

AT MICROFICHE
REFERENCE
LIBRARY

A project of Volunteers in Asia

Sahores Windmill Pump

by: Jean Sahores

Published by:

World Council of Churches
Commission on the Churches'
Participation in Development
150, Route de Ferney
CH-1211 Geneva 20, Switzerland

Available only in French. Paper copies are free
to developing countries; \$6.00 everywhere else.

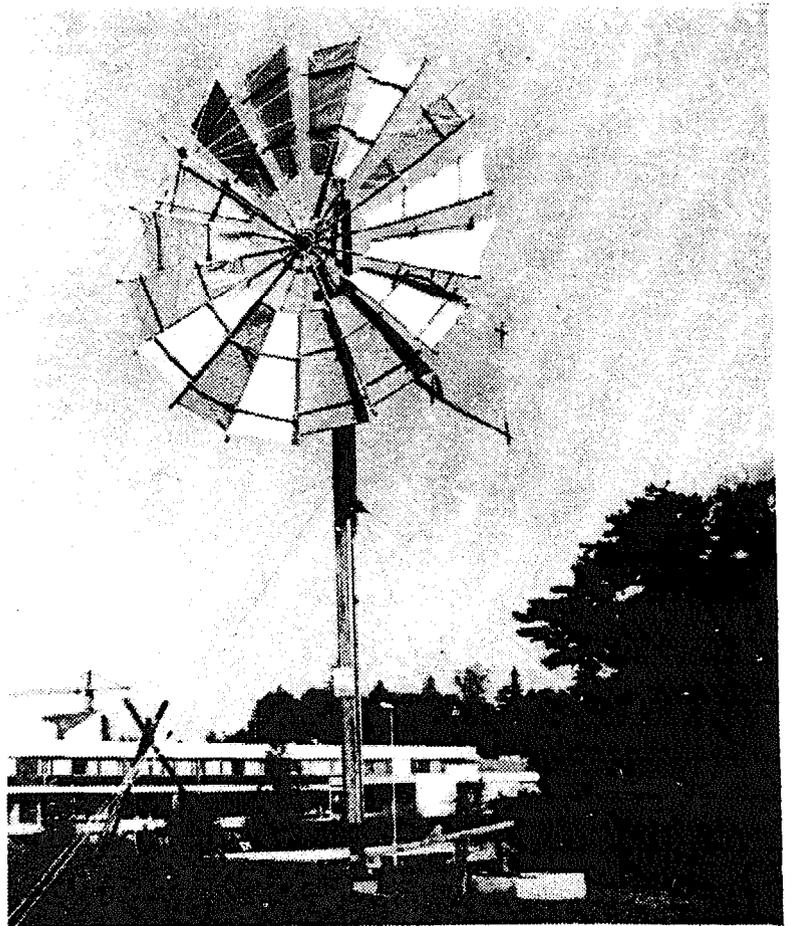
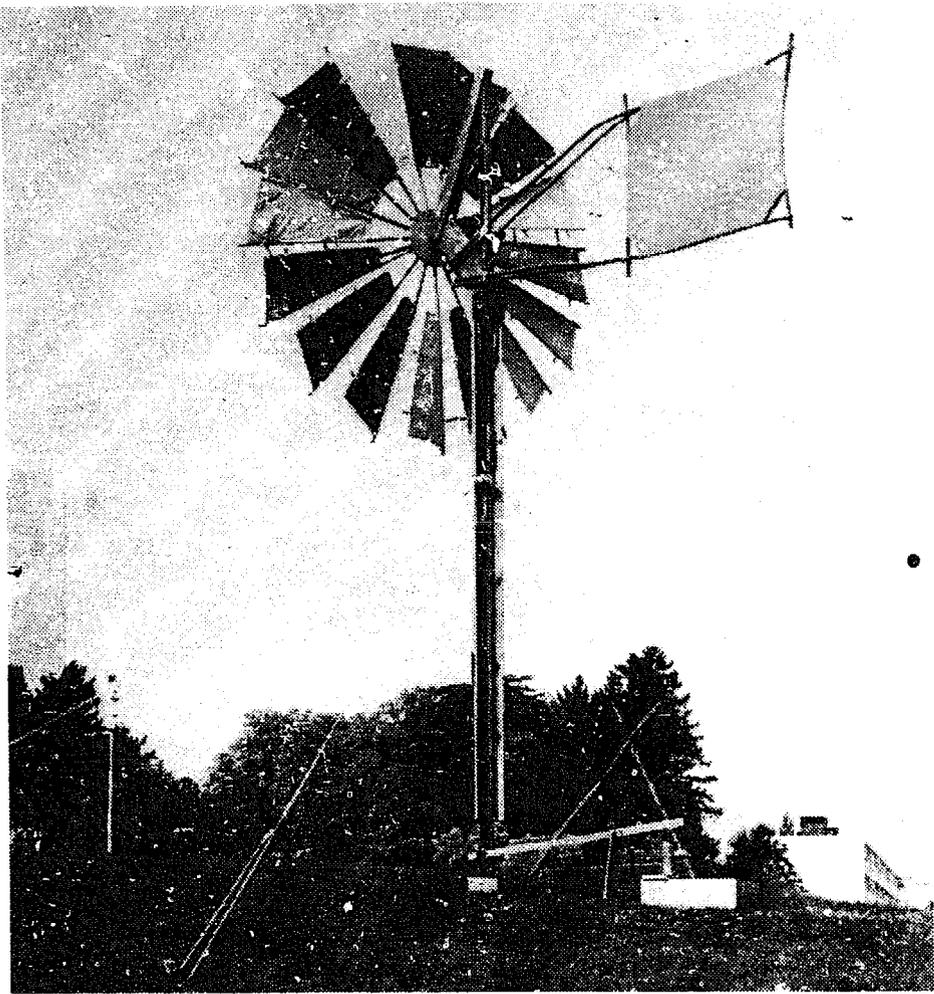
Available from:

World Council of Churches
Commission on the Churches'
Participation in Developmen.
150, Route de Ferney
CH-1211 Geneva 20, Switzerland

Reproduced by permission of the World Council of
Churches.

Reproduction of this microfiche document in any
form is subject to the same restrictions as those
of the original document.

SOHARES WINDMILL in the garden
of the World Council of Churches



TECHNICAL STUDY OF A WINDMILL PUMP*

- I Basic operational principle of the windmill pump
- II Description of the functions of the component parts
- III Description of materials used
- IV Performance
- V Manufacture - cost - installation - maintenance
- VI Technical originality

I. BASIC OPERATIONAL PRINCIPLE

The windmill pump is a simple apparatus for drawing water from a well. It is, in fact, a highly efficient light windmill.

The axle of a wheel is turned by the action of the wind on its canvas blades.

The force of the wind determines the speed of the axle's circular motion, which is then converted into a reciprocating downward thrust by a traditional crankshaft mechanism.

The downward thrust is transmitted to a pump submerged in the well by means of a balance-bar with counterpoise which enables the actual force of the wheel to be increased.

II. DESCRIPTION OF THE FUNCTIONS OF THE COMPONENT PARTS

i. The mobile head:

- a - the wheel
- b - the vane
- c - the mechanism for converting motion

ii. The fixed parts

- a - the pylon
- b - the push-rod
- c - the balance-bar
- d - the pump

i. The mobile head :

The mobile head is placed on a pivot fixed to the top of the pylon and guided by the action of the wind on the vane in such a way that the wheel is always facing into the wind.

* Text finalised in June 1975

a - the wheel : 3 metres in diameter altogether, the wheel is made up of 16 canvas blades. This is the part which propels the windmill.

- the blades are attached to the box by wooden spokes;
- the canvas is stretched over 2 transversal booms and a longitudinal stay;
- the blades are joined together by strings:
 - at the tips of the spokes
 - at the points where the booms are fixed onto the spokes;
- the spokes are fixed to the box by strings and wooden struts;
- the blades are linked one to another by a system of elastic between the boom and the spokes : this means that:
 - + when there is not much wind, the elastic pulls back the canvas so that the maximum surface is exposed, thus reducing the starting threshold of the wheel to its lowest possible level;
 - + the stronger the wind, the more the elastic stretches, so that the blade tends to face in a direction parallel with the wind; thus the pitch of the blades is increased, preventing the wheel from racing;
 - + the pitch is greatest when the wind is very strong and each blade is feathered, hence giving greater security since the wheel has become 'transparent' before the wind;

b - the vane: this is a sheet of canvas stretched out between two horizontal bamboo poles. It forms part of the mobile head and juts out at right angles to the wheel, moving of its own accord when the wind blows and ensuring that the wheels faces permanently into the wind. Thus there is no traditional feathering as in all other windmill pumps, that is, a mechanism enabling the plane of the wheel to fold back on that of the keel, an effect which can cause breakdowns.

c - the mechanism for converting motion : the axle of the wheel transmits the circular motion of the box to a traditional crankshaft mechanism.

The axle rests on bearings of an original design (see paragraph III). The crankshaft pulls on a metal push-rod with a rectilinear reciprocating movement by means of an elastic coupling. The pivot of the mobile head is made up of a piece of tubing which is attached to the pylon. The push-rod passes through this tube which acts as a guide.

The wheel and the keel are both fixed to a light wooden frame which is triangular in shape and as part of its lower section has a tube threading onto the pivot fixed to the pylon.

ii. The fixed parts :

These are the parts which do not change direction with the wind.

a - the pylon : this is a light pole made of wood

(simple or squared post) which supports the mobile head. It is fixed to the ground by four stays.

b - the push-rod : this ensures that the reciprocating motion is transmitted in rigid form; at this level, the linkage enables the push-rod to rotate freely, turning when the mobile head changes direction, whereas the counterpoise remains fixed.

c - the balance bar with counterpoise: in order to make access to the well + the traditional methods of using it (dalou shadoof, pulley and cords) completely safe, the pylon must be set up beside the well and not above it as in the case of traditional windmill pumps. The motion of the push-rod vertically to and fro must therefore be transferred from the foot of the pylon immediately onto the well.

This is the role of the balance-bar, which is made from a simple bar of wood oscillating in a fork driven into the soil, with one end of the bar linked to the push-rod and the other to the cable or rod of the pump. Apart from the rubbing of the axle on the bearings, the resisting force is primarily due to the lift of the pump. A carefully selected counterpoise is attached to the balance-bar, enabling the starting threshold of the machine to be halved and thus making it possible to derive benefit from winds of markedly lower strength, in a ratio of 1.4 m. per second.

The starting threshold best suited to prevailing wind conditions can be obtained by moving the balance-bar.

d - the pump : the pump is a pressure piston pump, submerged and compact (ϕ 8 cm, L 30 cm), with a cubic capacity of about $\frac{1}{2}$ litre. Although the pump is not guaranteed effective by the maker below 17 metres, several are functioning normally at far greater depths of up to 40 metres.

III. DESCRIPTION OF MATERIALS USED

These were the materials used in constructing the first windmill:

- keel : blades made of nylon or cotton,
bamboo spokes, booms and struts,
box made of marine plywood,
nylon strings
elastic to link the blades
- conversion of motion :
axle, crankshaft and bearing supports made of iron
and steel,
the axle bearings are made from a composite material
made up of heat conducting wire and self-lubricating
teflon, and are immune to damage from outside, by sand
for example.
- transmission of motion : push-rod made of wood and iron
- balance-bar : wood
- pump : cast iron, brass, steel and leather.

IV. PERFORMANCE

The performance of this windmill pump is dependent on :

- the wind speed,
- the depth of the well.
- + The maximum speed at which the wheel can rotate is about 1 r.p.s. giving a discharge of 1.5 cu.m/h for one complete stroke of the piston.
- + A windmill pump starts to function when the windspeed reaches 7 km.p.h. At this speed, the discharge is much smaller, around 120 l/h from a level of water approx. 6 metres deep.
- + Where the depth is greater, the starting couple-force is of greater importance, since the counterpoise reduces the amount of force required.
- + In order for the pump to be able to function, the water level must not be lower than 40 metres.
- + The elasticity of the links between the blades enables the feathering to be regulated according to any given wind speed.

V. MANUFACTURE - COSTS - INSTALLATION - MAINTENANCE

1. Manufacture :

- canvas parts : the sails can be easily made up from a model, and it is not absolutely necessary to use a sewing machine.
- spokes and booms, and supports for the keel are made from bamboo and are easily constructed by hand.
- the box and the struts for the spokes are made of wood. The tools required are a hand saw, a drill or brace and 3 gimlets.
- the parts which convert and transmit the circular motion require the use of a lathe and welding set. The materials are tubes, rods and hoop-iron. This is probably the most tricky of the parts on this model to construct.
- The frame is made of board 1.5 cm thick, and holds the various parts of the mobile head together.
- The counterpoise is a wooden bar, weighted by a heavy object (for example a stone).
- The pump is the only part which is bought ready-made.

2. Cost of manufacture : the cost of purchasing materials in France is in the order of 400 FF (June 1975), the greater part of which is accounted for by the pump.

3. Installation and Maintenance :

A light mast is all that is needed to install the windmill.

In order to ensure the maximum possible wind action, it should be set up in exposed places so that the wheel axle is 4 to 5 metres higher than the surrounding obstacles.

The windmill pump requires no maintenance since the axle bearings are self-lubricating.

There are, however, parts which may deteriorate with age, whether they are made from canvas, wood or elastic. The apparatus should perhaps be dismantled as a precautionary measure during the rainy season or tornadoes.

VI. TECHNICAL ORIGINALITY OF THE PRODUCT

This version of the windmill pump is particularly original for reasons which involve both the overall concept and the choice of materials.

a. overall concept :

- the balance-bar mechanism means that with this type of windmill access to the well is protected.
- the wheel on the windmill is light, weighing around 7 kgs; it can therefore be set off at low wind speeds.
- the head of the windmill, in other words the wheel and vane weighs only 20 kgs and hence can be placed on a simple pole and not on a costly pylon.
- the wheel of the windmill is made up of moveable non-metallic blades with self-adjusting pitch. Their leading angle varies according to the force of the wind, ensuring that they are protected by the individual feathering of the blades which exposed to strong gusts, and thus avoiding the usual system of feathering the whole wheel which makes it fragile and a frequent source of breakdowns.
- the weight of the counterpoise means that the windmill pump can be operated by very slight winds (half as powerful) compared to traditional windmills.
- the shifts in the axis of the balance-bar make it possible to modify the stroke of the piston, in other words the resisting force. The discharge from the pump can therefore be adjusted and regulated according to the local wind conditions.
- in all other types of windmill, on account of the fixed pitch of the blades, it is necessary to provide reducing gears (ratio in the order of 3 to 4) so that the rhythm of the pump is never too fast, even in high winds. Here, on the contrary, there is no need for a set of reducing gears, thanks to the moveable pitch. The speed of the wheel is never too great for the rhythm of the pump in top gear.

b. choice of materials :

- the windmill pump is designed to use the maximum of simple, sturdy products : bamboo, string, canvas, wood, rubber bands,

which can be easily made and repaired on the spot.

- the imported materials are reliable, without however being excessively expensive. These are :
 - composite teflon-based material for the bearings.
 - the pump and the pipes in most cases.
- any transport costs arising will be very low in view of the reduced weight and bulk of the component parts of the windmill pump.

ORIGINALITY IN COMPARISON WITH OTHER WINDMILL PUMPS

What are the present advantages of this windmill pump, in comparison with others to be found on the market?

1. Simple and light-weight

In the technical study, we have shown that this model is both original in design and superior as regards performance. Since it is made from basic materials like wood, canvas and leather, the component parts of the windmill are simple and can be repaired or manufactured locally without exceeding the technical competence of indigenous artisans.

This feature distinguishes it from industrially produced metal windmill pumps with complicated mechanisms. Moreover, the latter involve setting up a heavy pylon which is costly to transport and needs to be cemented to the ground. A simple stake with four stays is all that this windmill requires.

2. Reasonably priced

This follows on naturally from the foregoing characteristics. Only the pump and the central mechanism of the apparatus are relatively costly since machine-tools have to be used in their manufacture. But the overall cost of this windmill pump is modest in relation to the services which it can be expected to render and the high cost of other models (in excess of 2000 FF, price ex works, excludes transport - costly because of the weight, particularly in remote regions - and installation which requires a specialist).

3. Technically reliable

The windmill pump has already passed the theoretical stage and has been tested over a period of 30 months on the property of the maker, which successive improvements have been carried out. Two prototypes have been on trial in OUGADOUGOU (Upper Volta) and AGADES (Niger) since the end of 1973. A pilot series of 20 machines has been manufactured in 1974 and 1975; these have been sent to Chad, Cape VERDE Islands, Niger, Haiti, Laos, South Yemen, Mali and Senegal.

It can therefore be seen that this model has certain advantages as regards compliance with its intended purpose of pumping water in regions of the world where it is sadly lacking and where

the technical and financial resources of the local population are very limited.

However, the extent to which it can really provide an effective solution to this problem cannot be judged until the long-term trials currently in progress using the pilot series of 20 machines have been completed.

Jean Sahores
64160 Buros
France

*

Detailed construction plans and plans describing the setting-up of the different parts of the windmill are available upon request. The plans are compiled in an eighty-page booklet; this booklet costs 16 SFr.

TECHNICAL DETAILS

WHEEL :

Diameter	= 3 metres
No. of propellers	= 16
Sail surface	= 6 m ²
Height of axis from the ground	= 4 metres minimum
Maximum rotation speed	= 1 t/s
Minimum wind speed for starting a machine with a water table at 6 metres	= a wind of 2m/s is 10t/m ⁿ for a 6 metres water table
Weight of the wheel	= 7 kgs.

TURNING HEAD:

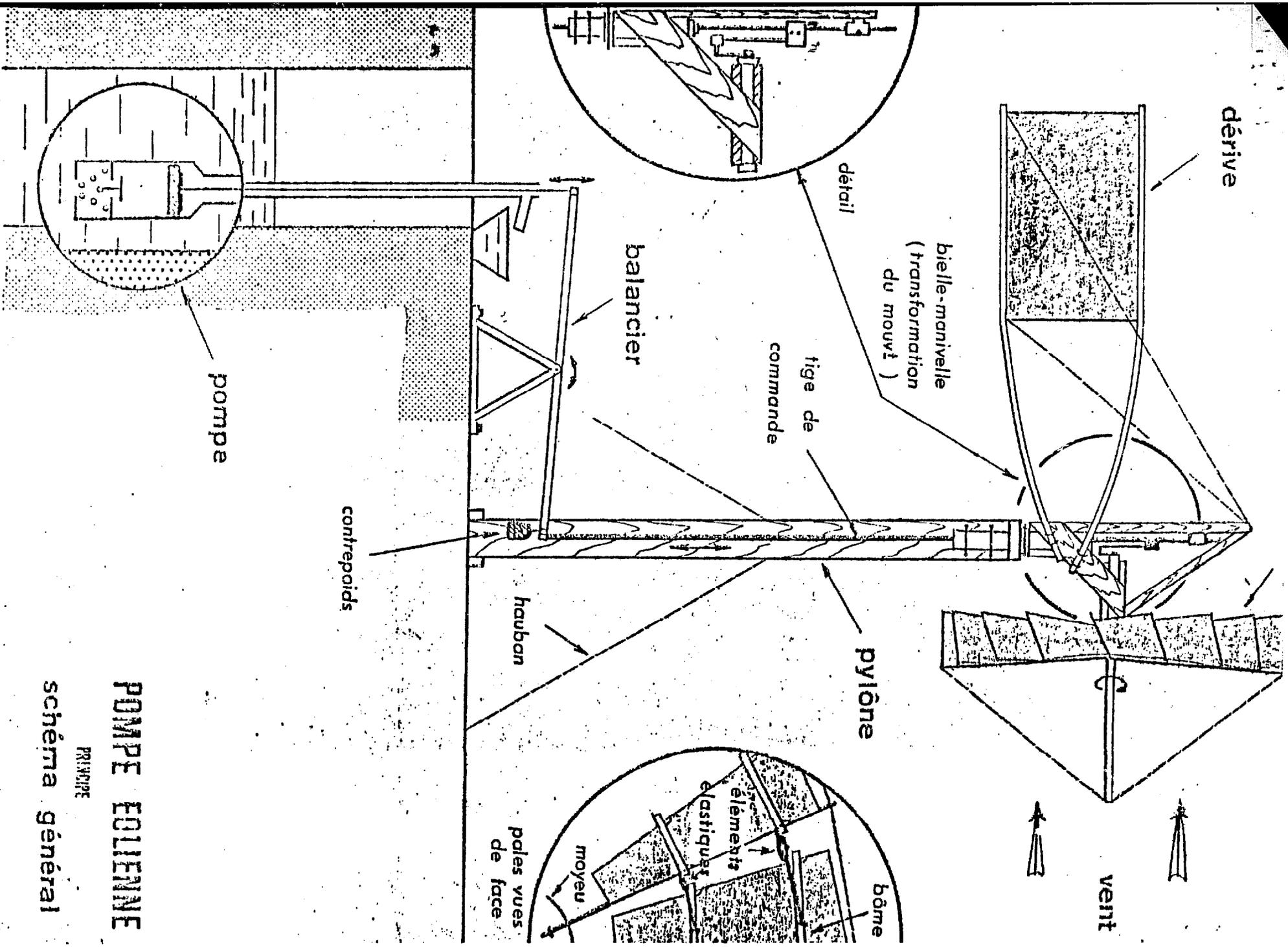
Weight of the turning head	= 20 kgs
Drift surface	= 3 m ²

PUMP:

Diameter	= 8 cm
Length	= 30 cm
Cylinder content	= 0,4 litres
Maximum outflow	= 1,5 m ³ /h
Wind speed at 2m/s with a water table at 6 metres	= water outflow of 120 litres /h
Maximum depth of water table	= 40 metres

PRICE:

Cost price of materials	= 350 ff (80 U.S. \$ approx)
The number of working hours in order to make and install a windmill	= roughly 120 hours.



POMPE EOLIENNE
 PRINCIPES
 schéma général

Translation of Diagram

Dérive	=	Drift
Roue	=	Wheel
Vent	=	Wind
Bielle-manivelle	=	Crank Shaft (transformation of movement)
Tige de commande	=	Control rod
Pylône	=	Pylon
Balancier	=	Scale
Element Elastique	=	Elastic band
Contrepoids	=	Weight
Moyeu	=	Nave
Pales vues de face	=	Propellers from front view
Pompe	=	Pump

FICHE DE FABRICATION : Les Bambois de la roue

A- ROLE : Ils assurent la fixation des pales au moyeu et la rigidité des toiles.

- On distingue :
- les rayons.
 - les grandes bômes.
 - les petites bômes.
 - les raidisseurs.

B- MATERIAUX NECESSAIRES :

- Bambois droits, noirs ou verts (les noirs sont plus résistant), fraîchement coupés pour pouvoir être éventuellement redressés au feu.
- (Voir dimensions aux paragraphes D1, D2, D3, D4).

C- OUTILLAGE NECESSAIRE :

- 1 mètre
- 1 scie à métaux
- 1 canif
- 1 chignole ou 1 vilebrequin
- 1 foret de 4 mm de \varnothing
- 1 rape à bois
- 1 toile émeri
- 1 planche dimension L : 150 cm ; l : 10 cm ; avec 1 clou.

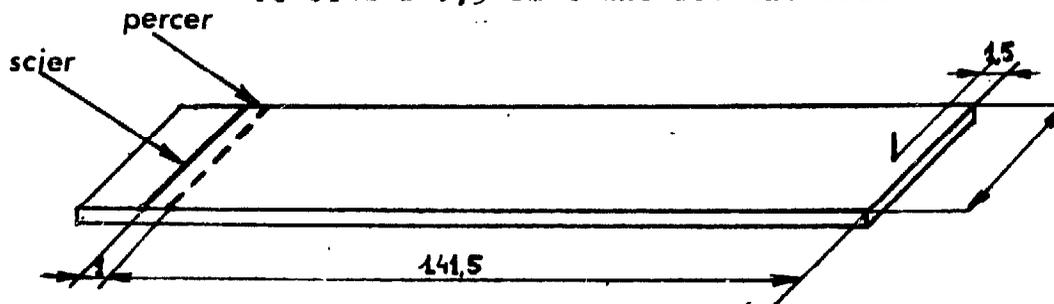
D- CHOIX ET FABRICATION DES BAMBOUS :

1°) Les rayons : ils sont au nombre de 16 par roue. Les tiges bambois qui conviennent doivent avoir 1,70 m de longueur. La plus grosse extrémité doit avoir 25mm de diamètre environ (dimension non prise sur un noeud). La plus petite doit être supérieure à 15mm. On commence par percer un trou de \varnothing 4 mm, de part en part sur le noeud de la plus grosse extrémité.

Pour percer les trous rapidement sans avoir à mesurer chaque bambou on fabrique un gabarit avec une planche et un clou.

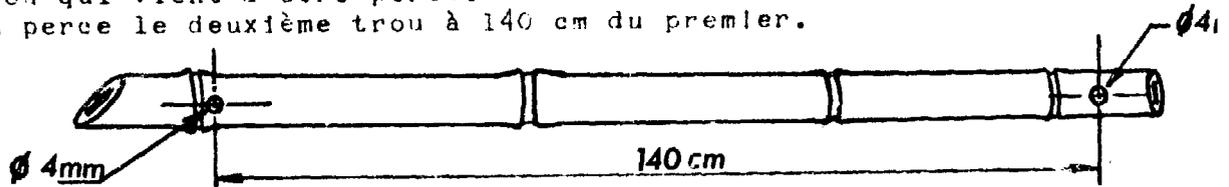
On prend la planche L:150 cm ; l:10 cm et on enfonce le clou à 1,5 cm d'une des extrémités de la planche.

repères pour



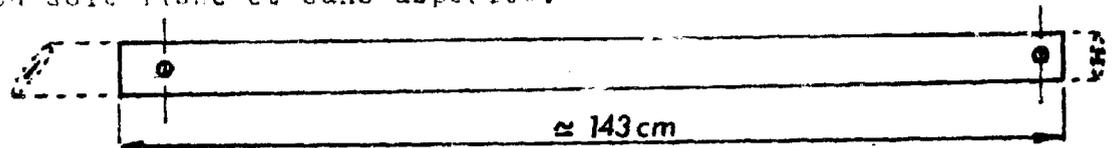
On pose le bambou sur la planche en enfilant le clou à travers le trou qui vient d'être percé.
 On perce le deuxième trou à 140 cm du premier.

Fig 1



On scie les deux extrémités suivant les indications de la Figure 2.
 La grosse extrémité est sciée au ras de la planche gabarit, et l'autre extrémité sur le 2ème repère.
 On termine la fabrication du rayon, en arrasant les noeuds du bambou à la rape à bois sans abîmer les fibres de la tige et en ponçant avec la toile émeri ou le papier de verre afin que le bambou soit lisse et sans aspérité.

Fig 2

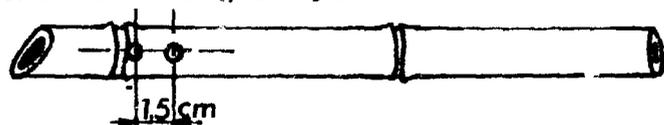


2°) Les petites bûches : elles sont aussi au nombre de 16 et elles servent à tendre la voile et à la rendre rigide.

Voie la fiche de montage : le montage des pales .

Les tiges bambous qui conviennent doivent avoir environ 40 cm de longueur et un diamètre de l'ordre de 15 mm.
 On commence par percer deux trous de ϕ 4 mm distants entre eux de 15 mm suivant indications de la figure 3.

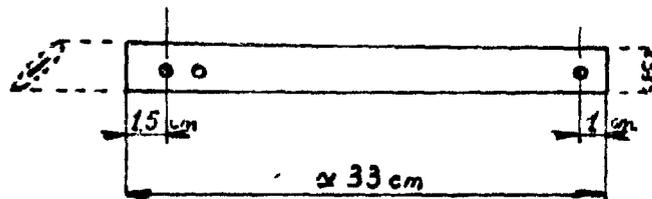
Fig 3



Ces deux trous sont percés sur le noeud de la plus grosse extrémité. On perce ensuite un dernier trou de ϕ 4 mm sur la petite extrémité. Mais avant de percer ce dernier trou il convient d'ajuster le bûche à la voile. Pour cela on se reporte à la fiche de Montage des pales en particulier aux dessins n° 7 à 15 pour comprendre le rôle du bûche.

On perce le trou à 2,5 cm du bord de la toile bien tendue, la distance entre trous faisant 30cm environ.
 Cette opération ne sera faite qu'une fois, le premier bambou servant de gabarit pour les autres.

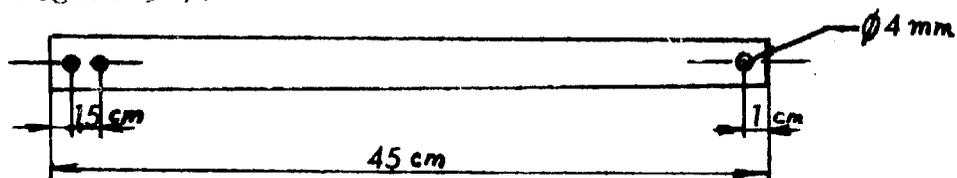
Fig 4



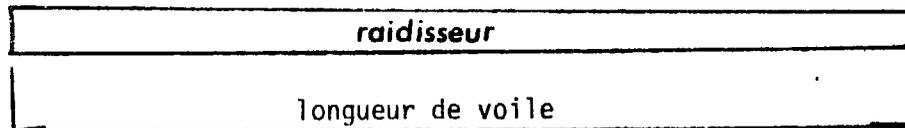
On termine la fabrication du bôme en passant la rape, en ébavurant et en sciant les extrémités comme pour les rayons.
Durant ces opérations on pourra se servir de la planche gabarit vue au paragraphe précédent.

3°) Les grandes bômes : nombre 16. La marche à suivre est la même que pour les petites bômes. Seules les dimensions changent. (Voir figure 5).

Fig 5



4°) Les raidisseurs : nombre 16. D'un diamètre de 15mm ils ne nécessitent qu'un lissage des noeuds à la rape et qu'une mise à la dimension lors du montage sur chaque toile. Voir Fiche de montage : le Montage des raies, dessins n° 1, 2, 3.



FICHE DE FABRICATION : Le Moyeu

=====

A- ROLE : C'est un ensemble en bois sur lequel viennent se fixer les pales de l'éolienne.

Il est composé : - d'un grand disque,
- d'un petit disque
- de cales.

B- MATERIAUX NECESSAIRES :

- 1) Une planche de contreplaqué marine d'environ 20 mm d'épaisseur (entre 18 et 22 mm)
Dimensions de la planche 50 cm x 40 cm.
- 2) 25 clous galvanisés de 40 mm de long et de 3 mm de diamètre.

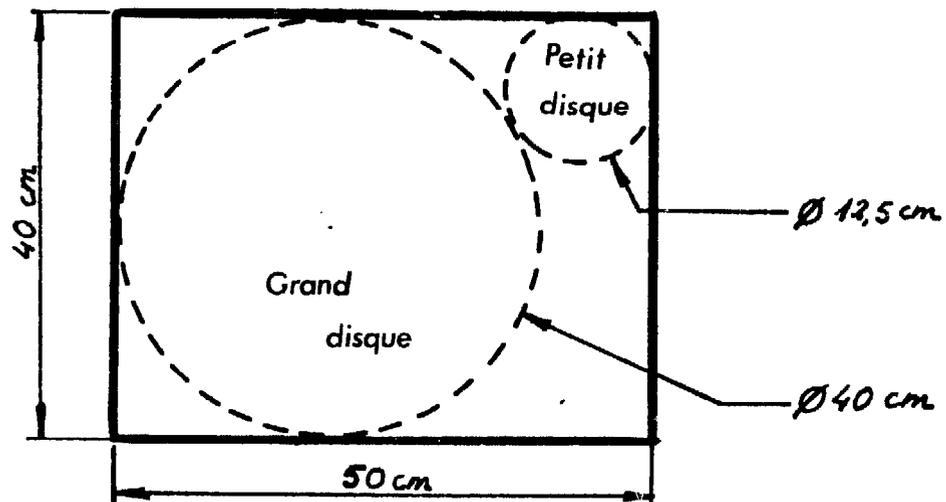
C- OUTILLAGE NECESSAIRE :

- 1) Une règle graduée, un crayon et un rapporteur d'angle.
- 2) Une scie à bois (type égoïne)
- 3) Une chignole ou un villebrequin,
- 4) Un foret de 4 mm de diamètre,
Un foret de 2 mm de diamètre (inférieur au \varnothing des clous)
Une mèche à bois de 13 mm,
- 5) Une lime et une rape à bois,
- 6) Un marteau.

D- DECOUPAGE DE LA PLANCHE :

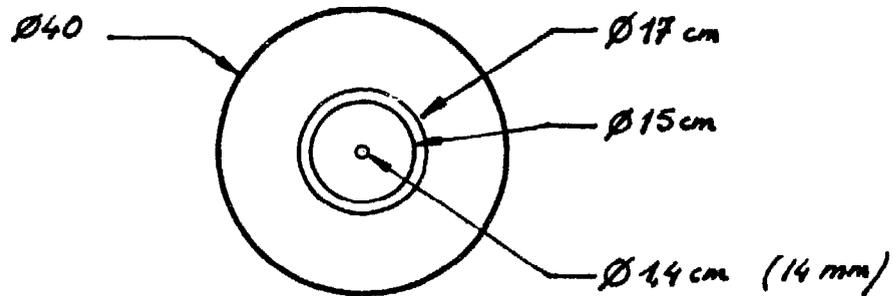
On débite dans la planche en bois les surfaces nécessaires à la fabrication du moyeu, du petit moyeu et des cales ; voir figure 1.

Plan de découpage de la planche



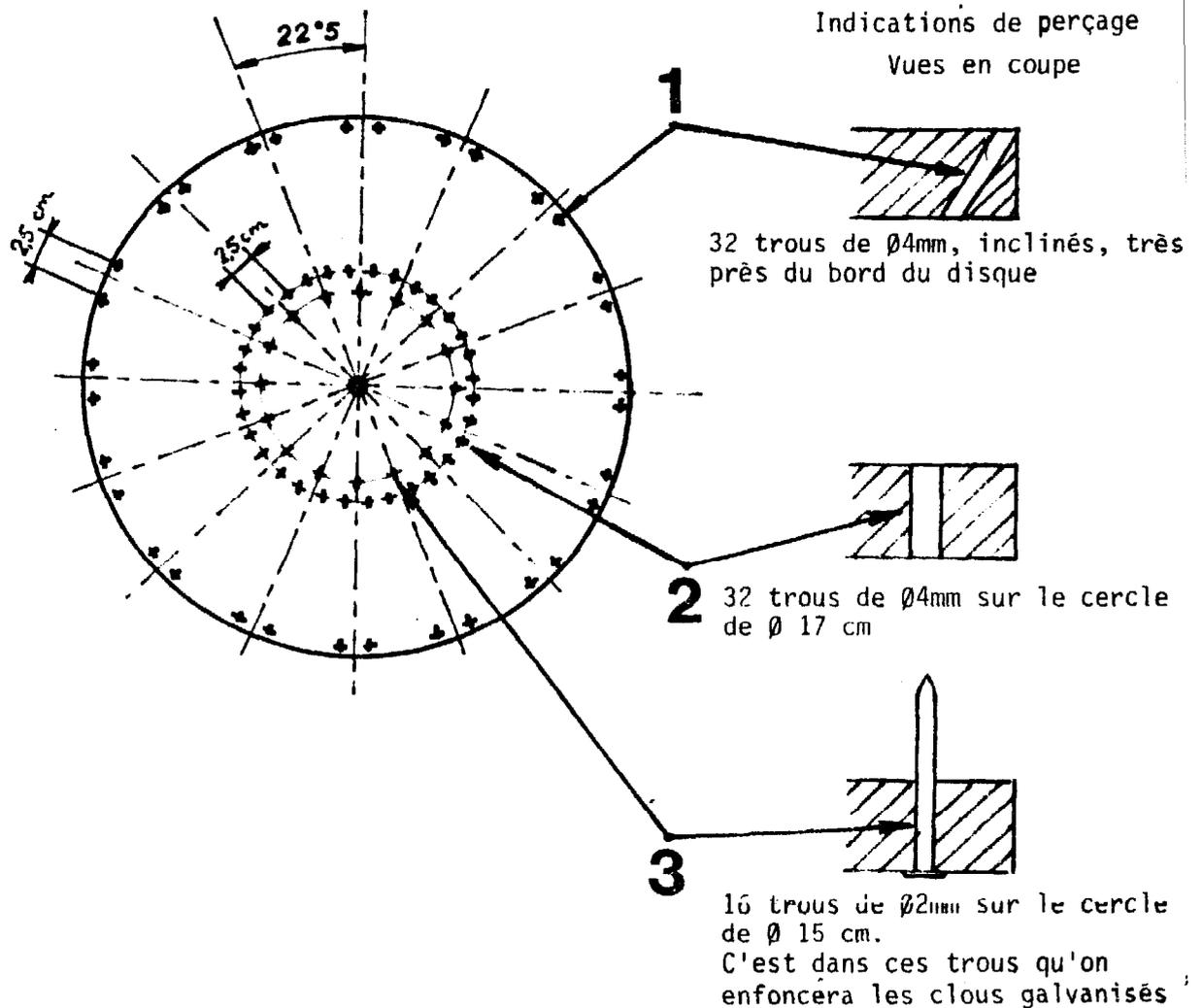
E- FABRICATION DU GRAND DISQUE ; G.D.

a) Traçage des cercles : Sur la planche G.D. (figure 1) on trace 3 cercles concentriques suivant les indications de la figure 2.



b) Traçage des axes, pointage les trous : on trace suivant les indications de la figure 3 les emplacements de passage des clous et des cordes.

Le traçage des axes se fait à l'aide du rapporteur.



c) Perçage : On effectue le perçage des 3 séries de trous surtout les indications en marge de la figure 3.

On termine par le perçage du trou central de \varnothing 14 mm

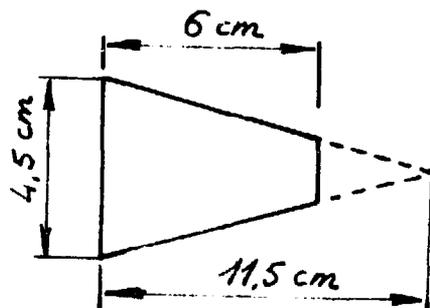
F - FABRICATION DU PETIT DISQUE :

Après avoir découpé le petit disque de \varnothing 12,5 cm, on perce le trou central de \varnothing 14 mm.

G - FABRICATION DES CALES :

Avec les "chutes" du découpage de la planche, on fabrique des cales qui viendront se mettre entre les rayons.

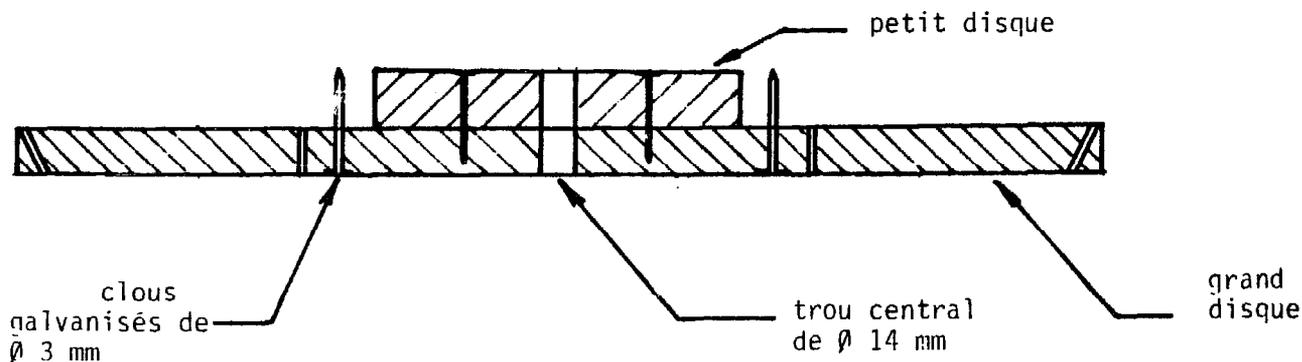
Les dimensions indicatives sont les suivantes :



On termine la fabrication des cales en les épointant.

H - LE MONTAGE DU MOYEU :

On cloue le petit disque sur le grand disque en le centrant par rapport au trou central de \varnothing 14 mm.



On termine le montage du moyeu en enfonçant les clous galvanisés de \varnothing 3 mm dans les trous de \varnothing 2mm prévus à cet effet - voir figure 3 (pointe tournée vers le haut).

A - ROLE :

Le bâti maintient entre elles les différentes parties de la tête mobile .

B - MATERIAUX NECESSAIRES :

- 1- Une planche de 19 ou 22 mm d'épaisseur, longueur 1m49, largeur 22 cm .
- 2- 50 cm de carrelot de 3-3 cm.
- 3- 2m60 de carrelot de 4-4cm (1 morceau de 1m50 et 3 de 35 cm)
- 4- Une planche de 40 cm , 4 cm de large et 1 cm d'épaisseur .
- 5- 2 planches de 1m15, largeur 5 à 10 cm , épaisseur 1 à 2 cm.

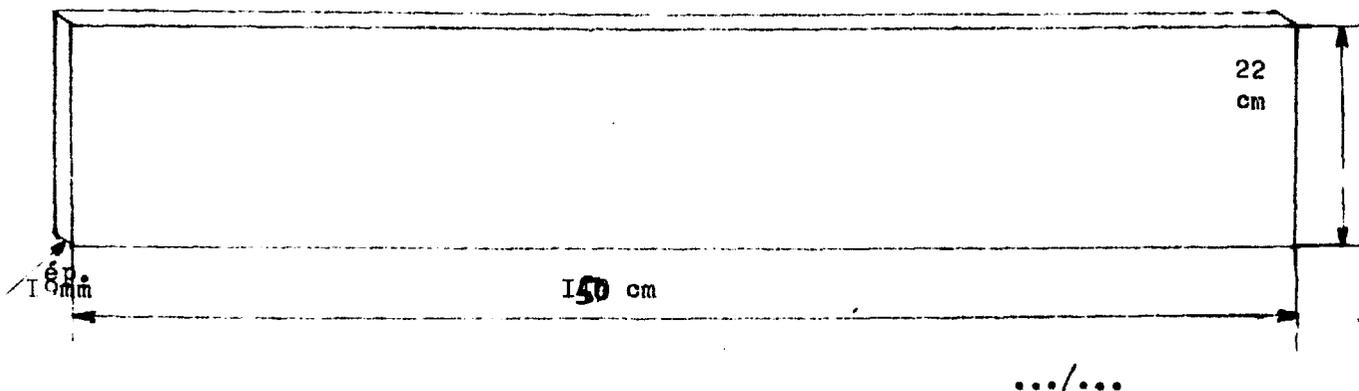
C - OUTILLAGE NECESSAIRE

- 1- Un mètre , un crayon , une équerre , une règle .
- 2- Une scie à bois (type égoïne).
- 3- Une râpe à bois .

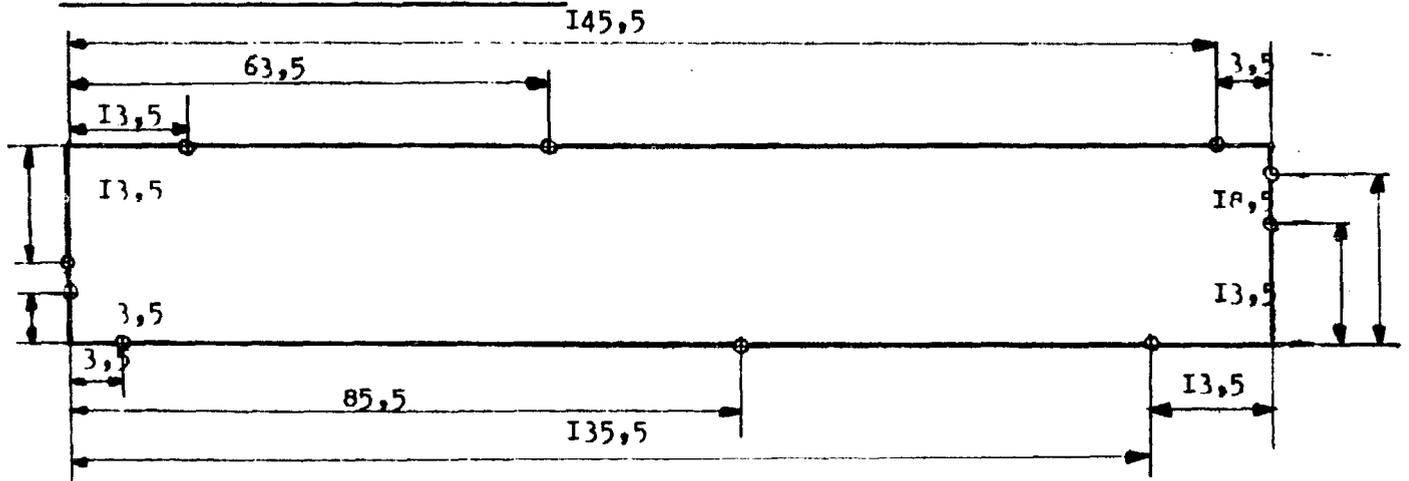
D - CONFECTION DES ELEMENTS DU BATI**1- EQUERRE :**

Avec la planche de 19 mm .

