

Dossier Technique Aerosail

Septembre 2003 - Janvier 2014

Concepteur et Pilote :

Stephane Rousson

10 Allée centrale Parc Liserb
06000 nice

tel : 0603838276

mail : stephanerousson@gmail.com

www.rousseau.org

Merci à toute l'équipe de L'Aérosail

Design et Structure du ballon



- Descriptif :

L' Aerosail est un hybride Air/ mer composé pour la partie aérienne d'une enveloppe gonflé avec un gaz porteur et pour la partie marine d'un hydrofoil stabilisé sur 3 axes.

L' Aerosail est un véhicule mono pilote.

L' Aerosail est un prototype de démonstration dont le pilotage du gaz est similaire à celui d un ballon dirigeable (Vol à masse de gaz constante) et la propulsion similaire à celle d'un voilier (génération d'un équilibre d'efforts hydrodynamiques et aérodynamiques donnant lieu à une résultante de vitesse).

à noter, l' aerosail est un ballon de conception souple (rapport max long diam 1/4 , suspendé)

(les trois conception de ballons dirigeable: souple , semi rigide et rigide) sont trois conceptions et gestion différentes du pilotage général (aerostatique et dynamique)

le ballon est un combiné de vol aérostatique (type ballon libre) et dynamique (type avion)

les deux notions sont en constante évolution durant le vol avec une particularité sur la gestion du gaz en masse constante en mode normal du vol (à la différence du vol en volume « constant » d'un ballon libre)

Plan de profil

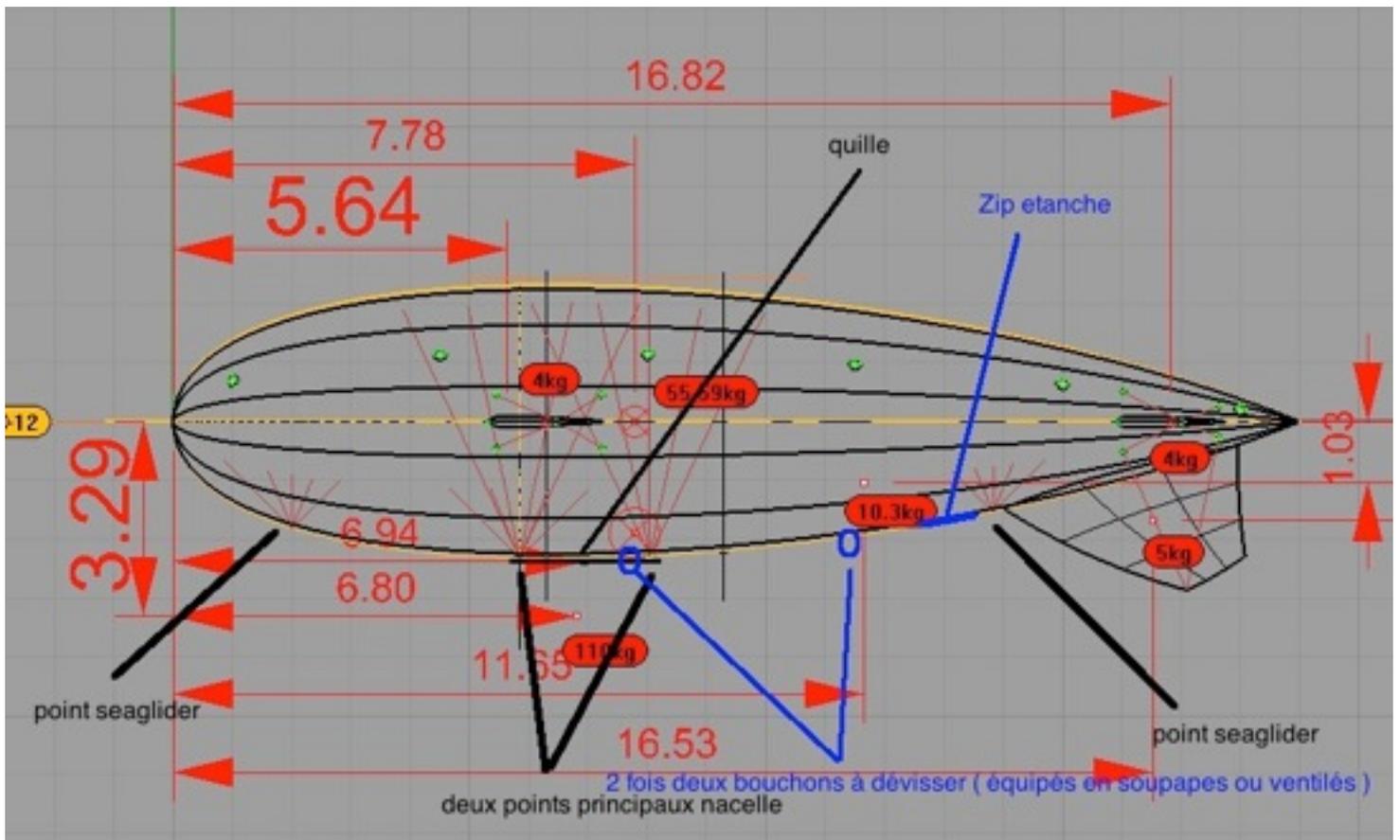


schéma explicatif de la position des soupapes , la quille avec ses deux points principaux, et explications techniques

- Technologie

Technologie de vol assimilé à un ballon captif mobile , dont le principe de vol et de navigation s'apparente à un voilier.

Il s'agit d'utiliser uniquement le vent comme moyen de propulsion, tout en restant à quelques à quelques dizaines de mètres au-dessus des flots.

L'Aérosail est un ballon dirigeable relié à une dérive stabilisée sur 3 axes (Hydrofoil Seaglider) permettant au ballon de naviguer au vent tel un voilier des airs.

Le câble reliant le Seaglider au ballon sert de mât et le ballon de voile. C'est schématiquement un voilier avec une coque ultra performante et extrêmement légère (partie immergé hydrofoil nommé seaglider) permettant de naviguer à plus de deux ou trois fois la vitesse du vent.

Gestion du gaz : masse de gaz constante et pour certains cas de figure peut être piloté à volume constant.

- **dimensions :**

19 m de long

4,72 m au maitre couple

Volume Total 189 m³

Gaz Porteur Hélium

Surpression de gonflage en utilisation normale : 200 pa à 400 pascal

Ballonnet d' air de 10 m³

Masse de l'enveloppe 65 kilos

Masse des differente structure (Derive, sellette, radios, element de secours, lest) : 35 kilos

charge offerte : 90 kilos

Lest composé d'eau uniquement (nous utilisons pas le sable vu nos très faibles altitude de vol)

Portance maxi du gaz : 125 kilos enveloppe nue.

- **matériaux :**

Tissu étudié par Diatex, Polyester 280 Dtex en trame et chaine, Enduction Pu Ignifugé sur une face et contrecollée film PET aluminisé 23 micron , résistance rupture 145 DaN/ 5cm soit un coefficient de sécurité de 10 en utilisation dégradée :(pression de 1200 Pascal)

- **méthodes de construction :**

Assemblage par couture et contre collage: obtention de la résistance rupture à la traction de l' assemblage .

Etanchéité des coutures par un polyurethane.

- **Description de la structure interne :**

3 points principaux d' attaches (conçu pour tenir une charge de 200 kilos) pour la nacelle relié en interne à 20 points au plafond (chaque point pouvant suspenter 50 kilos)
4 points secondaires pouvant supporter plus de 150 kilos
16 points secondaires pouvant supporter plus de 100 kilos

Les points de traction du Seaglider sont conçu de façon identique avec aussi une répartition par suspente interne. (2 points un avant et un arrière)

Le nez du ballon dispose d'un point de fixation pour les manoeuvres au sol et remorquage

Le plan de suspentage integre les spécificités du vol aerosail , des incidences prises, les charges et mouvement de l'aerosail aux différentes incidences de vol.

