

232.2
84 PO

sur la casserole, la découpe des aliments et le place-
reole dans un caisson à foin. Toutes ces mesures per-
miser de l'énergie quel que soit le type de feu à bois.

P. Verhaart
C.M.P. Eindhoven

INTERNATIONAL REFERENCE CENTRE
FOR COMMUNITY WATER SUPPLY AND
SANITATION (IRC)

LIBRARY, INTERNATIONAL REFERENCE
CENTRE FOR COMMUNITY WATER SUPPLY
AND SANITATION (IRC)
P.O. Box 93100, 2509 AD The Hague
Tel. (070) 814911 ext. 141/142

ENV:
LO:

4482

232.2 84 PO

eau

LA POMPE PNEUMATIQUE RURALE
R.C.B.F.

La moitié de la population du Tiers Monde n'a pas accès à l'eau salubre. Trois personnes sur quatre y utilisent les champs ou d'autres solutions non hygiénique pour l'évacuation des excréments. Leur santé en subit des conséquences effroyables. Les 80% des maladies peuvent être attribuées au manque d'eau et aux mauvaises conditions sanitaires. Ce sont essentiellement les maladies diarrhéiques par manque d'eau potable et d'hygiène qui tuent 5 millions d'enfants par an.

Depuis trois ans nous avons consacré nos efforts pour trouver des solutions pour satisfaire les besoins en eau des populations rurales et périurbaines. Notre premier souci a été de limiter les dépenses afin de satisfaire le plus grand nombre d'intéressés (la pompe INDIA MARK II de l'UNICEF coûte ± 370 \$ US. Nous voulions également que la pompe soit facile à entretenir par l'utilisateur. Elle devait aussi être capable de pomper l'eau à des profondeurs assez importantes (pour une pompe manuelle) c'est à dire jusque 20 à 25 m. Après de nombreux essais et échecs nous avons enfin mis au point un système original qui répond à ces desiderata. Nous sommes certains, sachant que l'eau se vend très cher au puits, que notre pompe rurale peut être amortie par les

232.2 - 4482

plus pauvres en quelques semaines.

La pompe VERGNET à transmission hydraulique utilise du tuyau semi-rigide et suppose un élément dilatable (breveté) non autoconstructible, inconvénient surmonté par la pompe R.C.B.F.

Bien que nous souhaitons sa multiplication artisanale, nous n'acceptons pas d'industrialisation sans notre accord: la pompe R.C.B.F. est brevetée. A partir de la description suivante, il est possible de construire vous-même une pompe au moyen de matériaux simple et de votre imagination créatrice. Si vous souhaitez de plus ample description pour la fabrication artisanale, n'hésitez pas à nous contacter.

1. Principe de fonctionnement.

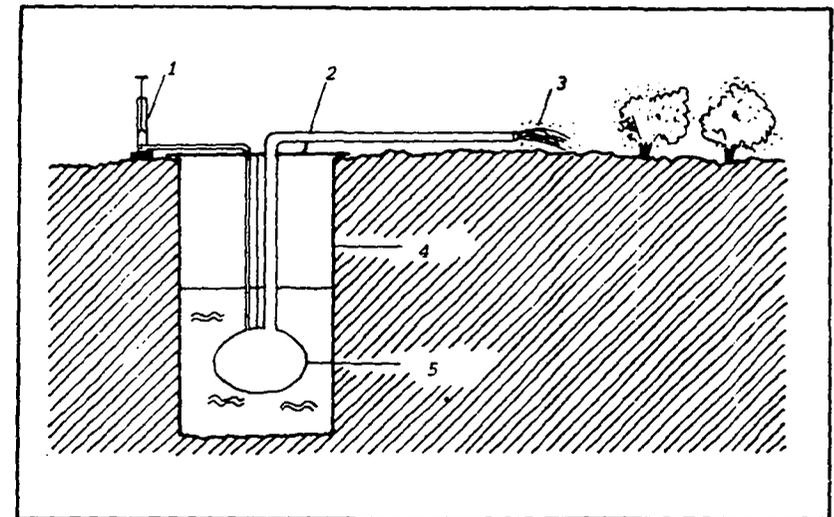
Le principe de fonctionnement de la pompe est simple, CHASSER L'EAU CONTENUE DANS UNE CUVE ETANCHE IMMERGEE DANS LE PUIT A L'AIDE D'AIR COMPRIME. L'air est comprimé par un vérin pneumatique manuel et envoyé dans la cuve par un tuyau souple de petite section. La cuve, d'une capacité d'environ 10 L (un seau), se remplit périodiquement d'eau via un clapet d'admission. Cette eau est refoulée par un tuyau d'arrosage jusqu'à l'endroit désiré, grâce à l'énergie de l'air comprimé.

