

Manuel d'instruction

Hélices WINDSPOON



Aérodrome de Villefranche Tarare (LFHV)
289 Avenue Odette & Edouard DURAND
69620 FRONTENAS - FRANCE
Tél. : + 33 (0)4 74 72 12 69 - Fax : +33 (0)4 74 72 10 01
E-mail : contact@duc-helices.com - www.duc-helices.com

ISO 9001

BUREAU VERITAS
Certification



Entreprise certifiée ISO 9001:2008
pour son Système de Management de la Qualité

Mises à jour des révisions

Date	Indice	Objet de modification
16/02/2010	-	Création
13/06/2014	G	Mise à jour
05/10/2016	G	Correction mineure
21/03/2017	H	Mise à jour adresse



BUREAU VERITAS
Certification



DUC HELICES

AERODROME DE VILLEFRANCHE-TARARE
289 AVENUE ODETTE ET EDOUARD DURAND
69260 FRONTENAS - FRANCE

Bureau Veritas Certification France certifie que le système de management de l'organisme susmentionné a été audité et jugé conforme aux exigences de la norme :

Standard

ISO 9001 : 2008

Domaine d'activité

CONCEPTION, FABRICATION D'HELICES, DE PALES ET D'ACCESSOIRES AERONAUTIQUES.

DESIGN, MANUFACTURING OF AERONAUTICAL PROPELLERS, BLADES AND ACCESSORIES.

Date de début du cycle de certification : 14 décembre 2016

Sous réserve du fonctionnement continu et satisfaisant du système de management de l'organisme, ce certificat est valable jusqu'au : 14 septembre 2018

Date originale de certification : 22 février 2010

Certificat n° : FR027856-2 Date: 16 décembre 2016

Affaire n° : 6330690

Jacques Matillon - Directeur général

Adresse de l'organisme certificateur : Bureau Veritas Certification France
60, avenue du Général de Gaulle - Immeuble Le Guillaumet - 92046 Paris La Défense

Des informations supplémentaires concernant le périmètre de ce certificat ainsi que l'applicabilité des exigences du système de management peuvent être obtenues en consultant l'organisme.
Pour vérifier la validité de ce certificat, vous pouvez téléphoner au : + 33 (0)1 41 97 00 60.




Ce présent manuel d'instruction est à conserver pendant toute la durée de vie de l'hélice.
Il peut être amené à évoluer. Le propriétaire est tenu de s'informer auprès de la société DUC Hélices de la dernière version de manuel valide en cours applicable à l'hélice.

Fiche Identification

Date		Bon de livraison n°	
Propriétaire		Moteur/Réducteur	
Avion		1^{er} calage conseillé	

Note :

.....

.....

.....

.....

Fiche Performances

CALAGE (°) à 25cm du bout de pale	DISTANCE DECOLLAGE (m)	TAUX MONTÉE (ft/min ou m/s)	CROISIERE LENTE (km/h & tr/min)	CROISIERE DIVERS (km/h & tr/min)	CROISIERE RAPIDE (km/h & tr/min)	PLEIN GAZ VARIO 0 (km/h & tr/min)

Notes (Date, Nombre de personnes, Masse essai, Météo, ...) :

.....

.....

.....

--	--	--	--	--	--	--

Notes (Date, Nombre de personnes, Masse essai, Météo, ...) :

.....

.....

.....

--	--	--	--	--	--	--

Notes (Date, Nombre de personnes, Masse essai, Météo, ...) :

.....

.....

.....

Sommaire

1. Présentation de l'hélice WINDSPOON	5
1.1. Caractéristiques	5
1.2. Avantages du profil aérodynamique WINDSPOON.....	5
1.3. Moyeu Carbone Forgé®.....	5
1.4. Accessoires.....	6
1.5. Référence commerciale	6
2. Précautions d'installation	6
3. Applications.....	7
4. Instructions de montage.....	8
4.1. Composants de l'hélice	8
4.2. Assemblage de l'hélice sur table.....	8
4.3. Installation de l'hélice sur l'avion.....	9
4.4. Réglage de l'angle de calage de l'hélice.....	11
5. Potentiel d'utilisation & Maintenance de l'hélice.....	12
5.1. Potentiel d'utilisation de l'hélice : Illimité	12
5.2. Planning de maintenance de l'hélice.....	12
5.3. Maintenance régulière (par l'utilisateur).....	12
5.4. Maintenance générale (par l'utilisateur ou un atelier aéronautique).....	12
5.5. Maintenance complète à l'atteinte du TBO (par DUC Hélices).....	13
6. Conditions Générales de Vente	13
6.1. Formation du contrat	13
6.2. Livraison	13
6.3. Prix	13
6.4. Droit de rétractation.....	13
6.5. Garanties.....	13
6.6. Protection des données personnelles	13
6.7. Litiges	13
7. Annexes	14
I. Dossier technique du moyeu d'hélice CARBONE FORGÉ®	16
II. Dossier technique de la pale WINDSPOON Standard	17
7.1. Déclaration de conformité de l'hélice WINDSPOON	19

1. Présentation de l'hélice WINDSPOON

1.1. Caractéristiques

L'hélice WINDSPOON est disponible en :

- Bipale, Tripale

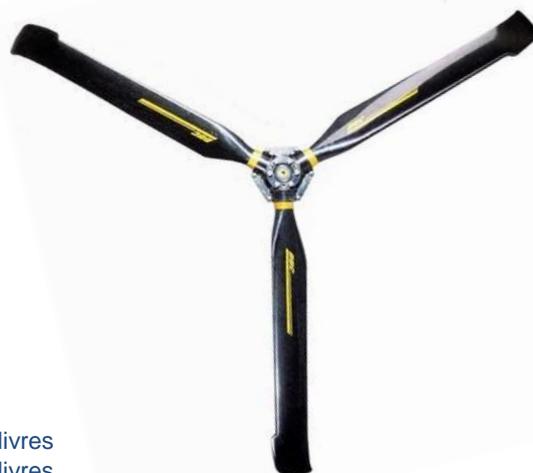
Pour les motorisations à forte puissance, sa structure peut être renforcée (WINDSPOON-R).

Diamètre:

- Ø1727mm (autres diamètres sur demande)
Ø68 pouces

Masse :

▪ Bipale WINDSPOON Standard Ø1727mm	3.00 kg	6.62 livres
▪ Tripale WINDSPOON Standard Ø1727mm	4.05 kg	8.93 livres
▪ Bipale WINDSPOON-R Ø1727mm	3.14 kg	6.92 livres
▪ Tripale WINDSPOON-R Ø1727mm	4.26 kg	9.39 livres



1.2. Avantages du profil aérodynamique WINDSPOON

L'hélice WINDSPOON, avec sa forme révolutionnaire appelée WINDSPOON, présente des performances inégalées.

Ses innovations techniques ont plusieurs effets :

- **Meilleur rendement**
- **Baisse de la consommation**
- **Réduction du bruit**

Le profil très spécial de la pale DUC FC a été calculé pour optimiser l'écoulement du flux d'air sur toute la surface de WINDSPOON.

Le centre de vrillage décalé entraîne une amélioration de la résistance aux efforts et une longévité accrue.

La production des hélices DUC FC répond aux normes les plus strictes de l'industrie, avec un outillage unique spécialement construit pour vous assurer la plus haute qualité.

Le Windspoon

Cette forme complexe permet une diminution du vortex créé en bout de pale et donc un meilleur rendement.

La Contre-vrille

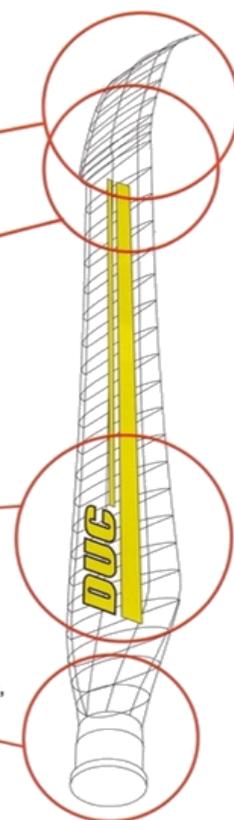
Cette forme a été calculée pour organiser l'écoulement du flux d'air sur toute la surface de Windspoon.

Le Centre de vrillage décalé

La DUC FC a un axe de vrillage décalé, évoluant depuis le bord d'attaque jusque dans l'intérieur du pied de pale. Ceci entraîne une amélioration de la résistance aux efforts, une longévité accrue et une efficacité supérieure.

Le Pied de pale

Le pied de pale est renforcé par une bague AU4G anodisée, ce qui évite les problèmes d'électrolyse.