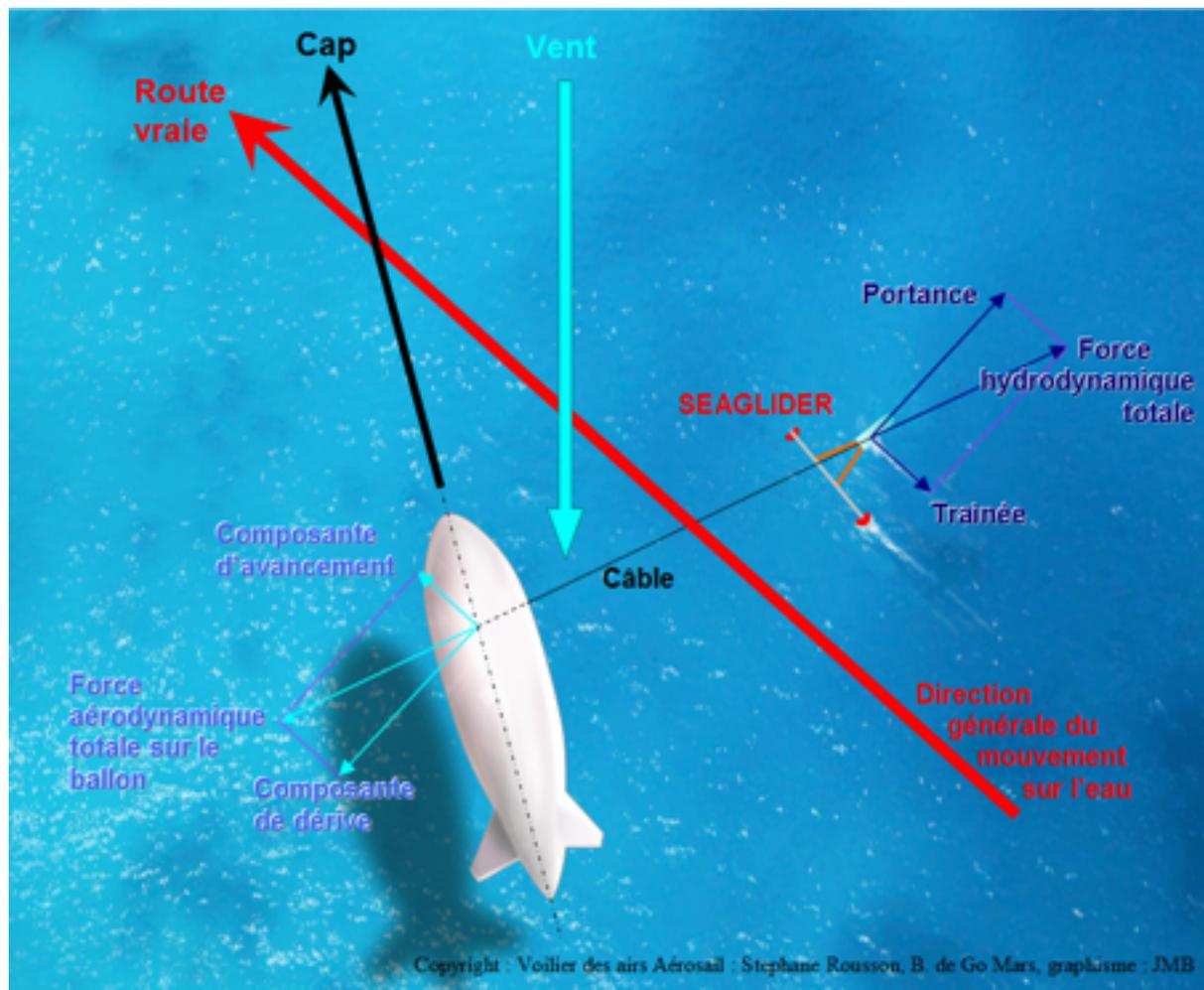
- Description de la structure externe :

- Siège : Harnais de sécurité : sellette fabrication et contrôle par Sup'air (spécialiste de sellettes parapente en France)
- Particularité la sellette peut avancer ou reculer pour modifier le CG du ballon afin de lui donner l'incidence voulue au vol.
- Hélice : pas d'hélice, il n'y a aucune motorisation à bord (ni musculaire ni électrique, ni thermique)
- Un plan vertical bas composé d'une dérive et d'une gouverne (contrôle mécanique par câbles)
- un Seaglider : Hydrofoil , poids de 5 kilos (pour les essais il fera 10 kilos pour augmenter la sécurité lié » au vol Lourd-leger) relié par deux câbles (dynema 6 mm résistance rupture 1200 daN)
- 8 points extérieurs sur l'équateur pouvant supporter chacun 100 kilos pouvant être utilisé au besoin pour maintenir le ballon au sol, durant une phase non prévue, durant un dégonflage d'urgence .
- Une fermeture étanche Zip

- il n'y a pas de plan Horizontal arrière pour deux raisons reliées entre elle:

D'une part je pilote en incidence par modification du cg , la nacelle étant fixée sur la quille au ballon ayant la possibilité de se déplacer facilement.

- Déplacement sur 1,5m maxi , devant me permettre de toujours avoir un accès manuel sur les soupapes



Cela permet de prendre de forte incidence nécessaire au pilotage que le plan horizontal ne peut pas prendre vu les faibles vitesses de déplacement. (sur les gros ballons cela se fait par déplacement de masse (transfert d'eau) ou gestion sur par deux ballonnets d air .

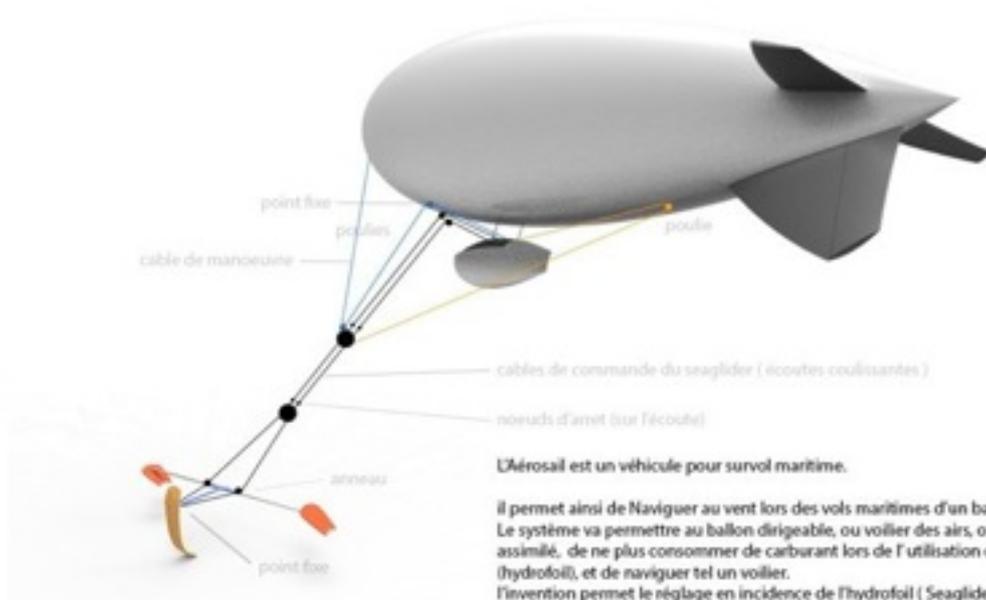
à noter, un ballon dirigeable vu sa forme aérodynamique en coupe, doit prendre de très forte incidence pour monter ou descendre (allez voir le décollage ou atterrissage du Zeppelin NT sur Paris, c'est caractéristique) (il utilise encore une autre conception de pilotage par le positionnement de son moteur arrière , et le jeu sur deux ballonnets d air)

La seconde raison c'est que comme vous pouvez le voir sur le schéma j'utilise une patte d'oie reliée au seaglider.

ce système de patte d'oie permet deux choses :

D'une part modifier le CPA du ballon (centre de poussée aérodynamique) par rapport à la tension du câble .

l'effet de pilotage en patte d'oie d'un élément captif, permet de stabiliser le ballon en tangage (exemple du pilotage similaire d'une voile de kite surf ou vous choisissez la position de l'aile dans le vent)



L'Aérosail est un véhicule pour survol maritime.

il permet ainsi de Naviguer au vent lors des vols maritimes d'un ballon dirigeable. Le système va permettre au ballon dirigeable, ou voilier des airs, ou principe de vol assimilé, de ne plus consommer de carburant lors de l'utilisation du seaglider (hydrofoil), et de naviguer tel un voilier.

L'invention permet le réglage en incidence de l'hydrofoil (Seaglider) et du ballon par un système de câbles (voir description) simple et efficace. Le système permet le virement de bord avec un hydrofoil symétrique.

Stéphane Rousson, Trung Minh-Lê, Nicolas Desprez, Romain Jossat et Ronan Patric

© 2014

- Positionnement et fonctionnement des différentes soupapes (manuelles et/ou automatiques) et panneau(x) de déchirure

- l'enveloppe comporte 4 ouvertures à dévisser et une ouverture de dégonflage rapide:
- Deux ouvertures manuelles à dévisser (en cas d'urgence de surpression excessive) à porté de main sur l'enveloppe.
Sur ces deux ouvertures sont positionnés :
 - un Ventilo Air/ Air(Ballonnet) avec une soupape Air
 - une soupape Hélium (automatique et manuelle)
- Une ouverture automatique en position arrière relié au pilote (en cas d' éjection du pilote de sa sellette)
- Une ouverture arrière à dévisser équipée d'une soupape Hélium de surpression automatique mécanique
- Un Panneau d'ouverture avec une fermeture étanche en position arrière du ballon pouvant être actionnée manuellement depuis le pilote (mais aussi pour une intervention externe lors d'un dégonflage rapide sur terre ou en mer (répétition grandeur nature lors de ma traversée de la manche ayant un système similaire sur mon précédent ballon)

Les vidanges (bouchon à devisser ou soupape manuelles) sont placées en position basse (et non haute) pour travailler, limiter les erreurs et pouvoir intervenir sur la soupape en cas de soucis (avantage du vol en masse constante) (on va pouvoir utiliser la déformation en vol dégradé du ballon (souple) pour « presser » le ballon et le vider..)

elles sont situées à proximité du pilote pour intervention manuelle et contrôle visuel.