2. Construction de la pompe.

La construction en série de cette pompe peut être faite par l'industrie locale. La cuve peut être obtenue soit par emboutissage de tôles (cuivre au Zaïre) soit par injection de matière plastique, le clapet également. La production en plastique (matériau bon marché) demande toutefois un plus grand investissement à la base (moules d'injection). Cette méthode doit être envisagée pour une grosse série (minimum 10.000 pièces). La pompe à air peut être un pompe pour gonfler les pneus des véhicules légèrement transformée pour diminuer les pertes de charge ou bien être entièrement réalisée dans un petit atelier mécanique. La construction artisanale à partie de matériaux de récupération est tout à fait possible, les prototypes ayant été fabriqués de cette manière.

La construction artisanale peut se faire à partir d'un simple récipient en métal, en plastique,... pourvu que la cuve soit suffisamment lourde pour qu'elle reste immergée à vide. Le cuir, le caoutchouc de pneu, etc... conviennent comme matériaux pour les clapets.

Description de l'installation.



- 1) Une pompe pneumatique, génératrice d'air comprimé.
 - 2) Une cuve d'une dizaine de litres suspendue dans le puit.
 - 3) Un petit tuyau plastique (10m) pour transmettre l'air comprimé.
 - 4) Un tuyau d'arrosage (10m) pour remonter l'eau pompée.
- Selon les matériaux et les moyens de production choisis, la pompe R.C.B.F. peut revenir à environ 60 US dollar.

Fig. 1: Schéma de la pompe.

La cuve a deux clapets.

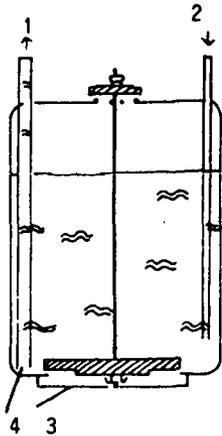


Fig.2: Le conteneur.

1. tube à eau
2. tube à air
3. fond du conteneur
4. point de drainage

La pompe à air: un exemple en coupe.

(Il est à constaté que le clapet inférieure est plus large que le clapet supérieure).

Fonctionnement:

au remplissage l'eau rentre par le grand clapet inférieur qui ouvre le petit clapet supérieur, ce dernier permettant l'évacuation rapide de l'air contenu dans la cuve. Quand la cuve est remplie la force de gravité referme les deux clapets et le cycle de pompage peut commencer. A la fin de celui-ci la chute de pression (air évacué par le tuyau d'eau) et la poussée extérieure de l'eau sur le grand clapet libère les deux clapets et le cycle de remplissage recommence.

Avantage:

la cuve ne doit pas être immergée lorsqu'elle est vide, elle peut donc être construite légère et flotter à vide (un lest dans sa partie inférieure est cependant indispensable).

Le système peut fonctionner si la cuve n'est pas entièrement immergée (puits où il ne reste que 0,3 m d'eau). Le rendement dans ce cas sera nettement moins bon (gros volume d'air contenu dans la cuve au début du cycle de pompage et devant être mis sous pression).

Inconvénients:

si la cuve n'est pas immergée en permanence de par son propre poids, le remplissage est relativement lent. On ne profite pas de la pression de l'eau dans le puits, le remplissage se faisant en surface. Le clapet supérieur est pendant le cycle de pompage en contact avec l'air. Ceci est l'inconvénient principal car l'étanchéité à l'air est très délicate à réaliser et la moindre imperfection peut entraîner des fuites désastreuses pour le système comme ce fut le cas des variantes de la pompe POPOLITO essayées à Mamba (Zaïre).

