

Paysage Multicoques



Le multicoque a connu et connaît un développement important de l'école de voile à la coupe de l'Amérique : les parkings des clubs sont majoritairement composés de multicoques et les offres de pratique sont très variées : stages, cours particuliers, locations... L'offre en matière de compétition est également très variée : Classe A, Dart 18, Hobie-Cat 16, Tyka, SL15,5, SL16, Formule 18 ou Intersérie catamaran. « One design class » (la majorité) ou « development class » (une minorité) courant en « classe » ou en intersérie dans le cadre de la SCHRS¹: il y en a pour tous les goûts.

Les circuits professionnels se sont mis en place avec les extreme series en Extreme 40, en décision 35 ; le tour de France à la voile a élu le trimaran Diam 24 et les circuits pro ou quasi pro en GC32 et Flying Phantom se développent...le GC32 remplaçant même l' « antique » archimédien Extrem40 pour les extreme series!!!

La coupe en adoptant le multicoque : AC 45 et 72 puis 62 le temps d'un dessin pour finalement se fixer sur un AC48 a imprimé de réelles avancées technologiques et développé la Youth AC45 america's cup.

La Little Cup en Classe C n'est pas en reste également : le laboratoire de vol qu'elle est devenue la rend encore plus attractive. Ainsi une génération de nouveaux multicoques se sont vus pousser des ailes et volent tels : le flying phantom, le nacra20...

L'olympisme est aussi dans la danse, ou plutôt dans le vol, avec le retour du multicoque à son programme depuis 2013 pour les jeux de RIO 2016 et après (2020 confirmé). Le Nacra17, support olympique remarqué et spectaculaire, mais juste « skimming » à peine réinstallé, évolue déjà vers une version Full Foiling dès 2020².

Du côté du match racing, suite au rachat par la classe M32 du WMRT : World Match Racing Tour, le championnat mondial professionnel de Match Racing se court sur des catamarans M32 (les Marström 32 : ne pas confondre avec les GC32 !).

L'évolution technologique, avec les « skimming » et « flying ou full foiling » boat (les bateaux semi volant ou volant), marque une transition importante dans le paysage du multicoque. Pour autant les « archimédiens » ne disparaissent pas de la planète multicoques : M32 pour le WMRT, Diam 24 pour le

¹ **SCHRS small catamaran handicap rating system** The ISAF Small Catamaran Handicap Rating System, SCHRS, evolved over a number of years, initially from a basic rating system used in the USA from the 1960's, which the French Federation de Voile modified to become what was known in Europe as the French Catamaran Rating System in the eighties. The French have always been one of driving forces in Racing Catamarans, and they included a method of rating foils in their system. Around 1990 the then IYRU decided that as the World Authority, they should have their own system for Rating Small Catamarans. A Working Party was formed, and they examined various options. The main contenders at the time were the FFV System the Dutch Texel Rating System, which was another measurement based system, and which evolved in the early eighties as a result of a need to deal with the escalating number of entrants in the annual Round Texel Race. Both systems produce rating numbers which are remarkably close in many cases, but at the time it was thought that the ability to rate foils was important and the system chosen for what is now the ISAF SCHRS evolved from the French Rating System. The 2014 amended numbers follow extensive discussion with other handicapping authorities, and contain direct input from the UK, Australia, France and Holland. Comments on anomalies and performance have been received from many other countries.

² Projet en cours : l'ISAF ayant autorisé Nacra à étudier techniquement et financièrement l'évolution du nacra17 de skimming à full foiling lors du november meeting de l'ISAF 1995.

tour de France à la voile, belle santé de la F18 : 180 inscrits de 5 continents et 25 nations au Mondial F18 2015 à Kiel. Idem pour les championnats du monde classe A en Italie. Hobie cat 16, Dart 18...restent également des valeurs sûres... mais on voit quand même pointer, suite au November meeting de l'ISAF³ 2015 , les étraves inversées du Nacra 15 en version « skimming » pour les championnats du monde ISAF jeune (moins de 19 ans) et en version full foiling pour les JOJ (Jeux Olympiques des Jeunes) de Buenos Aires en 2018. Cette orientation aura-t-elle un impact sur la pratique jeune du multicoque au niveau national (championnats de France Jeune) traditionnellement représentée par le Tyka le SL15,5 et le SL16 ? et donc dans la pratique dans les clubs ? La pratique haut-niveau et professionnelle se fait sur foil, le public va t il s'identifier à cette pratique ? Les clubs, dans leur offre devront ils s'adapter et proposer ce type de pratique ?

Il semble bien que la voile professionnelle aie radicalement évolué : les foils sont désormais quasi incontournables et nécessitent un apprentissage spécifique : c'est tout l'objet de l' « académie du foil⁴ » qu'est devenue l'ENVSN (Ecole Nationale de Voile et des Sports Nautiques) « the place to be » pour qui veut accéder à la voile pro sur foil. Le Groupama Sailing Team en a bien saisi l'importance et a largement contribué à sa mise en place avec le conseil départemental du Morbihan, Bic Sport et l' ENVSN: des privés et du public réunis pour la mise en place d'un projet indispensable à la formation des coureurs pro de demain ! La FFVoile a apporté sa pierre à l'édifice en apportant ses cadres : les entraîneurs et son savoir faire en matière de détection grâce au dispositif national de détection FFVoile qui s'est opérationnalisé lors des sélections des heureux élus de cette académie du foil. Le dispositif France jeune Inshore traditionnellement confiné à des sport boat ou quillard se retrouve sur du multi : (le Diam 24) pour la formation des équipages sur le tour de France à la voile. Tour de France qui est également devenu un objectif pour les écuries pro : donc dispositif France jeune Inshore FFVoile et écurie privée se rencontrent. L'effet positif, c'est que la FFVoile se sort d'une organisation très verticale de ses « filières » rangées par « famille de pratique » où on oppose le dériveur à la planche à voile ou au catamaran et où « l'habitable est « à part », et où on ne conçoit pas que l'on apprenne la tactique ou stratégie autrement qu'en ayant pratiqué l'optimist ou tout au moins le dériveur, pour entrer dans une conception transversale de la pratique de la voile : la performance en voile en ligne de mire et peut importe le support !!! Seuls les pôles France de la structuration du parcours de l'excellence sportive (PES) de la FFVoile restent en marge de l'évolution multicoque : aucun n'accueille de pratique multicoque : il est vrai que l'évolution a pris de cours et que le temps de réaction est plus long. Une refonte du PES de la FFVoile paraît sans doute inévitable dès la fin des JO2016 car l'opportunité que représente l' « académie » du foil pour la voile olympique est évident : les France jeune Nacra17 devraient être domiciliés à l'ENVSN pour profiter de l'effervescence qui s'est créée autour de la pratique multicoque archimédienne, skimming et full foiling Et ce d'autant plus que l'évolution du multicoque olympique Nacra 17 va vers le full foiling.