1.3. Moyeu Carbone Forgé®

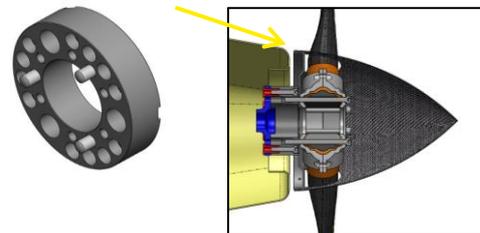


Le moyeu de l'hélice est fabriqué selon le procédé breveté **Carbone Forgé®**. Fabriqué à partir de nappes de fibres de carbone unidirectionnelles préimprégnées de résine époxy, celui-ci permet un gain de poids tout en ayant des caractéristiques de résistance mécanique exceptionnelles.

1.4. Accessoires

Entretoise d'adaptation de montage en aluminium

Permet d'ajuster le placement de l'hélice sur l'avion en fonction de la position du porte-hélice du moteur et de son capot moteur.



Cônes en diamètre Ø210 (Ø8.3pouces) et Ø250mm (Ø9.8pouces)

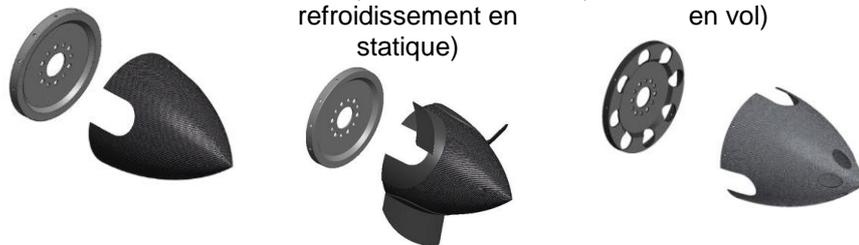
Standard

Turbo

(améliore refroidissement en statique)

Ventilo

(améliore refroidissement en vol)



Outil de réglage pour l'ajustement de l'angle de calage des pales

Housse de protection de pale

Produit de nettoyage d'hélice composite

Faites des économies ! Une hélice propre a un meilleur rendement et diminue la consommation.



1.5. Référence commerciale

Désignation	Référence	Part number
Hélice Bipale WINDSPOON Droite	01-02-001	H-FC 2-D-S
Hélice Bipale WINDSPOON Gauche	01-02-002	H-FC 2-G-S
Hélice Tripale WINDSPOON Droite	01-01-001	H-FC 3-D-S
Hélice Tripale WINDSPOON Gauche	01-01-002	H-FC 3-G-S
Hélice Tripale WINDSPOON-R Droite	01-01-003	H-FC 3-D-R
Hélice Tripale WINDSPOON-R Gauche	01-01-004	H-FC 3-G-R

Remarque :

Spécifier le régime de navigabilité de l'avion (Ex : ULM, LSA, ...) et le diamètre souhaité (Ex : réf. 01-01-002/1727) lors de la commande.

Pour plus d'information au sujet du marquage de l'hélice, consulter la section **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

2. Précautions d'installation

AVERTISSEMENT Assurez-vous que le circuit d'allumage est hors tension avant de débuter tout type opération sur l'hélice. Ne pas faire tourner le moteur sans hélice, des dommages moteur en résulteront.

IMPORTANT Les pales d'une hélice font partie d'un ensemble. **NE PAS LES INTERCHANGER** avec d'autres pales provenant d'hélices similaires. Les pales d'une hélice sont fabriquées selon leur application. Leur structure, masse et équilibrage sont différents d'une hélice à l'autre.

Le cône est un élément important pour le refroidissement du moteur. L'avion ne doit pas voler sans cône d'hélice.

La version Turbo des cônes DUC est particulièrement adaptée aux moteurs à refroidissement à air (Jabiru, ...). Il limite les variations de température du moteur entre le décollage à plein régime et le vol en croisière mais également en statique ou sur un taxiway. Le montage d'un cône différent des cônes DUC devra faire l'objet d'un avenant au présent manuel d'instructions validé par la société DUC afin de confirmer sa compatibilité au montage de l'hélice.

Sur les moteurs 2 temps et autres moteurs réduits d'une puissance inférieure à 65cv, les vis sont capables de travailler en cisaillement en fond de filet. Pour les moteurs 4 temps réduits (Ex : Rotax 912S) avec un porte-hélice équipé de trous lisses, les vis doivent travailler sur leur corps lisse (la valeur de cisaillement d'une vis sur la partie lisse est 2 fois supérieure à celle de la partie filetée). Pour les autres moteurs en prise directe ou pour les moteurs réduits dont la puissance est supérieure à 65cv, il convient de rajouter 3 pions diamètre Ø10mm sur le porte-hélice. **L'hélice vous est livrée avec les vis adéquates. Le changement des vis est contraire à nos préconisations sauf validation par les constructeurs.**

CONDITIONS DE GARANTIE L'utilisateur vole toujours sous son entière responsabilité (Cf. 6. Conditions Générales de Vente).

3. Applications

Les hélices DUC sont données pour un potentiel de vol illimité dans des conditions normales de fonctionnement. Pour conserver le potentiel illimité, DUC Hélices a déterminé un TBO (temps entre révision) pour une hélice en fonction du moteur qu'elle équipe. Consulter la rubrique 5. **Potentiel d'utilisation & Maintenance** pour davantage d'information.

Moteur	Type	Réd-ucteur	Hélice préconisée	Diamètre hélice (mm)	Angle de calage (°)	TBO - Temps entre révision (heure)
3 AXES TRACTIFS						
ROTAX 912	4 temps	2.273	Bipale WINDSPOON Standard Tractive Droite	Ø1727	14°	800
ROTAX 912S	4 temps	2.43	Tripale WINDSPOON Standard Tractive Droite	Ø1727	12°	800
			Tripale WINDSPOON-R Standard Tractive Droite	Ø1727	12°	800
ROTAX 914	4 temps	2.43	Tripale WINDSPOON-R Standard Tractive Droite	Ø1727	14°	800
ROTAX 503	2 temps	2.58	Bipale WINDSPOON Standard ou Inconel Tractive Gauche	Ø1727	6°	800
		2.62			8°	
		3	Tripale WINDSPOON Standard ou Inconel Tractive Gauche		14°	800
		3.47	15°			
4	17°					
ROTAX 582	2 temps	2.58	Bipale WINDSPOON Standard ou Inconel Tractive Gauche	Ø1727	8°	800
		2.62			11°	
		3	Tripale WINDSPOON Standard ou Inconel Tractive Gauche		17°	800
		3.47	17°			
4	21°					
3 AXES PROPULSIFS						
ROTAX 912	4 temps	2.273	Bipale WINDSPOON Std/Inc. Propulsive Gauche	Ø1727	14°	800
ROTAX 912S	4 temps	2.43	Tripale WINDSPOON Std/Inc. Propulsive Gauche	Ø1727	12°	800
ROTAX 914	4 temps	2.43	Tripale WINDSPOON-R Std/Inc. Propulsive Gauche	Ø1727	14°	800
ROTAX 503	2 temps	2.58	Bipale WINDSPOON Standard Propulsive Droite	Ø1727	6°	800
		2.62			8°	
		3	Tripale WINDSPOON Standard Propulsive Droite		14°	800
		3.47	15°			
4	17°					
ROTAX 582	2 temps	2.58	Bipale WINDSPOON Standard Propulsive Droite	Ø1727	8°	800
		2.62			11°	
		3	Tripale WINDSPOON Standard Propulsive Droite		17°	800
		3.47	17°			
4	21°					
PENDULAIRES						
ROTAX 912	4 temps	2.273	Tripale WINDSPOON Std/Inc. Propulsive Gauche	Ø1727	11°	800
ROTAX 912S	4 temps	2.43	Tripale WINDSPOON Std/Inc. Propulsive Gauche	Ø1727	12°	800
ROTAX 503	2 temps	2.58	Bipale WINDSPOON Standard Propulsive Droite	Ø1727	6°	800
		2.62			8°	
		3	Tripale WINDSPOON Standard Propulsive Droite		14°	800
		3.47	15°			
4	17°					
ROTAX 582	2 temps	2.58	Bipale WINDSPOON Standard Propulsive Droite	Ø1727	8°	800
		2.62			11°	
		3	Tripale WINDSPOON Standard Propulsive Droite		17°	800
		3.47	17°			
4	21°					
AUTRES APPLICATIONS						
Pour toutes autres applications, merci de contacter la société DUC Hélices pour évaluer la possibilité d'adaptation de l'hélice WINDSPOON.						

* Ø1727mm = Ø68pouces

Remarque

Les valeurs d'angle de calage sont des valeurs théoriques associées au moteur. Ce réglage doit être ajusté en fonction de l'avion (Cf. **Indications d'Essais**).

