

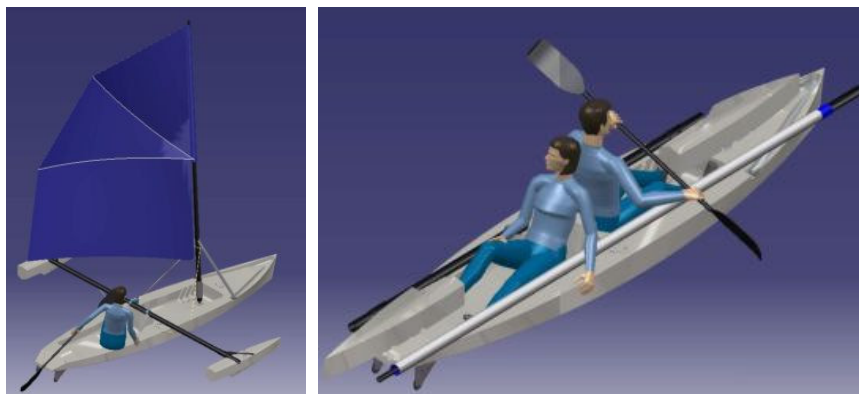


# **WINDYAK**<sup>®</sup>

## **Le trimaran repliable en kayak**

***La plaisance légère de demain est en marche !***

**WINDYAK**



**Finaliste 2007**

### **1-Le concept WINDYAK**

**WINDYAK** est un concept innovant de trimaran repliable sur l'eau en kayak.

Il associe les sensations d'un voilier multicoque et, grâce à sa légèreté, la souplesse d'utilisation d'un kayak. La double pratique qu'il propose préfigure la plaisance légère de demain. Manœuvrable en solo comme en double, transportable sur voiture et monté en 10 minutes sans outil, son terrain de jeu ne se limite pas à la mer et aux 'grands' lacs; il est l'instrument idéal pour aller découvrir, comme en kayak, des plans d'eau insolites inaccessibles aux autres voiliers : rias, rivières et canaux par exemple.

**WINDYAK** investit le créneau du bateau propre. De par son poids léger, son impact écologique est limité à la fabrication et au transport. Dans le contexte du problème global de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>, proposer une embarcation offrant de multiples possibilités sur tous les plans d'eau y compris ceux intérieurs, peut aussi être un moyen d'inciter les gens à limiter leurs déplacements de loisirs.

**WINDYAK** a été retenu parmi les 3 dossiers finalistes au concours 'Bateau bleu 2007' organisé par la Fédération des Industries Nautiques française. L'objectif de ce concours de la F.I.N. est de promouvoir la R&D et l'innovation dans le secteur du nautisme, pour mettre sur le marché des produits plus respectueux de l'environnement. Le thème de l'édition 2007 était « l'éco-conception du bateau de plaisance ou de ses équipements' ».

Le projet **WINDYAK** a été lancé il y a 4 ans, avec le développement de plusieurs prototypes. Le soutien d'OSEO-Anvar a permis de faire réaliser une étude de marché quantitative menée en Septembre 2006 au Grand pavois de La Rochelle auprès de 350 visiteurs. La présentation de modèles de développement à cette occasion a permis d'avoir les réactions du public par rapport au concept et à la définition technique. L'étude a confirmé un vrai désir pour un produit permettant une bonne pratique des deux activités voile et kayak; un fort potentiel doit logiquement aussi exister dans les pays de grands espaces sauvages et de lacs, en Amérique du Nord mais aussi en Australie, Europe du Nord y compris Pays-Bas. Les responsables du projet souhaitent maintenant développer des partenariats et contrats de licences avec des industriels pour fabrication et commercialisation des différents produits imaginés.

Le concept est actuellement décliné en 3 tailles différentes, entre 4,2m et 5,9m ; un kit démontable pour kayaks de mer classiques est par ailleurs en cours de mise au point.