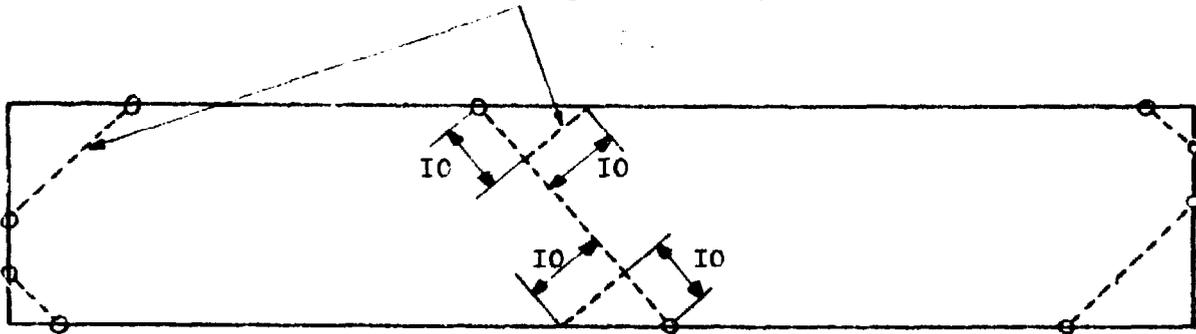
On trace les deux équerres nécessaires suivant les dessins suivants :



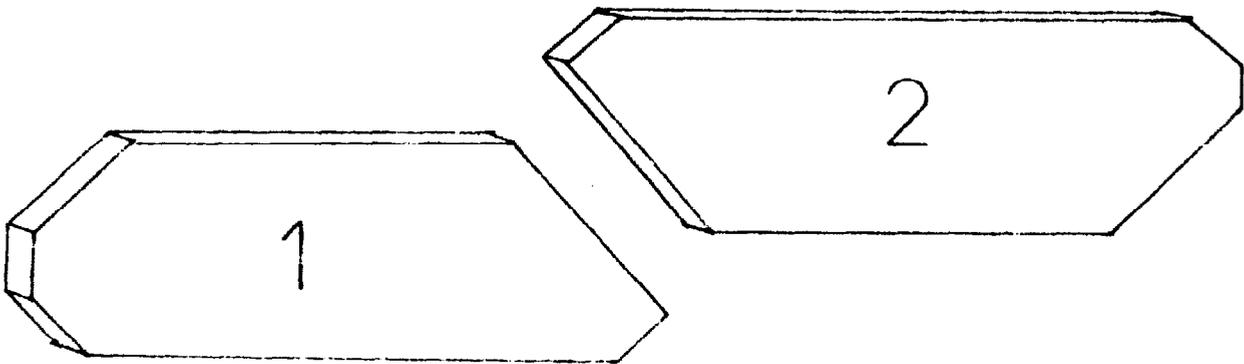
- Traçage des lignes de sciages



lignes de sciages



- Sciage : Obtention des 2 équerres



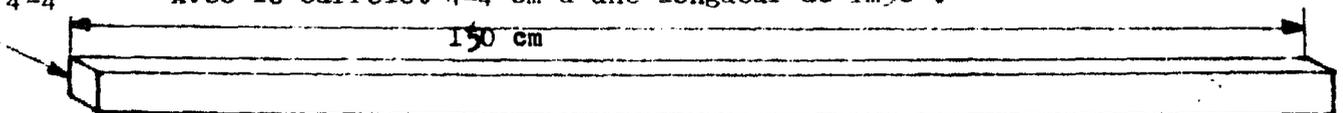
2- CALES DE TYPE:

Avec le carrelet 4-4 cm on coupe 3 cales de 35 cm de longueur .
Sur deux des cales on râpe légèrement une extrémité :



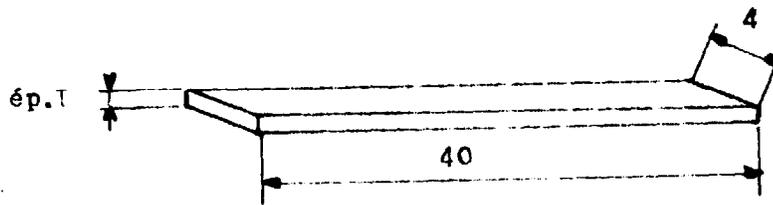
3- MATREAU

Avec le carrelet 4-4 cm d'une longueur de 1m50 .



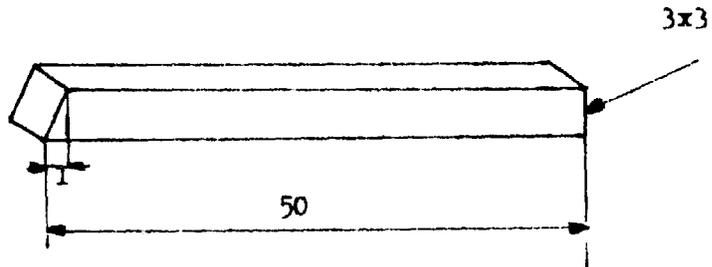
4- CALE DE MATEREAU

C'est une planche de 40 cm de long :



5- BIELLE

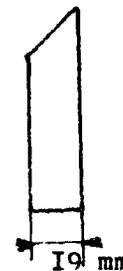
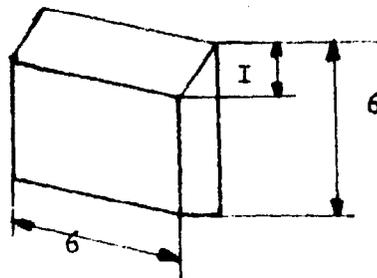
C'est le carrelet de 3-3 cm qui mesure 50 cm de long .
On le biseaute à une extrémité :



6- LIAISON BIELLE TIGE DE COMMANDE :

a) CALE BIELLE :

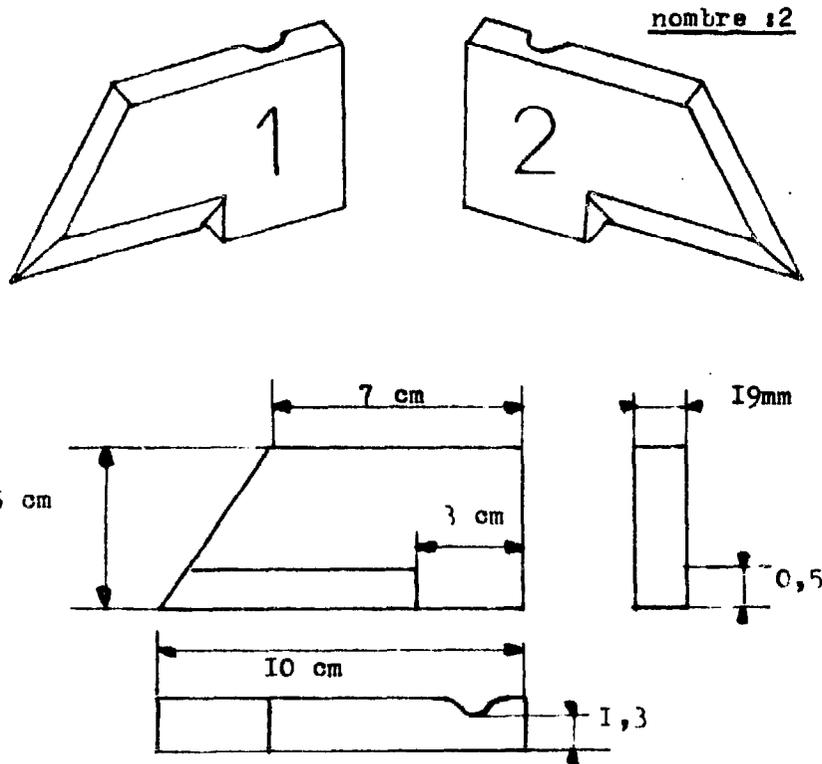
On réalise cette cale avec les chutes de la planche de 19 mm :



.../...

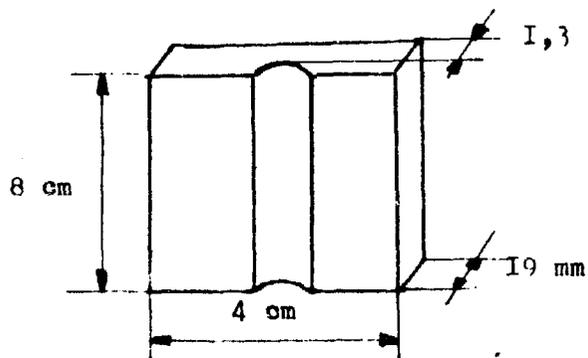
b) CALES TIGE :

Elles sont au nombre de deux , symétriques l'une par rapport à l'autre :



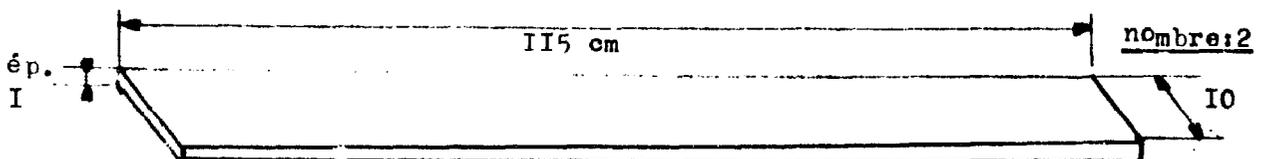
7- CALE DE CENTRAGE :

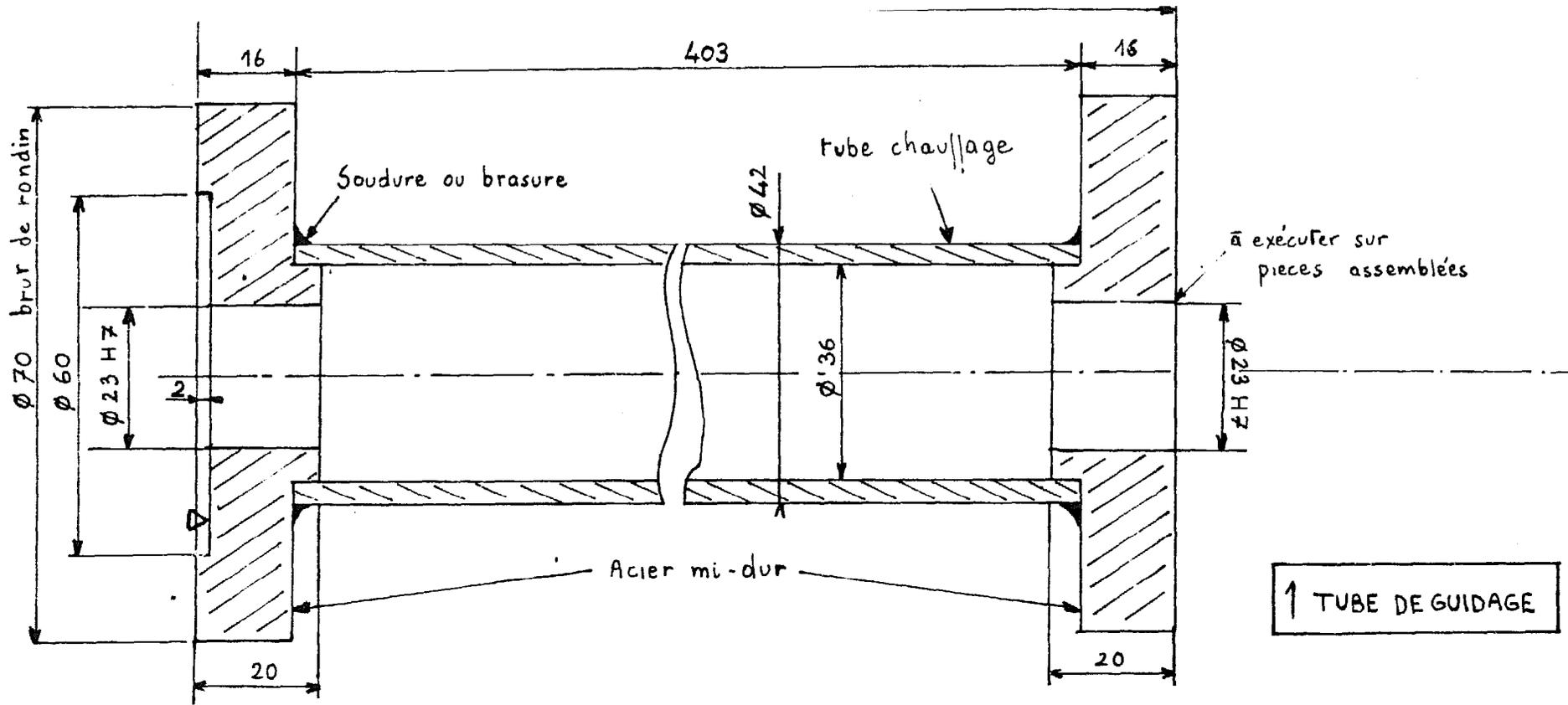
Avec les chutes de la planche de 19 mm; la cale maintient le tube de 8 cm de long qui guide la tige de commande :



8- TRAVERSES :

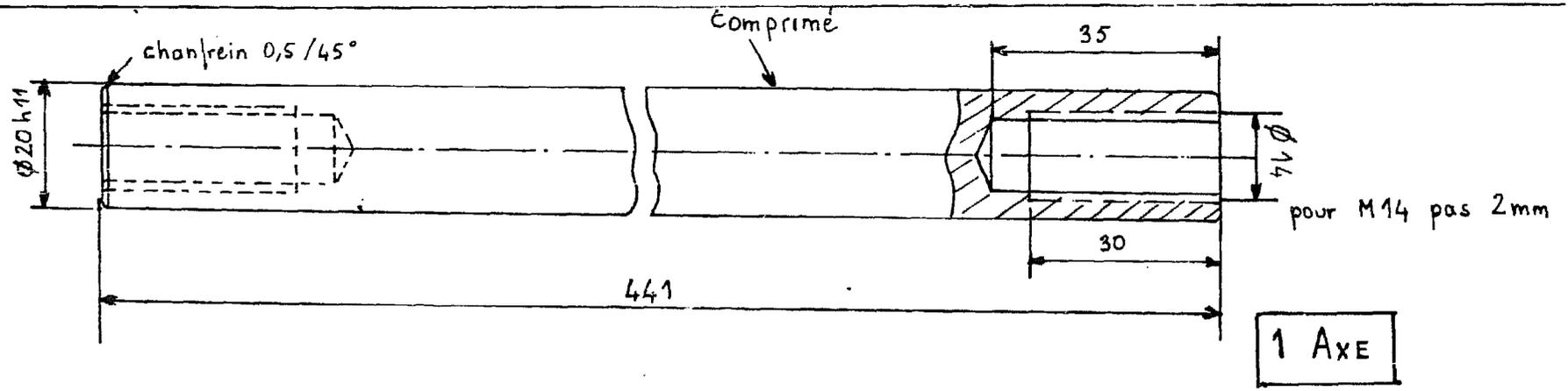
les deux traverses assurent la rigidité du bâti :

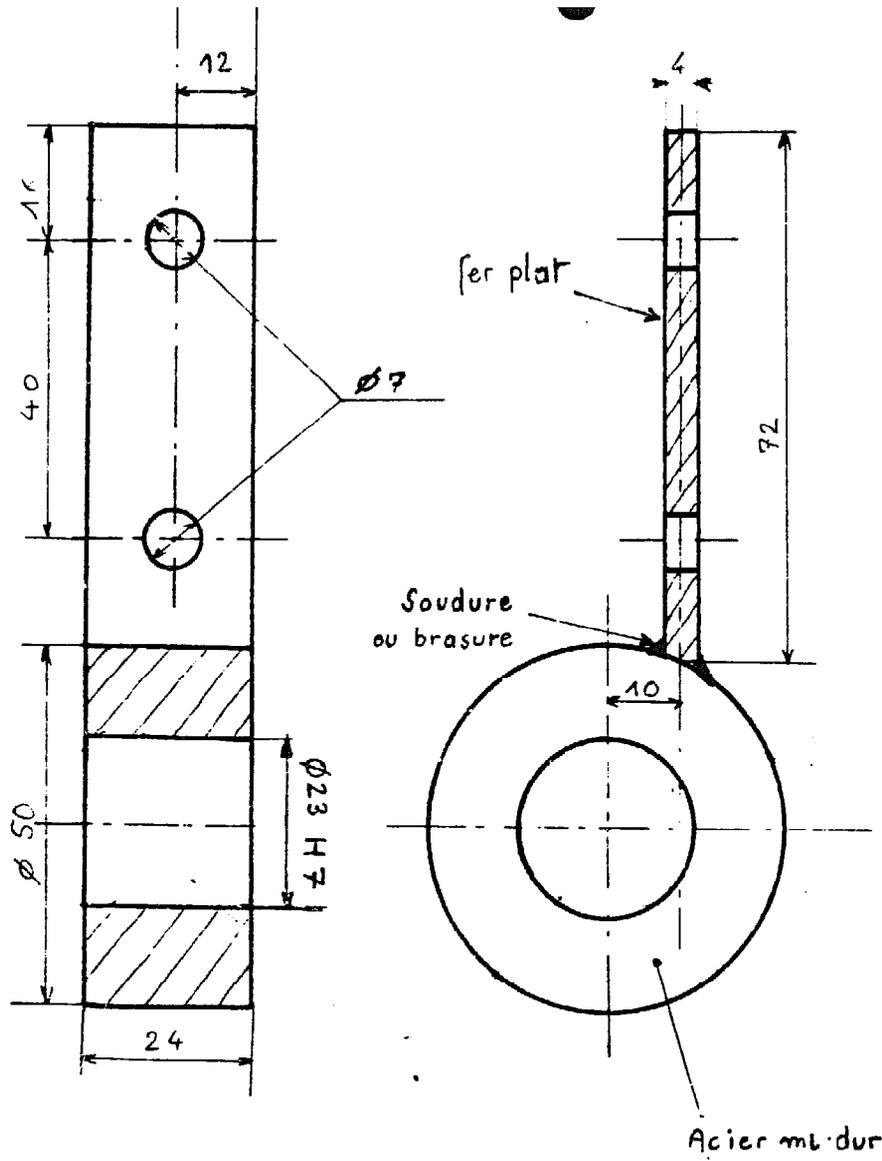




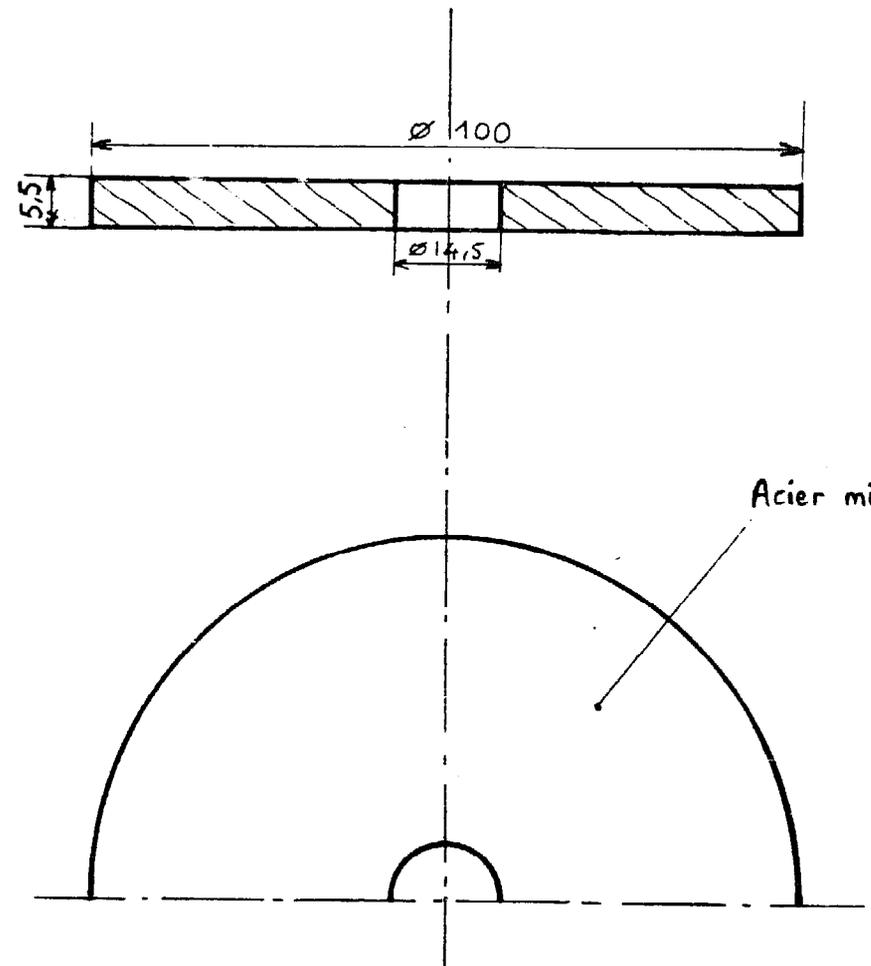
FICHE DE FABRICATION

LA MECANIQUE

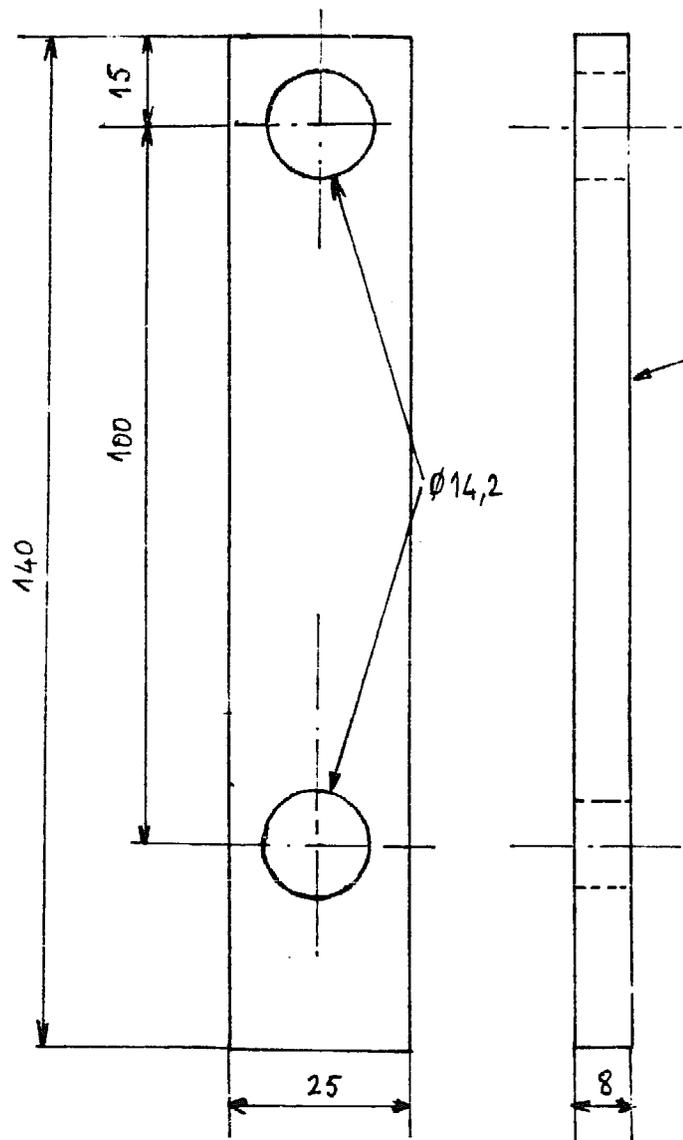




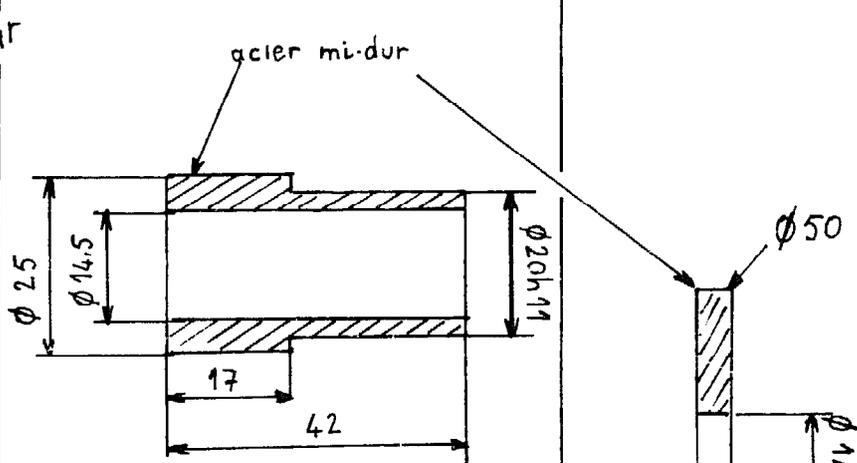
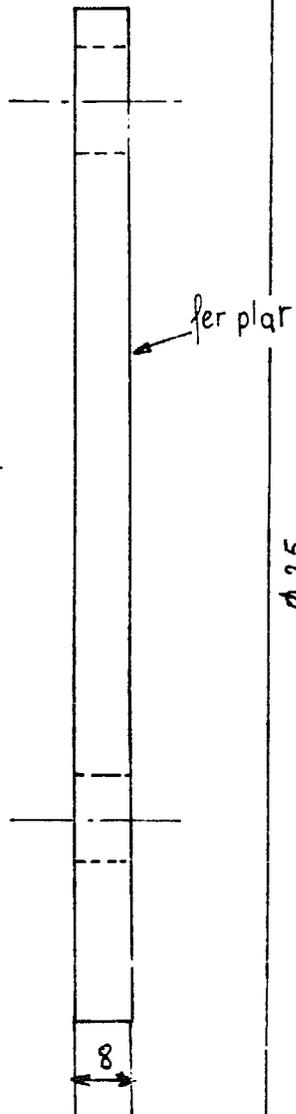
1 BIELLE



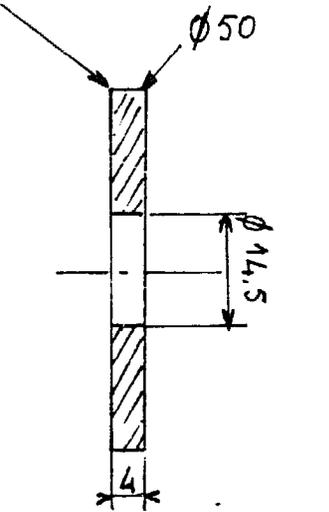
2 RONDELLES



1 MANIVELLE



1 AXE DE BIELLE



1 RONDELLE

FICHE DE FABRICATION : LES CAOUTCHOUCS

A- RÔLE :

- 1) Ils permettent une liaison élastique entre la bielle et la tige de commande .
- 2) Ils sont utilisés comme système de rappel au niveau des pales ou ils servent de contrepoids au niveau du balancier .

B- MATERIAUX NECESSAIRES :

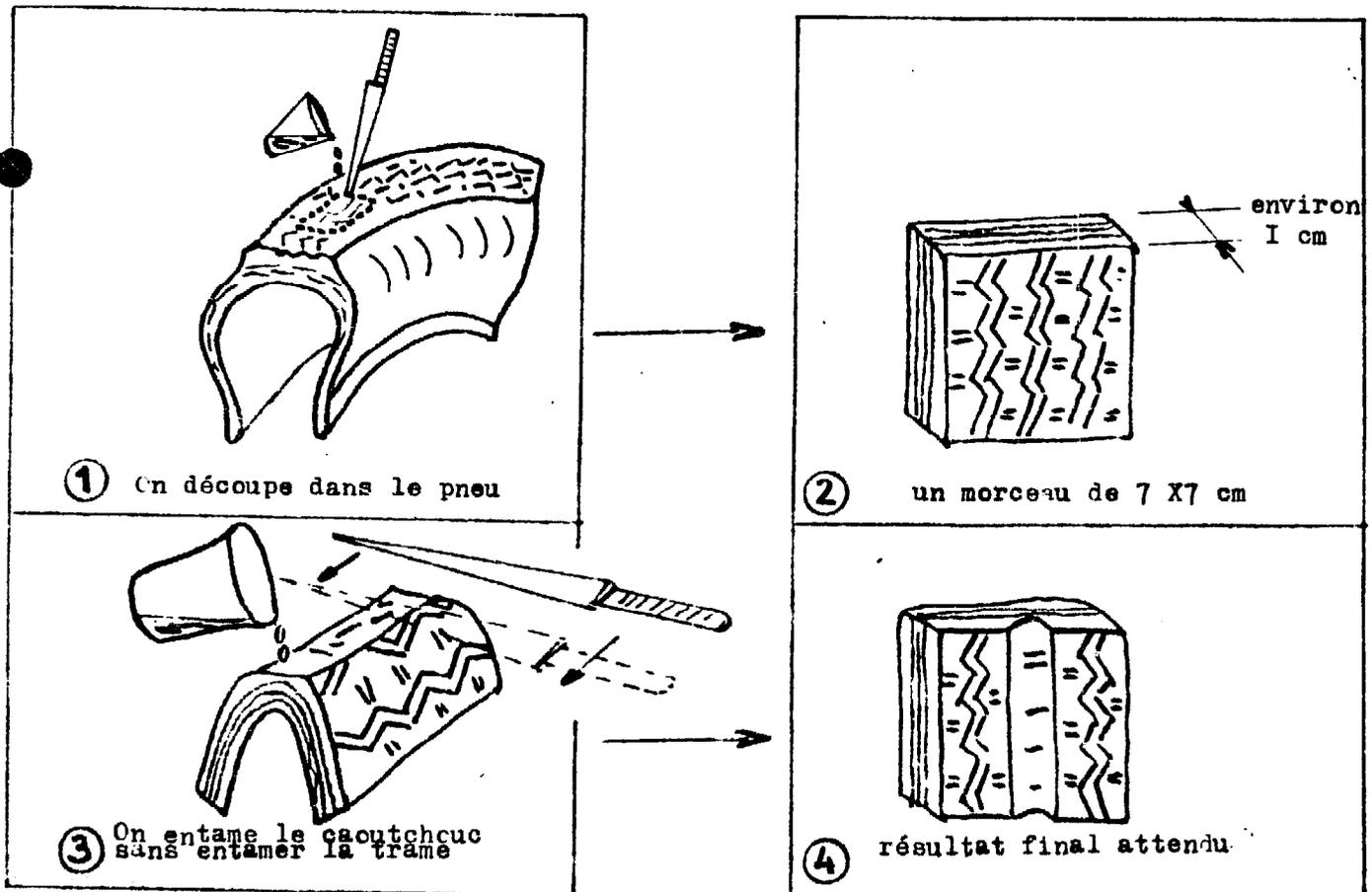
- 1) Un morceau de pneumatique de 7 cm X 7 cm environ découpé dans la bande de roulement d'un véhicule léger (pas trop épais , pas de pneu X) .
- 2) Un manchon de chambre à air de 50 cm de long environ , le diamètre du côté de 10 cm (éviter les rustines) .

C- OUTILLAGE

- 1) Un double décimètre , un crayon
- 2) Un couteau bien aiguisé
- 3) Un peu d'eau , un verre
- 4) Deux planches minimum 15 X 15 cm .

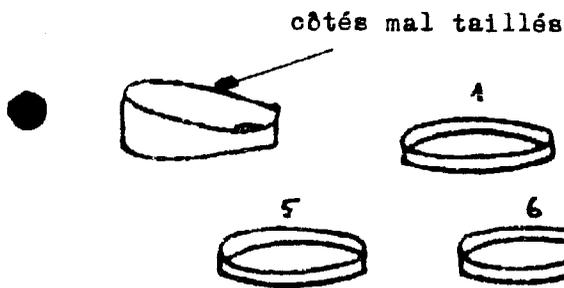
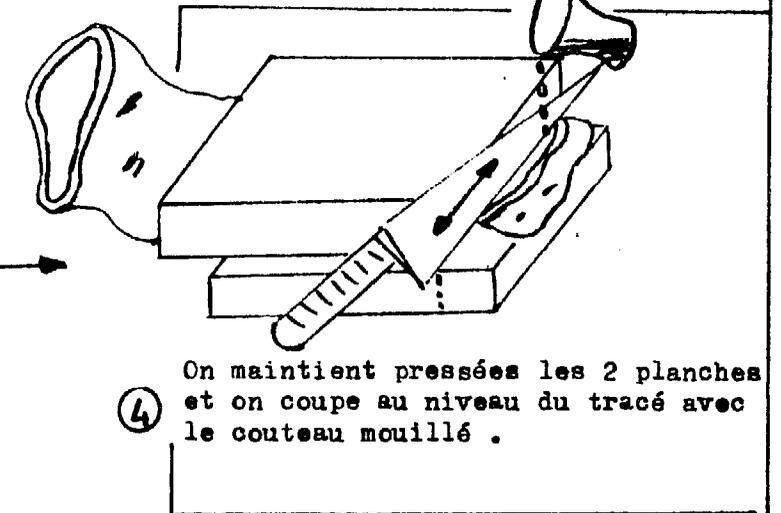
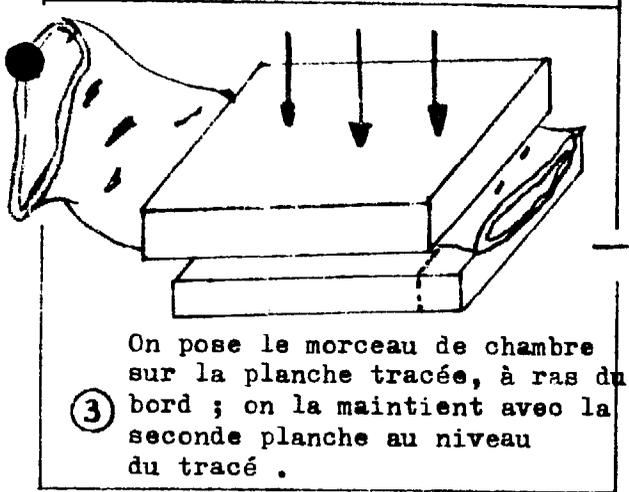
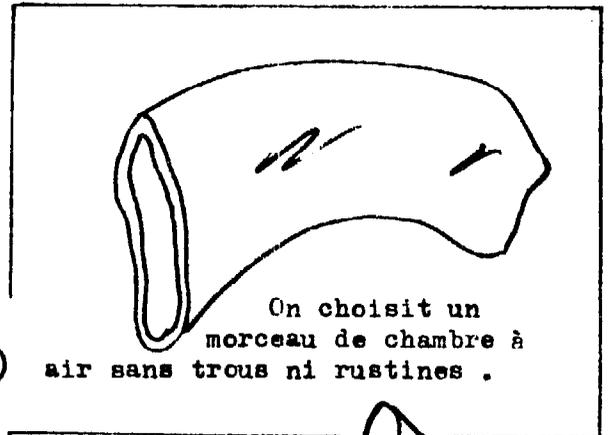
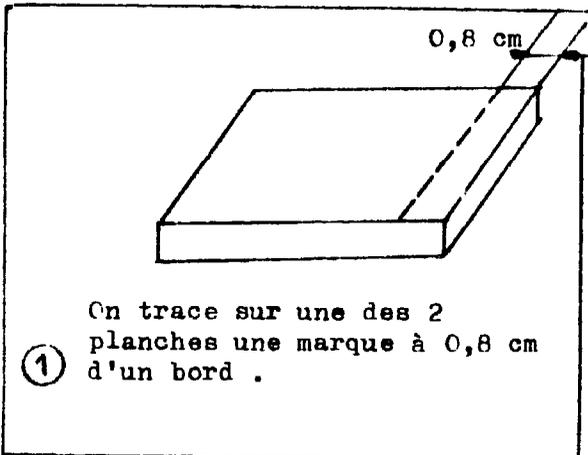
D- FABRICATION DU CAOUTCHOUC LIAISON

Il est découpé à l'aide d'un couteau aiguisé et mouillé dans la bande de roulement suivant les dessins suivants :



Les bracelets sont les anneaux de caoutchoucs découpés dans la chambre à air; les dimensions diffèrent entre ceux des pales et ceux du balancier. Nous fabriquerons ici ceux des pales. Ils sont au nombre de 8, font 10 à 15 cm de long et 0,8 cm de large.

Pour les bracelets du contre poids ils ont des dimensions fonction de la force (poids) exercée sur le balancier (voir fiche montage contre poids).



I à 8 : bracelets de 0,8 cm découpés régulièrement .



FICHE DE FABRICATION : les cordes de la roue

=====
=====

A - ROLE : les cordes assurent le gréement de la roue

B - MATERIAUX NECESSAIRES :

- un rouleau de corde nylon de \emptyset 3mm

longueur totale nécessaire : 150 mètres

C - OUTILLAGE NECESSAIRE :

- une paire de ciseaux,

- un mètre,

- une flamme (bougie par exemple)

- un morceau de cuir ou mieux un gant de cuir

D - CONFECTION :

a) les cordes sont coupées aux dimensions (voir tableau)

b) les extrémités des cordes sont, ensuite, passées à la flamme pour éviter l'effilochage et faciliter leur pénétration dans les différents trous. Pour cela, quand le nylon fond, on rend pointues les extrémités en les roulant entre les doigts protégés par un morceau de cuir ou un gant.

.../...

L - TABLE :

FONCTIONS	NOMBRE	LONGUEUR en cm
cordes de liaison rayon moyen	32	30
" " " rayon	16	50
cordes de liaison bôme raidisseur	32	25
" " " rayon	32	30
liaison entre rayons au niveau des ples bômes	16	50
" " " " ples "	16	50
" " " " part extrême	16	90
liaison ressort: bôme	6	120
" " " ressort	2	250
cordes de liaison rayon cox	8	480
liaison derive equerre	4	200
" " bambous	4	100
" " palerem	1	1500
cordes de tension de la derive et equerre	2	300

E - TABLEAU :

FONCTIONS	NOMBRE	LONGUEUR EN cm
cordes de liaison rayon moyeu	32	30 cm
" toile moyeu	16	40 cm
" bôme raidisseur	32	25 cm
bôme rayon	32	30 cm
liaison entre rayons au niveau des ptes bômes	16	50 cm
liaison entre rayons au niveau des gdes bômes	16	70 cm
liaison extrémités des rayons	16	90 cm
cordes de liaison du système de rappel		
a) au niveau des ptes bômes	4	60 cm
b) au niveau des gdes bômes	4	70 cm
cordes de liaison rayon-nez	8	440 cm

DOSSIER DE MONTAGE

Le plan des dossiers de montage retrace la suite des opérations à effectuer depuis le choix de l'emplacement de la pompe éolienne jusqu'aux différents réglages permettant les meilleurs rendements sans oublier le montage de la roue, de la tête mobile ...

A - EMPLACEMENT DE LA POMPE EOLIENNE

- A 1, A 2 : l'emplacement de la pompe éolienne ,
- A 3, A 4, A 5 : choix des sites en fonction du terrain , des vents de l'eau .

B - MISE EN PLACE DU MAT

- B 1, B 2 , B 3, : préparation de l'emplacement du mât .
- B 4, B 5 , : la mise en place du mât .

C - MONTAGE DES SOUS-ENSEMBLES DE L'EOLIENNE :

- Montage de la roue : C 1 à C 5 ,
- C 1-1 , C 1-2 : montage des rayons .
- C 2-1 à C 2-8 : montage des pales .
- C 3-1 à C 3-4 : liaisons entre pales .
- C 4-1, C 4-2 , C 4-3 : le système de rappel élastique .
- C 5-R-1 : le réglage de la roue .
- Montage du bâti : C 6 à C 8
- C 6-1, C 6-2 : exposé des opérations de montage
- C 7-1, C 7-2, C 7-3 : inventaire des pièces de l'éolienne
- C 8-1, à C 8-6 : vues éclatées des pièces du bâti , indications d'assemblages .

D - MONTAGE DE L'EOLIENNE :

- D 1-1 , D 1-2 , D 1-3 : montage de la dérive du bâti .
- D 2-1 à D 2-4 : montage de la tête mobile, élévation .
- D 3-1 à D 3-3 : liaisons entre éolienne et pompe .

R - REGLAGES

- RB 0 : plan du dossier réglage balancier et contrepoids .
- RB 1 à RB 5 : réglages du balancier .
- RC 1 à RC 4 : réglages du contrepoids .
- RC 5 : 2 exemples pratiques, choix des réglages .

Fiche de préparation : L'emplacement de la pompe éolienne -

Pour que la pompe éolienne fonctionne, il faut que 3 sortes de conditions soient remises : - conditions d'eau
- conditions de vents
- conditions de site.

Le choix de l'emplacement de la pompe éolienne dépendra donc de la présence et de la conjonction de ces trois facteurs que nous allons définir.

1) Conditions d'eau : L'emplacement de l'éolienne doit être situé près d'un point d'eau . Cela peut être un puits (busé ou non busé ou un forage. L'eau ne doit pas y être à une profondeur supérieure à 40 mètres (limite d'utilisation de la pompe). Il est évidemment préférable pour un rendement optimum de la pompe, que le puits soit en eau toute l'année. (Si ce n'est pas le cas, n'oubliez pas de débrancher la pompe dès qu'elle se trouve hors de l'eau, vous évitez ainsi sa détérioration).

Les puits traditionnels africains sont généralement insuffisamment creusés et la réserve d'eau qui se forme au fond du puits est assez faible : 1 à 2 m³. Cet état de fait , lié à un débit insuffisant du puits peut entraîner une sous utilisation de la pompe éolienne. En effet supposons un tel puits dont la réserve est de 2 m³ et le débit de 200 l /h, la pompe éolienne pouvant avoir un débit de 1,5 m³/h (dans des conditions de vents optimas), asséchera ce puits en deux heures environ. Il serait donc préférable de brancher la pompe éolienne sur des puits ou le "forage" a été poussé au delà des limites traditionnelles.

Bien que l'essai n'en ai pas encore été effectué avec notre appareil il est certainement possible de brancher la pompe dans un trou de forage. Il suffit que le forage ai des réserves suffisantes pour alimenter la pompe en permanence.

2) Conditions de vents : La pompe éolienne doit être placée dans une zone où il y a du vent. Il est donc nécessaire d'obtenir des renseignements à ce sujet, qui vous permettront de compléter utilement les impressions subjectives que vous pourriez avoir. Vous pouvez obtenir ces renseignements auprès de l'Office Météorologique et des aérodromes, du pays où vous êtes.

Les renseignements intéressants à posséder sont résumés dans le tableau suivant :

Renseignements

Utilités

Direction des vents dominants.

- Pour placer l'éolienne dans un endroit favorable.
- Pour la haubanner en conséquence (hauban de sécurité pour résister aux vents dominants.

Vitesse moyenne du vent.

- Pour savoir si vous êtes dans une zone favorable. L'éolienne démarrant à une vitesse de 2m/s, la vitesse moyenne du vent est supérieure à ce chiffre, vous êtes dans une zone propice.

Vitesse maximale

- L'éolienne ne peut résister à un ouragan ou à une violente tempête. Il sera donc nécessaire " d'abattre" l'éolienne pour une vitesse de vent excessive (80 Km/h.)

Périodes de vents dans l'année
Durée.

- Pour comparer ces périodes avec les périodes de vos besoins : maraichage saisonnier, saison sèche, etc.....

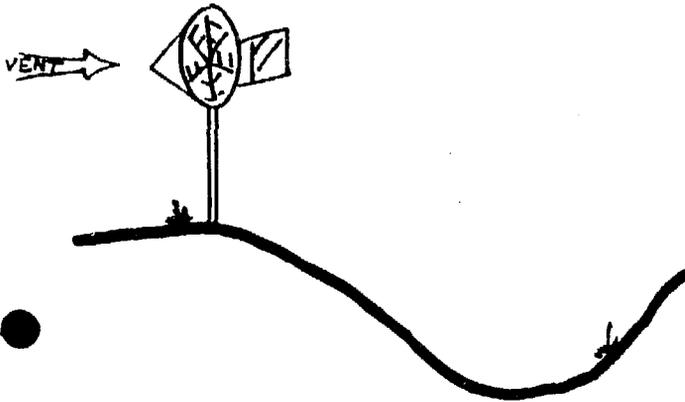
Durée moyenne des périodes de calme (Jours sans vent)

- Pour calculer la contenance de la citerne réservoir que vous pourriez adjoindre à la pompe éolienne.
Ex: S'il s'avère que la moyenne des jours sans vent est de 3 jours consécutifs et si vos besoins sont de 1m³/jour, votre citerne réservoir devra faire au moins 3m³.