La vidange du gaz peut se faire soit par poussée au ballonnet, soit par poussée du mélange air/ hélium , soit par déformation de l'enveloppe, selon les phases de vol.

à noter la construction dut ballon intègre un plan de suspente à la fois pour sa forme gonflée (normale) et sa forme dégradée (phase de gonflage et dégonflage et vol dégradé)

- Voir Annexe sur les procédures de sécurité liés au gonflage et dégonflage, gestion de la surpression du gaz, et procédures d'urgences

- Dispositif Ballon - Foil

les deux points principaux d'attaches des cables sont reliés à des points sur le ballon ayant eux aussi un plan de suspente interne pour repartir la charge d'effort.

Charge de effort mesurée par un dynamotre lors d'essai en mer (voir photo)



(travail avec les architectes Romain Josset et Nicolas Desprez et le pilote de dirigeable Pierre Ponomareff)

Exemple sur un foil : Tension de travail du foil : 50 DaN à la vitesse de 10 kt.

L'objet des essais a eu pour but de définir la conception des attaches seaglider sur l'enveloppe du ballon ainsi que son plan de suspente notamment pour les valeurs extrêmes : lors d'un saut du foil hors d'eau avec reprise en position perpendiculaire à sa route initiale (valeurs définies par essai)

- Exigences de design, navigabilité et opérationnelles :

- Moyen de détecter le dépassement de la hauteur de 50m au-dessus de l'eau;

Dispositif mécanique :

Le ballon est rattaché en procédure normal de vol au seaglider(lourd de 10 kilos) , le câble ne permet pas de au ballon une altitude supérieure à 20 m.

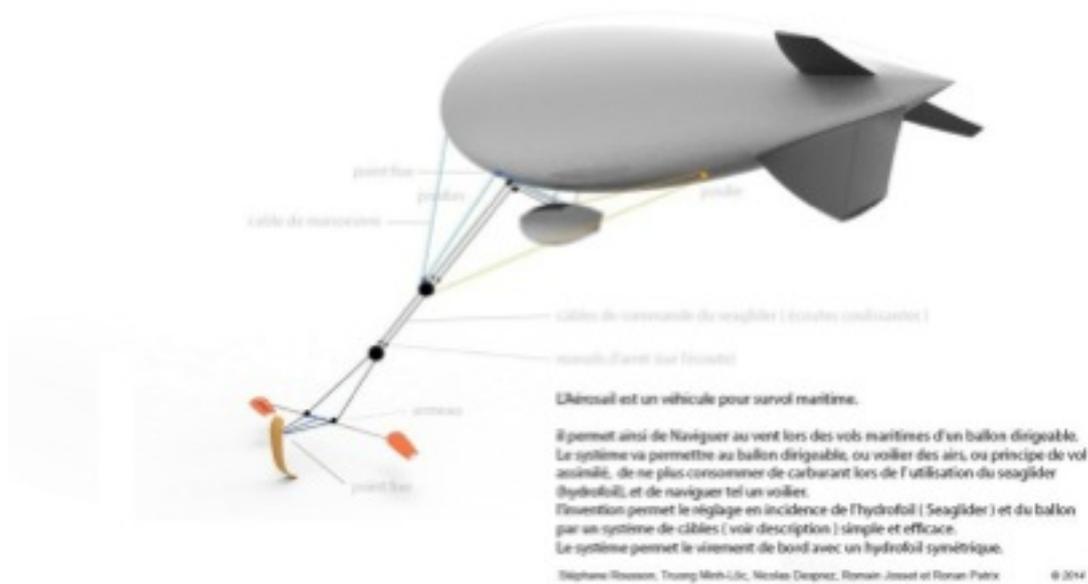
Dispositif à bord :

Altimètre Variomètre Flytec

Alarme sur la pression du gaz : une montée de 50 m provoque une suppression et le dechenchement d'une alarme sonore

Un transporteur mode A/C au besoin peut-être installé (Garmin GTX 327 class1a)

- Procédures normales de pilotage, navigation et de gestion de la hauteur:



2 types de vol en fonction du besoin de pilotage :

Vol lourd : en cas de vent fort supérieur à 7kt : ensemble Seaglider et ballon son lourd (ballon lourd de 0 à une dizaine de kilos maxi)

Vol léger/lourd : procédure normale de pilotage : l'ensemble Ballon et Seaglider est lourd, mais la partie ballon est légère (maxi 2kilos léger)

Pilotage : (en condition normale d'utilisation)

Vol VFR de jour par visibilité sup à 5 nm.

La navigation s'effectue dans le cadre du respect des règles de l'air et des règles de la navigation maritime

Pilotage en tangage du ballon : par modification de la position du CG (on utilise le poids du pilote que l'on bouge en déplaçant la sellette)

Pilotage en lacet : action sur la gouverne de direction

Pilotage en roulis : pas d'objet sur ce type d'appareil

Pilotage du Gaz : Vol à masse de gaz constante
gestion de la pression par un ballonnet d'air

Procédure de vol :

Renseignement Météo : Visibilité, rayonnement, forces et direction des vents en fonction des altitudes, phénomènes convectifs, déclenchement de brises ou autres phénomènes météo très localisés, état de la mer, houle et mer du vent.

choix de la navigation en fonction des autres opérations en cours

édition d'un notam de vol d'essai

Communication radio aéronautique et maritime

Information en temps et en heures aux différentes autorités pour l'édition d'un

Notam pour la mise en place de la période du vol d'essai

Gonflage

la phase de gonflage à l'hélium s'effectue sous un filet de protection

une fois le ballon gonflé et mis à sa pression d'utilisation, les checks effectués, le filet pourra être retiré au moment du vol.

Dégonflage

Le dégonflage se fait sans filet par ouverture du zip étanche arrière et en positionnant le nez du ballon à piquer. il faut environ 90 secondes pour vider le ballon totalement de son gaz.

Gaz Hélium

Le gaz Hélium est un gaz inerte, sans danger connu pour l'environnement.
Procédures d'utilisations liés à la manipulation des cylindre sous pression à 200 bar
et fiches sécurité disponible auprès du fournisseur de Gaz

Manoeuvre au Sol

Le maintien au sol s'effectue soit sous filet (ballon en stockage arrêt long durée)
Le maintien au sol lors du déplacement du ballon s'effectue par deux personnes
tenant les 2 cordages reliés au nez du ballon afin de positionner le ballon face au
vent. 1 ou 2 personnes assistent au niveau de la nacelle

Remorquage :

Deux points de fixation pour le remorquage (nez et point avant ballon Seaglider)
Le remorquage s'effectue avec le ballon zn vol léger (1 ou 2 kilos léger) position
CG arrière pour faire cabrer le nez.
Vitesse de Remorquage de 5 kt Maximum
Le navire remorqueur disposera des feux et marques de navigation spécifique au
remorquage d'un autre navire

Remorquage et largage en mer :

Une fois en mer, la procédure de largage du ballon depuis le bateau s'effectue de la
façon suivante:
Mise à l'eau du seaglider, largage lourd du ballon face au vent , le ballon file latéral
au vent, le pilote positionne le seaglider et pilote le ballon pour débiter sa
navigation.

Navigation au Vent :

Entre le largage et le près la navigation s'effectue en jouant à la fois sur le
réglage de l'incidence de l'hydrofoil seaglider et de la position du point de tire des
câbles positionnant la résultante de l'effort plus ou moins en aval du nez du
ballon. (loin du nez, grosse prise au vent, proche du nez, petite prise au vent)

Virement de bord :

Mise en drapeau du ballon face au vent en remontant le seaglider (en casser son
incidence de navigation), puis positionner la gouverne au côté à virer, et reprendre
le seaglider pour le redynamiser sur le bord voulu.

Procédure dégonflage rapide en pleine mer :

Decider d'une ouverture du zip étanche(arrière du ballon) provoquant une
manoeuvre non réversible et positionner le CG en avant pour mettre le nez à
piquer , ou faire mettre le nez à piquer en tirant sur les ecoutes de nez, et
provoquer la libération totale du gaz.

