

H112

JDC 23.51

LES GROUPES MOTOPOMPES SUR LES PETITS PÉRIMÈTRES IRRIGUÉS DES FLEUVES SAHÉLIENS

par J.F. CRUZ
Ingénieur au C.E.E.M.A.T.

Cette étude menée pour le compte du Ministère de la Coopération est une première approche des nombreux problèmes posés par les installations de pompage utilisées pour l'irrigation dans les vallées des fleuves sahéliens.

Elle fait état des informations recueillies au SÉNÉGAL, en MAURITANIE et au MALI lors d'une mission dans le courant de l'année 1979 en s'appuyant sur un certain nombre de documents spécifiques.

Il a semblé opportun à la Rédaction de MACHINISME AGRICOLE TROPICAL de publier ce document qui répond à l'intérêt, largement justifié, manifesté par les pays sahéliens pour le développement de cette technique.

Nous pensons en effet que dans ces régions où la végétation est toujours limitée par une pluviométrie dérisoire et précaire, seule l'irrigation, est capable d'assurer une production importante et stable permettant de rentabiliser les investissements, et plus spécialement ceux relevant de notre compétence : les machines agricoles.

N.D.L.R.

I. LES PETITS PÉRIMÈTRES VILLAGEOIS

a) Historique

C'est en 1966 qu'a été créé, à Vinding en Mauritanie, le premier petit périmètre villageois de la vallée du Sénégal.

Ce type d'aménagement faisant appel à une forte participation des populations locales et nécessitant peu d'investissement, représentait une voie nouvelle pour la mise en valeur de la vallée.

Du fait du manque d'expérience, d'encadrement, les petits périmètres ont d'abord connu un certain nombre de déboires qui ont freiné leur développement. En 1974, il n'y en avait encore qu'une dizaine en Mauritanie et l'on venait de créer les deux premiers de la rive sénégalaise.

L'un des principaux problèmes rencontrés au cours de cette phase expérimentale était celui de la fiabilité de la station de pompage (problème encore actuel). Des installations mal adaptées, des matériels de pompage inadéquats conduisant à une maîtrise imparfaite de l'eau ayant des conséquences catastrophiques sur les récoltes, ont pu créer à l'origine une certaine méfiance de la part du paysan à l'égard de la culture irriguée.

Cependant, depuis 1975, du fait, d'une part, des premiers résultats satisfaisants obtenus sur les périmètres irrigués, d'autre part des mauvaises récoltes en culture de décrue suite à la grande sécheresse, la demande de création de petits périmètres s'est considérablement accrue. En 1978 on comptait : 34 périmètres sur la rive mauritanienne et 130 périmètres sur la rive sénégalaise. Pour la prochaine campagne d'hivernage 1979, 210 périmètres seront mis en culture du côté sénégalais.

Dans l'avenir, c'est un total de 6.000 hectares de

terres qui devrait ainsi être mis en valeur avec un développement sur la Falémé. Du côté mauritanien, on projette de créer plus de 200 nouveaux périmètres.

Une expérience semblable est menée à Kayes au Mali dans le cadre de l'O.P.I. (Opération Périmètre Irrigué) qui intéressait actuellement 13 périmètres.

On peut en outre signaler que sur financement F.E.D., la SO.DE.FI.TEX prévoit de mettre en culture (riz et maïs) 750 ha de terres dans la région de Tambacounda avec pompage dans le fleuve Gambie (actuellement 100 ha constitués de périmètres de 20-40 ou 80 ha).

b) Le petit périmètre villageois

1) La taille des périmètres a été définie en considérant principalement des critères humains :

- intéresser le plus grand nombre de familles tout en recherchant le maximum d'homogénéité pour constituer le groupement (homogénéité importante pour obtenir un bon travail collectif),

- capacité de travail du groupement, étant donné que la culture irriguée est complémentaire des cultures traditionnelles sur Oualo.

Celle-ci est généralement comprise entre 15 ha et 20 ha (60 à 80 exploitants ont des parcelles de 0,20 ha à 0,30 ha).

Ce choix est actuellement remis en cause par un certain nombre de personnes qui préconisent une superficie de 50 ha au moins et un nombre d'exploitants de 50, voire de 25 pour arriver à des parcelles de 0,5 ha (puis 1 ha ou 2 ha) jugées plus viables.

2) Les périmètres sont situés non loin des villages sur les bourrelets de berge. Ces terres hautes, généralement à l'abri des crues donc considérées comme inutiles dans

Le système de culture traditionnelle (d'où une appropriation très vague) sont constituées de sol de « Fondé » (sol léger, sablo-argileux, parfois très perméable). Leur mise en valeur nécessite la création de stations de pompage dont le bon fonctionnement revêt évidemment une importance considérable pour la réussite de ce type d'aménagement.

c) Dimensionnement des stations de pompage

1) Les besoins en eau

Cultures pratiquées

Sur la plupart des périmètres on pratique généralement la double culture.

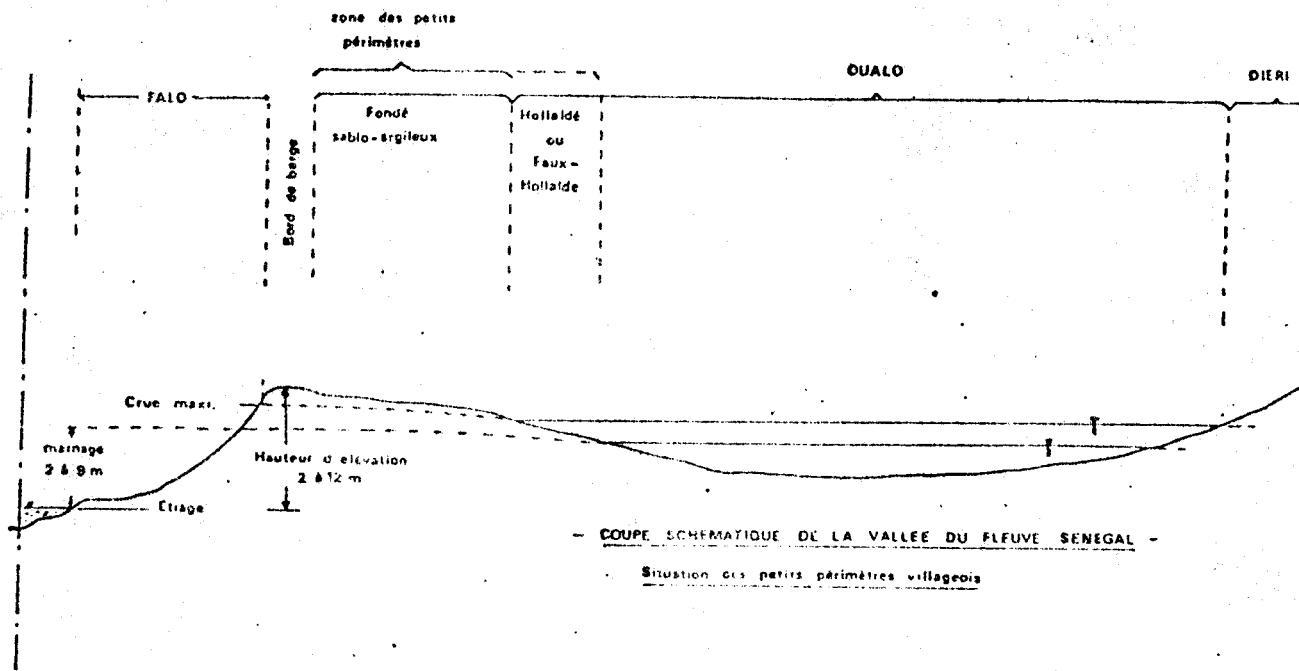
- en hivernage : surtout riz, parfois maïs, mil,

sorgho, nicté, etc...
maïs, cultures maraîchères, cultures traditionnelles, parfois riz.

Le riz est la culture la plus pratiquée puisque c'est la plus rentable mais c'est aussi celle qui consomme le plus d'eau.

Besoins en eau

Les besoins en eau globaux du riz en hivernage et sur sol de fondé sont couramment estimés à $10.000 \text{ m}^3/\text{ha}$. On dimensionnera la station de pompage en considérant que le débit de pointe à retenir est celui de la mise en eau, ce débit étant supérieur à celui d'entretien des rizières. On le prend égal à $140 \text{ m}^3/\text{ha/jour}$.



2) Hauteur énergétique d'élévation totale

Cette hauteur est la somme de la hauteur géométrique d'élévation et des pertes de charges.

Hauteur géométrique

Déférence entre le niveau de la berge et le niveau du fleuve, elle varie suivant la vallée du fleuve (en période d'étiage : 5 m à Dagana, 10 m à Matam, 16 m à Kayes) et suivant la crue du fleuve (marnage variant entre 2 m à Dagana et 9 m à Kayes (environ 5 m à Matam).

Pertes de charges

C'est la somme des pertes de charges à l'aspiration et au refoulement, elles dépendent de l'installation (clapet, coude, vannes, longueur et diamètre des canalisations) et du débit transité.

On cherchera à réduire leur importance, par un choix



Cliché J.F. CRUZ
Le fleuve SÉNÉGAL en période d'étiage (à Matam).

correct des matériels, tout en tenant compte du facteur économique (recherche d'un optimum).

On peut noter ici que les distances séparant le niveau du fleuve du bassin de dissipation peuvent être très variables (fonction du site et de la crue). En période d'étiage cette distance peut atteindre une centaine de mètres et n'être plus que d'une vingtaine de mètres en période de hautes eaux.

N.B. - Les profils de berge peuvent eux aussi être très différents, parfois en pente douce mais souvent assez pentus surtout au niveau du bourrelet de berge.

3) Choix du groupe motopompe

Les deux éléments définis précédemment (débit - hauteur) permettent de déterminer les caractéristiques de la station de pompage.

