

JR

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DE LA RECHERCHE

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

DOCUMENT PUBLIC

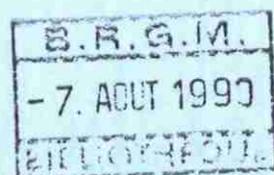
LES POMPES A ÉNERGIE HUMAINE



SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

Département EAU

Agence d'intervention à l'Étranger



Rapport du B.R.G.M.

83 SGN 436 EAU

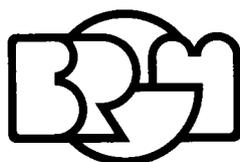
MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DE LA RECHERCHE
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

DOCUMENT PUBLIC

LES POMPES A ÉNERGIE HUMAINE

par

G. BRETTE



SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

B.P. 6009 - 45060 Orléans Cedex - Tél.: (38) 63.80.01

Département EAU

Agence d'intervention à l'Étranger

Rapport du B.R.G.M.

83 SGN 436 EAU

SOMMAIRE

	Pages
RESUME	
INTRODUCTION	1
I - POURQUOI UNE POMPE MANUELLE ?	2
II - PRINCIPAUX TYPES DE POMPES A MAIN	7
II.1 - LES POMPES A PISTON	7
II.1.1 - PRINCIPE GENERAL	7
II.1.2 - DIFFERENTS TYPES DE POMPES A PISTONS	9
II.2 - LES POMPES A DIAPHRAGME	9
II.3 - LES POMPES ROTATIVES	9
II.4 - CHAPELET HYDRAULIQUE	12
III - ELEMENTS CONSTITUTIFS D'UNE NAPPE CLASSIQUE	13
III.1 - SUPERSTRUCTURE	13
III.2 - ENSEMBLE DE TRANSMISSION	15
III.3 - ENSEMBLE DE POMPAGE	16
III.3.1 - CYLINDRE	16
III.3.2 - SOUPAPES	17
III.3.3 - LE PISTON ET LES GARNITURES	19
IV - CRITERES DE CHOIX DES POMPES A MAIN	21
IV.1 - CRITERES D'ORDRE FINANCIER	21
IV.2 - CRITERES D'ORDRE TECHNIQUE	22
IV.3 - CRITERES D'ORDRE LOGISTIQUE OU ADMINISTRATIF	23
IV.4 - CRITERES D'ORDRE SOCIOLOGIQUE OU PHYSIOLOGIQUE	24
V - LE PROBLEME DE L'ENTRETIEN DES POMPES	25
V.1 - PROBLEME DE CONCEPTION	25
V.2 - CONDITIONS NATURELLES DIFFICILES	25
V.3 - VILLAGES DEMUNIS	25
V.4 - COMPORTEMENT SOCIOLOGIQUE	26
V.5 - COUT DE L'ENTRETIEN	26
V.6 - PROGRAMME D'ENTRETIEN	28
CONCLUSIONS	35
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	36
ANNEXE 1 - DOCUMENTATION TECHNIQUE SUR LES POMPES A MAIN USUELLES	37
ANNEXE 2 - REPERTOIRE DES FOURNISSEURS DE POMPES	113
ANNEXE 3 - LEXIQUE ANGLAIS-FRANCAIS DES TERMES UTILISES DANS L'INDUSTRIE DES POMPES	119
ANNEXE 4 - TESTS RECENTS DE COMPARAISON DE POMPES MANUELLES	125

RESUME

Ce document traite d'une catégorie bien particulière de moyens d'exhaure : les pompes à énergie humaine. Ce matériel concerne plusieurs dizaines de millions de personnes, essentiellement dans le monde rural des pays en voie de développement. Cette importance est en relation directe avec le nombre de forages réalisés en petit diamètre pour lesquels l'exhaure traditionnelle est impossible mais aussi en relation avec d'autres facteurs : coût d'investissement et de fonctionnement relativement réduit, technicité simple, énergie partout disponible, bonne adaptation aux ressources hydrogéologiques limitées.

Après avoir énuméré les principaux types de pompes à main, assortis de leurs éléments constitutifs, l'auteur aborde les problèmes qui se posent lors de l'élaboration d'un programme d'hydraulique villageoise :

- critères de choix des pompes (d'ordres financier, technique, logistique, administratif, sociologique et physiologique),
- entretien des pompes,
- renouvellement du parc.

On trouvera en annexes, une documentation technique sur les pompes à énergie humaine usuelles, un répertoire (non exhaustif) des fournisseurs et un inventaire comparatif des tests récents des différentes pompes.

Ce rapport s'inscrit dans le cadre des études méthodologiques du Service Géologique National (sous direction de l'Aménagement).

x x
x

INTRODUCTION

Près de la moitié de la population mondiale dispose d'une alimentation en eau potable insuffisante et, parmi celle-ci, 3 habitants sur 5 des pays en développement sont concernés.

Le monde rural est le plus affecté ; selon les conclusions obtenues dans le cadre de la "Décennie internationale de l'eau potable et de l'assainissement 1981-1990", 29 % seulement des populations rurales des pays en développement ont un approvisionnement correct en eau.

Le forage en petit diamètre demeure la solution la plus rapide et la moins onéreuse pour la création de nouveaux points d'eau, mais elle impose systématiquement l'installation d'une pompe susceptible d'être actionnée par diverses sources d'énergie (moteur thermique, générateur électrique classique, éolienne, station solaire, enfin énergie humaine).

Actuellement, plusieurs dizaines de millions de personnes dépendent de l'utilisation de telles pompes (à main) pour leur approvisionnement en eau potable, essentiellement dans le monde rural des pays en voie de développement.

Dans la plupart des projets d'hydraulique villageoise, il est envisagé la création de forages et l'installation de pompes à énergie humaine. Le succès de telles opérations dépend en bonne partie du choix des pompes, de leurs conditions réelles d'utilisation, de leur entretien.

x x
x

I - POURQUOI UNE POMPE MANUELLE ?

I.1 - Parce que l'énergie humaine est partout et toujours disponible, au gré des utilisateurs.

Les problèmes de rupture, que peuvent présenter d'autres types d'énergie, sont absents :

- panne de courant
- rupture d'approvisionnement en carburant
- période prolongée de vent calme.

Aucun réseau de distribution d'énergie à concevoir.

I.2 - Parce que l'énergie humaine ne donne lieu à aucun échange monétaire pour son fonctionnement.

Or l'argent liquide manque très souvent dans le milieu rural. C'est l'utilisateur lui-même qui apporte l'énergie nécessaire au fonctionnement.

S'il n'y a pas d'échange monétaire, l'énergie humaine n'est pas pour autant gratuite : elle représente une valeur annuelle de 3 650 FF sur la base de 10h de pompage par jour, au taux horaire de 1 FF (pratiqué dans certains pays en développement).

Si l'on excepte les 3 mois correspondant à la saison des pluies, le fonctionnement pendant la saison sèche peut alors être évalué à 2 700 FF.

I.3 - Parce que les débits d'une pompe manuelle peuvent satisfaire les besoins villageois.

Les débits nécessaires pour couvrir les besoins pour l'alimentation en eau potable des populations rurales varient de 10 à 40 l/j/personne selon les normes appliquées, la valeur habituellement retenue étant 20 l/j/personne, soit, pour un village de 200 habitants, une consommation de 4 m³/j, et de 10 m³/j pour 500 habitants.

La puissance humaine se situe autour de 0,1 CV soit 7,5 kgf, M/S pour des adultes jeunes en bonne santé et pour un travail continu.

Cette valeur est à réduire avec l'âge, la constitution des individus (malnutrition, maladies), les conditions climatiques pénibles (chaleur, forte humidité), la position du corps (due à un bras de levier de pompe mal situé, trop bas, par exemple).

. Elle est à augmenter pour des efforts de courte durée.

Les pompes à main sont surtout destinées à l'hydraulique villageoise pour de nombreux utilisateurs qui ne pompent chacun que pendant quelques minutes. On peut donc retenir la valeur de 0,1 CV pour l'utilisation d'une pompe à main en continu mais manoeuvrée successivement par plusieurs personnes.

La puissance P à fournir pour refouler un débit Q, d'une valeur H, est numériquement égale à :

$$P = \frac{Q H}{r} \times \frac{1}{75 \times 3 \ 600}$$

P en C.

Q en *l/h*

H en m

r = rendement mécanique de la pompe.

Le tableau I donne les débits d'exhaure obtenus grâce à l'énergie humaine en fonction de la profondeur et de la puissance, pour un rendement moyen de 60 % et un temps total de pompage de 10h/jour.

hauteur de refoulement m	5	10	20	30	40	50	60	70	80
débits 1/s 1/h	0,9	0,45	0,22	0,15	0,11	0,09	0,07	0,06	0,06
	3240	1620	810	540	405	324	270	231	202
débit journalier (10 h de pompage) m ³ /j	32,4	16,2	8,1	5,4	4	3,2	2,7	2,3	2

Tableau I - Débit d'exhaure manuelle en fonction de la profondeur

NB : En fait, pour la plupart des pompes, le rendement décroît avec la profondeur.

L'énergie humaine permet donc de satisfaire les besoins courants de l'hydraulique villageoise.

A noter qu'une pompe manuelle ne valorise pas toujours pleinement un forage (dont le débit exploitable est supérieur aux performances de la pompe), et ne permet pas alors le développement d'autres activités (élevage villageois, maraîchage, confection de briques, etc.).

I.4 - Parce que la pompe manuelle permet en général un meilleur rapport utilisation/investissement.

Une pompe solaire correspondant aux besoins villageois courants coûte actuellement de 150 000 à 300 000 F, pour une durée de vie des panneaux solaires de l'ordre de 15 ans, et pour une durée de vie de la pompe de l'ordre de 10 ans. Cependant ces valeurs sont appelées à baisser, car d'une part le prix de revient de fabrication de panneaux solaires amorce une baisse en francs constants et d'autre part les constructeurs de pompes s'attachent à améliorer les performances de leur matériel, amélioration qui se traduit par une réduction de surface des capteurs.

Les performances des pompes à moteur thermique couramment employées ne correspondent pas en général aux faibles débits recherchés pour l'hydraulique villageoise, mais s'adressent à des débits supérieurs. Cet état de fait entraîne soit un fonctionnement réduit dans le temps, donc un investissement disproportionné en regard de l'utilisation, soit une tentative pour "brider" le moteur et réduire le débit. Dans ce dernier cas, le moteur ne fonctionnant pas dans ses conditions normales, il s'ensuit une usure plus rapide, une plus grande consommation de lubrifiant et une durée de vie plus courte de l'investissement.

Une pompe à énergie humaine coûte en général de 5 000 à 10 000 F, pour une durée de vie moyenne de l'ordre de 5 ans.

I.5 - Parce que la pompe manuelle est en général d'une technicité assez simple (variant selon les marques et les modèles).

Or les ruraux, étant éloignés de tout appui technique, ne peuvent, dans la plupart des cas, compter que sur eux-mêmes pour l'entretien et les réparations.

Certaines pompes manuelles (ex : VERGNET 4C) ne nécessitent qu'une maintenance simple et des réparations sommaires que les villageois peuvent effectuer eux-mêmes, ce qui serait plus difficilement concevable dans le cas de pompes à moteur thermique ou pompes électriques d'une station solaire.

En outre, le coût des déplacements intervient dans une forte proportion (jusqu'à 50 %) dans le prix de revient de la maintenance et il est logique de s'orienter vers un entretien sur place par les utilisateurs.

I.6 - Parce que la pompe manuelle est bien adaptée à des ressources hydrogéologiques limitées.

Les programmes d'aide au pays en développement concernent des régions de socle où les ressources en eau souterraine sont limitées (aquifère en milieux fissurés).

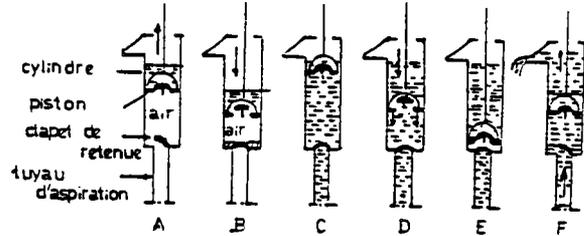
Suivant la fissuration, le débit varie en général de quelques litres à quelques m³/h. Rares sont les débits supérieurs à 10 m³/h.

De plus, les contraintes sociales obligent parfois à implanter un forage près d'un village, implantation qui ne correspond pas forcément au meilleur rendement quant au débit d'exploitation possible.

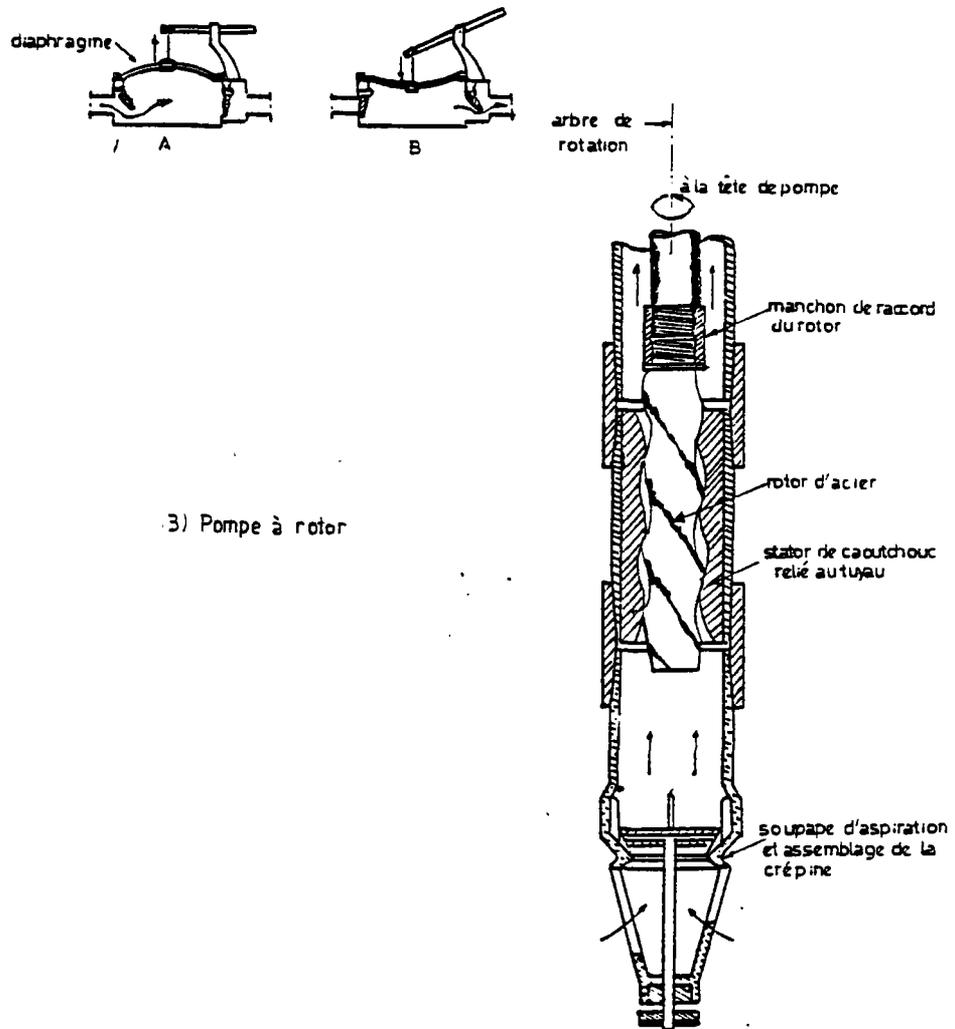
Enfin, de par l'effort qu'elles demandent et leurs débits limités, les pompes manuelles minimisent les risques de surexploitation des ressources en eau souterraine, qui sont souvent mal connues à moyen et à long terme.

x x
 x

1) Pompe à piston



2) Pompe à diaphragme



3) Pompe à rotor

Figure 1 - Principe de fonctionnement des pompes d'après PNUE OMS 1979
(Extrait de : réf. bibl. [1] p. 32-36-38)

II - PRINCIPAUX TYPES DE POMPES A MAIN

L'exhaure peut être assurée selon 4 grandes catégories :

- les pompes à piston
- les pompes à diaphragme
- les pompes rotatives
- les chapelets hydrauliques.

II.1 - LES POMPES A PISTON

II.1.1 - PRINCIPE GENERAL

Un piston effectue des mouvements alternatifs à l'intérieur d'un cylindre (fig. 1). Lorsque le piston est en haut du cylindre, il se crée une dépression sur l'eau contenue dans le tuyau d'aspiration, permettant à celle-ci de monter.

Lorsque le cylindre est placé en surface, c'est la dépression par rapport à la pression atmosphérique qui fait entrer l'eau dans la pompe.

La pression atmosphérique standard est de 10,36 m d'eau. On ne peut que créer une dépression qui permette une aspiration effective maximale d'un peu moins de 7 m. Cette hauteur d'aspiration varie avec l'altitude (tableau II).

Altitude au-dessus du niveau moyen de la mer		Pression barométrique			Hauteur d'aspiration effective de la pompe	
		Air	Hauteur de re foul. équivalente de l'eau			
Pieds	Mètres	Psi	Pieds	Mètres	Pieds	Mètres
0	0	14.7	34.0	10.36	22.6	6.91
1000	305	14.2	32.8	10.00	21.9	6.67
2000	610	13.7	31.5	9.60	21.0	6.40
3000	914	13.2	30.4	9.27	20.3	6.18
4000	1219	12.7	29.2	8.90	19.5	5.93
6000	1829	11.8	27.2	8.29	18.1	5.53
8000	2438	10.9	25.2	7.68	16.8	5.12
10000	3048	10.1	23.4	7.13	15.6	4.75

Tableau II - Hauteur d'aspiration maximale pour pompes à main alternatives à différentes altitudes et pour une eau à 60°F (15,6°C) (Extrait de réf. bibl. [1] p. 58)

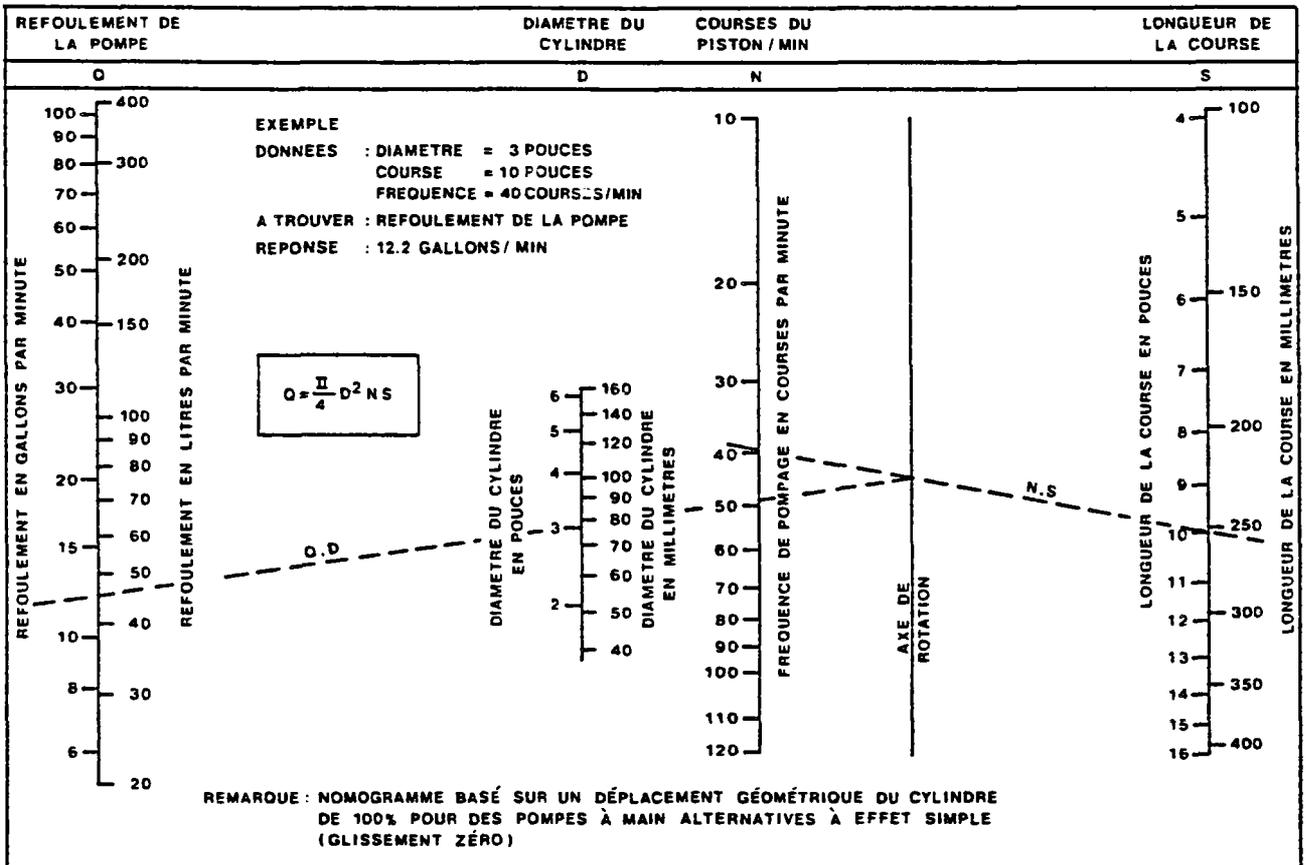


Figure 2 - Nomogramme pour le refoulement des pompes à main
 (Extrait de : réf. bibl. [1] p. 52)

Le débit de refoulement est fonction du volume du cylindre parcouru par le piston en phase "d'aspiration" et du nombre de courses de pompage par unité de temps.

Le nomogramme de la figure 2 permet de calculer le débit théorique. Le débit réel est légèrement différent car les soupapes ne se ferment pas instantanément lorsque le piston change de direction.

Les pompes à effet simple sont celles où le piston ne refoule que dans une seule direction. Dans les pompes à effet double, il y a refoulement dans les deux sens selon le mouvement du piston (2 cylindres avec 2 jeux de soupapes).

II.1.2 - DIFFERENTS TYPES DE POMPES A PISTONS

Les pompes à piston sont les plus répandues. Elles varient par

- le système de commande (fig. 3 et 4)
 - . levier
 - . manivelle
 - . 1 ou 2 volants
- le système de transmission
 - . tiges
 - . câble
- l'ensemble de pompage proprement dit
 - . cylindre (ouvert ou fermé)
 - . différents types de soupapes

II.2 - LES POMPES A DIAPHRAGME

. Principe : lorsque le diaphragme (membrane élastique) est levé, le liquide est aspiré au travers de la soupape d'admission ; lorsqu'il est baissé, le liquide est chassé (fig. 1).

. Exemples d'application : pompe VERGNET ; pompe PETRO.

II.3 - LES POMPES ROTATIVES

. Principe : un rotor hélicoïdal à filetage simple tourne dans un stator hélicoïdal à filetage double (fig. 1). La rotation entraîne l'ouverture et la fermeture progressive des cavités formées par l'engrenage des surfaces hélicoïdales. Il s'ensuit des phases d'aspiration et de compression qui poussent le liquide vers le haut (le principe est donc différent de celui de la vis d'Archimède).

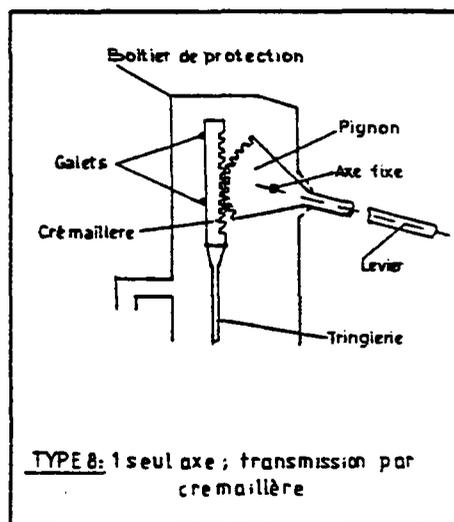
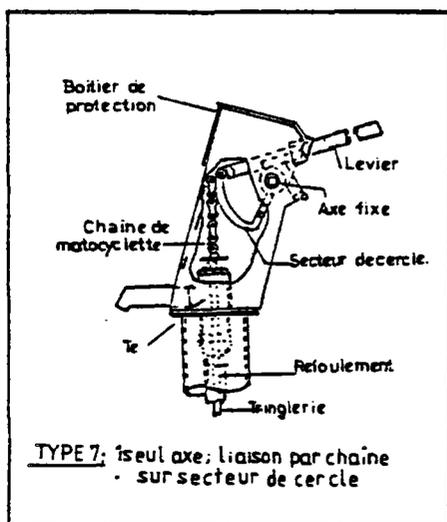
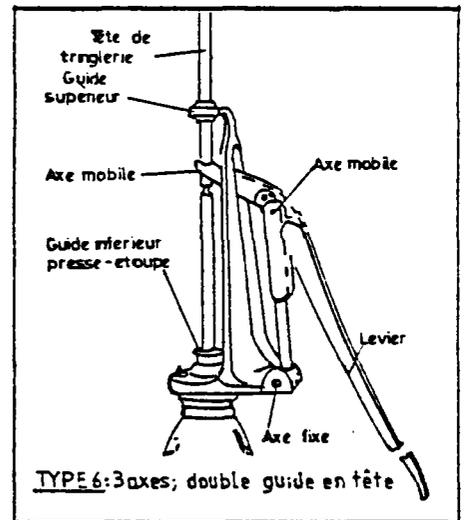
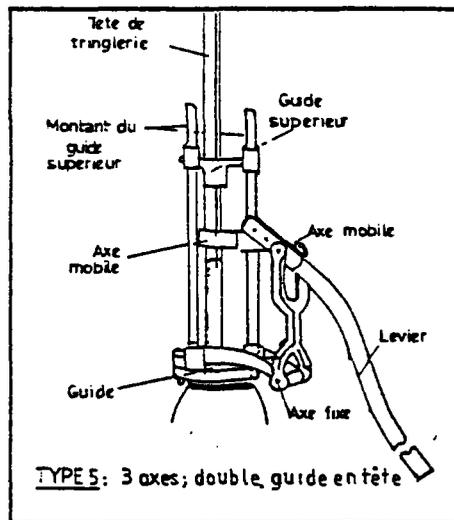
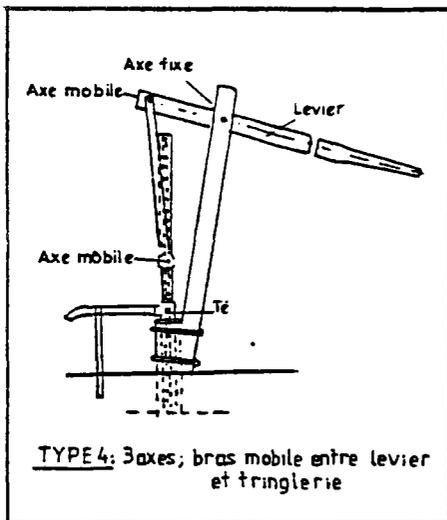
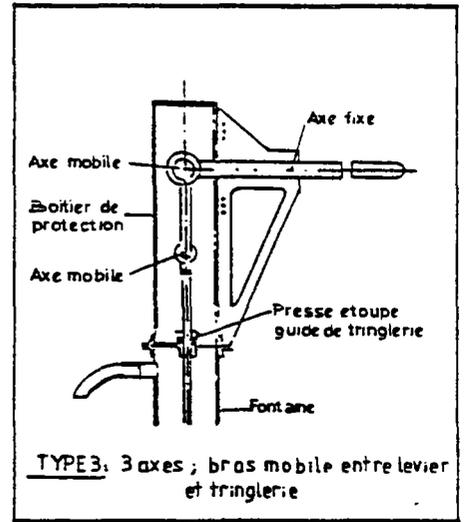
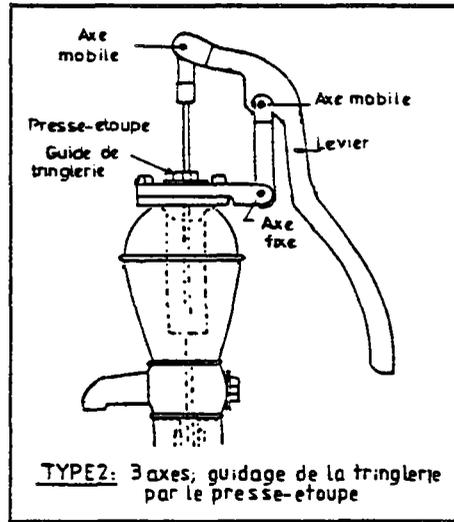
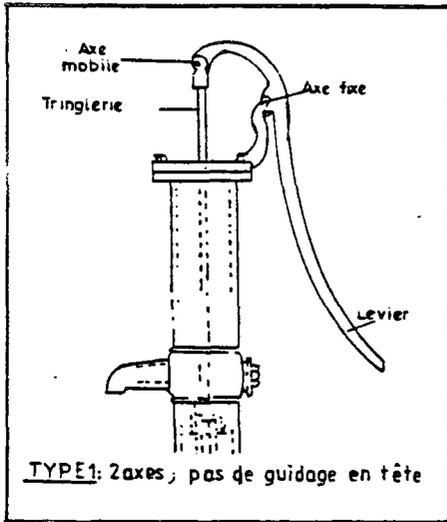
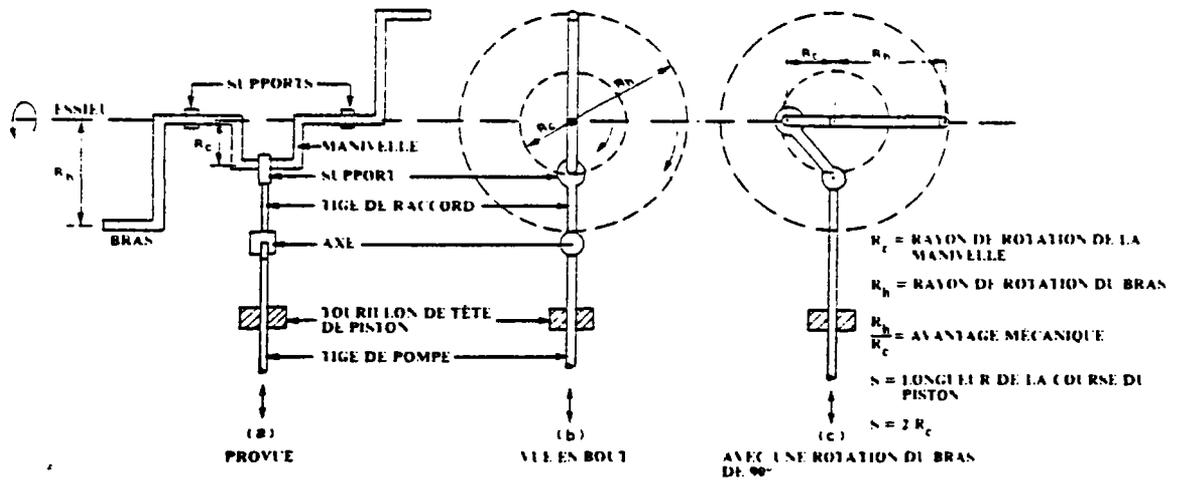


Figure 3 - Type de commande par levier (d'après BURGEAP, 1978 et réf. bibl. [1])



MECANISME TYPIQUE D'UNE MANIVELLE A COULISSEAU

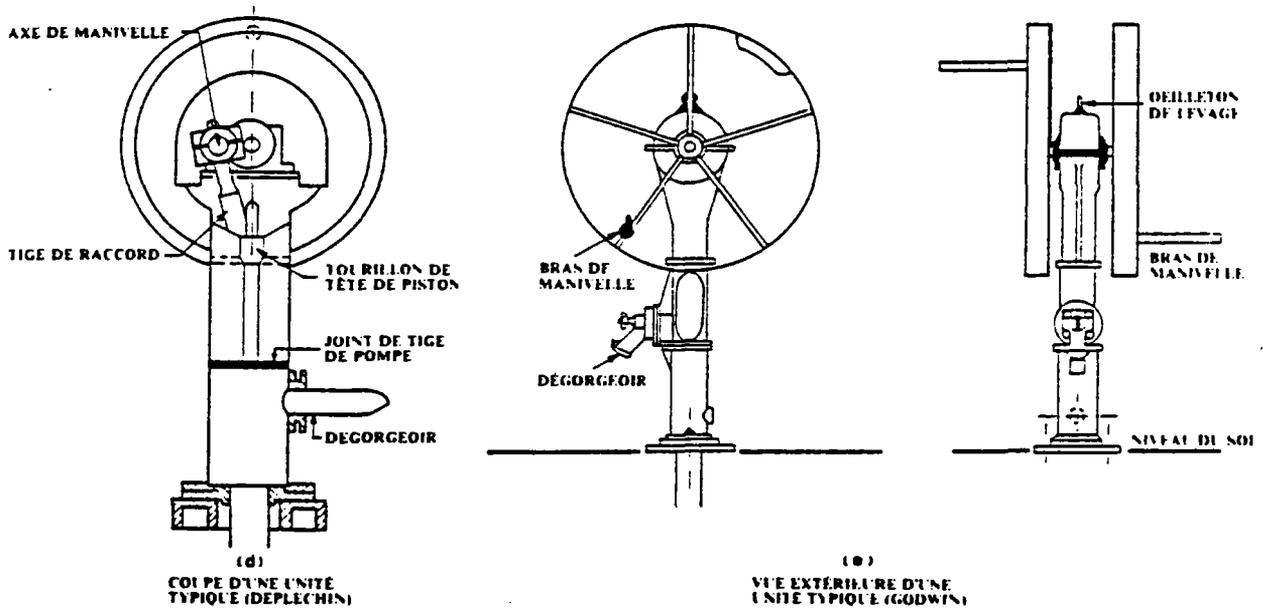


Figure 4 - Exemples de pompes à main alternatives fonctionnant par manivelles et roues rotatives
(Extrait de : réf. bibl. [1] p. 79)

Bien qu'il y ait un léger jeu aux contacts rotor-stator, il n'y a pas besoin de soupapes.

. Exemples d'application : pompe "Monolift" ; pompe ROBBINS MYERS
HR V 12.

