



FEDERATION FRANCAISE DE VOL LIBRE

DOSSIER REMORQUE DELTA

Version 2010

© Fédération française de vol libre 2010
Tous droits de reproduction réservés
Fédération française de vol libre - 4, rue de Suisse - 06000 NICE - France
Site Internet : <http://federation.ffvl.fr/> - Courriel : ffvl@ffvl.fr

SOMMAIRE

1. ORGANISATION DE L'INITIATION	3
1.1 MATERIEL SPECIFIQUE	3
1.2 CONTENU	5
1.3 PREROGATIVES	5
2. CADRE DE PRATIQUE	6
2.1 MISE EN PLACE D'UN TERRAIN DE REMORQUE	6
2.2 PREREQUIS ET ROLE DES ACTEURS	7
2.3 MATERIEL	8
3. PROCEDURE DE REMORQUAGE	13
3.1 DEROULEMENT	13
3.2 PRATIQUE, REGLES A OBSERVER	15
3.3 THEORIE	18
4. ANNEXES	19
4.1 FUSIBLES	19
4.2 CHARIOT	19
4.3 BIPLACE	21

AVERTISSEMENT

Ce dossier a été préparé par la commission tracté de la FFVL. La dénomination de cette commission a fait l'objet de débats. Elle s'est appelée au fil des ans commission treuillé, vol de plaine, ou même tracté – treuillé – remorqué ... Elle s'appelle désormais tracté, puisque quelle que soit la technique, l'aile est toujours **tractée**, que ce soit sur terre ou sur mer, par une ligne fixe, un dévidoir, un treuil ou un ULM ... Cependant, dans les lignes qui suivent, des codes sémantiques ont été adoptés pour décrire chaque technique :

- on **treuille** à partir d'un treuil fixe,
- on **tracte** à partir d'un dévidoir (ou treuil mobile) sur véhicule ou bateau,
- on **remorque** derrière un ULM.

Ce dossier est destiné au pilote du PUL. Les informations concernant l'ULM sont données pour améliorer sa compréhension globale, entre autres les spécificités en remorquage du pilotage ULM n'y figurent pas.

REMERCIEMENTS

Ce document contient des notions et schémas tirés de publications plus anciennes, en particulier :

Documents sur le remorqué de la FFVV,

Towing procedures manual – HGFA Australie 1995,

Towing aloft – Dennis Pagen et Bill Bryden USA 1998,

Formation au remorquage de PUL – Eric Broc ADPA 2001,

Les techniques du remorqué – Jacques Pierre FFPLUM,

Delta - ULM connection – Jean-François Hème,

Points clefs du remorqué – équipes des expéditions en Namibie 2008-2009,

L'apprentissage du remorqué – PSUC 2009.

Que soient ici remerciées les nombreuses personnes non nommées ayant contribué à ces documents, ainsi que toutes celles qui ont corrigé et enrichi ce texte.

Ce document vise à rassembler les éléments nécessaires pour pratiquer le remorqué en sécurité : assurances, licences, brevets, rôles, formalités, matériel, techniques, incidents, théorie ... Ce n'est pas un manuel d'apprentissage du remorqué, car il ne peut remplacer les conseils des pilotes expérimentés, mais plutôt un recueil de l'expérience typiquement collective de cette discipline.

Le remorqué est reconnu comme un moyen d'envol à part entière depuis plus de vingt ans. Il évite aux pilotes de plaine de traverser le pays jusqu'aux montagnes, mais permet aussi d'exploiter certaines zones de montagne dépourvues de décollage. Toutefois, comme toute pratique aéronautique, le remorqué s'apprend : pourquoi refaire les erreurs de nos prédécesseurs, souvent payées cher ?

1. ORGANISATION DE L'INITIATION

Il y a des cas d'apprentissage du delta en remorqué, c'est même la méthode standard dans de nombreux parcs de vol libre aux Etats Unis. Cependant, vu l'engagement de ce type d'envol (§ 2.), il est recommandé de l'aborder avec le brevet de pilote FFVL, un minimum d'expérience correspondant au delta double surface préférable pour cette pratique, et en suivant l'initiation encadrée décrite au § 1.2.

Des journées d'initiation de la fédération française de planeurs ultralégers motorisés (FFPLUM) et de la fédération française de vol libre (FFVL) sont régulièrement organisées, contacter la commission tracté si une demande se fait jour localement.

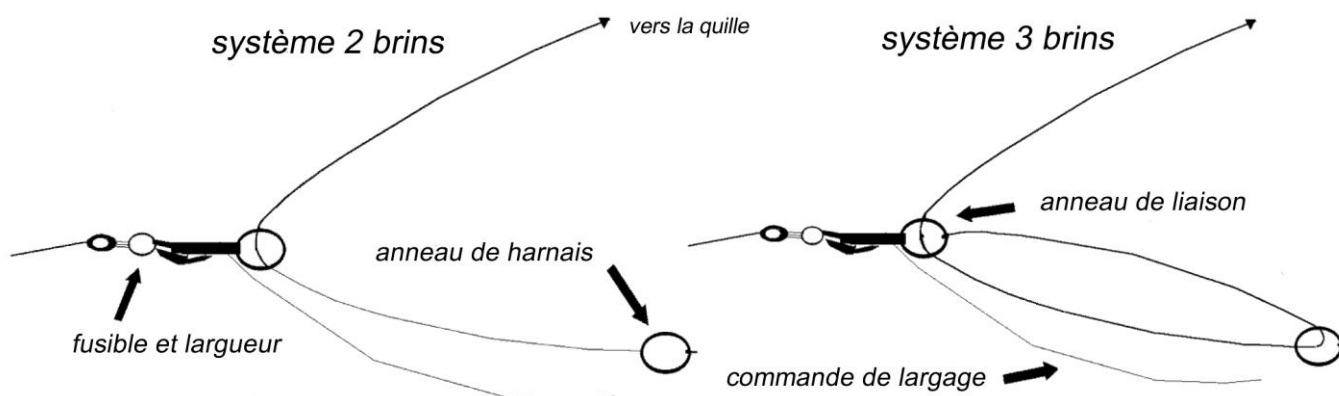
1.1 MATERIEL SPECIFIQUE

Pour faciliter au maximum les premiers essais, il est préférable de regrouper du matériel spécifique à l'initiation : chariot de décollage, bride multibrins et delta intermédiaire. Les pilotes chevronnés présents préparent les fusibles, contrôlent le matériel, l'accrochage etc.

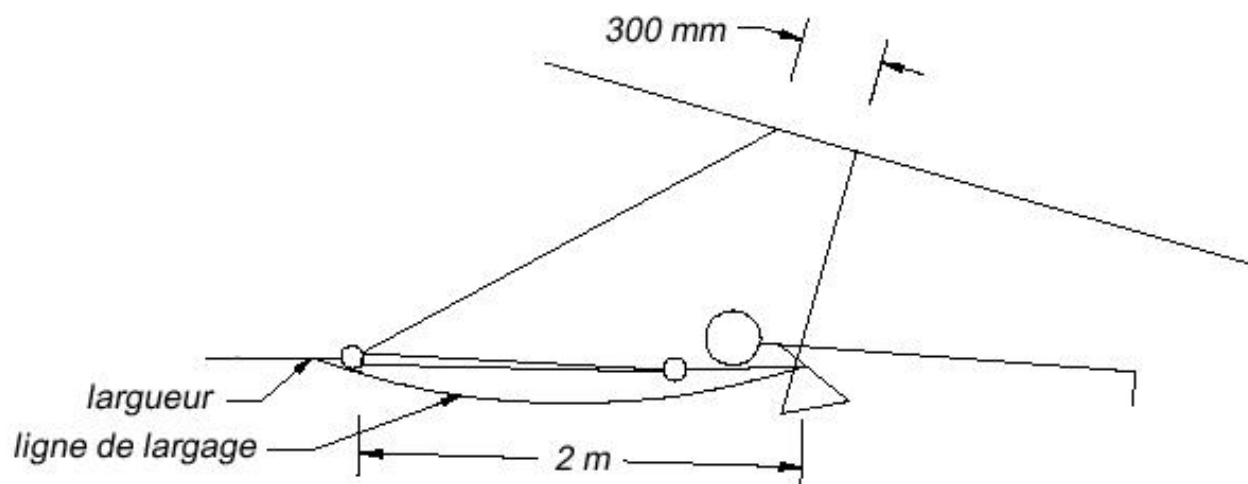
Chariot de décollage

Le chariot de décollage facilite les premiers essais de pilotes inexpérimentés en tracté, en simplifiant les gestes à effectuer. La composante de vent de travers doit être faible (moins de 5 km/h), sinon les participants de la séance changent de direction de remorquage pour remplir cette condition.

