

5747/85

2 3 2. 2

8 7 R A

PROJET PNUD/BIRD-INT/81/026

Pompes à Motricité Humaine

RAPPORT RECAPITULATIF SUR L'ESSAI
DE POMPES A MOTRICITE HUMAINE
AU NIGER

| | |
|------|-------------------------|
| LIRD | INTERNATIONAL REFERENCE |
| CE | WATER SUPPLY |
| Ad. | |
| PO | AD The Hague |
| Tel | (070) 3145 ext 141/142 |
| RN: | WN 5747 |
| LO: | 232.2 87RA |

Abidjan, Avril 1987

O. Langenegger
Chargé de Projet
pour la Région Ouest-Africaine
(Projet PNUD/BIRD-INT/81/026)

232.2-5747

Les vues et interprétations figurant dans le présent rapport sont celles de l'auteur et ne doivent pas être attribuées à la Banque Mondiale, à ses organisations affiliées ou à toute personne agissant en son nom.

7275 NSI

TABLE DE MATIERES

| | Page |
|-----------------------------------------------|------|
| PREFACE | iii |
| REMERCIEMENTS | iv |
| RESUME | v |
| I. INTRODUCTION | 1 |
| II. PRESENTATION DE L'ESSAI | 4 |
| A. Généralités | 4 |
| B. Conditions de l'essai sur le terrain | 4 |
| C. Pompes testées sur le terrain | 6 |
| D. Méthodologie | 7 |
| III. RESULTATS | 8 |
| A. Performances des pompes à main | 8 |
| 1. Débit de refoulement | 8 |
| 2. Utilisation des pompes à main | 11 |
| 3. Défauts des pompes à main | 12 |
| B. Coûts d'entretien | 17 |
| C. Qualité de l'eau | 22 |
| 1. Généralités | 22 |
| 2. Corrosion | 25 |
| 3. Pollution des points d'eau | 26 |
| 4. Acceptabilité par les utilisateurs | 28 |
| D. Structure de l'entretien | 30 |
| IV. EVALUATION ET CONCLUSIONS | 32 |
| A. Généralités | 32 |
| B. Profondeur de pompage | 32 |
| C. Débit de refoulement | 33 |
| D. Fiabilité | 34 |

| | | |
|----|---------------------------------|----|
| E. | Système d'entretien | 37 |
| F. | Résistance à la corrosion | 39 |
| G. | Résistance à l'abrasion | 41 |
| H. | Exigence de fabrication | 42 |
| I. | Coûts d'investissement | 43 |

V. RECOMMANDATIONS 45

| | | |
|----|-------------------------------------------------------------------------|----|
| A. | Pompes à main pour les forages | 45 |
| B. | Pompes à main pour les puits creusés | 48 |
| C. | Entretien des pompes à main | 48 |
| D. | Fabrication locale des pompes à main | 50 |
| E. | Qualité des points d'eau | 50 |
| F. | Aspects institutionnels | 50 |
| G. | Politique et stratégie du sous-secteur hydraulique villageoise | 51 |

VI. ANNEXES

1. Carte du Niger
2. Texte de la convention entre le MHE, la GTZ et le Projet Pompes à main (Aide-Mémoire du 26 avril 1982)
3. Plan d'opération, juillet 1983 (MHE, GTZ et AFVP)
4. Liste des rapports élaborés par le Chargé du suivi sur le terrain, M.P. Vaufreydaz
5. Résultats des analyses de l'eau
6. Résultats du suivi des pompes DUBA Tropic 2 et DUBA Tropic 3 dans le Projet belge de Dosso
7. Liste des essais sur le terrain dans la région de l'Afrique de l'Ouest
8. Guide de sélection de pompes et résumé des pompes citées dans le présent rapport (extrait du rapport "Community Water Supply: The Handpump Option")
9. Abréviations
10. La Déclaration d'Abidjan

PREFACE

Le but de ce rapport est de présenter les principaux résultats de l'essai sur le terrain au Niger du projet PNUD-INT/81/026 Pompes à main, exécuté par la Banque Mondiale, sous une forme concise et synthétisée, de tirer les leçons apprises de ce projet, et de transmettre les recommandations de la direction du projet Pompes à main (*) au Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement, ainsi qu'à l'ensemble des donateurs et à toutes les parties intéressées impliquées en zones rurale et péri-urbaine des sous-secteurs approvisionnement en eau au Niger. Ces résultats et recommandations se rapportent à l'installation et au choix des pompes à main, aux expériences de fabrications locales, à la structure mise en place pour l'entretien des pompes, aux politiques élaborées dans ce secteur, à la préparation et à l'exécution des systèmes d'approvisionnement en eau potable par pompes à main, en tenant compte de la participation et de l'intégration des utilisateurs.

Ce rapport a été préparé par O. Langenegger, le Chargé Régional du projet Pompes à main et son équipe composée de A. Gonzalez-Regueral et T. Myat, il a ensuite été lu par la direction du projet pompes à main. Il ne reflète donc pas nécessairement les vues de la Banque Mondiale, du PNUD, ou de tout autre organisme, qui ne devront donc pas être tenus comme responsables des opinions ici émises. Il devrait plutôt être considéré comme le message de la direction du projet Pompes à main.

A l'exception des aspects qualité de l'eau et résultats du suivi des pompes Duba Tropic 2 et Tropic 3 dans le cadre du projet belge exécuté dans le département de Dosso, les détails du suivi sur le terrain sont présentés dans les rapports préparés par M.P. Vaufreydaz, le Chargé du suivi (CME). Ces rapports n'ayant pas été revus par la direction du projet Pompes à main, ils ne représentent donc pas nécessairement l'opinion de cette direction ni de tout autre organisme ayant participé à l'essai sur le terrain mené au Niger. Le but desdits rapports était de mettre l'expérience pratique et les résultats obtenus sur le terrain à la disposition des parties impliquées et intéressées au projet d'essai sur le terrain dans les meilleurs délais. Ce système de présentation des résultats de terrain a été apprécié dans tous les pays de l'Afrique de l'Ouest ayant participé au projet Pompes à main. C'était la base de l'établissement de contacts réguliers avec les autorités gouvernementales, les agences donatrices, les fabricants de pompes à main, qui exerçaient un impact sur plusieurs aspects tels que les modifications des pompes à main, la prise de conscience du problème de la corrosion, etc. Une liste des rapports de suivi est présentée en Annexe 4.

* Dorénavant, dans ce rapport, le terme "pompes à main" comprendra l'ensemble de pompes à motricité humaine, y comprises les pompes à pédale.

REMERCIEMENTS

L'essai de suivi sur le terrain au Niger a été cofinancé par l'Agence Allemande de la Coopération Technique (GTZ). La contribution financière directe de la GTZ pour les pompes à main, le véhicule, les coûts de fonctionnement, les salaires du personnel local, le logement du chargé de suivi, s'élevait à 62 477 635 FCFA. Ce soutien financier a été hautement apprécié par la direction du projet Pompes à main, ainsi que par le gouvernement du Niger à travers le Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement (MHE).

Le personnel sur place de la GTZ, notamment les coordinateurs des projets hydrauliques, a toujours accordé son assistance au projet Pompes à main.

Nos remerciements s'adressent également à tout le personnel du MHE qui devait travailler avec l'équipe du projet Pompes à main et qui s'est toujours montré aimablement disponible.

Nous avons également beaucoup apprécié les services rendus à l'essai de suivi sur le terrain par le bureau de Niamey du Programme des Nations-Unies pour le Développement (PNUD) et par l'Organisation des Volontaires des Nations-Unies (VNU).

Nous éprouvons une gratitude particulière envers l'Association Française des Volontaires du Progrès (AFVP) qui a mis un volontaire à la disposition du projet et qui a géré l'essai sur le terrain pendant la seconde moitié de la phase d'exécution.

Nous voudrions de même adresser nos vifs remerciements à toutes les organisations et institutions, à tous les intervenants et à toutes les personnes qui, directement ou indirectement, nous ont accordé leur soutien, contribuant ainsi au bon développement de l'essai au Niger.

Enfin, nous ne saurions terminer sans dire notre profonde gratitude à l'équipe du projet, notamment à Pascal Vaufreydaz de l'AFVP, qui a toujours donné le meilleur de lui-même pour mener à bien les tâches que la direction du projet lui avait confiées, qui a collecté une multitude de données du terrain extrêmement utiles, et qui s'est également occupé de l'installation des pompes à main et de leur réparation.

RESUME

L'essai sur le terrain au Niger du projet PNUD/BIRD-INT/81/026 Pompes à main, exécuté par la Banque Mondiale, a démarré en mai 1983, et a pris fin en novembre 1986. Il s'agissait de suivre 88 pompes, dont: 32 DUBA Tropic 7, 15 India Mark II, 24 Vergnet, 6 Kardia et 11 Bourga. D'autre part, 50 pompes DUBA Tropic 2 et Tropic 3 avaient auparavant été l'objet d'une action de suivi dans le cadre du projet belge d'hydraulique villageoise de Dosso en octobre 1986.

Les pompes Tropic 7 et India Mark II furent installées et entretenues par l'équipe du Projet Pompes à main PNUD/BIRD-INT/81/026; on dispose donc d'informations complètes sur leurs performances. Toutefois, les informations relatives aux autres pompes, et concernant notamment les pannes et les réparations, sont en partie incomplètes. De plus, la période de suivi des pompes Bourga, Kardia et Vergnet est plus courte que celle des pompes Tropic 7 et India Mark II. Les résultats de ces deux groupes de pompes ne peuvent donc ni avoir le même degré de fiabilité, ni, en conséquence, être directement comparés.

Il faut également noter que les pompes Tropic 7 et India Mark II, à l'exception d'une pompe Tropic 7, avaient été installées sur des puits à grand diamètre (OFEDES), alors que toutes les autres pompes avaient été fixées sur des forages.

Concernant les débits de refoulement des pompes, il est évident que les utilisateurs préfèrent de loin les pompes à débit de refoulement élevé à celles dont le débit de refoulement est moyen. On sait aussi qu'ils s'accordent facilement entre eux pour faire fonctionner les pompes à deux ou à plusieurs. Pour les utilisateurs, le débit de refoulement est donc plus important que la facilité de fonctionnement de la pompe.

En matière de débit de refoulement, les pompes testées peuvent se classer en deux groupes. Les Tropic 7 et les Bourga 2000 et 3000 qui sont des pompes à haut débit. Les débits moyens de refoulement obtenus par les utilisateurs des Tropic 7 étaient de 21,3 l/min. ou 1,3 m³/h (pour un cylindre de 60 mm de diamètre*) et de 31 l/min. ou 1,9 m³/h (pour un cylindre de 75 mm). Le taux moyen de refoulement obtenu par les utilisateurs des pompes India Mark II, Kardia et Vergnet varient entre 15 et 16 l/min. ou 0,9 m³/h et peuvent, en conséquence, être considérées comme pompes à débit moyen.

Le niveau statique moyen de l'eau variait entre 20 et 35 m pour les Tropic 7/75, les India Mark II et les Vergnet, et avoisinait 40 m pour les Tropic 7/60 et 10 m pour les Kardia.

* Les cylindres de 75 mm étant employés pour les profondeurs d'installation jusqu'à 35 m, et ceux de 60 mm pour les profondeurs d'installation supérieures.

Certaines des pompes à main testées avaient été équipées de compteurs d'eau. Et sur la base des données fournies par ces compteurs, il apparaît que l'utilisation moyenne journalière des pompes variait entre 4,4 et 6,4 heures. Les quantités moyennes journalières d'eau pompées des pompes sont donc de 8,5 m³ (Tropic 7/75), 7,3 m³ (Tropic 7/60), 4,3 m³ (India Mark II), 4,0 m³ (Vergnet) et 5 m³ (Kardia).

Du point de vue de la performance, il est intéressant de noter que la grande partie des pannes (manque totale d'eau) et des "mauvais fonctionnements" (faibles débits de refoulement) provenaient des composantes souterraines des pompes (colonne de refoulement/tringlerie, éléments de pompage). Environ seulement 10% des défauts des pompes Tropic 7, India Mark II et Bourga provenaient des composantes hors terre (tête des pompes).

La fréquence des défauts (pannes et mauvais fonctionnement) en termes du nombre de défauts par pompe par an était de 1,1 pour les pompes Tropic 7/75, de 2,5 pour les pompes Tropic 7/60, de 1,8 pour les pompes Tropic 7 (75 et 60), de 2,1 pour les pompes India Mark II et de 1,8 pour les pompes Bourga.

Ces fréquences sont élevées par rapport aux résultats obtenus d'autres essais sur le terrain en Afrique de l'Ouest où les défauts moyens par pompe avoisinaient 0,4 par an.

La fréquence des défauts est une mesure de fiabilité. Cependant, les fréquences annuelles présentées peuvent ne pas constituer des éléments suffisants pour la comparaison des différentes pompes, surtout si ces dernières sont utilisées différemment en termes de quantité d'eau pompée et du travail effectué (quantité d'eau pompée multipliée par la profondeur de pompage).

Les résultats obtenus à partir des pompes Tropic 7 et India Mark II permettent d'estimer leur fiabilité selon ces deux facteurs. La pompe Tropic 7/75 présente 0,4 défaut pour 1000 m³ d'eau pompée; la Tropic 7/60, 0,9 et la India Mark II, 1,3 pour le même volume d'eau. En terme de quantité de travail (work input), c'est-à-dire, si l'on applique l'unité 10.000 m⁴ (par exemple 500 m³ d'eau pompée d'une profondeur de pompage de 20 m), les fréquences des défauts sont de 0,16 (Tropic 7/75), 0,24 (Tropic 7/60) et 0,44 (India Mark II).

Cette présentation de la fiabilité des pompes rapproche les deux types de pompes Tropic 7. Sur la base de cette différenciation, la fiabilité des pompes India Mark II s'est avérée comme étant équivalente à environ la moitié de celle des pompes Tropic 7.

Si l'on considère les coûts d'entretien des pompes, (y compris les coûts des pièces détachées, de la main d'oeuvre et de transport), les coûts moyens d'entretien pour les Tropic 7/75 s'élevaient à 52.000 FCFA par pompe par an ou 16 FCFA par m³ d'eau pompée. Les chiffres correspondants relatifs au Tropic 7/60 sont de 145.000 FCFA et 54 FCFA, pour l'ensemble des pompes Tropic 7 (75 et 60), de 101.000 FCFA et de 36 FCFA et, pour l'India Mark II, de 50.000 FCFA et de 31 FCFA respectivement.

Ces chiffres sont basés sur des tailles d'échantillons de 9 à 17 pompes par type et sur des estimations relatives aux coûts de transport et de la main d'oeuvre. Néanmoins, ils peuvent être considérés comme des indicateurs valables des coûts d'entretien indiquant que le coût d'entretien au mètre cube des pompes Tropic 7(75 et 60) est comparable à celui des pompes India Mark II.

Des trois types de pompes ayant été suivies et entretenues dans le cadre de l'essai sur le terrain mené au Niger, - pompes Tropic 7/75, Tropic 7/60 et India Mark II -, la Tropic 7/75 est celle ayant enregistré les meilleurs résultats, si l'on considère la fréquence des défauts et le coût d'entretien par mètre cube d'eau pompée et la pompe Tropic 7/60 les pires. Cependant, si l'on tient compte de l'ensemble des pompes Tropic 7 (75 et 60), ce qui est une base plus correcte de comparaison en vue des profondeurs d'installation des pompes, il n'y a pas de différence significative entre les Tropic 7 et l'India Mark II en ce qui concerne les deux paramètres mentionnés.

Les conclusions de l'essai sur le terrain en terme de fiabilité des pompes testées sont que les Tropic 7 et l'India Mark II ont des résultats très similaires mais assez médiocres si l'on se réfère à l'expérience générale observée en Afrique de l'Ouest. La fréquence des défauts est due dans une grande mesure aux conditions techniques et au milieu naturel tels que l'entrée du sable dans les cylindres des pompes, la corrosion, la poussière (causée par l'harmattan) et l'installation sur des puits à grand diamètre. On ne peut donc pas recommander l'utilisation de ces deux types de pompes testées dans les conditions prévalant dans la zone de l'essai mené au Niger, tout au moins dans leurs versions testées.

La performance des pompes Bourga a également été relativement faible, et est semblable à celle des pompes Tropic 7 et India Mark II. Concernant les pompes Vergnet, on peut conclure sur la base des résultats de l'essai, que leur performance était comparable à celle obtenue au cours d'autres essais sur le terrain en Afrique de l'Ouest. Cela signifie que ces pompes sont assez fiables, d'entretien simple et qu'elles sont assez résistantes à la corrosion. L'inconvénient de la pompe Vergnet reste cependant la boudruche. Les coûts d'entretien des pompes Vergnet au Burkina Faso et au Mali ont été estimés à environ 17.000 FCFA par pompe par an, ce qui équivaut à peu près à 10 FCFA par m³ d'eau pompée.

Les données collectées sur la pompe Kardia ne sont pas suffisantes pour permettre de tirer une conclusion quelconque.

La performance des pompes à main dépend de plusieurs facteurs (utilisation des pompes, profondeur de pompage, qualité de l'eau et conditions de l'environnement). Il existe cependant d'autres facteurs dont l'importance n'est pas à négliger pour le choix des pompes. Il s'agit par exemple du système d'entretien, des besoins et possibilités de fabrication locale et des prix.

Si l'on tient compte de ces points ainsi que de l'expérience enregistrée sur le terrain au Niger ou dans le cadre d'autres projets

similaires en Afrique de l'Ouest, nous recommandons la standardisation au Niger des pompes:

- Volanta
- Vergnet
- AFRIDEV.

La pompe AFRIDEV est une pompe nouvellement développée en Afrique de l'Est. Une fois que cette pompe aura démontré sa prévisible supériorité sur d'autres pompes utilisées en Afrique de l'Ouest, il sera conseillé de remplacer successivement les India Mark II et India Mali par des AFRIDEV.

La pompe Kardia pourrait devenir une concurrente desdites pompes notamment pour des profondeurs d'installation allant jusqu'à environ 25 m.

Les principales contraintes des pompes India Mark II/India Mali, Bourga et Tropic sont le manque de résistance de leur type standard à la corrosion et leur conception VLOM limitée.

L'essai sur le terrain a également donné des résultats intéressants concernant l'installation des pompes sur des puits creusés, la mise sur pied d'un système de maintenance, la participation villageoise et la formation des réparateurs de pompe.

La contrainte majeure du secteur de l'hydraulique villageoise reste la composante software. Une phase préparatoire bien menée et une exécution excellente de la phase de construction d'un projet sur les pompes à main pour l'approvisionnement en eau des collectivités rurales sont nécessaires mais pas suffisantes pour en faire un succès. De tels projets doivent être suivis très étroitement et une assistance doit leur être accordée à tous les niveaux à chaque fois du besoin s'en fait sentir après leur achèvement. C'est aussi la conclusion des participants au Séminaire-Atelier sur les Pompes à Motricité Humaine en Zone UMOA/CEAO, organisé par la BOAD du 22 au 26 septembre 1986 à Lomé. La BOAD prévoit un volet "Actions d'Accompagnement" représentant environ 13% du coût total de chaque projet Hydraulique Villageoise. L'importance de ce volet est également prise en compte dans la Déclaration d'Abidjan (conclusions et recommandations des participants au Séminaire Inter-africain sur l'Approvisionnement en Eau à faible coût en Milieu Rural et Péri-Urbain, réalisé à Abidjan du 13 au 18 octobre 1986).

Le problème du software est devenu si sérieux au Niger et d'une façon générale dans l'ensemble de l'Afrique de l'Ouest que l'on se demande si l'exécution de milliers de forages, pouvant uniquement être utilisés au moyen de pompes à main, est justifiée tant que l'entretien des pompes existantes ne pourra pas être raisonnablement contrôlé. Nous recommandons, en conséquence, le ralentissement du rythme de construction de nouveaux points d'eau équipés de pompes à main et suggérons que tout soit mis en oeuvre pour une remise en état des forages et puits existants, pour qu'ils restent aussi opérationnels à long terme.

I. INTRODUCTION

Le projet PNUD/BIRD-INT/81/026 d'approvisionnement en eau des collectivités rurales par pompes à main, exécuté par la Banque Mondiale, en un mot, le Projet Pompes à main, a démarré en 1981. Ses principaux objectifs étaient de tester des pompes à main en laboratoire et sur le terrain, et d'assister au développement et à l'introduction d'une nouvelle génération de pompes à main pouvant être entretenues soit au niveau des villageois, soit par des artisans ruraux. Cette opération, connue sous le nom de VLOM, ("Village Level Operation and Maintenance/Management"), c'est-à-dire, pouvant être utilisées, entretenues et gérées au niveau villageois. L'avantage des pompes VLOM sur les pompes conventionnelles est qu'elles peuvent facilement être réparées par des villageois ou des artisans ruraux. D'un point de vue technique, ceci est la base du transfert de la responsabilité de la réparation des pompes à main aux utilisateurs et a pour but ultime d'accroître le nombre de pompes à main en bon état de fonctionnement et cela à moindre coût.

Au cours de la première phase (1981-1986), 17 pays (répartis dans 5 régions) ont participé au Projet Pompes à main. Parmi eux se trouvaient cinq pays de l'Afrique de l'Ouest: le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Mali et le Niger.

Le Projet Pompes à main fut présenté pour la première fois au Gouvernement du Niger et aux représentants des donateurs intervenant dans le sous-secteur d'hydraulique villageoise, en juillet 1981. Tous l'ont accueilli favorablement. Cependant, le plan original qui prévoyait d'intégrer l'essai sur le terrain du Projet Pompes à main dans le projet d'hydraulique villageoise financé par le Gouvernement belge dans le Département de Dosso a dû être abandonné en raison des délais d'exécution non prévisibles.

La GTZ, qui venait de compléter un projet de 200 puits creusés dans le Département de Niamey à l'époque, déclara disposée à combler le déficit. Ce changement a donné naissance à un tout nouveau caractère d'essai sur le terrain, unique dans le cadre du Projet Pompes à main. Au lieu de tester des pompes sur des forages comme cela avait été la norme, les pompes à tester sur le terrain étaient installées sur des puits creusés à grand diamètre (type OFEDES). Le suivi sur le terrain au Niger n'était pas seulement une expérience spéciale par l'installation des pompes sur les puits existants, mais aussi par les critères de sélection des puits, la préparation de la population rurale à accepter les pompes à main sur leurs puits creusés et l'installation et l'entretien des pompes, activités qui étaient menées par l'équipe du Projet Pompes à main.

L'accord conclu entre les trois partenaires originellement impliqués dans les essais sur le terrain au Niger, à savoir le Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement, la GTZ et le Projet Pompes à main, figure en Annexe 2.

La préparation de l'essai sur le terrain a démarré en mai 1983 à l'arrivée d'un volontaire du Programme des Volontaires des Nations-Unies. Ce dernier quitta le projet environ deux mois plus tard. Devant l'impossibilité de trouver un volontaire des Nations-Unies ayant les qualifications nécessaires, la GTZ et l'AFVP sont parvenus à un accord au terme duquel l'essai sur le terrain devait se poursuivre avec un volontaire de l'AFVP. La convention signée entre la GTZ et l'AFVP se trouve en Annexe 3.

La première partie de l'essai mené au Niger et qui comprenait la sélection des puits, la sensibilisation de la population rurale et l'installation des pompes a été complétée au milieu de l'année 1985. La phase préparatoire du suivi sur le terrain a demandé beaucoup plus de temps que prévu à cause des retards causés par le départ du volontaire des Nations-Unies et des difficultés à trouver des puits appropriés sur lesquels installer des pompes. Afin de mener le suivi de toutes les pompes dans le cadre du projet (Tropic 7 et India Mark II) sur une période d'environ deux ans, il a été convenu de rallonger la période de l'essai sur le terrain de 12 à 18 mois, à partir de la mi-1985.

Au cours de la seconde partie de l'opération, l'accent a été mis sur le suivi des pompes et sur l'établissement d'un système d'entretien pour les pompes installées par l'équipe du Projet Pompes à main. En plus des pompes installées par cette équipe (Tropic 7 et India Mark II), trois autres types de pompes avaient été incluses dans le programme de suivi (Bourga, Kardia et Vergnet). Cependant, les informations recueillies sur ce dernier groupe de pompes et relatives notamment à leur réparation sont incomplètes ou ne sont disponibles que sur une année.

Le financement GTZ alloué aux essais sur le terrain au Niger était complètement épuisé vers mi-1985. Le financement nécessaire à l'achèvement des activités a été fourni par le Projet Pompes à main. Il s'élevait pour les 17 mois supplémentaires du projet (de juillet 1985 à novembre 1986, à 14.800.000 FCFA). Les frais totaux de l'essai sur le terrain au Niger pendant 3 ans et demi (1983-1986) y compris l'achat de quarante pompes Tropic 7 et de 40 pompes India Mark II, dont l'installation, le personnel local et toute l'opération (exclus les coûts du personnel expatrié (CME) et la gestion) s'élevaient donc à 77.277.635 FCFA avec une contribution GTZ de 62.477.635 FCFA. (*)

(*) 1\$ EU = 300 FCFA

DUBA, le fabricant des pompes Tropic 7 s'est déclaré très mécontent du rapport intérimaire rédigé par le CME en décembre 1985. Cela a entraîné le lancement d'une brève campagne de suivi dans la région du projet belge de Dosso en octobre 1986 (voir Annexe 6).

L'essai sur le terrain mené au Niger a été une expérience spéciale à plusieurs niveaux. Les leçons que l'on peut en tirer ont trait non seulement aux problèmes techniques liés à la performance des pompes à main, mais sont également liés à d'autres points importants du sous-secteur approvisionnement en eau par pompes à main, à savoir les données de base socio-économiques, l'entretien, la fourniture des pièces détachées, l'aide liée, et le développement institutionnel. Il faut espérer que ces leçons serviront au Gouvernement et à l'ensemble des donateurs, et qu'elles permettront de trouver les solutions susceptibles d'entraîner les modifications nécessaires à ce sous-secteur - qui a très mal fonctionné jusqu'à présent -, afin d'en améliorer la gestion et de le rendre beaucoup plus performant tant pour les bénéficiaires que pour les donateurs.

II. PRESENTATION DE L'ESSAI

A. Généralités

Au cours des premières étapes du Projet Pompes à main, on pensait que le problème majeur des systèmes d'approvisionnement en eau des collectivités rurales par pompes à main était lié à une technologie mal appliquée. En conséquence, les objectifs de ce projet pompes étaient restreints et se résumaient uniquement aux questions techniques. Au cours de la première phase de l'exécution du projet (1981-1986), on a pu voir clairement que d'autres facteurs avaient davantage d'importance pour une utilisation correcte des pompes à main. Ces facteurs sont entre autres: la qualité de l'eau, la participation et l'intégration des utilisateurs, les aspects socio-culturels et le développement institutionnel.

Au cours de la phase d'exécution, il a également été démontré que le Projet Pompes à main a été suffisamment flexible pour élargir ses objectifs techniques à d'autres objectifs tels la qualité de l'eau, la sensibilisation de la population rurale aux pompes, leur installation, et la mise sur pied des structures d'entretien.

Si beaucoup de progrès ont été accomplis par les autorités gouvernementales et les donateurs en matière de compréhension, d'acceptation et d'application de l'approche intégrée des systèmes d'approvisionnement en eau en milieu rural, un long chemin reste encore à parcourir pour la mise en pratique systématique de ladite approche. Nous en prenons pour preuve les espoirs que nourrit le Gouvernement d'utiliser les résultats obtenus au cours de cet essai pour sélectionner et standardiser un nombre restreint de pompes à main pour le pays.

C'est certainement là un point important non seulement sur le plan technique mais également si l'on juge nécessaire d'avoir un moyen de contrôler l'importation non désirée des pompes provenant des aides liées. Cependant, le développement technologique des pompes à main va se poursuivre et, déjà, quatre sur les cinq types testés au Niger par le projet Pompes à main ont été modifiés pendant la période de l'essai.

B. Conditions de l'essai sur le terrain

La zone où l'essai sur le terrain s'est déroulé au Niger est très vaste et s'étend jusqu'à quelques 200 kilomètres de Niamey. Cette zone est d'accès difficile en raison de la faible infrastructure routière rendant un certain nombre de villages inaccessibles durant la saison des pluies.

Comme cela est typique dans les régions sahéliennes, les populations se trouvant dans la zone de l'essai n'ont généralement pas ou très peu accès à l'eau de surface; la principale source d'approvisionnement des villageois est l'eau souterraine.

Un facteur important concernant l'approvisionnement en eau de la zone où l'essai sur le terrain a été développé, est l'abondance des troupeaux qui appartiennent tant aux villageois qu'aux nomades. Et ces troupeaux dépendent également de points d'eaux fiables.

C. Pompes testées sur le terrain

Les pompes testées au cours des essais menés au Niger figurent au Tableau 1.

Tableau 1 : Données de base sur les pompes testées dans le cadre de l'essai sur le terrain au Niger

| Pompe | Nombre de Pompes | Type de Point d'eau | | Niveau statique moyenne (m) | Profondeur d'installation moyenne (m) | Projet |
|---------------|------------------|---------------------|--------|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| | | Puit | Forage | | | |
| Tropic 7(75) | 15 | 15 | | 20.4 | 22.5 | Projet GTZ 200 puits Niamey a,b |
| Tropic 7(60) | 17 | 16 | 1 | 42.0 | 45.7 | Projet GTZ 200 puits Niamey, a,b |
| India Mark II | 15 | 15 | | 34.4 | 37.4 | Projet GTZ 200 puits Niamey, b, c |
| Vergnet | 24 | | 24 | 21.2 | 37.0 | Projet FAC Niamey-Nord |
| Kardia | 6 | | 6 | 9.4 | 21.5 | Programme d'Urgence Niamey |
| Bourga 1000 | 3 | | 3 | 24.0 | 55.0 | Programme d'Urgence Niamey |
| Bourga 2000 | 6 | | 6 | 22.4 | 54.2 | Programme d'Urgence Niamey |
| Bourga 3000 | 2 | | 2 | 4.7 | 37.5 | Programme d'Urgence Niamey |
| Tropic 2 | 10 | | 10 | 57.2 | 62.7 | Projet belge Dosso, |
| Tropic 3 | 40 | | 40 | 36.2 | 43.7 | Projet belge Dosso, d |

- Remarques:
- (a) Le nombre entre parenthèses à côté des pompes Tropic indique le diamètre du cylindre en mm.
 - (b) Installées et entretenues par l'équipe de suivi du Projet Pompes à main.
 - (c) Six pompes India Mark II ont été remplacées par des pompes Tropic au cours de l'essai sur le terrain.
 - (d) Objet d'une action de suivi en octobre 1986.

D. Méthodologie

Les pompes mentionnées au paragraphe C avaient été suivies selon la méthodologie standard du Projet Pompes à main, à savoir:

- collecte d'information sur les pannes (leur fréquence, leur type et les pièces remplacées) ;
- mesure des débits de refoulement, des niveaux statiques de l'eau, de la profondeur des puits, et détermination du rendement volumétrique des pompes à main ;
- mesures des forces requises pour le fonctionnement des pompes à main, de l'usure des bagues de guidage et du jeu des roulements ;
- collecte d'informations sur l'utilisation des pompes à main par les différents groupes d'utilisateurs ;
- enquête socio-économique (acceptation et possibilité de se doter de pompes au niveau des villages) ;

Outre le suivi de la performance de ces pompes, l'équipe du Projet Pompes à main était également chargée de réparer les pompes Tropic 7 et India Mark II et d'établir un système d'entretien des pompes.

III. RESULTATS

A. Performances des pompes à main

1. Débit de refoulement

Les débits de refoulement des différentes pompes testées dans le cadre de l'essai mené au Niger figurent au Tableau 2, et sur les graphiques 1 et 2.

En plus des débits de refoulement, le Tableau 2 contient également des données sur la manière dont les utilisateurs actionnent les pompes (nombre de courses et de rotations, respectivement), les niveaux statiques de l'eau et la profondeur de pompage recommandée par les fabricants.

Sur le Tableau 2 et les Graphiques 1 et 2, l'énergie humaine nécessaire à l'obtention des débits de refoulement présentés n'a pas été prise en considération. Les pompes à refoulement élevé, par exemple les pompes Tropic et Bourga, et dans une certaine mesure également les pompes India Mark II, étaient actionnées d'habitude par équipes de deux utilisateurs en même temps.

Commentaires

Les pompes testées dans le cadre de ce projet peuvent être classées en deux groupes par rapport à leur débit de refoulement (obtenus par les utilisateurs).

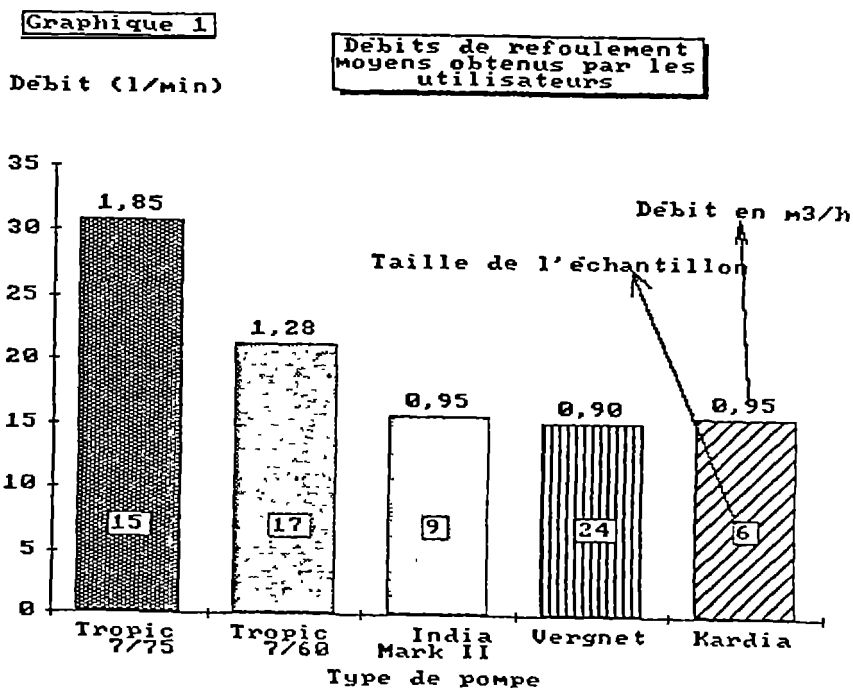
- (i) Les Tropic 7 ont un débit de refoulement variant entre 21 et 31 l/min (1.3 à 1.9 m³/h) tandis que le débit de refoulement des pompes restantes, c'est-à-dire, les India Mark II, Vergnet et Kardia, oscille entre 15 et 16 l/min (0.9 à 1 m³/h). Le débit de refoulement par les utilisateurs des pompes Bourga n'a pas été déterminé, mais il n'y a pas de doute que les pompes Bourga 2000 et Bourga 3000 se rangent dans la catégorie des pompes ayant un taux élevé de refoulement avec une estimation des débits de refoulement des utilisateurs oscillant entre 30 à 40 l/min (1,8 à 2,4 m³/h).
- (ii) Le débit de refoulement obtenu par les utilisateurs avec des pompes à main fonctionnant à bras est d'environ 60% (Kardia) à 85% (India Mark II) des débits de refoulement à pleine course mesurés par l'équipe du projet. Cela est dû au fait que les pompes fonctionnant à bras sont d'habitude utilisées à course réduite par les usagers. Dans le cas des pompes Tropic 7 fonctionnant par volant, aucune différence n'existe entre le débit de refoulement de l'utilisateur et les débits de refoulement mesurés par l'équipe du projet parce que chaque rotation du volant correspond à une course entière.
- (iii) Les pompes à haut débit de refoulement sont plus appréciées par les utilisateurs quoiqu'elles demandent un apport élevé en énergie.

Tableau 2 : Détails sur les performances obtenues par les utilisateurs des pompes Tropic 7, India Mark II, Vergnet et Kardia (débit de refoulement et nombre de rotation/courses)

| Pompe | Débit de refoulement (l/min) a | Nombre de rotations/courses par min. b | Niveau statique (moyenne) c | Profondeur de pompage recommandé par le fabricant (m) d |
|---------------|-----------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Tropic 7/75 | 30.8 | 44 | 23.1 | ≤ 30 |
| Tropic 7/60 | 21.3 | 48 | 39.4 | ≤ 40 |
| India Mark II | 15.8 | 52 | 29.4 | 25-80 |
| Vergnet | 15.2 | 51 | 20.8 | ≤ 70 |
| Kardia | 15.7 | 58 | 9.4 | ≤ 40 |

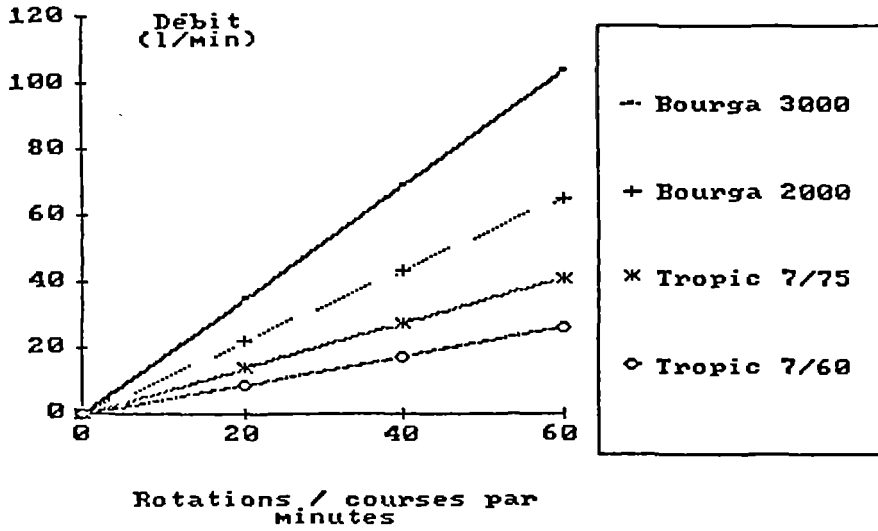
Remarques:

- (a) Moyenne des débits de refoulement obtenus par les utilisateurs.
- (b) Moyenne du nombre de rotations/courses auxquelles les utilisateurs actionnent les pompes.
- (c) Moyenne du niveau statique des points d'eau où les pompes soumises à ce test étaient installées. Le niveau statique et la profondeur de pompage correspondent dans le cas des puits à grand diamètre, ce qui est le cas par les pompes Tropic 7 et India Mark II.
- (d) La gamme de profondeur de pompage recommandée pour les fabricants pour l'utilisation de leurs pompes.