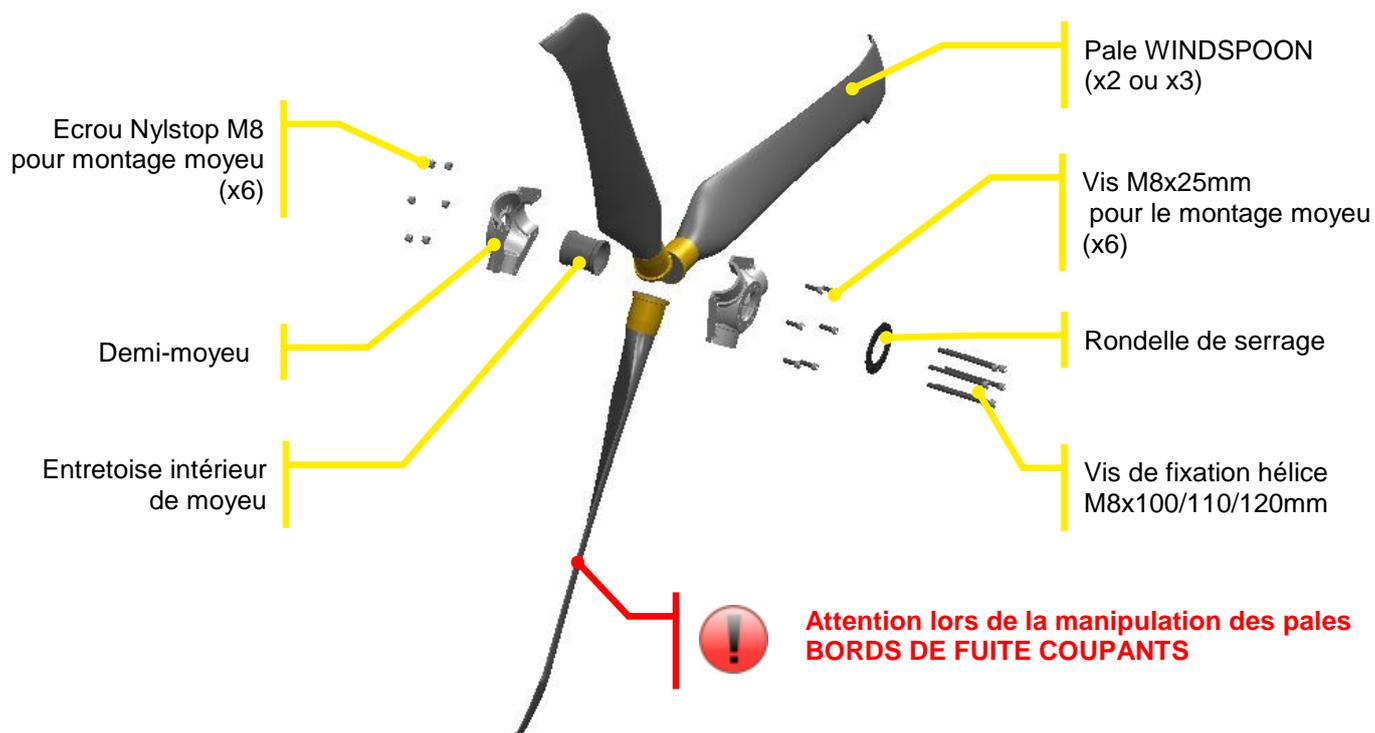
Pour une bonne utilisation de l'hélice, se reporter à la rubrique 5. **Potentiel d'utilisation & Maintenance**.

4. Instructions de montage

Le montage de l'hélice WINDSPOON est illustré ci-après. La procédure s'applique aussi bien aux hélices bipales que tripales.

Pour tout renseignement complémentaire, contacter la société DUC Hélices.

4.1. Composants de l'hélice



4.2. Assemblage de l'hélice sur table

ETAPE 1



Placer un demi-moyeu avec son entretoise au centre sur une table de travail.

ETAPE 2



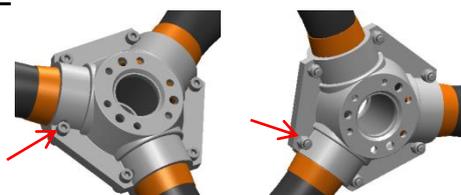
Placer les pales dans leur logement en les calant vers l'extérieur. **Orienter l'autocollant DUC face à vous.**

ETAPE 3



Placer le second demi-moyeu sur le tout pour s'emboîter avec les pieds de pale.

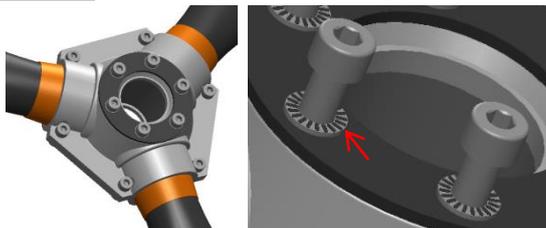
ETAPE 4



Depuis l'avant du moyeu, mettre en place les 6 vis courtes M8x25mm d'assemblage du moyeu.

A l'arrière, placer les écrous et les serrer modérément.

ETAPE 5



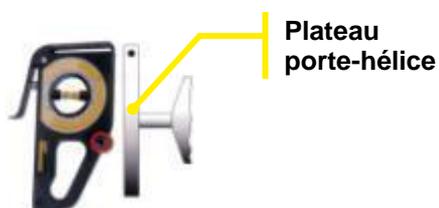
Positionner la rondelle de serrage sur la face avant du moyeu de l'hélice (côté autocollant), puis placer les 6 grandes vis de fixation M8x100/110/120mm avec leur rondelle.

Les cannelures de rondelle doivent être en contact avec la tête de la vis.

4.3. Installation de l'hélice sur l'avion

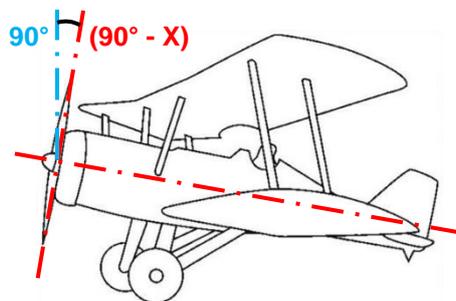
Selon votre configuration, une entretoise d'adaptation peut être installée sur votre porte-hélice moteur.

ETAPE 6

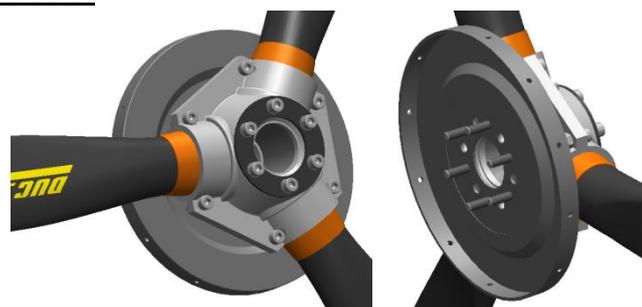


Plateau porte-hélice

Placer votre appareil de manière à ce que le plateau porte-hélice soit parfaitement vertical.
Contrôler avec le niveau de l'outil de réglage (90°).
Dans l'impossibilité de modifier l'axe longitudinal de l'appareil, relever la valeur X de l'angle d'inclinaison du plateau porte-hélice pour la soustraire à la valeur de l'angle de calage à régler.



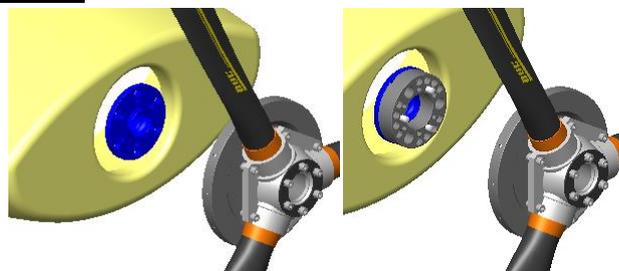
ETAPE 7



Depuis l'arrière de l'ensemble, positionner la platine de fixation du cône selon les vis de fixation.

Attention à respecter le sens de la platine.

ETAPE 8



Installer l'ensemble empilé sur le porte-hélice (ou l'entretoise d'adaptation correspondante).
Serrer modérément.

ETAPE 9



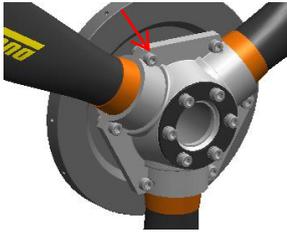
Desserrer légèrement les vis d'assemblage de manière à ce que chaque pale puisse pivoter dans son logement.

ETAPE 10



Régler l'angle de calage des pales avec l'outil de réglage. Consulter la rubrique **4.4. Réglage de l'angle de calage de l'hélice.**

ETAPE 11

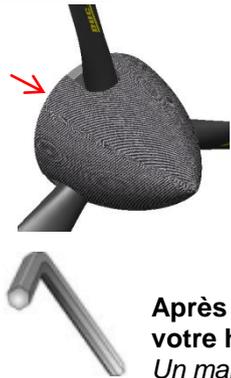


Lorsque les pales sont réglées à l'angle approprié de leur application, serrer l'ensemble des vis à un **couple de 25Nm (2.5kg/m)**.