. Puissance absorbée par la pompe

$$\text{Elle est donnée par } P = \frac{Q \times H}{270 \times R}$$

avec P : Puissance absorbée en chevaux (ch),

Q : Débit en m^3/h ,

H : Hauteur énergétique d'élévation totale en mètres,

R : Rendement de la pompe,

(le poids spécifique du liquide transité (eau) = 1 kg/dm^3).

Si l'on considère un périmètre d'une vingtaine d'hectares, un débit nécessaire de 250 m^3/h , une hauteur énergétique d'élévation totale de 15 m et si l'on estime que le rendement de la pompe ne doit pas être inférieur à 70%, la puissance absorbée par la pompe sera d'environ 20 ch.

On peut noter l'importance du facteur R dans le calcul de cette puissance donc l'intérêt qu'il y aura à choisir une pompe ayant de bons rendements.

Les constructeurs de pompes donnent généralement, avec les courbes hauteur-débit, les courbes de puissance absorbée. Pour les pompes centrifuges la courbe est constamment croissante, pour les pompes hélico-centrifuges elle passe par un maximum et pour les pompes à hélice, elle est décroissante. Cette remarque est importante pour le choix de la puissance installée.

. Puissance installée

Compte tenu des conditions difficiles dans lesquelles fonctionnera le moteur (fortes températures, travail continu), on l'utilisera à 75% de ses possibilités maximales.

Si l'on reprend les valeurs précédentes, la puissance installée devra être de 25 ch.

Dans tous les cas, cette puissance devra être choisie en fonction du maximum de la courbe de puissance absorbée.

N.B. Il semble que le non respect de cette simple considération soit à l'origine des difficultés qu'ont connu un certain nombre de moteurs dans la région de Bakel au Sénégal.

Le groupe motopompe équipé de canalisations d'aspiration et de refoulement constitue l'installation de pompage. Actuellement elle est de conception différente d'une rive à l'autre du fleuve.

II - LES INSTALLATIONS DE POMPAGE EXISTANTES

A - RIVE SÉNÉGALAISE

1) Historique

Depuis la création par la S.A.E.D. en 1975 des premiers petits périmètres dans la région de Matam, la station de pompage a connu une amélioration certaine. Le choix des groupes sur radeau à toujours été maintenu malgré les difficultés rencontrées au début (bacs métalliques qui ont coulé). A la suite d'expériences plus ou moins satisfaisantes les services techniques de la S.A.E.D., en collaboration avec la Société MATFORCE (Société ayant fourni un grand nombre de matériels de pompage) ont défini ce qu'ils pensent être à l'heure actuelle la solution la plus correcte au problème du pompage pour l'irrigation des petits périmètres.

2) Description des installations

L'unité de pompage est constituée d'un groupe motopompe sur bac flottant relié au bassin de dissipation par une canalisation de refoulement en PVC (les deux premières conduites sont généralement des flexibles). Le groupe motopompe est composé d'une pompe centrifuge monocellulaire basse pression liée par un accouplement semi-rigide à un moteur diesel.

. Le bac flottant

Il est formé de deux flotteurs semi-cylindriques en tôle, recouverts de plusieurs couches de résine synthétique et remplis de matière insubmersible et imputrescible. Ces flotteurs sont reliés entre eux par un châssis qui supporte un plancher en métal déployé et une plate-forme de démarrage et d'entretien du groupe. L'ensemble est recouvert par une toiture et relié à la terre par deux câbles d'amarrage. Un second flotteur léger sert de support au premier flexible du refoulement.

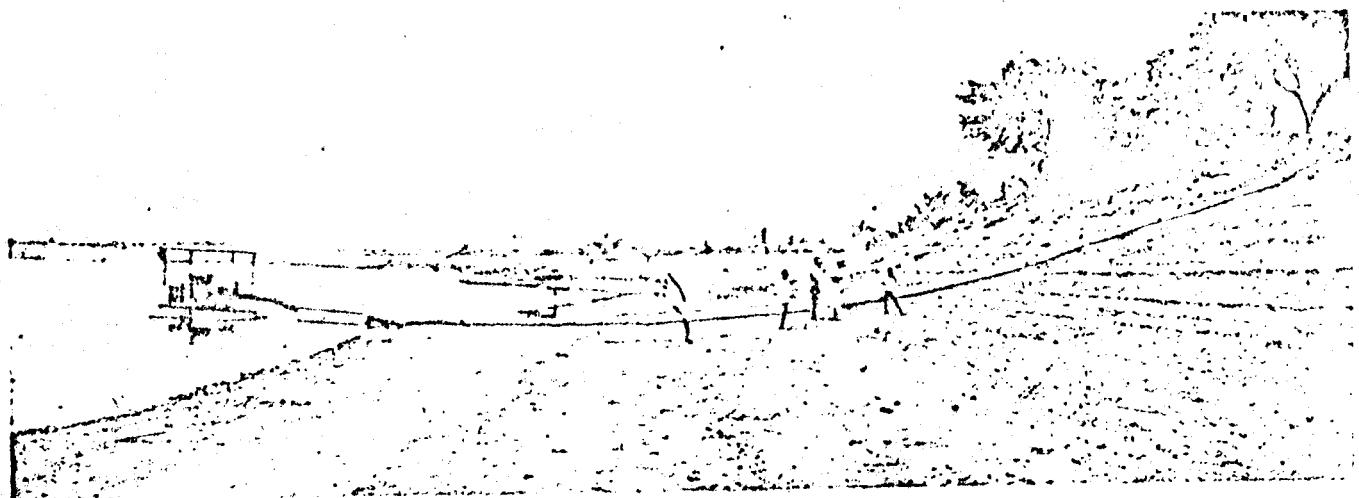
Les canalisations

+ Aspiration

Elle est formée d'un coude de 90° relié à un clapet de pied crépiné à veine profilée par une conduite rigide plaçant la crépine à 40 cm sous la ligne de flottaison.

Les diamètres de ces éléments sont de 200 mm et le clapet est un SOCLA type 144 (faibles pertes de charge : 70 cm pour un débit de 300 m^3/h).

Le fait que la canalisation d'aspiration soit fixe et de faible longueur constitue un avantage indéniable sur lequel nous reviendrons.



Cliché J.F. CRUZ

Installation type au Sénégal : bac flottant (MATAM 1) (on remarquera la cassure du profil de la berge (au niveau des arbres) (§ II A 2).

+ Le refoulement

Il comprend :

- une vanne reliée à un tuyau métallique d'une longueur telle qu'il dépasse le bord du flotteur,
- deux flexibles de 6 m,
- deux conduites PVC de 3m,
- dix conduites PVC de 6 m (la S.A.E.D. les répartit suivant les périmètres).

Les canalisations ont un diamètre de 200 mm et sont équipées de raccords type BAUER : la jonction de ces raccords sur le PVC est faite par des colliers (voir figure).

Pour éviter le vieillissement très rapide du PVC exposé

en permanence au rayonnement solaire, les canalisations sont recouvertes de peinture blanche anti ultraviolet.

Ce choix présente certains avantages.

1) Raccord type BAUER

Ces joints assurent un verrouillage absolu et une étanchéité parfaite de la colonne de refoulement.

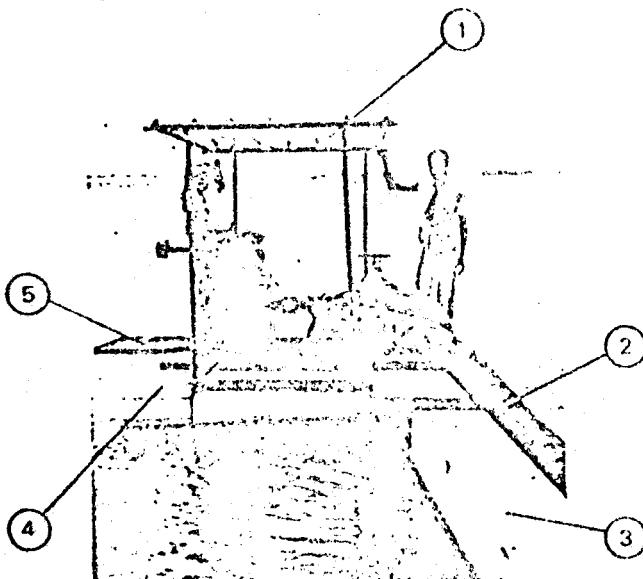
Leur montage et démontage sont très simples.

Les rotules acceptant des angles de 30° dans tous les plans, permettront à la conduite de refoulement d'épouser le profil du terrain (les conduites étant posées à même le sol).

2) Les conduites PVC sont les plus légères tout en résistant bien aux chocs (pas de déformations permanentes des tubes en alliage léger) ce qui leur confère une grande maniabilité; qualité importante vu la nécessité fréquente de déplacer le refoulement pour suivre le niveau du fleuve.

Elles peuvent, d'autre part, être de fabrication locale (à la Compagnie Sucrière Sénégalaise de Richard Toll).

Une telle canalisation, si elle est aussi chère qu'un tuyau



(1) Toiture en bac alu (2) Canalisation souple (3) flotteur du refoulement (4) flotteur du bac principal (5) plate-forme de démarrage.

Installation type sur bac flottant.

6

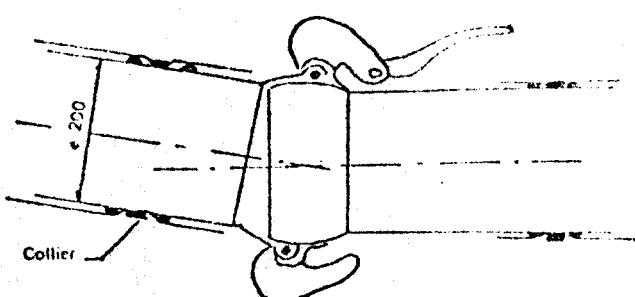


Schéma : assemblage raccord type BAUER raccordement avec PVC par colliers.

aluminium (35.000 F CFA) présente néanmoins l'avantage d'être composée de deux éléments : PVC (15.000 F CFA) et rotules (20.000 F CFA) et lorsqu'une conduite sera endommagée, seul le PVC pourra être changé, les rotules étant réutilisables.