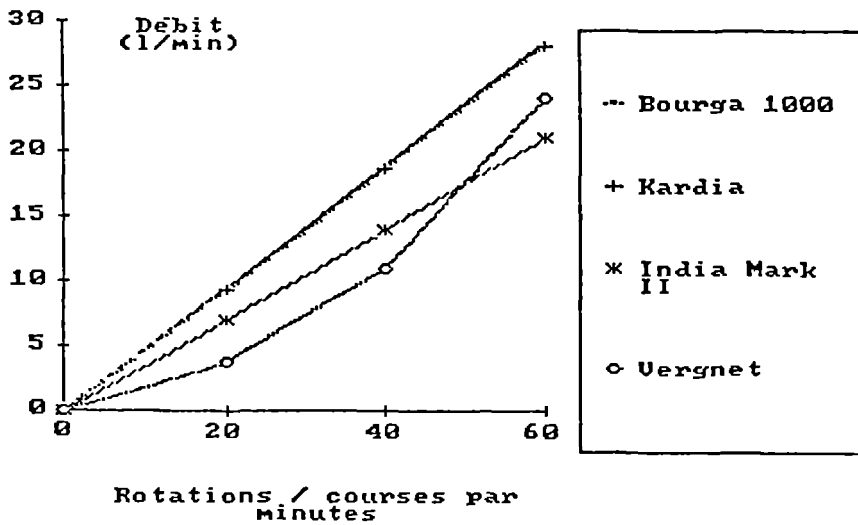
Graphique 2-1

Débites de refoulement des pompes à pleine course



Graphique 2-2

Débites de refoulement des pompes à pleine course



2. Utilisation des Pompes à main

37 des 88 pompes à main testées avaient été équipées de compteurs d'eau de manière à estimer l'utilisation des pompes en termes de quantité d'eau pompée, du temps de fonctionnement et des variations saisonnières. Le Tableau 3 et le Graphique 3 indiquent ces résultats.

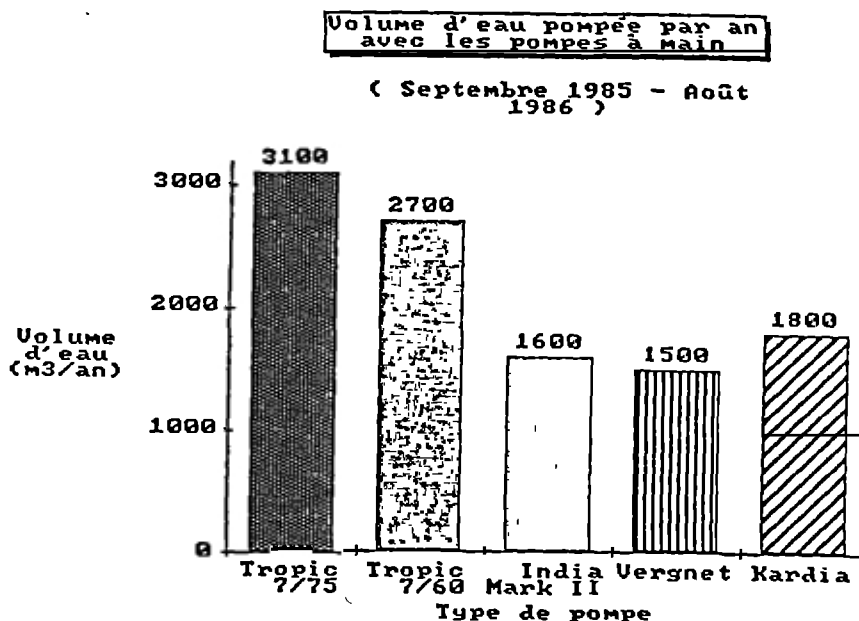
Un résultat important est la fluctuation saisonnière de l'utilisation des pompes à main, ce qui reflète directement la demande élevée de l'eau en saison sèche. Le ratio entre les quantités moyennes d'eau pompée journalièrement au cours de la saison sèche et pluvieuse, est d'environ 2 à 6; cela indique qu'en saison sèche, les pompes sont utilisées pendant 10 h et plus par jour. Ces estimations, basées sur les informations données par les compteurs d'eau ne tiennent pas compte des maxima journaliers allant au-delà de 20 m³ par jour (pompe Tropic 7).

Tableau 3 : Estimations des volumes moyens de l'eau pompée par jour, volumes pompés par an (septembre 1985-août 1986) et la durée moyenne journalière d'utilisation des pompes à main

| Pompe | Volume moyen d'eau pompée (m ³ /jour) | Volume moyen d'eau pompée (m ³ /an) | Durée moyenne journalière d'utilisation des pompes (h/jour) |
|------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Tropic 7 (75) | 8.5 (2.1 - 13) | 3100 | 4.6 (1.2 - 7.0) |
| Tropic 7 (75/60) | 7.7 (2.1 - 13) | 2900 | 5.2 (1.2 - 9.7) |
| Tropic 7 (60) | 7.3 (3.5 - 12.4) | 2700 | 5.7 (2.7 - 9.7) |
| India Mark II | 4.3 (2.8 - 5.5) | 1600 | 4.5 (3.0 - 5.8) |
| Vergnet | 4.0 (2.2 - 7.0) | 1500 | 4.4 (2.3 - 7.7) |
| Kardia | 5.0 (3.7 - 6.5) | 1800 | 5.3 (3.9 - 6.9) |

Les chiffres entre parenthèses indiquent la gamme (minimum/maximum) des moyennes.

Graphique 3



3. Défauts des pompes à main

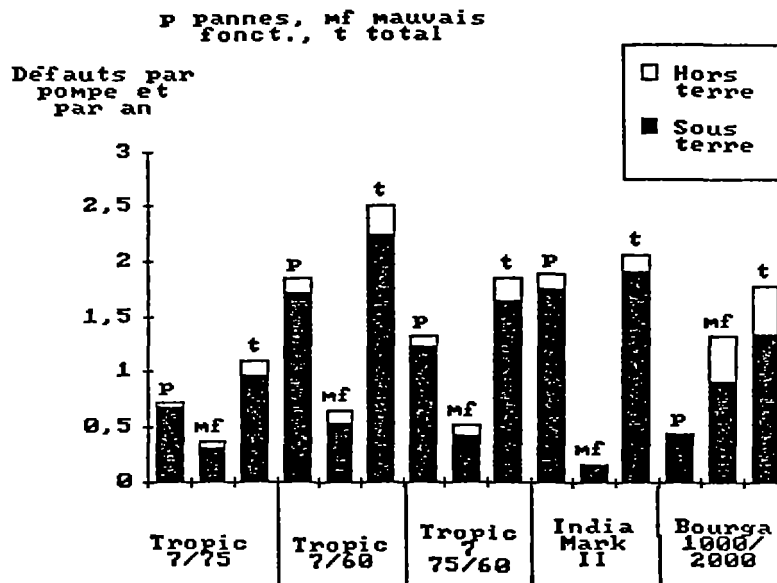
Les pompes Bourga, Kardia et Vergnet ont été employées dans des projets autres que le Projet Pompes à main. La qualité des données concernant lesdites pompes pour ce qui est de la performance, de l'utilisation et des réparations est inférieure à celle des données recueillies dans le cadre du Projet Pompes à main pour les pompes Tropic 7 et India Mark II, soit par l'irrégularité du suivi, soit par la non disponibilité des données, soit enfin par la courte durée de la période de suivi. Par conséquent, la comparaison entre la fréquence et les types de pannes mentionnées dans d'autres projets avec celles des pompes Tropic 7 et India Mark II obtenues dans le Projet Pompes à main ne saurait être valable en termes généraux.

Le Graphique 4 indique le nombre de défauts des pompes répartis entre les pannes (pas d'eau) et les mauvais fonctionnements (un faible débit de refoulement ou d'autres défauts ayant pu causer soit une panne, soit des dommages graves s'ils n'avaient pas été réparés immédiatement). Les deux types de défauts de pompes se subdivisent sur la partie supérieure hors terre (tête de pompe) ou qu'elles surviennent dans la partie souterraine. Dans le Graphique 5, le nombre total de défauts est décrit par pompe et par an, et par pompe par 1.000 m3 d'eau pompée.

Le Graphique 6 indique les défauts telles que les pannes ou le mauvais fonctionnement des pompes à main relevés dans différentes expériences d'essais sur le terrain du Projet Pompes à main en Afrique de l'Ouest. Ce graphique montre clairement que la performance des pompes à main du même type, peut varier énormément selon les conditions auxquelles elles sont exposées.

Graphique 4

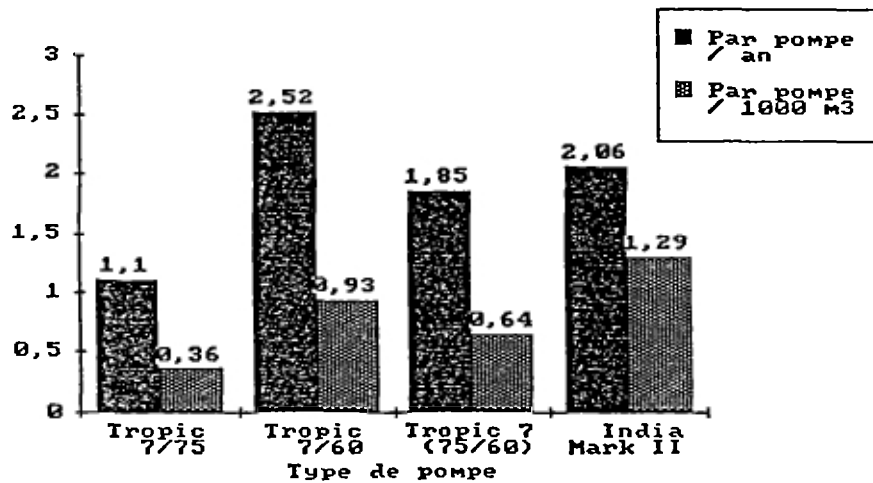
Défauts des pompes à main



Graphique 5

Taux de défauts totaux des pompes à main par an et par milliers de M3 d'eau pompée

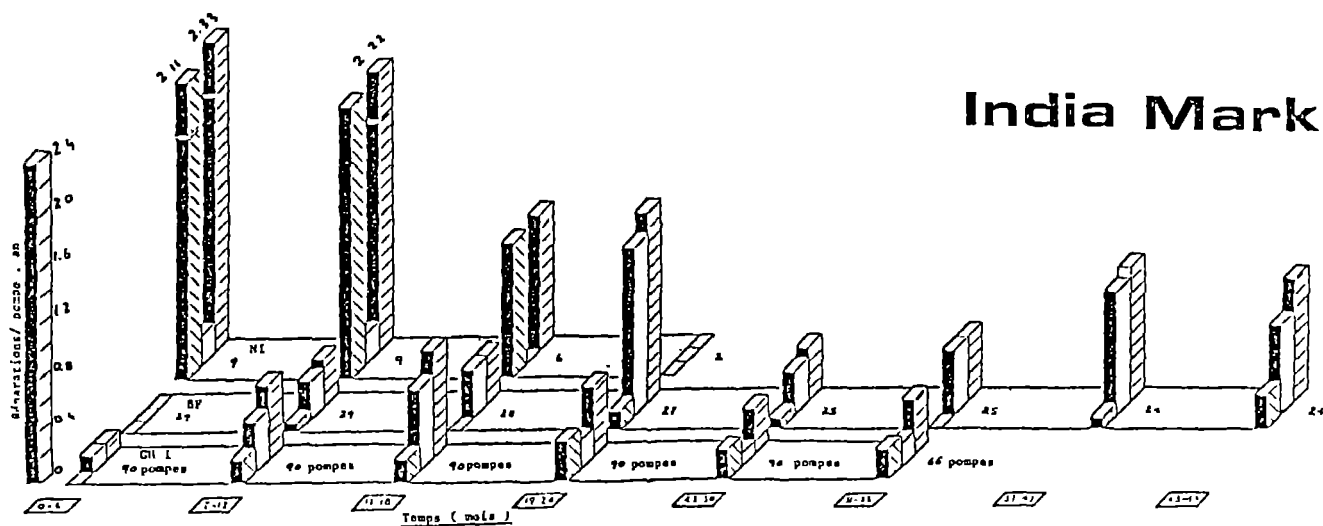
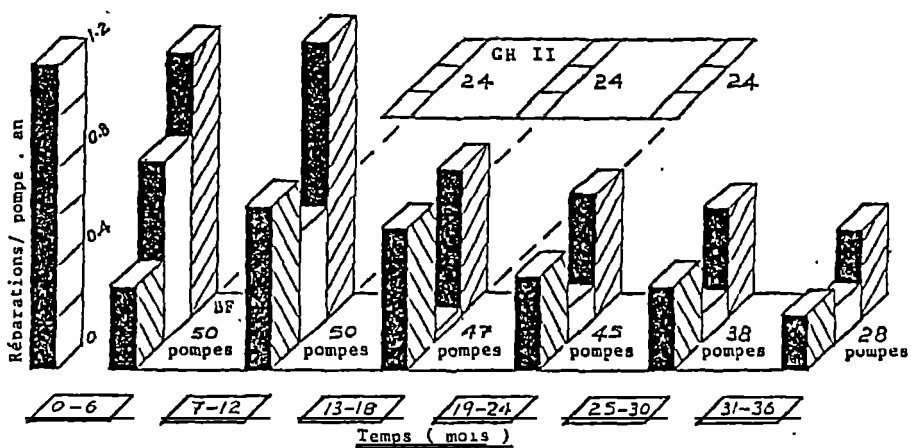
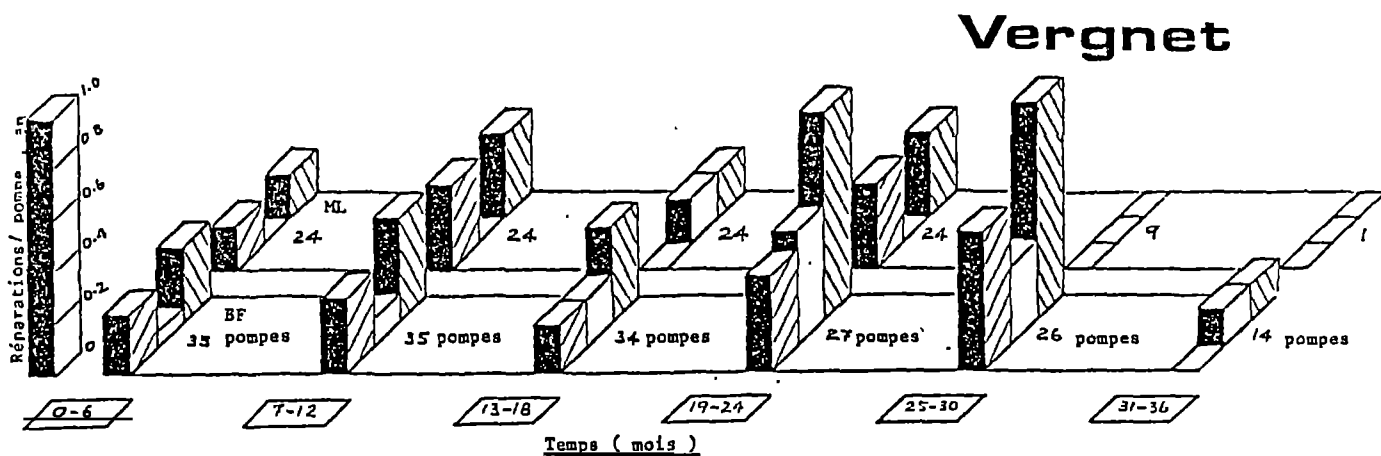
Taux de défauts



Remarque:

Le terme défaut dans les Graphiques 4, 5 et 6 correspond au défaut principal requérant une intervention (dépannage).

Graphique 6: Défaits (pannes et mauvais fonctionnement) des pompes Vergnet, Volanta et India Mark II, dans de différents essais sur le terrain du Projet Pompes à main en Afrique de l'Ouest

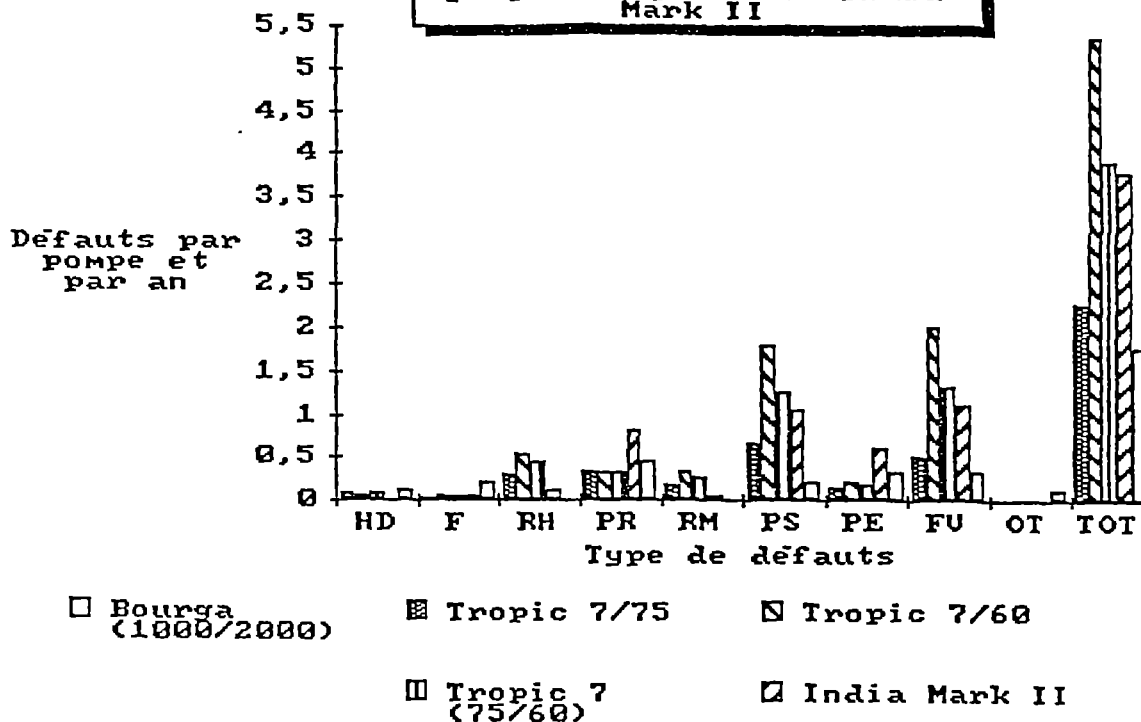


Commentaires

- (i) Le nombre de pannes varie entre 1.1 (Tropic 7/75) et 2,5 (Tropic 7/60) par an (Graphique 4). La comparaison des taux de défauts entre les Tropic 7 (75/60) et les India Mark II s'élevant à 1.8 et 2.1 respectivement indique une performance très similaire desdites pompes. Les fréquences de pannes sont relativement élevées si on les compare avec des fréquences observées dans d'autres essais sur le terrain. Si l'on tient à l'expérience pratique, cette situation (concernant les pompes Tropic 7 et India Mark II) est probablement attribuable aux conditions spéciales auxquelles les pompes ont été exposées, notamment en regard de leur installation sur des puits à large diamètre sans que les tuyaux soient fixés sur le cuvelage des puits; une situation qui entraînait alors des mouvements latéraux et une oscillation des composantes souterraines. Un autre facteur important à l'origine des performances plutôt pauvres, était l'entrée du sable à l'intérieur des cylindres, ce qui causait une forte usure des cuirs et des joints des clapets. On peut même dire que ce défaut est également lié, dans une certaine mesure tout au moins, aux aspects techniques, à savoir l'ensablement à partir des fissures entre les planches métalliques qui couvraient les puits, et la proximité du fond ensablé des puits aux éléments de pompage dûe en général à la faible épaisseur de la masse d'eau contenue dans les puits.
- (ii) Comme le montre le Graphique 7, les défauts notés dans les clapets de pied et les cuirs des pistons expliquent la majorité des pannes survenues dans les pompes Tropic 7 et India Mark II. Outre ces défauts, qui étaient principalement dus aux problèmes de sable cités plus haut, les pompes India Mark II avaient un pourcentage relativement élevé de défauts sur les tiges des pompes et des éléments de pompage, certainement en grande partie en raison de la corrosion des tiges de pompes et de la présence de sable dans les éléments de pompage.
- (iii) Une observation importante concernant les réparations des pompes à main est que les défauts survenant sur la tête des pompes étaient négligeables par rapport aux défauts souterrains. Ils s'évaluaient uniquement à environ 10% du nombre total de défauts. Ce résultat est très significatif en regard de l'entretien de ces pompes. Dans 90% des cas de réparation, les composantes souterraines devaient être retirées, ce qui demandait généralement des équipements lourds (trépieds, palans de levage), une main d'oeuvre assez nombreuse et des moyens de transport appropriés.
- (iv) Concernant les pompes Tropic 7, il est important de comparer les résultats obtenus sur le terrain avec ceux du projet belge à Dosso. Sans trop insister sur les détails, il est évident que les pompes de Dosso (Tropic 2 et Tropic 3) ne présentent pas de différence significative concernant la fréquence des défauts, le jeu des volants ou l'usure des bagues de guidage si l'on établit une comparaison avec les pompes Tropic 7 du suivi sur le terrain du Projet Pompes à main. Les résultats obtenus au cours de l'action de suivi à Dosso figurent en Annexe 6.

Graphique 7

Fréquence et type de défauts pour la 1^{ère} année de fonctionnement pour les pompes Bourga et les 2 premières années pour les pompes Tropic 7 et India Mark II



- Légende:
- HD = Bras, volant
 - F = Pivot
 - RH = Joint tringle-bras/volant
 - PR = Tringle
 - RM = Colonne de refoulement
 - PS = Segment de piston
 - PE = Corps de pompe
 - FV = Clapet de pied
 - OT = Divers

Remarque: Le Graphique 7 présente tous les défauts survenus aux pompes. Le nombre de ces défauts ne correspond donc pas au nombre des interventions (dépannages) parce qu'il y a souvent des défauts à différents niveaux. Cela signifie qu'il arrive souvent qu'il y'ait plusieurs défauts à dépanner lors des interventions (dépannages).

B. Coûts d'entretien

Les coûts d'entretien des pompes Tropic 7 et India Mark II pour les deux premières années après installation, par pompe et par an, à compter de leur installation, figurent aux Tableaux 4 et 5 et sur les Graphiques 8 et 9. Exceptés les coûts des pièces détachées, tous les chiffres sont des estimations basées sur le système d'entretien appliqué au cours de l'essai sur le terrain. Les prix des pièces détachées des pompes India Mark II sont basés sur la liste des prix d'octobre 1986 de l'Entreprise Malienne de Maintenance, EMAMA (Pompe India Mali fabriquée par EMAMA au Mali); les prix des Tropic 7 sont tirés des informations à ce sujet fournies par DUBA en date de janvier 1986.

Les estimations sont calculées sur la base des hypothèses suivantes:

- (a) Toutes les réparations étaient faites par un technicien local aidé d'un adjoint et des villageois.
- (b) Les moyens de transport de l'équipe chargée de la réparation consistaient en une voiture à quatre roues (un Landrover Pick-up).
- (c) Le nombre de kilomètres parcourus par réparation était fixé à 60 kms. Les coûts de transport ont été estimés à 150 FCFA par kilomètre, soit 9000 FCFA de transport par réparation (ce coût intègre l'entretien, l'essence et l'amortissement du véhicule).
- (d) Le coût de la main d'oeuvre par réparation s'élevait à 7000 FCFA.
- (e) Les outils et équipements pour réparer les pompes à main (amortissement, réparations) sont inclus dans les coûts de transport.

Tableau 4: Estimations des coûts d'entretien (pièces de rechange, main d'oeuvre et transport) par pompe et par an pour les pompes Tropic 7 et India Mark II

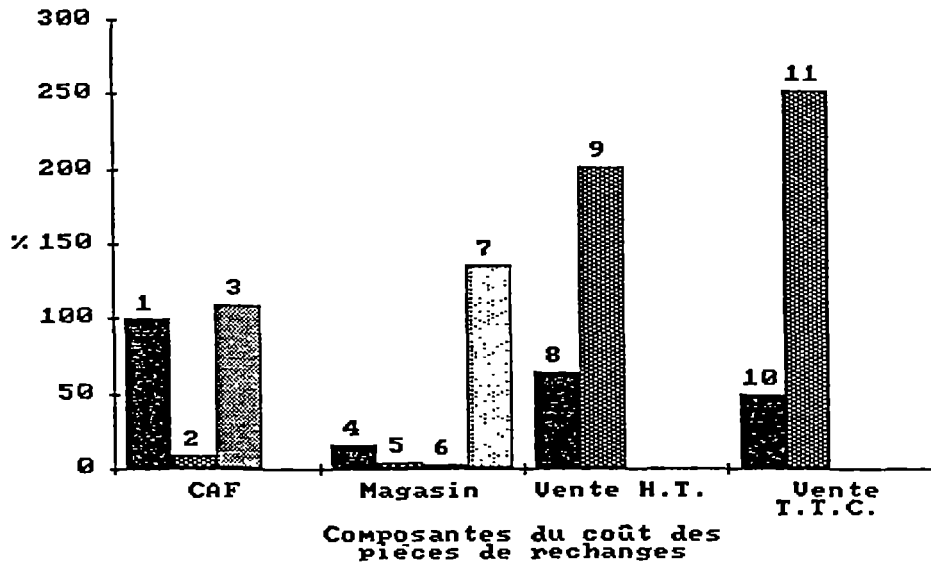
| Pompe | Prix des pièces à l'utilisateur (FCFA) Prix de vente | Coût de la main d'oeuvre (FCFA) | Coût de la transport (FCFA) | Coûts totaux d'entretien |
|------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Tropic 7 (75) | 34 800 | 7 420 | 9 540 | 51 760 |
| Tropic 7 (60) | 104 450 | 17 570 | 22 590 | 144 610 |
| Tropic 7 (75/60) | 71 800 | 12 810 | 16 470 | 101 090 |
| India Mark II | 17 580 | 14 400 | 18 500 | 50 480 |

Tableau 5: Estimations des coûts d'entretien (pièces de rechange, main d'oeuvre, transport) par pompe par an exprimés en FCFA par mètre cube d'eau pompée pour les pompes Tropic 7 et India Mark II

| Pompe | Coûts des pièces par m3 (FCFA) | Coûts totaux d'entretien par m3 (FCFA) |
|------------------|--------------------------------|----------------------------------------|
| Tropic 7 (75) | 11 | 16 |
| Tropic 7 (60) | 39 | 54 |
| Tropic 7 (75/60) | 26 | 36 |
| India Mark II | 11 | 31 |

Graphique 8

Structure des prix des pièces de rechange pour les pompes Vergnet.

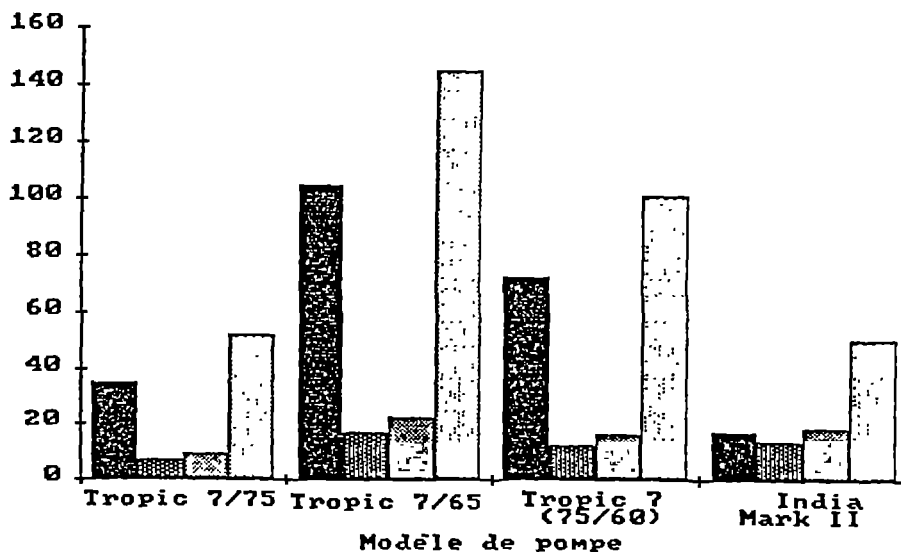


- Légende:
- 1 = Prix départ usine
 - 2 = Transport (environ 10%)
 - 3 = Prix CAF (coûts, assurance, frêt)
 - 4 = Droit fiscal (15% sur prix CAF)
 - 5 = Droit douane (5% sur prix CAF)
 - 6 = Statistiques (3% sur prix CAF)
 - 7 = Prix de revient magasin
 - 8 = Marge autorisée (52% sur prix de revient) Vergnet 47.7%
 - 9 = Prix de vente hors taxe
 - 10 = TVA (25% sur prix de vente)
 - 11 = Prix de vente TTC

Graphique 9

Coût par pompe
et par an
(milliers FCFA)

Estimation des coûts
d'entretien par pompe et
par an pour les pompes
Tropic 7 et India Mark II
pour les 2 premières années
depuis l'installation



Légende :

- Prix des pièces
- Coût de la main d'oeuvre
- Coût du transport
- Coûts totaux d'entretien

Commentaires

(i) Si l'on tient compte de l'investissement total d'un point d'eau équipé d'une pompe à main qui, au Niger, varie entre 3 et 6 millions de FCFA, on peut dire que les coûts d'entretien de la pompe à main représentent une petite partie des charges récurrentes totales d'un point d'eau (forage et pompes). Le coût d'entretien annuel des pompes à main pourrait s'élever à environ 10 à 25% de l'ensemble des charges de fonctionnement d'un point d'eau, y compris la dépréciation. Néanmoins, pour l'utilisateur de la pompe qui doit en financer l'entretien, c'est un facteur important.

- (ii) Afin d'avoir la possibilité de comparer tous les coûts, il est essentiel d'en définir les composantes et de préciser l'origine des différents prix. Les coûts d'entretien présentés comprennent le coût des pièces détachées (prix de vente au Niger), la main d'oeuvre et le coût de transport. Le prix de vente des pièces détachées au Niger (prix consommateur) inclut le prix ex-usine, le transport, les taxes et la marge de bénéfice du commerçant. Le résumé détaillé présenté au Graphique 8 est basé sur les informations relatives aux pièces détachées des pompes Vergnet. Les prix des pièces détachées des pompes DUBA ont également été basés sur la structure des prix des pièces détachées de la pompe Vergnet, en ce qui concerne les taxes, transport et marge bénéficiaire du commerçant, car nous n'avons pas réussi à obtenir les prix de vente pour les pompes Tropic 7 du représentant de ladite pompe au Niger. Concernant les pompes India Mark II, nous avons appliqué le facteur 2,45 comme multiplicateur pour obtenir les prix de vente des prix ex-usine au lieu de 2,5 comme nous l'avions fait pour les pompes Tropic 7, en raison des coûts réduits de transport du Mali (EMAMA Sikasso) vers le Niger, comparativement aux coûts de transport à partir de l'Europe.
- (iii) La différence entre les prix ex-usines et les prix de vente est d'environ 150%. Les coûts des pièces détachées comptent pour environ 70% des coûts d'entretien des pompes Tropic 7 tandis que leur part dans le cas des pompes India Mark II s'élève seulement à 35%. C'est là un point intéressant susceptible d'indiquer que les pièces détachées des pompes coûteuses sont plus chères que celles des pompes moins coûteuses. Ces résultats et ces réflexions pourraient également montrer qu'il serait nécessaire de chercher à fabriquer localement ou sur le plan régional les pièces détachées.
- (iv) Quoique les utilisateurs des pompes pourraient probablement ne pas comprendre la signification des coûts d'entretien par mètre cube d'eau pompée, le pourcentage du coût unitaire est intéressant parce qu'il montre les véritables coûts d'entretien des pompes à main.
- (v) Comme il a déjà été indiqué ci-dessus, ces chiffres sont à utiliser à titre indicatif. Si on ne regarde que les coûts récurrents annuels sans considérer la quantité d'eau pompée et la profondeur de pompage, les pompes Tropic 7/75 et India Mark II ont des frais récurrents annuels équivalents, tandis que la pompe Tropic 7/60 revient trois fois plus chère pour la même période. Si l'on prend le prix unitaire en mètre cube comme référence pour le calcul des frais récurrents, c'est la pompe Tropic 7/75 qui devient la plus avantageuse (16 FCFA par m³), suivie de la pompe India Mark II (31 FCFA par m³) et de la Tropic 7/60 (54 FCFA par m³).

(vi) Mais il faut prendre en considération le fait que la pompe Tropic 7/75 est celle, parmi les trois pompes, qui a été installée dans les conditions les plus favorables pour la profondeur de pompage. Donc, pour faire la part des choses, il est évidemment justifié de regrouper les deux modèles de Tropic 7 (75 et 60) et de les comparer avec la pompe India Mark II. La profondeur moyenne de pompage des pompes Tropic 7 (75 et 60) était de 32 m (20.4 m pour la Tropic 7/75 et 42.0 m pour la Tropic 7/60), et celle des pompes India Mark II, de 34.4 m. Ajoutons que la durée moyenne journalière d'utilisation des pompes Tropic 7 (75 et 60) a été estimée à 5,2 h/jour (4,6 h/jour pour la pompe Tropic 7/75 et 5,7 h/jour pour la pompe Tropic 7/60) et celle des India Mark II à 4,5 h par jour.

Sur cette base de comparaison des coûts d'entretien des deux modèles de pompes, il ressort que les pompes India Mark II n'en reviennent à peu près qu'à la moitié de ce que coûtent les Tropic 7 (75 et 60) pour ce qui est des frais récurrents d'entretien. Cela représente environ 50 000 FCFA par pompe et par an pour les India Mark II et 100 000 FCFA par pompe et par an pour les Tropic 7 (75 et 60). Les coûts d'entretien, ramenés en m³, s'élèvent donc à 31 FCFA pour les pompes India Mark II et 36 FCFA pour les Tropic 7 (75 et 60).

(vii) Ces chiffres indiqués ci-dessus dessinent un avantage assez net de la pompe India Mark II. Néanmoins, si nous considérons la quantité d'eau pompée, les pompes Tropic 7 (75 et 60) fournissent 2900 m³ par an (estimation), contre 1600 m³ par an pour les pompes India Mark II (estimation), il n'y aurait plus de différence significative entre les deux modèles de pompes au niveau des frais récurrents annuels.

C. Qualité de l'eau

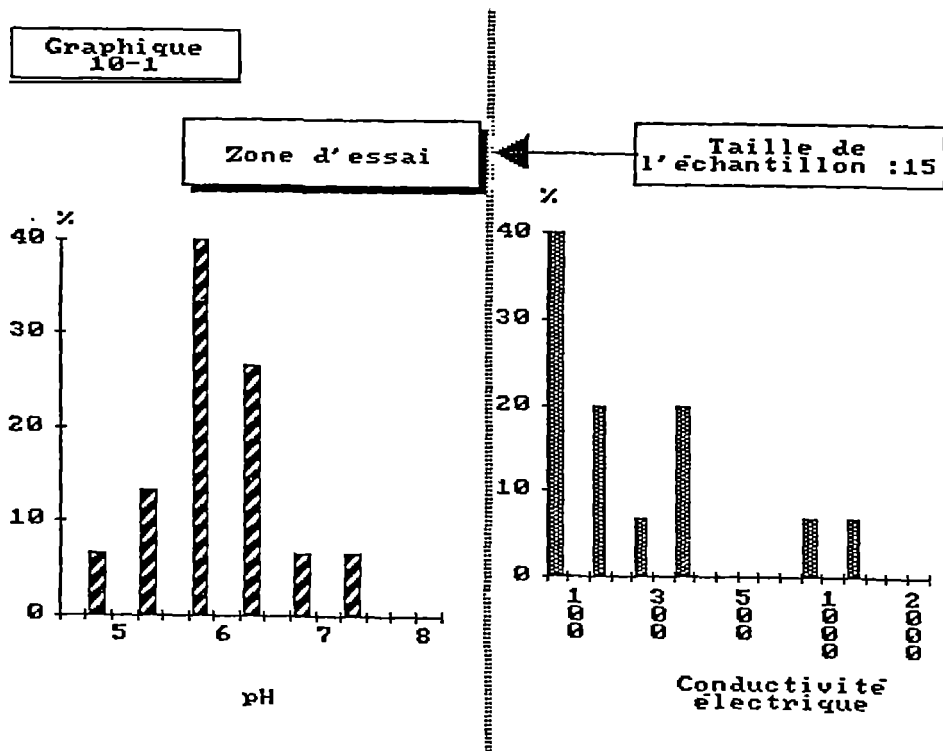
1. Généralités

Les pompes à main testées au cours de l'essai mené sur le terrain au Niger sont installées dans les zones géologiques différentes. Les pompes Tropic 7 et India Mark II se trouvaient dans une zone dont le pH moyen était 6, tandis que les pompes Bourga et Vergnet se trouvaient dans des zones ayant un pH moyen de 7,1.

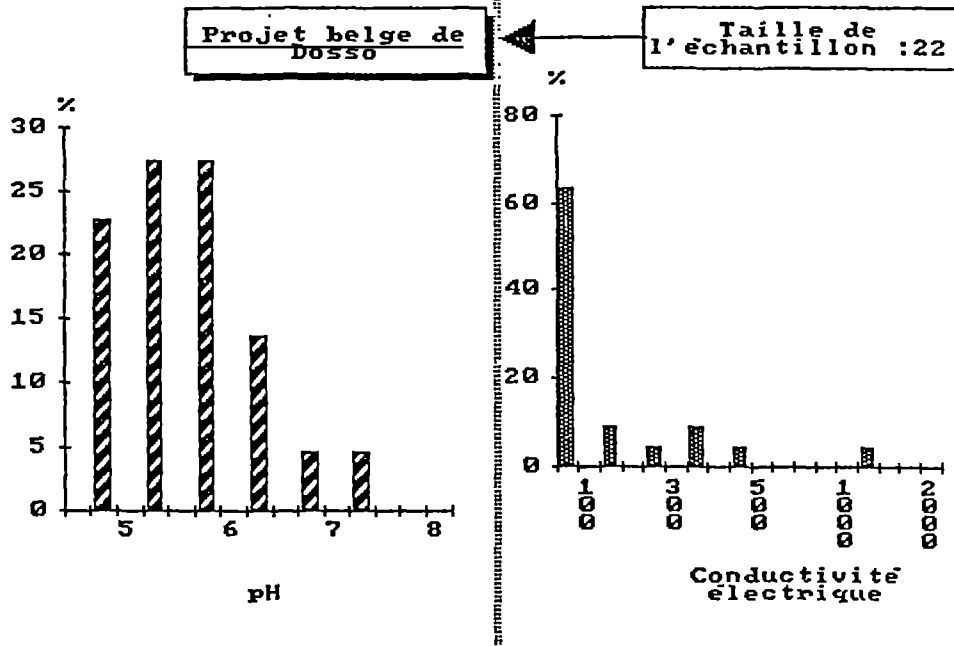
Le pH, la conductivité électrique, et la teneur en nitrate de l'eau souterraine du terrain considéré, ainsi que celui d'autres zones, sont présentés au Tableau 6 et sur les Graphique 10 et 11.