Enfin, l'évolution vers le full foiling n'est en rien l'apanage des multicoques : dériveurs, planches à voiles, kite ont eux aussi effectués leur « révolution » et volent depuis longtemps...Les moths présentent d'ailleurs des solutions techniques tout à fait originales. Les IMOCA également voient de drôles d'appendices leur pousser, les versant dans la gamme des skimming...La réflexion foil est également engagée par l'IRC...

Les bateaux qui volent, ce n'est pas demain c'était hier !

³ ISAF : International Sailing Federation

⁴ A peine la structure de l'académie du foil mise en place à l'ENVSN, que BAR (Ben Ainslie Racing, la structure réunie autour de Ben Ainslie pour la coupe de l'America) annonce la mise en place d'une structure identique en Angleterre!

L'évolution actuelle du multicoque et la « classification » qui en découle Le multicoque s'organise désormais de la façon suivante :

« J'espère qu'en l'an 2000, avait prédit Georges Lennox Watson⁵ lors d'une conférence sur le progrès en 1881, nous ne nous soucierons plus de naviguer dans un élément aussi inerte que l'eau » Ainsi Watson avait-il défini en 1881 le bateau de l'an 2000...

-Les archimédiens :

majorité des bateaux actuels avec ou sans dérives : du Tyka au Tornado en passant par HC16, SL16, Viper, F18...



Eureka ! Archimède se baigne et se sent léger, alors que Newton reçoit une pomme qui lui fait voir 36 étoiles. La poussée d'Archimède s'oppose à la gravitation, cette force est donc aussi verticale mais orientée vers le haut. Elle agit sur le volume immergé du voilier : la carène. Le centre de carène, où s'applique cette poussée correspond au centre de gravité de ce volume, au centre de gravité du trou dans l'eau que fait la coque...

Pour aller vraiment vite, un bateau doit pouvoir s'extraire de l'eau, on diminue ainsi les forces de résistance, notamment les frottements qui sont évidemment beaucoup plus importants dans l'eau que dans l'air du fait d'une **densité 600 fois supérieure...**

⁵ Georges Lennox Watson architecte écossais.

-Les skimming :

Bateaux à dérives courbes qui s'allègent mais ne volent pas : Nacra 15, Nacra 17



Skimming : Small catamarans are increasingly using lift generating foils to enhance performance. Curved daggerboards on classes such as the Nacra 17 are used to make the boats skim over the surface in certain wave and weather conditions. These are penalised under SCHRS in two ways - first the daggerboards are measured around the curve which is a longer measurement resulting in a bigger penalty. And secondly we have introduced a "lift generating foil" penalty of 3%. There is no penalty for winglets on rudders.

Cette approche vise un gain de performance sans sacrifier à la polyvalence. Les foils sont courbes de manière à générer simultanément portance et force anti dérive nécessaire. La portance soulage le bateau mais ne le fait pas décoller : elle peut, mais il ne faut pas en l'absence de plan porteur arrière ! Le but est d'aller le plus vite possible sans décoller totalement, dans un ensemble de conditions en s'affranchissant au maximum des frottements qui représentent la majorité de la résistance hydrodynamique et fixent la limite du potentiel de vitesse de ces catamarans. Les voiles des skimming : GV, Foc, Spinnaker sont des voiles identiques aux archimédiens en forme et en volume. Skimmings et archimédiens utilisent également des Spinnakers : la caractéristique des spinnakers, pour la SCHRS, est que la largeur à mi-hauteur du spi doit être égale ou supérieure à 75% de la longueur de la bordure⁶. (Selon la jauge SCHRS : $SMG \geq 75\% SF$).

⁶ Selon la jauge SCHRS : $SMG \geq 75\% SF$

-Les full foiling ou flying boat :

bateaux qui volent : Flying Phantom, Nacra 20, classe A⁷, GC32, ClasseC, AC45...



Full foiling: *Following the 2013 America's cup there is rapid development of full foiling in the small catamaran community, with the hulls being lifted clear of the water for significant periods. The position is being monitored closely, but to date SCHRS has little hard data on the performance improvement. For the 2014 season boats designed for full foiling will have their main boards measured round all curves and in addition the "lift generating foil" penalty will be increased to 7%. The resulting ratings are provisional ratings, and race organisers may choose to rate foilers apart.*

Le compromis, né des évolutions de la 34eme coupe de l'america : foil en L et en V a évolué vers une configuration intermédiaire : un compromis entre performance et stabilité de vol. C'est cette configuration qui a été adoptée par les classe C de Little Cup ou les flying phantom. Pour d'autres catamarans, leur jauge plus restrictive : comme celle du classe A qui impose que foils/dérives soient impérativement insérés par le dessus des coques les géométries en V ou en L sont prohibées : pour ces bateaux, les foils utilisés sont plus proches d'une forme de C, ils permettent de sustenter le bateau mais rendent le vol beaucoup plus technique et complexe à maîtriser.

Foil en L et foil en V :⁸

Sur un foil en L, lorsque le bateau accélère, la portance augmente et l'ensemble sort de l'eau progressivement. lorsque la partie horizontale du foil atteint la surface, il se produit une chute soudaine et violente de la portance. C'est pourquoi, l'incidence du foil doit s'adapter à la vitesse, de façon à maintenir une altitude aussi constante que possible. Si cette régulation est possible, la forme en L est avantageuse car elle offre un minimum de trainée à portance et force anti dérive équivalentes. En inclinant latéralement un foil en L, on aboutit à une géométrie qui se rapproche du V. lorsque le bateau accélère, le foil sort progressivement de l'eau, mais cette fois ci, l'extrémité du foil perce la surface. La surface active du foil décroît d'autant, réduisant la portance mais aussi la force anti dérive. La force anti dérive diminuant, la dérive augmente, ce qui modifie l'incidence des filets d'eau. L'extrémité du foil travaille alors avec un angle d'incidence réduit, voire négatif si la dérive augmente beaucoup. Et si cette incidence diminue ou s'inverse, il en va de même pour la portance : voici comment s'établit une régulation automatique et passive de l'altitude en vol. Notons cependant que l'orientation des plans porteurs en V produit des forces dont certaines composantes s'opposent, créant ainsi plus de trainée pour une portance et force anti dérive donnée.

