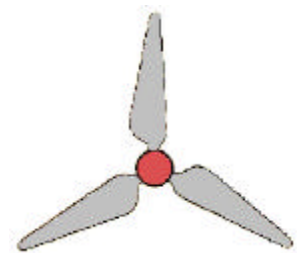


# TRIPALES



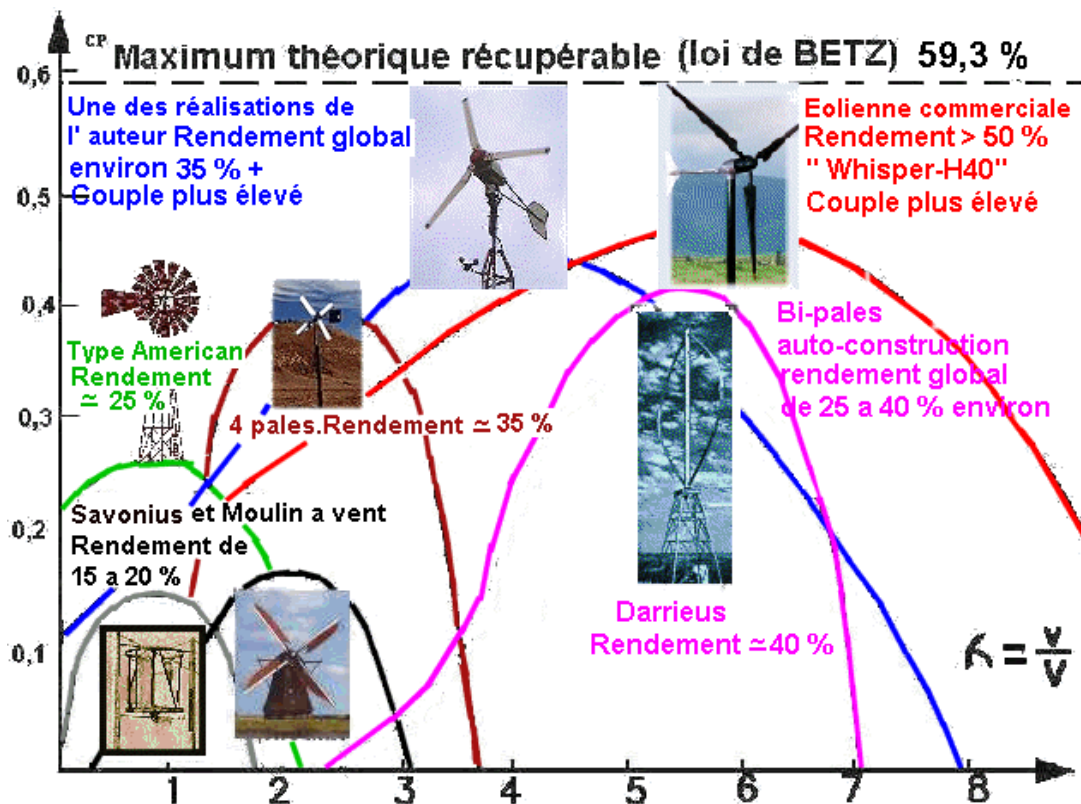
Nous avons vu sur le documents [palerotor](#) la fabrication de bi-pales. La construction de tri-pales est presque aussi aisée. Si vous avez réussi avec un jeu de bi-pales, il vous sera possible d'entamer un jeu quelque peu plus performant.

Est-il justifié de construire une éolienne tri-pales versus une hélice plus simple du type bi-pale ?

## Avantages et inconvénients. (Tri-pales)

L'avantage indiscutable est un démarrage généralement plus rapide qu'une bi-pales pour un même vent. Le couple est aussi plus important. La fabrication n'est pas plus compliquée hormis quelques solutions simples visant à optimiser l'équilibrage.

L'inconvénient, bien que ce ne soit pas un obstacle, est un poids plus élevé. Les attaches de pales sont aussi un peu plus compliquées. Sommes toutes, les avantages semblent dominer.



Ce tableau démontre qu'une bi-pales bien construite sera équivalente à une Darrieus soit environ 24 à 40 % de rendement. La vitesse de rotation d'une bi-pales est généralement rapide. Par contre la vitesse de rotation d'une tri-pales est d'environ moins 4 % par rapport à une bi-pales, mais, le couple sera plus important notamment au démarrage.

**Types d'hélices.** Une hélice de mini éolienne, voire, grandes unités se détail :

**Mono-pale.**

Très rarement utilisée du au contreponds nécessaire et un équilibrage difficile. Une société italienne construisait de telles unités.

