

SUPPLEMENT A

TRIPOT

les éoliennes

DE LEUR THEORIE, DE LEUR PRATIQUE ET DE
LEUR FABRICATION
POUR LE POMPAGE DE L'EAU, COMME POUR LA
PRODUCTION DE L'ELECTRICITE

UTOVIE

COLLECTION MEMENTOS
LES EOLIENNES

Comment réaliser à moindre frais, des éoliennes capables de pomper l'eau ou de produire l'électricité. Mais aussi comprendre le principe de l'énergie éolienne, gratuite comme le soleil. Voici les raisons de ce «memento» pour mieux pratiquer l'auto-construction et l'auto-production d'énergie. Sans pour autant tomber dans les mythes du style : au tout-nucléaire opposons le tout-solaire ou le tout-éolienne! L'énergie éolienne doit s'intégrer dans un ensemble de moyens énergétiques pour vivre autrement et être alliée à différentes énergies douces. Cependant ce memento permettra à tous ceux qui savent bricoler de se lancer dans la conception et la construction d'une éolienne efficace.

*éditions d'utovie
64260 Lys*

les éoliennes

DE LEUR THEORIE, DE LEUR PRATIQUE ET DE
LEUR FABRICATION
POUR LE POMPAGE DE L'EAU, COMME POUR LA
PRODUCTION DE L'ELECTRICITE

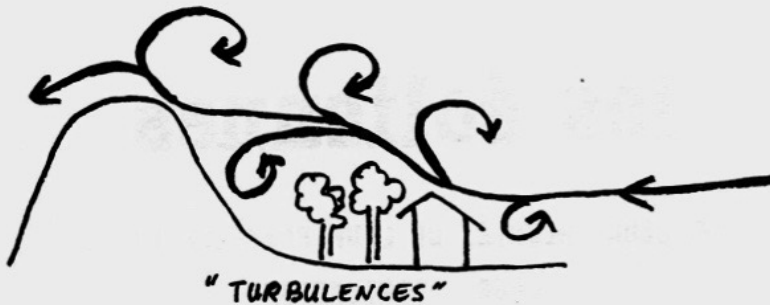
LE VENT

Sa bonne utilisation impose une connaissance précise du micro-climat.

En effet les grands vents dominants au niveau d'une région concernent des couches d'air assez élevées. Au niveau du sol ceux-ci sont complètement modifiés par les conditions locales.

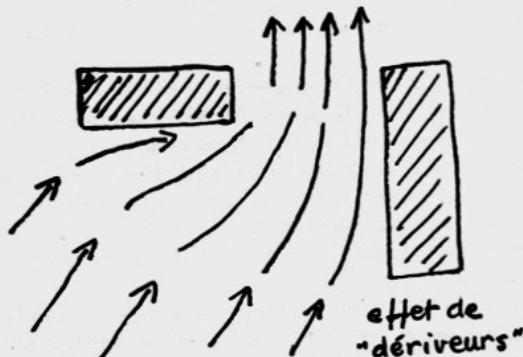
Ainsi il faut tenir compte de plusieurs phénomènes :

- la surface de la terre chauffée par le soleil produit des courant d'air;
- les maisons, les arbres, la végétation, etc., en été surtout, font obstacle au vent et créent ce qu'on appelle la "turbulence de l'air", jusqu'à 30 ou 40 m de haut. Collines et montagnes la provoquent beaucoup plus haut;
- sur la terre, à 20 mètres au-dessus, le vent peut être deux fois moins rapide qu'à 50 mètres. Sur la mer, la différence est beaucoup moins importante;
- des rangées de maisons, des rideaux d'arbres, etc., modifient la direction du vent et augmentent sa poussée là où il peut s'échapper. Les endroits où le vent peut s'engouffrer bénéficient d'une force éolienne supplémentaire;
- des études, faites en Grande-Bretagne, montrent que la vitesse moyenne du vent à de bons emplacements est de 50 à 100 % plus forte que dans les environs immédiats.



Ce sont toutes ces particularités locales (et d'autres) qu'il faut exploiter ou supprimer. Ainsi :

- il vaut mieux un vent régulier pendant pas mal d'heures avec une vitesse de 6 mètres/seconde, qu'un vent très fort durant quelques heures seulement même s'il y a énergie fournie (ce qui poserait des problèmes de stockage, rendement, et résistance de l'installation);
- on peut obtenir un vent de renfort par des moyens artificiels, en utilisant par exemple des "dériveurs" de vent : cloisons, toiles tendues, rideaux de feuillage touffu, etc., créant une sorte d'entonnoir en vue de diriger le flux du vent vers les pales tournantes d'une éolienne;
- la turbulence du vent qui peut diminuer la vitesse prise en compte par l'anémomètre (appareil de mesure de la vitesse du vent), peut être compensée par la large surface de balayage d'une grande éolienne.



PUISSANCE D'UNE EOLIENNE

L'énergie du vent est proportionnelle à sa vitesse au cube (V^3) et à la densité de l'air.

Mais c'est la différence entre la résistance de l'air et la poussée du vent qui représente le gain d'énergie éolienne.

Pour calculer la puissance théorique (P_t) du vent on prend :

A - surface balayée par l'éolienne en m^2

V - vitesse du vent en mètre/seconde ou km/heure

K - coefficient soit de : 0,00064 si V est en m/s
soit de : 0,000137 si V est en km/h.

Et on pose l'équation suivante :

$$P_t = K \times A \times V^3.$$

On a calculé que le rendement possible, dans l'extraction de cette puissance est de 60 %.

Mais généralement, la puissance produite par l'éolienne est de 20 à 40 % de l'énergie disponible dans le vent. Ainsi la puissance réelle P obtenue sera calculée :

$$P = (0,2 \text{ ou } 0,4) \times K \times A \times V^3 \quad (1)$$

On voit ainsi que l'augmentation de la puissance de l'éolienne est fonction de la force du vent (au cube) et de la taille de l'hélice (au carré).

Avec un vent de 36 km/h, on peut espérer extraire environ 0,2 kilowatt d'énergie par m^2 de surface balayée.

(1) Attention aux moyennes : si la vitesse varie de 6 à 10 m/s par exemple, on peut prendre pour les calculs : 8 m/s, ce qui au cube donne : 512. Mais si on fait le calcul en additionnant les deux vitesses extrêmes et en les divisant par deux, pour obtenir aussi une moyenne, on arrive à : $\frac{6^3 + 10^3}{2} = 601$

soit une différence de 20 %... ce qui est appréciable, pour une moyenne!

DIFFERENTS TYPES D'EOLIENNES

- les éoliennes à arbres vertical
- les éoliennes à arbre horizontal et à hélices :
 - . 2 ou 3 pales
 - . pales multiples.

EOLIENNES A ARBRE VERTICAL

Elles offrent l'avantage de pouvoir utiliser le vent d' où qu'il vienne sans être orientées. Mais elles sont assez lentes et d'un mauvais rendement. Cependant il est possible, en se servant de matériaux disponibles sur place (par exemple de nattes de roseaux pour la voilure) de construire à très bon compte un type simplifié d'éolienne de faible puissance (type d'éoliennes utilisées surtout pour le pompage: on en voit encore parfois dans la campagne.).

