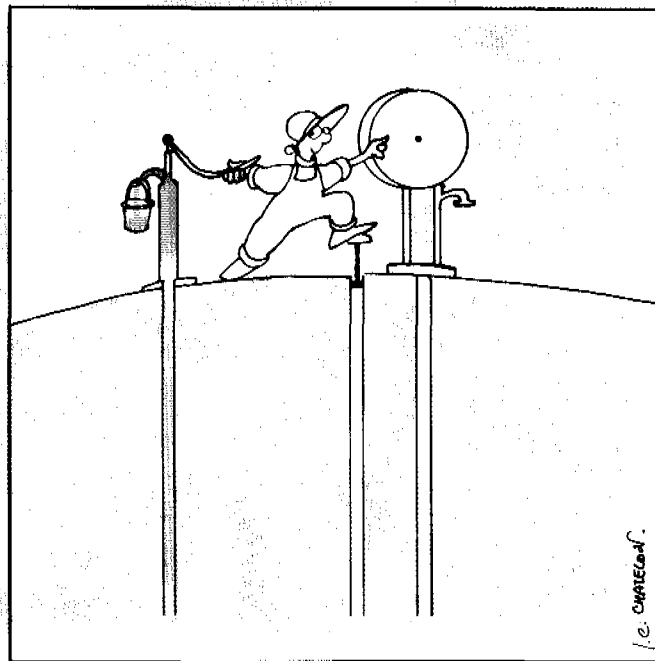


50 PO

13.

LES
CAHIERS
TECHNIQUES  fondation
de l'eau



LES POMPES A MOTRICITE HUMAINE

PRINCIPES CRITERES DE CHOIX
FICHES DE PRODUITS

MINISTRE DE LA COOPERATION ET DU DEVELOPPEMENT
COMITE INTERAFRICAIN D'ETUDE ET DE RECHERCHE HYDRAULIQUE

232.2-90PO-7805



C.I.E.H.

COMITE INTERAFRICAIN D'ETUDES HYDRAULIQUES



CREATION

Mars 1960 à Niamey.

14 ETATS MEMBRES

Bénin (1), Burkina Faso (2), Cameroun (3), Congo (4), Côte d'Ivoire (5), Gabon (6), Guinée-Bissau (7), Mali (8), Mauritanie (9), Niger (10), République Centrafricaine (11), Sénégal (12), Tchad (13), Togo (14).

OBJECTIF

Promouvoir une coopération régionale en matière de ressources en eau par la conduite et la diffusion d'études permettant d'améliorer, d'une part, les connaissances de ces ressources en eau, d'autre part, les méthodologies de leur recherche, de leur mobilisation et de leur gestion.

A cet effet, il élabore et exécute un programme d'activité comportant :

- des études générales ou d'intérêt méthodologique,
- l'appui technique aux Etats membres à leur demande;
- la diffusion des connaissances et des expériences;
- la formation-information.

ORGANISATION

- Un Conseil des ministres qui se réunit tous les deux (2) ans, alternativement dans les Etats membres, pour sanctionner les activités passées du Comité et définir le programme et les moyens futurs.
- Un Secrétariat général comprenant :
 - un Service technique,
 - un Service administratif et financier et
 - un Centre de documentation et d'information.

LES MOYENS DU COMITE

Budget de fonctionnement : contribution égalitaire des Etats membres.

Budget d'investissement : contribution des Etats membres et des aides internationales

LES ACQUIS

- Un Centre de documentation de 12.000 références. La réalisation de plus de 200 études d'intérêt général pour ses Etats membres.
- Un bulletin trimestriel (en 1.000 exemplaires, 60 numéros parus).
- Un réseau d'échanges et de transfert des connaissances sur les ressources en eau.

COOPERATION

Donateurs : FAC, FED, USAID, ACDI...

- Organisations interafricaines : CILSS, CEAO, Conseil de l'Entente, EIER, FSTHER, Liptako, Gourma...
- Organisations internationales : UNESCO, IAO, CEFIGRE, CIR, Banque Mondiale, OMS, OMM, PNUD...
- Organismes d'études et de recherches : ORSTOM, IRAT, CEMA, GREF, BRGM (France), TAMS (USA), AQUATER (Italie), IWACO (Pays-Bas), BGR, GTZ (RFA)...

CHAMP D'ACTIVITES

- Ressources en eau (hydraulique, hydrologie, climatologie, hydrogéologie).
- Utilisation des eaux (hydraulique urbain, villageois, agricole, pastorale, industrielle, fluviale).
- Aspects connexes (hygiène publique, assainissement, législation, pollution, planification, énergie).

MODES D'ACTION

Etudes d'intérêt général. Echanges d'information et de documentation. Envoi d'experts dans les Etats membres à la demande - Enseignement, formation, diffusion des connaissances (organisation de séminaires, ateliers colloques, conférences) Actions d'accompagnement de programmes d'équipements hydrauliques.

SIEGE

B.P. 369, Ouagadougou (01), Burkina Faso. Tél. : 30.71.15 - 30.71.12. Télec 5277 BF.



Ce cahier technique a été réalisé avec le concours du
MINISTRE DE LA COOPERATION ET DU DEVELOPPEMENT
Sous-Direction du Développement Rural - Bureau de l'Hydraulique

Achevé d'imprimer le 30 octobre 1990 - Imprimerie Centre Impression, Limoges.
Dépôt légal : octobre 1990.

© Fondation de l'Eau 1990 - Droits de reproduction et de traduction réservés pour tous pays.

PRIX : 75 FRANCS franco de port France métropolitaine.

BOX 2509 AD The Hague
(070) 814311 ext. 141/142

ISBN 7805
LC: 232.7 9070

PREFACE

L'exhaure de l'eau constitue une contrainte à laquelle doit faire face le milieu rural, tant au point de vue de l'alimentation des populations que pour la mise en place de petits projets de développement à partir des eaux souterraines.

Informers les utilisateurs des différents types de pompe à motricité humaine, de leurs caractéristiques et des critères de choix, s'avère une initiative louable.

Le présent Cahier technique, élaboré dans un langage simple et largement illustré, ne peut que répondre à cette attente.

Par le biais de ce Cahier technique, la Fondation de l'Eau remplit sa mission de formation et de transfert de l'information entre fabricants, fournisseurs et utilisateurs.

La réalisation de ce document a été rendue possible grâce à une contribution financière du Fonds d'Aide et de Coopération de la République française (FAC) et à une participation technique des principaux fabricants de pompes. Nous exprimons à tous nos plus vifs remerciements.

Je souhaite que ce document puisse rendre aux utilisateurs les services qu'ils sont en droit d'en attendre.

Amadou CISSE,
Secrétaire général du CIEH.

Sommaire

Des pages jaunes pour mieux utiliser ce guide

Des pages roses pour tester vos connaissances

Des pages bleues pour les informations

Des pages vertes pour vous aider à résoudre des problèmes concrets et quotidiens

<input type="checkbox"/>	1 POUR QUI, POUR QUOI?	Page 3
	A qui et à quoi peut servir ce guide et la façon de l'utiliser efficacement.	
■	2 JEU-TEST	4
	Pour sonder vos connaissances sur les pompes à motricité humaine. A faire avant et/ou après la lecture du guide.	
■	3 LE SAVEZ-VOUS ?	6
	Quelle eau choisir	6
	La consommation d'eau	10
	Rappels sur le système d'exhaure traditionnel ou à traction animale	10
	Définition de l'hydraulique villageoise	11
■	4 DIFFERENTS TYPES DE POMPE	12
	Poussée mécanique	14
	Différence de pression	15
	Autres principes	16
	De la seringue au piston	18
	Du principe à la technologie	20
	— La remontée de l'eau	20
	— Autres applications	23
	— Les systèmes de commande	24
■	5 CALCULS	26
■	6 CRITERES DE CHOIX D'UNE POMPE A MOTRICITE HUMAINE	28
	Critères technico-économiques	28
	Critères logistiques	29
	Critères sociologiques	29
	Concept de pompe VLOM	30
■	7 FICHES PRODUITS	31
	1. ABI	32
	2. AQUADEV	33
	3. CONSALLEN	33
	4. INDIA	34
	5. KARDIA	35
	6. MOYNO-ROBBINS-MYERS	35
	7. PULSA	36
	8. S 3E (BOURGA)	37
	9. TROPIC (DUBA)	37
	10. UPM	38
	11. VERGNET	39
	12. VOLANTA	39
<input type="checkbox"/>	8 LEXIQUE	40
■	9 PRINCIPAUX CONSTRUCTEURS	41

1



POUR QUI POUR QUOI?

PO

POUR QUI? POUR QUOI?

Ce cahier technique s'adresse aux concepteurs de projets d'hydraulique villageoise, aux fonctionnaires travaillant au sein de ministères impliqués dans l'approvisionnement en eau des zones rurales, aux gestionnaires de services d'eau dans les pays en développement, et à tous ceux qui souhaitent mieux connaître les pompes à motricité humaine.

Les objectifs de la Décennie de l'eau 1981-1990, prévoyant l'accès à l'eau potable pour tous les habitants des zones urbaines et rurales des pays en développement, sont loin d'être atteints. En Afrique, l'amélioration de l'approvisionnement en eau de 10 millions de ruraux par an a tout juste permis de contrebalancer la croissance démographique.

Il est évident que la majorité des populations dont l'approvisionnement en eau demande à être amélioré devront initialement recourir à des solutions peu coûteuses, ne serait-ce que pour des raisons d'ordre financier, comme l'exploitation des eaux souterraines par des pompes à motricité humaine.

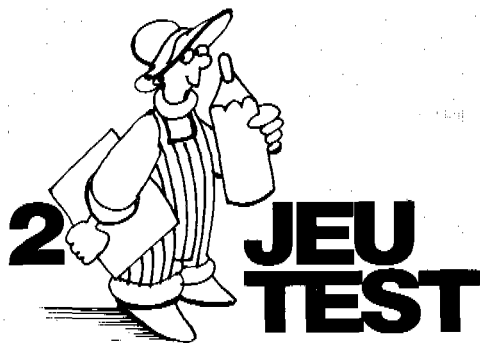
Il importe donc, pour assurer la pérennité des investissements consentis, que le matériel soit choisi en toute connaissance de cause, et que les potentialités des différents matériels présents sur le marché soient bien connues.

COMMENT?

Ce cahier technique peut s'utiliser de plusieurs façons : pour une première lecture, nous vous conseillons de feuilleter l'ensemble afin de bien comprendre la structure, le contenu des pages (voir sommaire) vous indiquant le type d'informations fournies, puis de reprendre au début.

En suivant l'ordre proposé, vous aurez ainsi une bonne compréhension :

- des spécificités de l'hydraulique villageoise,
- du fonctionnement des pompes à motricité humaine,
- des caractéristiques des pompes disponibles sur le marché.



CACHER LA PARTIE "REPONSES AU TEST".

PRENDRE UN CRAYON A PAPIER.
LIRE ATTENTIVEMENT LES QUESTIONS.

COCHER LA OU LES CASES DES REPONSES PROPOSÉES
QUI VOUS SEMBLERENT JUSTES
(pour une même question, une ou plusieurs réponses sont possibles)

CONSULTER LES REPONSES.

1

L'amélioration de l'alimentation en eau permet d'espérer une réduction de la morbidité infantile de :

- a - 10 %
- b - 30 %
- c - 40 à 50 %

2

On a recours aux eaux souterraines parce que :

- a - Elles sont plus faciles à mobiliser
- b - Elles sont disponibles presque partout
- c - Elles sont sûres

3

Le forage, par rapport au puits, est :

- a - Plus cher
- b - Plus rapide à creuser
- c - Plus facile à creuser (avec des moyens locaux)

4

Dans 80 % des forages, le niveau de l'eau se situe :

- a - Entre 5 et 15 mètres

4

- b - Entre 15 et 25 mètres
- c - Entre 25 et 45 mètres

5

La consommation humaine minimum est de :

- a - 10 l/habitant/jour
- b - 15 l/habitant/jour
- c - 20 l/habitant/jour

6

Le nombre de pompes à motricité humaine installées en Afrique de l'Ouest (donnée 1988) est de l'ordre de :

- a - 15.000
- b - 25.000
- c - 40.000

7

Une pompe à piston de surface peut pratiquement aspirer l'eau jusqu'à :

- a - 7-8 mètres
- b - 10,30 m
- c - 15 mètres
- d - plus, si l'opérateur est suffisamment fort

8

Une pompe à piston classique, pour fonctionner correctement, a besoin :

- a - D'un clapet d'aspiration et d'un clapet de refoulement
- b - D'un seul clapet d'aspiration
- c - D'un seul clapet de refoulement

9

L'inertie de la colonne liquide

- a - Présente un inconvénient pour le fonctionnement des pompes
- b - Peut être utilisée avantageusement

10

Les segments d'étanchéité sur le piston de la pompe

- a - Sont absolument nécessaires et présents dans toutes les pompes
- b - Fortement recommandés pour un bon fonctionnement
- c - Dans certains cas, on s'en passe

11

La pompe se désamorce quand :

- a - Le clapet d'aspiration est défectueux
- b - Le clapet de refoulement est défectueux
- c - Les joints de pistons sont défectueux

12

Le changement de joints et clapets est plus facile avec :

- a - Un cylindre ouvert
- b - Un cylindre fermé
- c - C'est aussi difficile dans les deux cas

13

La commande directe du piston peut être utilisée jusqu'à des profondeurs de :

- a - 4 à 7 mètres
- b - 7 à 10 mètres
- c - 12 à 15 mètres
- d - 15 à 20 mètres

14

Les matériaux de construction des pompes sont surtout choisis en fonction de :

- a - Leur poids
- b - Leur prix
- c - Leur résistance mécanique
- d - Leur résistance à la corrosion

15

La force musculaire maximum disponible pour un pompage continu est de l'ordre de :

- a - 9 kgf
- b - 18 kgf
- c - 27 kgf

16

Le produit débit (m^3/h) \times hauteur (m) d'une pompe à motricité humaine exploitée par une personne seule est de l'ordre de :

- a - 11
- b - 18
- c - 26

17

En fonction d'une profondeur d'eau donnée, vaut-il mieux s'orienter vers :

- a - Une pompe munie d'un piston de petit diamètre
- b - Une pompe munie d'un piston de gros diamètre

18

Que signifie le terme "Pompe VL0M" ?

- a - Que c'est une pompe peu chère
- b - Que c'est une pompe à motricité par volant
- c - Que c'est une pompe conçue de telle façon que l'entretien puisse être réalisé au village

19

Quand on regarde pour l'ensemble des projets d'hydraulique le pourcentage de non-fonctionnement des pompes, il est de :

- a - 1 sur 10
- b - 1 sur 4
- c - de 1 sur 2 à 2 sur 3

20

La pompe à motricité humaine la plus utilisée en Afrique de l'Ouest est :

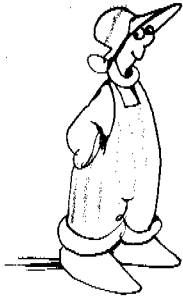
- a - L'hydropompe VERGNET
- b - La pompe ABI
- c - La pompe INDIA

Réponses au test



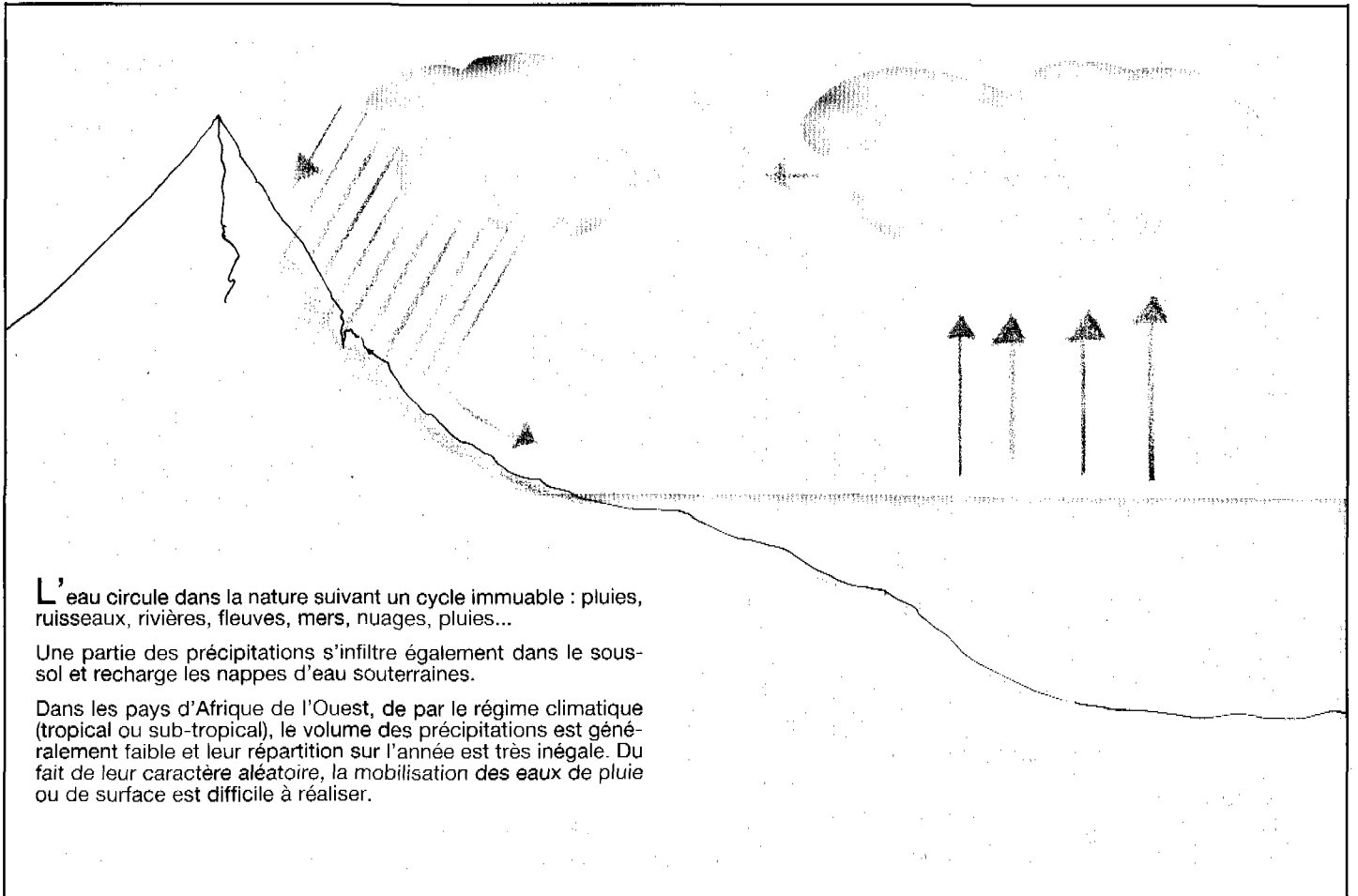
20	a	39
19	c	11
18	c	30
17	a	27
16	b	27
15	b	26
14	a-d	25
13	c	25
12	a	22
11	a-b-c	20-21
10	b-c	21
9	b	13-16
8	a	21
7	a	19
6	c	11
5	b	10
4	b	9
3	b	9
2	b-c	7-8
1	c	7
QUESTIONS	REPONSES	VOIR PAGE

4



LE SAVEZ-VOUS?

QUELLE EAU CHOISIR ?