Tableau 6: Moyennes du pH, de la conductivité électrique (EC) et du nitrate (NO₃) des eaux souterraines dans différentes zones du Niger

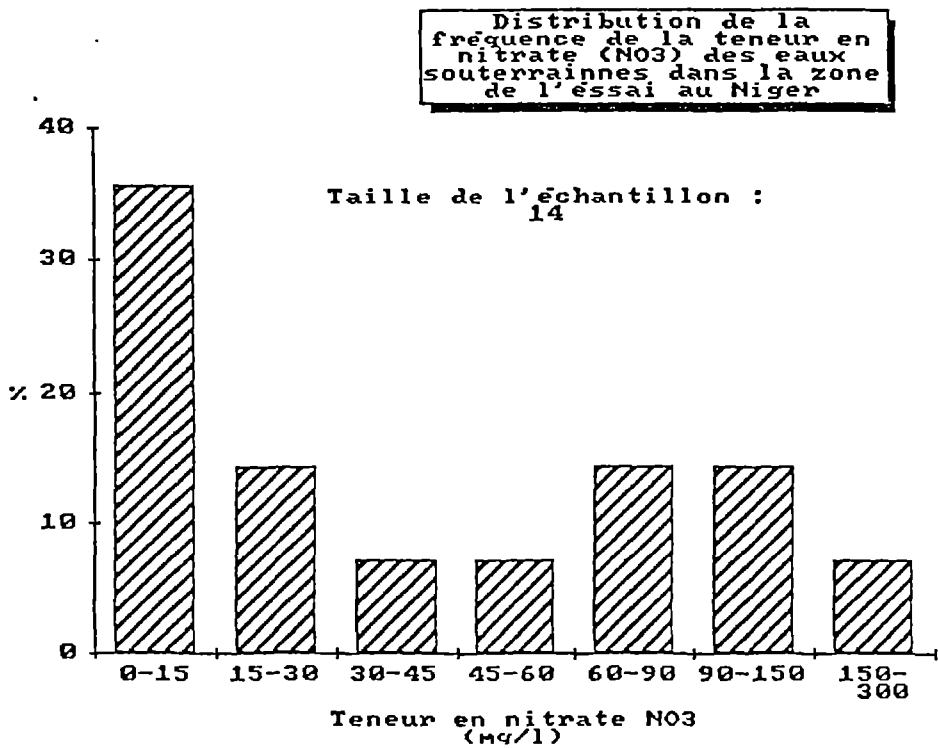
| Area | Taille de l'échantillon | pH | EC (μS/cm)25°C | Nitrate NO ₃ (mg/l) |
|------------------------------|-------------------------|-----|----------------|--------------------------------|
| Essai sur le terrain (a+b+c) | 43 | 6.5 | 420 | 19 |
| (a) Tropic 7/IM II | 21 | 6.0 | 180 | 29 |
| (b) Vergnet | 12 | 7.1 | 910 | 4 |
| (c) Bourga | 10 | 7.1 | 300 | 12 |
| Dosso | 24 | 5.6 | 205 | - |
| Liptako | 9 | 6.6 | 200 | 12 |
| Zinder | 6 | 6.5 | 350 | 36 |



Graphique 10-2



Graphique 11



Commentaires

- (i) Sur la base des analyses de l'eau faites dans le cadre du suivi sur le terrain, la haute conductivité électrique provient principalement des composantes telles que la dureté totale (calcium, magnésium), le sulphate et le chlorure.
- (ii) Les informations présentées indiquent qu'un pourcentage élevé des eaux souterraines au Niger sont agressives. Nous estimons que les eaux souterraines de presque 70% de la zone située au sud du 16ème parallèle Nord, zone qui abrite la grande majorité de la population doivent être considérées comme corrosives selon notre expérience, avec un pH < 6,5. Dans ces conditions, seules des pompes à main résistantes à la corrosion devraient être utilisées. Il est recommandé de vérifier les estimations concernant le pH et de classer le territoire nigérien selon la corrosivité de l'eau souterraine (par exemple sur la base du pH) et de bien délimiter les différentes zones sur des cartes.

2. Corrosion

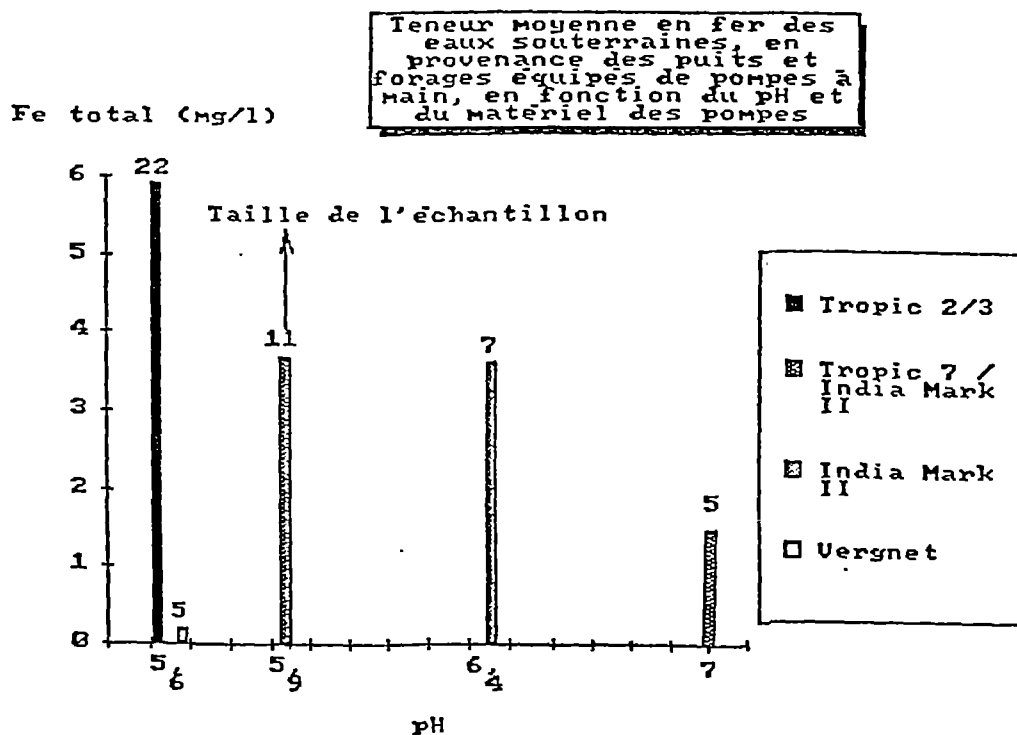
La corrosion a un double impact sur les pompes à main équipées de colonnes de refoulement et de tringles non résistantes à la corrosion. Premièrement, la corrosion cause des défauts mécaniques sur les pompes, notamment des cassures des tiges mais également des dommages aux colonnes de refoulement (perforation, filetage). Le second problème est lié à la détérioration de la qualité de l'eau due à une forte teneur en fer exerçant une influence sur le goût et la couleur de l'eau: elle devient trouble et rougeâtre, elle peut colorer les aliments préparés avec une eau dont la teneur est si forte et tâcher les habits lavés.

Bien que la corrosion soit un phénomène très complexe, en général, on peut dire sur la base des expériences tirées d'autres essais pratiqués en Afrique de l'Ouest, notamment au Ghana et en Côte d'Ivoire, que la galvanisation ne fournit aucune protection aux tiges des pompes et aux colonnes de refoulement lorsque le pH est plus bas ou égal à 6,5, et qu'elle fournit une protection très limitée lorsque le pH se situe entre 6,5 et 7.

Les pompes India Mark II utilisées au cours de cet essai étaient équipées de tuyaux et de tiges galvanisées, pendant que les pompes Tropic 7 étaient livrées avec des tuyaux en acier noir et des tiges en bois.

Le Graphique 11 montre deux faits. Premièrement, la relation entre le pH et la teneur en fer due à la corrosion (faible pH - corrosion élevée et, par conséquent, haute teneur en fer) et, deuxièmement, la différence entre les pompes résistantes à la corrosion, au regard de la qualité de l'eau.

Graphique 12



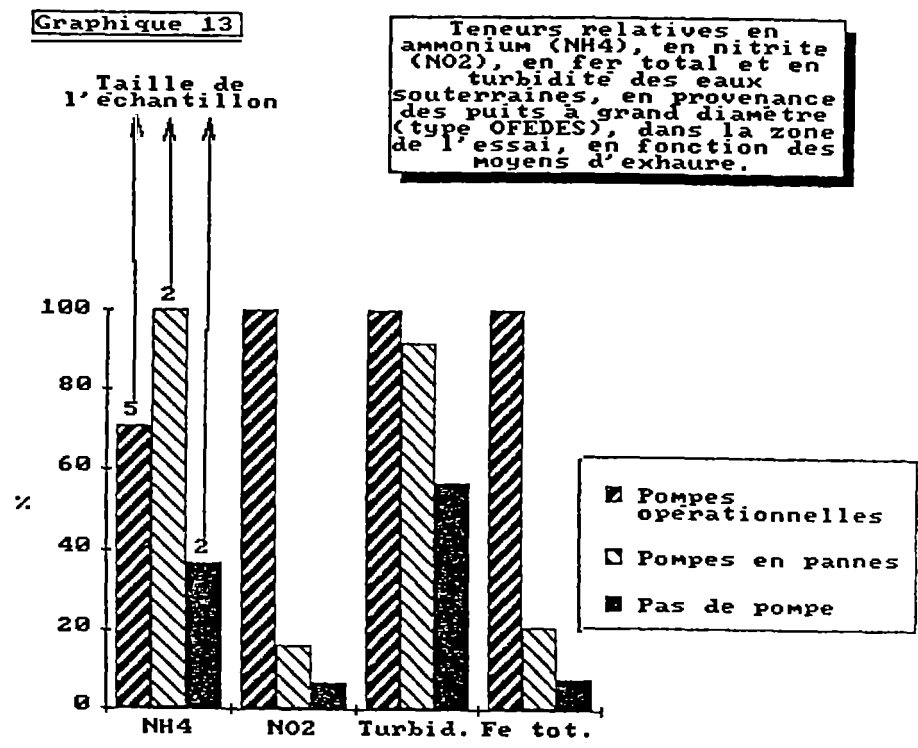
Commentaires

- (i) Les défauts mécaniques des Tropic 7 attribuables à la corrosion sont négligeables parce que les tiges en bois ne sont pas vulnérables à la corrosion. Dans le cas des pompes India Mark II, il est estimé que 20% des défauts sont, au moins en partie, liés à la corrosion (cassure des tiges).
- (ii) L'une des leçons les plus importantes à tirer de cet essai sur le terrain mené au Niger est la suivante: la corrosion est un facteur dont on doit sérieusement tenir compte dans la sélection des pompes à main, et il faut éviter d'installer des pompes non résistantes à la corrosion dans des zones où l'eau souterraine est agressive.

3. Pollution des points d'eau

Une découverte surprenante a été faite concernant la pollution causée par des puits mal couverts. Comme présenté sur le Graphique 13, l'installation des pompes sur des puits creusés avait conduit à une détérioration significative de la qualité de l'eau, parce que l'eau utilisée pouvait de nouveau couler dans les puits à travers des ouvertures se trouvant sur les dalles des puits faits de plaques en métal. En effet, on a noté que la qualité de l'eau de tels puits creusés équipés de pompes était pire que celle des puits ouverts, d'où l'on tirait l'eau avec des puisettes et cordes, en termes de turbidité et teneur en ammonium, en fer et en nitrate. Et on suppose que les puits affectés par cette pollution sont également détériorés sur le plan bactériologique.

Graphique 13



Ce problème avait été résolu par le remplacement des dalles en métal des puits par des dalles en béton qui protégeaient les puits et empêchaient les eaux usées de s'y infiltrer de nouveau. Cela a considérablement amélioré la qualité de l'eau des puits (voir Tableau 7).

Tableau 7 : Comparaison de la teneur en ammonium (NH₄) et en nitrite (NO₂), ainsi que la turbidité, avant et après l'amélioration de la couverture de deux puits équipés de pompes à main

| Composante | Amélioration de la couverture | |
|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | avant (planche en fer) | après (dallettes en béton) |
| Turbidité (NTU) | 22 | 10 |
| Ammonium NH ₄ (mg/l) | 0.45 | 0.18 |
| Nitrite NO ₂ (mg/l) | 0.04 | 0.01 |

Commentaires

- (i) Plus de 40% des puits testés dans la zone de l'essai contiennent plus de 45 mg de nitrate (NO₃) par litre (maximum recommandé par l'OMS)*. La teneur maximum en nitrate mesurée dans la zone de l'essai était de 300 mg/l.
- (ii) Lorsqu'on installe des pompes à main sur des puits ouverts, on doit s'assurer que l'eau usée provenant des couvertures du puit ne s'infiltré pas. Car cela risque de polluer les puits, plus encore qu'avec les puisettes et cordes du puisage traditionnel.

4. Acceptabilité par les utilisateurs

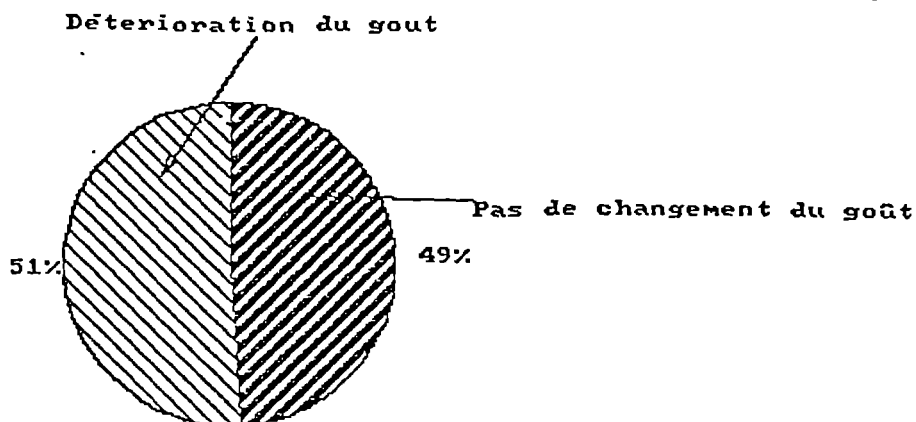
Quantifier l'acceptabilité des utilisateurs sur la base de la qualité de l'eau est un exercice difficile parce que les résultats de telles expériences dépendent beaucoup de la manière dont les questions sont posées, de qui les pose et de qui est interviewé.

Néanmoins, les deux observations faites lors de l'essai au Niger sont intéressantes et renforcent l'hypothèse que la qualité de l'eau est l'un des facteurs importants pour l'acceptation d'un point d'eau.

Le Graphique 14 montre les résultats d'une enquête menée chez les villageois sur le goût de l'eau avant et après l'installation des pompes sur des puits ouverts (type OFEDES).

Graphique 14

Comparaison de la qualité de l'eau souterraine en provenance des puits à grand diamètre (type OFEDES) selon le goût, avant et après l'installation des pompes non-résistantes à la corrosion (Tropic 7 et India Mark II)

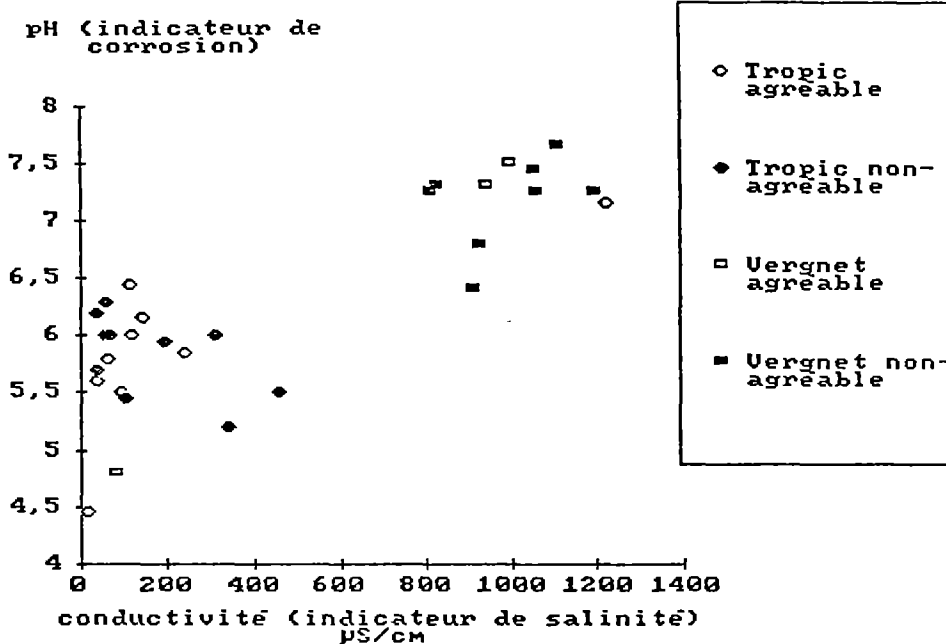


Remarque : le goût est considéré selon l'appréciation des utilisateurs.

Le Graphique 15 présente les résultats d'une autre enquête sur le goût de l'eau. La question posée était de savoir si l'eau avait bon ou mauvais goût. L'enquête couvre deux régions différentes de la zone de l'essai, celles où ont été installées des pompes Tropic 7 et India Mark II, qui ont donc un faible pH et qui ont une haute teneur en fer (problème de la corrosion) et la zone où sont installées les pompes Vergnet et qui ont une forte conductivité électrique, correspondant à une teneur élevée en matière dissoute (salinité), mais pas de corrosion.

Graphique 15

Qualité (goût) de l'eau souterraine en provenance des puits et forages équipés de pompes à main dans la zone de l'essai



* Lorsqu'un maximum est dépassé, cela doit servir de signe:
(1) pour rechercher la cause en vue de prendre une action appropriée ;
(2) pour consulter les autorités responsables de la santé publique pour avis.
(Référence ; Guidelines for Drinking Water Quality, Volume 2, Recommandations, OMS, 1984).

Commentaires

- (i) Les facteurs les plus importants concernant l'acceptabilité d'un point d'eau sont la disponibilité et la facilité de l'approvisionnement en eau. Cependant, ceci ne signifie pas nécessairement que les points d'eau les plus proches ayant de l'eau plus facilement disponible sont toujours les points d'eau les plus appréciés. Le goût de l'eau ainsi que l'habitude à un certain goût de l'eau joue un rôle important là où les villageois ont le choix entre plusieurs points d'eau. Ainsi, même si les points d'eau procurant l'eau la meilleure au goût des villageois sont les plus éloignés, ils préféreraient faire le déplacement; ceci implique aussi en partie le retour à l'approvisionnement aux eaux de surface pendant la saison pluvieuse.

Ces facteurs ne sont pas seulement importants dans les zones où l'on dispose de plus ou moins suffisamment d'eau tout le long de l'année mais également dans les zones sèches.

- (ii) La leçon à tirer des résultats présentés dans ce chapitre est que les villageois sont sensibles au goût de l'eau ; par conséquent, cet aspect doit être sérieusement examiné au cours de la phase de planification. Si des changements significatifs du goût entre les points d'eau traditionnels et les nouveaux points d'eau sont inévitables, en raison par exemple des changements de l'eau de surface par de l'eau souterraine, il est important de sérieusement sensibiliser les populations afin d'éviter la non-acceptance ou l'abandon des nouveaux points d'eau. Et, évidemment, il faudrait éviter que de tels changements soient causés par des problèmes techniques (corrosion).

D. Structure de l'entretien

Il faut souligner qu'il n'avait jamais été prévu que l'entretien des pompes à main installées au cours de l'essai sur le terrain au Niger soit du ressort de l'équipe du Projet Pompes à main (voir Annexe 2). Cependant, compte tenu du fait que le gouvernement a confié la responsabilité de l'entretien des pompes à main aux utilisateurs, et que les systèmes d'entretien doivent être établis par les projets d'hydraulique villageoise, il n'y avait aucune autre option que celle d'accepter le pari et d'essayer de mettre sur pied une structure d'entretien des pompes qui avaient été installées par le projet Pompes à main (Tropic 7 et India Mark II). Le CME a déployé des efforts importants pour motiver et préparer les villageois à accepter leur responsabilité, à financer les coûts d'entretien des pompes et la formation des mécaniciens (artisans) ruraux.

Les expériences que nous avons faites quant à l'entretien des pompes à main en milieu rural nous ont permis de nous familiariser avec les problèmes de l'entretien des pompes à main. Le système mis en place, basé sur une équipe d'entretien dirigée par un mécanicien local et équipée d'un véhicule (une vieille Landrover), d'outils et d'équipements divers, a fonctionné relativement bien tant que le projet Pompes à main lui a fourni le matériel et l'équipement, ainsi que la supervision et les conseils nécessaires.

Il y avait cependant tellement de contraintes qu'il existait peu de chance de maintenir le système après la clôture de l'essai sur le terrain.

Les principales difficultés étaient un manque d'équipements (la Landrover ne fonctionne plus), la dispersion des pompes et leur nombre trop insuffisant pour qu'un petit entrepreneur puisse gagner sa vie à l'aide des réparations qu'il assurerait; les villageois ne sont pas spécialement disposés à financer l'ensemble des coûts d'entretien pour différentes raisons, entre autres l'absence d'intérêt et de capacité financière; aussi la distribution des pièces détachées, notamment pour les pompes India Mark II, reste encore à organiser.

Les principales leçons tirées de cette expérience sont les suivantes:

- (a) L'importance d'une évaluation préalable des connaissances techniques de base au sein des populations concernées pour assurer l'entretien courant des pompes à main, les petites réparations et la reconnaissance des pannes ; un nombre suffisamment important de mécaniciens et artisans ruraux pouvant assurer le rôle de réparateurs : présence et importance des commerçants locaux pourront vendre les pièces de rechanges notamment les pièces d'usure.
- (b) La préparation et la formation des villageois et des mécaniciens ruraux est un travail qui demande beaucoup de temps et d'efforts et qui nécessite probablement d'être poursuivi pendant des années après la clôture d'un projet.
- (c) Il est difficile d'amener les villageois à accepter des pompes à main et la responsabilité de leur entretien, si les pompes n'ont pas été installées à la demande et avec la participation des bénéficiaires et s'il y a peu ou pas de soutien de la part des autorités locales.

IV. EVALUATION ET CONCLUSIONS

A. Généralités

Les résultats de l'essai mené au Niger sont non seulement liés à la performance des pompes à main sur le terrain, mais ils servent également à fournir des critères de sélection pour choisir des pompes adaptées aux caractéristiques du Niger. Ces résultats permettent également de tirer quelques enseignements des expériences en matière d'installation de pompes sur des puits à large diamètre (type OFEDES), sur la qualité de l'eau et sur la structure de l'entretien.

Dans les paragraphes qui suivent, la performance des pompes testées est évaluée selon le guide de sélection des pompes à main inclus dans le rapport préparé dans le cadre du Projet Pompes à main intitulé: "Community Water Supply: The Handpump Option", 1987. Des extraits dudit rapport sont présentés en Annexe 8.

Les critères suggérés dans le rapport cité, et concernant la sélection des pompes à main sont les suivants:

- (a) profondeur de pompage
- (b) débit de refoulement
- (c) fiabilité
- (d) système d'entretien
- (e) résistance à la corrosion
- (f) résistance à l'abrasion
- (g) exigence de fabrication
- (h) prix

Pour sélectionner des pompes à main, il est donc nécessaire de connaître les conditions dans lesquelles elles devront fonctionner. Toutes les pompes testées dans le cadre du Projet Pompes à main au cours de la première phase (1981-1986) au laboratoire et/ou sur le terrain, ont été évaluées sur la base des critères cités ci-dessus. Les résultats sont rassemblés dans ledit rapport.

Sur la base des critères de sélection des pompes à main cités ci-dessus, les conclusions de l'essai sur le terrain mené au Niger sont présentés dans les chapitres suivants.

B. Profondeur de pompage

Les pompes avaient été testées dans les conditions des profondeurs de pompage conformes aux spécifications des fabricants.

C. Débit de refoulement

Le débit de refoulement obtenu par les utilisateurs (moyenne des différents groupes d'utilisateurs) sur le terrain varie remarquablement suivant les différents modèles de pompes. Il existe deux groupes: les India Mark II, les Kardia et les Vergnet, dont le débit est entre 15 et 16 l/min. (0,9 et 1 m³/h) et les Tropic 7, dont les débits de refoulement vont de 21 l/min. (Tropic 7/60) à 31 l/min. (Tropic 7.75) correspondant à 1,3 et 1,9 m³/h respectivement (voir tableau 2).

Quoique nous ne disposions pas de données sur les débits de refoulement des utilisateurs pour les pompes Bourga, il est évident, sur la base des mesures de l'équipe du projet pompes à main sur le terrain, que les pompes Bourga 2000 et Bourga 3000 appartiennent à la catégorie des pompes à haut débit. On suppose que la pompe Bourga 2000 est comparable à la pompe Tropic 7/75 par le débit de refoulement de l'utilisateur tandis que le débit de la pompe Bourga 3000 est même plus élevé (il atteint 2.5 m³/h).

Le débit de refoulement d'une pompe dépend d'abord de sa conception (diamètre du cylindre, longueur de la course) et de l'apport en énergie. Les pompes ayant un débit de refoulement élevé sont généralement actionnées par deux ou plusieurs utilisateurs pour obtenir ces débits; tandis que les pompes ayant un débit de refoulement moyen sont actionnées par un seul utilisateur. L'apport en énergie requis dépend généralement non seulement du débit de refoulement mais aussi de la profondeur de pompage et du rendement mécanique des pompes.

Il faut tenir compte d'un facteur en matière de sélection et de refoulement des pompes à main : la cohérence du débit de refoulement avec le débit du puits. Cela signifie en d'autres termes que les pompes à débit de refoulement élevé ne devraient pas être installées sur des puits à faible débit de manière à éviter le pompage d'air qui entraîne des conséquences négatives sur les puits et les pompes (usure élevée des segments, ensablement).

Les conclusions de l'essai sur le terrain en ce qui concerne le débit de refoulement sont que les villageois préfèrent les pompes à haut débit de refoulement aux pompes à faible débit de refoulement, et qu'ils se mettent généralement à deux pour actionner les pompes. Pour eux donc, le débit de refoulement est plus important que la facilité de fonctionnement. En outre, deux pompes à haut débit de refoulement (Tropic 7, Bourga 2000 et Bourga 3000) installées sur un puits à large diamètre (par exemple du type OFEDES) peuvent répondre aux besoins de débit de refoulement des utilisateurs, si on les compare aux méthodes traditionnelles consistant à puiser de l'eau des puits à l'aide des puisettes et des cordes, puisque deux desdites pompes peuvent fournir 4 m³/h, le débit qui est à peu près considéré comme référence du débit maximum de refoulement par heure d'un puits à large diamètre, avec les méthodes traditionnelles.

D. Fiabilité

La fiabilité se juge sur la base des fréquences et des types de défauts. Les informations sur les réparations des pompes Bourga, Kardia et Vergnet étant incomplètes ou disponibles seulement pour une courte période (Bourga), la performance de ces pompes ne peut pas être directement comparée avec la performance des pompes Tropic 7 et India Mark II. Un autre point important est que les conditions de ces deux groupes de pompes à main étaient différentes du point de vue de leur installation (puits creusés à large diamètre pour les Tropic 7 et les India Mark II; forages pour les autres). Quant aux données incomplètes il conviendrait de souligner que le deuxième groupe de pompe (Bourga, Kardia et Vergnet) ne faisaient pas partie de l'essai originellement conçu. Ils ont été intégrés dans l'essai à une époque ultérieure et dans des conditions différentes de celles des pompes Tropic 7 et India Mark II.

Les performances des pompes dépendent largement de la fréquence avec laquelle elles sont utilisées (temps de fonctionnement). Il est intéressant de noter que, selon des estimations à l'aide des compteurs d'eau, il existe peu de variations entre l'utilisation moyenne de chaque type de pompe à main. Le temps de fonctionnement moyen variait entre 4,4 et 5,7 heures par jour, ce qui est considéré comme utilisation moyenne.

Le taux de réparation des pompes testées, qui est égal au nombre de réparations requises par pompe et par an, s'élevait à 1.1 (Tropic 7/75), 2.5 (Tropic 7/60) et 2,1 (India Mark II). Ces chiffres montrent des différences remarquables. Les Tropic 7/75 requéraient sensiblement moins de segments de pistons et de joints de clapet que les Tropic 7/60 et les India Mark II. Cette situation s'explique de toute évidence en raison de l'exposition différente des éléments de pompage à l'entrée du sable dans le cylindre qui provenait très vraisemblablement des différences dans l'installation des pompes, des caractéristiques des puits, de la vitesse de l'eau (dimension des éléments de pompage), du matériel des segments et joints et de la profondeur de pompage (installation). La distribution de la fréquence des défauts indique aussi que la profondeur de pompage exerce un impact majeur sur la fiabilité des pompes à main.

Si on considère la quantité d'eau pompée, toute comparaison de la fiabilité des Tropic 7/60 et des India Mark II est en faveur des Tropic 7/60. Le taux de réparations exprimé en réparations par 1000 m³ d'eau pompée était 0.9 pour les Tropic 7/60, 1,3 pour les India Mark II et 0.4 pour les Tropic 7/75.

Il y a un problème qui affecte les pompes Tropic 7 et qui n'est pas négligeable, c'est l'usure relativement forte des bagues de guidage, qui peut facilement conduire à des dommages sérieux et coûteux s'ils ne sont remplacés à temps. Sur la base des résultats obtenus à partir du projet belge à Dosso, nous ne voyons pas de relation significative et directe entre l'usure des bagues de guidage et une mauvaise installation des pompes, comme l'a prétendu le fabricant (voir annexe 6). Nous attribuons plutôt l'usure rapide des bagues à la poussière, faite de fines

particules de quartz, que l'on peut trouver sur toute la tête des pompes Tropic et qui proviennent de toute évidence de l'Harmattan. Cette hypothèse se base non seulement sur le fait que les particules en quartz se sont trouvés sur l'ensemble du mécanisme des pompes Tropic, qui est mal protégé contre la poussière de l'Harmattan, mais également sur le fait que des stries longitudinales sont perceptibles à l'oeil nu à l'intérieur des bagues de guidage usées.

La principale conclusion en matière de fiabilité est que les pompes Tropic 7 et India Mark II ont enregistré des fonctionnements plutôt faibles (taux de défauts par pompe et par an de 1,1 à 2,5) par rapport aux performances moyennes des pompes testées dans d'autres essais sur le terrain dans le cadre du projet pompes à main en Afrique de l'Ouest qui ont donné un taux moyen de défauts d'environ 0,4. D'ailleurs, le taux de défauts de l'ensemble des pompes Tropic 7 (60 et 75), 1,8 par pompe par an, est comparable à celui des pompes India Mark II, qui était de 2,1 défauts par pompe par an.

Il est vrai que ces performances relativement faibles proviennent principalement des problèmes techniques qui pourraient certainement être réduits (par exemple, le problème du sable dans l'eau). Néanmoins, une leçon importante à tirer est que l'installation des pompes à main sur des puits à large diamètre nécessite l'adaptation des techniques appliquées aux forages. Cependant, il est difficile de prédire jusqu'à quel niveau la performance des pompes peut être améliorée. C'est particulièrement vrai concernant les pompes Tropic 7, parce que les pompes Tropic 2 et Tropic 3 installées dans le cadre du projet belge à Dosso n'ont pas non plus enregistré de meilleures performances (voir annexe 6). Le taux de défauts enregistrés par pompe au cours de la première année de fonctionnement des pompes Tropic 2 et Tropic 3 dans le projet belge à Dosso était 2,0, vient d'un mauvais fonctionnement. Quant aux pompes India Mark II, ce n'était pas tellement une surprise d'obtenir des résultats faibles parce que l'effet du sable sur les segments en cuir et de la corrosion sur les tringles galvanisées avaient été déjà observés ailleurs.

Sur la base des résultats du suivi ainsi que des données fournies par le fabricant des Bourga relatives à l'entretien, on peut dire que les pompes Bourga 2000 et Bourga 3000 ont enregistré des performances similaires à celles des pompes Tropic 7 et India Mark II en matière de fiabilité. Le facteur global de défauts par pompe et par an au cours de la première année était de 1,8 (pannes et mauvais fonctionnement). Contrairement aux pompes Tropic 7 et India Mark II, les pompes Bourga ne connaissent pas de problème d'abrasion mais ont besoin de plus d'interventions sur les têtes des pompes et les tringles (Bourga 1000, installations profondes). Deux raisons peuvent expliquer pourquoi les pompes Bourga ne connaissent pas le problème d'abrasion: en effet, les segments de piston utilisés pour ces pompes sont en nitrile et les pompes sont installées sur des forages qui procurent une eau ayant peu ou pas de sable.

Les pompes Bourga intégrées dans l'essai sur le terrain faisaient partie du programme d'urgence de la zone péri-urbaine de Niamey et étaient entretenues par le fabricant des pompes Bourga (système d'entretien centralisé). En outre, ces pompes avaient été exposées à des conditions non-corrosives.

Les informations disponibles dans les différents services et projets sur les pompes Kardia et Vergnet sont incomplètes. On ne pouvait donc pas évaluer leurs performances comme cela a été le cas pour les Tropic 7, India Mark II et, dans une certaine mesure, les Bourga. Les pompes Vergnet, avaient cependant enregistré des performances similaires à celles du Burkina Faso et du Mali (taux de défauts d'environ 0,4 par pompe et par an). Cette conclusion est basée sur les observations sur le terrain ainsi que sur les statistiques des réparations qui, en effet, indiquent également le problème de la baudruche.

Les informations étant disponibles sur les pompes Kardia étaient très incomplètes. Cependant, cette pompe a montré le taux d'utilisation journalier le plus régulier avec très peu de fluctuations saisonnières. Cela est peut-être une indication de la bonne acceptation de cette pompe par les utilisateurs non seulement durant la saison sèche, mais tout le long de l'année. Il conviendrait aussi de mentionner que les pompes Kardia ont été installées aux profondeurs les plus faibles les rendant très faciles à actionner. Le niveau statique moyen des pompes Kardia était 9,4 m (voir Tableau 1).

En raison des arguments pour ou contre chaque modèle de pompe (débit de refoulement, résistance à la corrosion et à l'abrasion), les différentes conditions (puits creusés ou forés, sable, profondeur de pompage) dans lesquelles elles ont été testées et la nature incomplète des informations sur certaines pompes, il ne serait ni réaliste ni raisonnable de classer les pompes selon leur performance. Ceci est clairement illustré par la différence significative des performances enregistrées par les pompes Tropic 7/75 et les Tropic 7/60 bien que l'unique différence entre ces deux soit le diamètre du cylindre.

Par conséquent, l'accent a été mis sur la présentation des facteurs influant sur les performances des pompes et sur la manière dont ils affectent les pompes. Les comparaisons faites se limitent aux pompes Tropic et India Mark II.

A ce niveau, il faudrait également noter que des modifications avaient été introduites dans toutes les pompes testées au Niger à l'exception d'une seule (India Mark II) au cours de l'exécution de l'essai sur le terrain; et que cela s'explique dans une certaine mesure, par l'expérience de terrain obtenue au cours de l'essai pratiqué au Niger. Cependant, la pompe India Mark II est elle aussi en train d'être davantage développée en ce moment, par exemple concernant la résistance à la corrosion et l'approche du concept VLOM (voir annexe 8).

La recherche et le développement des pompes à main se poursuivront comme c'est le cas dans les autres domaines technologiques. La pompe idéale n'existe pas et n'existera jamais. Cependant, afin d'optimiser la fiabilité des pompes avec des coûts minimums, il est nécessaire de comprendre les facteurs qui influencent leur performance, de savoir en fonction de conditions du terrain quelles sont les pompes qui sont disponibles sur le marché qui s'adaptent le mieux, et de connaître les effets auxquels les pompes seront exposées. L'essai sur le terrain mené au Niger a permis d'acquies une expérience pratique assez vaste en matière de mise en exploitation des pompes à main et il est à espérer que le message sera compris et, surtout, mis en pratique.

E. Système d'entretien

L'évaluation des systèmes d'entretien est basé sur les trois catégories d'entretien brièvement définies dans les lignes qui suivent:

- A. Entretien au niveau du village: les pompes peuvent être réparées par les responsables villageois avec un minimum de soutien de l'extérieur.
- B. Entretien au niveau des mécaniciens ruraux: les pompes sont réparées par un mécanicien (artisan) rural avec l'aide des villageois sans aucun équipement lourd nécessitant un moyen de transport spécial (véhicule motorisé).
- C. Entretien centralisé: les pompes sont réparées par des équipes de techniciens, équipés au minimum d'un véhicule motorisé à quatre roues, outils spéciaux ; le travail est facilité par des ateliers de réparation.

L'évaluation de la facilité d'entretien concernant les pompes testées dans le cadre de l'essai sur le terrain au Niger est tirée du rapport "Community Water Supply: The Handpump Option" et présenté au Tableau 8.

Les évaluations présentées au Tableau 8 constituent le jugement d'ensemble du projet pompes à main exécuté sur la base des essais sur le terrain dans cinq régions et des tests de pompes en laboratoire au cours de la première phase (1981-1986).

Tableau 8 : Facilité d'entretien des pompes à main testées dans l'essai sur le terrain au Niger (Réf.: The Handpump Option)

| Maximum Profondeur de Pompage | 12 m | | | 25 m | | | 45 m | | |
|-------------------------------|----------------------|------|------|----------------------|-----|------|----------------------|-----|------|
| Pompe | Facilité d'entretien | | | Facilité d'entretien | | | Facilité d'entretien | | |
| | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| Tropic 7 | - | 0 | 00 | - | 0 | 00 | - | 0 | 00 |
| India Mark II | - | 00 | 00 | - | 0 | 00 | - | 0 | 00 |
| Bourga <u>1/</u> | (-) | (00) | (00) | (-) | (0) | (00) | (-) | (0) | (00) |
| Kardia | - | 00 | 00 | - | 00 | 00 | - | 0 | 00 |
| Vergnet | 0 | 00 | 00 | 0 | 00 | 00 | 0 | 00 | 00 |

Système d'entretien: A = Niveau du village
 B = Niveau des artisans ruraux
 C = Entretien centralisé

Evaluation: 00 = Bon
 0 = Adéquat
 - = Ne correspond pas aux exigences minimales

1/ Ne pas incluse dans le rapport "The Handpump Option" - évaluation proposée.

La pompe Vergnet est la seule pompe considérée dans l'essai au Niger comme bonne pour le système d'entretien au niveau des mécaniciens ruraux (système B) et adéquate au système A (entretien au niveau du village) pour toute la gamme de profondeurs d'installation.

La pompe Kardia est jugée non adéquate pour l'entretien au niveau du village mais bonne pour l'entretien par des mécaniciens ruraux jusqu'à 25 m maximum de profondeur de pompage et adéquate entre 25 m et 45 m de profondeur de pompage.

Les pompes India Mark II et Tropic 7 ne satisfont pas aux nécessités de l'entretien au niveau du village. La pompe Tropic 7 est adéquate pour l'entretien par des mécaniciens ruraux et jugée bonne pour l'entretien centralisé. La pompe India Mark II a eu la même évaluation que la pompe Tropic 7 à l'exception de faibles profondeurs de pompage jusqu'à 12 m où la pompe India Mark II est considérée comme bonne pour l'entretien par des mécaniciens ruraux, tandis que la pompe Tropic 7 a été jugée adéquate.

Les pompes Bourga ne sont pas incluses dans le guide de sélection à cause de l'insuffisance de données les concernant. Cependant, il est suggéré de les classer dans la même catégorie que les India Mark II.

Le système d'entretien appliqué au Niger dépend du type de pompes à main. Les pompes Vergnet se classent entre les catégories A et B; et par exemple, concernant le projet PNUD/UNICEF à Zinder qui utilise des pompes India Mark II/India Mali, le système d'entretien se classe entre les catégories B et C.