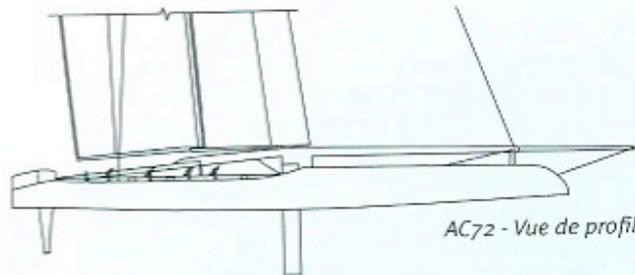
⁷ Le classe A a rapidement suivi l'évolution : passant d'archimédien à skimming puis flying boat : d'où l'intérêt des « development class » ou bateaux dont la jauge est une jauge à restriction (open class rule) et non monotype (closed class rule: les évolutions sont les plus rapidement adoptées, permettant à ces classes de rester modernes et en phase avec les évolutions technologiques.

⁸ Charles Bertrand comment marchent les voiliers

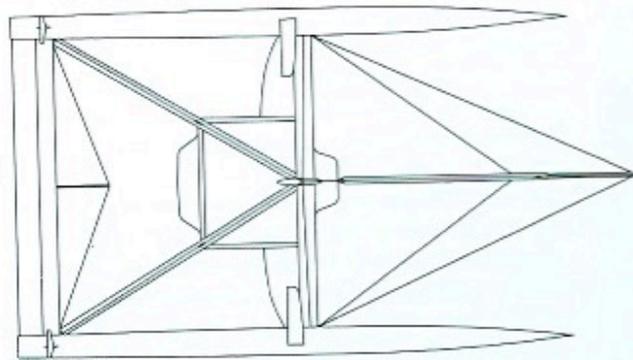
Schéma explicatif des différents profils de foil

► Machine à voler

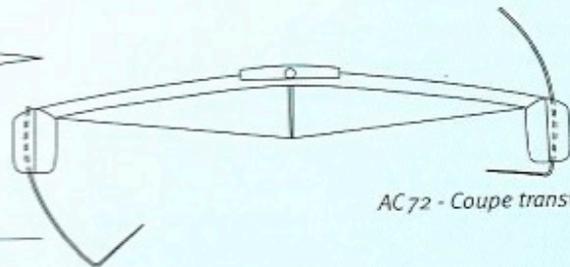
De profil, de dessus et de face, l'architecture type d'un catamaran de la Coupe de l'America lors de la 34^e édition courue à San Francisco.



AC72 - Vue de profil



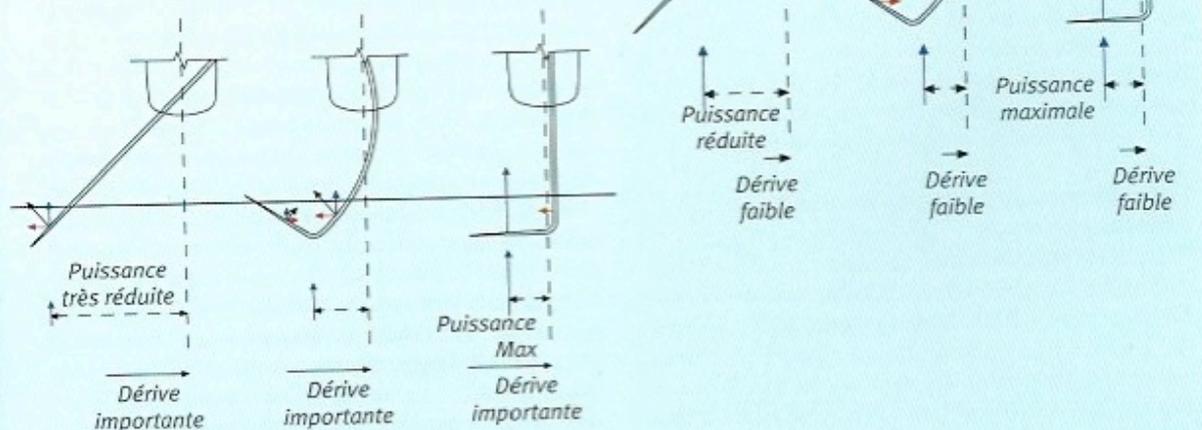
AC72 - Vue de dessus



AC72 - Coupe transversale

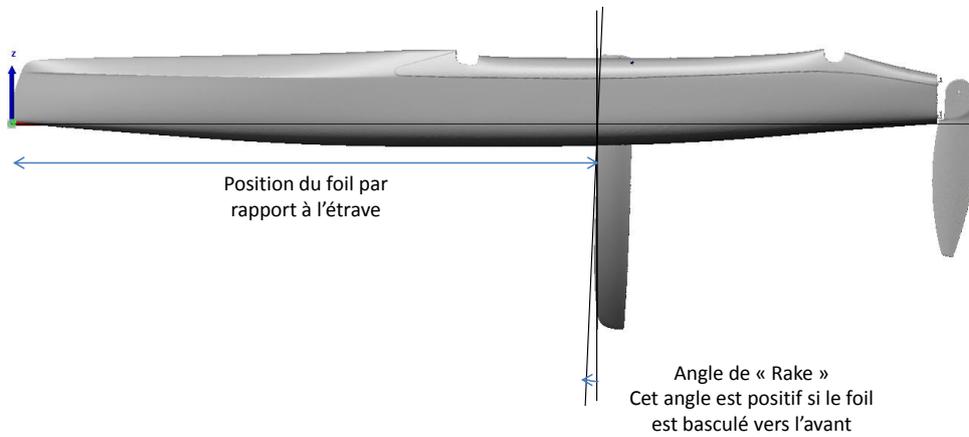
▼ Les différents profils de foils

La supériorité absolue du foil en L simple (à droite) apparaît clairement lorsque le bateau vole au-dessus de l'eau : la poussée verticale est bien plus proche de l'axe de la coque, et elle agit par conséquent avec un bras de levier supérieur. Le foil en L courbé ou L incliné (au centre) a pour avantage sa capacité d'auto-régulation. Le rendement du foil droit est nettement moindre. Le foil en V (à gauche) est le plus auto-régulant, le foil en L ne l'est pas, le L incliné est un compromis qui fonctionne.



