt	30kt	32kt	34kt	36kt	38kt	40kt	42kt	44kt	46kt	48kt	50kt	52kt	54kt	56kt	58kt	60kt	62kt	64kt	66kt	68kt	70kt	72kt	74kt	76kt	78kt	80kt	82kt	84kt	86kt	88kt	90kt	92kt	94kt	96kt	98kt	100kt	102kt	104kt	106kt	108kt	110kt	112kt	114kt	116kt	118kt	120kt	122kt	124kt	126kt	128kt	130kt	132kt	134kt	136kt	138kt	140kt	142kt	144kt	146kt	148kt	150kt	152kt	154kt	156kt	158kt	160kt	162kt	164kt	166kt	168kt	170kt	172kt	174kt	176kt	178kt	180kt	182kt	184kt	186kt	188kt	190kt	192kt	194kt	196kt	198kt	200kt	202kt	204kt	206kt	208kt	210kt	212kt	214kt	216kt	218kt	220kt	222kt	224kt	226kt	228kt	230kt	232kt	234kt	236kt	238kt	240kt	242kt	244kt	246kt	248kt	250kt	252kt	254kt	256kt	258kt	260kt	262kt	264kt	266kt	268kt	270kt	272kt	274kt	276kt	278kt	280kt	282kt	284kt	286kt	288kt	290kt	292kt	294kt	296kt	298kt	300kt	302kt	304kt	306kt	308kt	310kt	312kt	314kt	316kt	318kt	320kt	322kt	324kt	326kt	328kt	330kt	332kt	334kt	336kt	338kt	340kt	342kt	344kt	346kt	348kt	350kt	352kt	354kt	356kt	358kt	360kt	362kt	364kt	366kt	368kt	370kt	372kt	374kt	376kt	378kt	380kt	382kt	384kt	386kt	388kt	390kt	392kt	394kt	396kt	398kt	400kt	402kt	404kt	406kt	408kt	410kt	412kt	414kt	416kt	418kt	420kt	422kt	424kt	426kt	428kt	430kt	432kt	434kt	436kt	438kt	440kt	442kt	444kt	446kt	448kt	450kt	452kt	454kt	456kt	458kt	460kt	462kt	464kt	466kt	468kt	470kt	472kt	474kt	476kt	478kt	480kt	482kt	484kt	486kt	488kt	490kt	492kt	494kt	496kt	498kt	500kt	502kt	504kt	506kt	508kt	510kt	512kt	514kt	516kt	518kt	520kt	522kt	524kt	526kt	528kt	530kt	532kt	534kt	536kt	538kt	540kt	542kt	544kt	546kt	548kt	550kt	552kt	554kt	556kt	558kt	560kt	562kt	564kt	566kt	568kt	570kt	572kt	574kt	576kt	578kt	580kt	582kt	584kt	586kt	588kt	590kt	592kt	594kt	596kt	598kt	600kt	602kt	604kt	606kt	608kt	610kt	612kt	614kt	616kt	618kt	620kt	622kt	624kt	626kt	628kt	630kt	632kt	634kt	636kt	638kt	640kt	642kt	644kt	646kt	648kt	650kt	652kt	654kt	656kt	658kt	660kt	662kt	664kt	666kt	668kt	670kt	672kt	674kt	676kt	678kt	680kt	682kt	684kt	686kt	688kt	690kt	692kt	694kt	696kt	698kt	700kt	702kt	704kt	706kt	708kt	710kt	712kt	714kt	716kt	718kt	720kt	722kt	724kt	726kt	728kt	730kt	732kt	734kt	736kt	738kt	740kt	742kt	744kt	746kt	748kt	750kt	752kt	754kt	756kt	758kt	760kt	762kt	764kt	766kt	768kt	770kt	772kt	774kt	776kt	778kt	780kt	782kt	784kt	786kt	788kt	790kt	792kt	794kt	796kt	798kt	800kt	802kt	804kt	806kt	808kt	810kt	812kt	814kt	816kt	818kt	820kt	822kt	824kt	826kt	828kt	830kt	832kt	834kt	836kt	838kt	840kt	842kt	844kt	846kt	848kt	850kt	852kt	854kt	856kt	858kt	860kt	862kt	864kt	866kt	868kt	870kt	872kt	874kt	876kt	878kt	880kt	882kt	884kt	886kt	888kt	890kt	892kt	894kt	896kt	898kt	900kt	902kt	904kt	906kt	908kt	910kt	912kt	914kt	916kt	918kt	920kt	922kt	924kt	926kt	928kt	930kt	932kt	934kt	936kt	938kt	940kt	942kt	944kt	946kt	948kt	950kt	952kt	954kt	956kt	958kt	960kt	962kt	964kt	966kt	968kt	970kt	972kt	974kt	976kt	978kt	980kt	982kt	984kt	986kt	988kt	990kt	992kt	994kt	996kt	998kt	1000kt	1002kt	1004kt	1006kt	1008kt	1010kt	1012kt	1014kt	1016kt	1018kt	1020kt	1022kt	1024kt	1026kt	1028kt	1030kt	1032kt	1034kt	1036kt	1038kt	1040kt	1042kt	1044kt	1046kt	1048kt	1050kt	1052kt	1054kt	1056kt	1058kt	1060kt	1062kt	1064kt	1066kt	1068kt	1070kt	1072kt	1074kt	1076kt	1078kt	1080kt	1082kt	1084kt	1086kt	1088kt	1090kt	1092kt	1094kt	1096kt	1098kt	1100kt	1102kt	1104kt	1106kt	1108kt	1110kt	1112kt	1114kt	1116kt	1118kt	1120kt	1122kt	1124kt	1126kt	1128kt	1130kt	1132kt	1134kt	1136kt	1138kt	1140kt	1142kt	1144kt	1146kt	1148kt	1150kt	1152kt	1154kt	1156kt	1158kt	1160kt	1162kt	1164kt	1166kt	1168kt	1170kt	1172kt	1174kt	1176kt	1178kt	1180kt	1182kt	1184kt	1186kt	1188kt	1190kt	1192kt	1194kt	1196kt	1198kt	1200kt	1202kt	1204kt	1206kt	1208kt	1210kt	1212kt	1214kt	1216kt	1218kt	1220kt	1222kt	1224kt	1226kt	1228kt	1230kt	1232kt	1234kt	1236kt	1238kt	1240kt	1242kt	1244kt	1246kt	1248kt	1250kt	1252kt	1254kt	1256kt	1258kt	1260kt	1262kt	1264kt	1266kt	1268kt	1270kt	1272kt	1274kt	1276kt	1278kt	1280kt	1282kt	1284kt	1286kt	1288kt	1290kt	1292kt	1294kt	1296kt	1298kt	1300kt	1302kt	1304kt	1306kt	1308kt	1310kt	1312kt	1314kt	1316kt	1318kt	1320kt	1322kt	1324kt	1326kt	1328kt	1330kt	1332kt	1334kt	1336kt	1338kt	1340kt	1342kt	1344kt	1346kt	1348kt	1350kt	1352kt	1354kt	1356kt	1358kt	1360kt	1362kt	1364kt	1366kt	1368kt	1370kt	1372kt	1374kt	1376kt	1378kt	1380kt	1382kt	1384kt	1386kt	1388kt	1390kt	1392kt	1394kt	1396kt	1398kt	1400kt	1402kt	1404kt	1406kt	1408kt	1410kt	1412kt	1414kt	1416kt	1418kt	1420kt	1422kt	1424kt	1426kt	1428kt	1430kt	1432kt	1434kt	1436kt	1438kt	1440kt	1442kt	1444kt	1446kt	1448kt	1450kt	1452kt	1454kt	1456kt	1458kt	1460kt	1462kt	1464kt	1466kt	1468kt	1470kt	1472kt	1474kt	1476kt	1478kt	1480kt	1482kt	1484kt	1486kt	1488kt	1490kt	1492kt	1494kt	1496kt	1498kt	1500kt	1502kt	1504kt	1506kt	1508kt	1510kt	1512kt	1514kt	1516kt	1518kt	1520kt	1522kt	1524kt	1526kt	1528kt	1530kt	1532kt	1534kt	1536kt	1538kt	1540kt	1542kt	1544kt	1546kt	1548kt	1550kt	1552kt	1554kt	1556kt	1558kt	1560kt	1562kt	1564kt	1566kt	1568kt	1570kt	1572kt	1574kt	1576kt	1578kt	1580kt	1582kt	1584kt	1586kt	1588kt	1590kt	1592kt	1594kt	1596kt	1598kt	1600kt	1602kt	1604kt	1606kt	1608kt	1610kt	1612kt	1614kt	1616kt	1618kt	1620kt	1622kt	1624kt	1626kt	1628kt	1630kt	1632kt	1634kt	1636kt	1638kt	1640kt	1642kt	1644kt	1646kt	1648kt	1650kt	1652kt	1654kt	1656kt	1658kt	1660kt	1662kt	1664kt	1666kt	1668kt	1670kt	1672kt	1674kt	1676kt	1678kt	1680kt	1682kt	1684kt	1686kt	1688kt	1690kt	1692kt	1694kt	1696kt	1698kt	1700kt	1702kt	1704kt	1706kt	1708kt	1710kt	1712kt	1714kt	1716kt	1718kt	1720kt	1722kt	1724kt	1726kt	1728kt	1730kt	1732kt	1734kt	1736kt	1738kt	1740kt	1742kt	1744kt	1746kt	1748kt	1750kt	1752kt	1754kt	1756kt	1758kt	1760kt	1762kt	1764kt	1766kt	1768kt	1770kt	1772kt	1774kt	1776kt	1778kt	1780kt	1782kt	1784kt	1786kt	1788kt	1790kt	1792kt	1794kt	1796kt	1798kt	1800kt	1802kt	1804kt	1806kt	1808kt	1810kt	1812kt	1814kt	1816kt	1818kt	1820kt	1822kt	1824																																																																																																																					

L'établissement du GPH revient à simuler un parcours et des conditions de vent statistiques, comme l'avait imaginé la jauge RORC et repris la jauge IOR. Certes la connaissance des vitesses dans chaque segment est bien supérieure à celle proposée par les paramètres des jauge RORC ou IOR, mais il suffit de modifier le pourcentage d'un des segments (petit temps, vent moyen, près, portant ...) pour que le GPH soit tout autre ou tout du moins légèrement modifié. Là encore, les différents groupes de pression intégrés dans les instances de l'IMS s'emploieront à obtenir une évolution du paramétrage plus conforme à leurs souhaits.

Mais en définitive, tous ces problèmes résultent de la culture du VPP élevée au sens de table de la loi. Cet outil fondamentalement très intéressant, puisqu'il représente un bassin de carène virtuel, sera exploité et utilisé pour générer les polaires de vitesse. Jusque là, à part le paramétrage réel, c'est à dire la quantification de la vitesse supposée du modèle, il n'y a presque rien à objecter. Les choses se compliquent inexorablement lorsque l'IMS désire que le VPP établisse la vitesse cible de chaque bateau par l'intermédiaire du calcul du vent implicite. La tentation de vouloir contourner le VPP officiel devient trop forte pour les architectes. Opération onéreuse puisqu'elle impose de développer un nouveau VPP plus performant que le VPP officiel ce qui revient à rechercher « les trous de jauge ».

Au final les cabinets d'architectes s'affrontent par VPP interposés ce qui a pour conséquence l'abandon progressif du système IMS par les coureurs.

L'IMS se complique au fil des ans

Progressivement IMS échappe à son créateur l'ORC⁶⁷. Un fossé s'ouvre entre les techniciens (ingénieurs, architectes) et les politiques. Le pouvoir politique de l'ORC en laissant la bride sur le cou aux techniciens, les éloigne progressivement de la réalité, ils en viennent à oublier la notion de bateau et imaginent que tout peut se mettre en équations. La complexité de la formulation mathématique de l'IMS s'amplifiant, elle écarte tout ceux qui s'intéressent à cette idée. Ils s'éloignent, non pas par incomptence, mais simplement parce qu'ils n'ont plus le temps nécessaire pour assimiler et s'investir dans ces développements. L'IOR demandait beaucoup de temps pour être suivie, assimilée, programmée, l'IMS sortira du champ de compétence de trop de monde. Même les architectes français associés à un grand nombre de propriétaires, qui ont tant apporté à l'IOR (Half-Ton, One Ton, etc. etc.) jetent rapidement l'éponge.

Les chantiers spécialisés dans la construction de prototypes IOR tentent alors avec plus ou moins de succès une reconversion dans l'OPEN.

Les revues nautiques abandonnent aussi les articles techniques et forcement polémiques autour de l'évolution de la jauge. Ils oublient pour longtemps toute référence technique au concept de jauge en général et aux courses croisières animées principalement par les amateurs. Paradoxalement ces mêmes revues conservent dans leurs articles généralistes, des références

⁶⁷ Ce qui mettra l'ORC dans une position financière peu confortable et favorisera son absorption par l'ISAF (International Sailing Association). Depuis 2005, l'ORC signifie Offshore Racing Congrès en remplacement de Offshore Racing Concil.

techniques à la jauge IOR mais faute de culture sur les jauge en général, ils utilisent très souvent ces références mal à propos.

La prise en compte du tangage

Les problèmes de l'IMS ne se résument pas exclusivement aux problèmes de classements ou de communication, ils figurent aussi dans les bases de la conception du modèle IMS. L'IOR montra du doigt l'importance des phénomènes de tangage créés en partie par des formules de jauge inadaptées et les conséquences que cette non prise en compte engendrait dans la construction des bateaux. Enfermée dans cette spirale qui lui impose de tout quantifier mathématiquement, l'IMS se trouve obligée d'intégrer le calcul du tangage dans sa formule. A sa décharge, on dira qu'un bassin de carène virtuel ne permet pas l'analyse du tangage sans faire appel à des calculs scientifiques très complexes et coûteux, hors de portée de l'IMS.

Afin d'illustrer ce phénomène de tangage, imaginons deux bateaux identiques:

- **Bateau 1** - Déplacement D (masse m), centre de gravité (coordonnées Xm, Ym, Zm). Ce bateau est correctement emménagé de l'avant à l'arrière (vaigrage, table, banquettes, portes, toilettes, cuisine, couchettes etc).
- **Bateau 2** - Déplacement D (masse m identique au bateau 1), centre de gravité (coordonnées identiques Xm, Ym, Zm)

Il est entièrement vide mais à la place des emménagements décrits ci-dessus, on installe des gueuses de plomb de telle manière que le centre de gravité général du bateau 2 soit à la même position que celui du bateau 1, c'est à dire Xm, Ym, Zm.

Physiquement ces deux bateaux sont identiques :

- Par leurs déplacement
- Par leurs francs-bords
- Par leurs raideur et stabilité (Avs identique etc. etc.)

En navigation dans le petit temps, nous n'observons aucune différence, le mer ne générant pas ou alors très peu de mouvements dynamiques (roulis, tangage) aux bateaux. Par contre dès que la mer va se creuser le **Bateau 2** sera incroyablement avantage car l'ensemble des masses du bateau 2 est concentré près de centre de gravité. Le moment d'Inertie s'exprime en $(m \cdot r^2)$, on comprend que la distance entre le centre de gravité du bateau et la masse est prépondérante sur la masse elle-même. Pour être plus terre à terre, il vaut mieux mettre l'ancre au niveau du centre de gravité général du bateau ($r = 0$, $m =$ masse de l'ancre) que dans le davier.

Ce problème ramené à la fabrication de la coque, du pont, des emménagements conduit les architectes à rechercher des matériaux et des procédés de construction qui limite les masses dans les extrémités du bateau, tout en conservant une rigidité identique. Ces mises en oeuvre augmenteront démesurément le coût des bateaux.

Si un coefficient de tangage n'est pas mesuré ou évalué, puis intégré dans la formule IMS, ces deux bateaux possèdent alors des polaires de vitesses identiques, ce qui est faux dès que l'environnement (état de la mer) existe, c'est à dire dès que le bateau sort du bassin de carène virtuel pour naviguer réellement. En fait l'IMS prisonnière de son image scientifique, se retrouve obligée de quantifier tous les paramètres influents sur la marche du bateau, il devient impossible d'en laisser un de coté même si son intégration relève de l'utopie.

DOSSIER TECHNIQUE : La détermination du tangage en IMS

Le tangage est un mouvement d'oscillation autour d'un axe perpendiculaire au plan longitudinal. Lorsque le mouvement de tangage est fort, les équipiers disent que l'on plante des pieux et le barreur s'énerve.

Cet axe de rotation est généralement relativement en arrière du centre de gravité du bateau, ce qui fait que le mouvement du bateau est équivalent à un mouvement vertical du centre de gravité appelé « pilonnement » et d'une oscillation autour de l'axe Gx passant pas le centre de gravité.

A un moment, il fut envisagé de mesurer réellement les paramètres du tangage comme cela est réalisé pour l'établissement la stabilité.