Ce type de pompe est aussi appelé : pompe à cavités progressives.

II.4 - CHAPELET HYDRAULIQUE

. Principe : la remontée de l'eau est, ici, assurée mécaniquement et non plus par un système alterné de compression-dépression comme dans les cas précédents. Le principe est de remplir un récipient au fond d'un puits, de le remonter, de le vider en surface et de le replonger à nouveau.

Le fonctionnement continu peut être assuré soit par :

- . une chaîne sans fin munie de nombreux petits godets tournant autour de 2 pignons,
- . une bande sans fin de matière absorbante (type éponge), où un racloir évacuant l'eau ramenée en surface,
- . une chaîne sans fin munie de plusieurs disques en caoutchouc, ces disques étant poussés à travers un tuyau fixe, ouvert aux deux extrémités, plongeant dans l'eau et qui emprisonne ainsi, jusqu'à la surface, un certain volume d'eau.

Ces systèmes ne peuvent s'adapter qu'à des puits, mais sont mal appropriés aux puits profonds (effet mécanique devenant trop important).

Ils se prêtent difficilement à une utilisation intensive. Nous n'en traiterons pas ici.

x x
 x

III - ELEMENTS CONSTITUTIFS D'UNE POMPE CLASSIQUE

Toute pompe comprend (fig. 5)

- . une superstructure ou ensemble de tête, c'est-à-dire la partie hors sol, comprenant le support de pompe, le dégorgeoir, le système d'application de l'énergie,
- . un ensemble de transmission, transmettant l'énergie appliquée en tête au corps de pompe d'une part et permettant le refoulement de l'eau jusqu'à la tête de pompe d'autre part,
- . un ensemble de pompage ou corps de pompe, qui peut être constitué soit d'un cylindre et d'un piston, soit d'un diaphragme, ou encore d'un rotor-stator.

III.1 - SUPERSTRUCTURE

Elle comprend le support de pompe où aboutit le tube d'exhaure, le dégorgeoir et le système d'application de l'énergie ou commande.

Dans le mécanisme de commande, les points de faiblesse les plus couramment observés sont les axes et les paliers.

Le type le plus fréquent de palier est à douille.

Parfois, son dimensionnement est insuffisant et il en résulte une pression trop forte sur le coussinet, entraînant une fatigue anormale et des risques de rupture.

La pression sur un coussinet ne devrait pas dépasser 70 kg/cm^2 pour un coussinet en acier ou en fonte dans un palier en fonte et 20 kg/cm^2 pour de l'acier sur du bois dur (selon McJUNKIN).

La lubrification constitue un point délicat :

- . la vitesse relativement lente des oscillations des pompes à main ne favorise pas la formation d'un film d'huile
- . l'usinage demande une très grande précision (que certains constructeurs ne peuvent apporter) au niveau du jeu entre la tige du coussinet et le trou du palier et ainsi qu'au niveau des surfaces de paliers et de coussinets, qui doivent être absolument lisses (sinon les aspérités et rugosités déchirent le film d'huile, d'où friction et usure).

Les matériaux doivent donc être choisis en fonction de leur résistance à l'usure et de leur coefficient de frottement (tableau III).

Les roulements à billes étanches, lubrifiés à vie, sont les plus performants (mais aussi les plus chers).

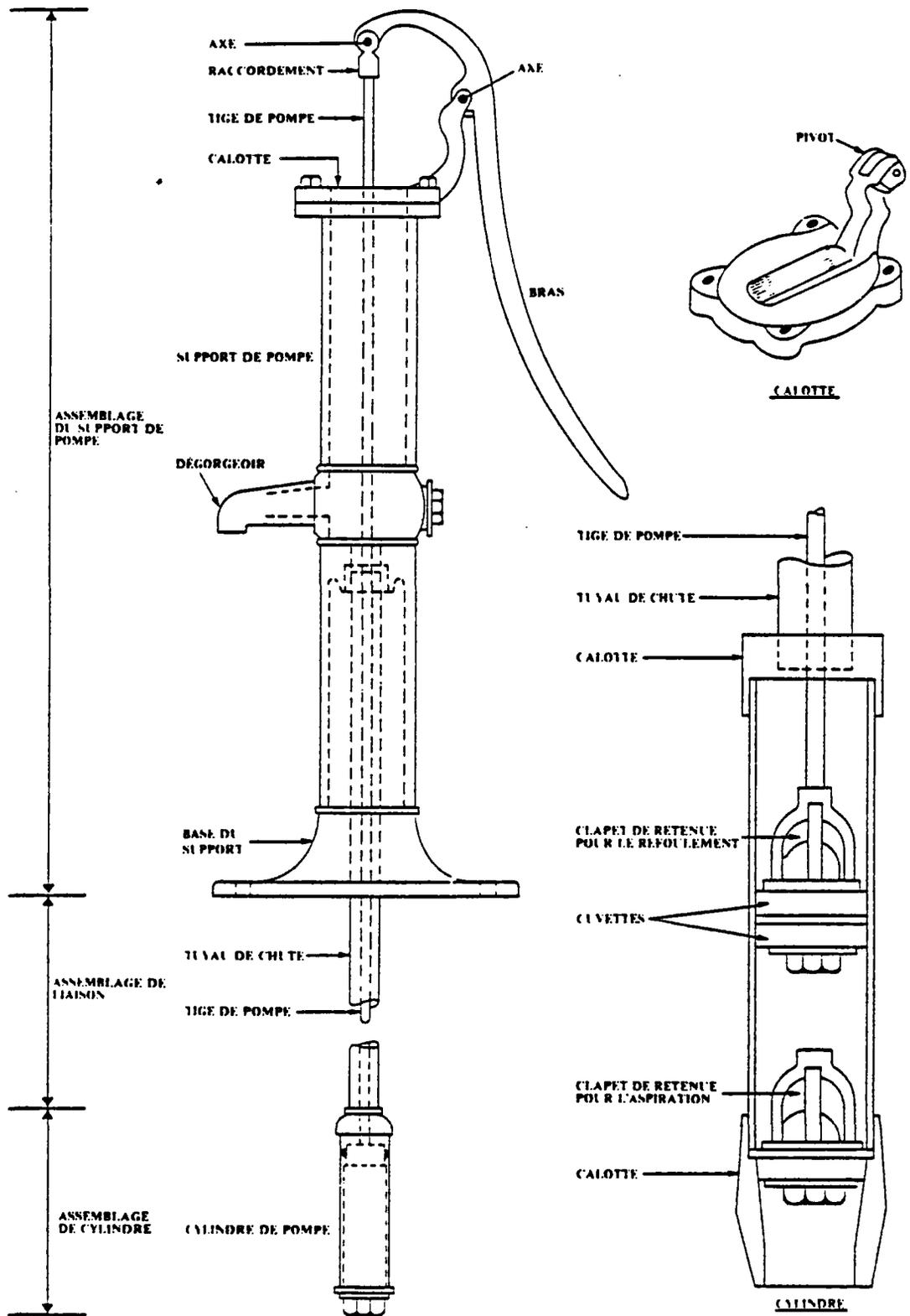


Figure 5 - Nomenclature de la pompe à main
(Extrait de : réf. bibl. [1] p. 49)

MATERIAUX:	SECS:	GRAISSEUX:
Acier dur sur acier dur	0.42	0.029
Acier dur sur métal antifriction (ASTM No 1)	0.33	0.16
Acier doux sur acier doux	0.57	0.09
Acier dur sur fonte	0.23	0.133
Laiton sur fonte	0.30	---
Bronze sur fonte	0.22	0.077
Fonte sur fonte	0.15	0.070
Fonte sur chêne	0.49	0.075
Cuir sur fonte	0.56	0.36 (eau)
	---	0.13 (huile)
Plastique laminé sur acier	0.35	0.05
Coussinet de caoutchouc strié sur acier	---	0.05
Ganiture de presse-étoupe de chanvre ou de coton	---	0.06 à 0.11

Tableau III - Coefficient de frottement (d'après FULLER, DUDLEY)
 "Friction" et "Fluid film bearings" 1967
 (Extrait de : réf. bibl. [1] p. 89)

III.2 - ENSEMBLE DE TRANSMISSION

Il comprend la transmission de l'énergie (tringles, câble) et le tube de refoulement. La tringle, ou tige de pompe, relie le levier ou le volant à l'assemblage du piston. Pendant le mouvement ascendant de ce dernier, la tige est soumise à une traction. Pendant le mouvement descendant, la tige ne sera en compression que si le fonctionnement du levier est plus rapide que la chute "libre" de la tige et du piston.

En règle générale, ce sont les efforts de traction qui déterminent le diamètre minimal de la tige.

La tringlerie est généralement en acier galvanisé, de 12 à 16 mm (soit environ 1 kg/m), quelquefois en bois (plus léger - flotte - prix de revient moins élevé mais problèmes d'attaches, surtout) ou en matières synthétiques.

L'utilisation d'un câble à la place de la tringlerie permet une extraction plus aisée du cylindre, une mise en place plus simple de par sa légèreté ainsi qu'une diminution des pertes de charge. Le câble est maintenu en tension par un poids ou un ressort de rappel. Mais cela pose des problèmes d'attaches et surtout l'apparition de vibrations parasites formant des noeuds de pression et des ventres de déformations, susceptibles d'entraîner une rupture du câble.

Le tuyau de refoulement est généralement en galvanisé, dans des diamètres courants de 40/49 mm (~ 5 kg/m) ou en matières synthétiques.

Il doit être dimensionné pour que son flux soit au moins égal au flux d'arrivée au cylindre.

S'il est trop faible, il y aura des difficultés à faire fonctionner le piston. S'il est trop grand, il se créera un vide partiel lorsque le piston est en fin de course ascendante. Le piston plongera alors brusquement pour rétablir l'équilibre, ce qui peut faire remonter le bras de levier d'une façon brutale et dangereuse.

III.3 - ENSEMBLE DE POMPAGE

III.3.1 - CYLINDRE

Il peut être :

- . fermé : il est alors muni d'un couvercle fileté pour recevoir un tube de refoulement normal. Pour remplacer ou réparer les soupapes ou les garnitures, il est nécessaire de remonter la tige de pompe et le tube de refoulement,
- . ouvert : il est alors muni d'un couvercle ou d'un anneau fileté destiné à recevoir un tube de refoulement suffisamment large pour permettre la remontée de la tige de pompe et du piston.

Le revêtement intérieur du cylindre doit présenter une faible rugosité, condition sans laquelle il y aurait usure rapide des garnitures et par voie de conséquence, fuites.

Cette faible rugosité peut être obtenue par :

- . le laiton (qui a en outre une bonne résistance à la corrosion en milieu acide)
- . le PVC (mais qui est plus tendre et qui est sensible au grippage, par le sable notamment)
- . par un revêtement de surface (porcelaine, résines époxydes, polyuréthane).

Les \emptyset courants vont de 40 à 100 mm, les longueurs allant de 0,30 à 1 m.

III.3.2 - SOUPAPES

Elles ont pour but de limiter l'écoulement à une seule direction. Il en existe deux :

- . l'une située à la partie supérieure de l'assemblage du piston ; elle est appelée soupape de piston, de refoulement ou d'échappement,
- . l'autre, située au fond du cylindre : elle est appelée soupape d'admission ou clapet d'aspiration ou clapet de pied.

Il existe 7 sortes de soupapes (fig. 6).

1) Soupape à clapet : elle est munie d'un disque horizontal souple et à charnière, généralement en cuir, qui s'ouvre et se ferme sur l'ouverture de la soupape. C'est le modèle le plus ancien et le moins coûteux, d'ailleurs encore largement utilisé comme clapet de retenue d'aspiration dans les pompes de puits peu profonds. Son principal inconvénient réside dans la nécessité de remplacer fréquemment les clapets de cuir. Le cuir peut être avantageusement remplacé par du néoprène renforcé.

2) Soupape à papillon : à clapet, articulée sur son diamètre en deux parties sur deux ouvertures de soupape ou plus, ou articulée de façon concentrique en quatre parties sur quatre ouvertures de soupape ou plus. Elle présente une ouverture et une fermeture plus rapides et permet un débit plus important pour la même élévation.

3) Soupape en champignon ("T") : un disque de métal guidé par une tige fixée à son centre monte et descend horizontalement, recouvrant ainsi l'ouverture de la soupape. Une coupe, opérée au travers du disque et de la tige (généralement d'une seule pièce), constitue un T. Cette soupape et sa version ailée décrite ci-dessous sont les deux soupapes métalliques les plus courantes.

4) Soupape en champignon ("ailée") : la coupe horizontale de la tige présente une forme en "X". Le diamètre maximal de ce "X" peut approcher le diamètre de l'ouverture de la soupape. Les quatre "ailettes" constituées par la tige peuvent parfois être recourbées pour favoriser la rotation du disque lors de la montée de l'eau. Cette rotation a pour but de régulariser l'usure de l'ajustage du disque et de son siège.

5) Soupape en forme de lance : soupape en champignon, ailée, dont les dimensions verticales de la tige ailée sont exagérément grandes. Les ailettes se terminent par une pointe arrondie sous le disque. Le siège de la soupape est incliné pour épouser l'inclinaison des ailettes.

6) Soupape à bobine : à disque horizontal dans laquelle la pièce de guidage de la tige centrale est remplacée par une paroi verticale concentrique près du périmètre du disque. Cette soupape peut être appelée à tourner.

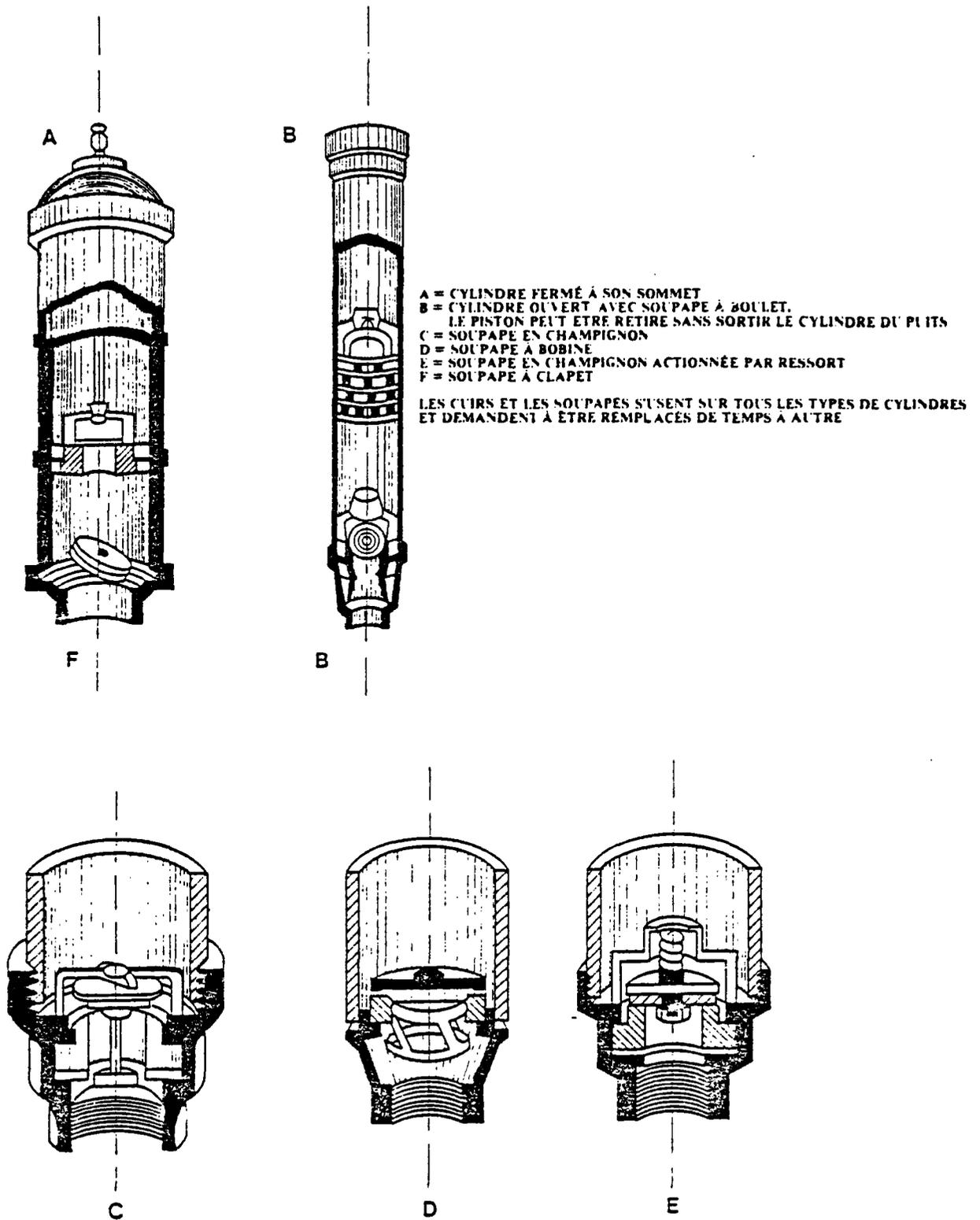


Figure 6 - Cylindre de pompes et soupapes de cylindres de pompes
(d'après HENDERSON et ROBERTS)
(Extrait de : réf. bibl. [1] p. 108)

7) Soupape à boulet : l'ouverture de la soupape est obturée par un boulet de métal ou d'un autre matériau d'un poids spécifique approprié. Le boulet est généralement guidé par une cage nervurée. L'utilisation de ces soupapes est parfois recommandée pour les puits profonds.

Quel que soit le type de soupape, l'usinage du siège et de la surface de contact des champignons, ou des boulets ou autre, doit être soigné.

Des particules de sable peuvent empêcher le bon fonctionnement de la soupape ; il faut alors prévoir une crépine de pied appropriée.

III.3.3 - LE PISTON ET LES GARNITURES (fig. 7)

- . Le piston est généralement en laiton, ou en bronze, parfois en fonte.
- . Les garnitures, ou joints de cuvette, ont pour but d'empêcher tout reflux de l'eau entre le piston et les parois du cylindre pendant le pompage.

Ils sont constitués de pièces de matériaux semi-souples (le plus souvent du cuir), appliquées sur la surface du piston et formant ainsi une petite cuvette. Ils demandent à être changés périodiquement, d'autant plus souvent que les parois du cylindre ne sont pas parfaitement lisses.

x x
 x

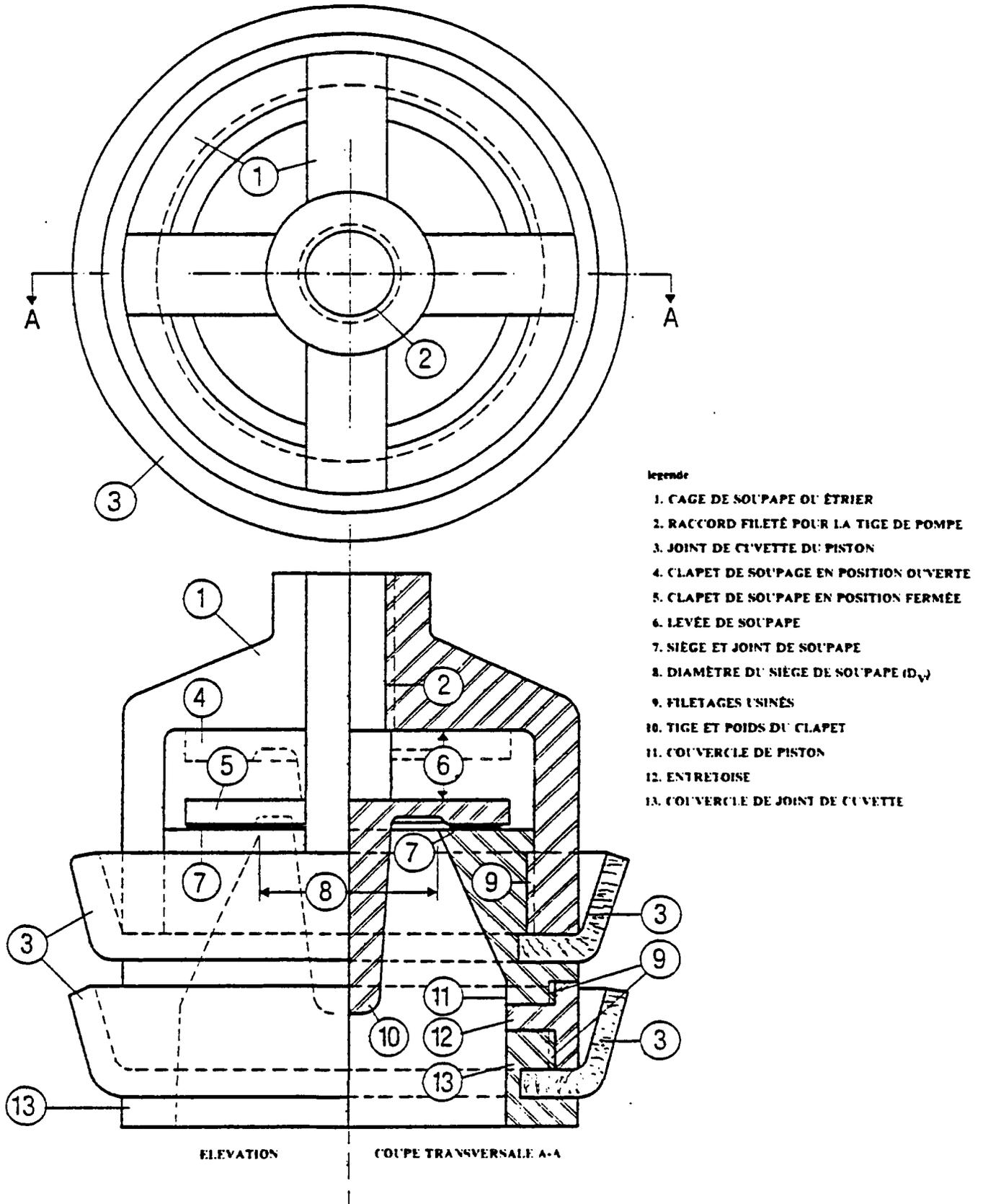


Figure 7 - Détail de l'assemblage d'un piston
(Extrait de : réf. bibl. [1] p. 104)

IV - CRITERES DE CHOIX DES POMPES A MAIN

Plusieurs facteurs interviennent au moment du choix d'une marque et d'un type de pompes.

IV.1 - CRITERES D'ORDRE FINANCIER

- . Le coût de la pompe installée, à savoir : prix départ usine + frais d'emballage + frais d'amenée jusqu'au port (ou la gare) de départ + frais de fret avec assurance éventuelle jusqu'au port de destination (ou gare) + frais de douane + taxes d'importation + transport jusqu'au site + frais d'installation.
- . Le coût du transport des pompes lourdes et volumineuses est plus élevé. Ces pompes demandent une installation plus longue nécessitant un investissement supplémentaire pour sa réalisation (portique de levage et palan par exemple).
- . Les frais récurrents d'entretien sont fonction du coût des pièces détachées rendues sur le site, du coût de l'intervention et du rythme des interventions.

Deux tendances s'opposent :

- . Les pompes pour lesquelles le coût d'intervention est bas (celles par exemple dont la technicité est assez simple, permettant l'entretien et la réparation par les utilisateurs eux-mêmes) mais sur lesquelles les interventions sont fréquentes ;
- . les pompes pour lesquelles les interventions sont rares (bonne fiabilité des mécanismes) mais coûtent cher car demandant par exemple des moyens de levage importants ou la présence d'une équipe spécialisée. Dans ce cas, le délai d'intervention de l'équipe, après une panne, doit être pris en compte ;
- . Les frais d'amortissement sont fonction de la durée de vie de la pompe.

La formule classique utilisée pour calculer les charges annuelles en rapport avec un investissement donné est :

$$R = \frac{C r(1 + x)n}{(1 + r)^n - 1}$$

où C = coût initial de la pompe
n = durée de vie présumée = période d'amortissement (en années)
r = taux d'intérêt notoire (en pourcentage décimal).

Tableau de valeurs de : $r = \frac{(1 + r)^n}{(1 + r)^{n-1}}$

où r = intérêt
n = années

%	1	2	3	4	5	10	15	20	25	30
8	1.08	0.56077	0.38803	0.30192	0.25046	0.14903	0.11683	0.10185	0.09368	0.08883
10	1.1	0.57619	0.40212	0.31547	0.26380	0.16275	0.13447	0.11746	0.11017	0.10608
12	1.12	0.59170	0.41635	0.32923	0.27741	0.17698	0.14682	0.13388	0.12750	0.12414
14	1.14	0.60729	0.43073	0.34321	0.29128	0.19171	0.16281	0.15099	0.14550	0.14280

Tableau IV

Ainsi une pompe coûtant 5 000 F, d'une durée de vie de 10 ans, conduit à une charge annuelle (hors inflation) de : 5 000 F x 0,14 903 = 745 F pour un taux d'intérêt de 8 % (et non à une charge de 5 000 F/10 = 500 F).

IV. 2 - CRITERES D'ORDRE TECHNIQUE

- . Le débit horaire permettra ou non de satisfaire les besoins ; il permettra ou non de valoriser pleinement le forage (beaucoup de pompes manuelles ont un débit réel égal ou inférieur à 1 m³/h alors que le débit exploitable du forage peut être nettement supérieur).

Ce dernier point se répercute sur les aspects financiers : dans certains cas, il faudra deux pompes d'un modèle peu performant pour satisfaire les besoins, ce qui, en pratique, demande, soit un forage plus large (mais les expériences d'installation de deux pompes dans un même forage ne sont pas toujours concluantes), soit deux forages.

Il faut parfois tenir compte de la demande aux heures de pointe et non plus seulement du débit journalier total (impact sociologique des files d'attente).

- . La profondeur maximale d'utilisation.
- . Le diamètre extérieur maximal de la pompe. Certaines pompes peuvent être installées dans des forages très étroits (ex. pompe HR 1 V 12 de ROBBINS and MAYERS dans un forage de 3 " 1/4); d'autres dans des forages plus larges (ex : pompe DUBA - DEPLECHIN Tropic dans un ouvrage de 6 "). Le programme d'installation des pompes doit évidemment être compatible avec celui des forages. Les frais d'investissements en forage seront donc différents suivant les cas.
- . La qualité du matériel et de l'usinage se répercute sur les frais d'entretien et sur la durée de vie. Elle se répercute aussi sur la garantie d'approvisionnement en eau. Une approche de cette qualité peut être connue par l'indication de la durée de garantie. On compte en général que la durée de vie est d'environ 5 fois la durée de garantie. Outre la robustesse vis-à-vis des nombreux utilisateurs, la pompe devra avoir des organes résistant à l'abrasion (si présence de sables de l'aquifère ou de sables éoliens).
- . La complexité des mécanismes se répercute sur les frais d'entretien. Suivant les cas, une maintenance par les utilisateurs eux-mêmes sera possible ou non.

IV. 3 - CRITERES D'ORDRE LOGISTIQUE OU ADMINISTRATIF

. Représentation locale du fournisseur de pompes. Son absence peut conduire, dans les faits, à un non respect des périodes de garantie (ou bien dans des conditions désavantageuses, à des délais trop longs) et à des difficultés d'approvisionnement en pièces détachées entraînant l'obligation de stocks importants pour éviter toute rupture (d'où un investissement plus grand, des frais de stockage et de gestion supplémentaires).

. Volonté de la part d'un Organisme ou d'une Administration de se limiter à un nombre réduit de marques et de types de pompes permettant des commandes groupées en principe plus avantageuses, et facilitant la maintenance (moindre diversité des pièces au niveau des stocks, personnel plus facile à former et interchangeable d'une zone à une autre, par exemple).

. Possibilité de construire la pompe sur place, ou une partie des pièces détachées, entraînant un prix de revient de la pompe moins élevé (lorsqu'il y a des infrastructures nécessaires, un personnel suffisamment qualifié à salaires peu élevés et/ou des matières premières peu onéreuses).

- Une limitation des sorties de devise (au moins sur la main d'oeuvre, si ce n'est sur les matières premières)
- Une plus grande indépendance vis-à-vis de l'étranger
- Du travail pour la main d'oeuvre locale.

. En outre, dans certains pays, des problèmes de monopole ou bien des conditions restrictives fixées par les bailleurs de fonds finançant un programme d'hydraulique villageoise, peuvent se présenter.

IV.4 - CRITERES D'ORDRE SOCIOLOGIQUE OU PHYSIOLOGIQUE

. Accueil et coutumes de la population

La pompe à pédale (à pied) n'a été accueillie qu'avec réticence par certaines populations africaines. Le geste du "pédalage" n'était pas habituel aux femmes et aux enfants, étant jugé "plus fatiguant" (même si, en termes d'ergonomie, ce geste permet de développer une plus grande puissance).

. Commodité de manieiment

La forme et la position du levier, l'emplacement de contre-poids éventuel, le poids d'un volant, la hauteur maximale d'une manivelle au-dessus du sol, par exemple, peuvent être mal adaptés à la population utilisatrice.

. Sécurité de manieiment

Certaines pompes à volants, dépourvues de protection, peuvent se révéler dangereuses, notamment pour les enfants.

x x
 x

V - LE PROBLEME DE L'ENTRETIEN DES POMPES

De la façon dont pourront être assurés l'entretien et la maintenance des pompes, dépend le succès d'une campagne de forages.

Une pompe hors d'état de marche signifie l'impossibilité d'avoir de l'eau puisqu'il n'y a pas la possibilité de recourir au système traditionnel de la corde et du récipient, à cause du diamètre trop étroit du forage. Cela signifie aussi un investissement (forage + pompe) improductif.

La situation est telle dans certaines régions qu'il peut sembler préférable de construire un puits.

Les difficultés auxquelles se heurtent les autochtones pour l'entretien des pompes manuelles dans les pays en développement sont de plusieurs ordres.

V.1 - PROBLEME DE CONCEPTION

Les pompes manuelles, élaborées et installées en premier lieu dans les pays industrialisés d'Europe et d'Amérique du Nord, étaient destinées de préférence à l'usage privé (maison, jardin, ferme) et d'emploi modéré.

Leur utilisation dans les pays en développement est très différente ; utilisateurs nombreux et variés ; emploi intensif : il n'est pas rare de rencontrer des pompes fonctionnant 15 h/j, ou même davantage.

Les roulements, les pièces d'usure sont alors souvent nettement sous-dimensionnés et il s'ensuit un arrêt rapide de la pompe.

V.2 - CONDITIONS NATURELLES DIFFICILES

Les pompes sont soumises la plupart du temps à des températures excessives, parfois à une forte humidité, à des vents de sable (usure des éléments de la superstructure mais aussi infiltration dans les organes intérieurs du système de pompage), parfois à des eaux agressives.

V.3 - VILLAGES DEMUNIS

. En matériel : il arrive que le village ne possède même pas l'outillage de base nécessaire pour démonter une pompe. Quand il le possède, cet outillage risque de servir à d'autres fins et d'être abimé. Dans les deux cas, il peut s'ensuivre une déformation des pièces de pompe due à des outils qui ne sont pas ou plus adaptés, et à un remontage incorrect.

. En personnel compétent : tous les villages ne possèdent pas le personnel capable de réparer une pompe. Cela nécessite donc, soit la venue de réparateurs extérieurs au village, soit la mise sur pied de programmes de formation de personnel villageois.

V.4 - COMPORTEMENT SOCIOLOGIQUE

Les utilisateurs de pompes passent d'un système dépourvu d'entretien (mare, cours d'eau) ou d'un système à entretien réduit (puits) avec des interventions très espacées (l'absence d'entretien n'entraînant pas d'arrêt à court et parfois à moyen terme de la fourniture d'eau) à un système (forage + pompe) où l'absence d'entretien entraîne l'arrêt à court terme de l'approvisionnement en eau.

D'autre part, ce sont le plus souvent les Gouvernements qui, sous une forme ou une autre, font exécuter les forages et installer les pompes. Les bénéficiaires sont alors tentés de penser que les réparations incombent aux installateurs.

D'une manière générale, l'importance d'un entretien régulier est souvent insuffisamment perçue (cette carence pouvant être accrue par le fait qu'il y a d'autres sources naturelles d'approvisionnement en eau, telles que mares, cours d'eau ...).

V.5 - COUT DE L'ENTRETIEN

Il varie bien sûr avec le type de pompe et les conditions économiques du pays (moyens d'accès en particulier).

Dans beaucoup de pays en développement, le coût de l'entretien est trop élevé pour les moyens du pays et les pompes non réparées sont hors d'usage.

La solution semble passer par la réduction des coûts et la participation des bénéficiaires.

. La réduction des coûts

Schématiquement, le coût de l'entretien comprend celui des pièces détachées, des déplacements et des salaires.

Une consommation moindre en pièces détachées suppose des pompes simples et fiables (choix à faire au départ) et un entretien régulier. Une réduction des déplacements et des frais de personnel peut être obtenue par une meilleure régionalisation des services d'entretien ou par l'emploi de personnels locaux (villageois formés, réparateurs privés).

L'option "réparateurs privés" peut rencontrer diverses difficultés dans certains pays, soit parce que l'orientation économique est peu favorable au secteur privé, soit parce que les réparateurs présents tiennent mal leur rôle (abus sur les prix, d'autant plus facilement que les contrôles peuvent être inexistantes ou inefficaces ; permanence non assurée à certaines époques...).

. La participation des bénéficiaires

Elle consiste à fournir de la main d'oeuvre pour l'entretien des abords du point d'eau et surtout à former un réparateur local parmi les villageois ; la réussite de la formation dépend du niveau technique du villageois retenu et de la simplicité de la pompe. Certaines pannes ne sont guère à la portée technique des villageois (problème de soudure) et il faut conserver une équipe régionale (ou un réparateur privé bien équipé).

En supprimant un grand nombre de déplacements, la participation physique sur place abaisse nettement le coût de l'entretien.

Elle suppose néanmoins l'existence d'un réseau de pièces détachées, ou de stocks villageois régulièrement réapprovisionnés.

Elle repose souvent sur le bénévolat, qui peut demander un relai à long terme à cause d'autres motivations.

La participation financière est destinée à payer tout ou partie du coût de l'intervention et/ou les pièces détachées.