in : Charles Bertrand « comment marchent les voiliers » p67

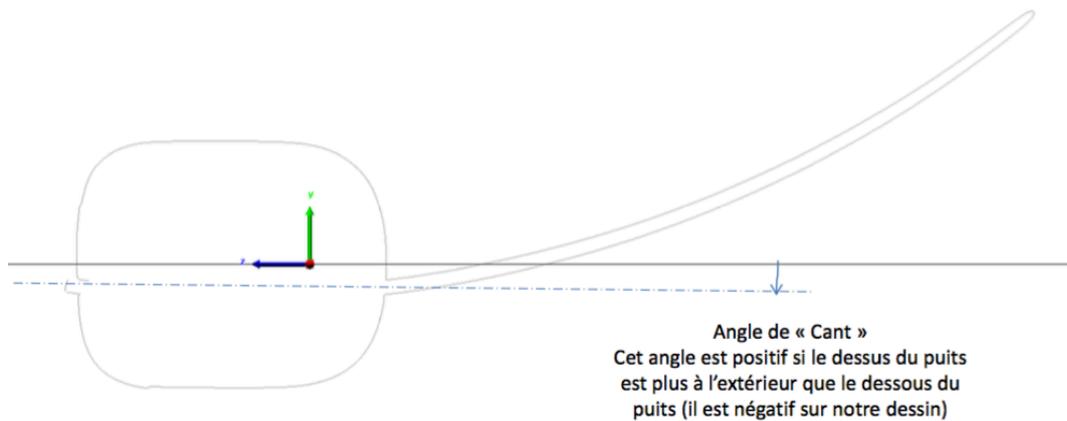
Paramètre des foils : Rake



Cellule optimisation de la performance des engins
P. Iachkine - octobre 2014



Paramètre des foils : Cant



Cellule optimisation de la performance des engins
P. Iachkine - octobre 2014



Paramètre des foils : Incidence



Angle d'incidence
Cet angle est positif si le foil
est orienté vers l'intérieur du
bateau



Cellule optimisation de la performance des engins
P. Iachkine - octobre 2014



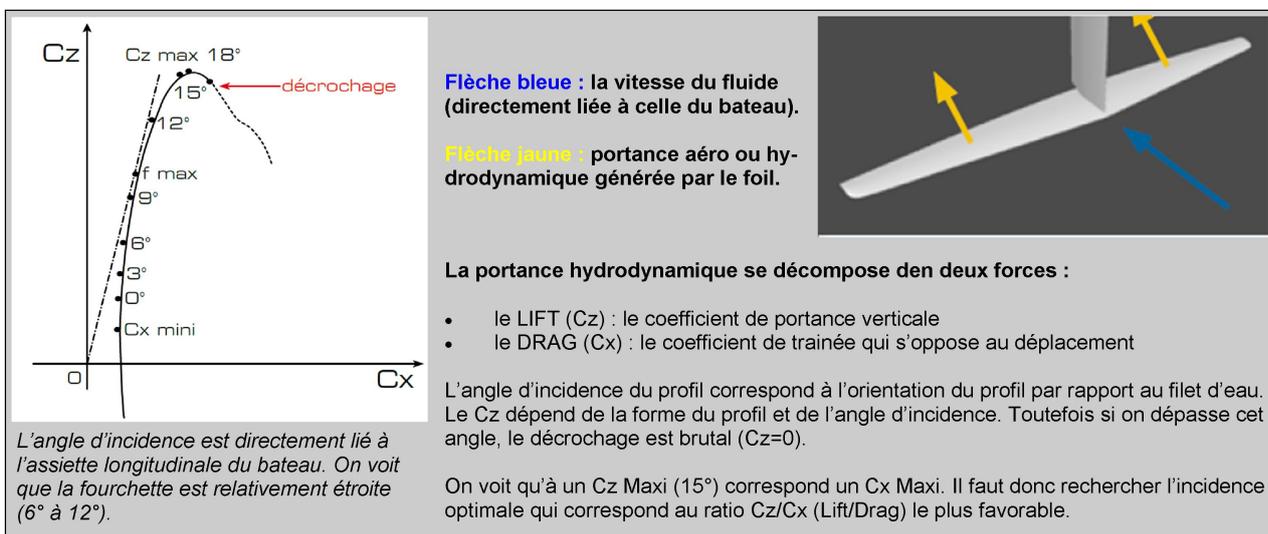
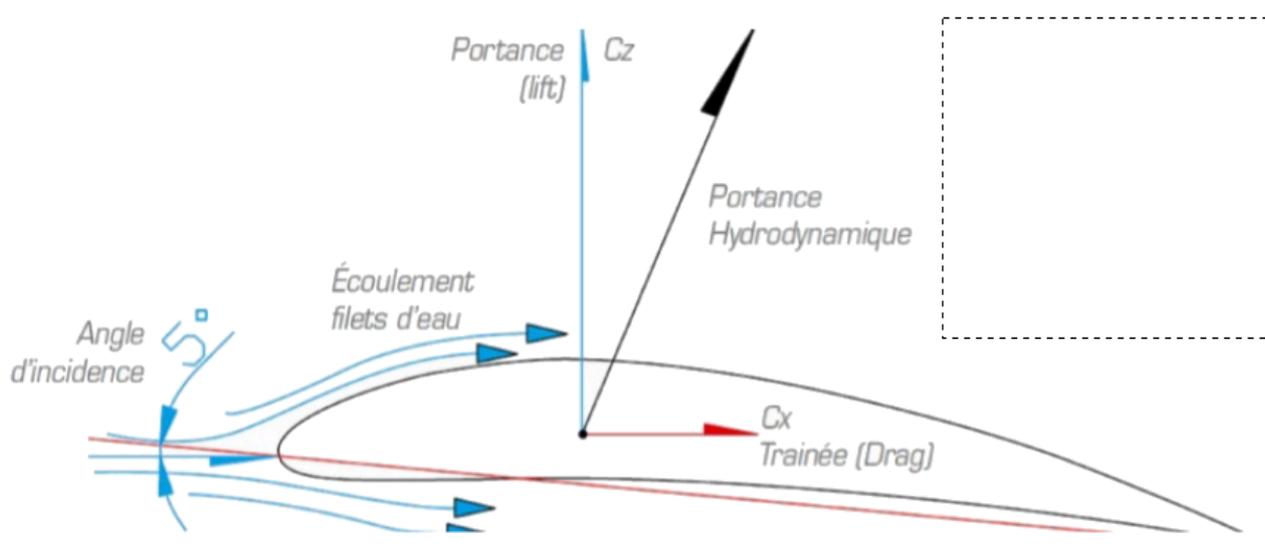
Vu sous cet angle cela paraît simple, mais si ces 3 paramètres ont été dissociés pour les besoins de l'analyse, la réalité est tout autre : ces 3 paramètres ne fonctionnent pas de manière isolée mais fonctionnent en interdépendance étroite : en effet du rake (l'inclinaison du foil vers l'avant) semble produire de l'incidence positive en extrémité de foil, la variation du cant jouera sur le lift... Et la combinaison des 3 paramètres est à penser en terme de rapport traînée portance et tout changera si les profils des appendices utilisés sont symétriques ou non ! de plus les modifications de l'équilibre longitudinal par le positionnement de l'équipage changeront également la donne.