L'eau circule dans la nature suivant un cycle immuable : pluies, ruisseaux, rivières, fleuves, mers, nuages, pluies...

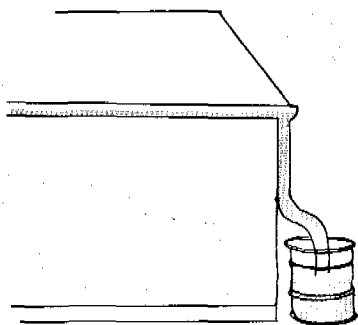
Une partie des précipitations s'infiltré également dans le sous-sol et recharge les nappes d'eau souterraines.

Dans les pays d'Afrique de l'Ouest, de par le régime climatique (tropical ou sub-tropical), le volume des précipitations est généralement faible et leur répartition sur l'année est très inégale. Du fait de leur caractère aléatoire, la mobilisation des eaux de pluie ou de surface est difficile à réaliser.

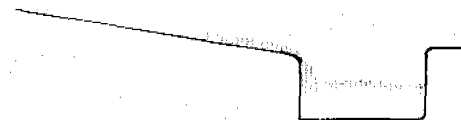
LES EAUX DE SURFACE

On peut utiliser les solutions suivantes :

L'eau de pluie peut être captée directement par les populations, soit par récupération des eaux de ruissellement de toiture dans des citernes, soit dans des impluviums (éternues du sol imperméabilisées, canalisées vers des citernes).

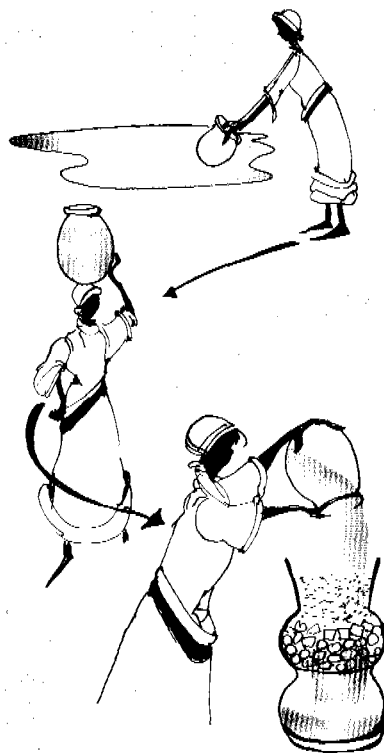


Eaux de ruissellement de toiture.



Impluvium.

Les eaux de surface (mares, marigots, bas-fonds, rivières ou fleuves) peuvent être utilisées par la population si elles sont traitées, c'est-à-dire filtrées et désinfectées; ces opérations, si elles sont en général convenablement réalisées à grande échelle pour l'alimentation en eau des villes, sont difficilement reproductibles à petite échelle. Des filtres à deux étages (sable et charbon de bois) ont été expérimentés avec de bons résultats, mais leur entretien n'est pas souvent maîtrisé par les utilisateurs.



Finalement, les plus gros obstacles à l'utilisation des eaux de surface reste leur mauvaise qualité; elles sont polluées, au sens physique et bactériologique du terme (matières en suspension, turbidité, couleur, goûts, odeurs, présence de germes de maladies et de bactéries indicatrices de pollutions domestiques et animales). Et la première qualité que l'on demande à l'eau, c'est de nous permettre de vivre en bonne santé. Sans eau, la vie devient impossible, les villages sont désertés; avec une eau de mauvaise qualité, les villageois sont handicapés par des maladies d'origine hydrique. Le problème est donc d'alimenter les populations avec une eau **potable**, c'est-à-dire ne risquant pas de porter atteinte à leur santé.



5 millions
d'enfants
meurent
par an
à
cause de l'eau
non potable

Des études récentes (1982) évaluent à 5 millions par an le nombre de décès d'origine diarrhéique (principalement des maladies d'origine hydrique) pour les enfants de moins de 5 ans. Les mêmes études montrent que l'on peut espérer une réduction de 40 à 50 % de cette morbidité en améliorant l'approvisionnement en eau, en termes de qualité et de quantité.

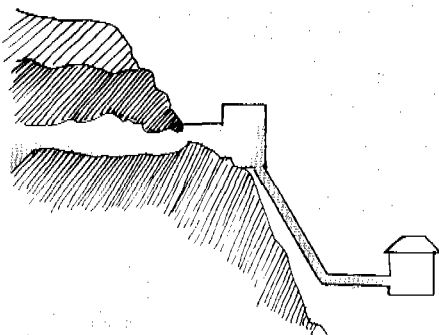
LES EAUX SOUTERRAINES

Les eaux souterraines sont donc préférables aux eaux superficielles, car elles sont relativement salubres. En effet, les eaux souterraines, du fait de la protection par les couches de terrain supérieures et de leur infiltration à travers les couches du sol et du sous-sol, sont généralement de bonne qualité.

On peut les mobiliser par :

LES SOURCES

Une source est l'exutoire naturel d'une nappe d'eau souterraine; souvent localisées dans des zones accidentées, elles nécessitent un captage et la pose d'un tuyau d'adduction jusqu'au village. C'est une source d'approvisionnement sûre, mais peu fréquente.

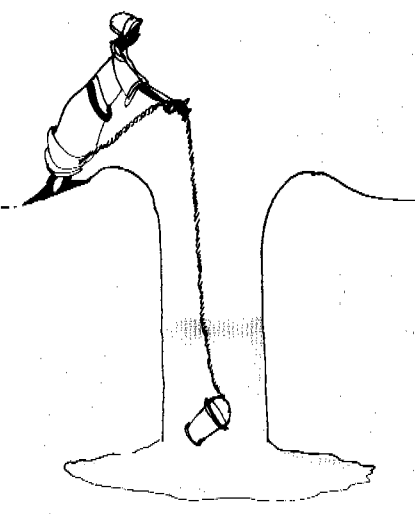


LES PUIITS

Le puits est un trou cylindrique vertical d'assez grand diamètre (1 à 2 mètres), qui va capter l'eau d'une nappe aquifère ou d'un terrain gorgé d'eau. Sa profondeur est généralement faible (10, 20, voire 30 mètres). On distingue :

LES PUIITS TRADITIONNELS :

Ils sont creusés par les populations, avec des moyens rustiques. Suivant les caractéristiques du terrain, l'ouvrage sera un puisard, à caractère temporaire (nappes libres ou phréatiques, dans des terrains meubles), ou un puits permanent, plus profond et creusé par des puisatiers chevronnés. Dans un cas comme dans l'autre, l'inconvénient majeur de ces ouvrages est de ne capter qu'une très faible hauteur de la nappe (0,5 à 1 mètre); ils sont donc soumis aux aléas des fluctuations de niveau et se comblent très rapidement.



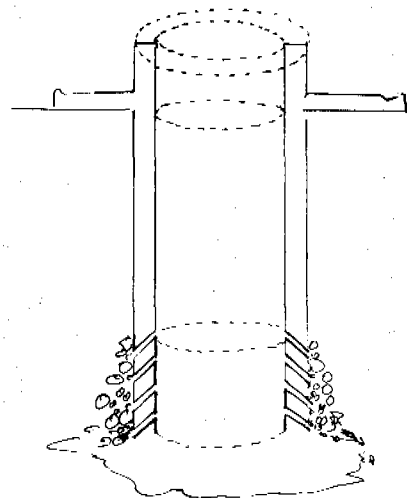
LES PUIITS MODERNES :

Ils sont creusés par des puisatiers expérimentés et peuvent être réalisés dans tous les terrains. Le puits se compose de trois parties :

- **L'équipement de surface** : margelle, dalle et les équipements annexes, abreuvoirs, puits perdus...

- **Le cuvelage**, du niveau du sol jusqu'au niveau de l'eau; il est généralement réalisé en béton et constitué de buses pleines préfabriquées; il peut aussi être coulé directement. Il existe également des cuvelages métalliques (Armco, Vallourec);

- **Le captage**, partie pénétrant dans l'aquifère; il sera constitué de buses perforées, pénétrant d'une hauteur suffisante dans la nappe (de 4 à 6 mètres, voire plus). Un massif de gravier, intercalé entre le terrain et les buses permet une filtration de l'eau et évite le colmatage du puits.



Ces puits assurent un très bon captage de l'eau, mais nécessitent des matériels lourds pour leur creusement (treuils, grues, bennes preneuses). Le délai de réalisation est long (plusieurs mois) et leur coût élevé. Par contre, leur débit est plus important; ils peuvent répondre à la fois à des besoins domestiques, pastoraux ou agricoles. De par leur taille, plusieurs personnes peuvent puiser l'eau en même temps; leur volume offre une certaine réserve. Un problème subsiste : si le puits reste ouvert (moyen de puisage traditionnel), il y a risque de contamination de l'eau et d'ensablement.



LES FORAGES

Le forage est un trou cylindrique vertical, de petit diamètre (10 à 30 centimètres en hydraulique villageoise), qui va capter l'eau d'une couche aquifère souterraine. Il est réalisé avec des foreuses, machines sophistiquées qui nécessitent une main-d'œuvre très compétente.

Les forages assurent un excellent captage de l'eau et sont réalisés dans un délai très bref; leur coût est élevé. Ils captent l'eau sur une grande hauteur de l'aquifère, mais leur débit est lié à la formation du sous-sol (terrain sédimentaire ou terrain fracturé). Du fait du faible diamètre de l'ouvrage, seule une pompe (à motricité humaine, éolienne, électrique...) permet de rendre l'eau de l'ouvrage disponible. Dans ce cas, l'eau est beaucoup mieux protégée de la pollution.

La technique du forage a réalisé un important progrès depuis quinze ans grâce à la mise au point de nouveaux moyens d'investigation et de foration :

- Pour la prospection, des méthodes géophysiques telles que l'électromagnétisme VLF permettent de couvrir rapidement de très grandes surfaces; la photo-interprétation permet l'investigation de zones de socles jusqu'alors ignorées. La télédétection s'avère prometteuse.

- Pour le forage, une nouvelle méthode (le marteau fond de trou, monté sur des machines légères) permet de creuser très rapidement des formations dures (zones de socle).

Les résultats en sont probants : seulement 20 % d'échecs (forages secs) dans les campagnes de forages, avec un niveau d'eau situé entre - 15 et - 25 mètres dans 80 % des cas. Un forage de 4" (10 centimètres de diamètre) d'environ 60 mètres de profondeur est réalisé dans la journée.

Pour conclure, le forage est intéressant dans le cas de programmes importants, quand on veut multiplier les points d'eau :

- Il est rapide à exécuter, moins cher que le puits, l'eau est sûre, le débit offert est compatible avec des usages domestiques. On peut l'exécuter dans tous types de formation de terrain.

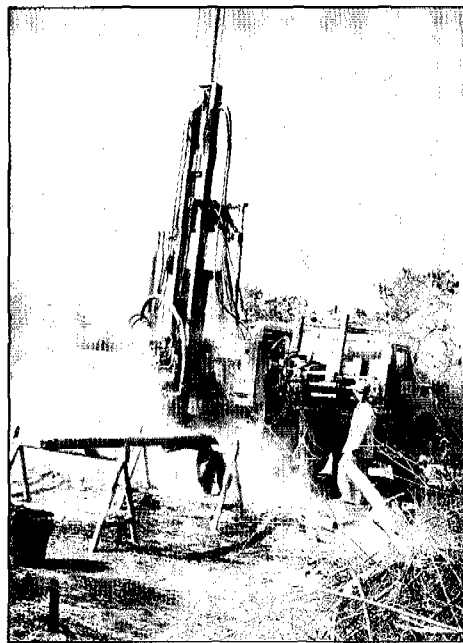
- Cependant, il n'y a pas la possibilité de recourir à des techniques de puisage traditionnelles lorsque la pompe qui l'équipe est hors service. Le coût de l'eau (achat pompe et entretien) est assez important.

Le puits, très long à creuser, et cher si l'on utilise des techniques modernes, sera intéressant pour les besoins pastoraux et agricoles : gros débit instantané, puisage à plusieurs, fiable.

Certaines méthodes mécanisées permettent néanmoins de réaliser des puits dans des délais très rapides.

Hormis le cas où le puisage est réalisé par une pompe (et l'on retombe sur les inconvénients du forage), on n'aura pas de garantie sur la qualité de l'eau.

Il y a complémentarité de ces deux types d'ouvrages.



Forage au marteau fond de trou.

LA CONSOMMATION D'EAU

Après des études menées au Burkina Faso, au Niger et au Tchad, il apparaît que la consommation humaine est en moyenne dans ces pays de 15 l/j.

La moitié est consacrée à la boisson, le reste étant partagé entre la cuisine et la toilette. A cette consommation humaine il faut rajouter la consommation domestique : vaisselle, lessive, abreuvement du petit bétail (on peut envisager pour cette dernière un recours aux sources d'eau traditionnelles).

La population moyenne des villages à approvisionner est de l'ordre de 300 à 500 habitants. Au-delà de 1.000 à 2.000 habitants, une alimentation en eau par motopompe électrique est mieux adaptée. Cette population correspond à un volume d'eau de 6 à 10 mètres cubes par jour. Avec une durée d'utilisation moyenne de 10 heures par jour, le débit des pompes doit être de 600 à 1.000 litres par heure, tout à fait compatible avec les caractéristiques des puits et des forages.

On pourrait envisager d'avoir des pompes de plus gros débit, permettant d'alimenter de plus gros villages; mais leur prix, leur mise en place, leur entretien sont plus lourds, leur manœuvre plus difficile. Il apparaît préférable de multiplier les points d'eau, de façon à obtenir une relative sécurité d'approvisionnement, ou encore d'équiper les points d'eau de plusieurs petites pompes.

Dans les forages de type hydraulique villageoise en diamètre intérieur 110 millimètres, on ne peut installer raisonnablement plus de deux pompes à commande hydraulique. Il y a eu des expériences en Côte d'Ivoire au cours desquelles on a essayé quatre pompes Vergnet par forage. Cela posait des problèmes de conception de la margelle. On ne peut donc pas équiper les points d'eau de **plusieurs petites** pompes.



Puiette (chambre à air).



Dérou.

RAPPELS SUR LE SYSTEME D'EXHAURE TRADITIONNEL OU A TRACTION ANIMALE

Pour les puits traditionnels, les villageois utilisent la puiette et la corde; la puiette est en peau ou en caoutchouc (chambre à air travaillée).

Le coût annuel de ce matériel n'est pas négligeable pour la famille et la conduit parfois à réutiliser les eaux de surface, marigots ou bas-fonds, avec les risques qui y sont liés.

Des portiques ou des systèmes à poulie permettent de puiser plus facilement.

En zone pastorale ou agricole, on aura recours à la traction animale, à l'aide du dérou. Compte tenu de la puissance des animaux, cela permet de tirer de gros débits des puits.

Des manèges industriels permettent d'améliorer l'efficacité du puisage. Ces systèmes (manèges exceptés) nécessitent un puits ouvert, et il y a risque de contamination de l'eau.

DEFINITION DE L'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE

Quel est l'objectif des projets d'hydraulique villageoise ?

— Permettre à un plus grand nombre de personnes d'accéder à une alimentation en eau correcte, en termes de qualité et de quantité;

— Enrayer les cycles de contamination des populations par les maladies d'origine hydrique;

— Accélérer le développement rural.

En 1976, des organisations non gouvernementales (Mali Aqua Viva) ou des états (Côte d'Ivoire) se sont lancés dans de vastes programmes. Dès 1977, la coopération bilatérale, par le biais du FAC, et internationale, FED, USAID, sont, elles aussi, intervenues.

La décennie de l'Eau potable et de l'Assainissement a fixé un très bref intervalle : 1981-1990, pour réaliser ces objectifs, et les besoins des pays en développement sont immenses : 1 milliard 800 millions de personnes n'ont pas accès à l'eau dans des conditions minimales.

Pour répondre dans les délais les plus brefs, et à un moindre coût, aux exigences de l'alimentation en eau des populations rurales, la solution du forage équipé d'une pompe à motricité humaine s'est révélée la mieux adaptée :

— Les eaux souterraines sont sûres et disponibles en quantité suffisante;

— Les méthodes d'investigation modernes permettent une localisation rapide et précise des points d'eau;

— Le forage permet un accès rapide et à moindre coût à la ressource;

— La pompe à motricité humaine permet de répondre aux débits requis pour un coût minimal.

Ce choix, excellent en théorie, ne conduit pas toujours sur le terrain à tous les bénéfices escomptés : quelques années après leur réalisation, certains programmes d'hydraulique villageoise présentent des résultats décevants : dans certains cas, deux points d'eau sur trois sont abandonnés.

A cela, plusieurs raisons possibles :

— Le point d'eau est trop loin du village;

— La nouvelle ressource n'est pas acceptée par les villageois (goût...);

— Les villageois ne savent pas, ne peuvent pas ou ne veulent pas assurer l'entretien des équipements;

— Les équipements sont inadaptés aux conditions africaines, ou des pays en développement en général.

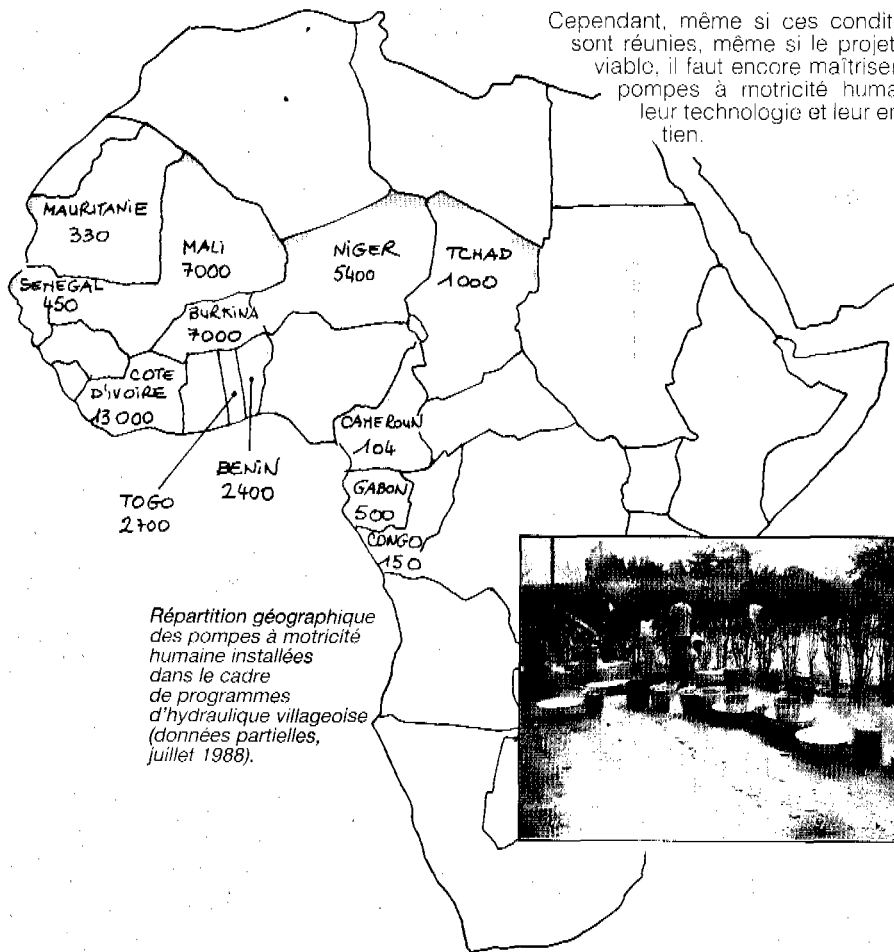
Après étude des causes d'échecs, on s'aperçoit qu'une des causes les plus répandues est la non-association des bénéficiaires, les villageois eux-mêmes aux objectifs du projet. Pour assurer la pérennité du projet, il apparaît essentiel que la communauté par-

ticipe effectivement dès la conception (choix des sites, volonté d'une amélioration du point d'eau), ainsi qu'à l'exécution (aide aux travaux, investissement humain), à l'entretien des équipements (nécessité d'une formation) et au financement (paiement de la pompe, cotisation en vue de l'achat des pièces détachées) du point d'eau.

