



## Accident du LAK17A immatriculé F-CJJH survenu le 29 mars 2017 à Chambéry Challes-les-Eaux (73)

<sup>(1)</sup>Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heure locale.

<b>Heure</b>	Vers 13 h 40 <sup>(1)</sup>
<b>Exploitant</b>	Privé
<b>Nature du vol</b>	Aviation générale
<b>Personne à bord</b>	Pilote
<b>Conséquences et dommages</b>	Pilote décédé, planeur détruit

### Perte de contrôle lors du lancement au treuil, collision avec le sol

#### 1 - DÉROULEMENT DU VOL

<sup>(2)</sup>Piste de 890 m x 80 m.

<sup>(3)</sup>Également appelé treuillard.

Le pilote décolle par treuillage de la piste 32<sup>(2)</sup> non revêtue de l'aérodrome de Chambéry Challes-les-Eaux pour effectuer un vol en circuit. Au cours du treuillage, après la rotation, le chef pilote du club, responsable de séance et situé au « *starter* », demande par radio au conducteur du treuil<sup>(3)</sup> d'accélérer le treuil, puis réitère la demande quelques secondes plus tard pendant la montée initiale. Alors que le planeur est à environ 25 mètres de hauteur, il s'incline à droite, passe sur le dos et entre en collision avec le sol dans l'enceinte de l'aérodrome.

#### 2 - RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

##### 2.1 Examen du site et de l'épave

L'épave est regroupée et totalement disloquée. Les commandes de vol sont continues. Aucune anomalie pouvant expliquer la perte de contrôle n'a été détectée.

Un enregistreur de type Flarm a été retrouvé et prélevé.

##### 2.2 Description du système de treuillage

La piste en herbe comporte une bande bitumée au seuil 32 utilisée pour la phase de roulement lors du treuillage.

Une remorque attelée à un véhicule, située à droite de cette bande, sert de « *starter* » ; elle est équipée notamment d'une radio VHF et d'une caméra de surveillance<sup>(4)</sup>. Le responsable de séance l'utilise pour gérer l'activité et surveiller les lancements au treuil.

<sup>(4)</sup>Le champ de la caméra permet de visualiser la quasi-totalité du treuillage depuis le roulement à partir de la mi-bande bitumée jusqu'au largage du câble. Cette caméra permet également l'enregistrement sonore.

<sup>(5)</sup>Treuil acheté par le club en fin d'année 2015 et mis en service début 2016.

<sup>(6)</sup>En fonction de l'usure ou de casse, les câbles peuvent être raccourcis.

Le câble utilisé lors de l'accident faisait 1 200 mètres et n'avait pas subi de modification.

Le treuil<sup>(5)</sup> de marque FREMA est situé en bout de piste à environ 1 000 mètres du seuil. Il dispose d'une cabine de contrôle et de quatre tambours indépendants que le treuillard peut sélectionner en fonction du câble à utiliser. Chaque tambour est équipé d'un câble textile de 5 mm de diamètre et d'une longueur de 1 200 mètres environ<sup>(6)</sup>. Le treuillard effectue les réglages du treuil en fonction du type de planeur et contrôle la vitesse de treuillage. Il est en contact avec le pilote et le responsable de séance par radio VHF.