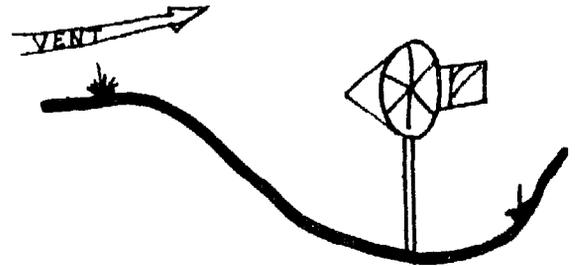
3) Conditions de site : Le relief de l'emplacement doit être favorable à l'exploitation de l'énergie éolienne. Les reliefs encaissés ou perturbés sont donc à proscrire. L'emplacement choisi doit être dégagé et ne pas être entouré, si possible, dans un rayon de 50 m. d'obstacles divers (arbres, maisons, etc....) qui engendrent des perturbations de vents. Sinon il sera nécessaire de placer l'éolienne sur un mât assez haut, de manière à ce qu'elle dépasse de 4 mètres ces obstacles. Plus l'éolienne est haut placée, meilleur est son rendement. En effet vous pouvez avoir à 4 mètres du sol un vent de 2m/s, alors qu'à 8 mètres du sol, la vitesse du vent sera de 4m/s.

4) Conclusion : Le choix de l'emplacement de l'éolienne dépend donc des facteurs d'eau, de vents et de site. Mais il apparaît qu'un des facteurs prépondérants est la hauteur à laquelle doit se trouver l'éolienne. Du choix de cette hauteur va dépendre le choix du mât. C'est ce que vous verrez dans la fiche : "Préparation du mât".

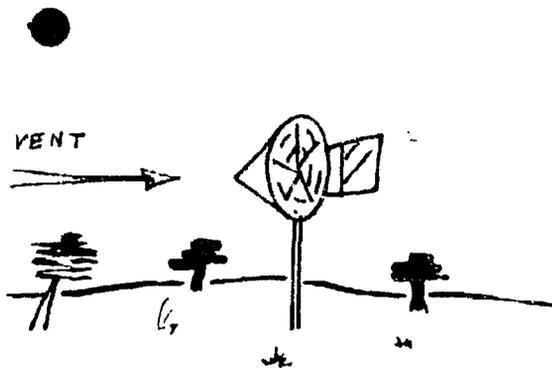
LE SITE



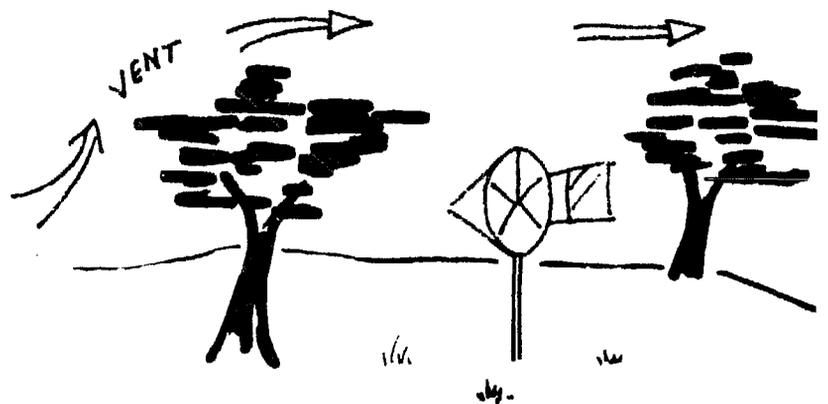
BON



MAUVAIS



BON

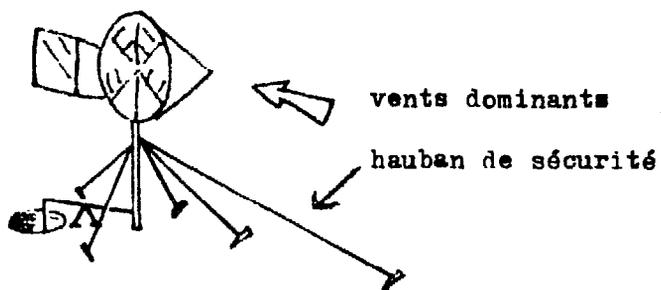
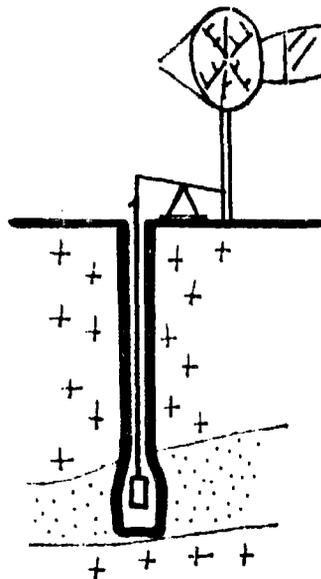


L'éolienne n'a pas de vent .

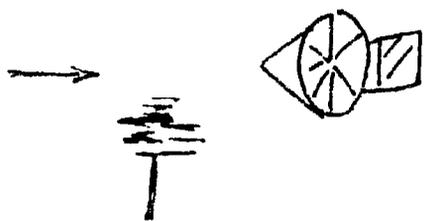
MAUVAIS

On peut brancher la pompe
dans un trou de forage

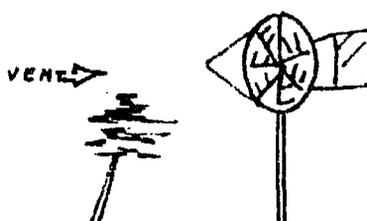
trou de forage



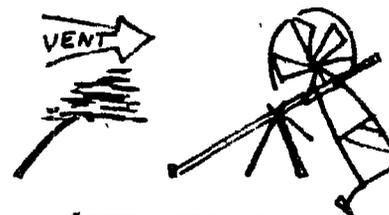
Le hauban de sécurité
permet à l'éolienne de
résister aux vents
dominants



VENT FAIBLE



VENT MOYEN



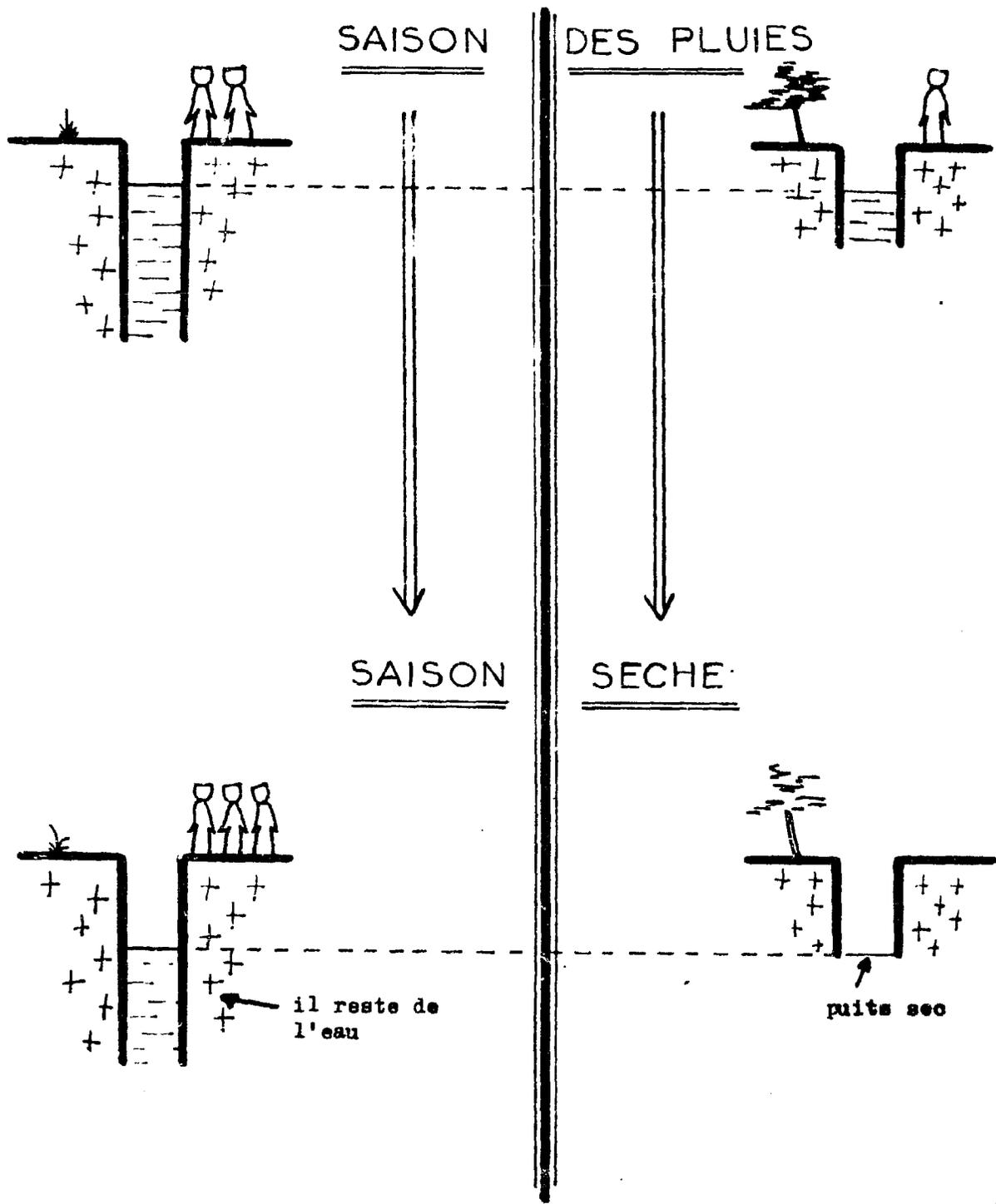
VENT TRES FORT

Lorsque les vent est très fort , on pose l'éolienne sur un trépied .
On fixe la dérive au sol . Si possible on enlève la roue .

CHOIX DU PUIT

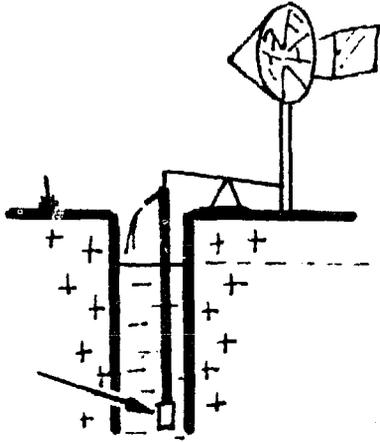
BON PUIT

MAUVAIS PUIT



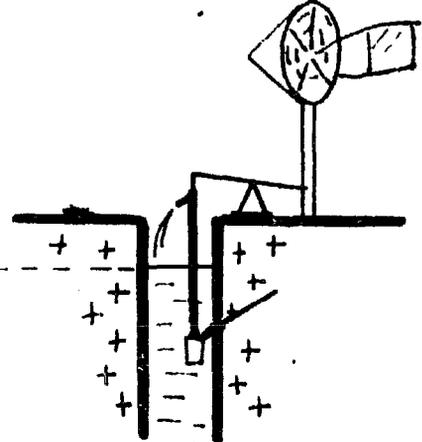
INSTALLATION DE LA POMPE

SAISON DES PLUIES



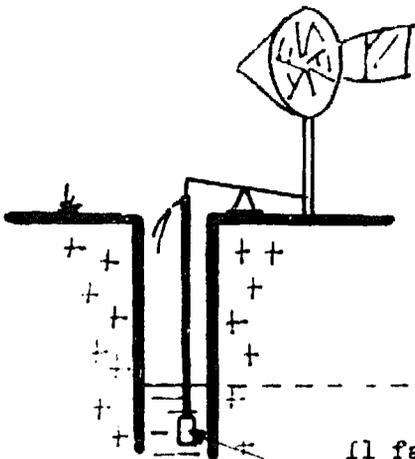
BON

SAISON

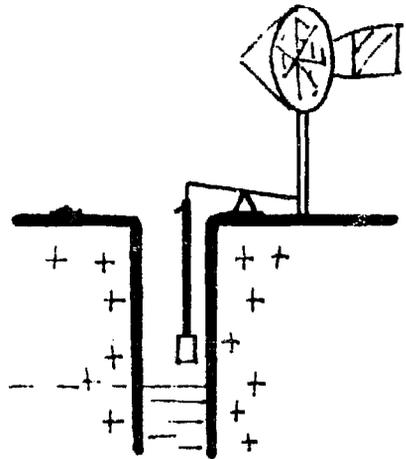


MAUVAIS

SECHE



Il faut installer
la pompe au fond
du puits .



FICHE DE PREPARATION :

LE MAT ET SON EMLACEMENT

La fonction du mât est de soutenir la tête mobile de l'éolienne à la hauteur désirée. Ce mât doit être assez maniable pour pouvoir être "abattu", c'est à dire permettre de descendre la tête de l'éolienne lors des grands vents, tornades ou tempêtes.

Le poids de la tête mobile de l'éolienne ne dépasse pas 20 kg; le mât devra donc être assez solide pour soutenir un tel poids. La hauteur du mât dépendra, comme on l'a vu dans la fiche sur l'emplacement de la pompe éolienne, des obstacles qui peuvent se trouver alentours et des performances que l'on désire avoir.

Tout mât capable d'affronter ces contraintes satisfera donc l'utilisateur. Les solutions suivantes ne sont données qu'à titre d'idées indicatives:

- pylône
- poteau
- chevron
- poteau électrique ou téléphonique
- tronc d'arbre
- mât télescopique

Il sera toutefois nécessaire d'aménager ce mât; cet aménagement se fait à trois niveaux:

- à la partie supérieure: mise en place du tube pivot sur lequel viendra s'enfiler la tête mobile;
- sur le corps du mât : mise en place d'un système de renforcement et de haubannage.
- à la partie inférieure: préparation du pied du mât, de son sabot et des piquets de haubans.

Pour comprendre l'intérêt et la pourquoi de cette préparation, reportez vous à la fiche dessinée: " Pour mettre en place le mât", (dessins I à 10).

A) MISE EN PLACE DU TUBE PIVOT :

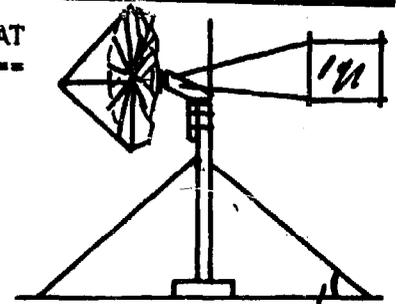
Le tube pivot est le tube de 40 mm de diamètre sur lequel viendra s'enfiler la tête mobile de l'éolienne. Il vous faut fixer ce tube au mât, avec de la tige filetée de 12 mm par exemple, comme sur le dessin ci-après:

EXEMPLES DE FIXATION DU TUBE PIVOT DES HAUBANS DU PIED DU MAT

-PIVOT

tube pivot
diam. 34 mm
L=150 cm
dépasse de
100 cm le
haut du mat

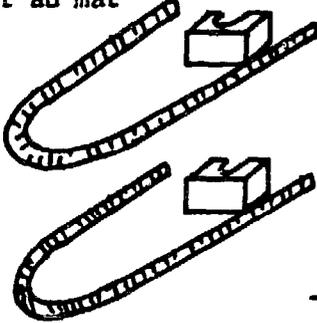
-B 2



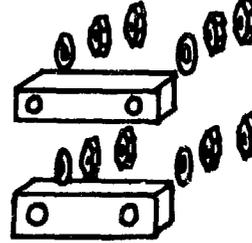
rondelle pivot
supportant le
bati mobile



tige filetée de 12 mm
pour fixer le tube
pivot au mât



pièce en bois



angle plus petit
que 45 degrés

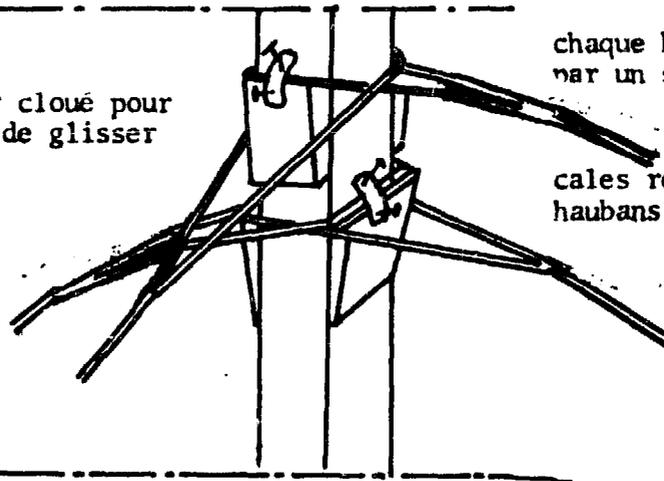
écrous de 12 mm

cale de bois permettant d'éloigner
la tige de commande du mât

Mât (madrier ou tronc ..)

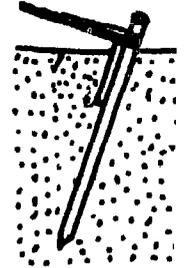
-HAUBANS

morceau de cuir cloué pour
empêcher les haubans de glisser
le long du mât



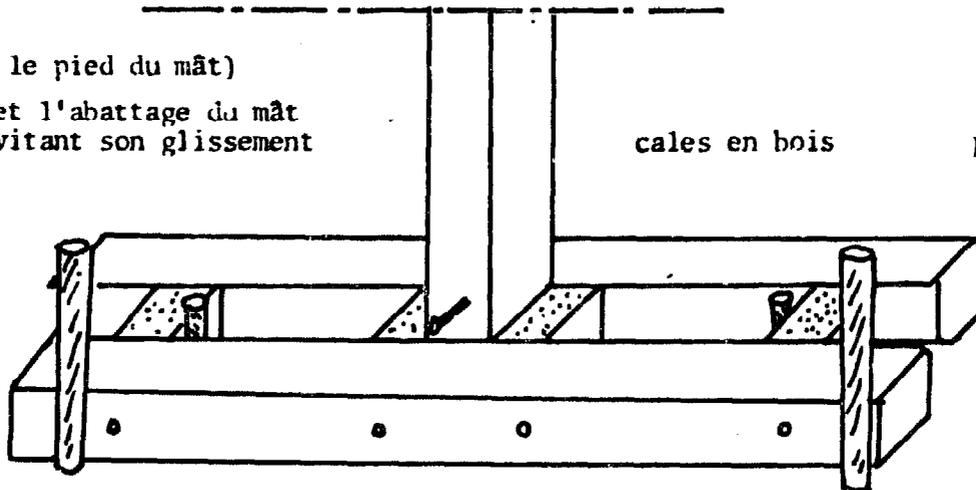
chaque hauban est fixé au sol
par un solide piquet

cales retenant les
haubans



- SABOT (fixe le pied du mât)

permet l'abattage du mât
en évitant son glissement

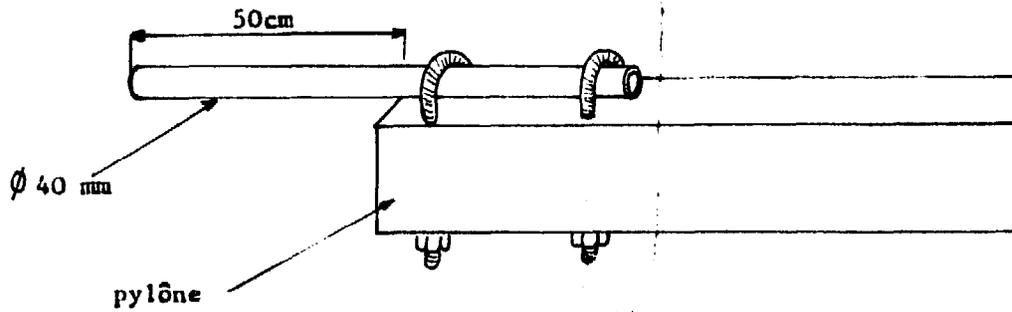


cales en bois

piquets

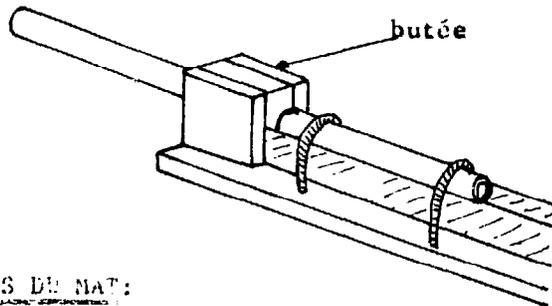
madriers
ou
troncs

Ce sabot est un exemple très satisfaisant à l'usage. Il peut bien sûr être remplacé par un système équivalent (socle en béton , ...)



Lors de ce montage il faut veiller à assurer un parallélisme entre le tube et le mât de manière à permettre une circulation sans problème à la tige de commande.

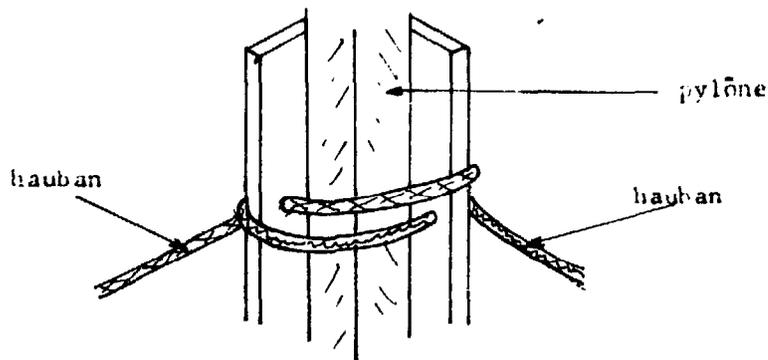
On fera dépasser le tube pivot de 50 cm environ de manière à assurer une bonne assise à la tête mobile. A cette fin, on complètera aussi l'installation en aménageant une butée sur laquelle la tête mobile viendra prendre appui:



B) SUR LE CORPS DE MAT:

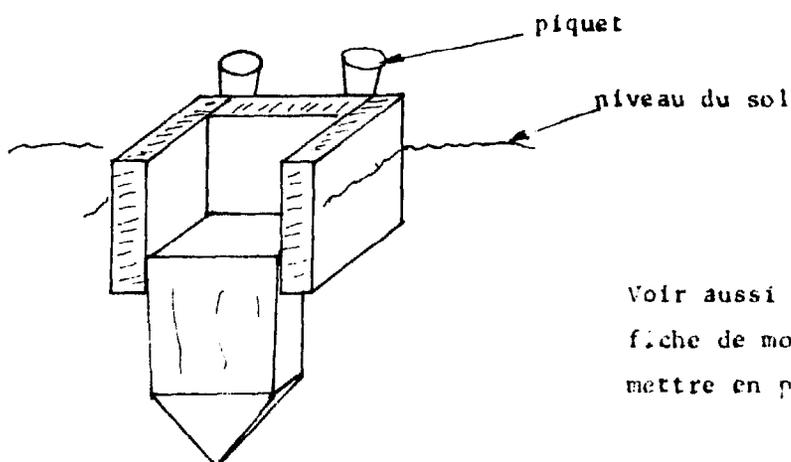
Pour renforcer le mât et en particuliers pour accroître sa résistance, on fixera sur la partie médiane du mât, deux planches en equerre. Ces planches permettront de plus la fixation des haubans. On veillera à ce que le système d'attache des cinq haubans ne frotte pas contre la tige de commande, qui par son mouvement répété pourrait l'user rapidement.

On placera les haubans le plus haut possible ^{mais} de telle manière qu'ils n'entravent pas la rotation de l'aroue.



C) LE PIED DU MÂT:

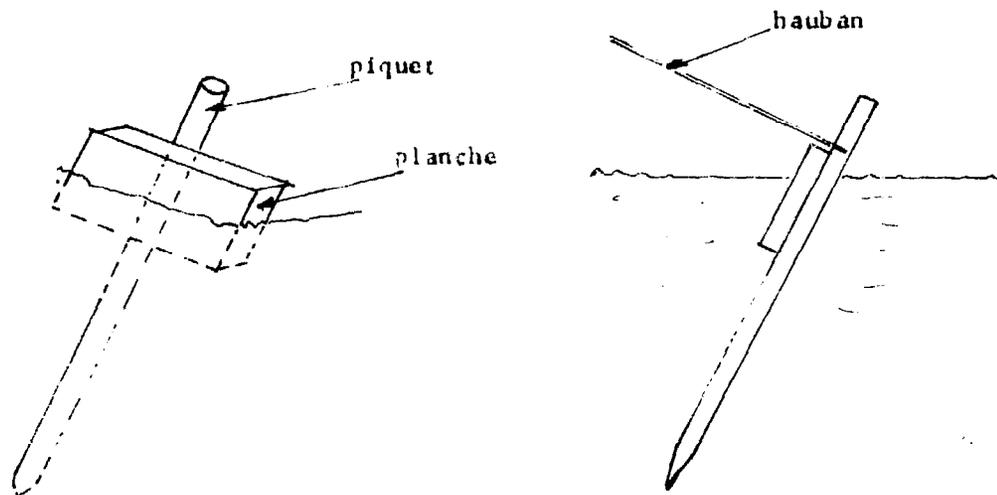
Pour que l'on puisse facilement descendre l'éolienne en cas de nécessité et la hisser commodement, il ne faut pas planter le mât. Il est préférable de faire reposer le pied du mât dans un sabot (voir figure). Ce sabot aura de plus l'avantage d'éviter au mât de déraiper lors des manoeuvres:

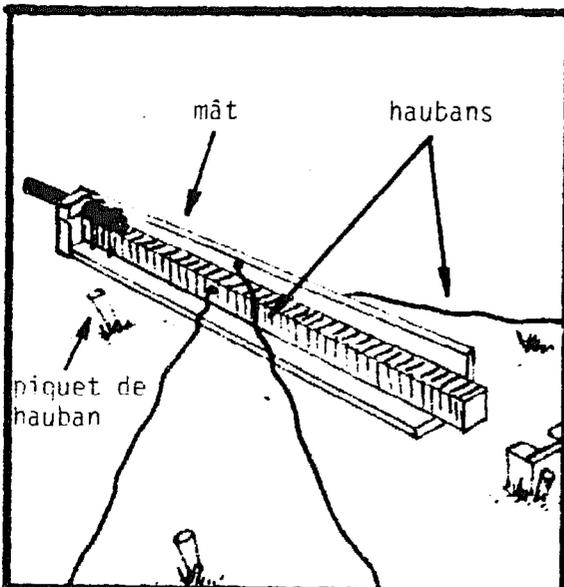


Voir aussi figure 2 de la fiche de montage " Pour mettre en place le mât "

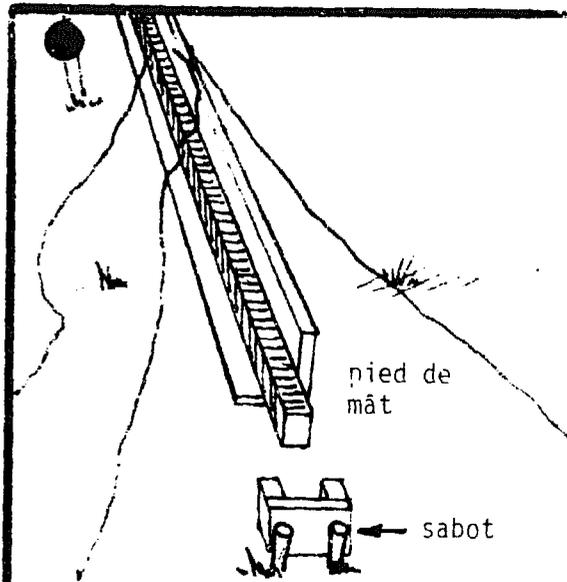
On peut aussi en relâchant lentement un des haubans, abattre le mât sans difficulté ; on peut également, seul, avec un palan à quatre brins et un simple étai de 2 m, redresser l'éolienne toute montée.

On complètera la préparation du pied du mât en fabricant des piquets de haubans. Chaque hauban est fixé au sol par un fort piquet enfoncé d'un mètre. En avant du piquet on disposera une forte planche battée dans le sol qui empêchera la tête du piquet de venir lentement (surtout si le sol est sableux) sous la traction par à-coups du hauban.

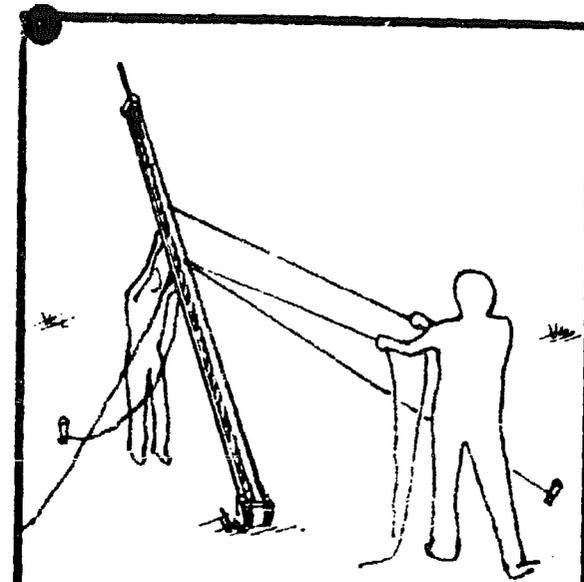




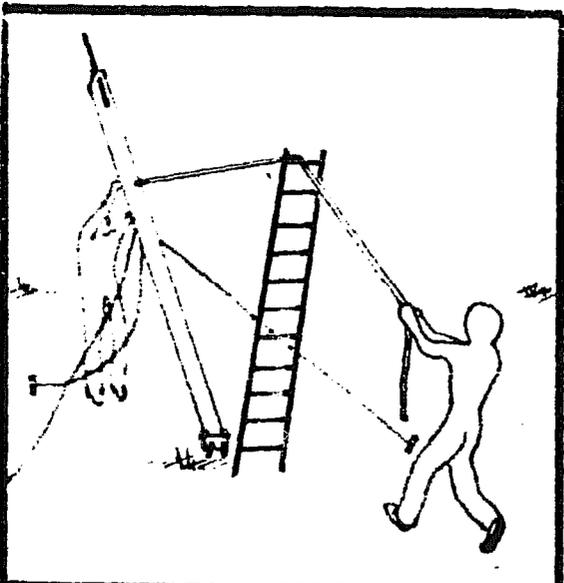
1 Pour mettre en place le mât...



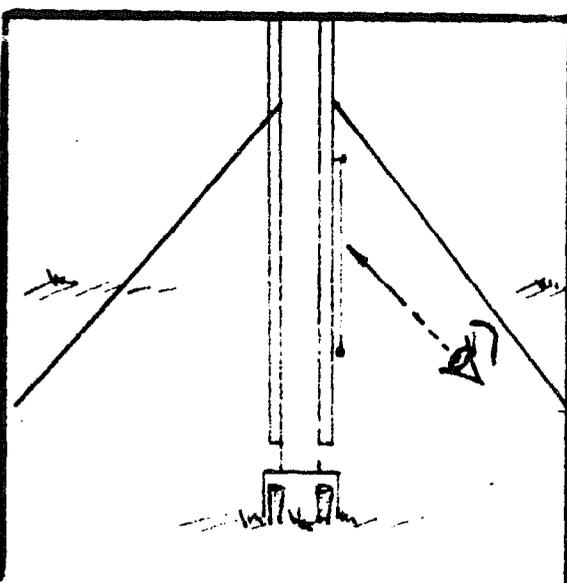
2 on coince le pied du mât dans son sabot.



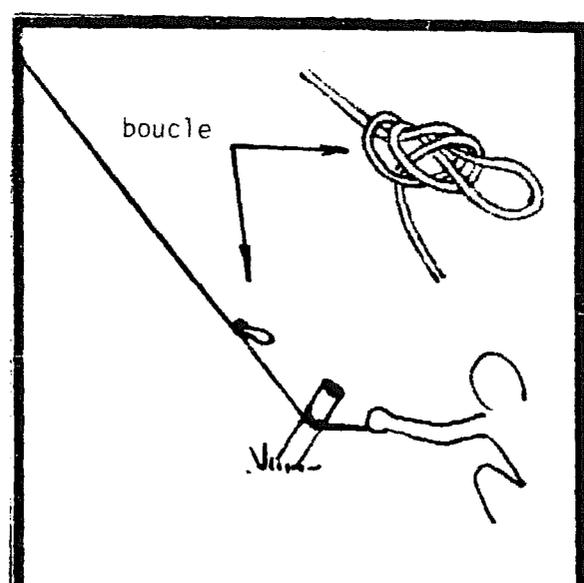
3 et on lève le mât en s'aidant



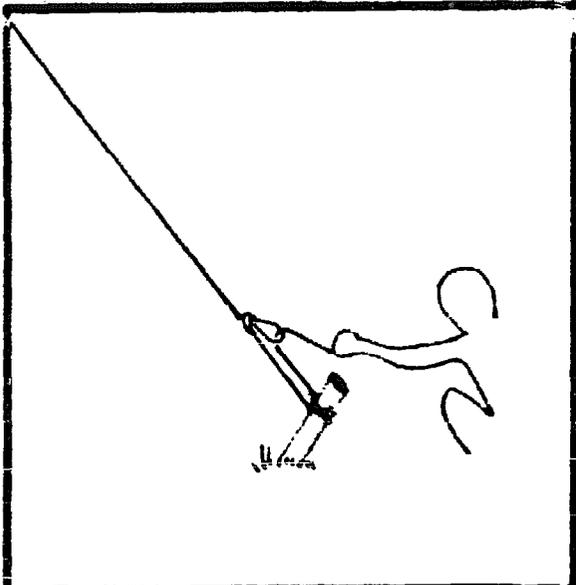
4 si nécessaire d'une échelle de renvoi.



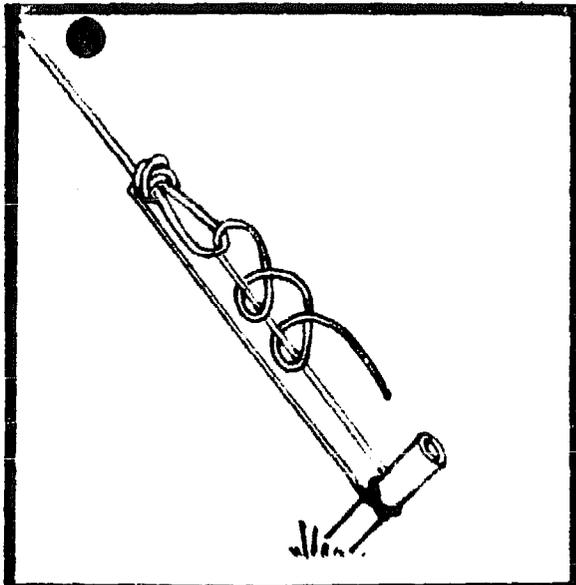
5 on vérifie la verticalité de l'ensemble que l'on va.....



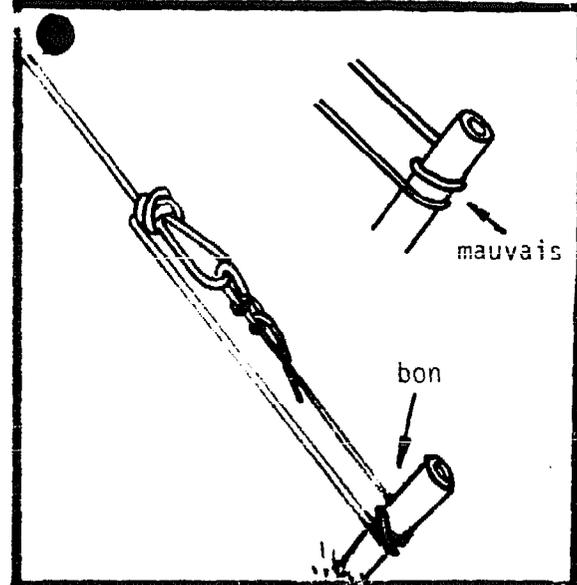
6 assurer avec les haubans. Pour cela, on prépare.....



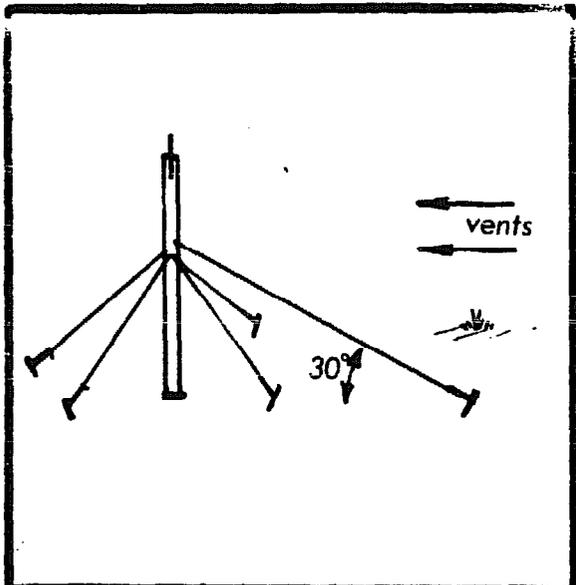
7 une boucle qui servira à faire le noeud d'attache.....



8 des haubans. Remarquez la manière.....



9 dont on enroule le hauban autour du piquet.



10 On place de cette manière 5 haubans.

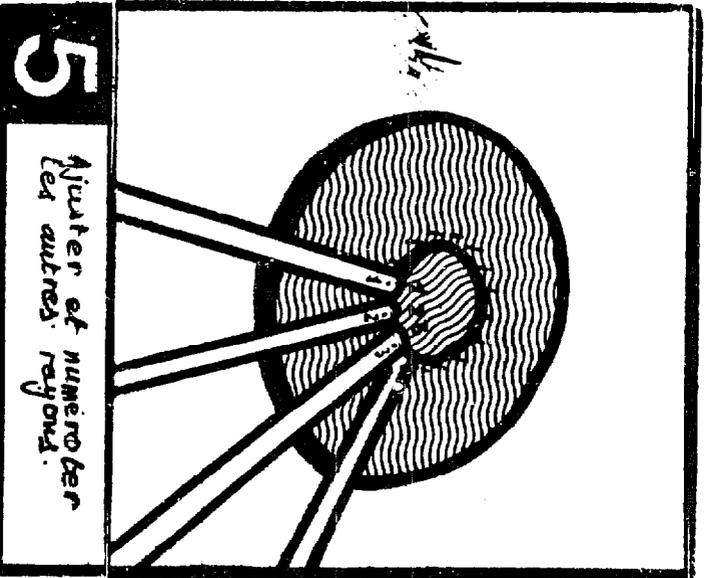
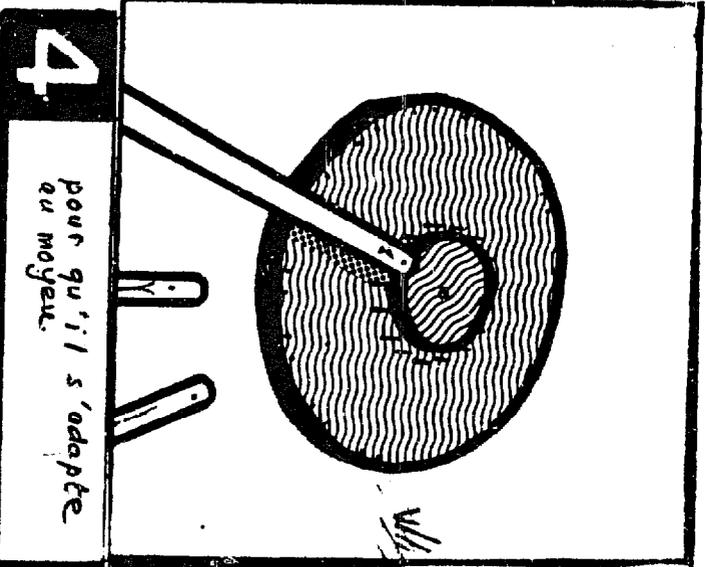
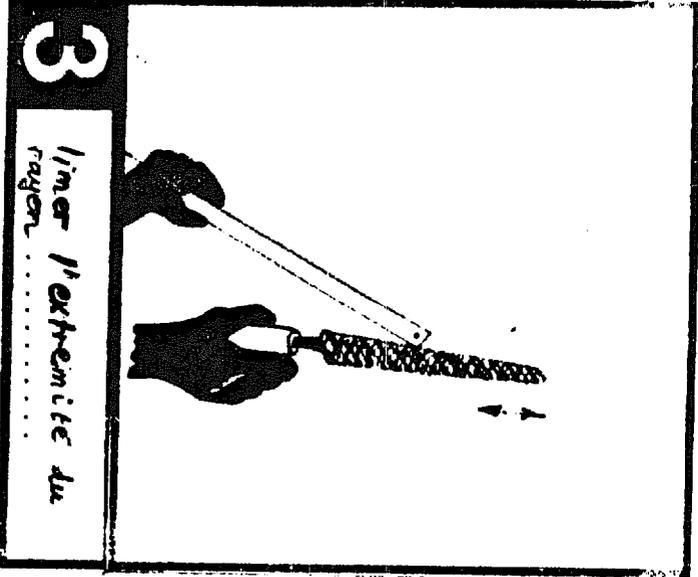
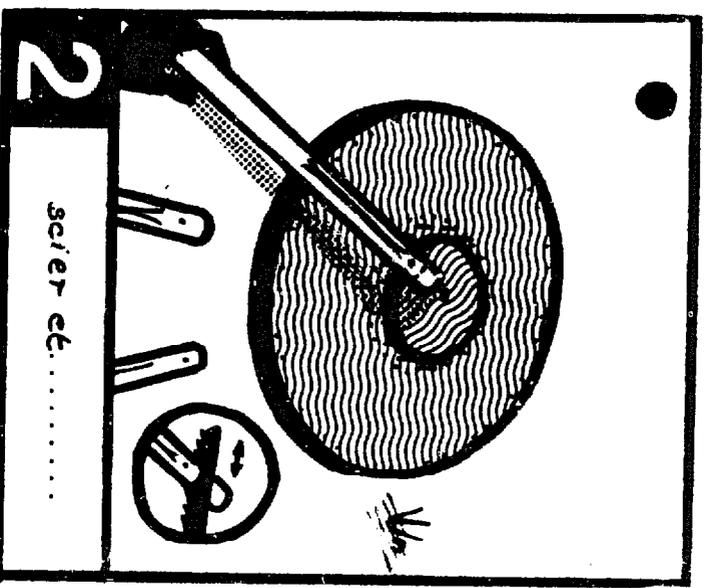
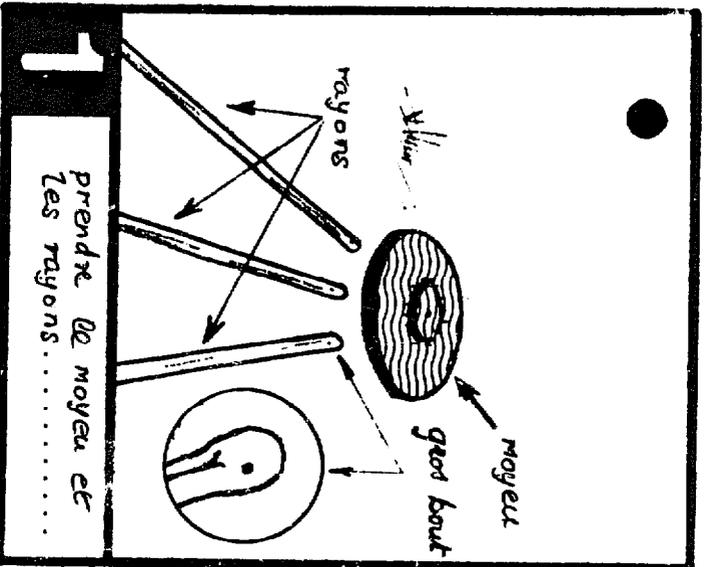
Les 5 haubans comprennent :

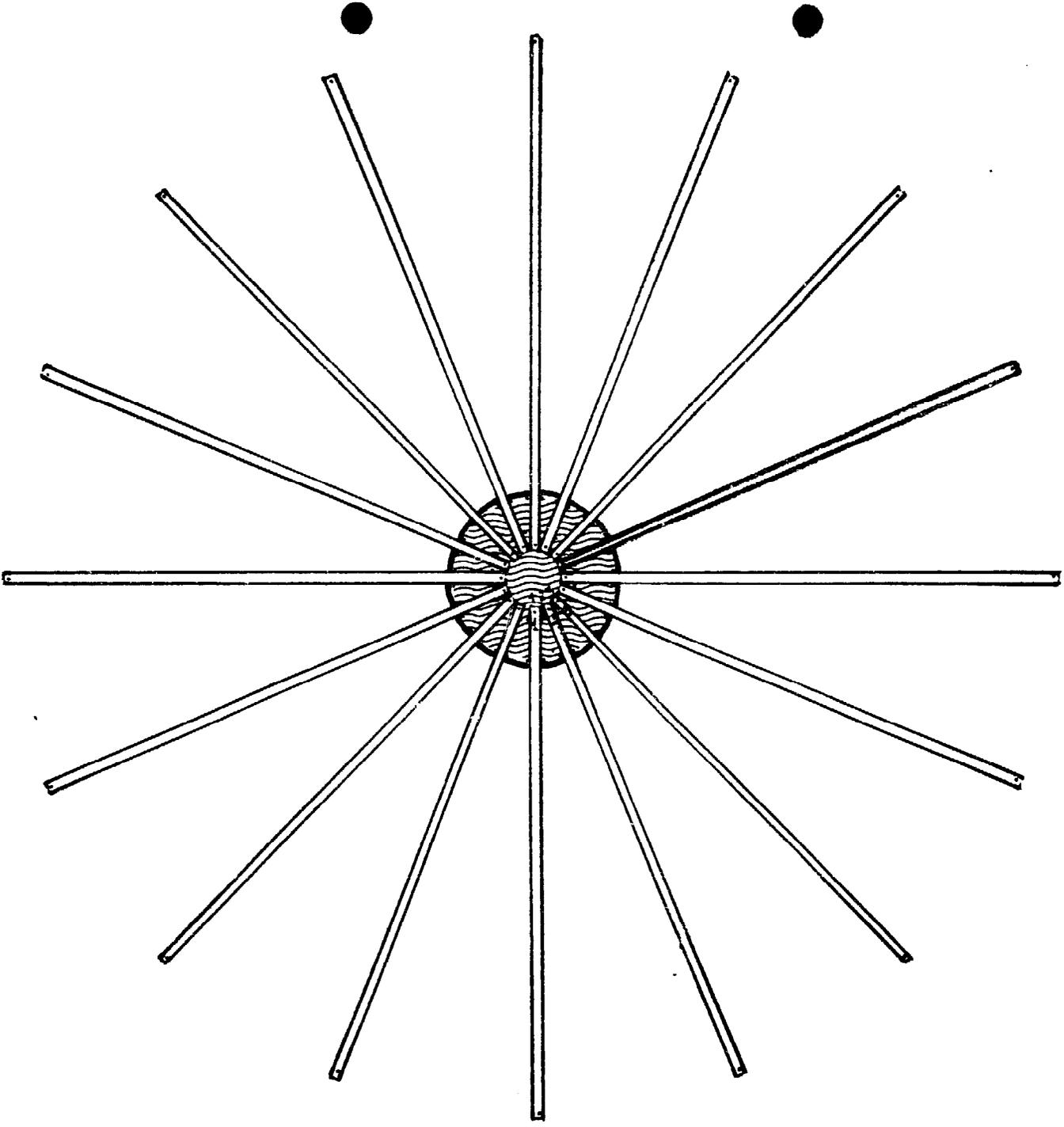
- 4 haubans de position et de verticalité
- 1 hauban de sécurité pour résister aux vents dominants

Pour descendre le mât, on desserre 2 haubans latéraux et on défait les 2 haubans de vents dominants. Le sabot empêche le pied du mât de dérapier, (cf fig. 3). Durant les manipulations, on peut poser le mât sur un trépied.



