

E. I. E. R.

16^{ème} PROMOTION



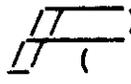
--- (APPORT DE --- IN D' --- TUDE

SUJET : BILAN DES FABRICATIONS LOCALES
ET ARTISANALES DE MATERIELS
D'EXHAURE AU BURKINA FASO

E. I. E. R.
Encadré de l'Année
le 18 JUIL. 1994 37 BIS/87

REALISE PAR : YUUCOURI TANOI FRANCOIS

A mon père adoptif et à ma mère

 (EMERCIEMENTS :

Ce rapport n'aurait pas été fait sans la collaboration de certaines personnes. Je tiens à leur exprimer ici ma profonde gratitude.

Il s'agit particulièrement

- des responsables des différentes sociétés contactées. Leur volonté de collaborer m'a beaucoup facilité la tâche

- de Monsieur C. BONET Professeur à l'EIER, pour sa disponibilité chaque fois que j'avais besoin d'explications

- du personnel du CIEH, en particulier de Monsieur C. DILUCA qui a proposé le sujet et qui a fourni les adresses et les références utiles au bon déroulement des recherches

- de Monsieur Dieng, professeur à l'EIER pour l'intérêt particulier qu'il a accordé au sujet.

SUJET : "Bilan des fabrications locales et artisanales de matériels d'exhaure au Burkina".

PLAN :

- I INTRODUCTION ET PRESENTATION DU SUJET
- II DIFFERENTS MOYENS D'EXHAURE EXISTANTS
(LES PLUS FREQUENTS).
- III NOTIONS D'HYDRAULIQUE ET DE MECANIQUE SE
REFERANT AUX MOYENS D'EXHAURE
- IV PRESENTATION DES DIFFERENTES SOCIETES DE LA
PLACE, DE LEURS PRODUITS ET RESULTATS DES
VISITES DES POMPES INSTALLEES (DEBIT REEL,
RENDEMENT HYDRAULIQUE...ect...).
- V CONCLUSION
- VI ANNEXES

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

I INTRODUCTION ET PRESENTATION DU SUJET

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

L'importance de l'eau dans les activités humaines n'est plus à démontrer. En milieu rural (dans nos différents pays la population est à plus de 50 % rurale), la structure de la consommation s'établit comme suit :

- Consommation humaine : boisson-Cuisine-toilette
- Consommation domestique : Vaisselle, lessive, petit bétail
- Consommation agricole : Maraichage le plus souvent
- Consommation Pastorale (importante en saison sèche).

L'adduction en eau potable n'étant pas rentable dans les zones rurales (faible consommation et les populations sont habituées aux puits) et le débit du puisage traditionnel étant faible (moins de 500 l/personne/h), la nécessité de développer et de vulgariser les moyens d'exhaure s'impose.

Dans nos différents pays, des artisans, des ONG (organismes non gouvernementaux) ou de petites et moyennes entreprises adaptent de plus en plus les moyens d'exhaure existants à nos conditions d'utilisation.

Notre sujet "Bilan des fabrications locales et artisanales des matériels d'exhaure au Burkina" s'inscrit dans le cadre de la vulgarisation du matériel fabriqué sur place. Nous espérons qu'il pourra aider les uns et les autres à choisir suivant leurs besoins, le fournisseur et la pompe appropriée.

Ce travail comporte des limites. Vu le temps court qui nous était imposé (6 semaines), nous avons fait les enquêtes seulement à Ouagadougou et aux alentours. A cause de ce même problème de temps et quelques fois parce que les adresses des sociétés ne sont pas faciles à retrouver, nous n'avons pas pu contacter la totalité des sociétés de la place.

Les différents moyens d'exhaure concernés sont :

Pour l'hydraulique rurale :

- . Pompes pour puits (diamètres 1,80m à 1,10m)
- . Pompes pour forages (diamètres 110mm/125mm)

Pour l'hydraulique agricole

- . Pompes pour puits ou forages
- . Pompes pour de faibles hauteurs manométriques
- . Eoliennes actionnant un pompe

. Pompes et manèges pour traction animale

Les points à aborder sont les suivants :

1 - Identifier les fabricants

- . description des fabricants : cadre juridique
- . capacité de fabrication, coût de fabrication
- . Conditions de fabrication (approvisionnement des matières premières, leur coût éventuellement)

coût du produit

- . nombre de pompes installées

2 - Décrire les matériels fabriqués et leurs caractéristiques

3 - Visiter les sites des matériels fabriqués et observer :

- . le débit
- . la fréquentation
- . les pannes (les causes et les remèdes)
- . l'entretien par les populations (organisation, coût)

4 - Faire des proposition d'amélioration du produit

Pour les constructeurs locaux des éoliennes, il faut se référer aux travaux de Moamissoal (de la 16ème promotion aussi) qui s'est penché exclusivement sur ce moyen d'exhaure.

II DIFFERENTS MOYENS D'EXHAURE
EXISTANTS (LES PLUS FREQUENTS)

2.1. - Les pompes auxquelles nous avons à faire sont surtout des pompes volumétriques c'est-à-dire que l'énergie est formée par les variations successives d'un volume raccordé alternativement à l'orifice d'aspiration et à l'orifice de refoulement.

Ces pompes sont :

- à mouvement alternatif
- à mouvement rotatif
- à déplacements en chaîne

L'énergie utilisée pour extraire l'eau est :

humaine : pompes à main. Ce sont les plus fréquentes.

- animale : manèges par traction animale. Ce système est très peu utilisé au Burkina à l'heure actuelle mais se trouve en voie d'être répandu. - >

- naturelle : il s'agit particulièrement de l'énergie éolienne.

2.2. Les pompes à main : voir la nomenclature à la figure 1

Les différents éléments sont répartis en 3 parties :

1). L'assemblage du support de pompe au sommet du puits.

Il remplit 3 fonctions :

- . Transmission de la puissance motrice à la tige de pompe.
- . Disposition d'un point de refoulement (dégorgeoir)
- . Protection sanitaire de la source d'eau.

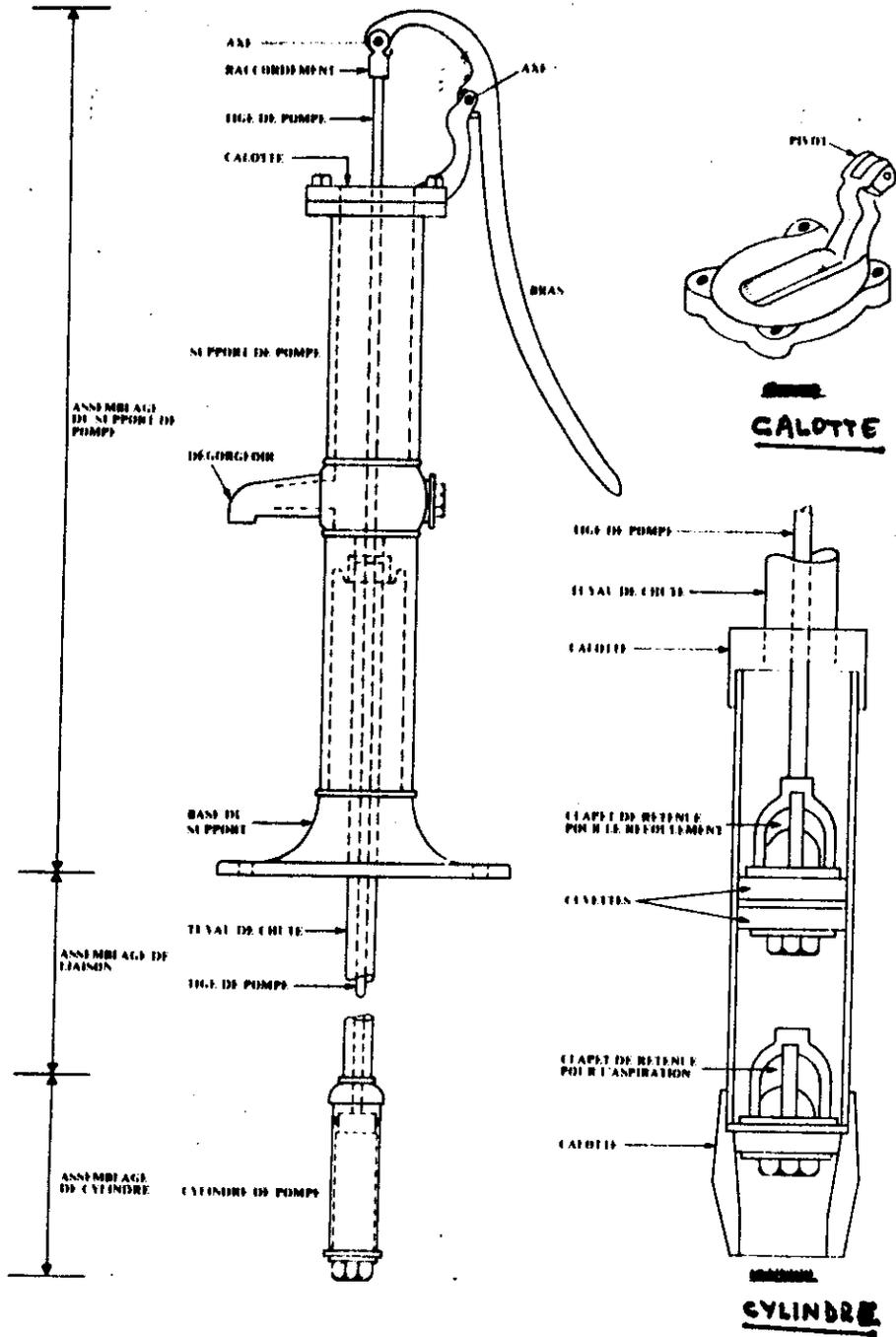
2). - L'assemblage du cylindre en contact avec l'eau -

C'est l'élément pompant proprement dit.

3). - L'assemblage de liaison

C'est surtout la tige de pompe et le tuyau de chute. La tige de pompe transmet les forces entre le bras et le piston et le tuyau de chute transporte l'eau du piston dans le dégorgeoir.

FIGURE 1 **NOMENCLATURE DE LA POMPE A MAIN**



Dans "les pompes à main en hydraulique villageoise, conditions d'utilisation et d'entretien dans les pays membres du CIEH", Monsieur Diluca résume les options adoptées par les constructeurs dans le tableau ci-après :

Dispositif	OPTION
Pompage	- Cylindre / piston - Enceinte élastique - Rotor / Stator
Transmission	- Tringlerie - Cable - Chaîne (en tête) - Hydraulique (par tuyaux x souples)
Commande	- Levier - Volant - Manivelle

Monsieur Diluca résume aussi les avantages et inconvénients, les contraintes liées aux différents modèles de pompes dans les tableaux 1 et 2 ci-après.

Tableau I

Conception des pompes manuelles

A PISTON

Eléments	Orientations prises par les constructeurs et imposées par l'entretien
Levier de commande	Renforcer les paliers car le mouvement alternatif provoque une usure rapide.
Volant	Avantage sur le levier
Cylindre	Avantage du "cylindre ouvert" (diamètre du cylindre au diamètre du refoulement) permettant d'extraire le piston et cylindre sans démonter le refoulement.
Piston	Segments en cuir spécial (forme et traitement)
Mécanisme de commande	Concevoir ce mécanisme de façon à éliminer la composante horizontale résultat du jeu du levier. Solutions :
Transmission	1) - 2 axes mobiles, 1 axe fixe 2) - 1 axe fixe, 1 chaîne sur secteur circulaire (solution la plus intéressante car le nombre d'axe est diminué).
Refoulement	Malgré un avantage dû à sa légèreté le câble tend à être abandonné à cause de sa fragilité. Le centrage de la tringlerie est obligatoire pour éviter le flambage. Protection de la tringlerie contre les eaux agressives (essais de tringlerie en acier inox). Alléger le refoulement. Essai de tubage PVC et manchons en laiton.

Tableau 2

CONTRAINTES A OBSERVER LORS DE LA CONCEPTION ET
L'ENTRETIEN D'UNE POMPE A MAIN - (A PISTON)

Phase	Contraintes à observer	Effets dus au non-respect de ces contraintes
CONCEPTION	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation d'un cuir spécial pour la fabrication des segments d'étanchéité du piston. - Chemisage parfait du cylindre. - Contact de 2 métaux différents à éviter. - Augmenter des surfaces de contact pour éviter les frictions. - Etudier les modèles de clapets (bille, plat...). Soigner l'usinage. - Levier de commande - Robustesse - Forme T ou Π. - Transmission par câble : Utilisation d'un câble anti-torsion. 	<p>Détérioration rapide des segments.</p> <p>Usure du cylindre par le piston.</p> <p>Corrosion électrolytique (cf. : tête de Pompe India : fer/ fonte).</p> <p>Usure prématurée des paliers lisses.</p> <p>Mauvaise étanchéité. Usure et déformation du siège de valve.</p> <p>Usure rapide.</p> <p>Utilisation inconmode.</p> <p>Rupture du câble au niveau de la fixation par détente brutale.</p>
MONTAGE	<ul style="list-style-type: none"> - Assemblage soigné. - Réduire les frottements en utilisant des manchons guides. 	<p>Jeu trop important entre les pièces en mouvement.</p> <p>Rupture de tringlerie, boulon et train de tige et tube de refoulement par ballotement de la tringlerie.</p>
INSTALLATION	<ul style="list-style-type: none"> - Forage exempt de sable. - Installer le corps de pompe à 6 m au-dessus du fond du forage. - Verticalité des superstructures. 	<p>Usure du piston, du cylindre et des segments par le sable.</p> <p>Ensablement du corps de pompe.</p> <p>Usure de la tringlerie et des guides.</p>
ENTRETIEN	<ul style="list-style-type: none"> - Lubrifier les axes de rotation (*) ou employer des roulements autolubrifiants ou coquilles en Thordon. - Changer régulièrement les segments d'étanchéité. Cette manoeuvre est facilitée sur les modèles permettant une extraction du cylindre par l'intérieur du tube de refoulement. - Vérifier périodiquement les boulons. 	<p>Usure prématurée des axes.</p> <p>Diminution du débit de la pompe. Usure du cylindre par frottement métal/métal lorsque le joint en cuir est usé.</p>

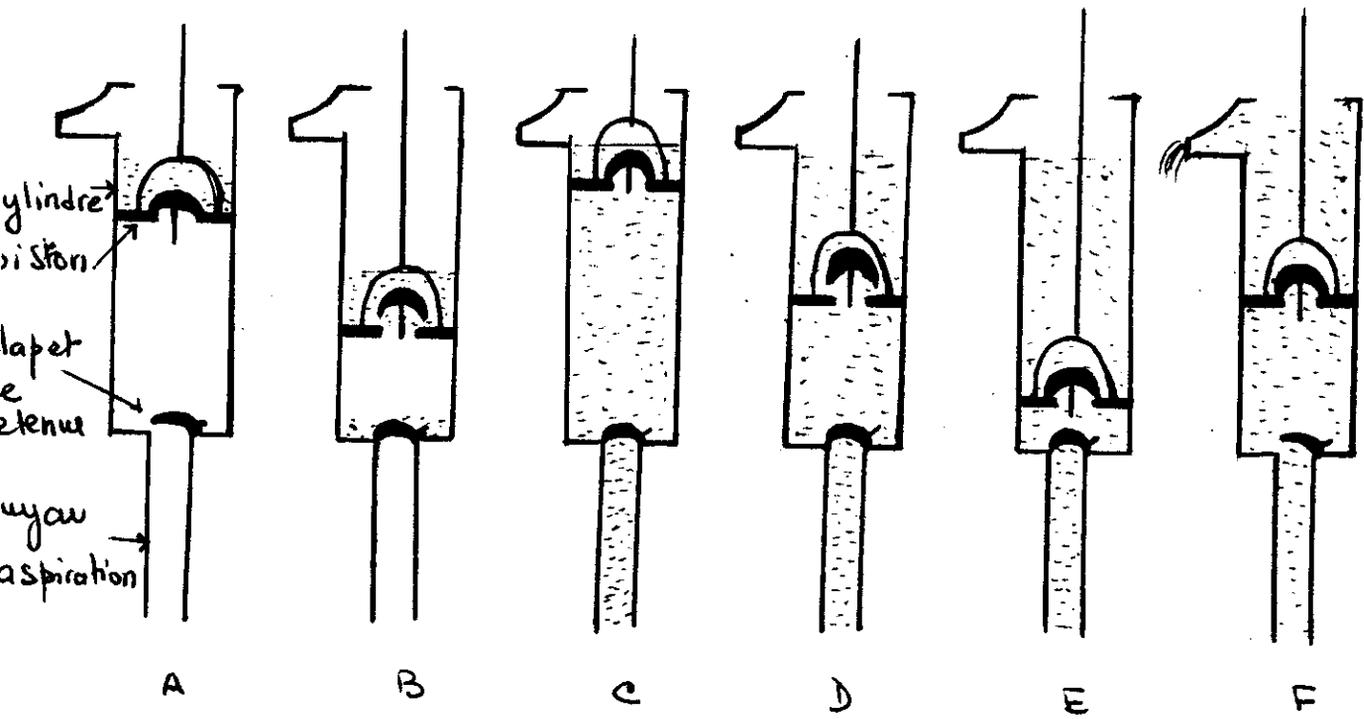
(*) Entretien pouvant être assuré par la population.