Cette expérience consiste dans son principe, à soulever l'étrave du bateau (en eau calme) et de la lâcher brutalement. Le bateau part en oscillations longitudinales qui s'amortissent progressivement jusqu'à l'état d'équilibre initial. La mesure du temps entre le « lâcher » et l'équilibre nous renseigne sur la capacité du bateau à tanguer plus ou moins.

Le premier mouvement, pilonnement, d'amplitude assez faible a pour période $T_p = 2\pi(P/\delta^2S)^{0.5}$ où δ représente la masse volumique de l'eau, S la surface de flottaison et P le déplacement. Le second, tangage (Tt) proprement dit, a pour période celle de la houle ou des vagues qui produisent le tangage, car le mouvement de tangage en eau calme est très amorti.

Tandis que l'on peut mesurer expérimentalement le tangage résultant Tr en donnant un mouvement au bateau et en mesurant le temps d'amortissement, il est impossible de calculer ou de mesurer le tangage proprement dit (Tt).

Reste que cette expérience apparemment simple à mettre en œuvre, demeure complexe à réaliser, non trop du point de vue matériel, mais surtout au niveau des mesures et de leurs interprétations.

Soyons aussi réalistes, les propriétaires n'auraient pas accepté une nouvelle procédure de mesure, pour son coût mais surtout à cause de sa mise en œuvre, la mesure de la stabilité leur suffisait grandement en terme de contraintes. L'IMS s'oriente donc vers une méthode descriptive fondée sur l'inventaire le plus exhaustif possible des masses et de leur éloignement du centre de gravité du bateau.

Sont ainsi pris en compte :

- *Le type de construction de la coque et du pont. Cinq catégories sont considérées (matériaux monolithiques, matériaux incorporants des matériaux à faible densité en vue d'obtenir un sandwich, matériaux de masse volumique très faible, fibre de carbone, nid d'abeille)*
- *La construction du safran (construction standard ou carbone)*
- *Les emménagements en avant du mât (type d'emménagement et matériaux de construction)*
- *Le nombre d'étages de barre de flèche, de bastaques etc.*

Pour les mâts en carbone et les gréements à haut module et faible densité, la position du centre de gravité du mât et son poids sont réellement mesurés, mais cette opération est facultative pour les mâts construits dans d'autres matériaux. Dans ce cas des formules mathématiques déterminent implicitement les caractéristiques prises en compte par le calcul IMS, soit par exemple :

*Poids du mat par défaut = (((0.00083*IG*(IG+HBI))+(0.000382*IG*TML)))*(YP)^0.5.... Le résultat s'exprime en Lbs (1 Lbs=0.445daN). D'autres formules expriment la hauteur du centre de gravité du mât, du gréement.*

L'ensemble des paramètres IG, HBI etc.. sont mesurés pendant la jauge, les calculs ci-dessus étant totalement automatiques et transparents pour le skipper.

Le VPP estime la résistance créée par les vagues. Ces résultats, combinés aux caractéristiques géométriques des extrémités des carènes (évaluation possible puisque la forme réelle du bateau est numérisée), à la vitesse du bateau et à l'angle du vent vrai permettra de déterminer un « tangage de base ». Les quatre items ci-dessus (construction, safran, emménagement avant, mât) permettent de personnaliser ce « tangage de base » pour chaque bateau afin de tenter de se rapprocher de la réalité. Pour terminer, la règle IMS ajoute une dernière correction qui s'appuiera sur la déclaration du propriétaire relatif aux équipements particuliers installés à bord : groupe électrogène, air conditionné, radeaux, génois sur enrouleur, grand-voile sur enrouleur, radar sur le mat, ponts en teck, superstructures hautes.

Il est certain que le tangage est un élément d'importance dans les performances du bateau, surtout au près, toutefois on peut se poser la question de savoir si, il faut le prendre en compte en utilisant un patchwork de calcul scientifique et de paramètres déclaratifs, plutôt que de laisser les propriétaires faire leurs choix architecturaux eux-mêmes en fonction de leur programme de courses. En fin de compte, cette course vers une jauge la plus égalitaire possible rend inexorablement la formulation de la règle IMS de plus en plus complexe et illisible. Le calcul du tangage qui devait protéger les propriétaires contre une optimisation à outrance de la construction des bateaux, avec son corollaire, l'augmentation démesurée des coûts, les éloignera encore plus de la règle IMS.

AL	TABLE of ACCOMMODATIONS																				
	NUMBER OF BERTHS			FRESH WATER CAPACITY* (LITRES)			DIESEL FUEL CAPACITY* (LITRES)			FOOD STOWAGE (CUBIC METRES)			PERSONAL GEAR STOWAGE (CUBIC METRES)			TABLE AREA (SQUARE METRES)					
	MIN	STD	MAX	MIN	STD	MAX	MIN	STD	MAX	MIN	STD	MAX	MIN	STD	MAX	MIN	STD	MAX			
10.0	3	4	5	50	76	114	32	52	78	0.22	0.24	0.36	0.14	0.16	0.24	0.40	0.44	0.53	1.72	1.78	1.85
10.1	3	4	5	52	78	117	33	54	81	0.22	0.24	0.36	0.14	0.16	0.24	0.40	0.44	0.53	1.72	1.79	1.85
10.2	3	4	5	53	80	120	35	56	84	0.22	0.24	0.36	0.14	0.16	0.24	0.40	0.44	0.53	1.73	1.79	1.86
10.3	3	4	5	54	82	123	36	58	87	0.22	0.24	0.36	0.14	0.16	0.24	0.40	0.44	0.53	1.74	1.80	1.87
10.4	3	4	5	56	84	126	37	60	90	0.22	0.24	0.36	0.14	0.16	0.24	0.40	0.44	0.53	1.74	1.80	1.87
10.5	3	4	5	57	86	129	38	62	93	0.22	0.24	0.36	0.14	0.16	0.24	0.40	0.44	0.53	1.75	1.81	1.88
10.6	3	4	5	58	88	132	40	64	96	0.22	0.24	0.36	0.14	0.16	0.24	0.40	0.44	0.53	1.75	1.82	1.88
10.7	4	5	6	75	113	169	41	66	99	0.27	0.30	0.45	0.18	0.20	0.30	0.50	0.55	0.66	1.76	1.82	1.89
10.8	4	5	6	76	115	172	41	67	100	0.27	0.30	0.45	0.18	0.20	0.30	0.50	0.55	0.66	1.76	1.83	1.90
10.9	4	5	6	78	118	177	43	69	103	0.27	0.30	0.45	0.18	0.20	0.30	0.50	0.55	0.66	1.77	1.83	1.90
11.0	4	5	6	80	120	180	44	71	106	0.27	0.30	0.45	0.18	0.20	0.30	0.50	0.55	0.66	1.77	1.84	1.91
11.1	4	5	6	81	122	183	45	73	109	0.27	0.30	0.45	0.18	0.20	0.30	0.50	0.55	0.66	1.78	1.84	1.91
11.2	4	5	6	83	125	187	46	75	112	0.27	0.30	0.45	0.18	0.20	0.30	0.50	0.55*	0.66	1.78	1.85	1.92
11.3	4	5	6	84	127	190	48	77	115	0.27	0.30	0.45	0.18	0.20	0.30	0.50	0.55	0.66	1.79	1.85	1.92
11.4	4	5	6	86	130	195	49	79	118	0.27	0.30	0.45	0.18	0.20	0.30	0.50	0.55	0.66	1.79	1.86	1.93
11.5	4	5	6	88	132	198	50	81	121	0.27	0.30	0.45	0.18	0.20	0.30	0.50	0.55	0.66	1.80	1.86	1.93
11.6	4	5	6	90	135	202	51	83	124	0.27	0.30	0.45	0.18	0.20	0.30	0.50	0.55	0.66	1.80	1.87	1.94
11.7	4	5	6	91	137	205	52	84	126	0.27	0.30	0.45	0.18	0.20	0.30	0.50	0.55	0.66	1.81	1.87	1.94
11.8	4	5	6	93	140	210	53	86	129	0.27	0.30	0.45	0.18	0.20	0.30	0.50	0.55	0.66	1.81	1.88	1.95
11.9	4	5	6	94	142	213	55	88	132	0.27	0.30	0.45	0.18	0.20	0.30	0.50	0.55	0.66	1.82	1.88	1.95
12.0	4	5	6	96	145	217	56	90	135	0.27	0.30	0.45	0.18	0.20	0.30	0.50	0.55	0.66	1.82	1.89	1.96
12.1	4	5	6	98	147	220	57	92	138	0.27	0.30	0.45	0.18	0.20	0.30	0.50	0.55	0.66	1.82	1.89	1.96
12.2	4	5	6	106	150	225	58	94	141	0.27	0.30	0.45	0.18	0.20	0.30	0.50	0.55	0.66	1.83	1.89	1.97
12.3	4	5	6	101	152	228	60	96	144	0.27	0.30	0.45	0.18	0.20	0.30	0.50	0.55	0.66	1.83	1.90	1.97
12.4	4	5	6	102	154	231	61	98	147	0.27	0.30	0.45	0.18	0.20	0.30	0.50	0.55	0.66	1.84	1.90	1.98
12.5	4	5	6	104	157	235	62	100	150	0.27	0.30	0.45	0.18	0.20	0.30	0.50	0.55	0.66	1.84	1.91	1.98
12.6	4	5	6	106	159	238	63	101	151	0.27	0.30	0.45	0.18	0.20	0.30	0.50	0.55	0.66	1.84	1.91	1.98
12.7	4	5	6	108	162	243	64	103	154	0.27	0.30	0.45	0.18	0.20	0.30	0.50	0.55	0.66	1.85	1.92	1.99
12.8	4	6	7	131	197	295	65	105	157	0.32	0.36	0.54	0.22	0.34	0.36	0.59	0.66	0.79	1.85	1.92	1.99
12.9	4	6	7	133	200	300	66	107	160	0.32	0.36	0.54	0.22	0.34	0.36	0.59	0.66	0.79	1.86	1.92	2.00

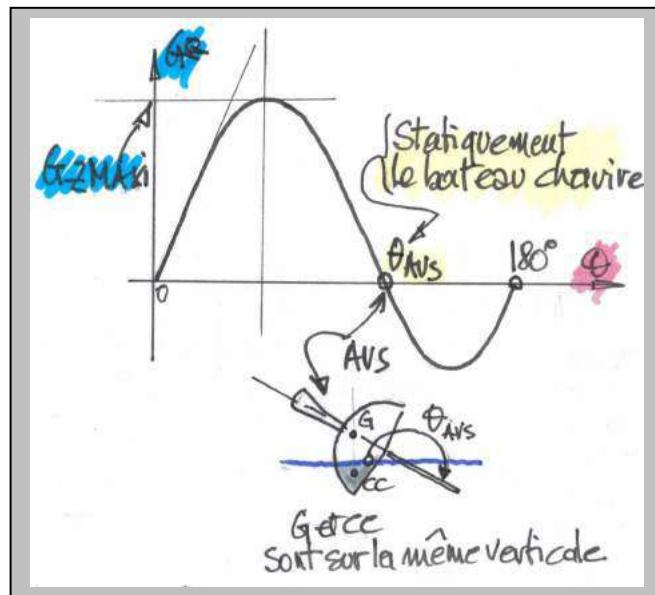
Parallèlement au calcul du tangage, l'IMS impose une sorte de minima d'emménagements en paramétrant les cuisines, les glacières (indispensable aux USA, mais considérée comme inutile

par les Européens), les couchettes etc. Le but de ces minimas étant d'obliger les architectes ... et les propriétaires à concevoir des bateaux de « course-croisière » presque confortables.

L'IMS impose un Avs minimum.

L'IMS définit, avant la norme ISO 12217-2, l'angle de chavirage minimum (Avs) que doit respecter chaque bateau. La valeur minimum que demande l'ISO quelques dix ans plus tard est très proche de celle définie par l'IMS. Cela démontre à priori que la démarche de l'IMS va, avant l'heure, dans le sens de la sécurité.

Lorsqu'il conçoit un bateau l'architecte augmente la masse du bulbe afin d'obtenir la stabilité imposée et l'angle Avs. En IMS, afin d'obtenir l'angle Avs imposé, il augmentera le franc-bord des bateaux.



Ainsi les œuvres mortes « monteront » verticalement de manière importante. En contre partie les architectes suppriment le lest dans les quilles jusqu'à avoir une partie du « lest » en bois. Tout le lest supprimé dans des quilles se retrouve sous les planchers du carré sous forme de gueuses... tiens les revoilà ! ! ! . Le moment de redressement perdu est reconquis en disposant un équipage nombreux au rappel dans les filières.



Suprême exploitation de l'IMS, certains propriétaires, par le jeu de réservations dans la quille, s'offrent le luxe d'avoir ainsi des quilles adaptées à chaque certificat de jauge dont les VPP sont

calculés pour des intervalles de vent. Cela passe par une étude prévisionnelle approfondie des conditions météorologiques du lieu recevant les régates.

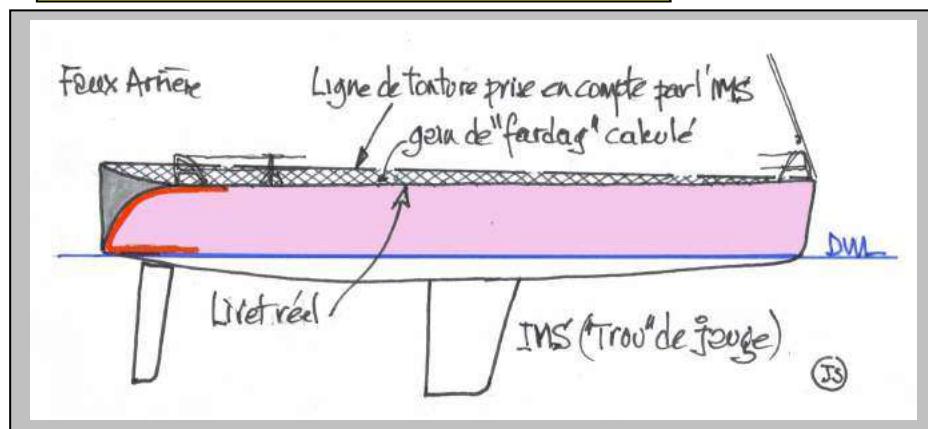
L'introduction de l'angle Avs minimum relève de l'idée de sortir de l'époque IOR où tous les bateaux sont au CGF minimum (stabilité minimum imposée par la règle) avec une grande partie du lest sous forme de gueuses sous les planchers. Quelques années après la mise en place de la règle IMS, on retrouve un schéma strictement identique. Cela explique qu'une règle uniquement utilisée comme barrière aux excès n'est pas viable, car elle peut être détournée et produire alors, des effets pires que ce qu'elle était censée limiter ou interdire.

Les vieux démons de l'IOR resurgissent

Quelle surprise de voir, lors de la Copa del Rey 2004, aux Baléares, un IMS 600⁶⁸ avec un livet arrière en forme de toboggan.

Quelle mouche avait donc piqué l'architecte pour dessiner un bateau aussi laid ou tout du moins aussi peu conforme aux canons de l'esthétique maritime.

Il apparaît alors en fouillant dans la règle IMS, que la surface latérale des œuvres mortes est intégrée dans le calcul sous la forme d'expression minorante. En d'autres mots, plus la surface de œuvres mortes est importante, plus le fardage est important, ce qui contribue à diminuer les performances au près du bateau.



L'IMS mesure intégralement la forme du bateau donc connaît parfaitement la ligne du livet, l'étrave et le profil du tableau arrière. Comme les francs-bords sont mesurés à flot, un

⁶⁸ Dessiné par German FRERS

rapide calcul même limité à l'utilisation de segments de droite joignant chaque point de mesure du livet conduit à obtenir avec assez de précision la surface projetée des œuvres mortes sur un plan vertical.

Quelle étonnement de constater que dans la réalité du calcul, les formules IMS tirent simplement un trait entre l'étrave (mesure du franc-bord avant) et le tableau arrière (mesure du franc-bord arrière) afin de calculer la surface projetée des œuvres mortes, d'où cette idée de remonter les extrémités du livet (blocs de mousse à faible densité stratifiés). Cette opération n'augmente pratiquement pas le fardage, mais elle est profitable en terme de handicap, puisque les polaires au près montreront des « fausses » performances évidemment plus faibles.

La découverte de ce trou de jauge dans la règle IMS, près de 20 ans après la naissance de la règle apparaît comme cocasse. L'image scientifique de l'IMS semble avoir découragé tous les architectes (sauf un) dans la recherche de trou de jauge.

Que reste-t-il de l'IMS ?