ADJUSTAGE DES
RAYONS AU MOYEU

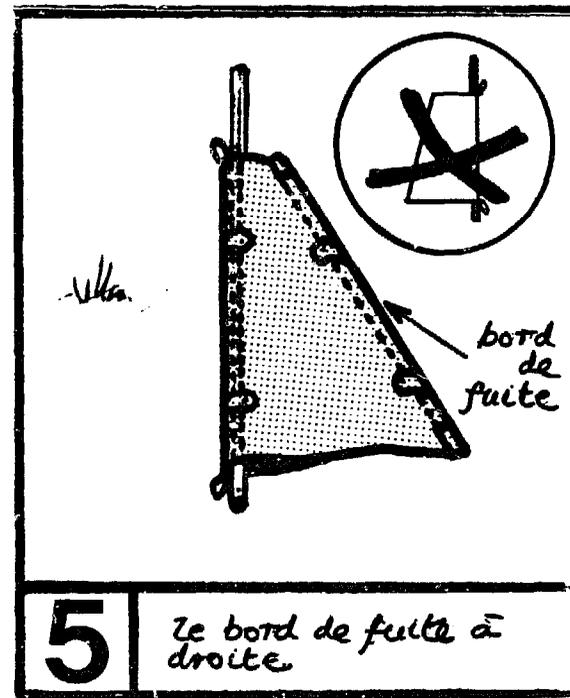
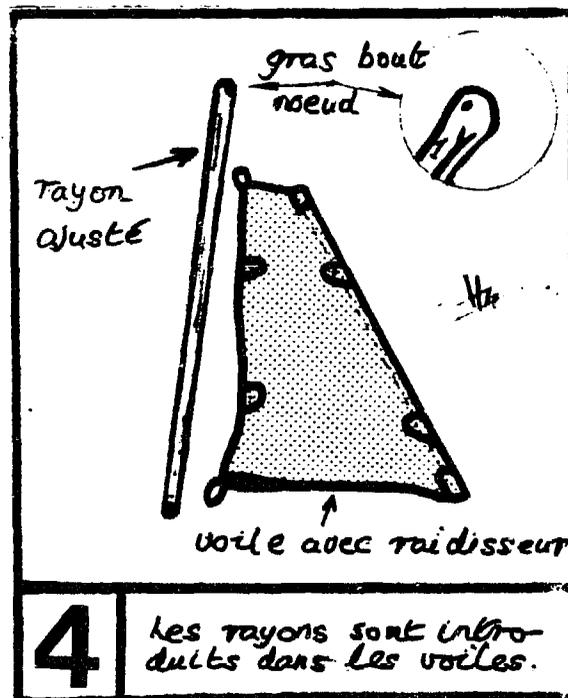
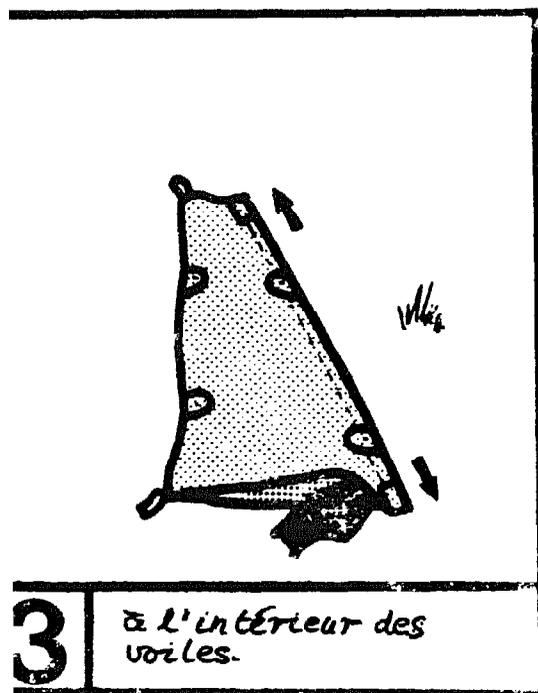
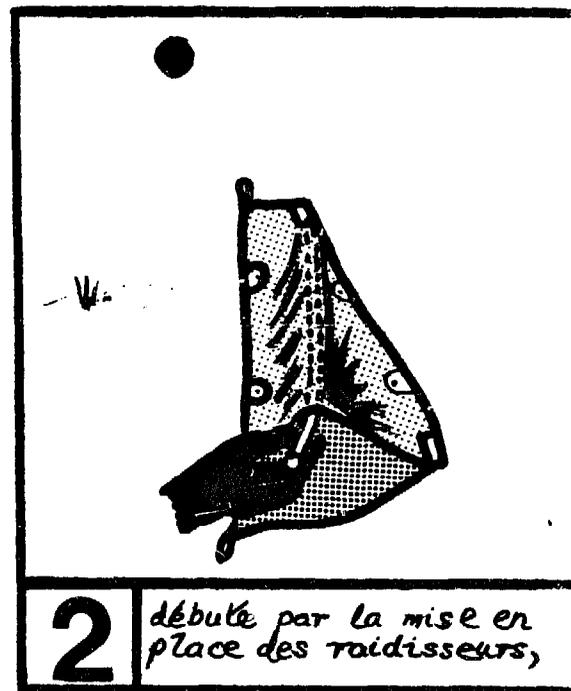
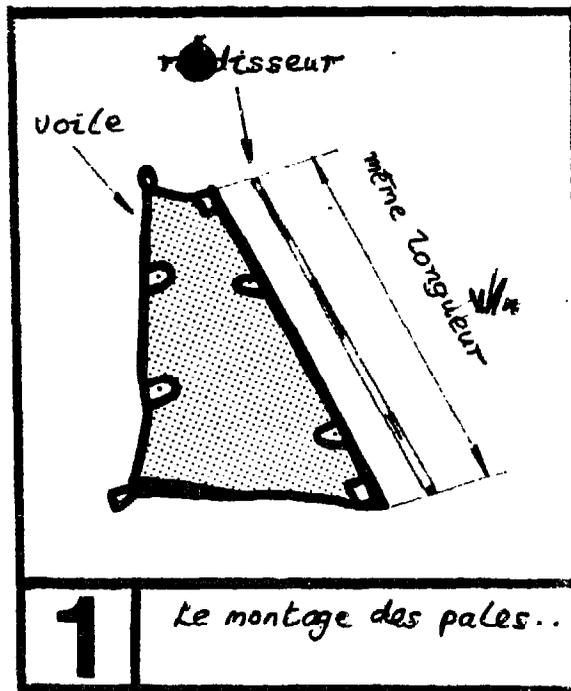


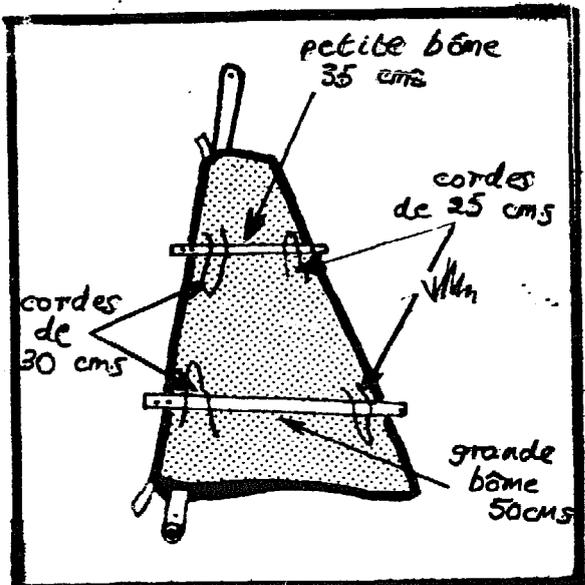


6

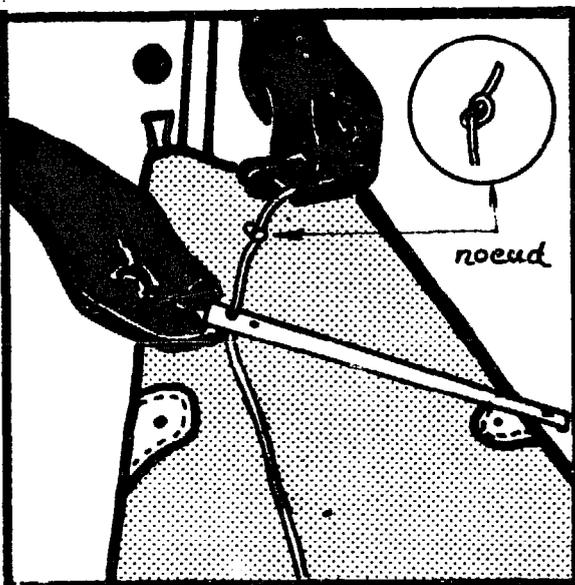
- C 1-2

LE MONTAGE DES PALES

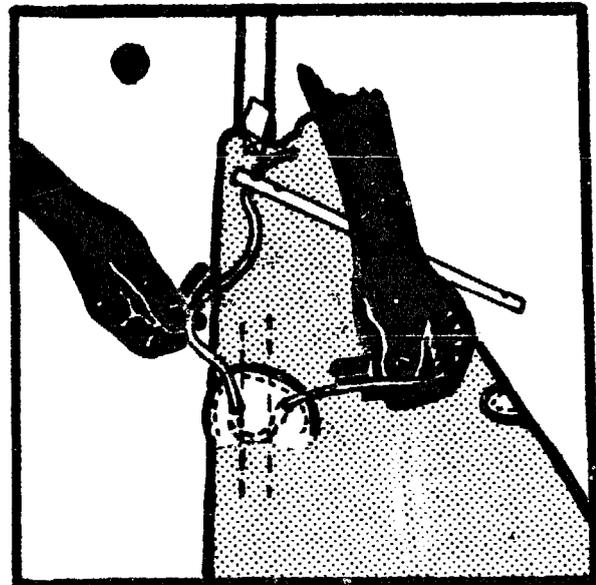




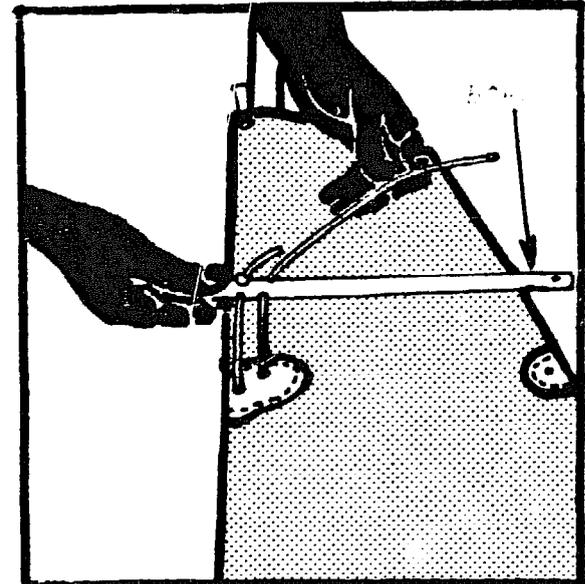
7 On place ensuite les bômes que l'on va attacher.....



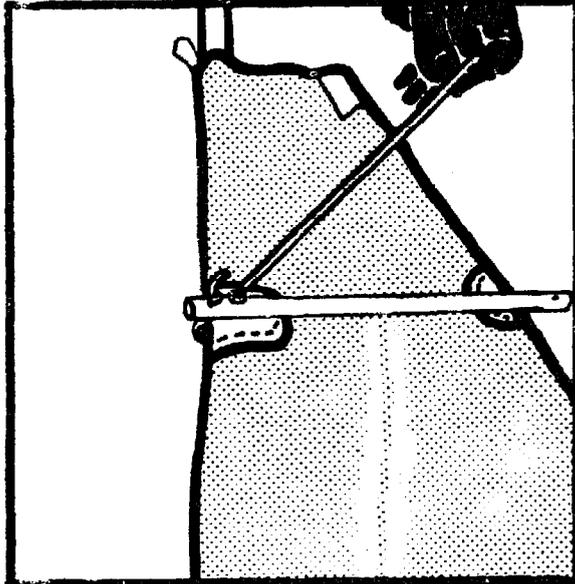
8 avec les cordes nylon;



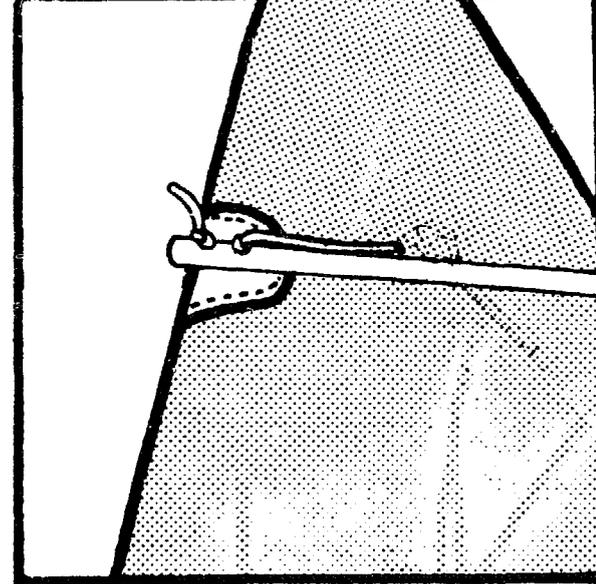
9 la corde passe sous le rayon.....



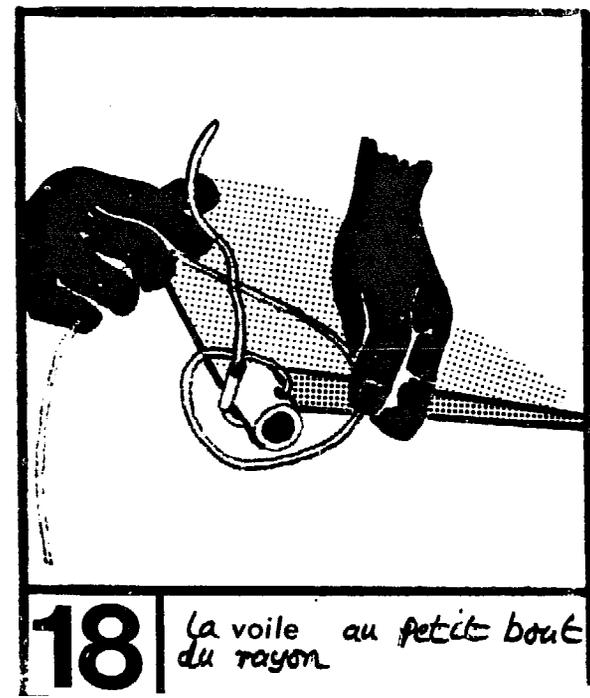
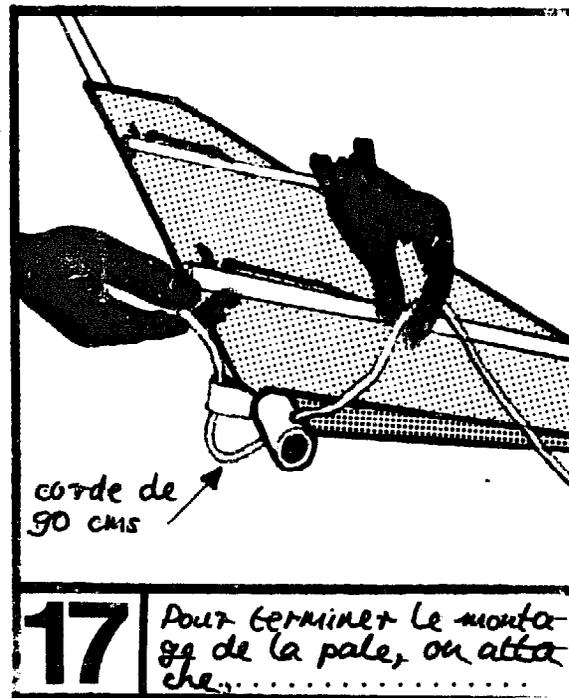
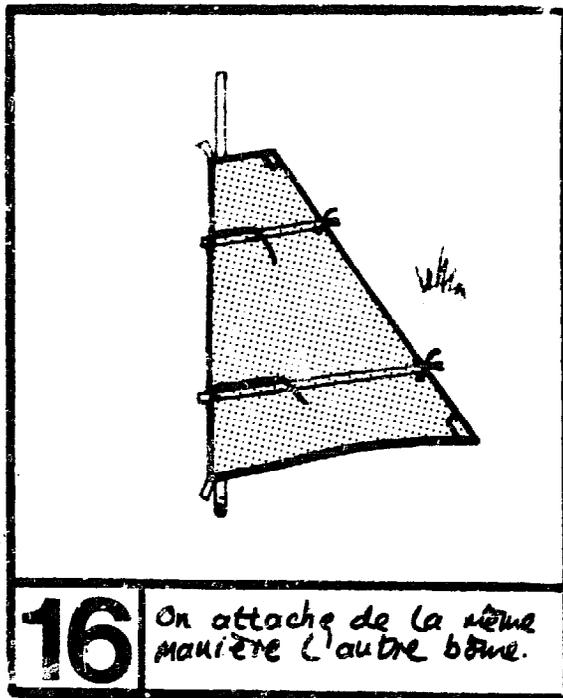
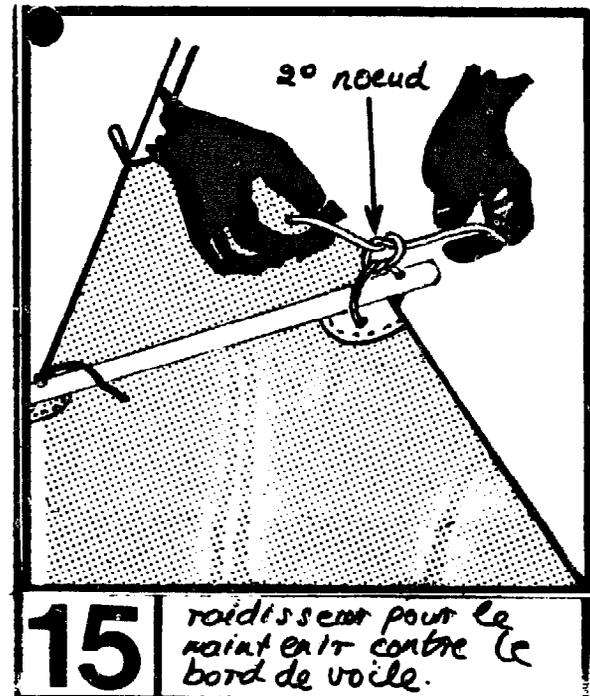
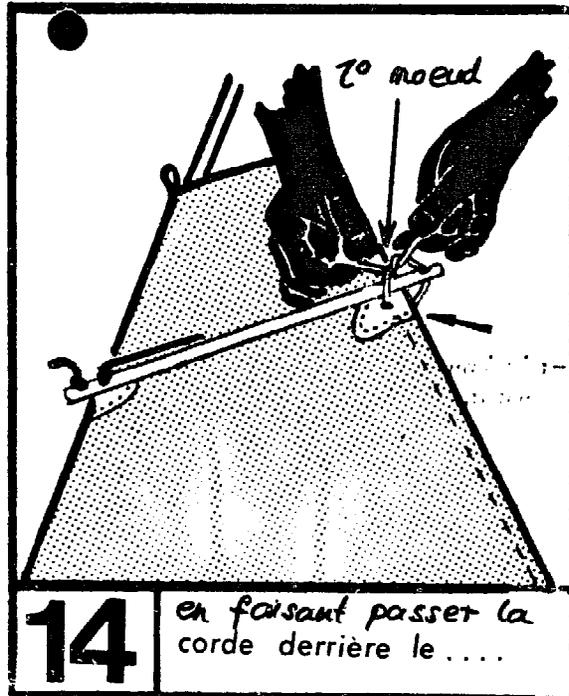
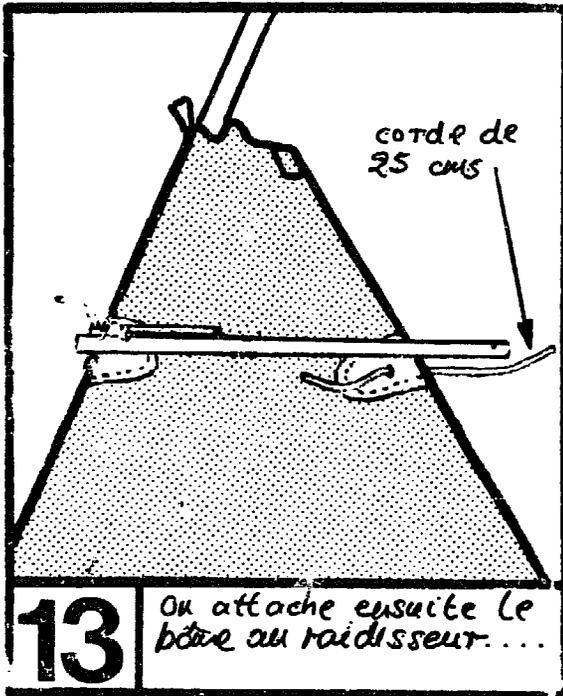
10 avant d'être enfilée dans le deuxième trou

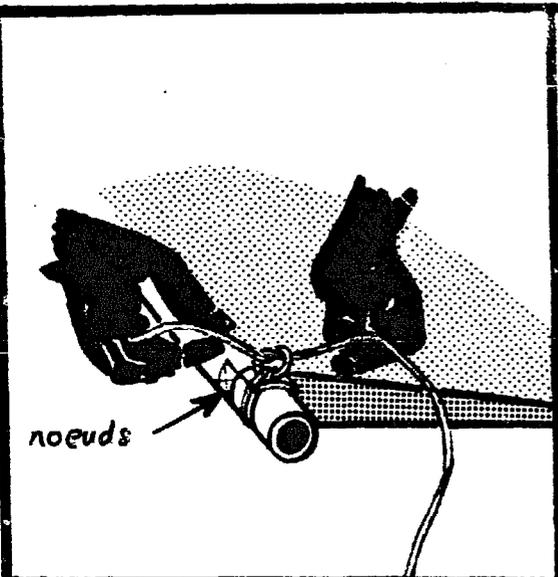


11 du bôme et roule.



12



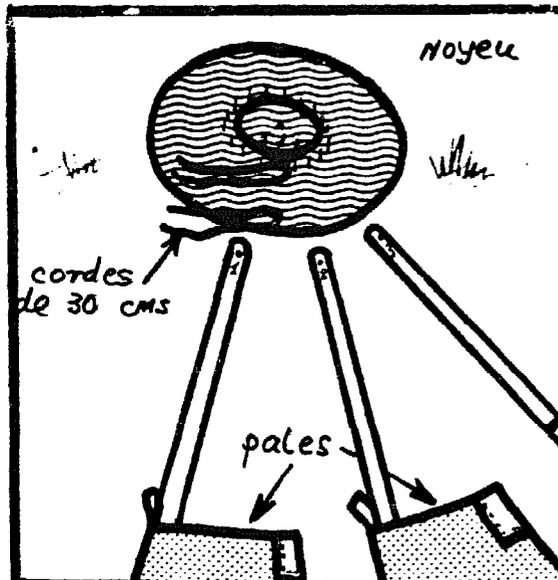


noeuds

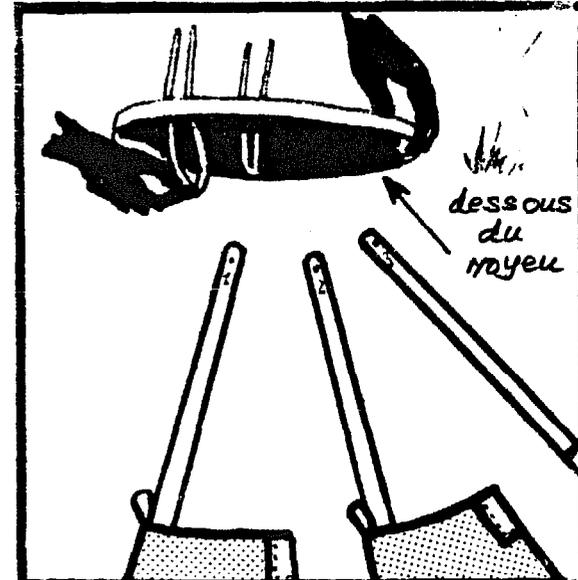
19 Le reste de la corde se rattachera à la pale suivante

Le montage individuel de la pale est maintenant terminé.
On monte de la même manière les 15 autres pales.
Lorsque les 16 pales sont toutes prêtes, on passe au montage de la roue.

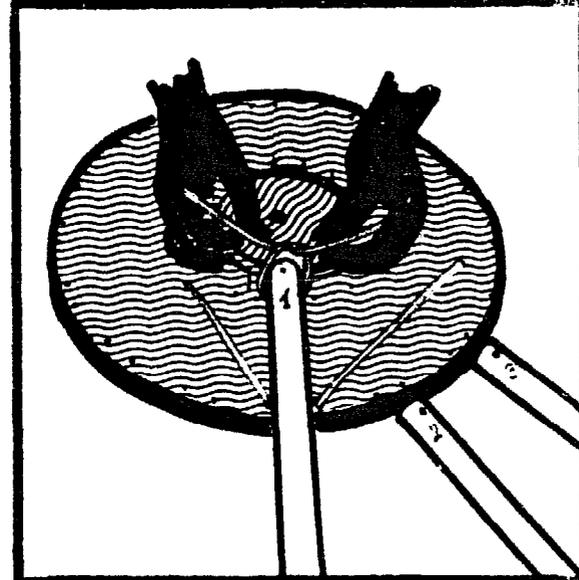
LE MONTAGE DE
LA ROUE



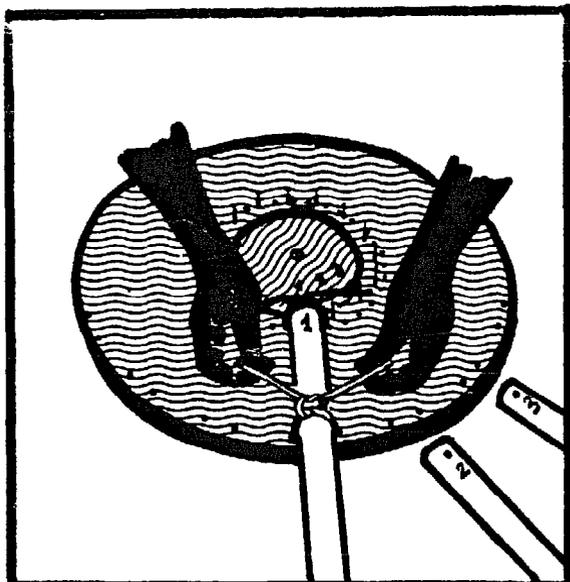
20 On fixe les pales au noyau.....



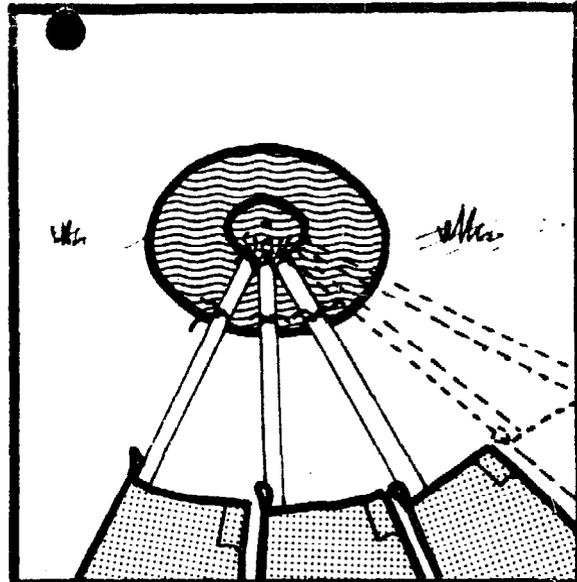
21 On enfle les cordes par les trous du dessous.....



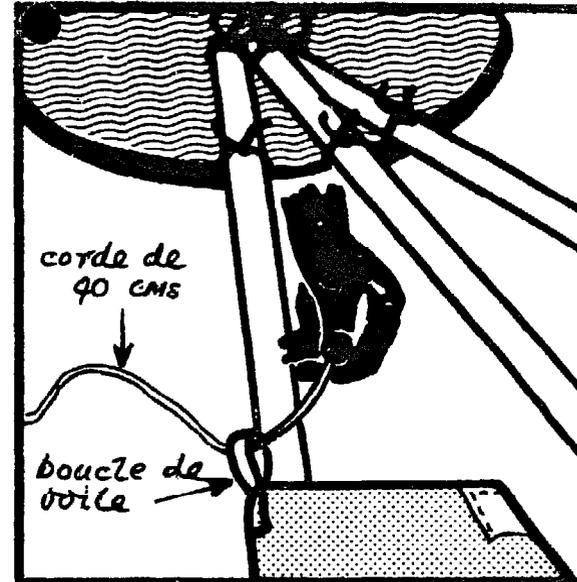
22 du noyau, et en effectuant.....



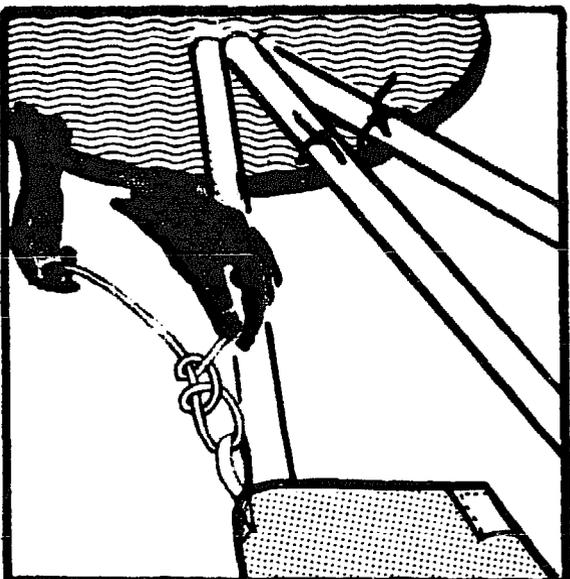
23 un double noeud sur le rayon



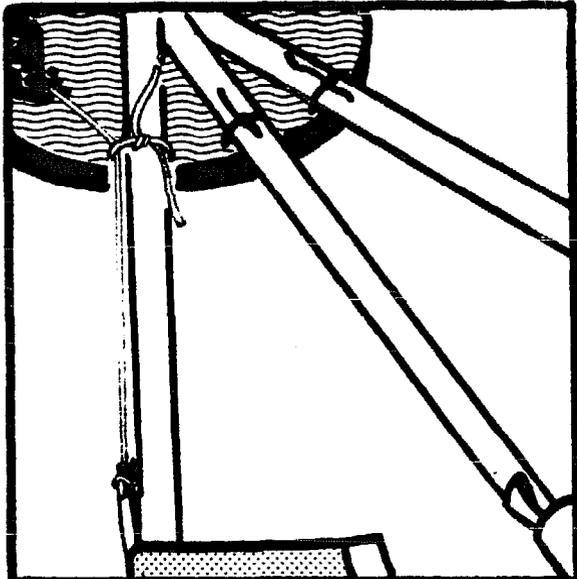
24 On fait de MÊME avec les autres poles.



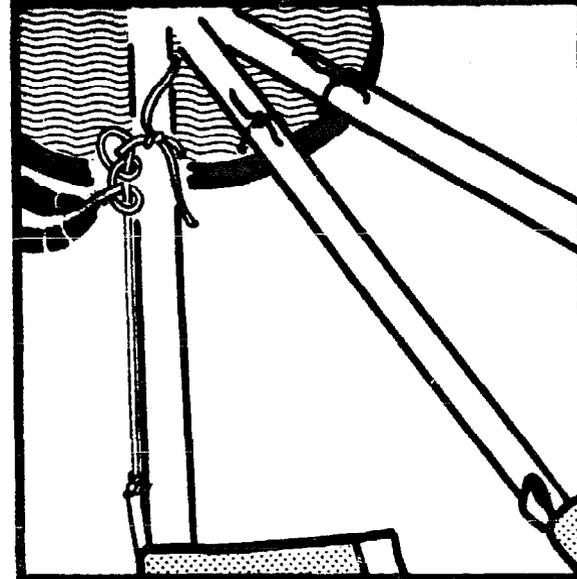
25 On tend la corde en l'attachant au moyeu.
 corde de 40 cms
 boucle de voile



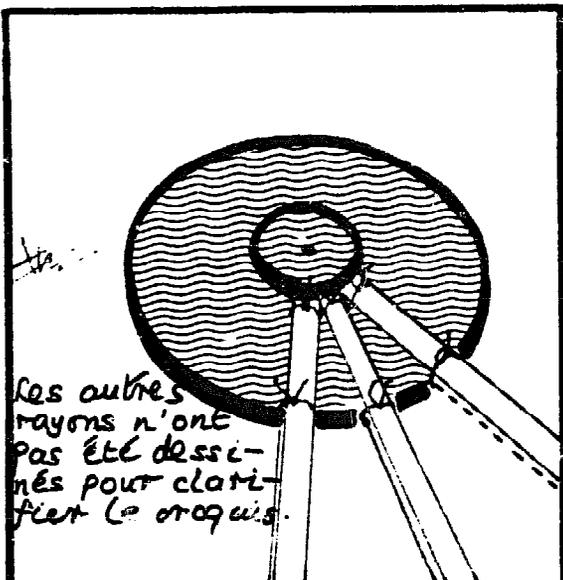
26 pour cela, on fait un noeud spécial autour



27 de la boucle de voile et autour de la corde



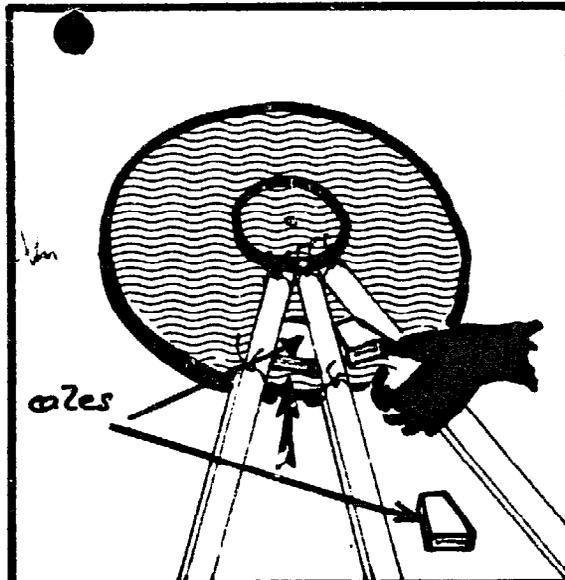
28 d'attache du rayon au moyeu



Les autres rayons n'ont pas été dessinés pour clarifier le croquis.

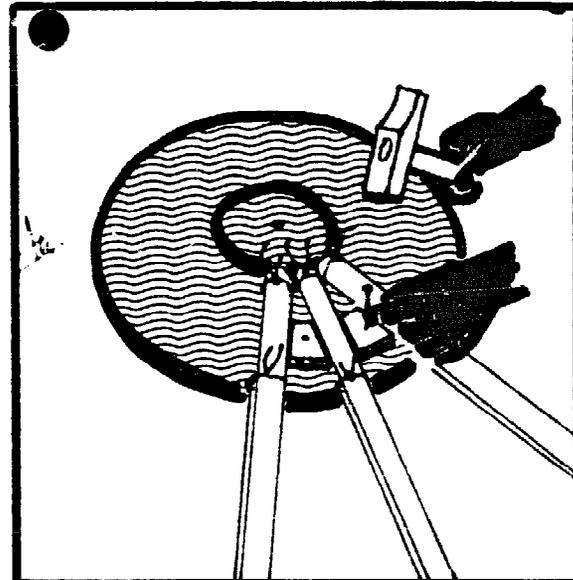
29

On achève la mise en place des pales.....



30

en posant des cales entre les rayons ;



31

on cloue ensuite les cales au moyen

Une fois cette opération terminée pour toutes les 16 cales, la roue, vue de face, se présente comme sur le dessin de la page suivante (n° 33).

33

Il nous faut maintenant relier les pales les unes aux autres par des cordes placées :

- au niveau des extrémités
- au niveau des grandes bômes
- au niveau des petites bômes.

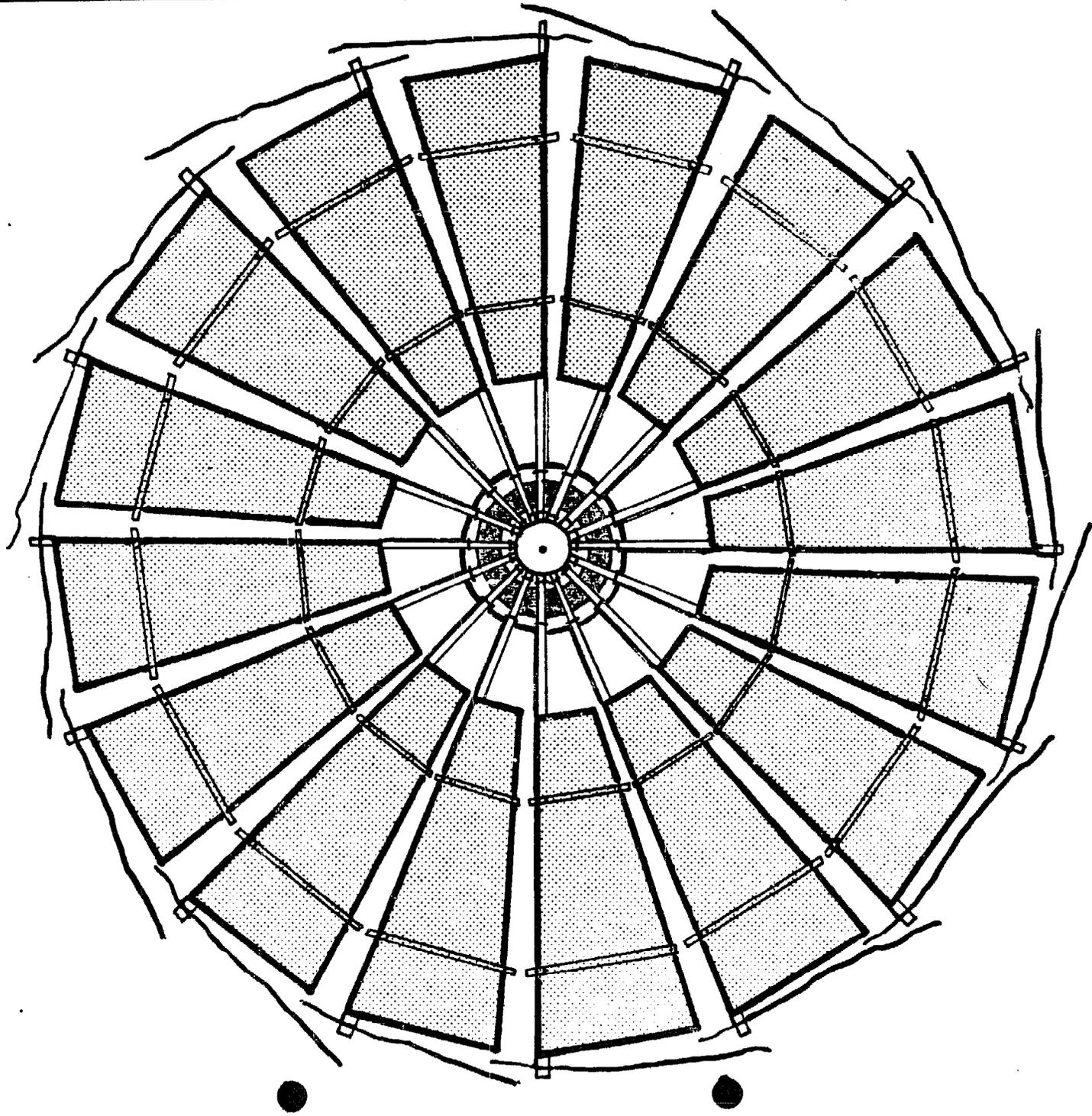
C'est ce que nous allons voir à partir du dessin n°34

Durant toutes ces manipulations, faites attention de ne pas marcher sur les pales, vous pourriez briser les bambous.