EOLIENNES MUNIES DE PALES EN FORME HEMISPHERIQUE, OVOIDE, CONIQUE OU DE BACS.

Les pales sont composées d'une ou plusieurs coupoles d'une des formes énoncées ci-dessus. Ces coupoles sont en :

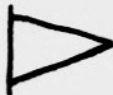
- polyester armé de fibre de verre
- avec une feuille de PVC pliée (pour les cônes)
- système parapluie ou capote repliable en cas de tempête.



Pale hémisphérique



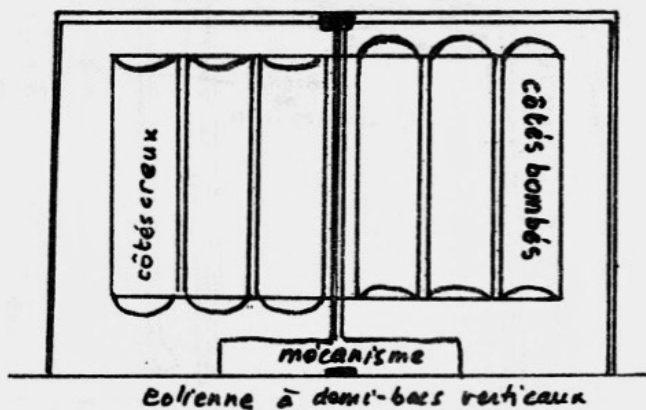
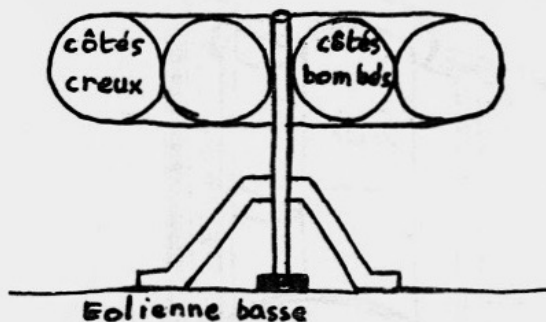
Pale ovoïde



Pale conique



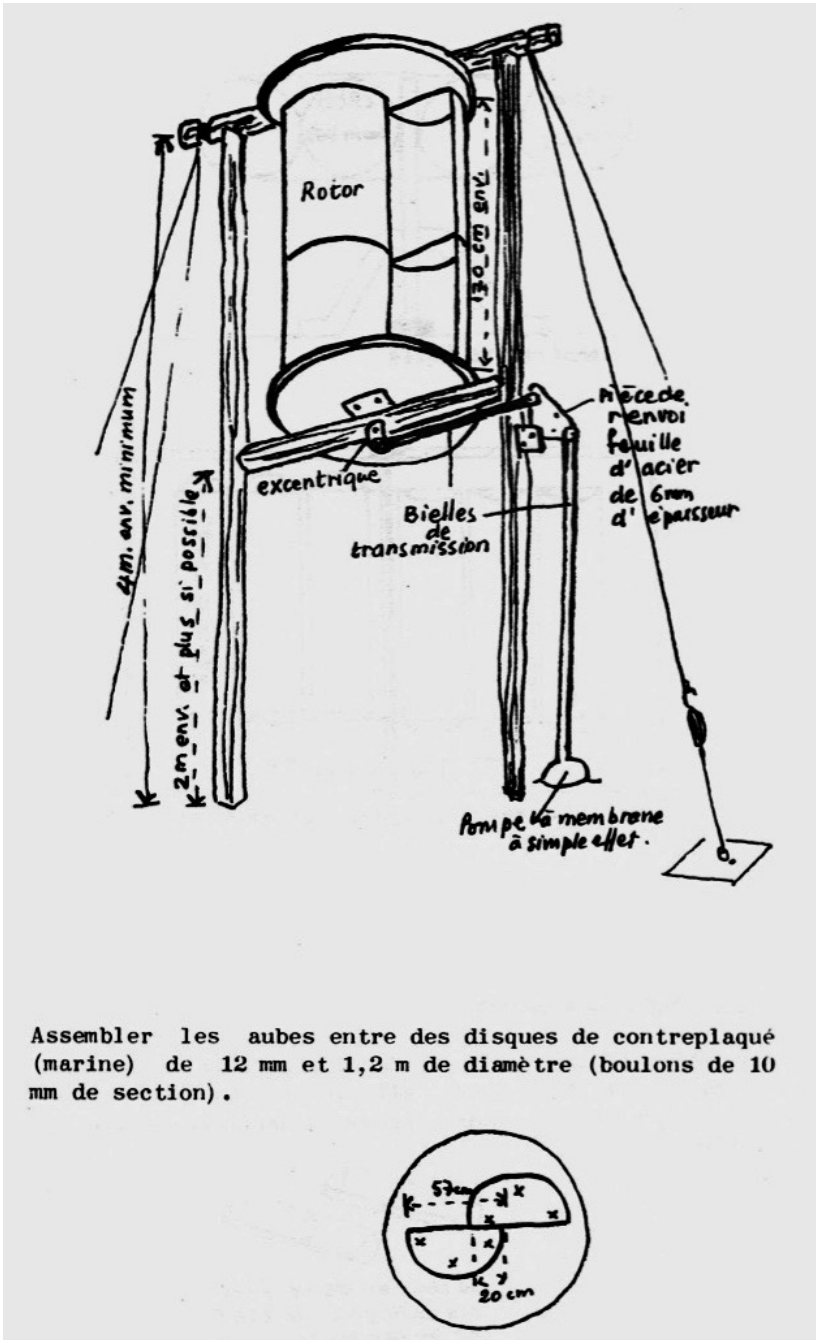
Pale en bacs



EOLIENNE SAVONIUS

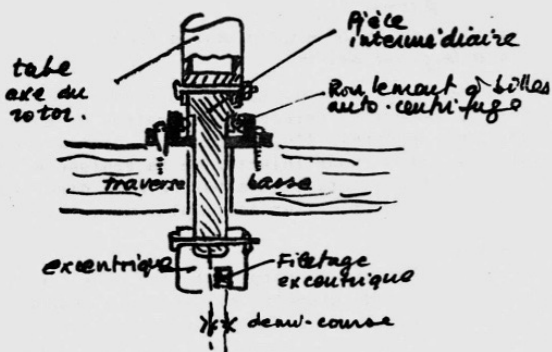
Deux demi-cylindres accolés du côté de leur ouverture, se chevauchant d'un tiers afin de provoquer un retour du vent vers le cylindre opposé et accélérer ainsi la rotation.