La plus courante des pompes à main étant la pompe alternative à piston, il est intéressant de voir le fonctionnement d'une pompe à piston : illustration à la figure 2.

1) Lorsque la pompe est amorcée (croquis A) le piston est en haut. Comme l'air ne peut circuler en raison du joint hydraulique, un vide partiel se crée dans le cylindre, réduisant ainsi la pression d'air à la surface de l'eau contenue dans le tuyau d'aspiration. La pression atmosphérique agissant sur l'eau du puits est maintenant supérieure à la pression d'air agissant sur l'eau du tuyau, ce qui force la montée de l'air et de l'eau dans le tuyau en suivant la montée du piston. Le volume du cylindre situé au-dessous du piston se remplit d'air en provenance du tuyau.

2) Au sommet du cylindre, le piston s'arrête et le clapet de retenue se ferme par son propre poids, emprisonnant l'air dans le cylindre.

Figure 2 : ILLUSTRATION DU FONCTIONNEMENT
D'UNE POMPE A MAIN



3) A la prochaine descente du piston, l'air emprisonné est comprimé entre le piston et le fond du cylindre. Lorsque la pression devient plus forte que la pression atmosphérique exercée sur le cylindre, plus le poids de la soupape et de l'eau d'amorçage, l'air soulèvera la soupape du piston et s'échappera (croquis B)

4) Lors de la prochaine remontée du piston, une plus grande quantité d'air sortira du tuyau et l'eau montera encore, entrant éventuellement dans le cylindre sous le piston (croquis C).

5) Lorsque le cylindre et le tuyau sont pleins d'eau (croquis C), le clapet de retenue se ferme par la pesanteur emprisonnant l'eau dans le cylindre.

6) A la prochaine course descendante, le piston et la soupape traversent l'eau (croquis D).

7) Lorsque le piston atteint le fond du cylindre et s'arrête, sa soupape se ferme, emprisonnant l'eau au dessus du piston (croquis E).

8) A la prochaine remontée du piston, l'eau emprisonnée au-dessus de lui est poussée hors de la pompe (croquis F).

L'eau entre alors à nouveau de force dans le cylindre par le clapet de retenue.

9) A chaque descente du piston, l'action reprend à E, à chaque montée, à F. Ainsi donc, la pompe refoule de l'eau à chaque mouvement ascendant.

Différentes pompes à main (les plus courantes)

1) Pompe élévative à mouvements alternatifs pour puits peu profonds.

La pompe réduit la pression atmosphérique sur l'eau contenue dans le tuyau d'aspiration et c'est la pression atmosphérique agissant sur l'eau stockée à l'extérieur du tuyau d'aspiration qui pousse l'eau vers le haut et la fait entrer dans le pompe.

Ces pompes sont limitées à des puits dont la nappe ne se trouve pas à plus de 6,7 mètres. Et dans ce cas, le corps de pompe est dans le support de pompe.

2) Pompe à mouvements alternatifs pour puits profonds

La seule différence entre ce genre de pompes et le précédent est l'emplacement du cylindre qui est généralement immergé afin d'éviter tout désamorçage. Ce dispositif peut pomper de l'eau située à plus de 6,7 mètres au-dessous du dégorgeoir de pompe.

3) Pompes foulantes à mouvements alternatifs

Elles sont utilisées pour pomper de l'eau dans des réservoirs ou des bassins sous pression. Elles sont fermées de façon que l'eau coule sous pression. Il en existe pour des puits peu profonds et pour des puits profonds.

4) Pompe foulante à diaphragme.

5) Pompe rotative

Ce sont des pompes qui utilisent un ou plusieurs rotors à grande vitesse dans une garniture ou un stator fixe. Ces pompes sont particulièrement adaptées au pompage des liquides visqueux.

6) Les pompes à godets

7) Les chapelets hydrauliques

Dans le chapelet hydraulique, des disques de caoutchouc fixés à une chaîne sans fin passant par un pignon sont poussés vers le haut à travers un tuyau pour faire monter l'eau mécaniquement jusqu'au dégorgeoir.

2.3. Les éoliennes :

Il y a les éoliennes lentes et les éoliennes rapides. Les éoliennes lentes ont un nombre de pales variant de 12 à 24 et elles utilisent principalement les vents de vitesses comprises entre 3 et 7 m/s

Les éoliennes rapides ont un nombre de pales variant de 2 à 4. Il leur faut un vent de 5 m/s au moins pour qu'elles démarrent.

Au Burkina Faso, les vitesses des vents étant faibles, on utilise le plus souvent les éoliennes lentes. Elles actionnent des pompes à piston, des pompes à godets ou des pompes à chapelet.

2.4. Les manèges à traction animale :

Ces manèges actionnent des pompes à chapelet. L'animal utilisé est l'âne ou le boeuf mais c'est surtout l'âne qui est utilisé ici

III NOTIONS D'HYDRAULIQUE ET DE MECANIQUE
SE REFERANT AUX MOYENS D'EXHAURE

3.1. Débit Q de refoulement :

a) Pompe à main alternative :

Le débit de refoulement d'une pompe à main alternative est fonction du volume de cylindre (V) parcouru par le piston durant sa course ascendante et pompante et du nombre de courses de pompage par unité de temps (N). Nous avons ainsi

$$Q = V.N$$

Ce qui revient à écrire

$$Q = \frac{D^2 \times \pi}{4} \times N \times L$$

L étant la longueur de la course

Voir la figure 3 pour l'illustration de cette formule.

Le débit réel de refoulement varie souvent légèrement du refoulement théorique. Ceci est dû au fait que les soupapes ne se ferment pas instantanément lorsque le piston change de direction et n'empêche pas les fuites entre le piston et la paroi du cylindre pendant le pompage. Une usure de certaines pièces du corps de pompe (joints d'étanchéité...) peut accentuer cette différence entre le débit théorique et le débit réel.

Cette différence se définit comme l'écart entre le refoulement théorique (Q_t) et le refoulement réel (Q_r) en tant que pourcentage du refoulement théorique, soit :

$$\text{écart} = \frac{Q_t - Q_r}{Q_t} \quad (\text{Résultat en \%})$$

L'écart ne devait pas être supérieur à 15 %, et de préférence ne pas dépasser 5% pour une pompe bien construite et bien entretenue.

$$\text{Le rendement hydraulique est} = \frac{Q_r}{Q_t} \times 100$$

Figure 3

VOLUME DE CYLINDRE PARCOURU

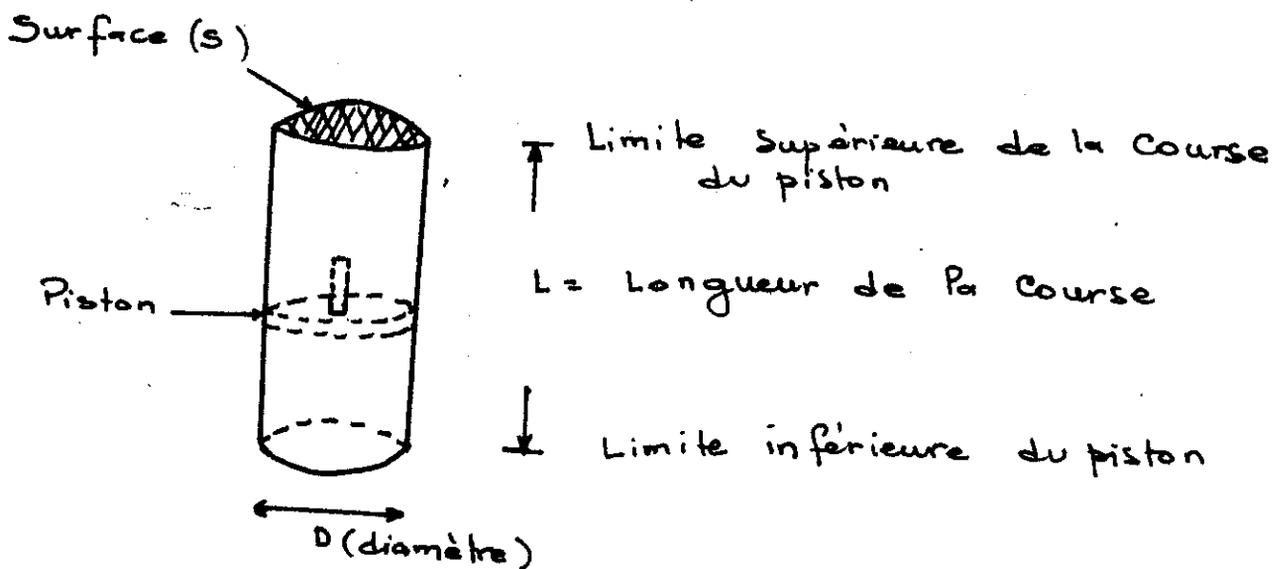
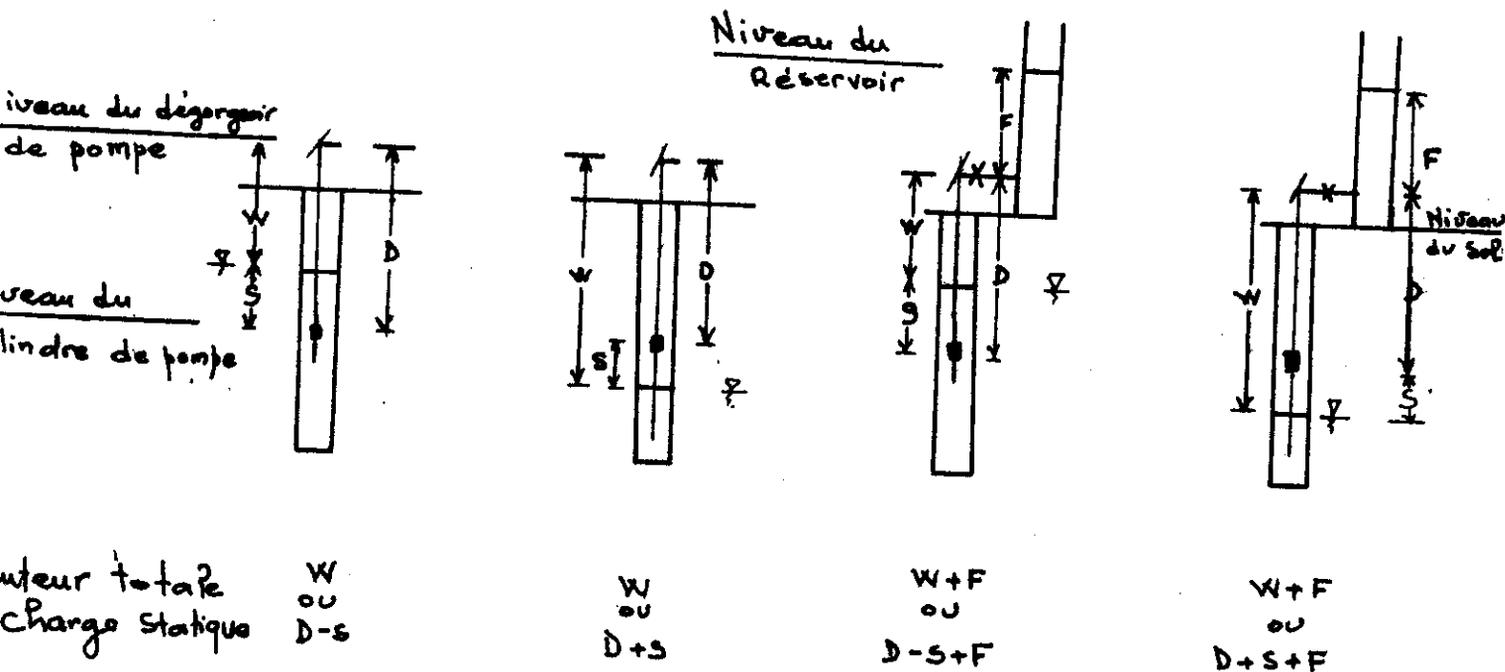


Figure 4

HAUTEUR DE CHARGE STATIQUE POUR POMPES A MAIN



N.B. Un écart négatif est possible : en effet, le refoulement réel peut dans certaines conditions dépasser le refoulement théorique (exprimé en volume de cylindre parcouru). Cela arrive souvent quand on a un tuyau d'aspiration long et étroit au-dessous du cylindre, Ce tuyau peut provoquer une vitesse de refoulement suffisamment élevée pour que la soupape de refoulement du piston reste ouverte pendant une partie de son mouvement ascendant.

Bien que pouvant conduire à un rendement hydraulique de plus de 100 %, cette situation peut provoquer un coup de bélier excessif et même une cavitation.

On appelle vitesse de régime du piston (ou de la pompe) le produit : $N \times L$

Pour les pompes à effet simple (le piston ne refoule que dans un seul sens) la vitesse de régime N est la vitesse moyenne du piston calculée dans une seule direction au cours d'un cycle), N représentant aussi bien le nombre de cycles de pompage que le nombre de courses de pompage par unité de temps.

b) Chapelets hydrauliques :

Nous utilisons la formule $Q = \text{Vitesse} \times \text{section}$ pour le calcul du débit de ces pompes avec comme vitesse (V), la vitesse linéaire de la chaîne. Ainsi $V = N \times \pi \times D$ N étant le nombre de rotations de la roue par unité de temps D étant le diamètre de la roue.

Et comme la section du tuyau de refoulement de l'eau est

$$S = \frac{\pi \times d^2}{4} \quad \text{étant le diamètre du tuyau.}$$

donc Nous avons
$$Q = \frac{\pi \times d^2}{4} \times N \times D$$

il faut reconnaître que N varie avec la profondeur du tuyau de refoulement (plus le puits est profond, plus N est petit car il faut beaucoup plus d'effort).

3.2. Hauteur de charge statique

La hauteur de charge statique est la distance verticale que l'eau doit parcourir pour s'élever de son niveau statique le plus bas à son niveau le plus haut, soit au refoulement libre au dégorgeoir, soit à un réservoir surélevé. La figure 4 illustre la charge statique à surmonter.

3.3. Hauteur d'aspiration :

Les cylindres des puits profonds devraient être installés à une profondeur suffisante pour leur assurer une immersion constante à tout moment et en toute saison, ce qui élimine la nécessité d'amorcer la pompe (diminuant ainsi les risques de contamination) et prolonge la durée d'existence du cylindre.

En ce qui concerne les pompes à main de puits peu profonds, les critères d'économie et de facilité d'entretien des cylindres incorporés à l'assemblage du support de pompe peuvent conduire au choix d'un cylindre placé dans le puits, au-dessus du niveau de l'eau.

La hauteur d'aspiration maximale idéale est fonction de la pression barométrique, ainsi que de la température et de la tension de vapeur de l'eau.

Au niveau de la mer, à 15,6°C, la pression barométrique est égale à 1,03 Kg/cm², ce qui correspond à une hauteur de refoulement d'eau de 10,36 m. La hauteur d'aspiration maximale idéale est alors d'environ 10 m.

La hauteur d'élévation maximale diminue de 1 % par 100 m d'augmentation d'altitude, et de 1 % environ par 4°C d'augmentation de température.

Dans la pratique, les hauteurs d'aspiration tolérables doivent également être réduites pour tenir compte des pertes de charge dues au frottement et la charge d'aspiration due à la vitesse.

3.4. Force hydraulique :

Soit F la force hydraulique s'exerçant sur le piston ; nous avons vu que $F = PA$, P étant la pression hydraulique s'exerçant sur le piston.

$$P = \gamma.H \quad , \quad \gamma = \text{poids spécifique de l'eau}$$

H = hauteur de refoulement, pour un piston circulaire de diamètre D nous avons :

$$F = PA = \frac{\gamma.H.\pi.D^2}{4}$$

N.B. Le poids immergé de la tige doit être ajouté à la force hydraulique.

- C'est lors de la course ascendante du piston que la force hydraulique agit le plus sur le piston, la tige de pompe, les raccords, l'assemblage du bras, les paliers et sur le corps de pompe.

Les expériences montrent que la force musculaire disponible pour un pompage continu assuré par une seule personne varie de 9 à 18 Kg. Or la force hydraulique exercée sur la tige de pompe et, par la tige, sur le bras de pompe peut facilement dépasser 45 Kg.

Le principe du bras de levier permet une multiplication de la puissance musculaire suffisante pour faire fonctionner des pompes à main dans des puits même s'ils sont très profonds.

