

L'AUTONOMIE ÉNERGÉTIQUE EN MILIEU ISOLÉ

« AUTOCONSTRUIRE UNE ÉOLIENNE PIGGOTT »

Yann Gavinelli



Avant propos :

Ce manuel est basé sur la traduction du document de Hugh Piggott : How To Build a Wind Turbine Recipe book qui fut traduit de l'anglais par l'association Tripalium en 2009. Nous avons apportés quelques modifications à cette traduction afin d'en simplifier la compréhension, pour rendre le manuel accessible au plus grand nombre. Nous remercions l'association Tripalium pour leur aide; Gaël, Jay, Hugues, Clément, Francis pour leurs précieux conseils et Hugh Piggott pour son aimable autorisation. Ce manuel est une version qui ne demande qu'à être améliorée. Toutes vos remarques et/ou modifications sont les bienvenues. Pour ce faire, vous pouvez contacter l'association Tripalium ou ADAAE-ASE aux adresses suivantes: contact@tripalium.org et sur le site www.adaa-ase.com

Le concepteur :

Hugh Piggott est un écossais qui habite sur l'île de Scoraig. Isolé de tout réseau électrique, il s'est improvisé constructeur d'éoliennes. Après sept tentatives, il a conçu une machine fonctionnelle. Ses voisins l'on alors sollicité. Il dispense son savoir faire depuis une quinzaines d'années un peu partout dans le monde à travers des manuels et des stages d'auto-construction. Le processus de développement est comparable à Linux. Les stagiaires s'approprient la technique: ils fabriquent des machines et font partager leurs expériences. Ainsi, les performances et les techniques de fabrication de ce type d'éoliennes évoluent constamment. La fibre de la retransmission est au cœur de cette démarche. L'objectif est de simplifier le procédé pour qu'il reste accessible au plus grand nombre. C'est en novembre 2003 que le premier stage a été organisé en France. L'entreprise Krug invite Hugh Piggott. Cette opération se renouvellera en 2005, 2007 et 2008. Très rapidement, des ex stagiaires se sont mobilisés pour multiplier les stages et les réalisations. Ceci a abouti à la création de l'association Tripalium qui depuis, partage son savoir et ses connaissances.

ADAAE-ASE :

L'association ADAAE-ASE (association pour le développement de l'autosuffisance alimentaire et économique), a pour but de rassembler les savoirs et connaissances qui permettent de procurer à tout à chacun des solutions simples et respectueuses de l'écosystème, permettant d'obtenir une autonomie alimentaire et économique. Dans le cadre de nos recherches, nous nous devions de trouver des solutions liées aux problèmes de production d'énergie électrique. En 2009, nous avons participé à un stage d'auto-construction organisé par Tripalium, puis l'expérience c'est renouvelée en 2010 et 2011. Ce qui nous a permis d'acquérir les connaissances que nous partageons pendant les stages que nous proposons. L'ADAAE-ASE œuvre en accord avec ces trois principes: Autonomie, simplicité et Écologie. Autonomie: indépendance alimentaire et économique. Simplicité: indépendance technique (outils et connaissances). Écologie: indépendance, connaissance et équilibre des écosystèmes.

AUTOCONSTRUIRE UNE ÉOLIENNE PIGGOTT

Quelques « trucs » à savoir :

Les éoliennes Piggott sont construites avec des pièces récupérées, recyclées comme le moyeu, avec de l'acier – fers plats, cornières, etc. - du bois – contreplaqué, longerons – de la résine et de la fibre de verre – utilisés pour la construction des bateaux – du fil de cuivre et des aimants – qu'il vous faudra acheter – et des fournitures électriques – câbles, connexions, prise, régulateur, onduleur et batteries – qu'il vous faudra aussi acheter.

Dans ce manuel vous est proposé cinq modèles d'éoliennes. Elles sont différenciées par le diamètre de l'hélice :

- le modèles 1200 (diamètre de l'hélice égal à 1200 millimètres = 120 cm) ;
- le modèle 1800 (diamètre 1800 mm) ;
- le modèle 2400 (diamètre 2400 mm) ;
- le modèle 3600 (diamètre 3600 mm) ;
- le modèle 4200 (diamètre 4200 mm).

Puissance et production mensuelle pour chaque modèle :

Production mensuelle estimée pour différents vents moyens					
Diamètre turbine (hélice)	1200	1800	2400	3600	4200
Puissance	200 W	350 W	700 W	1500 W	2000 W
Vent de 3m/s*	5 kWh	12 kWh	22 kWh	49 kWh	67 kWh
Vent de 4m/s	14 kWh	30 kWh	54 kWh	122 kWh	166 kWh
Vent de 5m/s	23 kWh	53 kWh	93 kWh	210 kWh	286 kWh
Vent de 6m/s	33 kWh	74 kWh	131 kWh	296 kWh	402 kWh
Vent de 7m/s	41 kWh	92 kWh	164 kWh	369 kWh	502 kWh

* m/s = mètres par seconde.

Quelle diamètre d'éolienne choisir ?

La quantité d'énergie produite par l'éolienne dépend principalement de deux choses : le diamètre de l'hélice et l'exposition aux vents. La puissance nominale de l'alternateur (en Watt), a finalement peu d'influence car elle n'est atteinte que par vent fort.

Les éoliennes dans ce manuel sont spécialement conçues pour fonctionner avec des batteries. Elles permettent de produire de l'électricité là où il n'y en a pas. On peut rajouter des panneaux solaires qui chargeront les batteries pendant les périodes sans vent.

L'éolienne produit du courant alternatif triphasé qui est converti en courant continu par un pont de diodes. Le courant continu est ensuite transformé en courant alternatif monophasé par l'onduleur.

Pour obtenir une production électrique optimale, l'éolienne devra être placée dans un endroit le plus dégagé possible (évités les arbres, maisons ou bâtiments, montagnes, etc.). L'idéal est de monter l'éolienne le plus haut possible au-dessus des arbres et bâtiments alentour (2 fois la hauteur si possible), afin que capter le vent là où il est le moins perturbé par les obstacles (arbres, bâtiments, etc.).

Le régulateur ou contrôleur de charge :

L'éolienne est un peu comme un moteur dont on ne peut pas contrôler l'accélérateur. En cas d'absence de vent elle ne tourne pas mais en cas de vent fort, il faut lui donner quelque chose à faire sinon elle risque de s'emballer. Il va y avoir un trop plein d'électricité ! La tension peut augmenter jusqu'à endommager les équipements électriques.

Le régulateur va permettre d'évacuer le trop plein d'électricité dans une résistance lorsque la tension est trop élevée.

L'énergie qui est déchargée dans la résistance peut être utilisée pour chauffer de l'eau mais quand celle-ci aura atteint la température maximum, il faudra la rediriger vers une autre source. On peut imaginer des systèmes complexes pour utiliser l'énergie produite.

Les régulateurs utilisés pour les panneaux solaires photovoltaïques ne conviennent pas pour une éolienne à moins qu'ils aient une fonction contrôleur de charge.

Modèle de régulateur :

Le « Xantrex C-40 » et le « Morningstar TS45 » conviennent pour les éoliennes. Le Morningstar ayant un temps de réaction plus rapide aux coups de vent.

Choisir la tension des batteries :

Les batteries en 12 volts conviennent uniquement pour les petits systèmes car cela nécessite des diamètres de câbles électriques important donc cher et difficiles à manipuler. Il est donc préférable de choisir du 24V ou du 48V. Pour cela, vous pouvez utiliser des batteries de 12V montées en séries afin d'obtenir du 24V ou du 48V en sortie.

L'onduleur (qui devra accepter le 24v ou le 48V), permettra de convertir la tension en 220V.

Pour un système en 24V, on peut trouver un onduleur à prix raisonnable. En cas de connexion au réseau, l'onduleur « Windi Boy 1700 » fabriqué par SMA est un bon choix. Il travaille avec une tension d'entrée continue pouvant varier de 165 à 400 volts.

Type de batteries :

Les batteries de voitures ne conviennent pas pour stocker de grandes quantités d'énergie. Elles produisent une forte intensité pendant un court instant pour démarrer le moteur. Il vous faut des batteries à décharge lente. Suivant la façon de les utiliser, elles peuvent durer de 2 à 10 ans.

Les batteries à l'acide sont les moins chères mais elles demandent de l'entretien et sont polluantes.

Les batteries scellées types gel et AGM sont utilisées en raison de leur faible maintenance, pour les sites isolés où les émanations d'acide sont un problème. Elles coûtent deux fois plus cher que des batteries à l'acide et sont facilement endommagées par des défauts de tension de charge.

Les batteries de semi-traction utilisées dans les bateaux existent souvent en 12V. Elles ressemblent à de grosses batteries de voitures (60 kg). Largement répandues, peu chères et tenant bien la charge, elles sont un bon choix.

Les batteries de chariot élévateurs ne tiennent pas la charge sur des périodes de plusieurs semaines.

Les batteries d'occasion ne valent pas les problèmes qu'elles vont vous causer sauf si on vous les donne.

Sommaire

Première partie :

	Page
I) L'électrification en site isolé	1
II) Quelques notions d'électricité.....	4
III) Formules de base.....	4
IV) Vitesse de début de charge estimée.....	4
V) Calcul de la vitesse de rotation du rotor (tr/min).....	4
VI) Puissance maximale d'une batterie.....	5
VII) Durée d'utilisation d'une batterie avec puissance donnée.....	5
VIII) Calcul de l'autonomie nécessaire pour x jours.....	5
IX) Tableau de calcul des besoins énergétiques.....	5
X) Capacité batteries.....	6

Deuxième partie:

I) Fabrication des pales	8
1) choisir le bois	8
2) le gabarit A	8
3) l'intrados	schéma n°1 et 2
4) l'extrados	schéma n°3 et 4
5) le profil aile d'avion	schéma n°5
6) les finitions	schéma n° 6 et 7
7) assemblage des pales	schéma n°8 et 9
8) équilibrage des pales	schéma n°10
	schéma n°11
	15
II) Le moyeu	16
III) Fabrication de la nacelle	19
A pour modèle 1200	19
Gabarit B	20
	schéma n°12
B pour modèles 1800 et 2400	schéma n°13
C pour modèle 3600 et 4200	23
	27
La queue du safran	30
A pour modèle 1200	schéma n°14
B pour modèles 1800 et 4200	30
	schéma n°15
Mise en drapeau	31
IV) La fabrication du rotor	33
1) Aimants et disques	33
2) Gabarit C	34
Le moule	37
La résine	39
V) La fabrication du stator	41
1) Les bobines	41
Le bobineur	41
Le bobinage	42
2) Gabarit D	43

3) Connexion des bobines	44
A) Pour modèles à 12 aimants et 9 bobines.....	44
B) pour modèles à 8 aimants et 6 bobines	44
4) Le moule du stator	45
B) pour modèles 1800 et 2400	45
C) Pour modèle 1200, 3600 et 4200	47
VI) Assemblage de l'éolienne	49
A) Pour les modèles à 2 rotors	49
B) Pour les modèles à 1 rotor	49
Test de l'alternateur	50
VII) La fabrication du mât	51
VIII) Le montage du tableau électrique	55
Le tableau électrique	56
IX) Liste de l'outillage	57
X) Liste et quantités nécessaires de matériel pour construire une éolienne	58

AUTO CONSTRUIRE UNE ÉOLIENNE

Modèle Piggott

**Élaboré avec l'aimable autorisation de M. Hugh Piggott ;
d'après son manuel « auto construire son éolienne ».
Réalisation : Yann Gavinelli pour l'ADAAE-ASE.**

PREMIÈRE PARTIE

I) L'autonomie énergétique.

I) L'électrification en site isolé.

Vous n'êtes pas raccordé au réseau de distribution électrique. Vous n'envisagez pas d'en faire la demande : c'est cher et, dans certaines situations, techniquement difficile voire impossible. Pourtant l'électricité vous est indispensable. Quelles solutions s'offrent à vous pour disposer quand même du courant ? Vous pouvez bien sûr utiliser un groupe électrogène thermique : peu onéreux à l'achat, il est de taille réduite et peut être installé partout. Mais à l'usage, il se révèle peu pratique (démarrage et arrêt du moteur à chaque utilisation, entretien, stockage et manipulation de carburant), coûteux (au moins 2 300€ par an en fonctionnement et maintenance) et polluant (bruit, gaz d'échappement). Mais il existe aussi des solutions souples et fiables, non polluantes et peu coûteuses à l'usage. Elles font appel aux sources d'énergie disponibles autour de vous : le soleil, le vent et l'eau.

Les énergies sont là...

Les ressources renouvelables en énergie sont disponibles partout sur notre territoire. Elles sont fiables, durables, inépuisables et gratuites. Le rayonnement solaire, la force du vent ou de l'eau ne s'épuisent pas quand on les utilise. Les pollutions que génèrent leur transformation sont limitées, voire nulles...il suffit de les capter. Des technologies innovantes ou classiques, parfois fondées sur des principes très simples, permettent d'exploiter les « gisements » solaire, éolien ou hydraulique pour produire de l'électricité. Les installations qui les utilisent sont souvent onéreuses à l'achat. Mais elles sont très économiques à l'usage, grâce à des coûts de maintenance et d'entretien réduits, à la robustesse des matériels employés et surtout grâce à la gratuité de la matière première.

Capter l'énergie :

Selon la ressource exploitée, on utilise des modules photovoltaïques, un aérogénérateur (ou éolienne), version moderne du moulin à vent, ou une turbine hydraulique, version moderne du moulin à eau. Les modules photovoltaïques transforment directement la lumière solaire en électricité. Le vent et l'eau provoquent une rotation des pales de l'éolienne ou de la turbine, reliées à une génératrice. Celle-ci convertit l'énergie mécanique en courant électrique.

Rectifier le courant :

Le courant produit doit être modifié pour être utilisé :

- Le redresseur transforme le courant alternatif en courant continu, seule forme susceptible d'être stockée dans les batteries. L'onduleur transforme le courant continu en courant alternatif afin d'alimenter les appareils électriques de votre habitation.
- L'onduleur sert aussi à supprimer les variations d'intensité dues aux intermittences de la ressource.

Stocker l'électricité :

Soleil, vent et eau sont des sources d'énergie intermittentes. Il faut donc prévoir de stocker l'électricité quand la production est supérieure à la consommation. Le stockage se fait dans des batteries d'accumulateurs. La capacité de stockage utile est calculée en fonction du nombre de jours d'autonomie nécessaire.

Prévoir une source d'énergie d'appoint :

Un appoint peut être nécessaire si les sources d'énergies renouvelables font défaut pendant un certain temps. Un groupe électrogène peut alors servir à recharger les batteries. Il peut aussi délivrer directement du courant. Les batteries sont le « maillon faible » de telles installations. Éléments les plus fragiles, leur longévité est la moins grande (de cinq à huit ans). Leur remplacement représente une part importante des frais de maintenance. Aussi faut-il utiliser des modèles bien adaptés à votre type d'installation. Un régulateur prolonge la durée de vie des batteries en évitant les décharges profondes et les surcharges. Les batteries contiennent du plomb et de l'acide. Leur recyclage en fin de vie est indispensable pour éviter des pollutions dangereuses.