3) les pompes

Elles doivent permettre de refouler 250 m³/h à 300 m³/h sous 8 m à 15 m de HMT avec un rendement correct (supérieur à 70%).

Les pompes utilisées à l'heure actuelle constituent des choix plus ou moins heureux.

- Pompe DELOULE 96 79B 240

Pompe partiellement normalisée de construction française.

C'est la plus fréquente (150 actuellement utilisées).

- diamètre d'aspiration : 200 mm
- diamètre de refoulement : 150 mm
- diamètre de la roue : 240 mm

Refoulement horizontal.

Plage de fonctionnement. A 1.450 tr/mn : entre 200 m³/h à 15 m et 400 m³/h à 8,5 m, le rendement est toujours supérieur à 70%; il passe par un maximum de 81% pour 310 m³/h à 13 m.

A cette vitesse, la puissance absorbée est toujours inférieure à 17,5 ch (cette valeur maximale est atteinte pour un débit de 300 m³/h).

Ces pompes sont très robustes et n'ont jamais posé de problèmes aux utilisateurs (S.A.E.D.). Elles ont remplacé toutes les pompes CAPRATI MEC A 3/100 à refoulement vertical précédemment utilisées.

- Pompe GUINARD NIR 12 x 25

Pompe normalisée de construction française.

4 pompes GUINARD sont utilisées dans la région de Matam et 6 dans la région de Bakel.

- diamètre d'aspiration : 150 mm
- diamètre de refoulement : 125 mm
- diamètre de la roue : 4 possibilités (200 mm, 222 mm, 243 mm et 260 mm).

A Matam, les pompes ont un diamètre de roue de 243 mm, ce qui à 1.450 tr/mn donne la plage de fonctionnement suivante.

Rendement toujours supérieur à 70% entre 120 m³/h à 16,5 m et 260 m³/h à 9,5 m, rendement maximum (79%) pour 200 m³/h à 14 m. La puissance absorbée maximale est de 14 ch.

A Bakel, les pompes ont un diamètre de roue de 260 mm.

Rendement supérieur à 70% entre 130 m³/h à 19,5 m et 290 m³/h à 12 m avec un maximum de 80% pour

210 m³/h à 16 m. La puissance absorbée maximale est de 18 ch.

La pompe est prévue pour être à refoulement vertical, un pivotement de la volute peut cependant permettre un refoulement horizontal.

- Pompe C.F.E.

Pompe normalisée de construction allemande. Cette pompe a été fournie par l'U.N.I.C.E.F. (une trentaine de pompes).

- diamètre d'aspiration : 150 mm
- diamètre de refoulement : 125 mm (refoulement horizontal)
- diamètre de la roue : 250 mm

Elle a un bon rendement pour un débit de 210 m³/h à 22 m.

- Pompe JEUMONT SCHNEIDER FB 17

Cette pompe va être utilisée lors de la prochaine campagne sur 20 périmètres de la région d'Aére Léa.

Il s'agit d'une pompe hors normes de fabrication française.

- diamètre d'aspiration : 175 mm
- diamètre de refoulement : 175 mm

Le refoulement peut être horizontal à droite ou à gauche.

A 1.450 tr/mn cette pompe débite 300 m³/h sous 13 m avec un rendement de 77%.

N.B. On peut remarquer que les pompes qui répondent le mieux au problème posé sont des pompes hors normes. Ces pompes correspondent souvent à d'anciennes fabrications.

Les pompes normalisées s'en rapprochent le plus sont les pompes de type 12-25 ou 125-250 des catalogues. Cependant, si l'on satisfait le débit, les hauteurs sont trop importantes et si l'on satisfait les hauteurs, les débits sont trop faibles. On peut aisément le vérifier sur les tableaux d'utilisation des pompes normalisées.

4) les moteurs

Les caractéristiques des moteurs sont précisées en annexe 1.

Les moteurs utilisés sont les moteurs diesel 4 temps à 2 ou 3 cylindres à refroidissement par air.

4 - 1 LISTER (construction anglaise)

Introduit en 1975, il représentait en 1978 plus de 90% des moteurs équipant les périmètres de la rive sénégalaise. Le type le plus représenté est le HR 2 :

- bicylindres, à refroidissement par air, il est de par sa conception parfaitement adapté aux conditions d'utilisation dans le sahel.
- démarrage manuel prévu dès l'origine (volant

lourd et décompresseurs),

- refroidissement à air avec prise d'air directement sur le volant (pas de problème de courroies),
- carter d'huile important : 9 à 10 l,
- plage de fonctionnement de 1.200 à 2.200 tr/mn avec un couple maximum à 1.500 tr/mn. A cette vitesse le moteur HR 2 a une puissance continue (DIN A 6270) de 21,5 ch; généralement accouplé aux pompes DELOULE qui à 1.500 tr/mn ont une puissance absorbée maximale de 17,5 ch, il fonctionne donc toujours à moins de 80% de sa charge maximum.

4-2 CERES (construction française)

Le type rencontré est le *P 25 R*.

- Il s'agit d'un moteur diesel bicylindres à refroidissement par air.
- le démarrage manuel non prévu dès l'origine nécessite l'adjonction d'un volant lourd et de décompresseurs,
- le refroidissement à air est permis par un ventilateur axial entraîné par un système de double courroie ,
- plage de fonctionnement de 1.200 tr/mn à 2.200 tr/mn avec couple maximum à 1.500 tr/mn. A cette vitesse il fournit une puissance continue de 17,5 ch,
- son poids relativement important : 360 kg, ne doit pas être considéré comme un défaut, il permet en effet de limiter les vibrations.

4-3 BERNARD (construction française)

Les moteurs utilisés pour les petits périmètres sont généralement les types W 42 et W 44.

En 1974, quelques moteurs BERNARD avaient été placés sur les premiers périmètres villageois de la région de Matam. (Anciens périmètres F.A.D) de Matam 1 (W 42) et de Matam 2 (W 44). Actuellement, ils ne sont plus en service.

Des moteurs de ces types équipent aussi certaines stations expérimentales de l'O.M.V.S.

La Maison BERNARD a actuellement arrêté la construction de ces types de moteur, elle lance aujourd'hui sur le marché une gamme de trois motopompes diesel, avec moteurs de 24, 34 et 38 ch à 3.000 tr/min.

Le moteur BDP 875.2 peut fonctionner de 2.200 tr/mn à 3.000 tr/mn avec un couple maximum à 2.200 tr/mn. A cette vitesse, la puissance fournie est de 25 ch. Ce moteur est accouplé à une pompe GUINARD NIR 10 x 20.

4-4 DEUTZ (construction allemande)

En 1978, 7 moteurs DEUTZ F 2L 912 ont été fournis à la S.A.E.D. par la Société SOFICA sur financement de l'Ambassade des Pays-Bas.

Ces moteurs diesel, de fabrication allemande, sont des bicylindres à injection directe et à refroidissement par air (ventilateur entraîné par double courroie). Ils ont une plage de fonctionnement entre 1.500 tr/mn et 2.300 tr/mn avec un couple maximum à 1.800 tr/mn. A 1.500 tr/mn ils ont une puissance continue de 19 ch.

Pour la fourniture de 18 nouveaux groupes,

l'Ambassade des Pays-Bas a porté son choix sur le moteur LISTER HR 2.

4-5 ALSTHOM (construction française)

20 groupes du type AGROM 2/2A accouplés à des pompes JEUMONT-SCHNEIDER FB 17 ont été fournis par la Société SARIA et mis en place dernièrement dans la région d'Aéré Lao pour la prochaine campagne d'hivernage.

Ce moteur diesel est un bicylindre à injection directe à refroidissement par air (double flux créé par un ventilateur axial entraîné par double courroie).

Pour pouvoir être démarré manuellement, ces moteurs doivent être équipés d'un volant lourd et de décompresseurs (le moteur étant prévu pour un démarrage électrique).

Leur plage de fonctionnement varie entre 1.300 tr/mn et 2.400 tr/mn avec un couple maximum pour la vitesse de 1.700 tr/mn. A 1.500 tr/mn il fournit une puissance de 20 ch.

Expérience :

200 groupes motopompes équipés de moteurs AGROM fonctionneraient actuellement au Koweit et en Arabie Saoudite. Au Sénégal, aucune expérience en groupe motopompe n'a encore été menée. Cependant ces moteurs équipent les groupes électrogènes d'une douzaine de stations hertzianes de la région du Fleuve et de nombreuses installations de chantier.

L'uniformité d'un grand nombre de pièces pour tous les moteurs de la gamme n° 72 A allant jusqu'à 6 cylindres est d'un intérêt certain pour la maintenance de ces moteurs.

Tout ce qui précède constitue la liste des principaux matériels utilisés sur la rive sénégalaise du Fleuve. Sur la rive mauritanienne, les stations de pompage et les matériels utilisés sont différents.

B - RIVE MAURITANIENNE

1) Historique

Comme nous l'avons déjà relaté, c'est cette rive qui a vu la naissance du premier petit périmètre villageois (à Vinding en 1966). Bien que la plus ancienne, donc, dans la mise en place de ce type d'aménagement, c'est paradoxalement à l'heure actuelle la moins développée (seulement 34 périmètres).

Ce paradoxe n'en est peut-être pas un, car étant pionnière, cette région a connu un certain nombre d'expériences malheureuses ayant pu décourager les paysans mauritaniens.

Plusieurs solutions de pompage ont été essayées qui ont toutes échoué :

- puits dans la berge, équipé d'une pompe à axe vertical (échec à Vinding),

(1053) à injection directe et refroidissement par air (soufflante axiale entraînée par double courroie), ils fonctionnent entre 1.450 tr/mn et 2.500 tr/mn.

En Mauritanie, ils sont couramment utilisés à la vitesse de 1.750 tr/mn (vitesse à leur couple maximum).