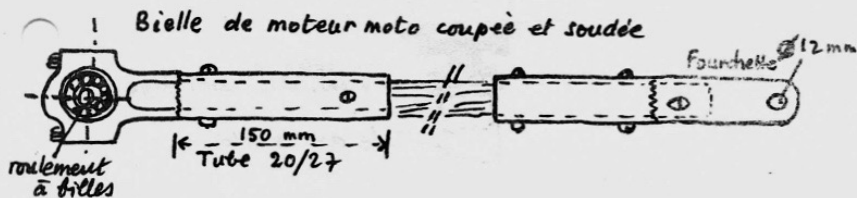


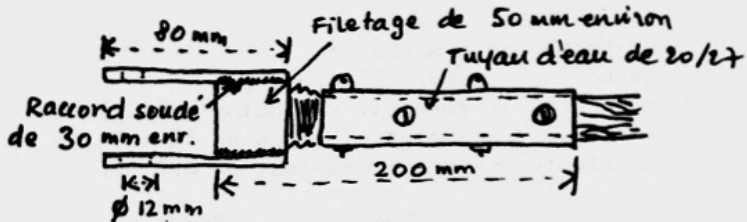
LES TRANSMISSIONS COMPRENNENT :

- l'excentrique pièce d'acier percée par un filetage excentré afin de recevoir un boulon qui doit bien s'ajuster dans le roulement à billes de la tête de bielle. L'excentricité ou demi-course est de 0,5 cm.



- l'extrémité de la bielle est faite avec une bielle de motocyclette soudée sur 2 cm environ sur un bout de tube de 15 cm environ dans lequel on enfonce la tige en bois servant de bielle. Couplées à une pompe à diaphragme à simple effet, les bielles agissent en traction uniquement et peuvent donc être faites dans une tige de bois de 25 mm environ de diamètre. La faible course et la flexibilité du bois autorisent à se dispenser d'un joint universel du côté de la pièce de renvoi. L'extrémité de la bielle côté pièce de renvoi comporte donc une simple fourchette assortie d'un bon boulon de 25 mm.





FOURCHETTE se visant sur la bielle
à la longueur désirée.

- le triangle de renvoi. Les trous renforcés avec des plaquettes soudées et percées, sont gainés de butées en bronze pour prévenir l'usure des axes et les à-coups. Prévoir un trou pour injecter de la graisse à lubrifier. L'épaisseur totale des butées doit être ajustée aux fourchettes pour éviter les déplacements latéraux.

ROTOR SAVONIUS

- Fabrication : l'axe du rotor est tiré dans un tuyau d'eau de 26/34 mm de diamètre et dépasse à chaque extrémité de 15 cm environ. On fixe l'axe au contreplaqué avec deux colliers. On passe l'axe à travers les tonneaux, les disques et les colliers;
- Equilibrage : pour éviter les vibrations, à vitesse élevée, placer le rotor sur deux règles horizontales et souder des poids au centre, jusqu'à parfait équilibre.
- Montage : l'axe tourne sur deux roulements à billes à auto-centrage. Il faut deux pièces intermédiaires, pour faire entrer les extrémités de l'axe dans les roulements. La pièce intermédiaire du bas doit être assez longue pour traverser le cadre et porter la pièce excentrique.



CHOIX DE L'EMPLACEMENT

il dépend de :

- la vitesse du vent : 12 à 20 km/h et plus;
 - la hauteur de l'eau à pomper : optimum 3 à 10 m de profondeur. Au delà de 9 m les efforts de transmission augmentent considérablement et exigent une mécanique plus élaborée et plus coûteuse;
 - la réserve d'eau (bassin, citerne...) utilisée pour des périodes sans vent.
-
-

LES EOLIENNES A ARBRE HORIZONTAL (1)

Le rotor est en forme d'hélice à 2,3 ou plusieurs pales. Un gouvernail arrière sert à les orienter. Beaucoup plus élaborées que celles à axe vertical, elles sont aussi, beaucoup plus difficiles à réaliser. Au point de vue rendement elles sont en général autour des 20 % pour les moins bonnes. Les meilleures peuvent atteindre 30 %.

La détermination du lieu en fonction du vent est importante (évidemment !) mais plus particulièrement pour ce type d'éoliennes.

(1) Cette catégorie d'éoliennes, par les calculs qu'elle nécessite pour avoir un rendement correct, compte tenu qu'avec un vent faible elles tournent très peu & qu'une solidité suffisante n'est pas à la portée d'un simple bricoleur est difficile à réaliser soi-même... ou, alors, il faut la commander toute faite, et l'assembler soi-même sur place.

SYSTEME DE FREIN

Placées en général à une grande hauteur, elles peuvent, certains jours, subir un vent fort. Il faut alors empêcher le rotor de s'emballer. Pour cela certains sont équipés d'un des systèmes suivants :

- ailerons de freinage



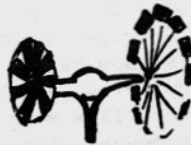
*Vent normal
les ailerons offrent
le moins de résistance
possible .*



*Vent trop fort,
les ailerons sont
closes plus ou moins
suivant l'importance
du vent .*

- pivotement des pales :
sur leur axe pour s'éloigner du profil idéal et réduire ainsi la vitesse de rotation du rotor;

- double rotor (voir chapitre double rotor. p : 18)



Le système s'oriente à cause de la dissymétrie de l'ensemble.

Par grand vent, l'éolienne prend une position résultante entre la réaction de la dynamo qui freine l'ensemble et tend à l'éloigner de la position idéale, c'est à dire face au vent lui-même. Voir plus loin p. 18 et suiv.

SYSTEME DE FIXATION

Les pylones qui supportent les rotors, à partir d'une taille moyenne, doivent être en treillis, pour éviter les vibrations pendant la marche.

EVALUATION D'ENERGIE POSSIBLE (Généralités)

La vitesse nominale d'une éolienne est la vitesse du vent nécessaire pour produire sa puissance normale. Par exemple la vitesse nominale d'une éolienne produisant 1 kW d'électricité doit être aux environs de 5 à 10 m/s c'est à cette vitesse qu'un kW est produit.

- Une éolienne de 1 kW peut fournir environ 1500 kWh par an;
- une éolienne de 2 kW peut fournir environ 3000 kWh par an;
- une éolienne de 200 kW peut fournir assez d'éclairage pour plusieurs maisons. Ceci en employant des lumières à couleurs corrigées avec des néons de faible puissance (10 néons ou plus de 13 W chacun; ils sont équivalents au point de vue éclairage à 10 ampoules à filament de 65 W chacune; mais pas au point de vue santé des yeux!).
- Une machine de 50 kW installée à un emplacement où la vitesse moyenne du vent est 21 ou 22 km/h pourrait fournir la presque totalité de l'énergie nécessaire à une collectivité d'une centaine de personnes ou plus suivant leur mode de vie.

STOCKAGE

Les éoliennes étudiées ici sont en général équipées pour produire de l'électricité. Il se pose alors le problème du stockage.

Celui-ci se fait dans des batteries.

La capacité d'une batterie est mesurée en Ampères/heure par exemple une batterie de 230 Ah de 12 volts est capable de fournir un maximum de $12 \times 230 = 2760$ Wh, ou 2,76 kWh. C'est à dire qu'elle pourrait alimenter une installation d'éclairage de 200 W pendant 13 h 30 avant d'être complètement déchargée.

- Durée de vie des batteries :

elle dépend du type de batteries et du nombre de charges-décharges. Si une batterie supporte une lourde char

Fréquence, pour 1000 enregistrements, des vitesses du vent d'après les observations quotidiennes de la période de 1951-1960 de la météo nationale.