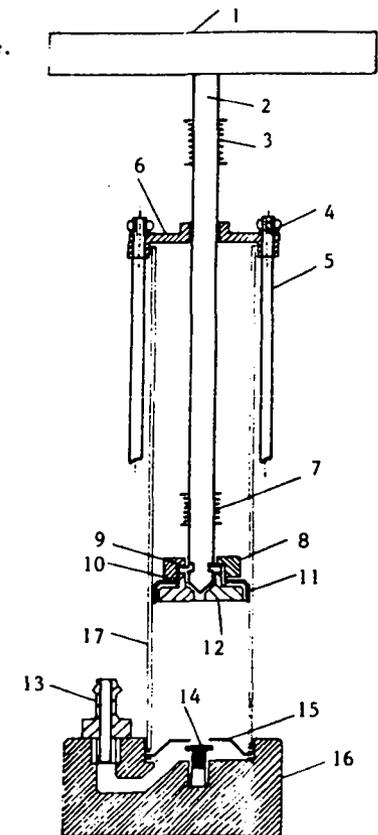
La pompe à air : une exemple en coupe.

DESCRIPTION

1. Manche en bois ou acier
2. Axe de piston
3. Amortisseur supérieur
4. Ecrou + rondelle
5. Tirant (assemblage du cylindre)
6. Carte supérieur
7. Amortisseur inférieur

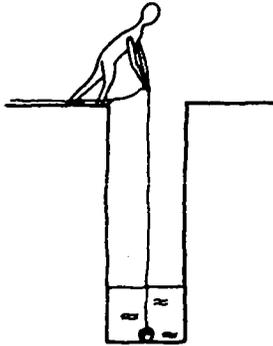
PISTON

8. Ecrou de blocage
9. Arrêt de l'axe
10. Rondelle
11. Coupelle en cuir
12. Base du piston
13. Raccord du tuyau d'air
14. Soupape d'échappement (caoutchouc)
15. Siège de soupape
16. Carter inférieur
17. Cylindre en acier

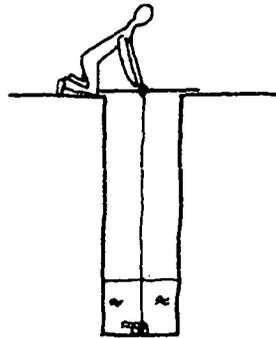


3. Installation de la pompe R.C.B.F.

1. Trouver une traverse (bois, fer,...) pour suspendre la cuve dans le puits.
2. Mesurer la profondeur du puits avec la corde fournie.

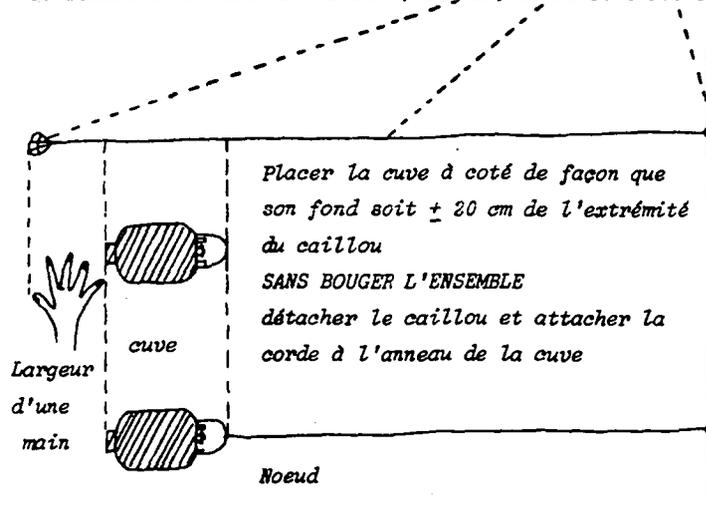


Suspendre un caillou à la corde jusqu'au fond du puits.



Attacher la corde à la traverse.