Bride multibrins



Les systèmes multibrins transmettent une partie de la traction vers l'aile. La bride 2 brins en distribue 1/2 vers l'aile et 1/2 vers le pilote, c'est l'assistance la plus importante. Avec la bride 3 brins, les proportions sont de 1/3 vers l'aile et 2/3 vers le pilote, plus proches de la traction directe sur le pilote. Ces systèmes créent une sorte d'assistance pour les deltas non conçus pour la vitesse, ailes intermédiaires ou biplaces.



Dans les deux formules, la drisse rejoignant la quille est attachée à environ 30 cm devant la sangle d'accrochage du pilote sous l'aile (à affiner avant utilisation par le débutant), à un point retenu au mât pour ne pas glisser. Elle se termine sur l'anneau près du harnais pour la bride 2 brins, après passage dans l'anneau près du harnais sur l'anneau de liaison pour la bride 3 brins.

Dispositifs de largage :

- fusible et largueur 3 anneaux entre l'anneau de fin de ligne et l'anneau de liaison, le largueur est actionné par une cordelette reliée à la barre ou au harnais, avec suffisamment de mou,
- ou dispositif à deux largueurs, le premier est un mousqueton de largage sous charge au niveau de la quille commandé par une poignée de frein de vélo installée en bas du montant de trapèze, le deuxième un largueur à aiguille sur une sangle d'épaule du harnais.

Voir ces largueurs § 2.3.3 et le montage à deux largueurs en annexe § 4.3.

Aile

Avec l'assistance de la bride multibrins, une aile intermédiaire peut voler à la vitesse requise avec des efforts modérés pour le pilote, sa maniabilité facilitant le contrôle du débutant. Eventuellement, une aile simple surface peut être employée, ou l'aile double surface habituelle du pilote. L'overdrive sera alors détendue pour accroître la maniabilité sans inconvénient de vitesse. La barre de contrôle est équipée de roulettes, et une dérive peut être installée sur la quille pour stabiliser l'aile en lacet.

Divers

Le harnais intégral est conseillé, réglé "lourd de l'avant" pour voler facilement avec de la vitesse, voir § 3.2.1. Un ULM lent est préférable, de type Dragonfly ou pendulaire avec une aile lente de l'ordre de 18 m².

1.2 CONTENU

Avant de participer à cette initiation, les pilotes se prépareront utilement en explorant le domaine des hautes vitesses de leur aile : tenir 70 km/h pendant 2-3 minutes, avec des changements de direction, en lâchant une main (pour le largage), régler le harnais pour que les épaules ne se relèvent pas lors des efforts de pilotage

Le passage par le biplace remorqué est une solution élégante lorsque c'est possible. Voici un cadre possible d'initiation sur deux journées, à moduler en fonction du niveau des pilotes et de leur facilité d'apprentissage.

Journée J1

1/ Démonstration d'un pilote expérimenté ou mieux projection d'une vidéo embarquée. Le cadrage de l'arrière de la quille montre l'attitude du pilote en prise de vitesse et le repère ULM sur l'horizon. Ce moyen est pédagogiquement très efficace, il a été constaté qu'un pilote "moyen" ayant vu cette vidéo progresse souvent mieux qu'un pilote "confirmé" ne l'ayant pas vue. Briefing sommaire : durcir les bras au roulage, palier après le décollage, tension constante, ULM sur l'horizon, signe de largage.

2/ Conditions calmes du matin, première série d'essais.

3/ Cours théorique : éléments généraux (§ 3. jusqu'au 3.2.3).

4/ Fin de matinée, deuxième série d'essais.

Journée J2

1/ Cours théorique : gestion des incidents (§ 3.2.4).

2/ Conditions calmes, première série d'essais. Décollage à pied, éventuellement aile personnelle avec overdrive réglée (§ 3.2.1).

3/ Cours théorique : cadre de pratique (§ 2. à partir du 2.2.2), théorie (§ 3.3).

4/ Fin de matinée, deuxième série d'essais, décollage sur chariot, traction directe sur le pilote.

1.3 PREROGATIVES

Après avoir suivi cette initiation, le pilote est informé des principaux éléments à connaître pour se faire remorquer en sécurité et a découvert les automatismes à acquérir pour cette phase de pilotage. Comme pour les autres qualifications et brevets, cette initiation apporte seulement un premier stade d'autonomie. Les premiers temps, le pilote doit encore se considérer comme débutant lorsqu'il pratique au sein d'un groupe, en particulier son remorqueur doit être expérimenté.

D'une manière générale, tout va très vite en remorqué et ce pilotage est typiquement en mode réflexe. Il est donc illusoire d'espérer l'apprendre dans un livre. Les automatismes s'acquerront plutôt en conditions calmes avant d'aborder le milieu de journée et les thermiques.

Ainsi, un pilote remorqueur débutant ne tractera qu'un deltiste déjà expérimenté et inversement. En particulier, le remorquage en conditions thermiques est un des exercices les plus difficiles dans les deux disciplines, il sera donc réservé aux pilotes d'ULM et de PUL aguerris.

2. CADRE DE PRATIQUE

Le remorqué est un moyen d'envol privilégié dans les régions de plaine, qui permet de manière relativement simple de faire profiter les pilotes locaux d'une activité thermique généreuse dans un cadre ouvert parsemé d'atterrissages. Cette technique peut faire décoller rapidement de nombreuses ailes, puisque des championnats du monde ont déjà été organisés ainsi. Cependant le remorqué est une activité délicate qui ne tolère pas l'improvisation. Il comporte une phase rapide proche du sol, des phénomènes brusques et de grande amplitude, et la liaison ULM – PUL est fondamentalement instable (§ 3.3).

2.1 MISE EN PLACE D'UN TERRAIN DE REMORQUE

2.1.1 DEMARCHES ADMINISTRATIVES

Obligatoires

- Propriétaire du terrain ou son délégataire : autorisation orale ou écrite,
- pratique sur routes ou chemins municipaux : autorisation écrite de la commune,
- mairie : informer la mairie par courrier du déroulement de l'activité sur sa commune (sauf sur aérodrome).

Conseillées

- FFVL : conventionnement pour assurer gratuitement le propriétaire du terrain des risques concernant des visiteurs non volants pendant l'activité de remorquage,
- DGAC : informer le district aéronautique pour prévenir d'une activité de remorquage et d'une utilisation de l'espace aérien dans ce secteur,
- DDJS et conseil général : inscrire le site au répertoire espaces, sites et itinéraires de pleine nature (PDESI),
- gendarmerie : dans le cas d'utilisation des routes ou chemins publics,
- secours : en cas d'accident, informer le centre SAMU (15) ou le CODIS (18 ou le 112) afin de coordonner les secours.

2.1.2 CONSEILS TECHNIQUES - CHOIX D'UN TERRAIN

Cas général

Le terrain doit avoir des pistes de longueur et largeur suffisantes (longueur conseillée d'au moins 250 m en environnement complètement dégagé, c'est-à-dire entouré de terrains de secours), à l'appréciation du remorqueur et des pilotes, sans obstacle (attention aux lignes électriques). Son choix prend en compte la possibilité d'une rupture de ligne en tout point du remorqué et un atterrissage à partir de ce point. Le cône de décollage est dégagé.