**Bi-pales.**

Le plus courant pour les petites unités est sa facilité de mise en oeuvre à la portée de tous, ou presque !

La particularité des hélices bi-pales est de tourner généralement très vite.

Leur inconvénient est que le couple de démarrage est souvent très faible sans astuces de variation du pas (angle d'attaque).

**Tri-pales.**

Une hélice tri-pales semble offrir le meilleur des deux mondes.

Couple nettement plus élevé au démarrage et vitesse de rotation proche des bi-pales.

Cette vitesse de rotation est inférieure d'environ moins 4 % par rapport à une hélice bi-pales de même diamètre. Le couple est plus élevé, avantage non négligeable lors de vents relativement faibles.

**Multi-pales.**

Nous retrouvons des unités comportant de 4 a 6 pales sur des sites ou les vents sont particulièrement faibles ou, lorsque le couple nécessaire est plus important que la vitesse de rotation.

L'approche des moulins de pompage multi-aubes est caractéristique de ces engins ou un couple important est nécessaire au détriment de la vitesse de rotation qui est très faible (envrion 50 a 75 tm max).

**Vos projets.**

Vous avez construit une magnifique unité bi-pales mais vous remarquez que le dieu Eole n'est pas très favorable dans votre région.

Ou bien, vous notez que le couple de démarrage ou le couple lors de l'auto-excitation de l'alternateur freine trop votre engin éolien.

Un rotor éolien tri-pales pourrait résoudre ce "problème"

Ou bien, vous envisagez de construire de toutes pièces une unité.

Votre choix se portera sur une hélice tri-pales.

Dans les trois cas, une approche légèrement différente de la construction d'une bi-pales est a envisager.

Les critères de votre choix de matériaux, bois, aluminium, acier léger, matériaux de synthèse, seront sensiblement les mêmes que ceux exposé pour la fabrication de bi-pales.

Si votre choix se porte sur le bois, une variante dans l'approche sera a retenir attentivement.

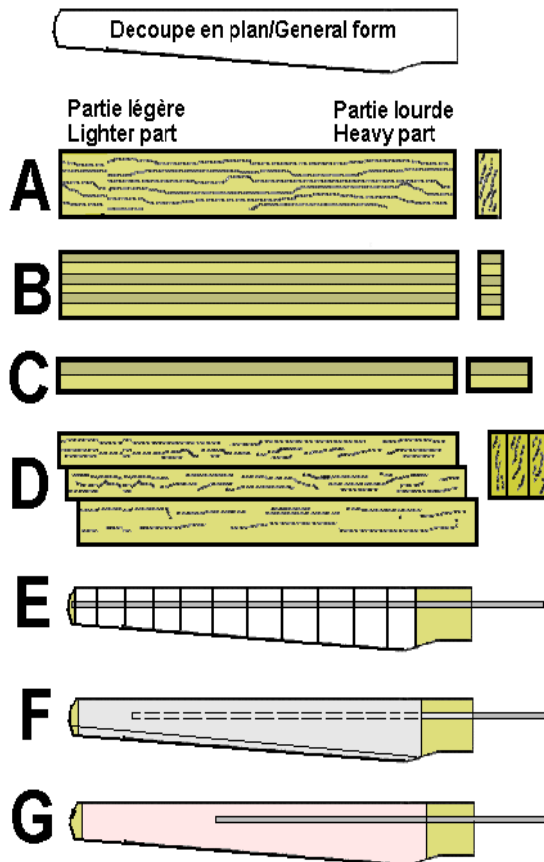
Les attaches au pied des pales devront impérativement êtres très soignées et respecterons les normes des angles de pale a pale qui sera précisément de 120 degrés.

En effet, un décalage de seulement 4 degrés risque de voir votre équipage éolien fortement vibrer, vibration pouvant entraîner la destruction. Voir plus loin les implications

Que ces quelques remarques ne vous découragent pas, rien n'est impossible a celui, celle, qui veut absolument arriver à ses fins.

Voyons tout d'abord avec QUOI fabriquer notre tri-pales de nos rêves (construction des pales : bois).

[Page suivante](#) 



On peut utiliser plusieurs sources de matériaux pour nos hélices. Certains sont à prohiber. Notons le contreplaqué ordinaire et le balsa qui ne répondent pas aux critères de solidité. Voyons nos possibilités.