A cette vitesse leur puissance est de :

27 ch pour le 1052 (22 ch à 1.500 tr/mn),
41 ch pour le 1053 (34 ch à 1.500 tr/mn).

Ces moteurs ne connaissent pas de grosses pannes (seulement des remplacements de courroies, de pompe d'alimentation, de segments, etc...).

Le principal reproche que leur font les utilisateurs est leur démarrage électrique, qui du fait que les batteries se déchargent rapidement, n'est pas une solution adaptée.

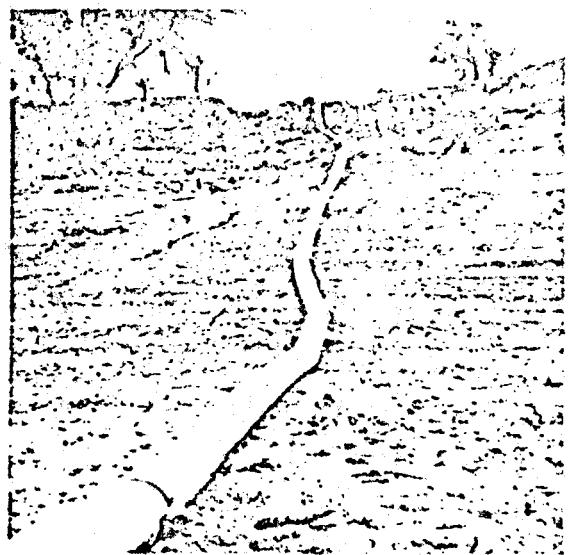
Un démarrage manuel (manivelle) est possible si on les équipe d'un volant lourd et de décompressseurs.

On peut s'étonner de certains choix de moteurs; en effet sur les périmètres de Guidakar, Dar es Salam, Beilane, ce sont des moteurs 1053 SU (3 cylindres) qui entraînent des pompes MEC A2 125 E. Or, à 1.500 tr/mn, la puissance maximale absorbée par ces pompes est de 10 ch et à cette vitesse le VM 1053 fournit 33 ch en puissance continue, il travaille donc à 30% de sa charge maximale.

14 moteurs VM 1052 SU reliés par accouplement semi-élastique à des pompes SULZER A2 135-250 ont été placés en 1978 sur des périmètres nouvellement créés. Tous ces groupes motopompes ont été endommagés au niveau de l'accouplement qui présentait un défaut d'alignement et un montage défectueux.

III - CONSIDÉRATIONS CONCERNANT LES STATIONS DE POMPAGE DES PETITS PERIMETRES

A) Sur le type d'installation



Cassure prononcée au niveau du bourrelet de berge ne permettant plus au refoulement de reposer sur le sol.

Nous avons vu que les installations étaient de conception différente d'une rive à l'autre du Fleuve.

Solution chariot

Dans les zones où le marnage est supérieur à 4 ou 5 m cette solution nécessite un déplacement du chariot d'où un certain nombre d'inconvénients.

1) Obligation de déplacer l'aspiration et le refoulement

Manipulation très lourde nécessitant à chaque fois le réamorçage de la pompe, opération qui peut être très longue si l'on utilise une petite pompe à main. Dans la pratique, on remplit la canalisation d'aspiration en versant l'eau par le refoulement de la pompe; eau que l'on va puiser au fleuve ou que l'on a pu stocker dans un réservoir prévu à cet effet.

Lors de la montée du fleuve, la quantité d'eau nécessaire au remplissage de la canalisation d'aspiration sera souvent très importante étant donné que l'on cherchera à chaque déplacement du groupe à se placer le plus loin possible du niveau du fleuve.

D'autre part, même lorsque le groupe n'est pas déplacé (pas de modification de la longueur du refoulement), on est obligé de jouer sur la longueur de l'aspiration pour suivre le niveau du fleuve. Cette opération nécessite un réamorçage. On doit, en outre, toujours veiller à ce que la crépine soit bien noyée pour éviter des risques de cavitation.

2) Les groupes motopompes ont un poids supérieur à 400 kg, leur déplacement n'est donc pas chose aisée, surtout si la berge est meuble et a une pente importante (dans la plupart des cas, cette pente est très prononcée au niveau du bourrelet de berge et impose souvent le creusement d'une tranchée pour hisser le groupe au niveau de ce bourrelet, en période de hautes eaux).



Cliché J.F. CRUZ

Le système consistant à utiliser un treuil ou tire-fort n'est généralement pas applicable du fait de l'impossibilité de trouver un point d'ancrage assez résistant.

3) Le groupe devant fonctionner dans une position parfaitement horizontale on devra, soit utiliser un châssis inclinable pour rattraper la pente du terrain (solution trop sophistiquée), soit aplanir la zone de terrain destinée à recevoir le groupe. L'horizontalité de l'ensemble est rendue précaire par les importantes vibrations des groupes diesel combinées à une mauvaise portance des berges (surtout en période des pluies).

4) Dans ce type d'installation, les tuyauteries d'aspiration et de refoulement étant dans un même plan, on devra toujours placer un coude à la sortie de la pompe (que cette sortie soit horizontale ou verticale), d'où création de pertes de charge.

Le seul avantage que l'on donne à ce type d'installation est qu'elle permet au groupe d'être «à sec», donc plus facilement accessible. Ce faible avantage est annulé par le fait qu'en hivernage, les pistes étant en majorité impraticables, les villages et les périmètres sont, pendant de longues périodes, complètement isolés et ne sont accessibles que par le fleuve. Si le moteur nécessite un transport vers un atelier de réparation, il devra être amené au bord du fleuve et chargé sur le canot du mécanicien, le groupe sur radeau, lui, est déjà sur le bord du fleuve.

Cette solution, déjà ancienne, ne satisfait plus du tout les organismes de développement. Il est significatif de constater qu'au Mali, à l'Opération Périmètres Irrigés de Kayes, le choix initial portant sur ce type d'installation (7 moteurs BERNARD sur berge) a été révisé et qu'en 1978 deux périmètres ont été équipés de groupes motopompes sur bac flottant. C'est cette dernière solution que l'on appliquera aux périmètres qui seront créés.

Solution, bac flottant

Cette solution, nous le rappelons, a connu un certain nombre de difficultés lors de ses premières applications. Les flotteurs étaient alors creux et dès qu'une entrée d'eau apparaissait (à la suite d'un choc ou d'une soudure défectueuse), le bac coulait.

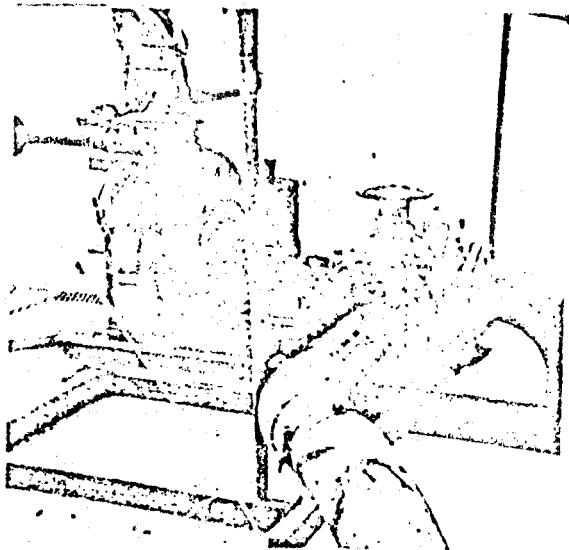
Aujourd'hui, la technique semble au point. Cette solution présente de nombreux avantages :

1) Au niveau de l'aspiration

- D'une longueur fixe, l'aspiration permet à la crête d'être toujours à la même distance sous l'eau (40 cm), ce qui supprime les dangers de cavitation.

- Elle fait partie intégrante du groupe, l'utilisateur n'a plus à intervenir à son niveau; déplacée en même temps que le groupe, elle est toujours en charge (présence d'un clapet de pied) et ne nécessite pas de renforcement.

Si après une période d'inactivité (entre saison par exemple) elle a été vidée, son remplissage est rapide (faible quantité d'eau nécessaire : maximum 50 l, eau du fleuve à portée de la main).



Cliché J.F. CRUZ

Aspiration perpendiculaire au refoulement. On peut remarquer la vanne sur le refoulement, le châssis flotteur et l'attache de la canalisation souple sur le refoulement (moteur LISTER et pompe DELOULE).

Cette solution n'est pas incompatible avec le pompage d'une eau peu profonde, les flotteurs pouvant éventuellement reposer sur le sol.

2) Refoulement

L'utilisation d'une pompe, à sortie horizontale, permet en disposant l'aspiration perpendiculairement à la direction du refoulement d'éviter la présence d'un coude et donc de réduire les pertes de charge.

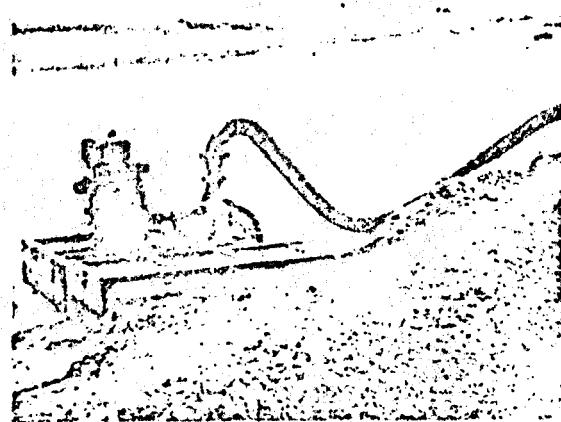
Les opérations de montage et de démontage du



Cliché J.F. CRUZ

Canalisations de refoulement posées à même le sol
A remarquer le raccord type BAUER et l'attache sur le PVC.

refoulement comportent les mêmes contraintes que dans la solution précédente; moins fortes peut-être du fait que les canalisations reposent sur le sol et sont donc plus accessibles



Cliché J.F. CRUZ

Utilisation d'une pompe à sortie verticale d'où la nécessité d'utiliser un coude.