Le vent, une ressource inégalement répartie.

La force et la régularité des vents sont deux facteurs essentiels pour que l'exploitation de la ressource éolienne soit intéressante. À moins de 5,5 mètres par seconde, l'installation d'un aérogénérateur (éolienne), n'est pas conseillée. La topographie joue également un grand rôle. À Narbonne, une éolienne sera efficace partout ; à Dijon, il faudra l'installer en haut d'une colline pour qu'elle ait une chance de vous satisfaire.

Le solaire, partout en France.

Le grand avantage de l'énergie solaire est d'être disponible partout en France et dans les DOM TOM. Bien sûr, votre installation photovoltaïque sera moins productive à Lille qu'à Nice, à Brest qu'à Bonifaccio. Il faudra prévoir davantage de modules pour y obtenir la même puissance électrique.

Dès qu'elle circule, l'eau déborde d'énergie.

Si vous habitez près d'une source, d'un torrent ou d'une rivière ayant un débit suffisant, vous pouvez l'utiliser pour produire du courant, à condition de respecter les droits de propriété de l'eau et des berges. Il faut cependant préserver l'équilibre écologique du cours d'eau. Pour vous affranchir des contraintes environnementales, il est même possible d'exploiter l'énergie de l'eau, potable ou usée, qui circule dans les conduites des réseaux d'adduction ou d'irrigation. Attention toutefois : sur certains cours d'eau classés aucun aménagement ne peut être réalisé.

Estimez et limitez vos besoins :

Avant tout, réduire la consommation. L'investissement de départ pour produire votre propre électricité sera fonction du dimensionnement de votre installation. Inutile de prévoir trop grand, cela vous coûterait plus cher. Il vous faut estimer ce qui vous paraît nécessaire et utiliser des équipements performants afin de réduire votre consommation.

Privilégier des appareils économes.

Une fois votre sélection faite, votre consommation peut varier dans des proportions importantes en fonction des caractéristiques de vos appareils. Il en existe maintenant sur le marché qui consomment peu d'énergie, ce qui n'est pas synonyme de performances moindres. L'étiquette énergie vous guide et vous signale les appareils économes. Les classes A ou B rassemblent ceux qui offriront les meilleures performances en matière d'économies d'énergie. Et cette sobriété est loin d'être marginale : la consommation électrique des appareils électroménagers peut varier du simple au quintuple. À chaque renouvellement, cela vaut la peine de s'en soucier.

Des petits gestes contribuent à réduire votre consommation : supprimer la veille de certains appareils (ordinateurs, postes de télévision) en les équipant d'une rallonge avec interrupteur intégré, éteindre la lumière en sortant d'une pièce... Le saviez-vous ? Un téléviseur de 100 W peut consommer jusqu'à 70 W en veille. Éliminez les ampoules à incandescence et surtout les lampes halogènes : 90 % de l'énergie qu'elles consomment se transforme en chaleur, et pas en lumière ! Éclairez-vous à l'aide de lampes à basse consommation. L'ampoule fluo compacte a une excellente efficacité lumineuse. À luminosité égale, elle consomme cinq fois moins d'électricité qu'une ampoule à incandescence avec une durée de vie environ dix fois supérieure. La consommation annuelle moyenne d'un ménage français (hors chauffage) est de 3 500 kilowattheures. En chassant le gaspillage, elle peut assez facilement descendre à 2 500 kilowattheures. Utiliser des appareils qui fonctionnent en 12, 24 ou 48V est tout aussi efficace que des appareils qui consomment du 220V et ont l'avantage de consommer moins d'énergie.

Le vent produit de l'électricité :

Quel est le principe ?

À l'extrémité d'un mât convenablement dimensionné et parfois haubané, un rotor muni de deux ou trois pales anime une génératrice de courant. Le couple d'entraînement de celle-ci résulte des efforts aérodynamiques qui s'exercent sur les pales en fonction de l'intensité du vent. La génératrice transforme l'énergie mécanique en énergie électrique, quand le vent est suffisamment puissant. Un onduleur permet d'obtenir un courant aux qualités constantes, utilisables par votre appareillage électrique, et cela malgré les variations du vent. Un générateur d'appoint (installation photovoltaïque ou petit moteur diesel) servira à compenser une longue période sans vent, au cours de laquelle les batteries servant au stockage du courant excédentaire pourraient se décharger.

Un investissement conséquent :

La fourniture du matériel et son installation par un professionnel représente un investissement compris entre 25 000€ et 40 000€, mais peut varier dans des proportions assez importantes en fonction de la puissance précise de l'aérogénérateur, du type de technologie proposée, etc. Il faut noter que la durée de vie d'une éolienne est d'environ vingt ans.

Un travail de spécialistes :

Bien choisir le site d'implantation, concevoir la machine, la dimensionner au plus près de vos besoins, l'installer... Un spécialiste proposera un matériel performant et réalisera les travaux selon les règles de l'art et en particulier selon les règles de sécurité (fondations, haubanage, etc.).

Quelques précautions à prendre :

N'oubliez pas que des autorisations ou des accords sont nécessaires ou utiles pour implanter un aérogénérateur :

- Auprès de la mairie de votre commune, une demande de permis de construire, si le mât de votre éolienne dépasse douze mètres de haut.

- Auprès de vos voisins, car un aérogénérateur a un impact visuel et la réputation d'être bruyant. Sur votre parcelle, le lieu d'implantation sera le plus exposé possible. Un aérogénérateur ne prend pas beaucoup de place. Cependant, si c'est un modèle qui peut être basculé en cas de vent violent, il faut l'installer dans un endroit dégagé. Le bruit peut être gênant si l'éolienne est trop près de la maison, mais plus elle sera loin, plus le câblage coûtera cher. L'endroit idéal réalisera sans doute un compromis de toutes ces exigences.

L'éolien et le photovoltaïque :

Le kilowattheure éolien revient moins cher à produire que le kilowattheure solaire dès que le vent est suffisant. Le photovoltaïque est mieux adapté aux faibles puissances (moins de 2 kW). L'équipement solaire est moins exigeant pour son site d'implantation.

Des exemples pour fixer les idées* :

Photovoltaïque, maison individuelle.

Maison isolée dans le Gard, famille de 5 personnes ; alimentation électrique : générateur photovoltaïque, 40 m² de modules ; coût global : 30 000 € dont 95 % de subventions de la part du FACE et de l'ADEME.

Photovoltaïque, équipement touristique.

Ferme-auberge isolée dans le Haut-Rhin ; alimentation électrique : générateur photovoltaïque, 40 m² de modules ; coût global : 91 500 € dont 90 % de subventions de la part de l'Europe, la Région, EDF et l'ADEME.

Mixte (hydraulique et photovoltaïque), maison individuelle et activité artisanale.

Maison isolée avec pisciculture dans l'Hérault ; pour l'atelier piscicole : armoire frigorifique et machine à glace ; alimentation électrique : générateur photovoltaïque de 3,2 kW et turbine hydraulique de 0,2 kW montée sur la conduite d'évacuation des eaux usées de la pisciculture ; coût global : 12 400 € dont 80 % de subventions de la part du FACE et de l'ADEME.

NB : le coût du générateur photovoltaïque représente à lui seul 70 % du coût global. La petite turbine peut couvrir jusqu'à 50 % des besoins en électricité pendant les mois d'hiver (35 % en été).

En résumé :

Vous habitez un site isolé non raccordé au réseau de distribution électrique, et pourtant l'électricité vous est indispensable. Le soleil, le vent et l'eau vous offrent des solutions fiables et non polluantes.

Vous devez capter l'énergie, la transformer en électricité et la stocker pour pouvoir l'utiliser quand bon vous semble.

Le choix de la source d'énergie dépendra de votre localisation géographique, de la configuration locale mais aussi de vos possibilités d'investissement.

Estimer vos besoins vous permettra de dimensionner au mieux votre installation.

Des démarches sont à entreprendre pour vous conformer à la réglementation, obtenir des aides financières et techniques, et vous entourer de professionnels compétents.

L'énergie solaire photovoltaïque est disponible partout, facilement transformable et bien adaptée à une production modeste.

L'énergie éolienne, dans les zones ventées, est très intéressante à valoriser. Elle convient pour fournir des puissances plus élevées.

L'énergie hydraulique demande en général des investissements plus lourds, mais elle est adaptée pour alimenter un atelier, une ferme, un refuge ou un hameau.

*(*Texte tiré du document réalisé par l'ADEME. Agence De l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie.)*

II) Quelques notions d'électricité.

Pour savoir de quoi on parle...

U = tension	P = puissance	W = watt
I (ou A) = intensité	t = temps	A = ampères
E = énergie	R (ou Ω) = résistance	Ah = ampères/heure

III) Formules de base.

La puissance est égale à la tension multipliée par l'intensité.

$$P = U \times I \quad W = V \times A \quad (\text{watt} = \text{volt} \times \text{ampères})$$

La tension est égale à la résistance multipliée par l'intensité.

$$U = R \times I \quad V = \Omega \times A \quad (\text{volt} = \text{résistance} \times \text{ampères})$$

L'énergie est égale à la puissance multipliée par le temps.

$$E = P \times t \quad Wh = W \times h \quad (\text{watt/heure} = \text{watt} \times \text{heures})$$

La capacité d'une batterie (ampères/heure) :

$$Ah = I \times t \quad Ah = A \times h$$

Le rendement:

Puissance de sortie / Puissance entrée

$$W \text{ sortie} / W \text{ entrée}$$

IV) Vitesse de début de charge estimée.

Pour commencer à produire du courant il faut que l'éolienne tourne suffisamment vite.

Diamètre éolienne	1200	2400	3600
Nombre de tours/minute	300/310	200/210	140
Nombre de tours/seconde	5,16	3,5	2,33

V) Calcul de la vitesse de rotation du rotor (tr/min).

Tours/minute = (vitesse bout de pale X 60) / (diamètre hélice X 3,14)

La vitesse en bout de pale est 7 fois supérieure à celle du vent. Avec une puissance de vent de 6,5 m/s, nous avons une puissance en bout de pale qui est de $6,5 \times 7 = 45,5$ m/s

A cette vitesse l'éolienne produit assez de courant pour charger les batteries.

Pour une éolienne Piggott de diamètre 2,40m avec un vent moyen de 6,5m/s :

Nous avons donc:

$$(45,5 \text{ m/s} \times 60) / (2,4 \times 3,14)$$

2730 / 3,76
726,06 tr/min
Soit: 12,10 tr/s

VI) Puissance maximale d'une batterie.

1) Intensité du courant sortant d'une batterie :

Nous estimons que I (courant), est égal à 15% du courant nominal de la batterie.

Le courant est donc égal à 15% de l'ampérage de la batterie.

Donc, si nous avons une batterie de 120 Ah, nous appliquons la formule suivante :

$$I = 15\%, \text{ donc, } 0,15 \quad 0,15 \times 120 \text{ Ah} = 18 \text{ Ah}$$

L'intensité du courant sortant d'une batterie de 120 Ah est donc de 18 Ah

2) Puissance maximale :

$$P = U \times I \quad P = \text{volt} \times \text{intensité du courant}$$

Pour une batterie de 12 volts et 120 Ah :

$$P = 12 \times 18 \quad P = 216 \text{ W}$$

La puissance maximale d'une batterie de 12 volts en 120 Ah est donc de 216 W.

VII) Durée d'utilisation d'une batterie avec une puissance donnée.

Pour connaître la durée d'utilisation d'une batterie, il faut commencer par répertorier les appareils électriques dont vous avez besoin, puis de calculer leurs puissances.

1) Estimation des besoins :

Appareils / Puissance / Nb d'appareils / Nb d'heures par jour / Énergie par jour

$$\text{Ampoule} / 15 \text{ W} \quad / \quad 3 \quad / \quad 5 \quad / \quad 15 \times 3 \times 5 = 225 \text{ W}$$

2) Calcul de la taille minimale du courant (en ampères), en sortie de batterie :

Formule : $5 \times (\text{Puissance du système} / \text{Tension du système}) = \text{Taille minimale en Ah.}$

$$5 \times \quad \quad \quad (\text{Nb de watts/voltage}) \quad \quad \quad = \text{Nb d'Ah}$$

VIII) Calcul de l'autonomie nécessaire pour x jours.

Capacité batterie = Besoins x Nb de jours d'autonomie souhaité

Divisé par :

Rendement système x Capacité décharge x Rendement batterie

Ce que l'on appelle le rendement système est en fait le rendement des pertes d'énergie.

On sait que sur un système il y a une perte d'énergie estimée à 0,85.

La capacité de décharge d'une batterie est de 70 %. 30 % sont nécessaire à son fonctionnement.

Le rendement de la batterie (ses pertes), est de 0,7.

Ce qui nous donne : **capacité batterie = Besoins x Nb de jours d'autonomie souhaité / 0,85 x 70% x 0,7**

IX) Tableau de calcul des besoins énergétiques.

Appareil	Intensité	Puissance	Ampères/heure	Nb d'appareils	Nb d'heure/jour	Wh/jour
scie sauteuse	220 V	750 W	3,4 Ah	1	2	1500 Wh
perceuse	220 V	850 W	3,8 Ah			
ordinateur	19 V	90,6 W	4,7 Ah			
ampoule LED	12 V	1 W	0,083 Ah			
ampoule LED	12 V	3,5 W				
machine à coudre	220 V	85 W	0,38 Ah			
congélateur						
téléviseur						

Exemple : vous voulez utiliser une scie sauteuse 2 heures par jour. La scie sauteuse consomme 750W. Ce qui donne : $750 \times 2 = 1500W$. Vos besoins énergétiques sont donc de 1500W par jour.

Formule:
$$\text{Capacité batterie (s)} = \frac{\text{Besoins} \times \text{Nb de jours d'autonomie souhaité}}{0,85 \times 70\% \times 0,7}$$

Si vous avez besoin d'une autonomie de 1 jour:

$$\text{Capacité batterie (s)} = \frac{1500 \times 1 \text{ jour}}{0,85 \times 70\% \times 0,7}$$

Soit: 864,70Wh

Pour utiliser votre scie sauteuse pendant deux heures dans une journée, vous devez avoir des batteries qui fournissent au minimum une capacité de 865Wh.

X) Capacité batteries.

Exemples:

Une batterie de 12v en 120 Ah donne une capacité de:

$$0,15 \times 120 = 18$$
$$12v \times 18 = 216 \text{ Wh}$$

Deux batteries de 12v en 120 Ah montées en séries donnent 24 v en 120 A:

$$24v \times 18 = 432 \text{ Wh}$$

Quatre batteries de 12 v en 120 Ah montées en séries donnent:

$$48 \text{ v en } 120 \text{ A:}$$
$$48v \times 18 = 864 \text{ Wh}$$

DEUXIÈME PARTIE

AUTOCONSTRUIRE

I) LA FABRICATION DES PALES.