Si nous avons (voir figure 5)

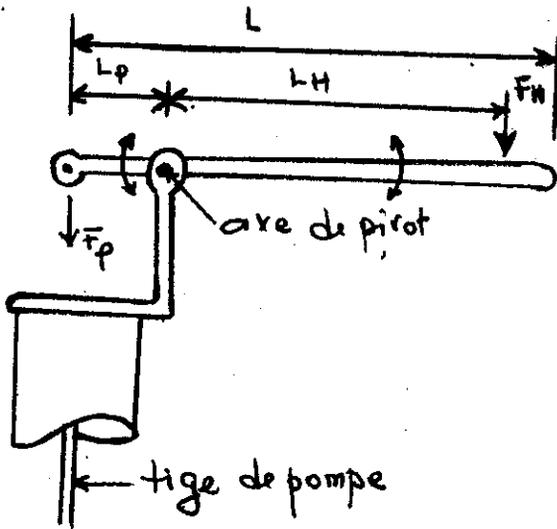
F_p = force exercée par la tige de pompe

F_h = force exercée par la main

L_p = distance entre le centre de l'axe connexion de la tige de pompe et le centre de l'axe du pivot.

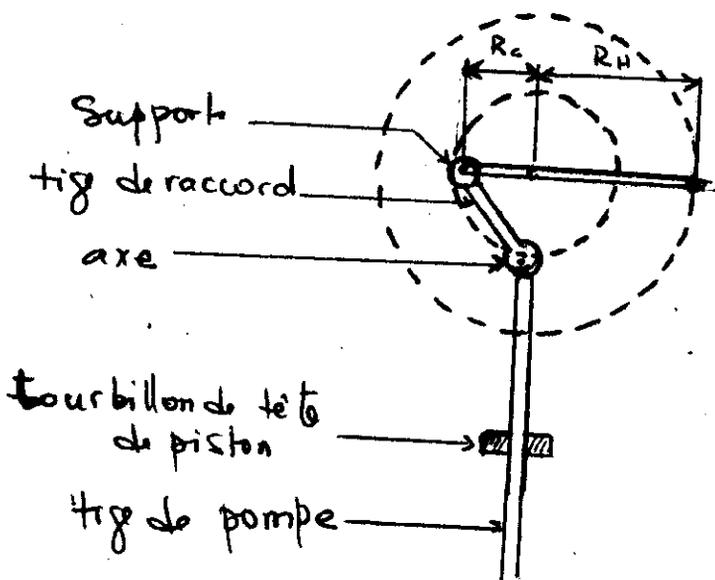
L_h = distance entre le "centre" de la main et le centre de l'axe du pivot.

Figure 5 : AVANTAGE MECANIQUE D'UN BRAS DE POMPE EN TANT QUE LEVIER



Avantage mécanique (MA) = $\frac{L_H}{L_p}$
 Force d'équilibre : $F_H = \frac{F_p}{MA}$

Figure 6 : AVANTAGE MECANIQUE D'UN ARBRE ROTATIF MUNI D'UN BRAS DE MANIVELLE OU D'UNE ROUE



R_c = rayon de rotation de la manivelle
 R_H = rayon de rotation du bras
 $\frac{R_H}{R_c}$ = Avantage mécanique
 S = longueur de la course du piston
 $S = 2 R_c$

alors à l'équilibre on a la relation : $F_h L_h = F_p L_p$

on appelle avantage mécanique, le rapport $\frac{L_h}{L_p} = MA$

Force d'équilibre : $F_H = F_p \frac{L_p}{L_H} = \frac{F_p}{MA}$

L'avantage MA d'un arbre rotatif muni d'un bras de manivelle ou d'une roue (voir figure 6) peut être exprimé de la façon suivante :

$$MA = \frac{\text{rayon de rotation du bras}}{\text{rayon de rotation de la manivelle}}$$

Si la valeur de F_h est excessive (ce qui arrive quand le puits est très profond ou quand la pompe est actionnée par des enfants), on peut y remédier en allongeant le bras (i-e- en augmentant MA), ou en réduisant la force de la tige de pompe (i-e. en utilisant un cylindre de diamètre plus petit).

3.5. Analyse Energétique :

$$P = \frac{\rho \cdot g \cdot QH}{\eta}$$

Q = débit de refoulement en m^3/s

H = Hauteur de chute en m

η = rendement mécanique de la pompe

ρ = masse volumique de l'eau en Kg/m^3

P est exprimée en watt.

a) Energie humaine :

L'homme est la force motrice de la pompe à main. Les plus grands utilisateurs sont souvent les femmes et les enfants

La production moyenne d'énergie humaine étant estimée à 75 watts et en admettant = 60 %

nous avons la relation $QH = 16,50$

avec H en mètre, cette relation nous donne Q en m^3/h

b) Energie animale :

Les boeufs et les ânes sont souvent utilisés (surtout en Asie et quelque peu en Afrique) pour le pompage des eaux d'irrigation en provenance de puits ouverts peu profonds et de diamètre très large.

L'animal est utilisé pour tirer des balanciers rotatifs circulaires ou pour actionner des trépineuses avec ses pattes.

Le cheval peut travailler à une puissance de 746 w jusqu'à 10h par jour, et 3000 Watts pour des efforts brefs de 5 à 30 minutes.

c) Energie éolienne :

Conditions d'utilisation :

1. Vitesse minimale du vent : 3 m/s
2. L'eau du puits peut être pompée continuellement sans provoquer de rabattement excessif.
3. Avoir une solution de secours pour les périodes où le vent manquerait.
4. L'accès à l'éolienne est direct (aucun obstacle ne doit empêcher le vent d'accéder aux pâles).

Le type d'éolienne le plus fréquent est la roue à vent d'allure lente entraînant une pompe à piston. La pompe est généralement munie d'une tige de pompe qui se prolonge au travers du support de pompe et de la pièce de guidage avec un trou pour permettre la connexion entre la tige de pompe et l'éolienne.

l'énergie thoériquement récupérable par les pales de l'éolienne par seconde est :

$$P = \frac{1}{2} m_o S V^3$$

m_o = masse volumique de l'air = 1,25 Kg/m³

S = surface balayée par les pales en m²

V = vitesse de vent en m/s

P = puissance récupérable en Watts

IV. PRESENTATION DES DIFFERENTES
 SOCIETES DE LA PLACE

-o-o-o-o-o-o-o-

A T T E S T A

(Atelier d'Energie Solaire et de Technologie Appropriée)

Responsable :

Adresse de la Société : BP. 3306 OUAGADOUGOU
Tel 30-23-93.

Présentation de la Société : C'est une ONG reconnue le 25 avril 1985 au Burkina Faso. Elle a été mise en place dans le cadre des activités du centre écologiques Albert SCWEITZER (CEAS) pour la promotion de l'énergie solaire et des Technologies appropriées. L'ATTESTA est un atelier devant pouvoir, par sa production, arriver à une autonomie financière. Entre-autres activités, ATTESTA a conçu différents systèmes d'exhaure de l'eau (pompes à piston, pompes à chaines, pompes à godets).

L'atelier emploie actuellement 15 personnes.

Matériels fabriqués actuellement :

- Pompes à chaines ATTESTA
- Pompes ATTESTA (pompes alternatives à piston)

En cas de forte demande, ATTESTA peut fabriquer une vingtaine de pompes par mois.

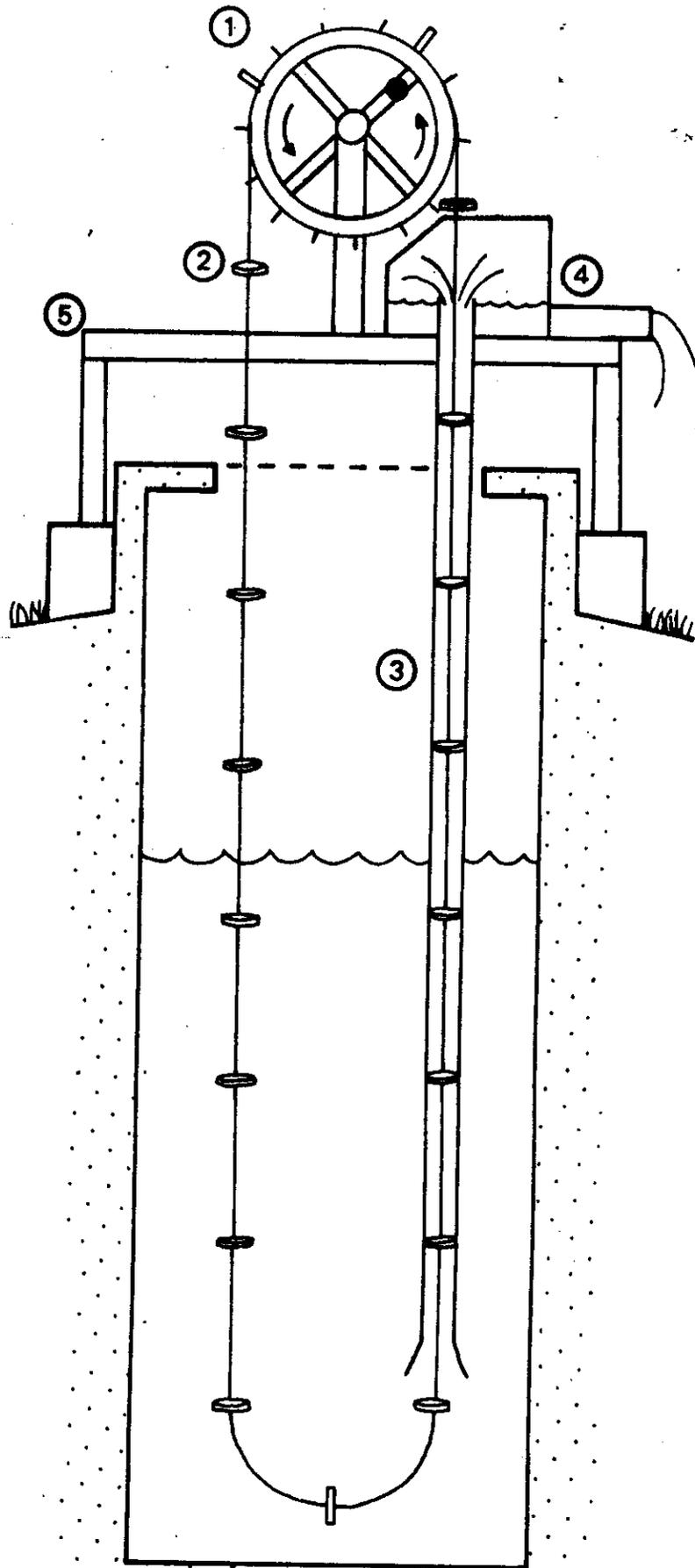
Descriptions de matériel fabriqué :

1. La pompe à chaine ATTESTA :

Description : voir schéma figure 7.

- Le volant est en fer. Son diamètre est de 60 cm pour les puits de profondeur 8 mètres au maximum et de 40 cm pour les puits plus profonds.
- Les rondelles sont en "ertallon" (mélange de caoutchouc et de nylon synthétisés) et leur diamètre est de 40 mm.

- ① Roue d'entraînement et manivelle réglable.
- ② Chaîne galva munie de rondelles en plastique.
- ③ Tube PVC renforcé d'un tube galva.
- ④ Collecteur et canal.
- ⑤ Châssis en acier galva.



- Le tuyau de refoulement est en PVC de diamètre intérieur 42 mm.

Il est contenu dans un tube galvanisé qui le maintient rectiligne.

Usage de cette pompe : elle est adaptée pour le jardinage et pour l'arrosage des plantes.

Son débit théorique est compris entre 3,5 et 4 m³/h (Par les calculs nous obtenons 3,9 à 4,7 m³/h).

Cette pompe est conçue pour des profondeurs maximales de 12m.

Matières premières utilisées :

- chaînes inoxydables
- fers pour le volant
- la tôle pour le collecteur
- les tubes pvc
- les tubes galvanisés
- les rondelles (importées de Suisse) en ertallon
- les boulons (achetés chez Apicoma).

Prix de revient : Matières premières : 89 817
Main d'oeuvre : 13 928
103 745 F CFA

Prix de vente : 0-6 m de profondeur : 137 000 F CFA

Chaque mètre de tuyauterie supplémentaire : 11 500 F CFA
soit un coût de 206 000 F CFA à 12 mètres de profondeur

Ce sont là les prix à la sortie de l'atelier.

Visites sur les sites des matériels fabriqués :

Aucune pompe à chaîne ATTESTA n'est installée à OUAGADOUGOU sauf une expérimentale qui est à l'atelier.

Elle remonte l'eau à une hauteur de 11,30m et son débit est de 3,6 m³/h avec un tour toutes les 2 secondes. Nous avons donc un rendement hydraulique de 90 %.

Avantages et inconvénients :

- Cette pompe est d'usage aisé pour les puits de 8 à 10 mètres au maximum de hauteur de charge statique et comme toutes les pompes à chaîne, elle demande beaucoup d'efforts pour faire remonter l'eau lorsque le puits est assez profond.
- Le tube galvanisé qui renforce le tube pvc de refoulement rend le coût de revient de cette pompe assez élevé. On pourrait bien se passer de ce tube galvanisé sans que cela crée des problèmes graves.

2. La pompe ATTESTA (pompe alternative à piston)

Description : voir schémas figure n° 8

- le levier (en fer) a une longueur de 1,50 m
on a $MA = \frac{5}{1}$
- Le tuyau PVC a un diamètre intérieur de 67 mm
- le piston est fabriqué par l'atelier. Il a une course maximale de 30 cm et coulisse dans le tube d'exhaure
- La crépine, les clapets sont fabriquées par l'atelier.

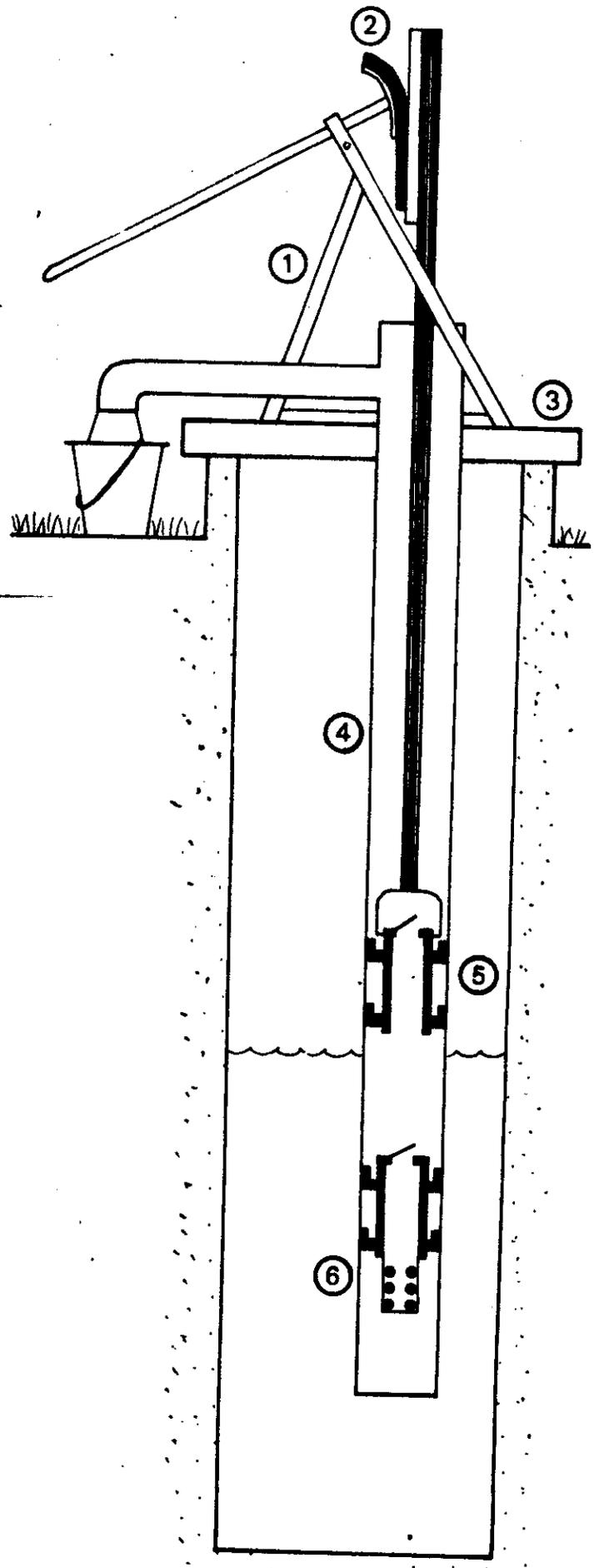
Usage de cette pompe : elle est utilisable pour les puits peu profonds, de même que pour les puits profonds (13-20 m). Des recherches sont menées en vue d'adapter cette pompe aux forages.