Il est vrai que de telles classifications ne sont pas faciles à établir et qu'il y a toujours des cas montrant que, par exemple, une pompe non conforme à la définition du système d'entretien au niveau du village peut être réparée sans trépieds de levage, etc. Par exemple, lors d'une démonstration dans le cadre de l'essai sur le terrain au Niger, on a extrait l'assemblage du piston y compris le clapet à pied, d'une pompe Tropic 7 (dont l'assemblage est extractible sans avoir à démonter la colonne), d'une profondeur de 46 m, sans un outillage spécial ou sans un équipement lourd. Néanmoins, de telles réparations sont et restent un travail plutôt spécial, nécessitant du savoir-faire technique et d'attention (la tête de la pompe Tropic 7, qui doit être déplacée pour avoir accès à la colonne de refoulement et des tringles, est extrêmement lourde). A ce jour, il ne nous a pas encore été démontré que ce type de réparation peut être considéré comme un travail de routine pour les mécaniciens ruraux.

F. Résistance à la corrosion

La résistance à la corrosion est un facteur dont l'importance avait été méconnue jusqu'à une période récente. Les pompes Vergnet et Kardia sont considérées comme résistantes à la corrosion parce que leurs composantes souterraines sont faites de matériels résistants à la corrosion (plastique, acier inoxydable). Quant à la pompe Vergnet, le terme résistant à la corrosion est limité parce que les pièces métalliques de la boudruche sont vulnérables à la corrosion selon les observations du terrain, particulièrement là où les teneurs en chlorure et en sulfate de l'eau souterraine sont élevées.

Ce n'est pas le cas des autres pompes qui avaient été équipées avec des tuyaux et des tiges galvanisés. Il est important de souligner que la galvanisation n'évite pas l'attaque de l'eau corrosive. L'expérience vécue en Afrique de l'Ouest montre qu'un niveau de corrosivité moyen ou élevé doit être attribué aux eaux souterraines ayant un pH égal ou inférieur à 6,5. Par conséquent, les versions standards des pompes Tropic 7, India Mark II et Bourga, comme celles qui ont été testées dans l'essai au Niger, ne sont pas à recommander pour des installations dans des eaux souterraines agressives.

Le fait que les pompes Tropic 7 avaient été fournies avec des tuyaux non-galvanisés, bien que le pH moyen de l'eau souterraine dans la zone d'essai soit 6 indiquant une forte à très forte corrosivité, démontre d'une façon très claire que le facteur de la corrosion n'a pas été considéré du stade de l'acquisition et que l'impact de la qualité de l'eau sur les pompes n'était pas suffisamment connu. A travers cette remarque, nous n'avons nullement l'intention de blâmer l'acheteur ou le fournisseur des pompes Tropic 7, mais de souligner qu'aussi bien le fabricant que l'acheteur doivent sérieusement tenir compte du problème de la corrosion.

Cette déclaration n'élimine pas nécessairement à priori certaines pompes de la sélection puisque plusieurs fabricants sont en position d'offrir des versions résistantes à la corrosion.

Dans ce contexte, il est également important de dire que, sur la base des analyses de l'eau faites dans différentes zones (voir chapitre III. C), les eaux souterraines corrosives sont assez répandues au Niger. Nous estimons qu'à peu près 70% des eaux souterraines de la région Sud du Niger, se trouvant sous le 16ème parallèle Nord, et qui abrite la grande majorité de la population, sont agressives. En ce qui concerne l'utilisation du matériel galvanisé (tuyaux, tiges) nous recommandons d'appliquer, sur la base du pH comme index de corrosion, les critères présentés au Tableau 9.

Tableau 9: Critères recommandés pour l'application du matériel galvanisé (tuyaux, tiges) selon l'agressivité de l'eau souterraine sur la base du pH comme index de corrosion

| pH | Agressivité de l'eau souterraine | Application du matériel galvanisé |
|--------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| pH > 7 | Négligable | Adapté |
| 6.5 < pH ≤ 7 | Petite à moyenne | Limitée |
| 6 < pH ≤ 6.5 | Moyenne à forte | Pas recommandée |
| pH ≤ 6 | Forte | Pas recommandée |

G. Résistance à l'abrasion

Dans le cas des pompes à main, l'abrasion est liée au dommage des segments de pistons et des joints de clapets, provenant de l'eau pompée, et principalement du sable. L'évaluation de la résistance à l'abrasion telle qu'appliquée dans le rapport "Community Water Supply: The Handpump Option" pour les pompes testées se trouve au Tableau 10.

Tableau 10 : Résistance à l'abrasion
(Réf.: The Handpump Option)

| Pompe | Résistance à l'abrasion |
|------------------|-------------------------|
| Tropic | - |
| India Mark II | - |
| Bourga <u>1/</u> | (0) |
| Kardia | 0 |
| Vergnet | 0 |

Evaluation: 00 = Dommage minimum de l'abrasion (par exemple joints et segments en caoutchouc, cylindre en inox, pistons sans segments, pompes sans piston)

0 = Résistance à l'abrasion adéquate

- = Défauts réguliers des cuirs (segments)

1/ Ne pas incluse dans le rapport "The Handpump Option" - évaluation proposée.

Les segments en cuir similaires à ceux utilisés pour les pompes Tropic 7 et India Mark II sont considérés comme non résistants à l'abrasion. Ceci a clairement été démontré tout au long de l'essai sur le terrain au Niger où les joints de segments en cuir ont dû être remplacées tant sur les pompes Tropic 7 qu'India Mark II à environ 6 mois d'intervalle.

Les pompes Kardia et Bourga ont enregistré des résultats appréciables, soit à cause de leurs segments en plastique, soit à cause des conditions très favorables concernant le problème du sable. La pompe Vergnet cependant, bien qu'ayant un élément de pompage sans joint, n'a que été jugée adéquat parce que du sable et d'autres particules peuvent entrer dans la boudruche et entraîner sa rupture.

H. Exigence de fabrication

Le volet de la fabrication locale des pompes à main et/ou des pièces détachées peut revêtir une grande importance. L'évaluation de ce point tel qu'il est présenté dans le rapport intitulé "Community Water Supply: The Handpump Option" apparaît sur le Tableau 10.

Tableau 11: Exigence pour la fabrication
(Réf.: The Handpump Option)

| Pompe | Exigence pour la fabrication | | |
|------------------|------------------------------|-----|------|
| | (1) | (2) | (3) |
| Tropic 7 | - | - | 00 |
| India Mark II | - | 0 | 00 |
| Bourga <u>1/</u> | (-) | (0) | (00) |
| Kardia | - | 0 | 00 |
| Vergnet | - | 0 | 0 |

Catégories: (1) = Base industrielle basse
(2) = Base industrielle médiocre
(3) = Base industrielle bien développée

Evaluation: 00 = Pompe de fabrication continue et de bonne qualité
0 = Il pourrait être possible de fabriquer la pompe dans le pays avec un certain appui de l'extérieur
- = La fabrication locale avec une qualité acceptable et continue est probablement impossible

1/ Ne pas incluse dans le rapport "The Handpump Option"
- évaluation proposée.

I. Coûts d'investissement

Le coût d'investissement des pompes à main peut jouer un rôle important bien qu'en général, il varie qu'entre 5 et 15% de l'investissement total d'un point d'eau dans les conditions ouest-africaines. Dans ce contexte, la question de base demeure celle de savoir quelle sera la durée de vie d'une pompe. La période de contrôle des pompes testées au Niger était trop courte (deux années maximum) et les tailles des échantillons des pompes trop petites pour permettre d'évaluer avec fiabilité la durée de vie des pompes.

Néanmoins, nous nous permettrons quelques réflexions relatives au coût d'investissement parce qu'une pompe relativement chère comme la Tropic 7, de même qu'une pompe bon marché, comme l'India Mark II, étaient également utilisées dans les essais effectués au Niger. La comparaison effectuée entre ces deux pompes était assez particulière à cause de leur différence de prix, mais aussi parce qu'elles avaient été testées l'une à côté de l'autre sur les mêmes puits.

En 1983, le coût de la pompe Tropic 7 était de trois à quatre fois supérieur à celui de l'India Mark II (680.000 FCFA contre 190.000). Comment peut-on justifier une telle différence de prix? Il est vrai que le suivi sur le terrain a montré que le débit de refoulement obtenu par les utilisateurs du Tropic 7/75 est le double du débit de la pompe India Mark II. Si l'on tient compte de cela, une pompe Tropic 7 coûterait 300.000 FCFA de plus que 2 pompes India Mark II. Cette différence s'expliquerait-elle par des coûts d'entretien faibles et/ou par une longue durée de vie? Comme mentionné plus haut, les informations obtenues au cours des essais sur le terrain ne permettent pas de donner une réponse claire à cette question.

Cependant, les informations relatives aux coûts présentés au chapitre III.B indiquent que les coûts d'entretien annuels par pompe pour les deux premières années de fonctionnement, étaient dans la gamme de 50.000 FCFA pour les pompes India Mark II et de 100.000 FCFA pour les pompes Tropic 7. Si l'on réfère ces coûts à la quantité d'eau pompé par an, donc au m³/an, les coûts deviennent à peu près équivalents pour les deux types de pompes, les pompes Tropic 7 ayant obtenu un volume d'eau par pompe et par an presque double de celui des India Mark II. Comme conclusion, les coûts d'entretien estimés sur les deux types de pompes ne sauraient justifier l'investissement élevé pour les Tropic 7 par rapport aux India Mark II.

S'agissant de la corrosion, il est important de comparer avec soin les prix parce que le choix des pompes résistantes à la corrosion, fournies avec des tringles et des tuyaux non corrosifs, sont généralement plus chères que les pompes version standard. Nous citerons par exemple la pompe India Mali qui est disponible avec des tringles et des tuyaux en acier inoxydable, fournie par le fabricant, et dont le prix est environ le double pour une profondeur d'installation de 30 m de celui de la version standard avec des tiges et des tuyaux galvanisés.

Des recherches ont été entreprises par certains fabricants et aussi par le projet pompes à main sur l'utilisation de matériaux résistants à la corrosion à faible coût (PVC) pour la colonne d'exhaure. Le projet pompes à main développe également des actions de recherche et de développement (R&D) sur l'utilisation des matériaux plastiques dans certains éléments des pompes à main (paliers, clapets, pistons).

En conclusion, on peut dire que l'essai sur le terrain pratiqué au Niger a été une expérience pleine d'enseignements, ayant permis d'obtenir des informations importantes sur les systèmes d'approvisionnement en eau potable des collectivités rurales par pompes à main. Il a été démontré que la performance des pompes à main dépend de plusieurs facteurs qui doivent être considérés de manière à les rendre fiables. L'expérience du Niger a particulièrement montré la nécessité de procéder à des installations correctes des pompes sur des puits à large diamètre (sable, fixation mécanique, pollution), le choix correct des matériaux (corrosion, abrasion), la vulnérabilité de certaines pompes aux conditions de l'environnement (Harmattan), le problème général de l'entretien, et au regard en particulier des pompes non-VLDM. En outre, les données de terrain ont permis d'obtenir des estimations des coûts d'entretien des pompes Tropic 7 et India Mark II et d'évaluer leur utilisation en terme de quantité de l'eau pompée, de genre d'actionnement par les utilisateurs et du temps de fonctionnement.

Selon les conditions techniques, socio-économiques et du milieu naturel qui prévalent dans la zone de l'essai, on ne peut pas recommander l'installation des pompes testées de marque Tropic 7 et India Mark II, bien que plusieurs villageois aient apprécié les services que ces pompes leur ont rendus. Il existe cependant trop de contraintes qui plaident en défaveur de cette approche (voir chapitre V, Recommandations).

V. RECOMMANDATIONS

A. Pompes à main pour les forages

Fin 1985, le nombre de points d'eau modernes au Niger s'élevait à environ 10.000, c'est-à-dire 6700 puits creusés (types OFEDES) et 3300 forés (forages). Le nombre de pompes à main avoisinait à l'époque 4300 et subdivisait comme suit:

| | |
|--------------------------|------|
| Vergnet | 3100 |
| India Mark II/India Mali | 750 |
| DUBA | 170 |
| Bourga | 150 |
| Divers | 130 |

Le nombre de points d'eau supplémentaires devant être construits jusqu'à la fin de la décennie est estimée entre 800 et 1000 par an, chiffre dont environ 60% seront des forages et 40% des puits à creusés.

Le débit des forages dépend des conditions hydro-géologiques prévalant. Les débits typiques des forages obtenus dans le cadre des projets d'hydraulique villageoise se classent comme présentés dans le Tableau 11.

Tableau 11: Distribution du débit des forages dans les zones du Liptako et de Dosso.

| Zone | Projet | Distribution du débit des forages (%) | | | |
|---------|--------------|---------------------------------------|----------|----------|----------|
| | | < 1 m3/h | 1-2 m3/h | 2-5 m3/h | > 5 m3/h |
| Liptako | 1000 Forages | 14 | 29 | 37 | 20 |
| Dosso | Belge | 10 | 20 | 42 | 28 |

Nous estimons qu'environ 70% de la région habitée au Niger a des eaux souterraines agressives. Il est également évident aujourd'hui qu'un pourcentage élevé de puits, probablement la majorité des puits creusés, mais également la majorité des forages dans les formations sédimentaires composés de sable fin, contient de fines particules (sable). Le niveau statique moyen varie entre 20 et 40 m.

Les aspects mentionnés, joints au système de gestion et d'entretien VLOM, actuellement introduit au Niger, sont les éléments de base pour la description des conditions auxquelles les pompes à main seront exposées.

Sur la base de l'expérience tirée du Niger ainsi que d'autres essais pratiqués en Afrique de l'Ouest, nous recommandons que les pompes citées ci-dessous soient considérées comme base pour une standardisation au Niger. Il s'agit des pompes:

- Volanta
- Vergnet
- AFRIDEV

Commentaires

(i) Pompe Volanta:

Depuis l'installation de la première pompe Volanta au Burkina Faso en 1981, des améliorations y ont été apportées et aujourd'hui cette pompe a été testée dans le cadre du projet pompes à main en Afrique de l'Ouest, au Burkina Faso et au Nord du Ghana. Au Nord du Ghana, les pompes Volanta sont très utilisées. Elles ont des débits journaliers allant jusqu'à 20 m³ et, depuis leur installation entre mai et juillet 1985, elles ont eu des résultats très significatifs qu'aucune autre pompe n'avait égalé auparavant dans le cadre du projet pompes à main en Afrique de l'Ouest. La pompe Volanta est également appropriée pour la fabrication locale au Niger.

(ii) Pompe Vergnet :

Il est encore trop tôt pour dire si la nouvelle boudruche, utilisée depuis environ juillet 1986, répond ou non aux attentes. Nos tests de la nouvelle boudruche sur le terrain sont satisfaisants jusqu'ici. La justification la plus importante de la recommandation de considérer la pompe Vergnet comme pompe standard provient de l'expérience de terrain vécue au Burkina Faso (projet FED), au Mali (projets Helvetas et Mali Aqua Viva) et, bien sûr des avantages bien connues de la pompe Vergnet en ce qui concerne la facilité d'entretien, la résistance à la corrosion, sa large distribution au Niger y compris un système de distribution de ses pièces détachées déjà organisé, son installation simple et la possibilité d'installer deux ou même plusieurs pompes sur un seul forage.

(iii) Pompe AFRIDEV :

Les pompes India Mark II/India Mali sont fiables. Cependant leurs versions standards ne sont résistantes ni à la corrosion ni à l'abrasion et ne correspondent pas à l'approche VL0M. Nous recommandons par conséquent de changer progressivement les pompes India Mark II et India Mali par la pompe AFRIDEV. Ce changement devrait survenir dès que l'AFRIDEV aura été introduite en Afrique de l'Ouest et donné une preuve de sa supériorité tant vantée sur le plan international, ce qui devrait arriver vers mi ou fin 1988. Cette pompe est également appropriée pour la fabrication locale au Niger. Dans ce contexte, nous suggérons d'installer environ 10 pompes AFRIDEV dans le cadre du projet PNUD/UNICEF à Zinder dès que possible de manière à démontrer ses avantages sur les pompes India Mark II et India Mali.

- (iv) La pompe Kardia a le potentiel pour devenir une concurrente des pompes AFRIDEV, Vergnet et Volanta. Elle a cependant l'inconvénient de ne pas avoir les mêmes caractéristiques VL0M que lesdites pompes. En outre, l'expérience de terrain n'est pas encore suffisante pour déterminer si son cycle de développement est actuellement terminé ou pas.
- (v) Il y a une demande relativement forte des pompes à débit de refoulement élevé au Niger. Selon les données présentées dans le tableau ci-dessus, 50 à 70% des forages ont un débit d'au moins de 2 m³/h et 20 à 30% plus de 5 m³/h. Cependant, tant les modèles standards des pompes Tropic que ceux de Bourga ne peuvent pas être recommandées dans des situations où la corrosivité de l'eau souterraine reste un problème.

Dans les cas où l'on peut compter sur des tringles et des colonnes de refoulement résistants à la corrosion ou dans les cas où le degré de corrosion est négligeable, nous recommandons uniquement ces pompes dans des zones urbaines ou dans des situations où l'entretien peut être assuré par des équipes de réparation bien équipées et qualifiées, comme cela a été pratiqué dans la frange urbaine de Niamey dans le cadre du programme d'urgence. Cependant, afin d'éviter de créer des conditions inégales et une concurrence injustifiée entre les pompes et les systèmes d'approvisionnement en eau en zone urbaine, l'entretien et la politique tarifaire en matière de pompe devraient être intégrés dans les systèmes urbains.

- (vi) Quant à la planification du sous-secteur hydraulique villageois en vue de l'implantation des pompes à main, il est important de connaître les conditions auxquelles les pompes à main seront exposées. C'est donc dans ce contexte que nous voudrions souligner la recommandation de présenter ensemble, par exemple à l'aide des cartes, l'expérience du terrain en ce

qui concerne les paramètres hydro-géologiques les plus importants, soit la qualité des eaux souterraines (le pH, la conductivité électrique, etc.), les niveaux statiques et les débits spécifiques des différents aquifères.

Telles données de bases ne sont pas seulement importantes quant à la sélection des pompes à main, mais aussi concernant la gestion des ressources des eaux souterraines.

B. Pompes à main pour les puits creusés

Au cours de l'essai mené au Niger, il a été démontré que deux pompes à main à haut débit de refoulement (Tropic 7) peuvent concurrencer les taux de refoulement obtenus par la manière traditionnelle de puisage de l'eau allant jusqu'à 4 m³/h.

Néanmoins, l'essai ayant montré que les pompes testées ayant de hauts débits de refoulement présentent plus de contraintes que d'avantages, nous ne saurions recommander la poursuite de cette approche que là où elles sont vraiment demandée par les utilisateurs de tels points d'eau et où l'entretien peut être correctement assuré.

C. Entretien des pompes à main

La responsabilité de l'entretien des pompes à main, y compris son financement, relève des utilisateurs. Les systèmes d'entretien que l'on essaie de mettre en place dans les différents projets reposent fondamentalement sur l'approche VL0M dont les mécaniciens ruraux sont l'élément clé.

Le projet pompes à main a préconisé l'approche VL0M depuis le début du projet. En plus, la politique gouvernementale en matière d'hydraulique villageoise a bien intégré cette approche. Il n'y a donc aucun besoin de donner des avis ou des recommandations sur la manière dont les mécaniciens ruraux devraient être formés ou sur la manière d'organiser les comités des points d'eau dans les villages, etc.

Néanmoins, nous voudrions apporter quelques commentaires sur cette question parce que le problème principal qui se pose à l'approvisionnement en eau des communautés rurales par pompes à main reste bien celui de l'entretien.

Le problème de l'entretien des pompes à main se pose avec acuité au Niger, tout comme dans les autres pays d'Afrique. La preuve en a été donnée lors des essais pratiqués au Niger (dans la zone de l'essai et au cours du projet belge à Dosso). Des exemples supplémentaires pourraient être donnés; des estimations avancent un minimum de 50% de pompes à main en panne au Niger, ce qui montre la gravité du problème.

Voici nos commentaires à ce propos:

- (i) Il est relativement simple de forer un puits et d'installer une pompe à main. C'est après que les problèmes surgissent. Aussi longtemps qu'un projet se poursuit, les pompes sont entretenues d'une manière satisfaisante. Mais dès qu'un projet s'achève, les difficultés deviennent la règle en quelque sorte. Lorsqu'un projet est terminé, les points d'eau sont livrés aux services du gouvernement et, après le transfert, l'entretien des pompes à main revient aux utilisateurs. Nous citerons le cas typique du projet belge de Dosso.
- (ii) Les causes de ce problème d'entretien sont diverses (tels que décrits dans le paragraphe (i)). Tout d'abord, et surtout, les utilisateurs des pompes ne remplissent pas leurs obligations. Nous n'avons pas besoin d'entrer dans les détails. Mais on constate couramment que les utilisateurs n'ont pas été suffisamment sensibilisés et préparés pour assumer cette tâche et qu'ils n'ont pas ou ont très peu participé aux stages de planification ou aux processus de prise de décisions concernant les points d'eau. Il est donc essentiel de mettre plus d'accent qu'il n'en a été mis jusqu'ici, sur la participation de la population rurale dans la préparation et la mise en oeuvre d'un projet d'hydraulique villageoise. La même démarche devrait être entreprise pour la formation des mécaniciens ruraux et des villageois.
- (iii) On ne devrait jamais imposer les pompes à main aux villageois s'ils n'en veulent pas. Même si leur attitude va à l'encontre d'une quelconque "planification décennale" ou d'un "plan de développement", etc. Les utilisateurs doivent contribuer à la construction du point d'eau avant de le leur livrer. Cela est nécessaire pour faire d'eux de réels partenaires d'un projet et (co)propriétaires des points d'eau.
- (iv) Il ne suffit pas de suivre les recommandations mentionnées ci-dessus. Le cycle des projets peut être divisé en trois phases: la préparation, l'exécution et le suivi. Après la fin d'un projet, il est important et essentiel de le suivre et, si nécessaire, de l'appuyer, par exemple, au niveau de la sensibilisation de la population villageoise, de la formation des responsables villageois ou des artisans ruraux, etc. L'allocation de moyens financiers adéquats devrait être prévue dans chaque projet pour de telles actions de support.

Ces commentaires sont en accord avec les recommandations des participants au Séminaire Atelier organisé par la BOAD sur les Pompes à Motricité Humaine en Zone UMOA/CEAO du 22 au 26 septembre 1986 à Lomé, et avec celles des participants au Séminaire Inter-Africain d'Approvisionnement en Eau à Faible Coût en Zones Rurale et Semi-Urbaine organisé par le projet PNUD/BIRD-INT/81/026 du 13 au 18 octobre 1986 à Abidjan (voir "La Déclaration d'Abidjan" en annexe 10).

D. Fabrication locales des pompes à main

Nous recommandons que le projet de fabrication locale de pompes Volanta à Tahoua (ACREMA) soit suivi étroitement et qu'il lui soit accordé le soutien nécessaire. Cependant, il y a trois points très importants dont il faut absolument tenir compte. Ce sont le contrôle de la qualité, la gestion du point de vue économique (prix) et la production à la demande prévisible dans la région (coordination).

E. Qualité des points d'eau

La qualité d'un puits (mesurée à partir de la présence du sable et autres particules) peut exercer un impact très important sur la performance des pompes. Cela s'explique en raison de l'abrasion qui provoque l'usure extrême des segments de piston et des joints de clapet, et qui peut également causer d'autres problèmes tel que l'ensablement des éléments de pompage et de puits.

La meilleure méthode de prévention de tels problèmes est la construction de puits de bonne qualité, dans les règles de l'art, et sous contrôle direct du maître d'oeuvre (MHE).

F. Aspects institutionnels

Il existe en principe un cadre institutionnel au sein du Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement qui s'occupe de tous les aspects liés à ce secteur, particulièrement la coordination, la supervision, la gestion et le contrôle des ressources hydrauliques.

Des efforts sont faits actuellement avec l'aide du soutien de l'ensemble des donateurs, comme la Banque Mondiale, afin de réorganiser et de restructurer le secteur. Sur la base de notre expérience pratique, concernant notamment le sous-secteur hydraulique villageoise, nous pouvons dire qu'il existe un point auquel il serait nécessaire d'accorder une attention particulière et d'apporter des modifications. Cela signifie en plus clair qu'il faudrait non seulement réorganiser et décentraliser les directions et leurs services concernées du Ministère, mais surtout les rendre opérationnels, leur permettent ainsi de jouer pleinement leur rôle de maître d'oeuvre qui leur est dévoué.

Il ne suffit pas simplement d'avoir une organisation avec un personnel ayant des termes de référence et des bureaux. Ces gens ont besoin des moyens pouvant leur permettre de travailler. Les ingénieurs et les techniciens par exemple ont besoin de passer beaucoup de leur temps sur le terrain. Nous donnerons un exemple pour illustrer ce que nous entendons au-delà de ces commentaires.

Lorsque nous avons proposé la visite de la zone de Dosso pour inspecter les pompes Tropic, les services respectifs du Ministère n'étaient pas en mesure de déléguer un de leur technicien afin que ce dernier fasse une visite d'une semaine conjointement avec notre CME, parce qu'il n'y avait pas de moyen pour financer les frais de déplacement de ce technicien. Cet exemple indique qu'il existe un problème financier qui doit être résolu. Il devient même très évident lorsqu'il s'agit du transport.

Par conséquent, les aspects institutionnels du sous secteur hydraulique villageoise doivent être suivis et développés parallèlement au développement sur le terrain. Dans le cas contraire, on perd certainement toute chance de résoudre ce problème de la piètre performance des pompes à main qui, somme toute et sur la base, répétons-le, de l'expérience démontrée sur le terrain, reste très préoccupant.

Le problème financier est quant à lui, le plus important. L'extrême augmentation des points d'eau découle de toute évidence d'une extension des services publics, qui doivent jouer un rôle important dans le sous-secteur hydraulique villageoise pour tout ce qui est coordination, contrôle et supervision de toutes les activités de ce sous-secteur, bref la maîtrise d'oeuvre. Mais comment inclure le financement de ce service public dans le budget national déjà si faible ? C'est là un problème qui demande à être résolu.

G. Politique et stratégie du sous-secteur hydraulique villageoise

Il va sans dire que les politiques sectorielles sont l'élément essentiel qui permettra l'utilisation des ressources hydrauliques d'une

manière ordonnée, économique et juste. Bien qu'il s'agit d'un sujet très politique, il ne saurait pas être traité sans l'expérience du terrain pour faciliter aussi la mise sur pied de stratégies orientées vers les activités pratiques.

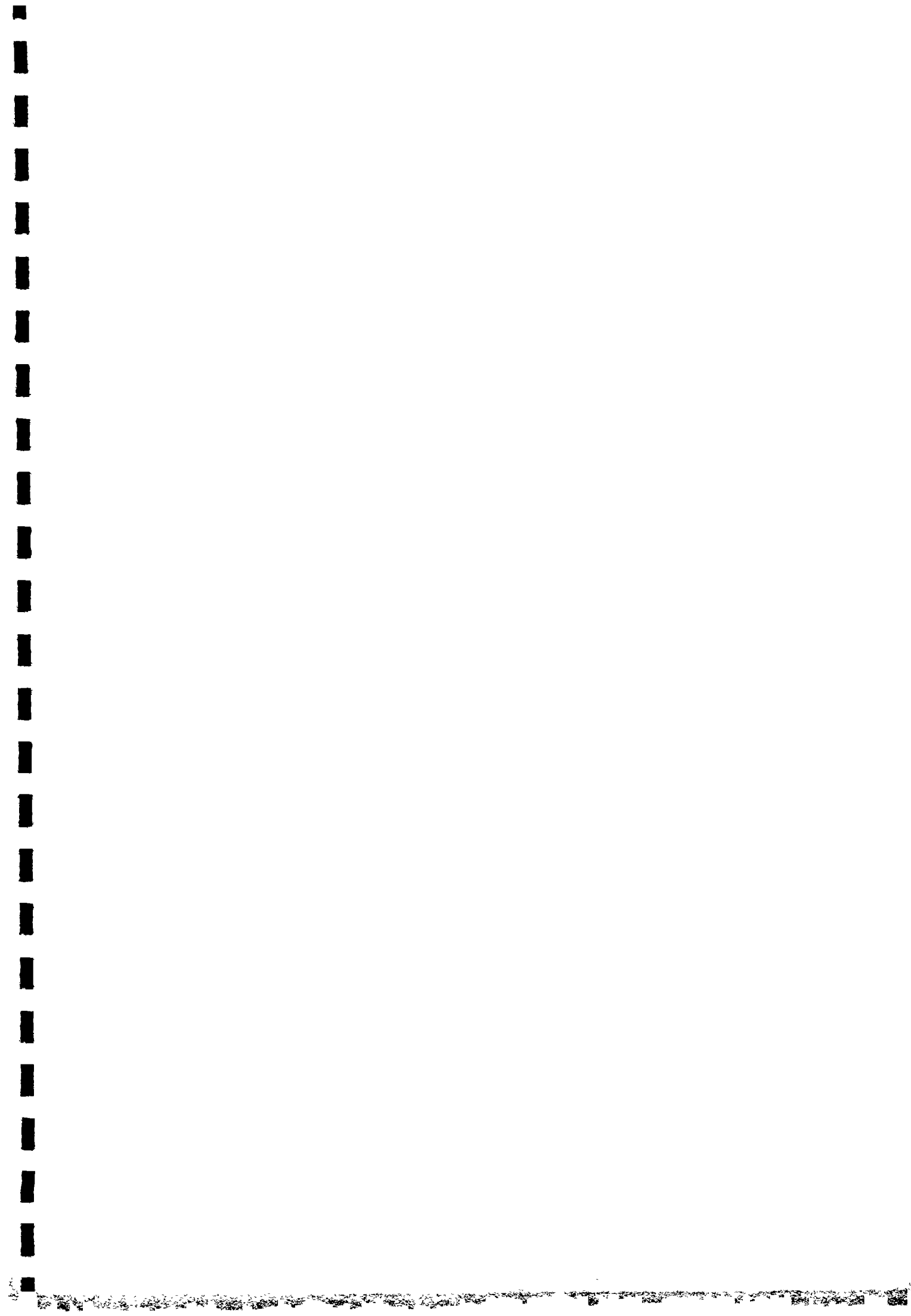
Pour ce qui concerne les stratégies, il y a deux points sur lesquels, à notre avis, on devrait se concentrer beaucoup plus sérieusement qu'auparavant. Le premier point est la coordination des donateurs. A ce propos, les composantes relatives au sous-secteur hydraulique villageoise sont l'aide liée et la flexibilité dans l'exécution des projets. L'aide liée empêche généralement le développement des efforts allant vers la standardisation des structures telles les pompes à main; il y a encore des bailleurs de fonds qui insistent trop sur l'utilisation des pompes en provenance de leurs pays respectifs.

En ce qui concerne la flexibilité dans l'exécution des projets, il faudrait apporter les modifications essentielles, lorsqu'elles sont nécessaires, dans le cadre de l'exécution d'un projet, dont la prévision des modalités de suivi après achèvement.

Le deuxième point est relié aux normes techniques. Il est essentiel de clairement définir les règles de l'exécution des projets et de formuler les normes techniques relatives aux niveaux des services, la construction des points d'eau, la participation et l'intégration des utilisateurs, la formation des villageois et des mécaniciens ruraux, ainsi que la distribution des pièces détachées, l'évaluation, le suivi et le support après la terminaison des projets.

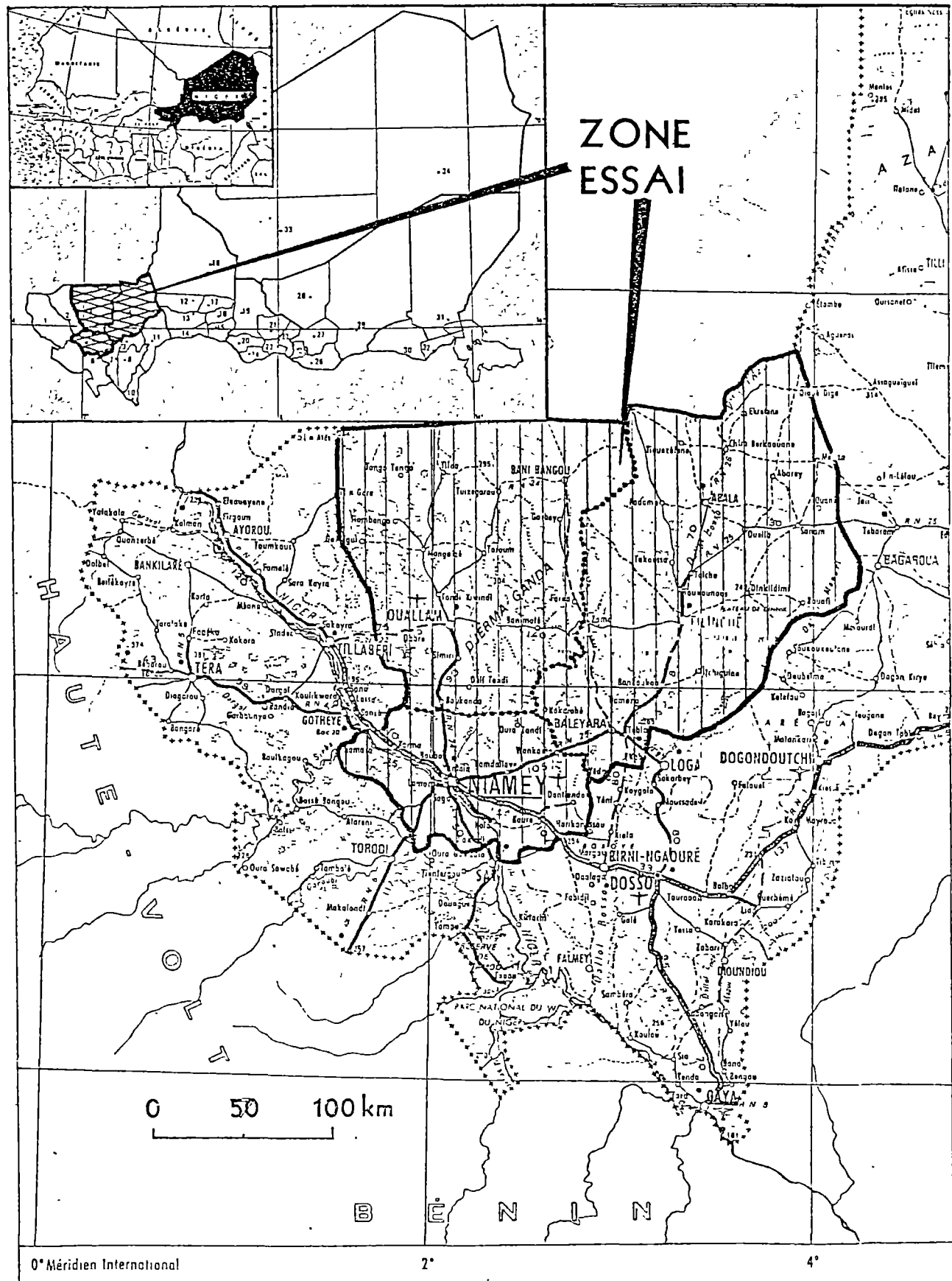
De toute évidence, l'objectif de la décennie, à savoir l'approvisionnement en eau potable et l'assainissement des communautés rurales est peu réaliste, d'un point de vue quantitatif. Les objectifs ont donc été réduits en conséquence. Cependant, le rythme d'exécution des projets d'hydraulique villageoise reste très rapide; et la bonne solution n'a pas encore été trouvée pour garantir la réussite des projets. Le problème de la maintenance reste également le plus important.

A notre avis, toute solution dans ce domaine passe par la nécessité de se consacrer à rendre d'abord opérationnel le sous-secteur hydraulique villageoise existant, même au prix du ralentissement des nouvelles actions d'implantation déjà prévues. Parallèlement, on devrait poursuivre l'exécution et le suivi des projets en cours jusqu'à ce qu'ils deviennent fonctionnels.





niger : carte zone essai

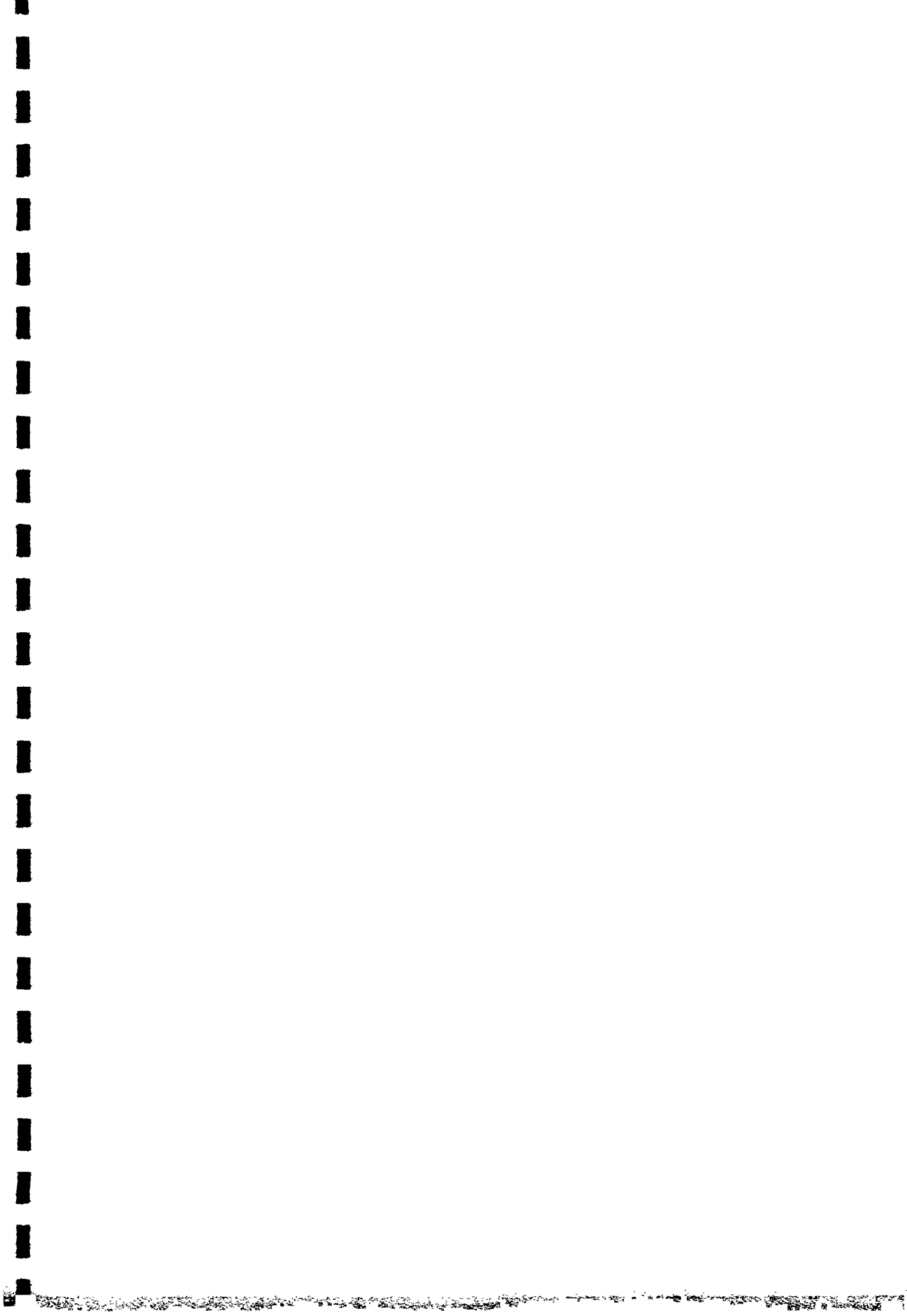


0° Méridien International

2°

4°

1





Compte-Rendu de Réunion sur le Projet d'Essai de PompesManuelles

1. Etaient présents à la réunion du 26 Avril 1982 :

| | |
|---------------------|---------------------------------------------|
| M. GAGARA MAYAOU | Secrétaire Général M. Hydraulique |
| M. H. Paschen | Responsable des projets Hydrauliques GTZ |
| M. Mahadev JALEM | Assistant Représentant Résident PNUD |
| M. Otto LANGENEGGER | Chargé de Projets Banque Mondiale |
| M. Melvin LOEWEN | Coordinateur des Projets Banque Mondiale |

2. Dans le cadre de la Décennie internationale de l'eau potable et de l'assainissement, la République du Niger collabore à un projet visant à promouvoir le développement de pompes manuelles qui pourraient être utilisées par la population locale et, éventuellement, fabriquées dans le pays. La Banque Mondiale, avec le soutien financier du PNUD, exécute un projet d'essai de pompes manuelles en laboratoire et de contrôle de pompes à l'essai dans les zones rurales. Les participants à la réunion sont tombés d'accord sur la façon de collaborer.