1) Choisir le bois :

Utilisez un bois sec qui présente une bonne résistance aux intempéries. Choisir un bois le plus léger possible. Évitez au maximum les nœuds et choisir un bois dont les fibres sont les plus verticales possible.

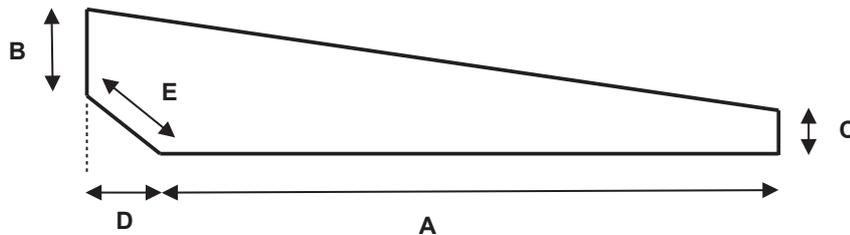
Tailles minimales des pièces de bois :

Les pales:tailles minimales des pièces de bois (mm)					
diamètre turbine	1200	1800	2400	3600	4200
largeur	95	95	125	195	225
épaisseur	35	35	40	60	75
longueur d'une pale	600	900	1200	1800	2100

2) Le gabarit A :

Utilisez du contreplaqué de 9mm. Découpez selon les dimensions du schéma n°1.

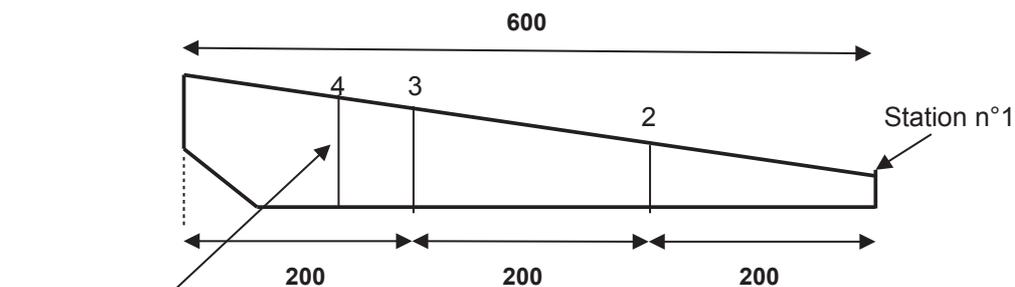
Schéma n°1:



Les pales : dimensions du gabarit en mm					
diamètre turbine	1200	1800	2400	3600	4200
A	600	900	1200	1800	2100
B	150	140	200	300	350
C	38	50	50	75	88
D	66	87	87	130	152
E	angle à 120 °				
stations tous les	200	150	200	300	350

Schéma n°2:

Tracez les stations sur le gabarit.
Exemple pour la 1200 : (en mm).



Pour la 1200 uniquement
tracez une quatrième station à 150 mm

3) L'intrados :

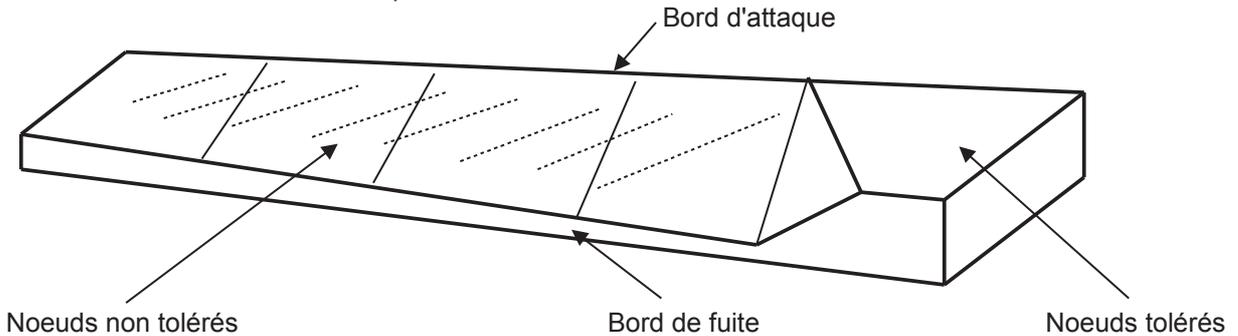
L'intrados est le côté de la pale qui reçoit le vent. (L'extrados est le côté arrière de la pale). Choisir la face la plus jolie avec un côté, (un angle), sans accrocs. Ce sera le bord d'attaque.

Pour chaque pièce de bois, choisir les trois bords d'attaque du même côté pour avoir les 3 pales dans le même sens.

Marquer les bords d'attaque avec un feutre pour éviter les confusions.

Quand on place le gabarit, il faut essayer d'exclure au maximum les nœuds, surtout dans la partie hachurée. (Schéma n°3).

Schéma 3: éviter les nœuds dans la partie hachurée.



Positionner le gabarit sur la pièce de bois et tracer autour pour marquer sa forme.

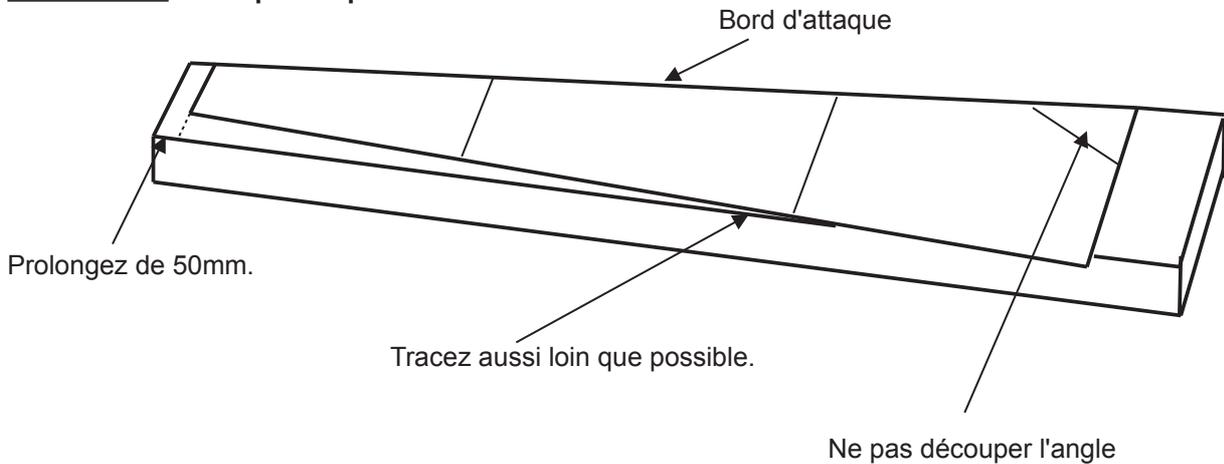
En pied de pale, le bois est plus étroit que le gabarit : marquer la ligne aussi loin que possible.

Rajouter 5cm en bout de pale ; ils seront coupés une fois la pale sculptée.

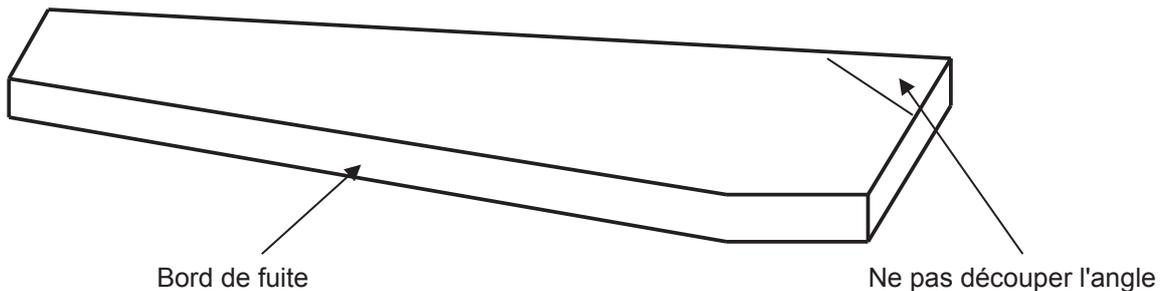
Couper la pièce de bois. **Attention, ne pas couper l'angle à 120°.** (voir schéma n°4).

Marquer ensuite les stations sur la pièce de bois. Utiliser une équerre pour reporter les stations tout autour de la pièce de bois.

Schéma n°4: découpe des pales.



L'angle de 120° est tracé mais sa découpe ne se fait qu'une fois la pale sculptée.

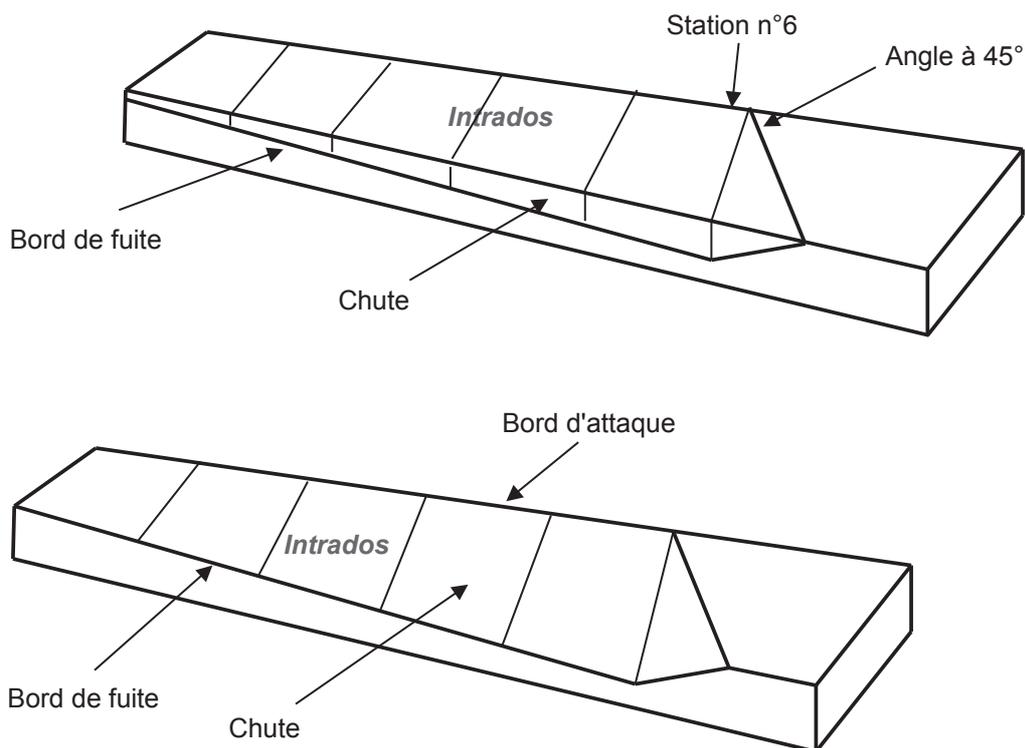


Tracez la ligne du bord de fuite. (Schéma n°5).

Tracez une ligne qui fait un angle de 45° avec le bord d'attaque et qui part de la sixième station.

Cette ligne coupe le bord de fuite en un point. Rejoindre ce point avec la dernière station marquée sur le bord de fuite. Sculptez ensuite pour enlever la chute.

Schéma n°5 : la découpe de la chute sur l'intrados : pale à 6 stations.



Chute à chaque station en mm.		La chute n°6 est l'épaisseur du bois moins 3mm			
diamètre turbine	1200	1800	2400	3600	4200
bout - 1	1	2	1	1	2
2	5	4	3	5	6
3	28	8	7	11	13
4		14	15	22	26
5		28	32	48	56

4) L'extrados :

Tracez la chute de l'extrados à partir du bord de fuite puis du bord d'attaque coté intrados. (schéma n°6). Le dernier point est un point dans l'espace.

Tracez le rayon **R2** sur le pied de pale. (schéma n°7). Le cercle est tracé sur l'extrados. Son centre est le coin qui provient de la découpe de l'angle à 120°. Son rayon est de 100mm. Tracez ensuite la ligne du pied de pale. Relier le point du cercle avec le point X comme sur le schéma n°7. (Voir schéma n°6)

Retournez la pale et tracez la chute de l'extrados à partir du bord d'attaque.

Au niveau de la troisième station (17mm), le trait doit être prolongé jusqu'à la quatrième station.

Reliez ensuite le point de la quatrième station avec le point correspondant au point du cercle. (schéma n°7). Enlevez la chute de l'extrados. Utilisez une règle pour vérifier le plat entre le bord d'attaque et le bord de fuite.

Chute à chaque station pour l'extrados					
diamètre turbine	1200	1800	2400	3600	4200
bout - 1	5	6	6	8	10
2	10	8	9	14	16
3	17	11	14	20	24
4		14	19	28	33
5		20	27	41	47
rayon R2	100	100	125	188	225