Vitesse du vent en m/s.	Lille	Nancy	Strasbourg	Dijon	Lyon	Clermont Ferrand	Brest	Nantes	Bordeaux	Toulouse	Perthuis	Amboise	Limoges	Tours
V ≤ 1	126	382	453	293	381	331	101	194	263	271	257	270	395	216
2 à 4	380	393	364	404	322	386	326	455	431	363	282	388	360	431
5 à 6	231	150	121	187	143	150	239	207	191	182	132	176	149	188
7 à 14	251	74	62	115	150	130	319	163	114	180	287	165	95	163
15 à 21	5	1	0,2	1	4	3	5	1	1	4	39	1	1	2
> 21	0	0	0	0	0,2	0,1	0	0,1	0,1	0,2	3	0	0,1	0

Vitesse du vent en m/s	Paris Le Bourget	Paris Orly	Cap de La Heur	Cherbourg	Montpellier	Toulon	Nice	Agassio	Bastia
V ≤ 1	200	146	63	196	258	184	127	280	426
2 à 4	386	424	364	353	280	221	489	550	416
5 à 6	222	234	158	211	169	171	205	134	102
7 à 14	191	195	401	234	270	346	135	35	53
15 à 21	1	1	60	6	22	27	4	1	3
> 21	0	0	4	0	1	1	0,1	0	0,3

ge, telle celle d'un appareil de chauffage, et est rapidement déchargée, sa durée de vie sera plus courte. Celle-ci est généralement mesurée en nombre de cycles charge-décharge qu'elle peut supporter. Si une batterie a une durée de vie d'environ 1000 cycles et que chaque cycle dure 4 jours, sa durée de vie est de 4000 jours; si chaque cycle dure 1 jour, sa durée de vie sera de 1000 jours.

Les batteries peuvent être endommagées par les vibrations et la chaleur. Ceci justifie la courte durée de vie des batteries de voitures. Il faut les entretenir (niveau électrolyte). Les câbles les reliant à l'installation ne doivent pas dépasser 80 à 130 mètres il y aurait alors trop de pertes par effet Joule.

- Type de Batteries:

a) *Plomb-acide* : utilisées dans les voitures, sont moins chères pour une durée de vie de 750 à 1200 cycles. Les batteries de chalutier sont recommandées à cause de leur solidité. Leurs caractéristiques sont en général : 125 Ah, 12 V (en série : 250 Ah, 12 V) ou 95 Ah, 6 V (en série, 190 Ah, 6 V).

b) *Nickel-cadium* : durée de vie deux fois plus longue que les précédentes, mais... prix trois fois plus élevé.

UTILISATION ET IMPLANTATION

Le courant fourni est continu et monophasé, comme celui issu d'une batterie de voiture. Il convient à l'éclairage grâce aux ampoules que l'on trouve dans le commerce. Pour les appareils domestiques courants, il faut transformer le courant continu en courant alternatif (pour les appareils qui fonctionnent sur 110 ou 220 v). Il faut alors placer un convertisseur statique, coûteux. On peut aussi utiliser le matériel prévu pour les caravanes et bateaux (en 24 V continu).

Si le site de votre habitation n'est pas classé, aucune autorisation à demander : l'EDF détient le monopole de la distribution, pas celui de la production. On a donc le droit de produire son propre courant, du moment qu'on ne le distribue pas (commerciallement parlant).

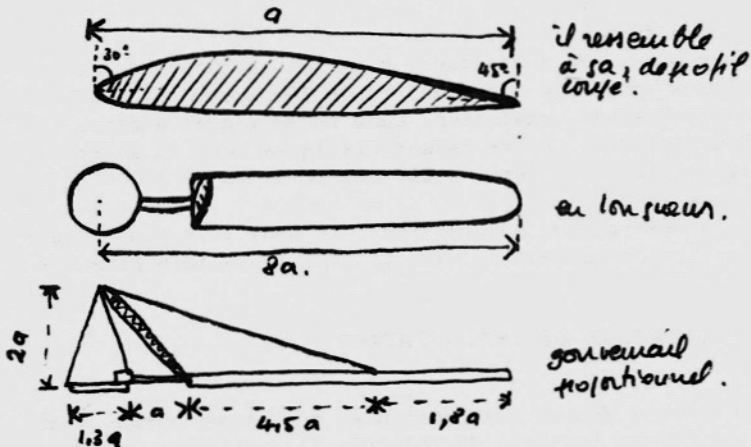
**EOLIENNE A AXE HORIZONTAL
AVEC HELICE A 2 OU 3. PALES**

(pour les grandes vitesses, et d'un haut rendement).

Le choix du nombre de pales est fonction de la vitesse de celles-ci par rapport à celle du vent :

- deux pales quand la vitesse périphérique de l'hélice est supérieure à 6 fois celle du vent;
- trois pales quand elle y est inférieure;

la partie délicate à réaliser est l'hélice. Les recherches actuelles ont défini un profil idéal :



Ce profil est calculé pour que la pression subie ne dépasse pas 500 kg/cm². Cela est très important, compte tenu des grandes vitesses atteintes : la vitesse du bout des pales, de certaines grandes éoliennes, se rapproche des vitesses supersoniques. A ce niveau, le poids des pales devient secondaire par rapport au profil.

En 1951 : réalisation d'une éolienne expérimentale (par mi tant d'autres) : 17,5 m de diamètre, deux ailes en bois. Surface : 2,40 m². Puissance 35 kW. Rendement : 30 %.

La même fut améliorée : 13 m de diamètre, surface : 132 m²; puissance 45 kW. Mais générateur (dynamo) et transmissions différents.

Les techniciens patentés prévoient la réalisation d'éoliennes dont le rendement serait de 50 à 60 % (maximum de la puissance que l'on puisse extraire du vent). Ex : 24 m de diamètre, vitesse des pales: 40 m/s (150 km/h, 30 t/mn). Transmission dans un rapport 1*25, puissance 200 kW.

L'institut de Recher-Brace propose un type d'éolienne à trois pales dont les caractéristiques sont les suivantes :

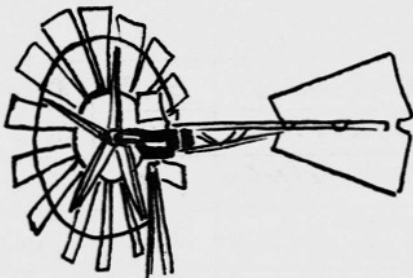
Vitesse du vent (m/s) →	4	6	8	10	12
Vitesse de l'hélice (t/mn)	54,84	82,26	109,7	137,1	164,5
Vitesse de l'arbre actif (t/mn)	394,8	592,3	789,8	987,1	1184
Puissance à l'arbre de l'hélice (kW)	0,99	3,33	7,88	15,44	26,62
Puissance développée à la sortie de la pompe (kW)	0,62	2,01	4,96	9,71	16,77
Débit (l/ha/s) de la pompe sous une charge h. de 10m	6,33	21,38	50,62	99,02	171

Rendement de la transmission = 0,90
 Rendement de la pompe = 0,70
 (10m. de diamètre).