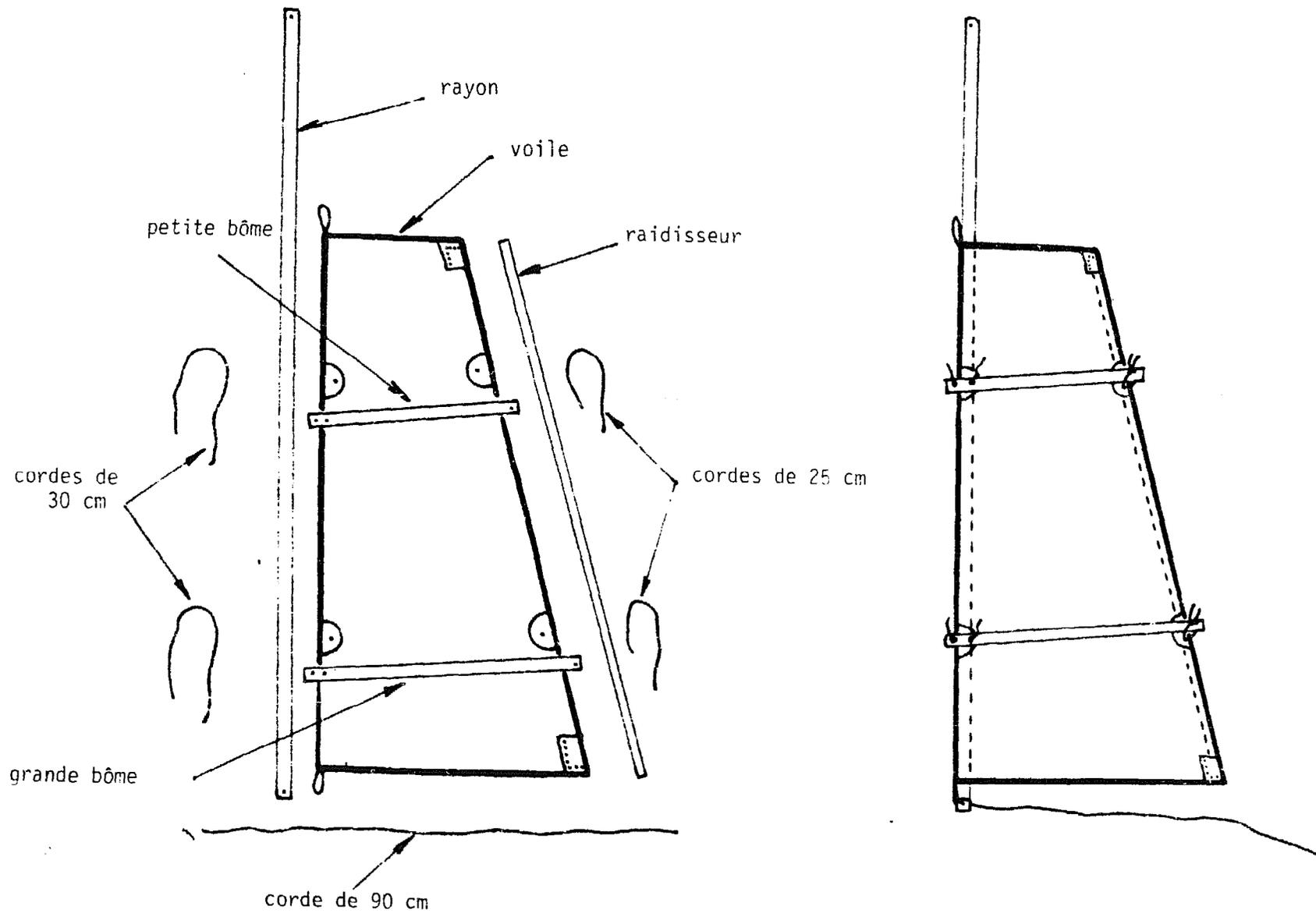
BAMBOO SAILWING WINDMILL

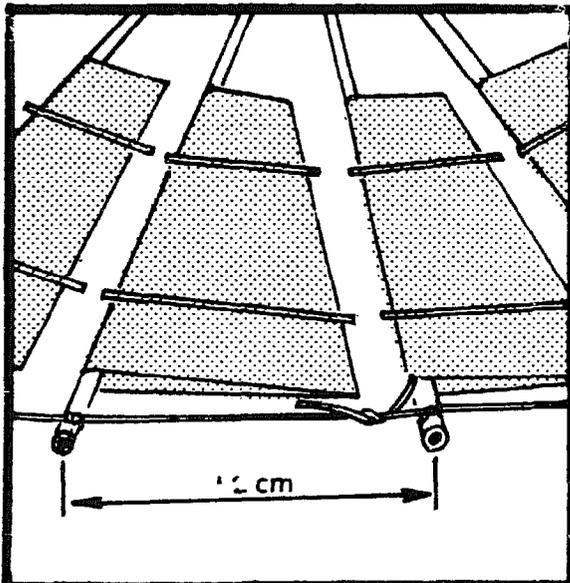
- C-2-7

33

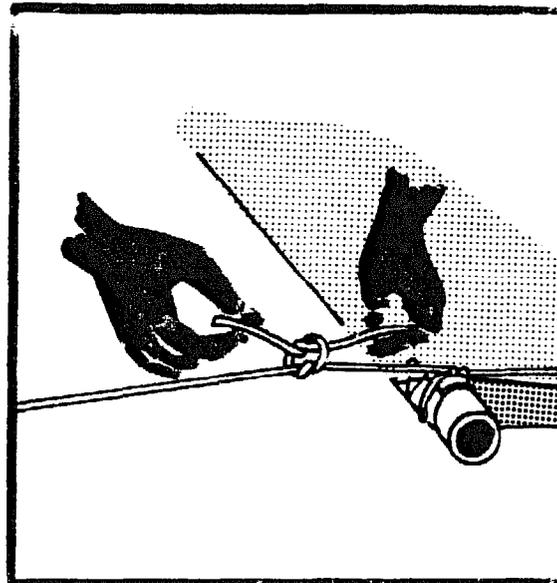


LA PALE
Eclaté de montage



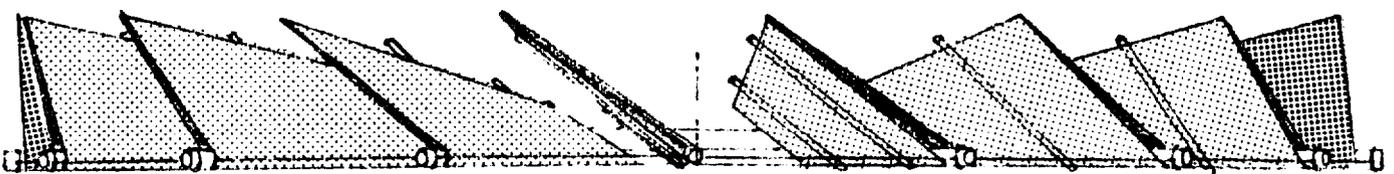
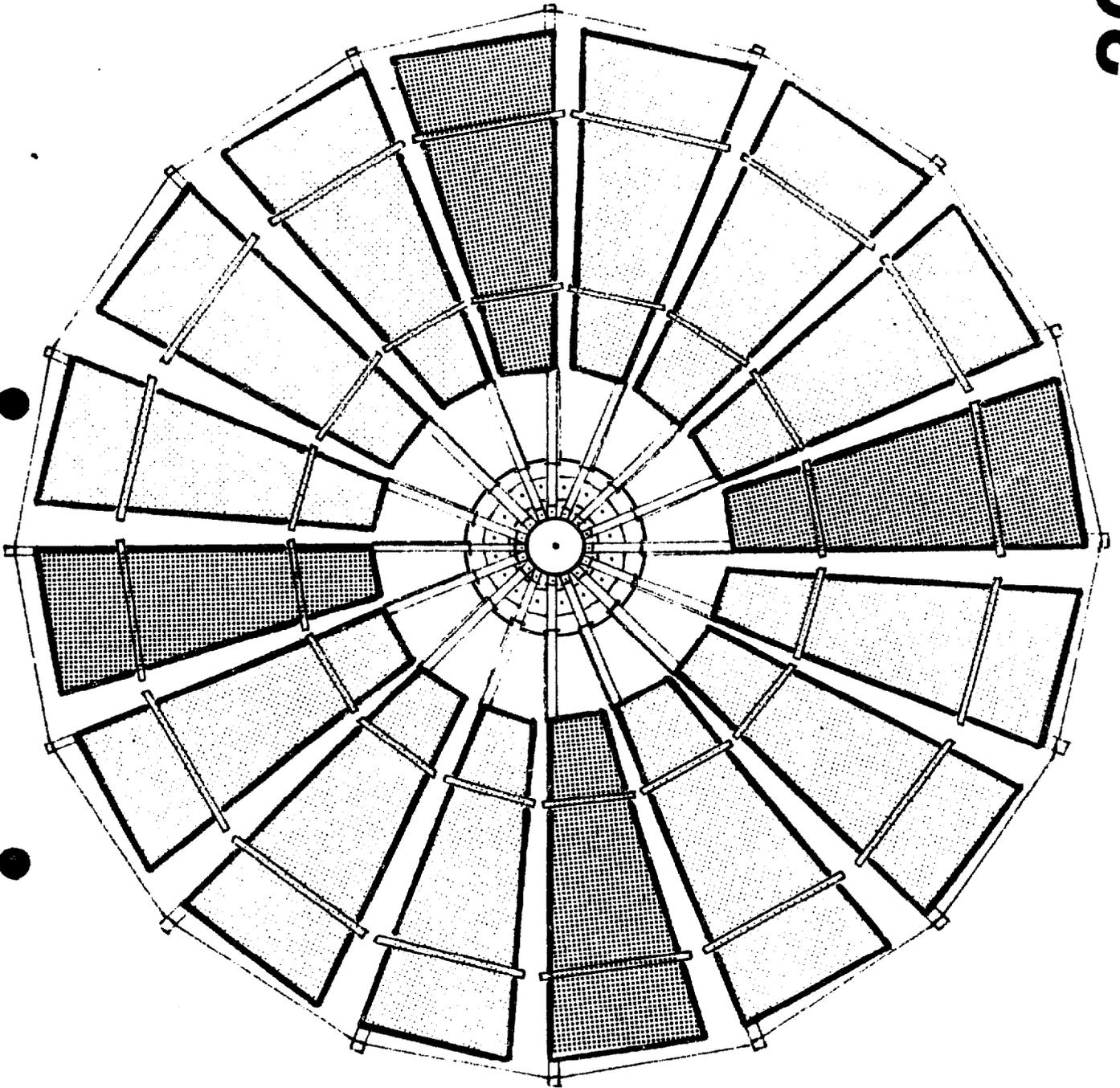


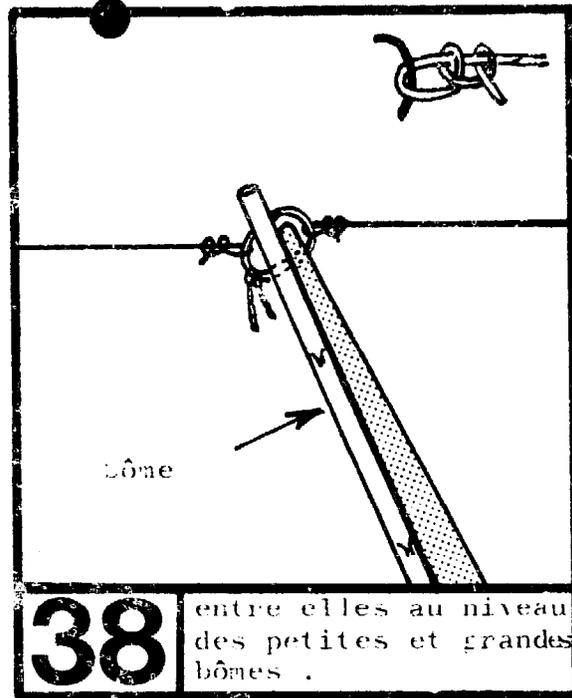
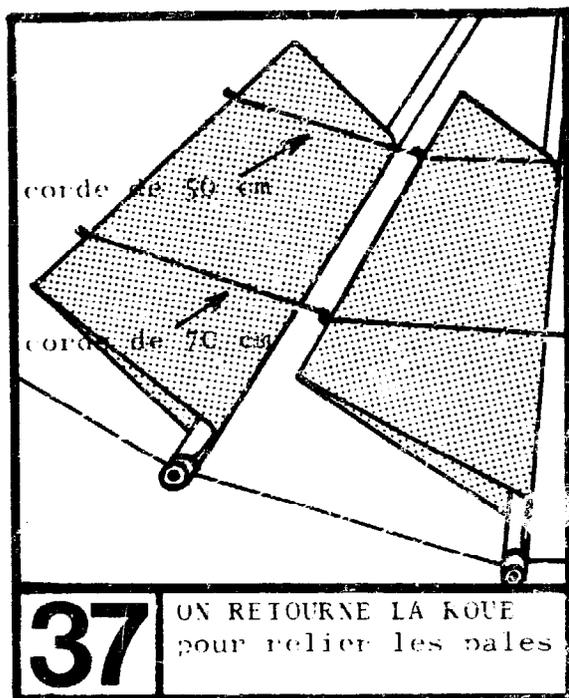
34 Les pales sont reliées entre elles au niveau des rayons.....



35 avec le reste des cordes de 90 cm (cf fig. 17,18,19)

Une fois toutes ces liaisons effectuées, la roue se présente comme sur le dessin n° 36.





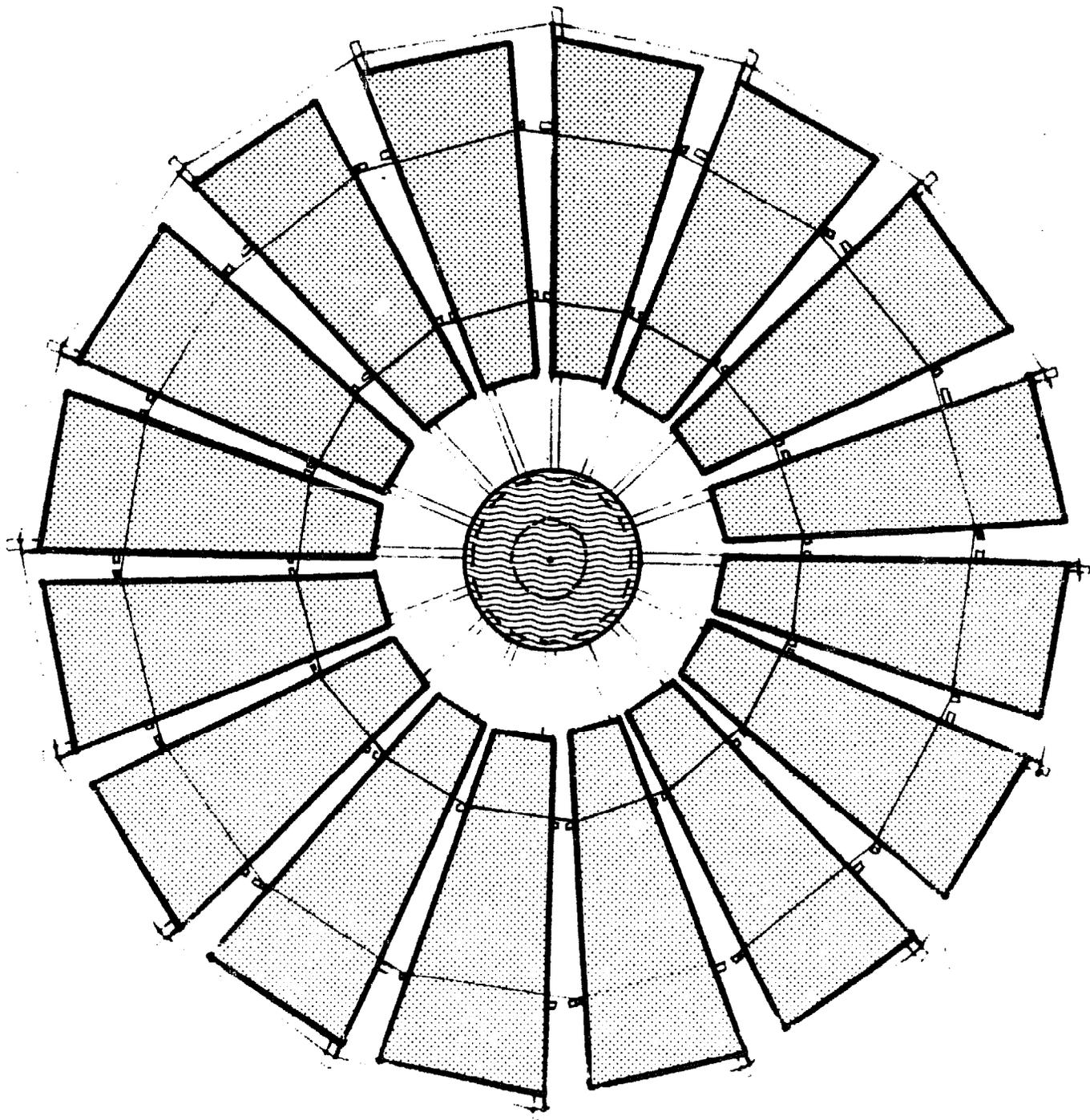
Ces liaisons vont permettre une rotation homogène et simultanée des pales suivant la force du vent .

Pour effectuer ce travail il est plus commode de mettre la roue à bonne hauteur , sur une table par exemple .

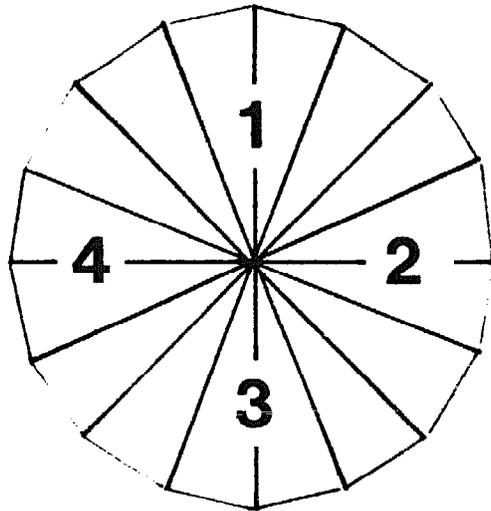
Ces liaisons sont effectuées avec

- les cordes de 50 cm pour la liaison entre petites bômes
- les cordes de 70 cm pour la liaison entre grandes bômes

On relie avec ces cordes, deux extrémités de bômes entre elles; les extrémités en question étant celles situées près du bord de fuite de la pale .

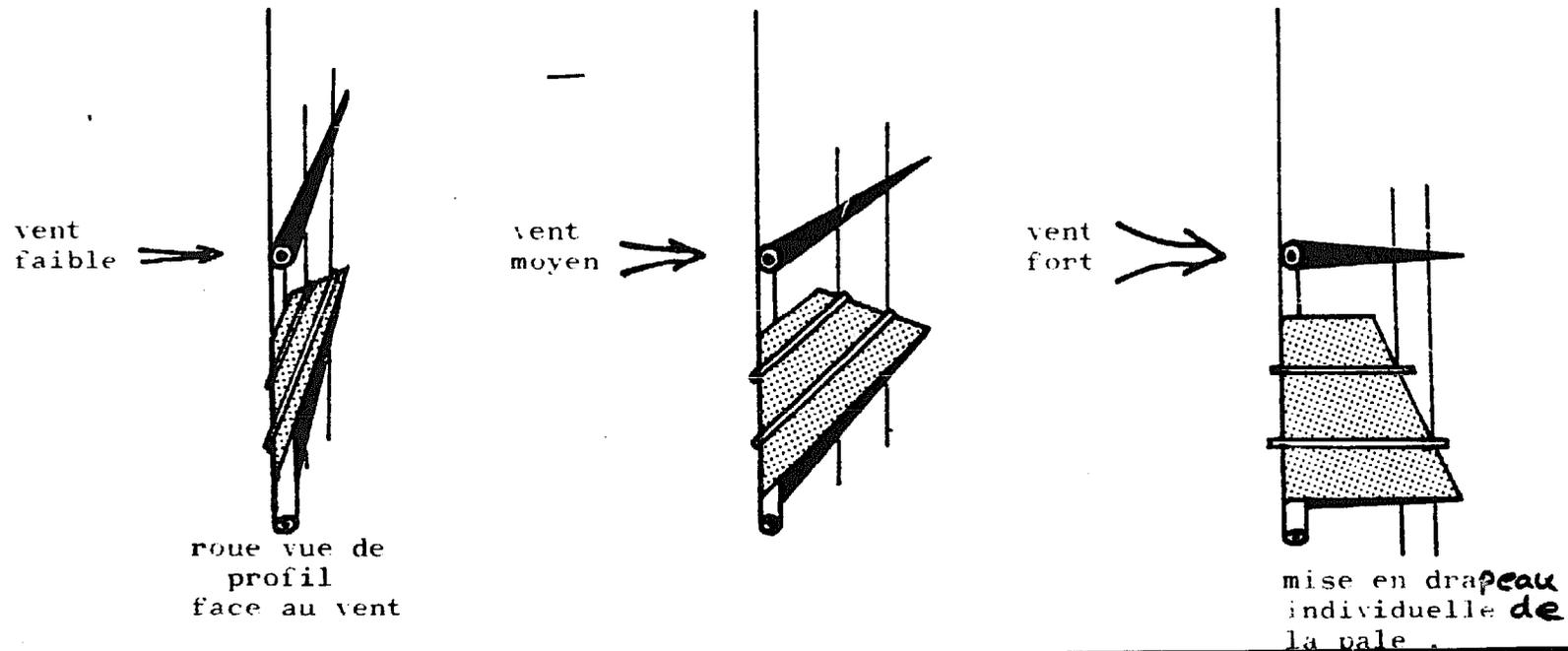


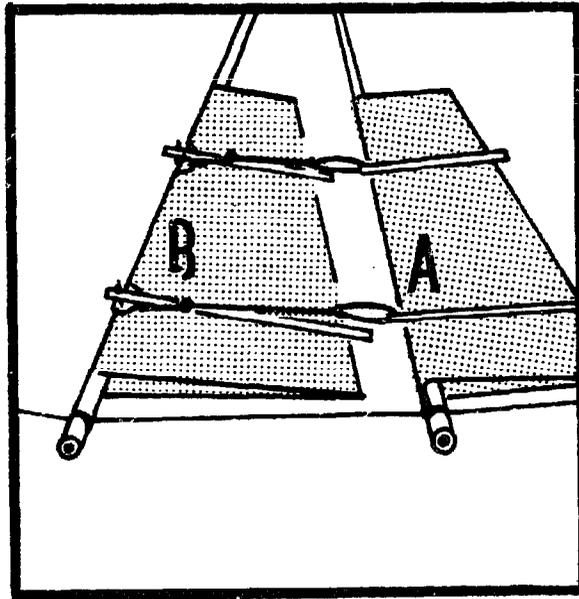
On retourne à nouveau la roue et on termine le montage de la roue par la mise en place du système de rappel élastique .



Ce système placé en quatre endroits opposés de la roue, permet de faire varier l'angle d'attaque des pales en fonction de la force du vent .

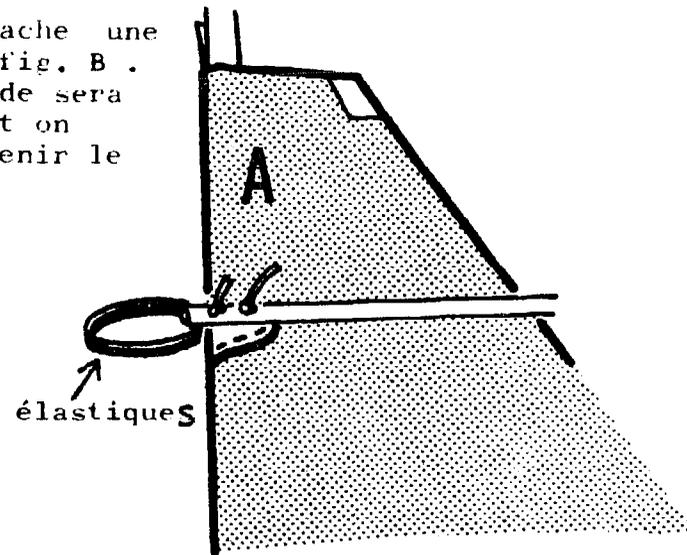
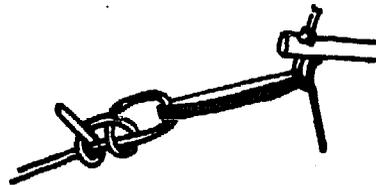
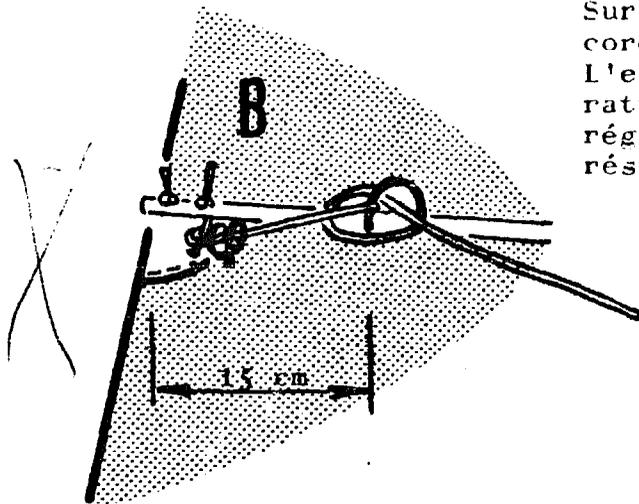
Il assure ainsi leur "mise en drapeau " individuelle lorsque le vent est fort .

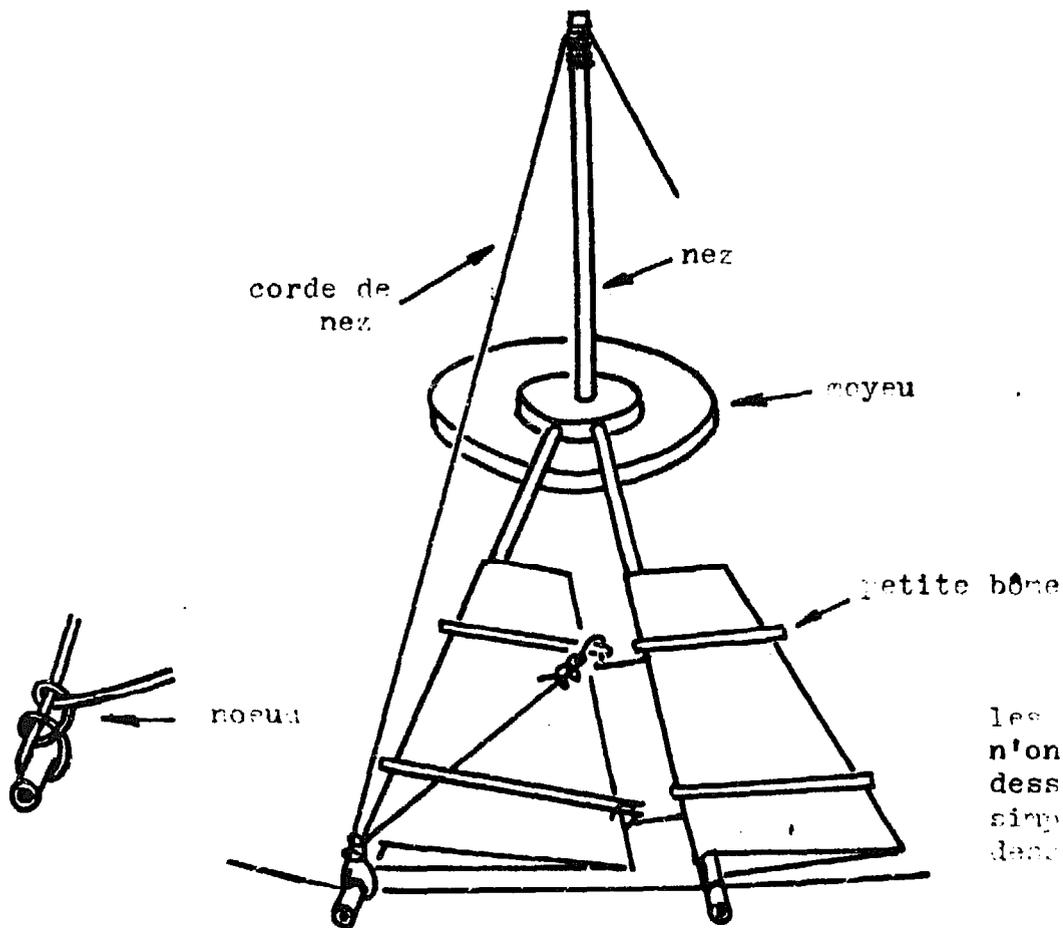




Les éléments élastiques (découpés dans une chambre à air) vont être glissés entre le rayon et la corde qui attache le bôme, comme indiqué fig. A.

Sur la pale qui suit on attache une corde comme indiqué sur la fig. B. L'extrémité libre de la corde sera rattachée à l'élastique dont on réglera la tension pour obtenir le résultat désiré.





les autres pales n'ont pas été dessinées pour simplifier le dessin.

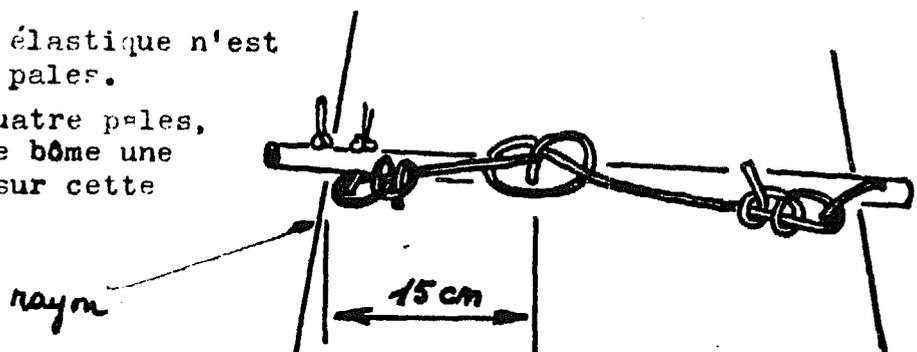
Le nez est fixé au milieu du moyeu. On attache chacune des cordes du nez à l'extrémité d'un rayon (voir aussi fiche de réglage de la roue).

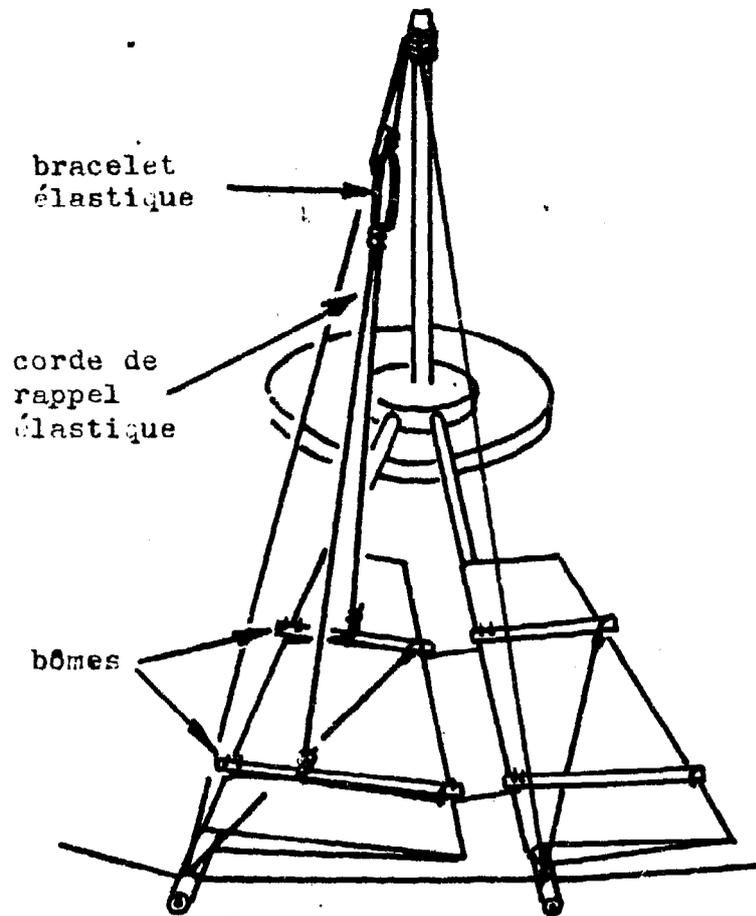
On attache le reste de corde de nez disponible à la petite bôme pour la soutenir et la ramener vers l'extérieur.

On fait de même pour les 16 pales.

Le système de rappel élastique n'est placé que sur quatre pales.

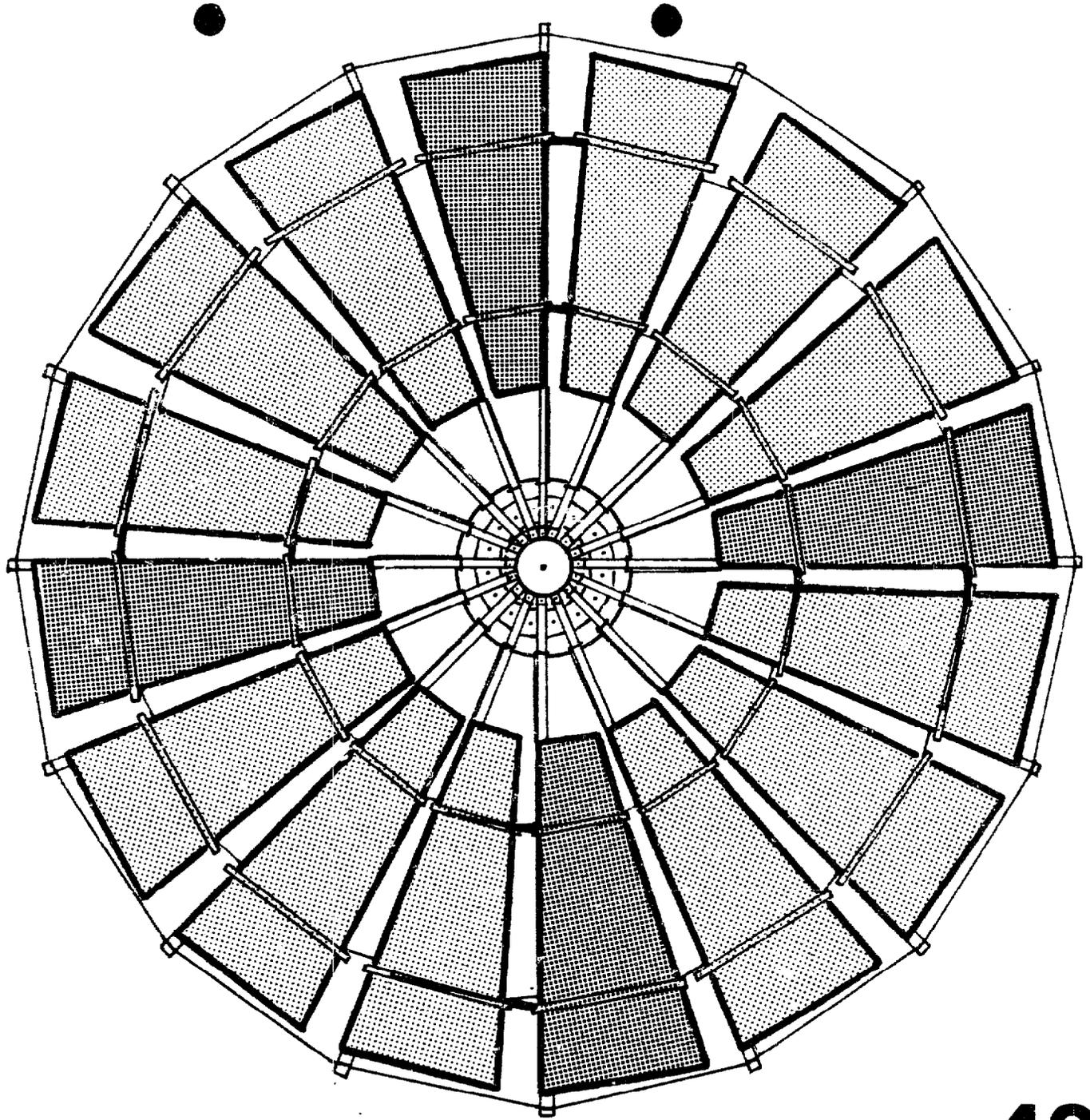
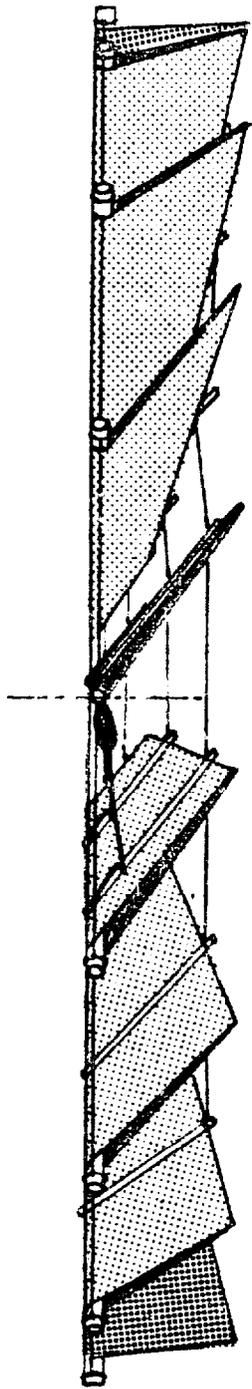
Sur chacune de ces quatre pales, on attache sur chaque bôme une corde comme indiqué sur cette figure.





Les bracelets élastiques (découpés dans une chambre à air) sont attachés au nez en quatre endroits opposés.

Une corde de rappel va relier chaque bracelet élastique aux cordes attachées le long des bômes des quatre pales receptrices.



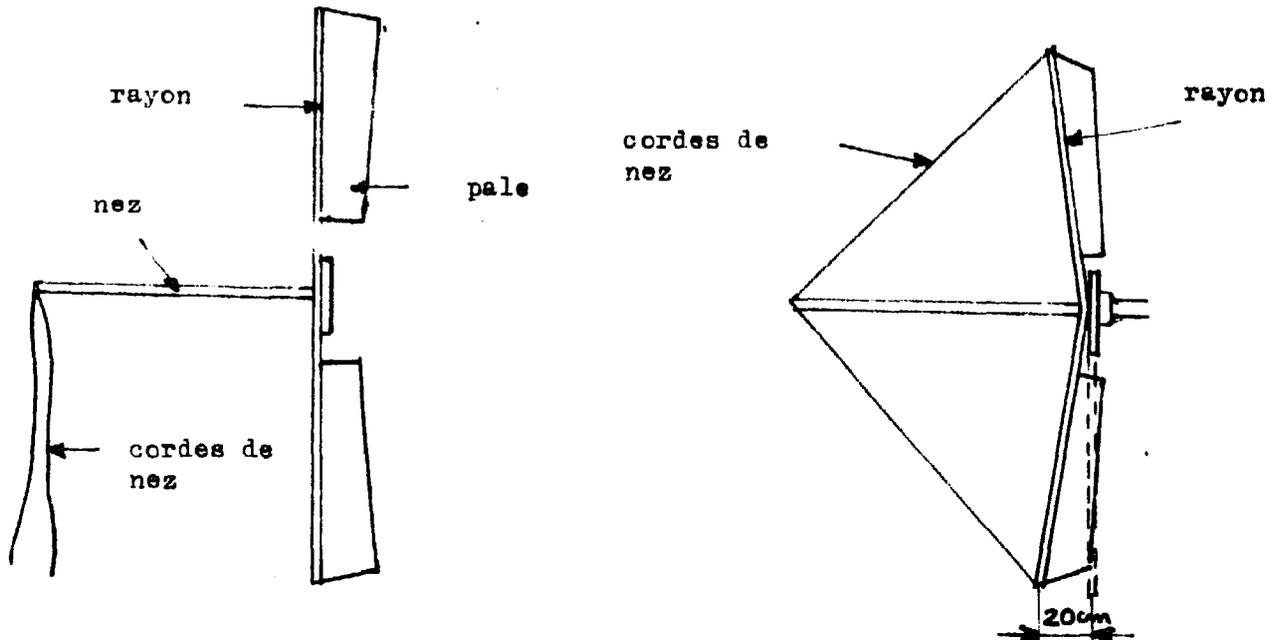
42

- C 4-3

La roue étant la partie motrice de la machine son réglage est particulièrement important . Il s'effectue à deux niveaux :

- au niveau du nez qui permettra l'ouverture de la roue au vent
- au niveau des bômes par le système élastique de rappel des pales .

I- REGLAGE DE L'OUVERTURE DE LA ROUE -



Les cordes reliant l'extrémité du " nez " (bambou prolongeant l'axe de la roue) et l'extrémité de chacun des rayons doivent être suffisamment tendues pour tirer chaque extrémité de rayon de 20 cm environ , en avant de la position de repos qu'elle aurait en l'absence de traction .

Cette mise en forme de la roue est indispensable pour que les deux cercles de cordes assurant la liaison entre pales au niveau des petites et des grandes bômes demeurent tendues quel que soit l'angle d'ouverture des pales et quel que soit la force du vent .

II- REGLAGE DU SYSTEME DE RAPPEL DES PALES

Le système de rappel élastique des pales doit être convenablement réglé. Quand le vent est faible les pales s'ouvrent à peine . Quand le vent est moyen les pales s'entr'ouvrent . Quand le vent est fort les pales doivent s'ouvrir tout à fait . Le vent soufflant sur les pales , les élastiques se tendent au maximum les pales sont alors perpendiculaires au plan de la roue . c'est ce que nous appelons la mise en drapeau qui assure la sécurité de la roue-.

On augmentera ou on diminuera le nombre et la tension des élastiques pour obtenir le résultat désiré .

- I -
- C 6-1-1

MONTAGE DU BATI
=====

Le bâti représente la partie rigide de la tête mobile .

Ce dossier comprend :

- un inventaire de toutes les pièces de la pompe éolienne ,
- un éclaté de la partie mécanique F 1 ,
- un éclaté du système de transmission F 2 ,
- un éclaté du bâti en bois , F 3 ,
- une vue de l'assemblage des précédentes parties F 4 ,
- une vue de la roue , F 5 ,
- une vue de la tête mobile , bois dérive , F 6 ,

I - OUTILLAGE NECESSAIRE

- un mètre , un crayon , une équerre , une règle ,
- une chignole ,
- un foret de 7 mm
- 2 clés plates de 10 ,
- 2 serre-joints de 20 cm ,
- 1 marteau , 10 pointes de 20 mm .

2 - MONTAGE DE LA PARTIE MECANIQUE F I

C'est la partie transformation du mouvement . Conformément aux indications de la vue éclatée de F I , on rassemble toutes les pièces et on réalise ce montage .

3 - MONTAGE DE LA PARTIE TRANSMISSION F 2

Il s'agit de relier la bielle à la tige de commande .

- a) On commence par placer le morceau de pneu (32) entre la cale de bielle (29) et la bielle (26) son milieu , préalablement amcindri, se situe au ras de l'extrémité de la bielle ;

On perce de part en part cale , caoutchouc et bielle et on fixe par le boulon (35) ;

.../...

- b) Le haut du morceau de pneu est pris en sandwich par les deux cales tige (27) ; percer et boulonner ;
- c) A 35 cm , minimum , de l'extrémité de la tige de commande , on perce un trou de 7 mm ; celui-ci permettra le passage d'un boulon fixant les 2 cales tiges à la tige de commande ;
- d) Une fois ce premier boulon en place on perce un second trou sous le premier et on fixe par un autre boulon (34) .

4 - LE BATI F 3

Le dessin représente toutes les pièces en bois ainsi que les boulons qui assurent l'assemblage rigide entre la partie transformation du mouvement et la partie transmission .

5 - MONTAGE DU BATI F 4

- a) On relie la bielle à la manivelle avec les 2 boulons (33) .
On cloue la cale de materau au bas du materau ;
- b) La tige de commande est placée à l'équerre de l'axe de la roue ; les deux équerres sont placées comme sur le dessin de part et d'autre de la mécanique ; les deux cales de tube sont maintenues plaquées au tube avec les serre-joints . On peut boulonner avec les 3 boulons (36) ;
- c) Seul le tube support de \varnothing 42 dépasse légèrement à la partie inférieure ;
Les équerres sont alors rendues solidaires du materau et de la cale de tube (24) grâce aux quatre boulons (36) ;
- d) Les deux traverses (30) relient enfin le haut du materau au nez de l'équerre ;
- e) La bielle en position haute , on fixe la cale de centrage (28) au materau avec marteau et pointes .

6 - MONTAGE DE LA TETE MOBILE SUR LE PYLONE

La figure 5 donne la légende des termes employés pour la roue ; rayons , raidisseurs , bômes . moyeu ...

Sur la figure 6 sont représentées les différentes pièces nécessaires à l'assemblage :

- de la roue au bâti
- de la tête mobile au pylône .



INVENTAIRE POMPE EOLIENNE

1- TOILES/

16 pales 1F5

1 dérives

2- BAMBOUS:

16 rayons de 143cm 2 5

16 bômes de 33 cm 3 5

16 bômes de 45 cm 4 5

16 raidisseurs de 100 cm 5 5

1 nez 5b 6

3- CORDES:

32 rayon-moyeu de 30 cm 6 5

16 pale moyeu de 40 cm 7 5

32 bôme raidisseur de 25 cm 8 5

32 bôme rayon de 30 cm 9 5

16 liaison entre rayons niveau petites bômes de 50 cm 10 5

16 " " " " " " " " 70 cm 11 5

16 liaison extrémité de rayons de 90 cm 12 5

4 liaison du système de rappel au niveau des petites bômes de 60 cm

4 " " " " " " " " grandes " " 70 cm

8 liaison rayon nez de 440 cm 15 6

100 metres de corde pour dérives et rechange

4- TUBES EN FER:

1 tige de commande D=21mm , L=213cm 16 2

1 tube pivot D=34 mm , L=100 cm 17 6

1 tube guide tige D=34 mm, L=8cm 18 2

1 tube support tête D=42mm, L=40 cm 19 3

5- BOIS:

1 moyeu 20 5

16 cales de rayon 21 5

1 matereau 4-4 cm , L=150 cm 22 3

2 equerres L=85 cm 23 3

3 cales de tube de 35 cm 24 3

1 cale de matereau ,L=40cm (montée) 25 3

1 bielie de 3-3 cm , L=50 cm 26 2

2 cales tige 27 2

1 cale de centrage L=8 cm (montée) 28 3

.../...