Elle traduit un changement de conception : les villageois doivent passer du stade "eau = don du ciel" à la notion de "prix de l'eau".

Elle a l'avantage de sensibiliser la population au soin qu'elle doit prendre de son point d'eau, à la réduction des gaspillages, des vols ou du vandalisme.

Elle risque par contre de provoquer un changement de mentalité en développant la notion de propriété du point d'eau. Les sédentaires qui participent au financement se sentent prioritaires par rapport à ceux qui ne payent pas ou presque pas. C'est ainsi que se créent des conflits entre agriculteurs sédentaires (ceux qui payent) et nomades (qui ne payent pas).

L'instauration d'une participation financière demande la résolution de certains problèmes, dont celui de la répartition et du mode de cotisations, la garde de la caisse...

Il ne faut pas croire que le renouvellement de la corde et du delhou, dans le cas d'exhaure traditionnelle, s'assimile à une participation financière à proprement parler et la comparer aux frais entraînés par le prix de pièces détachées d'une pompe. La nuance est sensible...

C'est ainsi que dans certaines régions le récipient provient de matériaux de récupération, la corde est tressée sur place avec des écorces végétales ; ou bien leur acquisition peut se faire également par le système traditionnel du troc. Dans les deux cas, il n'y a pas échange de monnaie. Ce troc est impossible quand il s'agit d'un besoin en pièces détachées or c'est l'argent liquide qui manque dans les villages.

Si elle est imposée, la participation financière peut rencontrer certaines difficultés :

- . la cotisation est assimilée à un nouvel impôt
- . son montant est trop élevé par rapport aux ressources du village. Le gros problème est bien sûr de connaître les ressources réelles disponibles (y compris les revenus de l'exode).

De plus cela ne suffit pas : ce qui compte aussi c'est ce que le village veut consacrer à son budget "eau pompée", en fonction de l'importance qu'elle représente pour lui. Ainsi un village dont le bilan ressources - dépenses est négatif (endettement) peut très bien consacrer une part importante de ses revenus à l'achat de pompes. Un village aisé peut les négliger et recourir au maximum aux puits traditionnels ou aux marigots.

Si l'on enquête directement pour connaître la motivation et les sommes que chacun compte consacrer aux pompes, il faudra tenir compte du fait que :

- la motivation varie dans le temps, surtout s'il y a retour à un cycle pluviositaire favorable
- les éléments de comparaison manquent alentours (aucun forage équipé aux environs) et les villageois minimisent leurs intentions.

Souvent, la participation se limite à l'objectif "entretien". Mais il faut aussi envisager le "renouvellement" car l'administration est souvent en difficulté pour le faire ; or, il n'est pas assuré que des financements extérieurs viennent à temps pour remplacer le parc à pompes (durée de vie moyenne = 5 ans).

V. 6 - PROGRAMME D'ENTRETIEN

Un programme d'entretien classique, adapté aux pompes à piston -les plus courantes- est donné dans le tableau V et la figure 8. Le tableau VI résume les principales pannes.

PROGRAMME D'ENTRETIEN POUR POMPE À MAIN SIMPLE

- Chaque jour:
- 1) Blocage et déblocage de la pompe aux heures prévues par le village.
 - 2) Nettoyage de la tête du puits.
- Chaque semaine:
- 1) Nettoyage soigneux de la pompe, de la tête du puits et des environs.
 - 2) Huiler ou graisser tous les axes d'articulation, les coussinets et toutes les pièces de glissement après avoir contrôlé qu'il ne s'y développe aucune rouille.
 - 3) Enregistrer tous les commentaires des utilisateurs concernant les irrégularités de fonctionnement - corriger ces irrégularités dans la mesure des possibilités.
- Chaque mois:
- 1) Ajuster si nécessaire le presse-étoupe ou le serre-garniture, ceci ne s'appliquant pas à la pompe Craelius - cette opération s'effectue généralement par le serrage de l'écrou de presse-étoupe; celui-ci ne devrait pas être trop serré (un ajustement correct devrait en effet permettre un léger suintement).
 - 2) Contrôler que tous les écrous ou boulons soient correctement serrés et qu'il n'y ait aucun signe évident de raccord desserré sur les tiges de la pompe.
 - 3) Détecter tout signe d'usure des cuirs en relevant tout commentaire d'utilisateur relatif à des pertes éventuelles dans l'eau de pompage - remplacer les cuirs si la pompe ne remonte pas d'eau par fonctionnement lent (par exemple 10 courses de piston par minute).
 - 4) Procéder à tous les travaux d'entretien hebdomadaires.
- Par année:
- 1) Peindre les parties exposées afin de prévenir tout développement de rouille.
 - 2) Réparer toute fissure du béton dans la tête du puits et ses environs.
 - 3) Contrôler l'usure des coussinets du bras de levier et les remplacer au besoin - les manchons ou coussinets de la pompe Craelius peuvent être remplacés par des éléments de tuyau d'un diamètre approprié.
 - 4) Contrôler la soupape de piston et le clapet de pied, les remplacer si des fuites y sont décelées.
- Chaque année (suite):
- 5) Contrôler la tige de pompe et remplacer les éléments ou raccords défectueux.
 - 6) Remplacer le serre-garniture du presse-étoupe (ceci ne s'appliquant pas à la pompe Craelius).
 - 7) Procéder à tous les travaux d'entretien mensuels.

D'après Placey (1976)

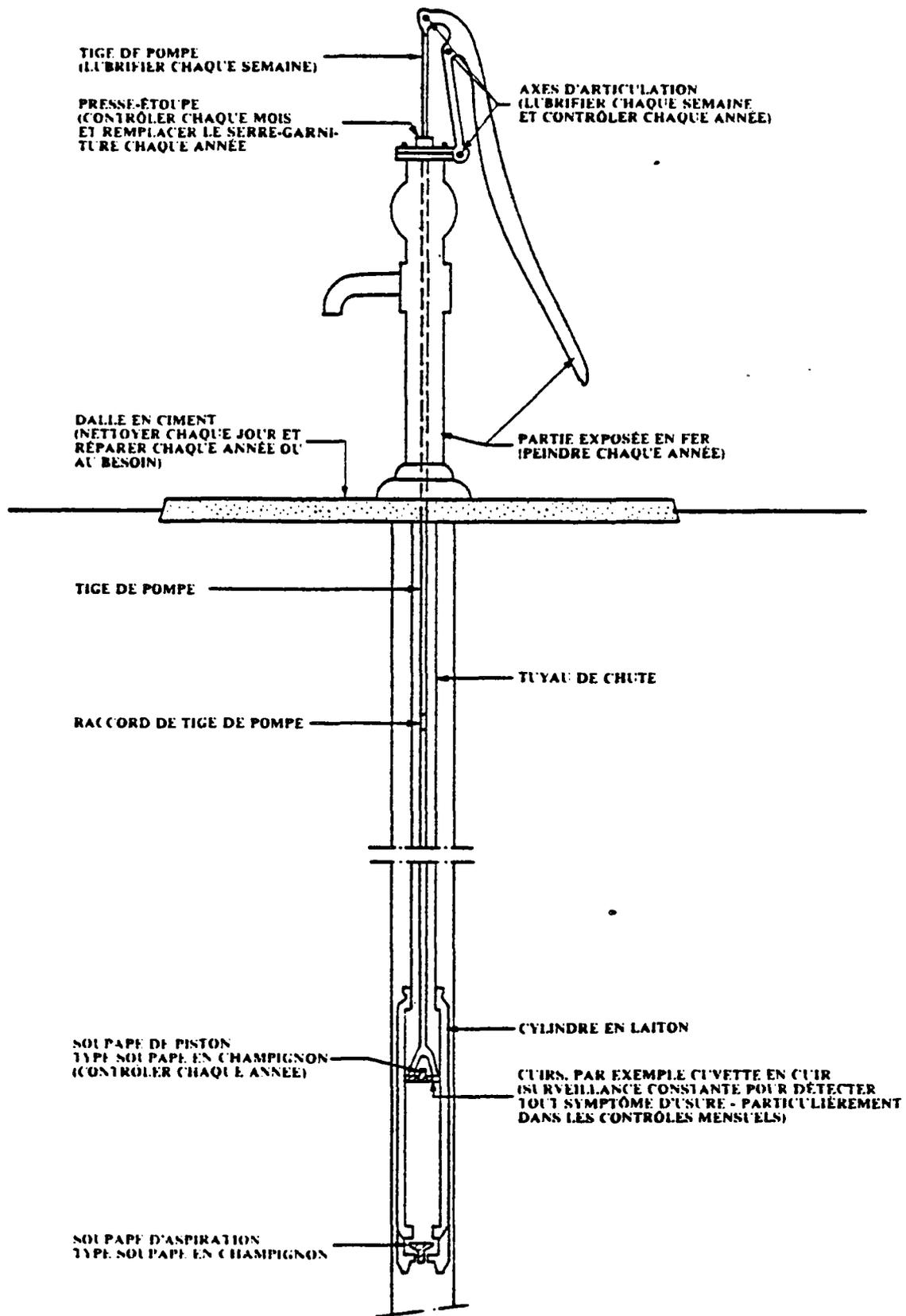


Figure 8 - Entretien nécessaire pour les différents éléments de pompe
(d'après PACEY, 1976)
(Extrait de : réf. bibl. [1] p. 149)

DOMMAGES	CAUSE PROBABLE	REMEDE
<p>1. Le bras de levier de la pompe fonctionne, sans toutefois faire remonter d'eau.</p>	<p>A. Pas d'eau à la source. Puits tari.</p>	<p>Réalimenter le puits, développer de nouvelles sources d'eau.</p>
	<p>ou</p>	
	<p>E. Le niveau de l'eau a baissé au-dessous de la distance d'aspiration de la pompe.</p>	<p>Peut être contrôlé au moyen d'une jauge à vide ou d'une corde à poids. Réduire la vitesse de pompage ou abaisser le cylindre de pompe.</p>
	<p>ou</p>	
	<p>C. La pompe s'est désamorcée.</p>	<p>Amorcer la pompe. La pompe se désamorçe continuellement : le pompage peut périodiquement assécher le puits, la tuyauterie d'aspiration peut avoir une fuite, la soupape d'aspiration, le clapet de retenue de refoulement peuvent avoir une fuite. Réparer la tuyauterie ou la soupape. Contrôler 1A et 1B.</p>
	<p>ou</p>	
<p>D. Les joints de cuvette du cylindre ("cuirs") sont usés.</p>	<p>Remplacer les joints de cuvette du cylindre ("cuirs").</p>	
<p>ou</p>		
<p>E. Les soupapes ou sièges de soupapes peuvent être usés ou corrodés.</p>	<p>Remplacer les soupapes et réparer ou remplacer les sièges.</p>	
<p>ou</p>		
<p>F. La tige du piston peut être cassée dans le cas d'une pompe à piston pour puits profond.</p>	<p>Ce dommage serait signalé par un fonctionnement plus libre et plus tranquille de la pompe. Faire tourner la pompe à la main et déterminer si une résistance s'exerce sur la course ascendante du piston. Les tiges cassées doivent être remplacées, ce qui signifie généralement qu'il faut sortir le tuyau de chute et le cylindre du puits.</p>	
<p>ou</p>		

Tableau VI - Dommages courants des pompes à main et remèdes correspondants (Extrait de : réf. bibl. [1] p. 143-146)

DOMMAGES	CAUSE PROBABLE	REMEDE
<p>1. Le bras de levier de la pompe fonctionne, sans toutefois faire remonter d'eau.</p>	<p>G. La soupape d'arrêt peut être fermée (pompe foulante).</p> <p>ou</p>	<p>Ouvrir la soupape.</p>
	<p>H. Trou dans le tuyau d'aspiration.</p> <p>ou</p>	<p>Remplacer le tuyau d'aspiration. Le cylindre peut être abaissé au-dessous du niveau de l'eau dans le puits.</p>
	<p>I. Le tuyau d'aspiration peut être obturé par des développements de bactéries ou des sédiments.</p> <p>ou</p>	<p>Peut être contrôlé par la jauge à vide. Retirer le tuyau d'aspiration pour le nettoyer ou le remplacer.</p>
	<p>J. Le cylindre de pompe peut être fissuré.</p> <p>ou</p>	<p>Remplacer le cylindre.</p>
	<p>K. Fuite à la base du cylindre.</p> <p>ou</p> <p>L. Un ou plusieurs clapets de retenue restent ouverts en présence de déchets ou de dépôts calcaires.</p>	<p>Remplacer la garniture du cylindre.</p> <p>Retirer les clapets et examiner les dommages. Pour les pompes à piston de puits profonds, ceci signifie sortir du puits le cylindre de pompe ou le piston et les clapets.</p>
<p>2. La pompe fonctionne, mais ne fait remonter qu'une faible quantité d'eau.</p>	<p>A. Cuir de piston fortement usés (pompes à piston)</p> <p>ou</p>	<p>Remplacer les cuirs</p>
	<p>B. Le puits ne produit pas suffisamment d'eau.</p> <p>ou</p>	<p>Diminuer la demande ou rechercher de nouvelles sources.</p>
	<p>C. Cylindre fissuré.</p> <p>ou</p>	<p>Remplacer le cylindre.</p>

Tableau VI - Dommages courants des pompes à main et remèdes correspondants
(Extrait de : réf. bibl. [1] p. 143-146)

DOMMAGES	CAUSE PROBABLE	REMEDE
<p>2. La pompe fonctionne, mais ne fait remonter qu'une faible quantité d'eau.</p>	<p>D. La ou les soupapes de retenue ont des fuites.</p> <p style="text-align: center;">ou</p> <p>E. La crépine ou la soupape d'aspiration peut être obstruée.</p> <p style="text-align: center;">ou</p> <p>F. Les tuyaux d'aspiration sont trop petits.</p> <p style="text-align: center;">ou</p> <p>G. Les soupapes d'aspiration peuvent être endommagées.</p> <p style="text-align: center;">ou</p> <p>H. Tuyau de chute ou assemblage fissuré.</p>	<p>Réparer les soupapes en question.</p> <p>Retirer et nettoyer.</p> <p>Peut être contrôlé à l'aide d'une jauge à vide. Installer un tuyau plus large ou, pour une pompe de puits profond, abaisser le cylindre de pompe au-dessous du niveau de l'eau dans le puits.</p> <p>Réparer les soupapes en question.</p> <p>Remplacer le tuyau de chute ou l'assemblage.</p>
<p>3. La pompe requiert trop de courses de piston pour démarrer.</p>	<p>A. La pompe s'est désamorcée.</p> <p style="text-align: center;">ou</p> <p>B. Les joints de cuvette du cylindre peuvent être usés.</p>	<p>Amorcer la pompe. Elle se désamorcer encore : le pompage peut périodiquement assécher le puits, la tuyauterie ou la soupape d'aspiration peut avoir une fuite. Réparer ou remplacer.</p> <p>Remplacer les joints de cuvette du cylindre ("cuirs").</p>
<p>4. Le bras de levier rebondit après la descente du piston</p>	<p>A. Le tuyau d'aspiration est obstrué au-dessous du cylindre de pompe</p> <p style="text-align: center;">ou</p>	<p>Sortir la pompe et nettoyer le tuyau. Si le puits est plein de fange jusqu'au tuyau d'aspiration, procéder au nettoyage du puits ou couper le tuyau.</p>

Tableau VI - Dommages courants des pompes à main et remèdes correspondants
(Extrait de : réf. bibl. [1] p. 143-146)

DOMMAGES	CAUSE PROBABLE	REMEDE
<p>4. Le bras de levier rebondit après la course descendante du piston.</p>	<p>B. Le clapet de retenue du piston ne s'ouvre ou ne se ferme pas.</p> <p>ou</p> <p>C. Le tuyau d'aspiration est trop petit.</p> <p>ou</p> <p>D. L'eau est trop loin au-dessous de la pompe (tuyau d'aspiration trop long)</p>	<p>Réparer le clapet de retenue</p> <p>Remplacer par un tuyau d'aspiration plus grand.</p> <p>Placer le cylindre plus près de l'eau.</p>
<p>5. Fuites au presse-étoupe.</p>	<p>A. La garniture est usée ou désajustée.</p> <p>ou</p> <p>B. Tige de piston fortement rayée.</p>	<p>Remplacer ou resserrer la garniture. Laisser l'écrou de presse-étoupe suffisamment desserré per permettre un faible écoulement d'eau servant de lubrifiant.</p> <p>Remplacer la tige du piston.</p>
<p>6. La pompe est bruyante.</p>	<p>A. Les coussinets ou quelque autre pièce mobile de la pompe sont désajustés.</p> <p>ou</p> <p>B. La pompe est mal ajustée sur ses montures.</p> <p>ou</p> <p>C. Dans le cas de pompes à piston pour puits profond disposant d'une tige de piston en acier, cette tige peut venir heurter la conduite de chute.</p>	<p>Resserrer ou remplacer les pièces en question.</p> <p>Resserrer les montures.</p> <p>Utiliser une tige de bois ou installer des pièces de guidage pour la tige ou redresser le tuyau de chute s'il est courbé.</p>

Tableau VI - Dommages courants des pompes à main et remèdes correspondants
(Extrait de : réf. bibl. [1] p. 143-146)

CONCLUSION

Les pompes à énergie humaine concernent essentiellement les populations rurales des pays en développement. Elles peuvent cependant, dans les pays industrialisés où la desserte en eau par réseau d'adduction est pratiquement généralisée, satisfaire à certains besoins locaux.

Le débit de ces pompes satisfait uniquement les besoins villageois ; les risques de surexploitation de l'aquifère sont donc faibles. L'énergie humaine est utilisable partout et toujours disponible, et ne donne surtout pas lieu à des échanges monétaires. Les pompes sont généralement faciles à mettre en place ; la technologie de leur maintenance est assez simple, par comparaison avec celles des pompes à moteur thermique ou à énergie solaire.

Les coûts sont peu élevés : une pompe à énergie humaine coûte en moyenne de 5 000 à 8 000 FF (mais pour des débits modestes : moins de 2 m³/h en général). Le prix de revient (amortissement et maintenance seulement) est compris entre 0,35 et 0,55 FF/m³ pompé.

Des efforts restent cependant encore à faire, pour améliorer la fiabilité de ces pompes et faciliter leur maintenance.

Certains constructeurs ont conçu des modèles dont les réparations courantes sont à la portée d'utilisateurs non spécialisés. Pourtant, dans la pratique, les pannes sont encore fréquentes. D'autres ont obtenu une bonne fiabilité (au moins pendant les premières années) mais les réparations nécessitent une équipe spécialisée.

Cet aspect de la maintenance est primordial, car une pompe représente un investissement important (forage + pompe) improductif et traduit, pour les utilisateurs, l'échec d'un programme d'hydraulique villageoise (même si les résultats hydrogéologiques et l'exécution des forages ont été satisfaisants).

Le problème de savoir comment récupérer auprès des utilisateurs les sommes nécessaires à l'entretien et au renouvellement des pompes reste posé dans la plupart des pays utilisateurs où la circulation de la monnaie ne gouverne pas les échanges au sein des villages.

x x
 x

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Centre international de référence pour alimentation en eau collective.- Pompes à main destinées à l'approvisionnement en eau potable dans les pays en voie de développement, préparé par F.E. McJUNKIN.- La Haye, PNUE-OMS, 1979, 166 p. (document technique n° 10)
- [2] HOFKES E.H.A.- Handpump maintenance.- International reference centre for community water supply and sanitation, juin 1981
- [3] DEROO G.- Les problèmes d'eau en matière de développement rural et les pompes manuelles.- In: Hydrographica, 3ème trimestre 1981
- [4] BENAMOU A.- Hydraulique villageoise et moyens d'exhaure.- Ougadougou, CIEH juillet 1981 (annexe 4)
- [5] Rural water supply handpumps project.- Project UNDP/Global Interregional GLO 79/010. Report n° 1, mars 1982 (annexe 4)
- [6] British overseas development administration.- Handfoot operated water pumps for use in developing countries.- Final report, 1981 (annexe 4)
- [7] BURGEAP.- L'équipement des villages en puits et forages en fonction des conditions hydrogéologiques dans les états ACP d'Afrique. - 1978

x x
 x

ANNEXE 1

DOCUMENTATION TECHNIQUE SUR LES POMPES A MAIN USUELLES

ABI Type M

BRIAU NEPTA T

CONSALLEN LD

INDIA MARK II

TITAN UPM

DUBA-DEPLECHIN Tropic

FLUXINOS Pulsa 3

VERGNET 4C

WELL DRILL PETRO

MONO Type Monolift

ROBBINS-MYERS (modèles V 12 L)

AVERTISSEMENT

- Si les caractéristiques purement techniques (dimensions, poids, nature des matériaux etc.) sont généralement conformes à la réalité, il n'en va pas de même quant aux performances (débit, hauteur d'élévation).

Beaucoup de constructeurs donnent des chiffres théoriques et non mesurés sur le terrain (quelle que soit leur qualité, les soupapes ont toujours quelques fuites ; elles ne se referment pas instantanément...).

De plus certains basent leurs chiffres sur des cadences difficiles à soutenir (60 cp/mn par ex) ou sur des efforts qui en fait sont trop importants en fonction de la hauteur d'élévation.

Les indications de débit n'ont donc qu'une valeur relative.

- Il manque ici des informations très importantes : celles relatives à l'entretien et aux pannes effectives.

Dans ce domaine, soit les constructeurs ne font mention de rien, soit ils déclarent que l'entretien est extrêmement réduit, peu difficile et bon marché. Les divers "Projets", qui ont fait appel à certains types de pompes, donnent souvent des informations qui ne sont pas comparables entre elles, soit parce que la surveillance et l'entretien n'étaient pas menés avec la même compétence, soit parce que les conditions d'utilisation étaient différentes (cf annexe 4 : Tests récents d'utilisation des pompes).

- Les indications de prix correspondent à l'année 1982. Elles sont susceptibles de varier en fonction du nombre de pompes commandées et ne représentent pas nécessairement la meilleure offre du fournisseur. Les figures sont tirées des catalogues des fournisseurs.

Remarques importantes : Les fiches de pompes présentées ici ont été établies à partir des indications données par les constructeurs, complétées dans quelques cas par des observations de terrain.

POMPE ABI TYPE M

(fig. 9-10-11-12)

1) Principe de fonctionnement

Pompe à piston à effet simple. Transmission par tiges. Commande par levier. Mécanisme de type 1.

2) Caractéristiques techniques

. Ensemble de pompage

Les pièces du cylindre et du piston sont en laiton. Les joints sont en cuir. L'extrémité inférieure du système de pompage comprend un double clapet, ce qui permet d'éviter tout désamorçage de la pompe.

Il y a un filtre à la base d'un tube d'aspiration de 1" 1/4 de diamètre et de 1 ou 2 m de long.

. Ensemble de transmission

Les tringles sont en acier ordinaire, revêtues de peinture "alimentaire", ou en acier inoxydable, de Ø 14, filetées et raccordées par des manchons bloqués par 2 contre-écrous.

La tringle est guidée dans le tube de refoulement par des blocs de caoutchouc, afin d'éviter tout battement latéral.

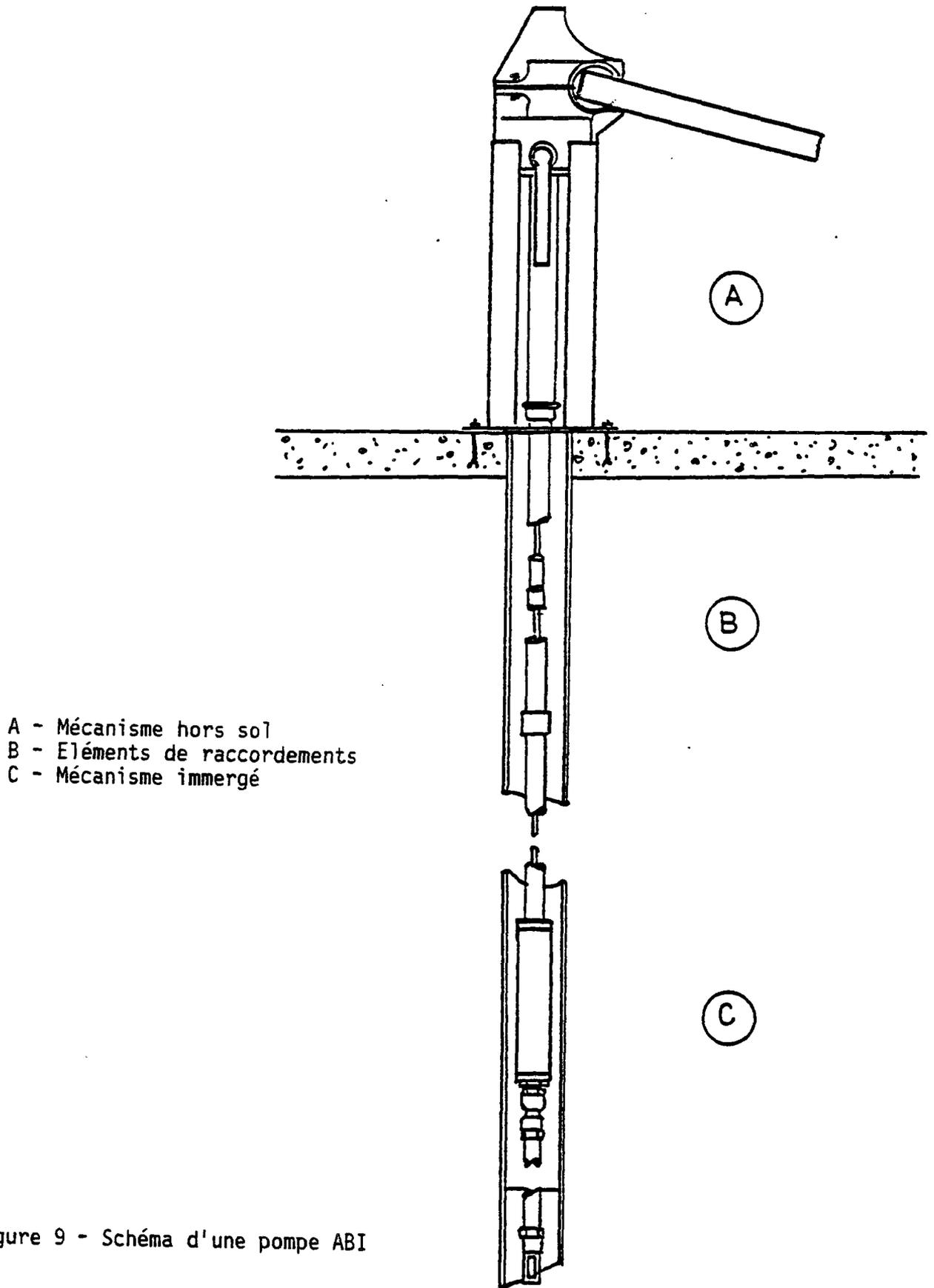
Le tube de refoulement est en acier galvanisé, de diamètre standard 40/49 (disponibles aussi en 33/42).

Ces tubes sont filetés et manchonnés. Ils existent aussi en PVC alimentaire.

. Superstructure

Le corps et le chapeau sont en fonte ; leur plan de joint est surfacé pour obtenir une étanchéité parfaite.

Le bras est monobloc, en acier mécano-soudé. Il existe en 2 options :



- A - Mécanisme hors sol
- B - Eléments de raccordements
- C - Mécanisme immergé

Figure 9 - Schéma d'une pompe ABI

- "standard" : prévu pour équilibrer la tringlerie jusqu'à 40 m de profondeur
- "grande profondeur" : comporte plusieurs contre-poids ; équipe les pompes au-delà de 40 m.

Le bras est guidé en rotation par 2 paliers en thordon (matériau composite autolubrifiant). Chaque palier est formé de 2 demi-coquilles collées respectivement dans les demi-alésages du corps et du chapeau.

L'effort appliqué au bras est transmis à la tringlerie par l'intermédiaire d'un axe en acier inoxydable, immobilisé en translation par une entretoise en acier galvanisé et guidé dans le bras par deux bagues auto-lubrifiantes.

La tringle est fixée sur l'axe par 2 écrous et 2 contre-écrous. Elle est filetée sur une grande longueur pour permettre un réglage facile de la course du piston.

Le tube d'attaque de $\varnothing 2''$ est soudé sur le corps tandis que le manchon de raccordement est soudé à la plaque d'embase, rendant la tête de forage parfaitement étanche.

Pour éviter toute déformation, les 4 pieds du mécanisme hors sol sont soudés d'une part au corps de pompe et d'autre part à la plaque d'embase.

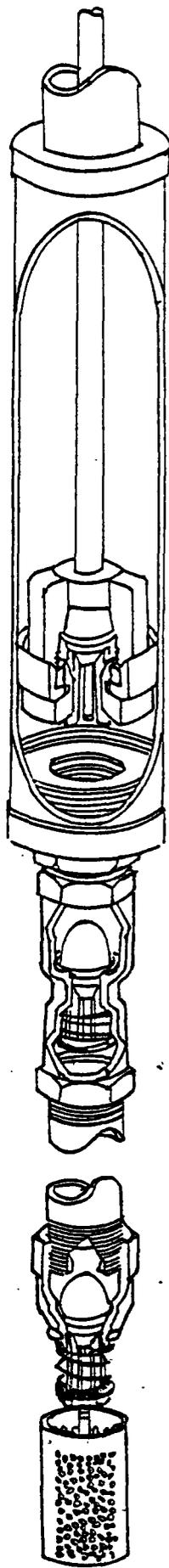
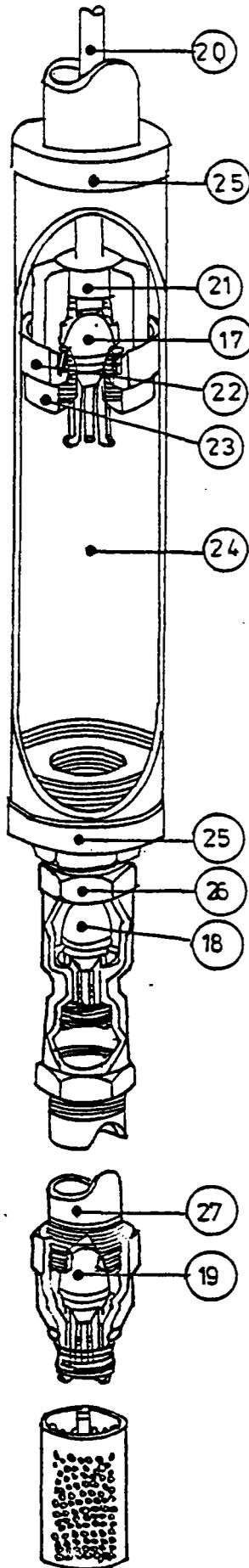
Le bec de sortie, coudé, est en acier galvanisé.

3) Performances

Les possibilités annoncées par le constructeur sont les suivantes

Piston	Bras	Profondeur	Débit en l/h (base 60 cp/mn)
80 mm	standard	0 - 12 m	2 000
70 mm	standard	13 - 30 m	1 500
60 mm	standard et "grande profondeur"	au-delà de 31 m	1 100

Nota : le rythme de 60 cp/mn est difficile à soutenir par les utilisateurs.



- 17: Clapet
- 18: Clapet
- 19: Clapet
- 20: Tringle
- 21: Chapelle en laiton
- 22: Joint cuir
- 23: Siège laiton
- 24: Cylindre
- 25: Embout laiton
- 26: Mamelon galvanisé

Figure 10 - Pompe ABI mécanisme immergé

La profondeur maximale d'utilisation est de 80 m.

4) Coût

Prix départ usine, janvier 1982 :

- pour un niveau d'eau de 0 à 40 m :
fontaine + cylindre-piston + crépine : 158 315 F CFA
(3 166 FF)

- pour un niveau d'eau de 40 à 80 m : 163 915 F CFA
(3 278 FF)

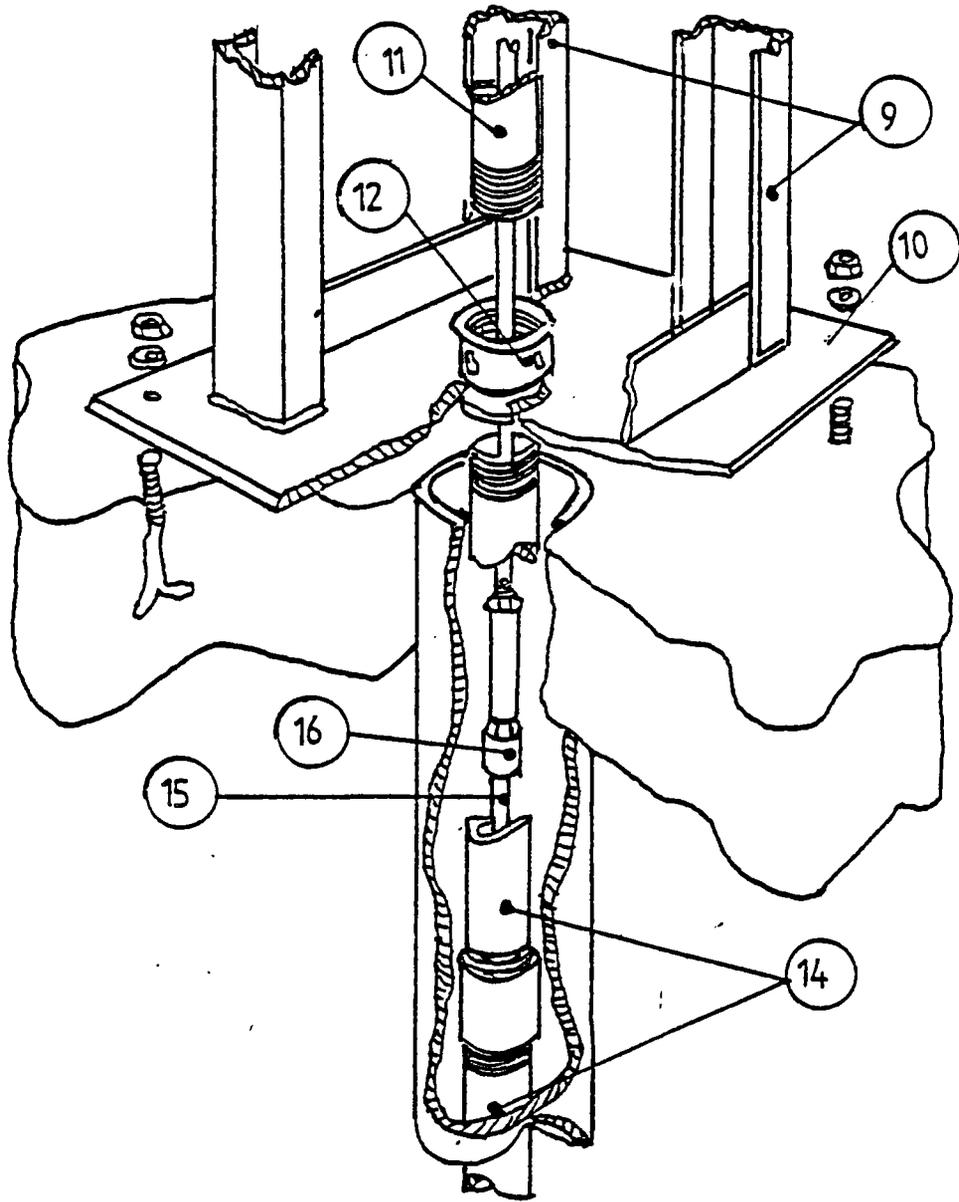
- tube de refoulement + tringle : 3 200 F CFA/m
(64 FF/m).