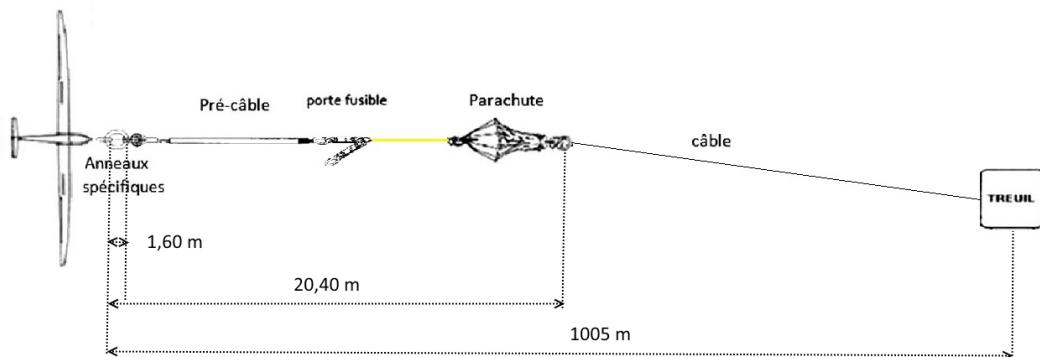


Figure 1 : vue schématique du terrain de lancement

### 2.2.1 Principe de fonctionnement du treuil

Le treuil est équipé d'un moteur thermique (diesel) qui entraîne une pompe hydraulique. Cette pompe hydraulique alimente un moteur hydraulique qui entraîne la rotation des tambours. Le réglage du sélecteur (figure 2), cadran gradué de 0 à 9, commande un limiteur de pression et permet d'ajuster la pression maximale dans le circuit hydraulique. La vitesse de rotation du tambour est commandée par la position du levier de commande, gradué de 1 à 9, (figure 3), qui agit sur le débit hydraulique. Ce levier a un débattement d'environ 30°.



Figure 2: sélecteur du limiteur de pression



Figure 3: Levier de commande de la vitesse de rotation du tambour

<sup>(7)</sup>Ce tableau de réglage élaboré par les treuillards du club comporte, pour chaque type de planeur, une valeur de réglage pour le sélecteur du limiteur de pression et une valeur « *cible* » pour le levier de commande de la vitesse de rotation du tambour.

### 2.2.2 Déroulement d'un treuillage

Le treuillard selon le type de planeur positionne le sélecteur du limiteur de pression sur la valeur indiquée par le tableau de réglage<sup>(7)</sup>.

Une fois les personnels au sol et le pilote du planeur prêts, le treuillard effectue une pré-tension du câble en avançant le levier de commande de vitesse sur 1.

Quand le câble est tendu et que le message d'information préliminaire au treuillage est donné par le treuillard, ce dernier avance le levier de commande jusqu'à la valeur cible indiquée par le tableau de réglage.

(8) Le crochet du planeur est muni d'une sécurité permettant le largage du câble si l'angle entre le planeur et le câble devient trop important.

(9) Affaissement du câble au point le plus bas de la courbe qu'il décrit.

(10) Message d'information préliminaire au lancement au treuil demandant aux usagers sur la fréquence le silence radio pendant le treuillage.

Lorsque le planeur arrive à la hauteur de fin de treuillage, soit le treuillard recule le levier de commande ce qui diminue la tension du câble et provoque le largage<sup>(8)</sup> de celui-ci, soit le pilote largue le câble.

## 2.3 Analyse de l'enregistrement vidéo

La vidéo extraite de la caméra de surveillance couvre la totalité de la séquence de l'accident, avec un niveau de qualité suffisant pour son exploitation.

La prise de pente de montée du planeur intervient cinq secondes après le début du treuillage, et la vitesse de treuillage était d'environ 100 km/h à cet instant.

La perte de contrôle intervient douze secondes après le début du treuillage (soit sept secondes après la prise d'assiette de montée).

Au début du treuillage, alors que la roue du planeur vient de quitter le sol, le parachute de récupération du câble traîne sur le sol. Le responsable de séance demande par radio au treuillard d'accélérer ; la flèche<sup>(9)</sup> du câble se réduit légèrement. Le pilote prend son assiette de montée ; quelques secondes après, le responsable de séance demande à nouveau au treuillard d'accélérer. Le câble se tend brutalement, le planeur s'incline à droite, passe sur le dos et entre en collision avec le sol.

Le fichier audio du film a permis de reconstituer les échanges radio depuis la préparation au treuillage jusqu'à l'accident.

Temps (s)	Emetteur	Message
0	Pilote	Tu peux tendre un LAK dix-sept cinquante litres d'eau
+ 4,7	Treuillard	Je tends un A S dix-sept
+ 7,4	Pilote	LAK dix-sept
+ 8,9	Treuillard	Je tends un LAK dix-sept
+ 46,5	Pilote	LAK prêt
+ 48,2	Treuillard	Prêt
+ 54,4	Treuillard	(*) silence radio <sup>(10)</sup>
+ 68,4	Responsable de séance	Accélère... accélère
+ 71,8	Responsable de séance	Accélère
+ 74,8	(?)	Emission radio (Alternat) durée de 2 s 100
+ 76,6	(@)	Bruit de l'écrasement du planeur au sol
+ 85,5	Responsable de séance	J'appelle les secours allez-y

Fin de la transcription

(\*) Mots ou groupe de mots inaudibles

(@) Bruit ou Alarme

(?) Emetteur non identifié

## 2.4 Témoignages

Le chef pilote, qui était en poste au « *starter* » et assurait la fonction de responsable de séance, indique qu'il n'a détecté aucune anomalie lors de la préparation au treuillage. Les échanges radio entre le pilote et le treuillard étaient « *standards* ».