Son débit théorique est estimé à $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$

Matières premières utilisées

- Tuyaux PVC de diamètre extérieurs 75 mm ou 63 mm
- fers (pour les crépines, cadres de pompes)
- peaux de vache (pour les joints d'étanchéité)
- du caoutchouc pour les clapets (souvent des chambres à air des voitures).
- de vieux pneus de voiture
- des boulons (chez Apicoma)

- ① Châssis métallique de la pompe
- ② Bande de pneu
- ③ Peut être installée sur une dalle pour assurer la propreté de l'eau.
- ④ Tuyaux PVC
- ⑤ Piston en acier galva. Tubes et raccords d'utilisation courante en plomberie.
- ⑥ Clapet et crépine



Entretien et maintenance : il faut remplacer :

- les tringles (tiges) galvanisées tous les 3 ans
- les crépines et les pistons tous les 2 ans
- les tubes PVC tous les 4 ou 5 ans
- le caoutchouc de pneu (bande) tous les 3 ans-4 ans

La durée de vie d'une pompe à piston ATTESTA est de

10 ans pour une pompe utilisée en famille

8 ans pour une pompe beaucoup utilisée

<u>Coût de revient</u> :	Matières premières :	54 337
	Mains d'oeuvre	20 800
		75 137F CFA

<u>Coût de vente</u> :	jusqu'à 6 m de profondeur :	105 000 CFA
	" 14 m "	: 120 000 CFA
	" 20 m "	135 000 CFA

Visites des matériels installés

Il a été constaté que le piston a une course moyenne de 25 cm.

Hauteur de ch.stat.	Nombre de course du piston/mn	débit théorique	débit observé	rendement hydraulique
11,10 mètres	50	3,31 m ³ /h	2,4 m ³ /h	72 %
11,30 mètres	50	3,31 m ³ /h	1,8 m ³ /h	54 %

La pompe de profondeur 11,10 mètres est une pompe beaucoup sollicitée. Elle travaille 8 à 10 heures par jours.

Avantages et inconvénients :

- le frottement entre les bords du Té du dégorgeoir et la partie extérieure de la tringlerie use facilement le Té
- le fait que le tuyau PVC de refoulement ne soit pas protégé par le haut expose la crépine (jet des cailloux par les enfants...etc...)

Suggestions :

On pourrait boucher le tuyau PVC par un bouchon en ertallon avec un petit orifice pour la tringlerie. Cela aura l'avantage d'éviter les 2 inconvénients cités précédemment.

N.B. : Il faut noter qu'ATTESTA fait de la fabrication partielle car elle usine certaines des pièces des pompes.

FORMATION ARTISANALE ABBAYE DE Koubri

BP. 123 OUAGADOUGOU

Modèle de pompe : "Pompe à chaîne de Koubri".

Le centre est situé à 30 Km au Sud de Ouagadougou, dans la zone du Bazega, sur la préfecture de Nagbangré-Koubri.

Ce centre de formation artisanale est une action de développement sans but lucratif. Ses apports viennent des cotisations des élèves, des dons et des subventions.

Leur modèle de pompe a été mis au point par la section "Atelier de production" du centre. Ils sont encadrés en cela par des "volontaires du progrès" (travaillant pour l'Association Française pour les Volontaires du progrès).

Présentation de la pompe : voir schéma figure n° 9.

- Elle est actionnée par une personne et remonte l'eau jusqu'à 5 mètres de profondeur. Elle utilise le mouvement de 2 roues entraînant 2 chaînes. Les chaînes sont munies de rondelles en caoutchouc remontant l'eau dans 2 tubes en PVC. Une cuve en tôle, munie d'un dégorgeoir recueille l'eau de remontée.
- Les roues sont des vieilles jantes de motocyclettes facilement trouvables sur le marché. Ces roues entraînent les chaînes par frottement et ce frottement est augmenté par le couvre-joint en caoutchouc dont on recouvre les roues.
- Les chaînes sont confectionnées de manière artisanale sur les sites des barrages avec des fils de fer de gabion, longueur par maillon (entre 2 rondelles) : 50 cm
Pour le montage des chaînes, voir schémas figure n° 10.
- Les rondelles de caoutchouc sont taillées à l'emporte-pièce dans du couvre-jante ; elles ont un diamètre de 38 mm
- Les tuyaux PVC ont un diamètre intérieur de 40 mm.

Usage et débit théorique

Cette pompe est conçue pour le maraichage et débite théoriquement $9 \text{ m}^3/\text{h}$ (valeur donnée par le constructeur). Par les calculs nous obtenons $6,63 \text{ m}^3/\text{h}$ avec une moyenne de 35 tours/mn comme vitesse d'entraînement des roues.

Figure n° 9 : POMPE A CHAINÉ DE KOUBRI

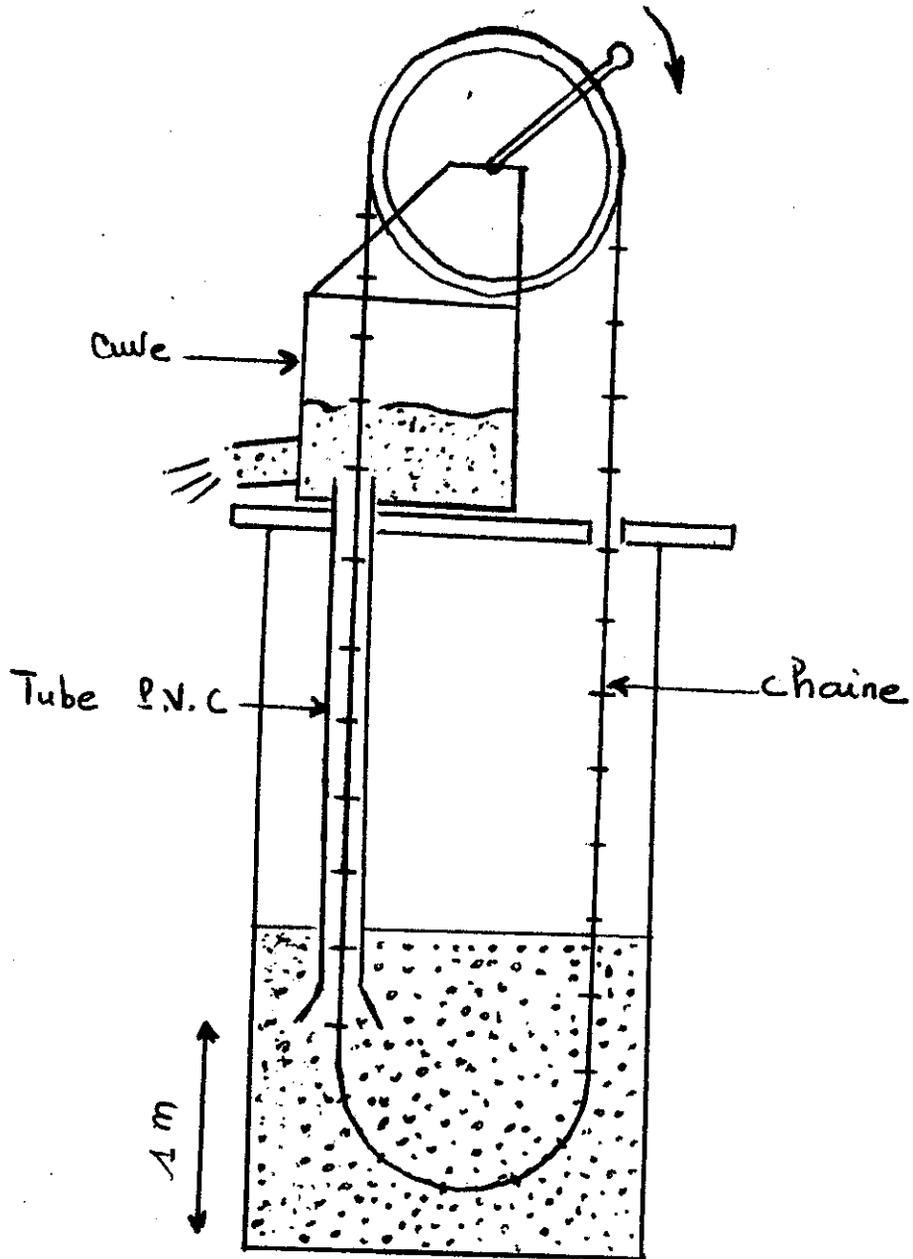
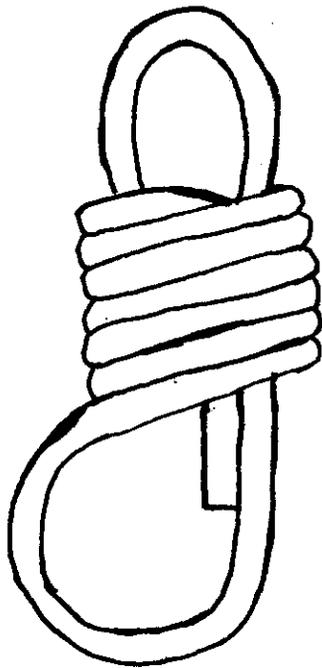


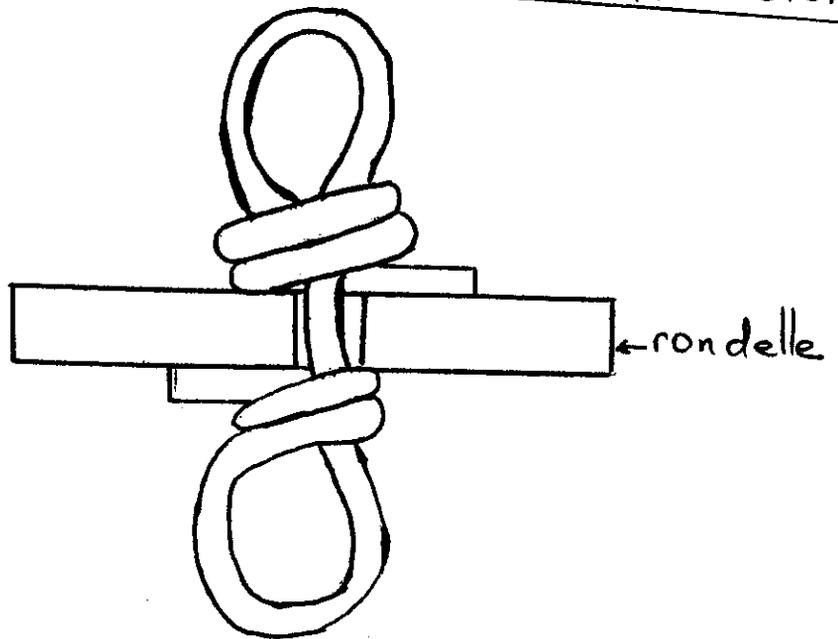
Figure n°10 : MONTAGE DES CHAINES (POMPES KOUBRI)

37 - bis

MAILLON NORMAL



MAILLON PISTON



Matières premières utilisées :

- Couvre jante de camion
- fils de fer de gabion
- fer plat (du 30 x 8 mm²)
- fer rond de 20 mm (pour l'axe)
- noix de serrage (50 x 20)

Tout ce matériel est facilement acquis sur le marché National.

Coût de revient : 45 000 F CFA (matière première)

Coût de vente : 65 000 F CFA

Capacité de fabrication : le centre fabrique les pompes suivant les commandes. Il en a installé 100 l'an dernier.

Visite des sites des matériels fabriqués :

Nous n'avons pas pu visiter les pompes installées à Ouaga. Des essais ont néanmoins été faits sur la pompe qui est installée au centre même.

Vitesse de rotation des roues (quand on fournit un effort moyen) : 30-40 tours/mn.

hauteur de charge statique	Débit observé	rendement hydraul.
moins d'un mètre	4,5 m ³ /h	50 %

Avantages et Inconvénients :

Avantages :

- Pompe très simple à réaliser par les artisans
- cette pompe ne coûte pas chère
- le fait qu'on ait 2 roues, augmente le frottement (plutôt la surface de frottement).
- On peut avoir une 2^{ème} manivelle en option
- très peu de pertes d'eau grâce à la cuve.

Inconvénients :

- La chaîne se casse facilement
- très faible rendement hydraulique
- les rondelles : . les joints des rondelles passent facilement en travers des rondelles.

. du fait de leur souplesse elles favorisent trop de fuite d'eau dans le tuyau de refoulement

- le contact du bas du tube PVC avec les rondelles malgré l'évasement du pvc est préjudiciable.

Propositions

- Puisque la cuve en tôle revient chère, on pourrait chercher à la remplacer par un Té en pvc.
- Le bas du tube pvc peut être protégé par des rondelles en fer

N.B. Le centre de formation Abbaye fait la forgerie et du montage elle ne fait pratiquement pas d'usinage.

LA POMPE "VOLANTA" DE SAABA

Elle est fabriquée et installée par le "centre Sainte Famille" à Saaba, BP. 3905 OUAGADOUGOU.

Ce centre est un centre religieux et le financement se fait par des dons. Les bénéfices sont utilisés dans des oeuvres sociales.

Description de la pompe : Voir schéma figure n° 11.

C'est une pompe pour les forages et les puits. Elle est à piston. Le mouvement rotatif du volant est transformé en mouvement vertical par une bielle.

- Le volant est en fer plat et son diamètre est 1,50 m
- Le tuyau est en fer inox
- Le corps de pompe est en fibre de verre polyester

La course du piston est réglée suivant la profondeur du puits ou du forage.

Données techniques de la pompe : voir schémas figure n° 12.

En utilisant la formule $Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \times N \times L$

avec pour cette pompe $L =$ course (variable)

vitesse moyenne de la roue = $N = 60$ tours/mn = 3 600 tours/h

$D = 50$ mm

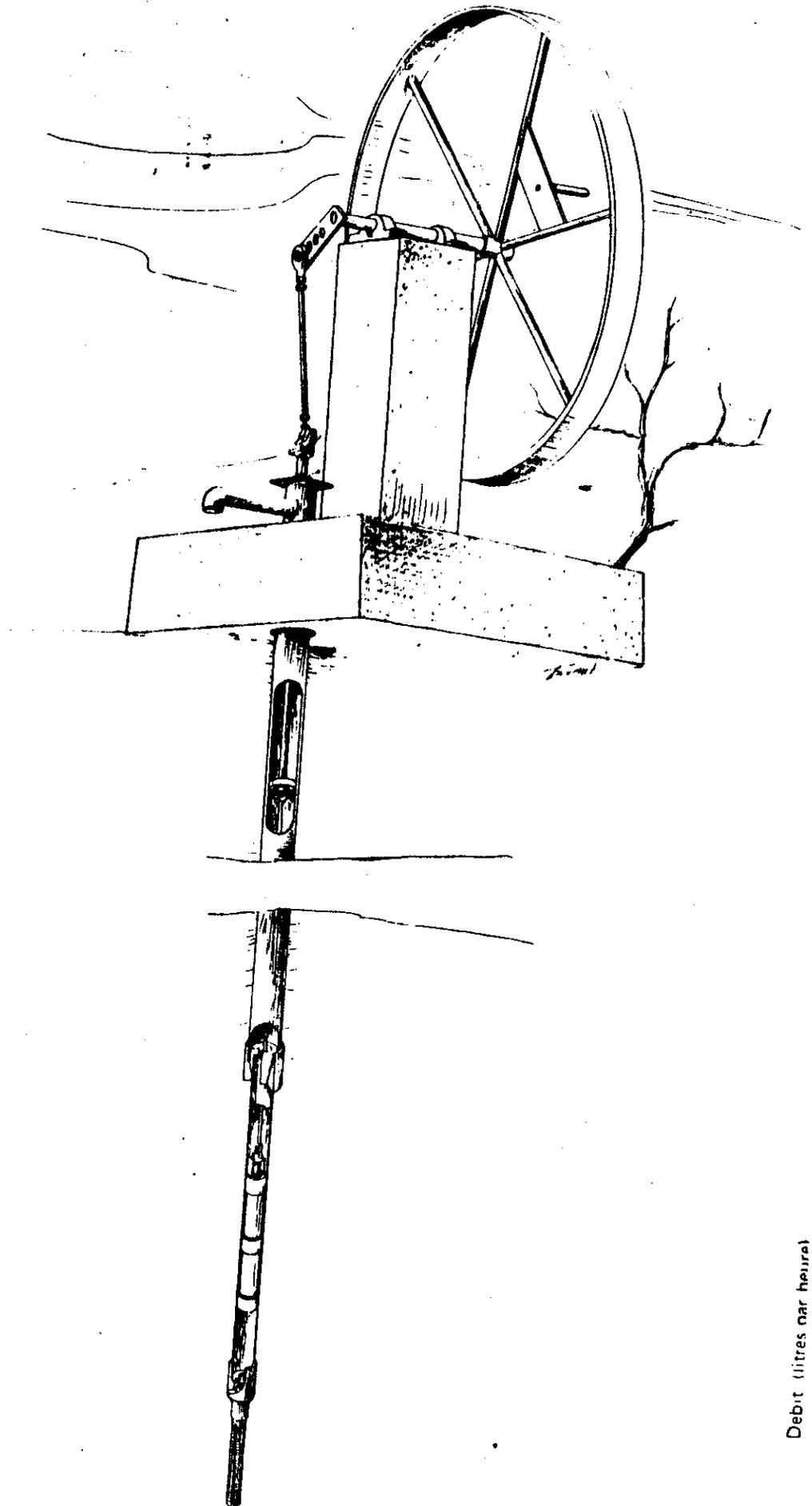
nous avons : $Q = 7,068 \times L$

avec L en m , on a Q en m^3/h .