EOLIENNES A AXE HORIZONTAL A PALES MULTIPLES

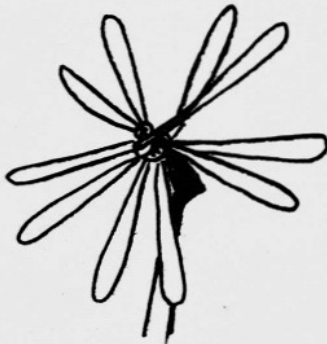
(voir aussi plus loin, p.18...)

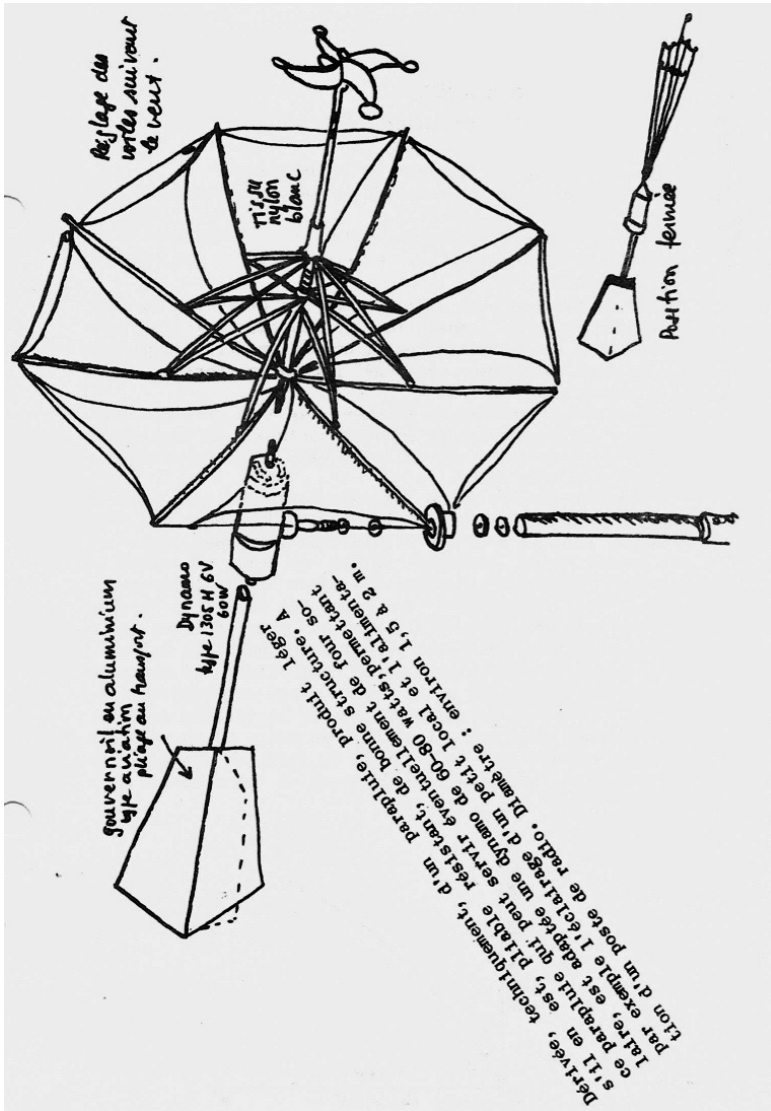
Elles ont un couple de démarrage élevé et peuvent fonctionner par un vent faible. Elles ont un rendement assez faible, d'environ 10 à 20 %. Bien que certaines soient très élaborées, elles sont en général techniquement moins complexes que les précédentes:



Au Danemark, on trouve des éoliennes pour production industrielle de 30 kW. Il y en a de 5 à 25 kW munies de batteries de 100 à 300 Ah. Certaines de 16 à 18 m de diamètre fournissent 20 à 35 kW avec un rendement de 10 à 20 %.

Eolienne mise au point par la NOAH Energy systeme à Genève qui est conçue pour le chauffage électrique, la ventilation et le pompage de l'eau. Puissance de 30 à 90 kWh, pales de 6 m tournant à des vitesses de 20 à 80 t/mn, avec des vents de 3 à 10 m/s elle développe de 0,8 à 30,5 kWh. ↷







EOLIANNE A DOUBLE ROTOR

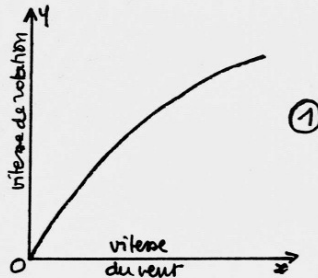
Systeme mécanique : hélice et transmission.
Voyons d'abord le principe de cette installation.

Un pont arriere de voiture placé horizontalement à l'extrémité d'un pylône vertical peut pivoter par rapport à ce pylône.

Deux turbines à vent sont montées sur ce pont à la place des roues et transmettent le mouvement par l'intermédiaire des demi-arbres et du différentiel du pignon d'attaque, lui-même prolongé par un axe vertical qui actionne la dynamo.

Le système s'oriente de lui-même car on a créé une dissymétrie dans le pont en raccourcissant un demi-arbre et sa trompette, et en utilisant deux turbines différentes (voir plus loin).

L'ensemble se freine de lui-même par grand vent d'après le principe suivant: plus la vitesse de l'éolienne augmente, plus la réaction d'induit de la dynamo augmente; à partir d'une certaine valeur de cette réaction, le couple mécanique engendré sur l'axe vertical contrarie l'orientation du pont qui prend une direction faisant un certain angle sur la direction du vent. Dans cette position, qui n'est plus la meilleure position de fonctionnement, le système prend une vitesse de rotation inférieure à celle qu'il aurait prise en étant bien orienté. A chaque valeur prise par la vitesse du vent, correspond donc une orientation du pont. Si on représente graphiquement la vitesse du vent, on obtient une courbe (voir graphique ci-dessous) où on remarque qu'à



partir d'une certaine valeur de la vitesse du vent, la vitesse de rotation du système n'augmente plus ou presque plus.

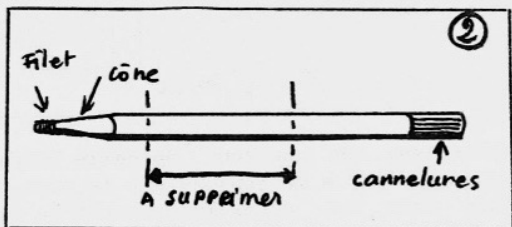
Cette valeur ne peut être déterminée que par le calcul, car elle dépend de trop d'inconnues : rendement mécanique du système, type et puissance de la dynamo, état de charge de la batterie, nature et angle des pales des hélices, etc.

Dans ce cas, la vitesse de rotation du pignon à queue du pont se stabilise vers les 600 à 800 tours/minute.

réalisation

PONT : choisir un pont arrière assez léger et de rapport assez fort. On a utilisé un pont arrière de "Juva 4", rapport 5 environ. Il existe des modèles plus récents, pouvant convenir (Ford Escort par exemple).