Plateforme ULM

Il est nécessaire de négocier les conditions de cohabitation pour la partie administrative. Sur le plan technique, les recommandations ci-dessus sont à appliquer.

Aérodrome

Il est nécessaire de négocier les conditions de cohabitation et d'aviser la DGAC (NOTAM, infos sur carte VAC). Les pilotes (ULM et PUL) respectent les règles et procédures de la circulation aérienne pour les approches d'aérodrome. Si l'aérodrome est contrôlé, le pilote d'ULM possède une radio aviation.

NOTA : la détention d'une VHF sur les fréquences aviation est autorisée (PUL), mais on ne peut pas émettre (d'après la législation) sans être titulaire d'une licence de radiotéléphonie restreinte.

2.2 PREREQUIS ET ROLE DES ACTEURS

2.2.1 ASSURANCE, QUALIFICATIONS

L'assurance en responsabilité civile est obligatoire. L'adhésion à une fédération est en général nécessaire et au minimum vivement conseillée pour l'obtenir. Les qualifications et licences à détenir dépendent de la fédération choisie. Seules les conditions offertes par les fédérations ayant délégation de l'Etat sont présentées ici.

poste	licence	assurance	brevet / qualification
remorqueur *	FFPLUM	RCA + biplace	brevet pilote ULM + emport passager
	FFVL	RCA (activité pple Δ) + extension RC Δ motorisé	brevet pilote ULM
remorqué **	FFVL conseillée	RCA	brevet pilote conseillé + expérience conseillée

* Il n'existe plus de déclaration de niveau de compétence (DNC) spécifique pour le remorquage à la FFPLUM, toutefois le brevet d'emport de passager, qui atteste d'un niveau minimum de pratique, est recommandé.

** Pour la pratique du biplace en remorqué, la qualification biplace et la licence FFVL sont conseillées.

2.2.2 ROLE DES ACTEURS

Chef de piste

Dans le cas général d'une activité de remorquage impliquant plusieurs personnes, remorqueurs, remorqués, ULM et PUL, le groupe peut désigner une personne expérimentée pour coordonner les différentes tâches :

- répartir les actions,
- coordonner la communication entre les personnes participant à la séance,
- prévoir un briefing de rappel des procédures standard.

Le chef de piste est un coordonnateur, mais n'a pas de responsabilité liée au remorquage lui-même.

Remorqueur

Le commandant de bord de l'attelage est le pilote de l'ULM, il provoque le décollage et est responsable du déroulement du remorquage en sécurité. Son rôle :

- choisir puis éventuellement modifier l'emplacement de la zone de décollage par rapport aux caractéristiques du site, à la force et à l'orientation du vent,
- être à même de refuser le remorquage de tout pilote dont il estimerait l'attitude ou le niveau de formation incompatible avec la sécurité nécessaire (droit de retrait),
- larguer si le PUL se place en situation dangereuse (trop haut, trop bas ou verrouillage),
- être capable d'intervenir en toute autonomie sur les réparations de matériel,
- rendre compte de tous problèmes spécifiques au responsable régional tracté (RRT) et/ou au responsable national remorqué (RNR ?). ??????????

Starter

S'il y a plusieurs intervenants dans la zone de décollage, un starter peut coordonner cette zone et transmettre les consignes du pilote de PUL au remorqueur avec les signaux conventionnels (détail au § 3.1.2). Le chef de piste et le starter peuvent être la même personne. Son rôle :

- placer la manche à air,
- veiller à la séparation entre zones de montage et de décollage,
- assurer la sécurité à proximité de l'attelage (périmètre de sécurité),
- vérifier l'accrochage du pilote à l'aile,
- relayer les demandes au remorqueur, tension, décollage,
- au démarrage, aider éventuellement le chariot pour le delta, maintenir l'aile en roulis pour le rigide.

Comme le chef de piste, le starter est un aide et n'a pas de responsabilité liée au remorquage.

Pilote

Le pilote du PUL est responsable de son décollage et du maintien de l'alignement derrière l'ULM. La concentration et l'anticipation sont indispensables à cet effet. Son rôle :

- éventuellement proposer un nouveau choix de zone de décollage si les conditions varient,
- avoir du matériel adapté, aile révisée, fusible taré,
- être en parfaite forme physique et mentale,
- se présenter en étant prêt (détail au § 3.2.1),
- avoir des comportements et faire des signaux clairs.

2.3 MATERIEL

NOTA : par convention, dans les photos et schémas suivants, l'ULM est à gauche et le PUL à droite.

2.3.1 EQUIPEMENT GENERAL

Côté ULM :

- parachute de secours conseillé,
- rétroviseur conseillé. Les vibrations du moteur, la poussière soulevée derrière l'ULM et son assiette pendant le roulage le rendent inutilisable au décollage, mais il permet en vol d'aider éventuellement le pilote du PUL.

Côté PUL :

- lunettes,
- harnais intégral conseillé, ou à défaut harnais à barreau,
- roulettes conseillées, conçues pour ne pas pouvoir accrocher une corde ou ficelle,
- aile double surface avec tension variable * conseillée.

* Tension variable correspond à l'expression des anglophones : variable geometry (VG). Les métropolitains préfèrent employer le terme "overdrive" ...

2.3.2 TYPES DE REMORQUEURS

Le remorqueur est un ULM assez puissant de l'ordre de 45 kW (environ 60 ch), décrochant au plus vers 40-50 km/h, pourvu d'un système d'accrochage de ligne de remorquage avec largueur, qui fait gagner de l'altitude à un PUL tout comme l'avion remorqueur de planeur. Il en existe deux types principaux.



L'ULM pendulaire est doté soit d'un arbre d'hélice creux laissant passer le câble d'accrochage de la ligne de remorquage, soit d'une crosse contournant l'hélice. C'est le matériel le plus répandu en Europe pour cette pratique, les procédures et solutions sont éprouvées depuis les années 80. Il remorque vers 60 km/h.



L'ULM 3 axes, très employé aux Etats-Unis et en Australie, est quasi exclusivement le Dragonfly, conçu au début des années 90 spécialement dans ce but. Il offre plus de confort pour le PUL de par sa vitesse de remorquage vers 50 km/h. La ligne est attachée à une bride reliant le haut et le bas de la dérive.

2.3.3 EQUIPEMENT DE REMORQUAGE

Ligne de remorquage



- 1) Ligne
- 2) Emerillon conseillé
- 3) Parachute de ligne
- 4) Maillon rapide
- 5) Drisse d'une longueur de 6 à 10 m
- 6) Anneau de fin de ligne ou d'accrochage

Il est fortement déconseillé d'utiliser des fibres naturelles ou certaines synthétiques (coton, chanvre, ...) du fait de leur mauvais comportement en vieillissement au soleil, à l'humidité et aux frottements sur le sol.

1) Ligne

En polypropylène, polyester, nylon pré-étiré, elle est de diamètre adapté suivant la fibre (4 à 6 mm) et d'autant plus longue que le pilote du PUL est débutant (§ 3.2.4), entre 60 (minimum) et 80 m. Une partie d'environ 20 m en fibre non élastique de type kevlar ou dyneema côté ULM évitera le retour de ligne en cas de rupture avant le parachute.

2 et 4) Anneaux de liaison

Les liaisons entre les divers éléments seront avantageusement réalisées avec des maillons rapides de 3 mm de section, **dont le serrage sera vérifié à chaque check list** avant la séance de remorquage.



3) Parachute de ligne

Inutile derrière le Dragonfly, un petit parachute pyramidal de 30 cm de large suffit pour éviter que la ligne revienne dans l'hélice après le largage, ou éventuellement une bande de tissu de parapente d'environ 2 m x 0,5 m.

5) Drisse de liaison

Elle évite au pilote de recevoir le parachute de ligne dans le visage lors d'une rupture de fusible ou de ligne. Elle mesure environ 10 m, est de nature différente de celle de la ligne (rôle amortisseur) et de résistance appropriée.