La jauge IMS est devenue au fil des années trop confidentielle pour attirer de nouveaux propriétaires et garder dans son sein ceux qui lui ont fait confiance. L'ORC prendra acte, sans l'avouer ouvertement, de l'échec de l'IMS dans son utilisation par le « grand public ». L'ORC imagine à partir de 1997 une version « light » de l'IMS, construite à partir de la base de données⁶⁹ IMS. De cette base de données constituée de plusieurs milliers de bateaux dans le monde, l'ORC propose aux propriétaires des bateaux de série, mais sans leur imposer une jauge complexe et surtout onéreuse, des certificats, appelés « **ORC Club** ».

Le paradoxe de la jauge IMS, bien qu'aujourd'hui extrêmement confidentielle, est de posséder malgré tout, les mesures des coques, réalisées à la machine à mesurer, de plusieurs milliers de bateaux. En fait l'ORC, lance périodiquement des campagnes de mesures, bien souvent financées par les grands chantiers, destinées à mesurer dès leur sortie tous les nouveaux bateaux. Ces campagnes de mesures se sont étendues au début de la période IMS vers certains bateaux anciens, mais actuellement faute de moyens financiers elle se trouve obligée d'abandonner progressivement ces sessions de mesures, dont le but originel était de jauger TOUS les bateaux en IMS.

Un plan de sauvetage vers le « grand public » : l'ORC Club** ?**

La base de données IMS existe et nous savons qu'elle est conséquente, sauvera-t-elle pour autant l'institution IMS ?

Paradoxalement autant ces modèles numériques obtenus sont techniquement évolués, autant ils apparaissent difficilement exploitables pour les intégrer dans une jauge « grand public », car le reste des paramètres manque de précision et de définitions lorsque l'on envisage de travailler sur les bateaux de production.

En effet les appendices pris en compte lors de l'établissement du modèle numérique sont ceux installés sur le modèle présenté. Si cela ne pose aucun problème pour les prototypes, la méthodologie est mise en défaut pour les bateaux de productions car après quelques années de fabrication (5 ans, 10 ans), les quilles, les safrans évoluent irrémédiablement, que ce soit en poids ou en formes.

⁶⁹ Modèle numérique des coques

On juxtaposera ainsi un modèle mathématique dont la précision, en terme de calcul est manifeste, avec des paramétrages d'appendices dont la précision et la rigueur d'acquisition sont très aléatoires.

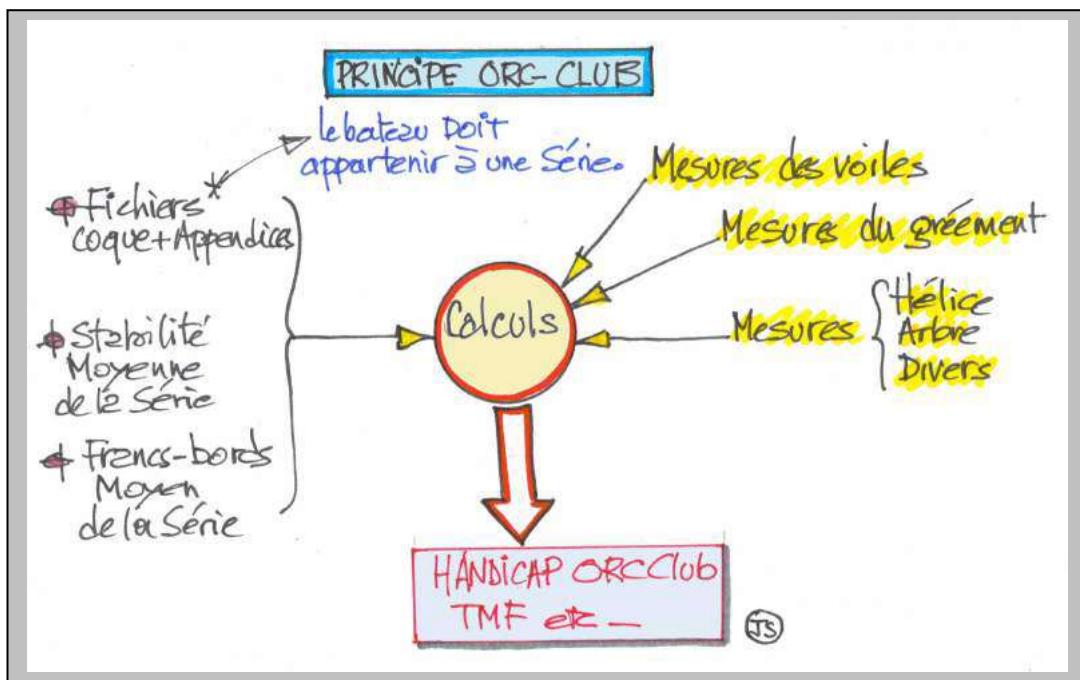
L'ORC Club introduit le principe des mesures moyennes déduites de la base de données IMS

La politique de l'ORC Club consiste à mettre à la disposition des propriétaires une jauge pour un coût pratiquement nul ou en partie supporté par les Autorités Nationales.

A partir de la banque de données des coques IMS, l'ORC Club ajoute 3 paramètres calculés :

- La mesure moyenne de la stabilité.
- La mesure moyenne des francs-bords.
- Quelque fois la mesure moyenne des voiles.

La stabilité moyenne s'obtient à partir des stabilités des bateaux déjà jaugés IMS ou dans certains cas à partir de mesures sur un ou deux bateaux. Rappelons que la mesure de stabilité est une opération délicate à réaliser car elle impose des conditions de mesures draconniennes, ce qui rend son coût non négligeable. Une grande disparité s'établit donc rapidement entre la stabilité du bateau optimisé pour l'IMS et celle du bateau de série basique.



Dans la réalité, on constatera une surévaluation de la stabilité du bateau de base par rapport à sa stabilité réelle, avec comme conséquence immédiate : des prédictions de vitesse (polaires) plus optimistes, en vertu du principe qui veut que pour une même coque et un plan de voilure identique, plus un bateau est raide plus son VMG au près croît dès que le vent monte.

Certes les concepteurs introduisent des corrections, mais elles ne peuvent jamais gommer les distorsions.

L'évaluation du déplacement à partir des francs-bords moyens représente une autre source de disparité. Entre le déplacement d'un bateau de « série » préparé pour la régate et celui accessible chez le concessionnaire, il y a quelques dizaines (ou centaines) de kilos de différence. Si la mesure des francs-bords de chaque bateau avait été imposée, un déplacement précis eut alors été pris en compte. En théorie cette option paraît envisageable, elle l'est beaucoup moins dans la réalité car les mesures de francs-bords sont toujours complexes à prendre, par le fait que le modèle mathématique de la coque relevée ne prend pas en compte, les cale-pieds, les rails de fargue, les ferrures d'étrave mais l'intersection théorique du pont et du bordé représentant le livet de pont. Or les livets sont généralement recouverts de rails de fargue ou de cale pieds, dont la forme évolue entre la version utilisée sur le prototype ou les premiers bateaux de la présérie et les bateaux construits en série. La précision du déplacement obtenu est fonction du point pris comme référence le jour de la mesure à flot. Toute différence entre le livet relevé avec la machine à mesurer et ce point introduit une erreur dans le déplacement du bateau.

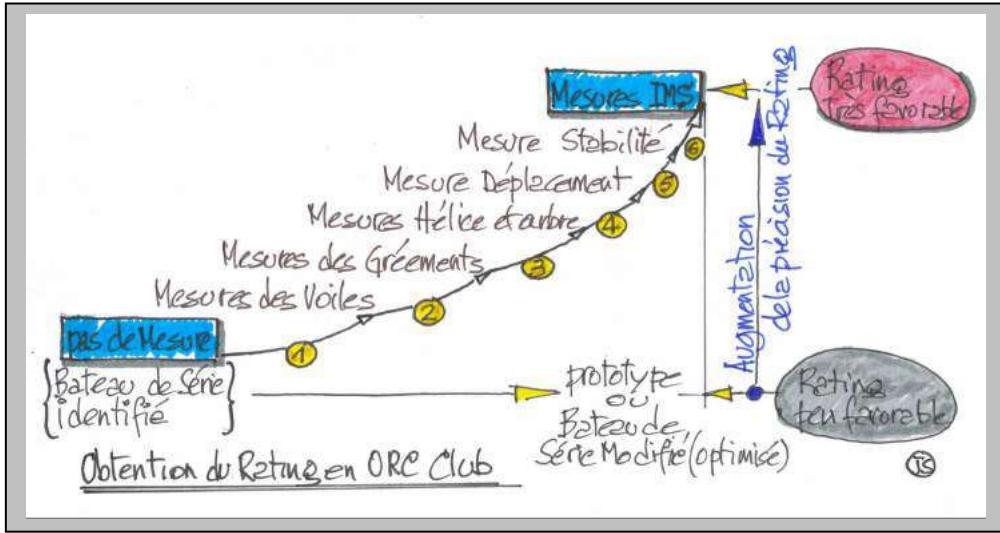
Sachant que quelques millimètres d'erreur de mesure se traduisent par des kilos de déplacement (un bateau de 10m « fait » quelques 150 à 190 kg au cm d'enfoncement) la mesure des francs-bords de chaque bateau paraît être complètement irréaliste sans précautions particulières.

La pesée à vide représente une alternative à la mesure des francs-bords, mais outre le fait que cette méthode d'appréhension du déplacement du bateau n'est pas dans la culture de l'IMS, la connaissance du déplacement précis du bateau à jauger ne fait que perturber les calculs puisque la stabilité moyenne ne correspond pas à ce déplacement. Une correction de la stabilité n'est possible que si on connaît la position du centre de gravité (X,Y,Z) de la différence de masse entre celle du bateau dont la stabilité a été mesurée et celle du bateau basique. La complexité de cette dernière correction est telle qu'une mesure de stabilité du bateau basique apparaît comme plus simple à réaliser.

Quels résultats ?

On constate à l'usage que la connaissance de modèles numériques de plusieurs milliers de bateaux ne permet pas de donner un handicap équitable à un voilier en utilisant la technique de la jauge IMS, trop d'imprécisions dans le déplacement et surtout dans la stabilité de chaque bateau conduisent à des aberrations ou au mieux à des approximations. Il ne suffit pas de dire ou d'écrire que la méthode IMS est la méthode la plus scientifique qui ait été inventée et mise au point en matière de handicap de bateau et que la connaissance précise des formes de coque permet d'évaluer les potentialités d'un bateau, pour que cela soit vrai. Il y a un océan de dérives possibles entre la théorie la plus évoluée et sa réalité dès que l'on introduit des paramètres peu fiables ou approximatifs.

Le nombre de plus en plus confidentiel de bateaux de série réellement jaugés en IMS laisse à penser que la jauge ORC Club, qui dépend de ce nombre, est loin d'atteindre les objectifs initiaux annoncés.



Le « Guide 2004 ORC Club » édité par la FFV⁷⁰ présente ainsi l’application de ces paramètres moyens : « Ces mesures, sous-entendu : la Stabilité, Les Francs-bords, les Mesures de voiles, sont remplacées par des valeurs prises par défaut et résultent en général de formules plus ou moins complexes. Mais comme il n'est pas question de pénaliser un propriétaire qui a pris le soin de faire effectuer une mesure complète, ces valeurs par défaut sont obligatoirement légèrement défavorables »

Cette dernière précision de style ne laisse aucun doute sur les chances qu’aura un propriétaire de bateau de série d’avoir une jauge équitable et ainsi de gagner une régate.

Ce constat amplifié par une image très négative de l’IMS parmi les régatiers, les architectes, la presse, rend finalement la jauge ORC Club assez peu attractive.

La presse Anglo-saxonne, Française attribue à l’IMS les qualificatifs de onéreuse, élitiste, réservée à de riches propriétaires. Ces jugements ne favorisent pas son image et par mimétisme celle de l’ORC Club.

Initiatives malheureuses

Les révolutions culturelles sont toujours difficiles à mettre en oeuvre et c'est encore plus vrai lorsque les techniciens doivent les appliquer. Chacun est fier des techniques qu'il a initiées et ne comprend pas que les utilisateurs décrochent de ses raisonnements. Dans le cas de l’ORC Club, cet axiome se vérifie. L’ORC Club propose tout naturellement comme méthode de classement, le temps sur distance et le temps sur temps. Il n'y a rien de surprenant pour les coureurs avec ces classements, par contre lorsque l'on voit apparaître « la droite de performance », l'étonnement gagne les esprits.

Cette méthode, dite de «la droite de performance⁷¹», concept de classement original, permet de faire évoluer le rating du bateau en fonction de la vitesse du vent rencontré pendant la régate.

⁷⁰ FFV : Fédération Française de Voile

⁷¹ L’IMS proposait une méthode similaire (voir dossier technique : classement IMS) bien que plus élaborée mais aussi plus complexe (voir Dossier Technique « les Classements en IMS »).

La première inconnue dans cette méthode consiste évidemment à définir la vitesse du vent rencontrée par les concurrents. Doit-on prendre une vitesse moyenne des relevés en mer ou doit-on utiliser une méthode dérivée.

L'ORC Club choisit la méthode dérivée, afin d'éliminer les contestations au niveau des mesures. S'inspirant de l'IMS, l'ORC Club déduit la vitesse du vent de la vitesse moyenne à laquelle s'est déroulée la régate.

Cette opération nécessite la connaissance de l'heure de départ, de l'heure d'arrivée et de la distance réelle de la régate. Si la connaissance des deux premiers paramètres ne pose pas de difficulté, déterminer le troisième est plus ambigu. Est-ce la distance sur l'eau faite par les bateaux, ou la distance théorique sur la carte en ligne droite ?

A partir des paramètres ci-dessus, le temps compensé se calcule comme suit :

$$\text{Temps Compensé} = (\text{Temps Réel} * A * \text{CAA}) - (B * \text{Distance})$$

A et B sont des coefficients calculés par le VPP (ces deux coefficients existent pour les parcours au large et pour les parcours « olympiques »)

Le paramètre CCA étant le coefficient d'allégeance d'âge = $(1 - (\text{AA}/100))$

Dans lequel AA= (année VVP-Année Bateau)*0.05.

L'idée est originale et intéressante mais sa mise en application et sa présentation aux intéressés (coureurs et arbitres) ont sérieusement manqué de rigueur et de communication. Le lancement d'un tel système s'est fait sans aucune période d'essai, si bien que les coureurs et les arbitres ont découvert ensemble l'objet à l'état de prototype avec tous les problèmes inhérents aux objets nouveaux. Je me souviens de quelques réunions de présentation où les intervenants, qui ignoraient tout de la pratique sur le terrain, nous expliquaient que le courant pouvait aussi être pris en compte...

Pour conclure, nous dirons que la croyance à un Dieu Mathématique parfait et infaillible appliquée à un voilier basique montre rapidement ses limites et génère des situations impossible à mettre en équation et incontrôlables à terme.

La qualité scientifique de l'IMS, reconnue mondialement comme outil d'analyse comparatif des vitesses de bateaux différents, ne permet pas à un système tel que l'ORC Club, d'être équitable car les paramètres principaux demeurent mal évalués dans le but de ne pas pénaliser les « vrais » possesseurs de certificats IMS .

Une porte de sortie

Le congrès de novembre 2005 entérine de fait, les problèmes de diffusion de l'ORC Club en proposant des box-rules à rating fixe GP26, GP 33 et GP 42.

Ces trois box-rules, initient d'après les premières données connues des bateaux assez proches de ceux de l'IRM.

A ce jour, seule la classe GP 42 paraît définie, ce qui permet de lancer les architectes sur des études.

Afin de lancer cette jauge, le directeur du projet GP au sein de l'ORC, Paolo MASSARINI a missionné pour son compte personnel le bureau d'étude FARR sur un GP 42.



REVUE DE PRESSE

ORC 42 Box Rule Design Commissioned

An Italian owner has commissioned Farr Yacht Design to prepare drawings for a boat to fit in the 42ft Box. The new ORC 42 will be built by the Italian shipyard, Latini Marine. We have great expectations for this Class and solid confidence in Latini's ability to produce a spectacular boat.

The following announcement from ORC Level Class Manager, Paolo Massarini, appears on the ORC web site:

□□“The Offshore Racing Congress, after only eight months of intensive work, is now unveiling the ORC Level Rule. This is a Box Rule expressly studied and designed for three different size boats: 26, 33 and 42 feet.

□□Briefly the Rule is designed to create one-offs in the frame of a very tight shape and construction controls. Owners are happy to maintain some design freedom and the Rule opens the opportunity for them to select their own designers and builders.