3. Étendre le tout sur le sol (caillou, corde et traverse)



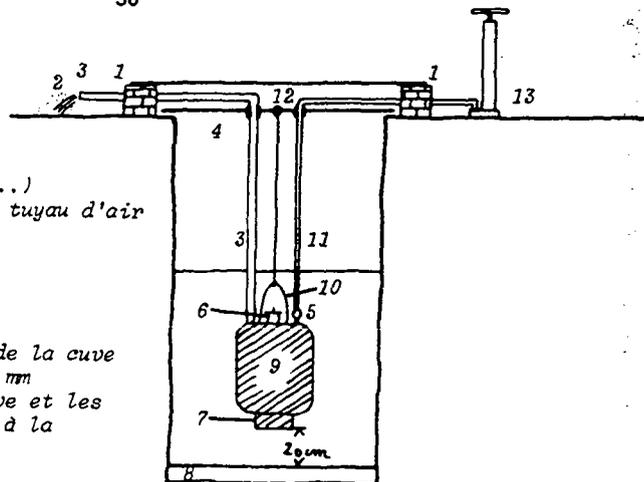
IL EST TRÈS IMPORTANT D'ACCORDER LE PLUS GRAND SOIN À CETTE OPÉRATION (le fond de la cuve ne peut pas toucher le fond du puits, elle doit être suspendue à 20 cm de celui-ci).

4. Dérouler les tuyaux d'eau et d'air et la corde sur le sol de façon qu'ils ne se mêlent pas.
5. Raccorder, si ce n'est pas fait, une extrémité du tuyau d'eau (le plus gros des deux) au gros embout de la cuve, le fixer à l'aide d'un collier. Tremper le tuyau dans l'eau bouillante s'il ne s'introduit pas bien (il doit être enfoncé de 2 à 3 cm).
6. Raccorder de la même façon le tuyau d'air sur la cuve (petit tuyau sur petit embout). Le fixer avec un collier.
7. Descendre la cuve dans le puits en la suspendant par la corde. Retenir les tuyaux afin qu'ils ne tombent pas dans le puits. Quand cette opération est terminée, si l'on voit apparaître le sommet de la cuve à la surface de l'eau, il est probable que la pompe ne fonctionnera pas car il faut que la cuve soit complètement immergée dans le puits. Il faudra dans ce cas approfondir le puits.
8. Attacher la corde et les tuyaux à la traverse en faisant attention de ne pas écraser les tuyaux.
9. Refermer le puits avec une tôle, une planche, des briques,...
10. Il suffit à présent de raccorder le tuyau d'air à la pompe à main et de pomper. Après quelques coups de pompe l'eau coulera par le tuyau d'arrosage. Les premiers jours, il faut pomper rapidement pour que les soupapes se ferment convenablement (rodage). Si l'eau ne coule pas c'est que de la boue est rentrée dans la cuve. Il faudra remonter la cuve et rincer à l'eau l'intérieur en secouant l'une des soupapes avant de la replonger dans le puits.

Schemas de l'installation.

Description:

1. Margelle en briques
2. Sortie de l'eau
3. Canalisation d'eau
4. Traverse (bois, fer,...)
5. Collier de serrage du tuyau d'air comprimé
6. Soupape supérieure
7. Admission d'eau
8. Fond du puits
9. Cuve immergée
10. Anneau de suspension de la cuve
11. Tuyau d'air (\varnothing int. 5 mm)
12. Corde attachant la cuve et les tuyaux d'eau et d'air à la traverse.
13. Pompe à main

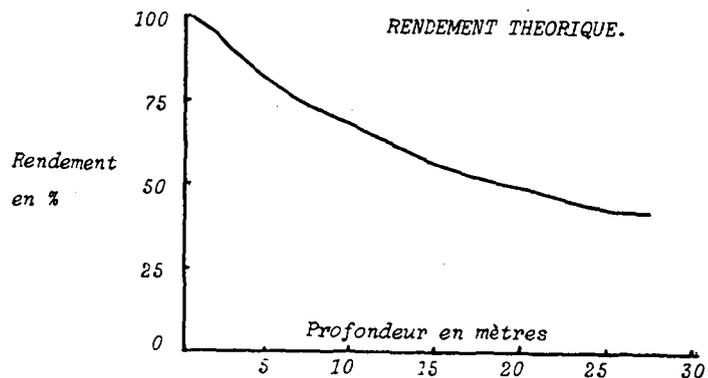


4. Rendement.

Les essais ont témoigné d'un rendement proche de la théorie de l'ordre de 60 % à une profondeur de 7 m, avec un débit de 10001/h.