3) Horizontalité parfaite et déplacement aisément du groupe.

4) Environnement moins défavorable. Il y a en effet souvent moins de poussière sur le fleuve, même près du bord, que sur la berge et surtout sur le bourrelet de berge.

Les inconvénients d'une telle solution sont :

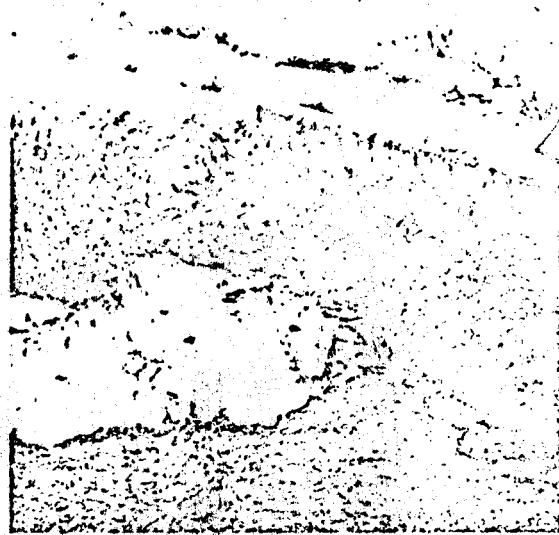
- accès malaisé (cependant le flotteur du refoulement est souvent de pont entre la berge et le bac),
- manque de place autour du groupe pour effectuer les travaux d'entretien et de réparation. La mise en place d'une plate-forme, en métal déployé, réduit cet inconvénient,
- utilisation d'un flexible en tête de refoulement, les canalisations souples en caoutchouc armé étant généralement chères et peu résistantes. Il ne semble pas, cependant, que les utilisateurs aient de graves problèmes à ce niveau,
- utilisation de flotteurs.

Actuellement d'une grande fiabilité mais relativement chers. L'ensemble du bac flottant (deux flotteurs, châssis et toiture) coûtait, en Novembre 1978, environ 530.000 F CFA - Le flotteur du refoulement 150.000 F CFA.

3) Remarques concernant le bassin de dissipation

Les bassins de dissipation sont de réalisation parfois différente. Au Sénégal, ils sont généralement construits en béton; en Mauritanie, ils peuvent être constitués de sacs de polyester retenus par une armature en bois. Ils doivent être conçus de façon que l'eau qui en sort ait un régime laminaire pour réduire l'érosion dans le canal de sortie (tête morte). Certains bassins ne sont pas

étanches et beaucoup d'eau peut être perdue à ce niveau; d'autres sont très fragiles, peu enterrés, et nécessitent une réduction du débit de pompage.



Cliché J.F. CRUZ

Perde d'eau au niveau du bassin.



Cliché J.F. CRUZ

Bassin fragile (pas de remblai)
le débit doit être limité.

L'extrémité du refoulement repose directement sur le bord du bassin de dissipation, créant parfois une chute d'eau de plus d'un mètre. Cette chute crée des renous dans le bassin de dissipation et consomme de l'énergie (majoration de la HMT).

Ce problème devrait être résolu en faisant déboucher la conduite par un divergent au niveau du fond du bassin, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un siphon contournant le bord du bassin.



Cliché J.F. CRUZ
Canalisation débouchant très haut sur le bassin.

B) Sur le choix des pompes

1) Nous avons déjà eu l'occasion de remarquer que les pompes qui répondent avec un bon rendement, aux conditions imposées par l'irrigation des petits périmètres, étaient des pompes centrifuges hors normes. (Pompe DELOULE 96 70 B, pompe JEUMONT-SCHNEIDER FB 17, la pompe KSB 150 x 26 peut aussi faire partie du lot). Ces pompes généralement hélico-centrifuges correspondent à d'anciennes fabrications qui ont du être abandonnées parce qu'elles ne correspondaient plus au marché français ou européen. Ces pompes souvent peu esthétiques, généralement largement dimensionnées, sont très robustes et très résistantes et semblent donc parfaitement adaptées aux conditions d'utilisation dans les pays tropicaux. Leur poids important (> 100 kg) ne constitue pas un handicap puisqu'il permet au contraire d'atténuer les vibrations du groupe motopompe.

2) On peut signaler l'existence de la pompe DELOULE, type 152 ter : pompe entièrement hors normes, qui bien que fournissant un débit généralement inférieur à la pompe 96 70 B, présente les avantages suivants :

- volute permettant un refoulement horizontal à droite ou à gauche,
- meilleur rendement (à 1.450 tr/mn : 230 m³/h à 12,5 m avec un rendement supérieur à 82% pour un diamètre de roue égal à 240 mm. La puissance absorbée est inférieure à 13 ch),
- palier plus robuste avec entraînement tangentiel possible,
- environ 20% moins chère que la pompe 96 70 B.

3) D'une façon générale, si l'on considère une vitesse de rotation de 1.500 tr/mn, on peut recommander :

- pour les zones où la HMT est de l'ordre de 15 m (zone de Matam et Bakel), l'emploi de pompes centrifuges ou hélico-centrifuges ayant les caractéristiques suivantes :

- diamètre d'aspiration entre 150 et 200 mm,
- diamètre de refoulement 150 à 200 mm,
- diamètre de la roue de l'ordre de 250 mm (210 mm dans la zone de Matam, 250 à 260 mm dans la zone de Bakel, par exemple),
- ces pompes devront être accouplées aux moteurs les plus puissants, étant donné que la puissance absorbée maximum pourra varier suivant les cas de 18 ch à plus de 20 ch.

- pour les zones où la HMT est de l'ordre de 10 m (7 m à 12 m) (régions d'Aéré Lao, Ndioum, Boghè), le diamètre de la roue pourra être inférieur et de l'ordre de 200 à 210 mm. Les pompes auront peut-être alors un rendement moins bon, mais absorbant moins de puissance, elles pourront être accouplées sans problème aux moteurs les moins puissants,
- pour les régions où la HMT est de l'ordre de 6 m (4 à 9 m) ou inférieure, régions proches du delta, il semble que les pompes à hélice à 2 (ou à 1 étage) pourront être utilisées.

La pompe GUINARD H 200 200, par exemple, fournit à la vitesse maximum de 1.450 tr/mn un débit de 300 m³/h sous 3,5 m (1 étage), 7 m (2 étages) avec un rendement de 71%.

Pour la pompe à hélice, la puissance absorbée au démarrage pouvant être nettement supérieure à celle absorbée en fonctionnement normal, il est important de bien connaître cette puissance pour choisir le moteur qui devra l'entraîner.

Il faut cependant se garder d'avoir une vision trop simpliste et se méfier d'une telle division en zones de la vallée du Fleuve. Chaque périmètre de la vallée ayant des caractéristiques qui lui sont propres.

C) Considérations concernant les moteurs

Les moteurs sont soumis à des conditions d'utilisation très dures.

- Conditions dues au climat

La région du fleuve est une région très chaude, les températures peuvent facilement atteindre 40 à 50°. L'atmosphère y est très poussiéreuse du fait que l'hamat-tan souffle pratiquement en permanence.

- conditions dues à l'homme

Les moteurs sont confiés à des pompistes choisis par la population villageoise. Ces hommes ne reçoivent qu'une formation très rapide et sont dans bien des cas inexpérimentés. On devra donc s'efforcer de leur fournir un matériel nécessitant le moins d'interventions possibles.

1) Refroidissement

Le refroidissement par air présente certains avantages :

- démarrage aisément, usure réduite, cylindres indépendants (réparations plus faciles et homogénéité de nombreuses pièces pour tous les moteurs d'une même gamme).

D'autre part, ce mode de refroidissement supprime un certain nombre d'incidents techniques rencontrés avec un refroidissement à eau : fuites du liquide, corrosion, etc... et nécessite moins d'interventions.

2) Vitesse de rotation

La quasi-totalité des personnes rencontrées s'accordent à reconnaître que les moteurs rapides (3.000 tr/mn) posent dans ces régions beaucoup plus de problèmes que les moteurs «lents» (1.500 tr/mn).

- usure plus rapide au niveau de toutes les surfaces de frottement (chemises, coussinets, mannetons, etc...) due à une vitesse du piston plus importante (9 à 10 m/s pour les moteurs rapides et généralement 6 m/s pour les moteurs lents).

- échauffement plus important aggravant les problèmes de refroidissement.

On peut, d'autre part, noter qu'il est pratiquement impossible de trouver une pompe très basse pression tournant à 3.000 tr/mn.

La vitesse de 1.500 tr/mn est la plus couramment retenue.

Sur la rive sénégalaise, la S.A.E.D. impose une plage de fonctionnement de 1.250 tr/mn à 1.550 tr/mn; les moteurs sont alors munis d'un dispositif de blocage du levier des vitesses. Les moteurs LISTER et CERES peuvent s'adapter à cette gamme de vitesses. Il ne sera, cependant, pas bon de les utiliser trop longtemps aux vitesses les plus faibles, l'échauffement étant pratiquement le même, mais la ventilation diminuant, le refroidissement sera mauvais.

Sur la rive mauritanienne, les moteurs sont couramment utilisés à la vitesse de 1.750 tr/mn (vitesse au couple maximum des VM).

Les conditions étant les mêmes sur les deux rives, il est curieux de constater que les plages de fonctionnement des moteurs installés sur chacune d'elles ne se chevauchent pas. Il semble nécessaire de «libérer» les vitesses sur la rive sénégalaise. Une plage de fonctionnement variant entre 1.450 tr/mn et 1.800 tr/mn, par exemple, pourrait être un bon choix; elle permettrait de faire fonctionner les moteurs au niveau de leur couple maximum (et même au-delà, donc, on aurait une réserve de couple) : zone où les consommations sont les plus faibles. Ceci peut être important surtout après l'introduction des moteurs AGRON 272 A pour lesquels le couple maximum est obtenu pour une vitesse de 1.800 tr/mn.