Chapitre 12 : La jauge devient pragmatique

Approche pragmatique

L'approche uniquement scientifique après la fusion des jauge RORC et CCA se heurtera à un mur avec l'IOR et sombrera dans les analyses et les simulations scientifiques de l'IMS. Même une initiative comme l'ORC Club peine à s'imposer. On a cru longtemps que les connaissances associées à la programmation permettraient de tout quantifier sur un voilier. On a aussi imaginé que l'expérience acquise en aéronautique dans le domaine de la modélisation s'appliquait aux voiliers. En fait un bateau est beaucoup plus complexe que cela, principalement par ce que sa vitesse sur l'eau peut varier de 0.1 nœuds à 10, 15, 25 nœuds (monocoque) qu'il est soumis au roulis, à la gîte et au tangage sans qu'on puisse trop contrôler ces mouvements et enfin qu'il évolue dans deux milieux totalement différents, l'air et l'eau avec une interface gazeuse.

Ne nions pas l'importance et la nécessité des VPP comme outil de travail permettant de connaître et de valider une innovation en terme de comparaison, de gain de vitesse, mais n'utilisons pas les VPP comme analyseurs de la vitesse absolue d'un voilier. C'est dans ce postulat que se vérifie aujourd'hui une grande partie de l'échec de l'IMS.

Prenant conscience de la perte d'audience progressive de l'IOR, de la complexité et de la difficulté d'implantation de l'IMS (l'ORC club n'existe pas encore), mais surtout constatant que le nombre de bateaux départ dans les grandes classiques offshores, tout du moins en Manche baissait dangereusement, le RORC (R. AISHER) et l'UNCL (JL. FABRY) confie en 1983 à deux techniciens (Jonathan HUDSON pour le RORC et Jean SANS pour l'UNCL)⁷² l'étude d'une jauge beaucoup plus pragmatique mais surtout encadrée par le « politique⁷³ ». Cette équipe, après analyse de la situation, fait le constat suivant (nous sommes en 1983):

- La jauge IOR devenue trop complexe, aboutit à des solutions architecturales fermées. La seule progression passe par les matériaux et ses dérives de prix exponentielles. Les propriétaires qui en ont fait son succès s'en éloignent actuellement ou vont l'abandonner progressivement.
- La jauge IOR ne peut être amendée car trop de lobbies s'affrontent et bloquent toute évolution.
- L'IMS telle qu'elle est présentée à l'époque (1983) apparaît déjà comme trop technique et incompréhensible par un large public
- Les coûts de jauge sont devenus trop importants (ce qui est logique lorsque l'on voit la somme de travail que doit réaliser le jaugeur et le matériel qu'il doit posséder)
- Les jauge nationales (Handicap à méthode statistique ou autres) n'ont pas de caractère international et ne sont même pas utilisables entre deux pays voisins. Chaque pays, jaloux de ses prérogatives nationales reste prisonnier de ses groupes de pression locaux. Dans ces conditions aucune collaboration n'est possible malgré de nombreuses tentatives de rapprochement.
- Le « jeu » avec « la jauge » de la part des architectes et de certains propriétaires conduit rapidement et inévitablement à la « mort » de la jauge et renchérit le coût des bateaux.

⁷² L'ensemble de l'équipe étant piloté par Alan GREEN (Directeur du RORC)

⁷³ « Politique » au sens que les initiateurs de cette nouvelle jauge ne désiraient pas se retrouver dans la situation de l'ORC qui n'avait pas su, en son temps, diriger ses techniciens.

- Le plus grand nombre de formes architecturales doit être jaugeable.
- Les bateaux de croisière ne doivent pas être exclus de cette jauge.
- Les bateaux de course (principalement IOR) des années 80 ont perdu toutes leurs qualités conviviales et confortables.
- Les emménagements n'existent pratiquement plus, la stabilité initiale est réduite. Enfin les chantiers adaptent cette image sportive issue de l'IOR à leur production à tel point qu'en 1983 aucun chantier ne présente un bateau de croisière avec une quille à bulbe, car le bulbe n'a pas (encore) d'image sportive.

Compte tenu de ce constat l'équipe de technicien imagine une jauge dont l'architecture générale aurait les caractéristiques suivantes:

La méthode de jauge doit être simple⁷⁴, rapide et « low cost »

1. La formule de jauge doit être secrète
2. Les mesures seront du type déclaratif (propriétaire)
3. Le coût d'une jauge (à l'époque) serait de l'ordre de 250 à 300 FF (en 1983), à titre comparatif une jauge IOR coûtait entre 1000 et 3700 FF sans les déplacements et les frais annexes.
4. La stabilité ne sera pas mesurée
5. Les Centres de Calculs contrôleraient, voire interdiraient la course à l'optimisation des TCF.

La formule de calcul prendrait en compte :

- Le poids à vide du bateau
- Le poids des équipements et de l'équipage, fonction de la longueur hors tout du bateau, sera ajouté au poids à vide (décision prise en 1985).
- La surface réelle des voiles mesurées
- Le type de bateaux, le type de gréement... etc.

Enfin un TCF personnalisé (maintenant TCC en IRC) sera attribué à chaque bateau jaugé.

Constatons qu'avant de parler de technique de jauge, les concepteurs du CHS concentreront leurs énergies sur l'élaboration du cahier des charges de cette nouvelle règle de Jauge. Ils laisseront ensuite l'imagination des techniciens s'exprimer dans des formulations mathématiques équilibrées, faciles à gérer et qui introduiront de nouvelles techniques de mesures, non pas en terme de technologie mais en terme de simplification de l'obtention de mesures.

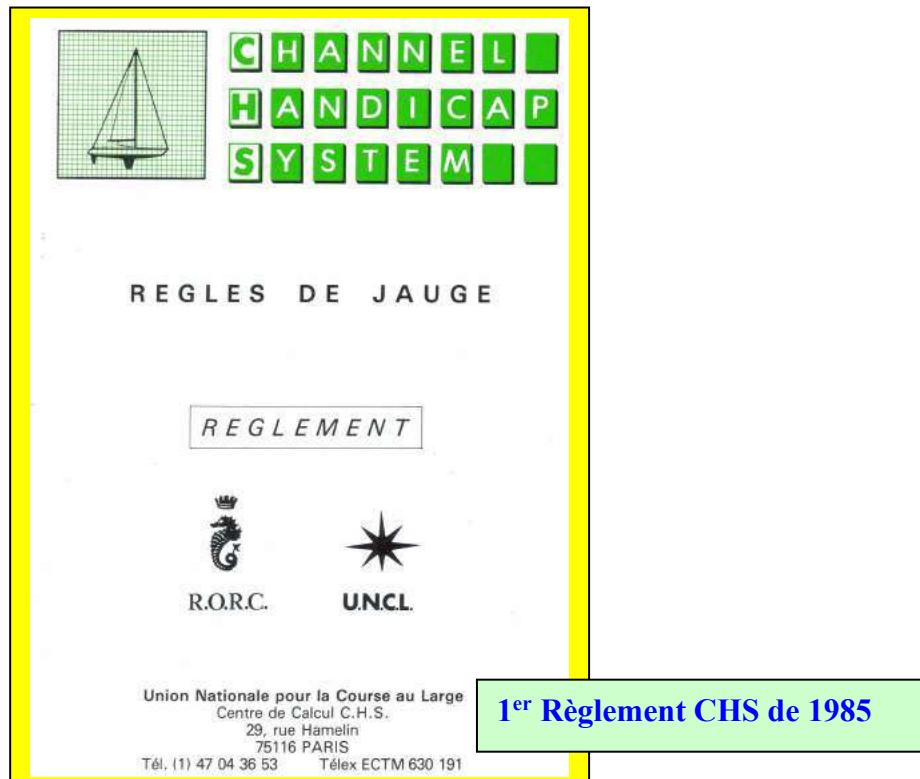
C'est ainsi que le **CHS (Channel Handicap System)** est né. Il a été appliqué pour la première fois en 1983 lors de Cowes – Dinard avec 30 bateaux au départ (il y en avait encore 150 en IOR) dans la « cruising division ».

Le CHS se transformera en IRC après 17 années de bons et loyaux services et aujourd'hui quelques 8000 bateaux dans le monde⁷⁵ utilisent l'IRC. L'audience de l'IRC a dépassé celle de l'IOR qui à l'époque de sa splendeur, rassemblait 6000 bateaux effectifs dans le monde.

⁷⁴ Par exemple la mesure de la hauteur du mât serait supprimée et remplacée par la mesure du plus grand guindant de foc admissible. Cette mesure est réalisée en hissant à bloc le décamètre avec la drisse de foc et en mesurant jusqu'au croc d'amure. Cette mesure est réalisable du ponton... sans grimper dans le mât.

⁷⁵ En 2005 dans plus de 20 pays

L'IRC sera reconnue comme **Jauge Internationale** par l'ISAF lors de son congrès annuel de novembre 2003 à Barcelone.



Sans trahir le secret de la formule, on peut dire que le CHS, comme l'IRC qui lui succèdera est construit sur la base des formules de l'IOR et du RORC (voir chapitre 8). Le choix de conserver cette structure générale comme fondation du CHS repose sur l'idée que le CHS devait obligatoirement utiliser une formule de jauge et non un VPP. Cela impliquait que les éléments physiques comme la longueur L, le bau B, le déplacement et la surface de voilure ne pouvaient avoir de corrélations entre eux qu'en respectant leur influence sur la vitesse du bateau soit au numérateur d'une formule pour L et S et au dénominateur pour le déplacement.

Alors pourquoi réinventer le monde lorsqu'il existe déjà et qu'il n'est pas si mal construit que cela ?

Les deux créateurs⁷⁶ des formules du CHS (1983) opteront pour la partie fiable de la formule de l'IOR en l'adaptant aux nouvelles mesures et techniques qu'ils imaginent. Afin de contrôler l'évolution du support et d'assurer la pérennité de la formule, ils installeront un certain nombre de règles techniques subsidiaires paramétrables. Ces éléments et les limites imposées à ces éléments donneront alors corps à la formule générale.

⁷⁶ Jonathan HUSDON (RORC) et Jean SANS (UNCL).

Coté RORC, Tim THORTON, John MOON puis Mike URWIN en 1991 se succèderont au Comité Technique du CHS (IRC aujourd'hui). En 1983, l'UNCL confiera la barre à Jean SANS.

Le déplacement du bateau

L'IOR a sombré pour partie à cause de son incapacité à évaluer le déplacement des bateaux. La méthode consistant à mesurer des points prédéterminés sur la coque conduisait inévitablement les architectes à faire croire que le déplacement mesuré de leurs bateaux était supérieur au déplacement réel, dans le but de diminuer le rating.

Le CHS décide de contourner ce problème en introduisant la pesée des bateaux vides. En 2005 cette opération paraît banale et relativement simple car les pesons électroniques deviennent largement diffusés. Cette opération vingt ans auparavant présentait des difficultés. Certes les barreaux contenant des jauge de contraintes existaient, mais leur intégration dans un système mécanique de pesée qui comprend, la manille, le crochet, le système électronique de mesure et d'affichage n'était pas réalisé.

Nous tenions à cette idée de pesage des bateaux à vide car nous étions certains que son application mettrait fin à certaines habitudes architecturales issues de l'IOR.

Certes nous savions par pragmatisme qu'il était illusoire d'imaginer que l'ensemble de la flotte serait pesée ; mais comme les bateaux de production sont réellement plus lourds que les descriptifs techniques des chantiers l'annoncent, nous pensions...et le temps nous a donné raison... que les propriétaires trouveraient rapidement leur intérêt à peser leur bateau puisqu'un déplacement plus fort apparaît comme un élément qui diminue le rating.

Notre pressentiment sur le poids des bateaux reposait sur le fait que les constructeurs minorent le poids réel des bateaux pour des raisons de publicité. En effet à cette époque, les bateaux de productions disponibles au catalogue se déclinent souvent du même moule que le prototype IOR dont le déplacement est largement inférieur à celui du bateau de série, ce qui est normal puisqu'il ne comporte pratiquement aucun emménagement.

Application dans les calculs du déplacement en course.

Le CHS comme l'IRC ne calculent pas le déplacement, mais prennent en compte le poids du voilier composé de la pesée à vide et d'une correction du poids d'équipage théorique et des équipements. Cela revient à rechercher et prendre en compte dans les calculs du TCC, un déplacement proche de celui du bateau pendant la régate, matériel et équipage compris.

Cette formulation évitera les distorsions entre les petits bateaux où le poids de l'équipage et de l'équipement représente jusqu'à 40% du déplacement à vide et les grands bateaux où ce même paramètre ne représente que 5 %.

Cette approche pragmatique du CHS permettra de régater en flotte en équilibrant les chances de presque tous les bateaux. Lors de son évolution, le CHS/IRC optimisera sa méthode de calcul du déplacement en navigation en introduisant la possibilité d'une limitation du poids des équipages ou tout du moins du nombre d'équipiers embarqués.

La construction technique du CHS

Les critères subjectifs

La jauge CHS s'appuie sur un certain nombre de critères que nous définirons comme subjectifs puisqu'ils ne sont pas exclusivement issus de calculs. Les principaux seront le HULL FACTOR et le RIG FACTOR.

L'idée générale dans les deux cas consiste à indexer :

- la construction du bateau (coque, pont emménagements) et de ses appendices,
- la sophistication du gréement et ses possibilités de réglage,

avec

- le potentiel de vitesse du bateau et sa capacité et sa rapidité d'adaptation aux évolutions météorologiques ou maritimes.

La jauge CHS destinée aux voiliers de croisière, ne devait pas entrer dans ce cercle infernal consistant à vouloir tout quantifier par des formulations mathématiques. Il est impossible de chiffrer mathématiquement l'apport donné par un immense cockpit ergonomique dans la rapidité des manœuvres de l'équipage, par contre une quantification pragmatique fonctionne relativement correctement, pour peu qu'elle soit réactualisée lorsque cela est nécessaire et qu'elle soit souple d'utilisation. Certes de petites distorsions apparaîtront par moment, mais elles seront vite lissées.

Durant les premières années, cette quantification apparaîtra comme totalement subjective, puis rapidement les centres de calculs (UNCL/PARIS et RORC/LYMINGTON) détermineront ces deux paramètres essentiels (Hull Factor et Rig Factor) à partir d'une grille identique et détaillée.

Cette grille évoluera au fil des années de la transformation CHS vers l'IRC. Actuellement le Comité Technique en accord avec les centres de calculs se charge d'écrire une nouvelle approche pour l'écriture de cette grille. Cette nouvelle quantification semble nécessaire afin de prendre en compte, en plus de la répartition et du « volume » des emménagements dans le bateau, un nouveau paramètre qualifiant les matériaux utilisés pour construire ces emménagements. En effet les époques changent et les matériaux qui appartenaient, il y a 5 ou 10 ans encore, au domaine du « high-tech », donc pratiquement inaccessibles pour le commun des mortels, commencent à devenir abordables. Ces nouveaux matériaux modifient favorablement les performances du bateau dès que le phénomène de tangage entre en jeu, ils doivent donc être pris en compte afin de ne pas marginaliser les bateaux de production du champ de la jauge CHS/IRC.

Les voiles et le plan de voilure

La taxation de la surface de voilure s'appuie sur le schéma suivant :

- taxation fonction de la surface réelle de la voilure
- minoration de cette taxation par le calcul d'un coefficient inférieur à 1 lorsque la voilure est définie comme peu performante (faible allongement du plan de voilure, voiles sur enrouleurs etc.)
- majoration de cette taxation par un coefficient supérieure à 1 lorsque le plan de voilure est très performant.

La forme mathématique du coefficient est continue (avec des limites), ce qui induit que plus le plan de voilure est performant, plus le coefficient est supérieur à 1 avec comme corollaire une augmentation du TCC.

Dans ce même état d'esprit, dans les années 85/95 le CHS taxait les matériaux « exotiques » des voiles. Cette taxation trouvait sa justification dans le fait que seuls les bateaux de course possédaient des voiles en Kevlar, Spectra etc.... Aujourd'hui les choses ont bien évolué et ces matériaux bien que plus onéreux que le Dacron de base sont entrés dans le domaine grand public. Cette taxation disparaîtra tout naturellement.

Le tirant d'eau

Le CHS s'appuie sur un tirant d'eau de base, fonction de la longueur des bateaux et correspondant à une moyenne rencontrée sur les bateaux de croisière. A titre indicatif ce tirant d'eau de base est de 1.50m pour un bateau de 10m de longueur à la flottaison dynamique.

En dessous du tirant d'eau de base la taxation est légèrement minorée, ce qui permet d'intégrer les dériveurs lestés et les bateaux à faible tirant d'eau. Lorsque le tirant d'eau dépasse le tirant d'eau de base, la taxation est calculée non linéairement.

Lorsque l'on étudie les Data List, on constate que pratiquement l'ensemble des tirants d'eau des bateaux dépasse largement le tirant d'eau de base pour la jauge. Cette évolution somme toute logique, n'implique pas pour autant une modification de la formule par une augmentation du tirant d'eau de base, car la jauge CHS/IRC se doit de préserver dans le temps l'ensemble de la flotte.