6) Anneau d'accrochage

Cet anneau doit être d'un diamètre adapté afin de se loger sans problème sur les différents modèles de largueurs. Avec des largueurs à aiguille, l'anneau peut être remplacé par un mousqueton léger, éventuellement protégé par un goulot de bouteille en plastique en forme d'entonnoir.

Fusibles

Côté ULM

Le fusible taré à environ 120 daN (une masse d'1 kg pèse environ 1 daN) suivant le poids des pilotes remorqués est placé entre le largueur et la ligne. Sa résistance reste sensiblement inférieure à la traction maximale de l'ULM.

Côté PUL

Le fusible taré à environ 80 daN suivant le poids du pilote (ex. : poids pilote équipé) est placé entre la drisse et l'anneau d'accrochage, sauf en cas d'utilisation exclusive avec des largueurs à aiguille. Dans ce cas il est deux fois moins résistant et placé sur l'épaule opposée au largueur (voir largueur à aiguille ci-dessous).

Largueurs

Les largueurs doivent être les plus simples possibles tout en garantissant :

- **solidité** à la tension,
- **fiabilité** de largage,
- **sécurité** d'accrochage.

Méfiez-vous des bricolages, des coutures faites sur votre machine à coudre avec un fil ou des sangles inappropriés. Des pilotes se sont fait mal avec un largueur de conception personnelle ou après modification personnelle d'un modèle acheté. Eviter les pièces métalliques lourdes à proximité du pilote (anneaux de grosse section), elles pourraient venir le frapper à la face lors d'une rupture de ligne sous tension. Un seul largueur attaché au niveau des épaules suffit, et tous les types sont utilisables. En compétition, le largueur à aiguille est souvent imposé.

Largueur à tube ou à aiguille

Largueur souple fait d'une petite sangle et d'un tube coulissant sur une aiguille courbe (d'ouverture de parachute) qui retient une bride passant dans l'anneau de fin de ligne. Malgré son inefficacité sans tension, ce largueur est apprécié pour sa simplicité et sa légèreté. Avantages : placement sur une épaule, fusible en bout de bride sur l'autre épaule, système déjà fermé avant l'accrochage de la ligne.



Largueur sous charge

Mousqueton largueur sous charge (Wichard, Lewmar ..., le plus petit modèle), fiable et compact. La partie mobile doit bien être libérée sous tension par la commande d'ouverture. Si ce n'est pas le cas, les surfaces usinées de contact sont légèrement limées jusqu'à assurer l'ouverture dès l'action de la commande. La partie émerillon est bloquée par un point de soudure ou de colle et la commande passe dans cet anneau pour permettre le largage sans tension.



Largueur 3 anneaux

Largueur basé sur le dispositif de libération de voile principale de parachute de saut. Fiable s'il respecte des cotes extrêmement précises, il sera acquis de préférence chez un fabricant de parachutes. Il comporte 3 anneaux métalliques de tailles décroissantes depuis l'ULM (dont l'anneau de fin de ligne) et sa démultiplication est de 30. Le largueur 3 anneaux métalliques est préférable à la version à anneaux souples en cordelette dont la démultiplication n'est que de 4. Pouvant dysfonctionner sous tension forte, la version souple est exclue au treuil.



Chariot de remorquage



Le chariot de remorquage (carriolet, trolley, dolley ...) facilite le décollage en général en simplifiant la gestuelle, et est appréciable pour le décollage en altitude. Il permet aussi d'enchaîner rapidement les décollages en compétition, avec de nombreux remorqueurs et PUL, des pilotes expérimentés, et des aides pour manipuler chariots, lignes, mousquetons de fin de ligne etc. Il est alors envisageable d'accepter des conditions de vent légèrement moins favorables.

Cet équipement est utilisé depuis longtemps aux Etats-Unis. Pour les détails de construction d'un tel chariot, il y a lieu de se conformer aux dernières solutions et cotes déterminées par la grande expérience de leurs pilotes (support de quille réglable, configuration des axes, roues, taille et forme des flasques supports de barre et de leur encoche, morceaux de tuyau pour solidariser l'aile sur le chariot ...). Celles-ci sont reprises en annexe § 4.3.

3. PROCEDURE DE REMORQUAGE

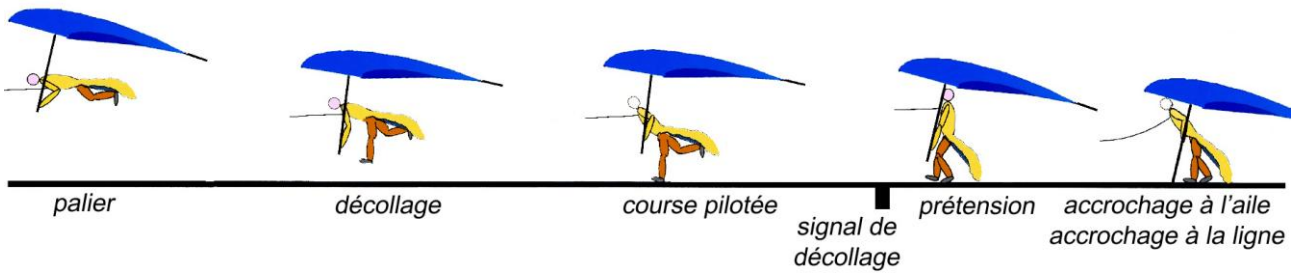
3.1 DEROULEMENT

3.1.1 DEROULEMENT TYPE

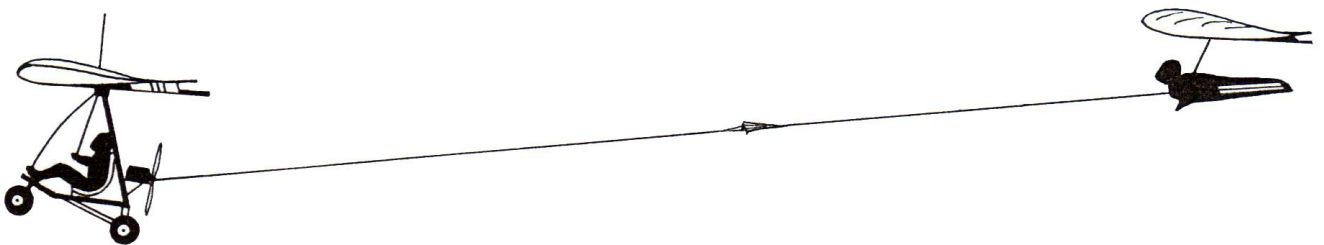
Actions des participants

REMORQUEUR	STARTER	PILOTE
Remorqueur prêt =>	Vérification	<= Attaché à l'aile
	Etat du largueur OK	<= Attaché à la ligne
Prétension	<= Signal de prétension	<= Demande de prétension Portage équilibrage
Mise de gaz	<= Signal de décollage	<= Demande de décollage Décollage
Demande de largage =>		Largage de la ligne

Séquence de décollage



Placement en vol



Pilote de PUL en attitude de vol rapide.

3.1.2 SIGNAUX CONVENTIONNELS

Cas général

Le remorqueur est en attente aile inclinée. Lorsque le PUL se présente, cela signifie que l'accrochage à l'aile a été vérifié par le pilote et le starter, qui accrochent alors le pilote à la ligne. L'ULM a démarré et son aile est à plat, son pilote fait signe qu'il est prêt pouce levé. Le PUL reste au sol. Le starter demande la tension par des battements du bras en bas. Le pilote du PUL indique qu'il est prêt en équilibrant son aile et demande le décollage en faisant deux signes OUI amples de la tête, le starter tourne le bras comme une hélice. Avec chariot, le starter peut le pousser pour l'aider au démarrage avec un delta ou maintient une aile en roulis avec un rigide.