La Cellule optimisation de la performance ENVS/FFVoile pilotée par Paul Iachkine l'ingénieur de l'ENVS s'est dotée d'outils perfectionnés pour analyser ces phénomènes, scan 3D, logiciels évolués, banc de mesure divers et variés, caractérisation des éléments constitutifs du bateau, calcul structure... permettent aux coureurs de l'académie du foil de trouver des réponses à leurs questionnements sur le fonctionnement des foils. Cette cellule qui fait suite historiquement au Service Recherche et Développement de la FFVoile à l'ENVS dénommé alors FHP (France haute performance) a évolué en un CETER : Centre d'Expérimentation Technologique et de Recherche ENV, puis un SRD ENV et enfin vers une Cellule Optimisation de la Performance des Engins ENVS/FFVoile. Il est clair que cette structure (quelle que soit son nom !) au service des coureurs et entraîneurs de la voile olympique et non olympique apporte des éléments décisifs dans l'optimisation de la performance des engins. Toutes les séries olympiques bénéficient du travail réalisé par cette structure et Paul Iachkine : le souci de l'optimisation de la performance passe par une réflexion globale sur la performance qui intègre bien sûr la dimension technologique : l'optimisation, la mise au point, la recherche sur le matériel : mieux connaître le matériel pour mieux l'utiliser.

Une formule qui définit la portance :

$$F_z = \frac{1}{2} * \rho * V^2 * S * C_z$$

F_z : portance (en Newton),
ρ : masse volumique du fluide (en kg/m³),
V : vitesse (en m/s)
S : surface de référence (en m²)
C_z : coefficient de portance



Le Screecher :



La particularité des flying boat réside également dans le fait de porter un screecher en lieu et place d'un spinnaker : A screecher is : « a sail that combines the features of a spinnaker and a reacher.

Its similarity with a spinnaker is that it is not attached to a stay along its luff, and typically has a slightly larger curvature than a genoa. Luff shape and tension is maintained by the halyard and a bolt rope which is woven into the sail itself. The similarity with a genoa is that the clews usually overlap the mast. » Le screecher des FB (flying boat) est donc une voile d'avant et de portant, très plate, portée sur un bout dehors, et dont la largeur à mi hauteur est bien inférieure au 75% de la longueur de la bordure donc radicalement différent des spinnakers portés par les archimédiens et les skimmings. Un vent apparent plus fort et plus sur l'avant, des contraintes différentes : donc au delà de la forme et du volume, des tissus différents assez éloignés des classiques nylon et polyester utilisés pour les archimédiens, en terme de caractéristiques mécaniques sont désormais requis pour les screechers.



Mais revenons sur 10 années d'évolution des formes de coque en F18, qui ont préfiguré de leur côté cette évolution vers le full foiling.

En effet, la formule 18 par exemple, a connu une « révolution » en matière de forme de coque⁹ : les bateaux ont radicalement changé en 10 ans¹⁰(1998 à 2010) Charles Bertrand l'a magnifiquement illustré dans « comment marchent les voiliers » *Voiles et Voiliers. Comprendre.*

Gérer le risque d'enfoncement :

Hormis le risque de chavirage, le point faible des multicoques est leur exposition à l'enfoncement. Les mouvements parasites affectant la stabilité longitudinale d'un monocoque sont largement amplifiés sur un multicoque. En effet, les coques étroites avec des entrées d'eau fines n'offrent que peu de résistance à l'enfoncement. De son côté, le gréement souvent généreusement dimensionné pour exploiter la puissance de la plate forme génère une force propulsive avec un couple piqueur important et des mouvements de tangage dûs à son poids non négligeable. Au portant sur les multicoques de sport, lorsque la gîte ne représente plus de danger, la limite vient souvent de l'enfoncement d flotteur sous le vent. Il importe donc à la conception des coques de placer suffisamment de volume dans les étraves afin de retarder au maximum cet enfoncement. Mais comme on l'a vu précédemment, augmenter le volume aux extrémités revient également à augmenter les mouvements parasites et notamment la fréquence de tangage, éléments pénalisant pour les performances comme pour le confort.

Les étraves inversées

⁹ comme beaucoup d'autres multicoques d'ailleurs : les étraves inversées et autres évolutions ne sont pas réservées au F18 !

¹⁰ Evolution que, malheureusement, la classe internationale F18 et la commission catamaran de la FFVoile absorbée par la commission voile légère de la FFVoile ont ignoré. Lourd de conséquences puisque les ratings catamaran FFV resteront inchangés tout au long de cette évolution technologique pourtant radicale et du côté de l'association internationale F18 la radicalisation des évolutions rendra obsolète trop rapidement une partie de la flotte et induira une envolée des prix sans aucune réaction d'une classe sous influence des constructeurs. La gouvernance de ces institutions est bien évidemment en question. Face à cette période de jachère en terme d'évolution des ratings, les tentatives pour faire évoluer les ratings : proposition JC Rouves, P Neiras, F Bellet, en 2009 auprès du département voile légère seront sans effet. Fort heureusement JC Rouves deviendra chairman de la SCHRS auprès de l'ISAF et les ratings catamaran subiront la remise à niveau qui s'imposait.

Le développement récent des étraves inversées a permis de réduire le tangage en gardant le volume là où il est le plus efficace pour éviter l'enfournement, tout en améliorant les performances hydrodynamiques, avec une longueur à la flottaison maximale. Soumise à un couple piqueur, une étrave volumineuse va s'enfoncer en partie dans la vague avant de se cabrer dans un mouvement sec lié à la poussée d'archimède sur le volume important de l'étrave, amorçant ainsi le mouvement de tangage. De son côté, l'étrave inversée, en plaçant le volume là où il est le plus efficace, permet de contenir l'enfournement sans exposer un volume trop important à la poussée d'archimède. La réaction est donc moins violente. Avec son pont plus fin voire saillant, l'étrave ressort plus facilement de l'eau. Dans la pratique, le flotteur traverse mieux les vagues plutôt que de se cabrer pour les franchir. Il en résulte une réduction importante des mouvements parasites. Initialement introduites comme des extensions, des élancements, sur des unités non contraintes par leur longueur, ces étraves se sont démocratisées pour devenir la norme y compris sur les multicoques conçus pour une jauge avec une longueur restreinte. Tout le dessin de la carène s'en trouve alors affecté avec une approche différente de la distribution des volumes.