2 - Vol « normal » avec le câble de retenue :

Dans le § « pilotage », n'y a-t-il pas une limite de houle ou de vent au-delà de laquelle le vol doit être abandonné ? (en prenant votre expérience de la traversée de la manche par exemple).

J ai déterminé une limite d' utilisation par un vent de 15 kt maximum (théoriquement 35 kt ne devrait pas poser de soucis)

La valeur de 15kt est surtout définie pour les phases de remorquage (l aerosail n étant pas motorisé pour rejoindre un aéroport ou une base terrestre)

nous avons procédé à des essais de tenu du foil en mer (par traction par bateau avec les pilotes du port de Nice)

tenus régulière et sans accout ou saut hors d eau du foil jusqu a 15 kt de vitesse avec une mer ayant un vent de 25 kt et une houle de 1 m.



- En vol normal vous autorisez-vous à voler avec le foil « hors de l'eau » ou le maintenez-vous dans l'eau ?

le but de ce vol, n est pas de faire du ballon libre ou du ballon dirigeable à moteur , mais du voilier des airs. **donc obligatoirement le foil fait parti intégrante du véhicule.**

sans son foil on peut considère le ballon comme un véhicule en mode de navigation dégradé nécessitant de toute façon un remorquage pour amener et rentrer l' aerosail au port.

à terme, Une fois les essai démontrés et les finances obtenues, le but est soit de construire un plus gros ballon ayant sa propre motorisation afin de se libérer des remorqueurs, et de pouvoir prendre un vol dirigeable une fois le foil remonté à bord.

Important : le vol legé du ballon ne dépasse jamais sa valeur legere totale de l'aerosail

Vehicule aerosail : composé d un ballon et d un foil

exemple : si le foil pese 10 kilos, la portance en vol lege du ballon ne dépassera jamais 10 kilos ainsi le vehicule est en vol lourd avec un ballon lege.

- Pouvez-vous décrire la procédure de fin de vol et notamment comment amerrissez-vous?

le foil est mis en trainé à 100 % par réglage de son incidence, mettant le ballon en vent arrière, mise du ballon en lourd, je fais descendre le ballon au niveau de la mer pour la récupération.

Contrôle de l' incidence du ballon par modification du cg, l écoulement du vent sur le ballon, aussi, (le ballon peut remonter en étant lourd selon la position du cg qui donnera une incidence au ballon) le remorqueur se place sous la sellette et me récupère.

en cas de soucis,(si je reste trop en l air) je dispose d un cordage que je peux larguer permettant au remorquer de me récupérer

- Comment l'aerosail est-il ré accroché suite au vol pour être ensuite stocké sous filet ?

une fois au port ou sur la plage, transfert par une ou deux ou trois personnes selon la force du vent.

le ballon doit toujours être positionné face au vent pour diminuer sa prise au vent.

exercice repeté lors de plusieurs vol (Frejusu 2005 depuis une plage, 2007 toulon sur plusieurs vols , 2008 UK, 2006 Rouen survol de la seine)

ensuite transfert des charges , on accroche d abord le ballon au lest, ensuite le pilote se décroche et on met sous filet(si on doit conserver le ballon pour un autre vol) sinon on dégonfle





3 -

- Procédures d'urgence en cas de défaillance du système de retenue ou tout autre défaillance qui ferait que l'Aerosail dépasserait la hauteur de 50m.

Le vol léger en opération se fera par un poids de 1 ou 2 kilo léger afin de ne pas donner trop de vitesse ascensionnelle au ballon en cas de rupture.

le vol léger : en cas de rupture des deux câbles reliant le ballon au seaglider ou durant une phase de remorquage alors que le ballon est léger.

Si le pilote est en vie, conscient en état d'intervenir et à bord de son ballon, tout ses membres actifs : il peut dans ce cas, piloter le ballon en ballon libre.

Dès la rupture du câble, l'action d'urgence à effectuer sera :

1-Largage du seau lesté pour tenter une accroche à la mer.

2- Ouverture des bouchons pour une mise à l'air libre du gaz hélium afin d'évacuer le surplus de gaz donnant une portance légère au ballon (dans notre cas, il s'agira d'évacuer 1 à 2 m³ de gaz et éviter la surpression de l'enveloppe).

3 - si nécessaire, pour accélérer la procédure d'évacuation du gaz : mise en marche du ventilateur Air vers hélium pour chasser plus rapidement du gaz porteur.

4 - Decider d'une ouverture du zip provoquant une manoeuvre non réversible et positionner le cg avant pour mettre le nez à piquer et provoquer la libération totale du gaz.(procédure degonflage rapide en mer, si météo se dégrade par exemple)

5 - procédures radios avec les autorités, informer de l'état du ballon, si il conserve un maintien en forme ou si il est devenu un vulgaire sac .

6 -En cas, si le pilote désire poursuivre un vol léger (type ballon gaz à pilotage volume constant du gaz avec le peu de lest à bord,) informer de l'altitude et de la direction du ballon (gps) elle sera celle du vent à l'altitude du ballon

Cas ou le pilote est inconscient ou éjecté du ballon :

si le pilote n'a pas agit sur aucun système : le ballon prendra une ascension, progressivement les soupapes de sécurité vont vider une partie de la suppression du gaz, diminuant aussi le volume par modification de la forme du ballon (diminution de volume..donc de portance) , ainsi, le ballon devrait se stabiliser à une altitude constante puis le ballon redescendra, la vitesse de déplacement horizontale et la direction du ballon sera celle du vent à l'altitude donnée.

D'où l'importance de ne pas voler trop léger.

Dans le cas où le pilote est éjecté du ballon, une des ouvertures est reliée au pilote provoquant lors d'une éjection du pilote une mise à l'air libre du gaz, accélérant le processus décrit ci-dessus.

Pouvez-vous clarifier où sont installés les ventilateurs « air-hélium » et « air-air » et avec quelle électricité fonctionnent-ils ? (Il y a-t-il une batterie quelque part ? Quelle est la durée de cette batterie par rapport aux vols que vous souhaitez entreprendre ?). Nous comprenons que le ventilateur « air-air » a pour fonction de remplir le ballonnet d'air de 10m³ alors que le ventilateur « air-hélium » alimente en air l'enveloppe principale. Est-ce correct ?

voir photo (sur la photo le cg se trouve au niveau des deux bouchons à dévisser)

lors du gonflage les bouchons sont remplacés par des bouchons équipés,

Un bouchon équipé d'une soupape air et ventilation Air ballonnet

l'autre bouchon équipé d'un ventilateur Air avec fermeture / ouverture Hélium.

Même principe pour les deux autres en arrière du ballon (l'un avec le système d'urgence) et l'autre pour un ballonnet

oui

maxi

oui

ayant

soit

soit
pour

soit
en



une batterie pour chaque ventilateur, durée nécessaire à ventiler en continu durant une heure (utilisation réelle de 5 à 10 minutes)

Air/hélium à pour but d'injecter de l'air dans l'enveloppe principale, manoeuvre irréversible pour but de conserver la structure du ballon gonflée en cas d'urgence.

après une vidange hélium pour le conserver comme élément de sécurité » sur l'eau

de l'utiliser en cas d'une grosse fuite hélium conserver la forme aérodynamique du ballon et permettre au ballon de planer et d'éviter de tomber comme une pierre

de permettre une poursuite d'un vol dégradé vol libre et utiliser air air comme (lest) tout en maintenant la forme du ballon

Air/ air c est le ventilateur (associé avec une soupape au ballonnet air) qui permet le contrôle de la pression en vol normal du ballon il remplit le ballonnet d'air ou de le vidanger par sa soupape (le pressostat et y alarme sonore sont placés sur le ballonnet

Un pressostat manuel de contrôle est placé sur un bouchon hélium

Procédure « anormale » suite à perte du pilote :

Nous avons compris que le pilote est relié au panneau arrière d'ouverture à l'aide d'une corde qui ouvrira ce panneau en cas de chute du pilote et provoquera le dégonflement du ballon par perte de l'hélium. Est-ce correct ?

oui petit panneau de 100mm de diam sur ouverture bouchon arrière bas.(

une fois le pilote éjecté, le petit panneau de déchirure est ouvert , permettant une mise à l'air libre du gaz, évitant d'une part la surpression de l'enveloppe lors de sa montée rapide et donc son explosion par surpression .

cette procédures évite une déchirure explosive par surpression en montée en altitude afin d'éviter une chute brutal du matériel au sol.

le gaz s'échappe par déformation progressive du ballon sur lui même, monte en altitude et fini par redescendre.

sa trajectoire et vitesse , sera celle du vent aux différentes altitudes. (je ne volerai que par beau temps avec une belle visibilité et doté un déflecteur radar)

4 - Procédure « anormale » suite à rupture du câble de retenue :

Si le pilote est aux commandes, le ballon devient un ballon libre non dirigeable. Un ballon libre peut être certifié selon des codes techniques, mais ce n'est pas le but de votre aerosail et nous devons considérer que si l'aerosail devient un « ballon libre » cela est une procédure « anormale ». Cela signifie que l'espace aérien doit être informé dès que possible pour les prévenir que l'aerosail est devenu un ballon libre et dans tous les cas, le vol ne devra pas se prolonger dans l'espace aérien italien ou espagnol. Egalement en fonction du vol libre et du contrôle aérien (rapprochement d'un aérodrome par exemple), il se peut qu'il soit exigé que le vol soit abandonné.