**A.** Une (des) planche bien droite(s) de fil comme indiqué dans [palerotor](#) sera le plus simple

**B et C.** Une ( des) planche(s) en bois laminé que votre menuisier préparera pour vous sera une excellente solution. Deux possibilités, le laminage en languettes (**B**) et le laminage en planches contre-collées tête bêche (**C**)

**D.** Un billot de bois tranché en trois planches bien dressées vous permettra d`obtenir 3 planches de poids presque identique.

**E.** La construction selon la méthode ailes avions ou ailes de modèles réduits est aussi une possibilité bien que cette approche est abandonnée sauf par les modélistes.

**F.** Un jeu de pales en aluminium ou acier léger est une approche séduisante.

**G.** Un jeu de pales en résines de synthèse est l`approche moderne de plusieurs copains qui maîtrisent l`emploi de ces résines et fibres.

Si vous envisagez la construction avec des planches pleines, des planches laminées ou des planches découpées provenant d`un gros billot, votre méthode de travail sera idem a celle suggérée dans [Palerotor](#). Vous pouvez utiliser le principe pale à angles fixes ou à angles variables. Tel que dit une pale à angle variables est plus efficace bien que le traçage initial est quelque peu plus compliqué

Si vous utilisez la construction avec des couples comme une construction d`aile avion ou de maquette vous devez envisager une parfaite symétrie des couples (cordes) et un support central très solide qui sera a la fois le support des couples et "l`axe" de chaque pale.

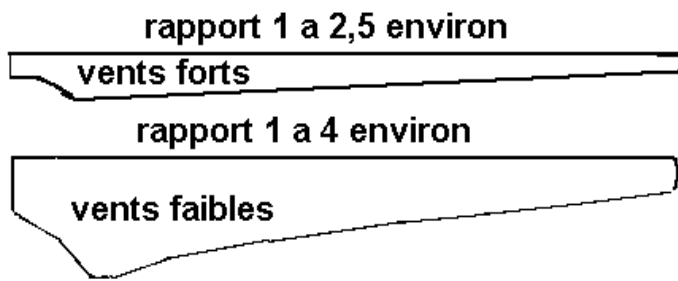
Un support en aluminium qualité aviation est fortement recommandé. Ce type de construction bien que peu utilisé de nos jours, permet une variation importante des angles d`attaque.

Le revêtement sera idéalement de contreplaqué mince (2mm environ) qualité extérieur, ou, idéalement qualité aviation.

Le support central si vous utilisez la construction tout métal ou résines de synthèse et fibres de verre ou fibres de carbone aura les mêmes critères que la construction ci dessus..

Votre choix dépend avant tout de vous, de vos moyens financiers et habileté.

*Document uniquement destiné pour usage privé. Copie(s) ou usage commercial interdit. © GEMIFI*



Déterminez le type de pale en fonction de la vitesse des vents dans votre région. La pale pour des vents forts sera choisie pour des vents moyens annuels de  $\Rightarrow$  15 km/h.



La pale pour vents faibles sera utile pour des vents moyens annuels de  $\leq$  12 km/h

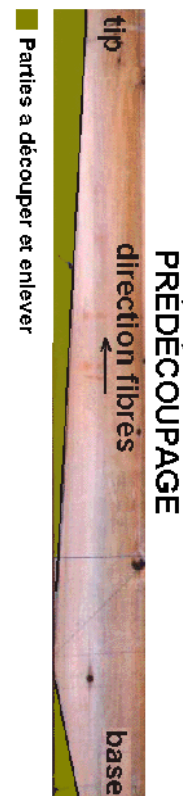
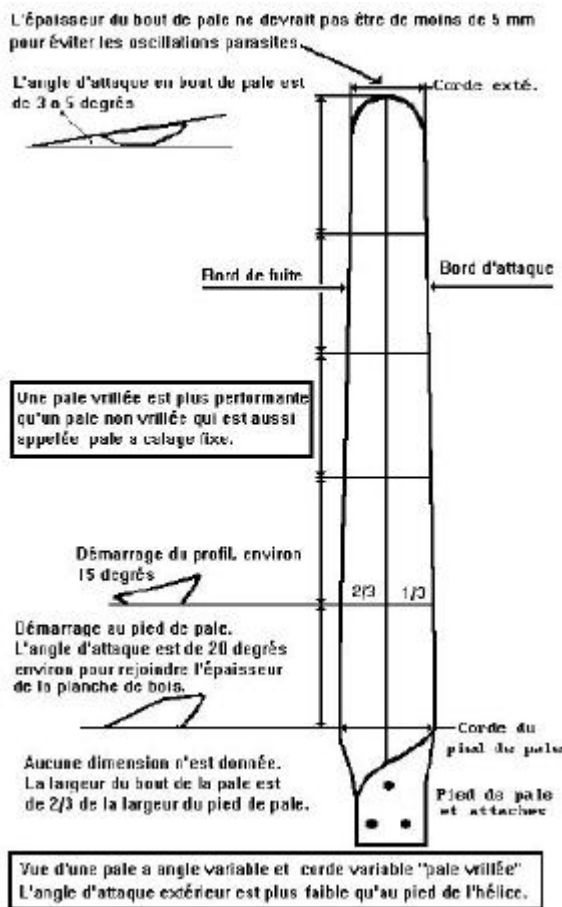
La plus grande largeur (corde) au pied de pale favorisera un démarrage plus rapide lors de vents faibles