Lors du treuillage, au moment de la rotation, il s'est aperçu que le câble n'était pas assez tendu et a demandé à deux reprises au treuillard d'accélérer. Il a réitéré sa demande pendant la montée juste avant que le planeur s'incline à droite.

Le treuillard indique qu'il s'agissait du quatrième treuillage à la suite et que lors du contact radio préparatoire, après une incompréhension sur le type de planeur, il a finalement identifié le planeur comme étant un LAK17 mais sans savoir que le planeur était ballasté. Il a consulté le tableau de réglage dont il dispose en cabine et il a réglé le sélecteur du limiteur de pression sur « 5 » et noté une valeur d'accélération de « 5 ».

Il indique qu'après la mise en tension du câble, il a positionné son doigt sur la graduation supérieure (« 6 ») pour servir de butée lorsqu'il avance le levier de commande.

Lors du treuillage, lorsque il a reçu la consigne d'accélérer, il a avancé la manette jusqu'à la graduation « 6 » lors la première demande puis à fond lors de la dernière demande.

D'autres treuillards ont confirmé qu'ils utilisaient les valeurs de réglage préconisée par le tableau pour le LAK 17A, comme pour les autres planeurs.

## 2.5 Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques relevées sur l'aérodrome étaient les suivantes :

- vent du 300° pour 5 kt ;
- CAVOK ;
- QNH 1013 hPa.

## 2.6 Expérience du pilote

Le pilote, titulaire d'un brevet de pilote planeur depuis 1991, totalisait 2 620 heures de vols dont 2 400 en tant que commandant de bord. Il était copropriétaire du planeur et volait exclusivement sur celui-ci. En 2017, il totalisait 31 heures de vol en 16 vols, dont six décollages de l'aérodrome de Challes-les-Eaux par treuillage.

## 2.7 Analyse des performances du treuil

Le treuil a été examiné et aucune anomalie de fonctionnement n'a été détectée lors des essais statiques (mesure de pression) et sans charge (mesure de vitesse des tambours).

Les mesures de vitesse de rotation des tambours du treuil ont mis en évidence les résultats suivants :

Position du levier de commande	Vitesse de rotation du tambour (tr/min)
1 et 2	0
3	70
4	285
5	500
6	700
7	967
8 et 9	967

La plage effective de réglage de la vitesse est comprise entre les positions 3 et 7. Le passage de la position 5 vers 6 fait évoluer la vitesse de 40 %. Le passage de la position 6 vers 7 fait évoluer la vitesse de 38 %. Au-delà de la position 7, la vitesse n'évolue plus.

Les vitesses d'enroulement ont été calculées en fonction de la puissance sélectionnée, en tenant compte de l'épaisseur de câble enroulé<sup>(11)</sup> sur le tambour :

Position du levier de puissance	4 épaisseurs de câbles	5 épaisseurs de câbles	6 épaisseurs de câbles
5	66 km/h	67 km/h	68 km/h
6	92 km/h	93,5 km/h	95,0 km/h
7	127,5 km/h	129,5 km/h	131 km/h

Ces calculs montrent que la variation de vitesse évolue peu en fonction de l'enroulement : d'environ 1,5 % d'un nombre d'épaisseurs de câble au nombre immédiatement supérieur.

En fin de treuillage, après un enroulement d'environ 600 mètres, soit 14 épaisseurs supplémentaires de câble sur le tambour, la vitesse d'enroulement aura augmenté d'environ 20 %.

## 2.8 Renseignements complémentaires

### 2.8.1 Procédures de treuillage

Afin d'harmoniser les procédures et de normaliser l'utilisation du treuil dans les centres de vol à voile, la Fédération Française de Vol à Voile (FFVV) a rédigé et diffusé un manuel de lancement au treuil<sup>(12)</sup>. Ce manuel décrit notamment les procédures de lancement au treuil, la phraséologie à utiliser, le rôle des différents acteurs (pilote et treuillard), une analyse des risques et les procédures d'urgence en cas d'anomalie.