Considérant votre conception, pouvez-vous préciser la hauteur maximale à laquelle l'aerosail pourrait voler ? il y a-t-il un élément (volume d'hélium, batterie des ventilateurs, ...) qui peut faire que le vol libre doit être « abandonné » ?

la hauteur maximal dépend du volume du ballonnet initial que l'on remplit

dans le cas d'un ballon dirigeable avec un vol classique, on remplit le ballonnet d'air en fonction de l'altitude de plénitude choisie, altitude à laquelle le vol sera légèrement léché, ballonnet d'air vide, permettant un vol minimisant au maximum la consommation de carburant)

(le vol à masse constante implique que l'on ne vidange pas le gaz en phase normale de vol)

dans mon cas, le ballonnet est rempli autour de 3 m³ maximum :(je ne cherche pas à monter en altitude) mais uniquement à gérer les différences de portance induites par les modifications de température lors du vol (montée ou baisse selon les heures de la journée) et échanges convectifs plus ou moins forts selon la vitesse relative du ballon au vent.

vitesse relative nulle au vent, grosse montée en température du gaz.

vitesse un tantinet faible (3kt) suffit pour stabiliser une temperature de surchauffe du gaz par rayonnement autour de 2à 6 degré par rapport à l air ambiant.

gros avantage du vol maritime je peux poser à 99,9999 % du temps ou je veux sur la mer n ayant quasiment aucun obstacle (sauf devant un gros cargo.. mais y a pas autant de monde que cela vu l espace gigantesque))

je considere que je dois abandonner le vol dès lors que je ne suis plus relié au seaglider (partie intégrante de l' aerosail)

en cas de rupture du cable seaglider, je procede directement à une vidange du gaz pour me mettre en vol lourd ballon , immédiatement et me poser sur l eau, ensuite je continue a vidanger et remplacer le gaz par de l air pour assurer la structure à la fois la plus lourde possible (en archimedeen) mais aussi de garder le ballon gonflé comme élément de sécurité visible et bouée.;(batteries etanches)

la durée du vol libre sera donc de quelques secondes ...

je peux imaginer un libre plus long, mais inutile car ce n' est pas l objet ni du vol ni des essais.

idem mon vol de demonstastion se fait sous le contrôle de remorqueur, et si je perds la distance de 300 m je m oblige à stopper le vol afin que je soit toujours en vue des navire. et permettant en cas de panne d un navire de me laisser dériver sur l eau et non dans l air, limitant fortement le déplacement sans contrôle du ballon sur l eau .(vitesse du vent au sol)

Le fonctionnement et l'utilisation des soupapes dans cette procédure « anormale » doit être décrit afin d'expliquer comment allez-vous gérer ce vol libre et la procédure de fin de vol également (dans ce cas cela se termine-t-il toujours par ouverture du panneau arrière ou avez-vous une autre possibilité) ?

Pour le degonflage général du ballon, oui il faut ouvrir le zip etanche, basculer le nez du ballon vers l avant et cela permet d évacuer tout le gaz en moins de 90 seconde maximum.

voir photo (lors de l'arrêt de la transmanche (vent contraire de 10 kt se levant)



Autre possibilités :

urgence : en cas de problème sur les soupapes ou autre :

donner un coup de couteau (j ai toujours un couteau lame ouverte attaché au ballon à porté de main, et un couteau dans ma poche fermé (en cas d amerrissage pour me libérer d un lien si je suis coincé sous l eau)

Type de déchirures et implication sur le vol

Dechirure explosive par surpression du gaz.

- déchirure qui déchirure toute la toile du ballon en moins d une seconde (quasi instantané) nous avons testé cette déchirure sur le vieux liftium 1 rouge de Costes dans un hangar avec un gonflage à l air.

c est le cas le plus dangereux pour le pilote, car c est l ouverture type saucisse de francfort

les ballon fuselés s'ouvrent toujours dans le sens longitudinal.

c est le rôle principal du pilote de toujours contrôler sa pression de gaz, juste toujours prévenir par la gestion de la pression du gaz soit par les ballonnets et soupape air, soit par les soupapes hélium en cas de ballonnet vides d'air.

nous intégrons dans nos calculs un coefficient de sécurité permettant une forte montée en pression bien avant d'avoir la déchirure explosive.

trou (coup de fusil) coup de couteau : il ne se passe rien, une simple petite fuite selon la taille du trou et sa position.

si cela arrive en vol, on contrôle la forme du ballon par injection d'air dans le ballonnet ou dans l'hélium si ballonnet plein.

on peut lâcher du lest si le ballon devient trop lourd et contrôler sa vitesse ascensionnelle de descente

Au sujet de la justification de la tenue du câble et de ses attaches au foil et au ballon:

- vous nous indiquez avoir enregistré une tension du foil de 50 DaN. Cela correspond-il à un maximum ou sous l'effort d'une rafale, d'une vague, d'un changement de bord cette valeur peut être bien supérieure ?

- Considérant les efforts qui s'appliquent sur l'aérofoil, et considérant un coefficient de sécurité que vous nous indiquerez, nous vous prions de bien vouloir justifier les points cités ci-dessus.

pour les 50 daN, c'est une valeur max qui correspond à un type de foil pour une vitesse max donnée en fonction d'un vent et type de houle déterminé et de position du CPA et de l'incidence du foil.

la valeur en navigation est très largement inférieure selon le foil utilisé.

concernant les rafales, je ne suis pas un captif, mais un ballon captif mobile piloté, pour lequel je ne suis pas dans un système rigide. (donc moins d'effort à la rafale par exemple) les valeurs données ont été calculées sous un système assimilé rigide pour déterminer des valeurs maxi. (faut diminuer de la dérive du foil, ainsi que de l'inertie du bateau tracteur (c'est pas la même masse que le ballon)

l'important c'est le pilotage du ballon et du foil, si il y a vent fort je peux réduire la vitesse du ballon en agissant sur son CPA et sur l'incidence du foil pour diminuer la charge. et au besoin larguer la charge (pas le foil) sous en cas de problème rencontré.

- Nous avons déterminé un coef de sécurité de 5 mini, souvent proche de 10 ou plus selon les pièces et parties impliqués.

actuellement sur le ballon j'ai 2 points principaux, avec 4 points total pour la reprise d'effort qui doivent me permettre encaisser largement les valeurs extrêmes coefficientés secu.

Concernant le jour du vol d essai, le choix de la météo, je chercherai un vent entre 4 et 7 kt pour mesurer nos essais. (les valeurs maxi restent encore plus basses) pas de houle supérieure à 50 cm (houle et mer du vent) . donc en principe pas de risque de décrochage avec reprise orthogonal (cas le pire)) du foil à ces vitesses. (au vue des essais menés par vent fort avec Houle de 1 m et essai par 15 à 20 kt de vitesse de déplacement avec d excellents résultats

- Moyens de survie embarqués selon l'arrêté du 24 juillet 1991

- Pour le vol d'essai : (Vol de jour uniquement)
- Présence d'un navire de soutien à moins de 300m
- Combinaison Etanche de survie (Aerazur certifié)
- Gilet de sauvetage rigide certifié
- une PLB Kannad
- Radio VHF aéronautique (Garmin)
- Radio VHF maritime (Garmin)
- Delefecteur Radar
- Telephone portable etanche
- GPS etanche
- un transpondeur mode C (Garmin)
- une structure gonflage de secours déjà gonflée.
- un compas magnétique
- -Un miroir signalisation
- 2 litres d eau douce
- 2 fusée parachute rouge
- Une lampe électrique
- Sachet de fluoricine
- trousse medicale premier secours
- Une ancre flottante
- Un guide drop (cordage lourd)
- un Beacon

Pour la traversée :

idem et au besoin , si les dispositifs ne sont pas suffisant un navire de soutien pourra être en assistance. (il y a de forte chance que de toute façon je soit suivit par un ou deux navires pour les images Tv et presse durant toute la traversée.)