- Démontez d'abord complètement le pont;
- séparer les tambours de freins des trompettes (ils sont rivetés);
- scier une des trompettes à environ 25 ou 30 cm du centre du pont;
- séparer de la partie enlevée le support de roulement et le ressouder sur la trompette;
- raccourcir de la même longueur le demi-arbre correspondant, pour cela scier en deux endroits ce demi-arbre et ressouder les deux morceaux extrêmes (travail délicat car il faut que ce nouvel arbre tourne rond, au besoin pointer l'axe sur un tour avant de souder); (dessin 2);

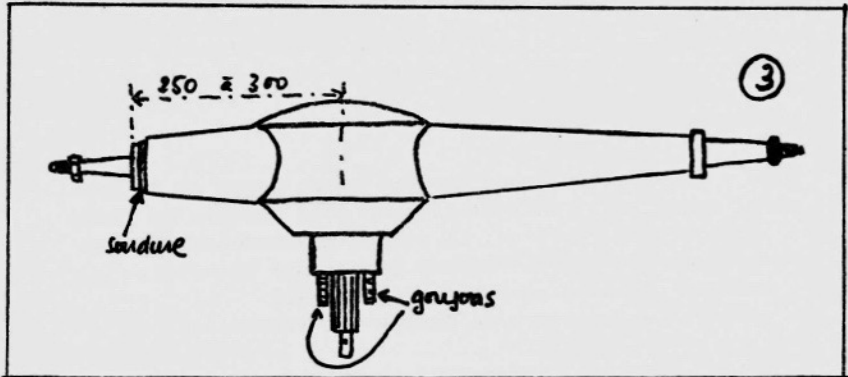


- remonter le pont, le régler avec un peu de jeu, le graisser à l'huile de viscosité 20/40.

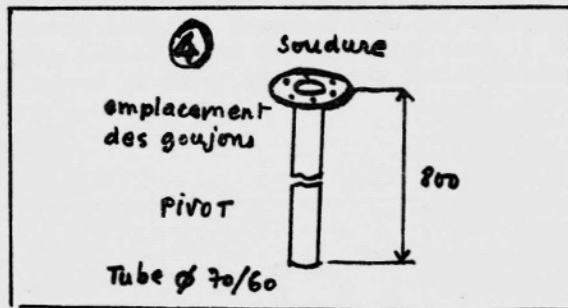
PIVOT :

Le pont est terminé côté pignon à queue par une couronne de goujons (dessin 3).

Souder une grosse rondelle de 8 mm d'épaisseur au moins

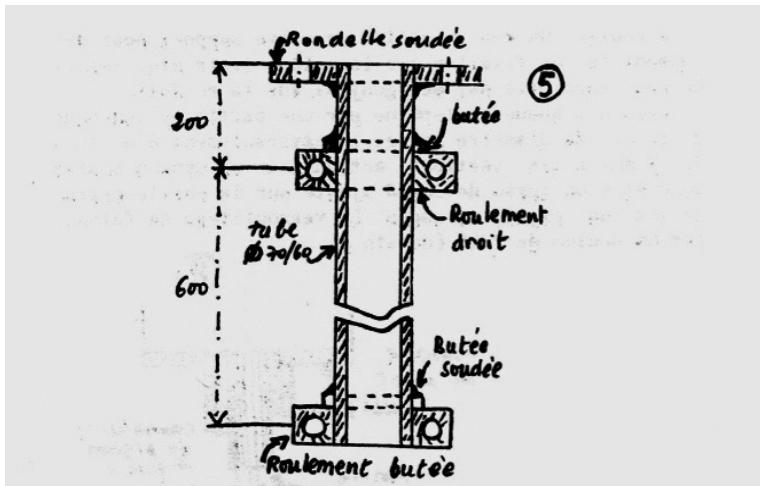


au bout d'un tuyau (qualité chauffage) de 60 mm environ de diamètre intérieur et de 80 cm de longueur. Des. 4

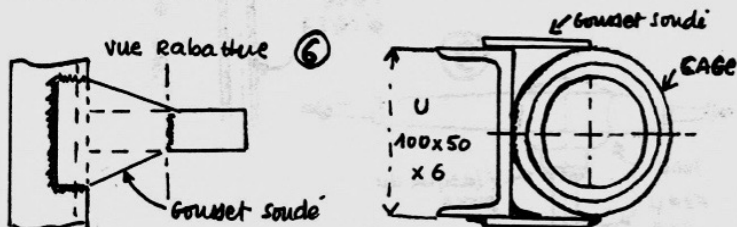


Percer sur le pourtour de cette rondelle autant de trous qu'il y a de goujons sur le pont. Le tuyau sera passé dans les cages intérieures de deux gros roulements à billes. L'emmanchement devra se faire assez dur. Prévoir des butées comme indiqué sur le dessin 5.

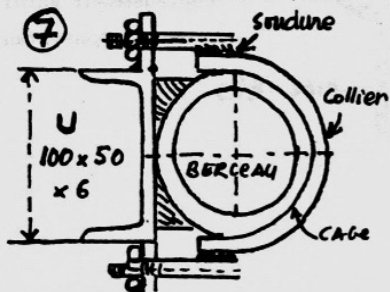
Il est recommandé qu'un roulement au moins soit à portées latérales ou à galets coniques (roulement inférieur). Les cages extérieures des roulements seront rendues solidaires d'un fer U de 100 mm et 1 m à 1,20 m de longueur.



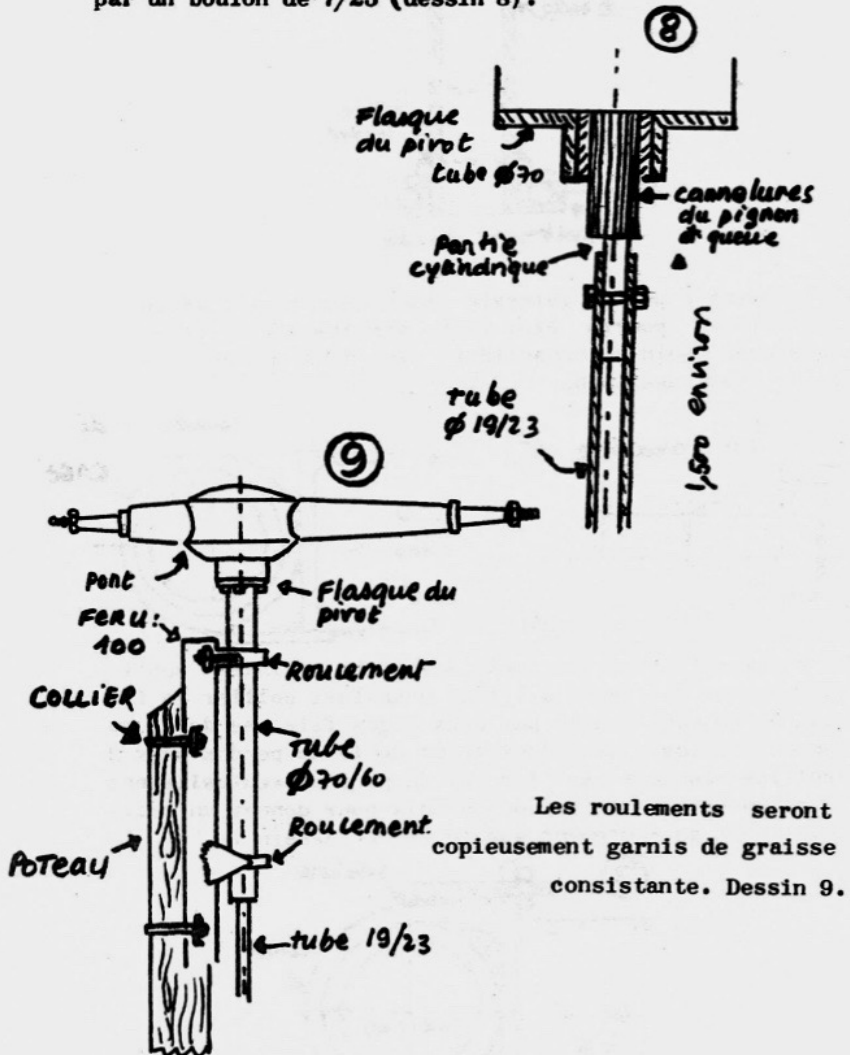
Le roulement à portée latérale étant démontable, sa cage extérieure pourra être fixée directement au fer U en quelques points. Consolider avec deux goussets en tôle de 2 mm (dessin 6).