La forme et l'allongement de la quille entrent en jeu dans le calcul du correcteur final de tirant d'eau sous la forme d'un correcteur supplémentaire calculé et ajouté à celui du tirant d'eau. Le but de ce correcteur complémentaire étant de prendre en compte dans la taxation du tirant d'eau les quilles à bulbe (centre de gravité bas) et les quilles à fort allongement.

Au final

De la formule générale dérivée de celle de l'IOR sortira un TCF (CHS)⁷⁷ modulé par des correcteurs associés aux différents paramètres (HF, RF, Tirant d'eau, Allégeance d'âge etc. etc.).

Cette méthode offre l'avantage de donner directement un coefficient multiplicateur du temps réel (TCF ou TCC) directement exploitable par les Comités de Course et compréhensible par les propriétaires. Un millième de différence de TCF ou TCC entre deux bateaux, correspond tout simplement à 3.6 secondes par heure de course (pour un bateau dont le TCC est de 1) ce qui se traduit pour un bateau de 10 mètres environ, par une longueur de bateau au bout d'une heure de louvoyage.

Pourquoi le CHS puis l'IRC se sont ancrés ?

Le CHS comme l'IRC ne prétendent pas être équitables à 100%, aucune jauge ne l'est et l'énoncer relève de la malhonnêteté intellectuelle. Mais le CHS, puis l'IRC satisfont une immense majorité de propriétaires désireux de régater sur des bateaux non exclusivement destinés à la course, à un niveau de compétition correct tout en restant accessible financièrement.

Une jauge équitable à 100% reste un leurre, même l'IMS qui se veut le système scientifique le plus évolué et le plus perfectionné (voire perfectionniste) n'atteindra jamais ce but. On peut considérer qu'un indice de satisfaction de 85 à 90% correspond à un système de jauge équitable. Par satisfaction, il faut comprendre que tout en donnant un handicap à la grande

⁷⁷ TCF devenu TCC en IRC

majorité des voiliers, les propriétaires se reconnaissent dans le handicap attribué à leur bateau et qu'ils ont la sensation de régater équitablement.

Les bateaux de croisière, pour peu qu'ils soient soigneusement préparés et construits, tirent souvent leur épingle du jeu pour se placer devant les prototypes IRC. Pour exemple, les résultats de la COMMODORE CUP 2006 avec la victoire acquise sur le fil par l'équipe de France avec les bateaux:

- First 44.7, plan Farr, construit par Bénéteau,
- A35, plan Joubert/Nivelt, construit par Archambault,
- Synergia 40 (ex proto IMS), plan Botin Carkeek,

Ou encore les résultats de Cowes-Dinard (2006) avec trois JPK (chantier JPK 9.6 & 10.9) et deux J105 (chantier J Boat) dans les cinq premiers toutes classes confondues.

Formule secrète : réalité ou intox ?

Certains bruits de pontons comme des esprits bien éclairés annoncent périodiquement urbi et orbi que quelques architectes (ou skippers ou encore constructeurs) ont cracké le code secret de la formule, comme on perce un coffre fort. Le RORC et l'UNCL n'ont jamais opposé de démenti à ces annonces, pour la simple raison qu'il n'en est rien. La formule qui existe sous forme de lignes de code informatique nous paraît bien protégée et à ce jour personne n'a encore réussi à s'immiscer dedans à l'insu des gestionnaires.

Pour la petite histoire, nous avons eu quelques frayeurs pendant un été du début des années 90 ou lors d'un déplacement sur une course, l'ordinateur portable fut carrément oublié dans le métro et perdu corps et biens par l'équipe chargée d'établir les certificats. L'heureux nouveau propriétaire du portable de l'époque (le logiciel de calcul du rating fonctionnait uniquement sous DOS et GWBASIC) n'a sûrement jamais compris le sens du contenu du disque dur (10Mo à l'époque). Enfin le stockage sur disque dur du programme sous sa forme compilée excluait toute velléité de reconstruire le code source, donc d'accéder aux lignes de code d'origine et ainsi à la formule générale.

Le passage du CHS à l'IRC

Cette transition se déroulera tout naturellement. L'audience du CHS (Channel Handicap System) essentiellement régionale dans les premières années, s'étendra progressivement à d'autres pays que la France et la Grande-Bretagne. Le CHS intéressait de plus en plus de nouveaux propriétaires mais aussi, bien que de bonnes âmes eussent prédit le contraire, inspirait les architectes malgré le secret de la formule.

A la fin des années 90, la flotte CHS se chiffrait à déjà à 4500 bateaux jaugés dans plus de 10 pays du globe. L'étude des certificats montre des transferts relativement importants d'autres systèmes de jauge vers le CHS et il devient alors nécessaire d'imaginer une autre politique pour assurer la pérennité du CHS.

Cela passait d'abord par l'abandon du sigle CHS pour un nouvel acronyme plus international l'IRC (International Rule Club). L'arrivée de nouveaux propriétaires habituellement attirés par les courses utilisant un système de jauge de haut niveau technique et scientifique devenait aussi inquiétante, le CHS n'ayant pas à priori été conçu pour absorber cette population et surtout les types de bateaux qui s'y rapportaient. Il apparaissait évident qu'une jauge de « haut niveau technique » avec laquelle les architectes pourrait réellement jouer devenait nécessaire et cela en remplacement ou en parallèle de l'IMS. Certes en 1999, cela ne

pouvait être dit ouvertement, car politiquement incorrect, mais beaucoup de gens le pensaient très fortement.

Le passage à l'IRC se réalisera par l'intermédiaire de l'IR2000 autour de deux volets :

- l'IRC continuateur du CHS
- l'IRM (voir chapitre Monotypie généraliste) qui devait jouer le rôle de jauge pour des régates que les anglo-saxons nomment communément « Grand-Prix », c'est à dire une jauge, (l'IRM est une Box Rule), qui permette à des architectes de dessiner des bateaux typés et optimisés.

L'IRM suscita un bon intérêt d'écoute de la part des architectes et des propriétaires, cela prouvait que dans le paysage des jauge et des courses, une jauge de ce type, comprenons une jauge que les architectes peuvent disséquer et optimiser, avait sa clientèle et intéressait un assez grand nombre de propriétaires, pour peu qu'elle soit abordable scientifiquement. L'IRM démontrait cela et cette démonstration valait le meilleur des sondages.

Le RORC et l'UNCL se trouvaient dans une position très avant-gardiste en proposant :

- La reconnaissance de l'IRC comme jauge Internationale par l'ISAF
- Une nouvelle jauge « Grand-Prix », l'IRM, pour le niveau « supérieur » à l'IRC.

Cette initiative, reconnaissons le, quelque peu hégémonique puisque les deux systèmes sont la propriété intellectuelle de deux clubs (RORC et UNCL), imposa un choix stratégique. Ce choix consista à privilégier l'obtention de la reconnaissance de l'IRC comme Jauge Internationale.

Quid de l'IRM ? Le développement théorique⁷⁸ de l'IRM par le RORC et l'UNCL représente un travail très important qui a porté sur la quantification, dans une approche différente de celle de l'IMS, des différents facteurs physiques liés à un bateau. Tout ce travail scientifique est utilisé aujourd'hui et adapté au cas par cas à l'IRC, lorsque cela paraît utile. On ne peut pas se prononcer sur la valeur intrinsèque de l'IRM, trop peu de bateaux ont été construits sur la base de cette règle, mais ce dont nous sommes certains, c'est que l'analyse qui a conduit à l'écriture de l'IRM était correcte, puisque aujourd'hui un groupe de travail international piloté par l'ORC planche sur un projet de jauge « Grand-Prix ».

L'IRC, une jauge innovante

L'IRC bousculera à petits pas les habitudes. La communauté des régatiers est comme celle d'un pays, elle apprécie la stabilité des règles et aussi que ses repères ne changent pas trop souvent. Lorsqu'elle adopte un système elle souhaite intrinsèquement son intangibilité. Mais rien n'est jamais figé, l'architecture navale évolue, des idées apparaissent dans le but de prendre un avantage sur la règle.

Les gardiens du temple (de la jauge) se trouvent alors confronté à l'alternative suivante : Interdire les innovations ou les prendre en compte pour les évaluer techniquement et les taxer à leur plus juste valeur.

La réponse à cette alternative démontre la capacité d'évolution d'une jauge. Certes il ne faut pas donner systématiquement une réponse favorable à toutes les initiatives architecturales,

⁷⁸ Les artisans de cette jauge sont Mike URWIN, James DADD et en moindre mesure Jean SANS.

mais il est nécessaire de bien les étudier et d'en retirer la substantifique moelle avant d'émettre un avis.

Surface des spinnakers

Pendant plus de 50 ans (en fait depuis la création de la jauge RORC), pratiquement la même formule lie la surface du spinnaker à celle du triangle avant. Si vous dépassiez ces ratios, vous étiez pénalisés⁷⁹, si vous étiez en dessous de ces ratios, vous n'aviez aucune bonification. Dans ce cas la jauge ignorait votre déficit de surface de voilure.

En 2000, l'IRC décide de mettre fin à cette corrélation mathématique en disant :

- l'architecte dans son projet de bateau, défini une surface de voilure et un plan de gréement au près, désormais on lui laisse la liberté de procéder de manière identique avec la surface de voile au portant (dimension du spinnaker, la GV étant identique) au portant.

Cela signifie qu'il n'y a plus de pénalité sur la surface du spinnaker, la règle étant : « on paye (valeur du TCC) pour la surface de voilure au près et pour la surface de voilure souhaitée au portant ».

Cette démarche innovante a pour conséquence de voir des bateaux identiques en terme de coque, de quille, de moteur, être affectés de TCC très différents, simplement parce que certains bateaux navigueront dans des zones très ventées (surface de spinnaker raisonnable) et que d'autres navigueront quasiment en permanence dans des zones de petit temps comme sur certains lacs. Ces différences ne sont pas graves, car les flottes sont homogènes dans une zone de navigation. C'est seulement à l'occasion d'un championnat international que les skippers adapteront la voilure de leur bateau au plan d'eau de circonstance, opportunité intéressante, car elle rééquilibre les chances des bateaux.

L'arrivée des spinnakers asymétriques (dans les années 50 on les nommait « foc ballon ») se devait aussi d'être prise en compte. Refuser cette évolution, revenait à exclure du champ d'application de la jauge IRC, toute une nouvelle génération de bateaux.

La taxation des possibilités offertes par ce nouveau type de voile se révélait complexe lorsque les architectes souhaitaient intégrer le spinnaker asymétrique... sans toutefois abandonner le spinnaker symétrique.

La règle adoptée met donc en évidence les cas suivants :

1. Spinnaker symétrique établit sur un tangon classique
2. Spinnaker asymétrique sur un bout dehors déployé dans l'axe du bateau
3. Spinnaker asymétrique établit sur un tangon ou un bout dehors orientable à la demande

En terme de surface, celle du spinnaker asymétrique (cas n° 2) sera supérieure à celle du spinnaker symétrique (cas n°1) pour un TCC identique. Cela s'explique par le fait que dans un bord de vent arrière, le bateau équipé d'un spinnaker asymétrique aura une plus grande vitesse mais un VMG, (c'est à dire une progression sur la route directe dans le lit du vent), identique au bateau qui descend directement sur cette route avec un spinnaker symétrique.

⁷⁹ Pénalisé signifiant que l'augmentation de rating était telle qu'elle vous découragerait de persévérer dans cette voie.

Certes il y a des exceptions à cette analyse, notamment lorsque le bateau équipé d'un spinnaker asymétrique à une route directe sur la marque superposable ou très proche de celle de la vitesse optimum de sa polaire de vitesse, mais on pourrait retourner la proposition et dire que le bateau équipé d'un spinnaker symétrique devient très avantage lorsqu'il navigue dans la brise plein vent arrière sur la route de la marque sous le vent.

Cette évolution de la jauge n'a pas été prise en compte par les skippers, les architectes, les voiliers. Peu de gens ont « percuté » en lisant cette nouvelle écriture de la règle (en 2000) car le raisonnement de chacun se trouve perturbé par la peur d'être pénalisé. D'ailleurs tout le monde emploie le mot « taxé », terme mal utilisé, la taxation représentant uniquement l'évaluation, en TCC, de l'amélioration que l'on apporte au bateau, alors que « pénalisé » signifie qu'ayant enfreint une règle dimensionnelle le bateau reçoit une pénalité dissuasive en valeur de TCC.

Petit calcul basique

*Un JOD35 de base à un spi de 63.5m² avec un tangon de 3.55m, soit un TCC de 1.042
Avec un spi de 75m² (+19%) et un tangon de 3.95m, son TTC devient 1.049 (+ 7 millièmes)
Avec un très grand spi asymétrique en tête de 85m² (+34%) et un tangon de 4.20m, le TTC passe à 1.055 (+ 13 millièmes). Cet exemple est purement théorique, mais illustre les possibilités offertes par la jauge en terme de surface de voilure au portant.*

L'indexation de la surface au portant sur la surface au près bloquait toute initiative architecturale notamment en matière de spinnaker asymétrique. En effet sauf à être suicidaire, aucun architecte ou skipper ne pouvait choisir la voie des spinnakers asymétriques.

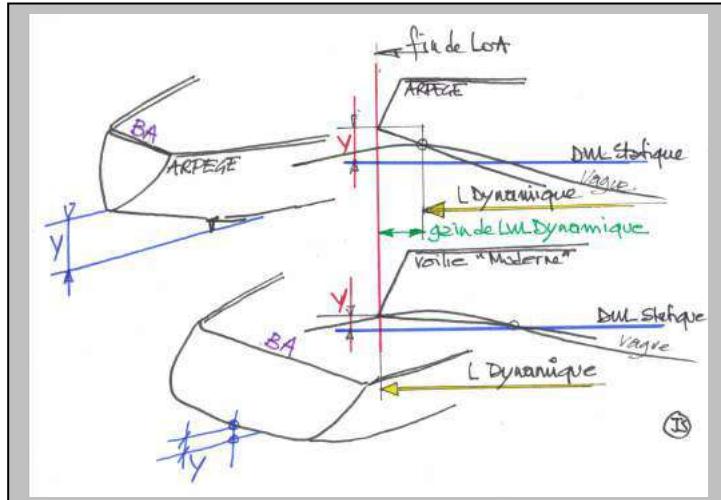
Depuis que la nouvelle règle est entrée en vigueur, l'utilisation du spinnaker asymétrique s'implante rapidement. Même les grands chantiers pourtant souvent réticents aux innovations provenant trop rapidement de la course, se lancent dans cette aventure pour le plus grand plaisir des propriétaires qui au final utilisent le spinnaker en équipage familial.

Longueur à la flottaison dynamique

En IRC la longueur dynamique se calcule en fonction de LOA et de l'élancement avant, à partir de l'analyse suivante :

- sur les bateaux modernes (arrière large et porteur), lorsque le bateau navigue, la flottaison prend naissance au bout d'étrave, pour aboutir à l'extrémité arrière de la coque du bateau (le tableau AR effleure l'eau ou est légèrement immergé).

La jauge utilise l'élancement arrière, souvent très difficile à mesurer, comme correcteur pour certains types de bateau ayant un tableau arrière assez haut et relativement étroit. Le trop fameux LWP ne représente plus la longueur dynamique dans le calcul du TCC. En d'autres termes, pour l'immense majorité des bateaux modernes, la longueur à la flottaison dynamique correspondra à la longueur hors tout, moins l'élancement avant.



Par exemple la longueur à la flottaison dynamique d'un Arpège (petit tableau arrière triangulaire assez haut sur l'eau) subira une correction alors que celle d'un Mumm30 ou d'un Sun Fast 40 n'en aura pas (arrière large et porteur). Une autre correction existe pour les brions d'étrave qui sortent de l'eau lorsque le bateau est en assiette de mesure et qui s'immergent dès que le bateau navigue avec 5° de gîte avec comme effet instantané d'augmenter la longueur à la flottaison dynamique de 10 à 25 cm.

Adaptation

Rappelons que la jauge RORC et la jauge l'IOR s'articulaient sur une architecture générale identique, une formule de base permettant de calculer un Rating Mesuré (MR) accompagnées de définitions précisant les propriétés des éléments de cette formule. Dans les chapitres précédents nous avions imaginé cette structure en la présentant comme : une loi et ses décrets d'application, sachant que les décrets d'application peuvent changer ou même modifier le sens de la loi. Cette particularité a été largement utilisée par la jauge RORC et dans une moindre mesure par l'IOR.

L'IRC favorisée par sa formule secrète, gère très bien cette possibilité d'adaptation à la fois politique et technique. Il existe ainsi des jauge dérivées telles que IRC Swan, IRC Wally etc. Ces jauge permettent de prendre en compte les particularités de ces bateaux, lorsqu'ils régatent entre eux tout en conservant un rating IRC « général » qui leur permet de régater contre d'autres bateaux. Ce système offre ainsi la possibilité à des séries ou des constructeurs importants d'organiser un championnat « interne » mais aussi de faire régater leurs bateaux contre d'autres adversaires.