Une aptitude récente au planning

Ces étraves inversées ne sont pas les seuls développements observés récemment sur les multicoques de sport. Puisque les frottements représentent la majorité de leur résistance hydrodynamique et fixent la limite de leur potentiel de vitesse, les multis cherchent désormais à planer eux aussi à la surface de l'eau. Cette évolution est frappante si l'on observe deux formule 18 à succès dus aux mêmes créateurs à environ dix ans d'intervalle : le cirrus F18 et le cirrus R.

Cirrus F18 : une assiette cabrée et une surface mouillée réduite

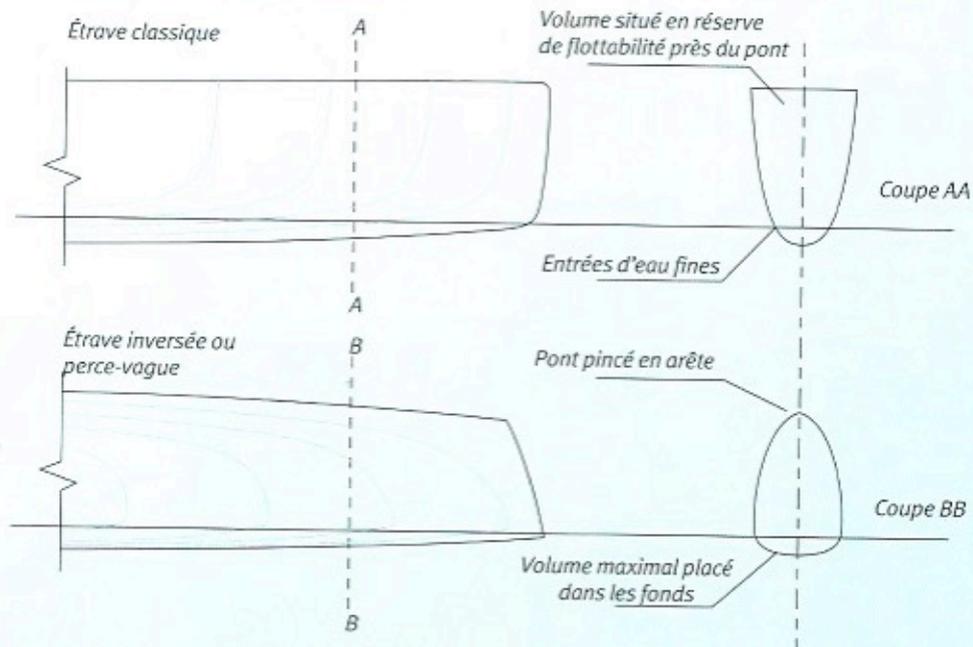
Lancée à l'aube des années 2000, la première version est en quelque sorte l'ultime évolution de l'ancien concept. Elle présente beaucoup de volume dans la moitié avant des coques, avec au contraire peu de volume sur l'arrière, avec des profils de carène très bananés sur le dernier tiers. Cette distribution du volume vise à pouvoir naviguer avec une assiette cabrée dans la brise, pour tirer le maximum du potentiel de vitesse du bateau en retardant l'enfournement. La largeur des flotteurs est modérée, avec des flancs hauts et verticaux. Le volume immergé adopte des sections arrondies pour réduire la surface mouillée et maintenir l'évolutivité du bateau dans toutes les conditions. Lorsque le catamaran navigue sur une coque, le brion de l'étrave sous le vent est clairement immergé. L'équipage est au milieu du bateau lorsqu'il navigue au près, plus reculé au portant.

Cirrus R : des sections plates et des lignes arrières tendues

Le cirrus R lancé en 2010, présente quant à lui une largeur importante du maître bau jusqu'au tableau arrière, et des sections très plates afin de créer un maximum de portance dynamique. Les lignes arrières sont très tendues avec même une inflexion notable de la ligne de quille au niveau de la poutre arrière pour des performances maximum à haute vitesse au planning. Dans cette version, c'est l'avant des flotteurs qui est très banané, avec une étrave nettement au dessus de la surface pour rendre la bateau tolérant et évolutif. En navigation sur une coque le brion de l'étrave sous le vent est souvent hors de l'eau, et l'équipage est reculé, même au près. L'assiette du bateau a complètement changé, les volumes de carène ont accompagné ce changement dans la philosophie de conception. Le volume est maintenant placé de façon à permettre aux flotteurs de planer à la surface et non plus pour limiter l'enfournement en mode archimédien.

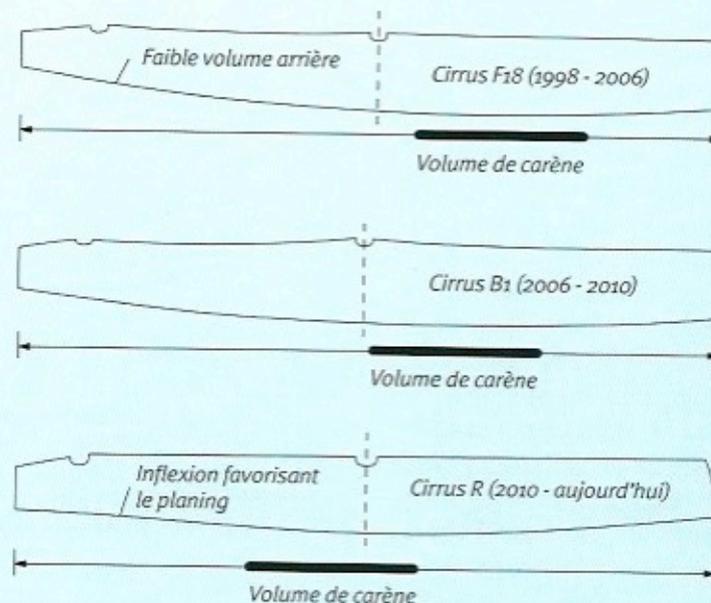
► **Évolution des formes avant**

Classiquement les étraves présentaient un franc-bord important, pour retarder l'enfouissement. Les étraves inversées placent leur volume beaucoup plus bas.



► **Une décennie de changements**

Du Cirrus F18 lancé en 1998 au Cirrus R imaginé douze ans plus tard par les mêmes concepteurs, les coques se sont bananées et les volumes de carène ont reculé. Sorti dans l'intervalle, le Cirrus B1 dessinait déjà cette tendance.



in : Charles Bertrand « comment marchent les voiliers »p55

Ainsi l'évolution technologique des multicoques de ces 10 dernières années a été très importante, les formes de coques avec étraves inversées, les foils, les voiles... tout a changé, tout a évolué. Cette formidable évolution technologique s'est accompagnée d'une explosion de l'offre compétitive en multicoque.

Les voiles à Corne :



Les Tornados en septembre 2000 : JO de Sydney

Le tornado 4 ans plus tard...