La garantie est de 1 an pour toute pièce présentant un défaut de fabrication.

5) Références d'utilisation

- . Côte d'Ivoire et Haute-Volta essentiellement (plusieurs centaines)

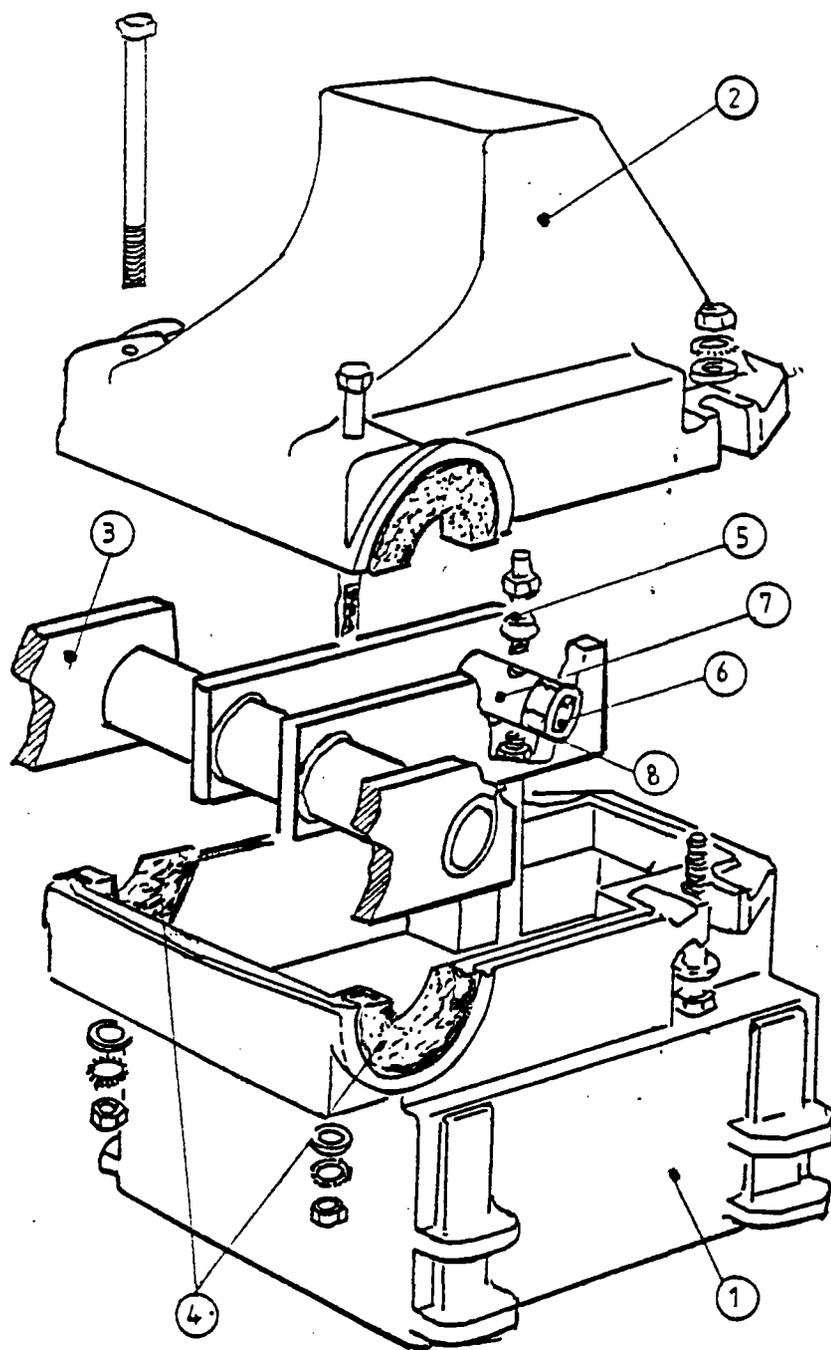
- . Mali (quelques exemplaires).



- 9 - Pieds
- 10 - Plaque d'embase
- 11 - Tube 2"
- 12 - Manchon de raccordement

- 14 - Tube 1" 1/2
- 15 - Tringle
- 16 - Guide en caoutchouc

Figure 11 - Pompe ABI éléments de raccordements



- | | |
|------------------------|-----------------------------|
| 1 - Corps | 5 - Tringlerie |
| 2 - Chapeau | 6 - Axe |
| 3 - Bras | 7 - Entretoises |
| 4 - Paliers en thordon | 8 - Bagues autolubrifiantes |

Figure 12 - Pompe ABI mécanisme hors sol

POMPE BRIAU NEPTA T

(fig. 13)

1) Principe de fonctionnement

Pompe à piston à effet simple. Transmission par tringles. Commande par levier. Mécanisme de type 7.

2) Caractéristiques techniques

. Ensemble de pompage

Le cylindre et le piston sont en bronze. Le piston est du type segmenté, les segments étant constitués par une tresse spéciale à base de teflon-Kevlar, ce qui diminue l'usure de la garniture et du cylindre.

Le diamètre nominal du piston est de 40, 50, 60, 80, 100 ou 120 mm. L'ensemble de pompage comprend à sa base un double clapet-crépine, ce qui évite les désamorçages. Le ressort de rappel a été supprimé dans les nouveaux modèles 1982.

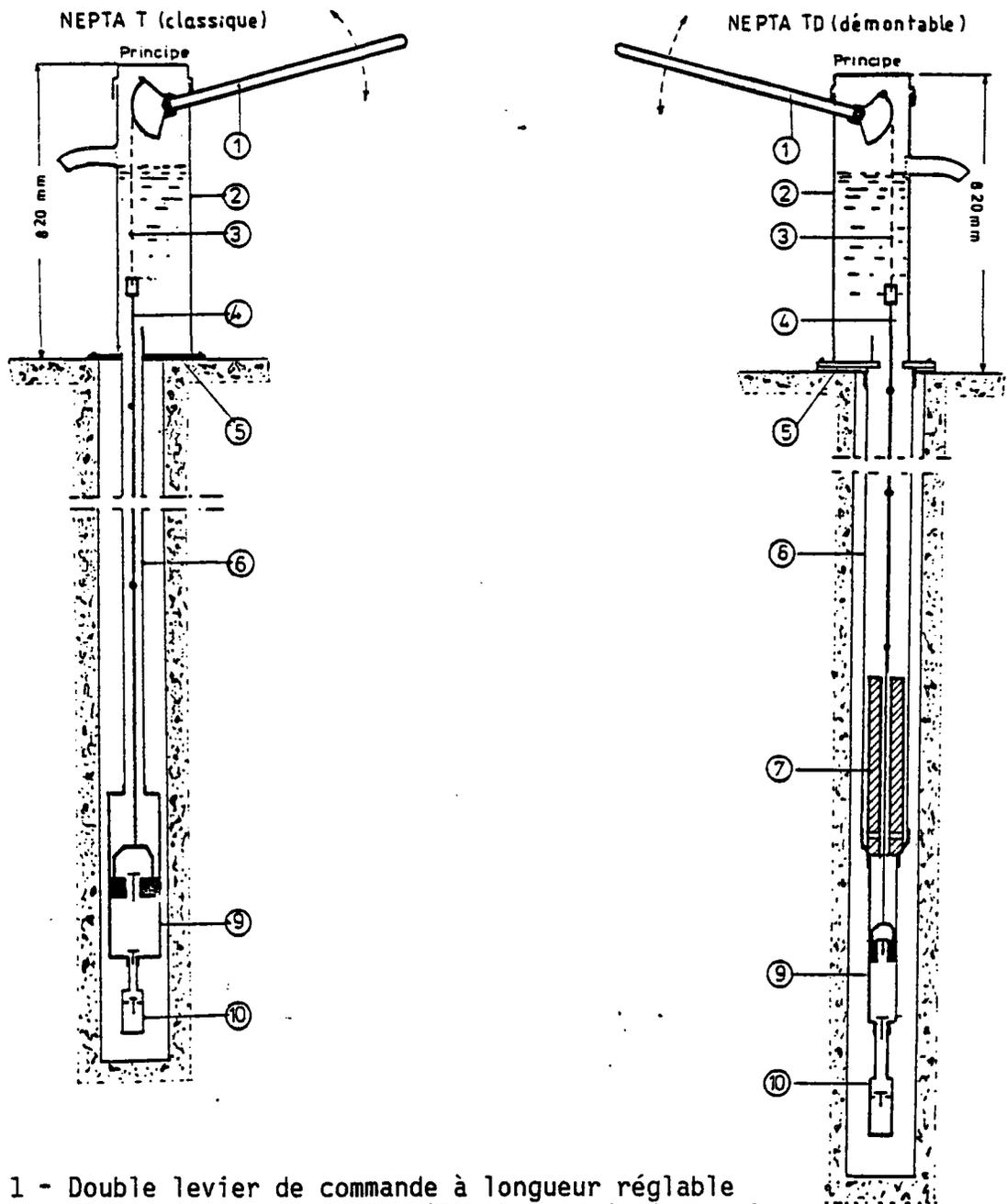
. Ensemble de transmission

La commande se fait désormais par un tringlage inox qui remplace le câble utilisé dans les précédents modèles (NEPTA C). Il se créait en effet des vibrations parasites, avec formation de noeuds de pression et ventres de déformation, aboutissant à la rupture du câble.

Ces tringles sont filetées-manchonnées et sont guidées par des caoutchoucs.

La tuyauterie de refoulement est habituellement en acier galvanisé. Elle peut comporter un revêtement anti-corrosion ou être en PVC.

Dans la version TD, le diamètre permet l'extraction du piston sans démontage du tube de refoulement.



- 1 - Double levier de commande à longueur réglable
- 2 - Tête de pompe en forte tôle plastifiée (rilsan)
- 3 - Câble polyester
- 4 - Tringlage de commande en acier inoxydable à mouvement rectiligne
- 5 - Embase étanche
- 6 - Tuyauterie de refoulement
- 7 - Masselotte d'appui relevable
- 9 - Cylindre à piston segmenté avec garniture standard pour tous les diamètres de piston
- 10 - Double clapet-crépine

Figure 13 - Pompe BRIAU "NEPTA T"

Ø cylindre nominal	mm	40	50	60	80	100	120
Ø cylindre extérieur	mm	78	78	78	95	115	135
Ø tuyauterie NEPTA T	mm	33/42	33/42	33/42	40/49	50/60	50/60
Ø tuyauterie NEPTA TD	mm	50/60	66	66	95	-	-

. Superstructure

Le corps supérieur est constitué par un tube rectangulaire en acier plastifié, de forte épaisseur et de faible hauteur (80 cm environ).

La tête est placée sous carter étanche. Il n'y a qu'un axe à roulement à billes étanche, reposant sur des demi-paliers en fonte ou en bronze au plomb, qui s'usent séparément.

Le constructeur envisage de remplacer la fonte par un nouvel alliage plus performant. Le levier est en acier, de longueur réglable, avec des contre-poids ajustables pour équilibrer le poids de la tringlerie.

Un câble en tresse polyester, protégé par une gaine en rilsan, s'enroule sur un secteur semi-circulaire, assurant un déplacement rectiligne du tringlage auquel il est relié. Le poids de l'ensemble tête + cylindre + aspiration, est de 70 kg.

3) Performances

La profondeur maximale d'utilisation (selon le constructeur) est de 100 m. Le volume d'eau puisé en un aller-retour de levier est en moyenne de 0,80 l pour une utilisation entre 20 et 25 m, et de 0,5 l de 25 à 45 m.

Sur la base de 40 cp/mn et d'un effort de 15 kg sur le balancier, les débits indiqués par le constructeur sont les suivants :

Ø piston mm	Q l/h	ND m
120	4 500	0-10
100	3 000	10-15
80	2 000	15-25
60	1 200	25-45

Nota : le constructeur met au point une pompe NEPTA à 2 personnes, permettant des débits sensiblement doublés

4) Coûts

Prix FOB port français, fin 1981 :

NEPTA T

tête + câble + cylindre + aspiration = 3 700 FF
tuyauterie + tringlage inox = 44 FF/m

NEPTA TD

tête + câble + cylindre + aspiration = 3 890 FF
tuyauterie + tringlage inox = 47 FF/m.

Les pompes sont garanties 1 an, la garantie se limitant au remplacement des pièces qui s'avèreraient défectueuses.

POMPE CONSALLEN LD

(fig. 14)

1) Principe de fonctionnement

Pompe à piston à effet simple. Transmission par tringles. Commande par levier. Mécanisme de type 3.

2) Caractéristiques techniques

. Ensemble de pompage

Le cylindre est en acier inoxydable poli, usiné à partir d'un tube sans soudure. Sa partie inférieure, également en acier inoxydable, est conique et renferme un clapet en caoutchouc naturel avec un siège parfaitement usiné pour éviter les fuites. Le piston est en laiton, avec un anneau de guidage en résine artificielle et un anneau d'étanchéité en polyuréthane.

La course est de 200 mm. Le diamètre des cylindres est de 50, 63 ou 75 mm.

. Ensemble de transmission

La tige est en acier inoxydable \varnothing 9,5 mm, par longueurs de 3 m, filetées, avec renforcement par des manchons hexagonaux en laiton et écrous de blocage en laiton également. La tige est guidée par des centreurs en polypropylène. Le tube de refoulement est en plastique épais ABS (acrylonitrile butadiène styrène), de \varnothing 32 mm, par longueurs de 3 m, filetées et manchonnées.

. Superstructure

La fontaine est en acier soudé, galvanisé à chaud. Le mécanisme comprend des axes en acier inoxydable et des roulements anti-friction, étanches, lubrifiés à vie, pour l'axe principal, et des roulements lubrifiés par l'eau de pompage pour les deux autres axes. Le poids de la superstructure est de 40 kg.

3) Performances selon le constructeur

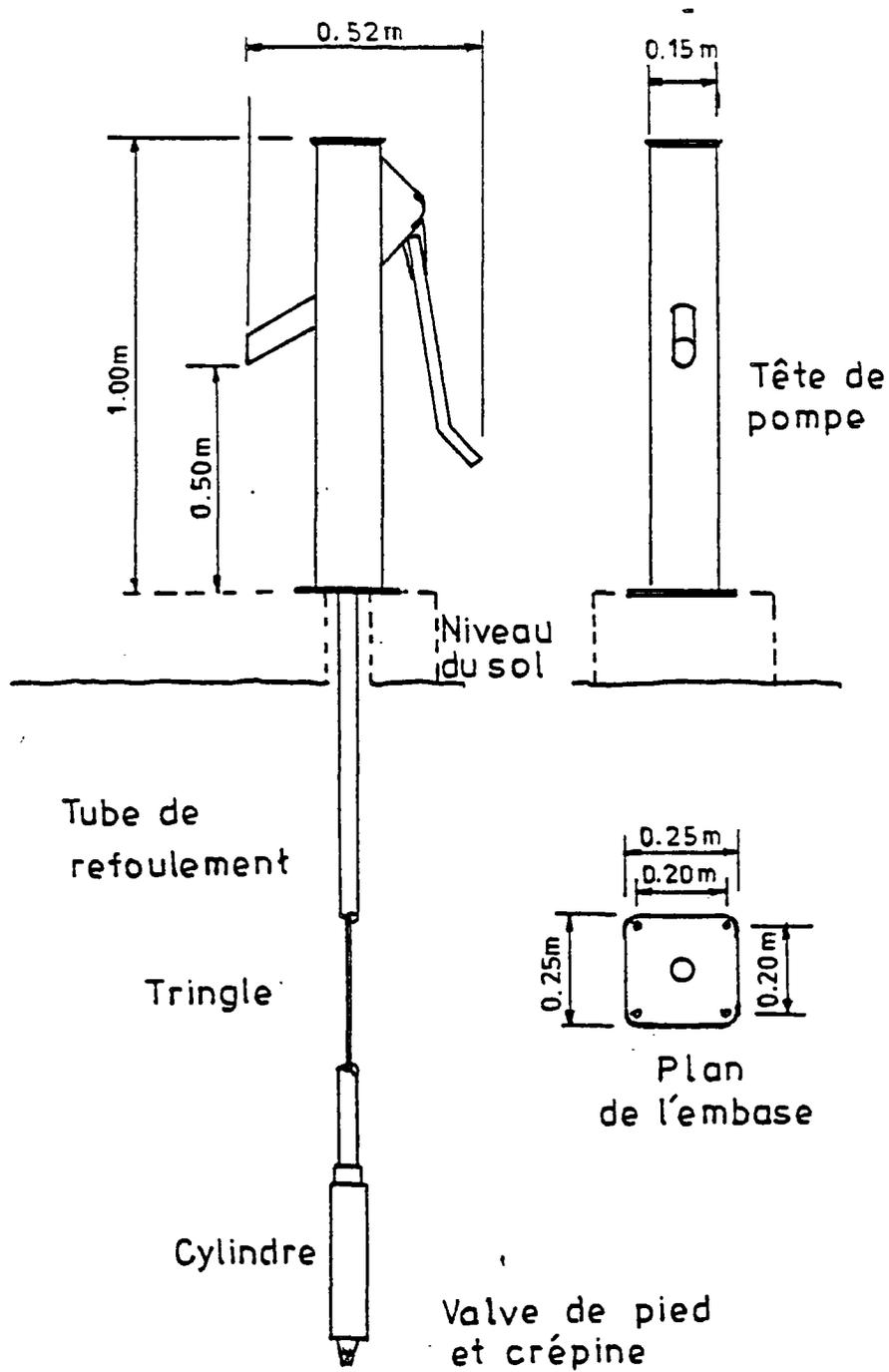


Figure 14 - Pompe CONSALLEN LD5

Modèle	Ø cylindre mm	Vitesse d'opération			Elevation max. (m)	Ø mini du forage (inch)
		30 cp/mn Q l/h	45 cp/mn Q l/h	60 cp/mn Q l/h		
LD 4	50	740	1 110	1 480	60	2 1/2
LD 5	63	1 130	1 700	2 260	45	3
LD 6	75	1 655	2 450	3 270	30	3 1/2

4) Coûts

Prix départ usine, janvier 1982 :

Tête de pompe	63 £	(706 FF)
Cylindre LD 4	40 £	(448 FF)
Tringle inoxydable	2,50 £/m	(28 FF/m)
Tube de refoulement en ABS	3 £/m	(34 FF/m)

La garantie contre tout vice de fabrication est de 12 mois à partir de la date d'installation.

5) Références d'utilisation

- . Nigeria
- . Ghana

POMPE INDIA MARK II

(fig. 15-16)

1) Principe de fonctionnement

Pompe à piston à effet simple. Transmission par tiges. Commande par levier. Mécanisme type 7.

2) Caractéristiques techniques

La pompe INDIA MARK II est une pompe sans licence, fabriquée par divers constructeurs. Les caractéristiques et les matériaux utilisés sont susceptibles de varier d'une usine à l'autre.

Les données reproduites ici correspondent aux normes des sociétés INALSA MEERA ou CHAROTAR (Inde).

. Ensemble de pompage

Cylindre en fonte à grain fin, de grade 25 (MEERA) d'une seule pièce, avec revêtement intérieur de laiton poli. \emptyset intérieur = 63,5 mm.

CHAROTAR fabrique des cylindres de \emptyset 62,5 mm, 75,0 et 90,0 mm, d'une course de 4".

Le piston est en bronze de 1/2" de \emptyset (MEERA) ou de 5/8" de \emptyset pour des profondeurs < 25 m. L'étanchéité est assurée par des anneaux en caoutchouc spécial et par des joints de cuir. La course est de 100 mm.

. Ensemble de transmission

Les tiges sont en acier ordinaire (pouvant être revêtu d'un traitement électroaluminisé à 25 m (MEERA) contre la corrosion, de \emptyset 12 ou 16 mm. Elles sont vendues par longueur de 3 m et se raccordent à l'aide de manchons filetés hexagonaux, bloqués par écrous.

Poids d'une tige de 3 m \emptyset 12 mm = 2,8 kg
 \emptyset 16 mm = 4,9 kg.

Le tube de refoulement est en acier de \emptyset 32 mm.

. Superstructure

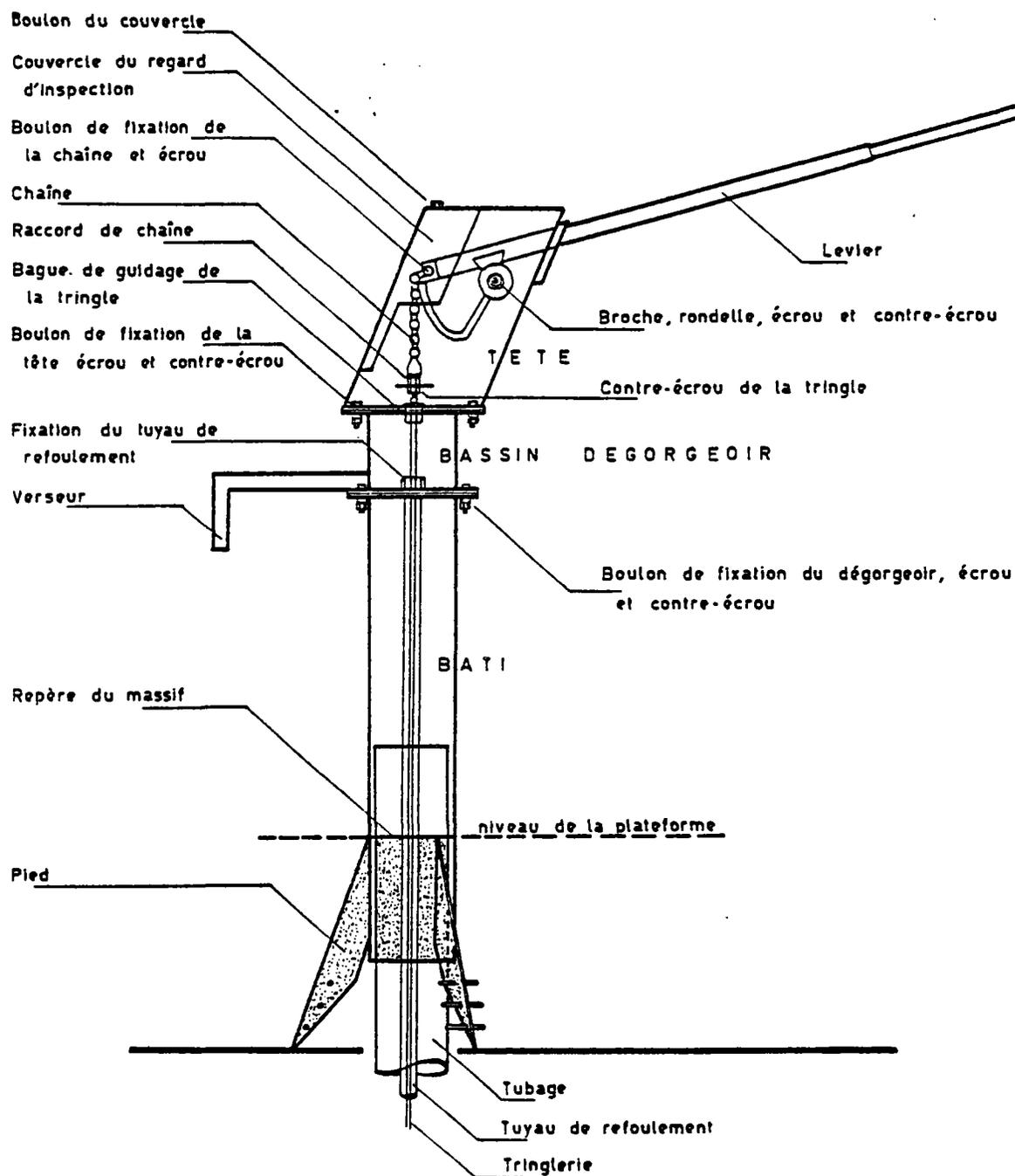


Figure 15 - Schéma de la pompe INDA MARK II

Le mécanisme comprend 1 seul axe en acier, avec roulement à bille. La liaison à la tringlerie se fait par une chaîne guidée par un arc métallique.

Tous les éléments mobiles sont enfermés dans un boîtier d'acier. La fontaine est soit peinte extérieurement après préparation par phosphatage, soit galvanisée. La surface interne du réservoir d'eau est soit protégée par 3 couches de résine epoxy, soit galvanisée.

Le balancier est constitué d'un carré d'acier étiré, de 32 mm de section. Le piedstral est équipé d'un trépied en cornière soudée de façon à offrir une grande prise au scellement dans les fondations.

3) Performances

Le débit par coup est de 0,32 l, soit un débit horaire théorique de 760 à 960 l/h, sur la base de 40 à 50 cp/mn.

La hauteur monométrique optimale est de 30 à 33 m. La hauteur maximale d'élévation est de 75 m ou 55 m selon les divers documents des fournisseurs.

CHAROTAR indique les performances suivantes :

sur la base de 50 cp/mn et d'un rendement de 90 % :

Cylindre	Débit l/h	Elévation maximale m
62,5 (2" 1/2)	850	60
75,0 (3")	1 250	45
90,0 (3" 1/2)	1 700	30

4) Coût

La pompe INDIA a été mise au point conjointement par le Gouvernement de l'Inde, l'UNICEF et l'OMS. Cette pompe, pour laquelle il n'a pas été pris de licence, est fabriquée par divers constructeurs.

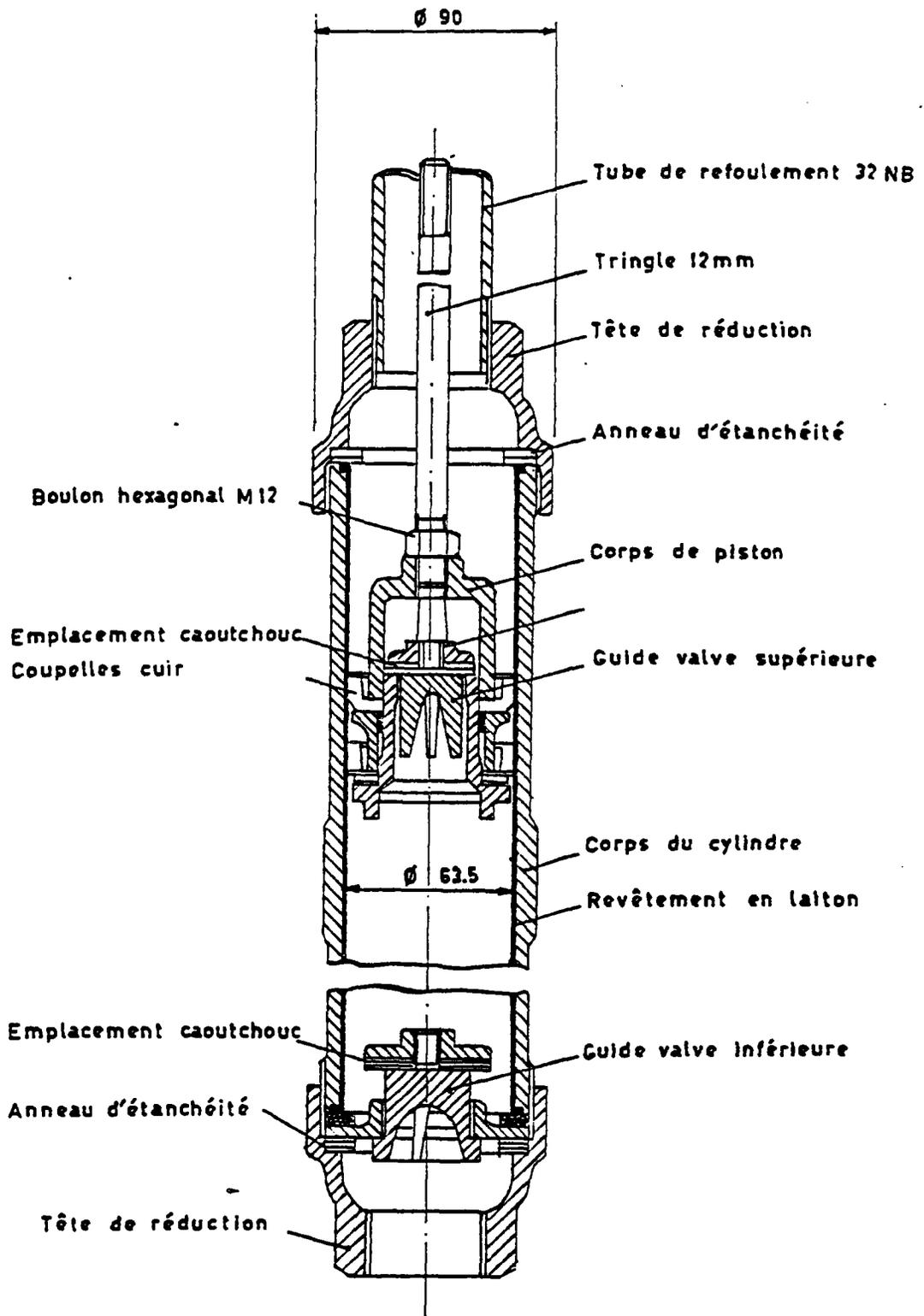


Figure 16 - Pompe INDA MARK II - Cylindre

Certains constructeurs (tel INALSA) font payer l'équivalent d'une licence. Ils proposent leur assistance technique et leur savoir faire, pour une mise en route effective d'une usine de fabrication et demandent en contre partie une redevance sur le prix de vente de la production totale des premières années (7,5 %, par exemple).

Prix indicatif 1982 FOB port indien

Pour une superstructure + cylindre + 30 m de tiges galvanisées :

MEERA = 240 \$ US (1 680 FF)
INALSA = 285 \$ US (1 995 FF).

5) Références d'utilisation

Nombreux pays, notamment :

- Afrique : Bostwana, Benin, Ethiopie, Haute-Volta, Kenya, Mali, Ouganda, Soudan, Togo, Zaïre
- Asie : Bangladesh, Inde, Indonésie, Philippines
- Antilles : Haïti.

POMPE UPM TITAN

(fig. 17-18-19)

1) Principe de fonctionnement

Pompe à pistons multiples (UPM = Universelle à pistons multiples). Les pistons sont à effet simple. Transmission par tringles. Commande par balancier (par pédale en option). Cette pompe a été conçue par R. GUEROULT.

2) Caractéristiques techniques

- Ensemble de pompage et colonne d'exhaure

. La colonne d'exhaure est en PVC épais et calibré, montée par éléments de 3 m, assemblés par manchons filetés. Elle fait également office de chemise de cylindre.

. Le système de pompage proprement dit comprend :

- un clapet de pied en PVC, lesté par une masselotte. Il ne s'ouvre qu'en immersion totale ;
- les pistons, de type flottant en PVC moulé, sont placés tous les 3 m ; ils font également office de siège de clapet de refoulement et de guide de tringlerie.

Les joints de piston sont soumis, d'après le constructeur, à une pression constante maximale de 300 g/cm² (au lieu de 5 kg/cm² dans le cas d'un pompage traditionnel à 50 m de profondeur). Ils acceptent un jeu de 1 mm au diamètre sans perte de charge.

- les clapets de refoulement sont en PVC moulé ; ils sont solidaires de la tringlerie de manoeuvre.

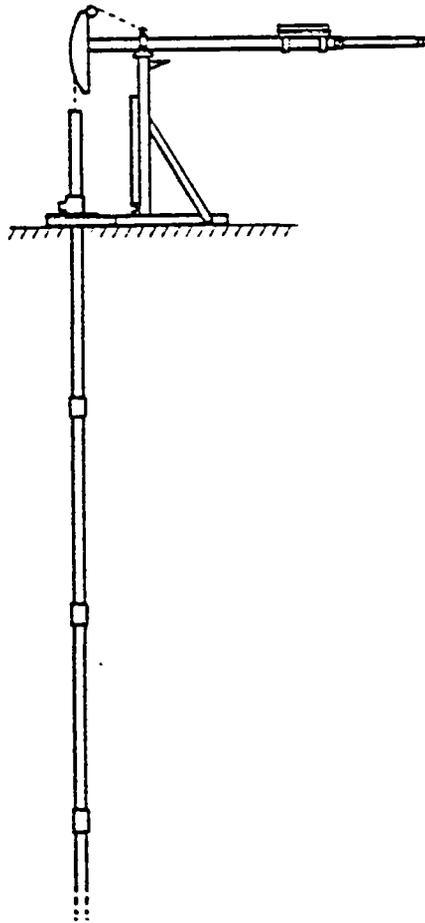
Le système de pompage existe en plusieurs dimensions :

- UPM 2" (Ø 47,6 et Ø 53)
- UPM 3" (Ø 75,8)
- UPM 4" 1/2.