1 cale de bielle 5-5 cm 29F2
 2 traverses L=110 cm 30 3

6- CAOUTCHOUC:

10 de rappel de pales ép. 8 mm 31
 1 de pneu pour la bielle 32 2

7- VISSERIE:

2 de 6-50 (bielle) avec deux écrous et deux rondelles 33 2
 4 de 6-60 (cale tige) " " " " " 34 2
 3 de 6-80 (bielle et traverse) " " " 35 2 & 3
 7 de 6-90 (equerre) " " " 36 3
 1 tige de 6-120(equerre) " " " 37 3
 2 tige filetée D=12 mm,L=100 cm 38
 8 écrous D=12 mm 39
 8 rondelles D=12 mm 40
 1 boulon axe D=14 mm,L=4 cm 41 1
 1 tige filetée Bielle D = 14 mm , L=8 cm 42 1
 1 " " nez , D=14 mm , L=20 cm 43 1
 4 écrous D=14mm 44 1-6
 2 rondelles B=14 mm, bielle 45 1
 20 pointes D=3mm , L=4 cm 46 5
 1 rondelle pivot , en mm, 60-36-4 47 6
 1 collier pour tube D=36 mm 48 6
 1 cuir 15-2 cm 49
 1 collier pour tube D=42mm 50
 1 tige fer D=20 mm , L= 100 cm , filetée et percée 51
 1 écrou de 10 mm 52
 2 rondelles pylône , en mm, 65-36-5 53 6

8- POMPE ET CREPINE:

1 pompe avec crépine 54
 1 tube raccord pour refoulement 55

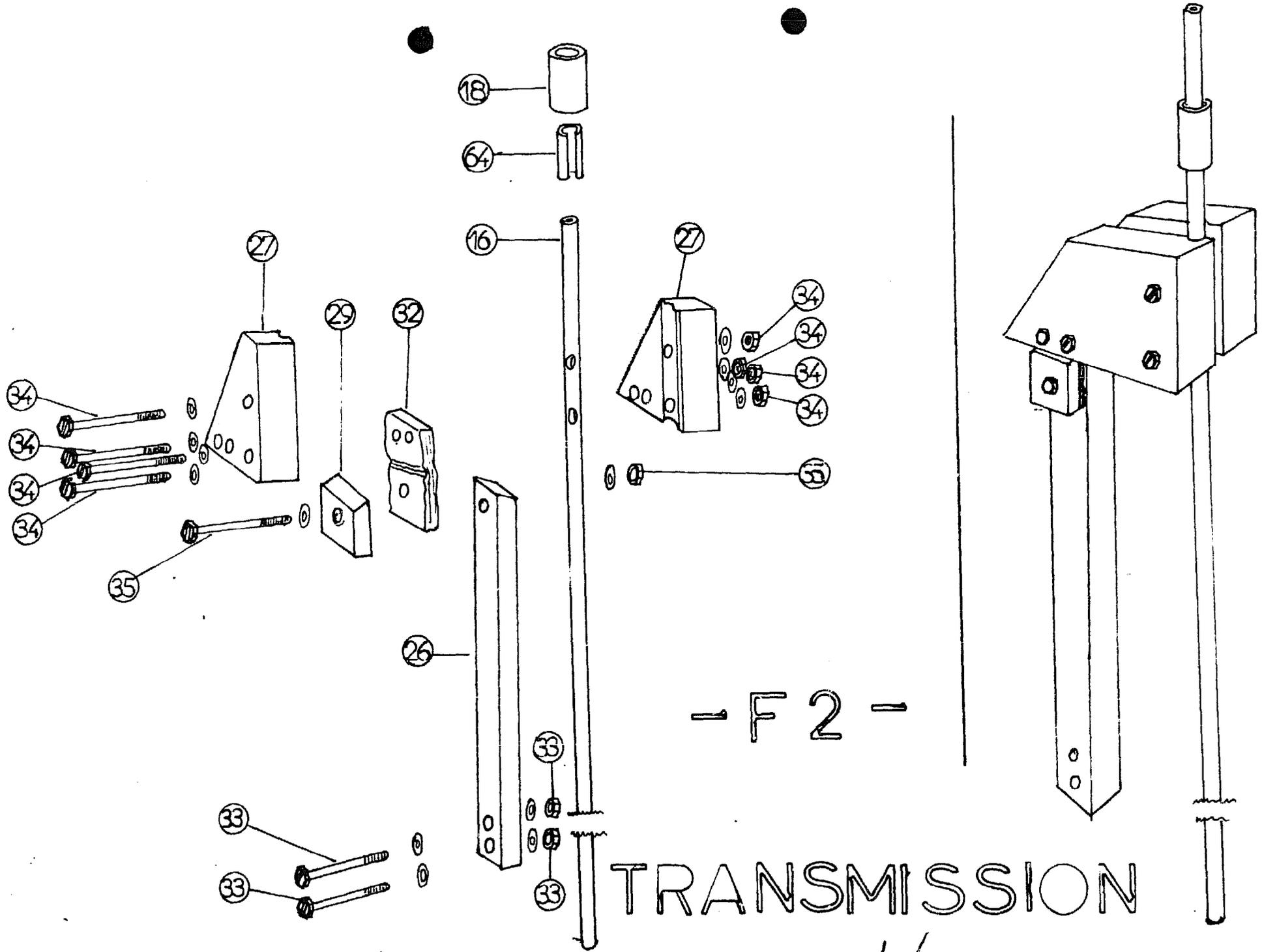
.../...

9- PARTIE MECANIQUE:

I axe	56F1
I tube palier	57 1
I rondelle en mm, 40-20,5-3,7	58 1
I manivelle	59 1
I axe guide bielle	60 1
I tête de bielle	61 1
2 rondelles en mm, 14,5-5,5-100	62 6

10- TEFLON:

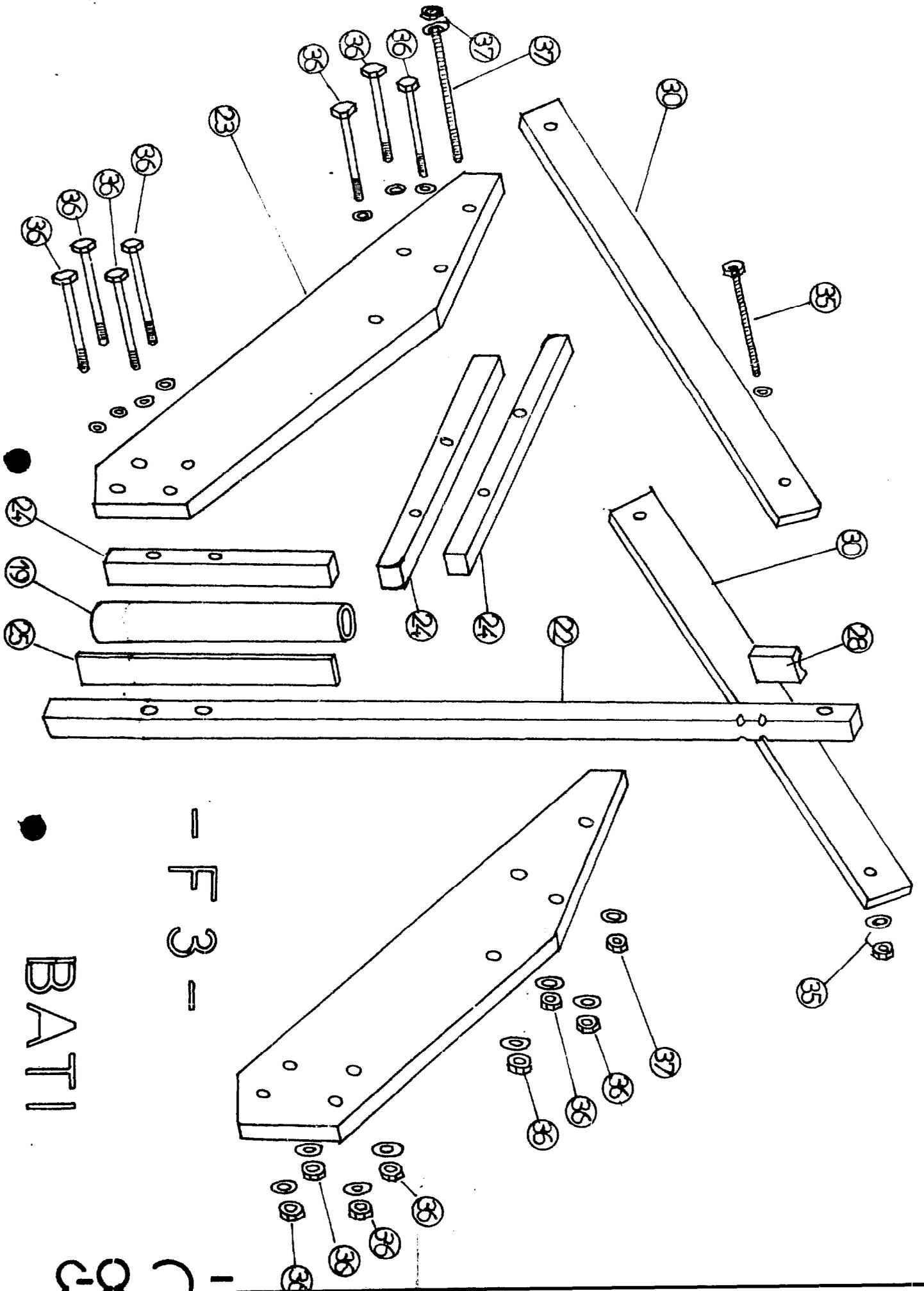
2 rondelles 50-20-2 mm	63 6
I feuille guide tige support 80-88	64 2
I rondelle pivot 50-36-2 mm	65 6
I ruban teflon pour étanchéité	66



- F 2 -

TRANSMISSION

-C 83-2

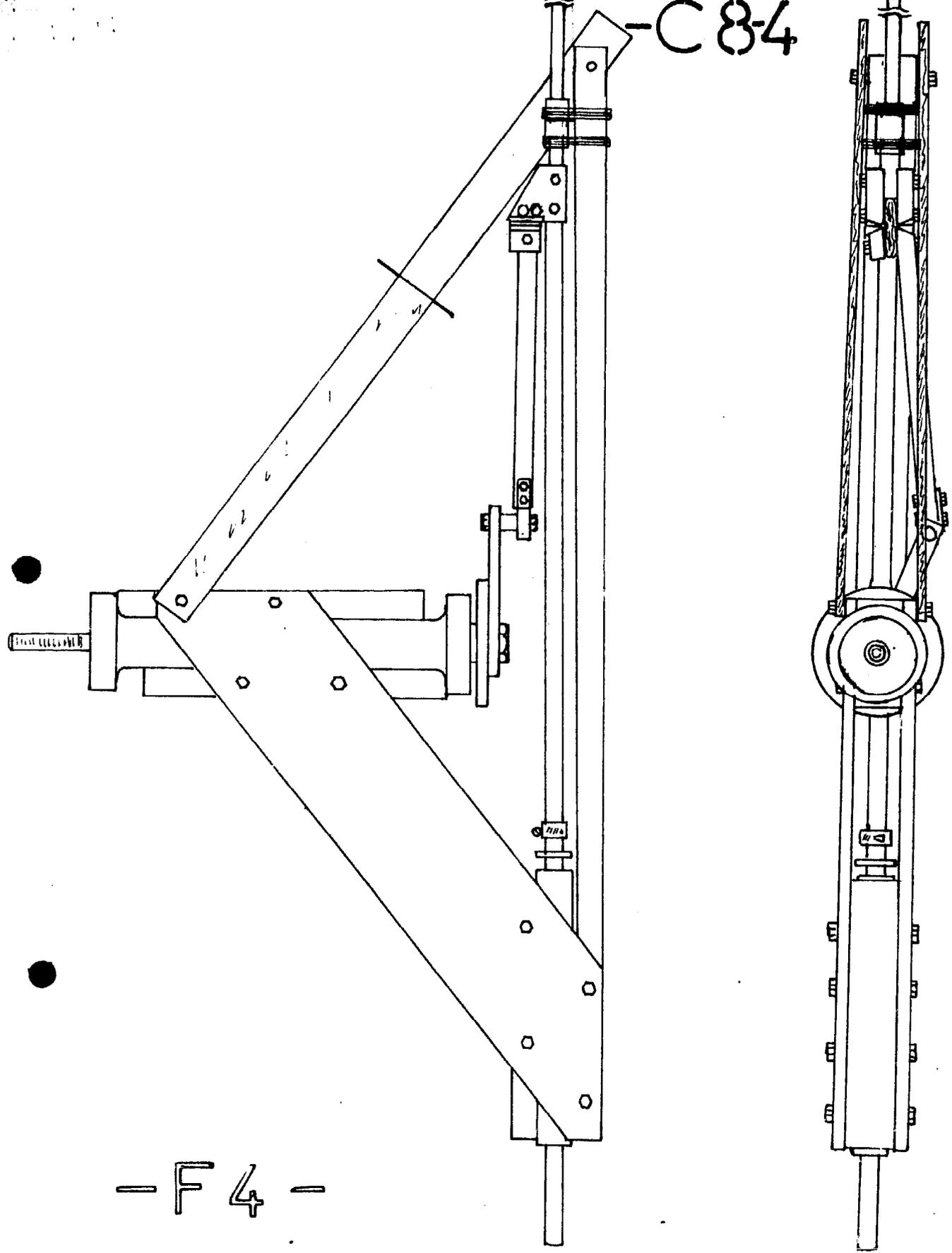


- F 3 -

BATI

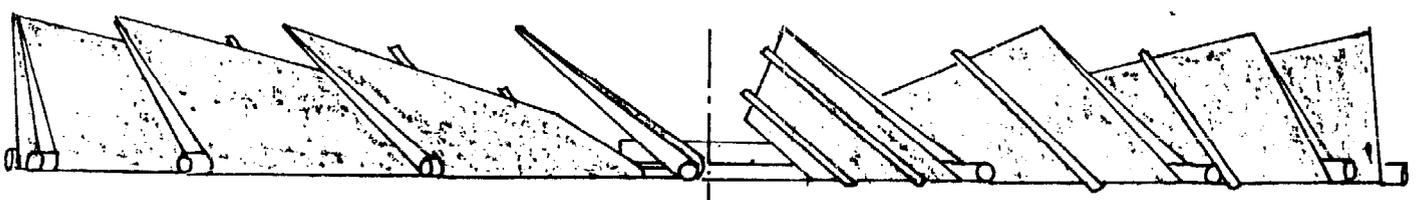
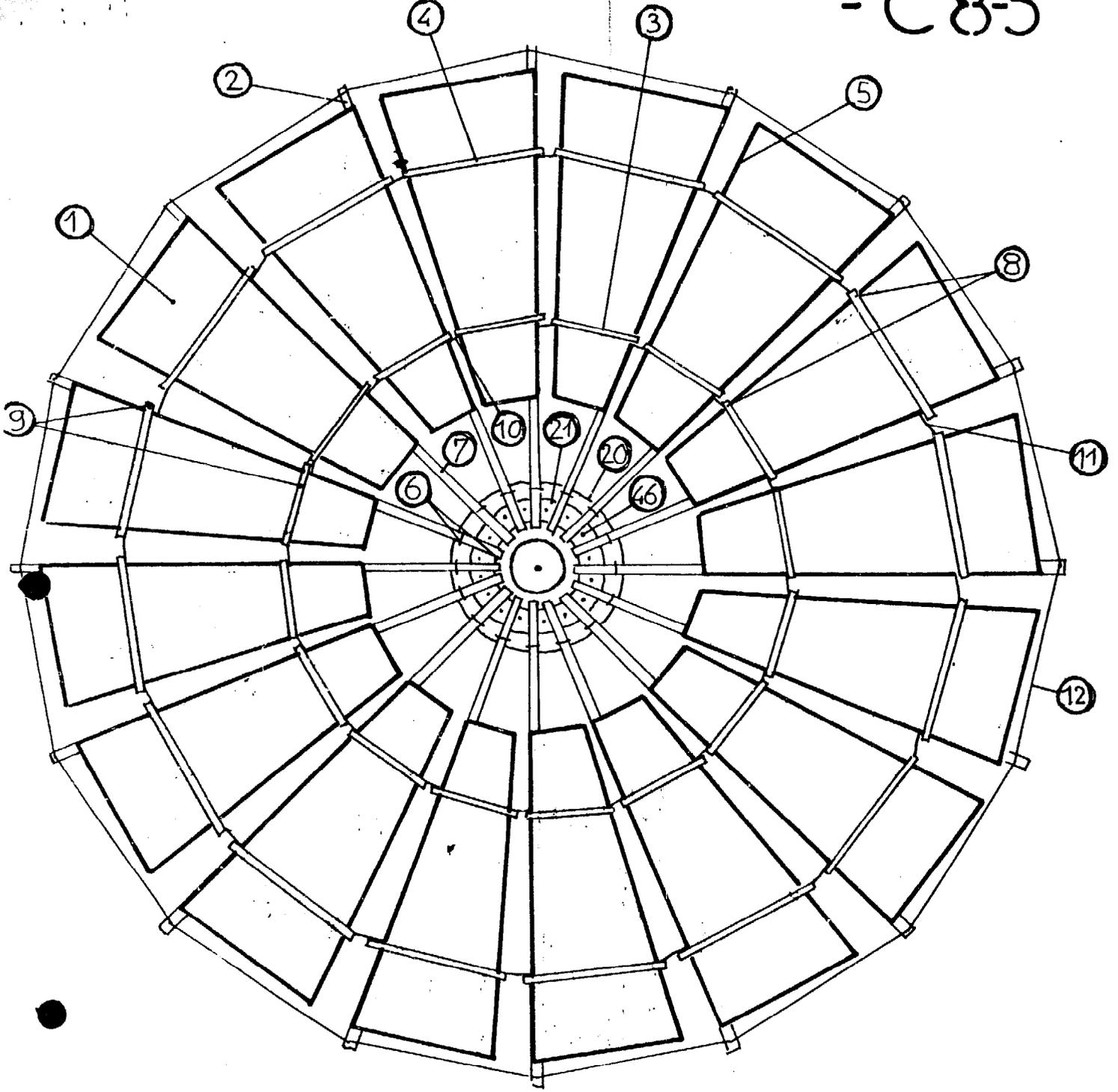
- C 3 -

-C 84



- F 4 -

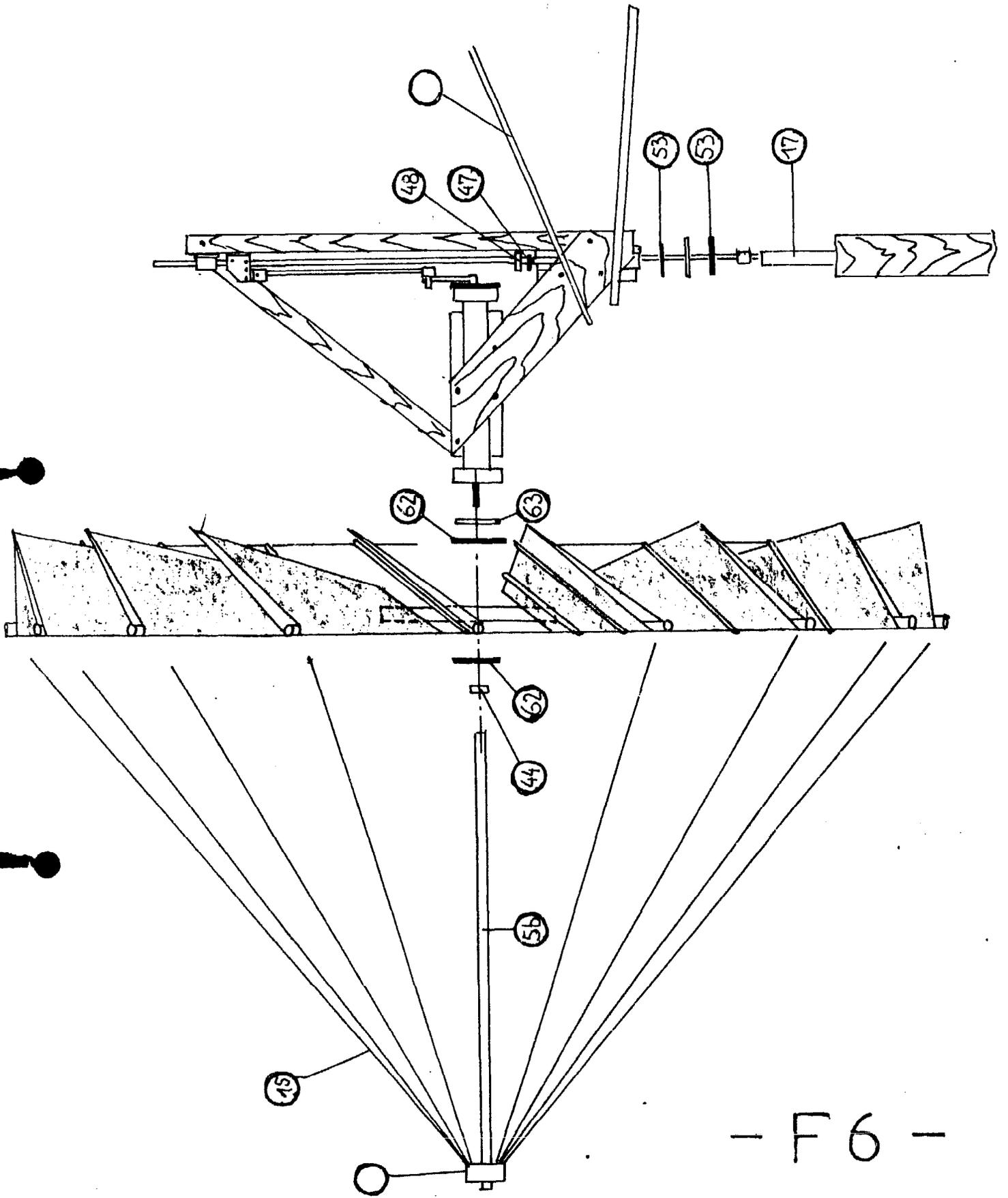
TETE MOBILE



LA ROUE

- F 5 -

- C 8-6



- F 6 -

LA TETE

LE MONTAGE DE LA DERIVE

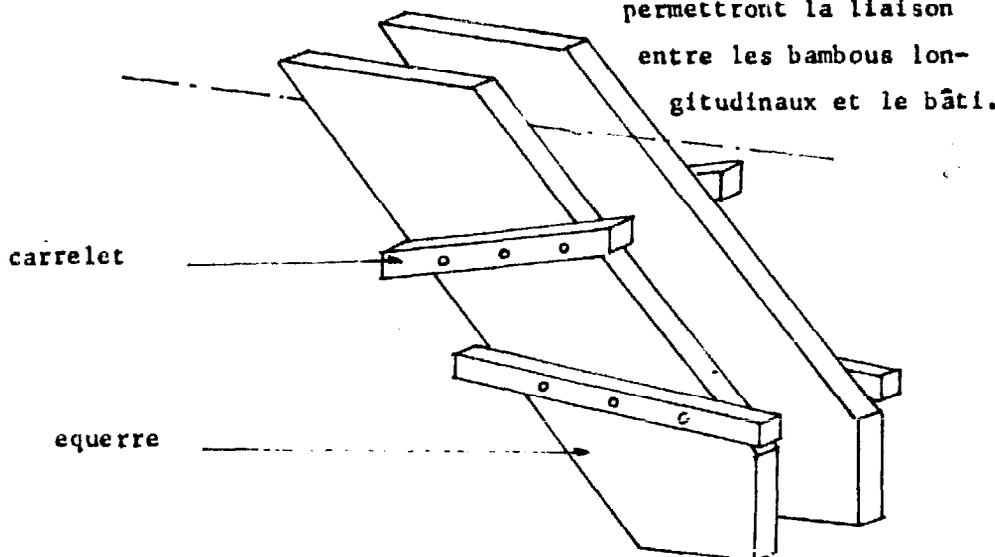
La derive orientée par le vent, permet la rotation de la tête mobile de manière à ce que la roue soit toujours face au vent. Pour la monter il faut:

- 4 carrelets de 4 cm - 40 cm,
- 12 pointes de 6 cm ,
- 2 bambous (longitudinaux) de 4 à 5 metres (le petit diamètre doit être supérieur à 20 mm),
- 2 bambous (verticaux) de 1,5 metres(idem pour diamètre) ,
- la toile d'érive (en nylon renforcé aux quatres coins) ,
- 4 cordes de 2 metres, diamètre 3 mm ,
- 4 cordes de 1 " " "
- 1 corde de 15 " " "
- 2 cordes de 3 " " "

§ Les quatres bambous en question ont été préalablement percés à 4 mm , si possible sur un roeud, à 5 cm de la petite extrémité pour les longitudinaux, à 5 cm des deux extrémités pour les deux verticaux.

1) Fixation des carrelets:

La première opération consiste à fixer avec les pointes , les carrelets sur les deux faces des equerres de la tête mobile. Ils permettront la liaison entre les bambous longitudinaux et le bâti.



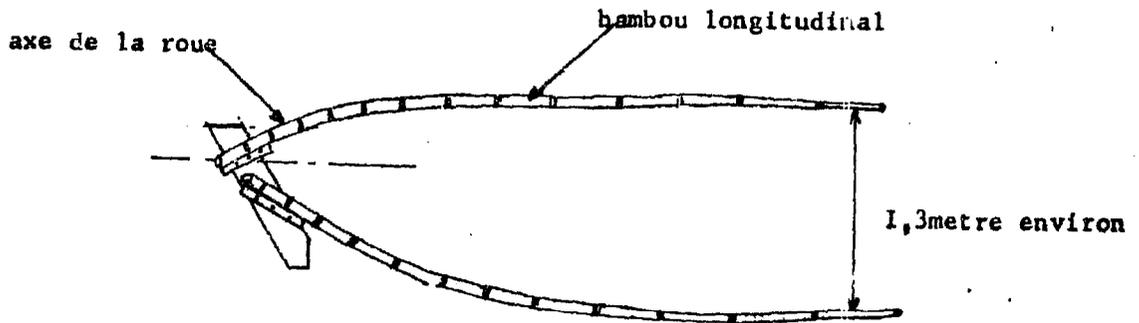
l'acier le contraire

Le carrelet du haut est presque horizontal, celui du bas est plus incliné. Ils dépassent tous de 5 à 10 cm le bord des equerres.

2) Mise en forme des bambous longitudinaux:

Ceux ci sont coudés au feu afin d'obtenir la forme représentée sur le schéma suivant.

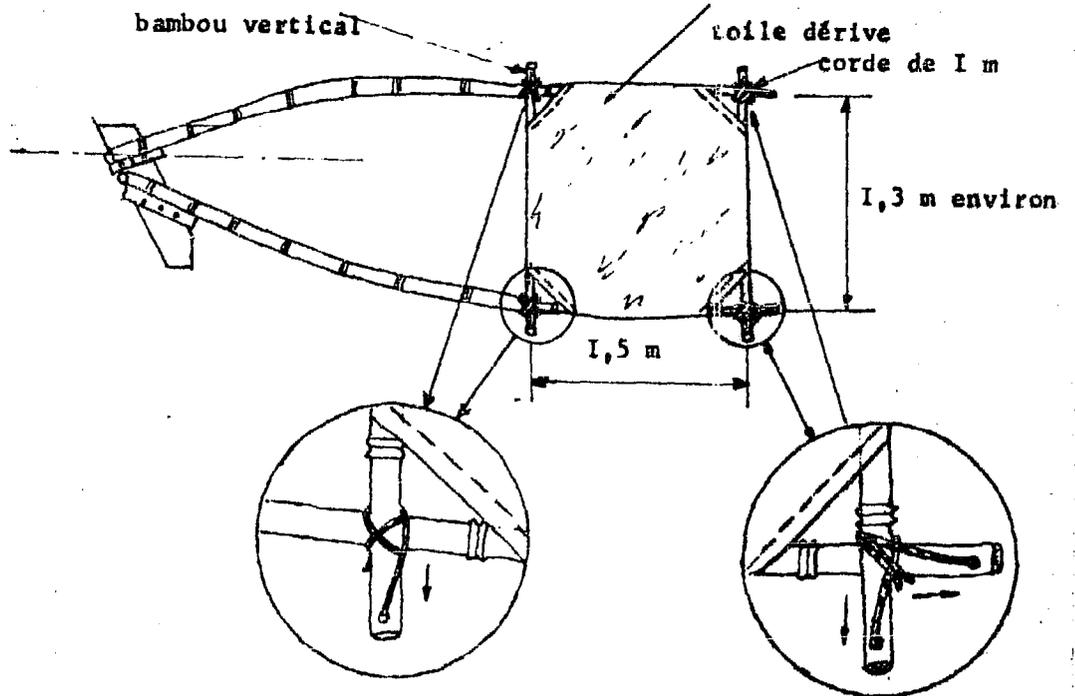
Une fois les gros bouts fixés sur les carrealets, ces bambous sont parallèles au sol. La distance entre eux doit respecter les dimensions de la toile dérive; l'axe de la roue passera environ par le milieu de cette toile.



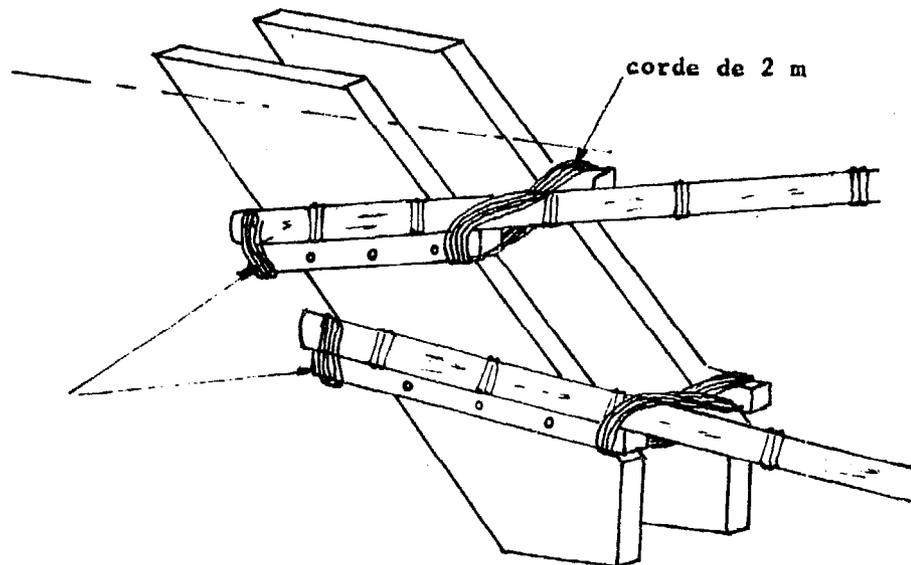
3) Mise en place de la toile dérive:

On enfile les bambous dans la toile comme indiqué dans le dessin ci dessous.

Avec les cordes de 1 metre on maintient la tension verticale de la toile et on l'accroche en même temps à la petite extrémité des bambous longitudinaux, selon les vues de détail ci dessous:



4) Mise en place de la dérive:

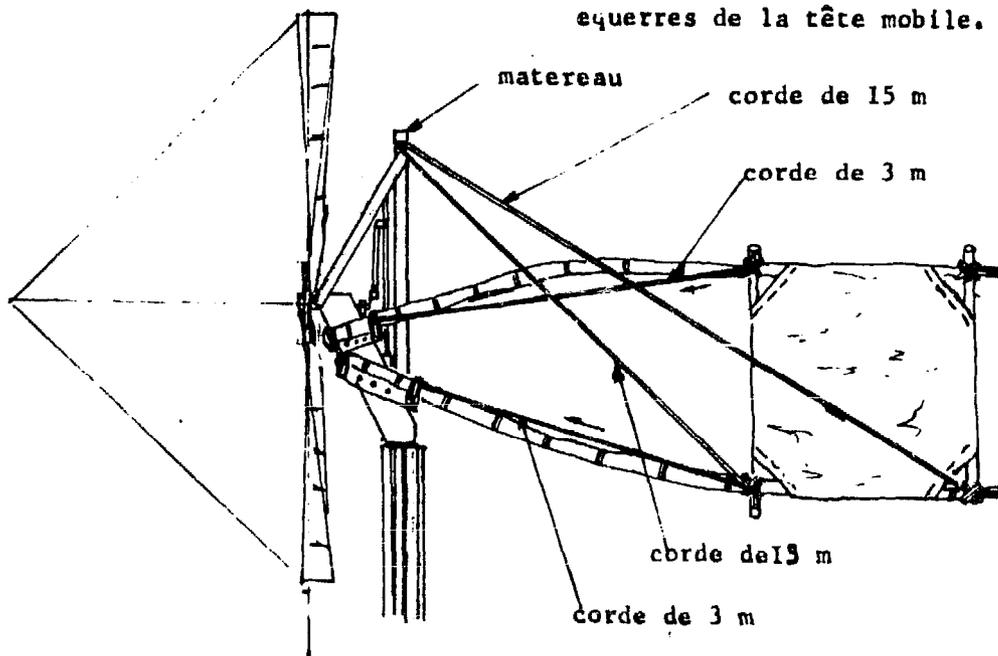


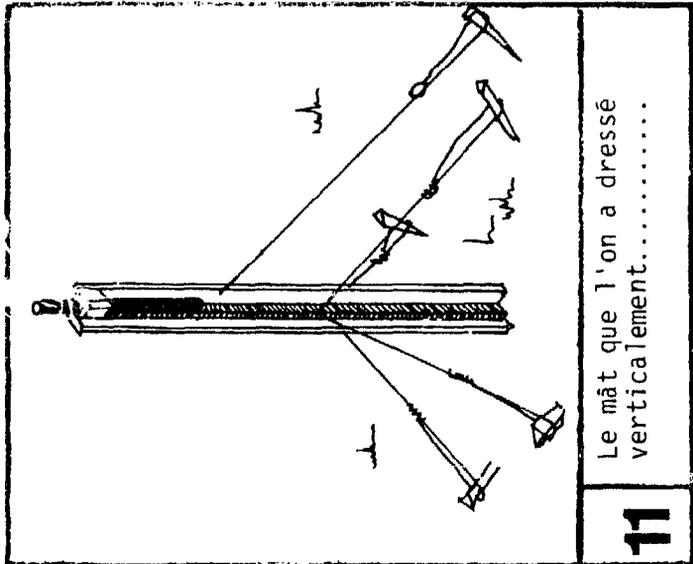
L'ensemble ainsi obtenu est fixé à la tête mobile à l'aide des 4 cordes de 2 m suivant le dessin ci dessus.

5) Soutient de l'ensemble:

On relie l'extrémité inférieure (petit bout) du bambou longitudinal et le point d'attache au bambou vertical (intérieur) au sommet du matereau avec la corde de 15 mètres.

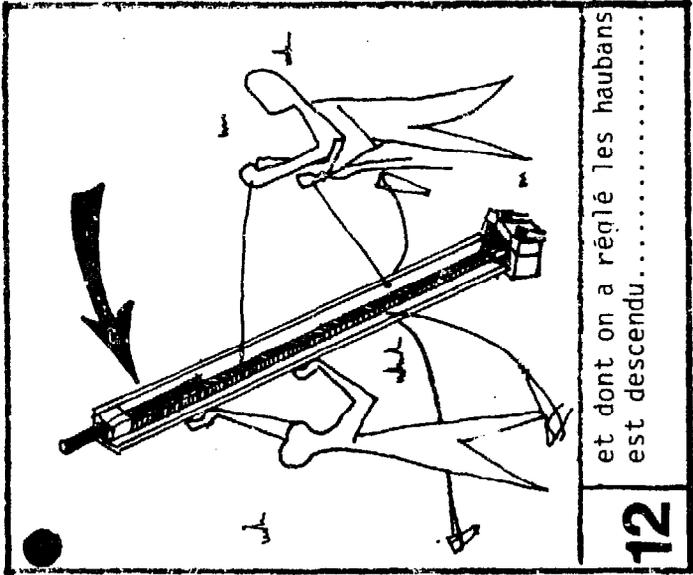
Les 2 cordes de 3 mètres servent à tendre la toile; pour cela il faut relier les extrémités du bambou vertical (intérieur) aux equerres de la tête mobile.





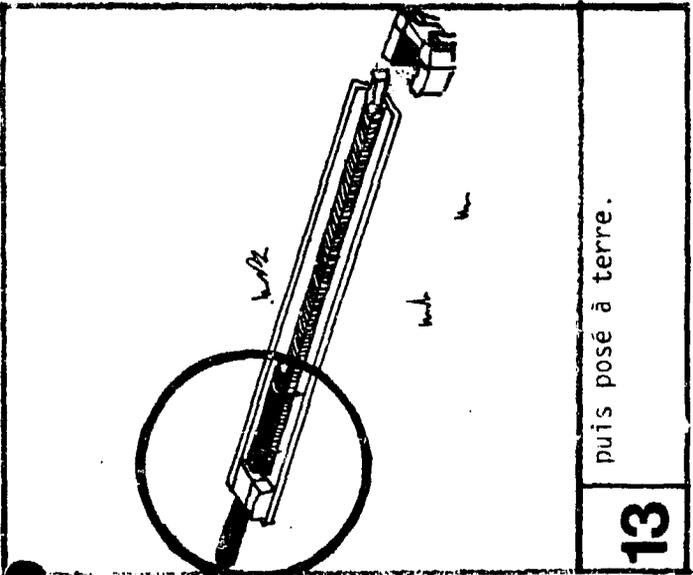
Le mât que l'on a dressé verticalement.....

11



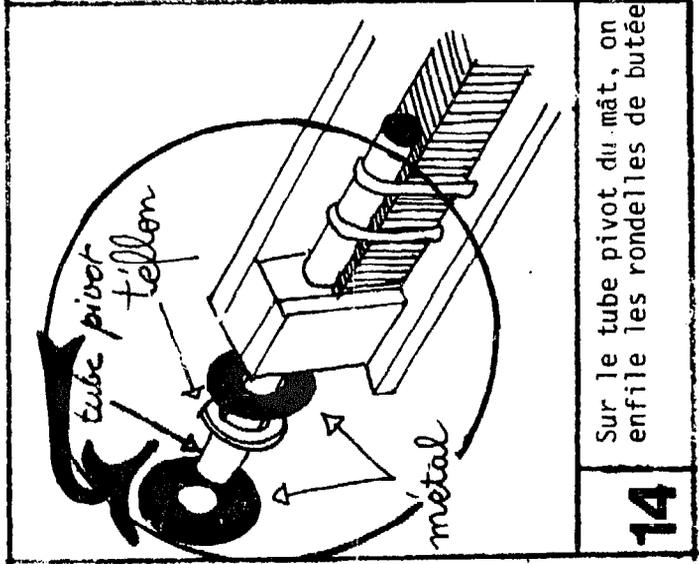
et dont on a réglé les haubans est descendu.....

12



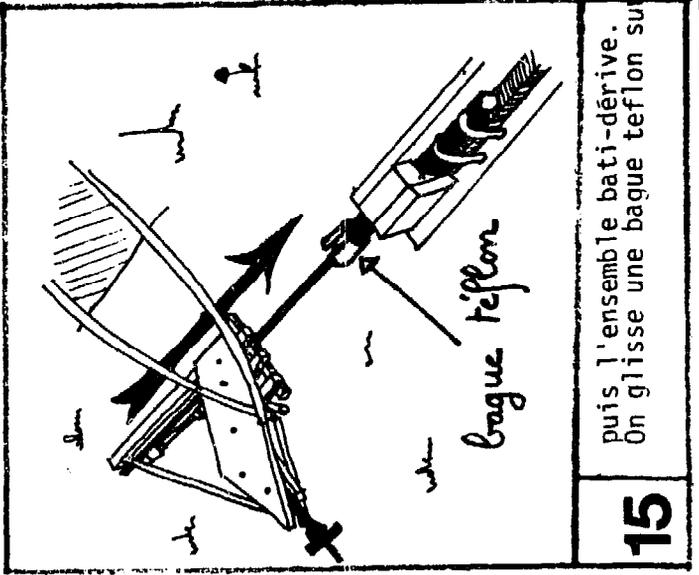
puis posé à terre.

13



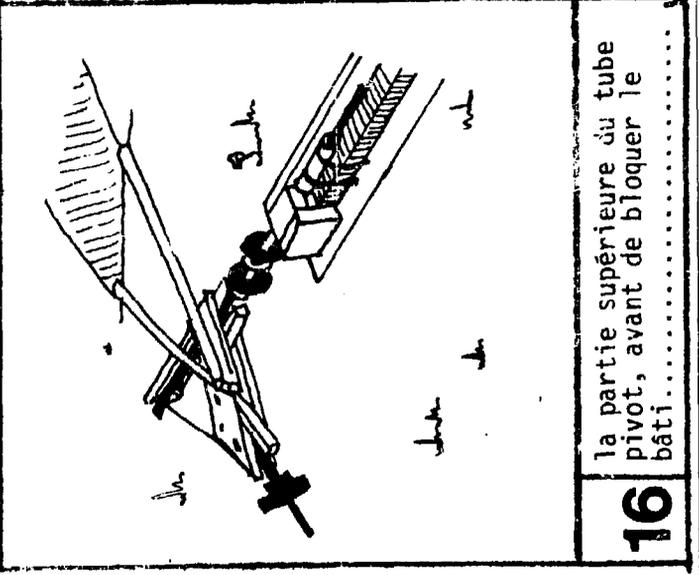
Sur le tube pivot du mât, on enfle les rondelles de butée

14



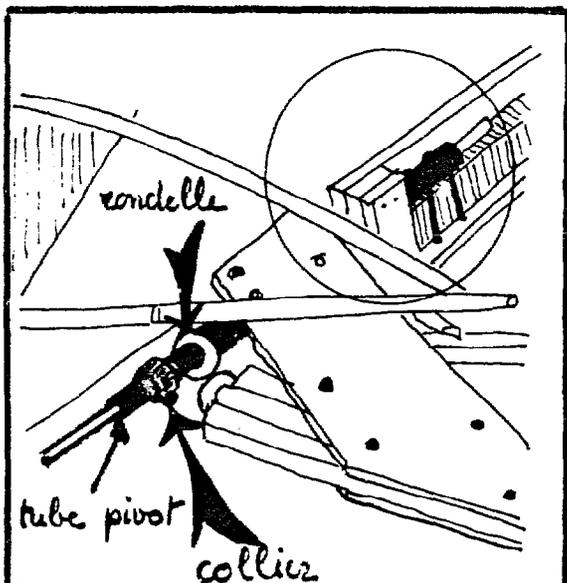
puis l'ensemble bati-dérive. On glisse une bague téflon sur

15

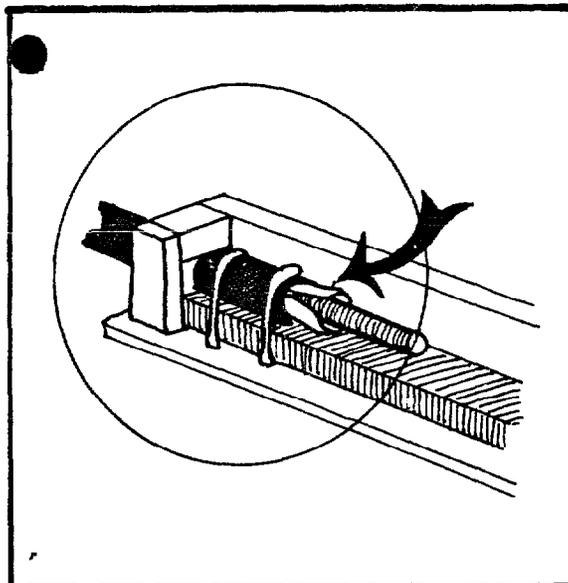


la partie supérieure du tube pivot, avant de bloquer le bati.....

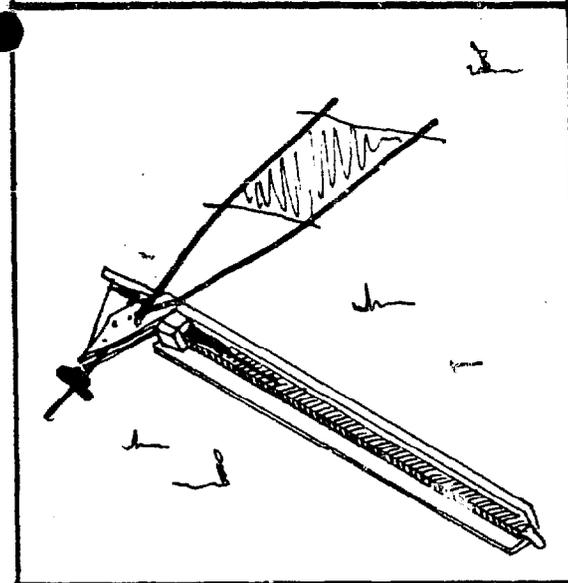
16



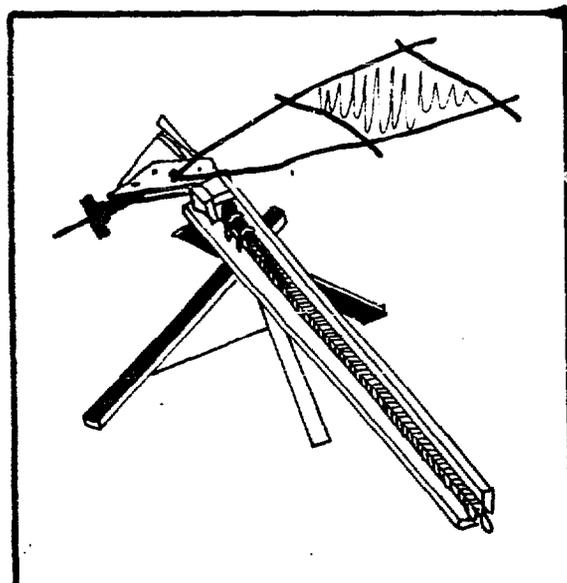
17 avec une rondelle et un collier serré sur un bourrelet de cuir enroulé autour du tube pivot.