Un programme d'hydraulique villageoise, ce n'est pas uniquement un programme de travaux, mais aussi un programme d'actions de sensibilisation, d'animation, de formation des communautés villageoises.

Dans la majorité des pays concernés par les pompes à motricité humaine, l'entretien des pompes est basé sur une participation active des populations par la création de comités villageois de points d'eau et un réseau d'artisans réparateurs en relation avec des magasins décentralisés (ou dépositaires) du fournisseur du modèle de pompe.

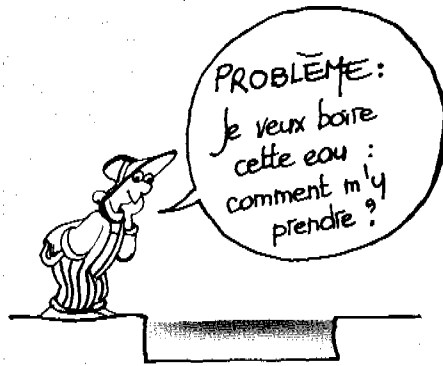
Cependant, même si ces conditions sont réunies, même si le projet est viable, il faut encore maîtriser les pompes à motricité humaine, leur technologie et leur entretien.



Répartition géographique des pompes à motricité humaine installées dans le cadre de programmes d'hydraulique villageoise (données partielles, juillet 1988).



4. DIFFERENTS TYPES DE POMPES



A
**POUSSEE
 MECANIQUE**
 (MACHINES
 ELEVATOIRES)

B
**DIFFERENCE
 DE PRESSION**

Sans instrument



Je forme un récipient
 avec mes mains.



Puis j'élève mes mains plus haut
 que ma bouche pour faire
 descendre l'eau.



Je peux aussi aspirer

C
**AUTRES
 PRINCIPES**

Avec un instrument, cela peut nous donner ceci :



J'utilise un récipient....



... que j'élève.



J'aspire avec une paille.

Si le niveau de l'eau est plus bas que celui du sol :



Si le niveau de l'eau est beaucoup plus bas ($> \text{à } 7\text{m}$) :



trop fatigant!



Eh, ça ne marche plus...

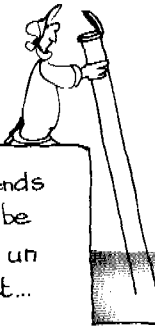
A
Pour l'explication technique, voir page 14



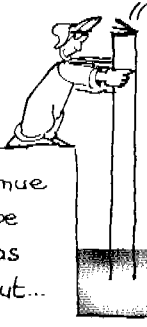
B
Voir Page 15



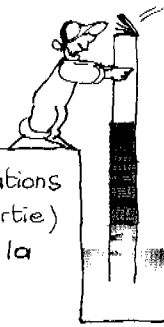
Je prends un tube avec un clapet...



Je remue le tube de bas en haut...



- Par oscillations successives (inertie) l'eau monte à la surface.

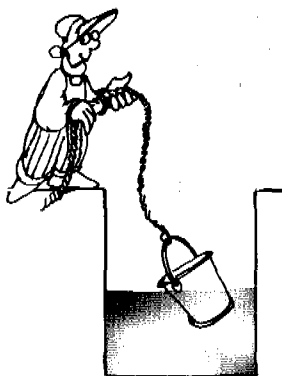


C
Et pour d'autres principes, voir page 16



A. POUSSEE MECANIQUE

(Machines élévatrices)



Exemple typique :
la corde et le seau.

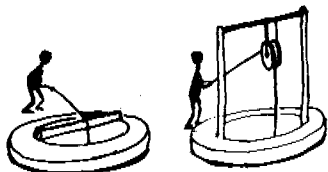
Pour améliorer le système, examinons les inconvénients :

1 LE SEAU EST LOURD A TIRER

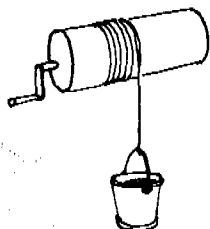
On peut utiliser :

- un portique

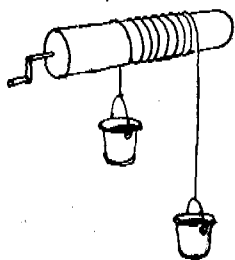
sans ou avec poulie.



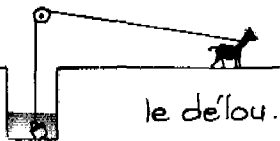
- Un treuil avec une manivelle



- Un système double-seau



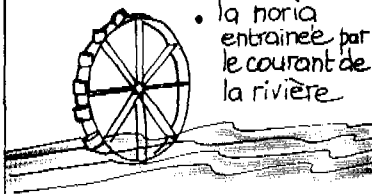
- Et dans les cas de grands débits et de grandes profondeurs, des animaux pour tirer la corde :



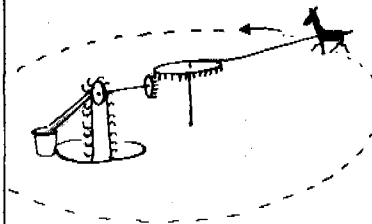
2 LE SYSTEME EST DISCONTINU.

On peut constituer une chaîne ininterrompue :

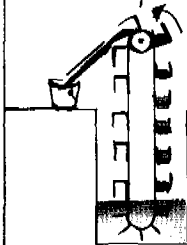
- la noria entraînée par le courant de la rivière



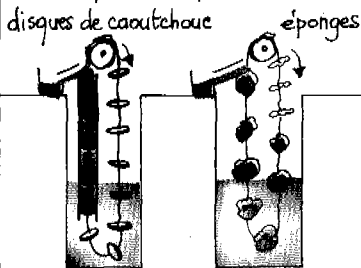
- La saquieh



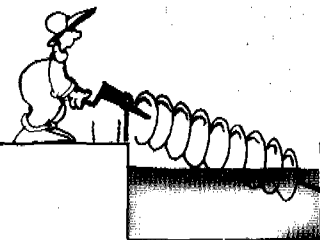
- la pompe à godets



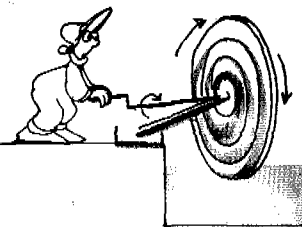
- les pompes à chapelets hydrauliques



3 ON PEUT UTILISER AUSSI :



- Une vis d'Archimède (pour faible profondeur et gros débit)



- Un tympan en spirale.

B. DIFFERENCE DE PRESSION

(Exemple : utilisation de la pression atmosphérique)



L'EAU en fait n'est pas aspirée. ALORS, QUE SE PASSE -T-IL ?

L'eau est soumise à la pression atmosphérique.

Quand j'aspire, je crée dans le tuyau un vide, une dépression...

C'est à dire, que je diminue la pression qui s'exerce sur l'eau...

Et l'eau monte dans le tuyau.

En quelque sorte, l'eau monte parce que la pression atmosphérique la pousse...

En théorie, la pression atmosphérique ne peut pas la pousser plus haut que 10,33 m *

La pression atmosphérique n'est pas assez forte pour pousser plus haut...

Le problème consiste donc à créer une dépression, un vide...

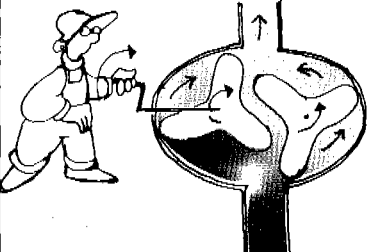
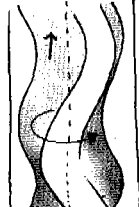
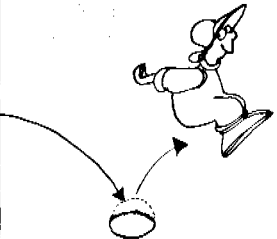
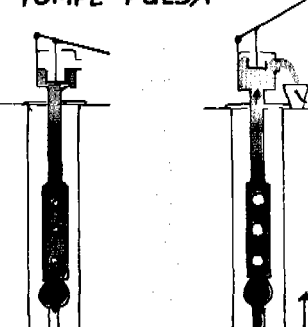
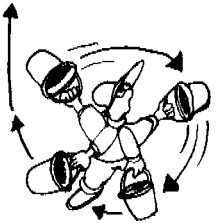

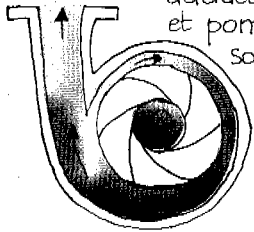
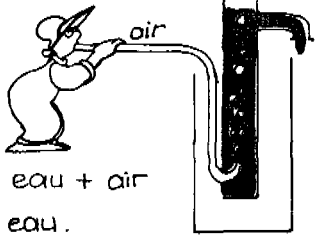
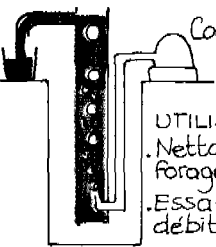
Je peux utiliser une ... seringue, c'est à dire un piston dans un cylindre

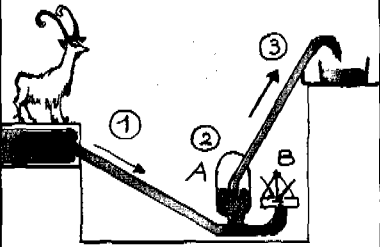
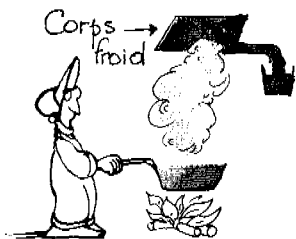

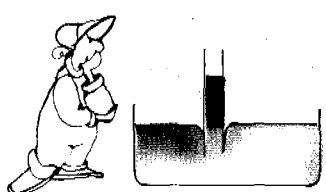

Quand je tire sur le piston, un vide se crée, l'eau monte dans le piston : c'est l'ASPIRATION

Si je repousse le piston, je refoule l'eau : c'est LE REFOULEMENT

* Attention, cette pression atmosphérique n'est pas constante, elle varie en fonction du lieu, de l'altitude et des conditions météo.

C. AUTRES PRINCIPES

PRINCIPE		TYPE DE POMPE
<p>VARIATION VOLUMETRIQUE</p> 	<p>Le volume de la chambre augmente (aspiration) puis diminue (refoulement)</p> <p>Les volumes successifs engendrés sont créés par des pièces animées d'un mouvement de rotation. Il n'y a pas de clapets.</p>	<p>POMPE A ROTOR HELICOÏDAL (OU A VIS EXCENTRÉE)</p>  <p>Exemple: Pompe monolift.</p>
<p>OSCILLATION D'EAU</p> 	<p>La compression, puis la détente de boules élastiques dans le cylindre provoque une oscillation de la colonne d'eau au refoulement, et une remontée à la surface.</p>	<p>POMPE PULSA</p> 
<p>FORCE CENTRIFUGE</p> 	<p>. Prenez un seau d'eau . Faites le tourner très rapidement . Lâchez le. . Le seau partira tangentiellement. . Les pompes centrifuges</p>  <p>utilisent ce principe.</p>	<p>POMPE CENTRIFUGE</p> <p>UTILISATION: grosses aductions d'eau et pompage solaire</p> 
<p>DIFFERENCE DE DENSITE</p>  <p>air</p> <p>eau + air eau.</p>	<p>Le mélange eau + air, plus léger que l'eau, va remonter.</p> <p>Evidemment, on ne peut pas souffler sans arrêt.</p> <p>On installe donc un compresseur, appareil qui fabrique de l'air comprimé.</p>	<p>POMPE A EMULSION</p>  <p>Compresseur.</p> <p>UTILISATION: . Nettoyage de forage . Essais de débits.</p>

PRINCIPE		TYPE DE POMPE
<p>COUP DE BELIER</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1- Chute d'eau 2- Une partie de l'eau est évacuée (B) l'autre partie est captée dans la cloche (A)... 3... puis refoulee vers un réservoir placé 4 à 20 fois plus haut que la hauteur de chute. 	<p>Exemple :</p> <p>La pompe CYPHELLY (pour puits et forages).</p> <p>Elle peut aussi être motorisée (solaire, éolienne, moteur à essence.)</p>
<p>EBULLITION CONDENSATION</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Faites chauffer de l'eau • Elle se transforme en vapeur • Mettez un corps froid sur le trajet • La vapeur se condense à nouveau en eau. 	
<p>CAPILLARITE</p> 		



Parmi tous ces principes, celui de l'utilisation de la pression atmosphérique dans les pompes à piston est le plus développé. Pour en bien comprendre le fonctionnement,....

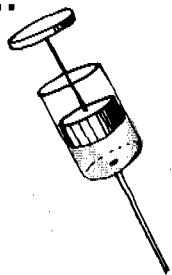


... nous allons perfectionner la seringue...

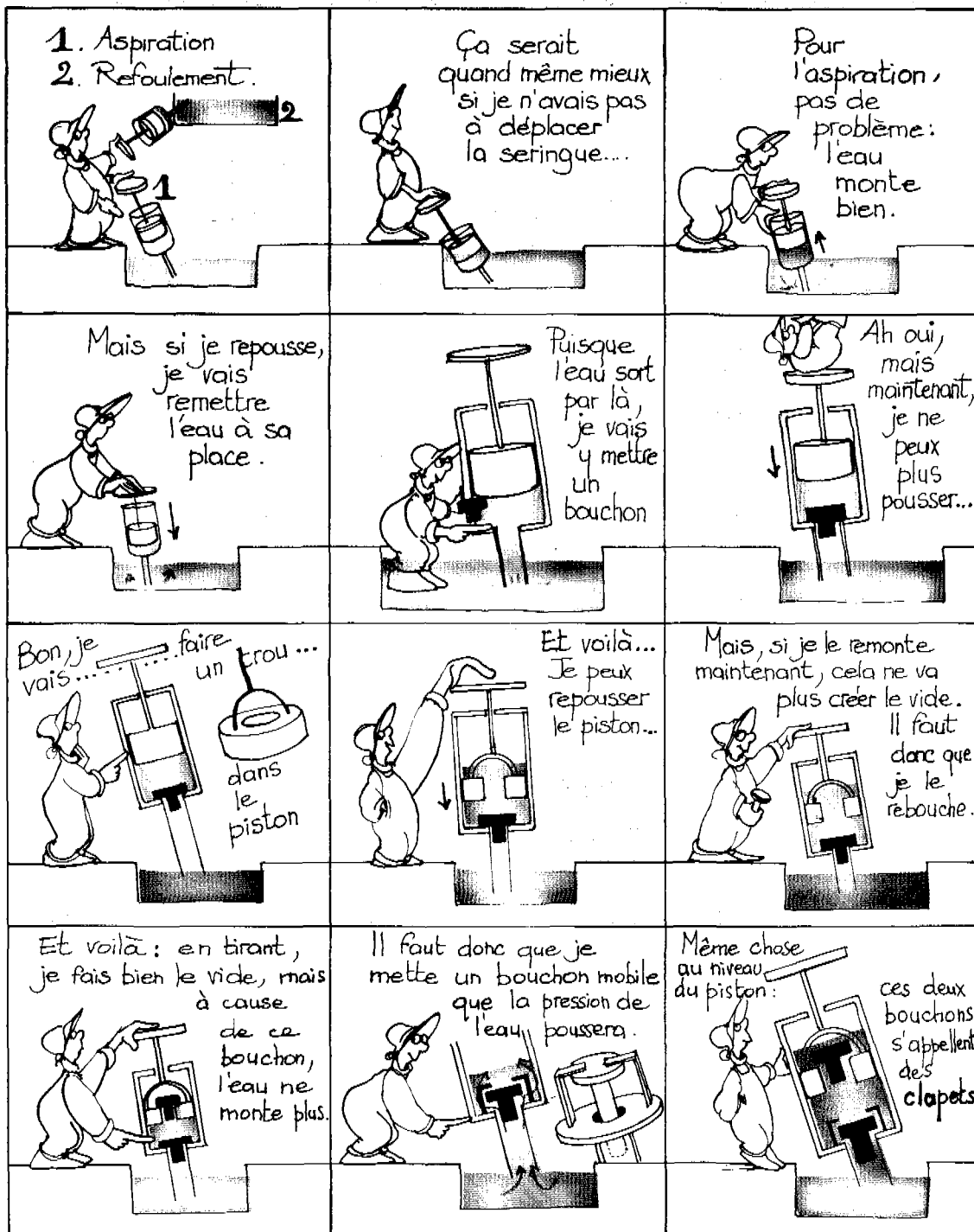
.. pour en faire une pompe..