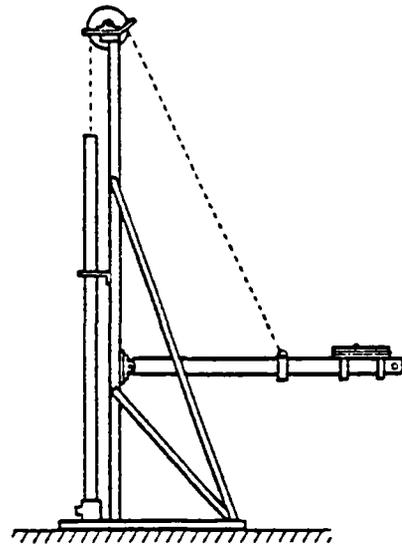
Le poids est de 2,6 kg/m pour la colonne 3" et de 2 kg/m pour la colonne 2".

- Tringlerie

modèle léger, type « tête de cheval »



modèle moyen, type « bigue »



modèle lourd, type « motorisable »

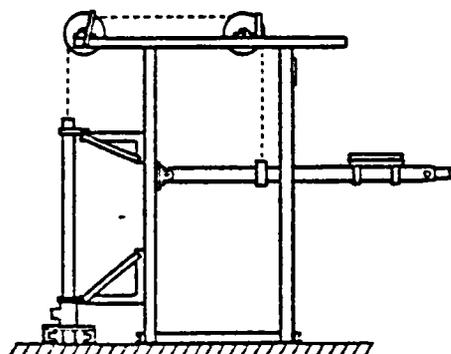


Figure 17 - Pompe UPM TITAN-Schéma des superstructures

Le train de tiges est en acier étiré, constitué d'éléments de 3 m, assemblés par manchons et écrous. Chaque élément reçoit :

- 1 clapet de refoulement
- 1 guide piston
- 1 piston flottant.

- Superstructure

Elle comprend une charpente en profilés d'acier, protégés par traitement électro-chimique et un balancier télescopique et lestable, de façon à s'adapter à la profondeur et au débit du point d'eau ainsi qu'à la puissance d'extraction disponible (1 à 4 personnes).

Les articulations, au nombre de 3, sont montées sur roulement à billes, lubrifiées à vie.

La liaison entre la commande et le train de tiges se fait par l'intermédiaire d'un câble.

- Il existe 3 types de superstructures :
- "tête de cheval" (100 kg)
 - "bigue" (150 kg)
 - "motorisation" (220 kg).

L'installation de la superstructure demande 4 à 8h à 2 personnes, selon prémontage ou non de la superstructure en atelier.

3) Performances

Les profondeurs d'utilisations sont (d'après le constructeur) :

- UPM 2" - 30 à 100 m
- UPM 3" - 0 à 30 m
- UPM 4" 1/2 - 0 à 15 m.

Les débits dépendent de la profondeur du niveau d'eau et du nombre de personnes. Les courbes du constructeur sont données en figure 19.

4) Coûts

Prix départ usine, mars 1982, par 10 à 30 unités.

- Superstructure + élément de pied + élément de tête :

- . pompe 2" (Ø 47,6/63 et 53/63)
 - 3 963 FF (type motorisation)
 - 2 886 FF (type bigue)
 - 2 317 FF (type tête de cheval)

- . pompe 3" (Ø 75,8/90)
 - 4 052 FF (type motorisation)
 - 2 975 FF (type bigue)
 - 2 407 FF (type tête de cheval)

- Corps de pompe (par élément de 3 m comprenant corps de pompe avec manchon et tige de piston équipée)

- . pompe 2" (Ø 47,6/63) : 84,60 FF pour tous types (par m)
- . pompe 2" (Ø 53/63) : 78,80 FF pour tous types (par m)
- . pompe 3" (Ø 75,8/90) : 115,20 FF pour tous types (par m).

5) Références d'utilisation

Une centaine de pompes installées par CARITAS au Sénégal (Département de M'Bour notamment).

Figure 18 - Légende

A - Ensemble pompage 3"

- 01 Clapet de pied 3"
- 02 Manchon 3"
- 03 Pâte à joint
- 05 Ecrou Hm 14
- 06 Rondelle Mu 14
- 07 Joint caoutchouc
- 12 Masselotte
- 11 Joint clapet 3"
- 10 Clapet pied 3"
- 09 Siège clapet 3"
- 08 Guide piston 3"
- 04 Vis Hm 14 x 180

B - Corps inférieur 3"

- 02 Manchon 3"
- 03 Pâte à joint
- 14 Tube 3" Lg 3000
- 15 Tige de liaison Lg 3000
- 08 Guide piston 3"
- 16 Piston 3"
- 17 Clapet de refoulement 3"
- 05 Ecrou Hm 14

C - Corps intermédiaire 3"

- 02 Manchon 3"
- 03 Pâte à joint
- 14 Tube 3" Lg 3000
- 15 Tige de liaison Lg 3000
- 08 Guide piston 3"
- 19 Piston 3"
- 17 Clapet de refoulement 3"
- 05 Ecrou Hm 14

D - Sortie de pompe 3"

- 25 Tube 3" lg 1500
- 21 Té écoulement 3"
- 26 Clé de retenue 3"
- 23 Serre câble D8
- 24 Câble acier D8
- 22 Ecrou à oeil D14
- 05 Ecrou Hm 14
- 14 Tube 3" Lg 3000
- 22 Tige de liaison Lg 0.300
- 08 Guide piston 3"
- 19 Piston 3"
- 17 Clapet de refoulement 3"

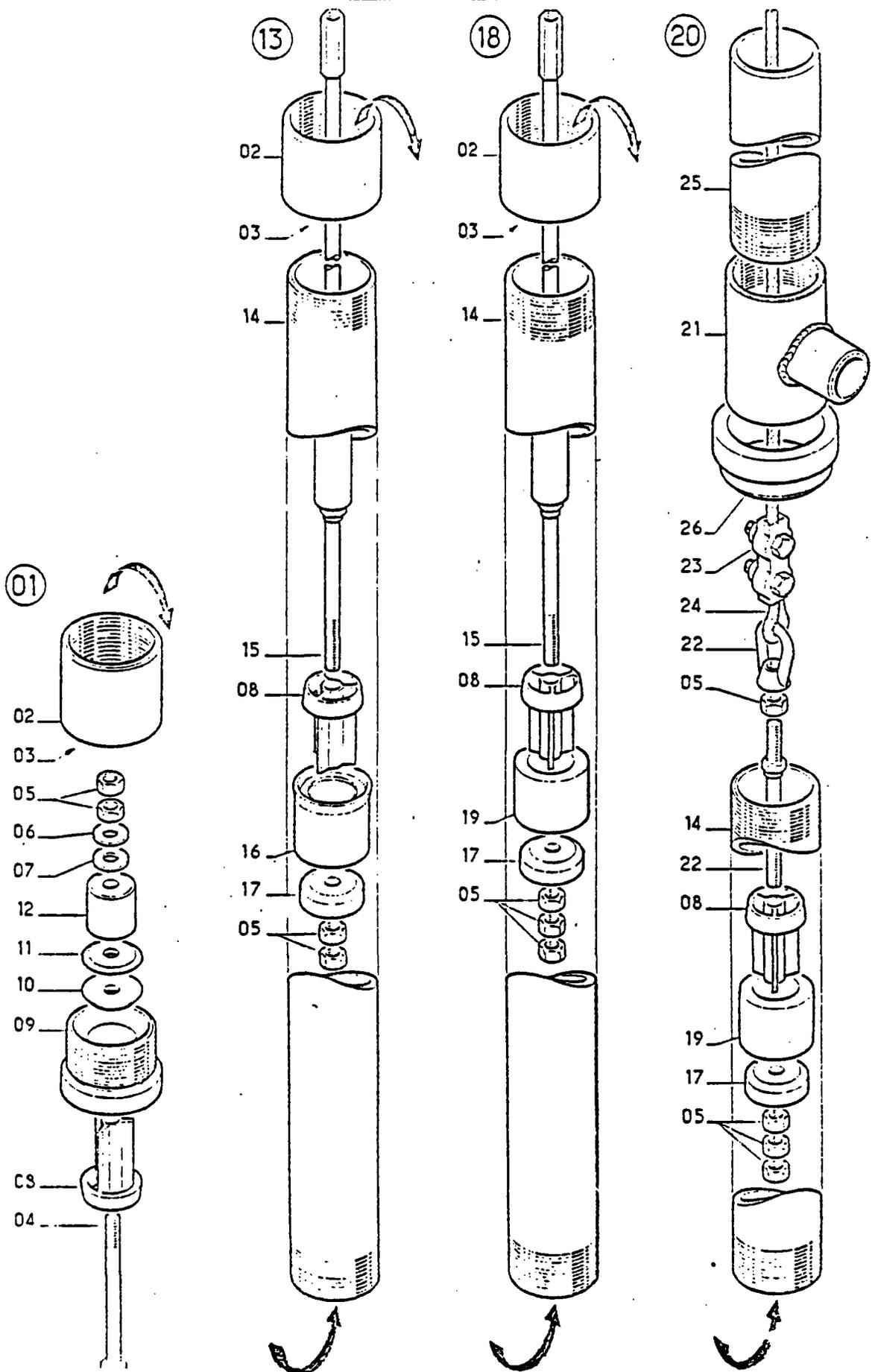


Figure 18 - Corps de pompe UPM 3" TITAN

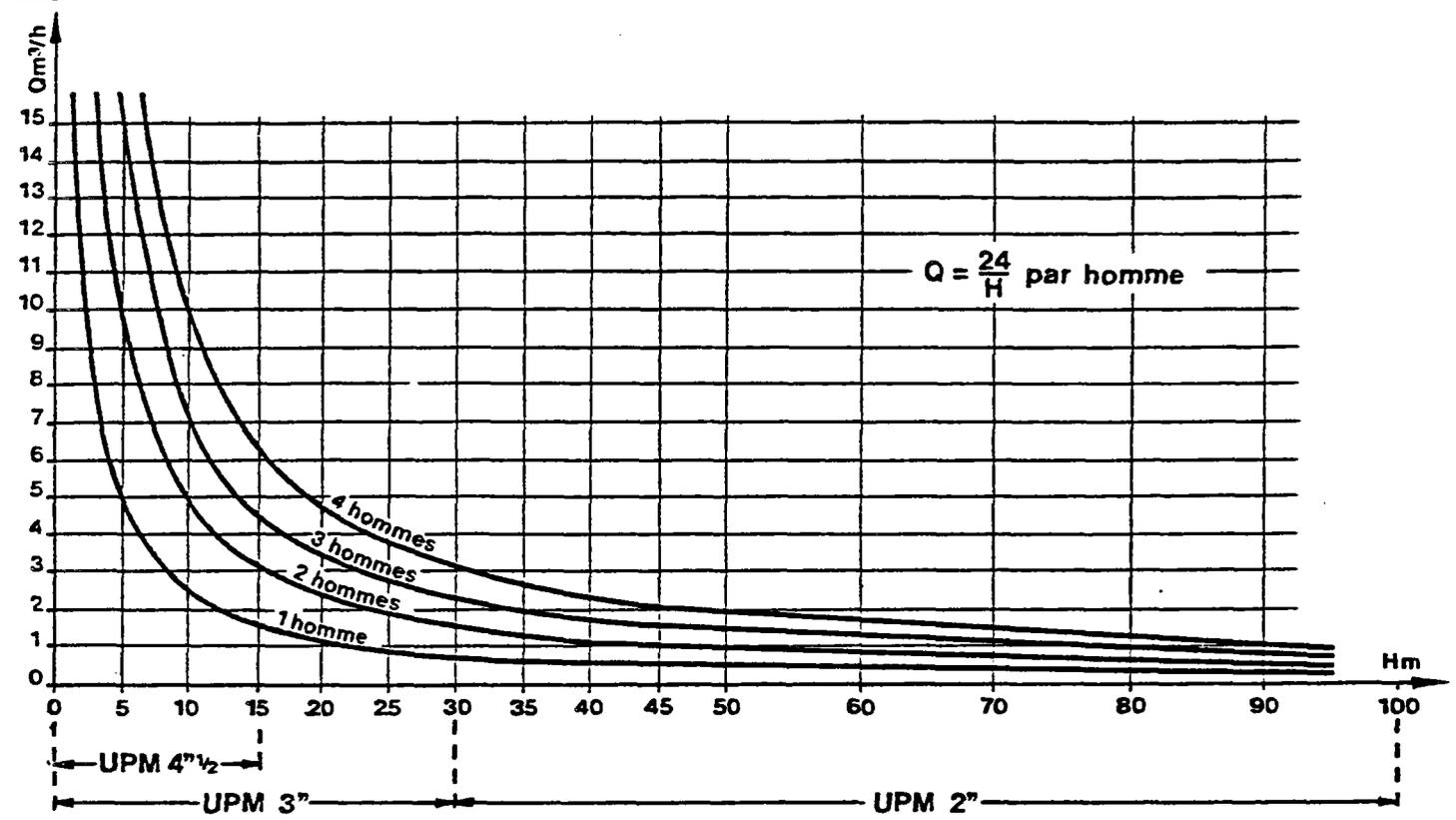


Figure 19 - Pompe UPM TITAN - Courbe de débit (d'après le constructeur)

POMPE DUBA - DEPLECHIN : TROPIC
(fig. 20-21-22-23)

1) Principe de fonctionnement

Pompe à piston à effet simple. Transmission par tiges. Commande par volant simple ou double.

2) Modèles existants

Les firmes DUBA et DEPLECHIN se sont associées en 1979 pour leurs activités à l'exportation et ont adopté une désignation commune : TROPIC.

Tous les modèles TROPIC sont à volant, à l'exception du modèle TROPIC VI, à levier.

- Pour une profondeur inférieure à 60 m

. avec nécessité de refoulement en hauteur :

TROPIC III (ex. type 2 de DEPLECHIN), à 2 volants, utilisable avec un cylindre à partir de 75 mm de \emptyset , ou pour des profondeurs de plus de 30 m.

TROPIC IV, à 1 volant, utilisable avec un cylindre jusque 60 mm de \emptyset et pour des profondeurs de moins de 30 m. Le volant mis à part, elle est semblable à la précédente ;

. avec déversement libre seulement :

TROPIC VII (ex. type 1 de DEPLECHIN), à 2 volants utilisable avec un cylindre à partir de 70 mm de \emptyset ; ou pour des profondeurs de plus de 30 m.

TROPIC VIII, à 1 volant, utilisable avec un cylindre jusque 60 mm de \emptyset et pour des profondeurs de moins de 30 m. Le volant mis à part, elle est semblable à la précédente.

- Pour une profondeur supérieure à 60 m (jusqu'à 95 m selon le constructeur) :

TROPIC II, à 2 volants.

3) Caractéristiques techniques

Ensemble de pompage

DESIGNATION

- 1 Carter
- 2 Axe inférieur du levier
- 3 Levier arrière
- 4 Couvercle du mécanisme d'entraînement
- 5 Levier latéral
- 6 Couvercle du mécanisme d'entraînement
- 7 Roulement à billes
- 8 Levier de commande
- 9 Tête de commande
- 10 Bielle
- 11 Logement pour roulements de l'axe de commande
- 12 Pignons
- 13 Anneau en feutre
- 14 Roulement à billes de l'axe de commande
- 15 Couvercle fermé levier arrière
- 16 Roulement à billes levier arrière
- 17 Couvercle ouvert levier arrière
- 18 Anneau en feutre
- 19 Axe supérieure du levier arrière
- 20 Couvercle fermé
- 21 Roulements à billes
- 22 Anneau en feutre
- 23 Couvercle ouvert
- 24 Circlips
- 25 Anneau en feutre
- 26 Couvercle tête de bielle
- 27 Couvercle tête de commande
- 28 Axe tête de commande
- 29 Tenon du levier latéral
- 30 Axe tête de bielle
- 31 Axe des leviers latéraux
- 32 Bague d'étanchéité
- 33 Couvercle de logement
- 34 Tenon pour grandes roues dentées
- 35 Roue dentée
- 36 Coussinet pied de bielle
- 37 Pivot de bielle
- 38 Axe de commande
- 39 Clavet
- 40 Volant
- 41 Poignée
- 42 Joint pour couvercle
- 43 Boulon pour couvercle
- 44 Soubassement
- 45 Tige de piston
- 46 Presse-étoupe
- 47 Boîte de bourrage
- 48 Bourrage
- 49 Tête de refoulement
- 50 Bride pour colonne montante
- 51 Nipple
- 52 Manchon
- 53 Guide
- 54 Colonne montante
- 55 Fourche
- 56 Tringle
- 57 Tige d'accouplement
- 58 Manchon d'accouplement colonne montante
- 59 Cylindre de pompe
- 60 Corps de pompe
- 61 Clapet refoulement-aspiration
- 62 Ressort de clapet
- 63 Soupape en caoutchouc
- 64 Guide-clapet
- 65 Intercalaire
- 66 Emboîtement siège de clapet d'aspiration
- 67 Tubage du puits
- 68 Siège de clapet aspiration
- 69 Godet d'étanchéité
- 70 Siège de clapet-ref.
- 71 Corps de soupape-asp

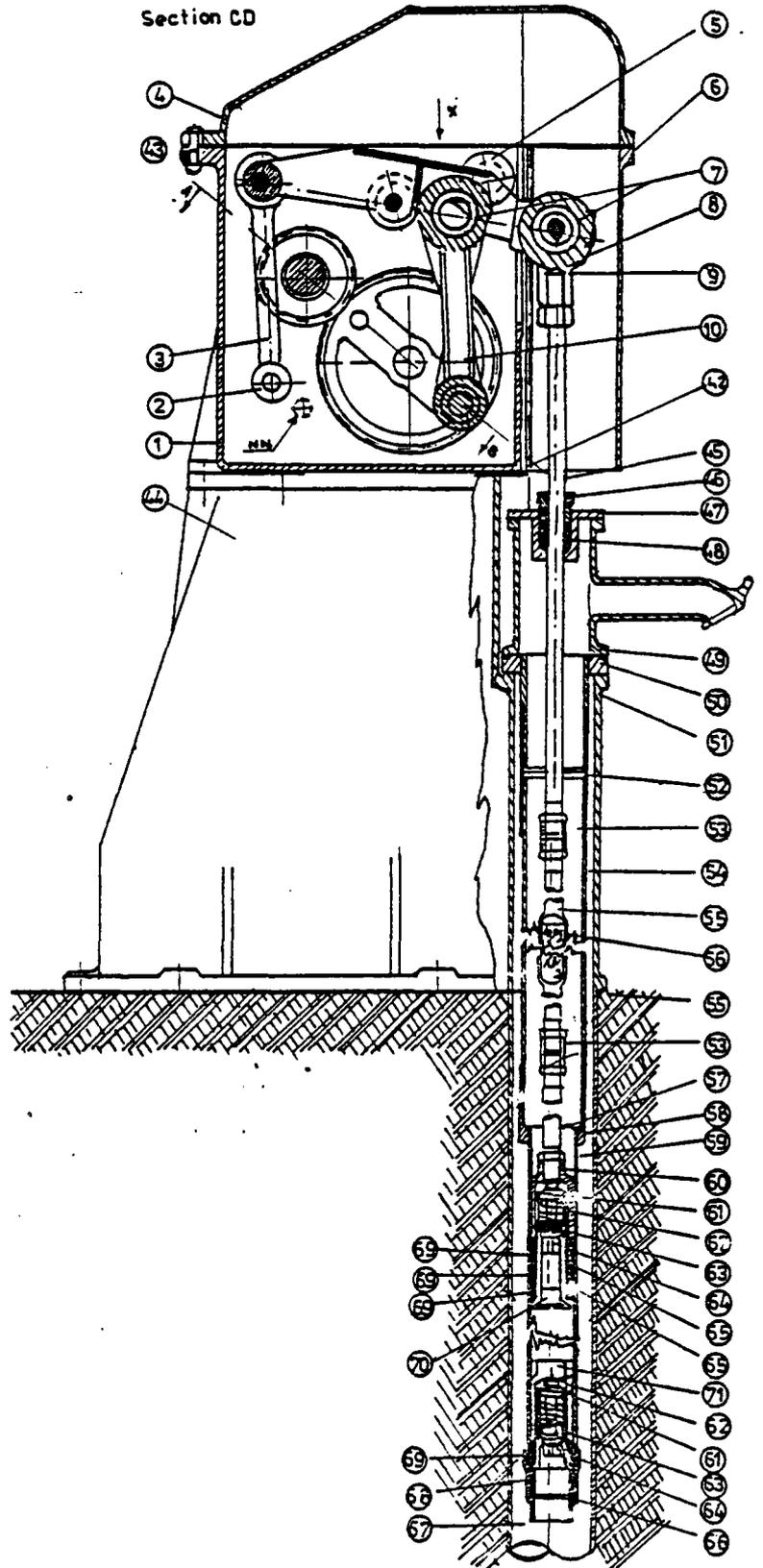


Figure 20 - Pompe DUBA DEPLECHIN TROPICII

Le cylindre est en cuivre rouge, sauf pour TROPIC II, où il est en laiton et en bronze. Le piston est en bronze avec 2 garnitures cuir.

Ce cylindre est de type ouvert (piston et clapet de pied extractible par le tube de refoulement).

Les soupapes sont du type à ailettes ou à billes. Le tuyau d'aspiration, en acier galvanisé, de $\varnothing 1'' 1/2$, comprend un autre clapet ce qui supprime les risques de désamorçage.

\varnothing intérieur mm	Poids kg	\varnothing minimal du casing inch
50	12	3
60	13	3 1/2
75	15	4
80	20	6
100	23	6

La course du piston est de 150 mm sauf pour TROPIC II (200 mm).

- Ensemble de transmission

Matériau	Poids kg/m	Dimension	Longueur m
Bois d'Oregon	0,8	5,3 cm	5
Acier galvanisé	1,3	1/2 m	3
Acier inox	0,89	12 mm	3

Pour cylindre	Poids kg/m	Dimension inch	Longueur m
50 - 60 mm	6,6	2 1/2	3
75 mm	8,6	3	3
90 mm	12,3	4	3

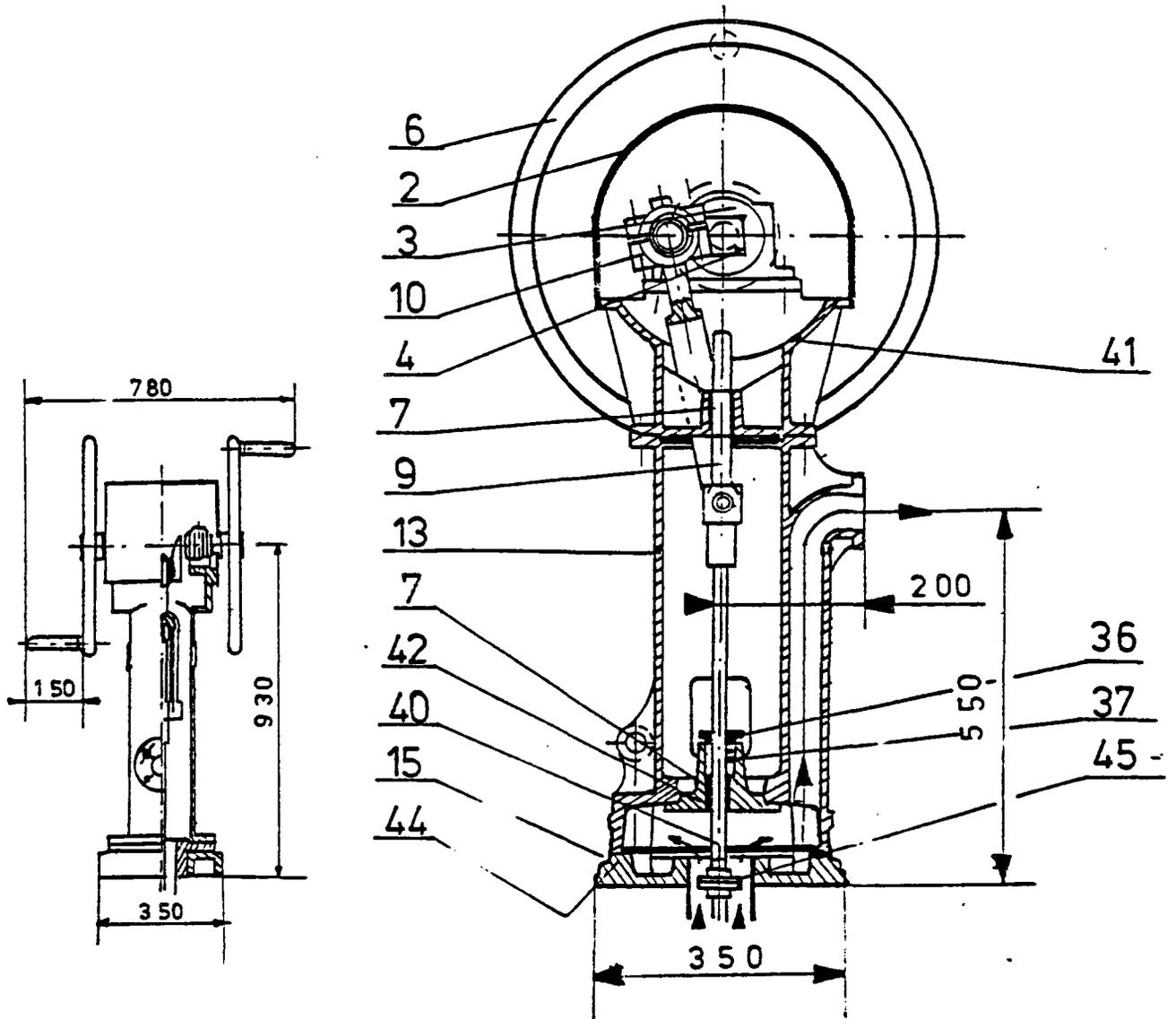


Figure 21 - Pompe DUBA DEPLeCHIN TROPIC III

- Superstructure

Le bâti est en fonte. Le mécanisme, en acier et en fonte, est protégé par un boîtier en acier.

La TROPIC II comporte un carter à bain d'huile, largement dimensionné.

Sur les modèles à volants, les roulements sont à billes et étanches, avec des coussinets autolubrifiés.

L'avantage mécanique est de 1 sur 7 pour la TROPIC II.

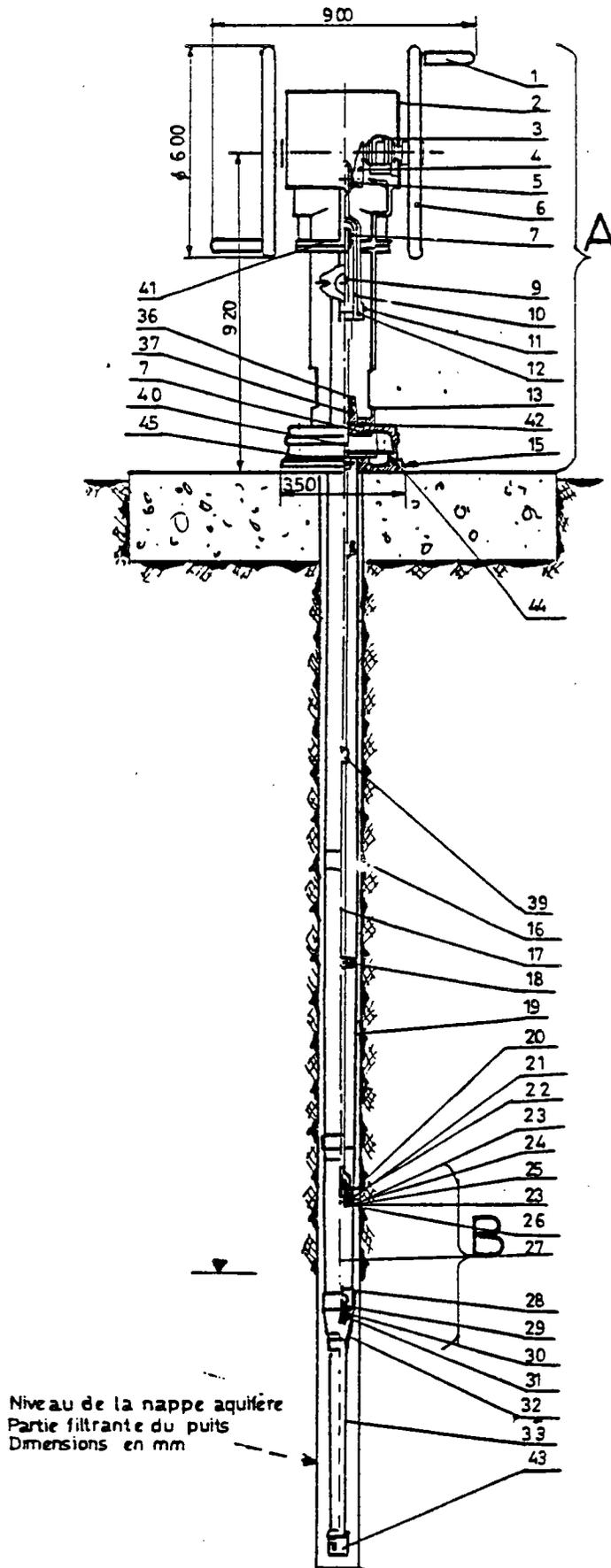
Les volants sont en fonte, de \varnothing 700 mm sur la TROPIC II, de \varnothing 600 mm sur les autres modèles.

Un dispositif anti-bélier est adjoint sur les modèles avec refoulement en hauteur.

4) Performances (selon le constructeur)

\varnothing cylindre mm	Débit par coup l	Débit l/h	Elévation maximale m
50	0,39	784	95
60	0,56	1 128	65
75	0,88	1 763	45
90	1,27	2 538	30
100	1,57	3 120	20

\varnothing cylindre mm	Débit l/h	Elévation maximale m
50	1 007	60
60	1 450	40
75	2 266	30
90	3 264	20



- Designation
- 1 Poignée
 - 2 Carter de protection
 - 3 Palier a billes
 - 4 Arbre coudé
 - 5 Coussinet de tête de bielle
 - 6 Volant
 - 7 Bague de coulisseau
 - 9 Aiguille
 - 10 Bielle avec chapeau
 - 11 Tourillon de pied de bielle - goupille
 - 12 Bague detourillon de pied de bielle
 - 13 Partie inférieure du bâti
 - 15 Socle d'assise
 - 16 Manchon
 - 17 Tige de comande
 - 18 Manchon guide de la ligne de comande
 - 19 Colonne de refoulement
 - 20 Raccord superieur de la travaillante
 - 21 Piston
 - 22 Clapet à siege arrondi
 - 23 Garniture
 - 24 Soupape à ailettes
 - 25 Siege de soupape
 - 26 Erou de blocage
 - 27 Cylindre
 - 28 Guide soupape
 - 29 Clapet à siege arrondi
 - 30 Siege de la soupape d'aspiration
 - 31 Soupape à ailettes
 - 32 Raccord inférieur de la travaillante
 - 33 Tuyau d'aspiration
 - 36 Prosse etoupe
 - 37 Bourrage à tresses
 - 39 Manchon de raccordement
 - 40 Tige intermediaire
 - 41 Partie supérieure du bâti
 - 42 Boîte à bourrage
 - 43 Crépine
 - 44 Joint O Ring
 - 45 Bride d'assemblage

Figure 22 - Pompe DUBA DEPLECHIN Type III

Les caractéristiques des modèles III, IV, VII, VIII bien que semblables, se distinguent cependant :

- par la possibilité de refouler en hauteur (III, IV)
- par le nombre d'utilisateurs, donc l'effort à fournir :
 - . 1 personne : IV, VIII,
 - . 2 personnes : III, VII.

Selon d'autres données du constructeur

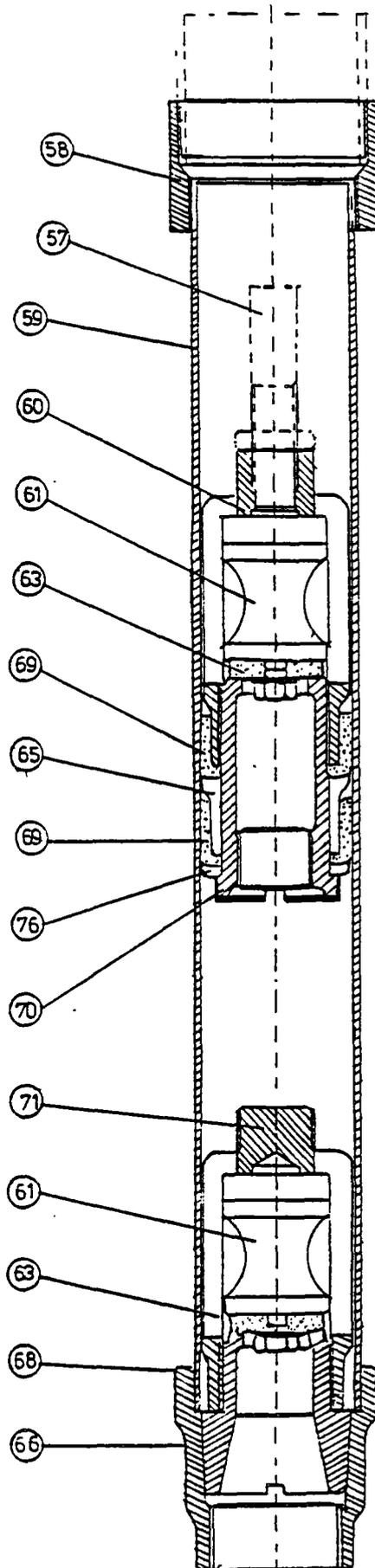
Ø cylindre mm	Débit l/h	Hauteur m
50	800	50
60	1 150	35
70	1 560	25
80	2 050	20
90	2 600	15
100	3 200	15

Ø cylindre mm	Débit l/h	Elévation m
50	640	95
60	920	65
70	1 250	50
80	1 650	40
90	2 100	30
100	2 550	25

5) Coûts

Les prix janvier 1982 FOB Anvers

- Tête de pompe	Tropic III	39 890 FB	(5 504 FF)
	IV	36 640 FB	(5 056 FF)
	VII	34 160 FB	(4 714 FF)
	VIII	30 905 FB	(4 265 FF)



- 57 Tige d'accouplement
- 58 Manchon d'accouplement
- 59 Cylindre
- 60 Corps de soupape de refoulement
- 61 Clapet aspiration refoulement
- 63 Soupape
- 65 Intercalaire superieur
- 66 Emboitement siège de soupape aspiration
- 68 Siège de soupape aspiration
- 69 Godets d'étanchéité
- 70 Siège de soupape refoulement
- 71 Corps de soupape aspiration
- 76 Intercalaire inferieur

Figure 23 - Cylindre type TROPIC

- Cylindre	Ø 50	8 448 FB	(1 166 FF)
	60	9 104 FB	(1 256 FF)
	75	10 040 FB	(1 385 FF)
	90	12 408 FB	(1 712 FF)
- Tige de commande (y compris guides et couplages)			
. Acier galvanisé	Ø 1/2"	305 FB/3 m	(48 FF/3 m)
. Acier inoxydable	Ø 12 mm	1 336 FB/3 m	(184 FF/3 m)
. Bois		580 FB/5 m	(80 FF/5 m)
- Tube de refoulement galvanisé			
. Ø 2 1/2		888 FB/3 m	(122 FF/3 m)
. Ø 3"		1 128 FB/3 m	(156 FF/3 m)
. Ø 4"		1 796 FB/3 m	(248 FF/3 m)
- Tuyau d'aspiration de 3 m	Ø 1" 1/2	472 FB	(65 FF)
- Crépine de pied		245 FB	(34 FF)

La garantie est de 5 ans pour toute la partie hors du sol et de 1 an pour la partie sous le sol ; à l'exception des pièces d'usure.