3) Démarrage

Les nombreuses interventions des mécaniciens sur les sites sont souvent dues, uniquement, à des problèmes de démarrage (démarrage électrique).

Dans ces régions, les batteries sont souvent de mauvaise qualité et se déchargent très rapidement, il est donc nécessaire de proscrire formellement le démarrage électrique (c'est ce qui est fait au Sénégal). On devra le remplacer par un démarrage manuel (manivelle par exemple). Les moteurs LISTER sont prévus pour ce type de

démarrage, les autres moteurs devront eux être équipés d'un volant lourd et de décompteurs.

Les moteurs pour lesquels le démarrage manuel est difficile, voire impossible, pourraient être équipés de démarreurs à inertie ou à ressort (SIMMS). On doit cependant savoir que cette solution est très chère (prix du démarreur à inertie supérieur à 200.000 F CFA).

4) Filtrations

Etant donné les conditions difficiles dans lesquelles fonctionnent ces moteurs (ambiance poussiéreuse, nombreux risques de pollution du gas-oil), les problèmes de filtration doivent être l'objet d'une attention particulière.

· Filtration de l'air

Les poussières sont généralement constituées de très fines particules de silice, leur pouvoir abrasif important entraîne une usure très rapide des surfaces en frottement du moteur, il est donc nécessaire qu'elles soient parfaitement piégées.

· filtre à air à bain d'huile

C'est ce filtre qui est le plus utilisé et dont on recommande généralement l'emploi.

L'huile (qui se charge progressivement en impuretés) devra être périodiquement changée (au minimum toutes les semaines); les éléments filtrants pourront être nettoyés à l'essence ou au gas-oil.

Ces filtres sont généralement surmontés d'un préfiltre centrifuge.

· filtre à air sec

Ce type de filtre nécessite un entretien plus contraignant, il doit être nettoyé plus souvent et nécessite un changement de cartouches assez fréquent (toutes les 200 h).

Dans la pratique, les utilisateurs rencontrés avaient l'habitude de changer les cartouches une fois par année (avant la campagne d'hivernage), ce qui est évidemment trop peu. Ceci représente le plus grave inconvénient de ce type de filtre. L'achat de cartouches représentant une dépense ponctuelle, les agriculteurs ont tendance à les changer le moins souvent possible.

Pour les filtres à bain d'huile, la dépense est moins ressenti puisqu'ils utilisent la même huile que celle du moteur pour laquelle ils ont une réserve.

· Filtration du gas-oil

La filtration devra être, là aussi, très correcte. Le gas-oil utilisé étant souvent chargé d'impuretés par l'emploi de récipients de transvasement pas toujours très propres, il faudra s'efforcer de créer le maximum de filtrations.

- utilisation de jerricans avec filtre dans le bec verseur,
- réservoir équipé d'une crêpine de remplissage type Land Rover,
- utilisation d'un préfiltre décanteur et d'un (ou deux) filtres à gas-oil (à cartouche).

Toutes les préfiltrations sont nécessaires et permettent de changer moins souvent les cartouches du filtre.

Une filtration correcte du gas-oil réduit les interventions sur les injecteurs (opération toujours très délicate).

- Filtration de l'huile-vidange

La filtration de l'huile doit aussi être très correcte.

On devra utiliser un bon filtre à huile à cartouches interchangeables. Ce filtre devrait être largement dimensionné pour espacer les interventions.

On doit rechercher des moteurs nécessitant des vidanges peu fréquentes et ayant un carter d'huile important pour permettre un meilleur refroidissement du circuit de graissage. (Certains moteurs sont cependant équipés de refroidisseur d'huile).

Les moteurs LISTER, CERES, etc... ont de grosses capacités de carter (8 à 10 l). Les vidanges sont conseillées toutes les 150 h. Dans la pratique, elles sont faites toutes les 200 h.

Les moteurs ALSTHOM (capacité 5,2 l) nécessitent des vidanges chaque 100 h. Les moteurs rapides BERNARD (capacités 4 et 6,5 l) doivent être vidangés toutes les 60 h (3 fois plus souvent que les moteurs lents).

Les problèmes de filtration sont certainement ceux qu'il faut aborder avec le plus de sérieux si l'on veut espérer une bonne marche du moteur.

5) Accessoires

. Compte-tours et horomètre

Ces accessoires sont nécessaires pour vérifier la bonne marche du moteur et assurer son entretien.

- Compte-tours

Une utilisation prolongée des moteurs aux vitesses admises les plus faibles, a pour conséquences, d'accélérer l'encrassement du moteur et généralement d'augmenter la consommation en gas-oil. Il est indispensable d'équiper le moteur d'un compte-tours pour que le pompiste puisse connaître le régime du moteur.

- Horomètre

Cet appareil permet de faciliter l'entretien du moteur. Le pompiste ou le mécanicien connaissant les fréquences des interventions qu'il doit effectuer sur le moteur pourra s'y référer. Cet appareil permettra de connaître le nombre d'heures de fonctionnement du moteur durant une campagne, une année, et facilitera la prévision des stocks de combustion et d'huile nécessaires à la maintenance au niveau du périmètre.

Les appareils actuellement utilisés sont à câbles et sont généralement regroupés sur un tableau de bord relié au moteur par des silent-blocs. Ce type de montage se détériore très rapidement, les gaines des câbles se déchirent et les câbles sont détruits (les silent-blocs résistent mal aux vibrations).

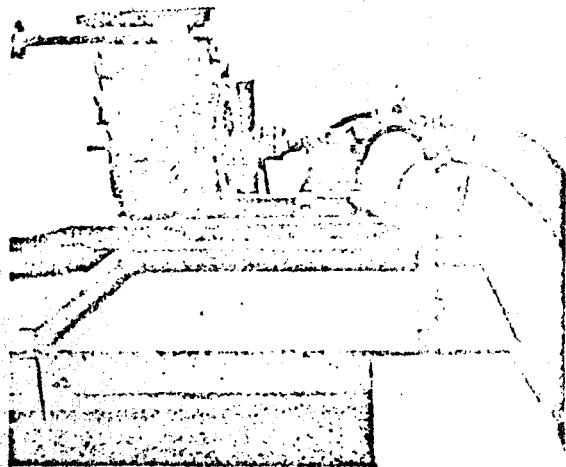
Actuellement on impose l'emploi de compte-tours et horomètre à vibrations, c'est ce type d'appareil qui équipe les récentes installations.

. Echappement

Il peut être vertical ou horizontal.

- Les prolongements des tubulures d'échappement sont souvent trop lourds, ce qui provoque une rupture des boulons de fixation de la tubulure d'échappement.

- Les derniers groupes installés ont un échappement vertical avec sortie débouchant sur le toit du bac flottant.



Cliché J.F. CRUZ
Moteur LISTER, Echappement horizontal.



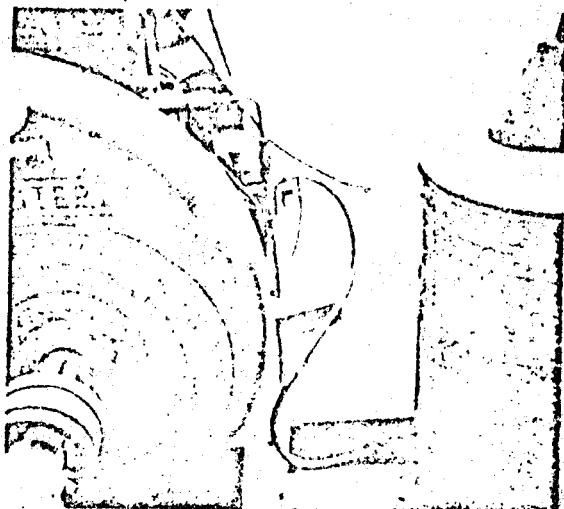
Cliché J.F. CRUZ
Echappement vertical.
Ici l'accouplement est protégé par une grille.

. Réservoir

Les réservoirs doivent être d'une capacité suffisante pour ne pas multiplier les manœuvres de remplissage (un réservoir de 25 l nécessite au moins 2 «pleins»).

Les importantes vibrations des groupes diesel créent souvent des problèmes au niveau des réservoirs qui se fendent sous leur action. On équipe généralement les supports de réservoir (situés au-dessus de l'accouplement) de silent-blocs. Cependant, ces derniers se détériorent très rapidement sous l'action notamment du gas-oil «versé à côté», au moment du remplissage.

Actuellement, la S.A.E.D. impose que le réservoir d'une capacité minimum de 50 l soit situé à côté du groupe et fixé au châssis de liaison des flotteurs. Des tuyauteries en caoutchouc à gaine, à tresses métalliques, souples relient le robinet d'alimentation à la pompe élévatrice.



Moteur LISTER réservoir à côté du moteur, sur un flotteur (on remarquera l'accouplement à la pompe).

Transmission

Les accouplements sont directs, semi-rigides. Ils doivent être largement dimensionnés pour répondre à des efforts importants. La réalisation de ces accouplements doit être parfaite (un défaut d'alignement au montage entraîne une destruction très rapide).

D) Fonctionnement des installations

1- Temps de fonctionnement et consommation

- Dans les études théoriques on considère généralement que les groupes tournent entre 800 et 1.000 heures en hivernage et 1.200 à 1.600 heures en campagne de contre-saison.

* Au Sénégal, les valeurs semblent plus faibles

Nous avons pu noter, par exemple, que des groupes qui avaient fonctionné pendant une campagne d'hivernage ne totalisaient pas plus de 600 h (Matam 1 : 574 h) (Matam 2 : 490 h). D'autres qui avaient connu deux campagnes (riz + tomate) totalisaient environ 1.000 h (Tiguere 2 : 898 h).

Sur le périmètre de Matam 5 le groupe fonctionne depuis trois ans et ne totalise que 2.500 h.