### **Pourquoi WINDYAK ?**

A l'origine du projet, il y a le besoin de disposer d'un seul bateau adapté à des conditions météo différentes, pour rester le moins possible bloqué à terre. Le succès du kayak de mer traduit une demande pour la balade nature facile sur l'eau; le kayak est parfait pour se déplacer par temps calme, mais son utilisation est en pratique vite limitée pour un public peu entraîné. Dès que le vent se lève, on va bien plus vite, et de façon plus amusante et reposante à la voile.

L'objectif du concept est donc d'avoir une embarcation :

- qui garde la fonctionnalité du kayak et l'avantage de sa facilité d'emploi,
- tout en offrant aussi la fonction et le plaisir de la vitesse sans effort du voilier léger.

L'autonomie obtenue est un réel facteur de sécurité, et augmente beaucoup les possibilités en randonnée par rapport au simple kayak.

### **Un ambitieux cahier des charges assuré par une conception spécifique**

Loin de la simple adaptation d'une voile 'mouchoir de poche' sur un kayak existant, **WINDYAK** est une conception spécifique, basée sur les choix architecturaux suivants :

- Une configuration de trimaran à flotteurs courts, avec un bras de liaison unique, est la plus légère pour assurer la stabilité nécessaire à la voile tout en conservant une coque fine, pour la propulsion à la pagaie. Une largeur importante (3,5 à 4,8 mètres suivant les modèles) fournit, associée à des flotteurs de volume convenable (30 à 70 litres), un couple de redressement suffisant pour la sécurité.
- La coque centrale possède une longueur et un volume suffisants pour atteindre des performances correctes (voire même surprenantes, pour le grand modèle). Les formes sous la flottaison présentent des sections transversales en arc de cercle ; celles-ci donnent une carène très ronde potentiellement rapide, limitent la surface mouillée, et surtout apportent une rigidité intrinsèque au bordé par effet de voûte (pas de zone plate nécessitant un raidissage complémentaire). La largeur à la flottaison est imposée par la stabilité statique nécessaire en mode kayak seul.  
Au niveau de la flottaison, ces œuvres vives sont connectées par un bouchain marqué à une muraille très verticale. Le but est là d'avoir la largeur minimale au pont afin de ne pas gêner le coup de pagaie.
- Les flotteurs de par leur longueur limitée présentent une traînée importante : Les meilleures performances sont obtenues quand le bateau navigue peu gîté, presque uniquement sur la coque centrale. L'équipage peut dans ce but se mettre au rappel, en utilisant le bras de liaison. Les formes des flotteurs sont conçues pour le degré correspondant relativement élevé de vitesse auxquels ils fonctionnent: Entrées d'eau fines et sorties d'eau larges et tendues, muraille droite et fond en V pour limiter la traînée quand le flotteur frôle l'eau. Relativement ouvert, ce fond en V, grâce à une assiette marquée sur l'arrière, génère théoriquement une légère portance dynamique, pour compléter la poussée archimédienne limitée du flotteur. Ces formes donnent aussi un volume maximal pour un franc-bord limité, nécessaire pour conserver une esthétique acceptable en navigation replié.
- L'aménagement auto-videur du pont "sit-on-top" (sans trou d'homme) est rassurant pour le néophyte, s'adapte au nombre de personnes à bord, et permet de contrôler la gîte et l'assiette à la voile par déplacement de l'équipage.

Le concept du trimaran-kayak est accessible, comme le kayak, à certaines personnes handicapées.

Pour le transport, le poids réduit de la coque permet de la hisser aisément. L'ensemble du bateau tient sur des barres de toit standard (largeur < 1m) sans encombrer l'intérieur du véhicule ni besoin de remorque. Le faible encombrement a aussi tout son intérêt au moment du stockage.

Surtout, **WINDYAK** est dépliable –et repliable- sur l'eau en quelques minutes pour passer de la configuration kayak monocoque à celle du voilier trimaran.