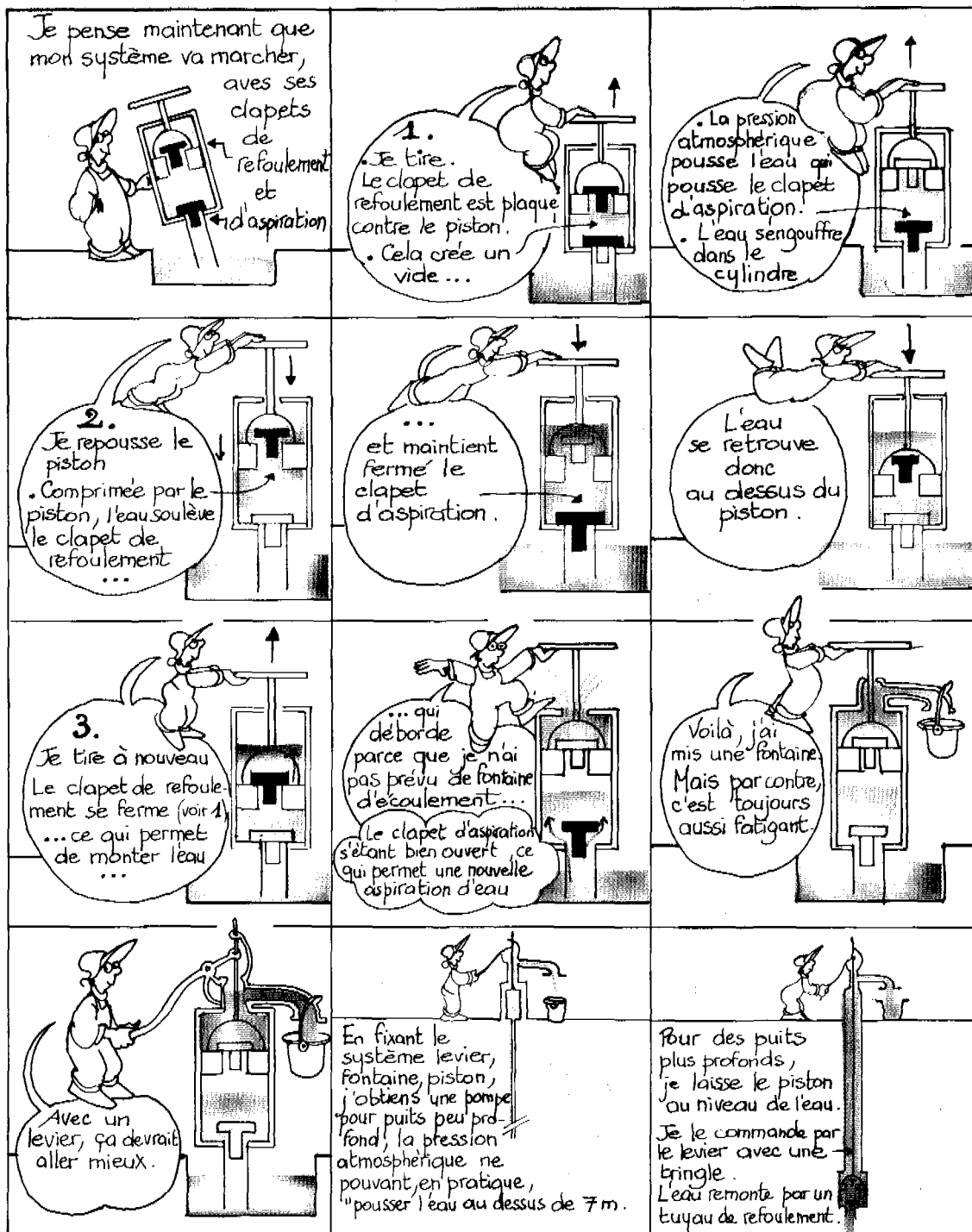


D. DE LA SERINGUE A...



LA POMPE A PISTON


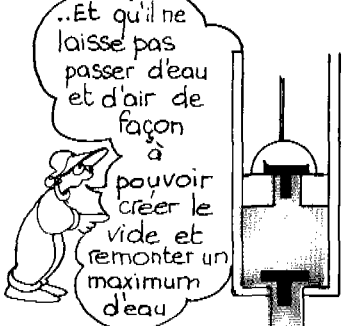

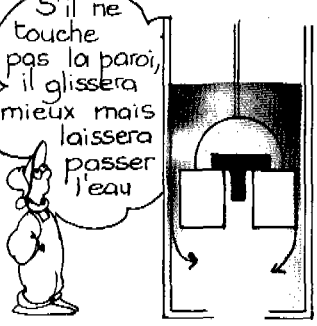

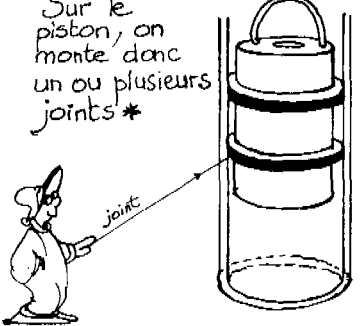
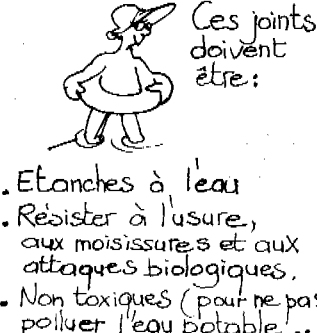
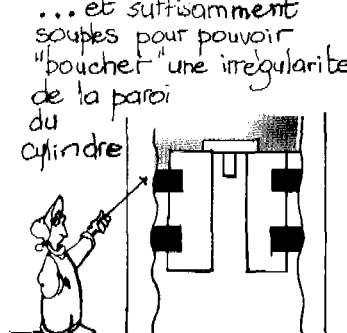


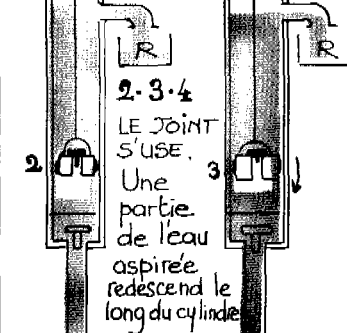
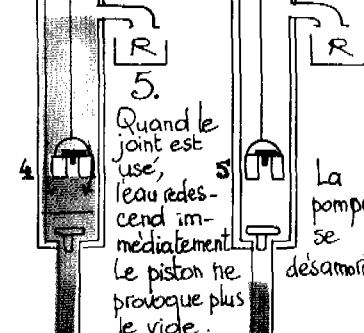




UNE MAJORITÉ DE POMPES fonctionnent sur ce principe...

E. DU PRINCIPE A LA TECHNOLOGIE

a. La remontée de l'eau

<p>Pour que cela marche bien, il faut donc que le piston glisse facilement dans le cylindre...</p> 	<p>..Et qu'il ne laisse pas passer d'eau et d'air de façon à pouvoir créer le vide et remonter un maximum d'eau</p> 	<p>Si le piston touche directement la paroi du cylindre:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Il glissera très mal. 2. Il s'usera très rapidement. 
<p>S'il ne touche pas la paroi, il glissera mieux mais laissera passer l'eau</p> 	<p>On pourrait mettre de l'huile, ça glisserait bien et l'eau ne passerait pas...</p> <p>Par contre, l'eau ne serait pas très bonne!</p> 	<p>Sur le piston, on monte donc un ou plusieurs joints *</p> 
<p>Ces joints doivent être:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Etanches à l'eau . Résister à l'usure, aux moisissures et aux attaques biologiques. . Non toxiques (pour ne pas polluer l'eau potable ...) 	<p>... et suffisamment souples pour pouvoir "boucher" une irrégularité de la paroi du cylindre</p> 	<p>Ainsi, ce n'est pas le piston qui s'use, mais le joint.</p> <p>Regardons ce qui se passe quand le joint s'use.</p> 
<p>1. LE JOINT EST NEUF</p> <p>A chaque coup de pompe, la quantité d'eau refoulee (R) est la même que la quantité d'eau aspirée (A)</p> 	<p>2-3-4 LE JOINT S'USE.</p> <p>Une partie de l'eau aspirée redescend le long du cylindre</p> 	<p>5. Quand le joint est usé, l'eau redescend immédiatement. Le piston ne provoque plus le vide.</p> <p>La pompe se désamorce</p> 

— Ces joints ont d'abord été fabriqués en cuir, avec la forme d'une coupelle; ils sont faciles à remplacer mais piègent le sable et finissent par user le cylindre.

— On les trouve maintenant en caoutchouc synthétique en forme de V, de U ou de L.

Le cylindre, lui, a été directement usiné dans un corps en fonte (pompe de surface), ou est constitué d'un cylindre de laiton, en acier inoxydable, ou en matériau synthétique (plastique armé de fibre de verre).

* 1. Pour pallier cet incon-
vénient, certains construc-
teurs ont supprimé les
joints ou segments de pis-
tons :

- Pompe à pistons multi-
ples (pompe UPM) : la mul-
tiplication des pistons pal-
lie leur mauvaise élan-
chéité.

- Navette ajustée dans le
cylindre (pompe ALMA) :
un piston long (ou navette),
muni de gorges de
détente, coulisse sans fro-
tement et sans fuite dans
son cylindre usiné.

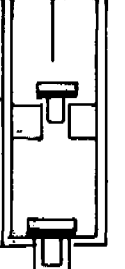
- Piston sans joint (pompe
VOLANTA).

Il est donc
TRES IMPORTANT
de REMPLACER
les joints
dès qu'ils
commencent
à être
usés *1



Il y a également
des joints au
niveau des clapets

pour
assurer la
aussi une étanchéité parfaite




Il existe
plusieurs types
de clapets:

à clapet battant


en champignon
ou conique.

à boule

à opercule coulissant.



Certains n'utilisent
pas de joints,
l'étanchéité étant
assurée par
le poids et
la forme,
mais TOUS
LES CLAPETS
S'USENT.



Si le clapet
d'aspiration
commence à être
usé, une partie
de l'eau aspirée
va redescendre.
Le débit de
refoulement
va donc
diminuer

PERTE

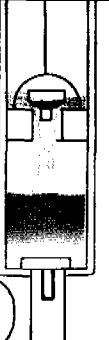


Si le clapet
d'aspiration est
très usé, toute
l'eau peut redes-
cendre : la pompe
peut ainsi
se
désamor-
cer *2

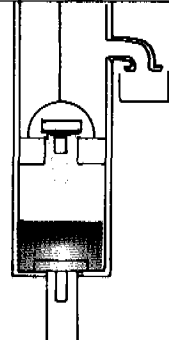


* 2. Sur certaines pompes,
on dispose d'un clapet de
pied (anti-retour) sous le
clapet d'aspiration (pompe
ABI MN).


Si c'est le
clapet de refou-
lement qui est usé,
une partie de l'eau
va redescendre...



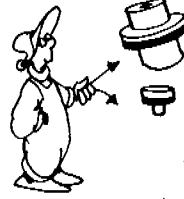
... ce qui va
d'abord
diminuer le
débit pour
peu à peu le
réduire à zéro.




Il faut donc, là aussi,
changer les joints ou les
clapets dès qu'ils commen-
cent à être usés.



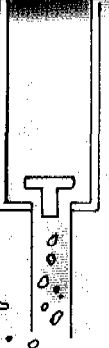
En résumé...
les joints et les clapets
s'usent, ce qui peut gêner
et même
arrêter
la
montée
de
l'eau.

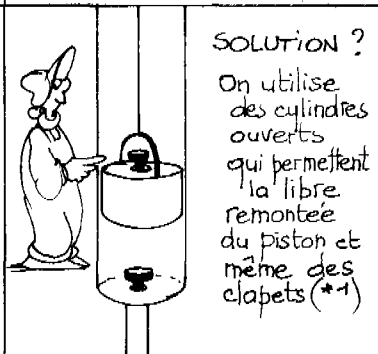
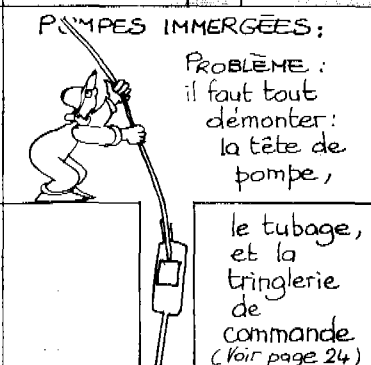
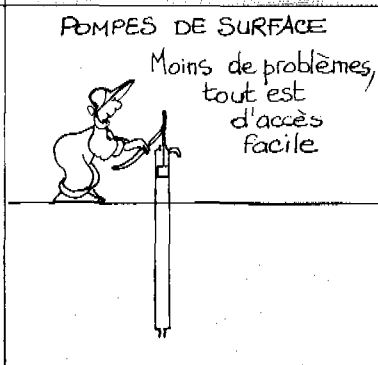
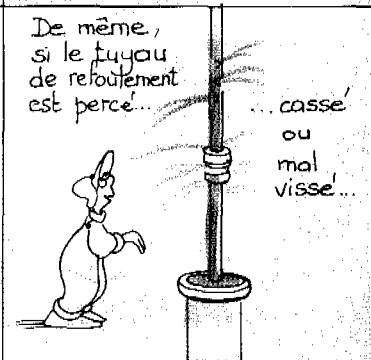
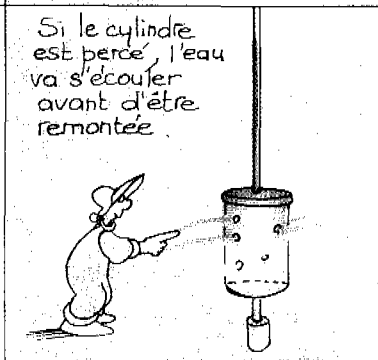
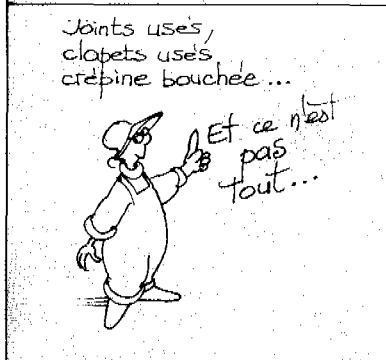
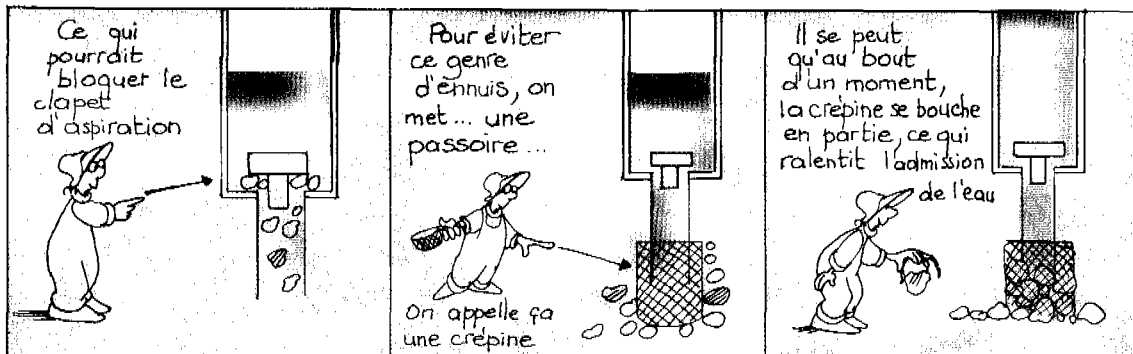


Mais il peut exister
d'autres causes à une mau-
vaise remontée de l'eau.
Reprenons à
la source.



Des saletés
peuvent
monter avec
l'eau.

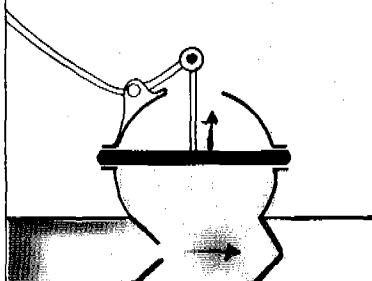




- * 1. Pompe UPM
Pompe AQUADEV
Pompe VOI ANTA
Pompe TROPIC
- * 2. Pompe VERGNET
Pompe PULSA
Pompe GUIRAUD

b.
Autres
applications

POMPE
A DIAPHRAGME



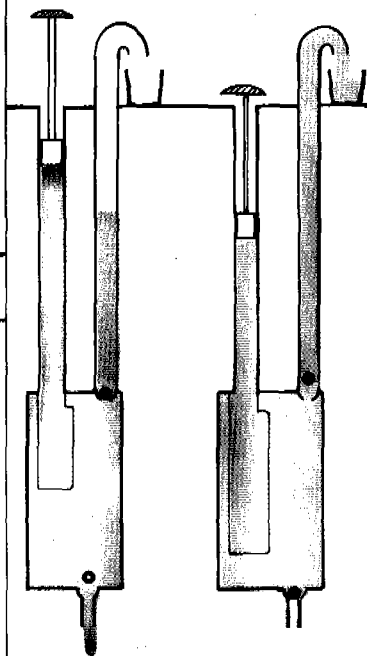
Basée sur le même principe que la pompe à piston, on trouve la pompe à diaphragme ou à membrane (type pompe RENSON, encore appelée pompe crapaud) :

La variation du volume qui engendre la dépression n'est pas obtenue par un système piston-cylindre, mais par une membrane souple se déplaçant à l'intérieur d'un corps rigide, équipé de clapets d'aspiration et de refoulement.

La membrane peut être actionnée par un levier ou par de l'air comprimé (Pompe SAND PIPER ATLAS COPCO), parfois utilisée pour curer des puits.

Mais la pompe est encombrante et installée en surface, ne convient que pour de faibles hauteurs d'aspiration.

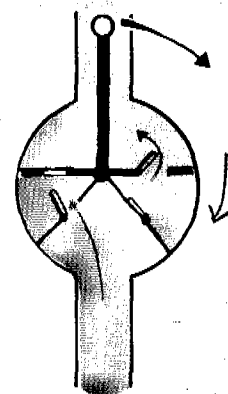
HYDROPOMPE
VERGNET



En exploitant ce système de membrane et en l'appliquant au pompage de l'eau pour puits profond, on trouve l'hydro-pompe VERGNET :

— Pour avoir l'encombrement minimum, la membrane devient une boudruche, se dilatant en longueur dans un cylindre fermé muni de deux clapets.

POMPE
JAPY



Enfin, pour obtenir une variation de pression, il existe une pompe alternative rotative (pompe JAPY) :

— La variation de volume (qui engendre la dépression) est obtenue par le déplacement d'un secteur angulaire à l'intérieur d'un corps cylindrique, les deux munis des clapets.

-- Le mouvement est donné par un petit levier, actionné successivement à gauche puis à droite.

Très simple, cette pompe ne peut convenir que pour des puits peu profonds; elle a un faible débit.

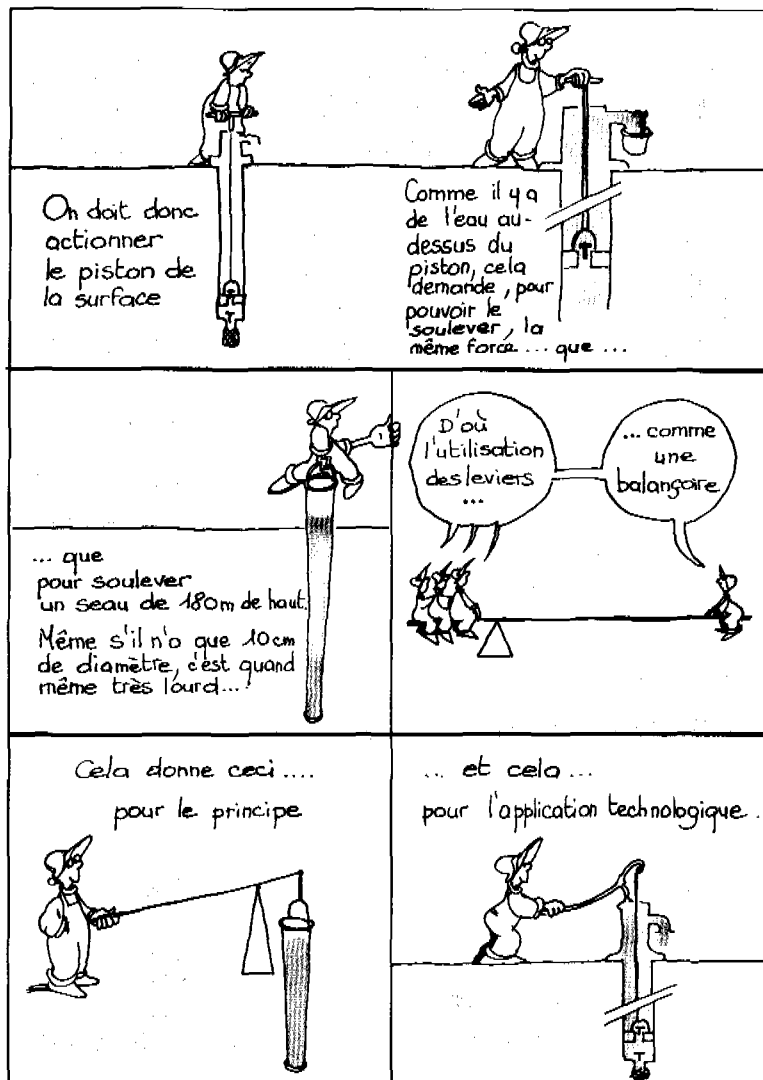
— Pour s'affranchir d'un train de tige pouvant être à l'origine de problèmes (voir suite), la déformation de la boudruche est d'origine hydraulique : la boudruche remplie d'eau est soumise à une pression exercée depuis la surface par une pédale dans un circuit fermé.