6) Références d'utilisation

Selon le constructeur les pompes du type TROPIC ont été installées essentiellement au Burundi, Rwanda, Zaïre depuis 1950 environ, ainsi qu'au Bénin, Haute-Volta, Kenya, Mali, Niger, Sénégal, Soudan, Tanzanie, Togo, et Vietnam.

POMPE FLUXINOS PULSA 3

(fig. 24-25)

1) Principe de fonctionnement

Pompe à élément élastique immergé pulsant. Une seule transmission (à la fois commande et refoulement). Commande par levier. Mécanisme de type 1.

Ce système (breveté) exploite les caractéristiques des colonnes d'eau en état d'oscillation.

2) Caractéristiques techniques

- Ensemble de pompage

Le corps de pompe, immergé, comprend des embouts et un tube central en acier inoxydable, une membrane élastique pulsante en néoprène, un piston en PVC avec garniture en néoprène, un ensemble pulsant constitué de 5 blocs de néoprène, séparés par des rondelles de PVC.

A la base, clapet de pied avec filtre en bronze et valve anti-retour.

- Ensemble de transmission

Constitué d'un seul tube en plastique rigide (type tuyau d'irrigation), de 1", dont les éléments sont assemblés par des connections rapides, filetés, en PVC.

- Superstructure

La fontaine est constituée d'un cylindre en acier inoxydable, coupé transversalement à l'axe, en son milieu. Les 2 parties sont assemblées par 3 tiges filetées en acier inoxydable, l'étanchéité étant assurée par une rondelle de néoprène.

A l'intérieur de la fontaine, se trouve un piston plongeur cylindrique en acier inoxydable, guidé par des douilles en bronze.

Le levier est constitué d'un tube droit en acier galvanisé. Les vis de blocage sont en acier inoxydable.

La fontaine est soudée à une courte cornière en acier inoxydable, qui peut se fixer à un support indépendant.

3) Performances (selon le constructeur)

De 300 à 1 000 l/h, avec une profondeur maximale d'utilisation de 50 m.

4) Coûts

Prix mai 1982 FOB toutes frontières italiennes.

Pour la pompe : 350 000 liras italiennes (1 645 FF)

Pour la pompe : toutes frontières italiennes.

Figure 24 - Légende

1	Ecrou de blocage	26	Tirant fixage base
2	Couvercle guide tige	27	Vis levier
3	Guide tige	28	Roulements à billes
4	Ecrou	29	Ecrou levier
5	Corps partie supérieure	30	Contre écrou levier
6	Tige	31	Levier
7	Ecrou guide piston	32	Tuyau en plastique 1"
8	Bague guide piston	33	Tête fermeture
9	Douille supérieure centrage piston	34	Bague tenure
10	Ecrou tige	35	Bague pression
11	Piston	36	Bague d'étanchéité
12	Ecrou base tige	37	Corps
13	Base tige	38	Réduction
14	Douille tige	39	Réduction fermeture cylindre
15	Vis tige	40	Elément sphérique élastique
16	Bague d'étanchéité	41	Cylindre
17	Disque supérieur	42	Corps valve
18	Garniture	43	Valve conique
19	Douille garniture	44	Bague support valve
20	Disque inférieur	45	Noyau de support
21	Douille inférieure centrage piston	46	Bague d'étanchéité
22	Tirant	47	Fermeture valve
23	Corps partie inférieure	48	Filtre
24	Ecrou base	49	Raccord rapide complet
25	Rondelle base	50	Valve de fond complète

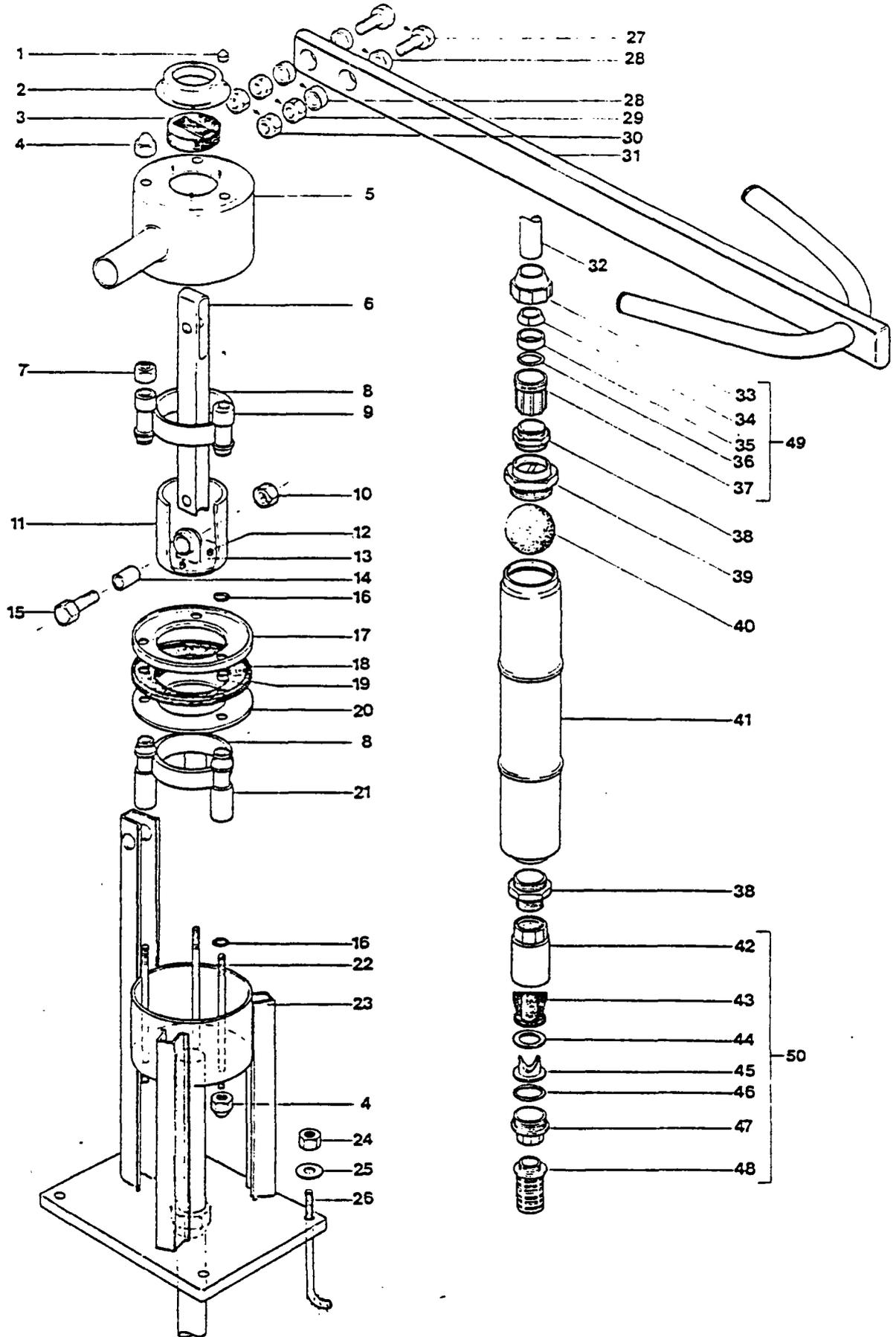
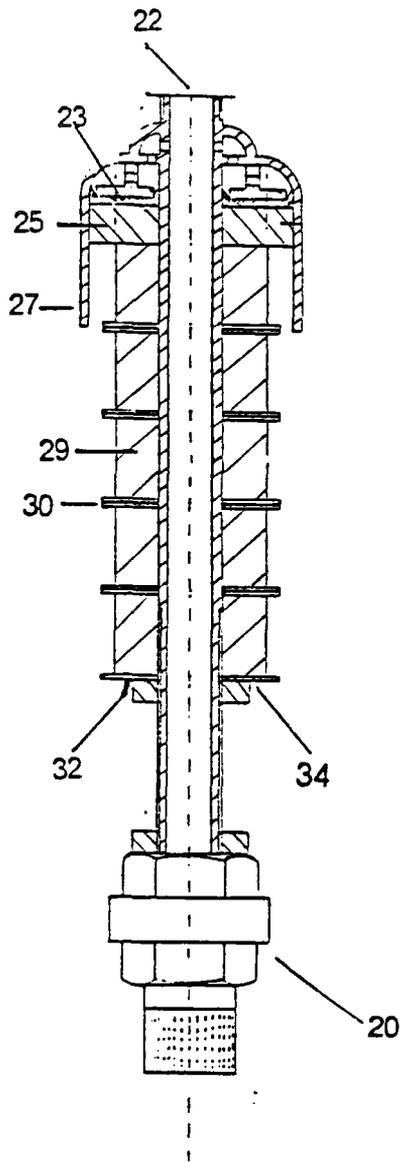
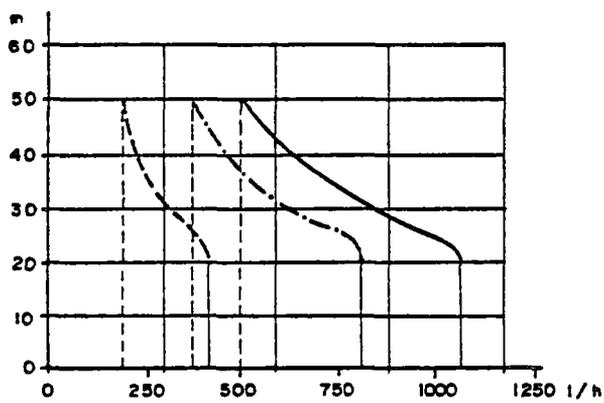


Figure 24 - Pompe FLUXINOS PULSA 3"



Coupe de l'élément pulsant

- 20 - clapet de pied
- 22 - tube de refoulement
- 23 - garniture
- 25 - piston
- 27 - corps de pompe
- 29 - élément élastique pulsant
- 30-34 - rondelle
- 32 - écrous de blocage



Courbe caractéristique

- 1 opérateur travail continu
- . - . - . 2 opérateurs travail continu
- 1 opérateur débit maximum

Figure 25 - Pompe FLUXINOS PULSA 3

POMPE VERGNET 40
(fig. 26-27-28-29-30-31)

1) Principe de fonctionnement

Pompe à diaphragme. Transmission hydraulique par tuyaux souples. Commande par pédale.

La pompe comprend

- . une presse hydraulique à simple effet (ensemble cylindre - piston placé en surface) actionnée au pied (cf. repères 7-8 fig. 27)
- . une canalisation de commande (5)
- . une canalisation de refoulement (6)
- . un corps intérieur composé d'une enceinte rigide (1) à l'intérieur de laquelle se trouve un manchon élastique (2). L'enceinte rigide comporte un clapet d'aspiration (3) et un clapet de refoulement (4).
Lorsque la pédale descend, on exerce une pression hydraulique en circuit fermé (toutes les canalisations sont remplies d'eau) sur le manchon élastique. Celui-ci se dilate et chasse l'eau contenue dans l'enceinte rigide à travers le clapet de refoulement. L'eau refoulée est conduite à la surface du sol par la canalisation (6).

C'est la phase de refoulement. Pendant celle-ci, le clapet d'aspiration reste fermé. Lorsqu'on cesse d'appuyer sur la pédale, le manchon se rétracte et chasse le liquide qu'il contient dans le cylindre, repoussant automatiquement le piston en position haute.

La diminution du volume du manchon élastique provoque l'aspiration de l'eau du forage à l'intérieur de l'enceinte rigide (phase d'aspiration). Le clapet de refoulement est alors maintenu fermé pendant toute cette phase.

2) Caractéristiques techniques

- Ensemble de pompage

- . Le manchon élastique (ou boudruche) : est en caoutchouc et nylon. Il présente une anisotropie complète dans son développement lorsqu'il est soumis à une pression hydraulique interne. Seule son extension dans le sens de la longueur est possible, son diamètre restant sensiblement constant à toutes les pressions d'utilisation. La pression d'éclatement est de 30 bars.

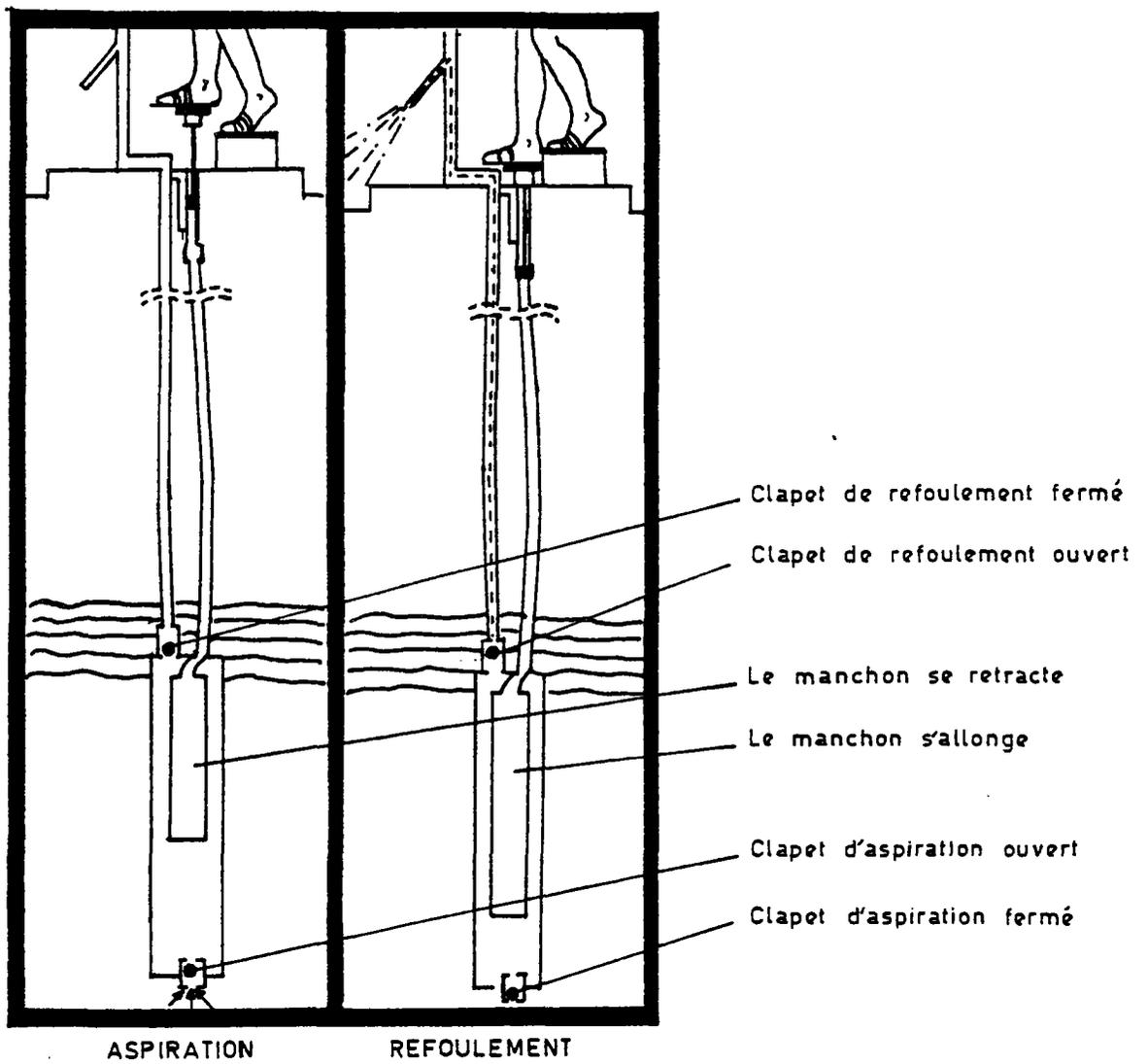


Figure 26 - Hydropompe VERGNET principe de fonctionnement

Profondeur d'installation m	Ø extérieur boudruche mm	Longueur boudruche sans actionner la pédale mm	Longueur boudruche en actionnant la pédale mm	Type de pompe
10	64	770	995	4 C2
20	63,6	780	1 000	4 C2
30	63,2	795	1 005	4 C2
40	62,8	810	1 130	4 C1
50	62,5	825	1 140	4 C1
60	62	840	1 145	4 C1
70	61,8	860	1 160	4 C1

Nota : la longueur à vide des boudruches 4 C1 et 4 C2 est de 750 mm ; le Ø initial est de 65 mm, le Ø intérieur est de 35 mm.

- . L'enceinte rigide immergé est en acier inoxydable (Ø extérieur maximal 90 mm ; longueur : 1,50 m ; poids : 9 kg). L'entrée d'eau au bas du corps de pompe est de 16 mm. Les clapets étaient constitués de valves à bille plastique sur sièges laiton. Dans les nouveaux modèles 1982, le constructeur change la matière de ses clapets, améliore l'état de surface des sièges de clapet par un croisillon inox dans le fond de l'enceinte de corps de pompe, pour le clapet d'aspiration.

D'autre part, il remplace le clapet de refoulement par une nouvelle boîte à clapet (fig. 29).

- . Le cylindre - piston, en surface est en laiton, (Ø 30 ou 40 mm). Les nouveaux modèles sont en acier inoxydable ou chromé dur. Le piston comprend des segments cuir ou polyuréthane.

Type de pompe	Longueur cylindre mm	Cylindrées cm ³
4 C1	620	315
4 C2	495	230

Le constructeur teste actuellement la suppression du piston de commande par un usinage des gorges de segments, directement sur la tige de pédale (fig. 30).

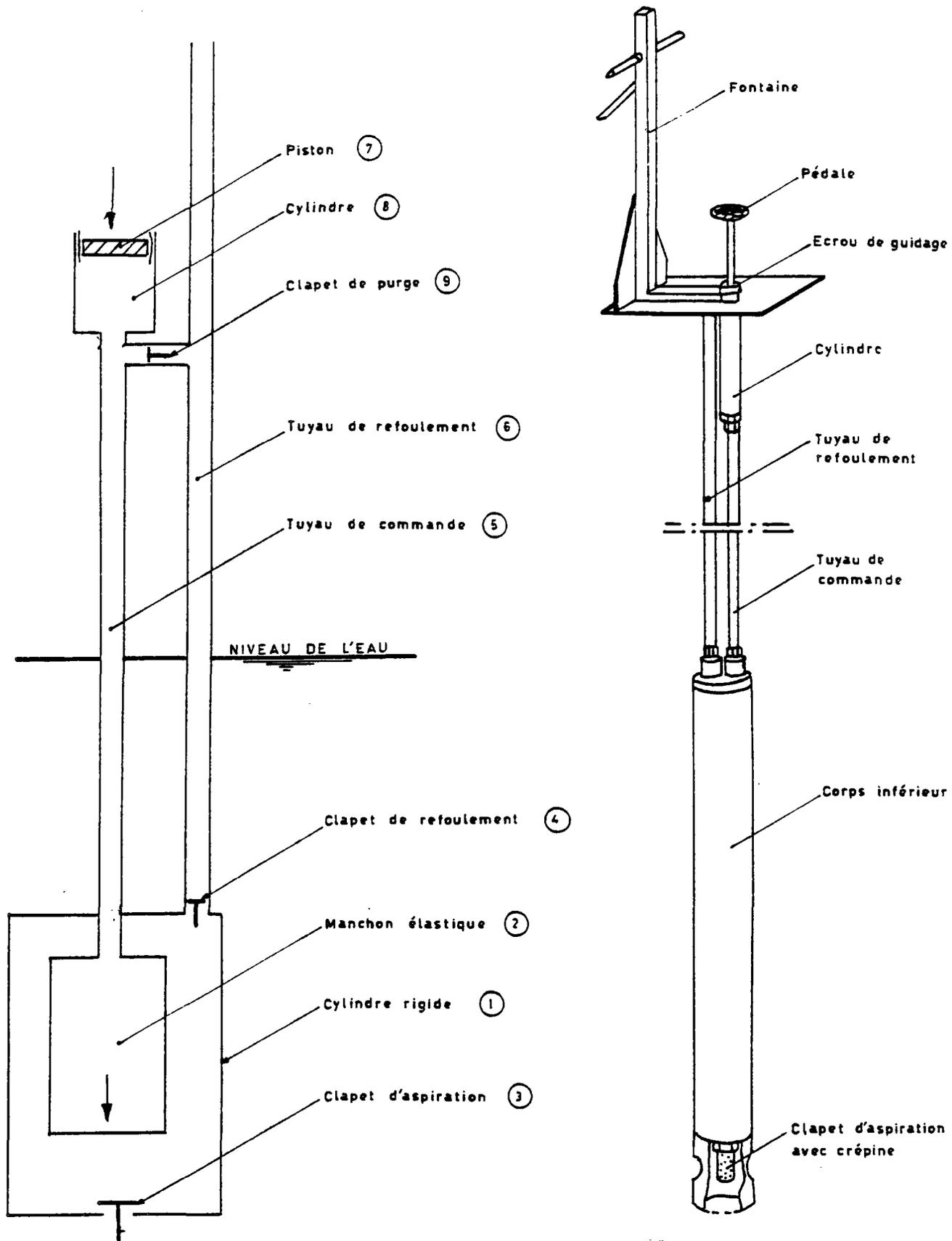


Schéma de principe

Croquis d'ensemble

Figure 27 - Hydropompe VERGNET
(d'après BENAMOUR, 1977)

- Ensemble de transmission

Les tubes de commande et de refoulement sont en matière souple (polyéthylène), raccordés par des pièces métalliques (raccords "Septor").

Profondeur m	Type de tête	Tuyau de commande		Tuyau de refoulement	
		mm	kg/m	mm	kg/m
10	4 C2	26 x 32	0,270	26 x 32	0,270
30	4 C2	23 x 32	0,380	26 x 32	0,270
40	4 C1	23 x 32	0,380	26 x 32	0,270
50	4 C1	20 x 32	0,480	26 x 32	0,270
70	4 C1	20 x 32	0,480	26 x 32	0,270

- Superstructure

La tête de pompe complète (y compris le cylindre - piston de surface) pèse près de 18 kg. La superstructure proprement dite comprend une plaque de base en acier supportant le conduit d'exhaure et le manchon guide de la commande du piston. Une pédale ronde en inox actionne directement le piston.

Type de pompe	Hauteur pédale en position haute mm	Hauteur pédale en position basse mm
4 C1	540	80
4 C2	420	80

D'autre part, l'utilisateur prend appui sur un montant en tôle galvanisée.

3) Performances

La profondeur maximale d'utilisation est de 65 à 70 m. Les débits annoncés par le constructeur sont donnés en figure 31. Le volume d'eau puisé à chaque coup de pédale est de 1/3 l.

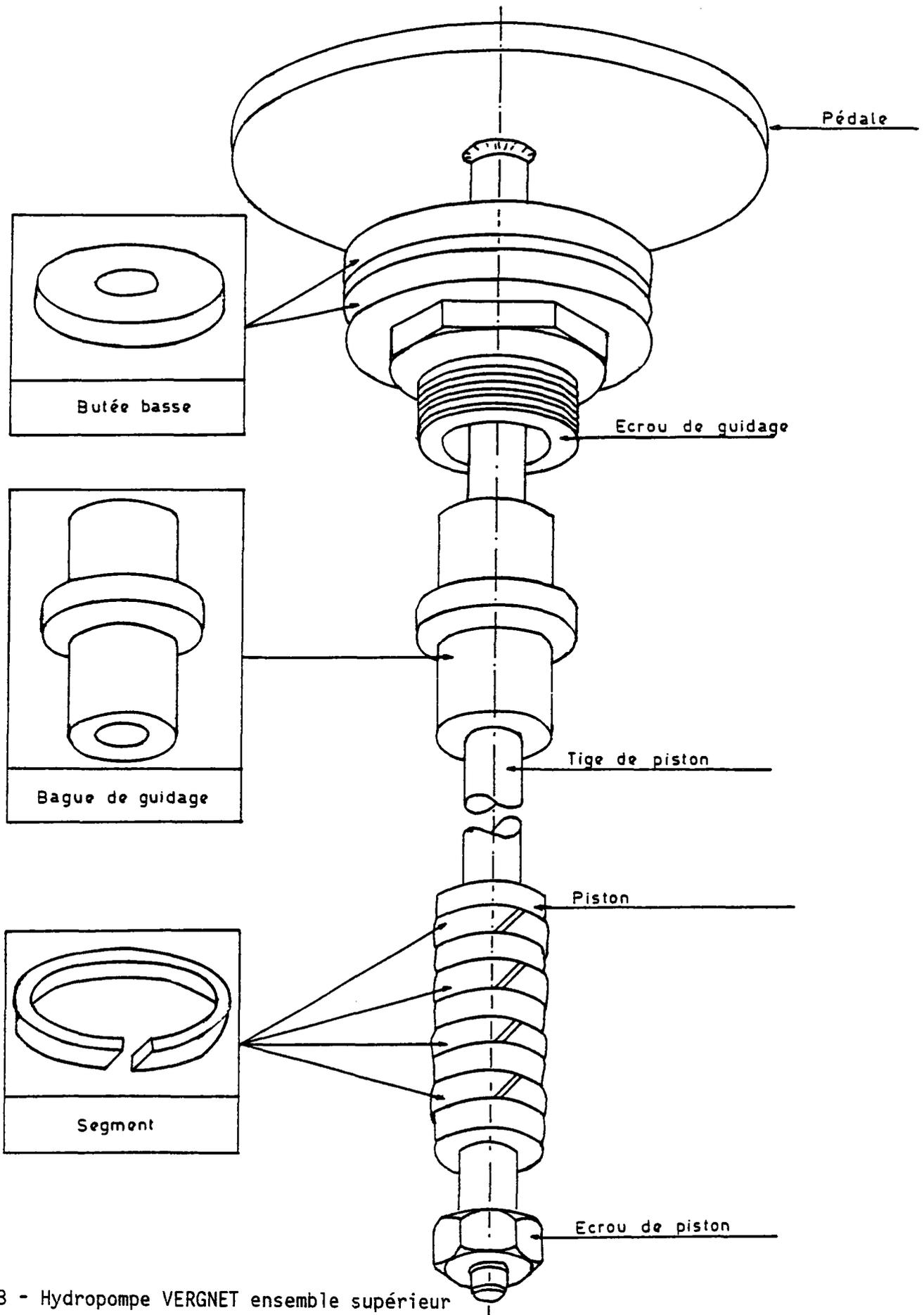


Figure 28 - Hydropompe VERGNET ensemble supérieur

Le diamètre minimal du forage est de 4" (= 100 mm). Lorsque le forage est tubé en 5" au moins, on peut installer 2 hydropompes dans le même ouvrage (il n'y a pas de tringlerie).

4) Coût

Prix départ usine janvier 1982

. Hydropompe 4 C1	tête + corps de pompe	5 090 FF
4 C2	tête + corps de pompe	4 960 FF
. Tuyau	20 x 32	11,20 F/m
	23 x 32	9,40 F/m
	26 x 32	6,60 F/m

La garantie est de 1 an après réception provisoire, avec un maximum de 18 mois départ usine contre toutes pièces défectueuses, hors usure des pièces.

5) Entretien

Les pièces d'usure se trouvent en surface, d'où une maintenance plus facile. D'autre part le faible poids de la pompe et la présence de tuyaux souples rendent le démontage de la partie immergée particulièrement simple.

6) Références d'utilisation

Selon le constructeur, les pompes VERGNET installées dans différents pays ou en cours d'installation (anvier 1981) étaient au nombre de :

Cameroun	220	Mali	1 050
Côte d'Ivoire	3 000	Mexique	120
Gambie	140	Niger	290
Guinée Bissau	250	Sénégal	240
Indonésie	450	Togo	300
Divers :	570		
Brésil		Mauritanie	
Guinée-Conakry		Nigeria	
Gabon		Ouganda	
Laos		Tchad	
Madagascar		Tunisie	

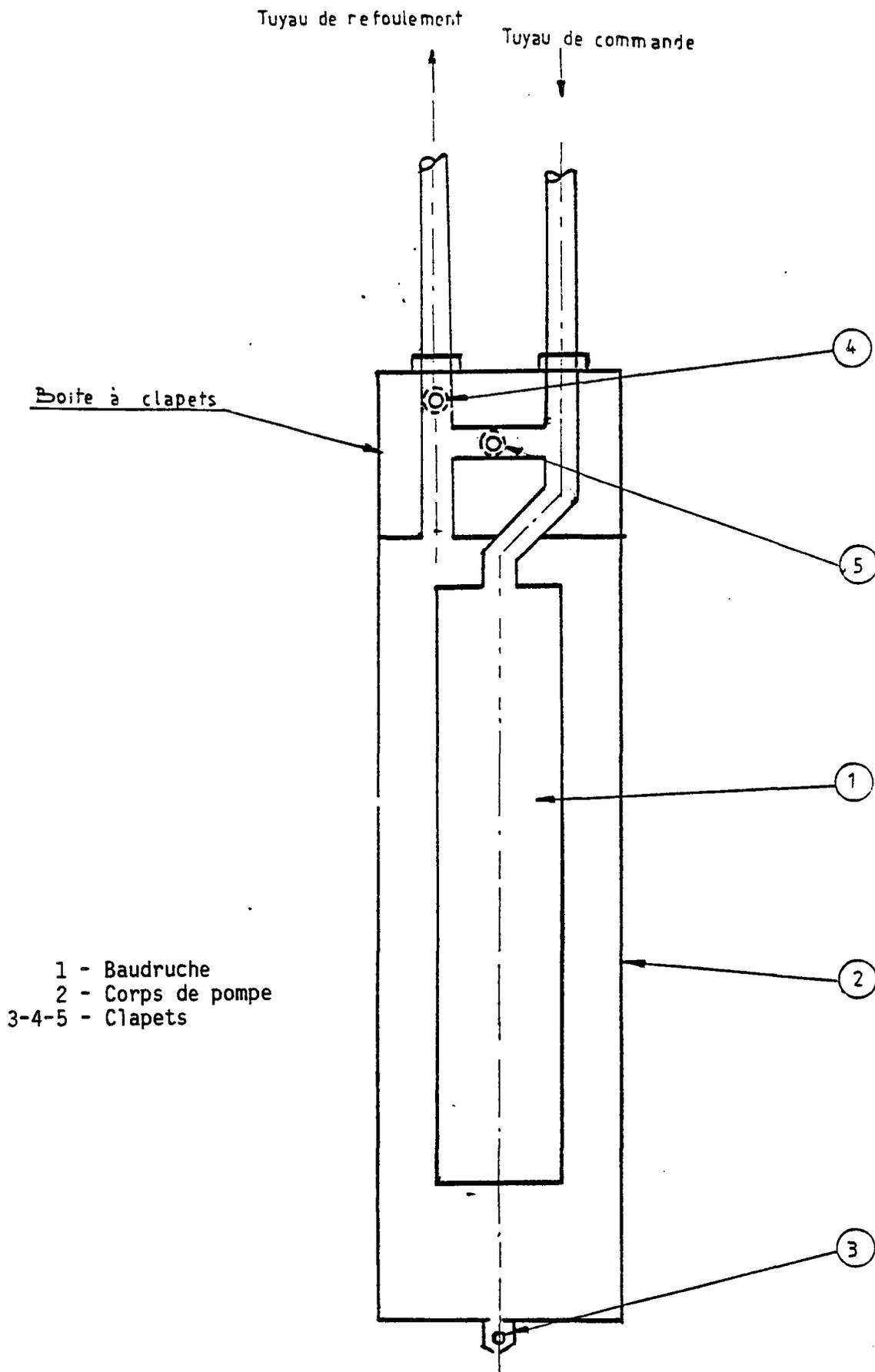
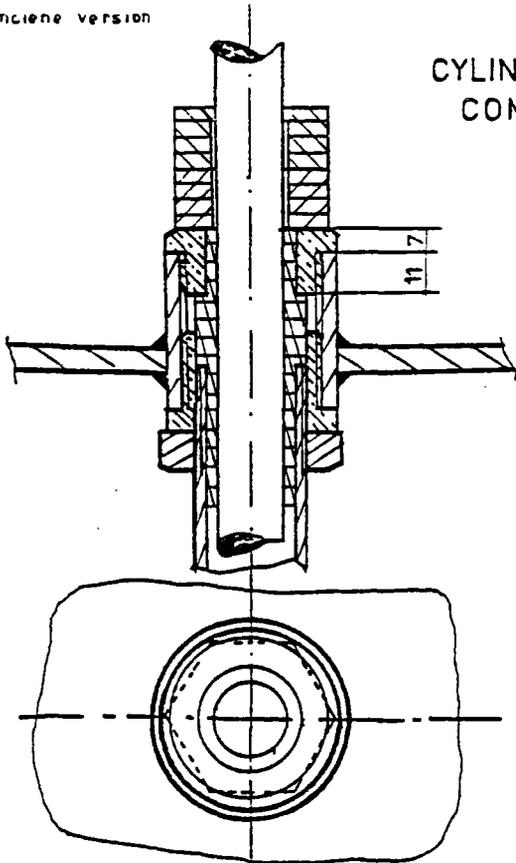