3. La zone de concentration des essais sera située autour de Niamey et recouvrira les régions de :
- Téra où 100 forages ont été effectués avec le concours des Pays-Bas ;
 - Torodi où 200 forages sont financés par la BOAD ;
 - Ouallam et filingué où 200 puits ont été creusés avec l'assistance de la République Fédérale d'Allemagne.

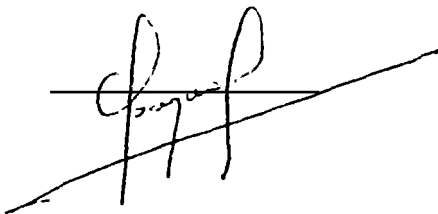
Une deuxième zone sera envisagée ultérieurement dans la région de Zinder. Cependant, la supervision en sera assurée par le projet NIGER/PNUD/UNICEF.

4. La GTZ est d'accord pour financer l'achat d'une centaine de pompes (de deux ou trois marques différentes) et leur installation sur des puits à déterminer. Il a été suggéré d'utiliser plusieurs pompes pour un certain nombre de puits. Par conséquent, on envisage de couvrir et d'installer des pompes sur environ cinquante puits dits allemands. L'essai comprendra également d'autres pompes qui seront achetées et installées par le Gouvernement Nigérien, sur des forages dits Pays-Bas et BOAD.

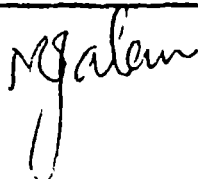
5. Le Ministère de l'Hydraulique organise actuellement un service d'entretien national pour les pompes manuelles. Ce service sera également responsable de l'entretien des pompes dans la zone d'essai.
6. Les contributions des trois partenaires sont les suivantes :
- a) de la part de GTZ, jusqu'à concurrence de 200 000 \$:
- achat d'une centaine de pompes
 - frais d'installation de ces pompes sur des puits y compris dalle, clôture et antibourbier
 - véhicule pour le volontaire chargé de la surveillance de l'essai
 - frais de fonctionnement de ce véhicule
 - outillage et équipement camping et technique ;
- b) de la part de la Banque Mondiale :
- organisation et contrôle de l'essai
 - mise à disposition d'un volontaire pour le projet essai
 - supervision technique du volontaire
 - assistance à la formation des villageois responsables des pompes
 - analyse des résultats de l'essai
 - intégration des résultats du Niger aux résultats d'autres pays dans le rapport final ;
- c) de la part du Ministère de l'Hydraulique :
- coordinateur pour le projet (temps partiel)
 - technicien (homologue du volontaire - plein temps)
 - chauffeur
 - installation et entretien des pompes
 - bureau pour le volontaire
 - logement pour le volontaire.
7. L'assistance GTZ faisant partie de projets déjà approuvés par la Commission Mixte Nigéro-Allemande, il est prévu que le soutien de la GTZ pour ce projet d'essai soit approuvé dans les meilleurs délais. Le projet deviendra effectif à la suite d'échange de lettres entre le Ministère de l'Hydraulique et la GTZ, avec copie au Ministère du Plan et à la Banque Mondiale.

Par la suite, la Banque confirmera ses contributions par écrit aux deux parties. Il est prévu que le présent accord prendra effet vers la mi-mai 1982. La Banque Mondiale participera, avec le Ministère de l'Hydraulique et la CTZ, à la sélection des puits pour l'installation des pompes.

M. GAGARA MAYAOU



M. MAHADEY JALEM



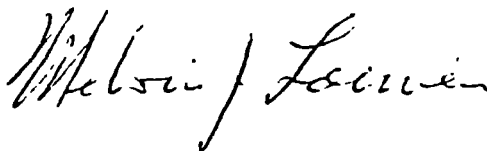
M. H. PASCHEN

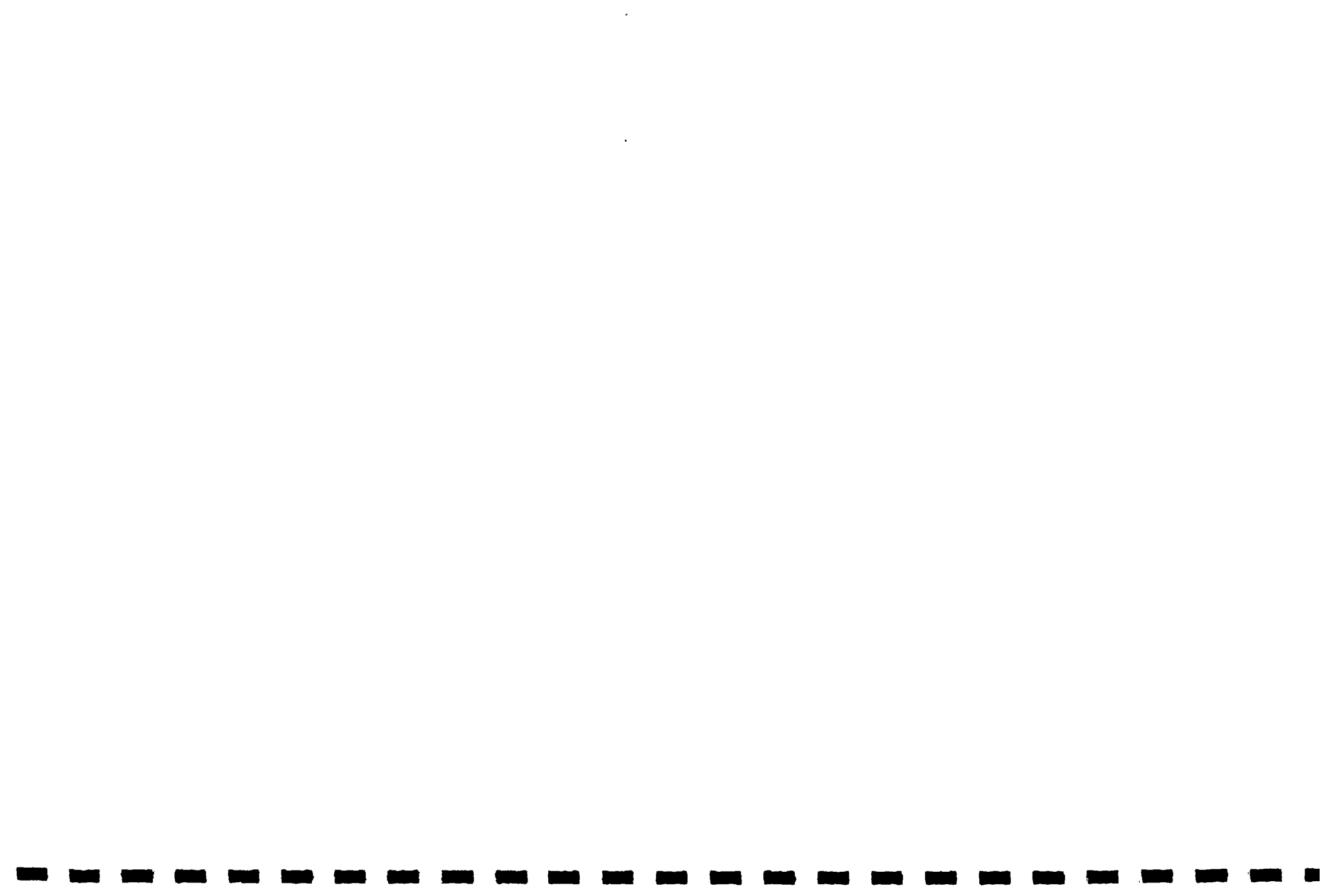


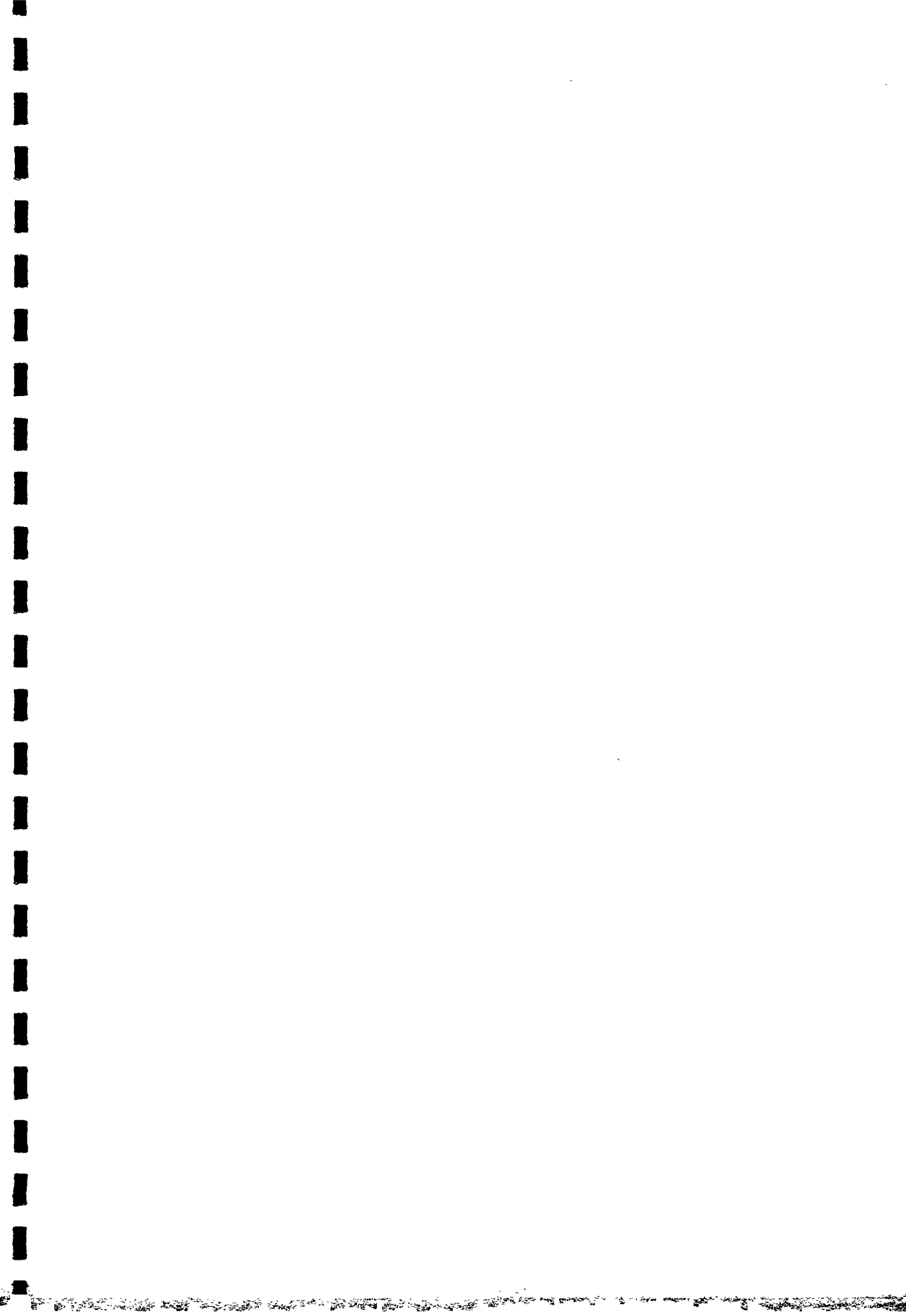
M. OTTO LANGENEGGER



M. MELVIN LOEWEN









AK/AM
REPUBLICQUE DU NIGER

- 0651
N° /DIH

MINISTERE DE L'HYDRAULIQUE

DIRECTION DES INFRASTRUCTURES
HYDRAULIQUES

Niamey, le 4 AOÛT 1983

B. P. 257 — NIAMEY

LE DIRECTEUR DES INFRASTRUCTURES
HYDRAULIQUES

Référence :

à

Objet: Plan d'opération
concernant le volet instal-
lation des pompes expérimen-
tales.

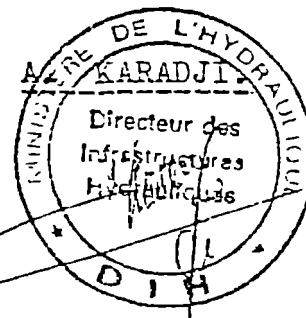
Monsieur le Coordinateur des projets
Hydrauliques GTZ.

- /)/ NIAMEY -

Monsieur le Coordinateur,

J'ai l'honneur de vous transmettre pour
tirage en nombre suffisant le document cité en objet
dûment signé par toutes les parties.

Vous souhaitant bonne réception, je vous prie
d'agréer Monsieur le Coordinateur, l'assurance de ma
considération distinguée.



Pièce jointe : Exempleire du Plan d'opération.

REPUBLIQUE DU NIGER

MINISTERE DE L'HYDRAULIQUE
ET DE L'ENVIRONNEMENT

DIRECTION
DES INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES

OFFICE ALLEMAND DE LA
COOPERATION TECHNIQUE
(GTZ)

COORDINATION DES PROJETS
HYDRAULIQUES AU NIGER

PROJET

PUITS DANS LE DEPARTEMENT DE NIAMEY

PN. 77.2133.5 - 01.200

VOLET : ESSAI DE POMPES A
MOTRICITE HUMAINE

P L A N D ' O P E R A T I O N

JUILLET 1983

ASSOCIATION FRANÇAISE DES VOLONTAIRES DU PROGRES

A.F.V.P.

1. INTRODUCTION

Le présent document a pour but, conformément au paragraphe 6) c) de l'arrangement N° 04132/MAE/C/DAPCI du 05 Mai 1979 relatif au projet "PUIITS DANS LE DEPARTEMENT DE NIAMEY" de fixer les détails de réalisation d'une composante du projet.

La présente composante concerne la réalisation des quatre volets suivants :

1. Présélection des puits susceptibles de recevoir des pompes à motricité humaine.
2. Identification définitive des puits retenus sur le terrain et animation villageoise pour une prise en charge par les villageois de leurs points d'eau.
3. Installation des pompes et poursuite de l'animation villageoise.
4. Suivi technique et, éventuellement , enquête auprès des utilisateurs.

2. EXECUTION DU PROGRAMME

L'Administration confie à l'AFVP, qui accepte, l'exécution du programme décrit au paragraphe 1 ci-dessus.

Le programme se déroule en quatre phases correspondant aux volets décrits ci-dessus.

- 1ère phase : 1er Juillet 1983 au 15 Août 1983
- 2ème phase : 15 Août 1983 au 15 Octobre 1983
- 3ème phase : 15 Octobre 1983 au 15 Mars 1984
- 4ème phase : 15 Mars 1984 jusque vers le 30 Juin 1984.

3. DEFINITION DES TACHES DE L'AFVP

1. Effectuer une enquête socio-économique afin de déterminer les éléments de choix pour l'implantation des ouvrages et la priorité à leur donner.

2. Sensibiliser les populations sur l'aspect social et sanitaire lié aux points d'eau et la nécessité d'une prise en charge par le village de la maintenance et du renouvellement de l'équipement, notamment, le matériel d'exhaure.
3. Animer la population pour qu'elle prenne en charge financièrement l'aménagement des abords et qu'elle participe à sa réalisation.
4. Informer et démontrer le mode de construction et de fonctionnement de la pompe en vulgarisant les règles de l'entretien courant.
5. Former des responsables villageois à même d'effectuer les réparations courantes, de changer les pièces d'usure.

4. DESCRIPTION DES TACHES

Se référer au document du Projet qui devient document contractuel. Toutes ces actions seront menées en très étroite collaboration avec les Autorités Administratives et Techniques locales et avec les Autorités Coutumières.

5. OBLIGATIONS GENERALES DE L'A.F.V.P.

D'une manière générale, l'AFVP devra mettre à la disposition du Projet, tous les moyens nécessaires, tels que définis sur le devis.

Elle devra associer en permanence aux études les Cadres que l'Administration pourra affecter au Projet.

5.1. MOYENS EN PERSONNEL ET EN MATERIEL

L'AFVP devra affecter à ce programme un technicien. Le Curriculum-Vitae de ce Volontaire du Progrès sera communiqué à l'Administration.

En outre, l'AFVP s'adjoindra un interprète-animateur, rémunéré par le Projet, et qui, après cette formation, pourra être mis à la disposition d'autres projets similaires pour mener seul les mêmes tâches.

5.2. DOCUMENTS A FOURNIR

L'AFVP fournira à l'Administration les rapports suivants :

- Rapport mensuel

Il s'agit d'un rapport relatant la situation technique et financière et le déroulement du programme avec les problèmes rencontrés et les moyens utilisés pour les résoudre.

Le rapport sera envoyé en deux exemplaires à l'Administration et à l'Organisme financier.

- Rapport de fin de programme

L'AFVP établira dans un délai d'un mois après la fin du programme un rapport final d'exécution en 10 exemplaires. Ce rapport devra comporter, outre une synthèse des résultats, une évaluation objective de ceux-ci avec remarques et suggestions.

Toutefois, ce programme étant à caractère expérimental, l'AFVP ne peut garantir l'objectif ultime qui est la mise en place d'un système de maintenance fiable à long terme et entièrement à la charge des utilisateurs. Elle s'efforcera donc d'adapter les modalités d'intervention en fonction des réalités du terrain et de l'objectif du programme en accord avec l'Administration et la G.T.Z.

6. OBLIGATIONS DE L'ADMINISTRATION

L'Administration facilitera par tous les moyens dont elle dispose le déroulement du programme, en communiquant à l'AFVP toutes les informations dont dispose le Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement, pouvant intéresser directement le programme.

L'Administration mettra à la disposition du Projet l'un de ses agents qui collaborera avec le Volontaire du Progrès lors de la réalisation des deux premières phases.

7. MISE A DISPOSITION DE VEHICULE

L'Administration en accord avec la GTZ affectera un véhicule tout-terrain, du Projet "43 Puits dans le Département de Maradi" à ce Projet.

8. GESTION DU PROGRAMME

La gestion du programme sera confiée à l'AFVP sous le contrôle du Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement.

9. MODIFICATION

Toute modification du présent Plan d'Opération fera l'objet d'une concertation préalable et éventuellement d'un avenant particulier entre les partenaires.

10. SECURITE SUR LE CHANTIER

L'AFVP mettra tout en oeuvre pour assurer la sécurité de son personnel.

Une trousse pharmaceutique de premiers secours sera en permanence sur chaque chantier.

11. EXCLUSION DE RESPONSABILITE

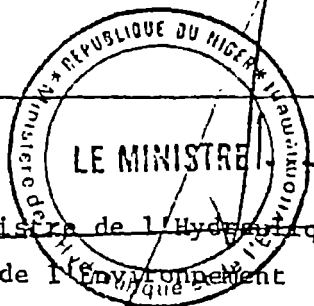
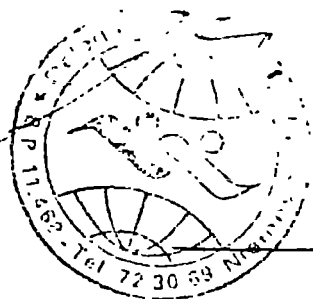
La GTZ n'assure aucune responsabilité en cas de dommages matériels ou physiques, de maladies ou de décès de Volontaire de l'AFVP.

Lu et accepté

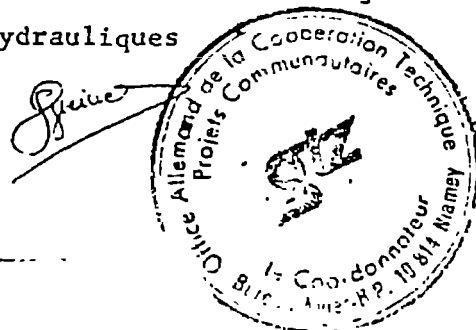
Le Délégué de l'AFVP au Niger

Pour la GTZ

Le Coordinateur des Projets
Hydrauliques



Le Ministre de l'Hydraulique
et de l'Environnement



PROJET "ESSAI DE DIFFERENTS TYPES
DE POMPES MANUELLES ET A PIED
DANS LE DEPARTEMENT DE NIAMEY.

Ce Projet a pour but de mettre en place deux types de pompes manuelles, en quarante (40) exemplaires chacune, dans le Département de NIAMEY, afin de les comparer dans leur utilisation avec la Pompe VERNIER déjà implantée.

Ces pompes seront installées sur des puits de type O.F.E.D.E.S. Éventuellement, une petite quantité pourra être installée sur des forages.

Le Projet se réalisera en plusieurs phases décrites ci-dessous :

- 1° Pré-sélection des puits susceptibles de recevoir ces équipements,
- 2° Identification définitive des puits retenus sur le terrain,
- 3° Installation des pompes et animation villageoise pour une prise en charge par les villageois de leurs points d'eau,
- 4° Suivi technique et, éventuellement, enquête auprès des utilisateurs

I. DU 1er JUILLET au 15 Août 1983

Continuation du travail de pré-sélection sur un fichier commencé par Monsieur BALLY, Volontaire des Nations-Unies démissionnaire, puis vérification sur le terrain.

II. DU 15 Août au 15 Octobre 1983

1) Identification des puits villageois retenus en fonction :

- du bon état général des puits,
- d'une profondeur variant de 25 à 50 mètres,
- d'une profondeur d'eau d'au moins 2 mètres,
- le puits doit se trouver à proximité d'un village d'au moins 250 habitants,
- des besoins en eau des villageois,
- de la motivation des villageois.

2) Sensibilisation et animation auprès des villageois :

- a. Sensibiliser les populations sur l'aspect social et sanitaire l aux points d'eau et la nécessité d'une prise en charge par le village de la maintenance et du renouvellement de l'équipe notamment en ce qui concerne le matériel d'exhaure.
- b. Animer la population pour qu'elle participe à l'aménagement des abords, préalablement à la mise en place des pompes.

L'achat et l'approvisionnement en matériaux (sable, gravier, ciment) seront effectués par les populations bénéficiaires. Cependant en ce qui concerne le ciment, le Projet en assurera la distribution.

Un maçon qualifié pris en charge par le Projet dirigera les travaux.

c. Informer la population pour la constitution sous l'autorité du Chef de Village d'un fonds de roulement pour la maintenance et le remplacement à long terme des pompes.

Pour la réussite du Projet, il est indispensable que la notion de ce fonds de roulement soit comprise et acceptée par la population.

d. Informer la population qu'elle devra participer à la mise en place des pompes.

III. Installation des pompes du 15 Octobre 1983 au 15 mars 1984

Deux pompes seront installées sur chaque puits :

- une pompe INDIA MARK II
- une pompe DUBA-DEPLECHIN

En tout 80 pompes sur 40 puits villageois.

Il serait également envisageable d'installer quelques pompes sur des forages afin de pouvoir faire des essais comparatifs avec les pompes installées sur les puits.

Structure de support des pompes :

Cette Structure est conçue pour supporter deux pompes avec leur tuyau d'aspiration plus une dizaine de personnes.

Les pompes seront boulonnées sur deux barres transversales IPN de 120, ces dernières seront fixées au ferrailage de la margelle avant d'y être scellées définitivement.

.../...

Le puits sera recouvert de tôles striées ; nous préférons utiliser de la tôle striée afin d'éviter les glissades et également en fonction du poids de la tôle nettement inférieur à celui de la dalle en béton.

Les tôles seront boulonnées sur les barres transversales d'IPN, ainsi qu'à la margelle et renforcées par des barres de fer en "T" 35 qui seront fixées à la margelle et aux IPN.

IV. Fin d'installation des pompes et suivi de l'entretien des pompes du 15 mars 1984 au 30 juin 1984

L'animation pour une bonne utilisation des pompes sera un des points les plus importants du suivi technique :

- méthode de pompage,
- entretien des puits et des pompes (serrage des boulons, nettoyage des parties intérieures, etc...),

3 villageois pourront être formés pour l'entretien et les petites réparations des pompes, ils en seront également les responsables.

- vérification du bon état de la plate-forme (tôles, margelle)

Le suivi des pompes et l'enquête comparative entre les différents types de pompes devront s'échelonner dans le temps après le 30 juin 1984, et feront par conséquent l'objet d'un autre Projet

V. Méthodologie d'intervention

Etant donné que les pompes seront installées sur des puits villageois déjà fonctionnels, il ne paraît absolument pas évident que les villageois bénéficiaires accepteront la prise en charge de la construction des aménagements et l'entretien de ces pompes.

.../...

En conséquence, le schéma d'intervention suivant est proposé :

- dans un premier temps, il sera proposé aux villageois d'installer les pompes sur leur puits à condition :
 - . qu'ils aient réalisé un aménagement de surface,
 - . qu'ils aient constitué un fonds de roulement pour l'entretien des pompes.
- si cette méthode s'avère inapplicable à cause d'un refus des villageois, d'autres méthodes d'intervention seront à envisager notamment l'installation des pompes sur des forages. Mais la participation physique et financière des villageois restera une condition indispensable de l'installation des pompes.

VI. Coût du Projet

Le montant du devis initial joint en annexe est
de 10.327.600
=====

Niamey, le 21 JUIN 1983

PROJET "ESSAIS POMPES A MAIN"

DEPARTEMENT DE NIAHÉY

DEVIS ESTIMATIF PREVISIONNEL

FONCTIONNEMENT DES VEHICULES

Il est prévu d'utiliser un véhicule tout-terrain LAND-ROVER DIESEL provenant du projet "43 PUIXS" à TESSAGUA financé par la G.T.Z.

Carburant

3.500 km x 12 mois x 15 l/100 km = 6.300 litres

SOIT 1.039.500,-

Entretien (lubrifiants, filtres)

TOTAL 300.000,-

Pneumatiques 180.000,-

Réparations diverses 600.000,-

Assurance 150.000,-

Total Fonctionnement Véhicule LAND-ROVER 2.269.500,-

II. MAIN-D'OEUVRE

Il est prévu 1 interprète pour la durée du Projet. D'autre part, 2 équipes de maçons seront employées pendant 9 mois.

Salaires

| | | | |
|---------------|-----------------|-------|---------------|
| . Interprète | 32.000 x 12 | ..... | 384.000 Cfa |
| . Maçons | 35.000 x 10 x 2 | ..... | 700.000 Cfa |
| . Aides-maçon | 27.000 x 10 x 2 | ..... | 540.000 Cfa |
| | | | <hr/> |
| Soit | | | 1.624.000 Cfa |

Frais de licenciement

| | | | |
|---------------|-------|------------|------------|
| . Interprète | ..... | 6.500 Cfa | |
| . Maçons | ..... | 14.000 Cfa | |
| . Aides-maçon | ..... | 11.000 Cfa | |
| | | | <hr/> |
| Soit | | | 31.500 Cfa |

Total Main-d'Ouvre 1.655.500,-

III. MATERIAUX

| | | |
|-------------------------------|-------|-------------|
| . 12 IPN de 100 | ..... | 450.000,- |
| . 11 fers en "I" 35 | ..... | 63.800,- |
| . 50 tôles de 10 | ..... | 2.300.000,- |
| . Boulonnages | ..... | 200.000,- |
| . Main-d'oeuvre de ferrillage | ..... | 680.000,- |

Total Matériaux 3.693.800,-

I. OUTILLAGE

| | |
|-------------------------------|-----------|
| . Classe à outils | 150.000,- |
| . Palan à chaîne | 95.000,- |
| . 1 chèvre | 125.000,- |
| . Equipement des maçons | 200.000,- |

Total Outillage 570.000,-

V. LOGEMENT DU VOLONTAIRE DU PROGRES

100.000 Cfa x 12 mois 1.200.000,-

VI. RECAPITULATIF

| | |
|------------------------------------|-------------|
| . Fonctionnement du véhicule | 2.269.500,- |
| . Main-d'œuvre | 1.655.500,- |
| . Matériaux | 3.693.800,- |
| . Outillage | 570.000,- |
| . Logement du Volontaire | 1.200.000,- |

soit 9.388.800,-

. Frais administratifs, divers et imprévus
de 10 % 935.000,-

TOTAL GLOBAL 10.330.000,-

ARRETE LE PRESENT DEVIS A LA SOMME TOTALE DE DIX MILLIONS TROIS
CENT TRENTE MILLE C.F.A.

PROJET "ESSAIS POMPES A MOTRICITE HUMAINE"

Convention fixant les modalités financières entre la G.T.Z. et L'A.F.V.P.

ARTICLE 1 :

Les travaux seront rémunérés sur la base d'une régie directe consistant dans le remboursement des dépenses dûment justifiées par les salaires, outillages et matières consommables, sans majoration.

Des décomptes trimestriels seront établis à partir des attachements récapitulant les dépenses avec pièces justificatives et présentées à la fin de chaque trimestre à la G.T.Z.

ARTICLE 2 :

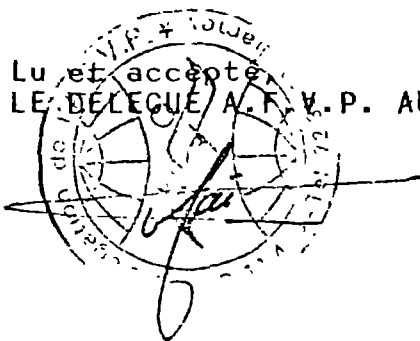
Le montant du contrat est arrêté à la somme de 10330 000 F CFA (dix millions trois cent trente mille francs CFA) comme prévu au devis estimatif joint en annexe du document de projet. Il n'y a pas de variation des prix prévue, l'A.F.V.P. conduisant les travaux jusqu'à extinction des crédits dans le cadre des activités définies dans le document de projet en associant au maximum les populations bénéficiaires.

ARTICLE 3 :

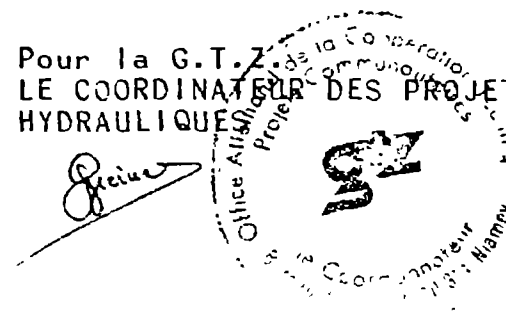
Les acomptes seront délivrés sur demande écrite de l'A.F.V.P. à partir d'un prévisionnel de dépenses pour les 3 mois suivant cette demande.

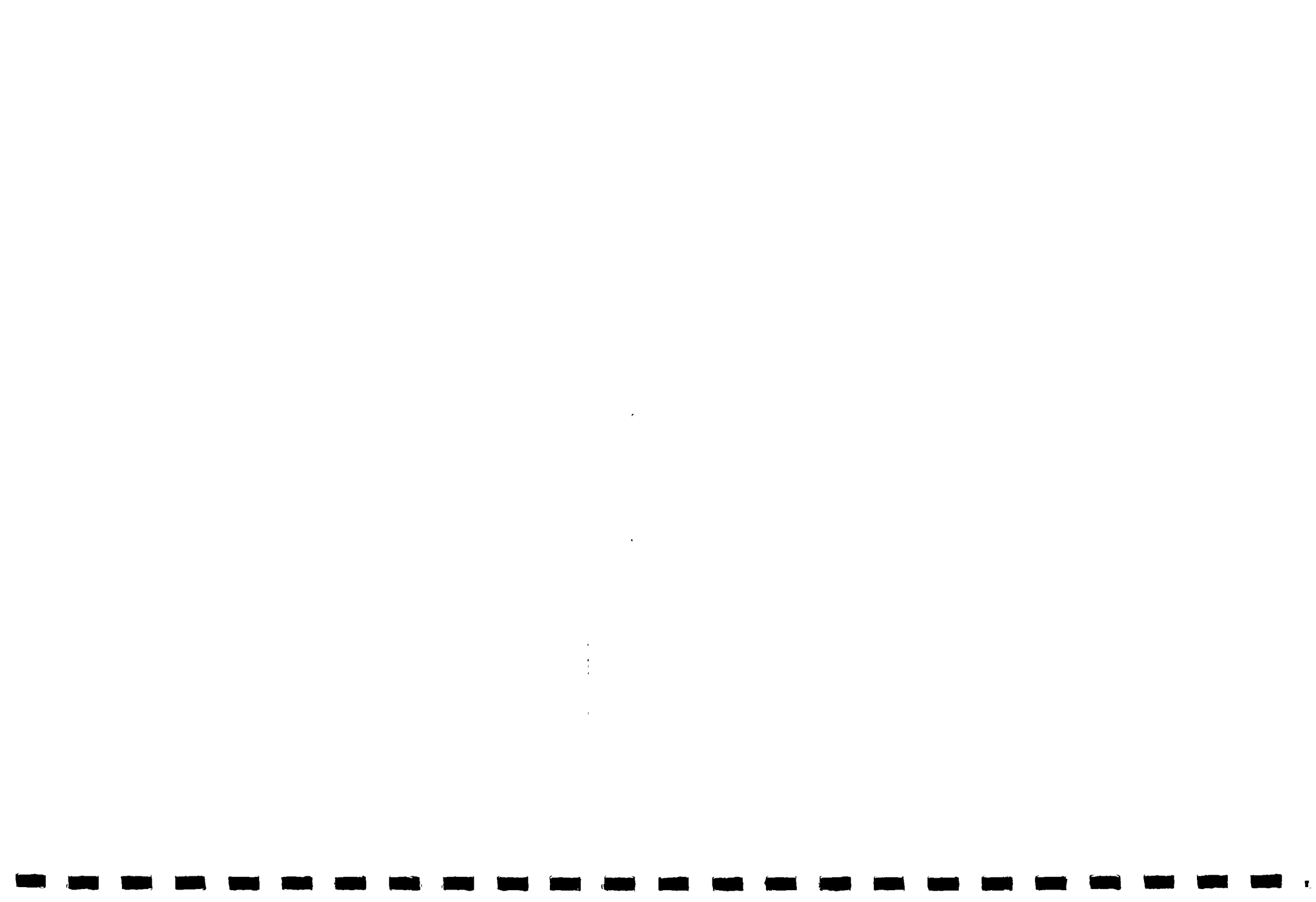
Une avance de démarrage de 30% du montant du contrat sera consentie à l'A.F.V.P. à la signature de ladite convention par les deux partenaires.