LE RENDEMENT DE LA POMPE VA S'AMELIORER DE JOUR EN JOUR les soupapes doivent se rôder et le tuyau d'air comprimé va légèrement se dilater diminuant ainsi la perte de charge.

Il faut noter que moyennant un choix judicieux des sections des canalisations (eau et air) les seules pertes de charge notables sont celles engendrées par la soupape de la pompe à air.



On constate que pour les profondeurs utiles allant de 2 à 20 m le rendement théorique passe de 89 à 52%.

Rendement observe.

Lors de nos expériences, nous avons consacré tous nos soins à réduire les pertes de charge. A aucun endroit du système l'air ne doit passer par un orifice de moins de 4 mm de diamètre et le ressort de la soupape de la pompe à air est très faible.

La course du piston de la pompe à air est 0,40 m.

La force exercée par un homme par seconde est environ 60 N.

Sur le site expérimental l'eau est à 6,4 m de profondeur.

La puissance déployée a été évaluée à

$$P = 60 \text{ N} \times 0,4 \text{ m de course/1 sec} = 24 \text{ W}$$

Le débit a été mesuré 0,23 L/sec, ce qui exige une force de 2,3 N/sec et une puissance: $P' = 2,3 \text{ N/sec} \times 6,4 \text{ m} = 14,7 \text{ W}$ pour élever l'eau.

Le rendement réel est donc:

$$P'/P = 14,7 \text{ W}/24 \text{ W} = 61 \%$$

Le rendement théorique serait, à 6,4, de 76 %

Debit réel à 6,4 m de profondeur

$$0,23 \text{ L} \times 3600 \text{ sec} : 8\text{h/ jour} = 6624 \text{ L/ jour} \\ = 6,6 \text{ m}^3/\text{ jour}$$

5. Avantages du système.

1. Le système est simple et facile à comprendre
2. L'installation sur le site prend 15 min grâce à l'utilisation de tuyaux souples.
3. Il n'y a aucun réglage à faire pour le système qui pèse ± 10 Kg.
4. Le tuyau d'arrosage amène l'eau où l'on veut sous pression: potager, cuisine, lieu de travail.
5. L'eau est toujours prête à couler pendant le cycle. La pompe ne se désamorçe pas.
6. La pompe pneumatique peut être rentrée chaque soir ou placée dans l'habitation à l'abri du vol.
7. Il ne faut que 0,3 m d'eau dans le puits.
8. Le puits peut être entièrement renfermé, d'où: eau claire

hygiène
sécurité des enfants

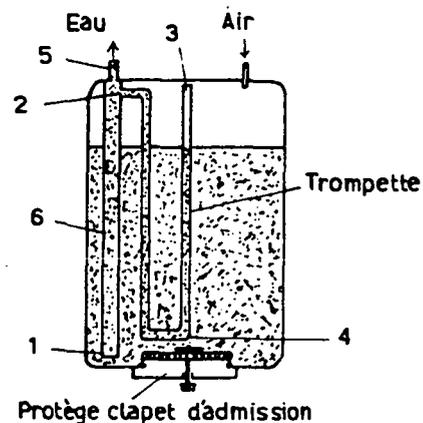
9. Le rendement est très bon et l'effort à fournir à la portée d'un enfant de huit ans.
10. Le prix de la pompe est des plus économique.
11. La pompe convient entre 1 et 20 m de profondeur sans problèmes. Pour des profondeurs supérieures le principe reste valable.
12. Entretien très réduit, mettre de temps en temps quelques gouttes d'huile dans la pompe à air. La seule pièce qui s'use est la coupelle en cuir de la pompe à air, elle peut être facilement fabriquée et remplacée par l'utilisateur. Sa durée de vie minimum est d'une année. Nous avons évité la présence de pièces d'usure dans le puits(4).
13. Des eaux chargées de boue ou de sable peuvent être également pompées sans inconvénient. Si la cuve s'enbourbe une quinzaine de minutes suffisent à la nettoyer et la remettre en service.
14. L'accouplement de ce système aux éoliennes est très simple celle-ci peuvent être mises à l'endroit le plus venteux indépendamment de la position du puits.