* En Mauritanie

Sur les périmètres « Agriculture », pour la campagne riz 1978, les moteurs ont effectivement fonctionné entre 800 et 1.000 h. Ces différences peuvent provenir du fait que les périmètres sénégalais sont souvent d'une superficie inférieure à celle des périmètres mauritaniens (15 ha)

et que l'irrigation est conduite différemment (on n'irrigue pas les lendemains de pluie).

- Consommations

- de gas-oil

Si l'on se réfère aux relevés faits par la S.A.E.D. en Février 1979, il semble impossible d'avoir une idée précise de la consommation horaire des groupes, les valeurs variant du simple au double (pour 100 h de fonctionnement on donne parfois une consommation de 200 l et d'autres fois 500 l).

La S.A.E.D. considère, pour ses prévisions de stock, des consommations de 120 l à 150 l par hectare.

D'après la S.O.N.A.D.E.R., les consommations correspondent généralement à celles que donnent les constructeurs.

- d'huile

Elle dépend évidemment du nombre de vidanges effectuées : pour les moteurs LISTER ou CERES, on effectue généralement 4 vidanges de 8 à 10 l pendant l'hivernage (vidange toutes les 200 heures); pour les moteurs AGROM on devrait effectuer 8 vidanges de 5 l (vidange toutes les 100 h).

Les périmètres pouvant être isolés pendant de longues périodes (surtout en hivernage), ils possèdent généralement des réserves leur assurant une autonomie pendant toute la campagne.

A la S.A.E.D., on prévoit pour l'hivernage un stock de 2.000 l de combustible. Ces stocks sont constitués, pour la région de Matam, de 10 fûts de 200 l achetés directement chez les revendeurs par les paysans. A Aéré Lao, on prévoit d'équiper les périmètres de citernes de 2.000 l.

En Mauritanie, les « périmètres S.O.N.A.D.E.R. » ont des citernes de 2.000 l ou 4.000 l, les « périmètres F.E.D. » des citernes de 10.000 l.

2 - Maintenance

Groupes de secours

Pour assurer un fonctionnement permanent de la station de pompage, on s'est depuis longtemps interrogé sur la nécessité de prévoir un groupe de secours par groupe en fonctionnement. C'est la solution qui est utilisée sur les périmètres F.E.D. de Mauritanie. Dans la pratique, ce groupe sera souvent de stock de pièces détachées et n'est donc plus en mesure d'assurer son rôle de secours. Cette solution est d'autre part, très chère. A la S.A.E.D. on considère un groupe de secours pour 10 qui fonctionnent.

Il est évident, que plus on réduit le nombre des groupes de secours plus cela nécessite une capacité et une rapidité d'intervention importante, donc un encadrement conséquent.

Pièces de rechange

Pour assurer un fonctionnement permanent du groupe, il est nécessaire aussi de pouvoir disposer, assez

vérifier que les éventuels fournisseurs sont capables d'assurer un service après-vente rapide et efficace (en possédant des moyens d'interventions près des sites et en effectuant de fréquentes visites de contrôle sur ces sites). Ces fournisseurs devraient aussi être en mesure d'assurer des stages de formation pour les mécaniciens des sociétés d'encadrement.

IV - L'EQUIPEMENT DE TRES PETITS PERIMETRES

a) Définition de ces périmètres

Au pourtour des agglomérations il est fréquent de trouver une multitude de petits périmètres maraîchers. C'est le cas de la région du Cap Vert cernant Dakar, c'est aussi le cas au Mali avec la ceinture maraîchère de Bamako. Cette ceinture est intégrée à l'Opération Haute-Vallée (O.H.V.) qui intéresse la Vallée du Fleuve Niger de Bamako à la frontière de la Guinée et dans le cadre de laquelle ont été créés de nombreux petits périmètres. Ces périmètres situés le long du fleuve et sur lesquels on pratique des cultures irriguées (tabac, produits maraîchers), sont généralement très petits. Leur superficie (elle varie de 1 ha à 10 ha) est de l'ordre de 5 ha.

Ce type d'aménagement est amené à connaître un important développement d'une part, pour satisfaire une demande locale de plus en plus forte et d'autre part, pour favoriser l'exportation d'un grand nombre de produits divers (poivrons, haricots verts, etc...).

Prochainement, sur financement U.S.A.I.D., ce sont 2.000 ha de terres qui vont être mis en valeur dans la région de Diré. L'aménagement sera constitué de petits périmètres de 4 ha sur lesquels on prévoit 2 à 3 cultures par an (blé et sorgo ou niébé).

Ces petits périmètres nécessitent (suivant les surfaces exploitées, la culture pratiquée, etc...) des débits pouvant varier d'une dizaine à une centaine de m³/h. Les hauteurs de refoulement sont de l'ordre d'une quinzaine de mètres (pompage dans le fleuve Niger ou ses affluents).

Les puissances nécessaires à ce type d'irrigation varient de 1 ch à 10 ch, c'est donc le domaine des monocylindres.

Les installations de pompage sont mobiles et constituées de petits groupes motopompes monoblocs sur brouette. Ces groupes sont souvent déplacés le long de la berge, ils doivent donc être relativement légers.

b) Les équipements existants

Pour les puissances les plus faibles, les groupes sont souvent à essence; de 5 ch à 10 ch ou plus, on utilise généralement des moteurs diesel.

Au Mali, on utilisait beaucoup le type 112 ou 112 bis (8 ch à 2.000 tr/mn) qui présente l'avantage de tourner à une vitesse faible.

On reproche souvent à ces moteurs leur faible capacité en huile (1,95 l pour le 110, 1 l pour le 112). Le graissage étant effectué par barbotage, ils nécessitent une horizontalité parfaite; contrainte que les paysans ne pensent pas toujours à respecter. Il nous a été rapporté le cas de très nombreux moteurs ayant grillé dès leur première mise en route.

Cependant, leur principal défaut est certainement leur forte consommation en carburant (1,9 l/h pour le 110, 3,2 l/h pour le 112). Nombreux sont les paysans qui préfèrent alors acheter des groupes diesel.

2 - Moteurs diesel

- moteur BERNARD

La majorité des petits groupes diesel utilisés est aussi de la marque BERNARD et notamment les types 21/174 (moteur F 21) et 51/156 (moteur F 51).

Ce sont des monocylindres tournant à 3.000 tr/mn. A cette vitesse ils fournissent une puissance continue de 4 ch pour le 21 et 6 ch pour le 51.

Le démarrage manuel est à corde (avec poulie de lancement) ou à manivelle (décompresseur non automatique).

Le flot d'air de refroidissement provient de la turbine incorporée au volant. Ces moteurs sont généralement équipés de filtre à air sec. Le graissage est sous pression d'huile par pompe à engrenages. Les vidanges doivent être fréquentes (toutes les 60 h). La capacité du carter est faible (1,75 l pour le 21, 2,3 l pour le 51).

Expérience

Ces moteurs sont couramment utilisés par les agriculteurs de la région de Bamako. Ces derniers sont généralement très conscients et entretiennent correctement le matériel qu'ils utilisent; d'après eux, ces moteurs se comportent correctement pendant environ 4 années (plus de 1.500 h d'utilisation par an), à l'issue desquelles ils connaissent de graves problèmes (guides de soupape cassés, culasse, injecteurs, pompes, pistons à changer, emboîtement à refaire).

Il semble, cependant, que ces moteurs aient une bonne réputation au Mali.

La maison BERNARD a arrêté la fabrication de ces petits diesel. Elle propose maintenant les moteurs BDA : 375, 482, 605 de 5 ch, 7 ch et 11 ch.

On peut noter qu'au Mali, les paysans utilisent également des groupes de fabrication chinoise ou indienne

(projet de Duf)

Des matériels de pompage, autres que les groupes motopompes, sont également utilisés sur les très petits périmètres.

1) Pompes manuelles

A cause des nombreux problèmes que peuvent poser les stations de pompage motorisées (contraintes d'utilisation, d'entretien, frais de fonctionnement), utilisées notamment sur les puits ou forages, certaines associations, œuvrant pour l'amélioration des conditions de vie dans les pays du sahel, en reviennent à l'utilisation du pompage manuel pour l'irrigation de très petits périmètres maraîchers. C'est le cas au Sénégal, où des pompes à main sont fréquemment utilisées. Il s'agit notamment de la pompe, type GUEROUlt, fabriquée par la SISCOMA; pompe à piston entraînée par une tringle pouvant être actionnée par trois personnes.

L'organisation confessionnelle CARITAS participant au développement de périmètres maraîchers, de la région de M'Bour, utilise plus de 200 pompes de ce type.

Au Mali, la demande est aussi très forte en pompe manuelle : hydropompe VERGNET et pompe à câble BRIAU, etc... surtout pour l'hydraulique villageoise mais aussi pour les très petits périmètres maraîchers.

2) Pompes solaires

Les pompes à énergie solaire commencent à être utilisées dans certaines régions du sahel pour de la petite ou moyenne irrigation. Ces installations ne sont cependant pas à vocation uniquement agricole; dans les villages où elles sont installées, elles interviennent surtout au niveau de l'hydraulique humaine et pastorale; un surplus d'eau éventuel peut parfois permettre le développement de petits périmètres maraîchers. Les pompes les plus adaptées sont actuellement les pompes à photopiles. Les installations sont alors constituées de panneaux de photopiles qui transforment directement l'énergie solaire en énergie électrique entraînant un moteur électrique à vitesse variable (900 tr/mn à 1.800 tr/mn). Ce moteur actionne une pompe centrifuge de forage. Les intérêts immédiats de ce type d'installation sont : source d'énergie gratuite et maintenance quasi nulle; l'inconvénient en est le coût encore très élevé.

La société BRIAU propose un système avec stockage de l'énergie électrique. La société GUINARD commercialise les pompes ALTA X de 600 W à 10.600 W (2,5 ch. à 20 ch.).

N.B. : Les pompes solaires thermodynamiques SOFRETES semblent être plus adaptées aux grands périmètres.