Capacité de fabrication :

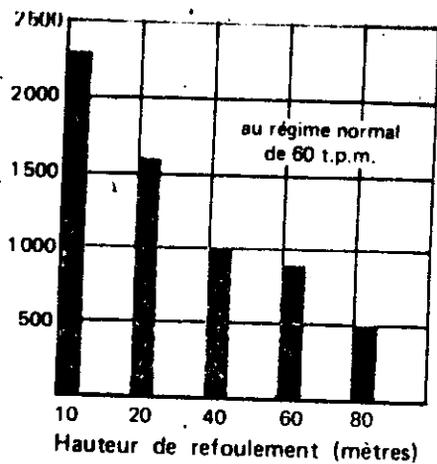
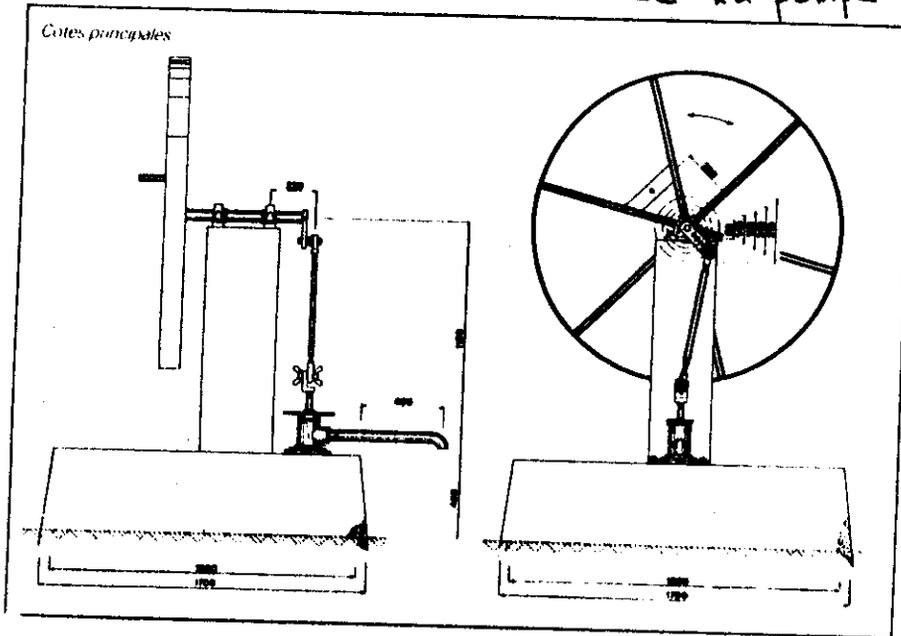
L'atelier peut faire en moyenne une pompe par jour mais en cas de forte demande, il peut aller jusqu'à 800 pompes par an.

Depuis 5 ans, il a été fabriqué 800 pompes par cet atelier.



Figures n°12

Données Techniques de la pompe "Volanta"



Alésage du cylindre	50 mm
Diamètre extérieur du tuyau de refoulement	90 mm
Diamètre extérieur maximum manchon compris	100 mm
Diamètre minimum nécessaire du forage	110 mm
Hauteur de refoulement au dessus du sol	40 mts.
Poids de la pompe complète pour 30 mts.	180 Kgs.

Matières premières :

- Acier Inox
- fer plat
- tuyau en fer
- boulons, écrous
- certaines pièces usinées (roulement de bielle, palier etc...)

Presque toute la matière première est importée. L'atelier fait de la transformation partielle en usinant une bonne partie des pièces nécessaires au montage

Prix de revient de la pompe :

Prix de vente de la pompe : 430.000 à 30 m
+ 4 000 par mètre supplémentaire

Coût d'installation : 25 000 F CFA + 4 sacs de ciment

Frais d'entretien annuel : moins de 25 000 F CFA

Visite de quelques pompes :

Nous avons visité 2 pompes : l'une d'elles était en panne. Celle qui fonctionne refoule l'eau à 15 m son débit réel est $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$ et admet un rendement hydraulique qui est presque 1. Cette pompe est exploitée plus de 10 heures par jour.

Pannes fréquentes observées sur ce genre de pompes : cassure de la tringlerie au niveau du manchon de liaison entre 2 triangles.

Avantages de cette pompe :

- elle est résistante (ses pièces sont en acier inoxydable)
- elle est utilisable pour les forages très profonds (jusqu'à 80 m) de même que pour des puits de 10 mètres.

- elle est actionnable par un petit moteur à explosion ou électrique et peut par la même occasion, refouler l'eau jusqu'à un réservoir.

Inconvénients :

- Coût assez élevé

Il faut reconnaître que la non exonération des taxes sur les pièces importées y est pour beaucoup.

TECHN - EAU - TERRE

Cette société fabrique la Pompe Manuelle "Sahel".
Adresse : BP. 3814 OUAGADOUGOU
Tel. : 33-30-71

Présentation de la Société :

C'est une Société à responsabilité limitée (SARL)
Elle existe depuis un an et sont associés à elle : le Ministère de la promotion économique, un ONG belge, un artisan belge, 2 privées.

Capital : 2 000 000 F CFA

Chiffre d'affaires : néant car les pompes sont encore à l'essai.

La Société dépend du ministère de la promotion économique.

Description de la pompe : voir schéma figure n° 13.

C'est une pompe à mouvements alternatifs pour puits profonds et pour les forages (jusqu'à 60 m). On a le rapport

$$MA = \frac{10}{1}$$

Caractéristiques techniques : voir schéma figure n° 13

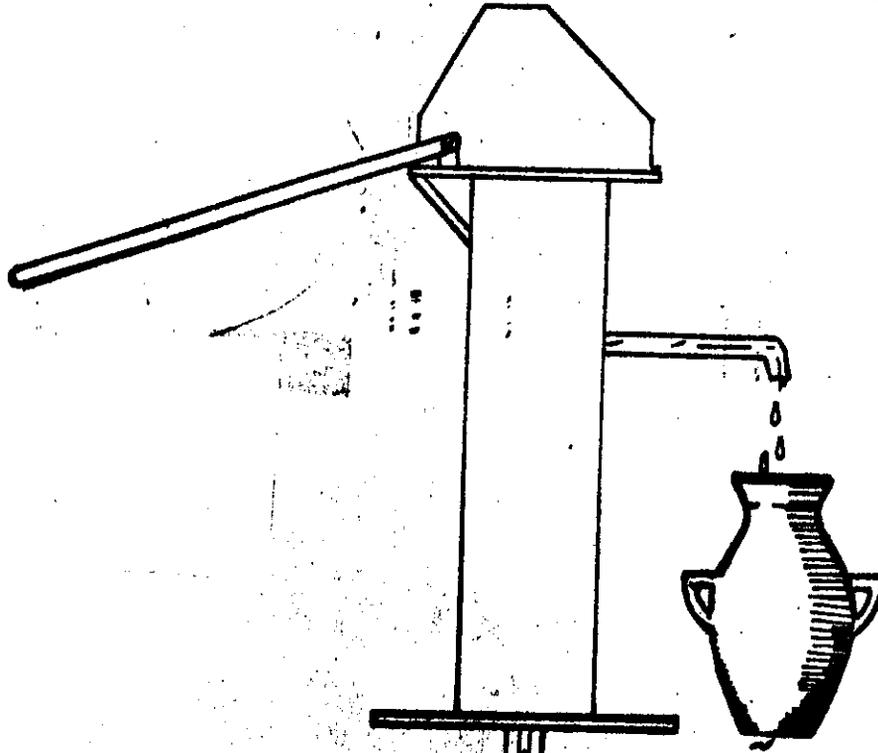
Matières premières :

- corps de pompe (pistons etc... sont importées)
- Crépines
- ferrailles (achetée sur place)
- fer rond

Le tout est monté sur place et une équipe installe les pompes.
Cette Société ne fait donc que du montage pour le moment.

Figure n°13 :

POMPE A MAIN "SAHEL" DE TECHNO-EAU-TERRE



LES CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

CORPS DE POMPE	Matière	Tube inoxydable	
	Longueur (mm)	500	
PISTON	Ø (mm)	72	
	Extrémités	2 manchons soudés	
ASPIRATION	Clapet anti-retour	33/42	
	Étanchéité	2 joints en cuir	
AXE DE TRANSMISSION	Clapet anti-retour	33/42	
	Crépine	Matière synthétique	
	Tuyau Ø	12/17	
	Tuyau remontés d'eau Ø	33/42	
	Profondeur maximale	25 m	60 m
	Débit maximal	2000 l	1200 l

Capacité de fabrication : 15 pompes par mois
Coût de revient : 115 000 Sans tuyauterie
2 500 par mètre de tuyauterie
Coût de vente : 190.000F (à 0 mètre de profondeur)
+ 4 500F par mètre de tuyauterie
Soit un prix de vente de 325 000F CFA pour un forage de 30 mètres de profondeur

Par tuyauterie, il faut comprendre : la tringlerie (acier inox 12/17) et un tuyau en acier (33/42)

Visite des sites des matériels installés :

Ces pompes sont beaucoup exploitées. Celle installée à l'INEPRO fonctionne de 5h à 24 heures chaque jour. et celle installée à Boulmiougou fonctionne environ 10 heures par jour.

Pompe installée à INEPRO (depuis 1 an).

hauteur de charge statique	Nombre d'aller et retour du piston	débit observé
40 mètres	48/mn	1,2 m ³ /h
	80 /mn	1,8 m ³ /h

Pompe installée à Boulmiougou (depuis 3 semaines)

?	30/mn	0,7 m ³ /h
	60/mn	1,2 m ³ /h

Avantages et inconvénients

Avantages : - cette pompe a un très bon débit et est d'usage aisé c-a-d. elle ne demande pas trop d'effort pour pomper l'eau

Inconvénients : problème de butée basse du levier contre le support. Il faut à cet effet prévoir des amortisseurs.

A P I C O M A

Adresse de la Société : BP. 2085 OUAGADOUGOU
Tel. : 33-67-03.

Présentation de la Société : C'est une société à caractère public, ayant pour ministère de tutelle, le ministère du travail. Elle s'occupe de la fabrication des pompes India Mark II dans le cadre d'un projet et elle est assistée sur le plan technique par l'UNICEF. Le CNPAR forme les forgerons des différentes provinces à l'entretien et à la maintenance de ces pompes.

Pompe fabriquée : La réplique de la pompe India Mark II

Capacité de fabrication : La maison en est encore aux essais. Elle compte produire entre 600 et 900 pompes par an.

Description du matériel fabriqué : voir schéma figure n° 14.

- La partie extérieure est constituée par le socle de fixation (en tôle), la fontaine avec le bec d'écoulement (en fer), la tête (en tôle) et le bras de commande (en fer)
- La colonne d'élevation se compose de tringlerie transmission du mouvement et d'un tube galvanisé de diamètre intérieur 42 mm.
- Le corps de pompe est en acier inoxydable
- Toutes les pièces métalliques du piston sont en bronze.
- Le piston a une course maximale de 110 mm et un diamètre de 63,5 mm
- Le levier est lié à la tringlerie par une chaîne de pas 25,46 mm.

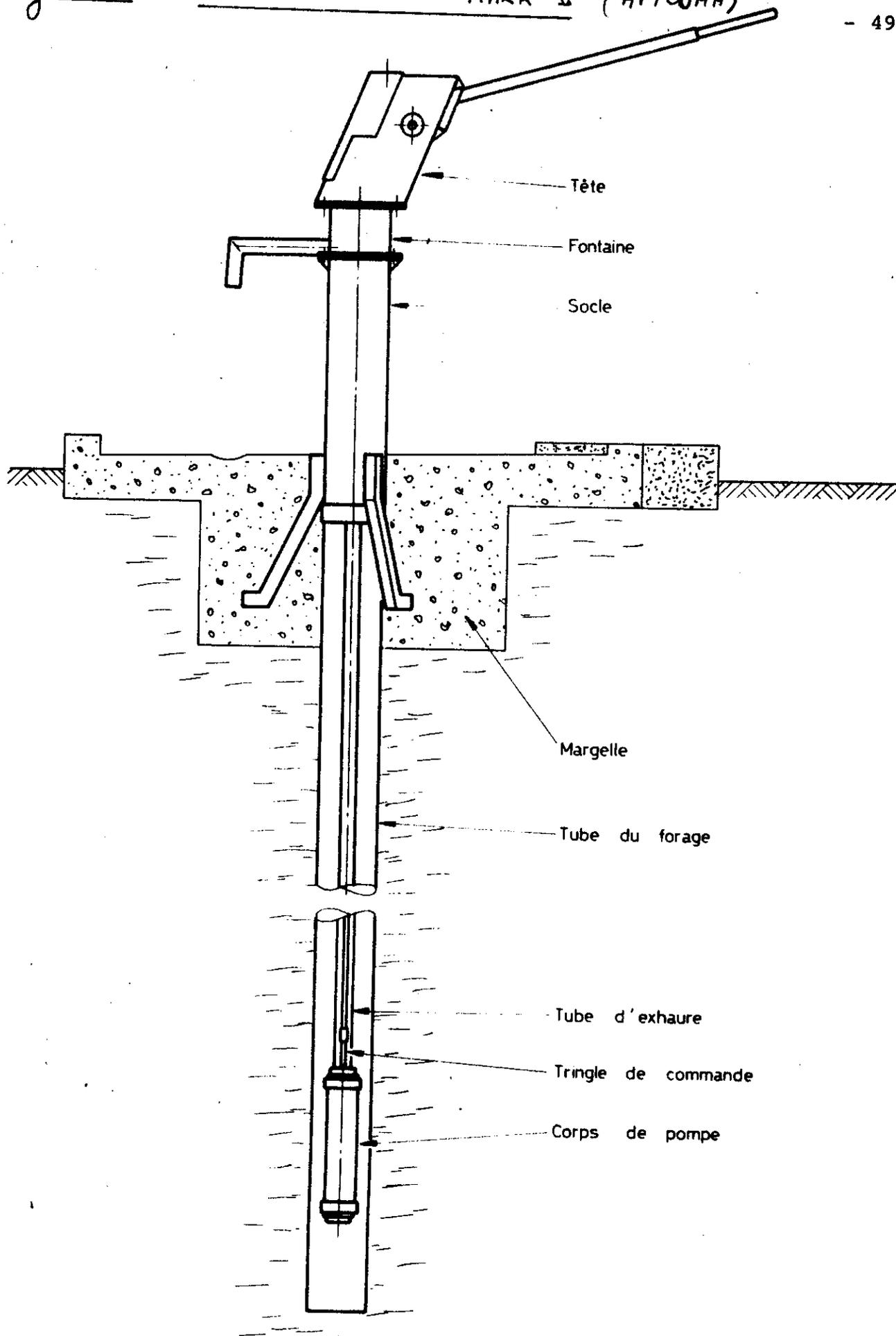
Cette pompe est adaptée aux puits peu profonds, aux puits profonds et aux forages.

Son débit théorique est de $1 \text{ m}^3/\text{h}$ pour 40 coups/mn (données du constructeur).

N.B. : Nous avons $MA = 8$.

Fig n° 14 :

POMPE INDA MARK II (APICOMA)



Matières premières utilisées :

- tube creux en tôle
- acier doux ,
- boulons
- chaîne de pas 25,4 cm
- du bronze (le piston est en bronze)
- cuir
- tube en acier galvanisé Ø42 mm

En ce qui concerne la matière première, tout usinage se fait sur place (corps de pompe, boulons...)

APICOMA fait une fabrication partielle (elle usine certaines pièces).

Coût de revient d'une pompe : 200.000 F CFA

Coût de vente d'une pompe : 230.000 F CFA

Il est à noter que Apicoma est exonérée des frais de douane pour l'exportation des pièces.

Visite sur les sites des matériels fabriqués

Nous avons visité l'une des 2 pompes qui sont à l'essai, en occurrence celle qui est à Zagtouli.

Elle est installée depuis Novembre 84 et n'a subi que 2 pannes (usures des joints et amincissement de la tringle de piston)

Cette pompe est très exploitée. Elle est utilisée plus de 10 heures par jour et débite environ 15 m³/jour. Pour cette pompe nous avons :

hauteur de charge statique	Nombre de coups/mn	Débit obs.	Rendement hydraul
50 mètres	60	0,9 m ³ /h	72 %

Avantages :

- pompe robuste beaucoup résistante
- elle est facilement dépannable par les artisans

Inconvénients :

- La combinaison bronze, eau et fer favorise une électrolyse qui a pour conséquence d'amincir le fer.