Schéma n°6: la chute de l'extrados

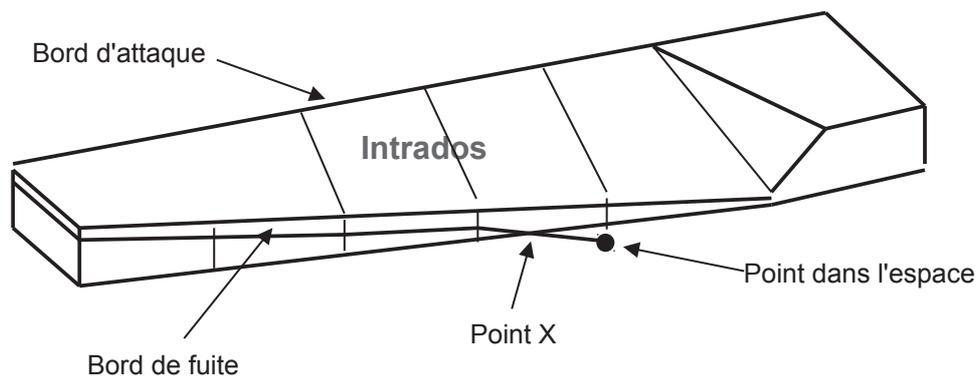
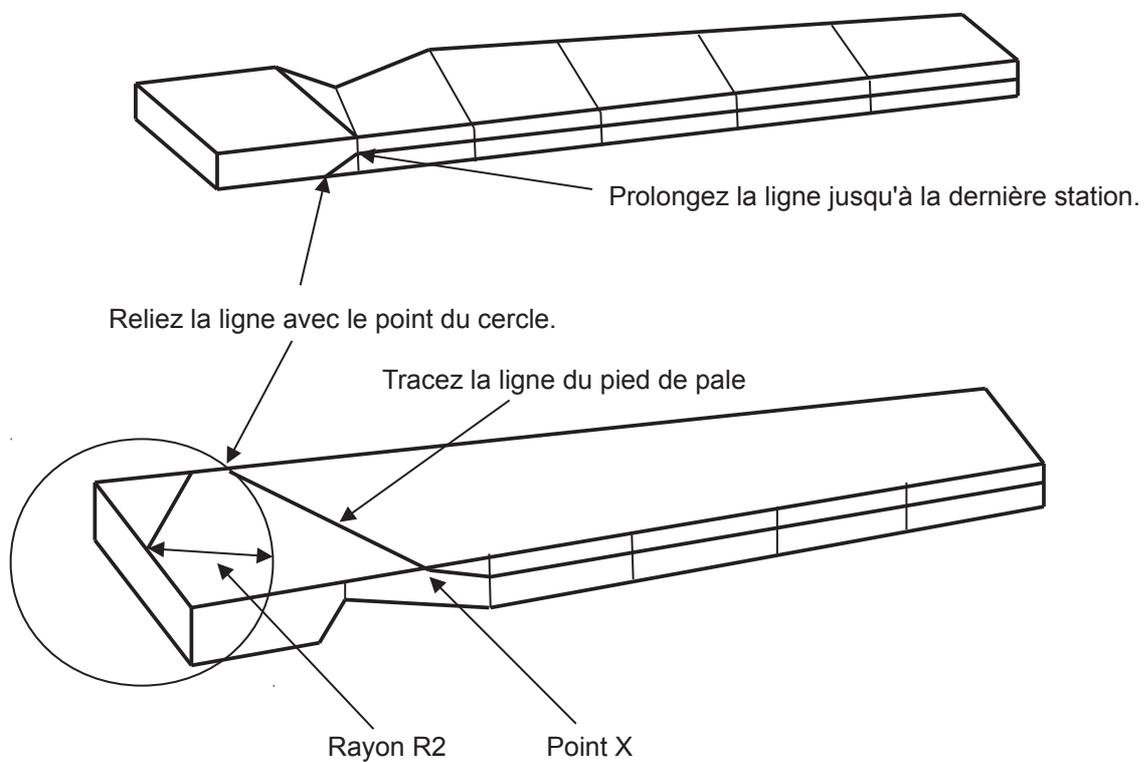
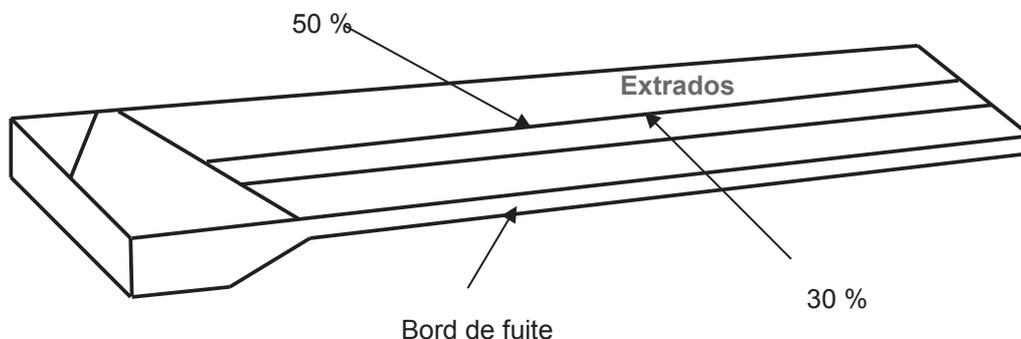


Schéma n°7: tracez la chute de l'extrados à partir du bord d'attaque et le cercle sur l'extrados.



Tracez ensuite sur l'extrados, une ligne à 30% du bord d'attaque et une autre à 50%. (Tableau n°8). Vérifiez ensuite avec un pied à coulisse l'épaisseur des stations sur la ligne des 30% de façon à ce que l'extrados soit parallèle à l'intrados.

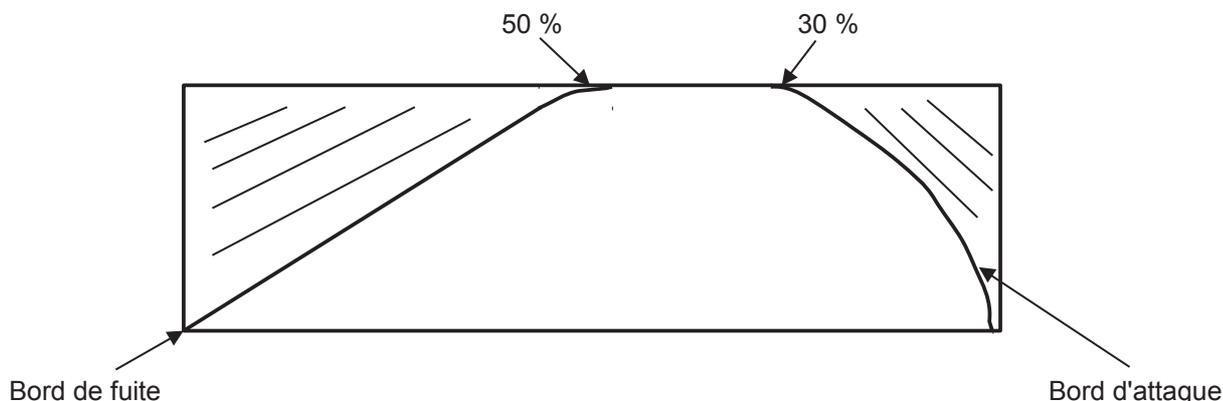
Schéma n°8: tracez les lignes des 30 et 50% sur l'extrados.



5) Le profil aile d'avion :

Les pales ont besoin d'avoir un profil aile d'avion pour tourner rapidement avec le minimum de trainée. (Schéma n°9). Sculptez une face plane définie par la ligne des 50% et le bord de fuite.

Schéma n°9: le profil aile d'avion.



Sculpter ensuite le bord d'attaque en partant de la ligne des 30%. Pour cela il faut casser les angles jusqu'à obtenir l'arrondi désiré.

Le bord de fuite doit avoir une épaisseur finale inférieure à 1 millimètre.

Le bord d'attaque doit être arrondi. Finir en ponçant pour obtenir le profil aile d'avion.

6) Les finitions :

Couper le bout des pales avec une scie à métaux. (Les 5cm que l'on a laissés en plus lors du traçage avec le gabarit). Essayez de réaliser les trois pales de façon identique. (Faire du mieux que l'on peut !).

Plus elles sont identiques, plus leurs poids le sont aussi. Cela jouera lors de leur équilibrage sur la nacelle de l'éolienne. Sur le bord de fuite puis le bord d'attaque, passer deux ou trois couches de vernis dilué à 40% pour solidifier le bois. Poncez avec du papier de verre très fin entre chaque couche de vernis. Badigeonner les pales d'huile de lin pour les protéger.

Peser les pales et notez leur poids dessus avec une craie. Cela servira pour l'équilibrage au montage final.

7) L'assemblage des pales :

Pour assembler les pales il faut réaliser un triangle équilatéral et un disque en contreplaqué. Ces deux pièces doivent être vernies avant de les monter. Vous aurez aussi besoin du disque d'acier qui sert à la construction du rotor de l'éolienne. (Voir chapitre IV – la fabrication du rotor page 33).

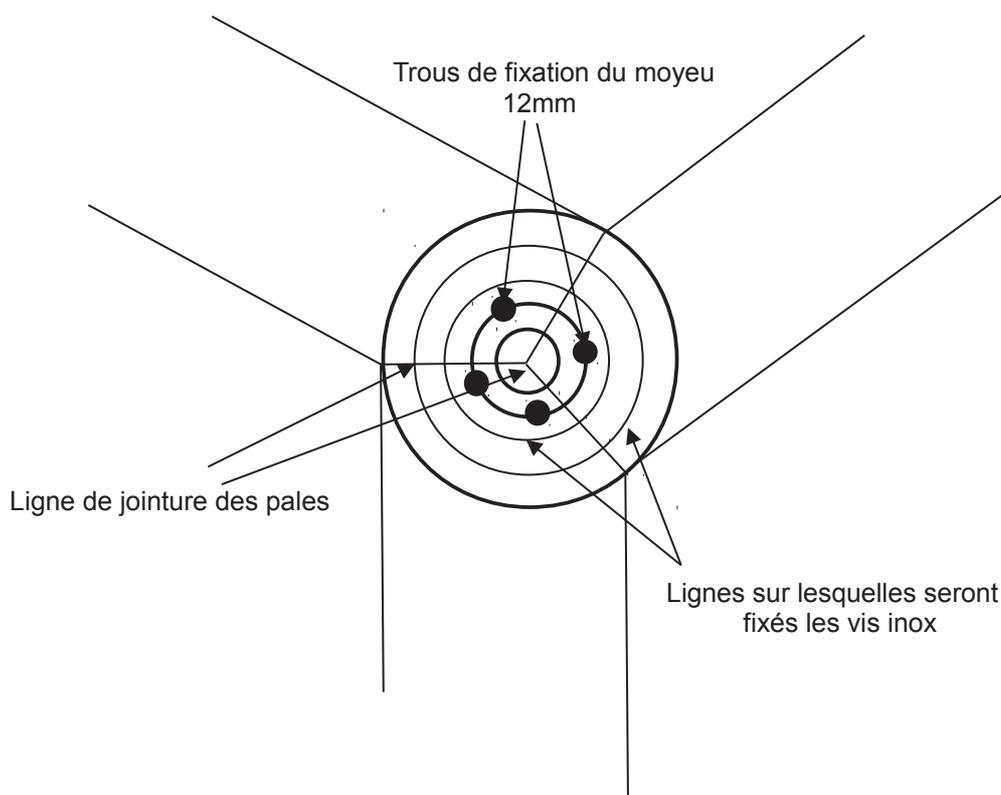
Dimensions des pièces de contreplaqué pour triangle et cercle (en mm)					
diamètre turbine	1200	1800	2400	3600	4200
épaisseur	9	9	12	18	18
diamètre disque	200	200	250	375	450
taille du triangle	268	274	357	536	625
nombre, taille vis inox	30 x 25mm	40 x 30mm	50 x 30mm	60 x 50mm	75 x 50mm

Découpez le disque puis marquez son centre. À partir du centre, tracez deux cercles.
Le premier correspond au cercle intérieur du rotor. (Disque d'acier).
Sur le deuxième seront les trous de fixations du rotor. (Schéma n°10).
Utilisez le disque en acier du rotor pour tracer les points de fixations. Percez les trous de fixation.

Tracez ensuite les deux cercles sur lesquels seront fixées les vis.
Sur l'un des cercles, marquez 6 points à l'aide du compas.
Utilisez 3 de ces points pour marquer l'endroit de jointures des trois pales.
Évitez d'avoir les trous de fixations du moyeu ou des vis sur une de ces trois lignes.

Positionner une pale et dessinez son contour. Tracer le contour des deux autres pour déterminer l'endroit où les pales se rejoignent.
Utiliser un compas pour marquer l'emplacement des vis de façon à avoir le même écartement entre elles.
Pré-percer les trous pour les vis.

Schéma n°10: le disque.

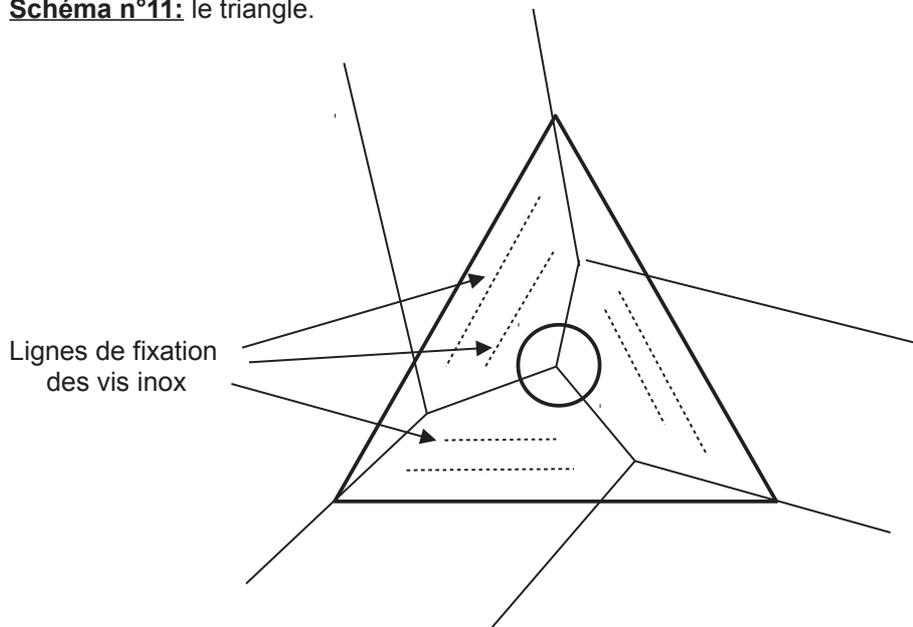


Découpez le triangle puis marquez son centre. Tracez le cercle qui correspond aux points de fixation du moyeu, pour éviter de mettre des vis à cet endroit.

Attention, ne pas percer les trous de fixation du moyeu !

Reportez le contour des pales puis tracez deux lignes parallèles pour positionner les vis comme indiqué sur le schéma n°11. Pré-percez les trous pour les vis.

Schéma n°11: le triangle.



Assemblez les pales sur une surface plate, (de niveau) ; l'extrados étant sur le dessus.

Mettez des cales sous les bouts de pales pour qu'elles soient à la même hauteur.

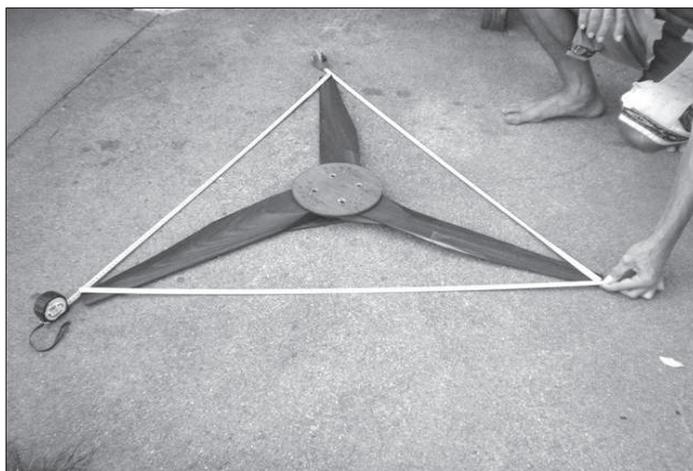
Positionnez le disque de CP en le centrant avec les cercles de rayon « **R2** » dessinés sur les pieds de pales.

Vérifiez que les pales sont à égales distances entre le centre du disque et le bout de pale.



Fixez légèrement le disque avec 3 vis pour maintenir les pales. (Une vis par pale).

A l'aide de trois mètres et de trois personnes, vérifiez que les bouts des pales sont à égales distances.