Cette évolution peut être étendue à des applications encore plus larges et par exemple aux jauge des bateaux sur les lacs (Léman etc.). Dans ce cas très spécifique, il est possible d'envisager la modification du paramétrage de la formule de base (Rating Mesuré) en prenant en compte la météorologie particulière des lacs ou d'autres lieux. Cela revient par exemple à privilégier les conditions de vent faible et fort au détriment des conditions de vent moyen. Cette évolution de la règle est possible car les bateaux de lac quittent rarement leur zone de navigation, et lorsqu'ils le font c'est pour aller dans une zone de navigation voisine où les conditions sont sensiblement identiques.

L'IRC n'est pas pour autant LA jauge universelle du siècle mais sa gestion et les ruptures qu'elle a initié par rapport aux autres systèmes lui assure la reconnaissance des utilisateurs et une certaine pérennité. Rupture avec la connaissance de la formule, rupture avec les méthodes de mesures, rupture avec les « normes » issues de l'IOR entre autres. Cette politique est originale, elle relègue finalement la technique au service du politique, ce qui représente sûrement la clef du succès mais ne gâche pas le plaisir des techniciens qui continuent à s'investir au fil des années dans l'évolution de cette règle.

L'IRC devient le terrain de jeu des architectes

Encore plus pragmatiques que les concepteurs de jauge, les architectes savent rapidement s'adapter à une nouvelle jauge. Lorsque les instances sportives Australiennes prirent la décision d'adopter la règle IRC comme règle de jauge, immédiatement des plans inédits adaptés à l'IRC apparurent à la fois à la demande de propriétaires avertis mais aussi sous forme de propositions à de nouveaux propriétaires.

Le secret en tant que tel, de la règle de jauge ne posera aucun problème aux cabinets d'architectes Anglo-saxons. Ils négligèrent tout simplement ce débat, partant du principe que discuter du secret de la règle IRC équivalait à parler du sexe des anges et n'apportait pas de solution à leur problème, à savoir, dessiner un bateau pour l'IRC.

Finalement la démarche la plus complexe fut celle qui conduisit à la reconnaissance de l'IRC par les instances internationales. Une fois cette reconnaissance acquise, la règle se développe naturellement.

DOSSIER : Point de vue de Bruce FARR en 2005(site www.farrdesign.com)

New IRC Production

IRC 41 by Austral Yachts

FYD's new 41' IRC design for production build at Austral Yachts.

The adoption of the IRC Rule at both club racing level and by some of the more legendary offshore events has sparked strong interest in boats that fair well under this single number handicap system.

As a result of this interest, Farr Yacht Design received several commissions in 2004 for IRC oriented boats that allowed the team to embark on research work to understand the rule in some depth.



While specific formulas used to determine the IRC ratings are not published, the style of boat favoured by these formulas can be deduced by exploring various areas:

- 1. Examining the published rule policy.*
- 2. Reviewing race results in great detail including those of our existing designs that have done well under IRC.*

3. Applying to the rating office for trial certificates where variations in handicaps given for different design choices can be compared with VPP results.

Note de l'auteur: Cette dernière phrase (§3) met en évidence clairement la possibilité de rechercher les trous de jauge en utilisant la référence VPP. Il est évident que si les certificats d'essais deviennent très nombreux l'architecte peut s'immiscer dans la règle et trouver les trous de jauge. Mais les maîtres du jeu sont les centres de calculs dont une des fonctions revient à contrôler ces tentatives et à les réguler.



A new 41-foot IRC design (D. 588) was commissioned by Austral Yachts in South Australia in a bid to offer the local market a quality cruiser/racer that could cope with the demands of real cruising off the Australian coast. The boat had to be a strong contender for handicap wins in both round the buoys and long distance events using IRC.

Austral Yachts have been producing boats for the Australian market for more than 30 years and are planning to expand their facilities and market area. While IRC does have some clear trends, there is considerable freedom for the designer to develop superb hull shapes with favorable volume distributions, ideal appendage placements and good stability. Our team researched beam to beam waterline ratios, LOA versus length waterline and other basic hull parameters over a wide range of boat sizes to find the right combinations. Heeled volume distribution and transom immersion effects were examined to give the boat good performance and handling over a wide range of weather conditions.

The keel is T-style with a lead bulb supported by a cast iron fin to give the boat a low center of gravity and minimized wetted area. This arrangement also allows the rig and interior to be positioned for optimum hull centre of buoyancy and produces a relatively simple structural solution.....

Les attaques architecturales contre l'IRC

A vrai dire elles ne seront jamais très nombreuses car il est complexe d'attaquer une formule mathématique dont on ne connaît pas les paramètres, tout au mieux peut-on espérer cerner quelques espaces qui permettraient de gagner des millièmes.

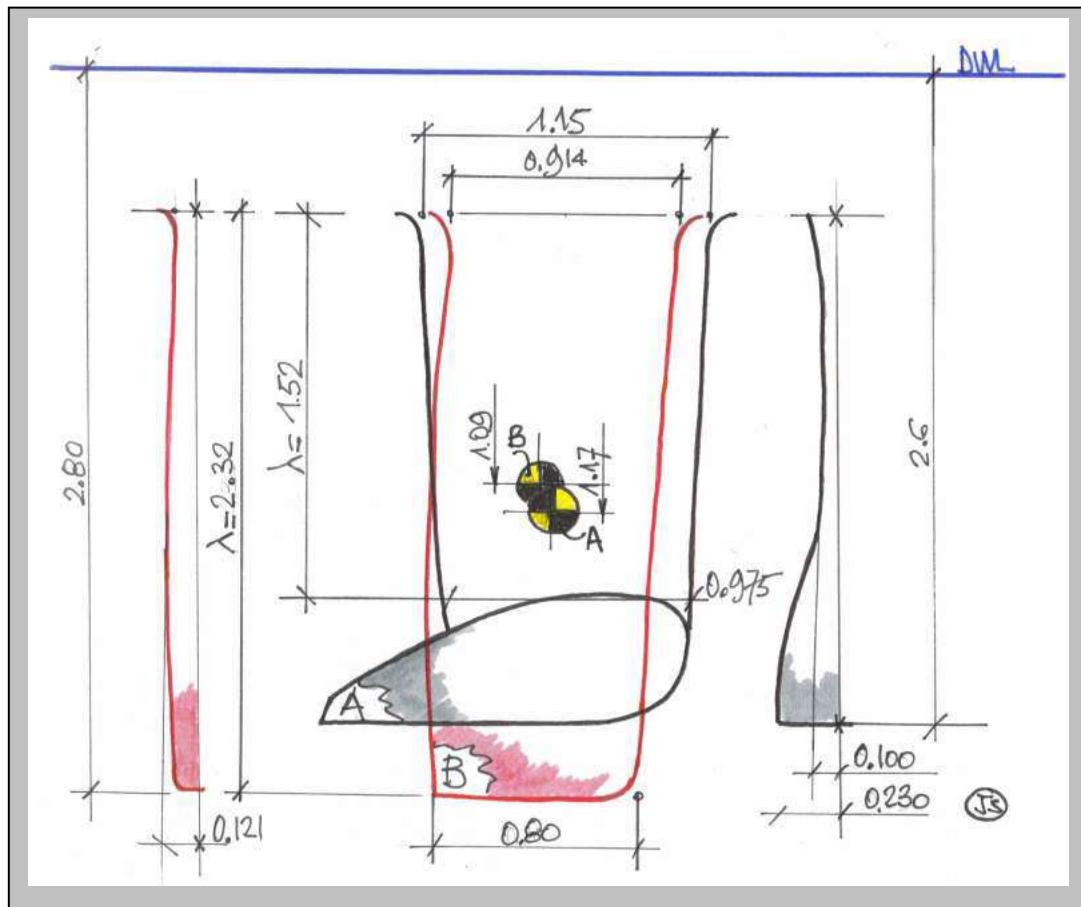
Le travail réalisé sur les formes de quille par les architectes et quelques skippers correspondra à un de ces espaces.

Les architectes analysèrent la jauge IRC par constats successifs :

- La règle IRC ne mesure pas la stabilité,

- L'architecte ayant toute liberté dans le choix de la stabilité, il peut dessiner un bateau plus raide en utilisant des quilles à bulbe ou sabot.
- La règle IRC favorise les dessins de bateaux raides, mais tout en souhaitant leurs développements, elle taxe les quilles à bulbe ou sabot, à leur juste potentiel, afin de préserver la flotte imprégnée des normes IOR, une sorte de règle d'antériorité de fait.

Dans la réalité la formule IRC, ne taxe pas exagérément le tirant d'eau, ni les quilles en matériaux basiques (fonte par exemple) ou les quilles à épaisseur constante car elle considère que ces dessins sont proches de ceux de l'époque IOR, donc moins performants en terme d'apport à la stabilité.



Fort de ces constats, les architectes se posèrent la question suivante :

- Peut-on utiliser une quille à section constante (donc de forme non bulbée) et obtenir une raideur à la toile identique au même bateau équipé d'une quille sabot ou à bulbe.

La réponse technique est : Oui, si il est possible d'augmenter le tirant d'eau. La partie du lest contenu dans le sabot ou dans le bulbe se trouvant dans l'augmentation de tirant d'eau. Cette réponse favorable, n'est exploitable que si:

1. l'utilisation de la quille à épaisseur constante se matérialise par une baisse de rating conséquente (l'architecte connaît cette réponse)
2. la taxation du nouveau tirant d'eau n'augmente pas de manière inconsidérée le TCC.

Les architectes s'engouffreront rapidement dans cette niche de jauge afin d'équiper les bateaux de quille rectangulaire, très profondes et ... très performantes. Cette initiative conférera à ces bateaux une stabilité sensiblement équivalente à celle du même bateau équipé d'une quille sabot... mais avec 15 millièmes de moins en TCC. Les architectes constatent aussi parallèlement que les courses sont de moins en moins offshore et se disputent par des vents relativement cléments, ce qui ne nécessite pas moins de raideur au près.

	Quille A	Quille B	ratio B/A
Surface Mouillée	4.6M ²	4.16M ²	-9.5%
Surface Portante(f_2)	1.61 M ²	2.08M ²	+29%
Allongement S. Portante	5.72	10.85	(A) ² /S)
Cg/carène	1.17	1.09	-7.2%
Matériau	Fonte	Fonte	/
HF Quille	21.66 (22)	21.81 (22)	(16 en 2005)
TTC	1.105 (2005 et 2006)	1.106 (2006)	1.098 (2005)
⑮ Masse (kg)	3000	2850	-5.2%

Le nombre d'équipiers est certes limité mais il autorise de prendre un avantage avec le poids des équipiers au rappel. Une limitation du poids de l'équipage bloquerait cette possibilité. L'IRC proposera à terme cette option aux organisateurs.

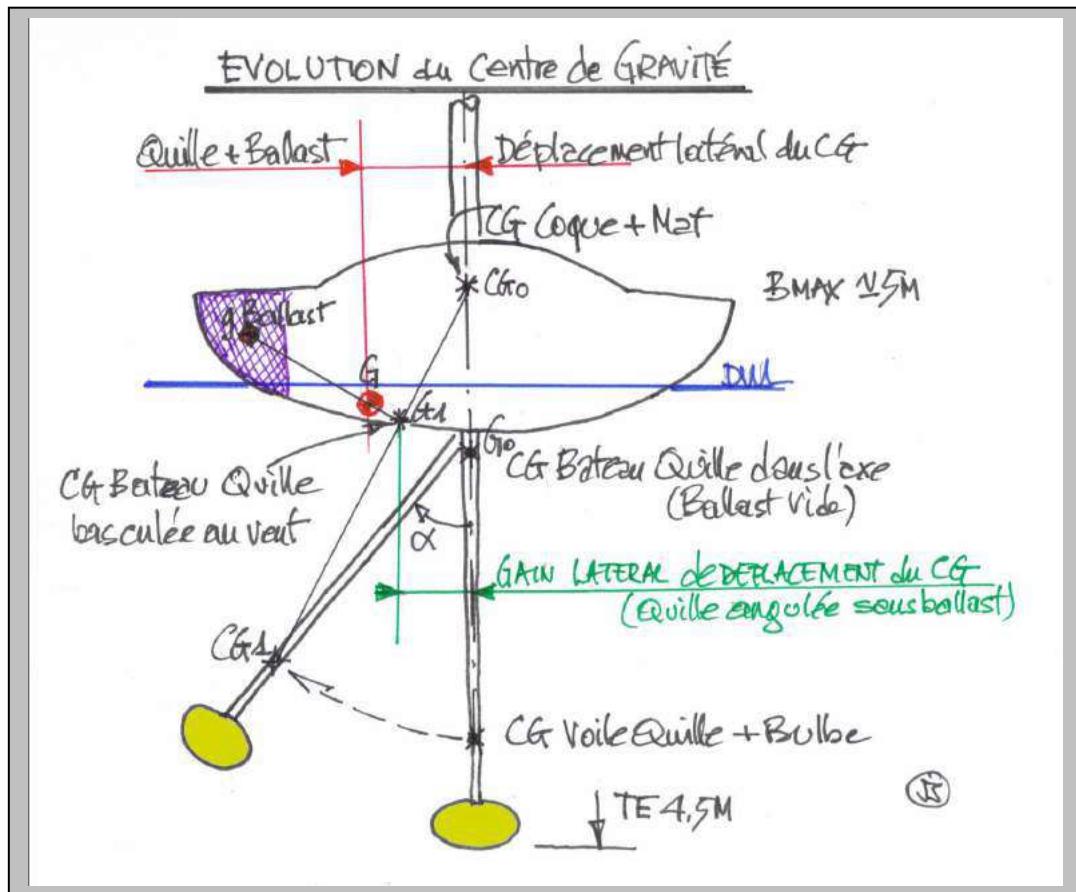
L'IRC se devait donc de réagir en intégrant la notion d'allongement⁸⁰ du plan de profil de la quille. La prise en compte de ce paramètre rendra la taxation d'une quille à grand allongement équivalente à celle d'une quille sabot ou à bulbe.

L'intégration des ballasts et des quilles pendulaires dans l'IRC

L'idée de ballaster ou d'ajouter du poids au vent afin d'augmenter le rappel a été rapidement découverte. Le seul équilibre latéral du voilier montre rapidement que plus le mât est vertical, plus la surface projetée des voiles est importante et plus son plan antidérive est performant. Ces deux facteurs augmentant les performances, le ballastage devenait évident.

⁸⁰ Allongement au sens d'une aile= (4 fois l'envergure²)/ (surface de profil)

Cette idée précèdera la jauge IOR comme celle du RORC ou du CCA. Dans les années 1880/1905 les skippers (propriétaires) embarquaient des sacs de sable qu'ils utilisaient comme complément de rappel au près et qu'ilsjetaient à la mer au portant. Cette solution ne fonctionnait qu'une seule fois dans la régate, à moins de se faire ravitailler en route. Il est vrai qu'à cette époque, les parcours « banane » n'existaient pas, les parcours se résumaient à un aller et retour à une bouée quelconque. Certains propriétaires plus malveillants ou particulièrement pingres embarquaient un équipage pléthorique pour remplacer les sacs de sable, puis le bord de portant entamé, les obligeaient à sauter à l'eau afin d'alléger le bateau, un canot les récupérant. La pratique, celle des sacs de sable ou celle des équipiers, devait être somme toute assez courante puisqu'il a fallu préciser dans les premières Règles de Course Internationale (1911) qu'alléger le bateau par quelque moyen que ce soit devenait une pratique interdite et que le nombre d'équipiers devait être identique durant toute la régate. Seul le RORC dérogera à cette règle, afin d'autoriser Edward Heath alors Prime Minister de pouvoir quitter ou rejoindre son bateau MORNING CLOUD durant une course en cas de « force politique majeure ».



Toujours est-il que le ballastage hante depuis longtemps les esprits. La jauge RORC ne fut pas trop affectée car les architectes dessinaient des bateaux à déplacement relativement lourds avec un centre de gravité relativement bas (stabilité de poids). L'IOR favorisant des bateaux peu raides, mais interdisant le ballastage seul les équipiers au rappel pouvaient servir de ballast au vent. Pour des générations d'équipiers, les régates offshore où ces équipiers

s'installent plus ou moins confortablement assis dans les filières commencent. Restait le matassage –toutefois interdit par les règles de l'ISAF– de tout ce qui était mobile dans le bateau. Afin de limiter les ardeurs et l'ingéniosité des certains⁸¹, les comités de course eurent dans le passé et ont toujours recours au plombage de tout ce qui peut passer d'un bord sur l'autre. Certaines classes imposent pas moins de 50 plombages à chaque régate. Mais tout n'est pas contrôlable, ainsi les voiles ne montent pas sur le pont que pour être hissées, comme le montre cette photo.