Les constructeurs veulent remplacer, au niveau du corps de piston, le fer galvanisé par la fonte.

I. T. D E L L O

(INSTITUT , TECHNOLOGIQUE DELLO)

Adresse : BP. 3573 OUAGADOUGOU

Présentation :

I.T. Dello est un ONG dont le siège est en France et qui s'est fixé comme objectifs dans les pays en voie de développement : - le développement des équipements du monde rural par la promotion de l'artisanat

- la mise au point de matériels appropriés aux utilisateurs
- la recherche, les essais et la Formation

Les thèmes d'actions sont l'eau et les énergies renouvelables. I.T. Dello mène depuis 3 ans au Burkina Faso un programme de développement et de mise en production de 2 pompes manuelles et parallèlement, apporte son appui à la production par une assistance technique et parfois financière à 2 ateliers d'artisans, l'un à OUAGADOUGOU (Atelier Nikiema) et l'autre à BOBO-DIOULASSO.

I.T. DELLO n'a aucun but lucratif.

Pompes fabriquées par I.T. DELLO : La Pompe "Burkinabè" (Pompe pour puits) et la pompe "Kadiogo" (Pour les eaux de surface) et un manège à traction animale qui est à l'essai.

Capacité de fabrication : Jusqu'à présent, les artisans encadrés par IT. DELLO ont diffusé 125 exemplaires de ces pompes.

Les objectifs sont de diffuser en 87 :

- 150 pompes Kadiogo
- 300 pompes Burkinabè

1. La Pompe PVC "BURKINABE" :

Description : Voir Schéma figure n° 15

C'est une pompe manuelle à piston, avec un balancier de commande

- Le balancier est en bois avec $MA = \frac{2}{1}$ pour les puits de moins de 8 mètres et $MA = \frac{3}{1}$ pour les puits de plus de 8 mètres de profondeur.

- La tringlerie : Un fer plein de diamètre 16 mm et long de 60 cm est recouvert et prolongé par un tube PVC de diamètres 18/21 mm et finalement un autre morceau de fer de diamètre 16 mm et de 60 cm de longueur lie le tube pvc au piston.

- Le piston métallique et soudé est fabriqué par les artisans. Il coulisse directement dans le tube PVC d'exhaure

- Le tube PVC de refoulement a un diamètre variable

Ø 68/75 mm	pour les puits de profondeur	0-6 mètres
Ø 55/63 mm	"	6-12 mètres
Ø 42/50 mm	"	12-24 mètres

Usage de cette pompe : Elle est faite pour les puits de profondeur maximale 25 mètres et peut être utilisée comme pompe de jardin ou comme pompe de cour.

Son débit est estimé à $2 \text{ m}^3/\text{h}$ pour un puits de 6 mètres

Matières premières :

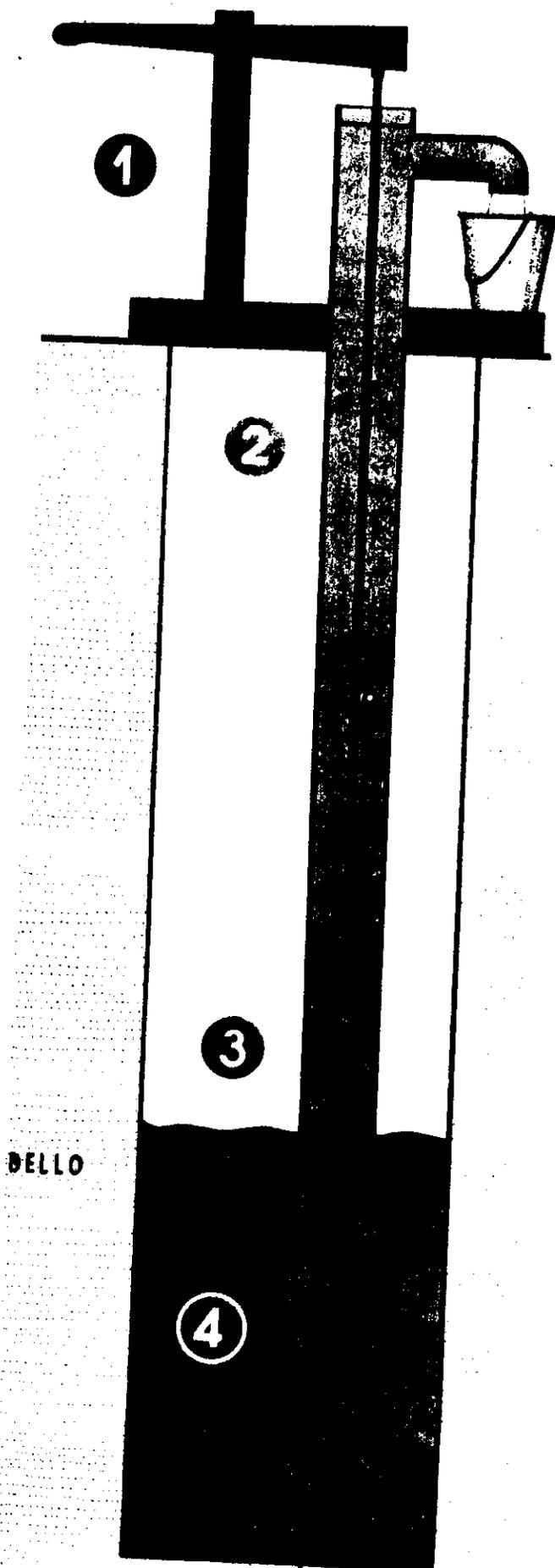
- le bois (fixation - levier)
- les tuyaux PVC (la tringlerie et l'exhaure)
- le cuir
- le fer rond de diamètre 16 mm
- les boulons

La matière première s'acquiert facilement à OUAGADOUGOU et toutes les transformations sont faites par les artisans (piston, clapets, crépines). Il s'agit donc ici d'une transformation partielle.

Figure 15 : LA POMPE PVC-MAS "LA BURKINABE" (I.T. DELLO)

DESCRIPTION

- ① Le balancier de commande en bois est facile à manœuvrer.
- ② La tuyauterie en PVC est légère et facile à installer (procédé SAHORES).
- ③ Le piston, métallique et soudé, fixé à une tige souple peut être retiré sans outillage et sans démonter la pompe.
- ④ Le clapet de pied est fixe, le bas de la pompe se situe à 20 cm du fond du puits.



Approvisionnement à Ouaga : Atelier NIKIEMA Situé à Gounghin entre le cinema et le bar "Don Camillo".

Coût de revient et coût de vente : voir à la page 4

Visites des pompes installées :

Nous avons remarqué que la course maximale du piston est de 45 cm et qu'en fait elle a une course moyenne de 25 cm

Hauteur de charge statique	N	Débit réel	Débit théorique	Rendement hydraulique
8,50 m	35	1,2 m ³ /h	1,25 m ³ /h	96 %
16,50 m	40	0,6 m ³ /h	0,83 m ³ /h	72 %

N.B. : N = nombre de courses du piston par mn

Ces pompes visitées sont des pompes de cour.

Avantages :

- Pompe facile à fabriquer par les artisans (forgerons)
- Certaines réparations sont faisables par l'utilisateur
- Le prix d'achat est abordable
- Très bon rendement hydraulique pour les puits peu profonds
- Débit intéressant pour une pompe de cour

Inconvénients :

- Le balancier de commande s'use très vite (en moins d'1 an et demi) quand la pompe est beaucoup utilisée (plus de 6 heures par jour).
- Le contact de la partie supérieure de la tringlerie et du Té du dégorgeoir use facilement ce dernier
- Cassure fréquente du tube PVC Ø18/21 servant de tringlerie, surtout quand le puits est profond.

Suggestions :

- On pourrait trouver un bouchon adéquat pour la partie supérieure du tube d'exhaure afin d'éviter les frottements du Té avec la tringlerie.

- il faut utiliser toute la tringlerie en acier (inoxydable si possible).

2. Pompe Foulante "KADIOGO"

Description : Voir schéma figure n° 16

C'est une pompe à main, à piston avec un corps de pompe placé à l'horizontale. La pompe est moulée sur un bâti métallique soudé formant une brouette.

Usage de cette pompe : Cette pompe à main est prévue pour l'irrigation des terrains cultivés au bord d'un barrage ou d'un fleuve (et plus particulièrement pour le maraichage).

C'est en fait une pompe pour les eaux de surface.

Matières premières :

- bois
- fer
- tube PVC

Le corps de pompe, la roue, le support et la commande sont entièrement réalisés par les artisans.

Coût de revient et de vente : Voir les tableaux à la page : 56

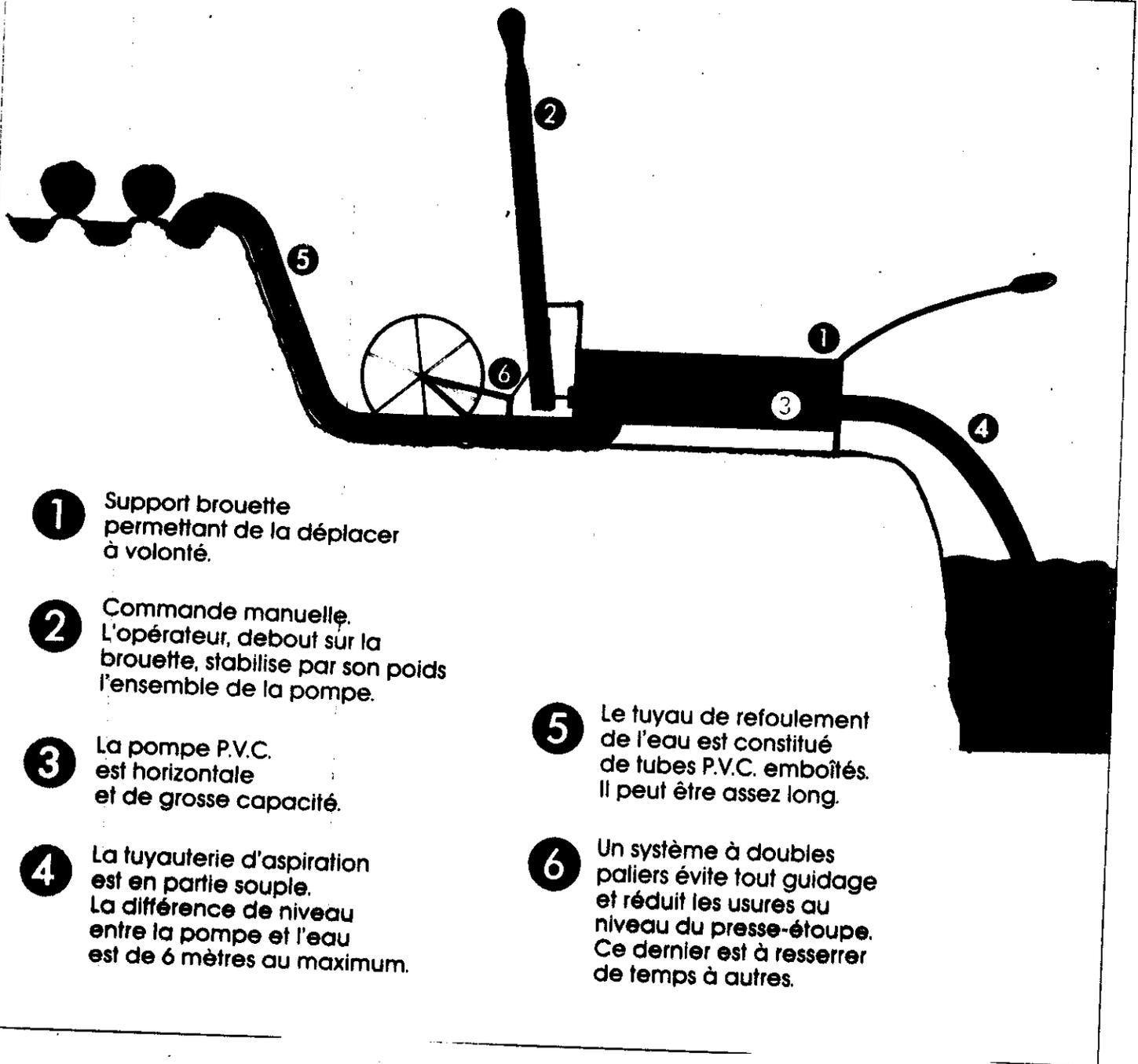
Données techniques : (données du constructeur)

Principe : pompe à piston, cylindre PVC, presse étoupe qui permet le refoulement.

Hauteur de pompage : aspiration : 0-6 m

Aspiration + Refoulement : 0,20 m

Figure N°16: POMPE FOULANTE "KAMOGO" (I.T. DELLO) - 57



1 Support brouette permettant de la déplacer à volonté.

2 Commande manuelle. L'opérateur, debout sur la brouette, stabilise par son poids l'ensemble de la pompe.

3 La pompe P.V.C. est horizontale et de grosse capacité.

4 La tuyauterie d'aspiration est en partie souple. La différence de niveau entre la pompe et l'eau est de 6 mètres au maximum.

5 Le tuyau de refoulement de l'eau est constitué de tubes P.V.C. emboîtés. Il peut être assez long.

6 Un système à doubles paliers évite tout guidage et réduit les usures au niveau du presse-étoupe. Ce dernier est à resserrer de temps à autres.

Débits indicatifs pour un travail de longue durée

Hauteur de pompage	: 2 m	: 3 m	: 5 m	: 10 m	: 20 m
débit (m ³ /h)	: 5	: 3,5	: 2	: 1	: 0,5

Visites des pompes installées -

Nous n'avons trouvé aucune pompe en fonctionnement car les eaux de surface étaient à sec.

Avantages :

- Pompes déplaçables
- débits importants pour des hauteurs de pompage de moins de 6 mètres

Inconvénients :

- Pompe lourde, difficile à déplacer.

Suggestions : rechercher à alléger la pompe et ses accessoires

3. Pompe et Manège à traction animale

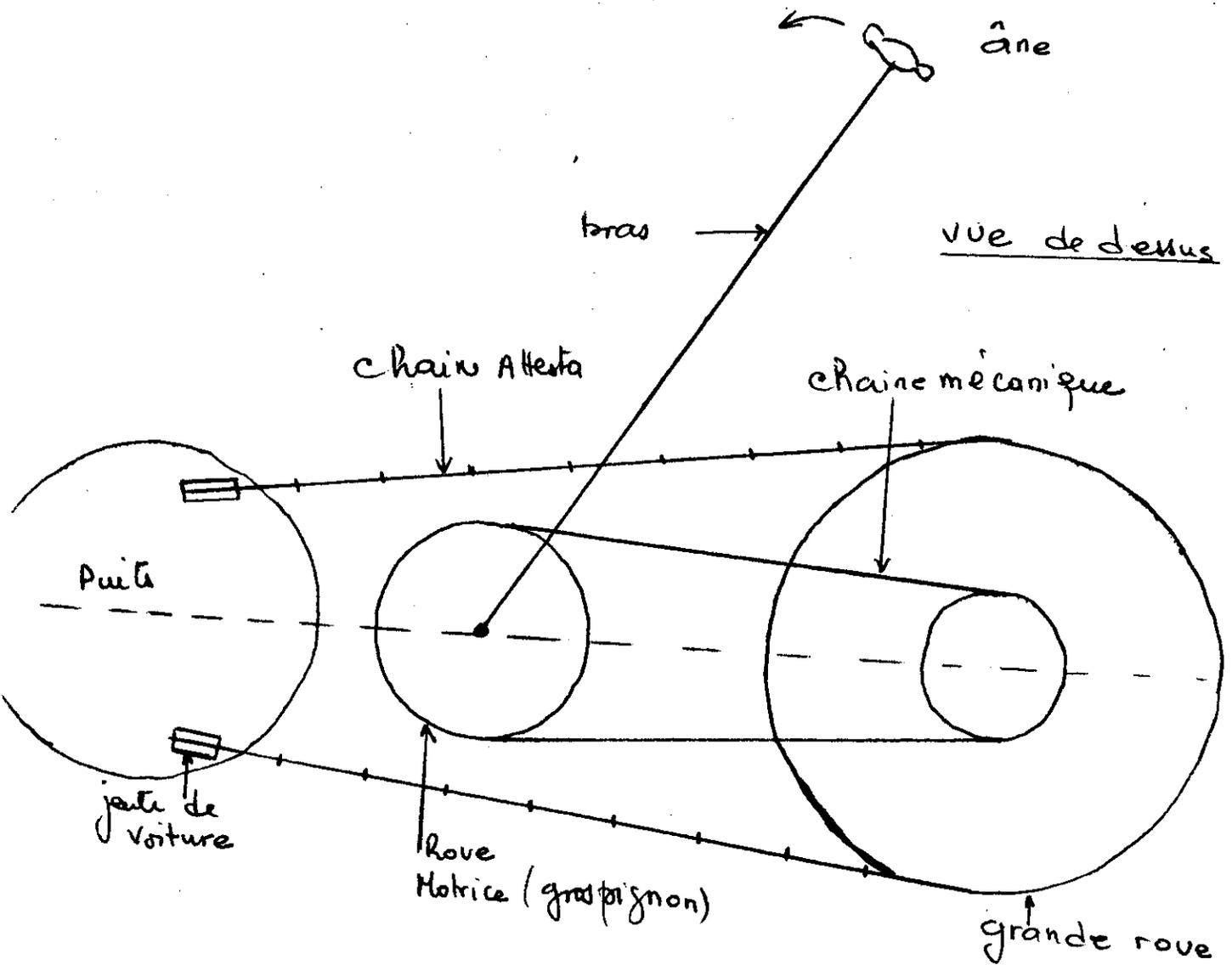
Description -

C'est en fait une pompe à chapelet et un jeu de pignons transmet le mouvement circulaire de l'âne (grâce à un bras en bois) à une grande roue qui en tournant entraîne la remontée de l'eau.