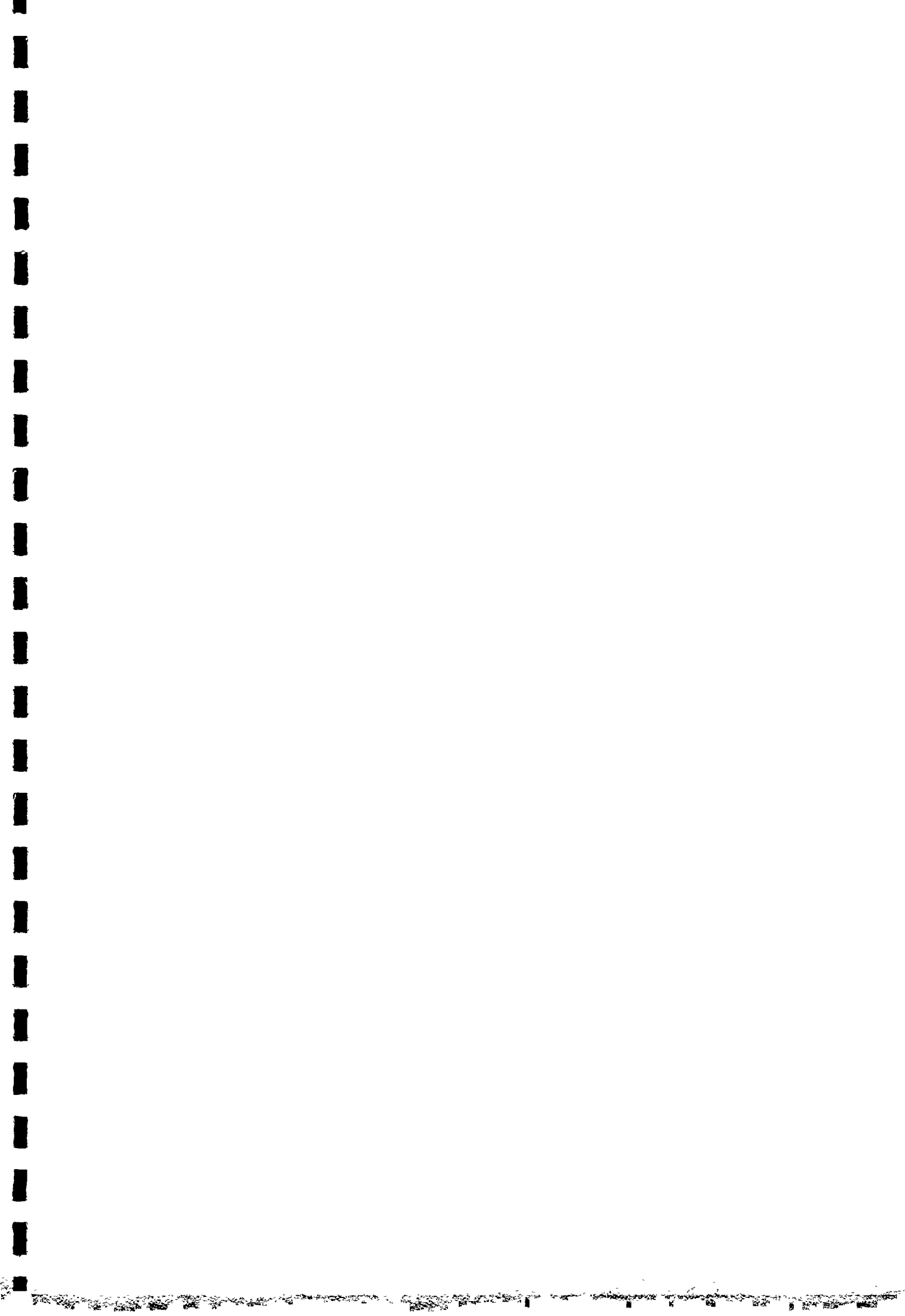
Lu et accepté
LE DÉLEGUÉ A.F.V.P. AU NIGER



Pour la G.T.Z.
LE COORDINATEUR DES PROJETS
HYDRAULIQUES





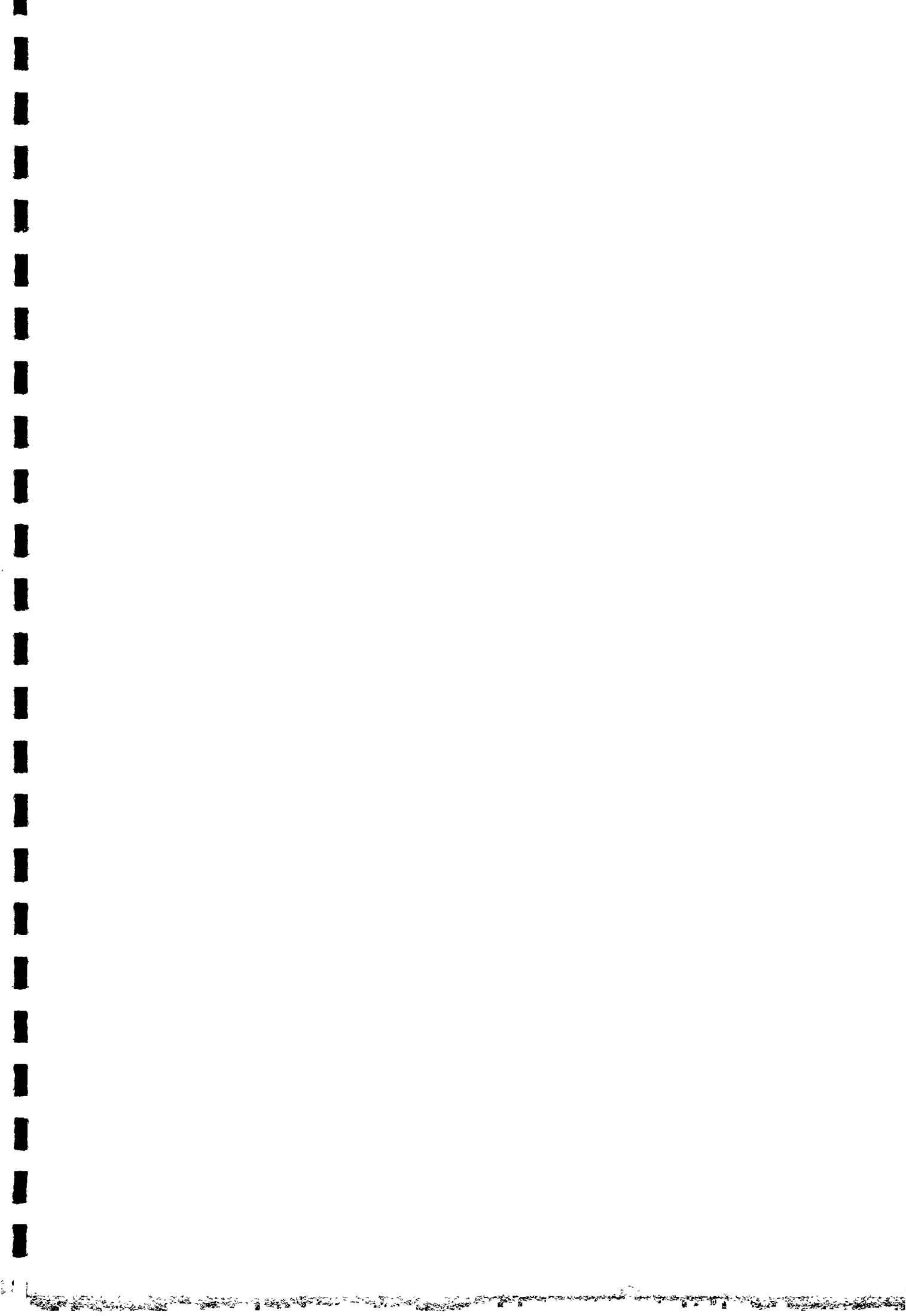




Liste des rapports élaborés par le Chargé du Suivi
sur le terrain, M. P. Vaufreydaz

- (1) Rapport final
(Novembre 1986)
- (2) Rapport intermédiaire de suivi
(Décembre 1985)
- (3) Rapport de fin de phase de pose de pompes
- (4) Compte rendu de suivi no. 3
(Novembre 1985)
- (5) Compte rendu de suivi no. 2
(Septembre 1985)
- (6) Compte rendu de suivi no. 1
(Mai 1985)
- (7) Etat de travaux au 26 février 1985
- (8) Etat d'avancement au 1er juillet 1984







RESULTATS DES ANALYSES DE L'EAU EFFECTUEES DANS LE DEPARTEMENT DE NIAMEY
 AU NIGER , LES 8 ET 9 MAI 1985

Dix échantillons de l'eau provenant de 9 puits et d'un forage dans la zone des essais des pompes à motricité humaine (Projet Banque Mondiale-PNUD-INT/81/026) ont été prélevés et analysés.

Le forage est équipé d'une pompe Bourga et, est situé à proximité de Niamey. Quant aux puits, il s'agit des points d'eau modernes type OFEDES de grand diamètre (1.8m) avec un cuvelage et une margelle en béton (voir photo page 5).

Deux puits n'avaient pas de pompes à main, six ont été équipés avec une pompe India Mark II et une Duba Tropic 7 et un puits avait deux pompes Duba Tropic 7. Cependant, les pompes (quatre) de deux puits ont été en panne. Les villageois ont enlevé les couvertures métalliques de ces deux puits et puisé de l'eau à la façon traditionnelle avec des seaux.

Donc on peut classifier les points d'eau comme suit :

Groupe A : 5 puits avec des pompes à main opérationnelles.

Groupe B : 2 puits avec des pompes à main en panne (puisage avec des seaux):

Groupe C : 2 puits sans pompe.

Groupe D : 1 forage avec pompe à main.

Les résultats sont présentés dans les tableaux de 2 à 5 (pages 8 à 11).

Commentaires

1. Il s'agit de l'eau douce avec des conductivités électriques dans la gamme de 35 à 360 μ S/cm 25° C sauf un échantillon ayant 1320 μ S/cm 25° C. Le pH est environ 6 à l'exception de deux puits avec des pH de 7,1 et 7,3.

Dans tous les cas où on a analysé l'oxygène on a constaté des milieux oxydants avec des teneurs en oxygène dissout entre 1,2 à 4,8 mg/l.

2. Le pH indique que l'eau est corrosive et, contient par conséquent une augmentation en fer. En fait, le contenu en fer varie entre 0.1 et 10mg/l. Le graphique 1 démontre que la source principale de fer est la corrosion car

./...

les puits avec les pompes ont une teneur élevée par rapport aux autres. En plus, l'eau pompée avec les pompes Duba contient plus de fer que celle des pompes India Mark II , dû au fait que les pompes Duba sont équipées avec des tuyaux en fer noir et les pompes India Mark II avec des tuyaux en fer galvanisé (voir tableau 1).

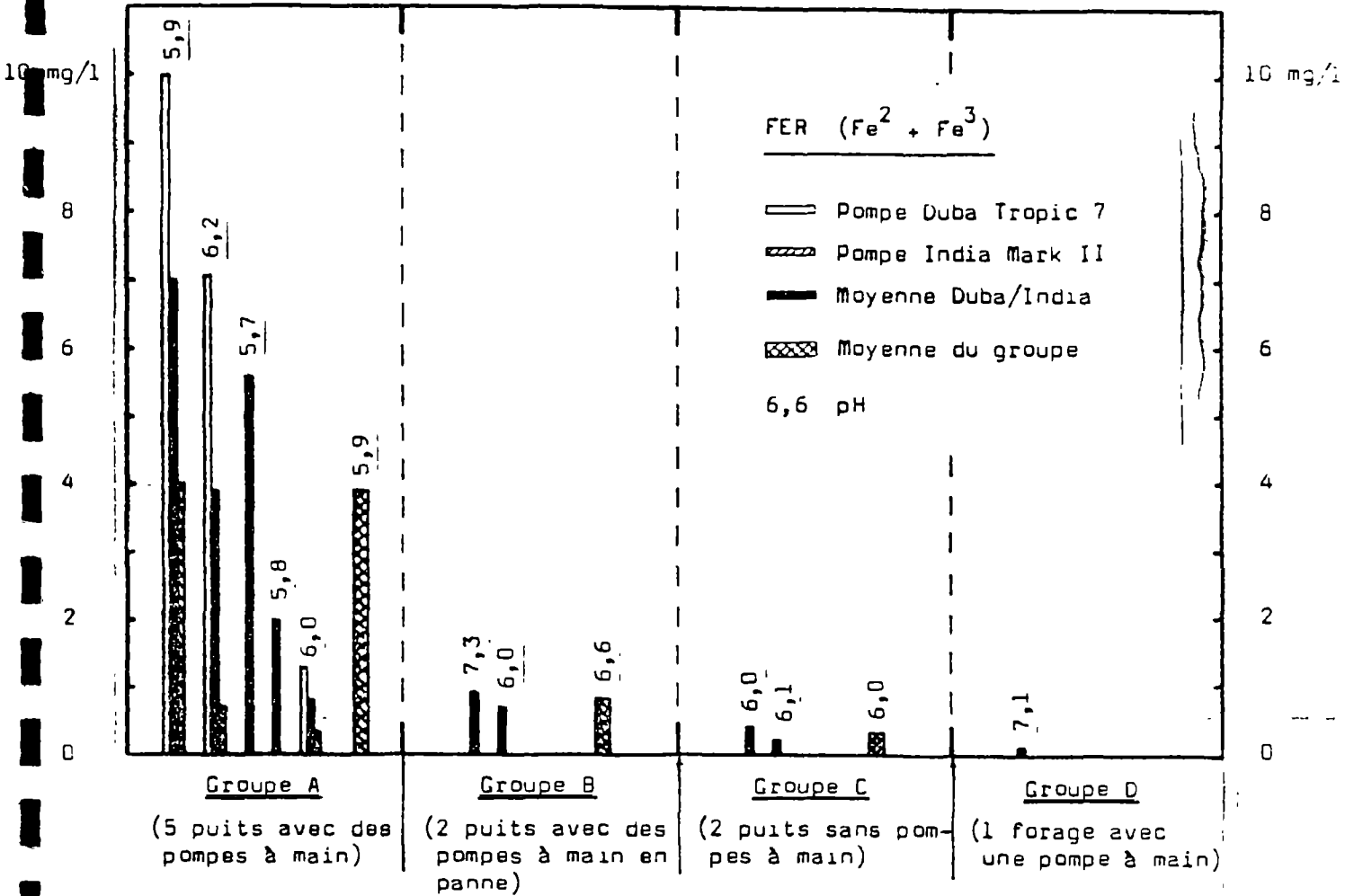
En présentant des résultats relatifs au fer en relation avec la corrosion il faut tenir compte du fait que le contenu du fer peut varier significativement selon la quantité de l'eau pompée par jour. Le plus on pompe le moins de fer on trouve normalement , cela est dû à l'effet du nettoyage du tuyau et du puits. Où cela n'est pas le cas, le matériel corrosif s'accumule dans les tuyaux et dans les puits. Cette situation n'était évidemment pas prédominante dans cette recherche à cause de la pénurie de l'eau pendant la saison sèche.

Tableau 1 : La teneur en fer total de l'eau d'origine des pompes Duba Tropic 7 par rapport aux pompes India Mark II.

| Pompe \ Puits | Boyeye | Samari | Oura Tondi |
|---------------|----------|---------|------------|
| Duba Tropic 7 | 1.3 mg/l | 10 mg/l | 7.1 mg/l |
| India Mark II | 0.3 mg/l | 4 mg/l | 0.7 mg/l |

./...

Graphique 1 : La teneur en fer représentée par les groupes A à D y compris le pH.



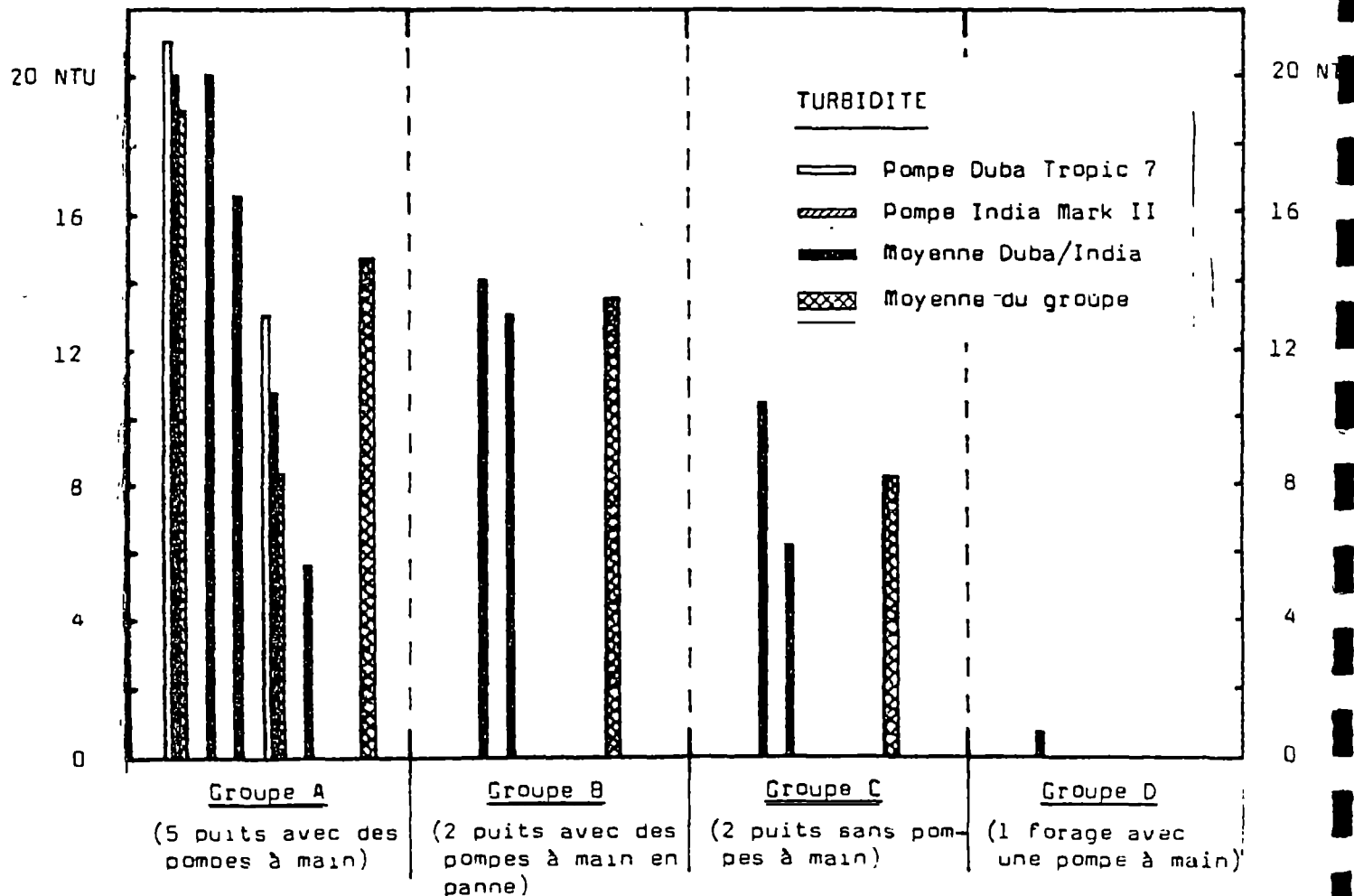
3. Il y a une différence très significative entre la turbidité de l'eau du forage et des puits. En plus, on a constaté que la turbidité des puits sans pompes ainsi que ceux avec des pompes en panne est inférieure aux puits avec des pompes opérationnelles. Cette constatation n'est pas conforme à ce qu'on espérait.

./...

Les raisons principales pour cette situation sont évidemment la corrosion causant une turbidité par les petites particules en fer suspendues dans l'eau et le recoulement de l'eau pompée et gaspillée dans les puits à travers des fissures et trous dans les couvertures.

Un puits a été couvert avec des dalles en béton à peu près une semaine avant la recherche donc était bien étanché. Le fait que ce puits avait la turbidité la plus basse confirme l'hypothèse que l'eau gaspillée et polluée recoulant dans les puits est facteur numéro 1 de la turbidité relativement élevée dans les puits avec des pompes. Les résultats sont présentés dans le graphique 2.

Graphique 2: La turbidité présentée par les groupes A à D.



4. Selon les indicateurs suyvants de la pollution : l'ammonium (NH_4), le nitrite (NO_2) et le nitrate (NO_3) il faut constater que les puits avec les pompes opérationnelles sont significativement plus pollués par rapport aux puits sans pompes et avec des pompes hors service.

Ce résultat n'est plus une surprise compte tenu de ce qui est mentionné sous le point 3. Cela veut dire que, évidemment, le facteur prédominant pour la pollution est le même contribuant pour la plupart à la turbidité : le recoulement de l'eau gaspillée dans les puits. Les résultats sont présentés dans le graphique 3.

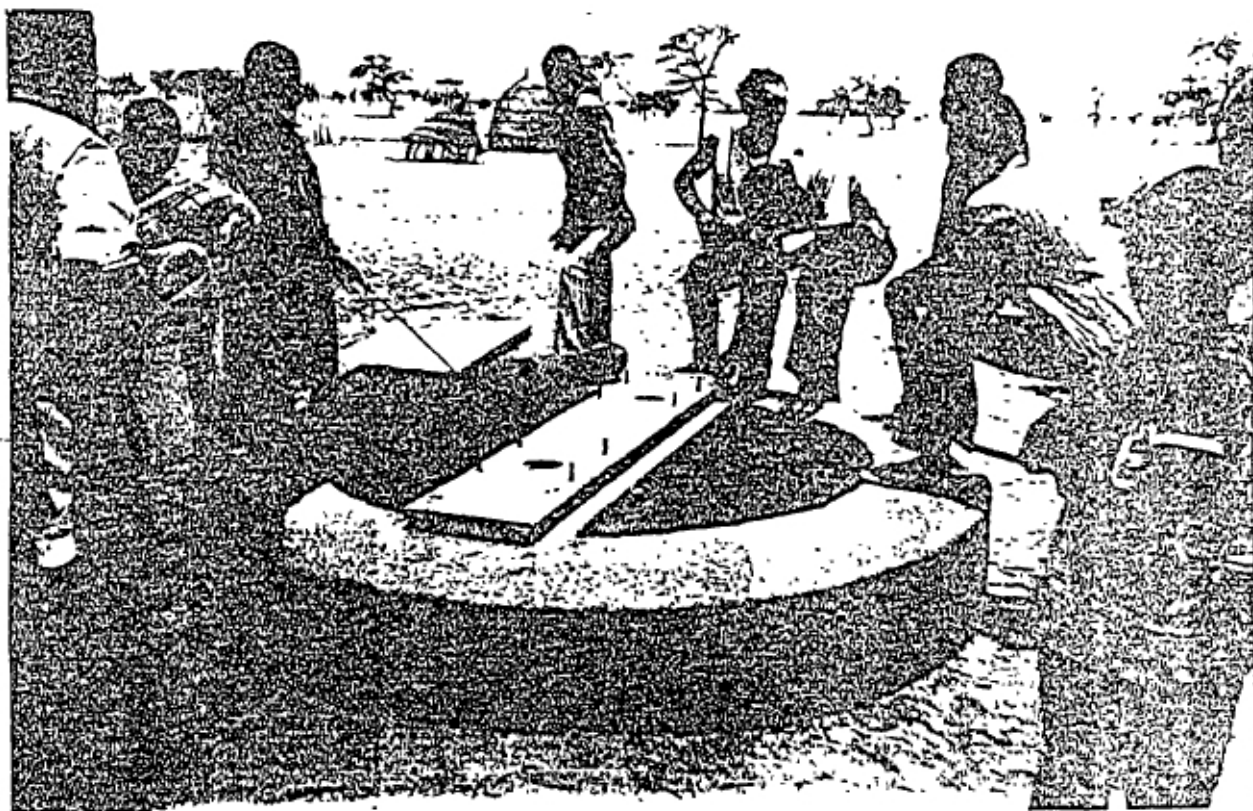


Photo: Un puits typique préparé pour l'installation de deux pompes Duba Tropic 7.

Conclusion

Bien qu'il s'agisse d'une recherche limitée en ce qui concerne le nombre d'analyses nous pouvons en tirer les conclusions suivantes :

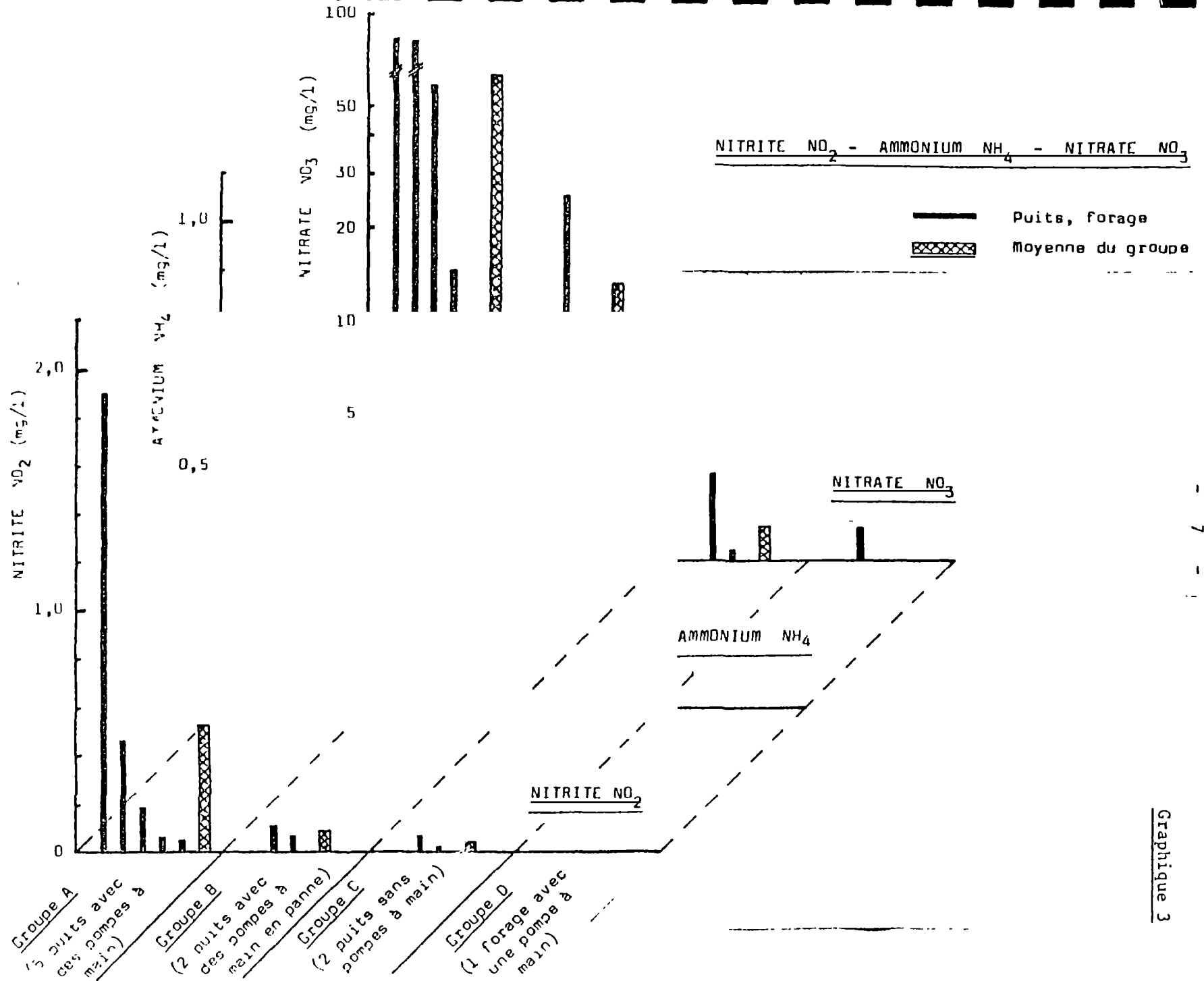
1. L'eau est en général très agressive, cause fondamentale de la corrosion. Dues à la corrosion on trouve des teneurs en fer jusqu'à 10 mg/l. La corrosion n'est pas seulement responsable de l'augmentation du contenu en fer dans l'eau représentant une perturbation au niveau du goût et de la couleur de la lessive et de la nourriture lavée et cuite avec une telle eau; mais aussi des problèmes techniques (cassure des tringles, perforation des tuyaux, etc).

Donc il est indispensable d'analyser l'eau avant de faire le choix du matériel d'exhaure. En tout cas, l'utilisation des tuyaux en fer noir dans un milieu de l'eau souterraine très agressive doit être évité.

2. L'installation des pompes sur des puits de grand diamètre à normalement deux objectifs. Premièrement de faciliter l'exhaure de l'eau et deuxièmement, d'améliorer la qualité de l'eau. Le deuxième point n'a pas été obtenu, au contraire, l'installation des pompes a plutôt diminué la qualité de l'eau.

Donc l'installation des pompes sur des puits doit être effectuée d'une façon propre, cela veut dire que le recoulement de l'eau polluée dans le puits doit être exclue.

La recherche de la qualité de l'eau dans la zone des essais sur le terrain du projet INT/81/026 au Niger sera poursuivie.



Graphique 3

Pays: Niger

Région: Département de Niamey

Date: 8 mai 1985

| Localité | Karyreybangou | Boyeye | Samari |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Numéro de point d'eau | - | - | - |
| Type de point d'eau | Puits | Puits | Puits |
| Remarques | Deux pompes Les deux en panne | Deux pompes (Duba/IM II) | Deux pompes (Duba/IM II) |
| Température (°C) | 31.6 | 30.6 | 31.0 |
| pH | 7.3 | 6.0 | 5.9 |
| Δ pH (pH ₁ - pH ₂) *) | 0.25 | - 1.6 | - 1.8 |
| Conductivité (μ S/cm _{25°C}) | 1320 | 360 | 235 |
| Turbidité (NTU) | 14 | 20 | 21/19 <u>1/</u> |
| Fer Fe ²⁺ + Fe ³⁺ (mg/l) | 0.9 | 1.3/ 0.3 <u>1/</u> | 10 / 4.0 <u>1/</u> |
| Manganèse Mn (mg/l) | 0.82 | 0.05 | 0.02 |
| Zinc Zn (mg/l) | nil | 4.4 | nil |
| Ammonium NH ₄ (mg/l) | 0.8 | 0.38 | 0.46 |
| Nitrit NO ₂ (mg/l) | 0.06 | 0.45 | 0.18 |
| Nitrate NO ₃ (mg/l) | nil | 110 | 60 |
| Dureté (mgCaCO ₃ /l) | 490 | 101 | 17 |
| Alcalinité (mgCaCO ₃ /l) | 295 | 21 | 12 |
| Dureté non-carb. (mgCaCO ₃ /l) | 195 | 70 | 5 |
| Calcium Ca (mgCaCO ₃ /l) | 305 | 64 | 11 |
| Magnésium Mg (mgCaCO ₃ /l) | 185 | 37 | 6 |
| Sodium Na (mg/l) | - | - | - |
| Potassium K (mg/l) | 9.8 | 3.8 | 0.5 |
| Silicium ox. SiO ₂ (mg/l) | - | - | - |
| Sulphate SO ₄ (mg/l) | 380 | 4 | 5 |
| Chloride Cl (mg/l) | 83 | 16 | 15 |
| Fluor F (mg/l) | - | - | - |
| Oxygène O ₂ (mg/l) | 3.3 | 2.7 | 1.2 |
| Gaz carbonique CO ₂ (mg/l) | - | 40 | 46 |
| Niveau statique (m) approx. | 32 | 15 | 22 |

*) Changement de pH après l'addition de la poudre ca. marbre. Une Δ ph négative indique de l'eau corrosive.

1/ Premier chiffre se réfère à la pompe Duba Tropic 7 et le deuxième à la pompe India Mark II.

ANALYSES DE L'EAU

Pays: Niger

Région: Département de Niamey

Date: 8 mai 1985

| Localité | Sissan Samari | Oura Tondi | |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----|
| Numéro de point d'eau | - | - | |
| Type de point d'eau | : Puits | Puits | |
| Remarques | Deux pompes Les deux en panne | Deux pompes (Duba/IM II) | |
| Température (°C) | - | 31.4 | |
| pH | 6.0 | 6.2 | |
| Δ pH (pH ₁ - pH ₂) *) | - | - 1.6 | |
| Conductivité (μ S/cm _{25°C}) | 125 | 335 | |
| Turbidité (NTU) | 13 | 13 / 8,4 | 1/ |
| Fer Fe ²⁺ + Fe ³ (mg/l) | 0.7 | 7.1/0.7 | 1/ |
| Manganèse Mn (mg/l) | nil | 0.04 | |
| Zinc Zn (mg/l) | nil | | |
| Ammonium NH ₄ (mg/l) | 0.3 | 0.35 | |
| Nitrit NO ₂ (mg/l) | 0.11 | 1.9 | |
| Nitrate NO ₃ (mg/l) | 26 | 145 | |
| Dureté (mgCaCO ₃ /l) | 43 | 73 | |
| Alcalinité (mgCaCO ₃ /l) | 22 | 34 | |
| Dureté non-carb. (mgCaCO ₃ /l) | 21 | 39 | |
| Calcium Ca (mgCaCO ₃ /l) | 35 | 41 | |
| Magnésium Mg (mgCaCO ₃ /l) | 8 | 32 | |
| Sodium Na (mg/l) | - | - | |
| Potassium K (mg/l) | 2.4 | 0.3 | |
| Silicium ox. SiO ₂ (mg/l) | - | - | |
| Sulphate SO ₄ (mg/l) | nil | nil | |
| Chloride Cl (mg/l) | 6 | 2 | |
| Fluor F (mg/l) | - | - | |
| Oxygène O ₂ (mg/l) | - | 2.9 | |
| Gaz carbonique CO ₂ (mg/l) | - | 50 | |
| Niveau statique (m) approx. | 29 | 48 | |

* Changement de pH après l'addition de la poudre du marbre. Une Δ pH négative indique de l'eau corrosive.

1/ Premier chiffre se réfère à la pompe Duba Tropic 7 et le deuxième à la pompe India Mark II.

Pays: Niger

Région: Département de Niamey

Date: 9 mai 1985

| Localité | Birni Kolondia | | Kiran Fandou |
|-----------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------|-----------------------------|
| Numéro de point d'eau | - | - | - |
| Type de point d'eau | Puits | Puits | Puits |
| Remarques | Pas de pompe | Deux pompes Duba Couverture en béton | Deux pompes (Duba/IM II) |
| Température (°C) | - | - | 31.3 |
| pH | 6.1 | 5.7 | 5.8 |
| Δ pH (pH ₁ - pH ₂) *) | - | - | - |
| Conductivité (μ S/cm _{25°C}) | 67 | 61 | 35 |
| Turbidité (NTU) | 6.2 | 5.6 | 16.5 |
| Fer Fe ²⁺ + Fe ³⁺ (mg/l) | 0.24 | 5.6 | 2.0 |
| Manganèse Mn (mg/l) | 0.01 | 0.06 | 0.03 |
| Zinc Zn (mg/l) | nil | - | 0.4 |
| Ammonium NH ₄ (mg/l) | 0.16 | 0.43 | 0.34 |
| Nitrite NO ₂ (mg/l) | 0.01 | 0.04 | 0.05 |
| Nitrate NO ₃ (mg/l) | 1 | 15 | 2 |
| Dureté (mgCaCO ₃ /l) | 4.0 | 2.3 | 1.1 |
| Alcalinité (mgCaCO ₃ /l) | 25 | 10 | 7.0 |
| Dureté non-carb. (mgCaCO ₃ /l) | 0 | 0 | 0 |
| Calcium Ca (mgCaCO ₃ /l) | 3.7 | - | 0.9 |
| Magnésium Mg (mgCaCO ₃ /l) | 0.3 | - | 0.2 |
| Sodium Na (mg/l) | - | - | - |
| Potassium K (mg/l) | 1 | 0.4 | 0.5 |
| Silicium ox. SiO ₂ (mg/l) | - | - | - |
| Sulphate SO ₄ (mg/l) | nil | 5 | 5 |
| Chloride Cl (mg/l) | 2.2 | 2 | 2.4 |
| Fluor F (mg/l) | - | - | - |
| Oxygène O ₂ (mg/l) | - | 4.3 | 4.8 |
| Gaz carbonique CO ₂ (mg/l) | - | - | - |
| Niveau statique (m) approx. | - | - | 39 |

*) Changement de pH après l'addition de la poudre de marbre. Une Δ pH négative indique de l'eau corrosive.

Pays: Niger

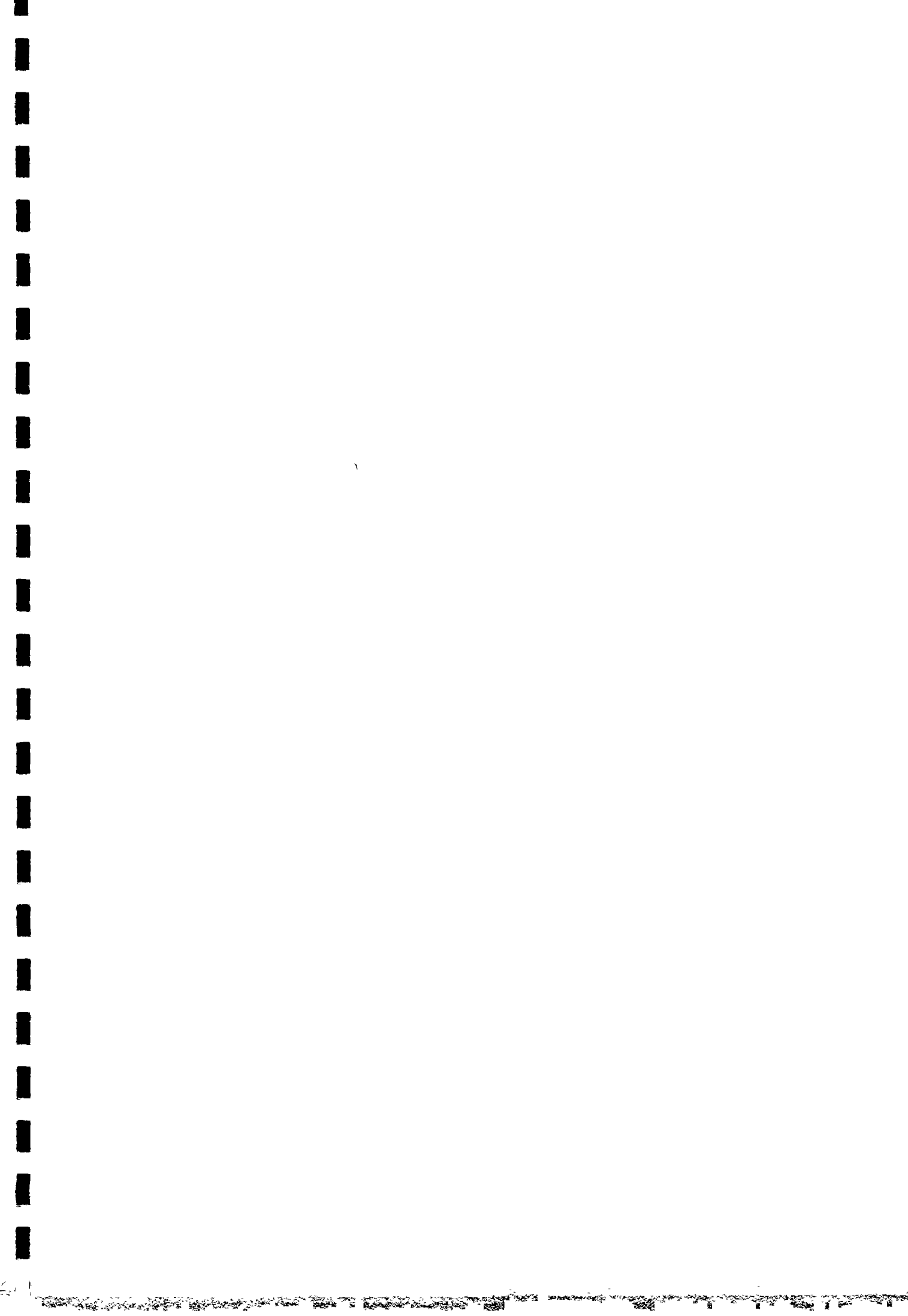
Région: Département de Niamey

Date: 9 mai 1985

| Localité | Ouratondi | Niamey | |
|----------------------------------------------------|--------------|--------------|--|
| Numéro de point d'eau | - | - | |
| Type de point d'eau | Puits | Forage | |
| Remarques | Pas de pompe | Pompe Bourga | |
| Température (°C) | - | 32.4 | |
| pH | 6.0 | 7.1 | |
| Δ pH (pH ₁ - pH ₂) * | - | - | |
| Conductivité (μ S/cm _{25°C}) | 44 | 340 | |
| Turbidité (NTU) | 10.4 | 0.7 | |
| Fer Fe ²⁺ + Fe ³⁺ (mg/l) | 0.4 | 0.1 | |
| Manganèse Mn (mg/l) | 0.03 | nil | |
| Zinc Zn (mg/l) | - | 0.9 | |
| Ammonium NH ₄ (mg/l) | 0.25 | nil | |
| Nitrit NO ₂ (mg/l) | 0.06 | nil | |
| Nitrate NO ₃ (mg/l) | 3 | 2 | |
| Dureté (mgCaCO ₃ /l) | 1.7 | 147 | |
| Alcalinité (mgCaCO ₃ /l) | 11 | 161 | |
| Dureté non-carb. (mgCaCO ₃ /l) | 0 | 0 | |
| Calcium Ca (mgCaCO ₃ /l) | 1.3 | 51 | |
| Magnésium Mg (mgCaCO ₃ /l) | 0.4 | 96 | |
| Sodium Na (mg/l) | - | - | |
| Potassium K (mg/l) | 1.5 | 1.1 | |
| Silicium ox. SiO ₂ (mg/l) | - | - | |
| Sulphate SO ₄ (mg/l) | 4 | 16 | |
| Chloride Cl (mg/l) | 2.6 | 1.4 | |
| Fluor F (mg/l) | - | - | |
| Oxygène O ₂ (mg/l) | - | 2.5 | |
| Gaz carbonique CO ₂ (mg/l) | - | - | |
| Niveau statique (m) approx. | > 50 | - | |

*) Changement du pH après l'addition de la poudre de marbre. Une Δ ph négative indique de l'eau corrosive.