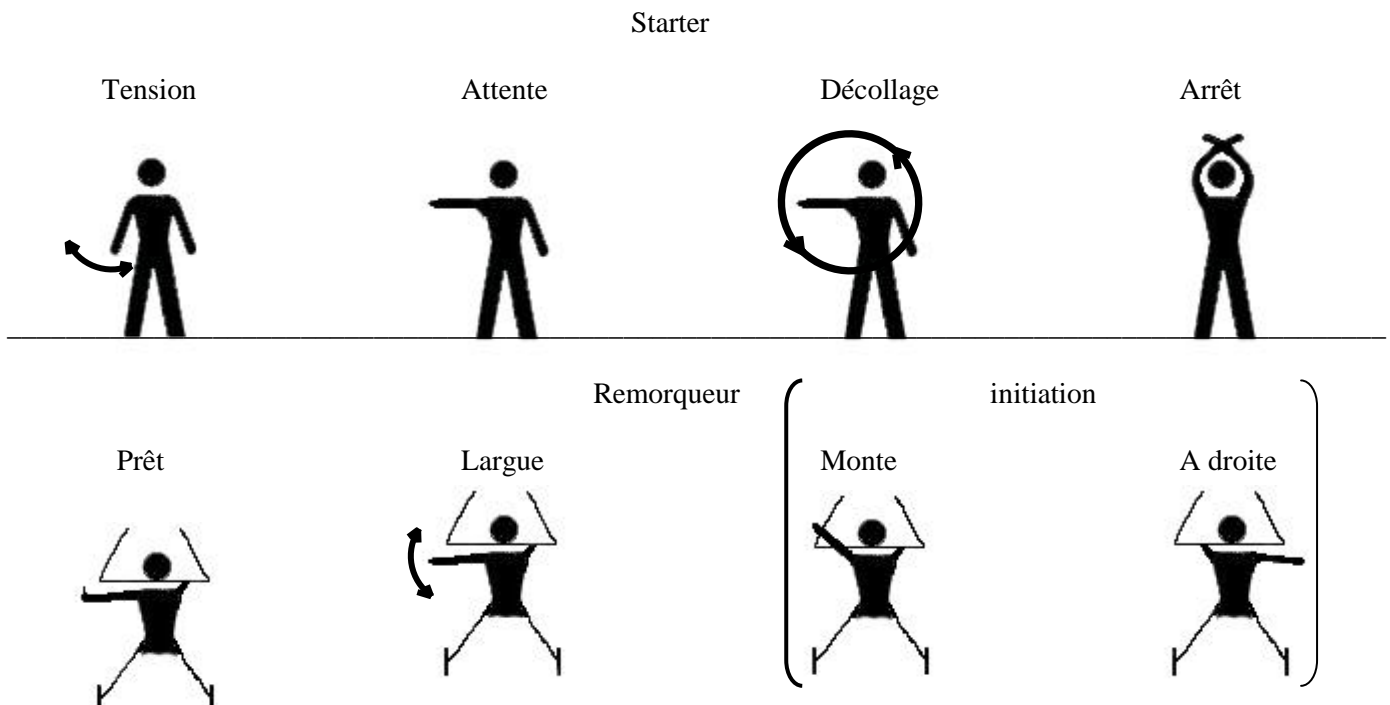
Remorqueur et remorqué seuls

Lorsque le PUL se présente, cela signifie que le pilote a vérifié son accrochage à l'aile. Il vient s'accrocher à la ligne. L'ULM a démarré et son aile est à plat, son pilote fait signe qu'il est prêt pouce levé. Le pilote remorqué demande la tension si besoin en levant son aile et en la reposant aussitôt, ou la tend lui-même en reculant si elle est déjà presque tendue (avec chariot il le déplace en restant debout). Il indique qu'il est prêt en équilibrant son aile (avec chariot en s'allongeant dans le harnais) et demande le décollage en faisant deux signes OUI amples de la tête. L'ULM accélère franchement si le pilote remorqué est à pied, progressivement s'il est sur chariot pour éviter les ruptures de fusibles.

En vol

Si besoin, le pilote du remorqueur demande le largage avec des battements du bras autour de l'horizontale. En initiation, il peut indiquer avec le bras au PUL de monter, descendre, d'aller vers la gauche ou la droite.

Résumé des signaux



3.2 PRATIQUE, REGLES A OBSERVER

3.2.1 PREPARATION

Au décollage, le vent de travers gêne par sa composante transversale. Les dispositions seront prises pour que celle-ci reste inférieure à 10 km/h. Le pilote du PUL se présente avec son fusible taré correctement (annexe § 4.1, le starter en préparera utilement quelques-uns).

La loi de Murphy appliquée au vol libre dit : si ça peut se coincer, ça va se coincer. Aussi le pilote avisé passe son matériel en revue pour éliminer toutes les sources d'ennuis :

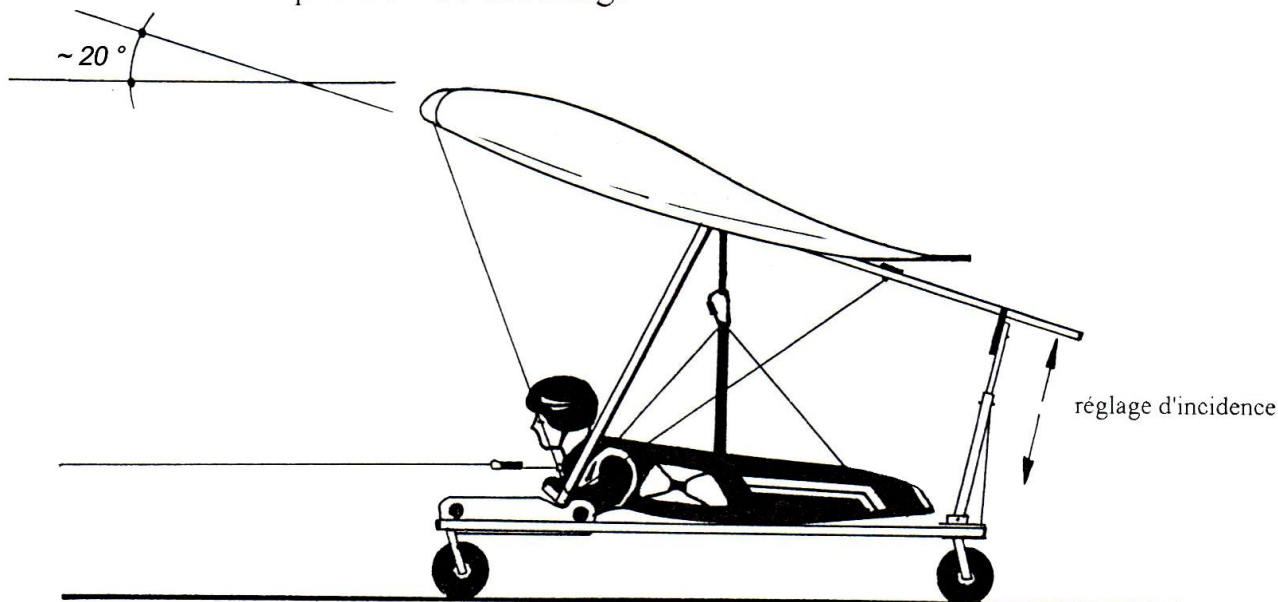
- nettoyer la barre de contrôle de tout instrument, au moins au centre,
- prévoir un élastique autour du montant de trapèze pour y loger la cordelette d'overdrive ou de volets,
- tendre l'overdrive du delta entre un tiers minimum et la moitié, régler les volets du rigide à finesse max *,
- lover la ficelle d'overdrive ou de volets sous l'élastique du montant, ou la coincer entre câble arrière et montant,
- attacher chaque élément vraiment indispensable à l'extérieur du harnais (se poser la question ...) avec une bride aussi courte que possible fermée par une tête d'alouette, ou avec un maillon rapide. Excepté pour l'anneau de fin de ligne, les petits mousquetons sans vis sont **ABSOLUMENT PROSCRITS**,
- prévoir une poignée de parachute plaquée par un velcro ...
- accrocher le harnais à l'aile, s'équiper, vérifier le réglage : le harnais est accroché bas, épaules basses, et centré "LOURD DE L'AVANT" pour ne pas se redresser lorsque l'on tire (et non bras verticaux tendus ...),
- installer le fusible, accrocher le largueur à la ligne, tester éventuellement.