<sup>(11)</sup><http://ffvv.org/archives/3089>

Le manuel du pilote de vol à voile, édité par la FFVV, précise que lors du treuillage, le pilote a la main sur la poignée de largage et en cas d'anomalie largue le câble et annonce « *Stop treuil, Stop treuil, Stop treuil* ». Il peut éventuellement demander par radio au treuillard d'accélérer ou de ralentir. Les échanges radio se font uniquement entre le pilote et le treuillard. La seule intervention du responsable de séance prévue dans la procédure est la demande d'arrêt du treuillage et l'annonce « *Stop treuil, Stop treuil, Stop treuil* » s'il détecte une anomalie ou un danger immédiat.

### 2.8.2 Manuel du treuil

Le manuel fourni avec le treuil ne donne ni les caractéristiques géométriques des tambours, ni les vitesses de rotations associées aux différents réglages de puissance.

Seules les informations de mise en œuvre, d'utilisation et de sécurité y sont mentionnées.

Pour connaître ces caractéristiques, il faut se référer aux différentes documentations techniques des composants (moteur, pompe hydraulique) ou faire des mesures directes sur le treuil.

### 2.8.3 Tableau de réglage du treuil

Lors des différents entretiens avec les personnels du club, il est apparu que le tableau de réglage a été établi à partir de données existantes sur d'autres treuils de même type, par « *expérience* » et selon les « *règles de l'art* ».

Le tableau n'indique aucune majoration en cas de planeur en configuration ballastée. Seule une minoration de position de 1 ou 2 du levier de commande de vitesse est prévue lors de vent fort.

La correspondance entre les caractéristiques techniques du treuil et les manuels de vol des planeurs aurait nécessité un calcul des performances du treuil, ce qui n'avait pas été réalisé lors de sa mise en service au début de l'année 2016.

### 2.8.4 Manuel de vol du LAK17A

Le manuel de vol du planeur indique :

- au chapitre 2 « *Limitations* », une vitesse maximale de treuillage de 140 km/h ;
- au chapitre 4 « *Procédures normales* », une vitesse recommandée lors du treuillage :
  - de 100 km/h en configuration « *non ballastée* » ;
  - de 120 km/h en configuration « *ballastée* ».

### 2.8.5 Amélioration de la connaissance du treuil

À la suite d'un incendie du treuil survenu en novembre 2016, le treuillard qui était en fonction au moment de l'accident, avait constaté que la documentation du constructeur du treuil n'était pas suffisante pour définir un programme d'entretien et connaître précisément les caractéristiques de fonctionnement du treuil. Il avait, de son initiative personnelle, entrepris d'en calculer les performances et les vitesses du câble en fonction des réglages et d'établir les schémas des différents circuits (hydraulique, électrique...).

(13)Open Glider Network.

(14)Automatic Position Reporting System

Les résultats de ces calculs étaient cohérents avec les valeurs calculées au paragraphe 2.7.3. Néanmoins, ces calculs n'ont pas été poursuivis, ce qui n'a pas permis d'établir un tableau de réglage adapté entre les réglages du treuil et les vitesses de treuillage recommandées dans les manuels de vol des planeurs.

## 2.8.6 Données issues du Flarm via le système OGN<sup>(13)</sup>

Le système OGN est un système communautaire, dont le réseau est constitué de :

- de stations sol (antenne et récepteur) qui interceptent les informations envoyées par des systèmes Flarm installés à bord des aéronefs ;
- d'un serveur APRS<sup>(14)</sup> qui reçoit et transmet des données telles que les positions des systèmes Flarm (transmises par les stations sol), l'état des stations sol et l'état du réseau ;
- d'une base de données contenant tous les aéronefs enregistrés.

Les données de positions reçues des systèmes Flarm sont enregistrées sur un serveur dédié.

À proximité des stations sols, lorsqu'elles sont en service, ces données peuvent être plus complètes que celles contenues dans le système Flarm. Lors d'un arrêt brutal, le système Flarm peut en effet perdre jusqu'à deux minutes de vol alors que ces données sont transmises en temps réel au système OGN.