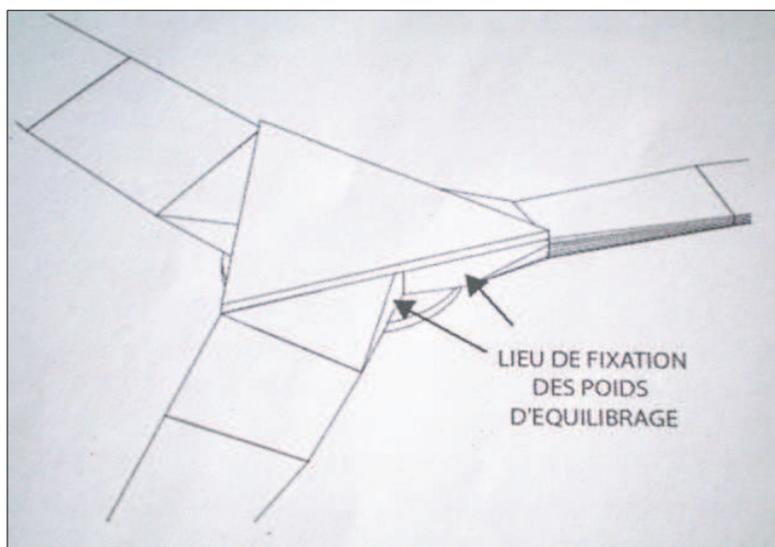
Fixez ensuite les pales avec 3 vis par pales.
Retournez l'ensemble et mettez en position le triangle de CP, puis le fixer avec toutes les vis.

Retournez de nouveau les pales. **Marquez** avec la perceuse la position des tiges filetées à l'aide des trous prévus à cet effet sur le disque de CP.
Enlevez le disque et percez l'ensemble pales et triangle avec une mèche de diamètre 14 ou même 16mm. (Pour faciliter le montage). Percez le plus droit possible pour faciliter le passage des tiges filetées. Remettez le disque et le fixer avec toutes les vis.

8) L'équilibrage des pales :

Il est important d'équilibrer les pales sinon l'éolienne va vibrer et des parties vont casser. L'équilibrage se fait au dernier moment lorsque l'on va installer les pales sur l'éolienne.

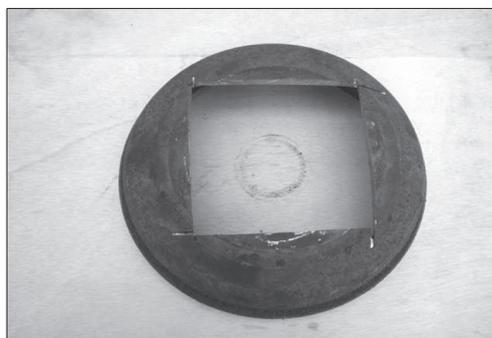
Il faut prévoir à cet effet quelques morceaux de fer plat percés que l'on positionnera sur les bords des pieds de pales.



Pour les poids, utilisez des petites plaques de métal (utiliser des chutes). Les pré-percer. (diamètre 5/6). Elles seront fixées avec des vis au moment du montage final.

II) LE MOYEU.

Commencer par démonter le moyeu. Il faut découper l'entourage du moyeu qui ne servira pas.



Il faut le nettoyer (intérieur et roulements), avec de l'essence. Une fois nettoyé, vérifier la qualité des roulements ; les changer si nécessaire. Mettre le tout de côté à l'abri de la poussière. Au moment de les remonter, il faudra graisser les roulements, la fusée et l'intérieur du moyeu.

Les différentes parties du moyeu :



Le moyeu



Roulements et joints SPI

Le moyeu
La fusée
Les 2 roulements
1 joint SPI
1 bague
1 écrou
1 goupille



La fusée

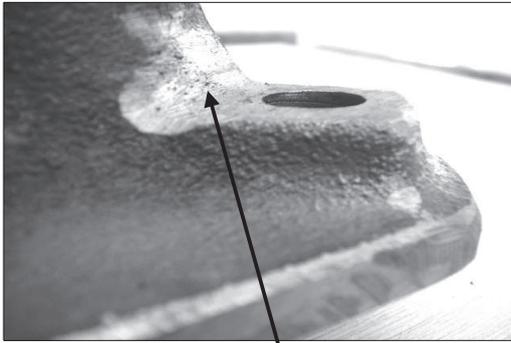
A savoir !!

Les moyeux sont différents d'une marque à l'autre. Les dimensions, les trous de fixations, leurs formes ; chaque moyeu a ses particularités. Il sera donc peut-être nécessaire de faire des adaptations.

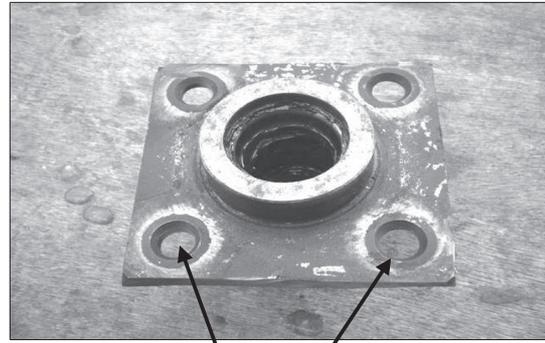
Adaptations possibles :

Meulez le moyeu au niveau des trous de fixation afin de faciliter le serrage des écrous.

Agrandir les trous de fixations pour faciliter le passage des tiges filetées. (Diamètre maximum des trous : 12mm).



Meulez le moyeu



Agrandir les trous de fixation (12mm)

Exemple de moyeux utilisés					
diamètre turbine	1200	1800	2400	3600	4200
moyeu	Golf remorque	Golf	Golf	Boxer 5 points	Boxer 5 points

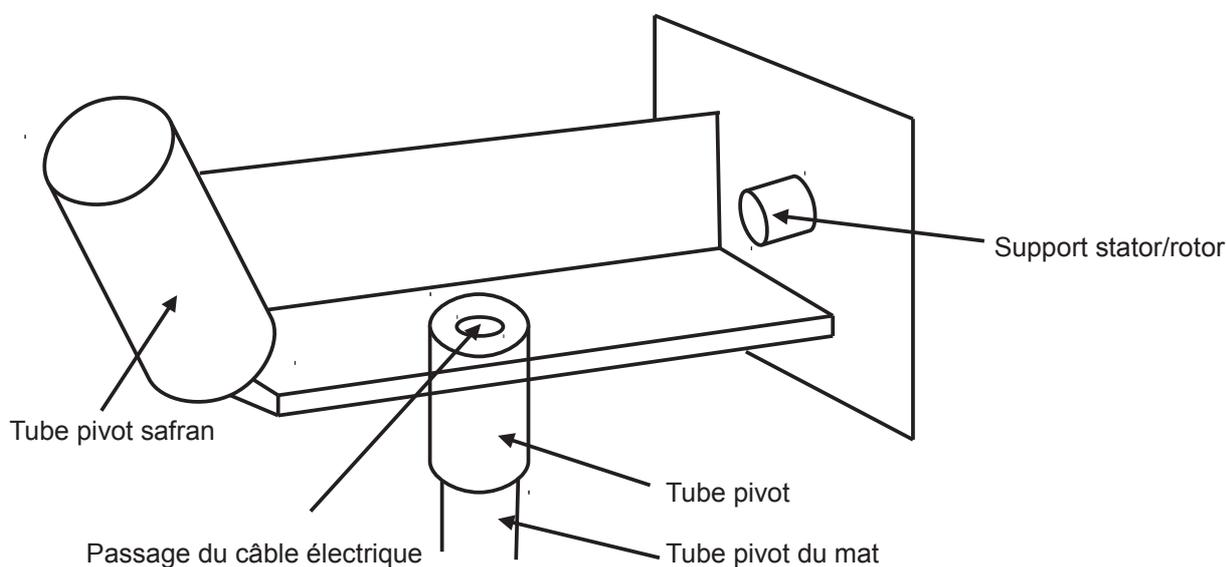


III) LA FABRICATION DE LA NACELLE.

A) Pour le modèle 1200 :

1) Préparez le matériel :

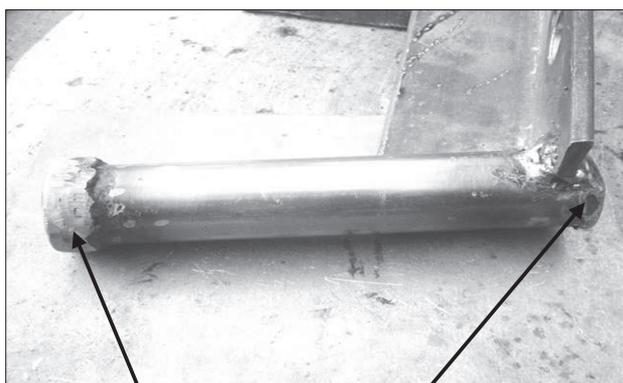
Matériel pour nacelle modèle 1200	
Cornière : 50*50*8 mm	50*50*8 mm – Longueur : 206 mm
Plaque en acier	140*140*6 mm (ou 140*140*8 mm)
Fer plat	50*8 mm – Longueur : 100 mm
Tube diamètre 40 mm	Longueur : 150 mm
Tube diamètre 30 mm	Longueur : 150 mm
Contreplaqué (CP) : épaisseur 8 mm	140*140 mm



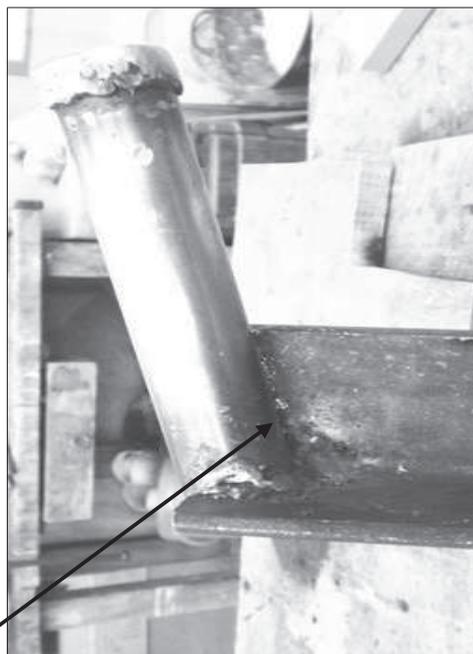
La nacelle est composée d'une cornière qui supporte d'un côté la plaque sur laquelle est fixé l'alternateur et de l'autre, le tube intérieur du pivot du safran.

Préparez le tube pivot du safran : diamètre 30mm, longueur 150mm. Il faut souder une plaque à chaque extrémité du tube. Ces plaques seront découpées afin qu'elles épousent la forme du tube.

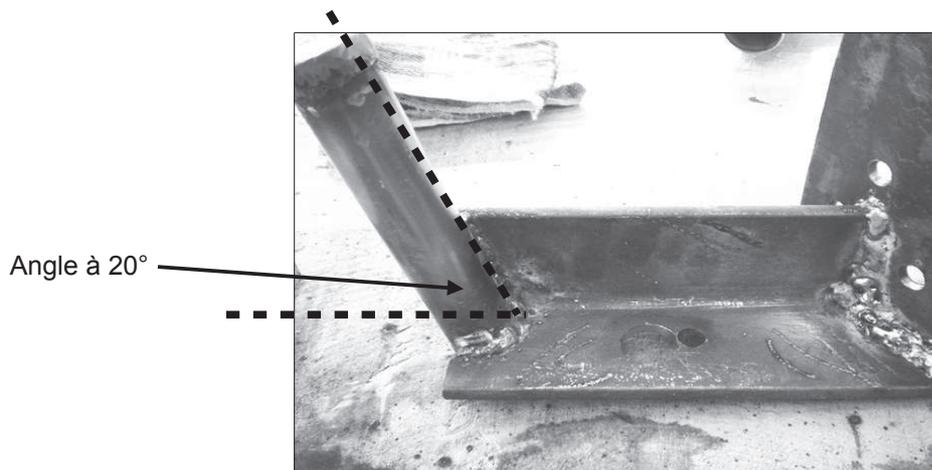
Cela permet de stopper l'infiltration de la rouille dans le tube d'une part, et d'autre part, l'extrémité qui recevra le tube du safran doit être bouchée afin que l'on puisse la graisser pour faciliter son articulation. Utilisez le fer plat de 50x8mm pour boucher le tube.



Soudez les extrémités du tube pivot du safran



Soudez le tube pivot du safran sur la cornière.



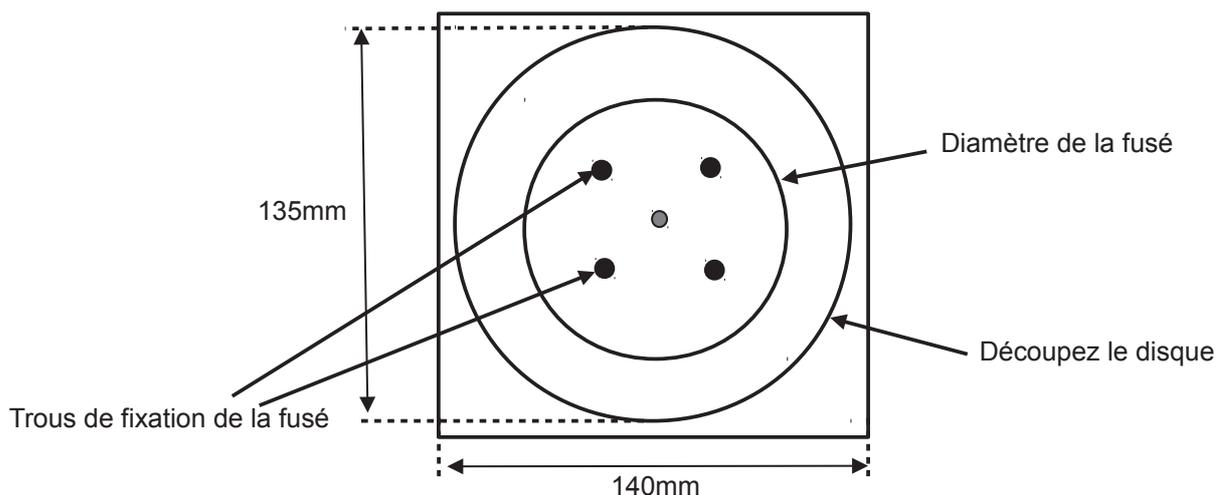
Préparez la plaque sur laquelle sera fixé l'alternateur. Dimensions : 140x140x8mm.

Gabarit « B » : (Dimensions : 140x140x9mm).

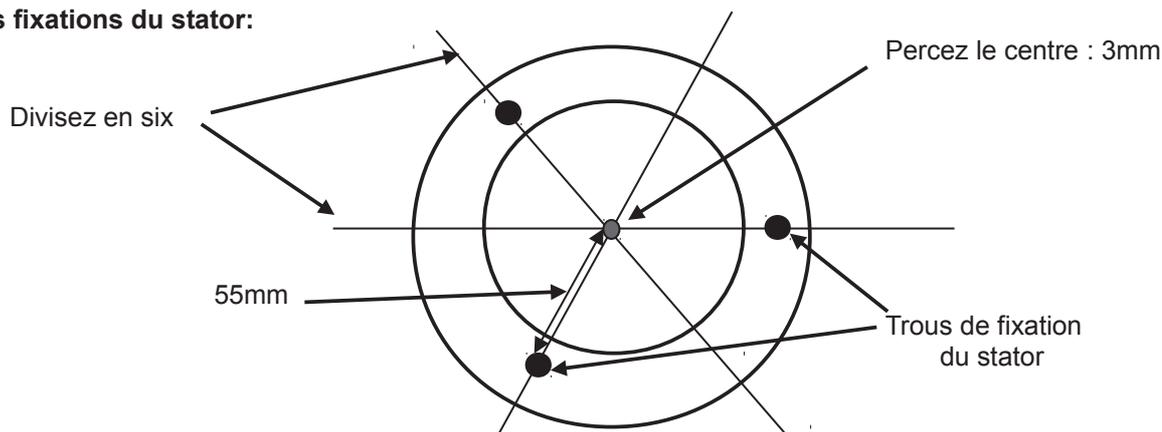
Il faut faire un gabarit en CP de 9mm. (Il servira plus tard pour la réalisation du stator). Découpez la plaque de CP : 140 x 140mm. Marquez son centre.