* Les deltas biplaces n'ont en général pas d'overdrive. Un point d'attache auxiliaire sur l'aile peut procurer une assistance, voir § 1.1 largueur multibrins. Pour une utilisation régulière, il existe un équipement spécifique dédié, comprenant une sorte de train tricycle et/ou un harnais superposé, voir annexe § 4.3.

Avec chariot, ajouter les points spécifiques :

- régler la largeur des flasques (environ 10 cm entre flasque et coin de trapèze), installer l'aile,
- régler une assiette conséquente de l'ordre de 20 ° (très légèrement moins par vent fort) pour que l'aile déjauge dès que possible (voir § 3.2.4). Le pilote allongé voit la barre comme en vol lent,
- ficelles sans nœud, ranger le surplus de ficelle d'ouverture du harnais au niveau du bassin et à l'intérieur, plutôt que de le laisser traîner aux pieds,
- mettre le chariot et les roues dans l'axe. Celles-ci sont bien libres en rotation et à l'avant en pivotement.

Pilote installé en position de décollage



3.2.2 DECOLLAGE

Le starter a vérifié l'accrochage à l'aile. Le pilote doit savoir qu'il est impossible d'interrompre le décollage après son signal, donc qu'il doit larguer immédiatement s'il découvre à ce moment qu'il n'est pas prêt.

Vent de travers

Le remorqueur signale qu'il est prêt. Actions du pilote (demandes relayées par le starter éventuellement) :

- demander la tension de ligne (résister légèrement, ne pas s'arc-bouter, ce qui provoquerait un à-coup),
- demander le décollage,
- regard verrouillé sur l'ULM, accompagner la traction,
- laisser l'aile décoller pour sortir du souffle de l'hélice, accès dès que possible à la barre,
- brider ensuite l'aile (barre vers la poitrine) pour rester en palier à environ 5 m/sol (voir § 3.2.4),
- reprendre la montée dès que l'ULM décolle (surveiller ses roues qui quittent le sol),
- entrer dans le harnais sans précipitation ni brusquerie, laisser le harnais ouvert.

Avec chariot, veiller aux points spécifiques :

- tenir les bouts de tuyau sous la barre pour faire corps avec le chariot,
- pendant le roulage, durcir les bras sur la barre pour entraîner le chariot,
- lâcher le chariot au décollage.

3.2.3 VOL ET ATERRISSAGE

Côté ULM :

- surveiller le PUL dans le rétroviseur,
- piloter de manière douce et prévisible, avec de grandes courbes,
- bien que non responsable de l'alignement du PUL, pouvoir aider son pilote en cas d'écart important,
- au largage, continuer à avancer et dégager a priori vers la gauche (convention vol à voile),
- laisser la priorité d'atterrissage au PUL.

Côté PUL :

- bien que seul responsable de l'alignement derrière l'ULM, le pilote peut être aidé par le remorqueur en cas d'écart important,
- objectif : rechercher une tension constante et maintenir globalement l'ULM sur l'horizon *,
- garder les axes du PUL parallèles à ceux de l'ULM, la tension réaligne progressivement en cas d'écart faible,
- éventuellement viser brièvement l'ULM en cas d'écart latéral plus important,
- se tenir très légèrement à l'intérieur dans les virages, toujours axes parallèles, (trop à l'intérieur le PUL perd la tension et descend, trop à l'extérieur, surtension, montée et verrouillage),
- larguer en cas d'écart croissant, avant le verrouillage,
- au largage, contrôler l'espace à droite et dégager a priori vers la droite,
- éviter de couper l'axe d'atterrissage de l'ULM en approche,
- toujours se poser hors de l'aire de préparation et surtout de départ.

* Les conditions thermiques provoquent des écarts verticaux importants, mais prévisibles : le PUL lit la masse d'air en observant l'ULM. L'anticipation consiste alors à ne pas trop monter lorsque l'ULM entre dans l'ascendance, car il va forcément en sortir et descendre juste au moment où le PUL y arrive. Le pilote du PUL sera prêt à accélérer franchement à ce moment, en évitant toutefois de détendre la ligne.

La vitesse de remorquage garde une marge conséquente par rapport à la vitesse minimale du PUL (environ 30 km/h) pour que celui-ci puisse ralentir sans décrocher s'il passe sous l'ULM. En cas de perte de tension, le pilote du PUL ralentit d'abord franchement pour retendre, puis réaccélère pour amortir la reprise de tension.

3.2.4 INCIDENTS

Défaut d'assiette sur le chariot

Le support de quille trop haut donne une assiette trop faible qui retarde le décollage du PUL, alors qu'il doit impérativement décoller AVANT l'ULM. Sinon la tension diminue au décollage de l'ULM et rend celui du PUL impossible : largage immédiat.

PUL "catapulté" au décollage

Si le pilote du PUL ne contrôle pas le palier après son décollage, il monte beaucoup trop haut au-dessus de l'ULM en pleine accélération et lui "lève l'arrière" : largage immédiat.

NOTE DE SECURITE : Les deux configurations précédentes sont d'autant plus critiques qu'elles se passent près du sol. Dès que ce type de situation s'amorce, le pilote de l'ULM largue immédiatement sans chercher à corriger.

Rupture de fusible, de ligne, ou largage côté ULM

Rupture côté PUL

Si le fusible casse à l'accélération, poser dans l'axe. C'est pourquoi le harnais reste ouvert avec les jambes prêtes à sortir. Cette situation se gère beaucoup mieux avec des roulettes ...

Rupture côté ULM

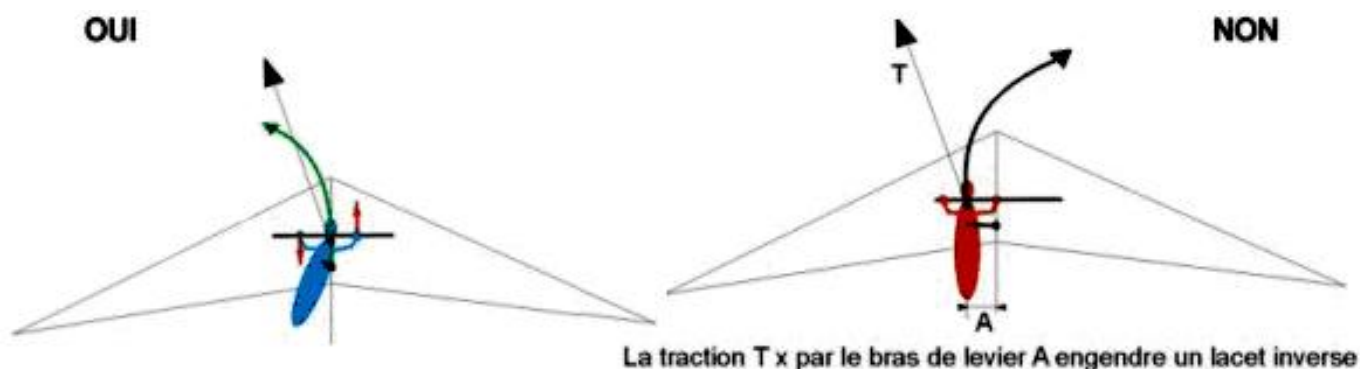
Si le pilote remorqué tarde trop à corriger un écart important et que l'ULM largue, ou en cas de rupture du fusible ou de la ligne côté ULM, le pilote du PUL se retrouve avec la ligne devant la barre. Sa sauvegarde prime évidemment sur la récupération de la ligne. Réaction suivant le cas :

- à très faible hauteur, se poser dans l'axe avec la ligne (le terrain est normalement dégagé), larguer si possible,
- à plus de 50 m/sol, larguer puis gérer l'approche,
- à plus de 200 m/sol, si possible garder la ligne à la main après l'avoir larguée pour venir la lâcher sur le terrain. La ligne risque de frotter ou même d'accrocher au sol, d'où l'intérêt de l'avoir dans la main.