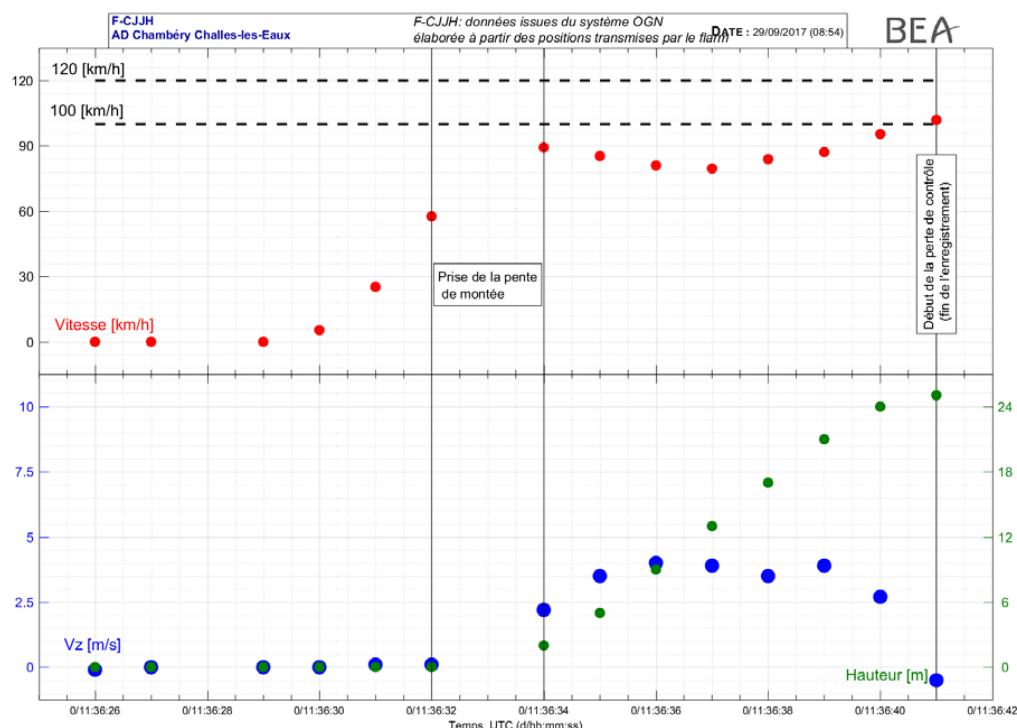


Figure 4 : Données élaborées à partir des données de position transmises par le Flarm et enregistrées par le système OGN depuis le début du treuillage jusqu'à la fin de l'enregistrement

(15)Egalement entre 11:36:27 et 11:36:29.

L'absence de données enregistrées entre 11:36:32 et 11:36:34<sup>(15)</sup> ne permet pas de positionner avec précision la prise de pente de montée et de calculer la vitesse à cet instant.

Compte tenu de la précision sur la position, l'incertitude sur la valeur calculée de vitesse sol est d'environ +/- 10 km/h, et de +/- 1,5 m/s pour la Vz. Cette planche permet cependant d'avoir une vue de la séquence des événements lors l'accident et de confirmer les observations faites à partir de l'enregistrement vidéo.

### **3 - ENSEIGNEMENTS ET CONCLUSION**

#### **3.1 Ergonomie du levier de commande de la vitesse de rotation des tambours du treuil**

Les tests effectués sur le treuil ont montré que malgré une plage théorique de réglage de 1 à 9 et un débattement du levier d'environ 30°, seule la plage de 3 à 7 permet de régler la vitesse de rotation du tambour. En pratique, la plage de 5 à 7 correspond à la quasi-totalité des réglages utilisés. Cette plage qui permet une variation de vitesse de 50 % (67 à 130 km/h) ne représente qu'un débattement du levier d'environ 10°, soit deux centimètres de course, et rend délicat un réglage précis de la vitesse. Cela a pu contribuer à des accélérations et des variations de tension du câble brutales.

#### **3.2 Vitesse de treuillage et tableau de réglage**

La réalisation empirique du tableau de réglage ne reposait sur aucune donnée ou caractéristique technique du treuil. La documentation fournie par le constructeur du treuil ne contenait pas les données et caractéristiques techniques permettant la réalisation de ce tableau de réglage. Aucun calcul de vérification n'avait été réalisé et les vitesses d'enroulement du câble n'étaient pas connues. Les valeurs de réglage du levier de commande n'étaient pas en cohérence avec les vitesses de treuillage recommandées par le constructeur du planeur. De plus, ce tableau de réglage du treuil ne prenait pas en compte le ballastage des planeurs.