COUPLE DE SERRAGE DES VIS = 25Nm (2.5kg/m)

Le serrage de l'hélice s'effectue en deux étapes :
1^{er} serrage pour approcher les vis en serrant modérément
2nd serrage avec une clé dynamométrique

ETAPE 12



Une fois que tous les réglages de l'hélice ont été réalisés, monter le cône de l'hélice en serrant les vis à un **couple 4Nm (0.4kg/m)** avec l'outillage approprié.

A ce point, l'hélice WINDSPOON est prête pour les premiers essais.

ATTENTION

Après 1 heure de fonctionnement, suite au montage ou à une modification du montage, resserrer votre hélice selon les indications de montage.

Un marquage à la peinture des vis peut être fait pour permettre un contrôle visuel du bon serrage des vis.



A ce point, votre hélice WINDSPOON est prête pour les premiers essais.

L'utilisateur se doit de faire les démarches réglementaires appropriées pour le changement d'hélice conformément à la réglementation applicable de l'aéronef.

PRECAUTIONS

Si vous constatez la moindre anomalie de montage ou de fonctionnement, n'entreprenez pas de vol et contactez immédiatement la société DUC Hélices.



Prendre conscience des risques potentiels lors du montage et des premiers essais de l'hélice. Soyez concentré, attentif et vigilant à votre entourage. Vérifier plusieurs fois les points à respecter. Conserver de grandes distances de sécurité lors des mises en fonctionnement.

Les accessoires de fixation et l'hélice doivent être montés conformément aux notices techniques de la société DUC.

Le non-respect de ces données dégageait de toute responsabilité notre société (Consulter la rubrique 6. Conditions Générales de Vente).



INDICATIONS D'ESSAIS

Les essais sont importants. Il est normal de devoir faire plusieurs réglages successifs en alternant essais au sol et en vol.

ESSAI PRELIMINAIRE pour sécuriser 1^{er} vol (Essai au sol) : Immobiliser votre appareil, freins bloqués. Respecter les recommandations du constructeur concernant la sécurité.

Mettre le moteur en marche, laisser chauffer.

Gaz à fond, le régime moteur doit se situer au moins à 85% du régime moteur maximal préconisé en vol par le constructeur. **Si ce n'est pas le cas, ajuster l'angle de calage des pales.** Ajouter de l'angle pour réduire le régime moteur (et inversement). 1° d'angle de calage influe d'environ 200 tr/min sur le régime moteur.

ESSAI DE VALIDATION du bon réglage de l'angle de calage des pales (Essai en vol) : Vérifier tous les serrages. Décoller et se placer en vol horizontal stabilisé, vario à zéro.

Pour le décollage, il n'est pas recommandé de mettre gaz à fond, frein serré puis de lâcher les freins. Il faut mettre les gaz progressivement, frein desserré. De plus, cette méthode permet de réaliser des décollages plus courts.

Gaz à fond, le régime moteur maximal préconisé par le constructeur doit être atteint, **mais pas dépassé.**

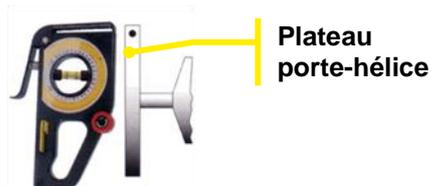
Si ce n'est pas le cas, ajuster l'angle de calage des pales. Ajouter de l'angle pour réduire le régime moteur (et inversement). 1° d'angle de calage influe d'environ 200 tr/min sur le régime moteur.

4.4. Réglage de l'angle de calage de l'hélice

Avant tout, la pale à régler doit être en position horizontale avec son bord d'attaque vers le haut.

Le calage s'effectue avec l'outil de réglage plaqué sur l'intrados à **14 cm du bout de pale**. L'angle d'attaque est formé par le plan vertical et l'intrados de la pale.

Pour cela, placer votre appareil horizontal, de manière à ce que le plateau porte-hélice soit parfaitement vertical.



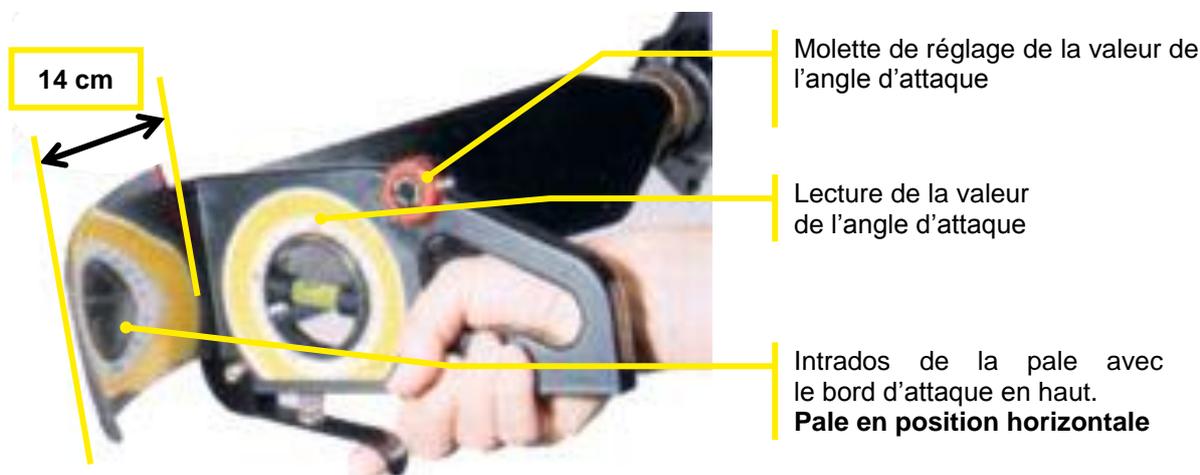
Contrôler avec le niveau de l'outil de réglage (90°).

Dans l'impossibilité de modifier l'axe longitudinal de l'appareil, relever la valeur X de l'angle d'inclinaison du plateau pour la soustraire à la valeur de l'angle de calage à régler.

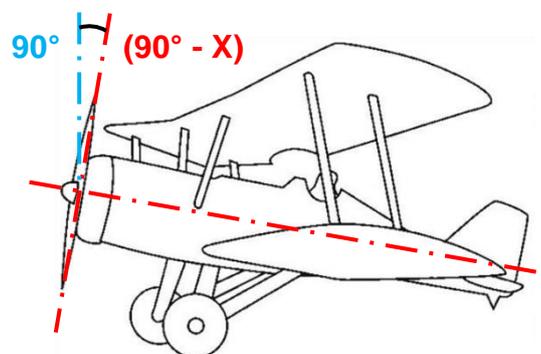
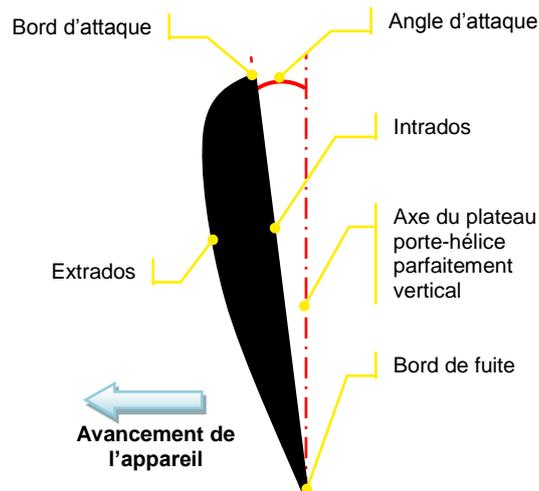
Procédure :

- 1) Vis de fixation de l'hélice et du moyeu légèrement desserrées, pale horizontale, bord d'attaque vers le haut, placer l'outil de réglage par le bord de fuite à 14 cm du bout de la pale, côté intrados (plat) de la pale, poignée vers le bas (Cf. photo ci-dessous).
- 2) Régler la valeur voulue (recalculée si besoin selon l'inclinaison de l'appareil) sur l'outil.
- 3) A l'aide d'un maillet nylon, tapoter légèrement au niveau du pied de pale pour faire pivoter la pale dans le sens voulu.
- 4) Une fois l'angle de calage désiré obtenu, effectuer la même opération sur chacune des autres pales. Retirer l'outil et effectuer le serrage des vis de fixation de l'hélice en respectant le **couple de serrage de 25N.m (2.5kg/m)**.

COUPLE DE SERRAGE DES VIS = 25Nm (2.5kg/m)



La précision de l'outil de réglage est de 0.2° . Celle-ci est définie par la tolérance visuelle de la position de la bulle du niveau entre les deux traits.



5. Potentiel d'utilisation & Maintenance de l'hélice

5.1. Potentiel d'utilisation de l'hélice : Illimité

Les hélices DUC sont données pour un potentiel de vol illimité dans des conditions normales de fonctionnement.