6. Evolution des modèles de la cuve.

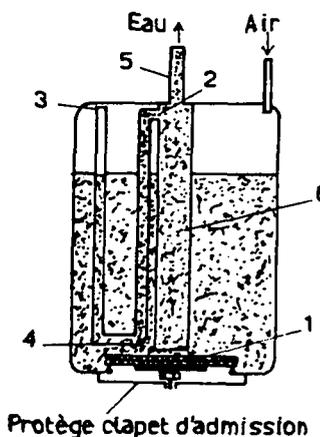
Un certain nombre d'inconvénients sont apparus lors de la mise au point de la première pompe. Ceux-ci ont progressivement été éliminés par la mise au point du modèle à deux clapets.

Fonctionnement:

pendant le remplissage, le clapet étant ouvert, l'air contenu dans la cuve est chassé à travers la trompette (3 --> 2) et remonte en surface par le tuyau d'évacuation d'eau. A la fin de ce cycle l'eau remplit la trompette entre 2 et 3 la clapet se referme et le pompage peut commencer. L'air comprimé chasse l'eau par l'orifice 1 et le tuyau d'eau vers la surface. L'eau contenue dans la trompette ne se vide pas car il n'y a pas de différence de pression entre 2 et 3, elle réalise donc un bouchon pour l'air. Lorsque l'eau dans la cuve atteint



Type 1



Type 2

le niveau inférieur de la trompette (4) elle est chassée dans celle-ci (3-->2) laissant le libre passage à l'air comprimé qui s'évacue ainsi par le tuyau d'eau. La pression dans la cuve s'effondre et la soupape d'admission peut s'ouvrir pour un nouveau remplissage.

Avantage:

simplicité du système, un seul clapet facile à réaliser et sûr, car étanchéité avec de l'eau et non de l'air.

Inconvénients:

la cuve ne se remplit par entièrement d'eau, il s'en suit une perte de volume d'eau pompée par cycle et une chute du rendement du système.

Explication du phénomène:

l'eau monte plus rapidement à travers le tuyau 6 que dans la cuve (moins de pertes de charge pour l'air dans le gros tuyau 6 que dans la trompette). L'orifice 2 est donc plus vite atteint que l'orifice 3 et l'eau remplit la trompette de 2 vers 3 et arrête ainsi prématurément le remplissage de la cuve.

Ce gros inconvénient à été éliminé dans la version suivante.

B. Cuve a trompette et clapet a double effet.

Le clapet d'admission a ici un double rôle. Au remplissage il ferme l'orifice l'empêchant ainsi l'eau de monter dans le tube 6. L'eau peut donc maintenant atteindre l'orifice 3 et remplis la cuve complètement (la trompette se remplissant dans le bon sens 3-->2)

Inconvénients de ces deux dernières versions:

la cuve doit pouvoir être entièrement immergée, sinon la trompette ne se remplit pas bien et l'air s'échappe par celle-ci.

A la fin du cycle de pompage, il rest: un peu d'eau dans le tuyau d'évacuation (surtout si ce tuyau descend à un endroit de son parcours) gênant ainsi la mise à l'air libre de la cuve, le reliquat de pression ainsi créé empêche l'ouverture du clapet d'admission. Il faut donc que la pression externe sur ce clapet soit plus importante que le résidu de pression interne. Une immersion convenable de la cuve est donc indispensable pour éliminer ce problème (cela entraîne l'obligation d'avoir minimum 1,5 m de profondeur d'eau dans le puits pour obtenir un fonctionnement correct de ces systèmes).

REMARQUE IMPORTANTE.