Projet Pompes à Main
PNUD/BIRD-INT/81/026

Essai sur le terrain
au Niger

Résultats du suivi des pompes Tropic 2 et Tropic 3 du Projet belge à Dosso (Niger) en Octobre 1986 et comparaison des résultats avec les données relatives aux pompes Tropic 7 installées et testées dans le cadre de l'essai sur le terrain du projet pompes à main au Niger

1. Généralités

DUBA, le fabricant des pompes Tropic 7, qui sont l'un des modèles de pompes installées dans le cadre de l'essai sur le terrain au Niger du projet pompes à main (PNUD/BIRD-INT/81/026), a eu une réaction assez forte à la lecture du rapport intérimaire préparé en Décembre 1985 par le CME (chargé de l'essai). L'entreprise DUBA a présenté une déclaration très détaillée sur les différents points de son mécontentement concernant les résultats des pompes Tropic 7 contenus dans ledit rapport et l'a adressée au Chargé de Projet pompes à main pour l'Afrique de l'Ouest. Dans cette déclaration, l'entreprise DUBA a prétendu que les résultats relativement mauvais des pompes Tropic 7 testées au cours de l'essai mené au Niger, tels que décrits dans le rapport intérimaire de décembre 1985, étaient surtout dus à une mauvaise installation et à un traitement incorrect de ces pompes. Au lieu d'une discussion entre le Projet pompes à main et le fabricant DUBA, ne s'appuyant que sur les documents produits de part et d'autre, le Chargé du Projet pompes à main a suggéré aux parties impliquées d'entreprendre ensemble une mission, en compagnie d'un représentant du Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement (MHE), au projet belge de Dosso afin de vérifier la performance et la situation des pompes Tropic 2 et Tropic 3 installées dans le cadre de ce projet de façon à pouvoir donner un avis aussi objectif que possible.

Cette proposition a été acceptée, et on espérait que la comparaison entre les pompes Tropic 7 installées dans le cadre de l'essai sur le terrain au Niger (et qui, aux dires de l'entreprise DUBA, avaient été mal installées) et les pompes Tropic 2 et Tropic 3 du Projet belge à Dosso (de toute évidence correctement installées par une entreprise belge), donnerait des résultats satisfaisants et objectifs sur lesquels on pourrait trancher la controverse.

Le projet belge a débuté en mai 1984 et a pris fin en mars 1986. Une seconde phase était prévue, comprenant 100 forages à équiper avec des pompes DUBA.

2. Visite de terrain au Projet belge à Dosso

Le CME du Projet pompes à main a, de concert avec un technicien du MHE, effectué une visite d'une semaine au Projet belge à Dosso en octobre 1986. Cette visite avait pour objectifs de:

- déterminer le débit de refoulement des pompes Tropic 2 et Tropic 3 au rythme de 50 rotations à la minute ;
- mesurer l'usure des bagues de guidage (bague de coulisseau) et le jeu latéral de l'axe des volants ;
- contrôler et décrire la situation générale des pompes et de leur environnement (clôture, drainage, propreté, fixation des pompes, etc.) ;
- collecter les informations sur toutes les interventions faites sur les pompes (défauts, pièces remplacées) ;
- mesurer les forces requises pour le fonctionnement des pompes ;
- tester la qualité de l'eau in situ (pH, conductivité électrique, vérification visuelle de la présence dans l'eau pompée de particules telles que le sable, la rouille, etc...)
- prendre le plus d'échantillons possibles et les faire analyser par l'ONAREM (Office National des Ressources Minières) en fonction des paramètres suivants: Fe total, Zn, Cd, Mn, Pb, Na, K, Ca, Mg.

Le CME avait été instruit d'inspecter le plus de pompes possible installées par les Belges à Dosso, c'est-à-dire 50% du nombre total au minimum. Il a inspecté 50 points d'eau sur 100. La liste des points d'eau étant équipés de pompes Tropic 2 et Tropic 3 est jointe à ce document.

3. Comparaison des conditions entre les zones du Projet pompes à main et du Projet belge

Quelques données de base desdites zones sont présentées dans le tableau ci-dessous, de même que sur les graphiques 1 et 2.

| Données de base | Zone du Projet pompes à main (Dép. Niamey) | Zone du Projet belge à Dosso <u>a/</u> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Type et nombre de puits: - creusés - forages | 20 1 | - 50 |
| Modèles et nombre des pompes à main (profondeur de pompage) : - Tropic 7/75 <u>b/</u> - Tropic 7/60 - Tropic 2/50 - Tropic 3/60 - Tropic 3/50 | 15 (<35 m) 17 (>35 m) - - - | - - 10 (>55 m) 20 (<40 m) 20 (40-55 m) |
| Installation des pompes par: | Equipe du Projet pompe à main | Entreprise belge |
| Age moyen des pompes: | 22,6 mois | 13,7 mois |
| Profondeur moyenne des puits: | 37,1 m | 56,1 m |
| Niveau statique moyen: | 31,8 m | 40,4 m |
| Profondeur de pompage moyenne <u>c/</u> | 31,8 m | 43,8 m |
| Qualité de l'eau (moyenne) - pH - EC | 6,0 180 µS/cm | 5,6 205 µS/cm |
| Type de roche | grès | grès |

- Remarques: a/ Points d'eau visités
b/ Le chiffre après la barre de fraction indique le diamètre du cylindre
c/ Le niveau statique des puits à grand diamètre correspond à peu près à la profondeur de pompage

4. Résultats

Tous les résultats provenant de la visite de terrain à Dosso figurent dans les graphiques 1 à 12 ci-joints. Lorsqu'ils sont significatifs et applicables, les résultats de l'essai sur le terrain sont présentés sur les mêmes graphiques.

5. Commentaires

Il y a quelques points dont on doit tenir compte sur la comparaison des pompes Tropic 7, Tropic 2 et Tropic 3. Premièrement, toutes les pompes Tropic 7 utilisées dans le cadre de l'essai sur le terrain, à l'exception d'une seule, ont été installées sur des puits creusés à grand diamètre (type OFEDES), ayant des assemblages de cylindres situés à une distance de seulement 0,5 à 1 m au dessus du fond du puits. Les pompes de Dosso, par contre, ont été montées sur des forages. En outre, il existe trois différents modèles de pompes Tropic. A propos de la controverse, seule la pompe Tropic 3 (40 pompes) et Tropic 7 (32 pompes) sont comparables. Comme indiqué dans la feuille technique sur les pompes Tropic ci-jointe, la seule différence existant entre ces pompes est le fait que les Tropic 3 ont la possibilité de refoulement en hauteur. En contraste, la pompe Tropic 2 a un mécanisme complètement différent et devrait par conséquent n'être prise en compte que dans la comparaison ayant trait au débit de refoulement, aux pannes et à la qualité de l'eau.

L'âge moyen (depuis l'installation) des pompes est de 23 mois (Tropic 7) et 14 mois (Tropic 2 et Tropic 3).

6. Conclusions

Il n'est pas besoin d'aller dans les détails dans la mesure où les graphiques présentés sont suffisamment parlants. Cependant, trois points doivent être soulignés:

- (i) La fréquence des défauts des pompes Tropic 7 (75 et 60 mm cylindres) et Tropic 2 et 3 est de la même magnitude. Le taux de défauts (réparations) des pompes Tropic 2 et Tropic 3 était 1,6 par pompe par an pour la première année de fonctionnement, pendant que ce chiffre pour la pompe Tropic 7 s'élevait à 1,8 pour les deux premières années.

En outre, il n'existe pas de différence significative entre les pompes Tropic 7 utilisées lors de l'essai et les pompes Tropic 3 utilisées dans le cadre du Projet belge à Dosso, en termes d'usure des bagues de guidage et du jeu axial des volants.

Concernant l'usure des bagues de guidage, il est important de noter que les pompes Tropic 7 étaient utilisées plus longtemps (23 mois) que les pompes Tropic 3 (14 mois) et qu'on a utilisé des bagues de fabrication locale ou venant de la ferraille, évidemment d'une qualité inférieure aux bagues d'origine. En effet, il y a un groupe de pompe Tropic 7 (8) présentant une usure des bagues très élevée. En plus, une fois que l'usure a dépassé un certain degré, elle ne se déroule certainement plus proportionnellement à l'utilisation des pompes en raison du jeu entre les bagues et les aiguilles causant un "battage". Pour tenir compte de cette situation, nous n'avons considéré que des usures de bagues jusqu'à 4 mm correspondant à peu près à l'épaisseur des bagues pour la comparaison de l'usure des bagues entre les Tropic 7 et Tropic 3.

Sur cette base, nous avons constaté une usure moyenne des bagues sur les Tropic 7 de 1,0 mm par an (9 échantillons) par rapport à 0.7 mm/an (37 échantillons) sur les pompes Tropic 3.

En outre, le pourcentage élevé des pompes Tropic 3 montrant une teneur élevée en fer peut être considéré comme un indicateur d'une faible utilisation de ces pompes (le fer s'accumule à l'intérieur de la colonne et du forage, si la pompe est peu utilisée) qui, évidemment, aurait un impact significatif sur l'usure des bagues de guidage. 42% des forages (19 échantillons) équipés de pompes Tropic 2 et Tropic 3 à Dosso ayant été objet de suivi contenaient plus de 5 mg/l de fer total par rapport à 5% des pompes Tropic 7 testées dans le cadre de l'essai pompes à main (20 échantillons).

Nous avons conscience du fait que cette comparaison n'a qu'une valeur indicative. Cependant, tenir compte du fait qu'il y avait une pompe Tropic 3 présentant une usure de la bague de plus de 5 mm et qu'une bague avait été remplacée moins de 15 mois après l'installation (village Moussadey, IRH 21730) doivent suffisamment démontrer que l'usure des bagues de guidage existe aussi dans le projet belge à Dosso et donc ne peut résulter d'une mauvaise installation et/ou d'un mauvais traitement des dites pompes.

En effet, nous attribuons plutôt l'usure rapide des bagues de guidage à la poussière, faite de fines particules de quartz, que l'on peut trouver sur toute la tête des pompes Tropic 7 et qui proviennent de toute évidence de l'Harmattan. Cette hypothèse est fondée non seulement sur le fait que les particules en quartz se trouvent sur l'ensemble du mécanisme des pompes Tropic, qui est mal protégé contre la poussière de l'Harmattan, mais également sur le fait que des stries longitudinales sont perceptibles à l'oeil nu à l'intérieur des bagues de guidage usées.

D'autre part, il n'y a de toute évidence aucune relation entre l'âge des pompes et le jeu axial des volants. En outre, ce paramètre joue même en défaveur des pompes Tropic 3, dont le jeu moyen s'élevait à 3,5 mm/an par rapport à 2 mm/an pour les pompes Tropic 7.

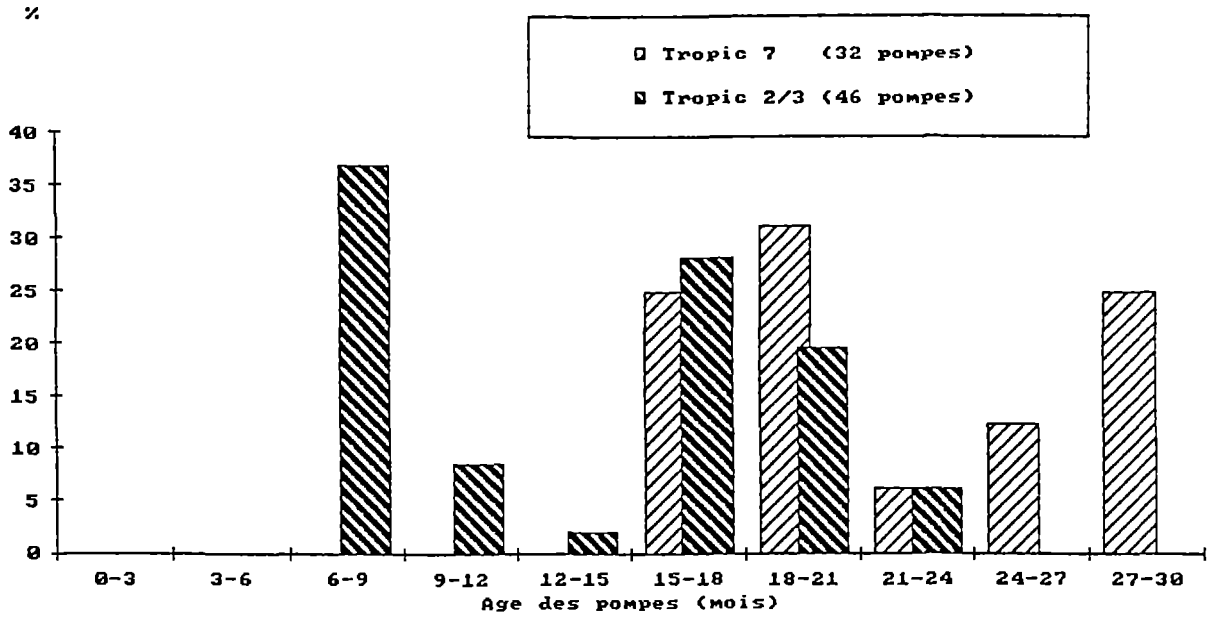
Par conséquent, nous ne partageons pas l'opinion de l'entreprise DUBA selon laquelle l'usure apparente des bagues de guidage et le jeu axial des volants notés dans les pompes Tropic 7 au cours de l'essai au Niger ont pour principale cause une installation incorrecte et un mauvais traitement des pompes Tropic 7.

- (ii) Au cours de l'inspection des pompes, il a été noté que seul une sur quatre (25%) fonctionnait correctement, six mois seulement après l'achèvement du projet (première phase). Il faut rappeler également qu'il s'agissait des pompes Tropic 2 et Tropic 3 dont l'âge moyen était de 14 mois. Cela est assurément une preuve éclatante du mauvais fonctionnement du système d'entretien mis en place.
- (iii) Les analyses de l'eau sur le fer montrent très clairement les conséquences de la corrosion. Les résultats des analyses de la qualité de l'eau menées en juin 1986 révèlent clairement la différence entre les pompes à main équipées de composantes souterraines non-résistantes à la corrosion (cas des pompes Tropic) et celles dont les composantes souterraines résistent à la corrosion (cas des pompes Vergnet ; voir feuille jointe).

Pièces jointes : 1 Graphique 1 à 12

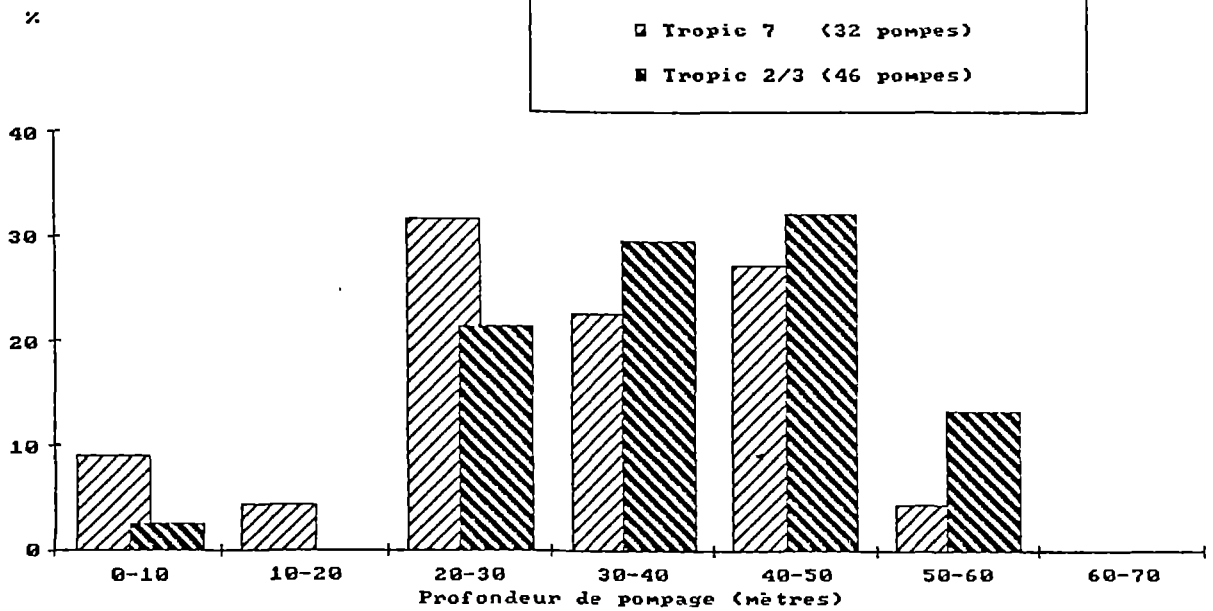
- 2 Liste des pompes inspectées dans la zone du Projet belge à Dosso
- 3 Résultats des analyses de l'eau prélevée dans la zone de Dosso
- 4 Résultats des analyses de l'eau faites par ONAREM sur 19 échantillons pris au cours de la visite sur le terrain à Dosso en octobre 1986
- 5 Fiche technique sur les pompes Tropic.

Graphique 1



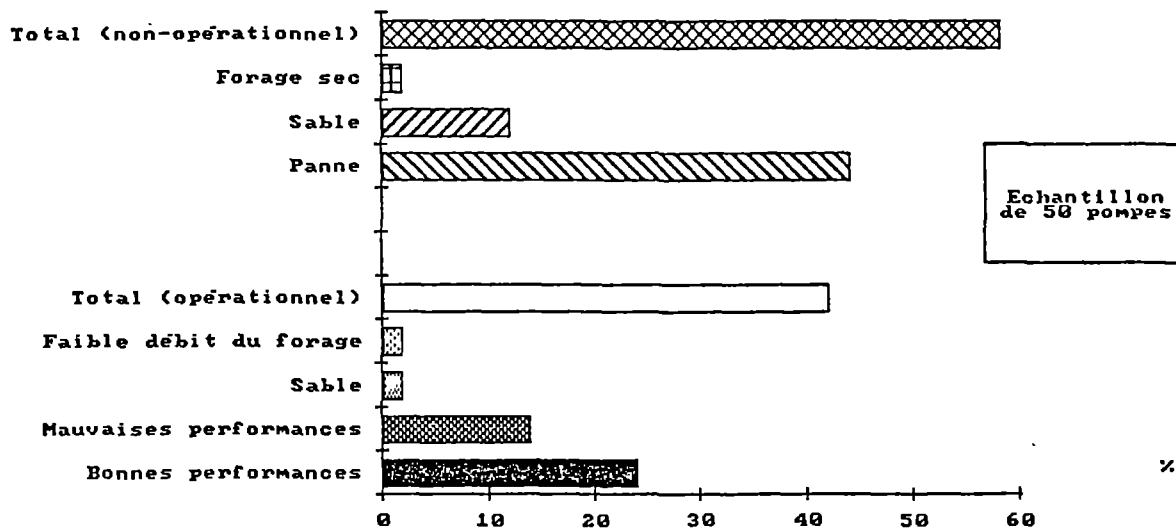
Graphique 2

Distribution de la fréquence des profondeurs de pompage des pompes Tropic 7 et Tropic 2/3



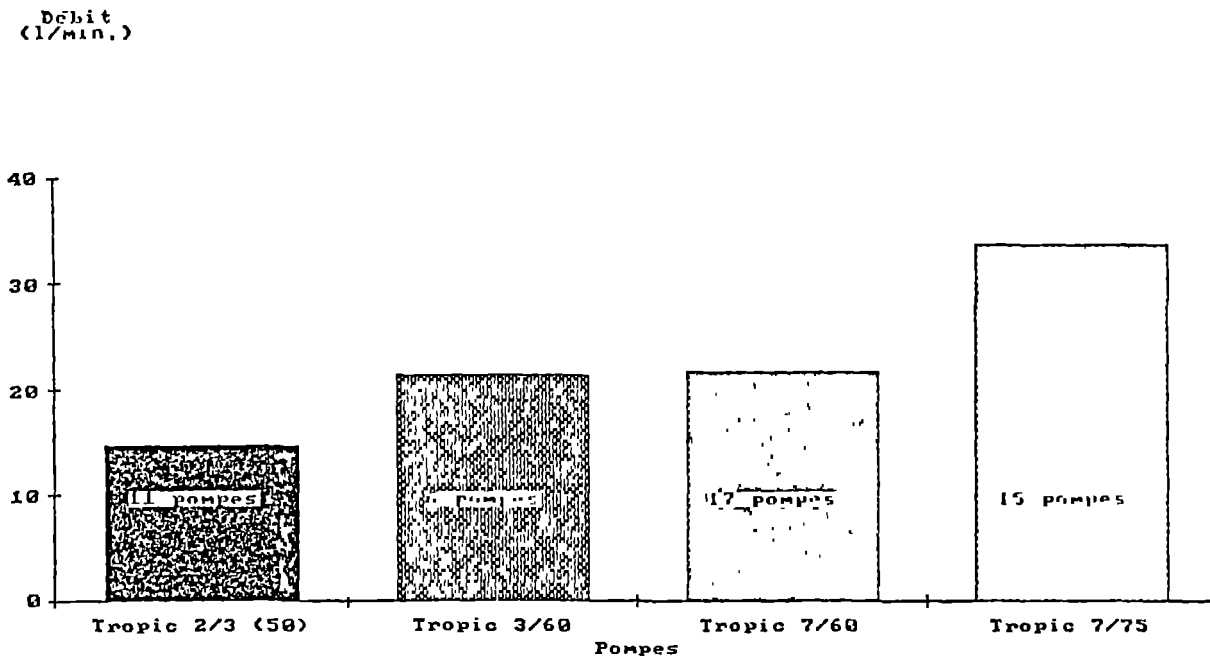
Graphique 3

Etat des pompes Tropic 2 et Tropic 3, lors du suivi en Octobre 1986.



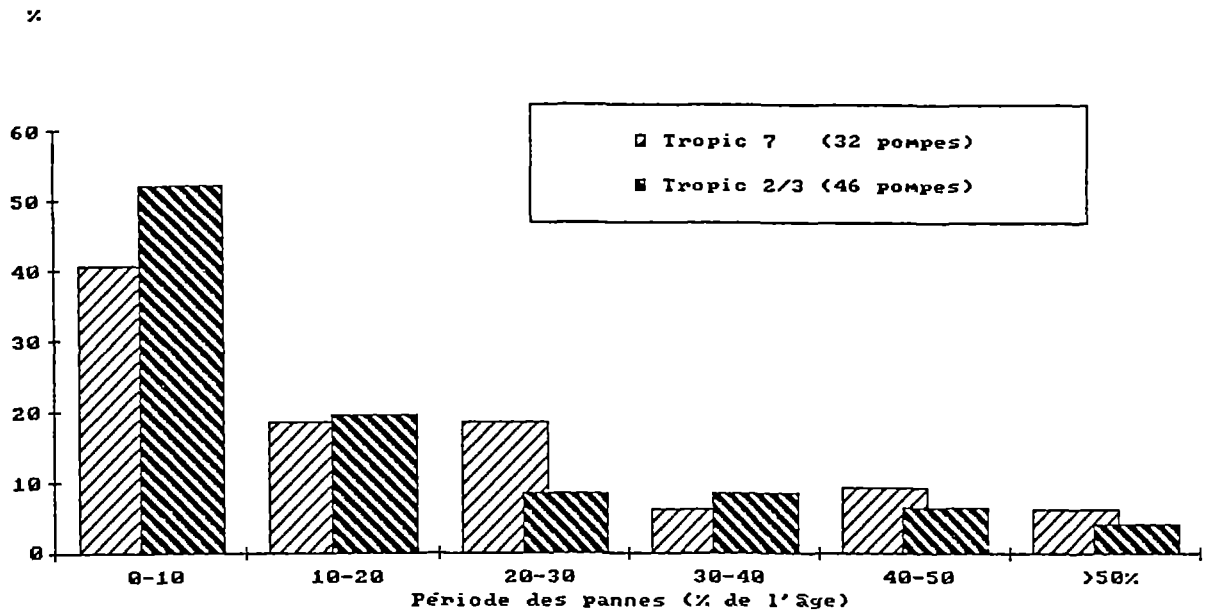
Graphique 4

Débits de refoulement des pompes Tropic (à 50 rotations par minutes)



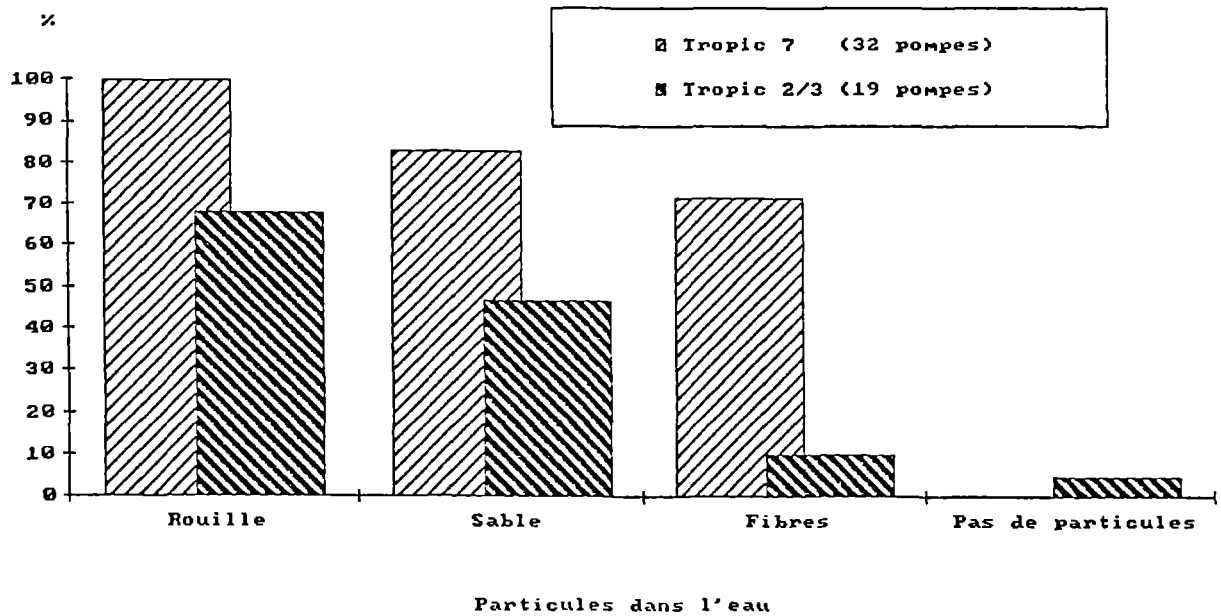
Graphique 5

Distribution de la fréquence et durée des périodes de pannes des pompes Tropic 7 et Tropic 2/3



Graphique 6

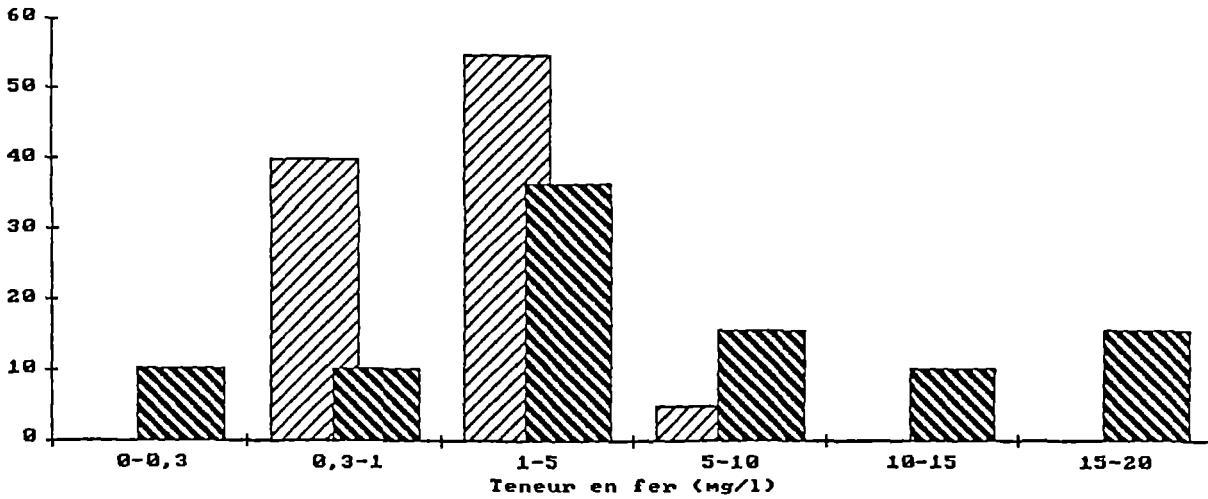
Particules contenues dans l'eau pompée avec les pompes Tropic 7 et Tropic 2/3



Graphique 7

Teneur en fer (Fe total)

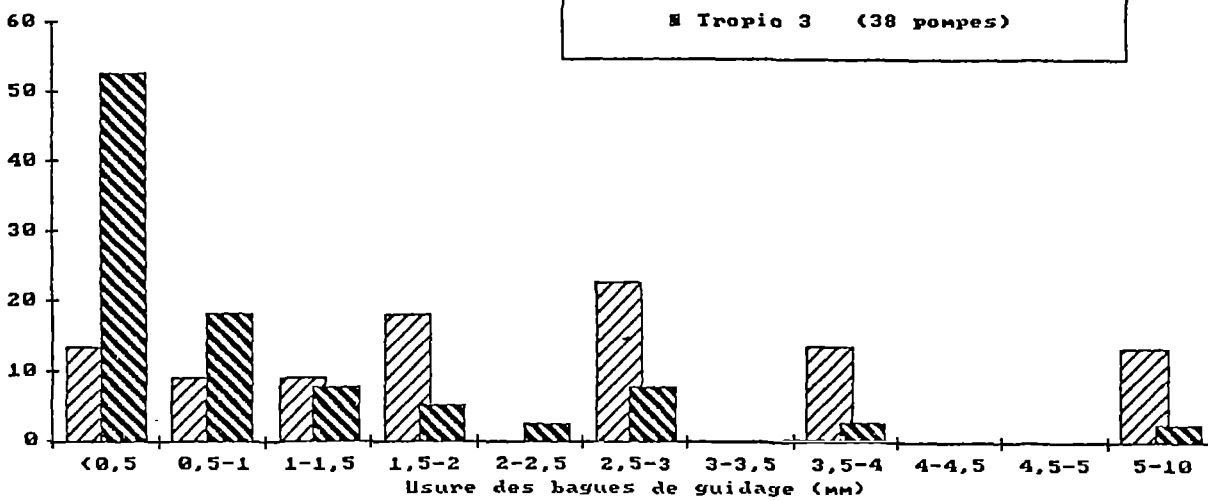
▨ Tropic 7 (11 pompes)
 ▩ Tropic 2/3 (19 pompes)



Graphique 8

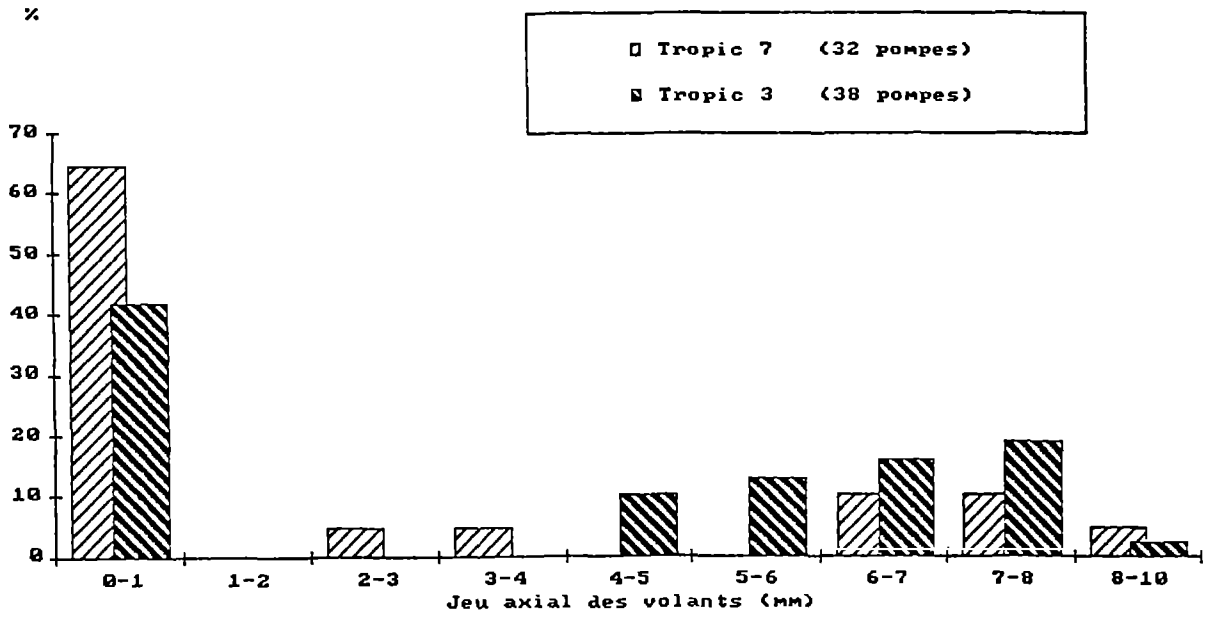
Distribution de la fréquence de l'usure des bagues de guidages des pompes Tropic 7 et Tropic 3

▨ Tropic 7 (32 pompes)
 ▩ Tropic 3 (38 pompes)



Graphique 9

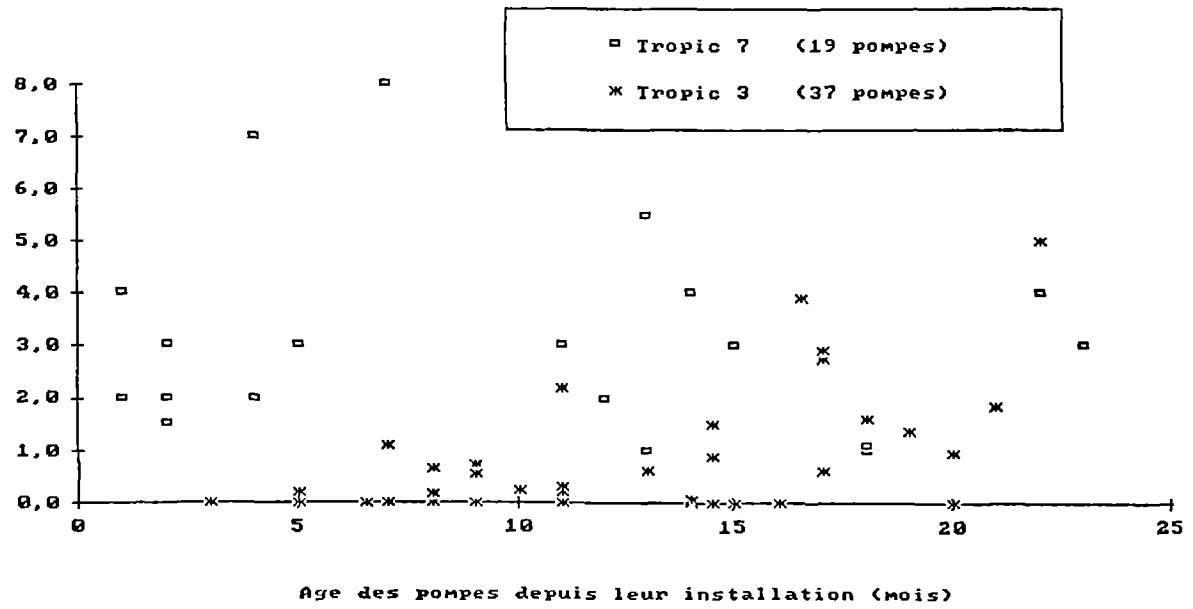
Distribution de la fréquence du jeu axial des volants des pompes Tropic 7 et Tropic 3



Graphique 10

Usure des bagues de guidage des pompes Tropic 7 et Tropic 3 en fonction du temps écoulé depuis leur installation.

Usure des bagues de guidage (mm)

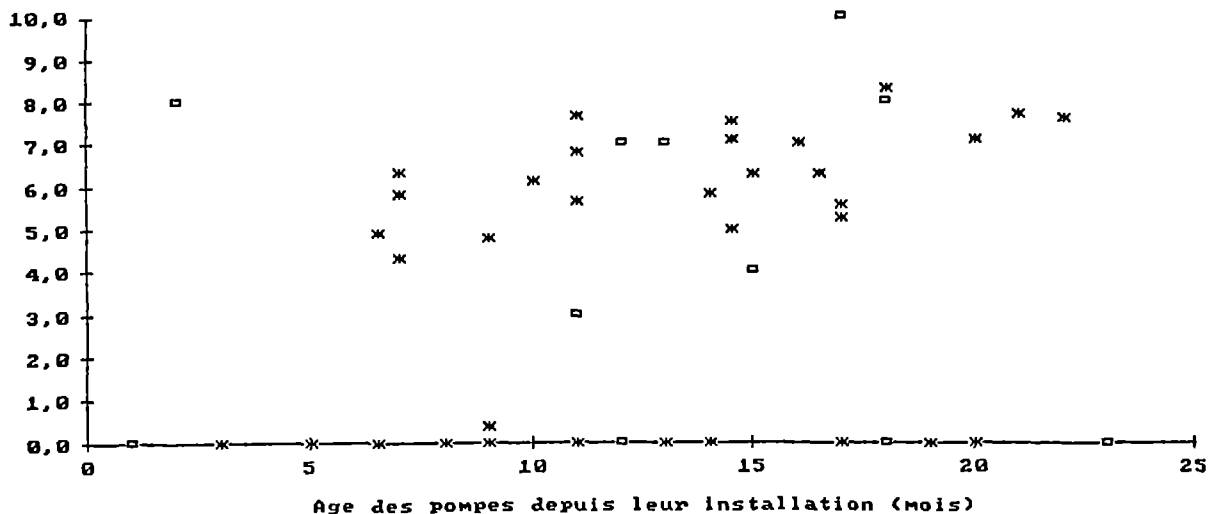


Graphique 11

Jeu axial des volants des pompes Tropic 7 et Tropic 3 en fonction du temps écoulé depuis leur installation.