Ces valeurs erronées étaient probablement à l'origine de certaines treuillées « molles » sur LAK17A constatées par des treuillards.

#### **3.3 Divergence de procédure dans la gestion d'une anomalie**

Durant la phase initiale du treuillage, le responsable de séance a détecté une anomalie et a demandé au treuillard d'accélérer une première fois puis il a réitéré la demande une nouvelle fois pendant la montée initiale, juste avant la perte de contrôle.

L'intervention du responsable de séance en demandant au treuillard d'accélérer au lieu d'interrompre le treuillage a pu perturber le pilote dans sa prise de décision et sa gestion de l'anomalie de treuillage.

#### **3.4 Conséquences de l'augmentation de vitesse du treuil**

L'analyse de la vidéo et des paramètres transmis par le Flarm montrent que le planeur évoluait à faible vitesse pendant la phase de montée initiale avec une faible marge par rapport à la vitesse de décrochage.

Durant le treuillage, la traction du câble, combinée au poids du planeur, induit un effet similaire à un facteur de charge sur la structure. Ce facteur de charge a pour effet d'augmenter la vitesse de décrochage du planeur. La vidéo montre que lors de la dernière demande d'accélération, le câble se tend brusquement générant une augmentation de la traction et donc du facteur de charge sur le planeur.

Cette augmentation bien que non quantifiable, a probablement entraîné le décrochage du planeur et le départ en virage non contrôlé.

### 3.5 Vitesse du planeur lors de la prise d'assiette de montée

L'analyse de l'enregistrement vidéo montre que la vitesse sol lors de la prise de pente de montée est de l'ordre de 100 km/h. Le pilote lors de la préparation au treuillage a bien indiqué qu'il était « *ballasté* ». Selon le manuel de vol du planeur, le pilote aurait dû vérifier avoir une vitesse de 120 km/h avant la prise d'assiette. Cette vérification lui aurait probablement permis de détecter une anomalie dans la séquence de treuillage.

### 3.6 Conclusion

La gestion inappropriée d'une anomalie détectée au cours du treuillage du planeur a conduit à une augmentation brutale du facteur de charge appliqué sur le planeur alors que ce dernier évoluait à basse vitesse, entraînant un décrochage à basse hauteur.

Ont contribué à l'accident :

- le réglage incorrect de la vitesse de treuillage, en dessous de la vitesse préconisée par le constructeur du planeur, résultant de l'utilisation d'un tableau de réglage erroné n'ayant pas fait l'objet des vérifications appropriées pour une utilisation du treuil en sécurité ;
- la documentation technique du treuil, ne permettant pas d'établir de lien explicite entre les réglages du treuil et les données du manuel de vol de chaque planeur ;
- une dérive dans l'application des procédures d'urgence en cas de détection d'une anomalie telles que prévues par la FFVV ;
- une prise d'assiette de montée par le pilote à une vitesse inférieure à celle préconisée par le manuel de vol du planeur ;
- une absence de réaction du pilote face à la situation anormale rencontrée lors du treuillage.

Par ailleurs, l'ergonomie de la commande du treuil a pu contribuer à des accélérations et à des variations de tension du câble, en réponse aux demandes de variation de vitesse, qui ont probablement déclenché le décrochage.

### 3.7 Actions correctrices

#### 3.7.1 Club

Le club a, depuis l'accident, mis en place une équipe en charge :

- de l'établissement et de la validation d'un tableau de réglage personnalisé du treuil ;
- de la refonte des procédures liées à l'utilisation du treuil ;
- de la mise en place d'une procédure de contrôle préalable à l'utilisation d'un nouveau treuil au sein de la structure.

### **3.7.2 Constructeur du treuil**

Le constructeur du treuil a, depuis l'accident, transmis à l'ensemble des utilisateurs de ce type de treuil un complément de documentation technique permettant d'améliorer la connaissance des utilisateurs sur le fonctionnement du treuil.

### **3.7.3 FFVV**

La fédération a pris en compte que lors de l'utilisation d'un treuil, la connaissance de son fonctionnement ainsi que l'utilisation d'un tableau de réglage entre les paramètres de commande affichés, notamment la vitesse linéaire du câble et la vitesse recommandée par le constructeur pour chaque type de planeur, sont indispensables au treuillard.

En conséquence, la fédération va entreprendre une action auprès des clubs pour les aider à établir leur propre tableau de réglage.