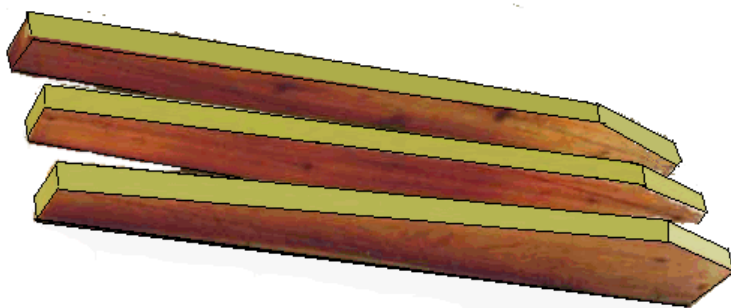
Ce surcroit de largeur ne nuit pas au bon fonctionnement lorsque les vents deviennent plus élevés

Les dimensions des pales du dessin ci-dessus sont exagérées pour compréhension

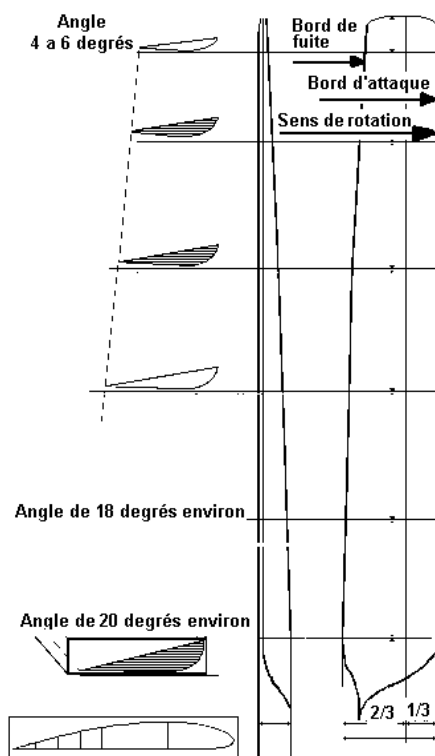
Les deux images ci-dessous vous démontrent la première étape à suivre si vous construisez vos pales en bois plein ou bois laminé comme les exemples bi-pales dans [palerotor](#). Vous tracez les courbes en plan et découpez les parties superflues. Ensuite, avant de tailler vos pales selon les exemples bi-pales, vous devez dresser vos trois pales de manière identique. Cela vous permettra ultérieurement un travail plus facile. [Voir détails en page suivante.](#)



Aucunes mesures ne sont données. Celles-ci dépendent des dimensions que vous aurez calculée selon les coordonnées tableaux et [ [Techniques](#) ]



Vos trois futures pales sont découpées à l'identique. Vous devez les raboter ensemble de telle manière qu'elles présentent rigoureusement la même forme et un poids le plus identique possible. Tous les côtés sont dressés le plus proprement possible afin de vous faciliter le traçage ultérieur. Tracez une première planche selon les détails du dessin de gauche.