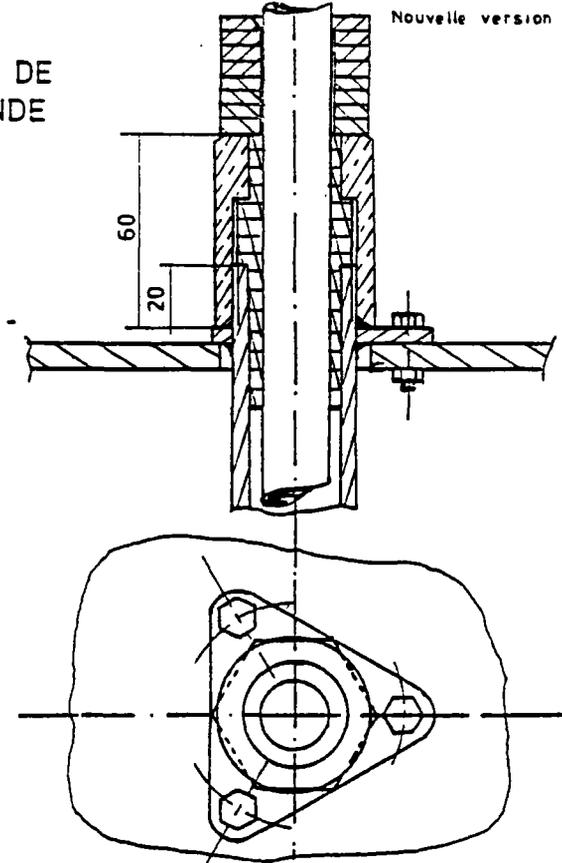
Figure 29 - Hydropompe VERGNET - Nouvelle boîte à clapets

Ancienne version

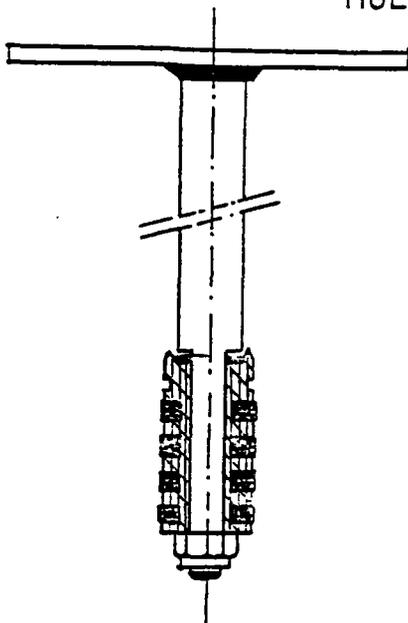


CYLINDRE DE
COMMANDE

Nouvelle version



Ancienne version



TIGE DE PEDALE - PISTON

Nouvelle version

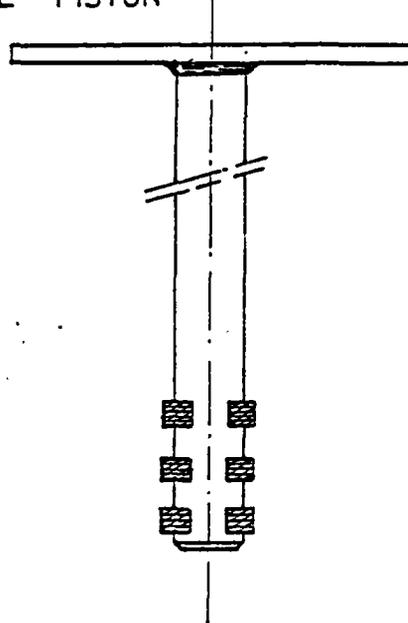


Figure 30 - Hydropompe VERGNET - Améliorations récentes

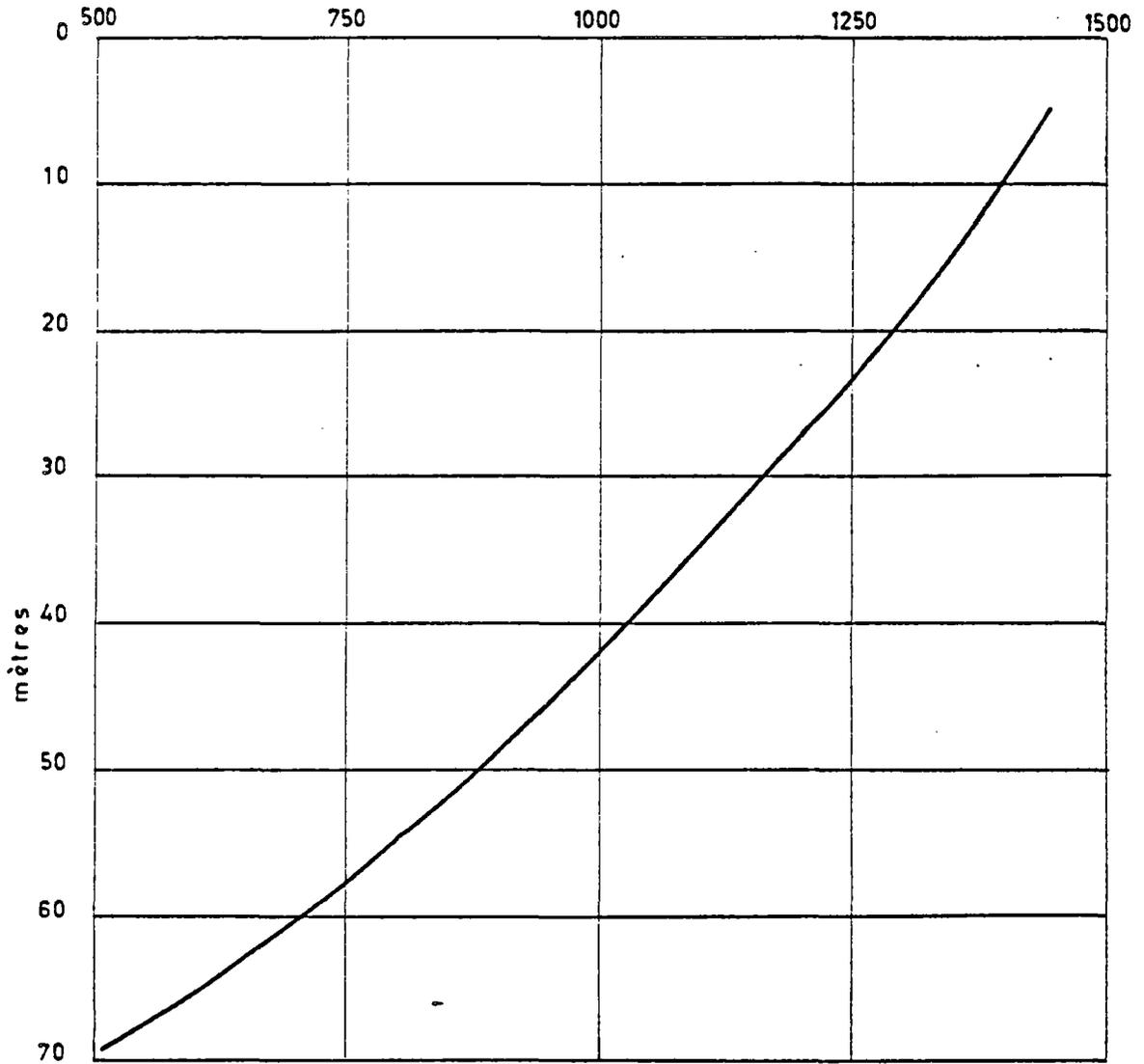


Figure 31 - Débit moyen de l'hydropompe VERGNET en l/h

POMPE WELLDRIILL "PETRO"

(fig. 32-33)

1) Principe de fonctionnement

Pompe à diaphragme, transmission par tiges. Commande par levier. Mécanisme de type 7. Le système de pompage est constitué d'un manchon qui s'étire quand on abaisse le levier. Par son élasticité et par l'effet de la compression de spirales d'acier le manchon diminue de volume. L'augmentation de pression à l'intérieur du manchon force l'ouverture de la soupape de refoulement et l'eau est poussée vers la surface.

Au retour du bras, le manchon reprend son volume initial, plus grand. La soupape de retenue d'aspiration s'ouvre et le manchon se remplit par aspiration à la détente.

2) Caractéristiques techniques

- Système de pompage

Le manchon est en caoutchouc renforcé par 2 couches en spirale de fil d'acier recouvert de laiton (système breveté).

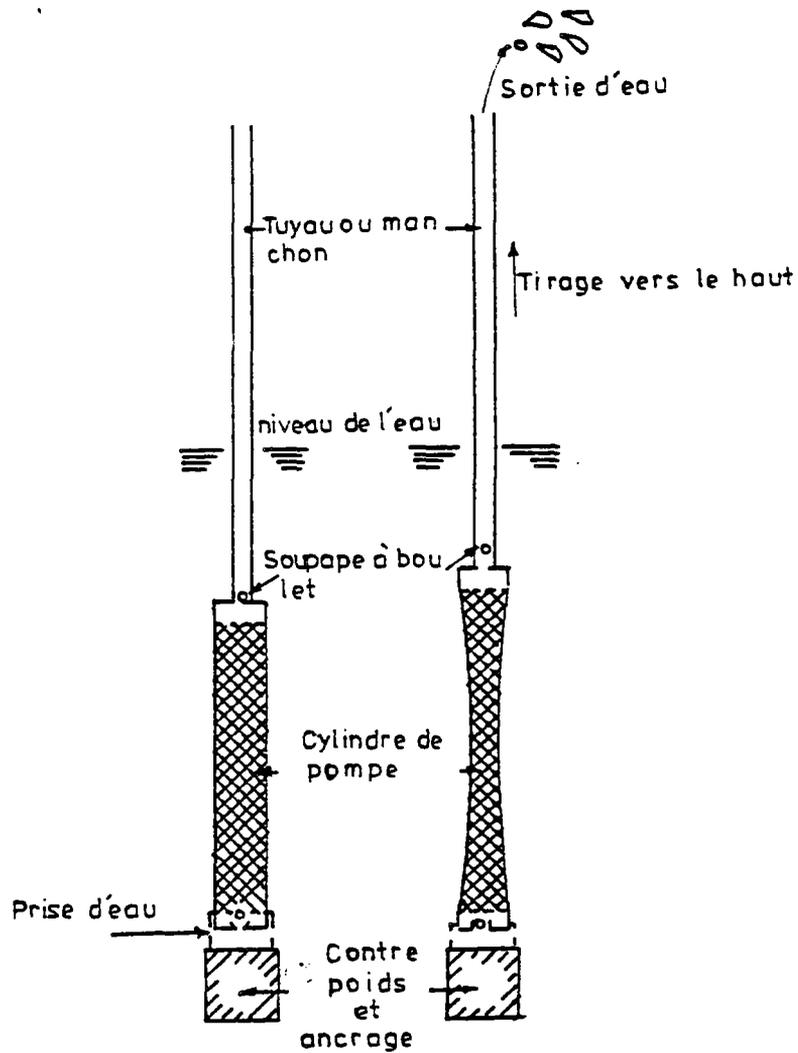
Il est muni à chaque extrémité de soupapes à bille ou de type champignon. A sa partie inférieure, le boîtier de la soupape d'aspiration est relié à un système d'ancrage constitué par des mâchoires extensibles revêtues de granulés durs (de type alliages au carbure), entre lesquelles glisse une plaque triangulaire. Pour fixer l'ancre contre les parois du forage ou le tubage, on tourne les tiges de transmission d'une douzaine de tours dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (système analogue à certains packers mécaniques utilisés dans les forages pétroliers).

Le constructeur a amélioré récemment la connexion entre la partie supérieure du manchon et le tube de refoulement, une usure du caoutchouc trop rapide ayant été constatée.

- Ensemble de transmission

La tige de transmission est en acier galvanisé de 3/4", pesant 1,7 kg/m. Elle a la particularité de servir en même temps de tube de refoulement. Elle n'est guidée qu'en tête.

- Superstructure



Le cylindre déformable est fixé par un ancrage.
Quand on tire sur la tringle, le cylindre s'allonge et se rétrécit, expulsant l'eau vers le haut.

Figure 32 - Pompe PETRO - Principe de fonctionnement
(Extrait de : réf. bibl. [1])

Le constructeur a conçu une superstructure relativement légère (32 kg, avec le manchon), où le mécanisme ne comprend qu'un seul axe, autolubrifiant et inoxydable, avec liaison par câble sur secteur circulaire. Le levier est de longueur réglable et comprend des contre-poids ajustables.

La superstructure comprend d'autre part une calotte permettant le réglage de la préextension correcte du manchon de pompage.

Il est possible d'adapter le manchon Petro à une autre superstructure, de type INDIA ou DEPLECHIN, par exemple.

Le poids brut d'une pompe complète est de l'ordre de 43 kg.

3) Performances

Le volume refoulé à chaque traction sur le manchon dépend de la longueur du manchon et de l'extension qu'on lui donne.

D'après le constructeur, l'extension maximale est de 17 %, mais dans ce cas la durée de vie est de 2 à 3 millions de coups. En-dessous de 14 %, la durée de vie s'allonge considérablement et le constructeur a adopté la valeur de 10 %, pour laquelle le manchon peut subir plus de 26 millions de coups.

La longueur standard du manchon est de 1 m. Son allongement moyen est de 10 cm, et le volume refoulé est d'environ 0,5 l à chaque coup. Il ne varie que faiblement avec la profondeur. Le débit moyen est donc 1 200 l/h pour 40 cp/mn.

La profondeur d'utilisation courante va de 10 à 60 m.

4) Coûts

Prix début 1982 pour une petite commande.

Pour une pompe sans tiges de transmission : 3 000 couronnes suédoises (Kr), soit approximativement 3 000 FF.

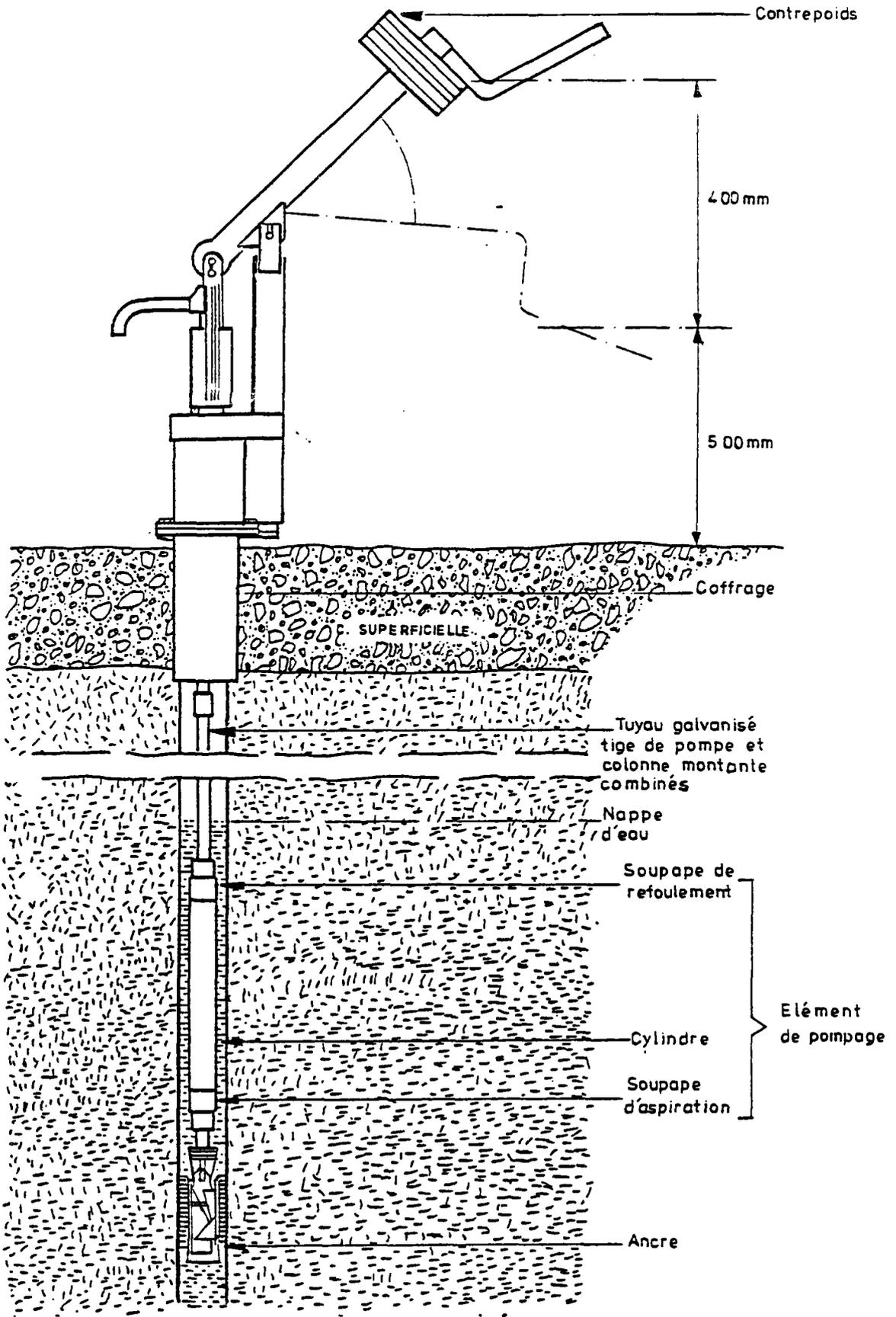


Figure 33 - Pompe PETRO

POMPE MONO TYPE "MONOLIFT"

1) Principe

Pompe rotative à rotor hélicoïdal simple tournant dans un stator hélicoïdal double. L'axe est vertical. Entraînement par manivelle.

2) Caractéristiques techniques

- Le corps de pompe est constitué

- . d'un rotor en acier chromé dur, en forme d'hélice à filetage simple,
- . d'un stator formé d'un cylindre en fonte revêtu d'un caoutchouc naturel spécialement traité au nétule, ayant la forme d'une hélice à filetage double.

Ce cylindre est fermé par une valve à bille à la base. Une crépine empêche l'entrée des grosses particules.

Le corps de pompe peut être installé dans un forage de \varnothing 100 mm. L'usure est ici réduite car il n'y a pas de contact métal sur métal. Il existe un léger jeu, nécessaire au fonctionnement, entre les "contacts" rotor-stator. La relative flexibilité du stator fait qu'il est possible de pomper, une eau sableuse sans dommage important au corps de pompe.

- Transmission

Elle se fait par un arbre en acier inoxydable au carbone, de \varnothing 12 mm (ou de 16, 20, 22 mm pour des utilisations plus poussées) tournant dans une colonne d'exhaure en acier galvanisé \varnothing 40/49.

L'arbre est guidé par des roulements en caoutchouc traité, lubrifiés à l'eau et dont la durée de vie serait similaire à celle de la pompe, (d'après le constructeur).

La colonne d'exhaure peut être stabilisée, pour éviter de fortes vibrations (en cas d'adaptation de moteur car les vibrations engendrées par le pompage à main demeurent réduites) par des stabilisateurs en caoutchouc placés tous les 6 à 12 m.

- Superstructure

Le bâti est en fonte. La commande se fait par deux manivelles en opposition. Les pignons de renvoi d'angle sont dans un boîtier étanche à bain d'huile.

Un moteur avec transmission par courroie est facilement adaptable.

3) Performances

En ce qui concerne l'énergie humaine, (proportionnel à la vitesse de rotation) est de l'ordre de 1,1 m³/h pour une profondeur égale ou inférieure à 45 m et la profondeur maximale d'utilisation serait de 90 m (selon le constructeur).

4) Références d'utilisation

Ce modèle de pompe fonctionne depuis une cinquantaine d'années, essentiellement dans les pays anglophones : Nigeria notamment (1 200 pompes installées).

5) Coût

Prix départ usine juin 1982 pour une pompe complète :

(superstructure + cylindre + tringlerie + refoulement)

- pour une profondeur de 28 m = 745 f (8 344 FF)
- pour une profondeur de 37 m = 844 f (9 453 FF).

POMPE ROBBINS-MYERS

(fig. 34-35)

1) Principe de fonctionnement

Pompe rotative à rotor hélicoïdal simple tournant dans un stator hélicoïdal double. L'axe est vertical. L'entraînement se fait par manivelles.

2) Caractéristiques techniques

Il existe 2 modèles

- 1 V 12 L (simple phase) : pour des remontées d'eau de 45 m. Une seule personne pour actionner la pompe. Manivelles de 25 cm.

- 2 V 12 L (double phase) : pour des remontées d'eau de 90 m. 2 personnes sont nécessaires. Manivelles de 30 cm.

- Système de pompage

. Le rotor est en acier allié, usiné, garni de plaquettes pour augmenter sa résistance à la corrosion et sa longévité.

. Le stator se compose d'un élastomère spécial, gonflant peu dans l'eau, fixé en permanence à un tube d'acier. Il est résistant et permet le passage de sable abrasif ou de vase.

A la base du système de pompage se trouve un clapet d'aspiration en cuivre, muni d'un filtre.

Poids du cylindre de pompe

- modèle 1 V 12 L : 16,5 kg
- modèle 2 V 12 L : 19,4 kg.

Longueur total du système de pompage (y compris filtre) :

- Modèle 1 V 12 L : 221,7 cm
- Modèle 2 V 12 L : 251,9 cm.

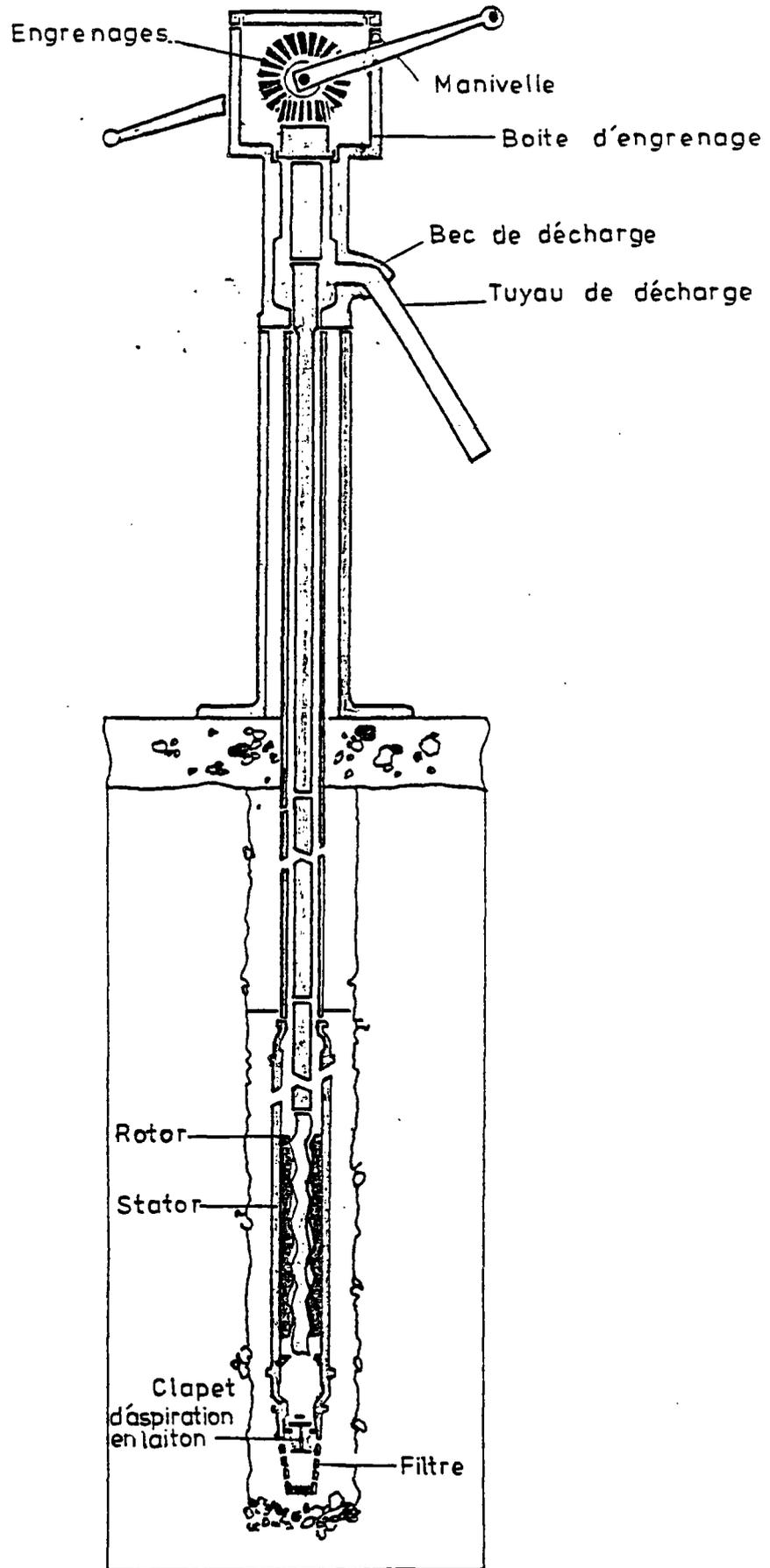


Figure 34 - Pompe ROBBINS-MYERS V 12L

- Transmission

L'arbre est en acier galvanisé de Ø 12,7 mm, avec un filetage de 1/2-13. Le tube de refoulement est galvanisé, de Ø 2,54 cm. L'arbre et le refoulement sont livrés en segments de 3 m. Poids du système arbre + refoulement : 13 kg/3 m.

- Superstructure

Le bâti est en acier épais, protégé d'un enduit antirouille. Son diamètre intérieur est de 14 cm.

Le boîtier est en acier dur. Les engrenages sont en acier trempé et usiné, montés sur un arbre en acier haute résistance. Les coussinets sont à rouleaux coniques. Le boîtier est étanche et livré rempli de graisse longue durée.

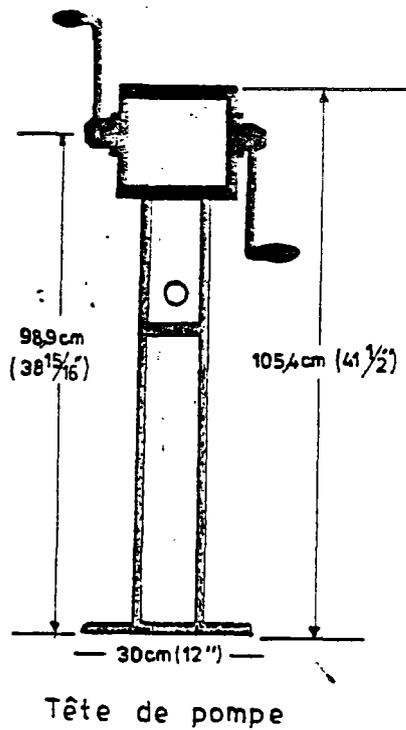
Les manivelles sont en acier coulé, clavetées et boulonnées (boulons à tête creuse pour empêcher le vol) de chaque côté de l'arbre de traverse.

Poids de la superstructure : 45,5 kg.

3) Prix

FOB fin 1981

Superstructure + Système de pompage	Usine Canada	Usine USA
1 V1 2L	690 \$ C (≅ 3 380 FF)	575 \$ C (≅ 3 740 FF)
2 V1 2L	738 \$ C (≅ 3 615 FF)	615 \$ C (" 4 000 FF)
Tringle + Tube de refoulement par 3 m	31 \$ C (≅ 152 FF)	26 \$ US (≅ 170 FF)



Performances

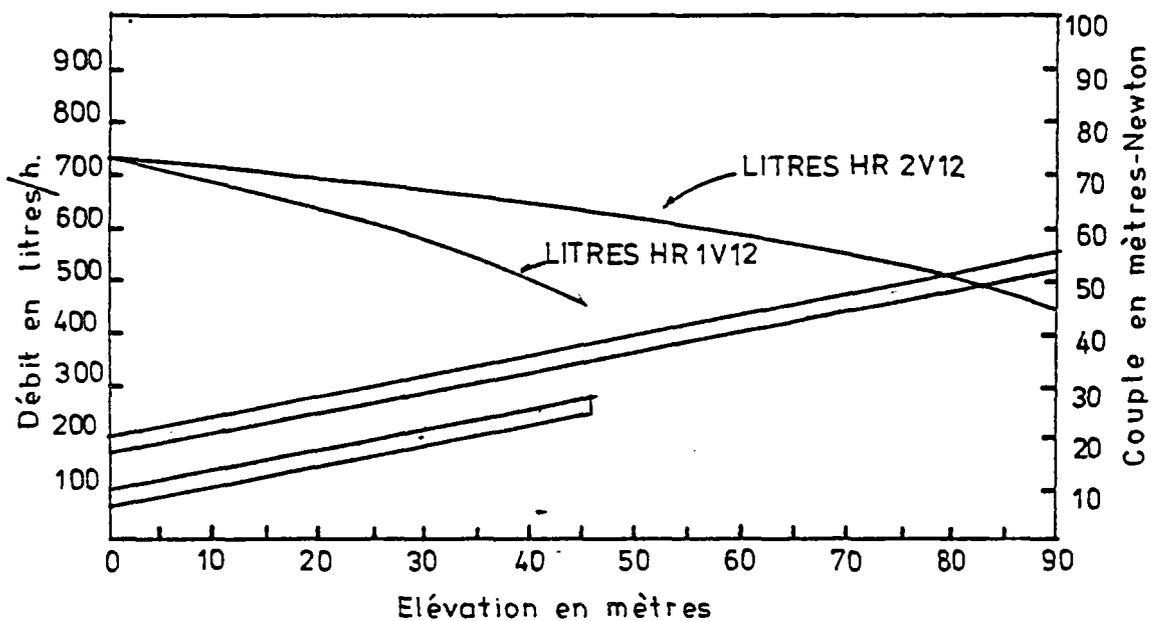


Figure 35 - Pompe ROBBINS-MYERS V 12L

POMPES DIVERSES

- POMPES ROTATIVES

China National Machinery Corporation (modèles KS 25, WS 25, WS 16) ;

- . GEYDA
- . VOGEL
- . BEYER

Nota : Tous ces modèles sont conçus pour de faibles élévations et semblent mal adaptés à l'hydraulique villageoise.

- POMPES A DIAPHRAGME

- . BEYER (modèle 0141)
- . GEYDA.

AUTRE POMPES A PISTON AVEC LEVIER OU POIGNEE

Nota : * Débit maximal théorique indiqué par le constructeur : il correspond à un NS proche de la surface ; il a été ramené ici à 400 cp/mn

** Elévation maximale indiquée par le constructeur ; elle ne correspond bien sur pas au débit maximal, mais à un très faible débit

*** Coût sortie usine référence 1982. Sauf spécification contraire, il s'agit de la superstructure + ensemble de pompage, avec éventuellement l'ensemble de transmission toujours ramené à 30 m.