Le développement des monocoques Open, notamment avec les Mini 6.50 et les monocoques du Vendée Globe ouvriront la porte au ballastage, puis un peu plus tard aux quilles pendulaires. Dans un souci de sécurité, le Vendée Globe publierà une règle anodine qui imposait que la gîte sous l'effet des ballasts ne devait pas dépasser 10° sur chaque bord. Le but «du législateur» étant principalement de limiter la volume des ballast, donc d'influer sur la puissance et de rester ainsi dans des ratios que l'on pensait raisonnable.

Très rapidement les architectes adapteront les carènes à cette règle des 10° en augmentant la largeur des bateaux et en diminuant les francs-bords.

Les Mini 6.50 furent au final moins affectés dans cette course à la largeur car leur box rules limitait le bau à 2.5m. De Vendée Globe en Mini Transat et en Transpac⁸², les voiliers équipés de ballasts et, ou de quille pendulaire frappèrent à la porte des jauge et bien sûr du CHS dans un premier temps, puis de l'IRC.

Bizarrement, les demandes d'abandon de la règle des 10° ne viendront pas des monocoques du Vendée Globe, mais des architectes Américain de la côte ouest des USA. En effet, cette règle limitait trop leurs velléités architecturales. Ils souhaitaient absolument utiliser dans les dessins des carènes, le potentiel offert par les quilles basculantes ce que la règle des 10° limitait. Les ballasts, hormis lorsqu'ils avaient un rôle d'apport d'inertie ne les intéressaient pas.

La suppression de la règle des 10° permet de diminuer la surface mouillée puisque l'on peut pratiquement s'affranchir de la stabilité de forme, le basculement du lest permettant de conserver un Gz (bras de levier) très important et adaptable à la gîte créé par la force vélique. Il devient possible d'imaginer tendre vers des sections des œuvres vives proches de celle des multicoques (coque centrale des trimarans). Le CHS acceptera à son époque d'intégrer les ballasts ; la taxation était alors assez dissuasive, mais concernait peu de bateaux. L'IRC confronté à une demande beaucoup plus grande et qui concernait des tailles de bateaux souvent supérieure à 15 mètres se trouva obligée de trouver une solution au problème. L'opération se réalisa en deux temps, échelonnés sur deux années. Le développement préalable de la jauge IRM qui autorisait les ballasts et les quilles pendulaires, permit de trouver une solution rapide et équitable.

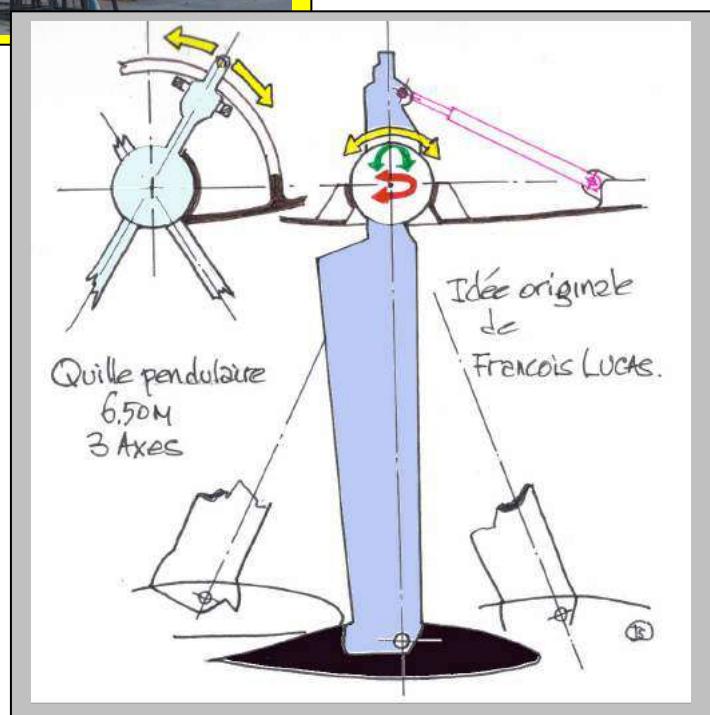
⁸¹ C'est ainsi que certains ont installé de véritable « téléphérique » permettant de passer des caisses d'un bord à l'autre.

⁸² Pen Duick 5 fut un des premiers bateaux Français à participer à la Transpac. Ce bateau à redans longitudinaux était, innovation pour l'époque équipé de ballasts latéraux. Eric Tabarly gagnat cette course avec panache. Il lançait par la même occasion l'idée des ballasts sur la côte Pacifique des USA.



Certains architectes américains seront même téméraires en ajoutant aux quilles pendulaires deux safrans, dans l'axe du bateau, un en avant de la quille et un en arrière de la quille (voir Sockwave ou un 86' Pyewacket). Un français, François Lucas proposa, sur un Mini 6.50 équipé d'une quille possédant 3 axes de rotation, idée originale, techniquement viable et performante.

Force est de constater une évolution des dessins des carènes et surtout de leur conception. L'autorisation de se diriger vers les quilles pendulaires permet de concevoir les bateaux avec moins de surface mouillée.



L'architecte pouvant moduler la raideur, en inclinant la quille n'utilisera plus la stabilité de forme. Les maîtres baux se rapprocheront en conséquence de la section circulaire.... comme en multicoque.

Quelles orientations pour l'IRC

Comme toute les jauge, l'IRC impose sa tendance architecturale, non par volonté hégémonique, mais simplement parce que les formules mathématiques issues de la physique du navire, donnent naissance à des courbes dont certains points correspondent à des optimums permettant d'obtenir le ratio TCC/(vitesse du bateau) le meilleur.

Ces formules mathématiques reprennent donc le paramétrage physique du bateau lorsqu'il navigue, sans pour autant devenir un VPP qui lui ne s'attache qu'à fournir la vitesse du navire. Le paramétrage représente autant de curseurs que les gestionnaires techniques de la jauge peuvent actionner chaque année en fonction de l'évolution qu'ils souhaitent donner à la règle de jauge mais aussi pour contrer avec réflexion les attaques insidieuses d'architectes.

Actuellement, et ce n'est un secret pour personne, l'IRC est plutôt écrite :

- Pour des carènes courtes en LWL ; c'est pour cette raison que les brions d'étrave sortent de l'eau et que les pentes des voûtes voisinent les 12°.
- Pour des déplacements médiums ; le ratio Déplacement/LWL doit se situer autour de 170⁸³.
- Pour des bateaux généreusement voilés.
- Pour des bateaux possédant une bonne stabilité initiale (les bateaux sont souvent équipés de bulbes), la jauge ne mesurant pas directement la stabilité.



⁸³ 170 est calculé suivant la formule particulière du DLR (Displacement length Ratio) utilisée en IRC.

Cela correspond à un standard permettant de dessiner des prototypes (très en vogue dans les pays anglo-saxons) mais aussi des bateaux de production rapides et confortables. Notons que ce but paraît être celui de tous les systèmes de jauge... c'était au moins celui de la règle du RORC mais aussi de l'IOR (IOR Mark 3A, part 1, General, §101) et de l'IMS.

La question souvent posée se rapporte à l'évolution du standard actuel. Il est possible de déplacer quelques curseurs simultanément afin de pas détruire les corrélations existantes entre les paramètres physiques. Une telle évolution doit être réfléchie car elle risque de scinder la flotte ou de rendre obsolète une partie des bateaux déjà construits, en les pénalisant par rapport à leurs performances réelles.

Certains architectes souhaiteraient voir le DLR (voir note n°86 en fin de page précédente) évoluer vers une valeur se situant autour de 130 afin de pouvoir dessiner des bateaux qu'ils qualifient de plus « funs ». Est-ce vraiment la finalité de la jauge IRC ? N'oublions pas que cette jauge découle du CHS, créé en 1983 et dont la philosophie était de s'occuper de la « cruising division » mis à mal par la jauge IOR mais aussi de recréer un élan des propriétaires vers les courses offshore.

L'IRC demeure toutefois un système type « Mid-Level Rule », de part sa simplicité, notamment au niveau des mesures qui s'adaptent bien aux carènes basiques. Cette particularité rend plus complexe la gestion des dessins architecturaux extrêmes ou essentiellement dédiés à la course. La philosophie même de l'IRC, c'est-à-dire le secret de la formule, s'accorde mal à ce niveau de compétition, des désirs des architectes de jouer avec la formulation mathématique de la règle de jauge.

Aujourd'hui, il manque sérieusement un système « Top-level Rule ». Un tel système produira rapidement des bateaux très onéreux car il est inconcevable d'imaginer libérer les énergies, les initiatives, les recherches des architectes et de freiner l'utilisation des matériaux et des processus de fabrication, la recherche des designs teams.

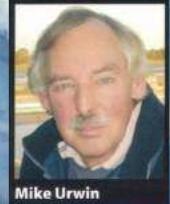
Les questions soulevées par un système de jauge de haut niveau restent nombreuses :

- Existe-t-il un nombre suffisamment important de propriétaires pour jouer avec un tel système ? Après tout l'IMS existe et ne passionne guère.
- Quel format de course faut-il créer ? Doit-on privilégier l'offshore sur l'inshore ? Ce dernier type de régate ayant la propriété de vite dénaturer une jauge car elle oriente les dessins et la conception des bateaux.
- Combien de temps résistera une jauge à formule ouverte avant d'atteindre un standard dimensionnel où en fin de compte seuls les paramètres matériau et fabrication deviendront, à des coûts exorbitants, les arbitres entre les bateaux.

En guise de conclusion sur l'IRC, nous citons l'avis de Mike Urwin publié dans le Year Book IRC 2006 (édité par Rating Seahorse). Mike est Technical Director du Rating Office du RORC à Lymington.

« L'IRC est une règle de jauge ? Certainement et c'est important. Pourquoi ? Parce que ce n'est pas une « règle de handicap » ! Vous allez me demander : quelle est la différence ? Une règle de handicap est d'abord subjective. En gros, ce type de règle tente de répondre à la question « quelle vitesse faisait ce Bateau la semaine dernière », ensuite elle lui attribue (et non calcule) un handicap correspondant à la réponse à cette question.

Secrets of success



Mike Urwin

While the rule itself remains secret, Mike Urwin explains how the system works and what makes IRC tick

La règle IRC relève d'un autre raisonnement. Le TCC de chaque bateau (son «handicap» autrement dit) est un calcul objectif. Les calculs IRC utilisent les données particulières à chaque bateau, ensuite ils sont traités de manière identique pour tous les bateaux. Quelle est donc la philosophie générale de la règle IRC.

Tout d'abord elle a un caractère stable. Tous les bateaux sont jaugés et reçoivent un « handicap » en utilisant la même base mathématique et les mêmes méthodologies. Ainsi, les bateaux qui ont des designs différents mais des caractéristiques physiques similaires recevront un niveau de jauge similaire. Leurs propriétaires peuvent être assurés, qu'ils seront traités équitablement. C'est vrai que l'IRC inclut des facteurs subjectifs, mais rappelons nous que pendant des années on a développé des méthodologies objectives pour arriver finalement à des réponses subjectives. Aujourd'hui finalement nous aboutissons à un système objectif et stable pour calculer la jauge..... »

Chapitre 13 : En définitive.....

Etat des lieux

Actuellement les méthodes permettant de donner un handicap ou un rating à des voiliers sont de quatre types :

- **Les jauge de base** (systèmes statistiques ou à formule simple) mises en place par les Autorités Nationales de chaque pays.

Ce sont le HN (France), le SCANDICAP, le LYS (pays nordique), le RANC (Espagne), l'ABC (Suisse), le PHRF (USA) encore qu'aux USA nous devrions dire « les » PHRF tant les adaptations, apportées par chaque état maritime, à la règle originelle née sur la côte Pacifique sont différentes et importantes. D'autres systèmes existent. Toutes ces jauge ou systèmes de handicap restent nationales et non adaptables d'un pays à l'autre. D'ailleurs cette portabilité ne se pose pas en général puisque les bateaux concernés restent en quasi permanence dans leur zone de navigation. L'avantage de ces jauge de base réside dans leur simplicité⁸⁴ de mises en oeuvre lors d'une régate. On peut pratiquement donner un handicap « dans la seconde ». Cette facilité d'utilisation à ses revers, car elle crée une très grande inégalité entre les bateaux optimisés à ce type de jauge par des propriétaires initiés et le bateau basique qui se présente occasionnellement à une régate.

Ces jauge apparaissent comme le point de départ pour amener de nouveaux propriétaires à la régate, elles permettent d'ouvrir la porte de la course au large ou côtière. Leur limite se situe dans une utilisation uniquement locale.

Dans les années 80, des tentatives furent lancées par certaines autorités nationales afin d'harmoniser les jauge statistiques. Les discussions n'ont jamais permis d'établir un état des lieux ou au moins un cahier des charges. Une opportunité de créer une jauge de base simple et universelle a été perdue, pourtant un espace existe pour ce type de jauge dans la mesure où l'on délimite son utilisation. L'ISAF regroupe l'ensemble de ces jauge dans une commission « Empirical Handicap Rules » où les différents responsables nationaux échangent des idées, tout en restant viscéralement attachés à leur système national.

- **Les Jauge Internationales (reconnaissance de l'ISAF)**

En 2005, trois systèmes de jauge à statut international bénéficient de la reconnaissance ISAF, avec les droits et les devoirs associés à ce label.

- **l'ORC Club**

Ce système de jauge s'utilise dans les zones d'influence de l'ORC, en particulier en Europe du Nord et en Méditerranée. Pour la Méditerranée, à l'exception de la Grèce, l'ORC Club cohabite avec l'IRC. En France, les méditerranéens restent attachés globalement à l'ORC Club, mais l'IRC commence à prendre progressivement pied.

Il reste que beaucoup de bateaux possèdent souvent deux certificats de jauge afin de participer aux régates au gré des systèmes de classement imposés par les organisateurs. En 2004 l'US Sailing longtemps partie prenante des travaux de l'ORC, n'a pas adopté l'ORC Club comme système de jauge mais s'est orienté vers l'IRC, avec l'espoir de convertir une grande partie de la flotte PHRF à ce système de jauge.

⁸⁴ Simplicité toutefois de façade, car le fait de donner un handicap au dernier moment à des bateaux plus ou moins inconnus, favorise le lobbying des skippers lors de leur inscription, afin de grappiller un avantage de rating.

Le rejet d'un système de jauge basé sur les VPP motive le choix de l'US Sailing envers l'IRC. L'US Sailing préférant un système fondé sur une formulation mathématique classique. Le site www.us-sailing.com présente ce choix et les orientations pour les années à venir.

The screenshot shows the homepage of the US-IRC website. At the top, there's a navigation bar with links for 'IRC Handicap', 'Certificates', 'IRC Racing', 'Measuring', 'News', and 'Contact'. Below the header, there's a banner for 'Seahorse Magazine Interviews' featuring Commodore Richard du Moulin. A section titled 'The Onion Patch Series in 2006 will be scored under IRC' is displayed, mentioning the NYYC Annual Regatta, Bermuda Race, and RBYC Anniversary Regatta. To the right, there's a sidebar with logos for 'Key West 2005', 'MIAMI LINE WEEK', 'JANCO TO ADRIATIC 2007', 'TOP SECRET ISLAND RACE WEEK', 'ROLEX ATLANTIC CHALLENGE 2003', 'ROLEX BIG BOAT RACE 2005', and 'THE JIMMY FUND Regatta'. The main content area includes several small images of racing flags and a message from the Director.

• L'IRC

Sa reconnaissance par l'ISAF a réellement « boosté » ce système de jauge en l'obligeant à mettre en place un Comité de Pilotage International s'appuyant sur des Comités IRC Nationaux.

Ce label international incite les Autorités Nationales, qui par essence sont légalistes, à proposer ce système de jauge à leurs membres et à leurs clubs. Le choix des propriétaires et les régates possibles, détermineront l'utilisation de l'IRC.

Aujourd'hui (fin 2006), l'IRC s'impose sur tous les continents aussi bien pour les régates locales que pour les courses offshore. Les bateaux jaugés mesurent de 7 à 42 mètres. L'expérience montre aussi que la jauge IRC s'adapte bien aux voiliers anciens.

Trouvé sur Web : *IRC – A New Handicap Rating Rule in the U.S.*

Last Saturday, US Sailing sponsored a seminar at American Yacht Club, to introduce a new (at least in the US) handicapping rule known as the *IRC* (International Rule Club). The rule is owned and administered by the R.O.R.C. (UK) and the U.N.C.L. (France), which in 2004, issued certificates to 5,850 boats in 31 countries. US Sailing, as well as a number of prominent yacht clubs have recently endorsed the rule, in an effort to rejuvenate big boat racing in the US, where there were only 130 *IMS* certificates issued this year. Although the *IRC* will clearly replace *IMS* racing, the extent to which it will impact PHRF sailing remains to be seen.