Le roulement supérieur sera simplement maintenu appliqué contre le fer U à l'aide d'un fort collier en fer plat de 20 x 6 terminé par deux tiges filetées de 12 mm venant se loger dans deux trous de 13 mm percés dans 2 oreilles soudées au fer U. On pourra éventuellement faire un berceau en fer ou en bois pour donner un meilleur appui au roulement sur le fer U (dessin 7).



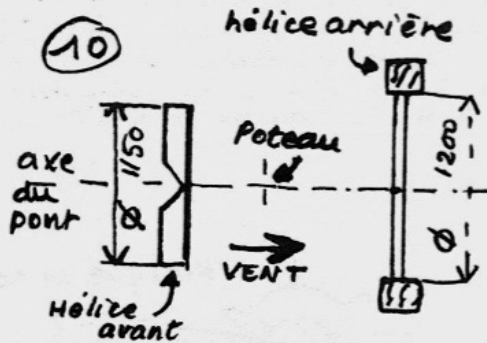
On a choisi un fer U de 100 mm comme support pour des commodités de fixation sur le pylône (voir plus loin). Le pont sera fixé par ses goujons sur la rondelle. Le pignon à queue se termine par une partie cylindrique de 19 mm de diamètre percée transversalement d'un trou de 7 mm. L'axe vertical actionnant la dynamo pourra donc être un tuyau de 19/23 ajusté sur la partie cylindrique du pignon à queue. Le verrouillage se faisant par un boulon de 7/25 (dessin 8).



TURBINES :

On aurait pu employer une seule turbine à vent et un gouvernail, mais ce système, en s'orientant beaucoup mieux, supprime le principe de freinage décrit plus haut.

On penchait pour l'adoption de deux hélices, mais il fallait trouver deux turbines travaillant indépendamment l'une de l'autre sans se contrarier. C'est pourquoi on a donné à l'hélice avant un diamètre de 115 cm, et à l'hélice arrière un diamètre intérieur de 120 cm, et un diamètre extérieur de 156 cm (dessin 10).



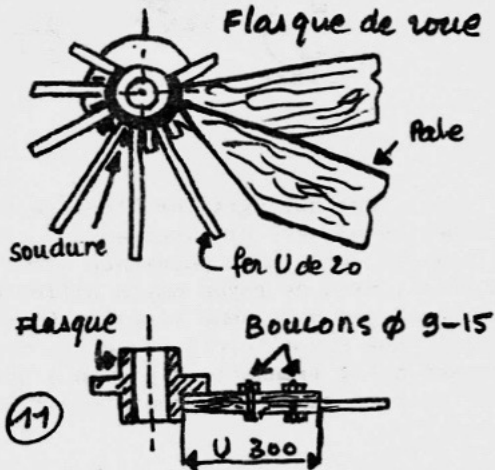
Un filet de vent qui agit sur l'hélice avant, n'agit pas sur l'hélice arrière et inversement.

Les deux hélices ont même puissance (même surface opposée au vent), mais de rayon moyen différent; elles ne tournent donc pas à la même vitesse. C'est ici que le différentiel joue son rôle; il prend la moyenne de ces deux vitesses qu'il transmet au pignon à queue en la multipliant par le rapport du pont (c'est à dire par 5 dans ce cas).

CONSTRUCTION DE L'HELICE AVANT :

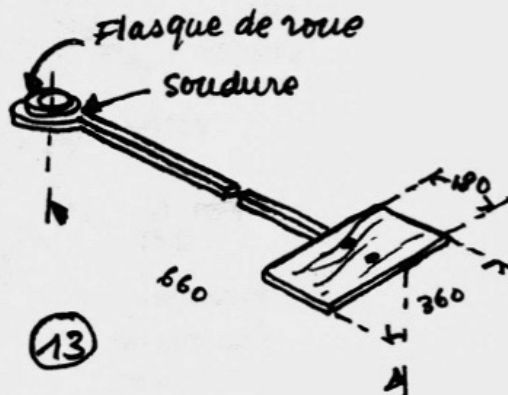
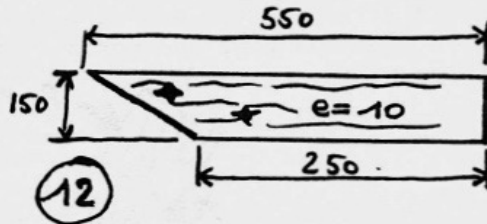
- Utiliser le moyeu de roue du pont;
- enlever les goujons de roue, souder sur la flasque, (dessin 11) 12 morceaux de fer U de 20 mm d'une longueur de 30 cm environ;
- deux trous de 10 mm auront été au préalable percés dans chaque barre de U pour fixation des pales;
- les pales seront constituées par 12 planchettes en bois dur, de 9 ou 10 mm d'épaisseur ayant les dimensions données par la figure 12. Dans une planche de 0,80 x 0,15 on peut faire deux pales.

Avant la fixation des planchettes (par des boulons de 9/15) donner le pas en faisant subir à chaque barre une torsion à l'aide d'une grosse clé à molette (l'angle des pales devant être environ de 30 à 35°).



CONSTRUCTION DE L'HELICE ARRIERE :

L'hélice arrière aura la même constitution que l'hélice avant mais les dimensions seront différentes. Les barres de fer U auront 65 cm environ de longueur (elles pourront être un peu plus grosses). Les planchettes, au nombre de 11 mesureront 36 cm sur 18 cm, et seront placées sur les fers U de la manière indiquée par la figure 13. Même opération que ci-dessus pour le pas de l'hélice (les deux hélices doivent tourner dans le même sens). Au besoin, si la roue est jugée trop flexible, on pourra la consolider avec un cercle de fer rond de 10 mm ayant un diamètre de 1 mètre environ, soudé par un point à chaque rayon.