Mesurez le diamètre de la fusée du moyeu, puis dessinez-le sur la plaque de CP. Utilisez la fusée pour reporter les trous de fixation. Percez les trous de fixation au diamètre correspondant à ceux de la fusée. (10 ou 12mm).

Le gabarit " B " pour les fixations de la fusée et du stator.



Pour les fixations du stator:



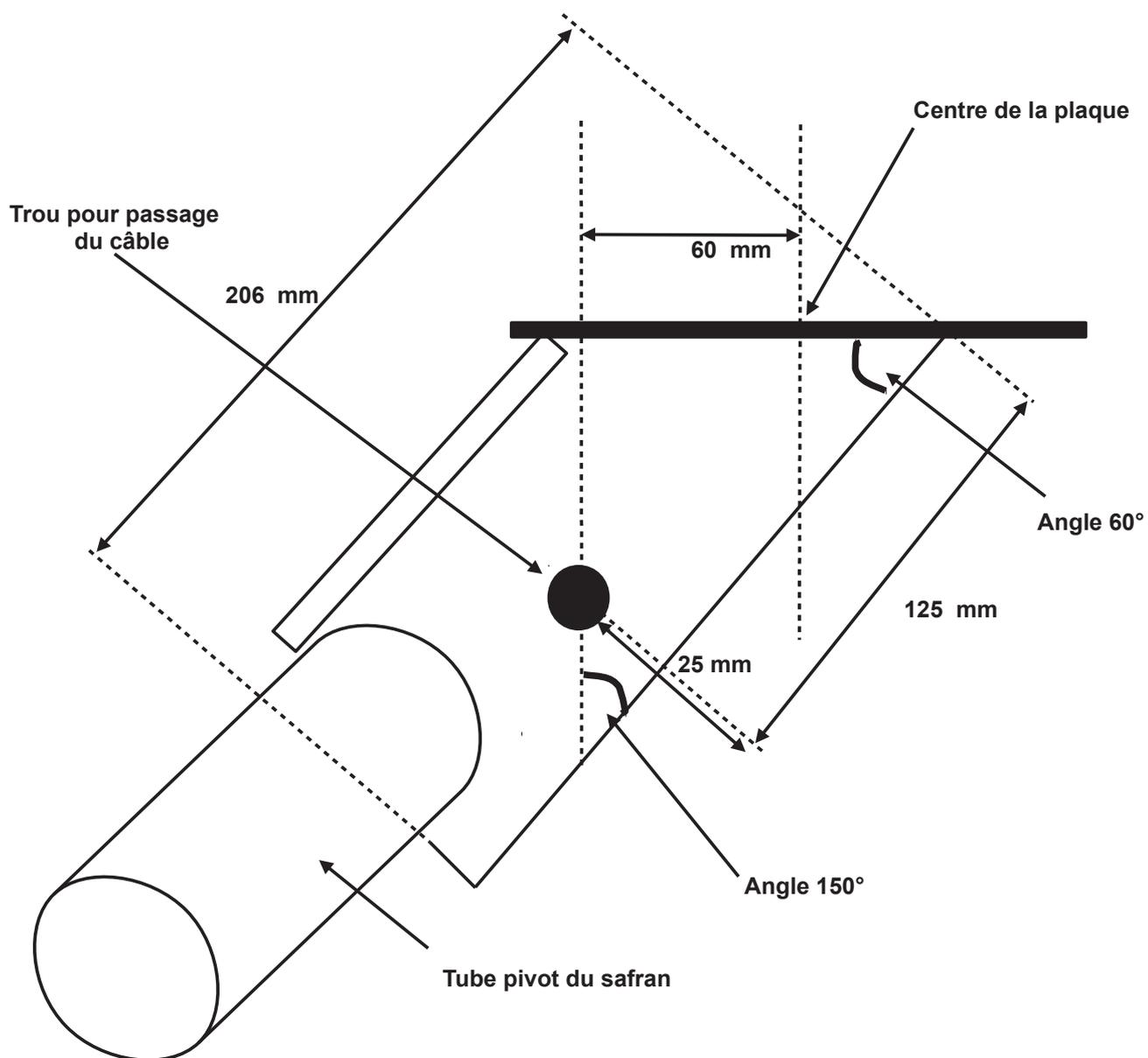
Le centre est percé pour faciliter le centrage du gabarit sur la pièce à percer. Sur le gabarit, tracez un cercle de diamètre 135mm. Divisez ce cercle en 6 pour marquer l'emplacement des trous de fixation du stator. Les trous de fixation sont situés à 55mm du centre du cercle. Leur diamètre est de 10mm.

A l'aide du gabarit, reportez les trous de fixation du stator sur la plaque de métal. Percez les trous de fixations du stator et de la fusée sur la plaque de métal.

Soudez la plaque sur laquelle l'alternateur sera fixé. (Voir schéma n°12). Pour centrer la plaque avec un déport de 60mm, il est judicieux de reproduire un schéma identique au schéma n°14, sur une feuille de papier. Il suffit ensuite de poser les pièces de métal (cornière et plaque), à l'emplacement qui leur correspond, puis de les souder.

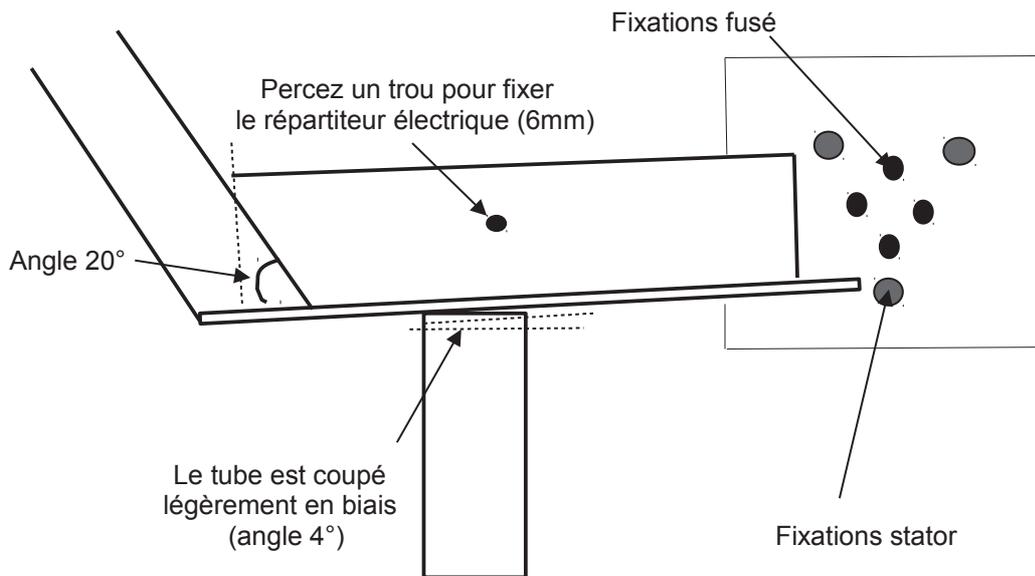
Percez un trou de 14mm (ou plus, mais au maximum 20mm), sur la cornière, là où on avait marqué la mesure à 125mm. (schéma n°12). Ce trou va permettre le passage du câble électrique.

Schéma n° 12 :



Percez un trou pour fixer le boîtier de raccordement de l'alternateur. (Voir schéma n° 13). Soudez le tube pivot du mat. Son diamètre est de 40mm et sa longueur de 150mm. Le tube doit être coupé légèrement en biais pour que l'alternateur soit écarté du mat. (schéma n°13). Ceci est une sécurité permettant d'écartier les pales du mât.

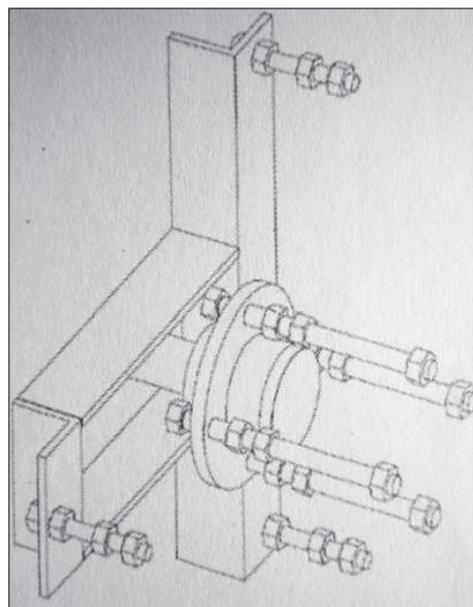
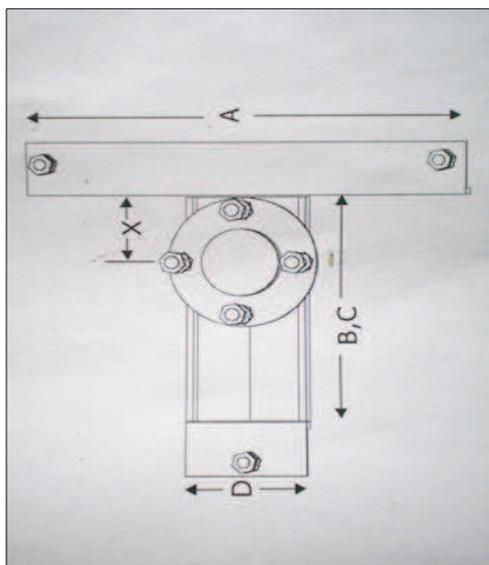
Schéma n°13:



Pour finir, découpez la plaque qui va recevoir l'alternateur dans la forme qui vous convient. (Par exemple en rond). Passez ensuite de l'anti-rouille sur toute la nacelle.

B) Pour les modèles 1800 , 2400:

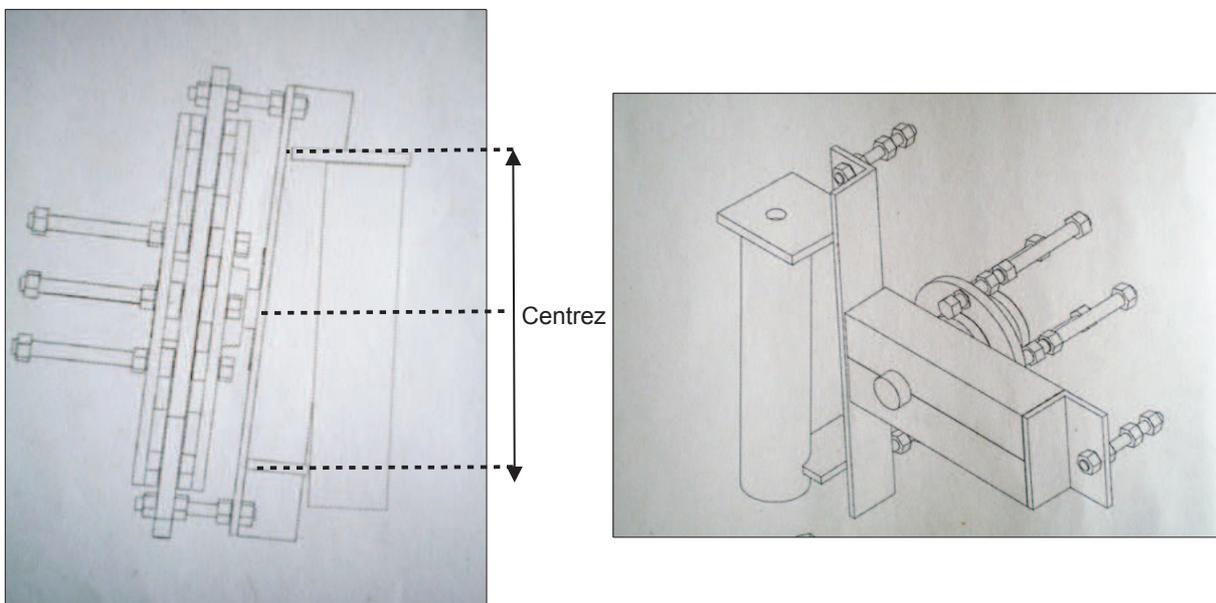
Le cadre de la nacelle est en forme de « T ». Deux cornières soudées ensemble forment un berceau avec une surface plate au milieu. La fusée du moyeu sera fixée sur cette surface plate d'un côté ou de l'autre. Cela dépend de la longueur de votre fusée.



Dimensions du cadre : cornière 50x50x6 mm		
diamètre turbine	1800	2400
longueur A	319	353
longueur B et C	187	216
longueur D	100	100
axe X	55	65

Coupez les 4 cornières aux dimensions A, B, C, D. Soudez B et C ensemble, puis A et D. La face qui reçoit le stator doit être plane. Effectuez les soudures sur une table mise à niveau. Positionnez la fusée au milieu du berceau **B C** en respectant la mesure **X**. Cela permet d'obtenir le déport nécessaire à la mise en drapeau. (Déport, voir tableau). Percez les trous de fixation de la fusée. (Diamètre : 10mm).

Le tube pivot qui s'enclenche sur le mât est soudé sur la cornière **A** via l'intermédiaire de 2 cales qui vont donner l'angle de 4° nécessaire pour éviter la collision des pales avec le mât.