## L'innovation majeure : un bateau facilement dépliable et repliable sur l'eau

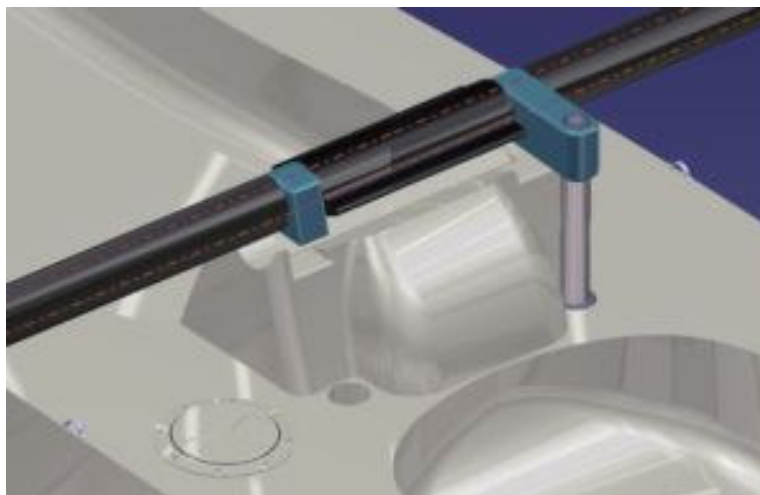
Cette fonctionnalité unique permet à **WINDYAK** de s'adapter en temps réel aux conditions de la navigation, et d'accéder comme un kayak à tous les plans d'eau: nul besoin de plage pour embarquer, la moindre berge ou un ponton suffisent; le gréement peut être affalé en quelques secondes pour passer sous un pont.

Avec les kits trimarans actuels pour kayaks existants, il faut choisir avant le départ le mode de navigation du jour (tri ou kayak); si l'on part en kayak, il reste le problème à régler du stockage en sécurité à terre des bras, flotteurs et gréement. Avec **WINDYAK**, on embarque tout à bord, sans se poser de questions.

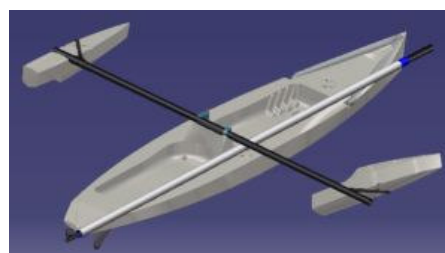
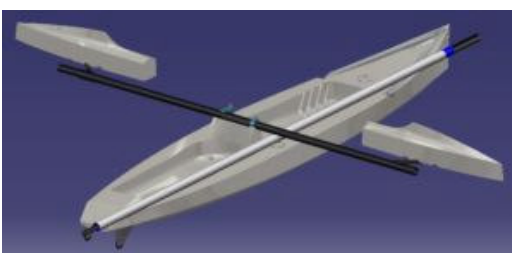
- La configuration repliée a l'encombrement d'un kayak :
  - Gréement et bras de liaison sont disposés symétriquement de chaque côté des cockpits, proches du corps du pagayeur et suffisamment bas, pour ne pas gêner le coup de pagaie.
  - Les flotteurs sont placés aux extrémités, au dessus du bras de liaison, alignés avec la coque.
- Le déploiement est réalisé facilement par un ensemble breveté (USA, Canada, Europe) de mécanismes simples : quelques rotations de pièces et tractions sur des bouts suffisent pour mettre en place et fixer le bras de liaison et les flotteurs en position stable trimaran.

Le système est basé sur des dispositions géométriques particulières.