Pour conserver le potentiel illimité, DUC Hélices a déterminé un TBO (temps entre révision) pour une hélice en fonction du moteur qu'elle équipe. Ce TBO en fonction de l'application est indiqué dans ce présent manuel (Consulter la rubrique **3.Applications**). Dans tous les cas, celui-ci ne pourra pas dépasser 5 ans.

Lors d'utilisation plus intense (Ecole de pilotage, ...), ce TBO peut être doublé en conservant un contrôle au moins tous les 2 ans.

A l'atteinte de celui-ci, nous vous proposons de nous retourner l'hélice pour effectuer un contrôle totale et vérifier sa bonne utilisation.

Si aucune anomalie critique n'est détectée, celle-ci est à nouveau créditée du même TBO et vous est retournée. Pour rappel, il n'y a pas d'impératif de tenu de carnet de vol. Mais sachez que ce contrôle est proposé comme un service à nos clients pour un suivi de navigabilité et qu'il n'y a aucune obligation. En effet, la sécurité n'en sera pas remise en cause. Les frais de port d'envoi puis de retour du matériel au client restent à sa charge.

5.2. Planning de maintenance de l'hélice

Type	Acteur	Fréquence
Régulière	Utilisateur	Chaque pré-vol
Générale	Utilisateur ou atelier aéro	Chaque 100 heures ou annuelle
Complète	Société DUC Hélices	Chaque TBO

5.3. Maintenance régulière (par l'utilisateur)

Pour une utilisation de l'hélice WINDSPOON en toute sécurité, il est nécessaire que l'utilisateur effectue une maintenance régulière pour détecter toutes anomalies. Cette maintenance s'arrête généralement à une simple vérification.

Fréquence de vérification : A chaque pré-vol **Moyens de contrôle :** Inspection visuelle & Manipulation manuelle

Points à contrôler :

- Fixation de l'hélice :

En maintenant manuellement le bout d'une des pales de l'hélice, secouer fermement celle-ci pour ressentir si un jeu apparait au niveau de la fixation de l'hélice.

- Dégradation de l'hélice:

Vérifier visuellement l'ensemble de l'hélice sans rien démonter (pied de pale, bord d'attaque en Inconel, surface de la pale, cône, moyeu, ...)

- Fixation du cône :

Vérifier visuellement la bonne tenue des vis de fixation du cône. Un marquage à la peinture peut être fait entre chaque vis et le cône pour avoir un moyen de contrôle visuel du bon serrage de ces vis.

Possible problèmes rencontrés :

- Jeu dans le serrage des vis

- Surface dégradé due à de la saleté ou impact/Fissure apparente

Actions correctives (selon l'importance) :

1. Nettoyer l'hélice avec le produit de nettoyage DUC (réf. 01-80-003)
2. Effectuer une réparation avec le kit de réparation DUC (réf. 01-80-004)

3. Resserrer les vis de fixation au couple adéquat
4. Remplacer le(s) composant(s) endommagé(s)
5. Contacter DUC Hélices pour définir une solution

5.4. Maintenance générale (par l'utilisateur ou un atelier aéronautique)

Une maintenance générale par l'utilisateur de l'hélice ou un atelier aéronautique doit être faite à plus faible fréquence.

Fréquence de vérification : 100 heures ou annuelle

Moyens de contrôle : Inspection visuelle & Manipulation

Points à contrôler :

- Fixation de l'hélice :

En démontant le cône de l'hélice, vérifier le bon serrage de la visserie à la clé dynamométrique. Ces vis de fixation du moyeu doivent être serrées au couple approprié, défini dans la notice de montage ci-jointe.

Un marquage à la peinture de l'ensemble vis/rondelle/moyeu lors du serrage peut aussi être fait pour permettre d'effectuer une vérification visuelle au dehors de cette maintenance générale.

- Dégradation de l'hélice:

Vérifier visuellement l'ensemble de l'hélice (pied de pale, bord d'attaque en Inconel, surface de la pale, cône, moyeu, ...)

Possible problèmes rencontrés :

- Jeu dans le serrage des vis
- Surface dégradé due à de la saleté ou impact/Fissure apparente

Actions correctives (selon l'importance) :

1. Nettoyer l'hélice avec le produit de nettoyage DUC
2. Effectuer une réparation avec le kit de réparation DUC
3. Resserrer les vis de fixation au couple adéquat
4. Remplacer le(s) composant(s) endommagé(s)
5. Contacter DUC Hélices pour définir une solution

5.5. Maintenance complète à l'atteinte du TBO (par DUC Hélices)

A l'atteinte du TBO (potentiel d'heure de vol entre révision) défini par DUC Hélice, l'hélice doit être retournée à la société pour une expertise complète de tous les composants de l'hélice.

Consulter la rubrique 3. **Application** pour connaître la valeur du potentiel d'heures de vol du moteur considéré.

La dégradation éventuelle des composants de l'hélice peut varier en fonction du lieu d'utilisation.

6. Conditions Générales de Vente

6.1. Formation du contrat

Les commandes passées par fax, par téléphone ou courrier électronique engagent le client dès réception par nos services de la commande et de son règlement.

6.2. Livraison

La société DUC Hélices s'engage à mettre tout en œuvre afin de livrer la commande dans les délais les plus courts, et ce dès réception de la commande accompagnée du règlement. Les délais de livraison indiqués sur le bon de commande ne sont donnés qu'à titre indicatif et les retards éventuels ne donnent pas le droit à l'acheteur d'annuler la vente, de refuser la marchandise ou de réclamer des dommages et intérêts. Toute réclamation pour non-conformité ou manquement devra être transmise dans la semaine qui suit la date de réception de la commande.

La société DUC Hélices est libérée de son obligation de livraison pour tous cas fortuits ou de force majeure. A titre indicatif, les grèves totales ou partielles, les inondations, les incendies sont des cas de force majeure. Le transfert de propriété des produits livrés ou à livrer est suspendu jusqu'au paiement intégral du prix par le client et ce sans incidence sur le transfert des risques.

6.3. Prix

La société DUC Hélices pourra modifier ses tarifs à tout moment.

Le client s'engage à payer le prix de vente en vigueur au moment de la saisie de la commande. Le règlement de la commande est payable d'avance en un versement lors de l'envoi à la société DUC Hélices du bon de commande.

6.4. Droit de rétractation

En vertu de l'article L121-16 du Code de la consommation, le client dispose d'un délai de sept jours francs à compter de la livraison de sa commande pour faire retour des produits à la société DUC Hélices pour échange ou remboursement, sans pénalités à l'exception des frais de retour. Les produits retournés ne doivent pas avoir subi de modification, de dégâts (conséquence de choc ou à un usage anormal) et être emballés dans les conditionnements d'origine. Les marchandises expédiées en port du ne seront pas acceptées.

6.5. Garanties

Les produits de la société DUC Hélices doivent être montés et utilisés conformément aux manuels d'instructions fournis. Aucune modification ne peut être effectuée sans l'accord préalable de la société DUC Hélices. Le non-respect de ces données dégage toute responsabilité de la société DUC Hélices et rend hors garantie les produits considérés.

L'utilisateur vole toujours sous son entière responsabilité.

La garantie légale des produits industriels est de six mois ou pendant la durée du potentiel entre révision (TBO) de l'hélice (dépend du moteur sur lequel elle est montée) contre les vices cachés et défauts de fabrication. Consulter la rubrique 3. Application pour connaître la valeur du potentiel d'heures de vol du moteur considéré.

La société DUC Hélices garantit la défectuosité de ses produits dans le cadre d'un usage normal dans les modalités définies ci-après : Dans le cas où le client constaterait une défectuosité, il doit le signaler immédiatement à la société DUC Hélices et dispose d'un mois à compter de son achat pour le retourner à la société DUC Hélices, toutes défectuosités structurelles seront prises en compte (à l'exception des dégâts conséquence de fausse manœuvre, de choc, d'accident, d'une altération ou négligence, de l'eau ou en général d'un usage inapproprié par le type du moteur, de la puissance, de la vitesse et du réducteur). Pour bénéficier de cette garantie, le client doit obligatoirement retourner la commande à ses frais dans un délai d'un mois à compter de son achat à la société DUC Hélices accompagné du bon de livraison joint aux produits. Lors d'un retour, la société DUC Hélices ne prend aucune responsabilité pour dommages ou pertes pendant le transport à cause d'un emballage insuffisant ou inadéquat. La société DUC Hélices retourne alors à ses frais, au client, à l'adresse indiquée sur le bon de livraison, un produit identique ou équivalent.

Outre ces garanties, La société DUC Hélices ne fournit aucune autre garantie.