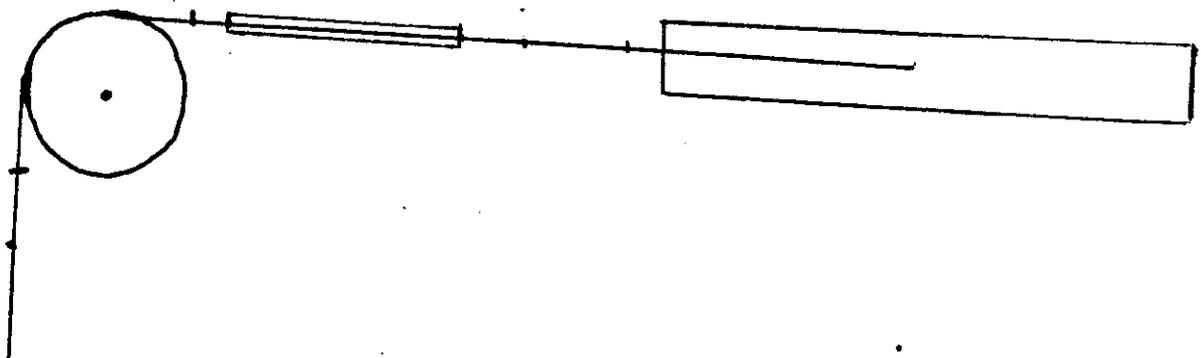
Voir les détails sur le schémas de la figure n° 17.

Débit théorique :

Usage de cette pompe : elle est conçue pour le maraichage ou pour l'arrosage d'un champ de quelques hectares.



vue de profil



Détails techniques :

- . Vitesse de l'âne : 3 tours/minutes en moyenne
- . longueur du bras : 3,75 m
- . pignon moteur : \emptyset : 50 cm
- . la roue (en fer) : \emptyset 1,20 mètre

petit tube d'exhaure : PVC \emptyset 42/50 mm

chaîne liant les 2 pignons : son pas est 19,5 cm

Matières premières :

- cornières
- fer à béton
- tôle
- 2 jentes de charettes
- 4 roulements
- 2 pignons (1 grand et 1 petit)
- 1 arbre
- 1 chaîne mécanique de pas 19,5 cm

Nous avons en plus, la matière première utile pour la réalisation d'une pompe à chapelet ATTESTA.

- . La chaîne d'exhaure et les rondelles sont commandées avec ATTESTA, de même que la roue qui entraîne cette chaîne d'exhaure.
- . Toutes les autres matières premières ont été achetées sur le marché local ou importées.

Les ateliers NIKIEMA (qui ont installé la pompe) n'ont fait que les soudures et le montage.

Visite de la pompe (à l'essai)

hauteur de charge statique : 13 mètres

débit observé : 5,5 m³/h (quand l'âne fait 3^t/mm)

Pour l'entretien : il faut un graissage régulier.

A part un relachement de la chaîne, aucune panne n'a été constatée depuis l'installation (elle est installée depuis 1 an).



INSTITUT TECHNOLOGIQUE DE LO
B.P. 3573
OUAGADOUGOU
BURKINA FASO

REPARTITION DES POMPES AU BURKINA FASO
ET AUTRES PAYS

PERIODE : DU 1er JANVIER 84 AU 31 MARS 87

BURKINA FASO

<u>PROVINCES</u>	<u>P. BURKINABE</u>	<u>P. KADIOGO</u>	<u>TOTAUX</u>
01 BAM			
02 BAZEGA		3	3
03 BOUGOURIBA	43	3	46
04 BOULGOU	5	/	5
05 BOULKIEMDE	9	4	13
07 GANZOURGOU	2	2	4
09 GOURMA	1	3	4
0 HOUET	2	1	3
1 KADIOGO	6	8	14
4 KOURITENGA	13	6	19
8 OUBRITENGA	2	/	2
0 PASSORE	9	21	30
3 SANMATENGA	3	1	4
4 SENO	1	/	1
8. TAPOA	/	1	1
9 YATENGA	1	/	1
0 ZOUNDWEOGO	1	1	1
TOTAL	<u>98</u>	<u>62</u>	<u>160</u>
	<u>AUTRES PAYS</u>		
LI	/		
NEGAL	/	1	1
RITANIE	/	1	1
GO	1		1
Total	<u>1</u>		<u>1</u>
TOTAUX	<u>100</u>	<u>64</u>	<u>164</u>

ASSOCIATION SANS BUT LUCRATIF



des pièces détachées
de la POMPE BURKINABE Ø 63
à compter du : 1 janvier 1987

STRUCTURE BOIS

* piquet-balancier + axe et goupille	1 600 F
* balancier + axe et goupille	1 900 F
* 3 pièces de serrage + fixations complètes	1 500 F
* axe et goupille seuls	300 F

ETRIER DE BALANCIER

* étrier complet	1 500 F
* axe et goupille seuls	300 F
* coquille pour tige de commande	60 F

PISTON Ø 63

* piston complet	2 000 F
* cuir paraffiné pour piston	350 F
* clapet complet (2 pièces)	950 F

CLAPET DE PIED Ø 63

* clapet de pied complet (crépine + étrier)	2 400 F
* cuir paraffiné	125 F

RACCORD DE COLONNE Ø 63

* étrier complet	1 200 F
------------------------	---------

ACCESSOIRES POUR Ø 63

* Té PVC Ø 63 évacuation	1 000 F
* coude PVC Ø 63 évacuation	750 F
* tube de sortie PVC Ø 63 évacuation de 1 mètre	600 F
* tube de colonne PVC Ø 63 pression de 6 mètres	8 000 F
* tube de tige de commande PVC Ø 20 pression de 6 mètres ..	1 200 F



INSTITUT TECHNOLOGIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

B. P. 3573

Ouagadougou (Burkina Faso)

TEL: _____

PAIX DE VENTE AU DETAIL
des pièces détachées
de la POMPE RADIOGO
à compter du : 1 janvier 1987

BATI

- * bâti complet peint avec plancher 20 000 F
- * 1 planche pour plancher seule 700 F

BALANCIER

- * balancier sans manche peint 8 000 F
- * manche bois seul 1 000 F

ROUE

- * roue complète peinte seule 4 000 F
- * 1 palier + 2 boulons 8 x 30 600 F

SYSTEME DE GUIDAGE

- * bielle bois percée 2 trous 200 F
- * tube-axe 50 F
- * tige filetée de 16 mm 250 F
- * écrou de 16 mm 150 F
- * rondelle de 16 mm 100 F

POMPE Ø 125

- * cylindre PVC Ø 125 pression de 45 cm 1 800 F
- * piston complet 3 600 F
- * cuir paraffiné pour piston 800 F
- * clapet cuir paraffiné pour piston 125 F
- * clapet de pied en chambre à air complet 1 200 F
- * collier de fixation de pompe + écrous 350 F

TUYAUTERIE

- * raccord de tuyau souple Ø 50 de 70 cm 3 500 F
- * tube PVC Ø 50 évacuation de 6 mètres 2 600 F



INSTITUT TECHNOLOGIQUE DE L'Œ

B. P. 3573

Ouagadougou (Burkina Faso)

TEL. _____

INSTITUT TECHNOLOGIQUE DELLO

B.P. 3573
OUAGADOUGOU
BURKINA FASO

COUT DE REVIENT ET PRIX DE VENTE DES POMPES

I. POMPE BURKINABE

PROF.	∅	COUT DES MATERIAUX + LEUR TRANSPORT	FRAIS ANNEXES D'ATE-LIER	PRIX DE REVIENT	BENEFICE	PRIX DE VENTE
6m	75	26 300	1 500	27 800	3 400	31 200
6m	63	22 500	1 500	24 000	3 400	27 400
9m	63	27 600	1 600	29 200	4 000	33 200
12m	63	32 200	1 600	33 800	4 000	37 800
15m	50	28 800	1 800	30 600	5 000	35 600
18m	50	31 900	1 800	33 700	5 000	38 700
24m	50	38 900	2 000	40 900	5 300	46 200

II. POMPE KADIOGO (EVOLUTION DES COUTS ET PRIX.)

DATE	COUT DES MATERIAUX	FRAIS D'ATE-LIER	PRIX DE REVIENT	BENEFICE	PRIX DE VENTE
Mars 85	45 000		45 000		
Novembre 85	47 000	3 000	50 000	10 000	55 000
Janvier 86	47 000	3 000	50 000	10 000	60 000
Janvier 87	58 000*	4 000	62 000	8 000	70 000

* Y sont compris dans ce montant les frais de transport.

LES POMPES "BOUCHET - ETSHER"

Monsieur René Bouchet, ingénieur Divisionnaire des Travaux agricoles, est responsable de la section technique de l'ETSHER. Avec l'appui financier de l'ETSHER, il fait de nombreuses recherches sur les moyens d'exhaure. Il a conçu jusqu'alors :

- une pompe à chapelet
- une éolienne
- une pompe à obturateurs flottants
- une pompe à piston coulissant dans le tube d'exhaure (pompe B B) à motricité humaine et à motricité animale.

Les brevets de ces différentes pompes ont été déposés. L'ETSHER signe des contrats avec des privés pour la commercialisation de ces pompes.

Nous parlerons particulièrement de la plus récente des pompes "Bouchet-ETSHER" ; la pompe "B B" qui est encore à l'état expérimental.

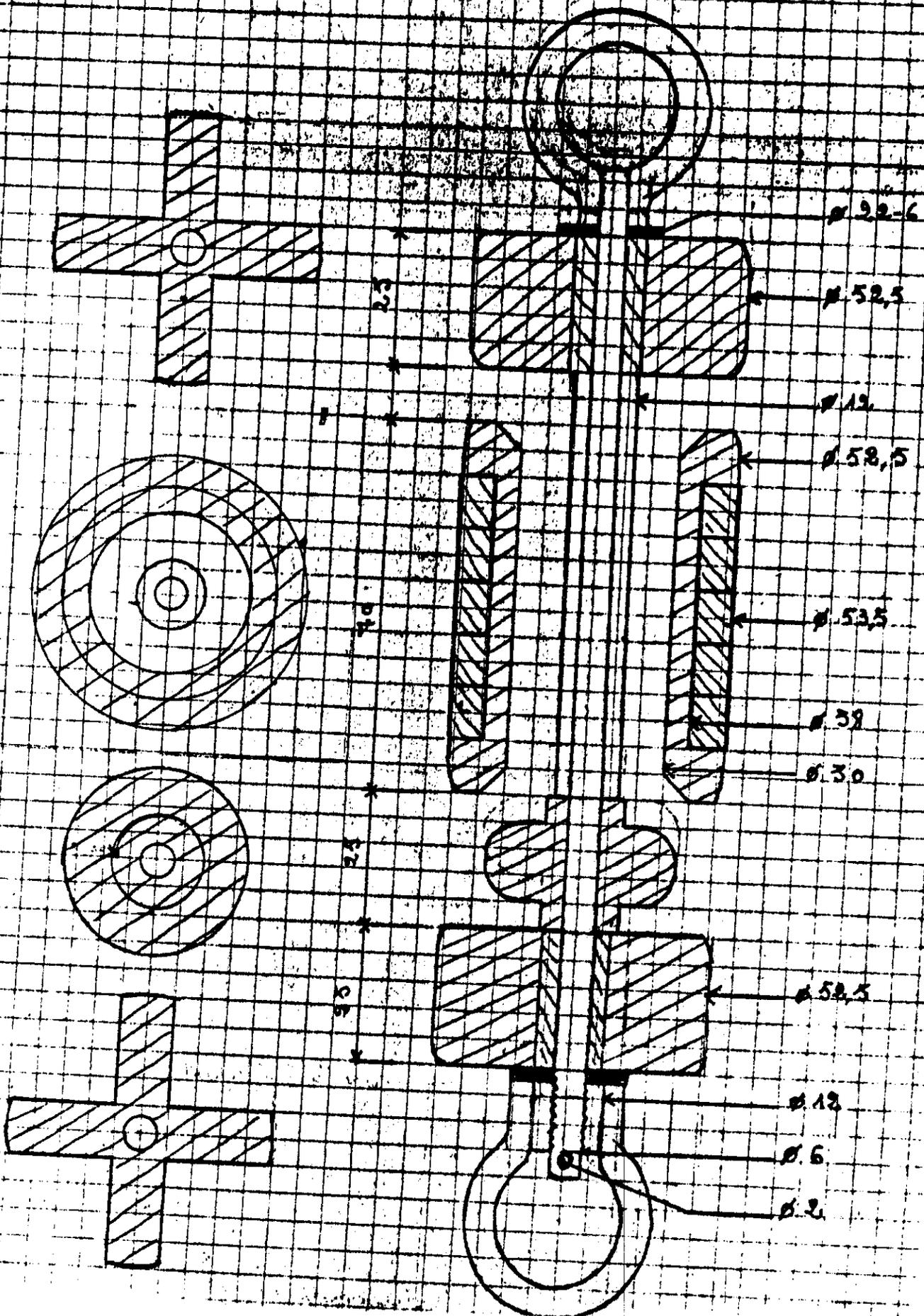
Présentation de la pompe B B

C'est une pompe à piston mobile dans un cylindre fixe, à mouvement alternatif de grande période.

- Le cylindre est représenté par le tube d'exhaure lui-même, ce qui permet une course de plusieurs décimètres.
- Le piston (fig. n° 18) est constitué de bagues d'ertalon. Son mouvement est alternatif, de période très longue (60 secondes en moyenne). Il est lesté.
- Le déplacement du piston vers le haut s'effectue grâce à un effort de traction sur un câble relié à la superstructure.
- Le tuyau d'exhaure est en PVC souple de diamètre intérieur \varnothing 63 mm
- Le clapet de pied est repêchable depuis la surface grâce au câble.

7 pompes à motricité humaine sont à l'essai
1 pompe à traction animale est à l'essai

PILON $\varnothing 53$ (POMPE RB)



Matières premières

- tuyaux PVC
- tôle
- fer rond
- fer plat

Le piston (en ertallon) et le clapet de pied sont fabriqués dans les ateliers de l'ETSHER.

prix de revient :

prix de vente : 600 000F CFA (pompe à traction animale)

N.B. La version traction animale ne diffère de la version à motricité humaine que par sa superstructure, mais permet un débit plus important. Voir les figures n° 19 et 20 pour les superstructures.

Usage de cette pompe : elle est adaptée pour les forages et est conçue pour une utilisation intensive.