• On comprime la pédale → haute pression dans le circuit hydraulique fermé → dilatation de la boudruche → refoulement.

• On relâche la pédale → basse pression dans le circuit hydraulique fermé → rétraction de la boudruche (due à son élasticité) - ↳ aspiration.

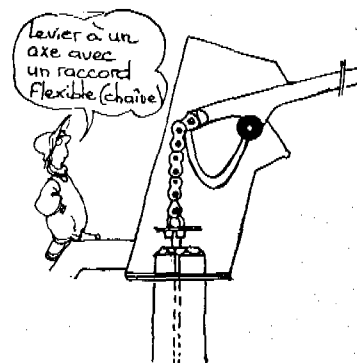
— Le cylindre est alors raccordé à la tête de la pompe par deux tuyaux souples : un basse pression pour le refoulement, un haute pression pour le circuit hydraulique.

C. Les systèmes de commande

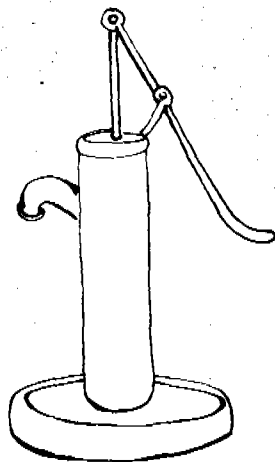


On a imaginé différents systèmes pour maintenir le déplacement du piston dans l'axe vertical :

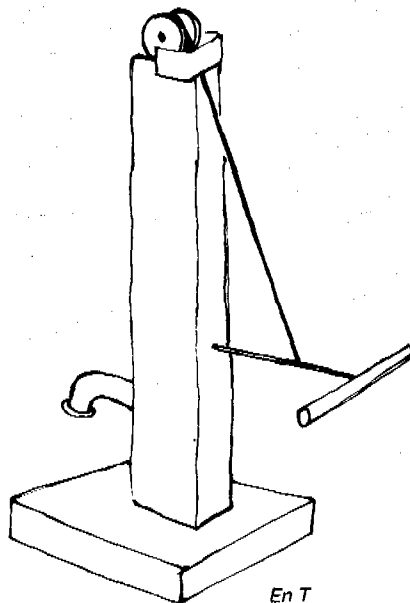
- Levier à trois axes, avec un guide pour la tige (souvent le presse-étoupe);
- Toujours trois axes, mais avec un guidage supérieur et inférieur, mais ces systèmes multiplient les risques de panne (usure du palier);
- Levier à un axe avec un raccord articulé : chaîne (pompe INDIA, pompe VITO);



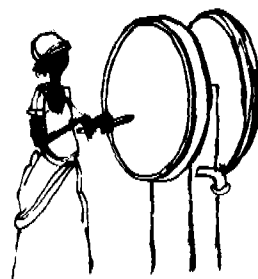
- Levier à un axe avec un renvoi par poulie et câble (pompe UPM);
- Pour simplifier l'entretien, on est revenu à des systèmes à deux axes (pompe KARDIA, pompe AIGO, pompe AQUADEV);
- Le levier est simple, en T, ou double (pompe BOURGA) : cela permet éventuellement le pompage à deux ou plusieurs personnes. Il peut être également extensible, équipé d'un lest et de différentes positions de bras de levier (pompe UPM);
- La tête de pompe est imposante et directement boulonnée au sol (pompe KARDIA, VITO, UPM...).



Simple



En T



Volant



Directe

- Manivelle : soit à commande directe (pompe MASURE), soit entraînant un renvoi d'angle pour faire tourner la tringlerie (pompe MOYNO-ROBBINS-MYERS, MONOLIFT).

- Directe : un levier en T est lié directement à la tringlerie. Le système est simple, robuste, mais limité à de faibles profondeurs (inférieur à 12-15 m).

Tous ces systèmes de commande actionnent la tringlerie de commande, qui se déplace à l'intérieur du tuyau de refoulement.

- La tringlerie, généralement en acier galvanisé, est sujette à la corrosion, les filetages s'abîment, la pompe est très difficile à démonter : pour l'éviter, on utilise de l'acier inoxydable (lourd et cher) ou des matériaux synthétiques : fibre de verre, matières plastiques.

- Les éléments de tringlerie sont généralement reliés par des manchons filetés (parfois des systèmes à démontage rapide, du type œil et crochet).

- Les éléments de colonne de refoulement sont, eux aussi, généralement en acier galvanisé, liés par des manchons filetés; mais il y a des problèmes de corrosion.

- Les matériaux plastiques (PVC) peuvent être également utilisés, mais résistent mal à de mauvaises conditions de stockage et nécessitent une attention particulière lors de la fabrication : qualité du PVC, renforcement des filetages et, lors de l'installation, mise en place de centreurs de colonne d'exhaure et de tringlerie.

RESUME : Si les articulations de la tête de pompe sont usées ou endommagées, la pompe ne marche pas (mauvaise transmission du mouvement).

Il faut entretenir et changer les paliers. Comment ?

Certaines pompes sont équipées de paliers synthétiques, peu chers, simples et rapides à remplacer (coquilles en thordon).

D'autres utilisent des solutions techniques sophistiquées et robustes (roulement à billes ou à aiguilles) avec une durée de vie importante.

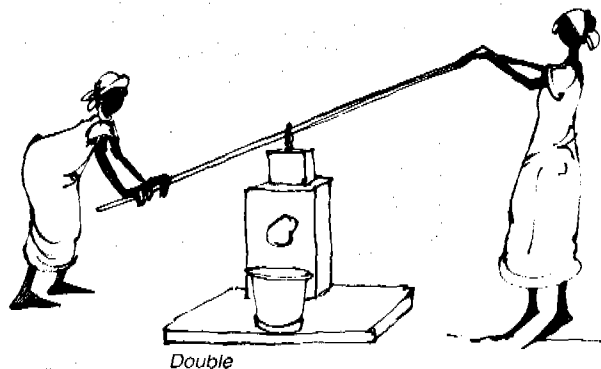
Si la colonne de refoulement et les tringles se corrodent, la pompe ne marche pas (transmission cassée).

Il faut choisir les matériaux en fonction des qualités d'eau (plus ou moins agressives) ou, pour éviter tout risque, utiliser des matériaux insensibles à la corrosion (matériaux inoxydables ou composites).

- Ou de taille plus réduite, installée sur un plot en ciment, pour que le levier ne soit ni trop haut ni trop bas (pompes AQUADEV, GRUNDFOS...).

Problème : malgré des efforts et une volonté de standardisation du CIEH, toutes les embases de pompe sont différentes : si une pompe est cassée, on ne peut pas la remplacer par un modèle d'un autre fabricant.

- Autre système de commande, le volant : transformation du mouvement de rotation en un mouvement alternatif par un système bielle-manivelle (pompe VOLANTA).



Double



5. CALCULS

DEBIT FOURNI PAR LA POMPE

Il est théoriquement égal au volume déplacé par le piston pendant l'unité de temps.

Débit = cylindrée x cadence.

Cylindrée = section du piston x course du piston.

Le débit de la pompe est donc lié à la taille du piston, à l'amplitude du mouvement du levier, et à la fréquence de la manœuvre.

Exemple : Débit théorique d'une pompe à main, en mètres cubes par heure à 40 coups par minute.

Course du piston	Diamètre du piston ou diamètre intérieur du cylindre (mm)	
	60 mm	80 mm
150 mm	1 m ³ /h	1,8 m ³ /h
300 mm	2 m ³ /h	3,6 m ³ /h

Il s'agit là d'un débit théorique. En pratique, le débit est inférieur à cela (fermetures non instantanées des clapets et fuites piston-cylindre).

HAUTEUR DE REFOULEMENT

Elle est égale :

— A la différence entre le niveau de l'eau dans le forage en pompage (niveau dynamique) et le niveau de la fontaine de la pompe,

— Et non pas à la différence entre la position du cylindre de pompe, ou du niveau d'eau à l'arrêt du pompage, et la tête de pompe.

Néanmoins, pour l'installation de la pompe, il faut tenir compte du rabattement en pompage (différence entre le niveau à l'arrêt et le niveau dynamique), de façon que la pompe soit toujours immergée ou ne risque pas de se désamorcer (pompe de surface).

Les pertes de charges (pertes d'énergie par frottement dans la colonne de refoulement) sont négligeables.

FORCE A EXERCER SUR LA TRINGLERIE

Pour remonter le piston, on doit vaincre :

— La force due à la pression de la colonne d'eau s'appuyant au-dessus du piston :

$$P_{\text{eau}} = We.H. \frac{D^2}{4} \times \pi$$

— Le poids de la tringlerie (une tige métallique de 12 mm pèse environ 1 kgf au mètre).

$$P_{\text{tige}} = Wt \times H.$$

We = poids de l'eau en kg/m³ (1.000 kgf/m³ à 20°C).

Wt = poids linéique de la tringlerie en kgf/m.

D = diamètre intérieur du cylindre.
H = hauteur de refoulement = profondeur du niveau dynamique dans l'ouvrage par rapport au sol.

$$F = P_{\text{eau}} + P_{\text{tige}} = H (We \pi \frac{D^2}{4} + Wt).$$

Exemple : si H = 20 m
D = 50 mm
Wt = 1 kgf/m
We = 1.000 kgf/m³

$$F = 20 \left(\frac{1.000 \times 3,14 \times (0,05)^2}{4} + 1 \right)$$

$$F = 60 \text{ kgf.}$$

FORCE POUVANT ETRE EXERCÉE PAR UNE PERSONNE SEULE

La force musculaire disponible pour un pompage continu assuré par une personne seule varie entre 9 et 18 kgf. Excepté les cas où la hauteur est faible (10 à 15 m), il sera nécessaire de s'aider d'un bras de levier pour actionner la tringlerie.

AVANTAGE MECANIQUE

Dans le système de bras de levier, l'égalité des moments s'écrit :

$$f.L = F \times l \text{ ou } f = \frac{l}{L} F$$

On appelle avantage mécanique le rapport $\frac{L}{l}$ [appelé aussi Mechanical Advantage (MA)]

$$MA = \frac{L}{l} \longrightarrow F = f.MA$$

Sur les pompes courantes, l'avantage mécanique est très souvent de l'ordre de 4 (de 3 à 5).

Exemple : Dans le cas précédent, si MA = 4, la force à exercer sur l'extrémité du bras de levier sera de :

$$f = \frac{F}{MA} = 15 \text{ kgf.}$$

CALCUL DE LA HAUTEUR MAXIMUM DE REFOULEMENT POUR UN CYLINDRE DONNE

Soit F_M la force maximum qu'une personne peut exercer en bout de levier. La force exercée sur la tige sera au maximum de :

$$F = F_M \times MA$$

$$H \left(\frac{We \pi D^2}{4} + Wt \right) < F_M \times MA$$

$$H < \frac{4 \times F_M \times MA}{\pi We D^2 + 4 Wt}$$

Exemple : avec $F_M = 18 \text{ kgf}$ et $MA = 4$, on trouve :

Diamètre du cylindre en millimètres	Hauteur maximum de refoulement en mètres
50	24
60	19
70	15
80	12

PUISSANCE NECESSAIRE POUR ACTIONNER UNE POMPE

Elle est égale au travail pour élever une colonne d'eau de hauteur H et de section $\frac{D^2}{4} \pi$ d'une hauteur égale à C, course du piston, dans l'unité de temps. Elle est minorée par le rendement de la pompe, qui est de l'ordre de 60 %.

$$P = \frac{We.H.\pi D^2.C.N}{\eta 4}$$

η = rendement de la pompe
N = cadence de fonctionnement
P = We.Q.H

avec des unités pratiques
P = $\frac{Q.H}{280}$ P en CV
Q en m³/h
H en m

PUISSANCE FOURNIE PAR UN INDIVIDU

Un individu jeune et en bonne santé peut produire de 0,08 à 0,1 CV en continu (8 h/jour).

Sur un temps plus court, il est capable de produire une puissance plus élevée. Un champion d'haltérophilie peut développer 2 à 3 CV, sur 1 ou 2 secondes.

Par contre, la puissance fournie par une femme, un enfant ou un individu en mauvaise santé est moindre. Le temps d'utilisation étant court, on considère que la puissance disponible est en moyenne de 0,1 CV.

DEBIT POSSIBLE AVEC UNE HAUTEUR DE REFOULEMENT DONNEE

Si, dans la formule de la puissance on fixe le rendement de la pompe et la puissance fournie

$$\eta = 60\% \quad P = 0,1 \text{ CV} \quad \longrightarrow \quad Q.H = 16 \text{ à } 18.$$

En fonction d'une hauteur de refoulement connue, on peut en déduire le débit exploitable par une personne seule.

H. profondeur du niveau dynamique	Q m ³ /h, débit de refoulement
10 m	1,6 à 1,8
20 m	0,8 à 0,9
30 m	0,5 à 0,6
40 m	0,4 à 0,45
50 m	0,3 à 0,35
60 m	0,25 à 0,35

IMPORTANCE DE LA FORME DU BRAS ET DU DIAMETRE DU CYLINDRE

Indépendants de l'énergie musculaire fournie par l'individu, des tests de terrain montrent que les usagers tendent à déplacer le levier sur la même course, quelle que soit la longueur totale de la course possible : cette course est de 300 à 400 millimètres.

Etude de cas : un pompage à 25 mètres de refoulement.

A = pompe avec cylindre \varnothing 50 mm – MA = 3

B = pompe avec cylindre \varnothing 65 mm – MA = 5.

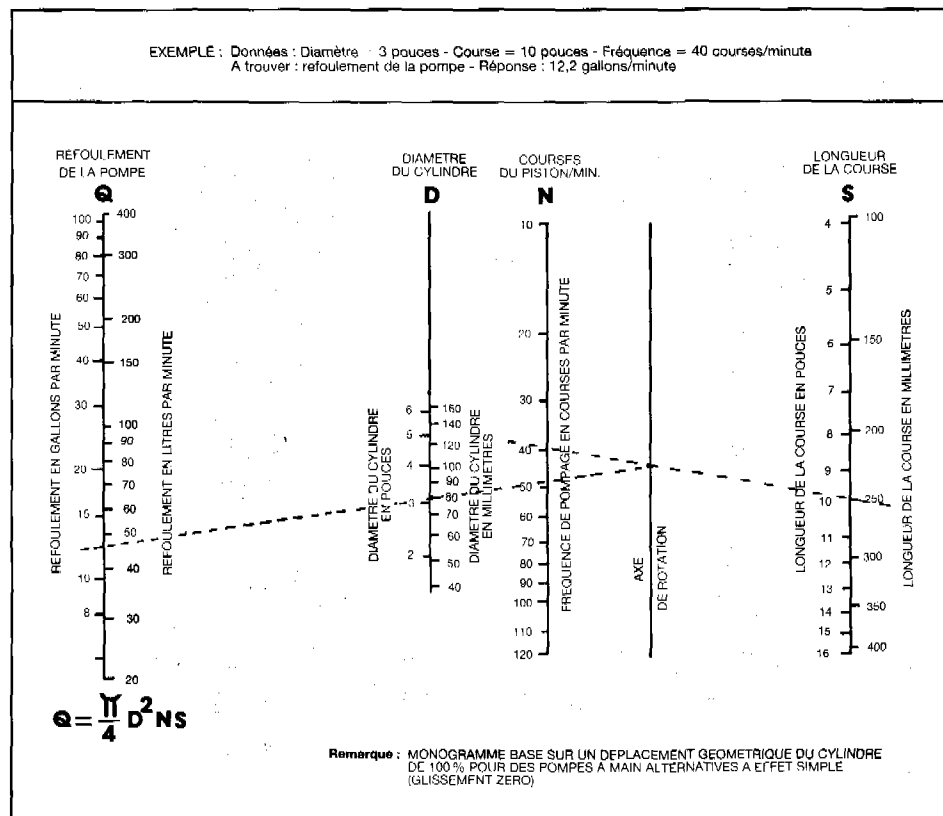
Pour cette hauteur, ces diamètres et ces bras de levier, l'effort sur le bras de levier et le débit sorti sont les mêmes. Les pompes A et B sont donc **identiques pour l'usager**.

Mais les forces mises en jeu, sur les tiges et sur les paliers sont très différentes. Dans la pompe A, l'effort sur la tige est environ 40 % plus faible, ce qui permet de dimensionner plus faiblement la tige (diamètre plus petit, plus légère, moins chère). Les efforts sur le palier (sous le poids de la tige et d'un contrepois éventuel) sont également 40 % plus faibles, d'où une usure moindre des coussinets.

On tendra donc à s'orienter vers la plus petite taille de cylindre susceptible de satisfaire les différentes hauteurs de refoulement (quitte à augmenter légèrement la cadence de pompage pour conserver un débit correct).

PERFORMANCES

Nomogramme pour le refoulement des pompes à main.





CRITERES* DE CHOIX

DE POMPES A MOTRICITE HUMAINE

La pompe à main ou à motricité humaine a été largement utilisée dans les pays industrialisés, au siècle dernier et au début de celui-ci. Ces pompes se sont révélées mal adaptées à l'Afrique et aux pays en développement en général, pour plusieurs raisons :

- Leur utilisation est intensive : chacune est manœuvrée par des centaines de personnes différentes;
- Les villageois ne savent pas (absence de formation), ne veulent (don de l'équipement par l'administration) ou ne peuvent pas (coût et disponibilité des pièces détachées) prendre l'entretien à leur charge;
- On arrive parfois à la limite technique des matériels (résistance à la corrosion, grande profondeur...);
- Ces matériels sont difficilement appropriables par les nationaux (matériaux utilisés ou techniques de fabrication non compatibles avec le niveau technique local);

— ...
Une adaptation a donc été nécessaire; une pompe adaptée doit répondre à plusieurs critères.

CRITERES TECHNICO- ECONOMIQUES

Sur la base du :

— Coût initial de la pompe installée : prix départ usine + frais de transport et d'installation + taxes locales;

— Coût de fonctionnement et d'entretien : coût des pièces détachées + coût des interventions,

on calculera le **coût total annuel de la pompe**. Ce coût s'établit selon la formule suivante : coût total annuel = coût annuel d'amortissement du capital + coût annuel de fonctionnement et d'entretien.

C'est-à-dire que le choix ne se fera pas en fonction du seul prix d'achat, mais en fonction d'un calcul incluant les charges d'entretien et la durée de vie du matériel.

D'un point de vue technique, on remarque :

— **Le débit horaire** : une majorité de pompes ont un débit faible ($< 1 \text{ m}^3/\text{h}$) alors que les forages ont des capacités supérieures; les activités pastorales et agricoles en sont limitées;

— La profondeur, ou **la hauteur maximale d'élévation** : variable en fonction des types de pompes, elle ne correspond qu'à un très faible débit;

— **Le diamètre extérieur de la pompe** : réalisé en fonction des dimensions usuelles des forages, il doit être inférieur à 4" (\varnothing standard des forages); plus le diamètre de la pompe est faible, plus le diamètre du forage est petit et moins il est onéreux; mais le débit de la pompe est moindre;

* D'après « Comparaison technique des principales pompes à main », M. LANDRIEUX et M^{me} FORKASIEWICZ. CEFIGRE.