PYLONE ET SYSTEME DE MISE EN PLACE :

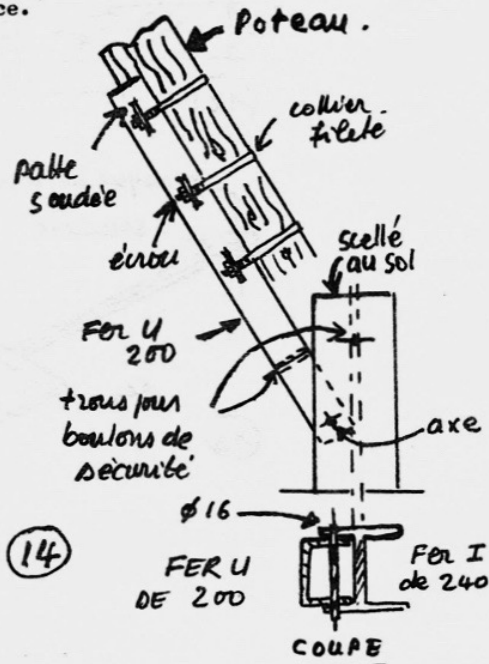
Le pylône est constitué par un poteau de sapin, genre poteau télégraphique de 9 m de long, 19 cm de diamètre en pied et 13 cm de diamètre au sommet, environ.

Le pied se compose d'un fer I de 240 mm, ayant 1,20 m de long et planté dans le sol à une profondeur de 70 cm. Entre les ailes de ce I vient se loger un U ou un I de 200 à 220 mm et 1 m de long, sur lequel le pylône est fixé à l'aide de 3 colliers en fer de 16 mm.

Le fer de 200 peut pivoter dans celui de 240 autour d'un fer rond de 16 mm formant axe (dessin 14).

A sa partie supérieure le poteau se fixe au fer U de 100 mm du pivot également à l'aide du collier (des 9). Quatre cornières de 50 mm de 1,50 m de long, sont ensuite plantées dans le sol presque entièrement à 5 m du pied et vont servir de points d'attache à quatre haubans en câble d'acier de 7 mm (dessin 15).

Le long du poteau de chaque côté et tous les 40 cm seront enfilés à mi-profondeur des tire-fonds de 12/150 qui serviront d'échelons pour accéder à l'éolienne lorsqu'elle sera en place.



MISE EN PLACE

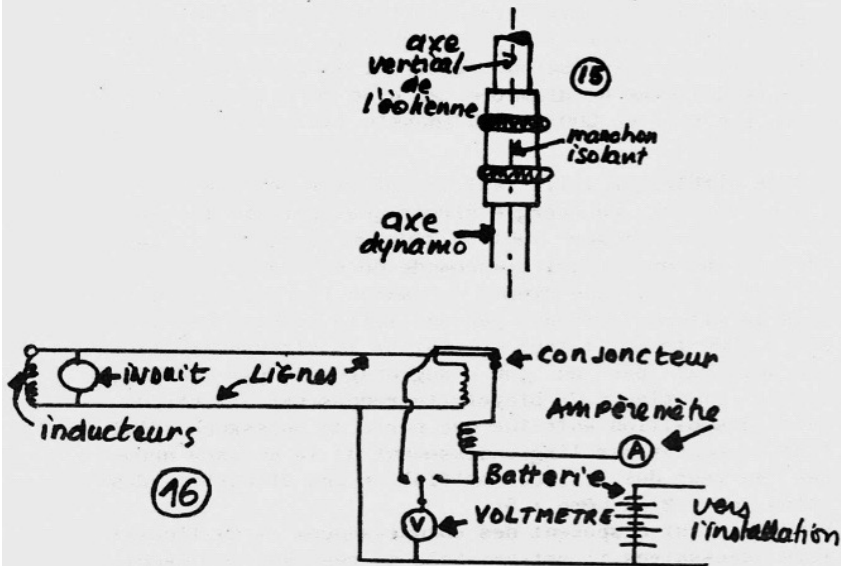
- Mettre d'abord en place le pied du pylône;
- fixer le fer de 200 au poteau à l'aide des colliers
- le poteau étant couché à terre, mettre en place l'axe de 10 mm qui relie le I de 240 et le fer de 200;
- soulever l'autre extrémité du poteau jusqu'à 1 m du sol et la caler;
- fixer à cette extrémité le système électrique (voir plus loin);
- mettre en place les 3 haubans en les accrochant côté éolienne sur les colliers, accrocher le 4ème côté éolienne seulement : ne pas oublier de tendre deux haubans opposés avant de relever le poteau, le 3ème hauban ne se tendra que lorsque le pylône atteindra la position verticale, le 4ème nécessitera une force de 3 tonnes environ, pour être tiré, à l'aide d'un palan accroché à un point fixe (souche d'arbre par exemple, ou câble attaché à un camion). Mettre 1 ou 2 boulons de sécurité de 16 mm de diamètre, au pied du pylône, pour réunir les fers de 200 et 240 (dessin 14).

PARTIE ELECTRIQUE : il faut transformer la rotation de l'axe vertical en énergie électrique. Cet axe tourne à vide et par léger vent à 350-400 tours/mn; il faut trouver une dynamo qui s'accomode de ce régime.

On peut utiliser une dynamo de camion fournissant 24 V. Mais la vitesse demandée par une telle machine étant de 800 à 1000 tr/mn il faut multiplier la vitesse de l'arbre vertical par un jeu d'engrenages ou par couronne dentée et pignon de bicyclette réunis par une chaîne. Cette disposition entraîne une perte de puissance qu'il faut compenser par l'agrandissement de la surface opposée au vent des hélices (multiplier les dimensions des pales par 1,2 ou même 1,5).

Pour ceux qui disposent des connaissances et de l'outillage nécessaires, il est possible de réaliser une machine donnant 30 volts à 240 tours/mn. On a vu que l'axe vertical tournait par vent faible entre 350 et 400 t/mn mais il faut tenir compte d'une réduction de vitesse lorsque l'installation sera en charge. Si on prend comme coefficient de réduction 0,8 on aura $350 \times 0,8 = 280$ t/mn. On peut fixer la vitesse de conjonction de la dynamo à 240 tr/mn soit 4 t/seconde. Il faut fixer cette dynamo sur le pylône. On peut employer un flector, un cardan ou un morceau de durite emmanché sur les deux axes et maintenu en place avec deux colliers (des 15):

On peut pour des raisons d'accessibilité la fixer en bas du poteau, mais il faudrait installer des paliers intermédiaires sur l'axe vertical. On terminera l'installation en enfermant la dynamo dans un coffret, tanche, et on raccordera à une ligne électrique à 2 fils (16/10). Le montage se complètera par un relais provenant d'un vieux conjoncteur-disjoncteur d'auto. Utiliser l'élément conjoncteur, ce dernier ayant été au besoin rebobiné pour 30 V (2000 à 2500 tours de fil isolé émail 8 à 10/100). Le gros fil sera conservé sans modification. On peut parfaire l'ensemble en montant un ampère-mètre 0/10 ampères sur le circuit de charge et un voltmètre 0/50 volts pouvant être connecté côté dynamo ou côté batterie. Dessin 16.



Après essai, on a constaté, par vent faible, que la dynamo (30 V à 240 t/mn) débite 2 à 3 ampères, et par vent fort, 8 à 10 ampères, ce qui suffit pour maintenir en charge deux batteries de 12 volts, montées en série (choix de la force électromotrice: 24 volts, deux batteries de 12 volts : pour effectuer la charge de telles batteries, il nous faudra $24 \times 1,25 = 30$ volts.).