Verrouillage

Description, causes

Un cerf volant qui part en virage et pique violemment vers le sol est en verrouillage. C'est en fait au début un virage avec les différentes forces aérodynamiques qui y sont liées (voir manuel de pilotage), progressivement amplifiées par la tension de la ligne et la vitesse de remorquage. Une ligne courte augmente le risque. Au fur et à mesure que l'aile s'écarte de l'axe, la tension augmente, la demi-aile côté remorqueur se soulève et amplifie virage, la situation empire, c'est un phénomène divergent (§ 3.3).



Remèdes préventifs

Le pilote se situe correctement dans l'espace et anticipe avec efficacité et douceur afin de rester aligné malgré les rafales. Piloter plutôt avec le bas du corps en gardant le buste au milieu du trapèze peut éviter le surpilotage et les oscillations. Intuitivement, le cas extrême serait la ligne attachée au coin de trapèze, voir schéma ci-dessous.

Le remorqueur ralentit (le PUL est déjà en survitesse), est attentif aux réactions de chaque pilote remorqué et éventuellement l'aide tôt, bien avant que son attitude ne devienne critique.

Remèdes curatifs

Le pilote réagit avec fermeté, voire agressivité. Pour récupérer efficacement un départ en virage en delta souple, on contrera en tirant très franchement (barre aux cuisses), cela diminue la tension et redonne la main. Il sera toujours temps de régler la hauteur une fois revenu dans l'axe. Cesser les corrections bien avant le retour dans l'axe pour éviter le surpilotage et les oscillations. Larguer tôt si la situation continue à empirer.

Le remorqueur aide le remorqué dans un premier temps, puis largue avant le verrouillage franc.

Perte de tension, panne moteur ULM

Si le PUL se rapproche trop de l'ULM, la ligne pend sous le pilote. Elle peut alors s'emmêler, voire passer autour d'une aile : largage immédiat. De même si l'ULM est en descente ou que la tension chute, larguer la ligne.

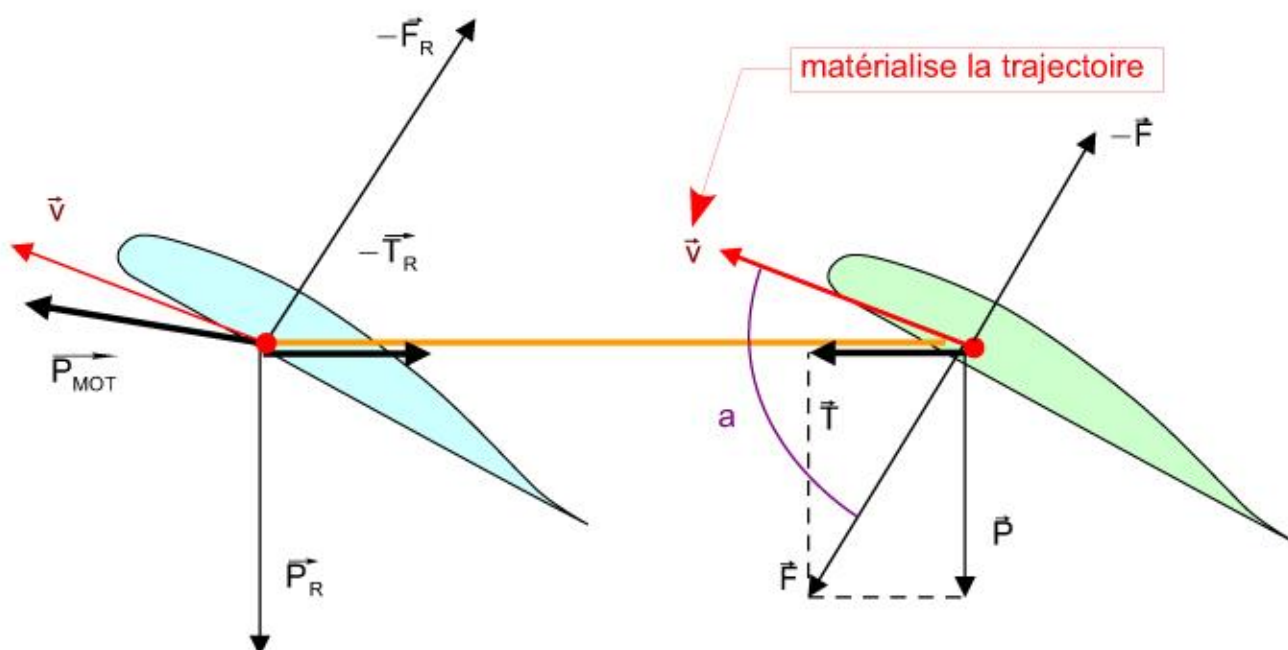
Non largage

Casser le fusible en faisant une prise de vitesse et une ressource, plusieurs fois si nécessaire. Lorsque le pilote d'ULM constate que celui du PUL ne réagit pas à sa demande, il largue de son côté.

3.3 THEORIE

Mathématiquement, on démontre que la vitesse de vol et la tension de ligne sont uniquement déterminées par l'ULM, le pilote du PUL n'ayant aucune latitude en la matière. On démontre aussi que l'équilibre de l'attelage est instable et potentiellement divergent, donc si le pilote de PUL est "distract", il va inévitablement et très rapidement verrouiller (§ 3.2.4). Plus précisément, une réduction d'incidence du PUL réduit la tension, laisse l'ULM monter et encore réduire la tension alors que le PUL voudrait remonter. Inversement, une augmentation d'incidence du PUL augmente la tension, fait descendre relativement l'ULM et encore augmenter la tension ... C'est pourquoi il est obligatoire d'utiliser des fusibles convenablement tarés (§ 4.1). Plus de fusible = fin de séance !

La mise en mouvement du PUL est provoquée par la tension, non la course et la pente, le pilote accompagne sans accélérer lui-même. L'ULM volant vers 60 km/h, les événements pour le PUL se produisent de manière plus rapide, plus intense et plus radicale qu'en vol libre. Le pilote doit donc respecter les valeurs données par l'ULM en se maintenant activement dans un cône réduit autour de l'axe de remorquage. Gestion de la tension § 3.2.3.



Forces impliquées lors du remorquage

4. ANNEXES

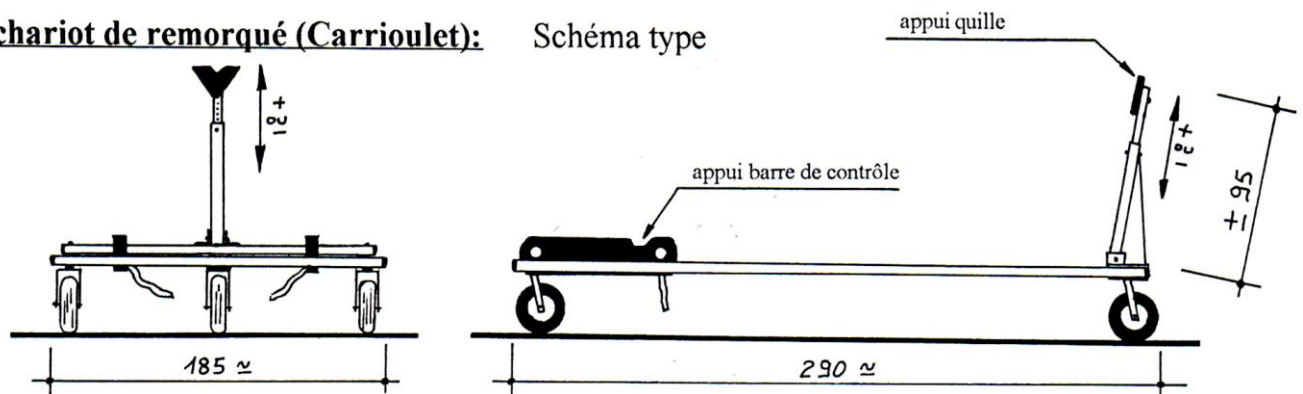
4.1 FUSIBLES

Les fusibles peuvent être réalisés avec de la cordelette de fourniture locale, étalonnée par exemple avec le poids des pilotes. Une fois connue la résistance d'un tour de cordelette, on obtient la résistance voulue avec le nombre de tours adapté, avant de refermer la boucle avec un nœud de pêcheur. Les fusibles sont changés aussi souvent que possible (y compris côté ULM), d'où l'utilisation de cordelette bon marché, mais en quantité suffisante.