CRITERES LOGISTIQUES

On remarque :

— **La représentation locale du fournisseur** : généralement assez mal assurée, elle génère des problèmes quant aux garanties et à l'approvisionnement en pièces détachées;

— **La volonté de standardisation** d'un organisme ou d'une administration : elle permet des commandes groupées, facilite la maintenance, mais institue une position de monopole;

— **La possibilité de fabrication locale** : complète ou partielle, pouvant être limitée à l'assemblage, elle est liée à l'importance des structures industrielles nationales; si elle permet l'appropriation de la technique par les nationaux, cela ne doit pas se faire au détriment des coûts et de la qualité du matériel;

— **Les conditions restrictives quant aux choix des pompes** : implicitement ou explicitement fixées par les bailleurs de fonds finançant les projets d'hydraulique villageoise, elles peuvent tendre soit à standardiser les matériels dans un pays, soit à continuer à provoquer une multiplicité des types de pompes, au détriment d'une gestion efficace de la maintenance.

— **La qualité des matériaux et des usinages** : elle se répercute sur les frais d'entretien et la durée de vie (durée de vie d'environ cinq fois la durée de la garantie);

— **La complexité du mécanisme** : elle se répercute sur les frais d'entretien et complique la maintenance.

CRITERES SOCIOLOGIQUES

— **Coutumes de la population** : sans sensibilisation, participation de la population au choix, la pérennité du projet est mise en cause; des campagnes d'éducation sanitaire sont tout à fait nécessaires pour garantir la viabilité des projets.

— **Commodité de maniement** : les systèmes de commande (levier, pédale, volant) doivent être adaptés aux principaux utilisateurs, les femmes et les enfants; d'autre part, la puissance nécessaire pour le fonctionnement doit être compatible avec celle des populations; des possibilités d'entraînement par plusieurs personnes peuvent être envisagées. Les efforts des constructeurs tendent à améliorer l'ergonomie du pompage.

— **Sécurité de maniement** : des pompes à volant, dépourvues de protections, peuvent se révéler dangereuses.



CONCEPT DE POMPE VLOM

Dans le cadre des "projets sur l'approvisionnement en eau de zones rurales au moyen de pompes manuelles", la Banque Mondiale et le PNUD sont très vite arrivés à la conclusion qu'une condition fondamentale du succès d'un projet est que la communauté villageoise participe activement à l'entretien des installations; on a créé le terme "Village Level Operation and Maintenance" (VLOM), c'est-à-dire "Exploitation et Entretien au Niveau du Village".

En effet, l'expérience acquise sur un grand nombre de projets et de pays montre qu'un système d'entretien centralisé n'est pas viable :

- Dépenses élevées de fonctionnement;
- Problèmes de logistique et d'effectifs;
- Démotivation et désintérêt de la population.

La solution souhaitable est : **l'entretien décentralisé** au niveau du village; il n'est possible que si la conception de la pompe s'y prête. Le concept VLOM a pour but d'amener les fabricants comme les usagers à prendre conscience de cet élément essentiel en ce qui concerne la viabilité à long terme des projets. Le label VLOM, appliqué au matériel, exprime que la conception de la pompe est telle que :

- Elle peut être utilisée facilement : mécanisme de commande simple...
- Elle peut être entretenue facilement par un villageois possédant une formation minimale et un outillage sommaire : accès facile aux pièces d'usure, simplicité de la conception...
- Elle est robuste et fiable sur le terrain (et pas seulement en laboratoire ou en Europe) : résistance au mauvais usage, longévité, résistance à la corrosion, faible fréquence de panne...
- Elle est acceptée par les usagers : utilisation, performances, coût d'entretien...
- Elle est facile à transporter et à installer;
- Son niveau technologique de fabrication n'exclut pas une possibilité de fabrication, même partielle, dans le pays : par exemple, de pièces de rechange.

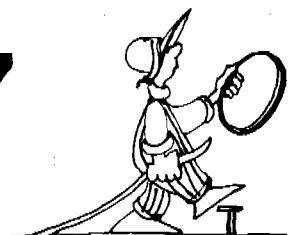
Des essais de laboratoire, mais surtout de terrain, ont permis d'apprécier ces différents critères, et les fabricants, sensibles au problème de fiabilité, ont apporté ces dernières années des améliorations techniques sur de nombreuses pompes, de telle sorte que les problèmes et les coûts d'entretien ont baissé considérablement.

Par extension, le concept VLOM a été appliqué aux questions d'organisation du projet tout entier : le projet a d'autant plus de chances de succès qu'il promeut l'entretien au niveau du village et qu'il n'est pas tributaire d'un appui gouvernemental centralisé pour les fonctions essentielles.

La gestion de l'entretien par la communauté villageoise passe par :

- L'information et la sensibilisation de la communauté;
- L'implication de la communauté dans la mise en place des équipements;
- La détermination par la communauté des calendriers d'entretien des pompes;
- Le choix par la communauté de la personne chargée de l'entretien;
- Le paiement direct aux réparateurs par la communauté.

7



FICHES PRODUITS

Sur ces fiches produits, on va retrouver les principales caractéristiques de 12 pompes qui, au vu du CIEH, ont été jugées les plus représentatives parmi les matériels utilisés à ce jour en Afrique de l'Ouest. Bien sûr, au gré des projets et des financements, de très nombreuses autres pompes ont été installées : certaines ont eu une diffusion sporadique, d'autres ne sont plus fabriquées, certains types n'avaient pas une très bonne fiabilité... On trouvera à la fin du document la liste des principaux fabricants. Les pompes sont présentées sur six critères, afin de permettre au lecteur la comparaison la plus aisée possible (on relira au besoin les critères de choix p. 28).

1	NOM
	2
3	DESCRIPTION
	4
	PRIX
	5
	PARTICULARITES
	6

Fiche type produit.

1. LA POMPE EN SITUATION

Les spécialistes peuvent identifier un produit par sa silhouette, mais le néophyte n'a pas toujours la connaissance de toute la gamme des pompes manuelles. Souhaitons qu'il puisse, par là, reconnaître facilement le produit.

2. LA CARTE D'IDENTITE DE LA POMPE

Son nom le plus usité, les grandes lignes de son principe de fonctionnement, les coord-

onnées complètes du fabricant (ne sont pas mentionnés les revendeurs ou les fabricants locaux), la capacité de production et ses références. Cela pour obtenir des renseignements complémentaires (documentation technique, pièces détachées...) et pour se faire une idée de la représentativité de la pompe à l'échelle de l'Afrique de l'Ouest.

3. LA VUE EN COUPE

Le néophyte pourra voir ici les grandes lignes de l'assemblage mécanisme de surface-mécanisme souterrain, et le spécialiste pourra découvrir les subtilités de construction (cylindre ouvert, piston sans joint...).

4. LA DESCRIPTION

Cela vient en complément du point 3. Pour les trois grandes parties constituant la pompe : mécanisme de surface, colonne de refoulement, mécanisme souterrain, on a retenu les critères suivants :

- Type et nature des pièces : pour avoir une idée de la robustesse et de la résistance à la corrosion;
- Taille et poids des pièces : pour avoir une idée des difficultés de transport, assemblage et démontage pour réparation. Attention cependant : des pompes très lourdes peuvent poser un problème de transport, mais pas forcément d'assemblage ou de démontage, car conçues de façon modulaire et ne nécessitant pas un démontage complet pour la maintenance (Volanta, UMP, Tropic).

5. LE PRIX

Le nerf de la guerre. Ce coût représente un prix public unitaire. Il peut décroître de façon

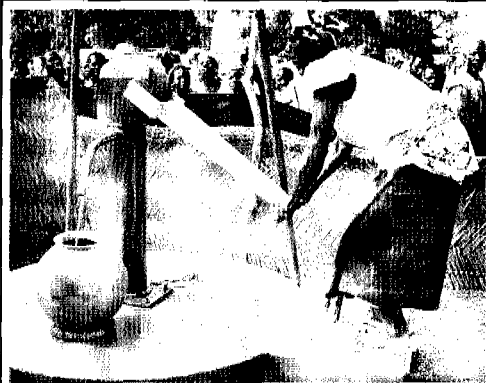
sensible (10-20%) pour des commandes importantes. Il est, bien sûr, sujet à variations. Ce ne doit pas être le critère de choix n° 1. Une pompe peut être moins coûteuse, mais présenter des faiblesses face à la corrosion, ou des difficultés de maintenance. Le prix doit donc être mis en balance avec la fiabilité et la disponibilité de la pompe, et sa durée de vie également. Cependant, ces trois paramètres sont très difficiles à évaluer (différences au niveau du site, de la profondeur, de la qualité d'eau, de l'utilisation...).

6. LES PARTICULARITES

Pour savoir si l'on a une pompe à gros ou faible débit, si elle résiste bien à la corrosion, si sa maintenance est facile. La mention "pompe VLOM" (voir page 30) fait référence aux conditions particulières d'utilisation et d'entretien de l'Afrique de l'Ouest. Le label VLOM est en effet facile à décerner sur le papier, mais c'est à l'utilisation, au bout de 3, 4, 5 années, que l'on se rend compte si le concept est vérifié.



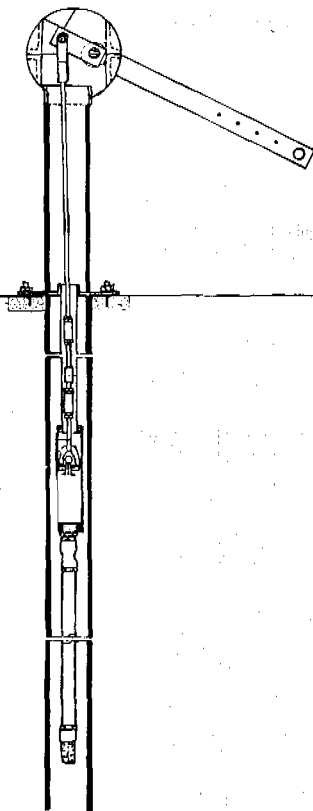
Ces fiches ont pu être rédigées grâce à l'aide des constructeurs qui nous ont fourni les informations nécessaires. Elles ont été amendées de commentaires traduisant les essais de terrain et le sentiment des utilisateurs. Quoi qu'il en soit, ces fiches ne représentent aucune forme de jugement sur les produits quant à leur qualité.



ABI MN

TYPE : immergée à piston
 SYSTEME DE COMMANDE : levier et tringle.
 FABRICANT : Sté NOUVELLE ABIDJAN INDUSTRIE
 S.N. ABI 01, B.P. 343 Abidjan. Z.I. de Vridi.
 Tél. (225) 35.16.63/35.51.68. Télex 42.377 C.I.
 PRODUCTION PAR AN : 3.000.
 REFERENCES : 35.000 pompes vendues en Afrique
 de l'Ouest et 500 en Afrique Australe au 31-12-88.
 ABI MN : Côte d'Ivoire : 8.000, Bénin : 324, Burkina
 Faso : 7.000, Libéria : 400, Mali : 300.
 ABI ASM : Côte d'Ivoire : 4.000, Bénin : 1.900, Mali :
 570, Niger : 100.

Schéma d'après documentation constructeur



SOURCE DE RENSEIGNEMENTS :

- Constructeur (1989)
- CIEH.

DESCRIPTION

TETE DE POMPE : fontaine fonte, corps et bras mécanosoudés.

Hauteur :
 Poids : environ 52 kg.

TRINGLERIE ET COLONNE : en acier galvanisé.

Diamètre : 40/49 et ø 14.
 Poids au mètre : 4,5 kg (tringle + colonne).

CORPS DE POMPE : cylindre laiton, joint en cuir.

Diamètre : 60 à 80 (suivant profondeur).
 Poids : de 5 à 8 kg.

POIDS TOTAL (pour 25 m de profondeur) : 168 kg.

PRIX

PRIX DEPART USINE (pour 25 m de profondeur) :
 330.000 F CFA ou 6.600 FF.

PERFORMANCES ET OBSERVATIONS

- 2 m³/h à 12 m.
- 1,1 m³/h au-delà de 31 m.
- Profondeur maxi : 80 m.
- Modèle rustique, simple, robuste.
- Résistance moyenne à la corrosion.
- Moyens de manutention nécessaires pour la maintenance : entretien au niveau du village difficile.
- Facilité de fabrication locale.
- Pompe ASM : mécanisme de surface ABI, mécanisme de profondeur Vergnet (aujourd'hui abandonnée).

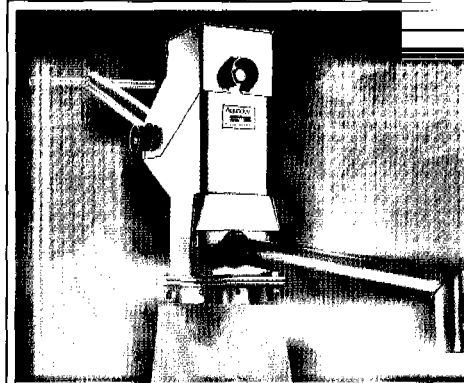
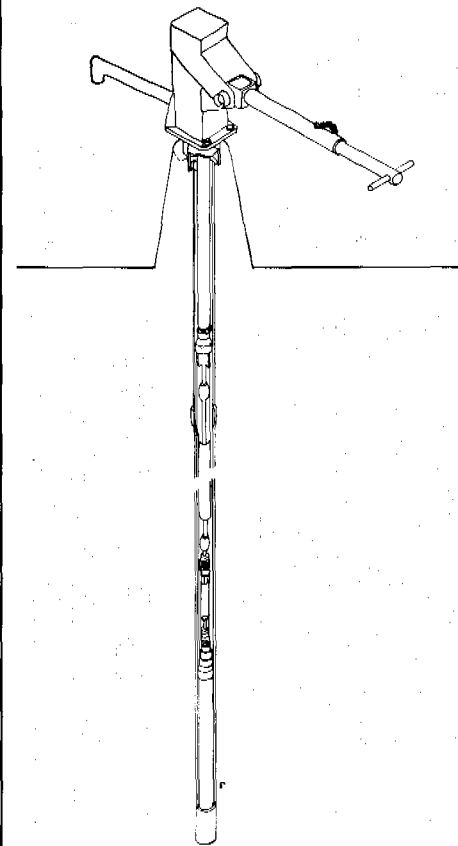


Schéma d'après documentation constructeur



SOURCE DE RENSEIGNEMENTS :

- Constructeur (mars 1989).

QUADEV

PE : alternative à piston.

SIÈME DE COMMANDE : levier.

BRICANT : MONO PUMPS - MENCA Division
Jmwell Trading Estate, Cromwell Road, Bredbury,
ock Port SK 6 2 RF (England). Tél. 061.494.6999.
fax 668 762. Téléfax 061.494.5802.

ODUCTION PAR AN : 2.000 environ.

ERENCES : depuis octobre 1987, 1257.

in : 30, Cameroun : 13, Côte-d'Ivoire : 12, Ethio-
 : 256, Gambie : 46, Ghana : 126, Mozambique :
2, Nigéria : 106, Sierra Léone : 31, Zambie : 30.

DESCRIPTION

TÊTE DE POMPE : inox microsoudé, paliers synthé-
ques.

Hauteur : 1.300 mm.
Poids : 39 kg.

TRINGLERIE ET COLONNE : acier ou inox et PVC.
Diamètre : 10 mm et 63 mm.
Poids : 12,5 kg par élément de colonne de 5,8 m de
longueur.

CORPS DE POMPE : PVC revêtu acier inoxydable,
piston synthétique.
Diamètre : 50 mm intérieur.
Poids : 5 kg.

POIDS TOTAL (pour 23,2 m de profondeur) : 100 kg.

PRIX

PRIX DEPART USINE (pour 23,2 m de profondeur) :
800 FF non emballé.

**PERFORMANCES
ET OBSERVATIONS**

1.320 l/h à 45 m (à 50 coups/mn).
Pompe récente, issue des derniers enseigne-
ments en matière d'hydraulique villageoise.
Entièrement inoxydable.
Bras extensible.
Maintenance aisée (pièces d'usure simples et
cylindre ouvert).
Pompe VLOM.

Photo non fournie.

CONSALLEN

TYPE : immergée à piston.

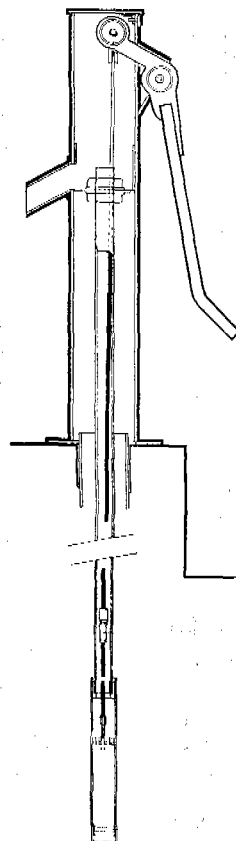
SYSTEME DE COMMANDE : levier.

FABRICANT : CONSALLEN GROUP SALES Ltd
23 Oakwood Hill Industrial Estate
Loughton, Essex 1610 3T2 (Angleterre).

PRODUCTION PAR AN : non communiquée.

REFERENCES : non communiquées.

Schéma d'après documentation constructeur

**DESCRIPTION**

TÊTE DE POMPE : acier mécanosoudé galvanisé.

Hauteur : 1 m.
Poids : 40 kg.

TRINGLERIE ET COLONNE : colonne ABS et tringle
inox.

Diamètre : 32 mm et 3/8".
Poids au mètre : non communiqué.

CORPS DE POMPE : cylindre inox poli, joints polyuré-
thane.

Diamètre : 50 mm, 63 mm, 75 mm.
Poids : non communiqué.

POIDS TOTAL (pour 25 m de profondeur) : non com-
munié.

PRIX

PRIX DEPART USINE (pour 25 m de profondeur) :
non communiqué.

**PERFORMANCES
ET OBSERVATIONS**

- 850 l/h à 25 m (pour 40 coups/mn et ø 63 mm).
- Pompe légère et facile à installer.
- Bonne résistance à l'abrasion et la corrosion.
- Maintenance facilitée : outils de manutention non nécessaires.

SOURCE DE RENSEIGNEMENTS :

— Approvisionnement en eau des collectivités.
Banque mondiale, PNUD.



INDIA MARK II

TYPE : immergée à piston.

SYSTEME DE COMMANDE : levier et chaîne.

FABRICANT : EMAMA

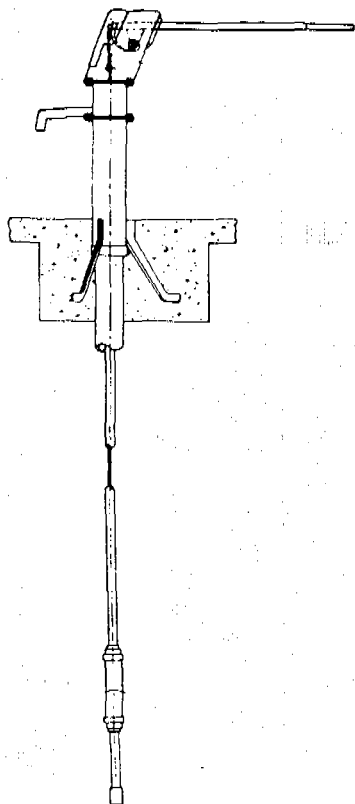
Sikasso, route de Bouaké (Mali).

Tél. 62.01.66 - 62.01.77.

PRODUCTION PAR AN : environ 1.800 pompes.

REFERENCES : Bénin : 400, Burkina Faso : 250, Cameroun : 50, Côte d'Ivoire : 10, Gambie : 50, Niger : 1.000, Mali : 3.000, République Centrafricaine : 60, Tchad : 165, Togo : 150.