Si l'on considère un fonctionnement sur 10 ans (taux d'actualisation 10%), il semblerait que les pompes solaires de 600 W (51 m³/jour à 10 m, irrigation d'1 hectare) soit actuellement compétitives avec les groupes diesel. Le prix des photopiles pouvant diminuer (baisse de 20% prévue pour la fin de l'année), le prix du gas-oil

augmentant, les pompes de puissances supérieures devraient rapidement elles aussi compétitives.

Au Sénégal, à Bambey, une pompe de 900 W fournissant 100 m³/jour à 10 m est actuellement utilisée pour l'agriculture. L'organisation CARITAS prévoyait pour le mois d'Octobre 1979, l'achat de trois pompes solaires de 2.600 W (100 m³/jour à 25 m) pour l'irrigation de périmètres maraîchers. Une telle pompe pourra irriguer 2 ha de culture.

Au Mali, grâce notamment au dynamisme de M. VESPIREN, l'utilisation de pompes solaires devrait se développer dans la région de San.

CONCLUSION

Pour les petits périmètres irrigués de la Vallée du Fleuve Sénégal, la solution diesel semble à l'heure actuelle la seule solution utilisable; la solution pétrole qui multiplierait le nombre de groupes le long du fleuve ne reçoit pas l'assentiment des différentes personnes que nous avons pu rencontrer. Il faut dire que cette solution n'a encore jamais été tentée.

La solution groupe électrogène, si elle peut être envisagée pour l'équipement de stations de pompage de grands périmètres, n'est certainement pas utilisable, vu son coût élevé, pour les petits périmètres villageois. Elle a d'autre part, pour inconvénient majeur, de rallonger la chaîne de transformation de l'énergie en créant un intermédiaire entre le moteur thermique et la pompe.

La solution qui est certainement la plus correcte consiste à utiliser des électropompes immergées, reliées par une ligne électrique au réseau public. C'est ce qui a été réalisé pour 4 périmètres de la région de Kayes. Les problèmes sont cependant nombreux du fait de l'extrême faiblesse du réseau de la ville de Kayes. C'est néanmoins la solution d'avenir qui sera utilisable après la construction des grands barrages sur le Sénégal et l'électrification de la vallée.

BIBLIOGRAPHIE

| | |
|--------------|---|
| M. LUCAS | : Rapport de mission dans la Vallée du Sénégal. |
| M. DACHRAOUI | : Les périmètres villageois de la Vallée du Fleuve Sénégal - Décembre 1978. |
| M. PIRE | : Proposition pour la standardisation des stations de pompage des petits périmètres. Périmètre villageois, rapport de campagne S.O.N.A.D.E.R Février 1978. |
| | La participation paysanne sur les périmètres villageois d'irrigation par pompage. Sylviane FRESSION - O.C.D.E. - Avril 1979. |

ANNEXE 1
CARACTÉRISTIQUES DES MOTEURS

| Moteur Origine | LISTER Angleterre | CERES France | ALSTHOM France | V.M. Italie | DEUTZ R.F.A. | BERNARD France | BERNARD France | BERNARD Italie France BDP 8/5.2 |
|--|-------------------|--------------|----------------|-------------|--------------|----------------|----------------|---------------------------------|
| Type | HR 2 | P 25 R | Agrom 272 A | 1052 SU | F2L 912 | W 42 | W 44 | |
| Cylindres | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 en V | 4 en V | 2 |
| Cylindrée totale (l) | 2,09 | 1,95 | 1,93 | 1,90 | 1,88 | 1,14 | 2,29 | 1,73 |
| Vitesse moyenne du piston (m/s) | 5,72 | 5,75 | 5,8 | 6,2 | 7,2 | 9 | 9 | |
| Puissance continue en ch à 1.200 tr/mn | 17 | 15 | — | — | — | — | — | |
| 1.500 tr/mn | 21,5 | 17,5 | 20 | 23 | 19 | — | — | |
| 1.700 tr/mn | 24 | 20 | 23 | 26,5 | 21,7 | — | — | |
| 1.800 tr/mn | 25 | 21 | 24,5 | 28 | 23 | 12 | 24 | |
| 2.000 tr/mn | 27,5 | 23,3 | 27 | 31 | 25 | 13,5 | 28 | |
| 2.200 tr/mn | 29,5 | 25,6 | 29,5 | 33 | 26 | 15,5 | 31 | 23,5 |
| 2.400 tr/mn | | | | 34,5 | 28,5 | 17 | 34 | 26 |
| 3.000 tr/mn | | | | | | 20 | 40 | 28 |
| Couple maximum à n tr/min | 1.500 | 1.500 | 1.700 | 1.700 | 1.800 | 2.500 | 2.300 | 2.000 |
| Valeur m A kg | 10,5 | 10,5 | 10,7 | 11 | 10,4 | 11,3 | 10,5 | 10,5 |
| Consommation horaire du couple maxi g/ch/h | 181 | 184 | 179 | 171 | 164 | — | — | |
| Capacité du carter | 10 l | 8 l | 5,2 l | 6 l | 4,5 l | 4 l | 6,5 l | 5 l |
| Vidange conseillée au bout de | 150 h | 150 h | 100 h | 120 h | 120 h | 60 h | 60 h | 60 h |
| Démarrage | manuel | • | • | • | • | • | • | • |
| électrique | | | | | | | | |
| mais manuel possible | | | | | | | | |
| si décompresseurs + volant lourd | | | | | | | | |
| Poids net - kg | 280 | 400 | 292 | 241 | 235 | 142 | 197 | 150 |

RESUME

Cette étude, conduite en 1979 pour le compte du Ministère de la Coopération au Sénégal, en Mauritanie, et au Mali, est une première approche des nombreux problèmes posés par les installations de pompage utilisées pour l'irrigation dans les vallées des fleuves du Sahel.

L'A. donne d'abord une définition des petits périmètres villageois (15 à 20 ha actuellement) et fait quelques rapports sur les caractéristiques d'une station de pompage.

Les installations de pompage existantes sont ensuite décrites de façon détaillée, en faisant la distinction entre la rive sénégalaise qui utilise la technique du radeau flottant, et la rive mauritanienne où l'installation-type comprend un énigmatique mobile sur la berge, chacune des solutions a ses avantages et ses inconvénients, mais la première paraît maintenant la plus préférable.

Des observations concernant le choix des pompes, (puissance absorbée, débit, hauteur énergétique d'élévation totale), des moteurs (puissance, refroidissement, vitesse de rotation, démarrage, filtrations, accessoires divers), et des canalisations (raccords), sont formulées de façon précise. Par contre il est difficile de donner des renseignements précis sur le fonctionnement des installations : nombre d'heures annuel, consommation, maintenance.

Le dernier chapitre est consacré aux très petits périmètres (5 ha en moyenne) sur lesquels sont installés des petits groupes motopompes à moteurs à essence ou diesel, mais aussi des pompes à entraînement manuel (Sénégal et Mali), et installée à Bamby au Sénégal, soit thermodynamiques (SOFRETES), ces dernières étant probablement mieux adaptées aux périmètres plus importants.

ABSTRACT

The study, conducted in 1979 in Senegal, Mauritania and Mali, for the Ministry of Co-operation, constitutes a first

pproach to the many problems of the pumping plants used for irrigation in the Sahelian rivers'valleys.

The writer defines the small village-scaled «perimeters» (15 to 20 ha under irrigation, presently) and reviews some points regarding the main features of a pumping plant.

Existing pumping plants are then described in detail with a distinction between the Senegalese side where is applied the «floating raft» technique and the Mauritanian one where is applied the technique of the mobile cart on the river bank; both solutions offer advantages and disadvantages but the first one seems more appropriate.

Precise remarks are expressed regarding the selection of pumps (required power, water flow, total dynamic head) of engines (power, cooling system, rotational speed, starting, filtrations, attachments) and of pipes (coupling systems). But precise data are not available regarding the very plants: operating hours per year, consumption, maintenance.

The last chapter deals with very small-sized perimeters (5 ha as an average) where are used petrol or diesel engine powered motor-pumps and also hand-operated pumps (Senegal and Mali) and sun-powered pumps, either of the photovoltaic type (BRIAU, GUINARD) with a 900 W pump supplying 100 cu. meter/day at 10 m such as the one used in Bambe, Senegal, or of the thermodynamic type (SOFRETES) which are certainly better suited to wider perimeters.

RESUMEN

El presente estudio, realizado en el año 1979 por cuenta del Ministerio de Cooperación, en Senegal, Mauritania y Mali, constituye una primera aproximación a los problemas que plantean las instalaciones de bombeo usadas para el riego en los valles de los ríos sahelianos.

En primer lugar el Autor da una definición de los pequeños perímetros aldeanos (15 a 20 ha en la actualidad) y considera unos puntos referentes a las características de una estación de bombeo.

Después, describe detalladamente las instalaciones de bombeo que existen, haciendo distinción entre la parte senegalesa donde practican la técnica de la «balsa flotante» y la parte mauritana donde en la instalación tipo se emplea una vagóneta móvil en la ribera; ambas soluciones ofrecen ventajas e inconvenientes pero en la actualidad parece preferible la primera.

Están formuladas observaciones precisas en lo que se refiere a la selección de bombas (potencia absorbida, caudal, altura manométrica de elevación total), motores (potencia, refrigeración, velocidad de rotación, arranque, filtración, accesorios) y tuberías (acoplamientos). Pero resulta difícil facilitar datos precisos sobre el funcionamiento de las instalaciones: horas/año, consumo, mantenimiento.

El último capítulo versa sobre los perímetros muy pequeños (5 ha como promedio) en los cuales se usan pequeños grupos motobombas de motor de gasolina o diesel, y también bombas de accionamiento manual (Senegal y Mali) y solares, sea de células fotovoltaicas (BRIAU, GUINARD) con una bomba de 900 W que produce 100 m³/día a 10 m tal como es el caso en Bambe, Senegal, o termodinámicas (SOFRETES), siendo estas últimas probablemente más apropiadas para perímetros de mayor superficie.