6.6. Protection des données personnelles

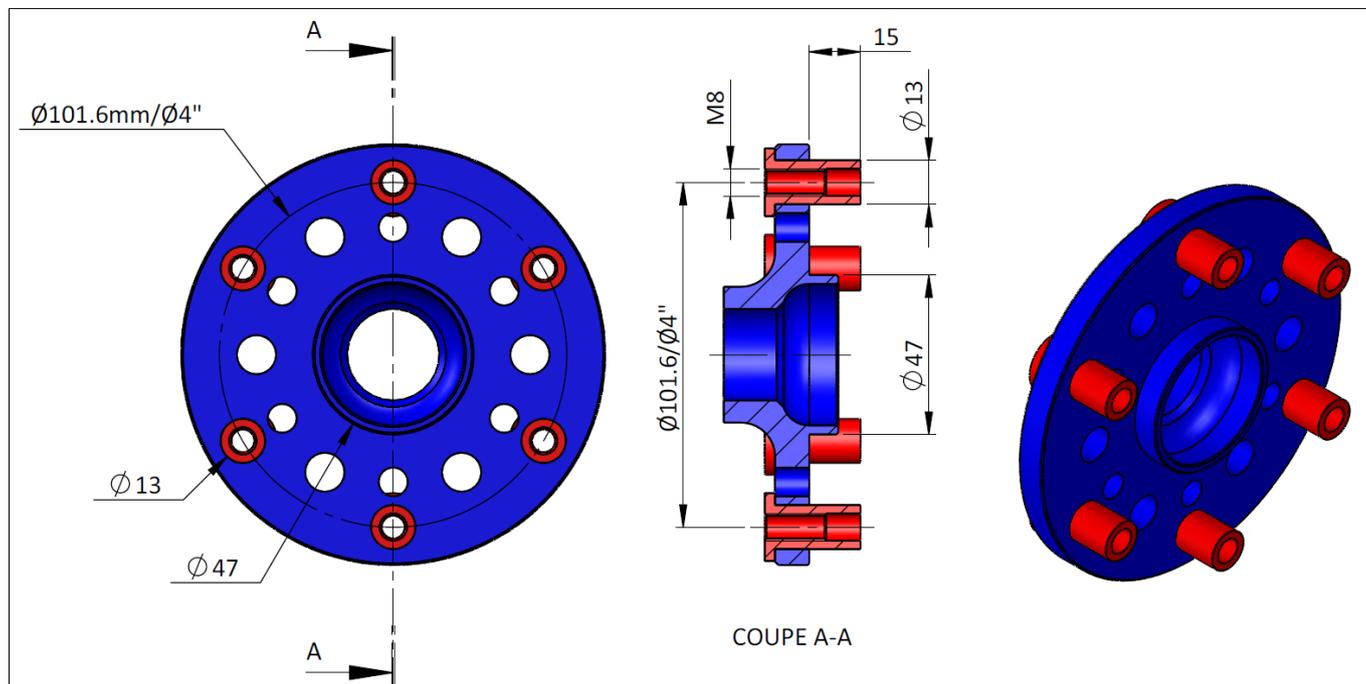
Toutes les données que vous nous confiez sont protégées afin de pouvoir traiter vos commandes. En vertu de la loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, vous disposez auprès du service client de La société DUC Hélices d'un droit d'accès, de consultation, de modification, de rectification et de suppression des données que vous nous avez communiquées.

6.7. Litiges

Toute commande passée emporte l'adhésion du client, et ce sans aucune restriction, aux Conditions Générales de vente de La société DUC Hélices. Tout différend relatif à la vente (prix, CGV, produit ...) sera soumis au droit français devant le tribunal de commerce de Lyon.

7. Annexes

7.1. Dimension du porte-hélice ROTAX 912S



7.2. Moment d'inertie des hélices WINDSPOON

Type d'hélice	Diamètre (mm)	Inertie (kg.cm ²)
Hélice Bipale WINDSPOON Gauche & Droite	1727	2533
Hélice Tripale WINDSPOON Gauche & Droite	1727	3725
Hélice Tripale WINDSPOON-R Gauche & Droite	1727	3911

7.3. Limite de fonctionnement des hélices WINDSPOON

Désignation	Puissance moteur maximum	Vitesse de rotation maximum
Hélice Bipale WINDSPOON, Gauche & Droite	100 cv	2700 tr/min
Hélice Tripale WINDSPOON, Gauche & Droite	120 cv	2700 tr/min
Hélice Tripale WINDSPOON-R, Gauche & Droite	140 cv	2700 tr/min

7.4. Marquage d'identification des hélices

7.4.1. Etiquette de fabrication

Comme l'hélice est démontable, chaque composant (pale et demi-moyeu) a une étiquette de traçabilité de fabrication qui l'identifie et spécifie son numéro de série:

Pale WINDSPOON Gauche & Droite (Toutes versions)	Demi-moyeu (Bipale & Tripale)
	

7.4.2. Etiquette d'hélice (pour version certifiée LSA)

A la fin de la fabrication de l'hélice, une 2nd étiquette – l'étiquette d'hélice – est placée sur chaque composant de l'hélice (pale et demi-moyeu) avec les informations suivantes :

1^{ère} ligne : Part number de la version de l'hélice

Bipale (2) or Tripale (3)
Gauche (G) or Droite (D)
Structure renforcée (R) et/ou bord d'attaque Inconel (I)
Diamètre en mm

P/N: H-FC_3-D-R-1727

S/N: XXXX EQ-003: XX

2^{ème} ligne : Données sur l'hélice

Numéro de série de l'hélice (pas seulement du composant)
Valeur de l'équilibrage statique de chaque pale de l'hélice

Voici un exemple pour chacune des 6 versions d'hélices possible :

Version d'hélice	Etiquette	Version d'hélice	Etiquette
Hélice Bipale WINDSPOON, Droite		Hélice Tripale WINDSPOON, Droite	
Hélice Bipale WINDSPOON, Gauche		Hélice Tripale WINDSPOON, Gauche	
		Hélice Tripale WINDSPOON -R, Droite	
		Hélice Tripale WINDSPOON -R, Gauche	

7.5. Dossier technique du moyeu d'hélice CARBONE FORGÉ®

7.5.1. Comparaison Demi-Moyeu Carbone Forgé® / Demi-Moyeu Aluminium

L'objectif de ces essais est d'évaluer le potentiel du demi-moyeu en composite carbone fabriquées avec le procédé CARBONE FORGÉ®, en le comparant à différents demi-moyeux réalisés avec des catégories d'aluminium différentes.

PIECES ET MATERIAUX

4x DEMI-MOYEURS CARBONE FORGÉ®



Réalisé en fibres de carbone préimprégnée de classe 180 type aéronautique.

6x DEMI-MOYEURS ALUMINIUM



- AS 7 G06 avec traitement thermique 1 : pièces n° 1 / 2
- AS 7 G06 avec traitement thermique 2 : pièces n° 3 / 4
- AS 10 S8 G sans traitement thermique : pièces n° 5 / 6

MASSE DES PIECES CONSIDEREES

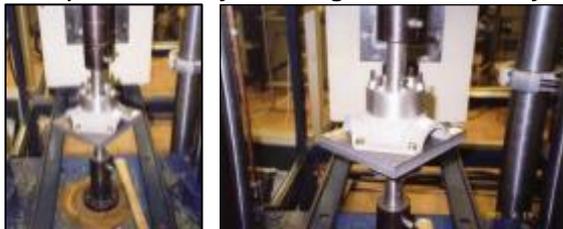
N° pièce	Aluminium (g)	Carbone Forgé® (g)
1	537	270
2	509	272
3	520	268
4	-	270
5	528	
6	525	

Les poids des demi-moyeux carbone représentent en général la moitié du poids des pièces en aluminium.

Très faible variation de poids des pièces en CARBONE FORGÉ®.

PROCEDURES DE TESTS

1^{er} TEST : Tension (jusqu'à 15 kN), puis compression (jusqu'à 70 kN) du demi-moyeu le long de son axe de symétrie



2^{ème} TEST : Application d'une tension le long d'un axe incliné par rapport à l'axe de symétrie de la pièce.



Pour ces deux cas, les résultats en termes de rigidité et charges apparentes de rupture sont exploités. La capacité des cellules de charge étant limitée, l'essai ne pourra atteindre la rupture de la pièce dans la plupart des cas. En outre, la rupture des vis de fixation des pièces sur l'outillage durant les essais se sont plusieurs fois produites.

3^{ème} TEST : Compression le long de l'axe de symétrie du demi-moyeu jusqu'à 100kN

Les pièces ont été équipées de jauges de contrainte sur leur bride plane, afin d'obtenir directement l'état de contrainte locale.

RESULTATS

1^{er} TEST : Aucune détérioration ou fissure observées que ce soit sur les pièces en aluminium ou en composite. A noter que les résistances en tension des pièces en carbone sont comparables à celles obtenues avec les alliages d'aluminium. Cependant, vu le poids nettement inférieur des pièces en carbone, les valeurs spécifiques sont beaucoup plus élevées.