Schéma d'après documentation constructeur



SOURCE DE RENSEIGNEMENTS :

- Constructeur (1989).
- UNICEF, 73, Lodi-Estate, New Delhi 11003 (Inde).

DESCRIPTION

TETE DE POMPE : acier mécanosoudé galvanisé.

Hauteur : 1 m.

Poids : environ 40 kg.

TRINGLERIE ET COLONNE : standard acier galvanisé, siphon inox pour caoués corrosives.

Diamètre : 33/42 et \varnothing 12 mm.

Poids au mètre : 3 kg.

CORPS DE POMPE : cylindre inox (Mali) ou fonte, chemise laiton (Inde).

Diamètre : 70 mm.

Poids : 6 kg.

POIDS TOTAL (pour 24 m de profondeur) : environ 120 kg.

PRIX

PRIX DEPART USINE (pour 25 M de profondeur) :

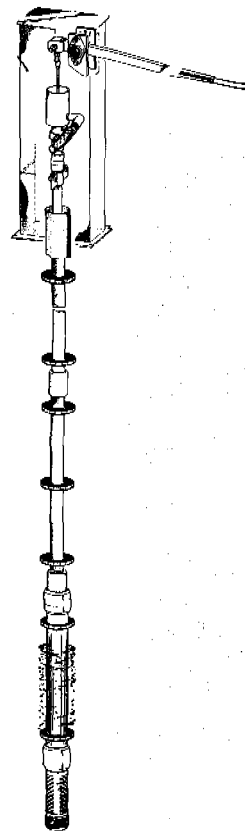
3.740 FF version acier galvanisé
7.900 FF version acier inoxydable.

PERFORMANCES ET OBSERVATIONS

- 700 l/h à 25 m (à 40 coups/minute).
- Pompe robuste et endurante.
- Possibilité de fabrication locale (+ de 40 fabricants en Inde pour 1 million de pompes installées).
- Sensible à la corrosion en version standard.
- Nécessité de prévoir un matériel de manutention pour les démontages.
- Distribution récente d'une évolution, India Mark III, simplifiant les problèmes de maintenance.



Schéma d'après documentation constructeur



SOURCE DE RENSEIGNEMENTS :

Constructeur (1989).

ARDIA

PE : immergée à piston.

STEME DE COMMANDE : levier et tringle.

BRICANT : PREUSSAG AG - Produkte Wasser und Welt
 Vorbeerenweg 1, Boîte Postale 6009, D-3150 Peine
 F.A.). Tél. (0) 5171.4030. Télex 92760 PRKUAD.
 x (0) 5171.403.123.

PRODUCTION PAR AN : 1.000 à 2.000 suivant projets.

REFERENCES : Burkina Faso : 1.200, Guinée Cona-
 z : 1.100, Guinée Bissau : 300, Congo : 200, Libé-
 rie : 340, Mali : 700, Niger : 330, Sierra Leone : 410.



MOYNO (ROBBINS-MYERS)

TYPE : à rotor hélicoïdal.

SYSTEME DE COMMANDE : manivelle, renvoi d'angle
 et tringle.

FABRICANT : ROBBINS & MYERS (FGH) Europe
 Zone Industrielle de Petit-Rechain, 4655 CHAINEUX
 (Belgique). Tél. 32.87.31.31.51. Télex 49211 RM EUR.
 Fax 32.87.31.38.75.

ROBBINS & MYERS Ltd, Brantford, Ontario (Canada).

PRODUCTION PAR AN : 1.200.

REFERENCES : Ethiopie : 274, Ghana : 2.682, Nigéria :
 1.205.

DESCRIPTION

TETE DE POMPE ET LEVIER : acier galvanisé mécano-
 soudé.

Hauteur : 1.050 mm.
 Poids : 50 kg.

TRINGLERIE ET COLONNE : tringle inox et tube
 VC.

Diamètre : 10,8 mm dans \varnothing 48 mm.
 Poids au mètre : 2,3 kg.

CORPS DE POMPE : piston et cylindre PVC.

Diamètre : 62 mm intérieur.
 Poids : 3,3 kg.

POIDS TOTAL (pour 25 m de profondeur) : 110 kg.

PRIX

PRIX DEPART USINE (pour 25 m de profondeur) :
 1.000 FF.

PERFORMANCES ET OBSERVATIONS

1.080 l/h à 30 m pour 40 coups/mn (K 65).
 672 l/h à 45 m (K 50).

Insensible à la corrosion.

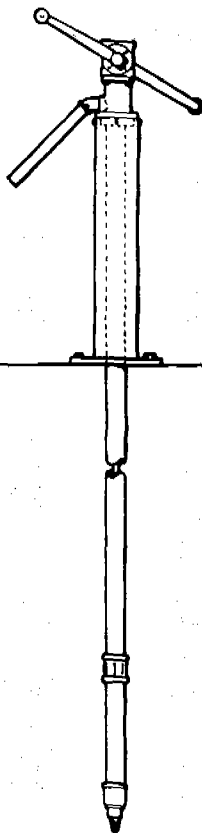
Installation et maintenance simples jusqu'à des
 profondeurs de 40 m (parties immergées légères).

Pompe robuste et facile à manier.

- Nécessité d'un bon fonctionnement.

Pompe VL0M.

Schéma d'après documentation constructeur



SOURCE DE RENSEIGNEMENTS :

— Constructeur (1990).

DESCRIPTION

TETE DE POMPE : double manivelle, fonte.

Hauteur : 10,5 cm.
 Poids : 45,5 kg.

TRINGLERIE ET COLONNE : acier galvanisé.

Diamètre : 1" 1/4 et 12 mm.
 Poids au mètre : 4,3 kg.

CORPS DE POMPE : stator élastomère et vis en acier
 traité.

Diamètre : 84 mm maxi.
 Poids : 19,4 kg maxi.

POIDS TOTAL (pour 25 m de profondeur) : 170 kg.

PRIX

PRIX DEPART USINE (pour 25 m de profondeur) :
 35.224 FB (francs belges).

PERFORMANCES ET OBSERVATIONS

- Débit : 620 l/h à 25 m de profondeur.
- Entretien pratiquement nul.
- Résistante à l'abrasion par le sable.
- Pas de joints, tresses ou clapets (existence d'un
 clapet à l'aspiration, mais pas nécessaire au fonc-
 tionnement).
- Possibilité de motorisation.
- Profondeur maximum : 90 mètres (avec modèle
 2V 12L) et 45 mètres (1V 12L).



PULSA

TYPE : à oscillation d'eau.

SYSTEME DE COMMANDE : bras et pédale.

FABRICANT : FLUXINOX

Via Genova, 8, 58100 Grosseto (Italie).

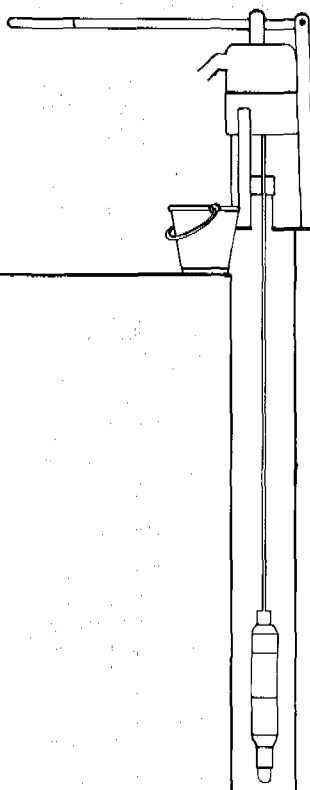
Tél. 0564 451272. Télex 50.04.33.

Téléfax 0564 45.42.37.

PRODUCTION PAR AN : non communiquée.

REFERENCES : Burkina Faso : 400, Ethiopie : 70,
Mali : 120, Mozambique : 50, Niger : 50, Ouganda :
100, autres pays : 26.

Schéma d'après documentation constructeur



DESCRIPTION

TETE DE POMPE : inox 304 mécano-soudé, joints néoprène.

Hauteur : environ 1 m (levier compris).

Poids : 38 kg.

COLONNE : PEhd PN 16 (un seul tuyau).

Diamètre : 40 mm extérieur, 28 mm intérieur.

Poids au mètre : 0,6 kg.

CORPS DE POMPE : inox 304, éléments élastiques en élastomère, clapet néoprène.

Diamètre : 90 mm standard (65 mm version étroite).

Poids : 5 kg.

POIDS TOTAL (pour 25 m de profondeur) : 58 kg net.

PRIX

PRIX DEPART USINE (pour 25 m de profondeur) :
7.620 FF. (Garantie 1 an contre toute usure, pièces détachées fournies pour 5 ans.)

PERFORMANCES ET OBSERVATIONS

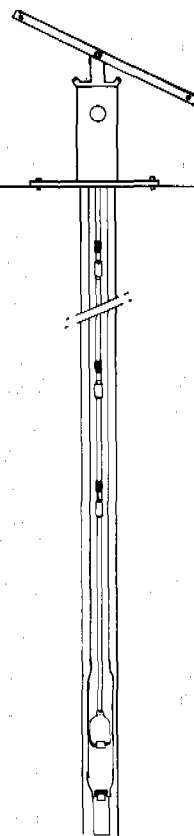
- Principe de fonctionnement original (voir p.).
- Débit : de 250 l/h à 80 m à 600 l/h à 25 m.
- Nécessité d'adapter la cadence au fonctionnement de la machine (environ 80 coups/minute).
- Légère, démontage aisé.
- Très peu sensible à la corrosion.
- Pièces d'usure simples et peu onéreuses.
- Possibilité de monter deux ou trois pompes sur forage \varnothing 110 mm.
- Pompe VLOM.

SOURCE DE RENSEIGNEMENTS :

— Constructeur (mars 1989).



Schéma d'après documentation constructeur



SOURCE DE RENSEIGNEMENTS :

— Constructeur (1989)

3E (BOURGA)

TYPE : immergée à piston.

SYSTEME DE COMMANDE : bras et tringle.

FABRICANT : SEEE Côte-d'Ivoire

ADRESSE : 342, ABIDJAN 04 (République de Côte-d'Ivoire),
Télé. : 35.61.57. Télex 43.186 Cl. Fax 35.84.13.

PRODUCTION PAR AN : environ 500 (prévision 89).

REFERENCES : 1.330 pompes installées entre 1984
et 1988.

PRESENCE : Bénin : 24, Burkina Faso : 91, Côte d'Ivoire : 150,
Ghana : 100, Niger : 955, Togo : 10.

**TROPIC (DUBA)**

TYPE : immergée à piston.

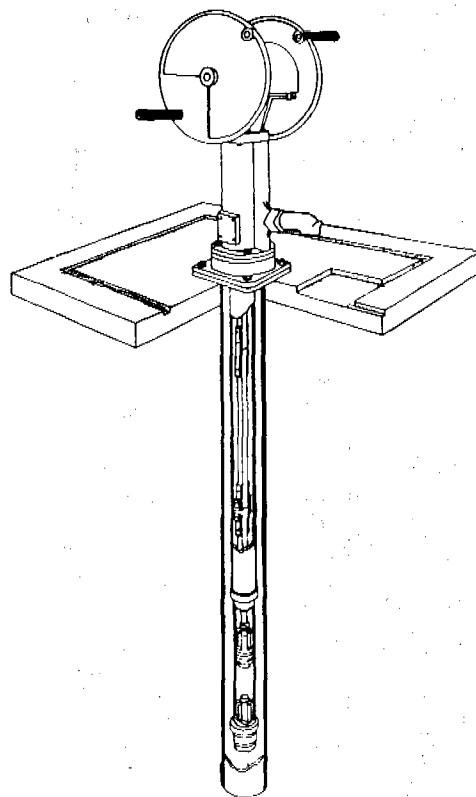
SYSTEME DE COMMANDE : volant et tringle.

FABRICANT : POMPES DEPLECHIN S.A.
28, avenue de Maire, 7500 Tournai (Belgique).
Tél. (069) 22.81.52. Télex 57399. Fax (069) 21.27.64.

PRODUCTION PAR AN : environ 300.

REFERENCES : plusieurs milliers de pompes instal-
lées depuis 1948 surtout au Zaïre, Rwanda, Burundi,
Burkina Faso : 120, Kenya : 200, Mali : 200, Niger :
240, Sénégal : 200, Soudan : 100, Togo : 270.

Schéma d'après documentation constructeur



SOURCE DE RENSEIGNEMENTS :

— Constructeur (1989)

DESCRIPTION

TETE DE POMPE : fonte et acier moulé.

Hauteur : 1,25 m.

Poids : 240 kg.

TRINGLERIE : bois ou inox.

COLONNE : acier galvanisé ou PVC.

Diamètre : 4", 3" ou 2" 1/2.

Poids au mètre : de 13,9 ou 7 kg.

CORPS DE POMPE : bronze ou bronze-PVC.

Diamètre : 50, 60, 75, 90 ou 100 mm.

Poids : 15, 16, 17, 20 ou 22 kg.

POIDS TOTAL (pour 25 m de profondeur) : 480 kg
(avec cylindre ø 75 mm et colonne 3" galva.).

PRIX

PRIX DEPART USINE (pour 25 m de profondeur) :
Tropic III : 2.600 US \$ (Garantie 5 ans.)

**PERFORMANCES
ET OBSERVATIONS**

- de 1.000 l/h à 60 m (ø 50 mm) à 3.300 l/h à 20 m (ø 90 mm).
 - Fort débit grâce au double volant.
 - Possibilité de refouler l'eau sous pression jusqu'à 15 m de hauteur.
 - Motorisation possible.
 - Entretien des parties immergées sans démontage de la colonne de refoulement (cylindre ouvert).
 - Pièces d'usure simples (cuir et caoutchouc).
 - Longue durée de vie.
- Pompe VLOM.

DESCRIPTION

TYPE DE POMPE : châssis mécanosoudé, bras avec
contrepois permettant un pompage à plusieurs.

Hauteur : 0,85 m.

Poids : 45 à 75 kg suivant contrepois.

TRINGLERIE ET COLONNE : tube et tringle acier
galvanisé.

Diamètre : tringle ø 14 dans tube ø 1" 1/4 à 2".

Poids au mètre : de 4,15 à 5,85 kg.

CORPS DE POMPE : cylindre laiton et piston bronze.

Diamètre : 68 à 95 mm.

Poids : de 9 à 11 kg.

POIDS TOTAL (pour 25 m de profondeur) : 150 kg.

PRIX

PRIX DEPART USINE (pour 25 m de profondeur) :
300 FF/unité.

**PERFORMANCES
ET OBSERVATIONS**

— de 0,75 m³/h à 40 m jusqu'à 5 m³/h à 20 m pour
un pompage à 4 personnes.

Modèle rustique, simple, robuste.

Résistance moyenne à la corrosion.

Moyens de manutention nécessaires pour la
maintenance : entretien au niveau du village dif-
ficile.

Facilité de fabrication locale (nombreuses repré-
sentations en Afrique de l'Ouest).



UPM

TYPE : à pistons multiples.

SYSTEME DE COMMANDE : levier, câble et tringle.

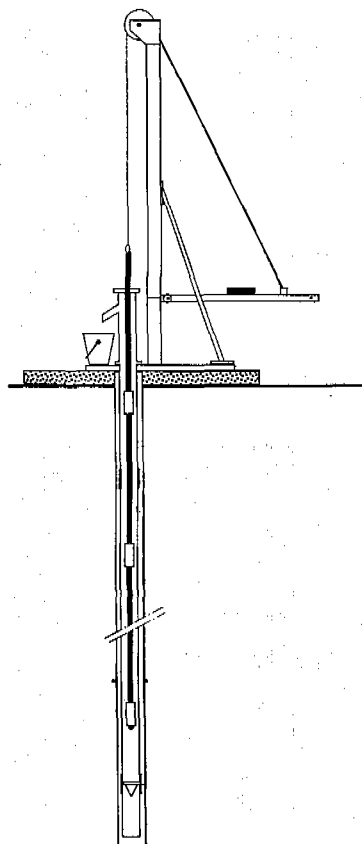
FABRICANT : POMPES MAUPU INTERNATIONAL
Z.I. des Montées, 45073 Orléans Cedex 2.
Tél. 38.66.16.83. Téléc 782.316 F. Téléfax 38.51.90.85.

PRODUCTION PAR AN :

REFERENCES : 500 pompes installées entre 1984 et 1988.

Bénin : 6, Côte d'Ivoire : 10, Niger : 8, Soudan : 60, Togo : 362.

Schéma d'après documentation constructeur



SOURCE DE RENSEIGNEMENTS :

— Constructeur (1989)

DESCRIPTION

TETE DE POMPE : châssis profilé mécanosoudé.

Hauteur : mât de 3,50 m.

Poids : 200 kg.

TRINGLERIE ET COLONNE : inox ou galva. dans PVC.

Diamètre : 10 mm dans 1" 1/2 ou 14 mm dans 2".

Poids au mètre (tube + tige) : 1,806 kg (1" 1/2) ou 2,520 kg (2").

CORPS DE POMPE : cylindre ouvert composé par la colonne PVC.

Ensemble piston-clapet tous les 3 mètres.

Clapet de pied inox et élastomère.

POIDS TOTAL (pour 24 m de profondeur) : 230 kg (tête et colonne 2").

PRIX

PRIX DEPART USINE (pour 24 m de profondeur) :

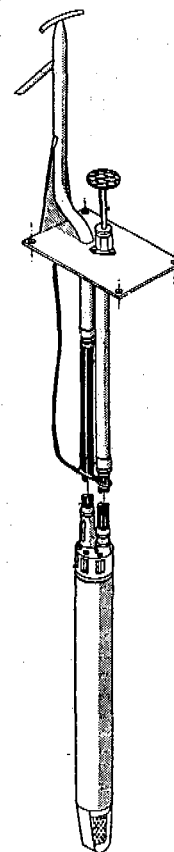
6.710 FF HT avec pièces pour 2 ans de garantie.

PERFORMANCES ET OBSERVATIONS

- Débit : de 900 l/h à 100 m à 6.000 l/h à 18 m pour un pompage à 4 hommes à 30 coups par minute.
- Maintenance minimale : très peu de pièces d'usure (piston sans joint).
- Possibilité de réglage de la course en fonction du niveau dynamique et du nombre d'opérateurs.
- Coût des pièces de rechange pour 2 ans : 200 FF.
- Très peu sensible à la corrosion et au sable.
- Possibilité d'entraînement par manège à traction animale.
- Pompe VL0M.



Schéma d'après documentation constructeur



SOURCE DE RENSEIGNEMENTS :

- Vergnet S.A. (1989)
- CIEH
- FDE.

ERGNET

TE : hydropompe.

STEME DE COMMANDE : pédale.

FABRICANT : VERGNET S.A.

rue Hoche, 92240 Malakoff.

(33) (1) 47.46.16.16. Fax (33) 47.46.06.86.

ex 283 155 F - Code 2 V 3075.

PRODUCTION PAR AN : 3.000 unités (dépend du marché).

REFERENCES : 24.000 pompes vendues au 30-06-89.

CA : 1.375, CI : 1.852, CO : 3.738 - GA : 560, GC :

LD : 40, LI : 648, MA : 2.962, MAU : 475, NI : 3.532,

OA : 588, SE : 392, TO : 1.498.

DESCRIPTION

TETE DE POMPE : fontaine en acier galvanisé, piston cylindre en acier inox, pièces d'usure en polyéthylène.