The *IRC* is a “measurement” rather than a “performance” rule, based exclusively on rig, hull, and sail measurements. The algorithm used to produce a boat’s rating is secret, so as to discourage naval architects from designing to a perceived weakness in the rule. An *IRC* rating takes the form of a single-number, time correction factor (TCC). As with other time-on-time rating systems, the TCC is multiplied by a boat’s elapsed time to produce a corrected time. The same number is used regardless of sailing conditions.

The *IRC* issues two types of certificates: regular (non-endorsed) certificates, which are based primarily on known and owner-reported data, and “endorsed” certificates, which are based on more verifiably reliable data, usually the result of measurement and weighing. The exact verification requirements will vary, depending on how much data the *IRC* has for a particular boat model. The current cost of a basic certificate is approximately \$4.35/foot. Annual renewal is \$3.85/foot. Endorsement is an additional \$37.00. These fees do not include the considerable cost associated with any weighing⁸⁵ or measuring which may be required.

The type of certificate you need, will depend on what any given race organizer requires. At the seminar, the Storm Trysail Club announced that, with the exception of non-spinnaker and navigator classes, there would be no PHRF racing offered for boats rating below 90 at Block Island Race Week in 2005. Boats rating 51 to 89 will be permitted to use unendorsed *IRC* certificates, but boats rating 50 and below will be required to have an endorsed certificate. The STC also announced that only boats holding *IRC* certificates would be eligible for the overall Around-The-Island Race trophy. Their hope is that even boats racing in PHRF classes will get *IRC* certificates in order to qualify for the A-T-I pickle dish. Finally, the STC announced that their current plan is to eliminate PHRF racing entirely at BIRW 2007.

So where is all going? Certainly, the *IMS* is history. The Storm Trysail Club, et al, will test the waters, but the ultimate impact of the *IRC* will be determined by the response of the 15,000 to 20,000 PHRF sailors in the country who will vote with their feet should they decide that the *IRC* is too time-consuming or expensive.

• l’*IMS*

Sa zone d’influence se limite essentiellement aux Baléares (Copa del Rey), à l’Italie et à la Grèce. Quelques bateaux appartenant à des skippers des pays nordiques participent aussi à ce circuit de régates.

Actuellement l’*IMS* représente plus une entité technique de recherche en matière de VPP et d’analyse de modèles... (un nouveau VPP plus approfondi est à l’étude), qu’une jauge permettant de donner un handicap à des bateaux. Le rôle de ce centre de recherche, sous couvert de l’ISAF, est important, les résultats intéressent les concepteurs d’autres jauge, et bien sûr les architectes.

⁸⁵ Nous sommes étonnés que le coût d’un grutage soit très élevé au USA.

Il n'y a plus en France et en Angleterre de nouveaux bateaux IMS (One Off). Une deuxième vie attend toutefois les anciens One Off IMS lorsque ils sont rachetés à des prix intéressants et « recyclés » en IRC par des propriétaires français.

Les propriétaires et la Jauge

Les propriétaires possèdent très souvent une vision complexe et quelque fois irrationnelle de la jauge.

L'approche de la jauge monotype pure, SOLING, DRAGON, J24, etc, ne donne jamais lieu à des tentatives d'exploitation de la règle de jauge. En effet, les textes en vigueur bloquent systématiquement toutes les initiatives de transformation, au sens large, du bateau. Toutefois certaines Classes, afin de donner un peu d'air aux règles, laissent libre l'installation ou le choix de l'accastillage comme d'autres autorisent tout type de gréement. Mais en définitive outre les tolérances de fabrication⁸⁶ qui génèrent automatiquement des ensembles coque, pont, renforts, lest très légèrement différents, les seuls paramètres qui différencient deux bateaux monotypes sont les voiles et les équipages. En général les coques, appendices, ponts des ces séries monotypes vieillissent correctement, au moins sur 10 ou 15 ans. L'âge des bateaux⁸⁷ pour peu qu'ils aient été régulièrement entretenus, n'introduit finalement que peu de disparité dans les vitesses potentielles.

S'affranchir de l'état général des voiles se résout en les renouvelant chaque année, ce qui n'est qu'un problème de carnet de chèque et de motivation du propriétaire. Par contre le niveau de l'équipage apparaît comme le facteur prépondérant dans la manière de terminer la régate le plus rapidement possible, conjonction des paramètres vitesse et stratégie sur l'eau. Certes la chance ou la réussite joue un rôle, mais globalement en monotypie stricte, seule la qualité de l'équipage joue, la règle de jauge n'ayant aucune influence sur les résultats. On constate d'ailleurs que dans un Championnat monotype la hiérarchie (image du classement final) s'établit pratiquement dès les deux ou trois premières manches et cela d'un Championnat sur l'autre.

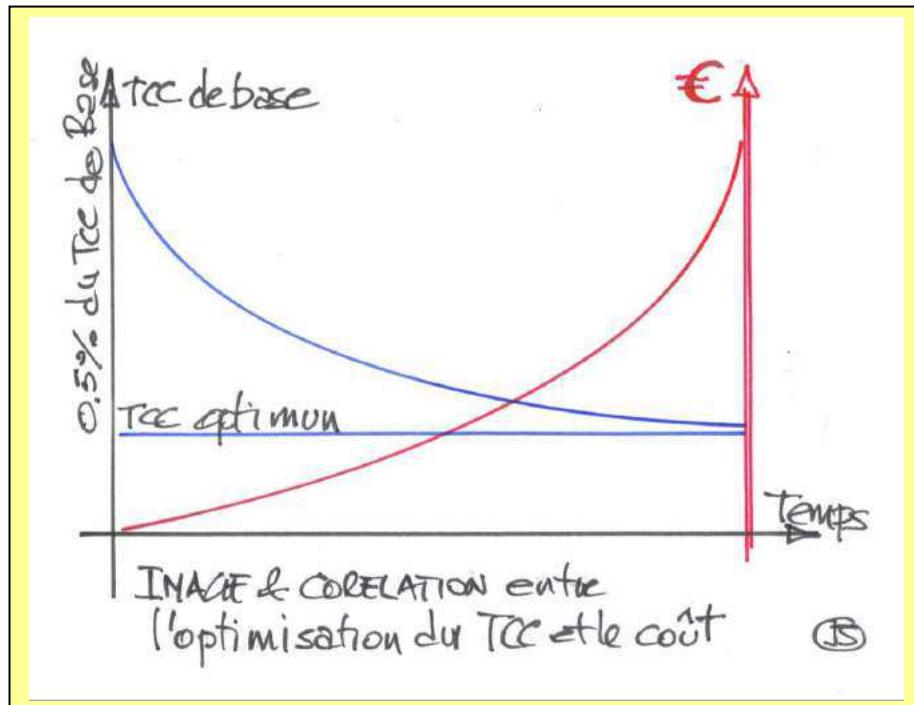
En monotypie à restriction, les résultats dépendront des choix du propriétaire, choix partagés avec l'architecte en matière d'options architecturales et de sophistication du bateau autant que la règle le permet. La qualité de la construction comme celle de l'équipage entreront aussi dans l'équation finale.

Lorsque l'on aborde les jauge généralistes et principalement les jauge offshore ou inshore le rationnel disparaît rapidement. En effet le syndrome du TCC (ou autre désignation), facteur multiplicateur du temps réel, s'immisce insidieusement dans l'esprit des propriétaires au point de devenir une obsession pour gagner 1, 2, 3 millièmes. Ces gains de TCC représentent respectivement 3.6, 7.2 ou 10.8 secondes par heure de course ou encore pour une vitesse moyenne de 6.5 noeuds, 12m (mais 9.8 m de VMG), 24, 36 mètres. Dans le même temps le bateau a parcouru 12038 mètres sur l'eau !

⁸⁶ Voir Chapitre 1 : Dossier Technique « influence de la fabrication d'un voilier..... »

⁸⁷ J'ai personnellement prêté en 1989 mon Soling FRA 138 (ex bateau de Bertrand Chéret pour les JO de Montréal) à Andy Vinçon sélectionné Olympique de l'équipe allemande, pour le Derby de La Baule. Ce dernier termina second du Derby derrière Marc Bouët (Champion du Monde en titre à l'époque). Andy ayant juste amené dans ses valises un jeu de voiles neuf.

Ces propriétaires déployeront une quantité extraordinaire d'énergie en optimisation de leur jauge pour un gain de une ou deux longueurs de bateau.... Reste à savoir si un entraînement et une préparation de l'équipage, très souvent délaissés, n'apporteraient pas plus de gain, la voile étant un sport de compétition où pour la très grande majorité des équipages (amateurs ou semi-professionnels), il y a 99% de compétitions pour quelquefois 1% d'entraînement. Certes à très haut niveau, l'optimisation du TCC doit être réalisée. Rappelons toutefois que dans le cas de règles de jauge à formule ouverte, le millième de TCC coûte très cher.... puisque l'architecte a déjà optimisé tous les paramètres de ses choix architecturaux.



Tout système de jauge (formule ouverte ou secrète) produit un TCC correspondant à des critères physiques, que ce soient des valeurs mesurées ou appréciées, pratiquement immuables dès lors que le bateau est construit. La modification d'un ou plusieurs de ces paramètres ne peut-être qu'infime, ce qui se traduit pas une très grande stabilité du TCC, sauf à dénaturer complètement le bateau. Ainsi passer d'un génois à 150% à un génois à 110%, diminue bien le TCC, mais coupe réellement les ailes du bateau, sauf si l'ensemble des régates se dispute par vent fort ou le port des génois à 150% est impossible. Afin d'interdire ces petits trafics les jauge imposent généralement que les certificat ne puissent pas être modifiés dans les 15 jours précédant un Championnat.

Les évolutions des jauge vers une règle secrète (IRC) ou en direction de règles basées sur les VPP (IMS et ORC Club) limiteront encore plus cette course aux millièmes de TCC. Les structures intrinsèques de ces familles de jauge analysent le bateau dans son ensemble, ce qui exclut de travailler sur un ou deux paramètres détachés de leur environnement physique. Ces liens entre les données architecturales assurent en fait une bonne partie de la stabilité de la règle de jauge.

Beaucoup de propriétaires possèdent une forte culture IOR qui génère une certaine nostalgie liée à cette époque. D'autres qui n'ont jamais possédés de bateaux IOR idéalisent ces années. Certes le début des années IOR se révèlera riche en idée et en initiatives. Des copains, un peu de génie et du travail permettait de dessiner sur le coin d'une table et de construire un bateau compétitif. Mais rapidement, au fur et à mesure que l'ORC comblait les trous de jauge, le Graal architectural fut atteint et très bien cerné par les architectes. La construction et les matériaux mis en œuvre devenaient les seuls paramètres, hormis l'équipage, permettant de gagner quelques «epsilon» de vitesse par rapport à la concurrence. Lorsque l'IOR s'est réduite à cette alternative, beaucoup de propriétaires préférèrent la pêche à la ligne.

Seul le début de l'époque IOR reste dans l'inconscient collectif. Cette époque correspond bien sûr à celle «des trous de jauge» mais on arrive à croire aujourd'hui que seuls les architectes ayant exploité une faille mathématique dans la jauge, produisaient des bateaux performants et compétitifs. Certes cela a existé ponctuellement, mais combien de dessins orientés vers ces fameux trous de jauge, se sont révélés n'être dès les premiers bords tirés, que des erreurs architecturales. Je me souviens d'un certain «Val Maubué» candidat aux sélections de l'Admiral's Cup 1987 (Equipe de France).... et de bien d'autres encore....

Les mythes résistent à l'épreuve du temps, ils alimentent les discussions sur le coin du bar, ils s'enjolivent beaucoup mais au final les équipages victorieux doivent leurs succès d'abord à leur travail, à leur entraînement, à leur intelligence dans leurs choix architecturaux et accessoirement à un peu dans leur génie à lire la règle de jauge.

Que sera le 21^{ème} siècle en matière de Jauge ?

MALRAUX a écrit que le 21^{ème} siècle sera mystique. En matière de Jauge point de mysticisme, mais du pragmatisme. Les courants de pensées d'une époque récente imaginaient que tout pouvait être mathématiquement quantifié puis mis sous la forme de formules. Si la théorie permet d'espérer réaliser cette idée, la pratique rappelle rapidement les esprits à plus d'humilité. L'histoire des jauge met en évidence l'énergie intellectuelle dépensée par tous les acteurs connus ou inconnus qui se sont succédés à son chevet. Par passion, tous ces intervenants ont donné, imaginé, inventé, cherchant souvent la quadrature du cercle ou la formule idéale, sorte de pierre philosophale qui eut résolu le problème.

Malgré tout ce travail, les jauge restent des outils éphémères, à la merci des architectes, des propriétaires armateurs et des skippers, qui au gré de leurs idées et de leurs choix peuvent les faire passer de vie à trépas.

Cette histoire, montre qu'il n'existe pas de système de jauge universel et immuable. Monotypie stricte, monotypie à restriction ou généraliste ou règle de jauge convergent obligatoirement vers un type de bateau optimum comme une courbe tend vers une asymptote sans jamais l'atteindre. Cette convergence de plus en plus lente, entraîne vers le haut les coûts de bateaux, comme une sorte de rançon que la JAUGE demanderait aux armateurs. A ce stade, force est de constater que la règle du jeu devient inadéquate, comme déconnectée de la réalité. Le sauvetage passe alors par une nouvelle écriture, avec comme corollaire le sabordage de l'outil du moment.

Toutefois le socle d'une règle, celle du RORC (voir encadré bleu ci-dessous), qui fut repris par l'IOR en modifiant uniquement les coefficients et ensuite par le CHS et l'IRC en introduisant le déplacement réel du bateau, a traversé presque 100 ans (anniversaire en 2031) contre vent et marée et autres attaques perfides. Ce socle intelligent et bien construit (auteurs anonymes) donnera naissance à d'excellents bateaux de régates offshore. Ce sont les décrets d'application propres aux différentes règles de jauge (RORC, IOR, CHS, IRC) qui permettront des architectures différentes.



Jauge RORC fin des années 1960



IOR 1979



IOR 1989



IRC 1998



L'avenir est loin d'être sombre pour les passionnés de JAUGE, l'histoire continuant de s'écrire au fil des régates.

La Trinité sur Mer le 16 août 2006
Jean SANS

AGO	Distance entre la poupe et AGS
AGS	Chaîne arrière
AIGS	Chaîne arrière intérieure
AOC	Correcteur de L en IOR
Avs	Angle de chavirage ($G_z=0$)
B	Bau pour la jauge (IOR)
B Max	Bau maximum
BO	Elancement avant (IRC)
BWL	Largeur à la flottaison (IOR)
C	Creux
CC	Centre de Carène
CCA	Crusing Club of America
CG	Centre de Gravité
CGF	Correcteur de stabilité en IOR
CHS	Channel Handicap System
D	Creux du bateau (IOR)
DSP (DSPL)	Déplacement calculé
DWL	Surface de flottaison
E	Bordure de GV
EPF	Correcteur de traînée d'hélice (IOR)
FFV	Fédération Française de Voile
FGS	Chaîne avant
FIGS	Chaîne avant intérieure
FOC	Distance entre l'étrave et FGS
G	Insuffisance de chaîne (Jauge JI)
GPH	General Purpose Handicap (IMS)
GSDA	Distance entre les chaînes AGS et AIGS
GSDF	Distance entre les chaînes FGS et FIGS
GV	Grand-voile
Gz	Bras de levier (stabilité)
IMS	International measurement System
IOR	International Offshore Rule
IRC	Internationale Rule Club
ISAF	Fédération Internationale régissant la Voile
Kg	Kilogramme
L	Longueur pour la Jauge
LBG	Longueur entre les chaînes FGS et AGS (IOR)
LHT	Longueur Hors Tout
LOA	Length Over All
LWL	Longueur à la
LWP	Longueur à la flottaison statique
N, daN	Newton et DécaNewton
P	Périmètre lorsqu'il se rapporte à la coque
P	Guindant de GV
PPAR	Perpendiculaire arrière
PPAV	Perpendiculaire avant
S	Surface de voilure pour les jauge
SO	Elancement arrière (IRC)
T	Tonnage (jauge au)
TCC	Time Corrected (IRC)
TCF	Time Corrected Factor (IOR)
TCM	Time Corrected Multiplicator (CHS)
TCMb	Time Corrected Multiplicator de base (IRM)
TE	Tirant d'eau
TR	Facteur de sensibilité pour le CGF (IOR)
UNCL	Union Nationale pour la Course au Large
VPP	Velocity Prediction Program
Y	Hauteur du tableau AR /DWL
YCF	Yacht Club de France
YRA	Yachting Royal Association (voir RYA)
Δ	Déplacement

**Abréviations et sigles
usuellement utilisés**