Ce n'est donc pas récent, mais les cornes des GV se sont généralisées, encore une fois par l'intermédiaire de la Coupe de l' America. Cette évolution technologique appelée aussi tête carrée ou square top en anglais a été mise en avant au début des années 2000 par Patrick Mazuay¹¹ sur les grands-voiles des bateaux Alinghi. Ça avait déjà été imaginé il y a fort longtemps, mais il a fallu attendre que la technologie avance sur les mâts, les lattes, les tissus à voile, les programmes de dessin et surtout que la persévérance de Patrick Mazuay. Ainsi les multicoques et beaucoup de quillards IRC ou IMOCA sont ils équipés de Gv « rectangulaires ». En planche à voile, l'importance d'une surface importante en tête de mât a été comprise très tôt. Avec les Fat Head dans un premier temps, et puis plus tard avec des voiles dont le concept (et le profil..) était beaucoup plus évolué notamment parce qu'il intégrait le vrillage de la chute et l'idée d'un gréement "dynamique". Neil Pryde notamment a beaucoup travaillé dans cette direction. Bien sûr skimming et flying ont adoptés tout comme les F18 en leur temps, cette géométrie radicalement



différente des voiles triangulaires d'antan. « L'évolution des gd-voiles dans le temps depuis que les barres de flèches poussantes ont permis de libérer les pataras et ainsi augmenter les ronds de chutes. Les plus grands excès ont été vus sur notre bleu Léman, le manque de vent forçant les bateaux à voiles à rajouter de la surface vélique autant que possible. Les chutes se sont donc arrondies au maximum amenant deux problèmes principaux:

Le premier étant de devoir mettre du volume dans la voile pour lui permettre de ne pas s'inverser sous la pression du vent, les lattes ne permettant pas de tout supporter. Trop de volume étant un frein à la vitesse, il y a donc une limite.

Le deuxième problème est que plus la chute est arrondie et plus les lattes vont être comprimées contre le mât . En bordant votre écoute de gd-voile, une ligne de force se fait du point d'écoute au point de drisse. La chute va vouloir se rapprocher de la droite créant ainsi une compression sur les lattes proportionnelle à la taille de l'arrondi.

Cette compression va augmenter à mesure que le vent forci et ainsi creuser la voile, ce qui est l'inverse de l'effet souhaité. Il y avait donc un vrai compromis à trouver car plus un bateau était optimisé pour le petit temps et plus il perdait d'efficacité dans la brise.

La voile à corne quant à elle, prend appui essentiellement sur sa 1ère latte (celle du haut) qui a un angle très prononcé et crée ainsi une nouvelle tête déplaçant le point de départ du rond de chute sur l'arrière et

¹¹ Patrick Mazuay : ex coureur français en Moth Europe et en Tornado, maître voilier,

minimisant considérablement, voir annulant entièrement la compression des autres lattes.

Les premières résultantes de cet effet sont de pouvoir ainsi faire des voiles avec plus de surface et surtout des volumes beaucoup moins profonds permettant aux bateaux d'atteindre des vitesses plus élevées.

Un autre effet vient s'accumuler à ces avantages déjà importants. L'attache de la drisse par laquelle passe toute la traction d'écoute est toujours située sur l'avant de la tête. La ligne de force crée ainsi un point de pivotement pour toute la partie arrière de la voile ce qui fait que plus la corne est grande et plus elle va réagir à la pression en se déportant sous le vent lorsque celui-ci forci. On dit que la voile vrille. Ce vrillage devient presque automatique et la voile va ainsi soulager sa puissance comme une soupape contrairement à une voile à rond de chute qui va en rajouter. La voile à corne est donc plus facile à régler. Mais attention! Ça ne veut pas dire qu'il ne faut plus rien faire car les tissus continuent à se déformer, le grément courant et dormant se détend et il faut quand même être attentif aux changements du vent pour en profiter pleinement.

Et finalement, la tête de la voile perdant de sa portance en vrillant, le centre de voilure va naturellement descendre et ainsi rendre votre voilier moins gitard qu'avec votre ancienne voile. Enfin, dans la théorie car ça va quand même dépendre de la taille de la corne, tous les bateaux ne pouvant pas se permettre de fixer un double pataras ou autres systèmes. Là encore, tout est histoire de compromis...

En conclusion, on a donc vu que la voile à corne permet de rajouter de la surface nécessaire dans le petit temps et que cette surface s'auto-règle lorsque ça forci. Le bateau est ainsi plus rapide à toutes les allures dans le petit temps et le médium, et n'est en tout cas pas plus lent dans la brise. Les seules limites à cette évolution sont les caractéristiques du bateau qui restreignent la taille de la tête afin de garder un côté pratique à la manœuvre ».

« AVANTAGES.

- Possibilité de recueillir, dans les hauts, un vent plus fort et plus adonnant.
- Auto-orientation des profils supérieurs sur le vent apparent en rotation, notamment dans les surventes, grâce à l'effet de levier du rond de chute et particulièrement d'une corne. Cette possibilité est peu marquée, semble-t-il, sur les mouvements de tangage ; en revanche, sur une surface désordonnée où les changements de vitesse et les mouvements de roulis sont fréquents, l'ouverture et la fermeture naturelles de la voile, lors des déplacements latéraux du grément, présentent un réel avantage (à ne pas confondre avec le «pumping», qui est une action forcée). Cet «effet de palme» se contrôle par une juste tension de la chute réglage d'écoute, de hale-bas et de pataras.
- Moindre dévent absolu du mât.
- Possibilité de gréer un mât plus court.

Avec la corne, il ne s'agit pas d'augmenter la surface de la grand-voile – le résultat peut même être inverse, nous précise Hugues Destremau, coordinateur du bureau d'études de North Sails France. En fait, il s'agit avant tout d'obtenir un réglage plus régulier, plus homogène et plus efficace, en particulier du côté de la chute, avec un vrillage plus optimal, surtout en haut de la voile (ce qui est particulièrement important puisque le vent est plus fort là-haut). Mais à hauteur de guindant égale, par rapport à une voile ronde, la surface peut être inférieure, vu que le but du jeu consiste à limiter le rond de chute. Car en fait, c'est le rond de chute qui posait problème. La corne permet de limiter celui-ci sans (trop) perdre en surface, et en maintenant un centre de voilure très haut – et même, encore plus haut.