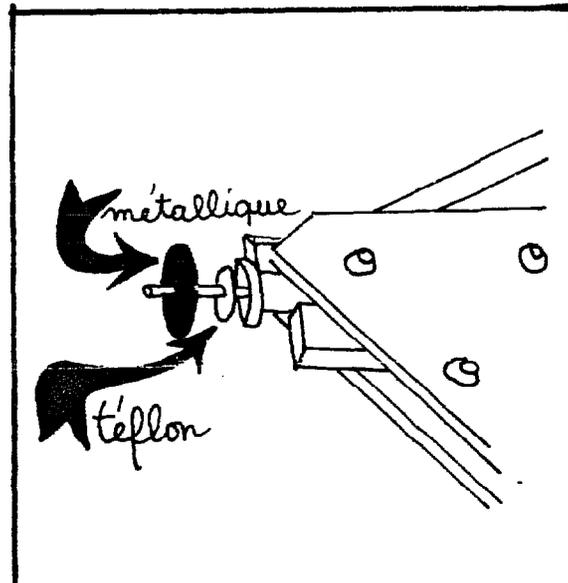
18 On glisse une autre bague Teflon entre le tube pivot et la tige de commande.



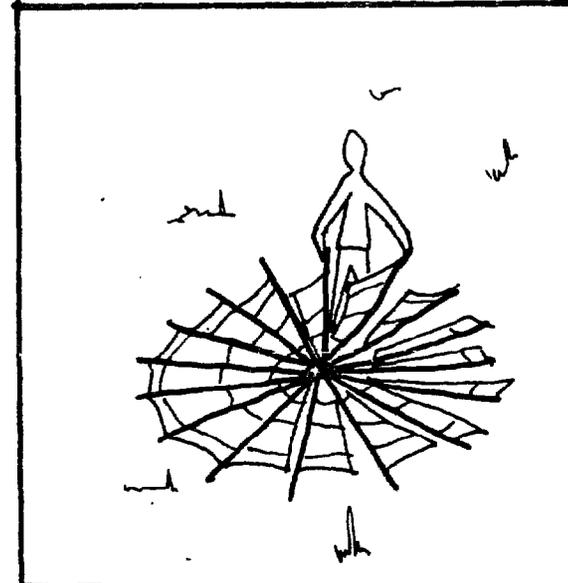
19 Le montage du bâti sur le mat est terminé. Il nous faut maintenant placer la roue.



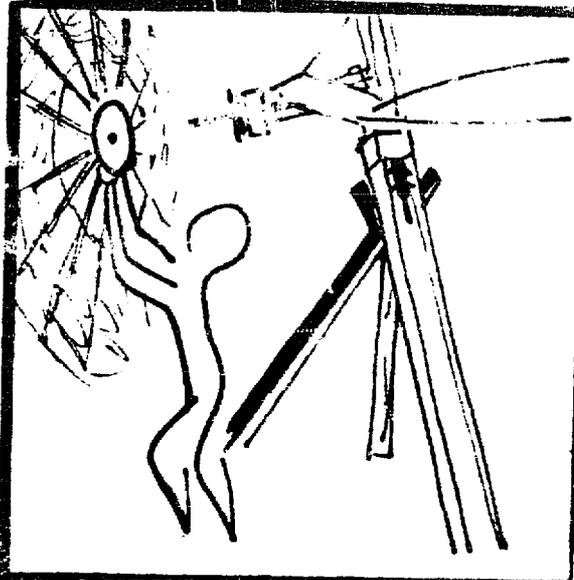
20 Pour cela on soulève l'ensemble sur un trépied



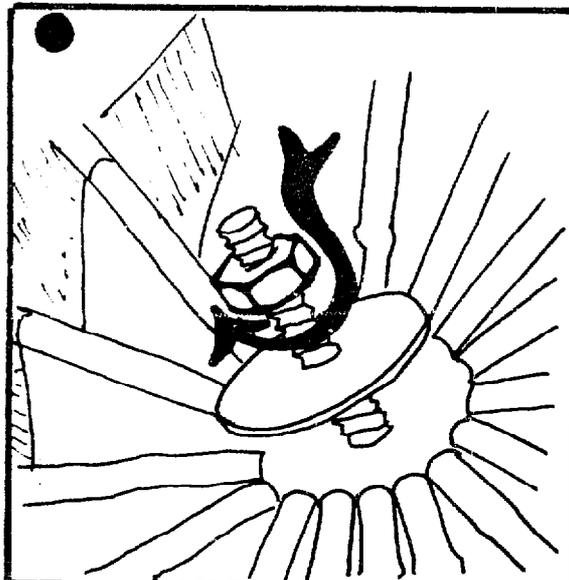
21 On met en place une rondelle Téfalon et une rondelle métal



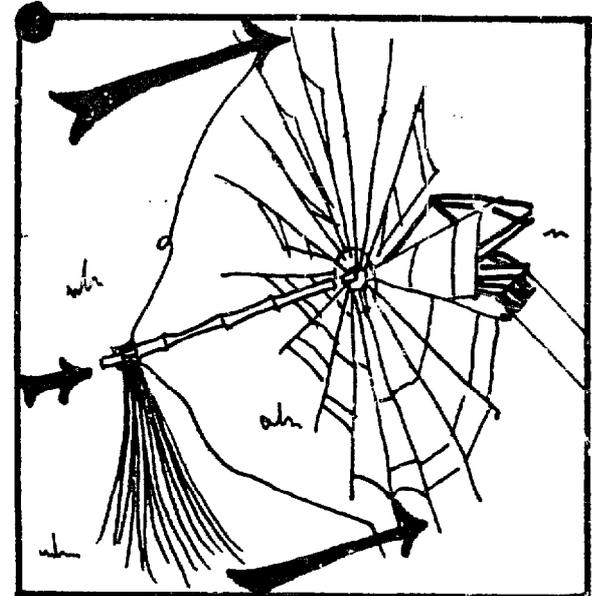
22 puis on prend la roue



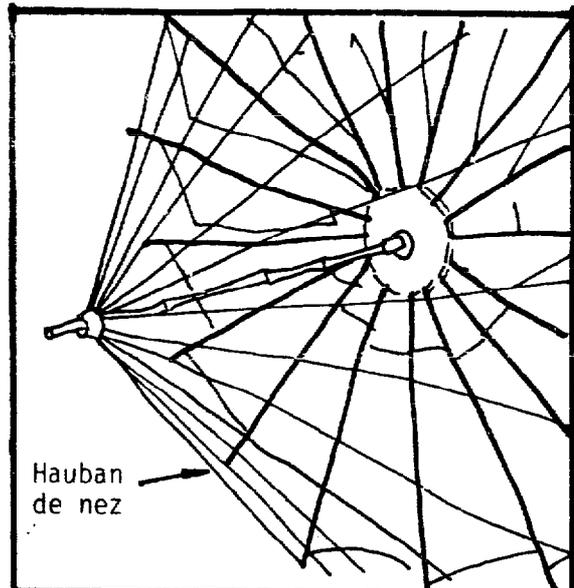
23 qu'on enfle sur l'axe



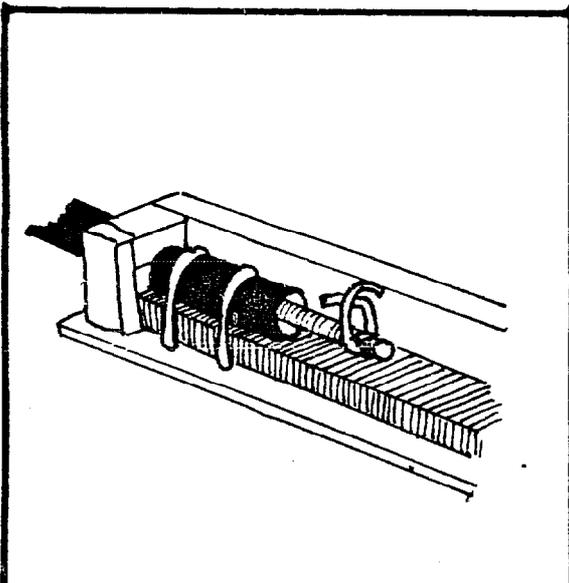
24 et que l'on bloque avec une rondelle-métal et un écrou.



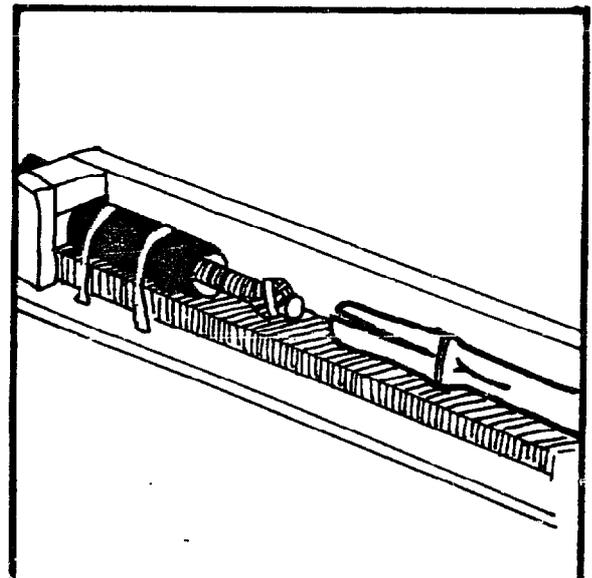
25 sur l'embout de l'axe, on place le nez dont on attache



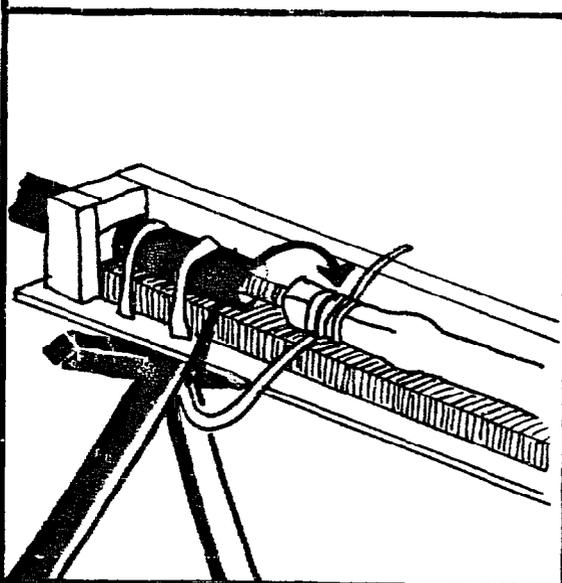
26 chacun des 16 haubans à l'extrémité des rayons.



27 A l'extrémité de la tige de commande on enroule un bourrelet de caoutchouc

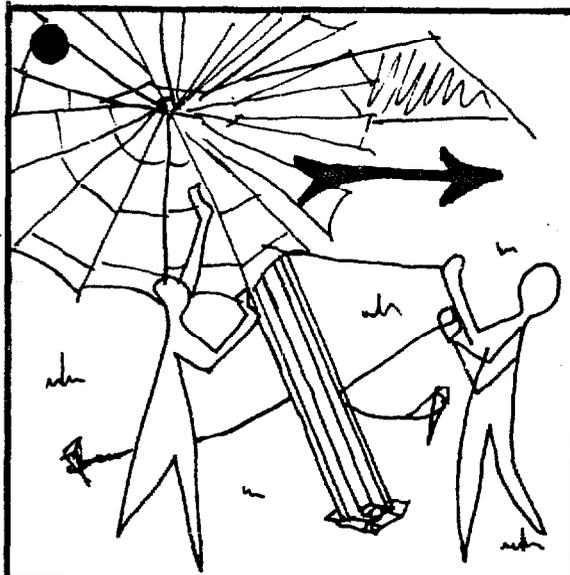


28 Puis on enfonce la tige bambou fendue qui va servir de relais à la tige de commande



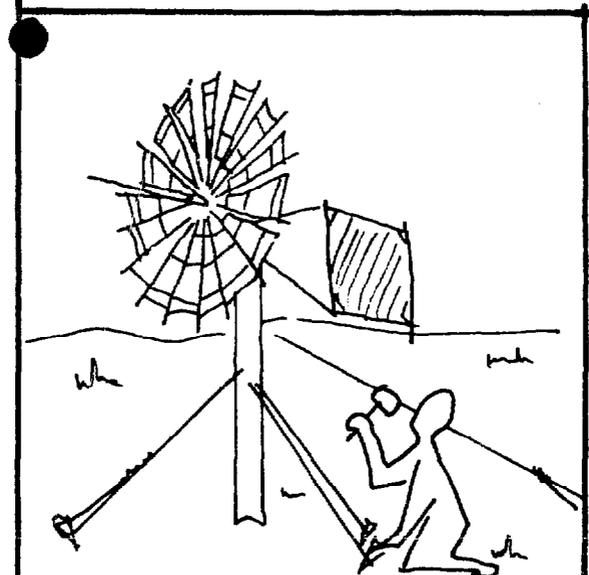
29

et on surlie très solidement autour de la tige bambou



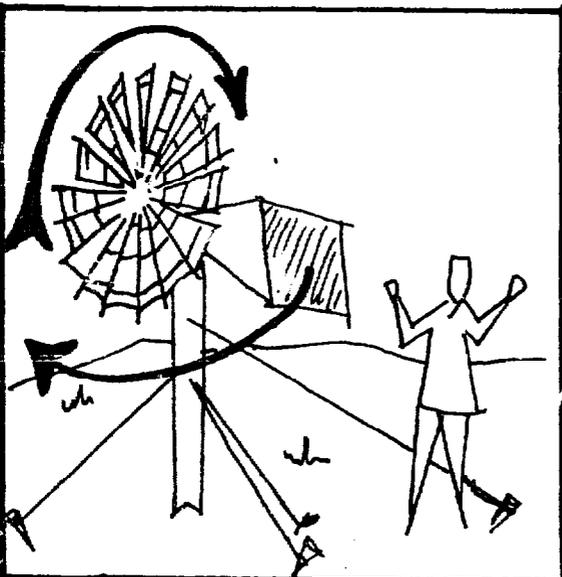
30

On redresse l'ensemble, que l'on haubanne fermement.



31

L'éolienne est prête à fonctionner. La roue doit tourner, et la tête.....

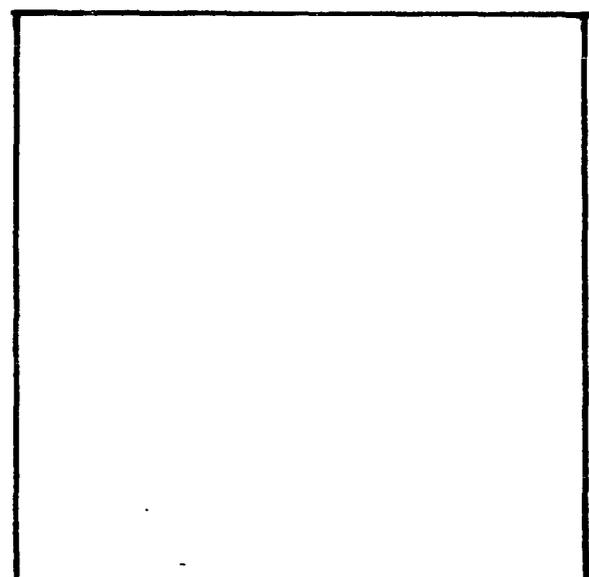


32

de l'éolienne doit toujours se placer face au vent.

Le mouvement rotatif de la roue est transformé en un mouvement alternatif qui anime la tige de commande. C'est ce mouvement qui va être transmis à la pompe par l'intermédiaire du balancier.

33



34

FICHE DE MONTAGE : DE LA TIGE DE COMMANDE A LA POMPE

On trouve successivement les éléments suivants:

- un BAMBOU
- un BALANCIER équipé d'un CONTREPOIDS
- un CABLE
- un LEST
- une POMPE

1- BAMBOU:

- fendu aux deux extrémités il permet une liaison souple et simple:
 - à la partie supérieure avec la tige de commande,
 - à la partie inférieure, avec le balancier.
- d'un diamètre de 30 mm environ, sa hauteur dépend de celle du pylône,
- les fixations inférieures et supérieures sont assurées par des lanières découpées dans des chambres à air.

2- BALANCIER :

- c'est une barre de bois, horizontale, supportée en son centre par une fourche plantée en terre, un clou sert d'axe,
- il assure la liaison entre la tige de commande et le cable manœuvrant le piston de la pompe,
- il permet aussi d'éloigner l'éolienne de l'axe du puits.

3- CONTREPOIDS:

- un contrepoids ou mieux un élément élastique en anneau de caoutchouc équilibre la moitié de la résistance à la traction du piston,
- le couple résistant sur l'axe de la roue est ainsi divisé par deux, ce qui permet à l'éolienne de fonctionner avec des vents plus faibles.

4- CABLE:

- il assure la liaison entre une extrémité du balancier et le piston-pompe.

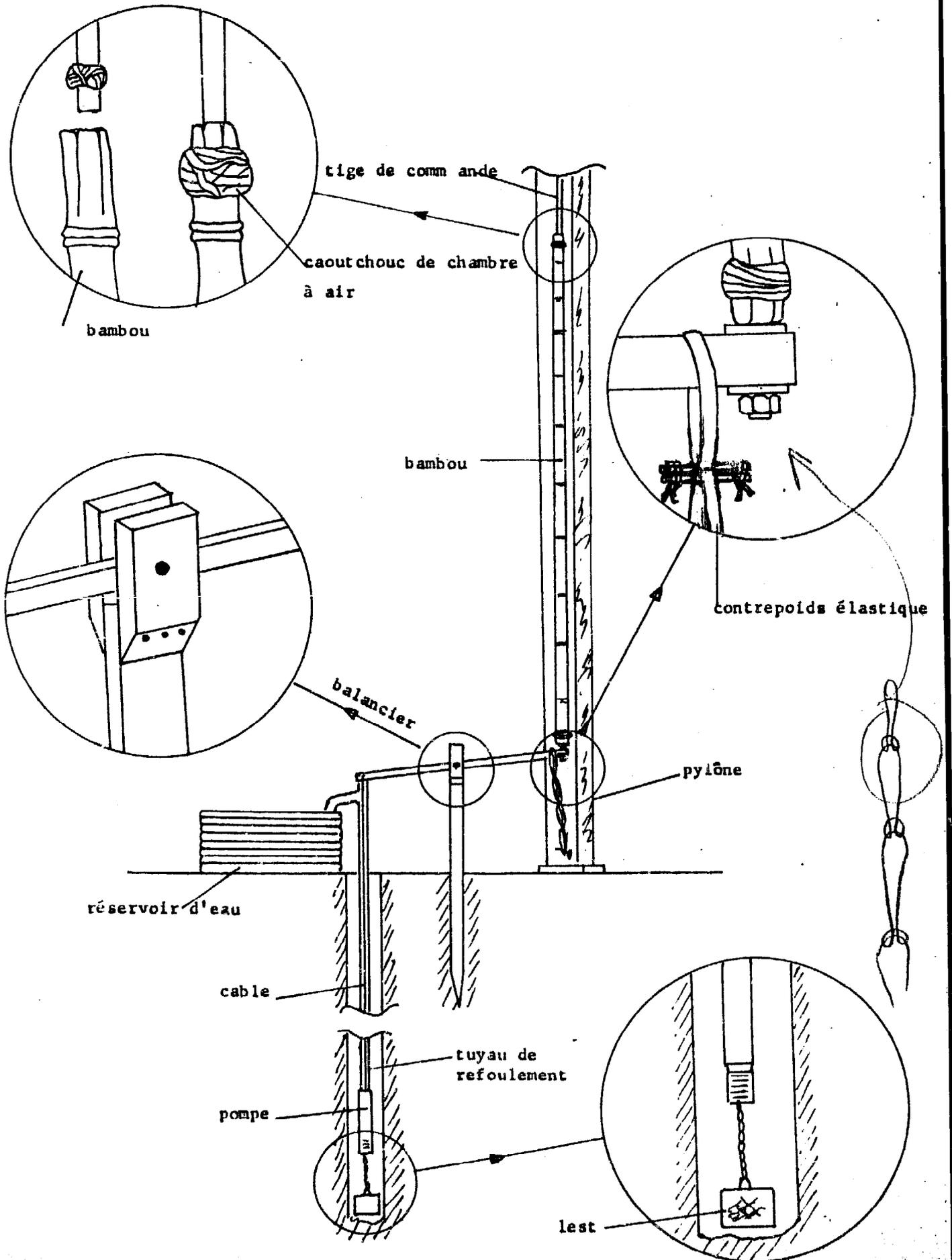
5- LEST:

- un tuyau métallique, rigide, et tenu en surface, maintient la pompe lors du mouvement du piston,
- avec un tuyau souple ou demi-rigide, pour maintenir la pompe immobile:
 - lester la pompe d'une lourde pierre, ou,
 - fixer la pompe à la paroi, ou,
 - maintenir l'écart entre la pompe et la tête du tuyau en surface à l'aide d'une longue barre de bois.

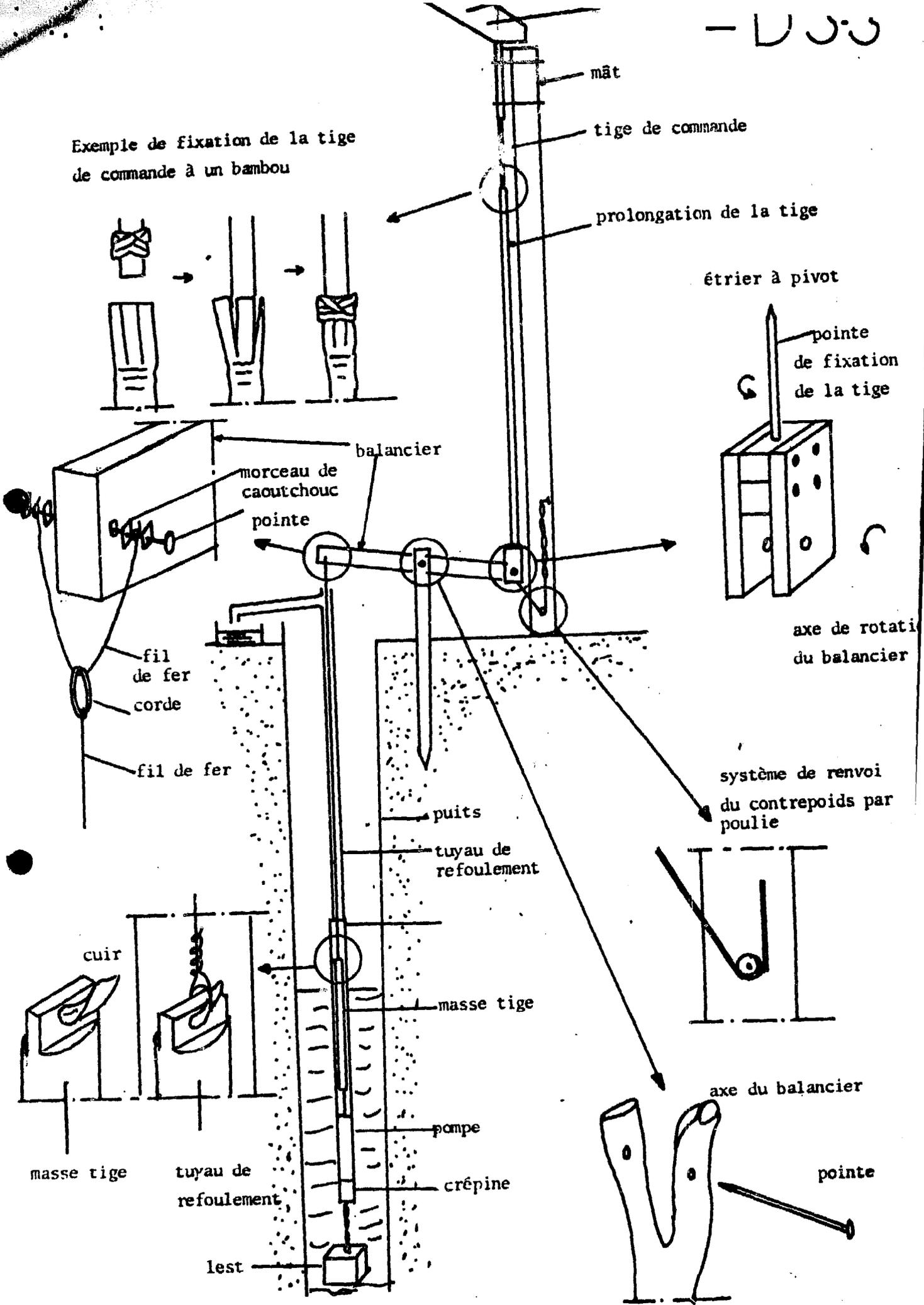
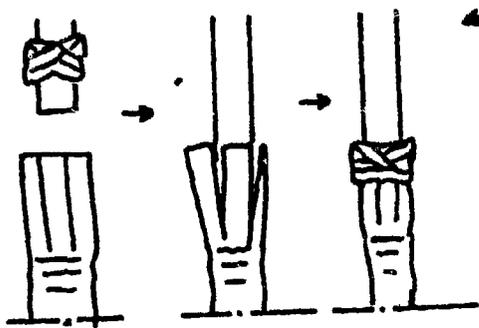
Si l'on ne prend pas ces précautions, le tuyau souple se met en accordéon autour du cable et la pompe de fondctione pas.

6- POMPE:

- attention aux prises d'air à l'aspiration,
- utiliser un tuyau rigide à l'aspiration,
- ne pas laisser la crépine dans la boue au fond du puits.



Exemple de fixation de la tige de commande à un bambou



mât

tige de commande

prolongation de la tige

étrier à pivot

pointe de fixation de la tige

balancier

morceau de caoutchouc

pointe

fil de fer corde

fil de fer

axe de rotation du balancier

système de renvoi du contrepois par poulie

puits

tuyau de refoulement

cuir

masse tige

axe du balancier

pompe

masse tige

tuyau de refoulement

crépine

pointe

lest

Pour un bon fonctionnement de la pompe éolienne il est indispensable de procéder à des réglages qui dépendent :

- de la force moyenne des vents pendant la période choisie ,
- de la profondeur du niveau d'eau ,
- du débit souhaité .

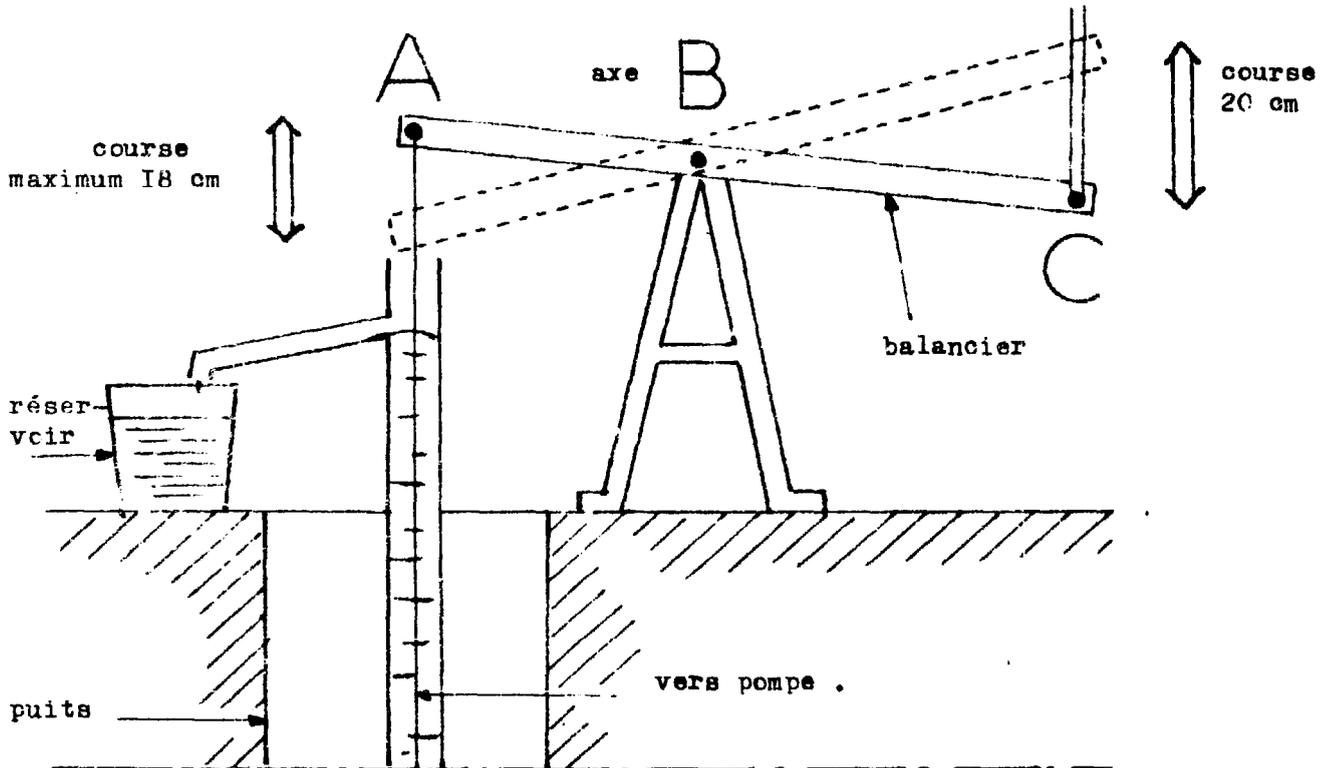
Nous verrons donc successivement :

- R B 1 : LE BALANCIER , DEFINITION , POSITION LIMITE DE SON AXE .
- R B 2 : LE BALANCIER , DEBIT MAXIMUM , AXE .
- R B 3 : REGLAGE DU BALANCIER EN FONCTION DU DEBIT SOUHAITE .
- R B 4 : REGLAGE DU BALANCIER EN FONCTION DE LA VITESSE MOYENNE DU VENT .
- R B 5 : REGLAGE DU BALANCIER EN FONCTION DE LA PROFONDEUR DU NIVEAU D'EAU .
- R C 1 : LE CONTREPOIDS , DEFINITION , ACTION .
- R C 2 : LE CONTREPOIDS , NECESSITE , EXEMPLE .
- R C 3 : CHOIX DU CONTREPOIDS .
- R C 4 : CONTREPOIDS ELASTIQUE , DIMENSIONS .
- R C 5 : EXEMPLES PRATIQUES , CHOIX DES REGLAGES .

LE BALANCIER, DEFINITION, POSITION LIMITE DE SON AXE

Le balancier permet la transmission du mouvement, à distance, de la tige de commande à la pompe.

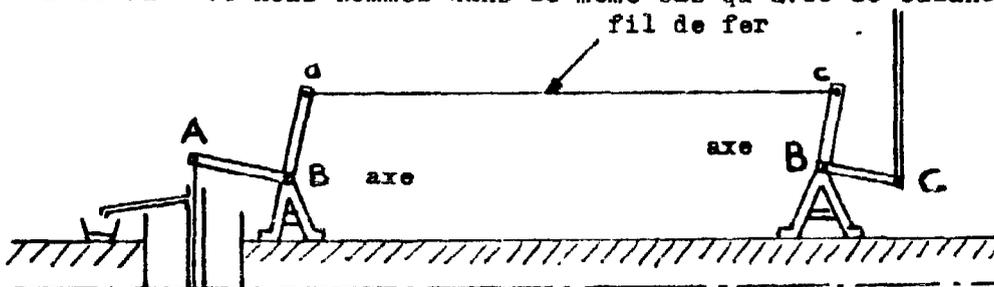
Cette distance n'excèdera pas en pratique deux mètres avec un seul balancier ; au delà on pourra utiliser un système à deux balanciers reliés entre eux par du fil de fer.*



Dans notre modèle la course de la tige de commande est de 20 cm et la course maximum du piston de la pompe est de 18 cm.

Ces deux données limitent la position de l'axe du balancier. Une position extrême de l'axe B sera celle où la course du piston sera maximum et où donc le débit sera lui aussi maximum.

* avec $R_a = R_c$ nous sommes dans le même cas qu'avec le balancier droit ARC
fil de fer



\$6⁰⁰ 80 pages from

WORLD COUNCIL OF CHURCHES
COMMISSION ON THE CHURCHES' PARTICIPATION
IN DEVELOPMENT
150 ROUTE DE FERNEY
1211 GENEVA 20
SWITZERLAND

20 APR 1981
SECRET 1981

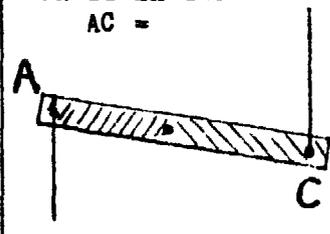
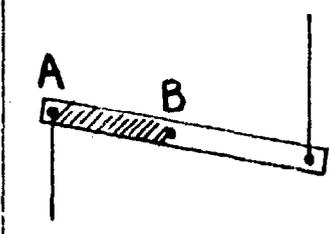
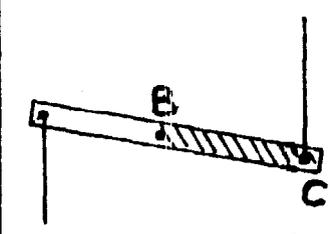
LE BALANCIER , DEBIT MAXIMUM , AXE
 =====

Le débit maximum correspond à une position limite de l'axe du balancier .

En effet la course du piston (18 cm) et celle de la tige de commande étant différentes , l'axe ne se trouvera pas au milieu du balancier ; on aura pour une course maximum du piston :

$$\frac{AB}{BC} = \frac{18 \text{ cm}}{20 \text{ cm}} = 0,9$$

En fonction de la longueur AC du balancier la position de l'axe B permettant un débit maximum de la pompe sera :

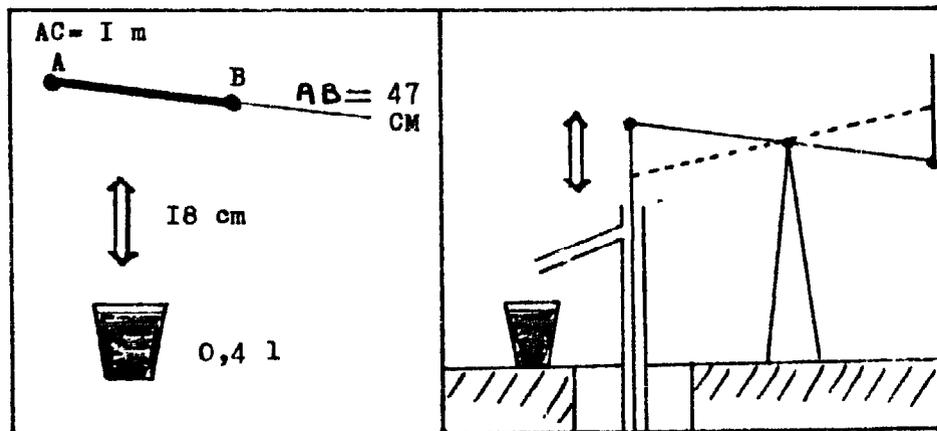
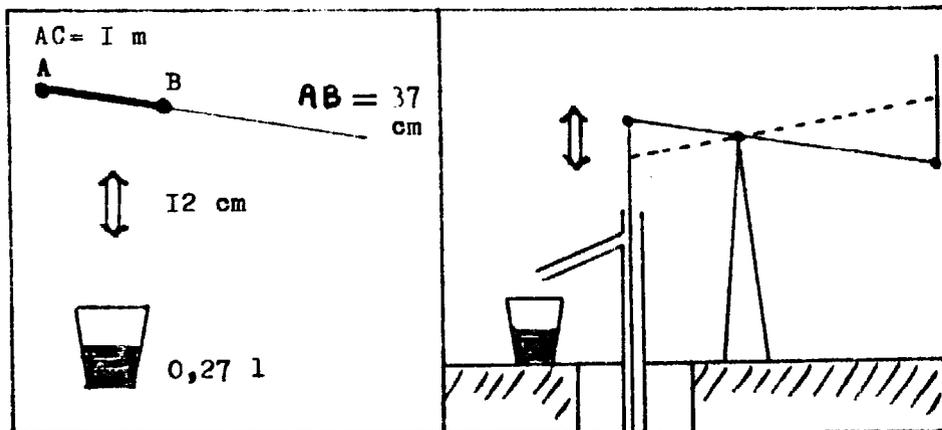
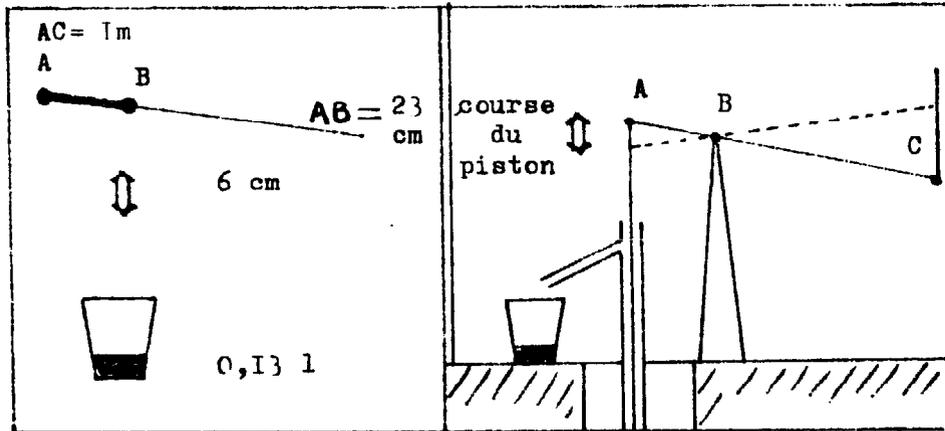
pour une longueur du balancier AC =	longueur AB =	d'où BC =
		
50 cm	23 cm	27 cm
100 cm	47 cm	53 cm
150 cm	70 cm	80 cm
200 cm	94 cm	106 cm

REGLAGE DU BALANCIER EN FONCTION DU DEBIT SOUHAITE

En déplaçant l'axe du balancier vers le côté pompe on diminue la course du piston et en même temps le débit .

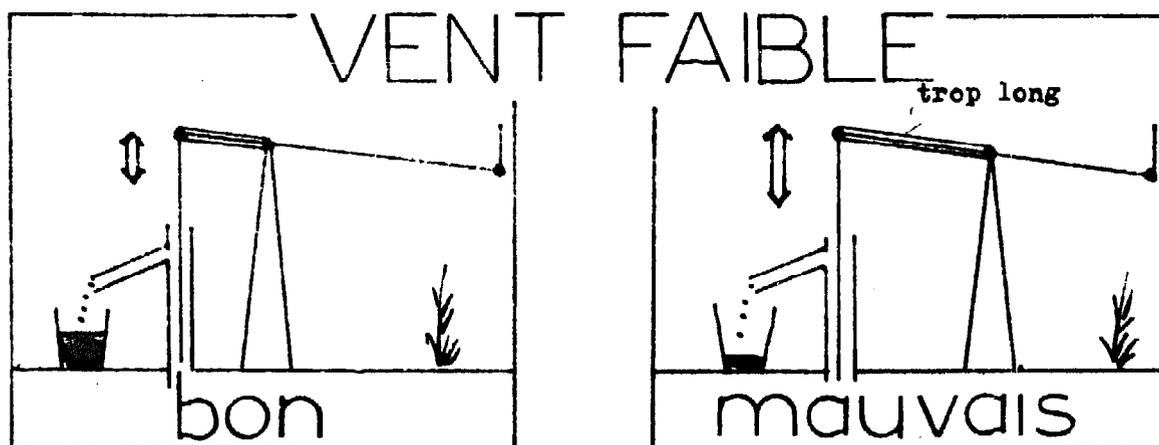
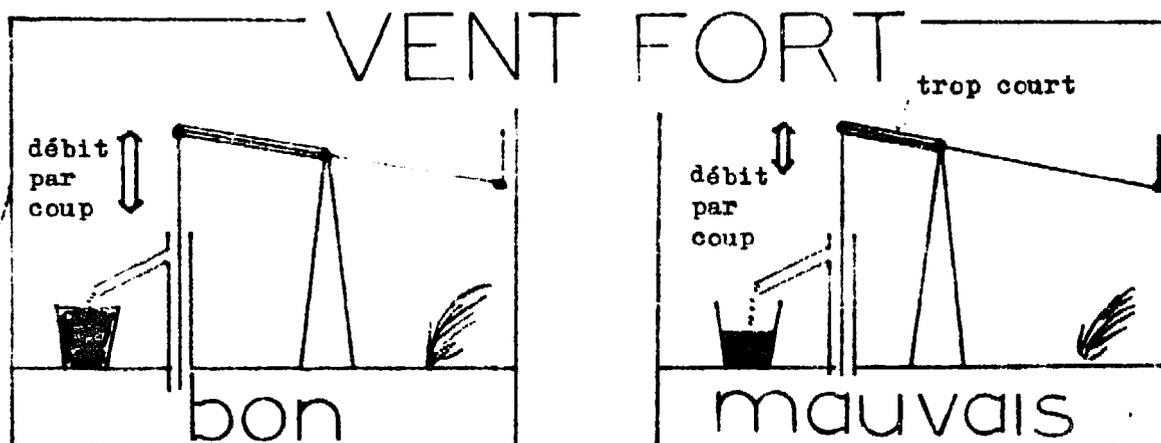
Sur les 3 figures suivantes sont reportés pour une même longueur de balancier (AC = 1 m) les débits obtenus (par coup de piston) suivant la position de l'axe B du balancier .

(pour un balancier de 1 mètre)



La course de la tige de commande restant constante, plus la course du piston est réduite et plus le travail à fournir par l'éolienne(par coup de piston) est faible pour une hauteur d'eau donnée .

Comme d'autre part la puissance que peut fournir l'éolienne dépend de la vitesse du vent , la position de l'axe du balancier va permettre d'optimiser le débit pour un vent donné.



Pour des vents faibles mais constants on aura intérêt à réduire la course du piston en déplaçant l'axe du balancier vers la gauche(côté piston).

Le débit par tour de roue sera plus faible mais comme l'éolienne fonctionnera beaucoup plus souvent parce que le couple résistant est plus faible , le débit cumulé sur une période assez longue sera plus élevé .

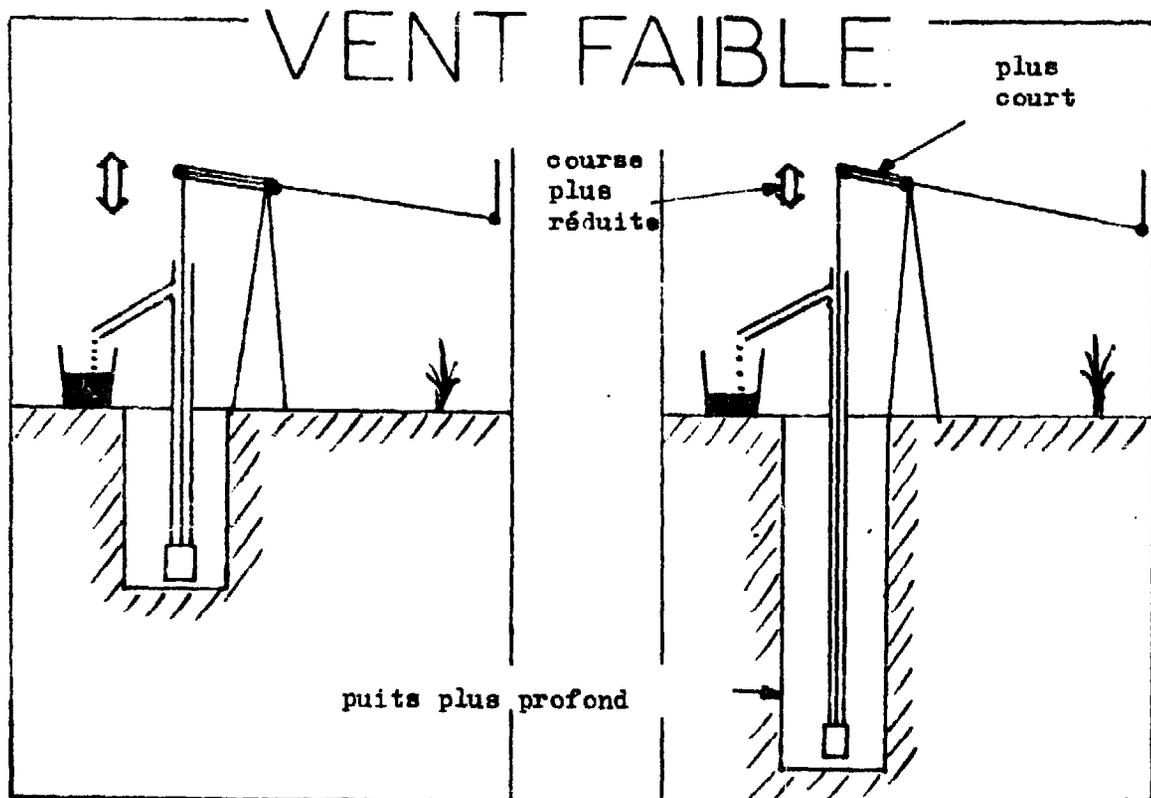
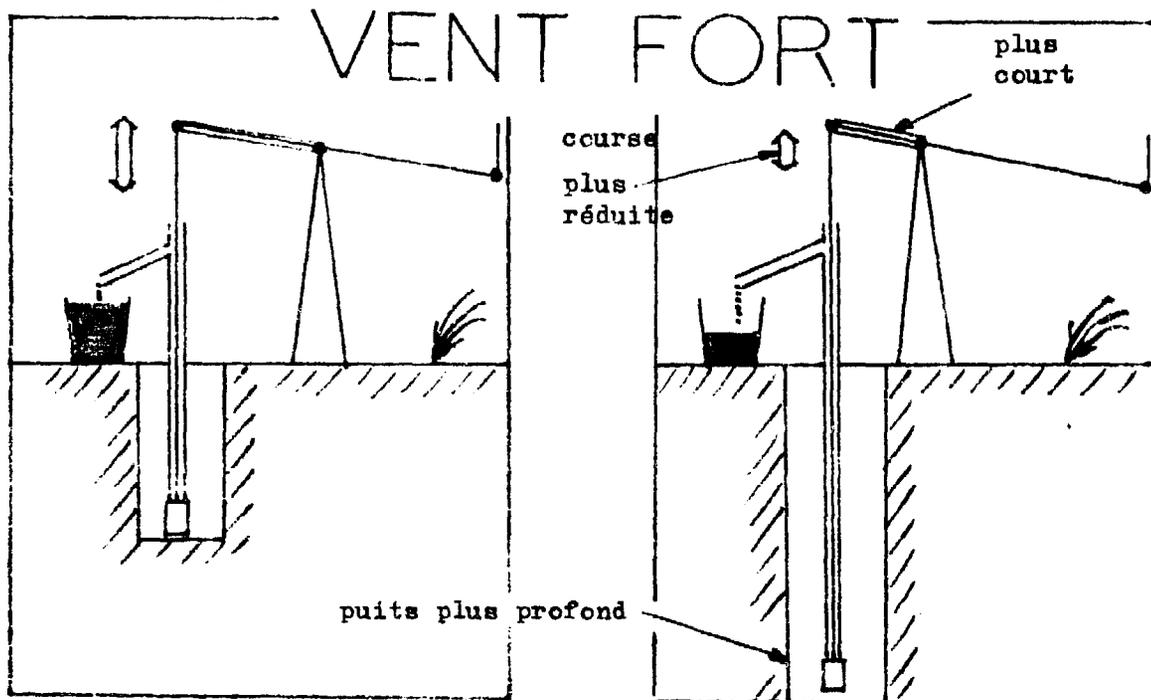
On conçoit qu'il y a une position optimale de l'axe du balancier; en effet si on le déplaçait trop vers la gauche l'éolienne tournerait pour des vents extrêmement faibles c'est à dire constamment mais avec des débits par coup de pompe extrêmement faibles si bien que les débits cumulés seraient beaucoup plus faibles .