2^{ème} TEST : Les pièces en carbone montrent la même ou une plus haute rigidité que les pièces en aluminium. Excepté l'échantillon d'aluminium n°1, les charges de rupture sont quasiment identiques. La rupture semble être moins fragile pour les pièces Carbone Forgé®. La propagation se produit par le délaminage de la matière autour des trous de fixation.

N° pièce	Poids (g)	Tension (N/mm)	Tension (N/mm/g)	Compression (N/mm)	Compression (N/mm/g)
½ MOYEURS EN ALUMINIUM					
2	509	29400	58	55500	109
6	525	27800	53	58800	112
½ MOYEURS EN CARBONE FORGÉ®					
3	268	28600	107	50000	186
4	270	23330	86	52600	195

N° pièce	Poids (g)	Tension (N/mm)	Tension (N/mm/g)	Rupture (kN)	Rupture (N/g)
½ MOYEURS EN ALUMINIUM					
1	537	7410	13.8	>43.9	-
5	528	7410	14	37.4	71
½ MOYEURS EN CARBONE FORGÉ®					
1	270	9610	35.6	40.5	150
2	272	8000	29.4	38.9	143

3^{ème} TEST : Compression avec jauges de contrainte.

Unité de contrainte : $1\mu\text{def} = 10^{-6}$

N° pièce	Résistance / Rigidité (N/ μdef)
Aluminium – pièce n°2	111
Aluminium – pièce n°3	83
Carbone – pièce n°5	47

CONCLUSION

Le procédé CARBONE FORGE® est très adapté à la fabrication de pièces ouvragées, tel que le demi-moyeu, avec une excellente tenue mécanique et en respectant les directions renforcées de la structure. Les propriétés mécaniques examinées des moyeux CARBONE FORGE® sont comparables à celles obtenues à partir des alliages d'aluminium forgés, pour des dimensions semblables de pièces, et par conséquent de meilleures performances spécifiques, grâce à la densité plus faible du matériel (1.5 contre 2.9).

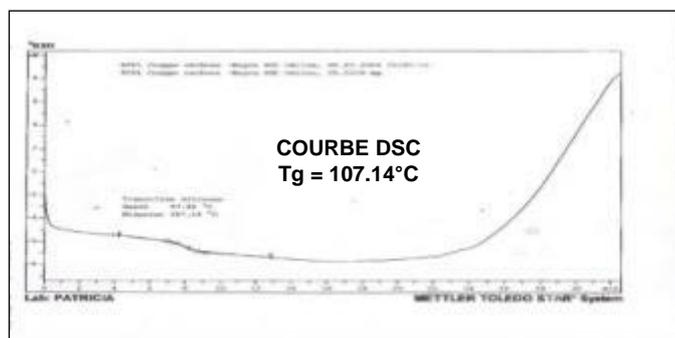
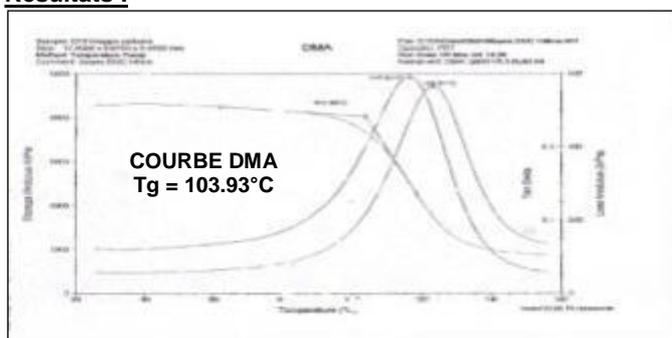
7.5.2. Tenue à la température – Moyeu Carbone DUC

Les tests de tenue en température ont été réalisés sur un échantillon d'un demi-moyeu d'hélice DUC en fibres de carbone, selon le procédé CARBONE FORGE® dans le laboratoire d'HEXCEL COMPOSITES.

Matériau : Nappe UD de fibres de carbone préimprégné de classe 180 type aéronautique

Procédure : Les mesures de température de transition vitreuse T_v (ou T_g) ont été effectués sur appareils DSC et DMA.

Résultats :



7.6. Dossier technique de la pale WINDSPOON Standard

7.6.1. Sollicitation Pale WINDSPOON par Force centrifuge selon Moteur/Réducteur

$$\text{Calcul de la force centrifuge : } F = \frac{M \times V^2}{R_G}$$

RPM_{max} : Régime moteur maximum (tr/min)

$\phi_{\text{hélice}}$: Diamètre de l'hélice (mm)

F : Force centrifuge (N)

RPM_{red} : Régime réducté (tr/min)

G_{pale} : Position du centre de gravité de la pale (mm)

$F_{\text{Fos}(2)}$: Force centrifuge avec coefficient de sécurité 2 (tr/min)

Red. : réducteur

R_G : Rayon du centre de gravité pale (mm)

M : Masse de la pale (kg)

V : Linear speed in blade gravity center of blade (m/s)

Pale WINDSPOON Standard

Type	MOTEUR			HELICE					FORCE CENTRIFUGE	
	RPM _{max} (tr/min)	Red.	RPM _{Red} (tr/min)	$\phi_{\text{hélice}}$ (mm)	G_{pale} (mm)	R_G (mm)	V (m/s)	M (kg)	F (N)	$F_{\text{Fos}(2)}$ (N)
MOTEUR 4 TEMPS										
ROTAX 912	6000	2.273	2640	ϕ 1730	279	316	87.31	1.005	24 242	48 485
ROTAX 912S	6000	2.43	2469	ϕ 1730	279	316	81.67	1.005	21 211	42 422
ROTAX 914	6000	2.43	2469	R- ϕ 1730	282	319	82.44	1.081	23 032	46 063
MOTEUR 2 TEMPS										
ROTAX 582	6800	2.58	2636	R- ϕ 1730	279	316	87.17	1.005	24 168	48 337
ROTAX 582	6800	2.62	2595	R- ϕ 1730	279	316	85.84	1.005	23 436	46 872
ROTAX 582	6800	3.00	2267	R- ϕ 1730	279	316	74.97	1.005	17 875	35 750
ROTAX 582	6800	3.47	1960	ϕ 1730	279	316	64.81	1.005	13 361	26 721
ROTAX 582	6800	4.00	1700	ϕ 1730	279	316	56.23	1.005	10 055	20 109

7.6.2. TEST DE RUPTURE PALE SWIRL (Equivalent à la pale DUC WINDSPOON)

La rupture complète de la pale SWIRL n'a pas pu être obtenue par un essai de traction dans l'axe de la pale du fait de la limite de l'installation. Ainsi, pour estimer la valeur de rupture dans l'axe, un essai de traction statique désaxé de 32° est réalisé. La rupture s'est produite au niveau de l'épaule du pied de pale. On peut considérer que la rupture de la pale dans l'axe représente environ le double de la valeur de rupture à 32° car à cette position-là, seulement la moitié du pied de pale est en contact avec le montage.

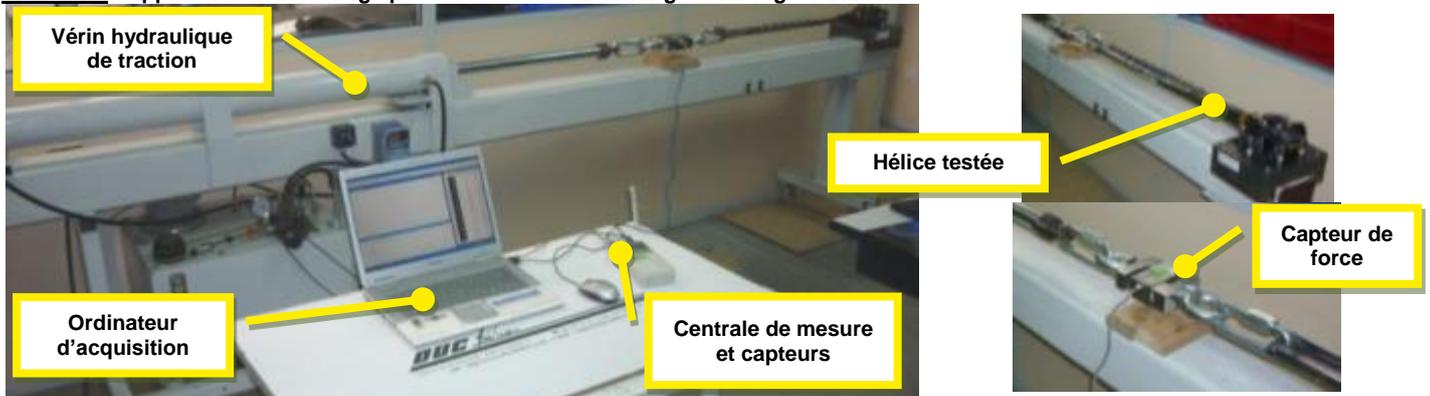


Traction de la pale dans l'axe	Délamination à 58 000 N
Traction statique de la pale à 32° par rapport à l'axe	Rupture à 48000 N
Estimation de la valeur de rupture à la traction de la pale	Rupture calculée à 96 000 N

7.6.3. ESSAI DE FORCE CENTRIFUGE SELON LA SPECIFICATION CS-P350

L'essai de charge centrifuge d'hélice est défini selon la spécification de certification d'hélice CS-P 350. Son objectif est de démontrer sa conformité avec la spécification de certification d'hélice (CS-P) définie par l'Agence européenne de la sécurité aérienne (EASA). Au terme de l'essai, l'hélice doit montrer aucune preuve de fatigue, de dysfonctionnement ou de déformation permanente qui se traduirait par un effet majeur ou dangereux sur l'hélice. Il est considéré que cet essai permet de valider la tenue mécanique de l'hélice, autrement dit de confirmer le procédé de fabrication de celle-ci. Cet essai est réalisé avec l'hélice SWIRL Inconel Ø1520mm à une sollicitation représentative de son montage sur le moteur JABIRU. Etant la plus pénalisante pour l'essai, c'est cette configuration qui a été retenue. Ainsi, l'essai permet de valider toutes les configurations inférieures à celle choisie. De plus, toutes les hélices utilisant le même dimensionnement ainsi que la même technologie de fabrication seront considérées conformes à valeurs similaires ou inférieures à celle du test.