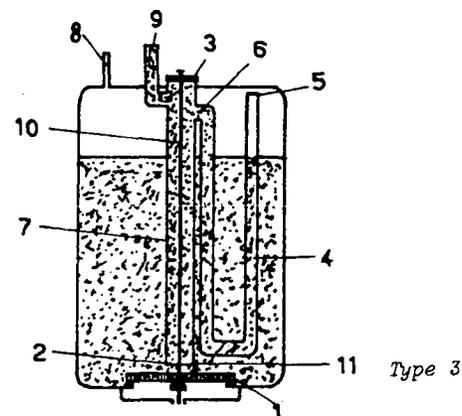
La section du gros tuyau de la trompette doit être convenablement dimensionnée pour éviter son désamorçage prématuré.

Une grande vitesse dans le tube 6 crée au point 2 une dépression qui aspire l'eau de la trompette par l'orifice 2. Celle-ci étant alors rapidement vidée le système est desamprcé bien avant que la cuve ne soit vidée.

Selon nos calculs LE DIAMETRE MINIMUM MINIMORUM EST D'UN POUCE.

C. Cuve à trompette et à deux clapets

C'est la cuve la plus performante car elle est la synthèse des versions précédentes sans leurs défauts.



Fonctionnement:

La cuve testée est entièrement immergée, sans toutefois toucher le fond du puits (obstruction de l'orifice d'admission). Cela exige une profondeur d'eau minimum de 40 cm dans le puits pour une cuve de 6 à 7 l de capacité.

Remplissage:

Le clapet 1 s'ouvre sous la pression externe de l'eau, il bloque l'orifice 2 et ouvre le clapet 3 (1 et 3 solidaires du même axe 10), l'eau pénètre dans la cuve en chassant l'air par la trompette (5-->6) et le clapet 3 vers l'extérieur. Ce chemin étant très court et libre d'eau, l'air peut s'échapper facilement de la cuve lui assurant un remplissage très rapide et donc un temps mort minimum (soit environ 3 sec. pour une cuve de 7 l immergée à 50 cm).

Lorsque le niveau de l'eau atteint l'orifice 5 (sommet de la cuve) la trompette se remplit (5-->6), remplit complètement le tuyau 7, le remplissage est terminé.

Pompage:

Les clapets 1 et 3 se referment, l'air comprimé est envoyé par le vérin dans la cuve à travers le tube 8, la pression crée sur le grand clapet 1 une force importante qui applique parfaitement les clapets 1 et 3 solidaires du même axe assurant leur parfaite étanchéité.

L'eau est chassée à travers l'orifice 2, le tube 7, et le tuyau 9 jusqu'à son utilisation. Le clapet 3 est donc ici entièrement en milieu aqueux et son étanchéité ne pose plus aucun problème.

Quand l'eau dans la cuve atteint le niveau 11 la trompette se vide 5-->6 l'air est chassé dans le tuyau d'eau mais vient aussi en contact avec le clapet 3, la fuite due à son manque d'étanchéité à l'air évacue rapidement l'excédent de pression de la version C et les clapets 1 et 3 s'ouvrent violemment pour assurer un nouveau remplissage.

CETTE VERSION EST DONC LA PLUS PERFORMANTE.

- La cuve se remplit extrêmement vite (temps mort minimum) et complètement (rendement maximum).
- Elle peut être flottante (lestée dans le bas par exemple par du ciment).
- Cette version sera moins onéreuse car consommant moins de matière première.
- Elle a une très grande fiabilité.

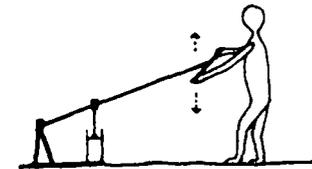
Tous ces avantages compensent très largement sa complication, apparente, de construction.

7. Conclusion.

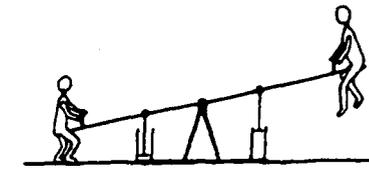
Le système s'il est actionné par un être humain, peut pomper l'eau à une profondeur de 20 à 30 m avec un bon rendement et en utilisant des matériaux courants. La cuve dans ce cas devra être calculée pour supporter en toute sécurité une pression interne de 3 à 4 bars. Elle pourra être réalisée en tôle d'acier, de cuivre,... ou en plastique suivant les possibilités techniques et financières.