Pompe	* Débit	** HMT	*** Coût	Ensemble de pompage	Ensemble des transmissions	Superstructures	Références d'utilisations
ATLAS COPCO KENYA	3 400	60	6 670 KSHS (≅ 4 000 FF) y compris cylindre 2 3/4 sans transmission	Cylindre fermé avec soupapes à billes Ø 1" 3/4, 2" 3/4, 4" Garniture cuir	Tringale acier galvanisé Ø 1/2" Tube refoulement en galvanisé Ø : 2" 1/2	Mécanisme type 4	Kenya Ouganda
BAKER MONITOR 11 HA		50	≅ 210 \$ US avec cylindre laiton 2" x 7", sans transmission	Cylindre 3" en fonte piston à ou Cylindre ID : 2", 2" 1/2, 3" à chemise, piston et soupapes laiton ; 2 garnitures cuir Course 7" ou 10"	Tringales 7/16	Dernier élément tringale est mité courbée du levier ; aucun guidage en tête Poids = 25 kg	
BODIN SOLO 3	5 000 à 10 m	60	3 400 FF, avec cylindre Ø 40 et y compris 30 m de transmissions	Cylindre + piston en fonte + bronze + laiton + acier galvanisé pour Ø de 60 à 140 mm Cylindre + piston entièrement bronze sauf chemise laiton pour Ø de 40 à 120 mm Segments cuir	Tringales acier galvanisé Ø 12 mm Tube refoulement acier galvanisé 33 x 42 ou 40 x 49	Fontaine en fonte Lever acier doux Ø 28 mm Axes en acier inox Ø 20 mm Possibilité de déplacer l'axe principal pour réduire l'effort Coussinets en uréthane autolubrifiés Poids superstructure = 40 kg	Afrique de l'Ouest
BOURGA BR 1000	1 000	38	6 600 FF y compris 30 m de transmissions	Cylindre laiton avec embouts en fonte Piston bronze dur garniture élastomère Course 12 cm	Tringale en acier semi dur Ø 16 mm Tube refoulement en acier étiré galvanisé	Bâti et bras en aciers profilés et soudés Bras avec contre-poids Roulements à billes étanches	Mali
CHAROTAR-MAHASAGAR II	3 520	60	Superstructure = 595 roupies indiennes Cylindre 2" 1/2 14 245 roupies	Cylindre laiton Ø : 2" 1/2, 3" 3" 1/2, 4" Course 8"		Mécanisme type 6 Lever et support en acier doux Reste est en fonte	Inde

COLUMBIANA 80 - 25 180 \$ US sans transmission, avec cylindre fer (≅ 1 170FF) .Cylindre fer Ø 2" 1/2 ou 3", Course 6" ou 10" .Cylindre PVC en option

DEMPSTER 210 F	2 700		370 \$ US (≅ 2 400 FF) avec cylindre fonte 2" sans transmission	3 types cylindre : - fonte + revêtement laiton ; valves à clapet - PVC, valves à clapet - Laiton entièrement : valves à billes ; extractibles Piston toujours laiton	Tringle acier galvanisé Ø 7/16 Tube refoulement : 1" 1/4	Mécanisme type 6 Fontaine fonte, levier acier, axes en acier Poids superstructure = 32 kg	
DUBA-DEPLECHIN TROPIC VI/2	2 300	30	37 800 FB (5 200 FF) y compris cylindre Ø 50 et 30 m Transmissions	Cylindre ouvert cuivre rouge Piston bronze à 2 garnitures cuir Soupapes champignon Ø cylindre 50, 60, 75, 90 mm Course = 170 m	Tringles en bois, en acier galvanisé 1/2" ou inox (12 mm) Tube refoulement Ø 2" 1/2, 3", 4" ; galvanisé	Mécanisme type 2 Tête de pompe en fonte Mécanisme en fonte et acier	Afrique essentiellement Asie quelques exemplaires
GODWIN HLD	2 600	30		Cylindre en bronze et laiton Ø : 2" 1/4 à 3" 1/2 par 1/4" Valves à billes en acier inox sur sièges bronze Piston extractible en option 2 ou 3 garnitures cuir Course 7"	Tringle en acier galvanisé (ou en bois pour la version piston extractible) Tube de refoulement en acier galvanisé Ø : 1" 1/2, 2", 3", 4" Dans la version cylindre ouvert : Ø supérieur de 6 mm à Ø cylindre	Mécanisme type 2 Fontaine en acier sur embase fonte Lever en acier dur Poids superstructure = 48 kg	Nigeria Ghana
GSW 1205 AFB	1 080	40	~ 300 \$ US non compris transmissions (≅ 1 950 FF)	Cylindre laiton avec embouts fonte ; du type fermé ; ID = 2" 1/2 Soupapes champignon Piston à 2 garnitures cuir Course 6"	Tringle acier galvanisé Ø 7/16" Tube de refoulement galvanisé Ø 1"1/2	Plaque de base en acier moulé Partie intermédiaire en fonte, y compris dégorgeoir Lever en tube d'acier Partie supérieure en fonte ductile 3 axes à roulements à billes, étanches	Ghana (1 200 ex) Zaïre Canada
HELLER-ALLER 50A	1 500		Pompe complète avec cylindre laiton 2" et transmission 213 \$ US (≅ 1 385 FF)	Cylindre fermé en laiton Ø : 1" 11/16 à 3" 1/2 Piston laiton à 2 garnitures cuir Soupape type champignon Course 8", 9" (option : cylindre entièrement fonte ou avec chemisage laiton)	Tringle Ø 7/16" Tube refoulement en acier galvanisé 1", 1" 1/4, 1" 1/2	Poids superstructure avec joint sanitaire 4" = 40 kg	

LEE HOWL

1 730 50

Cylindre laiton avec raccords
fonte ID = 1" 3/4, 2" 1/4
3" 1/4, 3" 3/4
Piston laiton ;
Course 100 mm garnitures cuir
Piston et clapet d'aspiration
extractibles

Tringle en acier
Tube refoulement en acier
galvanisé Ø mm : 50, 64, 77,
100

Mécanisme type 2
Fontaine en fonte

Nigeria

MONARCH P 3	2 800	50	214 \$ US (1 390 FF) pour superstructure seule	Cylindre laiton ou fonte Ø 1 11/16 à 3 1/2 Course 6"	Tringles en acier galvanisé ou en inox Tube refoulement en galvanisé Ø : 1", 1" 1/2	En fonte avec renforcements en fer doux 2 axes mobiles + 1 fixe Roulements à billes scellés Axe + palier en acier Levier en bois Poids superstructure = 48 kg	Canada Afrique occidentale
NIRA AF-76B (Vammalan)	1 680	36	617 \$ US (4 010 FF) y compris 30 m de transmission	Cylindre laiton ID = 76 mm Piston laiton Course 150 mm Segments cuir	Tringles acier électro- galvanisé, Ø 10 mm Tube refoulement acier galvanisé Ø 2"	Fontaine et socle en fonte Levier en acier inox avec pivot bronze Axes et vis en inox	Finlande ; Kenya ; Sénégal ; Sri Lanka ; Tanzanie
PRODORITE BLAIR	1 200	15	120 \$ (≅ 780 FF) y compris transmission	Ensemble de pompage en PVC avec soupape à bille	Tringlerie de commande en PVC, servant en même temps de refoulement	Constituée d'une petite plate- forme et d'un dégorgeoir coudé en fer galvanisé Commande directe en levant et abaissant le dégorgeoir	Zimbabwe
SEACOM JETMATIC	680	20	32 \$ US (≅ 210 FF) tête seule	Cylindre à revêtement porcelaine Course 7"	Tube de refoulement 1" 1/4	28 kg	
VAN REEKUM KANGAROO SWN 81	2 880	50		Cylindre 2", 2" 1/2, 3", 4" Course : 160 mm Soupapes type champignon Segments caoutchouc traité	Tube de refoulement PVC 48 x 37 mm Tringle inox Ø 10 mm	Fontaine en acier Levier en acier tubulaire Ø 1" 1/2 Mécanisme à 2 axes (1 fixe, 1 mobile) Roulements à billes	Tanzanie
VAN REEKUM KANGAROO MK2	5 000	20		Cylindre 2", 2" 1/2, 3", 4" Course 350 mm	Tube de refoulement PVC 48 x 37 mm Tringle inox Ø 10 mm	Commande directe : une pédale est fixée à un tube intérieur lui-même relié sans axe à la tringle Le tube intérieur coulisse dans un autre tube formant support et comprime un ressort de rappel	Tanzanie
WATER SUPPLY LM 521	3 700	60	1 195 à 1 955 roupies indien- nes sans transmis- sion	Cylindre laiton 2" 1/2, 3", 3" 1/2 Soupape forme champignon Piston à 2 segments cuir ; course : 6", 8", 10"	Tringles et refoulement stan- dards	Mécanisme type 5 Double guide en tête	Inde

AUTRES POMPES A DIAPHRAGME

Nota : * Débit maximal théorique indiqué par le constructeur. Il correspond à un NS proche de la surface. Il a été ramené ici à 400 cp/mn

** Elévation maximale indiquée par le constructeur ; elle ne correspond bien sur pas au débit maximal, mais à un très faible débit

*** Coût sortie usine référence 1982. Sauf spécification contraire, il s'agit de la superstructure + ensemble de pompage, avec éventuellement l'ensemble de transmission toujours ramené à 30 m.

Pompe	* Débit l/h	** HMT mm	*** Coût	Ensemble de pompage	Ensemble de transmission	Superstructure	Références d'utilisation
ABI-VERGNET	1 200	60	376 500 F CFA (7 530 FF) y compris transmission (commercialisée par Abi)	Baudruche déformable identique à celle de VERGNET 4C	Tuyaux souples identiques à ceux de Vergnet 4C	Fontaine comprenant à l'inté- rieur un cylindre inox avec piston laiton et 3 segments cuir Partie supérieure du type ABI M le levier transmettant au piston supérieur un mouvement alternatif ; un axe fixe, un axe mobile	Afrique de l'Oues
VERGNET PNEURIDE	1 000	43		Identique à VERGNET 4C	Identiques à Vergnet 4C	Fontaine semblable à VERGNET 4C mais le système pédale-pis- ton est remplacé par une mem- brane déformable de type amor- tisseur de camion (pneuride) et un levier à 1 axe fixe, comprimant ou relachant le pneuride	

AUTRES POMPES A PISTON AVEC VOLANT

Nota : * Il s'agit du débit maximal théorique indiqué par le constructeur. Il correspond à un NS proche de la surface. Il a été ramené ici à 400 cp/mn

** Elévation maximale indiquée par le constructeur ; elle ne correspond bien sur pas au débit maximal, mais à un très faible débit

*** Coût sortie usine référence 1982. Sauf spécification contraire, il s'agit de la superstructure + ensemble de pompage, avec éventuellement l'ensemble de transmission toujours ramené à 30 m.

Pompe	* Débit l/h	** HMT m	*** Coût	Ensemble de pompage	Ensemble de transmission	Superstructure	Références d'utilisation
BOURGA VL 1000	4 000	80	7 600 FF y compris transmission	Cylindre laiton avec embouts fonte Piston bronze dur Garniture élastomère Course 12 cm	Tringle en acier semi dur Ø 16 mm Tube refoulement en acier galvanisé	Bâti en éléments d'acier étirés et soudés 2 volants de forme octogonale en acier avec contre-poids répartis sur pourtour Mécanisme à 16 roulements à billes étanches	Mali
BRIAU AFRICA	5 000	80	20 480 FF y compris transmission	Cylindre laiton avec raccords fonte Ø mm 60, 70, 120 Piston en fonte et laiton ; Segments cuir	Acier galvanisé Ø 16 mm pour tringle Tube refoulement 50 x 60, acier galvanisé	Socle en fer profilé 2 volants en acier soudé avec contre-poids de Ø 800 mm Mécanisme protégé par boîtier acier ; Carter fonte avec réserve d'huile 6 possibilités de réglage Paliers-coussinets bronze, autolubrifiants Poids total superstructure = 370 kg	Afrique francophone essentiellement
GODWIN HMA	1 850	70	883E (9 900 FF) y compris transmission	Cylindre en bronze et laiton ; Soupapes à billes d'acier sur sièges bronze ; Valve de non retour inox. Piston à garnitures cuir. Extractible en option	Tringles en acier galvanisé 1/2" ou en bois Tube refoulement en acier galvanisé Ø 1 1/4 à 2"	Bâti en fonte 1 volant en acier avec contre-poids Mécanismes en acier Roulements lubrifiés à vie	Afrique anglophone
INSTO VOLANTA	1 600	80	3 185 florins hol. (≈ 7 520 FF) y compris transmission	Cylindre ouvert à terminaison conique venant s'emboîter dans un raccord spécial Ø cylindre = 80 mm Ø piston = 50 mm Course = 400 mm	Commande du piston par câble Tube de refoulement en PVC Ø 90 ep = 4.3	Axe du volant reposant sur un support bétonné Possibilité d'ajustement en tête pour différentes profondeurs Roulements lubrifiés à vie	Guinée-Bissau Haute-Volta
LEE HOWL OASIS	1 600	60		Cylindre ouvert en laiton Ø : 1" 3/4 à 3" 1/4 Piston laiton 2 garnitures cuir	Tringles en bois 1" 1/4 x 7/8 à 1 3/4 x 1 1/4 Tube refoulement en acier galvanisé Ø 2" à 4"	Fontaine en bronze et fonte 1 ou 2 volants en fonte avec contre-poids Pas de démultiplication Paliers autolubrifiants Poids avec 1 volant = 105 kg ; avec 2 volants = 146 kg	Nigeria

Autres fournisseurs : GEYDA

AUTRES POMPES A LEVIER FABRIQUEES PAR
BEYER-SHEARER-VOGEL-GEYSA-KUMAR (modèles Service 3)
BHARAT 4, 5 ou 6-KAIRABI 2 ou 3

Nota : * Débit maximal théorique indiqué par le constructeur. Il correspond à un NS proche de la surface. Il a été ramené ici à 400 cp/mn

** Elévation maximale indiquée par le constructeur ; elle ne correspond bien sur pas au débit maximal, mais à un très faible débit

*** Coût sortie usine référence 1982. Sauf spécification contraire, il s'agit de la superstructure + ensemble de pompage, avec éventuellement l'ensemble de transmission toujours ramené à 30 m.

Pompe	* Débit l/h	** HMT m	*** Coût	Ensemble de pompage	Ensemble de transmission	Superstructure	Références d'utilisation
BRIAU OMEGA B 40	1 300	40	Expérimental	Cylindre bronze Piston inox Segments en teflon-kevlar	Tuyauteries flexibles en polyéthylène pour les circuits de commande et de refoulement	Commande directe par poignée identique à BRIAU TRACTA Piston plongeur en surface Transmission hydraulique des dépressions-compressions du piston de surface vers le piston immergé	
BRIAU TRACTA	1 200	24	3 360 FF y compris transmission	Cylindre chemisé en laiton Piston extractible du type segmenté Segments en tresse de teflon	Tringle en PVC 1" Tube de refoulement en acier galvanisé Ø 2"	Plaque d'embase soudée à un cylindre supportant le dégor- geoir coudé, le tout en acier plastifié Commande directe par une poi- gnée reliée à une tige en acier inox, coulissant dans palier lubrifié à l'eau. Pas d'axe Ressort inox facilitant la manoeuvre Poids = 13 kg	Afrique de l'Ouest

ANNEXE 2
REPERTOIRE DES FOURNISSEURS DE POMPES

Ce catalogue ne prétend pas être exhaustif, l'omission de certaines firmes n'engage aucun jugement quant à la qualité de leur produits.

. Les renseignements pratiques (adresse, téléphone, télex) se réfèrent à l'année 1982.

. Le nom du correspondant indiqué pour chaque fournisseur est celui avec qui nous avons pris contact directement ou par courrier ; cette indication ne lie en rien la technicité ou la responsabilité financière de l'organisme cité.

. Les firmes ci-dessous, citées dans la liste détaillée des fournisseurs mondiaux, présentée dans le document n° 10 PMUE-OMS (1979) [1] ne fabriquent pas -ou plus- de pompes manuelles.

- TOOWOABA Foundry Ltd (Australie)
- Industrias Mechanicas Rochfer Ltd "Bombas Hidraulicas" (Brésil)
- Tri-Canada (Ontario-Canada)
- GUINARD (France)
- Alpha Pumps ; John BLAKE Ltd ; EDECO (English Drilling Equipment Co) "Edeco Hand Operated Lift Pump" (Grande-Bretagne)
- MEYERS and BRO Co (Ohio) ; Rife Hydraulic Mfg Co "Rif Ram" (New-Jersey) ; USA. F.E. et BRO Co "Force Tank Pumps"

Fournisseur	Adresse	téléphone	télex	Personne à contacter
ABI	Abidjan-Industrie Zone industrielle de Vridi BP 343 Abidjan 01-Côte d'Ivoire	35-43-60	2377	C. BRAULT
ATLAS COPCO KENYA	Enterprise road PO box 40090 Nairobi Kenya	557 120-558 128	22431 Atcoken	H. S. BHARIJ
BAKER	Monitor Division Evansville Wisconsin 53536-USA	608-882-5100		
BEYER	Beyer Pumpenfabrich Dorfstrabe 25 OT Wulfspelde 2361 Pronstorf-RFA	04506 282	261487 Beyer d	H. W. KRUSE
BODIN	Pompes Bodin A. usine des Regains 37150 Bléré BP 29 France	(47) 57-89-86	Pompab 751 105F	A. du PETIT
BOURGA	5 rue Elysée Reclus 93 300 Aubervilliers France	(1) 833-37-23		G. BOURRIER
BRIAU	Avenue du Prieuré 37000 La Riche BP 0903 37009 Tours Cédex-France	(47) 61-38-17	750 729F	S. M. PANterne B. LE PIVAIN
CHAROTAR	Charotar Iron Factory Mahatma Gandhi road, opp. New Ramji 1640 Mandir PO Anand (Guj.) 388 001 India	172 et 1679 (usine) 203 et (bureaux) à Anand		
CHINA	China National Machinery Import and Export Corporation Kwangtung Branch 61 Yanjiang Yilu Kwangchow- China		Câble Machimpex, Kwangchow	
COLUMBIANA	Columbiana Pump Co, bureau 27801 Euclid Avenue Room 590 Cleveland USA (Ohio) 44132	(216) 289-88-93	T. W. X. 821-421- 2028	P. HALL

CONSALLEM 291 High Street
Epping-Essex CM 16
4 BY-England

Epping
(10378) 74-677

D.V. ALLEN

DEMPSTER	711 South 6th Street PO Box 848 Beatrice Nebraska 68 310 USA	402/223 4026		J. EHNHE
DEPLECHIN	Avenue de Maire 28, B 7 500 Tournai Belgique	(32) 69-2281-52	57 399 Depomp.B	MALISART G. DEROO
DUBA	Nieuwstraat 31, B 9 200 Wetteren Belgique	(32) 91-6934-96	11 133	G. DEROO
FLUXINOS	Via Genova, 10 58 100 Grossets Italie Export division Viale Europa, 6 B 20060 Bussero (Mi) Italie	(0564) 21 272 (02) 95-00-089	500433FLX 320676 ERREVI	T. MANNING MENCARELLI
GEYDA	Bombas Geyda Carlos Gens Avenida de Burjast 54 Valencia 9 Espagne	(96) 349-55-33		
GODWIN	Quenington Glas GL 7 05 BY England	028575-271 Coln 5 t Aldwyns	43 240	W.C. PHILLIPS
GSW	Division pompes 599 Hill Street W Fergus Ontario N1 M 2 x 1 Canada	(519) 843-1610	06-956552	N.H. SMITH
HELLER-ALLER	Corner Perry and Oakwood Napoleon Ohio 43 545-USA	(419) 592 1856	Câble : Helaler	M. KELLEY
INALSA	Industrial and allied Sales Private Ltd Suraya Kiram, 19, Kasturba Gandhi Marg PO Box 206 New Delhi 11 001 India	35-23-17	31-35-36 INAL-IN	NARESH MEHTA K.B. EURY
INSTO	37 Arkelstraat PO box 570 4200 AN Gorinchen-Hollande	01830-34088	24055 insto nl	H.F. de GROOT

KUMAR

Kumar agencies
10/194 Shekharjyothi
PO Box n° 2 GB road
alghat 1 Kerala
State-South India

E.K. JAMARDHAN

LEE HOWL	Lee Howl Pumps (NEI-APE Ltd) Alexandra Road Tipton West Midlands DY 4 8 TA England	021 557 6161	33 89 45	W.P. LATHE
MEERA	7846 Hill Street Ranigunj-Secunde- Rabab 500 003-India	73 860 76 832	Câble CIECO	
MONARCH	889 Erin Street PO Box 429 Winnipeg R3C 3E4 Canada	(204) 786-7921	07-57-175	M.A. ROUMI
MONO	Water Pump Division Martin Street Audenshaw Arnfield Worhns Manchester M34 5JA England Représentation France : 80 rue Lauriston 75 116-Paris	061-330-3031 061-339-9000 704-64-09	66-77-33	V. NUTTAL M. WILLEMS
PRODORITE	21 Leyland Road Ardbennie Industrial Sites PO Box 2887 Salisbury-Zimbabwe	63691 4-575 ZW	Prodor	B.J. TIFFIN
ROBBINS-MYERS	Fluids handling division 17 Woodyatt Dr PO Box 280 Brantford Ontario N3T 5N6 Canada 1400 Winters Bank Tower Dayton, Ohio 45 423 USA	(519) 752-5447 (513) 222-2610	061-81131 Rand M. 288-359 RM-Corp Dtn	W.H. WOODS W. BARCLAY
SEACOM	PO Box SM 202 Manila Philippines Département commer- cial 3085R Magsaysay Blvd Cor V. Cauz st Manila 2806	61-15-21 à 25 61-98-94 60-21-14	ITT 40 178 RCA 27 377	HA SANVICTORES

SHEARER John Shearer Ltd Horticulture and pastoral division 7-25 Manchester Street Mile End South South Australia 5031 PO Box 307 Cowandilla) (08) 352 5544 87 002 P.N. CRUTCHETT

TITAN	Titan Engineering route d'Anse BP 407 69 651 Villefranche- sur-Saône-France	(74) 68-61-79	370 197 F	C. BOULANGER
VAMMALAN KONEPAJA	Vammalan Konepaja Oy, PL 54-38 201 Vammala-Finlande	35832/2667	2204 Nira sf	
VAN REEKUM	Van Reekum Materials bv-PO Box 98 Kanaal noord 115 7 300 AB Apeldoorn Hollande	(55) 21-32-83	36 316 vrmap nl	B. KANNE
VERGNET	Société Nouvelle des Etablissements Mengin zone industrielle BP 901 Amilly 45 209 Montargis Cedex France	(38) 85-25-42	760 523F	P. DELBOS CHAPPOTEAUX
VOGEL	Pumpenfabrihn Ernst Vogel Gesellschaft m.b.h Prager Strasse 6 A 2000 - Stockerau PO Box 42-Autriche	02266 25-61	74-24-122	
WATER SUPPLY	Water supply specialists Private Ltd 8 Ambalal Doshi Marg PB n° 684 Fort Bombay 400 023 India	274 396 274-554	Câble pumpen	SANJIVA DEVDHAR
WELLDRILL	Welldrill systems AB Tagenevägen 21 S-425 90 Hisings Kärna Suède	031-57-02-60	27-323	P.F. TRÖFTEN

ANNEXE 3
LEXIQUE ANGLAIS-FRANCAIS
DES TERMES UTILISES DANS L'INDUSTRIE DES POMPES

A

alloy steel	acier allié
anchor	ancre (de fixation)

B

ball valve	valve à bille ou à boulet
basement	socle
bearing	support ; palier ; roulement
bolt	boulon
bore	calibre ; alésage
brass	laiton
bucket	godet
buckling	battement ; jeu
burr	ébarbure de métal
bush	bague ; douille métallique
bushing	coussinet

C

cap	calotte
cast iron	fonte
chamfered	chamfreiné
check valve	clapet de retenue
clack valve	clapet
clamp	serre-joint ; crampon
clamping ring	collier de serrage
close grain metal	métal à grain serré
clutch	embrayage
coat	revêtement
compression spout	robinet pour refoulement en pression
connection	raccord
connecting flange	bride d'assemblage
counterbalance weight	contrepoids
counternut	contre-écrou
coupled	raccordé ; manchonné
cord packing	bourrage à tresse
cotter	clavette
crank	manivelle
crank shaft	arbre coudé
cup	cuvette
cup leather	cuvette d'étanchéité en cuir

D

damping	amortissement
discharge pipe	tuyau de refoulement
drawn steel	acier étiré
drop pipe	tuyau de chute (de refoulement)
duty	rendement ; utilisation

E

éducation pipe	tuyau de refoulement
enamelled	en émail
extruded	extrudé ; repoussé (métal)

F

fastener	attache
felt pad	tampon de feutre
flange	bride (métallique)
flapper	clapet
flywheel	volant de pompe
follower	lunette (de contrôle)
footvalve	valve de pied (d'aspiration)
fulcrum	pivot

G

gasket	joint ; rondelle ; garniture
gauged	calibré
gears	engrenages
grip	poignée (de levier par ex.)
groove	rainure
gun metal	bronze industriel (environ 90 % cuivre et 10 % étain)

H

handle	levier
hand pump	pompe à main
hoist	Mât (de levage par ex.)
hydram	bélier hydraulique

I

impeller	hélice
----------	--------

J

jack	vérin ; chèvre (de levage)
jam nut	écrou de serrage

L

lathe	tour
leakage	fuite
lid	couvercle
lift pump	pompe aspirante
lift and force pump	pompe aspirante et refoulante
liner	garniture ; chemise (de cylindre)
link	chaînon ; maillon
licking nut	écrou de bloquage

M

main pipe	tube de refoulement
mild steel	acier doux
muff	manchon

N

nipple	mamelon
nut	écrou

O

output	débit
--------	-------

P

packaging	emballage
packing	garnissage
pedestral	pedestral
pig iron	gueuse (fonte de lère fusion)
pillar	pillier
pin	goupille ; axe
plated	plaqué
plunger	piston
pocket head bolt	boulon à tête creuse
poppet valve	soupape type champignon
pull	traction
pump stand	corps de pompe ; bâti

R

reciprocating movement	mouvement alternatif
reducer cap	tête de réduction
rib valve	soupape à ailettes
ring	bague
rising pipe	tube de refoulement
rod	tige ; tringle ; arbre de transmission
roller bearing	roulement à billes
rubber	caoutchouc
ram	bélier (hydraulique)

S

screwed	vissé
seal	joint d'étanchéité
sealed	étanche
seamless	sans soudure ; d'une seule pièce
seat	siège (de soupape par ex.)
self-priming	auto-armoçant
shaft	arbre
sheath	fourreau
shrinkage	rétrécissement ; contraction
slab	dalle
sleeve	manchon
sling	élingue
spacer	pièce d'écartement ; stabilisateur
spigot	robinet
spool	bobine
spout	dégorgoir
spring	ressort
suction	aspiration
stainless steel	acier inoxydable
steel	acier
strainer	filtre
stroke	coup ; course (de piston)
stub	tronçon
stud	goujon ; vis de blocage
stuffing box	presse étoupe
swivel	émerillon ; pivot

T

tap	robinet
taper	conicité
threaded	fileté

	U
unclamp (to) unpriming	débloquer désamorçage
	W
washer wavy	rondelle ondulé
	Y
yoke	corps d'accouplement

ANNEXE 4

TESTS RECENTS DE COMPARAISON DE POMPES MANUELLES

1 - ETUDE DE L'OVERSEAS DEVELOPMENT ADMINISTRATION (United Kingdom)

L'étude comparative de 12 modèles de pompes a été confiée en 1977 à la CATR (Consumers' Association Testing and Research Grande-Bretagne), à travers le laboratoire d'Essai d'Harpenden (Hertfordshire).

1.1 - L'ETUDE A PORTE UNIQUEMENT SUR DES TESTS DE LABORATOIRE

- étude des matériaux et de l'usinage
- études des mécanismes
- études ergonométriques
- mesures de débit à différentes hauteurs d'élévation et à différents rythmes de pompage
- tests de fatigue : 4 000h (dont 1 000h avec de l'eau chargée en sable), soit 10 millions de coups.

1.2 - POMPES TESTEES

- CONSALLEN LD 5	Grande-Bretagne	- DEMPSTER 23 F	USA
- MONO ES 30	Grande-Bretagne	- VERGNET 4 C2	France
- CLIMAX	Grande-Bretagne	- PETROPUMP type 95	Suède
- GODWING W 1 H 51	Grande-Bretagne	- INDIA MARK II	Inde
- GSW (BEATTY) 1 205	Canada	- ABI type M	Côte d'Ivoire
- MONARCH P 3	Canada	- KANGAROO	Hollande

1.3 - RESULTATS

Les résultats ont été publiés en octobre 1980 par le CATR (rapport de 280 p.).

Sur les 12 pompes testées, 4 ont été déclarées très intéressantes sur les plans qualités mécaniques ; rapport qualité/prix ; aptitude à l'usage dans les pays en développement.

Selon CATR : meilleure pompe CONSALLEN LD 5
puis INDIA MARK II
VERGNET 4 C2
MONO ES 30

Pour les deux derniers modèles, CATR suggère des modifications, ainsi que pour PETROPUMP, ABI et KANGAROO.

2 - PROGRAMME PNUD-BANQUE MONDIALE (Projet GLO/79/010)

Ce programme s'inscrit dans le contexte de la "Décennie Internationale de l'Eau potable et de l'Assainissement 1981-1990".

Il a pour but de tester plusieurs modèles de pompes en vue d'une sélection pour des essais sur le terrain (cf. paragraphe 3) et d'apporter un appui aux constructeurs pour la production de pompes plus efficaces et plus fiables.

L'objectif à long terme de ce programme est d'aboutir à la fabrication de pompes améliorées pouvant être réparées sur place par des artisans locaux.

La Banque Mondiale a été chargée de l'exécution de ces tests. Elle a confié ce travail à la CATR (Grande-Bretagne) à travers le laboratoire d'essais de Gosfield (Essex). Les tests ont commencé en 1980.

2.1 - TESTS EXECUTES

- Inspection de l'emballage, de la présence de notices techniques et de l'état des pompes
- Contrôle du délai de livraison
- Etudes des matériaux, de l'usinage, de la facilité de maintenance et de réparation, de la résistance à la contamination, aux abus des points dangereux
- Suggestion d'améliorations techniques
- Etudes ergonométriques : hauteurs du levier ou de la manivelle, avantage mécanique mouvement angulaire du levier
- Tests d'utilisation par groupe de 60 usagers (hommes, femmes, enfants de différentes tailles et poids)
- Mesures des débits, de l'effort à fournir, de l'efficacité mesure des fuites
- Tests d'endurance de 4 x 1 000h, avec différentes qualité de l'eau. Démontage et inspection à la fin de chaque palier de 1 000h
- Tests de résistance aux utilisations abusives.

2.2 - POMPES TESTEES (2 exemplaires pour chaque type)

Première série de tests sur 6 pompes :

- KORAT 608	Thaïlande
- BRIAU NEPTA	France
- ROBBINS MYERS MOYNO II 2 .6	USA
- UNICEF New n° 6	Bangladesh
- VAMMALAN NIRA AF 76	Finlande
- UNICEF BANDUNG	Indonésie

Deuxième série de tests

- KAWAMOTO DRAGON n° 2	Japon
- ATLAS COPCO "Kenya"	Kenya
- IDRC ETHIOPIA TYPE BP	Ethiopie
- VEREINIGTE EDELSTAHLWERK A 18	Autriche
- STE COMMERCIAL JETMATIC	Phillippines
- AID/BATTELLE	Indonésie

Rapport final novembre 1982

Troisième série de tests programmée :

- INSTO VOLANTA	Hollande
- ABI - VERGNET	Côte d'Ivoire
- NEW PETRO Pump	Suède
- AID/BATTELLE modifié	
- PLASTIC DEPP-WELL pump	Malawi

2.3 - RESULTATS

Les résultats des 2 premières séries (partiels pour la 2ème) ont été publiés dans le rapport n° 1 de mars 1982 "Rural Water Supply Handpumps Project", publié par la Banque Mondiale.

Les résultats concernant les débits et la complexité de la maintenance sont reportés dans le tableau I.

Tableau I

Pompe	Débit à l'origine					Débit après 1 000h				
	Elévation m	Volume (l)/coup pour un nb de coups/mm de				Elévation m	volume (l)/coup pour un nb de coups/mm de			
		20	30	40	50		20	30	40	50
KORAT 608 A1	45	-	0,34	0,35	0,36	45	-	0,38	0,38	0,39
MOYNO IV 2.6	45	-	0,15	0,15	0,16	45	-	0,14	0,16	0,17
BRIAU NEPTA	45	-	0,38	0,39	0,39	45	-	0,38	0,38	0,37
NEW N° 6	7	1-31	1,20	1,29	-	7	0,58	0,86	1,05	-
NIRA AF 76	25	-	0,64	0,65	0,65	36	-	0,67	0,67	0,70
BANDUNG	7	0,95	0,96	1,04	-	7	1,02	1,12	1,07	-
DRAGON 2	45	0,52	0,53	0,53	-					
KENYA	45	0,77	0,75	0,76	-					
ETHIOPIA BP	7	-	0,60	0,62	0,63					
E A 18	45	-	0,62	0,63	0,64					
JETMATIC	45	-	0,28	0,28	0,28					
AID/BATTELLE	45	-	0,80	0,80	0,81					

- Débits mesurés :

Ils ont été mesurés avant et après un test d'utilisation prolongée (1 000h). L'accroissement de débit observé sur certaines pompes correspond à un lissage de la surface du cylindre et à une meilleure mise en forme des sièges, clapets, segments.

- Complexité de maintenance et de réparations

Echelle de 5 points (5 = très facile ; 1 = très difficile)

Pompe	Taux	Pompe	Taux
KORAT 608 1	4	DRAGON 2	2
MOYNO IV 2,6	1	KENYA	4
BRIAU NEPTA	2	ETHIOPIA BP	5
NAW N° 6	5	VE A 18	1
NIRA AF 76	3	JETMATIC	3
BANDUNG	4	AID/battelle	3

3 - PROGRAMME PNUD - BANQUE MONDIALE D'ESSAIS SUR LE TERRAIN
(Projet INT/81/026)

Il a débuté en juillet 1981 par une phase préparatoire (accords et modalités d'exécution à conclure avec les pays concernés) et il est programmé pour une durée de 4 ans en ce qui concerne les tests proprement dits sur le terrain.

Il est prévu de tester 2 000 à 3 000 pompes au total, dans 15 à 20 pays, comprenant en principe : Bangladesh, Egypte, Haute-Volta, Kenya, Malawi, Niger, Soudan, Tanzanie et Zambie.

Dans chaque région testée, il y aura 25 à 50 exemplaires pour chacun des 3 ou 4 types différents de pompes retenus.

Les régions seront choisies de façon à faire varier les paramètres hydrogéologiques (profondeur de la nappe, types d'aquifères, tendance chimique des eaux), climatiques, socio-culturels...

L'exécution du projet devrait démarrer entre la mi-1982 et 1983, suivant les pays.

Les renseignements complémentaires sur ce "Programme" peuvent être obtenus auprès de :

M. SAUL Arlosoroff
Transportation, Water and Telecommunication Department
The World Bank 1818 H. Street, N.W.
Washington DC 20 433 USA
Tél. (202) 477-1234
Telex RCA 248 423 Worldbank
ou WUD 89 650 Worldbank Wsh.

4 - TRAVAUX DU COMITE INTERAFRICAIN D'ETUDES HYDRAULIQUES (CIEH)

Ces travaux ont débuté en 1974. Ils ont porté notamment, sur

- l'expérimentation de différents modèles de pompes manuelles
- le suivi des travaux et des expériences menées dans différents pays d'Afrique de l'Ouest.

4.1 - EXPERIMENTATION DE DIFFERENTS MODELES DE POMPES MANUELLES

6 types de pompes ont été testés sur le terrain en Haute-Volta, de 1974 à 1977. Ce sont :

- | | |
|----------------|----------------|
| - ABI | - UGANDA |
| - BODIN MJ2 | - DEMPSTER 23F |
| - BRIAU AFRICA | - GODWIN W 1H. |

Ces pompes étaient donc placées en condition de service effectif, et ont fait l'objet de visites périodiques (mensuelles généralement).

Il n'a pas toujours été possible de démonter la pompe afin de mesurer le degré et les modalités d'usure des différentes pièces.

Les observations portent sur un nombre réduit de pompes d'un même modèle (4 ou 5 maximum) et sur une période inférieure à la durée de vie moyenne de ces pompes (5 à 6 ans).

4.2 - SUIVI DES TRAVAUX DANS DIFFERENTS PAYS D'AFRIQUE DE L'OUEST

Côte d'Ivoire, Ghana, Haute-Volta, Mali, Niger, Togo.

Les pompes étaient placées, sur le terrain, en condition de service effectif. Il n'a pu être mené d'études de synthèse en raison des diverses conditions d'entretien et de réparations (rythme des interventions ; compétence de l'équipe ; entretien ou non par les villageois etc...) ainsi que des différences de conditions d'utilisation (zone sableuse ou non ; pompe peu ou très utilisée...).

Les résultats sont donc donnés pays par pays et projet par projet.