Tube pivot et cales en métal en mm		
diamètre turbine	1800	2400
longueur tube	240	280
diamètre tube	60	60
I	9	24
J	37	45
K	20	25

Déport latéral entre le centre de l'alternateur et le centre du tube pivot en mm					
diamètre turbine	1200	1800	2400	3600	4200
déport	60	100	125	200	250

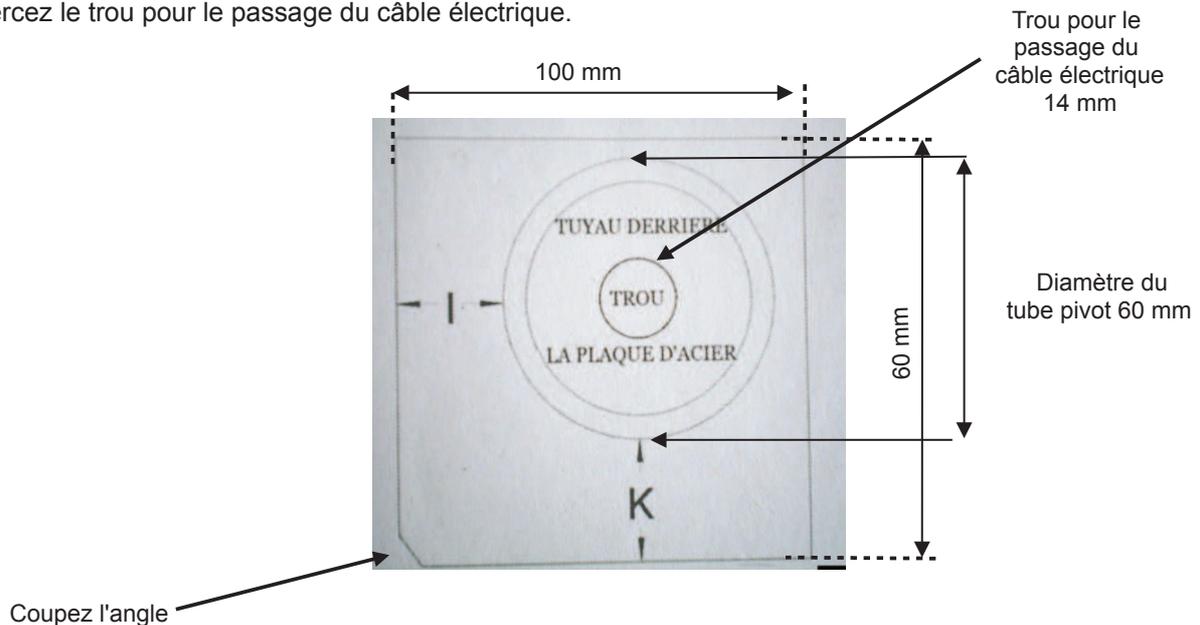
La cale du haut du tube pivot

Utilisez un fer plat de 100x6 : longueur 100mm

Découpez le fer plat comme sur le schéma. Arrondir l'angle qui vient au creux de la cornière.

Tracez les mesures **I** et **K** puis tracez l'emplacement du tube pivot.

Percez le trou pour le passage du câble électrique.

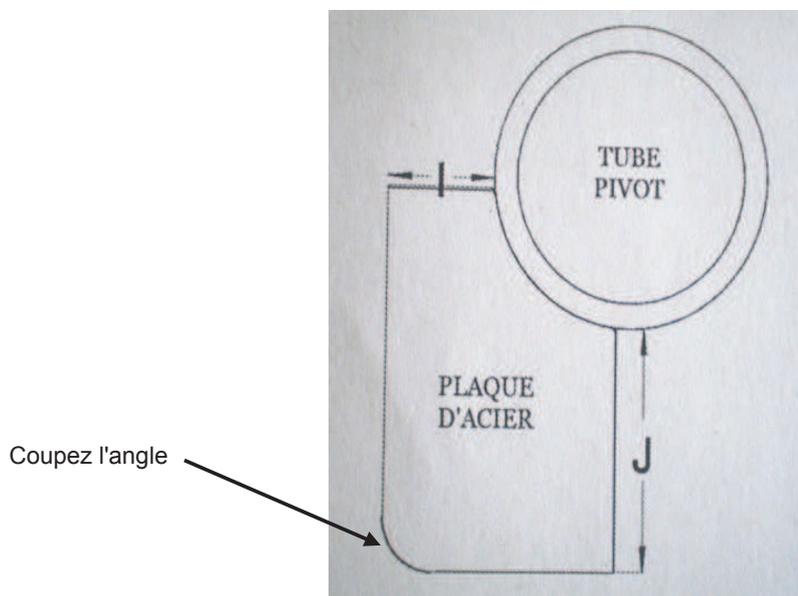


La longueur **I** crée un décalage entre le tube et la nacelle. La longueur **K** crée un recul du tube par rapport à la fusée du moyeu.

La cale du bas du tube pivot :

Utilisez un fer plat de 100x6 : longueur 100mm.

La longueur **J** a un recul plus important pour donner l'angle de 4°.

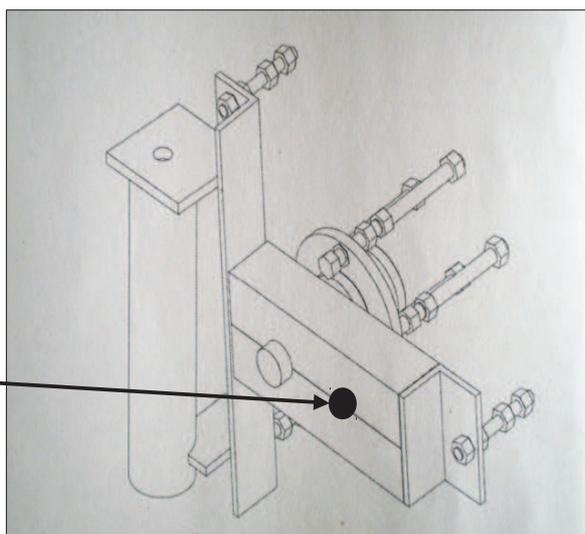


Soudez la cale du bas à 214 mm de celle du haut.

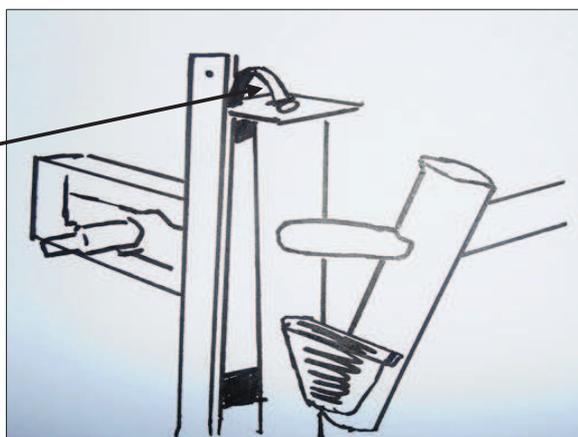
Soudez le tube pivot sur la cornière **A** en le centrant par rapport à la fusée du moyeu.

Pour éviter que le câble ne s'use, il faut souder un bout de tube sur le haut du tube pivot.

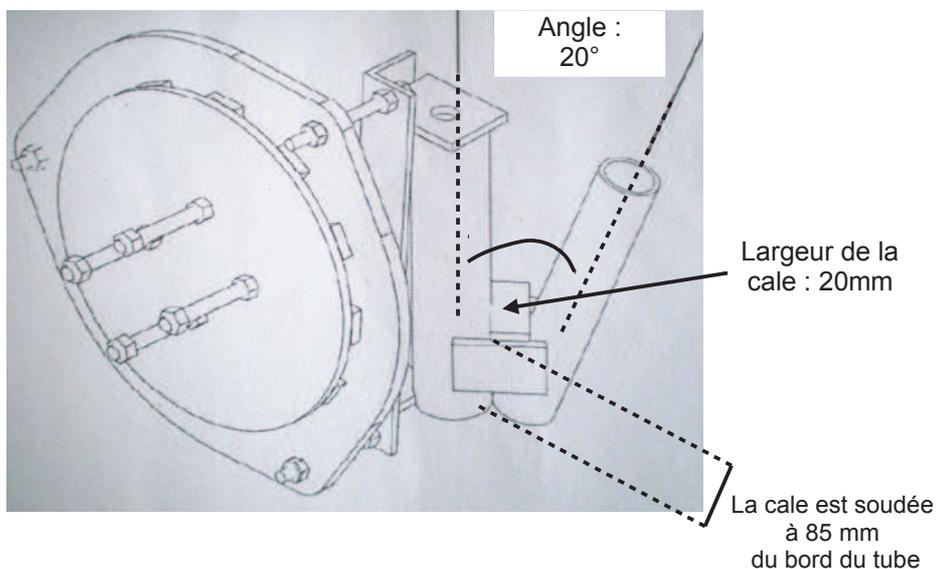
Percez un trou pour fixez le boîtier de dérivation (8 ou 10 mm)



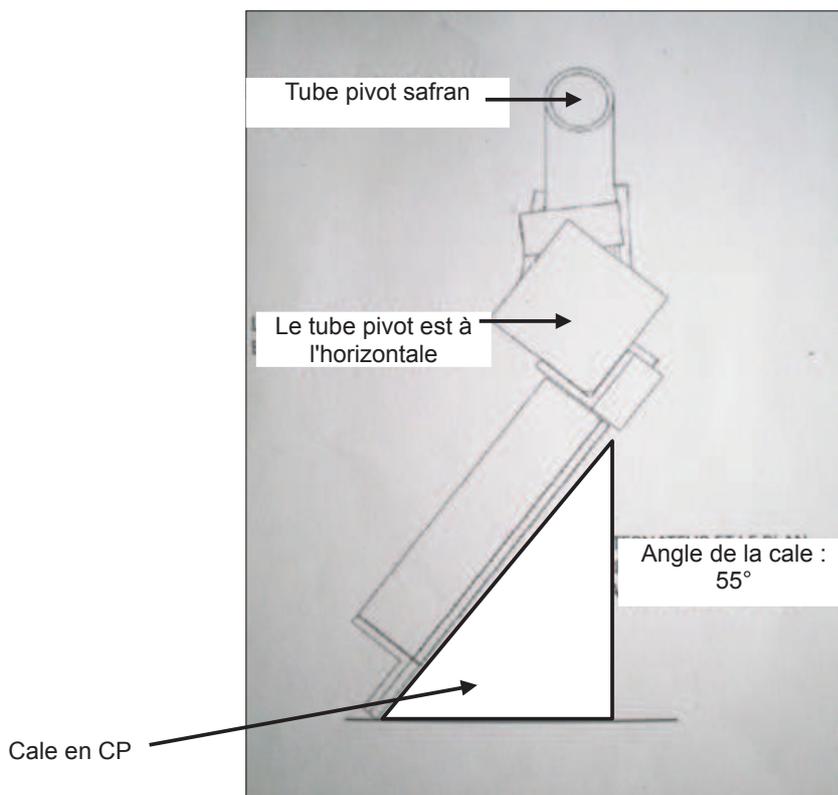
Bout de tube pour le passage du câble



Le tube qui reçoit le safran est soudé sur le tube pivot de la nacelle avec un angle de 20° par rapport à la verticale. Pour obtenir cet angle, utilisez un morceau de fer plat de 20mm de large que l'on soude à 85mm du bord du tube.



Pour souder les deux tubes il faut respecter un angle de 55° . Utilisez une planche de CP découpée en triangle avec un angle à 55° . Positionnez la nacelle sur cette cale et fixez-là. Fixez les deux tubes l'un sur l'autre avec un serre joint. Assurez-vous qu'ils soient bien verticaux. Soudez les ensembles puis rajoutez des fers plats de 50mm de long pour consolider le tout.



C) Pour les modèles 3600, 4200:

Pour ces deux modèles le moyeu risque d'être plus large il faut donc séparer les cornières B et C.

X est la distance entre le centre du moyeu et la barre supérieure du T.

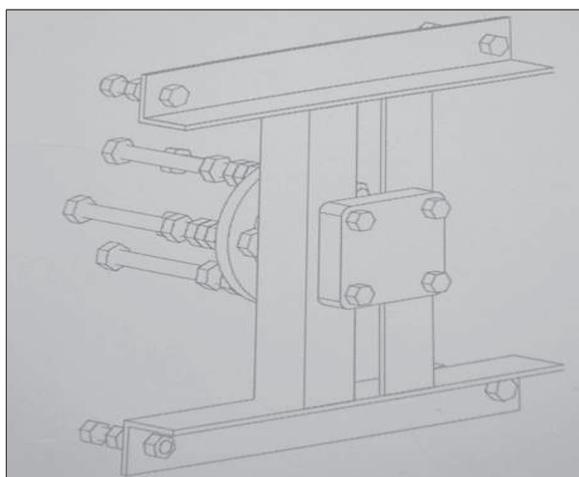
Les modèles 3600 et 4200 ont un stator avec 4 points de fixations.

Le berceau formé par les deux cornières doit être assez large pour permettre au moyeu de passer.

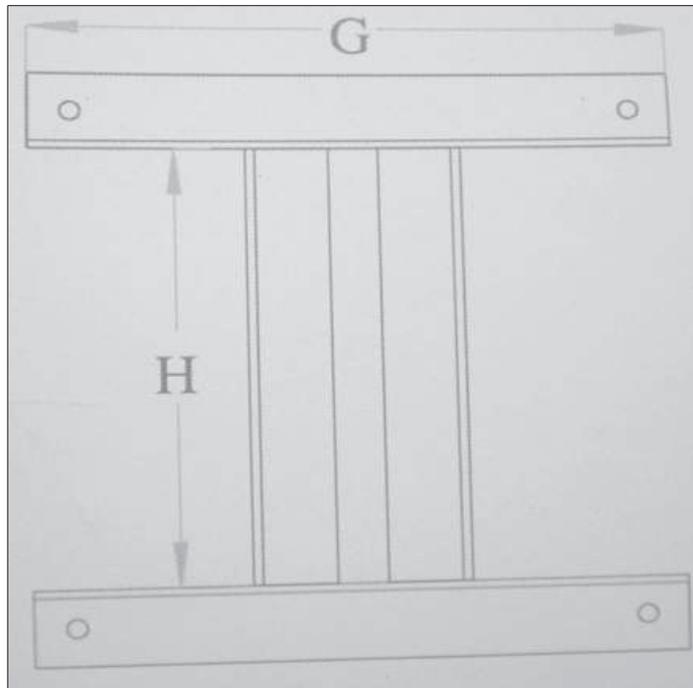
Sur la figure ci-dessous, on peut voir que la collerette de la fusée du moyeu est fixée à l'arrière du cadre et le moyeu passe au travers. C'est un bon moyen de garder les tiges de fixations du stator courtes quand l'axe du moyeu est long.

Vous pouvez ajuster la position du rotor par rapport au cadre de différentes manières.

Par exemple vous pouvez utiliser des écrous pour augmenter l'écart entre le cadre et la collerette de la fusée ou entre la collerette du moyeu et le rotor.



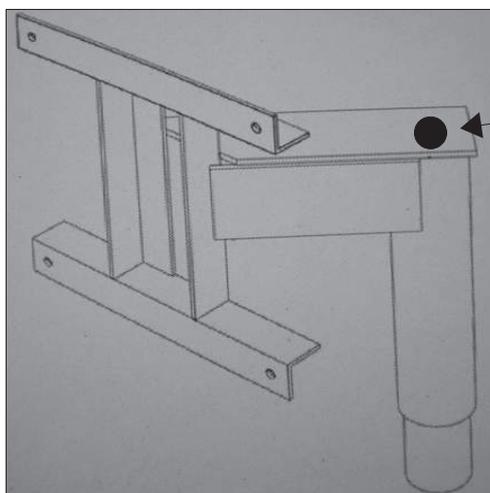
Dimensions du cadre. Cornière de 50x50x6mm		
Diamètre turbine	3600	4200
G	380	430
H	280	330



Utilisez du fer plat de 100x10 pour couvrir le tube pivot qui va servir à tenir le H de la nacelle avec un angle de 45°.

Utilisez un autre morceau de ce même fer plat et soudez le en dessous pour renforcer l'ensemble.