Mes qualifications :

Ulm Classe 5
PPL
Certificats du pilote de ligne
Jar Fcl 1 -200
Capitaine 200
Medical 2
Psc1
Certificat Général d' operateur radio

En cas d'urgence:

Contacter :

Delphine Metayer : tél : 0662044292

Annexe Panneaux Dechirure

Annexe sur les procédures de sécurité liés au gonflage et dégonflage, gestion de la surpression du gaz, et procédures d'urgences

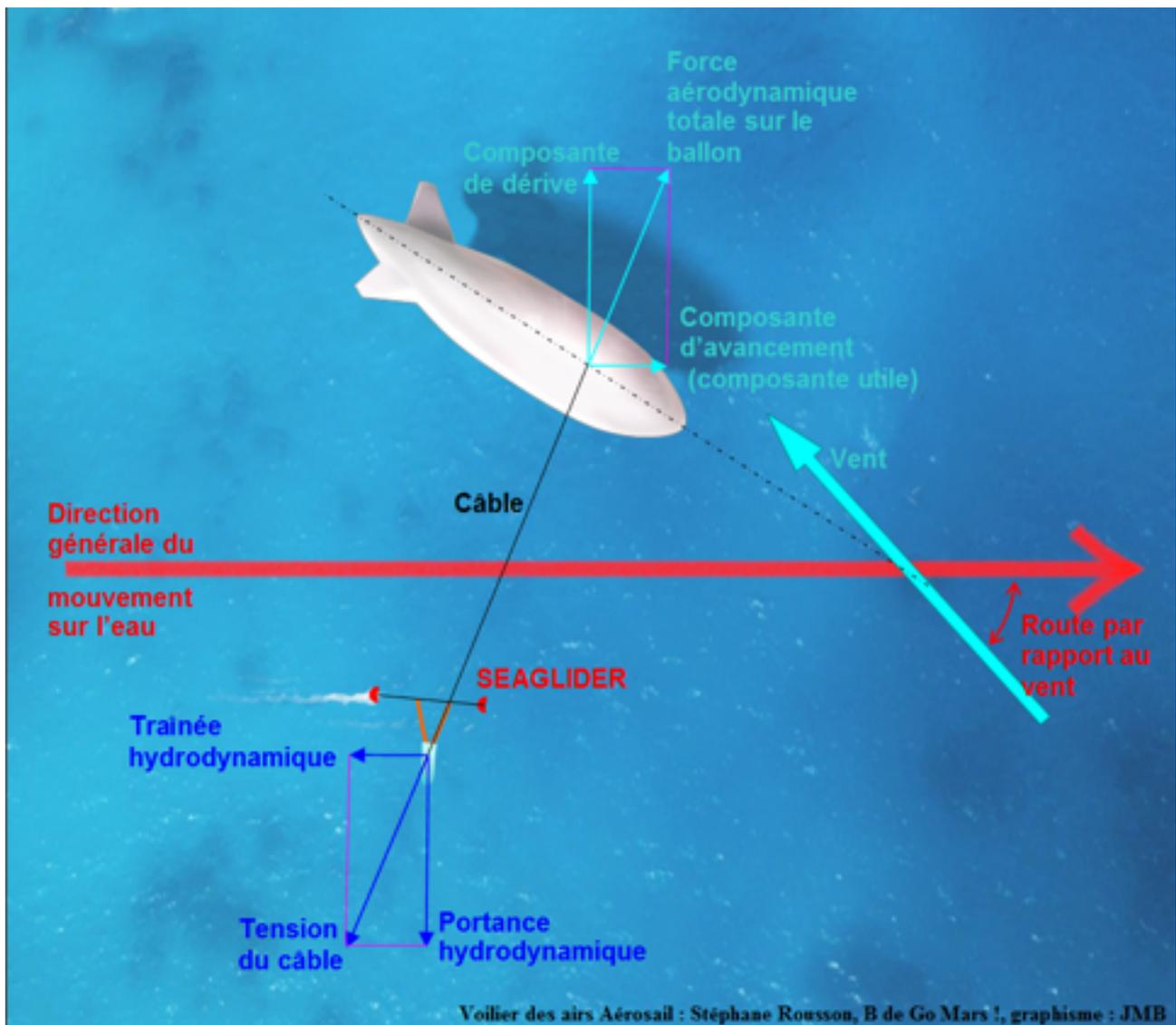
Utilisation d'un panneau de Dechirure :

- Le choix de ne pas utiliser de panneaux de déchirure sur un ballon à masse de gaz constante et en vol type cerf volant, est qu'il ne faut surtout pas perdre la forme du ballon nécessaire à la sécurité du vol (c'est un peu comme si on voulait couper une aile à un avion)
- le crash du Zeppy 2 en atlantique est un rare exemple de vol à masse de gaz constante ou on a pu constater qu'un panneau de déchirure provoque une sous pression de l'enveloppe , un mauvaise évacuation du gaz, et une mise en « cerf volant » du ballon provoquant une prise au vent très importante et incontrôlable.
- aussi, nous avons équipé le ballon afin de maintenir une forme constante de l'enveloppe un ventilateur Air vers hélium.
- Le ventilateur air vers Hélium à pour but de monter en pression le gaz restant et de maintenir la forme du ballon en cas d'urgence ou de grosse fuite de gaz.
- et aussi de pouvoir faire baisser la portance en chassant le gaz hélium , le remplaçant par de l'air ambiant, tout en maintenant la forme constante de l'enveloppe.
- Il est très facile de tenir au vent une enveloppe gonflé par son nez, qu'un bout de tissu non formé qui peut se mettre en voile ou en « cerf-volant » générant des efforts extrêmement importants et incontrôlables
- Au besoin un panneau de déchirure peut-être installé , mais qui sera sans objet dans le pilotage en mode aéro-sail ou tant que le ballon est en phase de vol à masse de gaz constante.(le panneau de déchirure a son objet pour de plus gros ballon, ne pouvant être aussi facilement manipulé au sol)
- Pour le dégonflage rapide, nous utilisons le zip arrière (situé dans une zone à faible tension de toile pour limiter l'effet de serrage de la toile une fois la pression tombée) , basculer le nez du ballon à piquer, et le gaz s'échappe dans sa totalité (manoeuvre et technique validée à plusieurs reprises lors de mes précédents vols et ballons)

TRACÉ DU SCHÉMA DE COMPOSITION DES FORCES SUR L'AEROSAIL DE STEPHANE ROUSSON

Ce texte comporte des facilités de navigation interne.
Les raccourcis clavier Alt+flèche gauche ou Alt+flèche droite permettent le retour à l'emplacement précédent ou suivant, ceci dans beaucoup de visionneuses de pdf.

Le premier tracé qui peut être fait de la composition des forces sur l'Aerosail est celui-ci :



Comment avons-nous réalisé ce tracé ? :

Ce schéma, qui est une vue de dessus, est réalisé alors que l'aerosail est en fonctionnement établi, donc à l'équilibre.

En premier lieu, nous avons dessiné le vecteur vent.

D'après les essais en soufflerie de modèles de ballons, il est possible de se faire une idée du rapport Portance / Traînée du ballon pour une certaine incidence (incidence par rapport au vent).

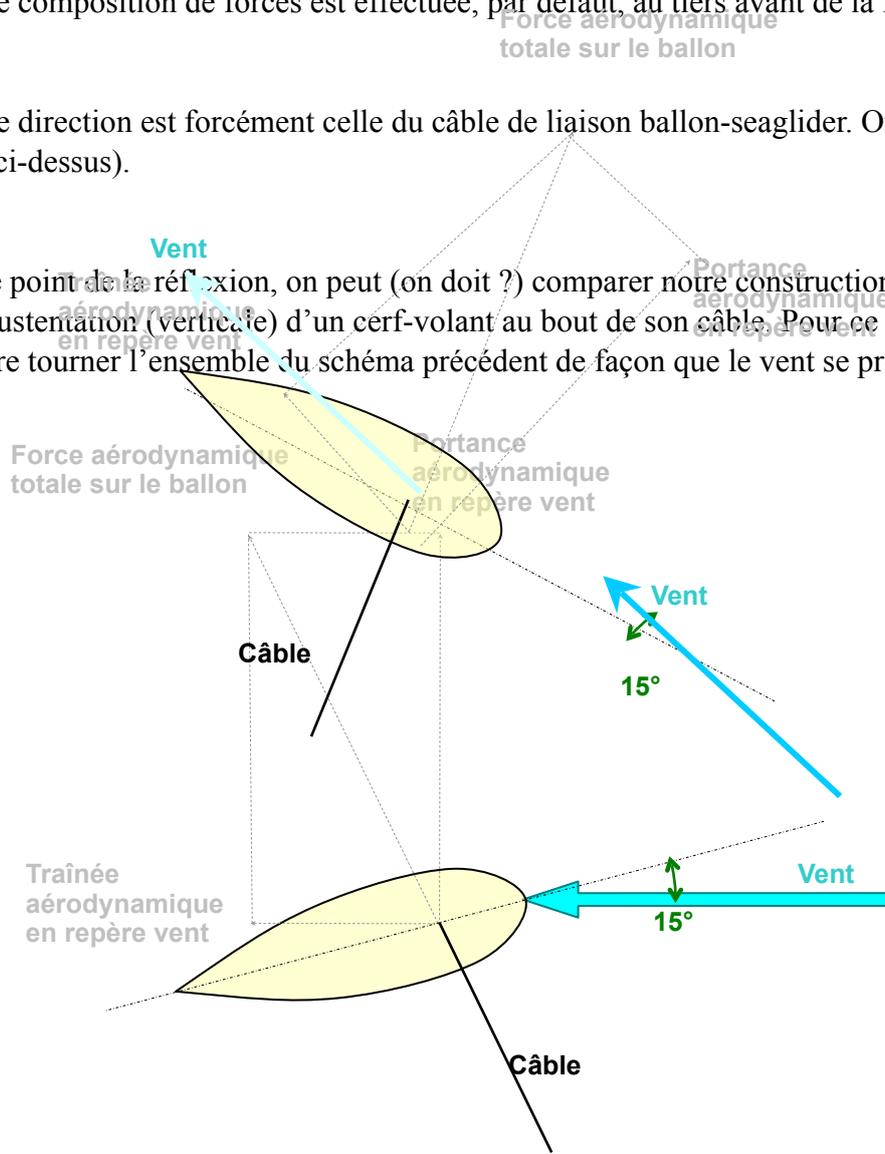
Au vu de ces essais, nous avons choisi l'incidence 15° (ce qui permet de dessiner le ballon à cette incidence, par rapport au vent).