Mais d'autres systèmes de motorisation peuvent être auto-construits par les utilisateurs suivant leurs possibilités. Nous en

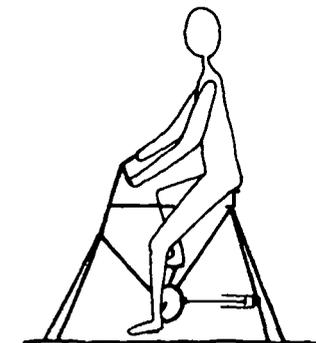
donnons ci après un aperçu.



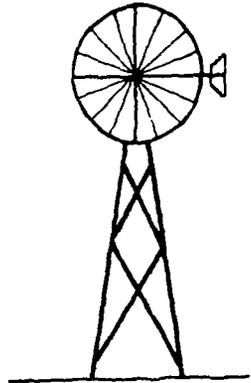
A) Système à levier facilitant le travail de pompage.



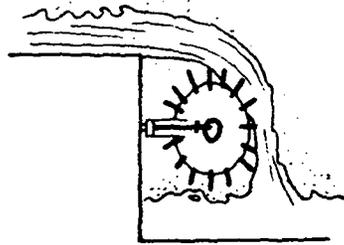
B) La balançoire d'enfants couplée à une ou deux pompes à air mises en parallèle.



C) Réutilisation d'un vieux vélo. Pédalier couplé à une ou deux pompes à air.



D) Eolienne couplée à une ou deux pompes à air.



E) Energie hydraulique d'une rivière, d'une chute d'eau, actionnant la pompe à air.

Le gros avantage de notre système est l'indépendance du site géographique de la source d'énergie par rapport au lieu de pompage.

Un système thermodynamique, fonctionnant à partir de l'énergie solaire ou de la biomasse, pour produire l'air comprimé est actuellement à l'étude.

Cinquante exemplaires de la pompe RCBF ont été mis en service depuis juin 1984 et donnent toute satisfaction.

References.

- 1) D. SHARP, M GRAHAM, Village Hand Pump Technology, p. 23 IDCR.
- 2) Les nouvelles de l'UNICEF n° 116 p. 11 (prix réévalué).
- 3) D. LEGOURRIERE, Energie éolienne, p. 169, EYROLLES.
- 4) JL CHLEQ, H. DUPRIEZ, Eau et terres en fuite, p. 104 Terres et vie.
- 5) I. IZARD Physique industrielle p. 333, DUNOD.
- 6) W. PALZ, l'Electricité solaire, P. 80, DUNOD.

de développement de base des information techniques et pratiques. Dans la perspective de cette politique, il est possible pour des individus et des organismes dans le Tiers Monde, qui n'ont pas les moyens de payer un abonnement, de demander un abonnement gratuit. Il suffit de nous écrire une lettre.

La politique de Vraagbaak en ce qui concerne les abonnements gratuits ne peut réussir sans l'assistance des abonnés payants. Veuillez payer votre abonnement dans le plus bref délai possible. Référez-vous aux instructions mentionnés sur la facture. Merci.

CORRECTION

1. Dans le numéro antérieur de VRAAGBAAK (VB 13, n° 4 pp. 20-23) est apparu une version trop courte de l'article "cuisine sur feu ouvert". Ceci avait lieu sans contacter l'écrivain de l'article Mr. Verhaart. La rédaction assume totalement la responsabilité pour cette erreur. Nos excuses à Mr. Verhaart. Les lecteurs peuvent en tout cas redemander l'article originale et la bibliographie complète.
2. Dans VRAAGBAAK 13, pp.20-44 est apparu l'article "La pompe pneumatique rurale RCBF" sans citer les noms des auteurs. Les auteurs de l'étude apparue sont CLAUDE BRASSEUR et CLAUDE FEREMANS. Par la même occasion ils nous signalent que la production en petite série a débuté à Lubumbashi au Zaïre sous la responsabilité de Claude Brasseur et en Belgique grâce à Claude Feremans (170, rue de Haerne, 1040 Bruxelles tél. 02/647.20.81).