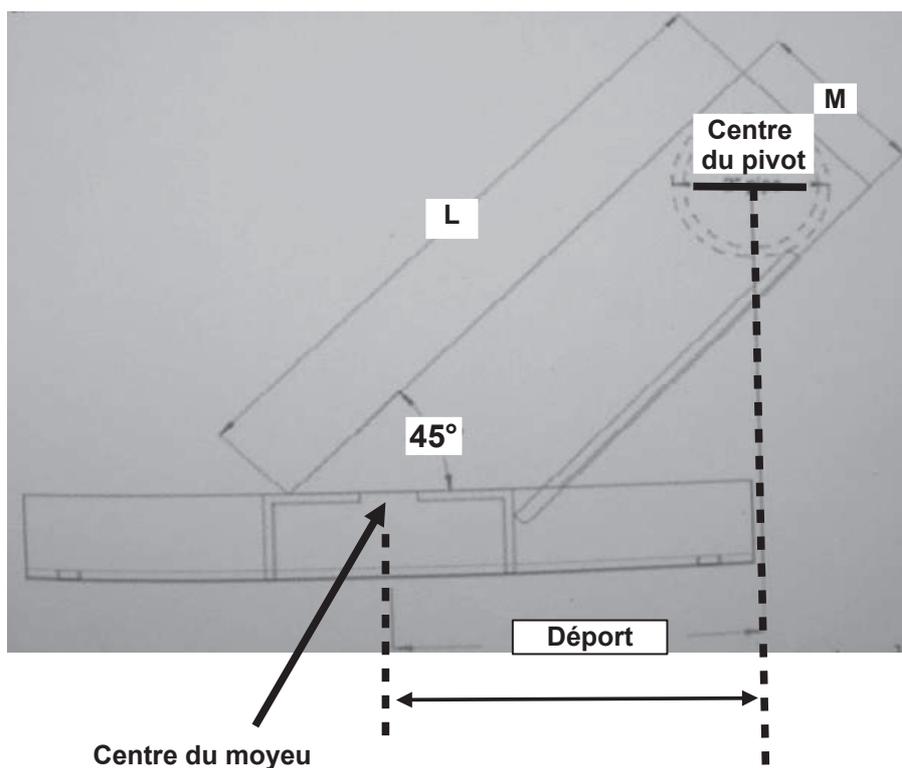
Taille des fers plats : 100x10mm		
Diamètre turbine	3600	4200
Déport	200	250
L	360	430
M	100	100



Trou pour passage du câble électrique

Tubes pivots en mm		
Diamètre turbine	3600	4200
Diamètre	88	88
Longueur	450	500

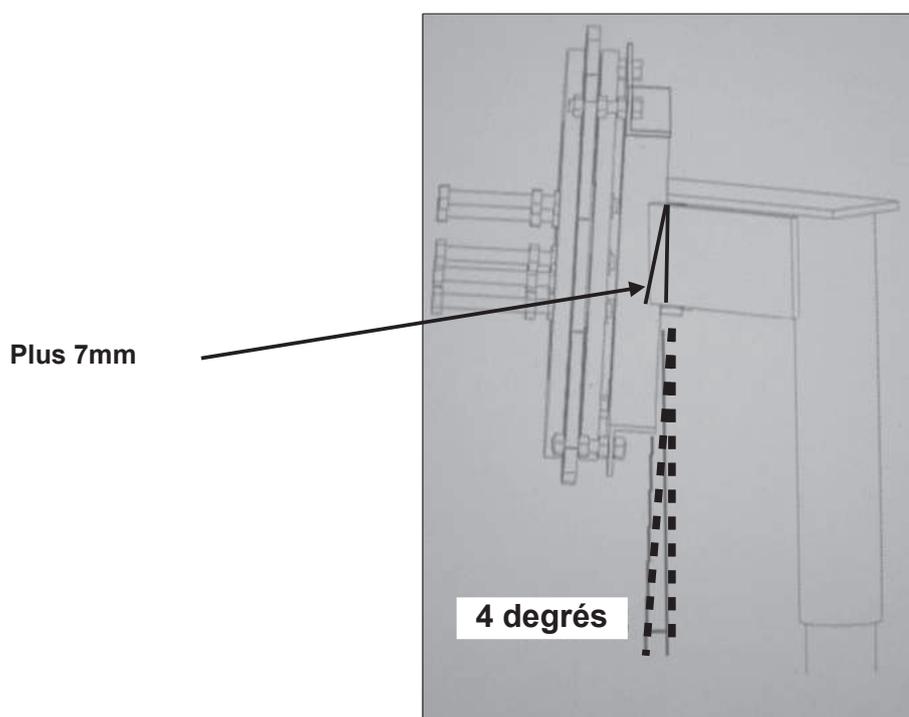
Pensez à respecter le déport entre le centre du tube pivot et celui du moyeu.



La position surplombante de l'alternateur permet de garder les pales hors du mat et aide à la mise en drapeau en cas de vents forts.

Vous pouvez rajouter une marge de sécurité pour éviter que les pales touchent le mat en inclinant la nacelle comme montré ci-dessous.

Le coin inférieur du second fer plat va être plus long de **7 mm** que le coin supérieur pour obtenir un déport de 4°.

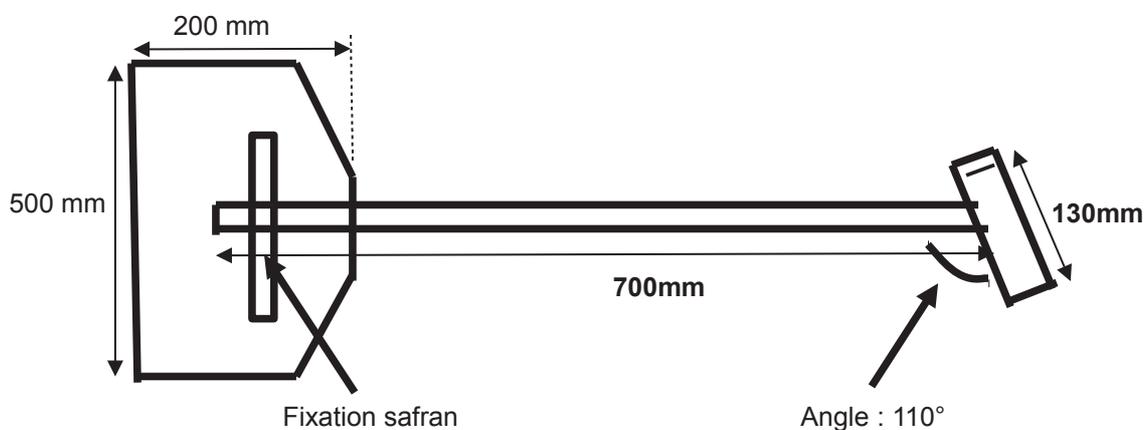


LA QUEUE DU SAFRAN

A) Pour le modèle 1200 :

Nacelle 1200 : matériel	
Tube acier diamètre 30 mm	700 mm
Tube acier diamètre 40 mm	130 mm
Fer plat 60*8	70 mm
Fer plat 30*8	375 mm – (3 longueurs : 200 ; 100 et 70 mm)
Contreplaqué 9 mm	500*200 mm

La queue du safran est coupée à une de ses extrémités avec un angle à 110°. Soudez cette extrémité au tube pivot. Le tube pivot est bouché avec le fer plat de 60x8. Soudez le fer plat de 200mm servant à la fixation du safran, à l'autre bout de la queue. Percez 4 trous de fixations dans le fer plat pour fixer le safran.



B) Pour les modèles 1800, 2400, 3600 4200 :

Dimensions des tubes en mm				
Diamètre turbine	1800	2400	3600	4200
Longueur A	800	1000	1500	1800
Diamètre B	48	48	48	48
Tube extérieur C	100	150	200	250
Diamètre D	60	60	88	88
Tube intérieur E	200	250	300	350
Diamètre F	48	48	76	76

Schéma n°14 :

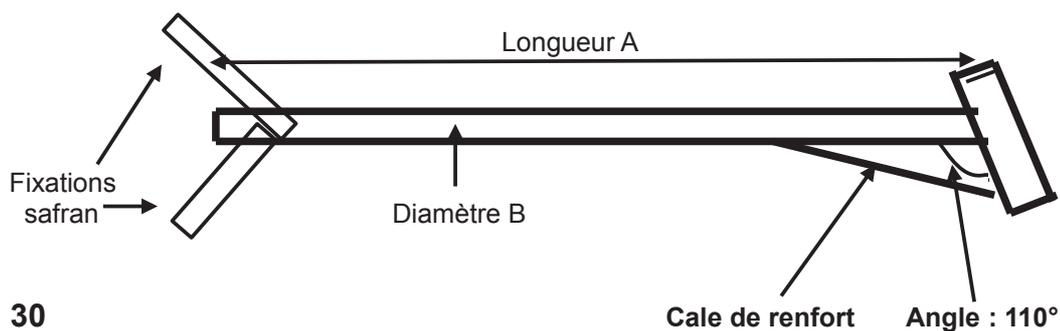
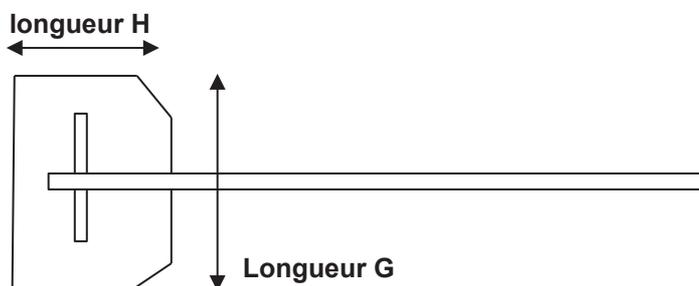
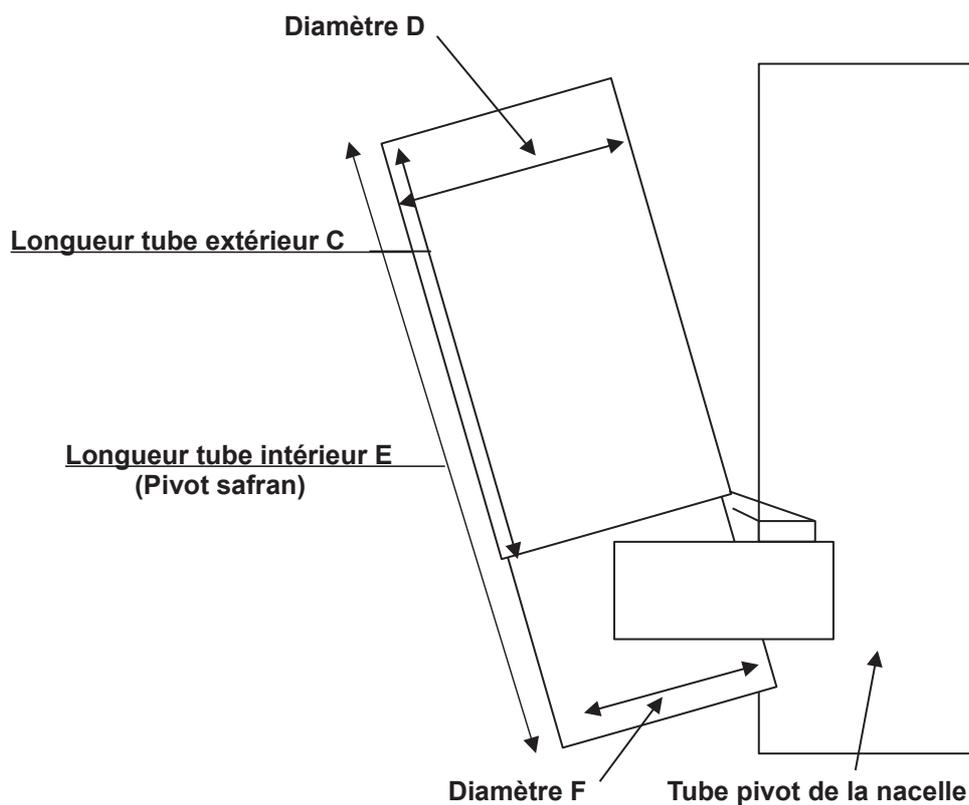


Schéma n°15 :



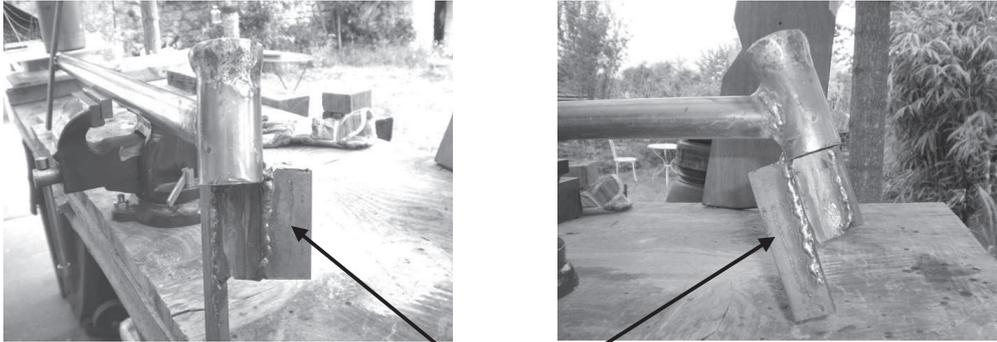
Dimensions fers plats et safran				
Diamètre turbine	1800	2400	3600	4200
Dim. Surface safran G x H	40x100 cm	50x120 cm	70x170 cm	90x200 cm
Épaisseur CP	6 mm	6 mm	6 mm	9 mm
Taille fers plats en mm	8x30	8x30	8x30	8x30
Longueurs fers plats	2 de 30 cm	2 de 30 cm	2 de 50 cm	2 de 60 cm

La mise en drapeau :

La mise en drapeau permet quand le vent est trop fort, d'éviter que l'éolienne casse.

Pour le modèle 1200 :

Il faut découper une encoche sur le tube pivot pour permettre la mise en drapeau et souder des cales.



Cales

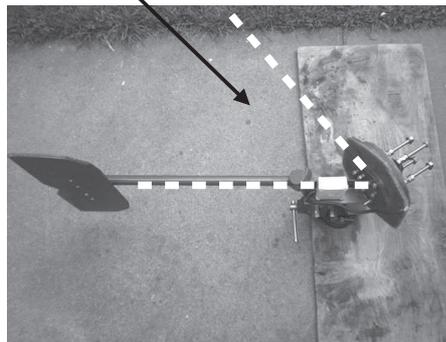
Mise en drapeau : cales	
Fer plat 50*8	250 mm

Réglages pour le positionnement des cales :

Les cales servent à empêcher le safran d'entrer en collision avec les pales.

Le safran doit être bloqué à 100° par rapport à la nacelle d'un coté et à 10° de l'autre.

Angle de 100°



Angle 10°

Pour les autres modèles :

Les consignes sont les mêmes mais il n'est pas nécessaire de faire des encoches dans le tube pivot. Les cales seront fixées horizontalement et non verticalement.