Toujours à cette incidence, il est plausible que la finesse soit de **2** : Le dessin (en gris ci-dessous) des vecteurs **Traînée aérodynamique** (ou C_x) (parallèle au vent) et **Portance aérodynamique** (ou C_y) (perpendiculaire au vent) permet de tracer la force aérodynamique résultante (composition grise, ci-dessous, qui sera effacée sur le dessin public) :

Cette composition de forces est effectuée, par défaut, au tiers avant de la longueur du ballon.¹

Cette direction est forcément celle du câble de liaison ballon-seaglider. On trace donc le câble (en noir ci-dessus).

À ce point de la réflexion, on peut (on doit ?) comparer notre construction à celle expliquant la sustentation (verticale) d'un cerf-volant au bout de son câble. Pour ce faire, il est pratique de faire tourner l'ensemble du schéma précédent de façon que le vent se présente à l'horizontale :



Il est satisfaisant de constater que, par cette rotation, on s'est bien remplacé dans la situation du cerf-volant retenu en incidence au bout de son câble (l'équilibre du ballon nécessiterait, comme sur les cerfs-volant, une patte d'oie, non dessinée ici).

¹ C'est d'ailleurs la position du Centre de Poussée Aérodynamique (CPA) relevé par Stéphane sur le ballon muni de son empennage. Sans empennage, il est notoire que le CPA est bien en avant du nez du ballon.

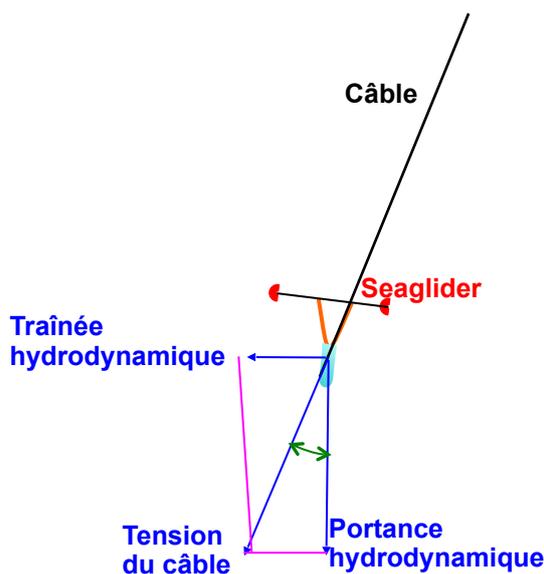
Passons à présent à la partie basse (ou marine) du système, le Seaglider :

Le câble transmet évidemment sa tension qui n'est autre, nous l'avons dit, que la **Force aérodynamique totale sur le ballon**.

Cette tension est dessinée en premier, placée au centre hydrodynamique estimé de l'hydrofoil.

Sur nos schémas, nous avons placé l'hydrofoil du Seaglider en incidence par rapport au câble : Nous reviendrons à la fin de ce texte sur le problème de cette incidence.

Au *centre hydrodynamique estimé de l'hydrofoil*, on va donc tracer vers l'avant du ballon (vers la droite) un angle (en vert ci-dessous) dont la cotangente est égale à la finesse présumée de l'hydrofoil (choisie ici comme **2,4**) :



Le tracé de cet angle vert, qui est fonction de la finesse, donne la **Portance hydrodynamique**, ainsi que, à angle droit, la **Traînée hydrodynamique**.²

Par définition, la droite qui porte cette Traînée **est la direction générale du mouvement** (angle de dérive marine compris).

Cette direction générale du mouvement peut alors servir à décomposer sur le [schéma général](#) la **Force aérodynamique totale sur le ballon** en sa **Composante d'avancement (composante utile)** et en sa **Composante de dérive** : ce sont les efforts bleu clair qui seront laissés visibles pour le public.

Comme on peut le remarquer, sur ce même schéma public, il nous est apparu préférable d'effacer la composition des efforts gris (qui a pourtant été nécessaire pour l'établissement de la direction de la **Force aérodynamique totale sur le ballon**).

² On peut alors vérifier que $Portance / Traînée = Cotangente \text{ de l'angle} = Finesse$

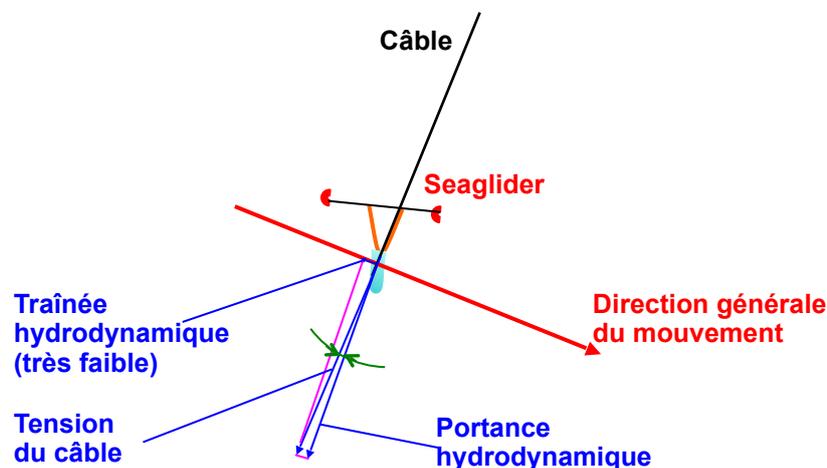
En effaçant la composition grise, on ne justifie donc plus cette direction, mais il nous semble que cette justification n'est pas demandée par le public de base. Le public avisé, quant à lui pourra toujours décomposer la **Force aérodynamique totale sur le ballon** en ses deux composantes aérodynamiques : C_x , la traînée colinéaire au vent (par définition) et C_y la portance perpendiculaire au vent (également par définition), ce qui lui donnera le rapport Portance/Traînée utilisé.

Il convient à présent de préciser que, lors de notre établissement de la composition des forces, nous n'avions pas de renseignement sur ce qui allait être la direction générale du mouvement. Ce n'est que lorsque nous avons déterminé la **Traînée hydrodynamique** se produisant sur le Seaglider (cette Traînée donnant la **Direction générale du mouvement sur l'eau**) que nous avons pu faire tourner tout le schéma pour placer, [par exemple](#), la direction générale du mouvement sur un axe gauche-droite.

Nous verrons cependant plus bas que sur l'image définitive cette rotation générale du schéma sera effectuée pour placer le vent comme venant du haut de l'image.