4.2 CHARIOT

Le chariot de décollage est un dispositif supplémentaire qui présente de nombreux avantages, mais mérite un soin "aéronautique". En particulier, il convient de se méfier de l'apparente facilité du décollage. Histoires déjà vues : le pilote oublie de durcir les bras au roulage et sort devant le chariot sans vitesse, une ficelle se coince et l'aile soulève le chariot, la barre glisse et sort d'une encoche ... Son emploi réclame donc de l'attention.

Le chariot de remorqué (Carrioulet): Schéma type

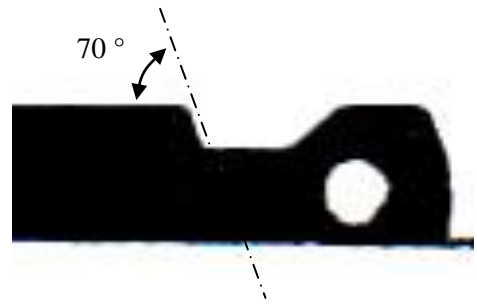
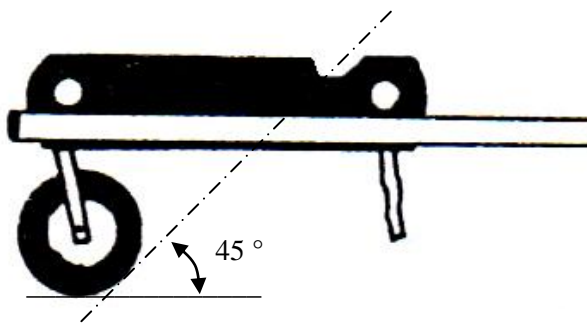


Cotes à titre indicatif

Le chariot est fabriqué soit par les constructeurs connus, soit artisanalement. Les solutions de détail varient, flasques directement sur le tube avant, tube arrière des flasques sous le cadre, support de quille en U, roue arrière dans le cadre ... (voir photographie au § 1.1), mais globalement sa conception respecte les principes suivants :

- roues avant folles (avec une chasse importante), roue arrière fixe, un grand diamètre (400 mm) absorbe mieux les imperfections du sol,
- flasques supports de barre de contrôle coulissant latéralement *,
- encoches larges * et bien en retrait des roues avant pour éviter la culbute du chariot (voir schéma ci-dessous),
- bord avant des encoches assez abrupt pour retenir la barre (mais la laissant sortir vers le haut, environ 70 °),
- morceaux de tuyau fixés aux flasques que le pilote retient sous la barre avant le décollage (préférables à la cordelette utilisée auparavant, pas de réglage de tension et accrochage à la barre impossible),
- appui de quille réglable en hauteur *,
- utilisation d'un minimum de boulons avec des têtes les plus affleurantes possible.

* pour s'adapter aux divers types d'aile, delta ou rigide, et de barre, ronde ou profilée.



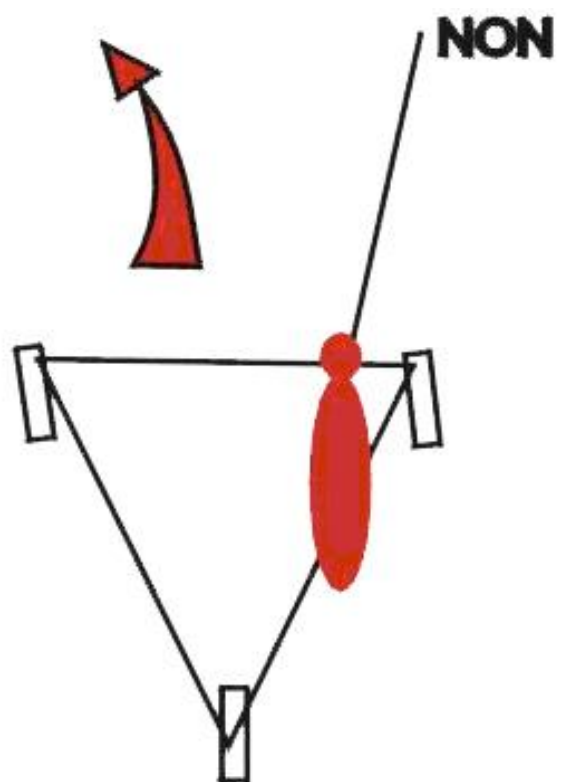
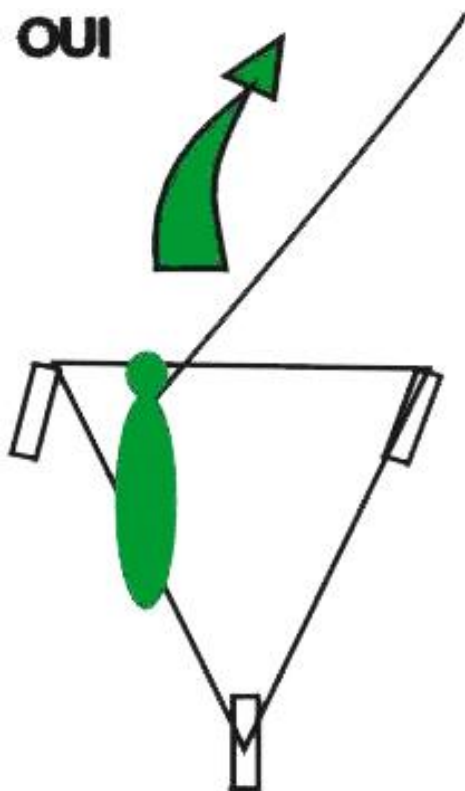
Position et bord de l'encoche à titre indicatif

Inconvénients :

- complexité évoquée,
- corrections au roulage demandant des gestes a priori surprenants : si le chariot dérive d'un côté, se décaler du même côté pour que la traction réaligne le chariot (l'inverse du contre en vol), voir schéma ci-après.

Avantages :

- accès à la barre déjà fait simplifiant le geste global,
- [installation dans le harnais déjà faite](#)
- tolérance pour du vent légèrement arrière ou latéral,
- plus de fluidité dans l'enchaînement des décollages en compétition.



Correction en cas de dérive du chariot

4.3 BIPLACE



Delta biplace simple surface se reposant après remorquage

On distingue la gaine de commande du largueur le long du montant (montage à deux largueurs : si la bride venant de la quille s'enroule autour de l'anneau de liaison, il reste le largueur à l'épaule).

Les roues folles sont portées par des châssis fixés sur les coins de trapèze (montant et barre). Les roulettes sont sur la quille prolongée, elles peuvent être aussi sur une fausse quille descendant sous la quille et retenue sur les câbles arrière ou latéraux. Avec ces roues et la quille prolongée, les passagers couchés sont dégagés du sol.

Ce système permet d'utiliser le harnais superposé, composé de deux cocons reliés de haut en bas, incompatible avec le décollage à pied.

Le biplaceur se place en position basse pour les vols de découverte, et le moniteur peut passer en position haute pour laisser piloter l'élève en biplace pédagogique.