« Avant les cornes, on avait beaucoup de rond de chute ; du coup, quand on choquait, on ouvrait la chute en son milieu et pas tellement en haut, ce qui n'était pas idéal en terme de rendement : la voile n'était pas assez vrillée en haut. Avec les cornes, on a quasiment une ligne droite entre le point d'écoute et la pointe de la corne, il reste juste un très léger rond de chute. Cela permet de border mieux [ndlr : en fermant bien la chute sur toute la hauteur], ce qui est très important en multicoque ; et surtout, quand on choque, la chute s'ouvre davantage, en haut, qu'elle ne le ferait avec une voile ronde, ce qui permet d'avoir un vrillage idéal, de mieux réguler la puissance et le couple de gîte ou d'enfournement. Par ailleurs on s'est aperçu qu'il n'y avait pas des efforts si énormes sur la latte de corne, même s'il faut faire attention à sa raideur. Et comme il n'y a presque plus de rond de chute, les autres lattes sont moins sollicitées. D'ailleurs on voit qu'ils y viennent aussi sur les catas de la Coupe. Au début, quand on a expérimenté le truc, on s'est aperçu qu'au près, le gain était nul par rapport à des voiles rondes ; c'est quand on abat que c'est payant. »

Tout cela semble assez logique : au près serré, les directions du vent réel et du vent vitesse sont assez proches, le gradient de direction du vent apparent est plus faible et la voile a moins besoin d'être vrillée ; alors qu'au reaching, les directions du vent réel et du vent-vitesse sont plus éloignées, donc un vrillage optimal est très important. Mais bien sûr, par rapport à une grand-voile ronde, une grand-voile à corne se distingue aussi par son centre de voilure un peu plus haut. Il faut donc savoir ne pas aller trop loin et faire une corne trop longue ; rien ne sert en effet d'avoir de

la puissance avec un centre de voilure très haut (permettant de mieux exploiter le gradient de vitesse du vent réel), et de la finesse avec une voile plus allongée, si cela fait dériver/gîter/chavirer/enfourner/sancir le bateau (surtout en multicoque). Il y a évidemment un *compromis* (subtil) à trouver entre la puissance, la finesse apportée par l'allongement et l'augmentation du couple de chavirage/enfournement liée à la position plus élevée du centre de voilure.

« Cela fait tout de même plus de surface en haut, note ainsi Hugues Destremau, donc il faut faire un peu attention, surtout en multicoque ; le risque c'est bien sûr d'enfourner au portant, comme dans les livres... »

La corne pose un autre problème : d'un côté, comme nous l'avons dit, on arrive à obtenir un vrillage optimal sur toute la hauteur, et en particulier en haut, là où c'est le plus important ; mais d'un autre côté, le réglage du profil tout en haut de la voile est assez délicat. En bref, si l'on examine les profils en haut de la voile, la corne est intéressante en terme d'angle d'ouverture, donc d'incidence mais la question du volume est plus ardue. La corne étant tenue par une (ou deux) latte(s) oblique(s) et non horizontale(s), la partie haute de la voile (au-dessus de la corne) a en effet du mal à adopter un profil convenable. Car le bord supérieur (horizontal) de la voile, entre la pointe de la corne et la tête, a tendance à former un profil un peu trop droit, le tissu étant excessivement tendu par la latte oblique. Ce qui peut générer une traînée excessive si l'on fait une corne trop longue.

A hauteur de mât identique, une GV à corne permet plus de surface qu'une GV classique. Dans le haut de la voile sur une GV classique, le dernier triangle est quasi inutile car la longueur de corde du profil est très faible et les flux d'air sont très perturbés. Au contraire sur une voile à corne le dernier rectangle permet de conserver une longueur de corde importante ce qui permet au profil d'être encore efficace et surtout de limiter les perturbations traînée induite qui génèrent des tourbillons. Le rendement aérodynamique de la voile à corne est donc meilleur. Enfin la corne permet un meilleur vrillage facilement contrôlable à l'écoute et permet une auto-régulation lors des surventes. Le centre de poussée d'une voile à corne se déplace peu vers le haut au près mais sensiblement plus au portant car le phénomène de vrillage disparaît. Le vrillage de la GV est plus facile à gérer (homogène) mais également plus sensible à la tension d'écoute.

Bien sûr il ne faut pas oublier l'effet des focs à corne comme sur le flying phantom : il a un effet très bénéfique sur le rendement de la GV...

LA COUPE DE L'AMERICA : de l'AC 72 à l'AC 48 (flying)

1 défi français en 2017 : Team France Franck Cammas

LA LITTLE CUP : les classes C (flying)

1 défi français : Groupama Franck Cammas et Louis Viat vainqueur des 2 dernières éditions (2013 ; 2015)

Red Bull Youth America's cup

2017 : 2eme édition. En 2013 : 8eme : FRANCE Next World Energy

Groupama Team France et la Red Bull Youth America's cup : « l'académie du foil ENVSN » ENVSN/BIC SPORT/ CONSEIL DEPARTEMENTAL MORBIHAN/GROUPAMA

Mis en place : décembre 2015 : 12 jeunes sélectionnés en formation dans la perspective de la youth americas cup 2017

GC32 Tour (flying)

2016 : 4eme saison du circuit GC32 ; en 2015 : Spindrift : 3eme ; Engie : 5eme

Extrem Sailing Series :

2016 : 10eme saison des extreme series le GC32 remplace l'extreme 40

FLYING PHANTOM (flying)

Présenté fin 2013. Un circuit européen FP

La Red Bull Youth Foiling Generation : FLYING PHANTOM (flying)

Réservés au 16 à 20 ans, une sélection nationale dans 8 pays, une étape française : La Baule octobre 2015, une finale en 2016. Arthur BocHo et Cantin Roger y représenteront la France

Tour de France à la Voile : DIAM 24 (archimédien)

2eme édition en 2016, Spindrift : X Revil, F Morvan, M Vandame, F Moreau, T Douillard : tenants du titre 2015

D35 Trophy : DECISION 35 (flying)

14eme édition en 2016 Tilt Sailing Team SUI vainqueur en 2015

World Match Racing Tour : M32 (skimming)

10eme édition

1 vainqueur français en 2014 : B Pacé, un invité en 2016 : Spindrift Yann Guichard

OLYMPISME : Nacra17 (skimming en 2016 évolution vers flying en 2020)

Depuis 2013, B Besson/M Riou 3 fois champions du monde (2013, 2014, 2015)

CHAMPIONNAT DU MONDE ISAF JEUNE U19 : SL16 puis Nacra15 (skimming) à partir de 2016

Charles Dorange Louis Flament 2 fois champions du monde (2014, 2015) Dès 2016 en nacra15 en lieu et place du nacra15

JEUX OLYMPIQUES DES JEUNES : 2018 Nacra15 (flying)

2018 : le dériveur sort du programme des JOJ : 3 séries : Catamaran volant, planche à voile et Kite surf

LA PRATIQUE REGIONALE JEUNE : cas de la Ligue Bretagne