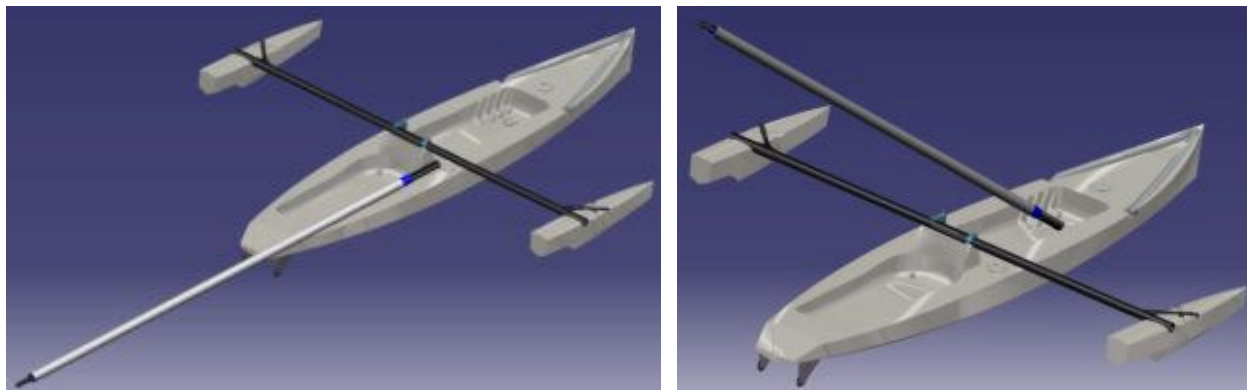
- Le bras de liaison monobloc est d'abord déployé par rotation et translation verticale simultanée suivant un axe fixé à la coque centrale, afin de l'amener à une hauteur suffisante pour ne pas taper dans le mer à la voile. Une fois le bras déployé, un équipier peut alors sans problème se redresser pour fixer le bras à la coque puis déployer les flotteurs : la stabilité est déjà plus importante, l'ensemble bras+flotteurs, de par son inertie, jouant le rôle d'un balancier.
- En position déployée, le bras repose sur un support central formant berceau, sa fixation étant réalisée facilement par mise en tension progressive (par tendeur à cliquet ou palan) de sangles ou bouts à faible allongement attachées à la coque. Les déplacements du bras sont bloqués par son emboîtement dans le berceau, ces deux éléments présentant à cet endroit des formes complémentaires de type coin. Une pièce d'interface est rapportée au bras cylindrique pour assurer cette fonction.



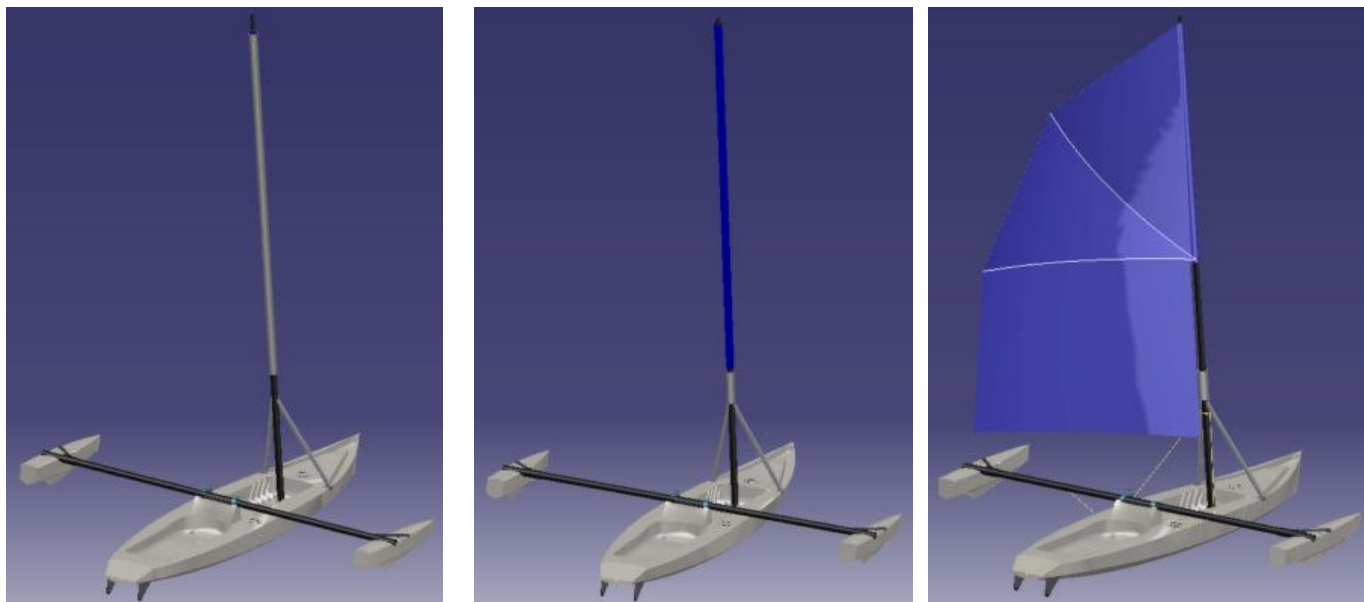
- un axe angulé à 45° permet ensuite de déplier le flotteur sous le bras et perpendiculairement à celui-ci, tout en procurant la rigidité nécessaire de la liaison flotteur-bras en navigation. La manœuvre mais aussi le blocage en position du flotteur sont commandés à distance depuis la coque principale par des filins, rendant possible le déploiement sur l'eau.