Pompes visitées :

- La pompe à traction animale située derrière la prison de Ouagadougou :

hauteur de charge statique : 10 m

débit observé : 3,6 m³/h (en comptant les temps morts)

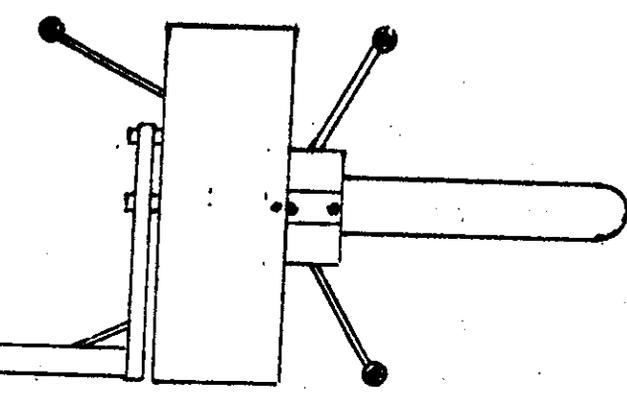
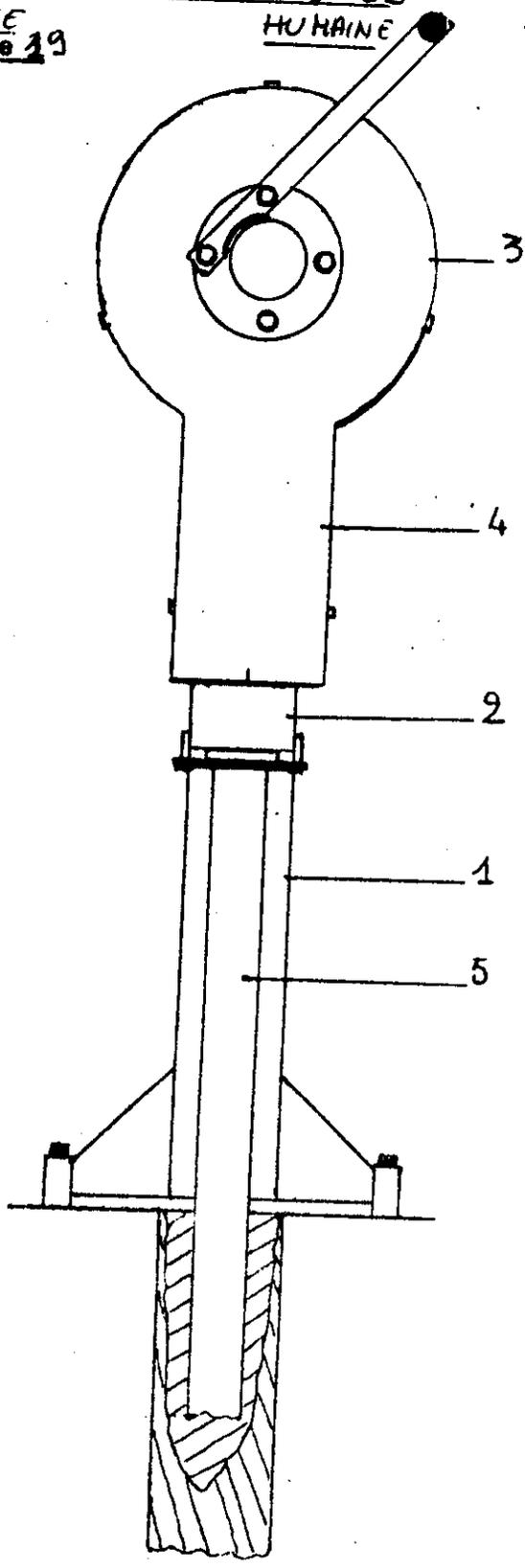
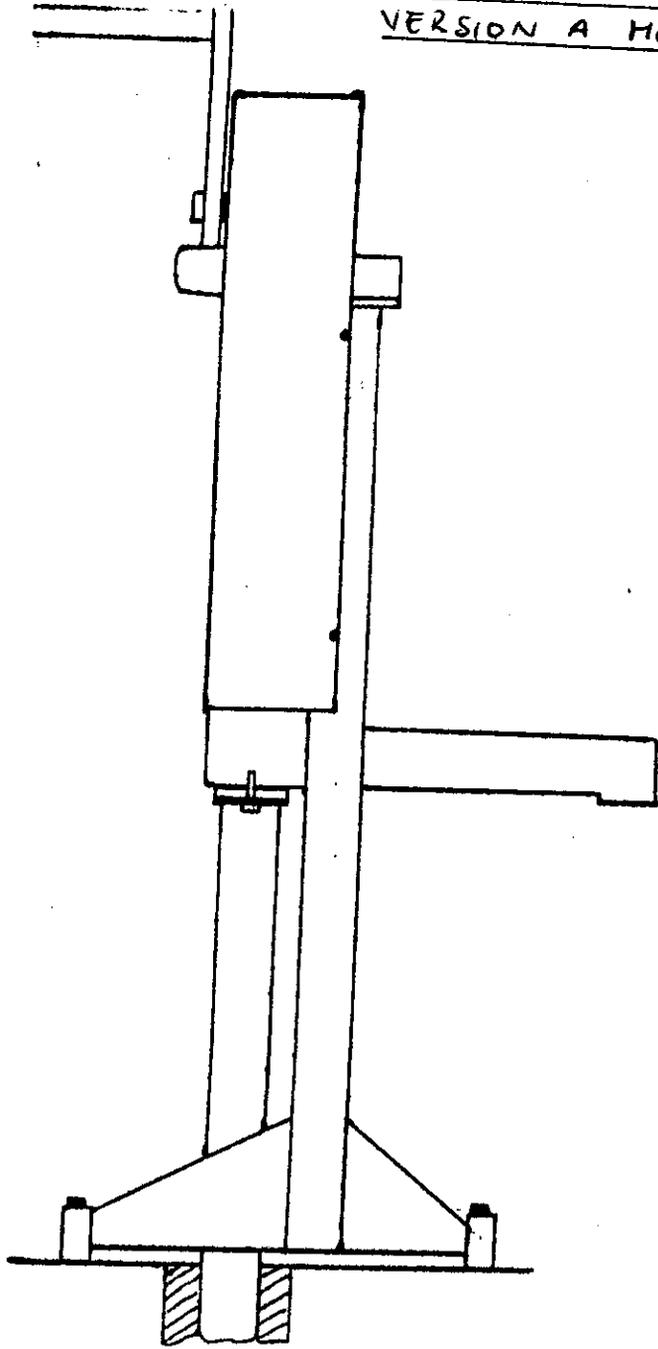
Le boeuf tire la corde sur une vingtaine de mètres.

Inconvénients majeurs de ce système : possibilité que le boeuf ait les pattes prises dans la corde surtout au moment de faire le demi-tour.

. Comment bloquer le cable à temps afin que le piston n'excède pas de trop la course prévue.

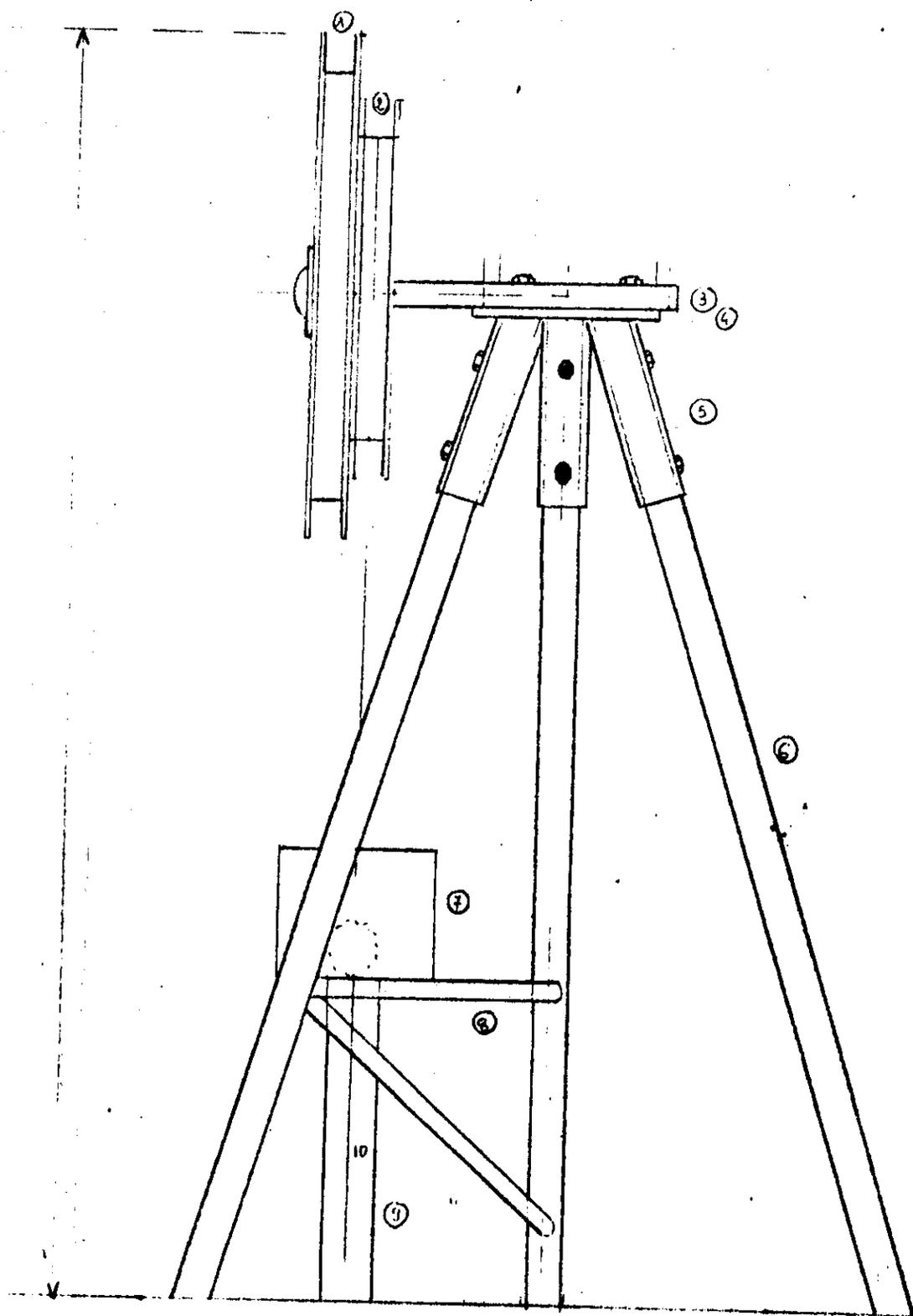
- La pompe à motricité humaine située à Pissy (près de l'arbre mort)

Figure 19



- 1 - Bâti
- 2 - Collecteur
- 3 - Roue
- 4 - Poulies de guidage
- 5 - Tuyau de refoulement

Figure N°20 : SUPERSTRUCTURE DE LA POMPE BB
VERSION A TRACTION ANIMALE



Caractéristiques du forage :

profondeur du forage : 30,7 m

Niveau statique : 7,80 m

profondeur de la crépine : 28 m

Le câble est en acier galvanisé

débit observé après un long pompage (6h à 12 h) : $1,02 \text{ m}^3/\text{h}$
(observations du constructeur).

Voici les observations que nous avons faites :

temps de descente de la corde : 15 s

temps de remontée de la corde : 12 s.

volume d'eau pompée par remontée de la corde : 7,6 l

ce qui donne comme débit : $Q = 0,94 \text{ m}^3/\text{h}$

Q à la montée = $2,3 \text{ m}^3/\text{h}$

en utilisant la formule $Q = V.S.$ on trouve comme débit théorique à la montée (la course du piston est de 10 m) : $2,55 \text{ m}^3/\text{h}$.

Nous avons donc un rendement hydraulique de 90 %.

V.

 O N C L U S I O N

Tout au long de ce bilan des fabrications locales et artisanales des matériels d'exhaure au Burkina Faso, nous nous sommes rendus compte que la fabrication artisanale mérite qu'on lui accorde beaucoup plus d'intérêts malgré les différents problèmes que rencontrent les artisans.

A l'annexe 3, un tableau permet de choisir le genre de pompe convenant au besoins de l'utilisateur.

Favoriser les petits ateliers artisanaux présente les intérêts suivants :

- créer des sources sûres de revenus pour les forgerons artisans
- répondre à certains besoins en hydraulique villageoise en dehors des grands projets
- Mettre le coût des pompes à la portée de tous
- Avoir les pièces détachées sur place en cas de besoin

Les problèmes qui se posent sont les suivants :

- La qualité du produit
- Le taux élevé des taxes douanières sur les matières premières.

En créant une bonne structure de contrôle de la qualité des pompes artisanales et en exonérant les matières premières entrant dans la fabrication des pompes des taxes douanières, l'état contribuerait à favoriser les petits ateliers artisanaux et ainsi ces derniers pourront facilement faire face à la concurrence des pompes importées.

Il est à noter que les pompes artisanales ont souvent les mêmes débits que les pompes industrielles importées.

Nous espérons que ce bilan pourra aider à la vulgarisation des moyens traditionnels d'exhaure et que ce travail de recherche sera poursuivi, amélioré et régulièrement actualisé.

VI.

(T-) N N E X E S

ANNEXE I. : Liste des Sociétés et Organismes travaillant de près ou de loin sur les moyens d'exhaure au Burkina Faso.

- AFVP (Association Française des Volontaires de Progrès)
Avenue Kennedy (près de l'ambassade des USA)
BP. 947 OUAGA ' Tel. : 33-26-57.

- ATTESTA Gounghin Sud (pancarte sur la route de Bobo
après le château de Gounghin).
BP. 3306 OUAGADOUGOU Tel. : 30-23-93.

- HYPOLYTE (Fabrication d'éoliennes)
BP. OUAGADOUGOU Tel. : 33-66-74

- CNPAR (Centre National de Promotion des artisans Ruraux)
Derrière la grande Poste, à côté du centre Artisanal.

- APICONA (Zone industrielle de Kossodo, derrière SOBBRA)
BP. 2085 OUAGADOUGOU Tel. : 33-67-03

- Centre Sainte Famille à Saaba (Dans la cour de la Mission
catholique de Saaba).
BP. 3905 OUAGADOUGOU

- * . ACREMA

- * . PROJET PETAS BP. 3573 OUAGADOUGOU

- * . TECHN-EAU-TERRE : (Zone Industrielle de Kossodo, dans les
locaux de A.M.K.).
BP. 3814 OUAGADOUGOU Tel. : 33-30-71

- I.T. DELLO (Gounghin Sud, après le château d'eau, non loin
de ATESTA). BP. 3573 OUAGADOUGOU.

- * . GRET (Voir Monsieur Diluca au CIEH)
Tel. : du CIEH :

- ETSHER (à Kamboinsé, Demander Monsieur Bouchet)
Tel. :

* - UNICEF (à la zone du bois)
Tel. :

- CIEH (Derrière le rectorat de l'UNIVERSITE)
Tel. : 33-35-18

- Centre Artisanal Abbaye de Koubri BP. 123 OUAGADOUGOU
- Ateliers NIKIEMA (Situé à Gounghin entre le cinema et le
Don Camillo)

N.B. : Les sociétés ou Organismes devant lesquels on a le
signe "*" sont celles que nous n'avons pas pu contacter.

ANNEXE II REPARTITION DES DIFFERENTS GENRES DE POMPE

Genres de Pompes	Dénomination des pompes :	Concepteur	Endroit où on peut s'en procurer	Débit
- Pompes pour puits peu profonds(0-6m)	: Pompe foulante "Kadiogo"	: I.T. DELLO	: I.T. DELLO, Ateliers NIJIEMA	: 2 m ³ /h
	: Pompe PVC "BURKINABE"	: "	: "	: 2 m ³ /h
	: Pompes à chaîne "KOUBRI"	: A.F.V.P	: Centre Artisanal Abbaye de Kouabri	: 5 m ³ /h
	: Pompe à chaîne ATESTA	: ATESTA	: ATESTA	: 4 m ³ /h
	: Pompe ATESTA	: "	: "	: 3 m ³ /h
	: Pompe PVC "Burkinabè" (25m)	: I.T. DELLO	: I.T. DELLO, Ateliers Ni-kiema	: 0,6 à 1,50 m ³ /h
	: Pompe à chaîne ATESTA (12 m)	: "	: ATESTA	: 3,6 m ³ /h
	: Pompe ATESTA	: ATESTA	: "	: 1,5 m ³ /h
	: Pompe "Sahel" (60m)	: Centre s ^{te} famille Saba	: Monastère de Saba	: 2 m ³ /h
	: India Mark II	: Techn-Eau-Terre APICOMA	: Techn-Eau-Terre APICOMA	: 1 m ³ /h
: Pompe et Manège à traction animale	: I.T. DELLO	: I.T. DELLO, Ateliers NIKIEMA	: 4 m ³ /h	
: Pompe BB(2 VERSIONS)	: Bouchet-ETSHER	: ma ETSHER	: 1 m ³ /h	
- Pompes pour forages	: Pompe BB(Les 2 versions)			
	: Pompe volante			
	: Pompe Sahel			
	: India Mark II			
Pompes pour l'hydraulique rurale :				
- à usage cour familial	: Pompe PVC Burkinabè			
	: Pompe ATESTA			
A usage collectif (pompe publique)	: Pompe volante			
	: Pompe Sahel			
	: India Mark II			
	: Pompe BB(motric. humaine)			

Pompe pour l'hydrau-
lique agricole

- .. : : Pompe BB (traction anim)
- .. : : Pompe foulante Kadiogo
- .. : : Pompe PVC Burkinabè
- .. : : Pompe à chaîne Koubri
- .. : : Pompe à chaîne Atesta
- .. : : Pompe Atesta
- .. : : Pompe et Manège à
- .. : : traction animale

.....

.....

ANNEXE III : BIBLIOGRAPHIE

- "Pompes à main" Publié conjointement sous l'égide des Nations Unies pour l'Environnement et de l'OMS.

- "Les pompes à main en Hydraulique Villageoise, conditions d'utilisation et entretien dans les pays membres du C.I.E.H."

Par Monsieur C. DULICA sous l'égide du CIEH.

- "Energie Eolienne" Polycopie de Monsieur C. BONNET
Professeur à l'E.I.E.R.