REGLAGE DU BALANCIER EN FONCTION DE LA PROFONDEUR DU NIVEAU

DE L'EAU

Lorsque l'on a en même temps 2 facteurs défavorables à savoir niveau de l'eau à grande profondeur et vitesse moyenne du vent peu élevée, il est nécessaire d'adopter des courses de piston réduites c'est à dire de déplacer l'axe du balancier fortement vers la gauche.

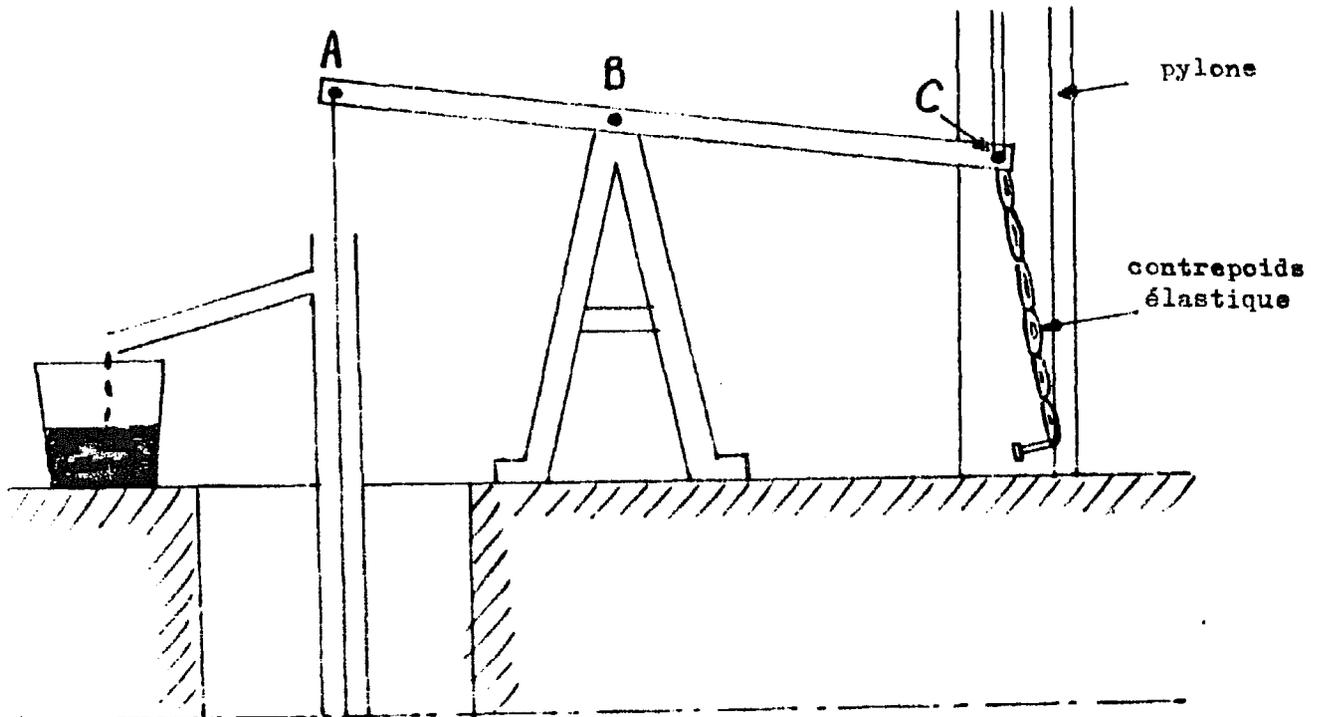
Ceci permet de réduire l'effort résistant de pompage, donc de l'adapter à l'effort maximum que peut fournir l'éolienne.



DEFINITION :

Le contre poids permet de diviser par 2 le couple de démarrage de la machine donc de mettre à profit des vents beaucoup plus faibles .

En l'absence de contre poids la roue ne travaille que pendant la moitié de chaque tour , celle qui correspond à la phase de remontée de l'eau , tandis qu'elle ne fournit aucun travail pendant la descente du piston .



Avec le contre poids :

- 1°) l'éolienne travaille aussi pendant la descente du piston (le travail qu'elle fournit est alors stocké par le contre poids).
- 2°) pendant le demi tour suivant, l'éolienne n'a plus à fournir que la moitié du travail nécessaire à la remontée du piston , l'autre moitié étant fournie par le contre poids .

Ceci amène une division par 2 du couple résistant de la machine qui peut donc démarrer avec des vents donnant une poussée 2 fois faible (vents ayant une vitesse 1,4 fois plus faible) .

On conçoit que, malgré la légère complication qu'il entraîne, l'usage du contre poids est très souhaitable puisqu'on arrivera à obtenir des périodes de pompage beaucoup plus prolongées donc des débits cumulés beaucoup plus grands .

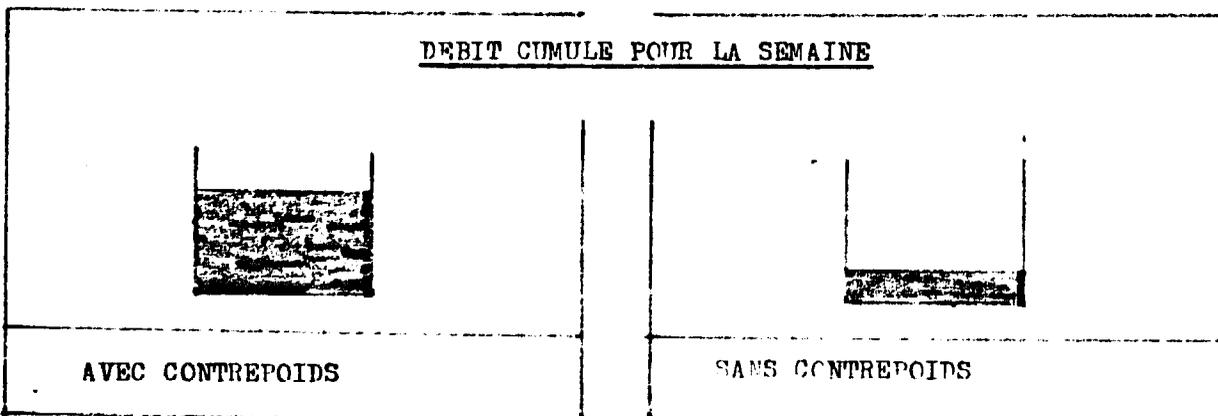
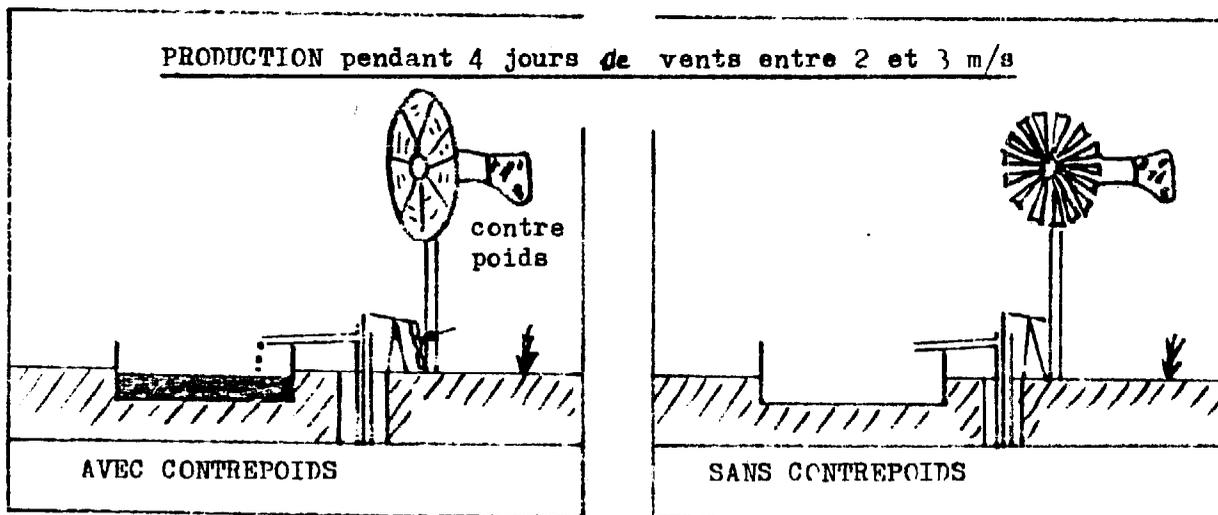
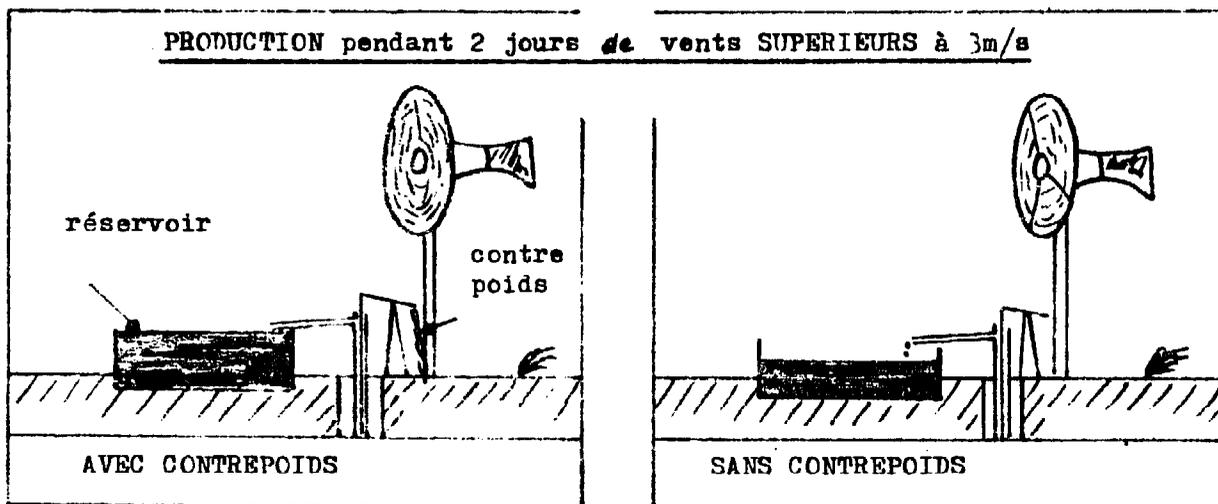
Dans la pratique le contre poids pourrait être constitué par une masse quelconque. Il serait nécessaire de le fixer de telle manière qu'il n'entrave pas le mouvement du balancier . Mais il est préférable de le remplacer par un ressort ou un système élastique . En effet les poids sont la source de mouvements désordonnés à vitesse élevée . On les remplacera donc par une chaîne de bracelets de caoutchouc découpés dans une chambre à air, par exemple , on réglerà la tension pour obtenir l'effort désiré .

Pour montrer la nécessité du contrepoids prenons un exemple concret .

Dans une semaine on trouve :

- des vents supérieurs à 3m/s* pendant 2 jours ,
- des vents avec une vitesse comprise entre 2 et 3 m/s pendant 4 jours ,
- un jour sans vent .

* 1 mètre / seconde = 3,6 km/heure



CHOIX DU CONTREPOIDS

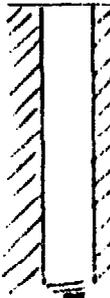
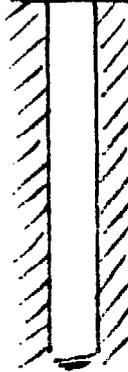
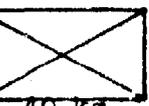
Le poids du contrepooids est fonction :

- de la profondeur du niveau de l'eau,
- de la course du piston.

Tableau :
Poids des contre-
poids conseillés en
fonction :

- profondeur →

- débits ↙

course du piston	débit par coup	PROFONDEUR DU NIVEAU D'EAU			
		10 mètres	20 m	30 m	40m
18 cm	0,4 l	 10 kg	 20 kg	 30	 40 kg
12 cm	0,27 l	 6,6 kg	 13,2	 19,8	 26,4
6 cm	0,13 l	 3,3 kg	 6,6	 10	 13,2

Le contrepooids est d'autant plus important que la hauteur d'eau est grande et les vents forts.

FABRICATION DU CONTREPOIDS ELASTIQUE

Cette fabrication dépend de la dimension et de l'élasticité du morceau de chambre à air que vous vous êtes procuré .

C'est pourquoi cette fiche n'est qu'un exemple de ce qu'il faut faire pour choisir le nombre et la largeur des élastiques pour une valeur de contrepois donnée .

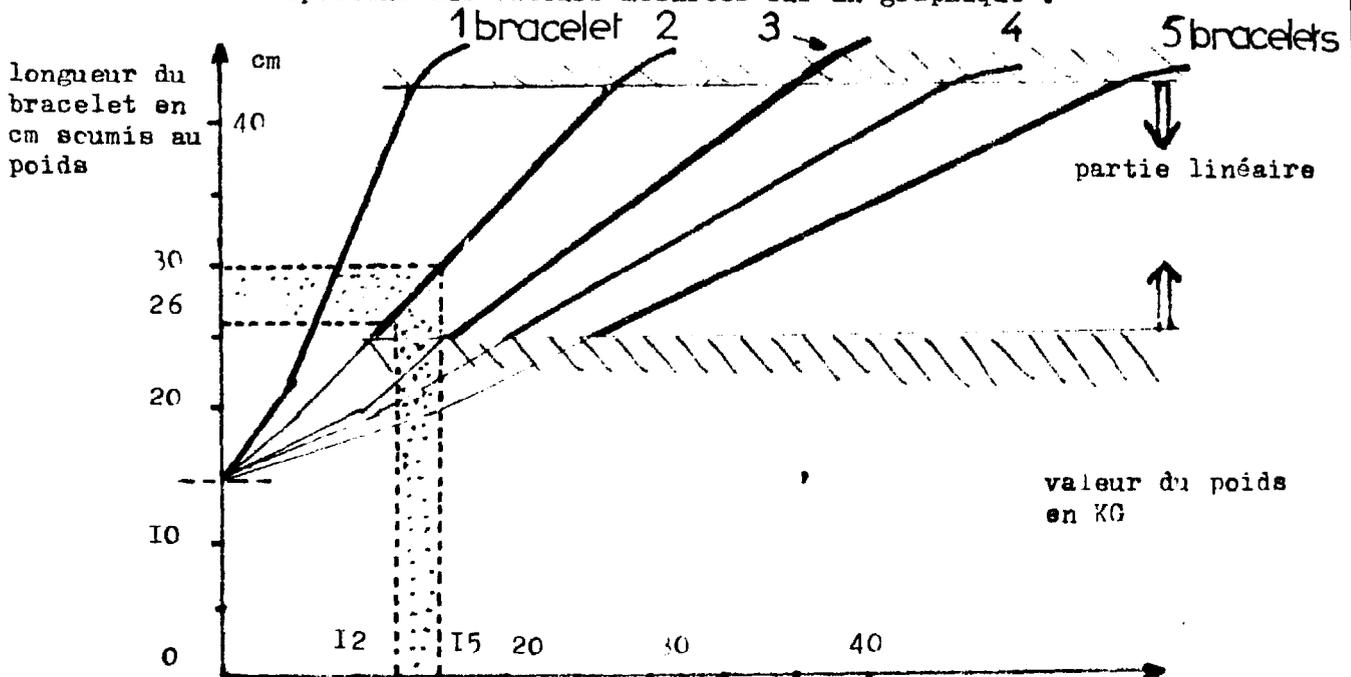
EXEMPLE : nous voulons faire un contrepois élastique de 15 kg ;

- 1 - Matériel : - nous disposons de 10 bracelets de chambre à air qui mesurent 15 cm de long et 25 mm de large .
 - 4 poids de 5 kg et de la ficelle
 - 1 mètre , du papier , un crayon
- 2 - Etalonnage :
 - On suspend successivement à 1 , puis à 2 et 3 bracelets côte à côte , les poids de 5 à 20 kg
 - on mesure alors la longueur des élastiques tendus .

poids suspendu en kg	longueur d' 1 bracelet de 25 mm	longueur de 2 bracelets de 25 mm	longueur de 3 bracelets de 25 mm
5 kg	23 cm	19 cm	17 cm
10	34	24	19
15	45	30	24
20	50	35	30

3 - Choix des bracelets :

- Pendant toute la course de la tige de commande la traction du contrepois doit conserver une valeur aussi constante que possible .
- Fixons nous une "tolérance" de 20% ; c'est à dire que la force du contrepois pourra varier de 12 à 15 kg maximum pendant le mouvement.
- Reportons les valeurs mesurées sur un graphique .

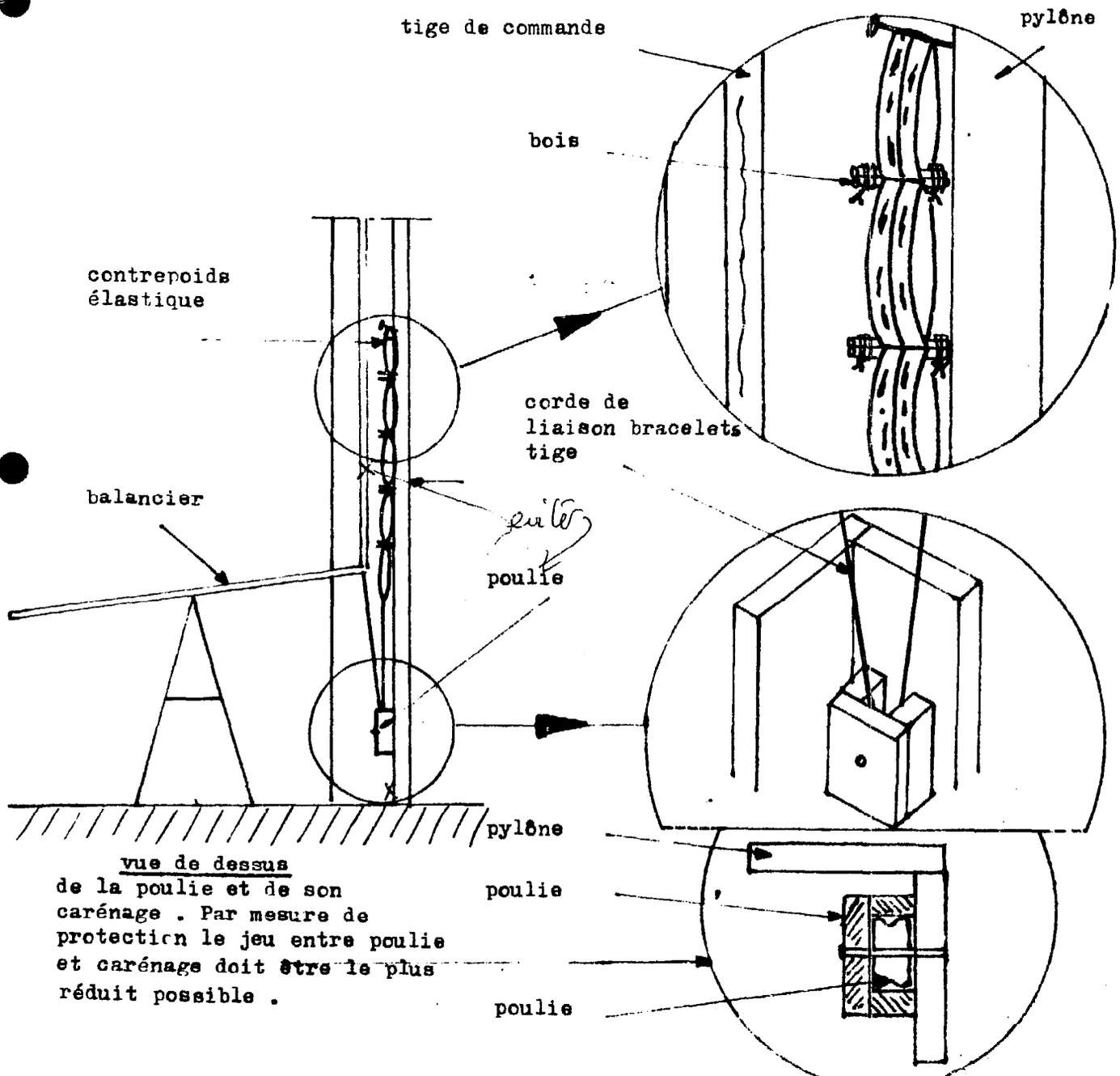


La partie du graphique qui nous intéresse est celle où les allongements sont linéaires.

- Nous voyons que la "tolérance" est respectée si nous utilisons 2 bracelets de 25 mm l'un à côté de l'autre .(partie du graphique en pointillé) .
- La course , lue sur le graphique , est de 4 cm par couple de bracelets
- Comme il nous faut une variation totale de 20 cm il faudra , bout à bout ; 5 fois 2 bracelets de 25 mm ;

4 - Montage des bracelets

- 5 fois 2 bracelets de 25 mm mesurent $5 \times 30 \text{ cm} = \underline{150 \text{ cm}}$ en positions tendues .
- Pour ne pas avoir un support de balancier trop important, trop haut, on utilise un système de renvoi , par poulie fixée sur le pylône, sur laquelle une corde reliée au contre poids élastique .
- Ainsi on dispose de toute la place nécessaire pour fixer le contre poids .



EXEMPLE N° 1 :

- Dans l'endroit retenu les données sont les suivantes :
 - la force moyenne des vents pendant la période choisie est de 10m/s
 - la profondeur du niveau de l'eau est de 25 mètres .
 - le débit souhaité est le plus grand possible (les réserves sont importantes) . (A)
 - la distance entre tige de commande et axe du puits/est de 2 mètres.
- Remarques
 - 10 mètres par seconde est la vitesse d'un VENT FORT .
 - 25 mètres est la profondeur d'eau d'un PUITS PROFOND .
- Solution
 - d'après R B 2 nous pouvons placer l'axe du balancier à 94cm de A ,
 - d'après R B 2 , la course du piston est maximum , le débit par coup : 0,4 l
 - d'après R C 3 , le contrepoids doit avoir une valeur de 25 kg ,
 - d'après R C 4 , sur le graphique pour exercer cette force il faut placer bout à bout 5 fois trois bracelets de 25 mm ,
 - la longueur de ce contrepoids élastique est 1m75 (tension maximum).

EXEMPLE N° 2 :

- Dans cet autre site les données sont les suivantes :
 - la force moyenne des vents pendant la période choisie est de 3m/s .
 - la profondeur du niveau de l'eau est de 40 mètres ,
 - le débit souhaité est le plus grand possible .
 - la distance entre l'axe de la pompe et le pylône est de 1m50 .
- Remarques :
 - 3m/s est la vitesse d'un vent faible ,
 - 40 mètres représente un puits profond ,
- Solution
 - d'après R B 2 l'axe B doit se trouver au plus à 70 cm de A
 - comme le vent est faible , prenons une course du piston à 6 cm soit AB = 35 cm .
 - l'axe B du balancier est fixé à 35 cm de l'extrémité pompe .
 - d'après R B 2 , avec une course de 6 cm le débit est de 0,13 l par tour .
 - d'après RC3 nous devons placer un contrepoids de 13 kg
 - d'après RC4 , sur le graphique , pour exercer une force de 13 kg il faut placer bout à bout 4 fois deux bracelets de 25 mm .
 - la longueur de ce contrepoids élastique est de 85 cm (tension maxima) .

ETUDE POUR UNE METHODE DE VULGARISATION

Dans les deux premières parties de ce dossier nous vous avons présenté la pompe éolienne et nous vous en avons démontré les avantages, comparés aux autres procédés de pompage. Nous devons nous demander maintenant, comment nous allons faire connaître ce "produit", en diffuser l'idée et en assurer la vulgarisation en commettant le moins d'erreurs possibles. C'est pourquoi nous nous sommes posés diverses questions que nous vous présentons ; il en manque beaucoup, c'est en outre la raison de notre démarche auprès de vous. Pouvez vous nous aider dans cette étude préalable à la diffusion de l'éolienne :

- en répondant aux questions que nous nous posons,
- en nous indiquant les questions qu'il faudrait aussi se poser et auxquelles nous n'avons pas pensé,
- en nous facilitant les contacts avec des personnes susceptibles de nous aider dans notre réflexion et dans notre action.

Nous avons divisé notre étude en 3 parties-questions

- le produit
- l'implantation
- la diffusion.

1 Etude du produit :

- Ce produit est-il le plus apte à satisfaire le besoin visé .
 - quelles devraient être ses aptitudes techniques ?
 - quelles devraient être ses conditions d'utilisation ?
 - optima
 - minima
- Les compétences techniques nécessaires à sa fabrication existent-elles dans le Tiers-Monde ?
 - possibilité d'usinage au tour ? (3 à 4 heures par éolienne)
 - possibilité de soudure ? (1/2 heure par éolienne) -

II Etude de l'implantation :

- Quelles seraient les zones géographiques favorables ?
 - vent : régime, durée, force ?
 - eau : présence de nappes, profondeur ?
présence de puits ? densité ?
évaluation des réserves en eau, débit possible
 - il y a t-il des dispositifs concurrents, de pompage solidement implanté ?
- Quels seraient les utilisateurs éventuels ?
 - ressentent-ils un besoin ? caractéristiques ?
 - expriment-ils une demande ?
 - cette demande peut-elle être suscitée par la démonstration ou l'information ?
 - quelles sont leurs motivations ?
 - positives .
 - négatives.
- Quelles seraient les conséquences de l'utilisation du produit
 - conséquences humaines ?
 - sociales
 - psychologiques
 - conséquences écologiques ?
 - sur les nappes et les puits
 - sur l'équilibre écologique et économique
 - sur l'hygiène
- Quel est le potentiel d'adoption ?
 - psychologique et social
 - technique
 - financier et économique .

III- Etude de la diffusion :

- Que diffuser ?
- Caractéristiques du produit à diffuser,
- Où diffuser ?
- A quel moment diffuser ?
- Comment diffuser ?
- Il y a t-il eu des expériences de vulgarisation similaire ?
 - Quelles ont été les raisons de leur réussite ou de leur échec ?

IV Conclusion : Les réponses à ces questions constitueront une étude préalable permettant d'élaborer des méthodes de vulgarisation possibles.

Compléments au dossier de présentation

Le présent dossier a été rédigé au mois d'avril 1974 . Depuis cette date les essais que nous avons réalisés , la réflexion collective que nous avons menée , nous ont conduits à faire un travail de recherche dans deux directions :

- Recherches techniques

. Sur les améliorations que l'on peut apporter à la machine (nouveau système de rappel élastique et régulateur par masselotte) .

. Sur les simplifications que l'on peut y effectuer . Il nous semble important d'axer nos efforts vers une simplification de la machine et non vers une sophistication . Dans ce domaine , nous étudions actuellement la possibilité de remplacer les pièces mécaniques par des assemblages en bois s'inspirant des anciennes techniques de meuneries . Nous étudions aussi la possibilité de fabriquer les pales et la dérive , en s'inspirant des techniques de vannerie et de tressage de nattes par exemple, pour remplacer le tissu nylon dans lequel elles sont actuellement réalisées .

- Recherches de vulgarisation

Il nous a semblé nécessaire pour aider les personnes du Tiers-Monde , qui prennent en charge un essai de la machine , de réaliser des " fiches de montage " qui leur expliqueraient comment construire l'appareil .

Nous avons à cette occasion , essayé d'anticiper sur ce que pourrait être une vulgarisation possible de la machine et nous avons été amenés à réaliser certaines de ces fiches en bandes dessinées (voir exemple ci-joint) .

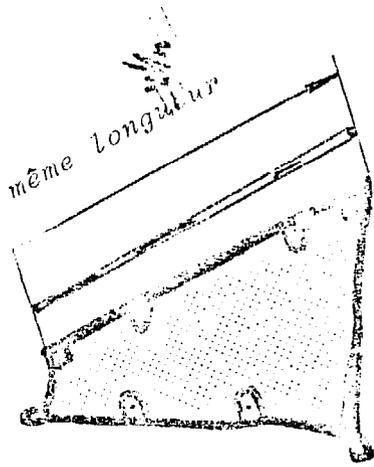
L'ensemble de ces " fiches de montage " couvre la totalité des phases de l'installation , depuis le choix de l'emplacement jusqu'à la mise en marche finale .

OoOoOoOoOoOoOoOo

LE MONTAGE DES
PALES

raidier

voile



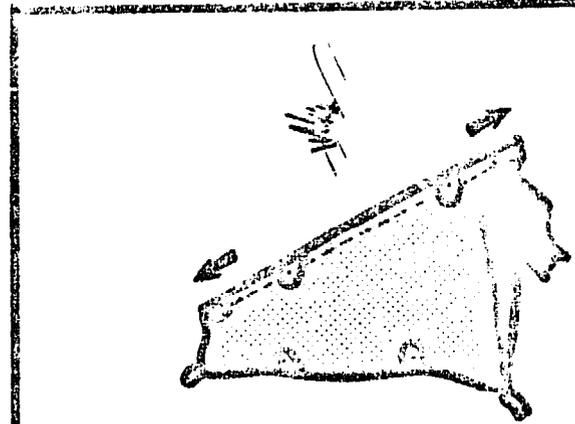
1

Le montage des paves..



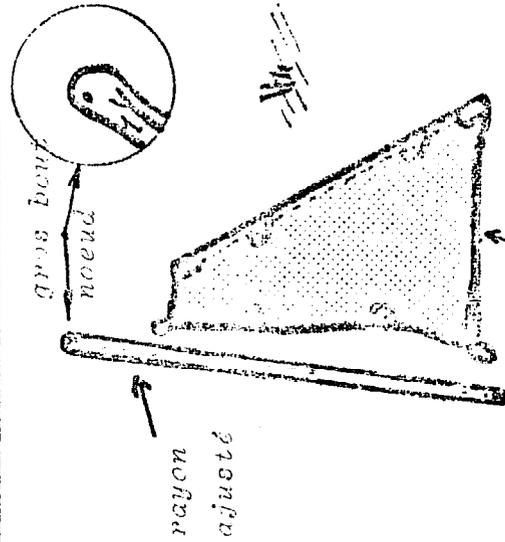
2

débuter par la mise en
place des raidisseurs,



3

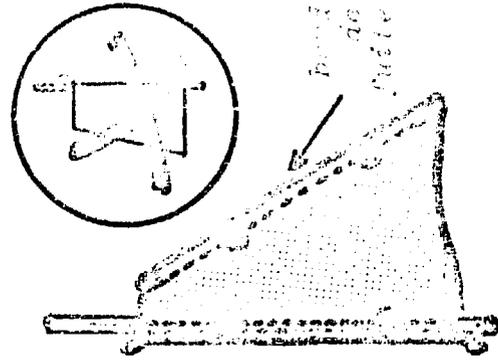
à l'intérieur des
voiles.



4

voile avec raidisseur

les rayons sont intro-
duits dans les voiles,



5

le bord de fuite à
la fin.



INSTITUT TECHNOLOGIQUE DELLO
MOULIN ROUGE 60410 VERBERIE

EOLIENNE SAHORES

Moulin américain (à axe horizontal) produisant sous l'effet du vent, un mouvement rectiligne alternatif.

<u>L'éolienne</u> :	. diamètre de la roue	2,60	m
	. surface de voilure	3,70	m ²
	. vitesse de rotation nominale	1	t/s
	. seuil de démarrage : vent de	2	m/s
	. puissance nominale	75	W (1/10 ch)
	. hauteur minimale axe/sol	4	m
<u>La pompe</u> :	. diamètre du piston	60 à 100	mm
	. course du piston	10 à 20	cm réglable
	. profondeur d'exhaure	15 m	: pompe à piston
		30 m	: hydropompe
	. débit (HMT 12 m)	vent 4 m/s	: 1 m ³ /h
		vent 6 m/s	: 1,6 m ³ /h

Description (voir schéma) :

- ROUE : 16 pales en tôle, *ou toile ou vannerie*
- REGULATION : Les pales sont munies d'un système élastique simple qui permet leur mise en drapeau dès que le vent atteint 8 à 10 m/s. Elles reviennent à leur position d'origine au fur et à mesure que le vent diminue.
- DERIVE : D'une surface de 1,5 m², son rôle est d'orienter la roue face aux vents.
- TRANSMISSION DU MOUVEMENT : Un système simple de bielle-manivelle communique à une tringle le long du mât, un mouvement alternatif de haut en bas, de 20 cm de débattement.
- MAT : Il est maintenu par 4 haubans (câbles ou cordes) et s'articule sur le sabot. Ceci permet à deux personnes de dresser ou de coucher très facilement l'éolienne.

L'éolienne commande la pompe par l'intermédiaire d'un balancier. Ceci a pour double avantage :

- . de pouvoir placer la machine à côté du puits, laissant le libre accès à ce dernier.
- . suivant la vitesse du vent, le débit de pompage est réglable par simple déplacement de l'axe du balancier.

La présence d'un contrepoids sur le balancier, ainsi que la grande légèreté de la roue, permet un démarrage du pompage pour de très faibles vitesses de vent (2 m/s).

L'ensemble est fabricable localement, à l'aide de matériaux courants. Si besoin est, cette fabrication peut admettre une très grande rusticité.

Roue : rayons: bois ou aluminium ou bambou
câbles: acier ou cordes nylon
pales : toile, vannerie ou acier

Dérive : toile ou tôle
montants en bois,
bambous ou aluminium

Tête et mécanisme : bois, métal ou mixte

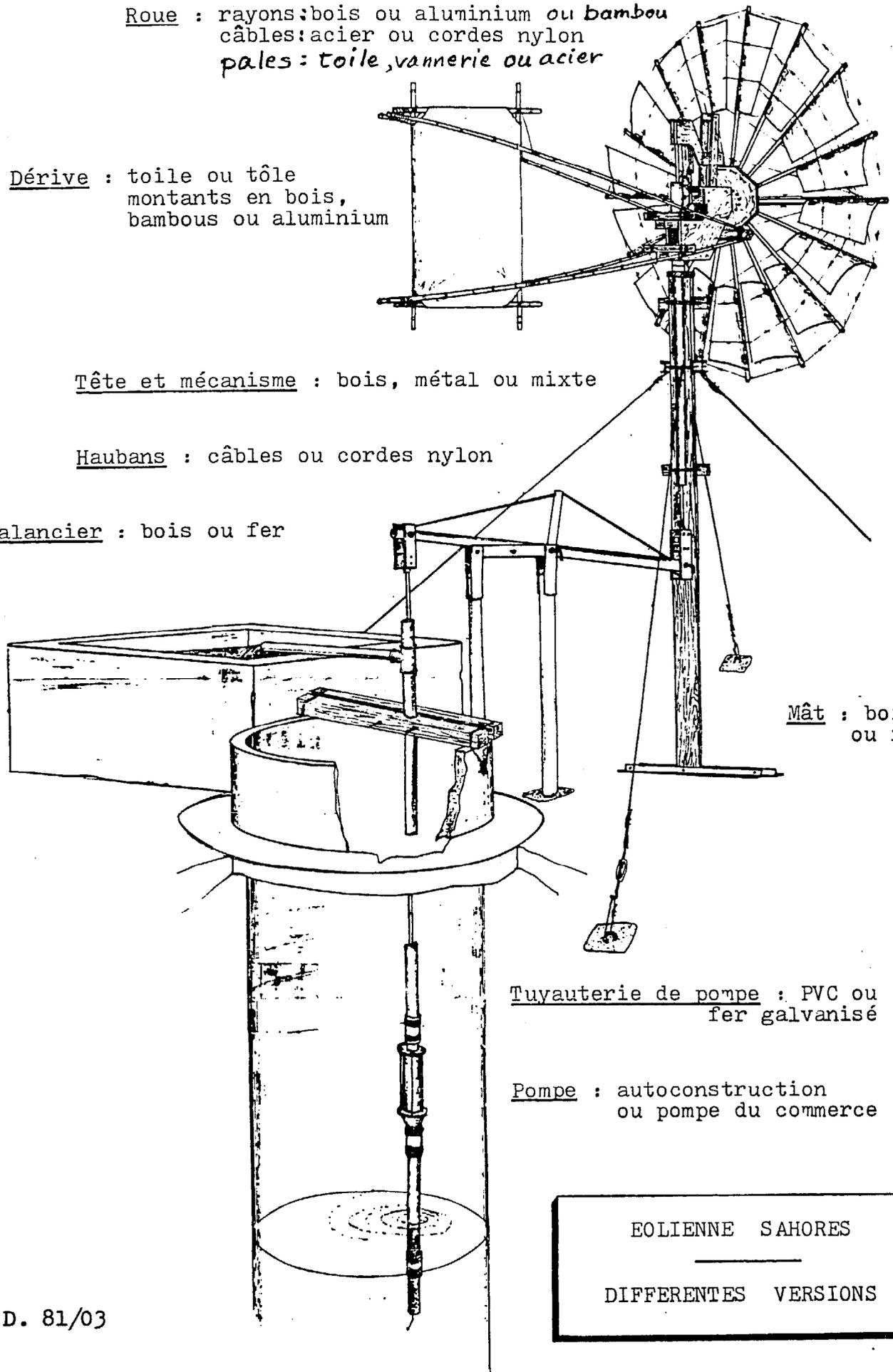
Haubans : câbles ou cordes nylon

Balancier : bois ou fer

Mât : bois,
ou fer

Tuyauterie de pompe : PVC ou
fer galvanisé

Pompe : autoconstruction
ou pompe du commerce



ENERGIE EOLIENNE

En juin 1974, l'ANVAR, la Banque des Idées Nouvelles et Inventions (B.I.N.I.) et la revue « PHASE ZERO » lançaient le concours « EOLE 74 » sous l'égide du ministère de l'Industrie et de la Recherche. L'objectif était : « promouvoir, recueillir et récompenser les idées permettant d'escompter un meilleur emploi de l'énergie éolienne dans l'avenir ».

Le succès fut grand : 1 177 demandes d'inscription, 368 envois (parfois des dossiers techniques de plus de 50 pages) émanant de quinze pays. 88 dossiers furent retenus concernant 17 types de capteurs différents dont la puissance allait de 10 kW à plus de 500 kW. Dix d'entre eux devaient figurer au palmarès établi à l'occasion de la deuxième semaine mondiale de l'innovation INOVA 75.

La Société d'Encouragement à la Recherche et à l'Invention (S.E.R.I.) accorda pour sa part ses mentions spéciales au projet d'ailes battantes et au projet aéro-électrostatique de récupérateur direct de l'énergie du vent.

Ce sont les dix projets primés par le jury que nous présentons ci-après, dont la protection industrielle, conformément aux règles de participation du concours, devait être assurée par les inventeurs eux-mêmes.

Précisons que la B.I.N.I. est un organisme ayant pour but d'aider les inventeurs individuels et isolés dans la présentation technique de leurs inventions, dans leur protection et dans leurs rapports avec les réalisateurs ou financiers, 21, rue Clément-Marot, 75008 Paris (225-74-81).

Eoliennes rustiques multipales.

Pour des pays désertiques, par auto-construction locale

Multiblade rustic windmills for pumping water, intended for desert areas.

Cette invention a obtenu le premier prix au concours Eole 74.

Une éolienne classique est, en général, un ensemble mécanique assez élaboré, ne pouvant être construit avec succès qu'en usine ou à la rigueur par un particulier adroit possédant des bases suffisantes dans plusieurs disciplines.

L'intérêt des éoliennes multipales rustiques conçues par M. Sahores réside dans le fait qu'elles peuvent être construites avec des matériaux très simples (bois, cordages, peaux d'animaux, toile), par les villageois eux-mêmes.

L'auteur a déjà construit avec succès plusieurs éoliennes de ce type en pays désertiques (Sahel), qui servent en général pour le pompage de l'eau d'un puits.

Dans ces pays, deux énergies sont disponibles gratuitement et en abondance : le soleil et le vent. Le soleil peut être utilisé pour le fonctionnement



* Selon les disponibilités locales, la toile des pales peut être remplacée par de la vannerie (moins chère) ou de la tôle légère d'aluminium (6/10), plus chère.

de pompes solaires (Sofretes). Le vent l'a déjà été il y a quelques années au Mali où 1 000 éoliennes ont été installées. Cette opération s'est cependant soldée par un échec car on ne put alors faire face à une usure très rapide de certains mécanismes sous l'action du vent de sable et à d'importantes difficultés d'entretien. C'est en ce sens que l'idée de réaliser des éoliennes rustiques avec « les moyens du bord » est très intéressante.

Par action sur les pales toileées d'une roue, le vent fait tourner son axe. Un système bielle-manivelle transforme le mouvement rotatif en mouvement alternatif rectiligne transmis à une pompe, immergée dans le puits, par l'intermédiaire d'un système de balancier à contrepoids augmentant le couple efficace de la roue. En cas de surtension, des tendeurs entre les pales règlent la mise en drapeau des toiles.

Les performances de cette pompe sont bien entendu fonction de la vitesse du vent et de la profondeur du puits. Le débit maximal est de 1,5 m³/h; la profondeur des puits exploitables est limitée à 20 mètres. Pour une profondeur moyenne (10m) on obtient 800l/h par vent modéré (4m/s) et 100l/h par vent très faible (2m/s).

Le coût d'acquisition des matériaux en France est de l'ordre de 350 F T.T.C. (avril 74). En comparaison, la plus petite motopompe (1 ch) revient environ à 2 000 F et ne peut fonctionner par vents de sable, ni pomper à plus de 7m.

L'éolienne a été conçue avec le maximum de produits simples et rustiques : bambous, cordes, toiles, bois, bracelets-caoutchouc, pouvant facilement être fabriqués et réparés sur place.

Les matériaux importés sont fiables sans être coûteux :

120 heures de travail sont nécessaires pour fabriquer et monter l'ensemble du dispositif qui ne pèse au total que 30 kilos environ.

Un opuscule de plusieurs pages, photos et schémas, permet à des personnes peu qualifiées de construire, monter, mettre en place et entretenir en bon état ce type d'éolienne.

+ Pour des profondeurs supérieures, la pompe auto-construite ne convient plus. Il faut acheter l'éolienne une pompe du commerce, beaucoup plus coûteuse.

Domaines d'activité concernés :

- Pompage d'eau en zone aride ou semi-aride.
- Exportateurs vers les pays en voie de développement ou désertiques.

Service lecteur : Réf. : EXT 10231, BINI, Sahores.