Procédure : Application d'une charge pendant 1 heure = 2 x Charge centrifuge maximale = 55 189 N



Résultats : Obtenus par analyse visuelle comparative de sections de la structure interne des produits testés.

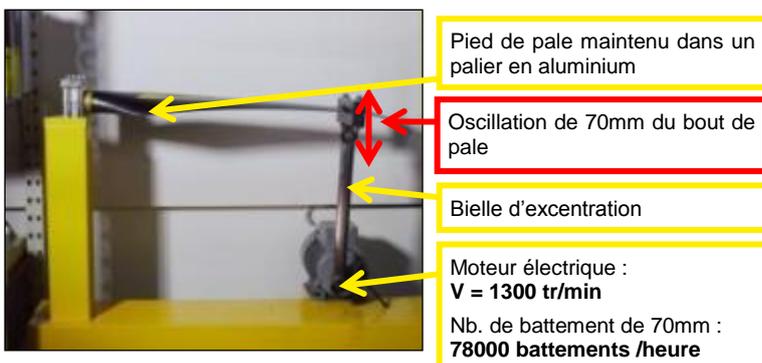
Aucune dégradation externe n'a été constatée pendant et après l'essai de charge centrifuge. Analyse comparative de la pale :

- Bon compactage et homogénéité des nappes carbonées/époxy INTRADOS et EXTRADOS, ainsi qu'au pied de pale à l'intérieur de la bague (quelques toutes petites bulles d'air présentes mais acceptables)
- Pas de porosités visibles, ni d'amas de résine
- Bonne adhérence entre les peaux et le noyau interne
- Bonne densification du noyau interne
- Liaison homogène des peaux INTRADOS et EXTRADOS localisées sur le bord d'attaque et le bord de fuite
- Profils extérieurs identiques sur les pales
- Bonne cohésion du renfort INCONEL de bord d'attaque sur la structure

Quant à l'analyse visuelle des sections du moyeu :

- Bon compactage et homogénéité des nappes carbonées/époxy
- Pas de déformation, d'usure, de délamination constatées en surface et autour des trous
- Bonne position et tension de la fibre au sein de la pièce
- Pas de porosité visible

7.6.4. TEST DE FATIGUE A LA FLEXION DES PALES DUC



Les pales DUC ont subi un test de flexion pendant 30 heures soit 2 340 000 cycles d'oscillation de 70mm.

Suite à ces sollicitations, ces mêmes pales ont fait l'objet d'essais de traction et les résultats n'ont pas montré de variation de résistance de structure.

Cet essai de charge centrifuge selon la spécification CS-P 350 permet de conclure que l'hélice est correctement dimensionnée et est capable de fonctionner sur une installation inférieure ou égale à un moteur JABIRU, sollicitant la pale à une force centrifuge de 27 594 N.

7.7. Déclaration de conformité de l'hélice WINDSPOON

7.7.1. Conception and Construction

L'hélice WINDSPOON a été conçue pour être adaptée aux applications décrites dans la section **3. Applications**. Tous les éléments de conception sont fiables et maîtrisés par la société DUC Hélices.

Les matériaux utilisés dans l'hélice ont été sélectionnés selon leurs propriétés techniques pour être conforme à la définition de l'hélice et durable au cours de la vie de l'hélice.

A propos du système réglage au sol, la conception permet un réglage fin et minutieux du pas des pales de l'hélice. En outre, le système est robuste pour ne pas varier pendant le fonctionnement normal et d'urgence de l'hélice, mais aussi après de nombreux réglages.

La définition de l'hélice WINDSPOON est conforme pour résister aux contraintes de fonctionnement pendant toutes sa durée de vie. Consulter l'essai de force centrifuge (paragraphe 7.II.3), l'essai de rupture (7.II.2) et la section suivante.

7.7.2. Essais et Inspections

L'hélice WINDSPOON réalise avec succès les essais et les inspections décrites ci-dessous, sans défaillance ni dysfonctionnement.

Test de résistance :

L'essai de résistance est présenté en section **7.II.3**. Le pied de pale et le moyeu d'hélice ont été testés pendant 1 heure à un niveau de charge égale à deux fois la charge centrifuge qui serait généré par le poids de la pale à la vitesse de rotation nominale. Ce test a été effectué sur un banc d'essai statique.

Test d'endurance :

L'essai d'endurance de l'hélice WINDSPOON est conforme pour chaque application présentée dans la section **3**.

Inspection démontage :

A la fin de chaque essai décrit ci-dessus, l'hélice WINDSPOON a été complètement démontée et chaque pièce a été inspectée. Aucun défaut ou fissure n'a été détecté.

Réglage de l'hélice et réparation :

Pendant les tests et inspections effectués, aucune des pièces n'ont être réparées ou remplacées. Toutes les pièces de l'hélice ont résisté aux essais et ont été conformes après les inspections.

7.7.3. Contrôle de la conception

L'hélice WINDSPOON a été conçue sur logiciel CAO. Tous les fichiers CAO et plan 2D sont stockés au sein du Bureau d'Etudes de DUC Hélices, ainsi que les définitions des configurations de la WINDSPOON. Toutes les données techniques (dimensions, matériaux et procédé) sont enregistrées dans un Mode Opérateur de Fabrication. Aussi, une copie de toutes ces données est archivée hors de la société.

7.7.4. Assurance Qualité

La société DUC Hélices est certifié ISO 9001:2008 pour le management de son système qualité, ce qui permet de maîtriser la conformité de fabrication des hélices selon leur conception définie. Consulter la page 2.

7.7.5. Certificat de conformité selon la norme ASTM F2506-10

« ASTM F2506-10 est un norme de spécification pour la conception et l'essai d'hélice à pas fixe ou réglage au sol destiné au avion en LSA (Light Sport Aircraft).

La société DUC Hélices déclare que l'hélice WINDSPOON est conforme avec la norme ASTM F2506-10 et après vérification, répond à l'ensemble des exigences de celle-ci. »



Mr. Vincent Duqueine
Manager
21/03/2017

DUC Hélices Propellers
contact@duc-helices.com · www.duc-helices.com
Aérodrome de Villefranche-Tarare
69620 FRONTENAS - FRANCE
Tél. : +33 (0)4 74 72 12 69
SIRET : 413 269 887 0035

DUC Hélices Propellers

Aérodrome de Villefranche-Tarare (LFHV)

289 Avenue Odette & Edouard DURAND

69620 FRONTENAS - FRANCE

Tél. : + 33 (0)4 74 72 12 69 - Fax : +33 (0)4 74 72 10 01

E-mail : contact@duc-helices.com - www.duc-helices.com

S.A.V. : service.technique@duc-helices.com

ISO 9001

BUREAU VERITAS
Certification



Entreprise certifiée
ISO 9001:2008

INFO
PILOTE



Protéger votre hélice !

Housse néoprène - Référence commerciale : 01-80-002

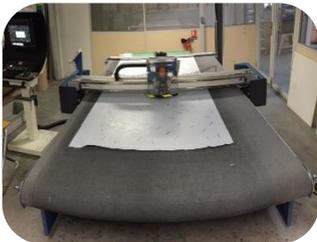
INFO
PILOTE



Faites des économies !

Dégraisser votre hélice permet de
DIMINUER LA CONSOMMATION
en améliorant les performances

Référence commerciale : 01-80-003



Les données et photos inclus dans ce manuel d'instructions sont exclusivement à la propriété de la société DUC Hélices. Aucune partie de ce manuel ne peut être reproduite ou transmise sous aucune forme ou avec n'importe quel moyen, électronique ou manuel, pour une raison quelconque, sans l'approbation écrite de la société DUC Hélices.