- Une fois les flotteurs en position, il est ensuite possible, de redresser et fixer à un étambrai amovible le mat non haubané, articulé à sa base sur le pont. Le gréement, de conception spécifique et breveté, est un compromis entre les performances, et les exigences de montage rapide et de stockage à bord en mode kayak replié. Il est basé sur l'utilisation d'une voile lattée en éventail dans sa partie haute et présentant une partie additionnelle inférieure arrisable, permettant d'obtenir un allongement correct. Cette voile, une fois cette partie basse libérée, peut être repliée en éventail et ferlée dans une chaussette hissée au moyen d'une drisse. La souplesse de ce gréement (pas de hauban, pas de hale-bas) est le complément nécessaire au volume limité des flotteurs. Elle constitue une soupape permettant d'absorber les rafales en douceur et en sécurité pour un équipage non forcément très averti.



- La mise en place du gréement est très rapide. La seule contrainte sur l'eau est de devoir reculer le mat depuis sa position latérale, couché sur le pont, jusqu'à pouvoir le faire passer au dessus du bras de liaison. Il peut ensuite être ramené vers l'avant, pour l'emboîter dans le pied de mat articulé. Une fois le mat redressé et fixé à l'étambrai, il reste à descendre à la main la chaussette, avant de fixer points d'amure et d'écoute pour disposer d'une vraie voile propulsive de 7 à 10m<sup>2</sup> suivant les modèles.



Les solutions développées trouvent aussi tout leur intérêt pour un montage encore plus rapide depuis le toit de la voiture. En quelques minutes, le bateau sera prêt à partir naviguer, n'importe où.

### **L'innovation naît d'un autre regard**

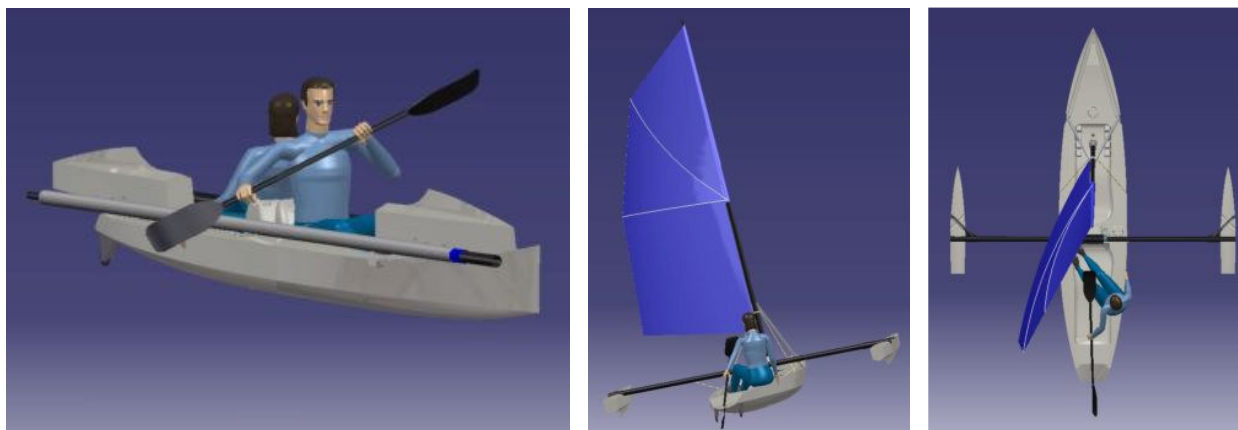
Le concept **WINDYAK** est pour son créateur Frédéric JOUFFROY, ingénieur R&D dans l'industrie spatiale, l'aboutissement logique de 30 ans de navigations diverses, dont en particulier, en 2000, une traversée Antibes-Calvi en kayak de mer avec beaucoup de vent ! Mais le bateau est aussi le fruit de l'échange poursuivi depuis 3 ans avec un maître voilier, Philippe BUSSIERE, possédant la même double culture nautique de la voile et du kayak. Convaincus de l'intérêt de cette approche, ils souhaitent aujourd'hui faire partager largement cette nouvelle pratique.