Critique et mise à l'épreuve de ce schéma :

Il est utile de se placer dans la situation où la finesse de l'hydrofoil est bien supérieure à celle (2,4) utilisée ci-dessus : la Traînée aérodynamique est alors fortement réduite et le tracé de la **Portance hydrodynamique** se fait alors selon un angle plus pincé par rapport au câble (angle vert sur le schéma ci-dessous) :

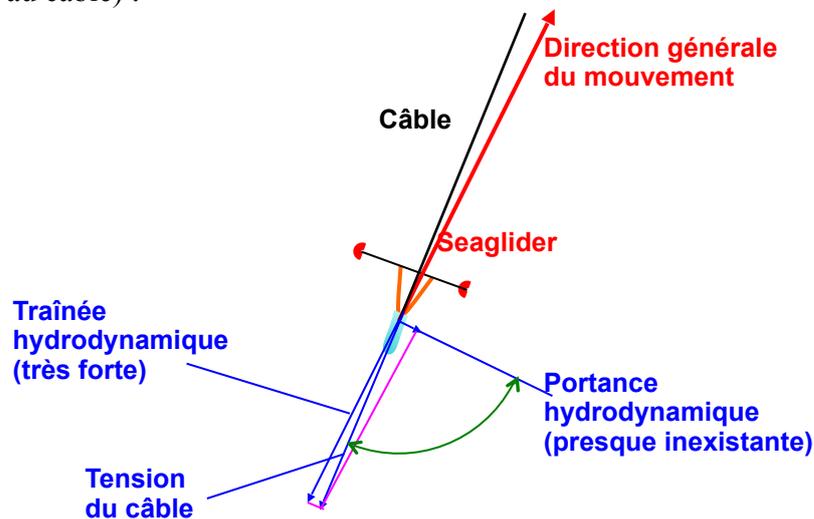


La direction générale du mouvement qui en résulte (qui est perpendiculaire à la **Portance hydrodynamique**, donc \sim au câble) fait que le cap [par rapport au vent](#) est plus serré sur le [schéma général](#).

Au mieux (finesse infinie ou très grande), la direction du mouvement est donc perpendiculaire au câble. Ce dernier cas peut être compris intuitivement comme le cas où le seaglider est remplacé par un chariot glissant sans frottement sur un rail (on sait que dans ce cas là, effectivement, le câble n'accepte que d'être perpendiculaire au rail).

Ceci étant, on doit également se demander ce qu'il advient de l'Aerosail lorsque la Traînée du Seaglider devient très forte relativement à sa Portance (qu'il soit placé à une très faible incidence/câble, situation effectivement testée par Stephane, ou qu'il soit remplacé par une ancre flottante ou un fagot d'espars).

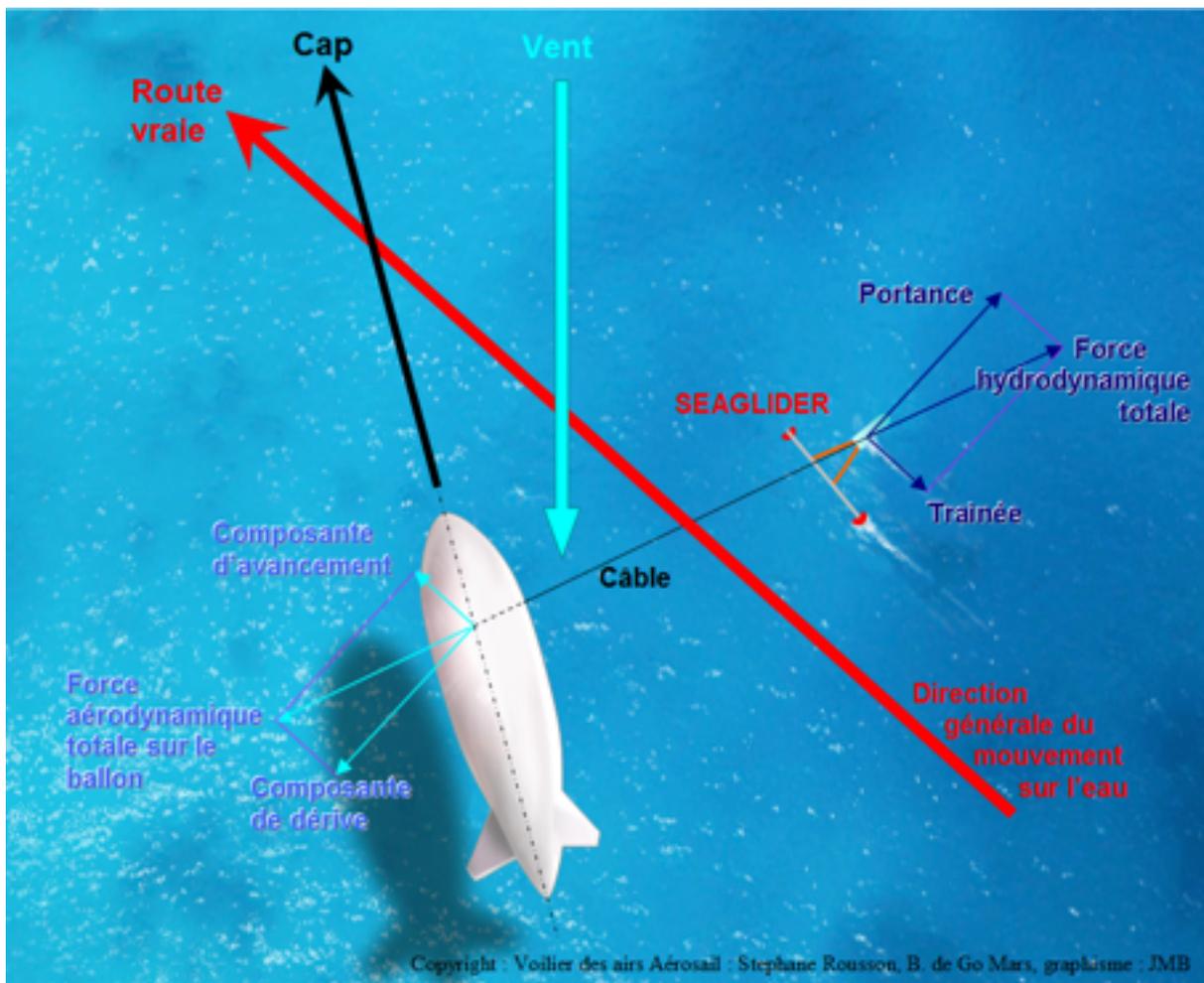
L'observation du schéma ci-dessous (où nous avons placé le Seaglider à une très faible incidence par rapport au câble) :



... et où l'angle vert (angle du câble par rapport à la Portance) est très proche de 90° , nous indique que la direction générale du mouvement (toujours perpendiculaire, par définition, à la Portance et parallèle à la Traînée) est quasiment dans l'alignement du câble : Le ballon a beau être en incidence par rapport au vent, il est entraîné dans le sens du vent : Il n'est plus dirigeable et on rejoint le cas des aérostats. On rejoint aussi le cas des dériveurs tentant de faire du *près* sans plan antidérive : même s'ils placent leurs voiles à l'incidence correcte, ils ne peuvent que dériver...

À l'issu de cette réflexion, il est avantageux de prendre la décision, pour des raisons pédagogiques, de présenter notre schéma de composition des forces sur l'aerosail comme si le vent venait du nord.

On fait donc tourner l'ensemble du schéma pour en arriver à l'image ci-dessous, que nous croyons utile à la compréhension du fonctionnement de l'Aerosail :



À propos de l'incidence du seaglider par rapport à son câble :

Sur tous les schémas ci-dessus, l'élément marin, le Seaglider, a été placé en incidence par rapport au câble.

D'après les essais conduits par Stéphane à partir de bateaux à moteur, cette mise en incidence par rapport au câble est absolument nécessaire. Elle est finalement aussi nécessaire que la mise en incidence d'un cerf-volant par rapport à son câble³ : en effet, de la même façon qu'en l'absence d'incidence /câble le cerf-volant ne peut décoller du sol, le seaglider ne peut atteindre l'emplacement où il doit effectuer son travail sans être placé en incidence par rapport à son câble ; sans incidence par rapport au câble, il demeure derrière l'engin tracteur sans produire autre chose que de la Trainée.

Le réglage de l'incidence du seaglider est réalisé par l'entremise de deux câbles (qui remplacent donc le câble unique symbolisé dans nos schémas). Selon le réglage en longueur de ces deux câbles (qui constitue ce que l'on appelle une patte d'oie), le seaglider prend une incidence

³ Voir notre [dessin du ballon en incidence](#) qui illustre le principe du cerf-volant. L'incidence dont nous parlons à présent est celle entre l'axe du ballon et la direction du câble. Comme pour un cerf-volant, cet angle est un peu inférieur à 90°.

différente par rapport au câble. Stephane a pu vérifier que certaines incidences / câble conduisent à la création d'une Portance hydrodynamique avec une très faible Traînée.

Le 31/03/2014,

Bernard de Go Mars ! : <http://perso.numericable.fr/fbouquetbe63/gomars/physique.htm>
et Stephane Rousson : www.rousseau.org , www.scubster.org , www.seaglider.fr , www.aeroceanographe.com
Graphisme : JMB

Toutes questions, remarques, Interrogations sont bienvenues, le but étant de faire progresser la technique et le retour d'expérience pour les futurs pilotes de ballon.