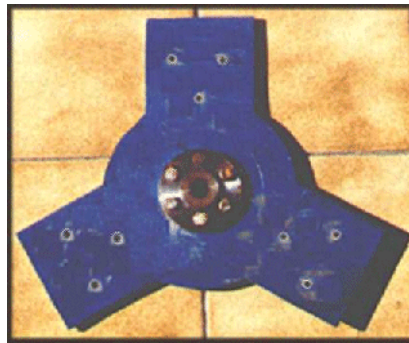
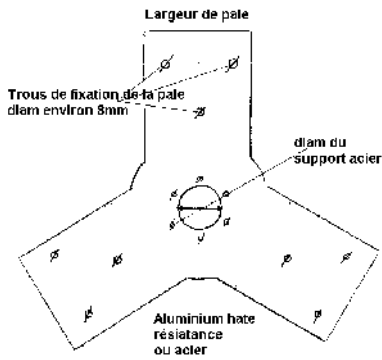
Vous devez tout d'abord amincir votre planche en partant du point [angle 18 degrés] vers l'extrémité. Cet amincissement sera progressif et dépendra de la longueur/largeur de votre future pale. La partie [angle 20 degrés] et le reste de la base ne sera pas touché pour l'instant. Une ligne rectiligne sera tracée sur la tranche du côté bord d'attaque en laissant au moins 5mm de jeu pour la finition ultérieure. Les angles suggérés vous serviront de modèle. Du côté du bord de fuite, vous tracez une autre ligne rectiligne qui définira la partie basse de vos profils. Vous pouvez commencer à raboter le côté intrados c'est à dire la partie plate ou légèrement concave qui fera face au vent. Débutez par la partie côté pied de pale en direction de l'extrémité [Tip]. Ne faites pas de gros copeaux, en effet, votre planche est relativement fragile et tout excès risque de briser les fibres. Vous pouvez en deuxième étape utiliser une ponceuse pour parfaire votre travail. Maintenant passez à la partie extrados. Cette partie sera idéalement façonnée à l'aide d'une ponceuse dont vous utiliserez des toiles de plus en plus fines. Les courbes et angles seront vérifiés selon la même méthode que les bi-pales {Palerotor} A chaque étape conservez quelques millimètres de jeu pour les finitions. Votre première pale prend forme, elle devrait présenter une forme semblable aux deux images ci-contre

La courbe au pied de pale sera bien arrondie comme indiqué. Cette première pale vous servira de modèle. Les deux autres pales seront façonnées identiques. La finition de vos pales (construction bois) sera effectuée selon la même procédure indiquées en [Palerotor](#). Prenez un soin tout particulier pour les bords d'attaque et



bord de fuite et le pied de pale. Les arrondis seront le plus parfaits possibles. La finition AVANT scellants et peinture seront effectués avec des toiles de finition de plus en plus fines. Une toile de 140 à 180 sera utilisée pour une surface lisse. Les scellants, soit anti-humidité (fortement recommandé) et, ou, scellant de fibres, seront poncés avec grande précaution. Enfin, les vernis ou peintures seront appliqués.

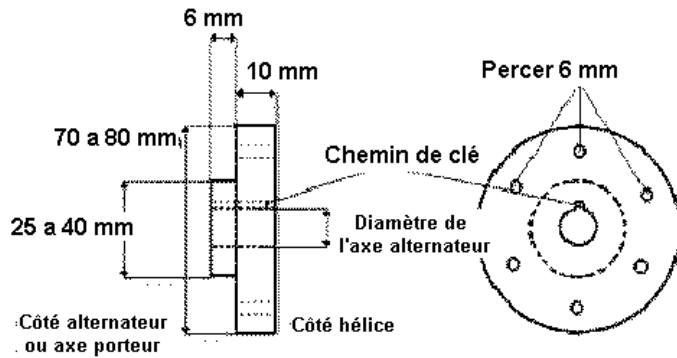




les sur l' axe alternateur

## SUPPORTS

Les supports hélice sur axe moteur seront fabriqués idéalement en acier. Ce type de support sera utilisé notamment pour adapter l'axe moteur ou axe alternateur vers les plaques supports casserole de frein ou supports fixes de pales ou encore supports pour un système de pales variables. Les dimensions sont données pour un engin de 1,80 à 2,20 m de diam.