## 2-Little WINDYAK

### Conception générale

**Little WINDYAK** est le dernier-né de la famille, et l'application 'taille minimale' du concept **WINDYAK** pour un très large public; un bateau de loisir à tout faire accessible au plus grand nombre, prévu pour passer une journée au bord de l'eau en famille. La facilité d'emploi à la voile comme en kayak, et la recherche d'un coût de revient limité ont été les guides de la démarche de conception.

- Une construction polyéthylène (ou avec un autre matériau thermoplastique) est incontournable pour la coque centrale et les flotteurs dans le cadre d'une production en grande série. Elle offre de plus un avantage incontestable par rapport au composite thermodurcissable en terme de recyclage en fin de vie. La taille limitée (4,2m) permet de conserver un poids de coque raisonnable (32 kg) avec ce matériau, donc un chargement facile et un transport possible sur presque n'importe quelle voiture.
- Dans cette dimension, il n'est pas possible, compte tenu de l'encombrement des flotteurs en mode replié, d'aménager des cockpits pour deux pagayeurs. L'idée a donc été d'imaginer un bateau « 1pagayeur + 1passager » correspondant bien à l'utilisation qui est généralement faite de ce genre d'embarcation grand public : Il s'agit d'embarquer, pour une heure de balade en kayak, un équipier léger qui ne souhaite pas forcément pagayer.
  - En mode replié 'kayak', chaque équipier aura un flotteur entre les pieds. Le support central de bras situé derrière le kayakiste constitue un dossier pour le passager, confortablement installé dans un cockpit en creux, orienté vers l'arrière.
  - A la voile, on navigue à 2 sans problème : le passager s'installe dans le cockpit avant ou sur le bras quand il y a du vent, et le barreur recule dans le cockpit arrière. Vue la position du bras en position déployée, il est toujours possible de se sortir d'un trou d'air dans cette configuration, en pagayant de façon acceptable assis dans le cockpit avant. La longueur de coque reste suffisante pour avoir de bonnes sensations à la voile en solo, avec une voile d'environ 7 m<sup>2</sup>. Pour des raisons de coût et de simplicité d'utilisation, la fonction anti-dérive est assurée, pour ce petit modèle, par des ailerons intégrés aux flotteurs de 1,3m. Ils permettent de pratiquer un près convenable et de 'beacher' dans précaution particulière.