Poids : 18 kg.

COMMANDE ET REFOULEMENT : tube polyéthylène haute densité.

Diamètre : 26 x 32.

Poids au mètre : 0,72 kg/m pour les 2 tuyaux.

CORPS DE POMPE : cylindre inox, boudruche caoutchouc.

Diamètre : 90 mm.

Poids : 9 kg.

POIDS TOTAL (pour 25 m de profondeur) : 45 kg.

PRIX

PRIX DEPART USINE (pour 30 m de profondeur) : 900 FF HT (prix 1989).

PERFORMANCES ET OBSERVATIONS

1,8 m³/h à 10 m.

1,15 m³/h à 30 m (nouvelle boudruche).

Possibilités d'installation jusqu'à 60-70 m.

Nouvelles boudruches très résistantes depuis 1986, avec une garantie de 3 ans.

Installation et maintenance très faciles.

Bonne résistance à la corrosion.

Possibilité de fabrication locale des pièces détachées.

Formation des artisans réparateurs.

Pompe VL0M.

VOLANTA

TYPE : immergée à piston.

SYSTEME DE COMMANDE : volant et tringle.

FABRICANT : JANSSEN VENNEBOER INTERNATIONAL B.V.

Industrieweg 4, P.O. Box 6, 8130 AA Wijhe (Hollande).

Tél. + 31.5702.3705. Téléx 49418 JANSV NL.

Fax + 31.5702.3712.

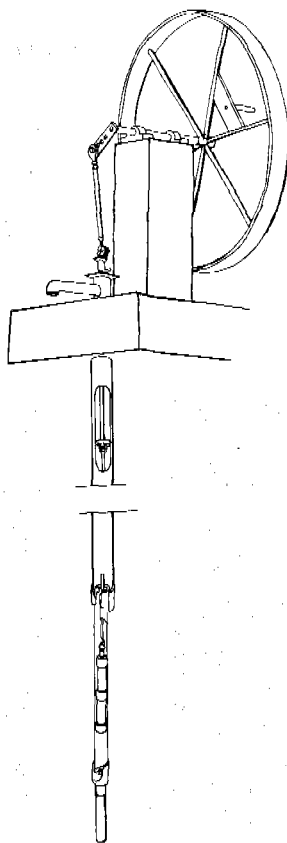
PRODUCTION PAR AN : 350.

REFERENCES : 1.715 pompes installées en Afrique de l'Ouest et en Afrique Centrale.

41 pompes installées en Afrique et Amérique du Sud.



Schéma d'après documentation constructeur



DESCRIPTION

TETE DE POMPE : Volant mécanosoudé, palier et socle acier.

Hauteur : 1,55 m hors sol.

Poids : 115 kg.

TRINGLERIE ET COLONNE : colonne PVC et tringle en acier inox.

Diamètre : 80 mm et 8 mm.

Poids au mètre : 2 kg (tuyau et tringle).

CORPS DE POMPE : cylindre PVC renforcé fibre de verre.

Diamètre piston : 50 mm (inox).

POIDS TOTAL (pour 25 m de profondeur) : 166 kg.

PRIX

PRIX DEPART USINE (pour 25 m de profondeur) : 9.110 FF/unité.

PERFORMANCES ET OBSERVATIONS

— de 1,5 m³/h à 20 m jusqu'à 0,5 m³/h à 80 m.

— Installation simple malgré le poids total de l'ensemble; utilisation de tringles à crochet et tuyau PVC.

— Cylindre ouvert, d'où maintenance sur pièces immergées aisée.

— Très peu sensible à la corrosion et au sable.

— Maintenance minime : très peu de pièces d'usure (piston sans joint).

— Motorisation facile.

— Longue durée de vie.

— Pompe VL0M.

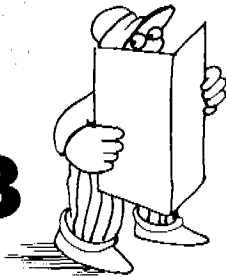
SOURCE DE RENSEIGNEMENTS :

— Constructeur (août 1989)

— CIEH

— FDE

8



LEXIQUE

BAUDRUCHE : Élément de pompe déformable de l'hydropompe Vergnet.

CORROSION : Dans certaines conditions, l'eau souterraine peut être très corrosive et attaquer les matériaux usuels employés dans la construction des pompes, fonte, acier faiblement allié, fer galvanisé. Cela ne dépend pas seulement du pH de l'eau, mais aussi de la teneur en sels dissous, en CO_2 libre, en H_2S dissous... Une analyse fine de l'eau permettra de dire si elle est agressive, et de choisir les matériaux en conséquence.

CYLINDRE OUVERT : Cylindre pouvant être extrait par l'intérieur de la colonne d'exhaure (pompe Volant) ou cylindre dont le piston peut être extrait.

EAU POTABLE : Pour être potable selon les normes de l'OMS (généralement appliquées et reconnues dans les PFI), une eau doit répondre à de nombreux critères physiques, chimiques et bactériologiques. Ces normes sont suivies dans les systèmes de distribution d'eau à grande échelle. Pour les populations rurales, l'eau potable est celle qui ne provoque pas de maladies, ou qui ne porte pas atteinte à la santé des consommateurs à long terme. Les eaux souterraines, même si elles ont parfois des concentrations importantes en fer, manganèse ou chlorure, seront toujours de meilleure qualité que les sources d'approvisionnement traditionnelles.

HYDRAULIQUE AGRICOLE : Pour irriguer des petits périmètres ou abreuver des troupeaux, les villageois ont besoin de gros débits (1 à 5 m^3/h). Certaines pompes, munies de gros cylindres, sont capables de ces performances. Il faut alors la force de deux ou quatre individus pour manœuvrer la commande, un levier en T ou en M. Ces pompes, si elles ont de bonnes per-

formances, sont cependant lourdes à installer et à dépanner.

MALADIES D'ORIGINE HYDRIQUE : Ce sont des maladies qui peuvent être soit :

- Transmises par l'eau, dysenterie, ascarirose, choléra, poliomyélite, bilharziose, vers de Guinée...
- Dues au contact de l'eau : bilharziose...
- Ayant des vecteurs qui vivent dans l'eau :

- transmission par un gastéropode : bilharziose;
- transmission par le moustique : arbovirose, paludisme, filariose;
- transmission par les mouches : loa-loa, onchocercose, trypanosomiase.

Elles sont toutes invalidantes et très souvent mortelles, surtout pour les jeunes enfants. L'amélioration de l'alimentation en eau permet une éradication de ces maladies (jusqu'à 100 % pour le ver de Guinée, 80 % pour la typhoïde...).

MARTEAU FOND DE TROU :

Technique de forage à l'air comprimé. L'air comprimé est produit par un compresseur à fort débit et à pression moyenne (14 à 25 bars). Il est injecté à l'extrémité supérieure du train de tige, lui-même animé d'un mouvement de rotation lent (30 à 50 tr/mn). Il actionne à l'extrémité inférieure du train de tige, "au fond du trou", un marteau pneumatique qui tape sur un taillant. C'est un procédé destructif; la frappe et la rotation sont associées (même principe que les perceuses à percussion pour le béton). Les cuttings remontent avec l'air à la surface.

C'est une technique très rapide (8 à 10 m/h dans des formations dures telles que basalte, granit), et plus facile à mettre en œuvre que la technique classique Rotary à la boue.

C'est la technique généralement utilisée dans les pays localisés sur le bouclier africain (Afrique de l'Ouest).

MATERIAUX SYNTHETIQUES :

Appelés couramment matières plastiques, ces matériaux de synthèse sont des dérivés lointains du pétrole. Le plus connu est le PVC, polychlorure de vinyle, pour ses multiples applications (joints, films, disques...). On le trouve dans la pompe pour la partie immergée et la colonne de refoulement, car il a une très bonne résistance chimique (insensible à la corrosion). Par contre, il est nécessaire de le stocker avec précautions, car il n'aime pas être soumis à de grandes variations de température, ni à l'action du soleil (rayons UV) : cela le rend cassant et inutilisable.

Le polyéthylène, ou PEhd (polyéthylène haute densité) est lui aussi utilisé dans les pompes. Il a une bonne stabilité chimique et possède l'avantage d'être semi-rigide. On peut l'utiliser d'une seule longueur.

Le téflon ou PTFE (polytétrafluoréthylène) a de bonnes qualités mécaniques; il est aussi autolubrifiant; il sera utilisé dans les coussinets des articulations de levier. En mince film, on l'utilisera pour assurer l'étanchéité de raccords filetés.

Les résines polyesters, combinées à des supports tels que la fibre de verre, forment des stratifiés de haute résistance mécanique; ils seront utilisés pour des cylindres de pompe, ou des carters de protection.

Des caoutchoucs synthétiques, ou élastomères, pourront être utilisés pour encaisser des à-coups, ou assurer des étanchéités au niveau du piston par exemple.

NIVEAU DYNAMIQUE : profondeur du niveau d'eau dans un ouvrage en exploitation.

NIVEAU STATIQUE ou **PIEZOMETRIQUE :** profondeur du niveau d'eau de la nappe au repos (hors pompage).

PRESSIION ATMOSPHERIQUE : C'est la pression qui règne partout autour de nous. Elle est due à la

colonne d'air qui nous appuie sur la tête. Elle se mesure en mètres de colonne d'eau (10,33 CE), en bar (1 bar) ou en millimètres de mercure (760 mm Hg). Elle diminue en fonction de l'altitude (environ 0,1 m CE par 100 m), et cela limite la hauteur d'aspiration des pompes. La hauteur d'aspiration pratique diffère de 2 à 3 m de la hauteur d'aspiration théorique, qui est égale à la pression atmosphérique (7 à 8 m pratiques au lieu de 10 m théoriques).

PROFONDEUR D'IMMERSION : Profondeur du corps de pompe par rapport au sol. Calcul de la profondeur d'immersion (PI) :

$PI = ND + DN + S$
ND: niveau dynamique au débit d'exploitation.

DN: baisse naturelle de la nappe pendant la saison sèche.

S : sécurité : 3 m.
Avec $PI < Ce$.

Ce: Cote des crépines du tube de forage.

RABATTEMENT : Différence entre les niveaux statique et dynamique.

RENDEMENT : Pour toute machine, le rendement est le rapport de la puissance fournie sur la puissance absorbée. Dans le cas d'une pompe à main, c'est le rapport entre la puissance hydraulique fournie par la pompe (le produit $Q \times H$) et la puissance musculaire développée par l'individu. Ce rendement, qui est le produit des rendements volumétrique (inertie des clapets), hydraulique (pertes de charge) et mécanique (frottements), est de l'ordre de 60 à 80 %. Meilleur sera le rendement, au mieux sera utilisée la force des individus.



PRINCIPAUX CONSTRUCTEURS

Cette liste a été établie à partir des renseignements en notre possession. Cette liste n'est et ne représente aucune forme de jugement sur les produits quant à leur qualité.

AFRIQUE

BURKINA FASO

INDIA

Apicoma
B.P. 2085, OUAGADOUGOU.

VOLANTA

Centre Sainte-Famille
B.P. 3905, Saaba
OUAGADOUGOU.

COTE-D'IVOIRE

ABI MN et ABI ASM

S.N. ABI Abidjan Industrie
B.P. 343, Z.I. de Vridi
ABIDJAN 01.

SEEE - BR

SEELCI
11, rue des Pêcheurs
04 PB 342, ABIDJAN 04.

KENYA

KENYA UGANDA

Atlas Copco Terratest Ltd.
Norwich Union House
P.O. Box 40090, Nairobi.

MADAGASCAR

Comptoirs sanitaires
de Madagascar
B.P. 1104
TANANARIVE (Mandristara).

MALI

INDIA MARK 2

Emama
B.P. 68, SIKASSO.

NIGER

VOLANTA

Acrema
B.P. 147, TAHOUA.

SENEGAL

Divers types de pompes

Siscoma
B.P. 3214, DAKAR

TANZANIE

Shallow Well Program
P.O. Box 168, SHINYANGA.

TOGO

INDIA MARK 2

Uproma
B.P. 1086, LOME.

EUROPE

ALLEMAGNE (RFA)

SBF-KARDIA et TURNI
Preussag
Stederdorf, B.P. 6009
3150 PEINE.

AUTRICHE

VEW

Wew
B.P. 56, A 1011 VIENNE.

BELGIQUE

TROPIC

Duba S.A.
Nieuwstraat 31
WETTEREN.

Depicchin
Avenue du Maire
288, 7500 TOURNAI.

GORDI

Hydrowal Parc Sart-Tilman
Avenue du Pré-Aily
B 4900 ANGI FUR-LIEGE.

FRANCE

ROYALE, NEPTA, AFRICA

Briau S.A.
B.P. 43, 37009 TOURS Cedex.

UPM

Pompes Maupu International
45073 ORLEANS Cedex 2.

PST

Masure
B.P. 276
59335 TOURCOING Cedex.

VERGNET

Vergnet S.A.
66, rue Hoche
92240 MALAKOFF.

VITO

Pont-à-Mousson S.A.
54017 NANCY Cedex.

AIGO

Technagri
Rue de Boë, Agen-Boë
47240 BON-ENCONTRE.

GUIRAUD

UIE
440, chemin de Monlarès
B.P. 1113
34008 MONTPELLIER Cedex.

ITALIE

PULSA

Fluxinos
Via Genova 10
58100 GROSSETO.

SUEDE

PETRO

Petro Pumps
Carl Westmans Väg 5
S-13300 SALTSJOBADEN.

GRANDE-BRETAGNE

AQUADEV

Mono Pumps
Gromwell Road, Bredbury
STOCKPORT SK6 2RF.

CONSALLEN

Consallen Group Sales Ltd
23 Oakwood Hill Industrial Estate
LOUGHTON, Essex 1610 3T2.

MONOLIFT

Mono Pumps Ltd
Gromwell Trading Estate
Gromwell Road
Bredbury, STOCKPORT
Cheshire SK6 2RF.

GODWIN

H.J. Godwin Ltd
Quenington, CIRENCESTER
Gloucestershire GL7 5BX.

PAYS-BAS

KANGOUROU

Pipers International Water
Supply Engineering
Nijverheidsstraat 21
P.O. Box 138, NIJKERK.

VPM

Van Reekim Materials
BV P.O. Box 98730
APELDOORN.

VOLANTA

Volanta (Machine Fabriek Jansen
Venneboer b.v.)
Industrieweg 4, Postbus 6
8130 AA WIJHE.

ASIE

INDE

INDIA MARK 2

India Inalsa
Soroya Kiran
Kastorba Ghandi Marc.
110001 NEW DELHI.

JAPON

DRAGON

Kawamoto Pump Mfg. Co.
P.O. Box Nogoya Naka N° 25
NAGOYA.

AMERIQUE

CANADA

MOYNO

Robbins & Meyer Co. Ltd
BRANDFORD, Ontario.

MONARCH

Monarch Industries Ltd.
P.O. Box 429
WINNIPEG.

USA

MOYNO

Robbins Meyer Inc.
SPRINGFIELD, Ohio 45501.

DEMPSTER

Dempster Industries Inc.
P.O. Box 848
BEATRICE, Nebraska
68310 USA

SERIE BLEUE

**1 LES POMPES
CENTRIFUGES**

Entretien et
maintenance.

2 Techniques et méthodes de
**RECHERCHE ET
DETECTION
DES FUITES**
dans les réseaux
d'adduction d'eau.

3 L'utilisation des
**REACTIFS
DE TRAITEMENT
D'EAU POTABLE**
et le contrôle de leur mise
en œuvre.

4 Utilisation et entretien des
**INSTRUMENTS DE
MESURE** dans le contrôle
de la qualité des eaux.

5 La distribution
de l'eau potable :
LE COMPTAGE.

6 LA ROBINETTERIE
Choix - Mise en œuvre -
Entretien.

**7 RESEAUX
D'ASSAINISSEMENT**
Conception - Réception -
Entretien - Réhabilitation.

8 Eaux usées urbaines :
**NITRIFICATION
DENITRIFICATION
DEPHOSPHATATION**
Contraintes d'exploitation.

SERIE VERTE

**9 L'OZONATION
DES EAUX**

Principe, exploitation
et maintenance
des installations.

**10 LA CHLORATION
DES EAUX**

Principe, exploitation
et maintenance
des installations.

**11 LA TELEGESTION
DES RESEAUX**

Principes, matériels
et équipements,
exploitation.

**12 POSE
DES CANALISATIONS**

pour l'adduction
et la distribution
de l'eau potable.

**13 POMPES A MOTRICITE
HUMAINE**

Principes
Critères de choix
Fiches de produits.

A PARAITRE

• **EAUX DE CHAUDIERE
ET DE
REFROIDISSEMENT.**

**1 DIFFERENTES
COLLECTIONS**

- Techniques rurales en Afrique.
- Manuels et précis d'élevage.
- Technologies et développement.
- Analyses :
 - Série Analyses de sources d'informations.
 - Série Analyses bibliographiques.
 - Série Analyses et documents.
- Méthodologie.
- Documents pédagogiques.

**2 OUVRAGES SUR L'EAU
ET L'HYDRAULIQUE**

- Collection "Techniques rurales en Afrique".
 - Les barrages souterrains, 1979.
 - La construction des puits en Afrique tropicale, 2^e éd., 1981.
 - Evaluation des quantités d'eau nécessaires aux irrigations, 2^e éd., 1979.
 - Forage d'eau : matériel et techniques mis en œuvre en Afrique centrale et de l'Ouest, 1983.
 - Manuel du technicien du Génie rural. Travaux sur un périmètre d'irrigation, 3^e éd., 1985.
 - Les ouvrages d'un petit réseau d'irrigation, 1969, réimpr. 1982.
 - Les pompes et les petites stations de pompage, 2^e éd., 1979.
- Collection "Dossier Technologies et Développement".
 - Les énergies de pompage : approvisionnement en eau et énergies renouvelables, 1985.
 - Les pompes à main en hydraulique villageoise, 1987.

- Eau et santé : éléments pour un manuel pédagogique des programmes d'hydraulique villageoise des pays en développement, 1989.

• Collection "Maîtrise de l'Eau".

- Hydraulique pastorale et rurale. Le surcreusement des mares.

• Hors collection.

- Le choix des matériaux pour les conduites d'adduction et de distribution d'eau, 1970.

- Enjeux de l'après-barrage : vallée du Sénégal, 1986.

- Estimation des débits de crue à Madagascar : bassins de 10 km² à 50.000 km², 1976.

- Hydraulique routière, 1981. Collection "Travaux publics".

- Manuel de formation des formateurs villageois : le point d'eau au village, 1987.

**3 OUVRAGES SUR L'EAU
ET L'HYDRAULIQUE
PUBLIES PAR
LE MINISTERE
DE LA COOPERATION
ET DU DEVELOPPEMENT
EN CO-EDITION
AVEC LE GRET**

• La maîtrise des crues dans les bass-fonds : petits et micro-barrages en Afrique de l'Ouest, 1988.

13 POMPES A MOTRICITE HUMAINE

Principes
Critères de choix
Fiches de produits.

Commandes
à adresser à :

FONDATION DE L'EAU

Rue Edouard-Chamberland, 87065 Limoges Cedex. Tél. 55.79.77.99

Réalisé avec le concours de :

Alain PRADEAU, Fondation de l'Eau

Jean-Claude CHAZELON, Communication Graphisme, Limoges

Edité par **S.E.D.A.**, B.P. 1516, 87020 Limoges Cedex