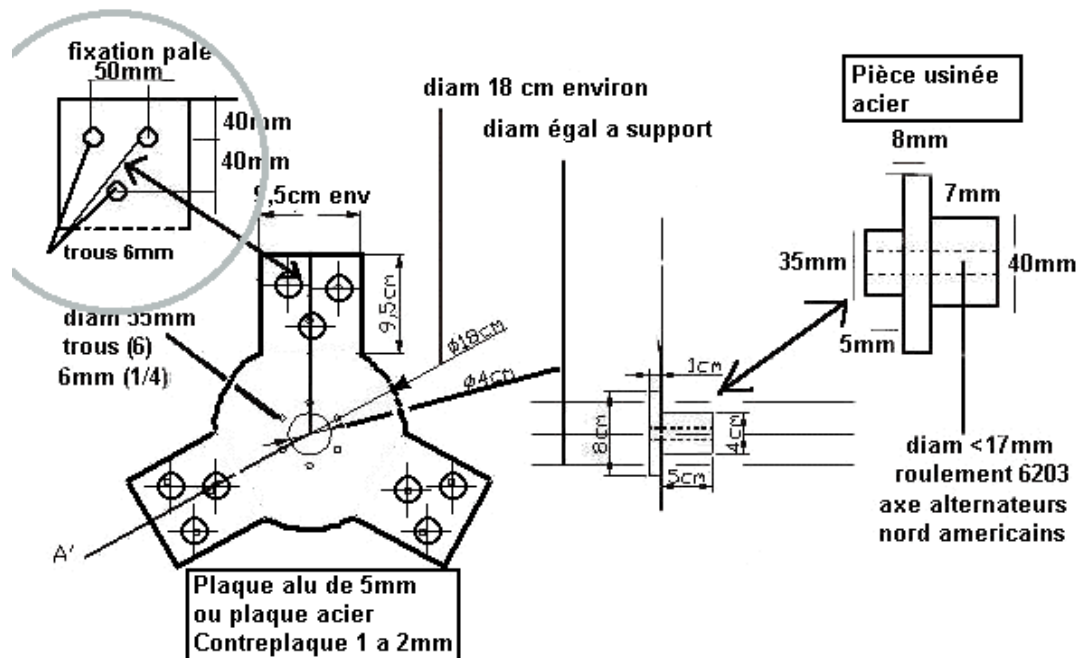


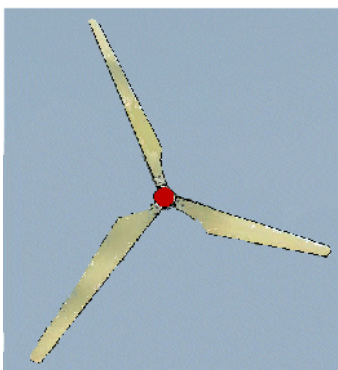
Le dessin ci-dessous vous montre le principe simple de montage.

Le support machiné précisément est fixé par six vis inox au plateau support des pales fixes.

Augmentez ou diminuez les dimensions selon vos besoins.

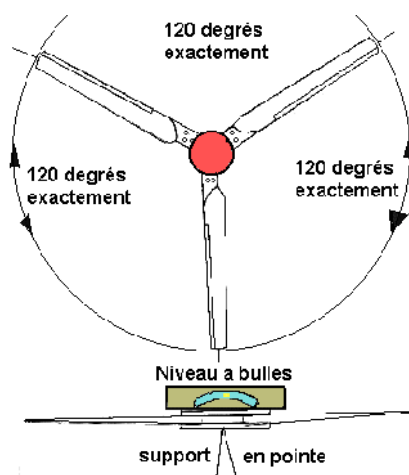
Usinage précis notamment axe alternateur (en général vers 17mm) et position des 6 trous de fixation





Votre tri-pales solidement fixée sur un axe fou, sans retenues, vous vérifiez son traçage (pales de même longueur) et SURTOUT la conformité des angles qui doivent être absolument de 120 degrés de pale à pale.

L'équilibrage statique peut être vérifié selon une méthode simple à l'aide d'un niveau à bulles. Image ci-contre. Une autre solution serait de suspendre votre groupe hélice à l'aide d'un fil fixé au plafond.



Votre groupe moteur est maintenant terminé si vous avez suivi ces infos de base et vous vous êtes référé aux infos de base de Palerotor.

Vous pouvez maintenant fixer ce groupe sur la nacelle et l'axe de votre alternateur ou l'axe porteur. Effectuez un test sur un poteau provisoire de 2 à 3 mètres de haut. Vérifiez que votre rotor éolien tourne parfaitement et sans accoups. Corrigez tout débalancements. Une moindre erreur d'angle ou de débalancement peut tout mettre à terre donc.... mieux vaut passer quelques minutes ou heures à vérifier et re-vérifier AVANT de placer votre engin au haut de sa tour.

Un tri-pales fabriquée soigneusement offrira des centaines d'heures de fonctionnement sans problèmes. Une rotation incomparablement souple et un couple à diamètre égal, bien supérieur à une bi-pales.

De plus en plus les constructeurs industriels, tant GROSSES unités de plusieurs centaines de kilowatts que les constructeurs de petites unités individuelles choisissent la tri-pales. NON SANS RAISONS.

## BONS VENTS CHERS AMIS

### *Moulinette et le groupe Gemifi*