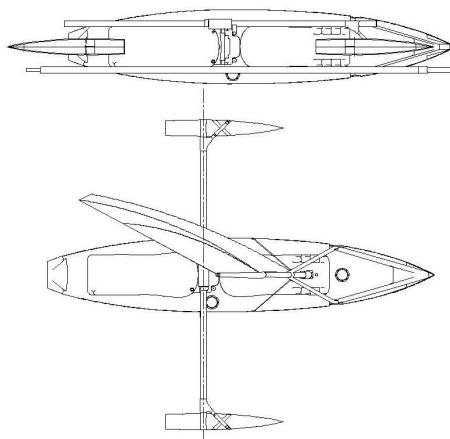


- Pour le déploiement, le bras de liaison pivote vers l'arrière. Le pagayeur empoigne le bras des 2 mains, le soulève de 15 cm (poids total max avec flotteurs: 12 kg) et le fait tourner dans son dos pour l'amener en position déployée sur le support central. Il peut alors se retourner pour fixer le bras à la coque et déployer les flotteurs. Seule limitation, on ne peut pas déployer sur l'eau avec deux personnes à bord, l'équipier étant sur la trajectoire du bras. Pour un montage très rapide, le bras peut être transporté assemblé avec ses flotteurs repliés sur le toit de la voiture; la longueur totale de l'ensemble (4,5m) reste dans ces conditions légèrement inférieure à celle du mat.
- Comme pour les autres nouveaux modèles **WINDYAK**, l'étambrai est constitué par un bipode articulé, replié sur le pont avant en mode kayak. Pour faciliter la manipulation à terre, le bateau peut être tracté par une poignée avant; deux ailerons latéraux équipés de roulettes profilées rapportées à l'arrière de la coque permettent le roulage. Ces ailerons assurent aussi plus facilement la progression en ligne droite à la pagaie pour les débutants, en particulier en utilisation solo (le bateau est alors légèrement en assiette sur l'avant).

- Pour éviter le coût d'un gouvernail, il est prévu à la voile d'utiliser en remplacement la pagaie ; ceci permet accessoirement d'éliminer la question du stockage, sur le pont ou sur le bras, d'une perche encombrante de plus de 2 mètres de long. Son efficacité comme safran et celle des ailerons anti-dérive des flotteurs, sont en cours de validation sur le kit 'trimaran repliable' issu du concept **WINDYAK**, actuellement en développement pour un kayak de mer existant. Pour obtenir un point de rotation fixe, le manche de la pagaie à la naissance de la pale arrière est calé dans une découpe du tableau arrière au niveau de la flottaison; un bout ou sandow amovible ferme l'anneau ainsi constitué. Le manche de la pagaie s'appuie juste en avant sur un plan incliné permettant d'avoir la 'barre' en main à la bonne hauteur quand le barreur est assis dans le cockpit arrière.

### Mise en oeuvre

- La solution envisagée de fabrication monobloc (polyéthylène rotomoulé par exemple) impose de supprimer complètement tout élément rapporté à l'intérieur de la coque.
  - La difficulté principale identifiée à résoudre est de tenir le support central du bras, soumis à la compression de ce dernier en navigation. La technique retenue est d'utiliser comme épontilles des éléments fonctionnels du bateau:
    - . L'axe vertical de rotation du bras est enfoncé dans un puits conique s'ouvrant sur le pont et attaché au fond de coque. L'axe est maintenu en position par une rondelle en élastomère fermant ainsi le cône. Ces cônes (un sur chaque bord, pour pouvoir permuter les positions de bras et de mat en mode replié) constituent des soutiens bien placés juste à l'avant du support.
    - . Les positions des trous de vidange des cockpits sont dictées par le même objectif.
  - Un raisonnement similaire a été tenu pour soutenir localement le pied de mat.
  - Les points de fixation des branches et des haubans du bipode étambrai situés au livet permettent de faire circuler les efforts dans le bordé de coque.
- Les pièces d'équipement du bras de liaison ainsi que le bipode pourraient, dans le cadre d'une production en grande série, être moulées en composite thermoplastique type Twintex ou autre.
- Le mat est une taille standard planche à voile (4.6m) pour facilité d'approvisionnement.
- Les ailerons et roulettes sont des pièces moulées rapportées



Longueur coque :	4,20 m
Longueur flottaison :	4,17m
Bau coque centrale :	0,81 m
Largeur déployé :	3,47m
Tirant d'eau :	0,14 m
Longueur flotteur :	1,29 m
Volum e flotteur :	30 litres
Surface de voileure :	6,4 m2
Poids total :	51 kg
Coque centrale :	32 kg
Bras+flotteurs :	12 kg
Gréement :	7 kg
coques polyéthylène, bras alu, mat fibre	

Et pour plus d'information sur les différentes réalisations du concept :



[www.windyak.com](http://www.windyak.com)  
[windyak@free.fr](mailto:windyak@free.fr)