Jeu axial des volants (mm)

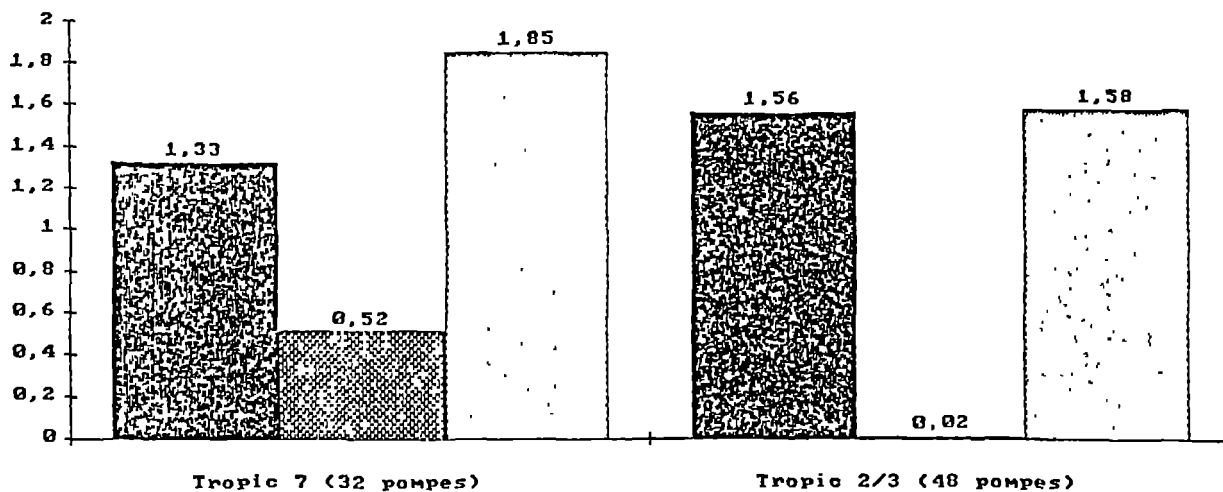
□ Tropic 7 (20 pompes)
* Tropic 3 (38 pompes)



Graphique 12

Taux de défauts des pompes Tropic (pannes par pompes par an)

Taux de défauts



■ Pannes □ Mauvais fonctionnement ▨ Total défauts

Liste des pompes inspectées dans la Zone
du Projet belge à Dosso

| NOM VILLAGE | N° IRH | POMPE |
|-----------------------|-----------|----------------------|
| Moussadey | 21730 | Tropic III - Ø 50 mm |
| Bamey | 21732 | Tropic III - Ø 60 mm |
| Sokorbey Est | 21733 | Tropic III - Ø 60 mm |
| Sokorbey West | 21734 | Tropic III - Ø 60 mm |
| Baziga | 21735 | Tropic III - Ø 60 mm |
| Loutou Koara | 21736 | Tropic III - Ø 50 mm |
| Sargadji 1 | 21739 | Tropic III - Ø 50 mm |
| Sargadji 2 | 21740 | Tropic III - Ø 60 mm |
| Bouki | 21 741 | Tropic III - Ø 60 mm |
| Moussadey N | 21742 | Tropic III - Ø 50 mm |
| Tchedam | 21748 | Tropic II - Ø 50 mm |
| Tombomagori | 21749 | Tropic III - Ø 50 mm |
| Tiada | 21758 | Tropic III - Ø 60 mm |
| Becheme | 21759 | Tropic III - Ø 60 mm |
| Zaziatou | 21760 | Tropic III - Ø 60 mm |
| Angoal Dutch | 21761 | Tropic III - Ø 60 mm |
| Gidadame | 21762 | Tropic III - Ø 50 mm |
| Angoal Magazi | 21763 | Tropic III - Ø 50 mm |
| Beye Beye | 21764 | Tropic III - Ø 60 mm |
| Beri-Beri | 21767 | Tropic III - Ø 60 mm |
| Beri-Beri-Koukaou-Kou | 21768 | Tropic III - Ø 50 mm |
| Lido | 21769 | Tropic III - Ø 50 mm |
| Fada 1 | 21770 | Tropic III - Ø 50 mm |
| Fada 2 | 21771 | Tropic II - Ø 50 mm |

.../...

| NOM VILLAGE | N° IRH | POMPE |
|---------------------|-----------|----------------------|
| Gecheme | 21772 | Tropic III - Ø 60 mm |
| Tioubi | 07878 | Tropic III - Ø 60 mm |
| Maje | 21773 | Tropic II - Ø 50 mm |
| Samia (Katarma) | 21774 | Tropic III - Ø 50 mm |
| Kadidi | 21776 | Tropic III - Ø 50 mm |
| Salkam | 21777 | Tropic II - Ø 50 mm |
| Dankiandou | 21779 | Tropic III - Ø 50 mm |
| Gade-Koara | 21780 | Tropic III - Ø 50 mm |
| Tibo-Kaina | 21783 | Tropic III - Ø 60 mm |
| Bangoufada | 21784 | Tropic III - Ø 60 mm |
| Marafa-Koara | 21785 | Tropic III - Ø 60 mm |
| Bahanideye | 21786 | Tropic III - Ø 60 mm |
| Barwadeye | 21787 | Tropic III - Ø 50 mm |
| Bosseye | 21788 | Tropic III - Ø 50 mm |
| Seneye | 21789 | Tropic III - Ø 50 mm |
| Kobe Gateri | 21790 | Tropic III - Ø 50 mm |
| Deytegui Yeni Koara | 21817 | Tropic III - Ø 50 mm |
| Koberi Bani Koubey | 21818 | Tropic III - Ø 60mm |
| Koberi Garba | 21819 | Tropic III - Ø 60 mm |
| Deriki | 21820 | Tropic II - Ø 50 mm |
| Tiolin | 21824 | Tropic II - Ø 50 mm |
| Singuinede | 21825 | Tropic II - Ø 50 mm |
| Zanga Koara | 21826 | Tropic III - Ø 50 mm |
| Téléguinedekoye | 21827 | Tropic II - Ø 50 mm |
| Kobe Azia | 21828 | Tropic II - Ø 50 mm |
| Kotifafa | 21829 | Tropic II - Ø 50 mm |

Résultats des analyses de l'eau des échantillons prélevés le 3 Juin 1986
dans la zone du projet belge à Dosso

1. Résultats

1.1 Tioubi

| | |
|---------------------------------------------------------|---------------|
| No. de points d'eau : | 07878 |
| Type de pompe : | DUBA Tropic 3 |
| Date d'installation : | 1/2/85 |
| pH | 7.4 |
| Conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{cm}$) 25° | 11 13 |
| Fer total (mg/l) | 7,4 |
| Zinc (mg/l) | 0.53 |

1.2 Goberi

| | |
|---------------------------------------------------------|---------------|
| No. de points d'eau : | 21813 |
| Type de pompe : | DUBA Tropic 3 |
| Date d'installation : | 15/2/86 |
| pH | 5.2 |
| Conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{cm}$) 25° | 28 |
| Fer total (mg/l) | 0.34 |
| Zinc (mg/l) | 0.24 |

1.3 Bomboni

| | |
|---------------------------------------------------------|---------------|
| No. de points d'eau : | 21815 |
| Type de pompe : | DUBA Tropic 3 |
| Date d'installation | 16/2/86 |
| pH | 6.0 |
| Conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{cm}$) 25° | 95 |
| Fer total (mg/l) | 5.1 |
| Zinc (mg/l) | 1.9 |

.../...

1.4 Gonoubi

| | |
|---------------------------------------------------------|---------|
| No. de points d'eau : | 20548 |
| Type de pompe : | Vergnet |
| Date d'installation | - |
| pH | 5.2 |
| Conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{cm}$) 25° | 20 |
| Fer total (mg/l) | 0.02 |
| Zinc (mg/l) | p.d. *) |

1.5 Sourgourou

| | |
|---------------------------------------------------------|---------------------|
| No. de points d'eau : | puits traditionnels |
| Type de pompe : | - |
| Date d'installation | - |
| pH | 6.0 |
| Conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{cm}$) 25° | 208 |
| Fer total (mg/l) | 0.08 |
| Zinc (mg/l) | p.d. |

*) pas déterminable avec la méthode appliquée.

2. Remarques

- Le pH et la conductivité ont été mesurés in situ pendant que les teneurs en fer et en Zinc ont été déterminées le soir du jour même du prélèvement. Les échantillons ont été conservés par addition de l'acide nitrique.
- A l'exception du premier échantillon (Tioubi) le pH est très bas (5.2 à 6.0) ainsi que la conductivité électrique qui est dans la gamme de 20 à 208 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (25°C).
- Les échantillons venant des puits équipés de pompes DUBA présentent des teneurs en fer et zinc élevées évidemment dues à la corrosion. La teneur en ces deux ingrédients peut varier très nettement en fonction de l'utilisation des pompes et de l'heure du prélèvement des échantillons. Cela est relié respectivement à l'effet d'accumulation des produits de corrosion et à l'enlèvement dû à l'utilisation de la pompe. (voir les graphiques ci-jointes).
- Les variations de la teneur en fer peuvent aussi avoir un impact non négligeable sur la conductivité électrique comme l'exemple dans l'annexe le montre. Cela peut être une raison par le fait qu'on a constaté des différences entre quelques résultats mesurés dans le cadre du projet belge et ceux présentés ci-dessus.



LABORATOIRE DE L'ONAREM

RAPPORT D'ANALYSE

PROJET: PNUD/BIRD-INT/81/026

DATE: 30 OCTOBRE 198

NOTES:

Les résultats des éléments sont exprimés en mg/l. Tous les résultats de Cd et Pb sont respectivement inférieurs à 0.02 mg/l et 0.2 mg/l. Les valeurs "0.0" de Mn sont inférieures à 0.1 mg/l. L'échantillon n°2 contient un dépôt de boue.

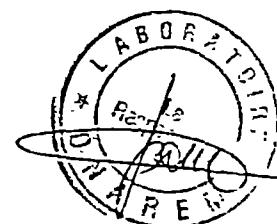
RE FICHER: AFVF

0 = non détecté, -1 = non déterminé.

| CODE | RESULTATS DES ELEMENTS ANALYSES | | | | | | |
|------|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|
| | Fe | Zn | Cd | Mn | Pb | Na | K |
| 2 | 15.1 | 1.8 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 7.5 | 0.6 |
| 5 | 10.3 | 0.8 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 5.8 | 0.2 |
| 6 | 4.5 | 0.6 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 7.7 | 5.0 |
| 15 | 0.4 | 1.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.2 | 0.2 |
| 18 | 3.4 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.8 | 0.9 |
| 20 | 10.1 | 3.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 2.3 | 0.4 |
| 21 | 19.1 | 1.5 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 1.6 | 0.2 |
| 22 | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.0 | 0.2 |
| 23 | 2.8 | 1.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.0 | 8.0 |
| 31 | 5.3 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.4 | 0.2 |
| 35 | 1.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.3 | 0.1 |
| 39 | 16.1 | 3.8 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 9.1 | 10.1 |
| 40 | 4.8 | 0.2 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 6.0 | 7.0 |
| 45 | 4.2 | 0.2 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 46.1 | 7.0 |
| 46 | 1.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.2 | 0.1 |
| 47 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 0.1 |
| 48 | 8.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.3 |
| 49 | 3.5 | 9.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.5 | 0.2 |
| 51 | 6.1 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.4 | 0.1 |

NOMBRE D'ECHANTILLONS ANALYSES 19

Codes des villages voir pièce jointe 4 (4)



LABORATOIRE DE L'ONAREM

RAPPORT D'ANALYSE

PROJET: PNUD/BIRD-INT/81/026

DATE: 30 OCTOBRE 1986

NOTES: ppm = mg/l. // * = conductivité. // pH et conductivité ont été mesurés
 sur le terrain.

REF/FICHER: AF

Limites inférieures des déterminations en ppm: Na = 0.1, K = 0.1, Ca = 0.1, Mg = 0.1, Fe = 0.1, HCO₃ = 1, SO₄ = 1, Cl = 1,
 NO₂ = 0.01, SiO₂ = 1, Mn = 0.01, Al = 0.1, NO₃ = 1, PO₄ = 1.

0=non détecté, -1= non déterminé

| ELEMENTS | RESULTATS DES ECHANTILLONS ANALYSES | | | | | | | |
|----------|-------------------------------------|------|-------|------|------|-------|------|------|
| | 2 | 5 | 6 | 15 | 18 | 20 | 21 | 22 |
| Ca. g/l | 25.0 | 2.0 | 45.0 | 2.3 | 2.2 | 25.0 | 1.9 | 7.7 |
| Mg. ppm | 3.0 | 5.0 | 7.0 | 6.0 | 5.0 | 115.0 | 4.5 | 8.5 |
| pH | 6.7 | 5.9 | 5.0 | 5.9 | 6.0 | 6.3 | 6.4 | 4.8 |
| σ | 164.0 | 98.0 | 302.0 | 32.0 | 52.7 | 112.0 | 65.0 | 89.0 |

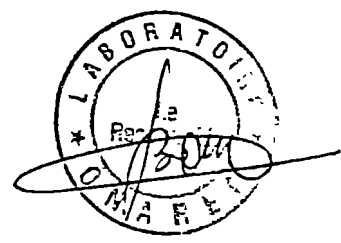
SUITE: PNUD/BIRD-INT/81/026
 30 OCTOBRE 1986

| | | | | | | | | |
|---------|-------|------|------|-------|-------|--------|------|------|
| | 23 | 31 | 35 | 39 | 40 | 45 | 46 | 47 |
| Ca. ppm | 40.0 | 2.8 | 1.3 | 66.0 | 35.0 | 165.0 | 1.0 | 2.4 |
| Mg. ppm | 10.0 | 6.0 | 5.5 | 12.0 | 5.0 | 30.0 | 4.5 | 5.0 |
| pH | 5.4 | 5.5 | 4.7 | 5.6 | 5.2 | 4.6 | 5.3 | 4.3 |
| σ | 321.0 | 42.0 | 20.0 | 424.0 | 298.0 | 1215.0 | 43.0 | 47.0 |

SUITE: PNUD/BIRD-INT.81/026
30 OCTOBRE 1986

| | 48 | 49 | 51 |
|---------|------|------|------|
| Ca, ppm | 1.0 | 1.8 | 1.8 |
| Mg, ppm | 4.5 | 4.5 | 5.5 |
| pH | 5.8 | 6.0 | 5.5 |
| t | 24.0 | 66.0 | 31.0 |

NOMBRE D'ECHANTILLONS ANALYSES 19



Code des villages/IRH:

| <u>NO. d'échantillon</u> | <u>Nom de village</u> | <u>NO. IRH</u> |
|--------------------------|-----------------------|----------------|
| 2 | Sargadji 1 | 21739 |
| 5 | Koberi Bani Koubey | 21818 |
| 6 | Koberi Garba | 21819 |
| 15 | Siniguinede | 21825 |
| 18 | Kobe Azia | 21828 |
| 20 | Kotifafa | 21829 |
| 21 | Téléguinedekoye | 21827 |
| 22 | Zanga Koara | 21826 |
| 23 | Bosseye | 21788 |
| 31 | Gade-Koara | 21780 |
| 35 | Kadidi | 21776 |
| 39 | Zaziatou | 21760 |
| 40 | Tiada | 21758 |
| 45 | Beye Beye | 21769 |
| 46 | Gecheme | 21772 |
| 47 | Lido | 21769 |
| 48 | Fada 1 | 21770 |
| 49 | Fada 2 | 21771 |
| 51 | Beri-Beri-Koukaou-Kou | 21768 |



PUMPS

TROPIC

POMPES



MANÈGES POMPES

POMPES MANÈGES

TROPIC



Des pompes à volants „TROPIC” ont été fournies au Zaïre à partir de 1947 ; de nombreuses unités sont toujours en service. Notre longue expérience en la matière nous permet de vous garantir la qualité de cette série, inusable, unique sur le marché.

The flywheels pumps „TROPIC” were introduced into Zaire from 1947 onwards ; a great number of these units are still in service. Our long experience in this field guarantees the quality of those types, unwearable, unique on the market.



DEP-TECHIN S.A.P. Rue de l'Avenue de Mare 28 - B-7600 TOURNAI (Belgium)

Tel. 00-32-69-228162 - Télex 57899

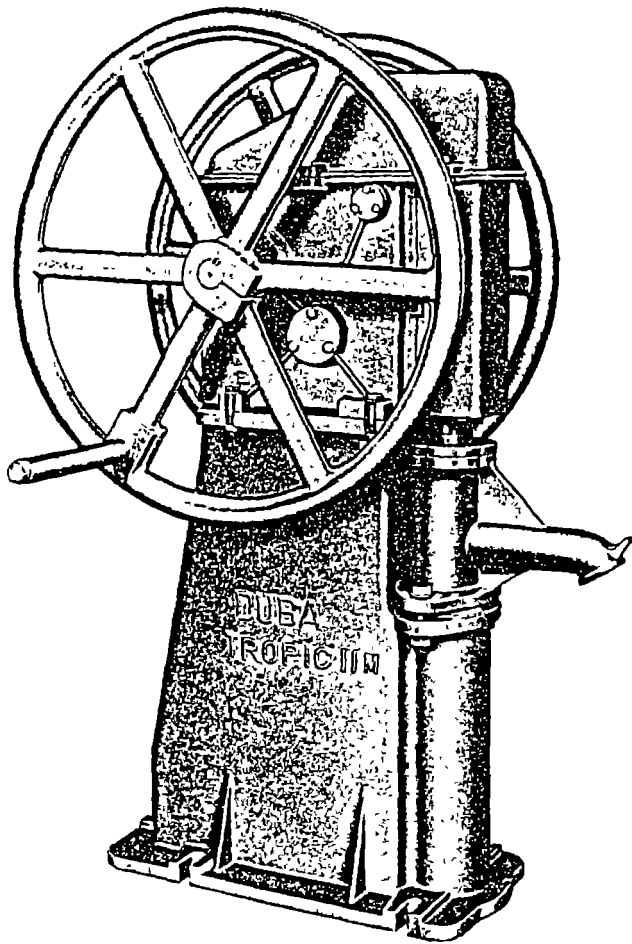
DUBA S.A.

Neuwestraat 31 - B-3200 WETTEREN (Belgium)

Tel. 00-32-91-693496 - Télex 3183

LES POMPES TROPIC II

1. Sont construites pour une durée de vie indéterminée dans des conditions très rudes
2. N'ont aucun mouvement alternatif dans leur mécanisme, toutes les parties en mouvement sont en mouvement rotatif et portées sur roulements
3. Ont un bain d'huile largement dimensionné ne nécessitant pas d'entretien spécial
4. Peuvent atteindre de grandes profondeurs (voir tableau) et éventuellement refouler
5. Grâce à un avantage mécanique de 1 sur 7 (1 sur 3 pour pompes classiques) elles se manient facilement soit par une ou deux personnes
6. Possèdent une travaillante qui se démonte facilement et qui par sa conception permet d'extraire le clapet de pied
7. Sont construites par des spécialistes et pompes depuis 1914



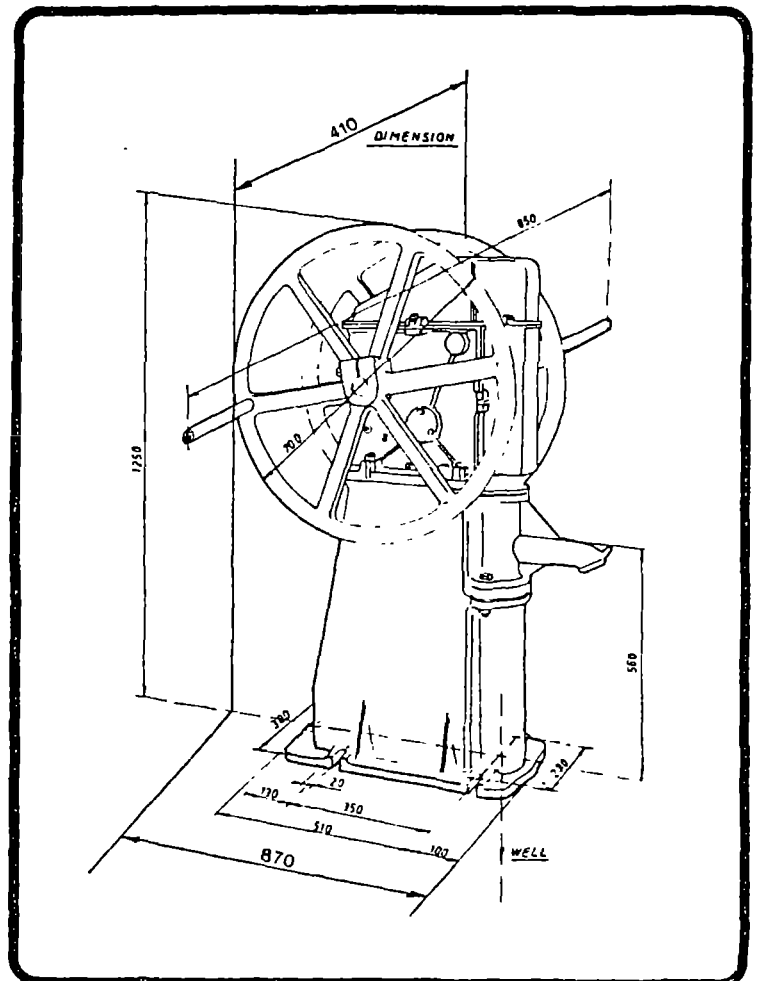
THE TROPIC II PUMPS

1. Are manufactured for a long lifetime even in the worst working circumstances
2. Have no reciprocating movement in their mechanism, all moving parts are rotating and have roller bearings
3. Have a large oil sump reducing maintenance to a minimum
4. Can be used on very deep wells (table) and can eventually discharge against positive head
5. Have a mechanical advantage of 1 to 7 (1 to 3 for classic pumps), so they are of easy handling even by one person
6. Have a working cylinder which can easily be dismantled and which can be used for mounting the foot valve
7. Are built by pump-specialists since 1914



| Ø cylinder mm | capacity débit l/h. ($\pm 5\%$) | lift/hauteur m. |
|------------------|-----------------------------------------|--------------------|
| Ø 50 | 784 | 95 |
| Ø 60 | 1128 | 65 |
| Ø 75 | 1763 | 45 |
| Ø 90 | 2538 | 30 |
| Ø 100 | 3120 | 20 |

* 35 cps/min.



LES POMPES TROPIC III

1. Sont construites pour résister à des utilisations rudes ou par mains inexpertes
2. Sont absolument hermétiques
3. Ne nécessitent pas de graissage ni d'entretien spécial
4. Se manient facilement, même par un seul homme
5. La soupape d'aspiration se démonte facilement : en y visant le piston
6. Ont des paliers à billes étanches et des coussinets auto-lubrifiants.
7. Permettent sur demande, de refouler à 10 m
8. Sont construites par des spécialistes en pompes depuis 1914

THE TROPIC III PUMPS

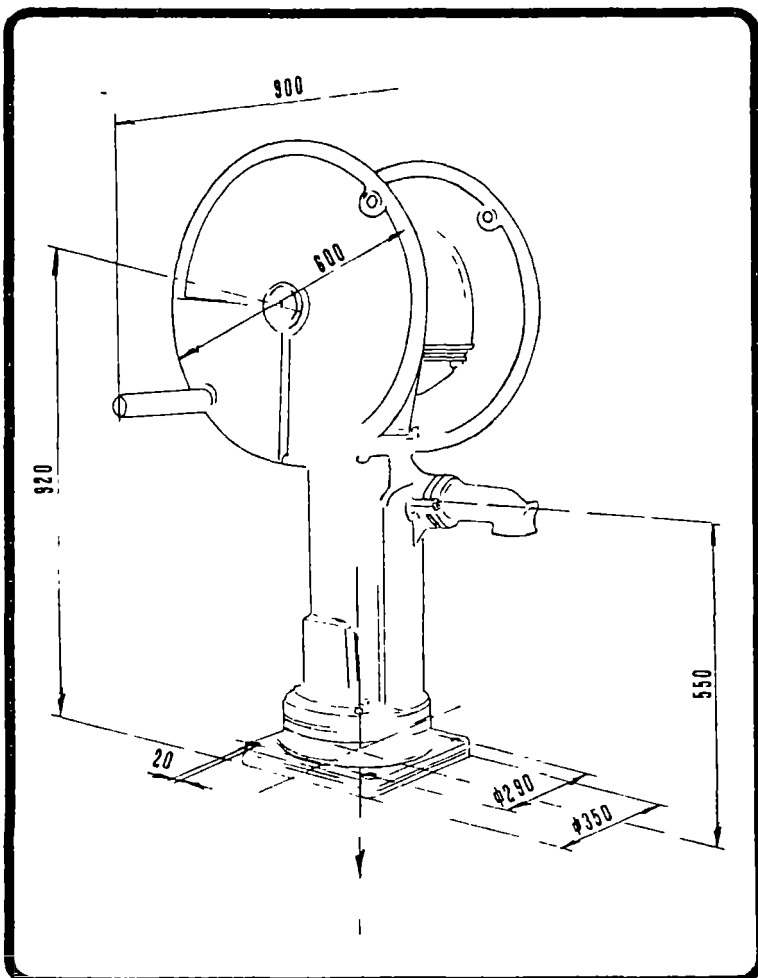
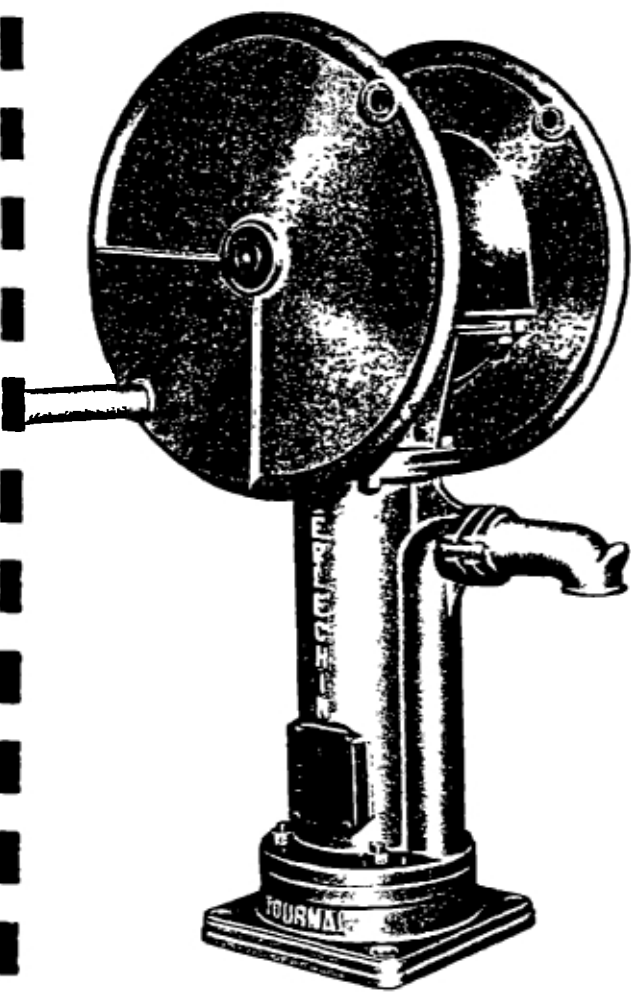
1. Heavy construction to withstand rough handling
2. Totally enclosed to avoid projections in well
3. No oiling or greasing required.
4. Easy drive, even by one person
5. Suction valve easily disassembled when screwed on the piston end
6. Tight ball bearings and self lubricating bushings
7. Can be adapted to lift water 10 meter high
8. Pompes DUBA-DEP builds pumps since 1914

LES POMPES TROPIC IV

La pompe est identique à la TROPIC III mais ne possède qu'un volant

THE TROPIC IV PUMPS

The pump is identical to the TROPIC III but has only 1 fly wheel



| Ø cylinder mm | capacity* débit l/h. (± 5%) | lift/hauteur m. |
|------------------|-----------------------------------|--------------------|
| Ø 50 | 1007 | 60 |
| Ø 60 | 1450 | 40 |
| Ø 75 | 2266 | 30 |
| Ø 90 | 3264 | 20 |

* à 60 cps/min.

LES POMPES TROPIC VI/1

- Construites avec cylindre de 90 mm directement dans la pompe
- Refoulement possible jusqu'à 10 mètres au dessus du sol

THE TROPIC VI/1 PUMPS

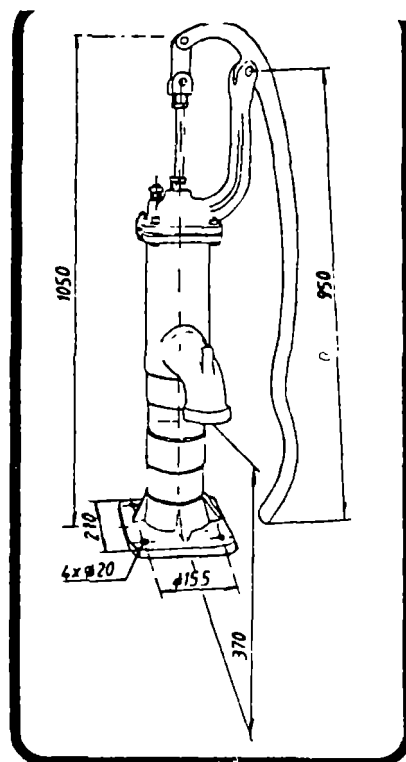
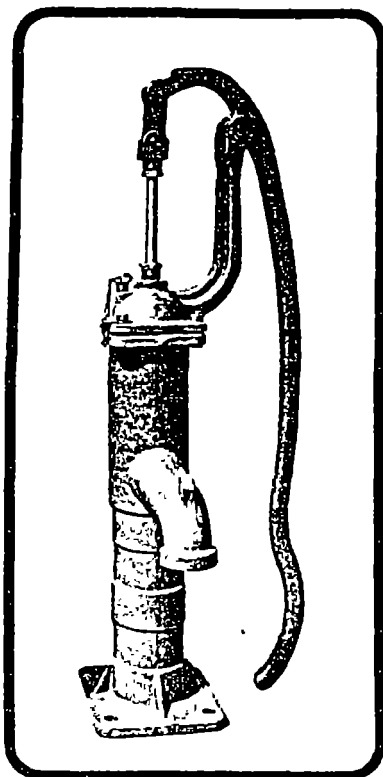
- Built with 90 mm cylinder located in the pump
- Possibility of discharge up to 10 m above the ground

LES POMPES TROPIC VI/2

- Mécanisme identique à la Tropic VI/1 mais possibilité d'utiliser des cylindres de \varnothing 50 à 90 mm placés sous le niveau du sol.

THE TROPIC VI/2 PUMPS

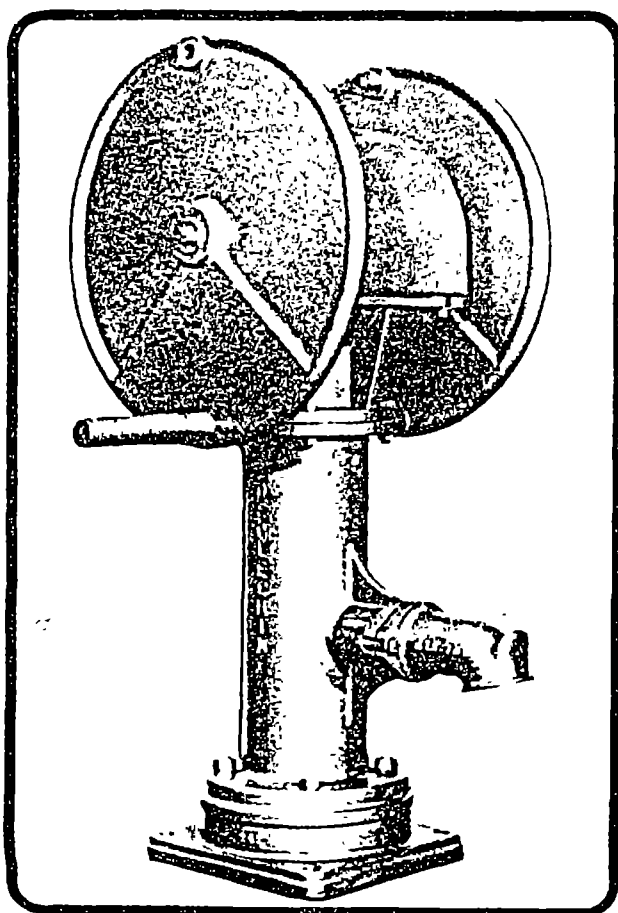
- Mechanism identical to the Tropic VI/1 but possibility to use cylinders from \varnothing 50 up to \varnothing 90 mm located under the ground level



Caractéristiques des TROPIC VI
Characteristics of the TROPIC VI

| | | | | |
|------------------------------------------|----|------|------|------|
| Lift/hauteur, m | 30 | 20 | 15 | 7,5 |
| \varnothing cylind, mm | 50 | 60 | 75 | 90 |
| Débit Capacity l/h. ($\pm 10\%$) | 20 | 1050 | 1620 | 2350 |

à 40 cps/min.
at 40 stroke/min.

**LES POMPES TROPIC VII**

Le mécanisme et les caractéristiques sont identiques à ceux de la TROPIC III, mais déversement au sol, sans possibilité de refoulement en hauteur.

THE TROPIC VII PUMPS

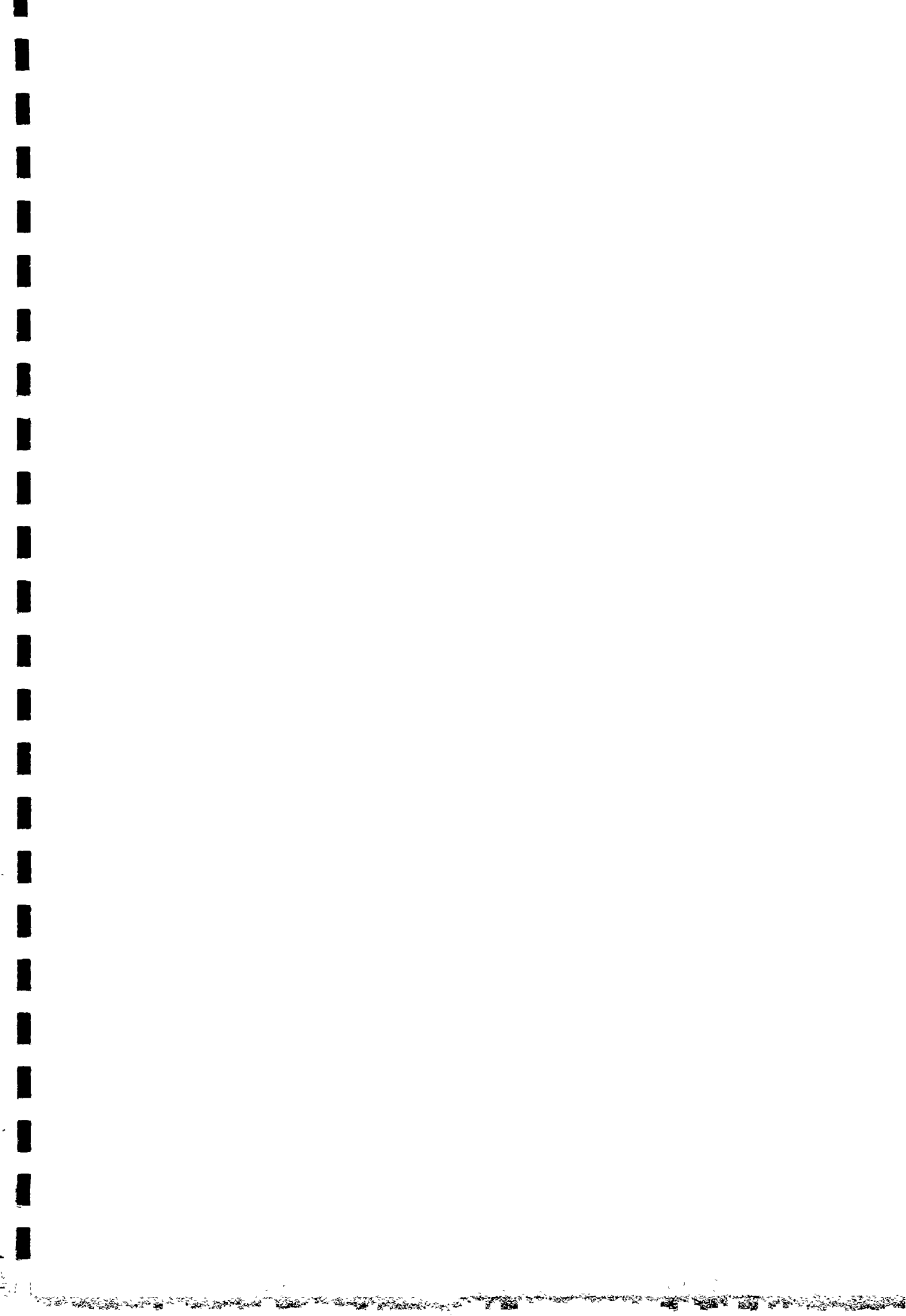
The mechanism and characteristics are identical to the TROPIC III, but free delivery, no possibility of pumping against a positive head

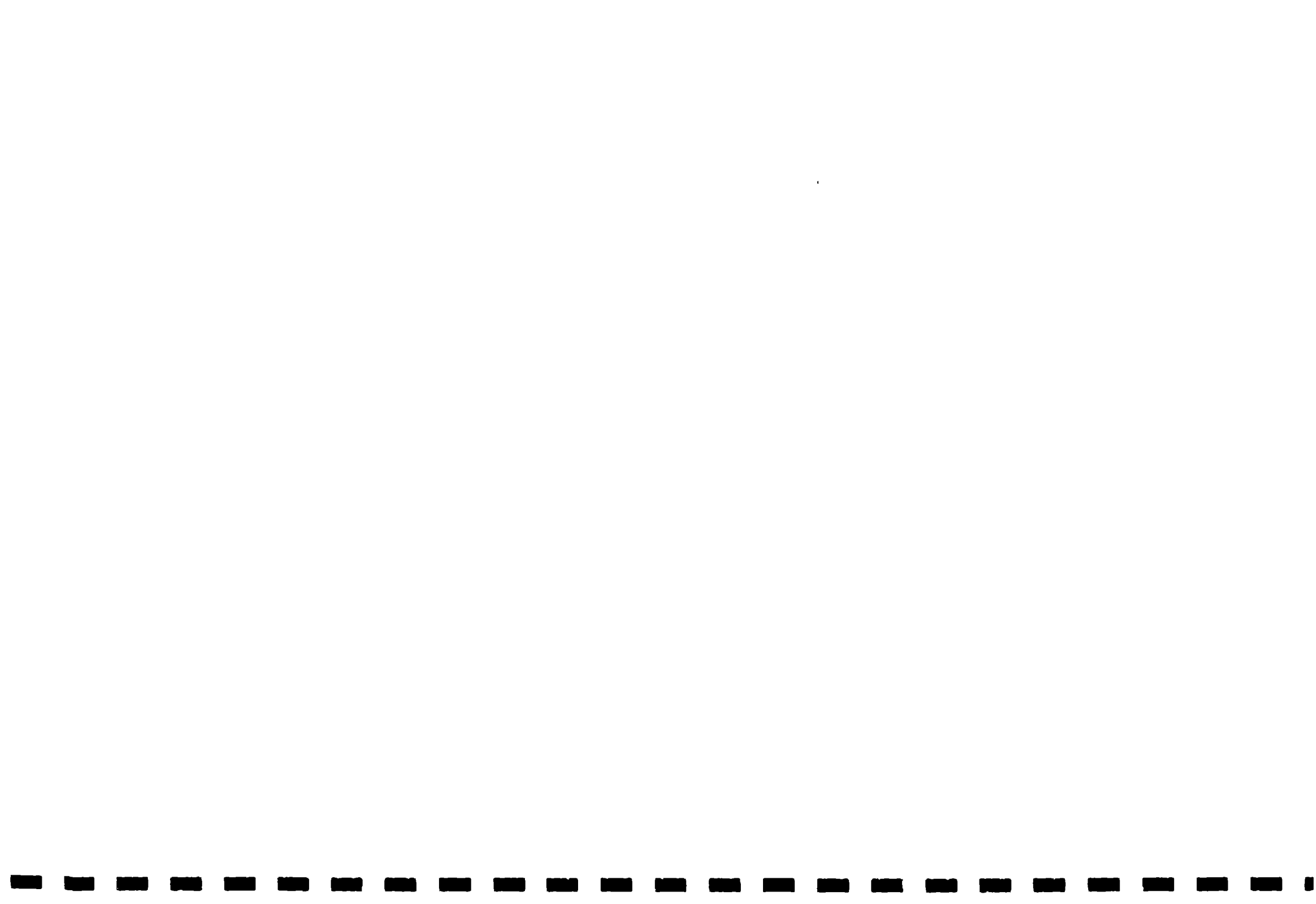
LES POMPES TROPIC VIII

La pompe est identique à la TROPIC VII mais ne possède qu'un volant.

THE TROPIC VIII PUMPS

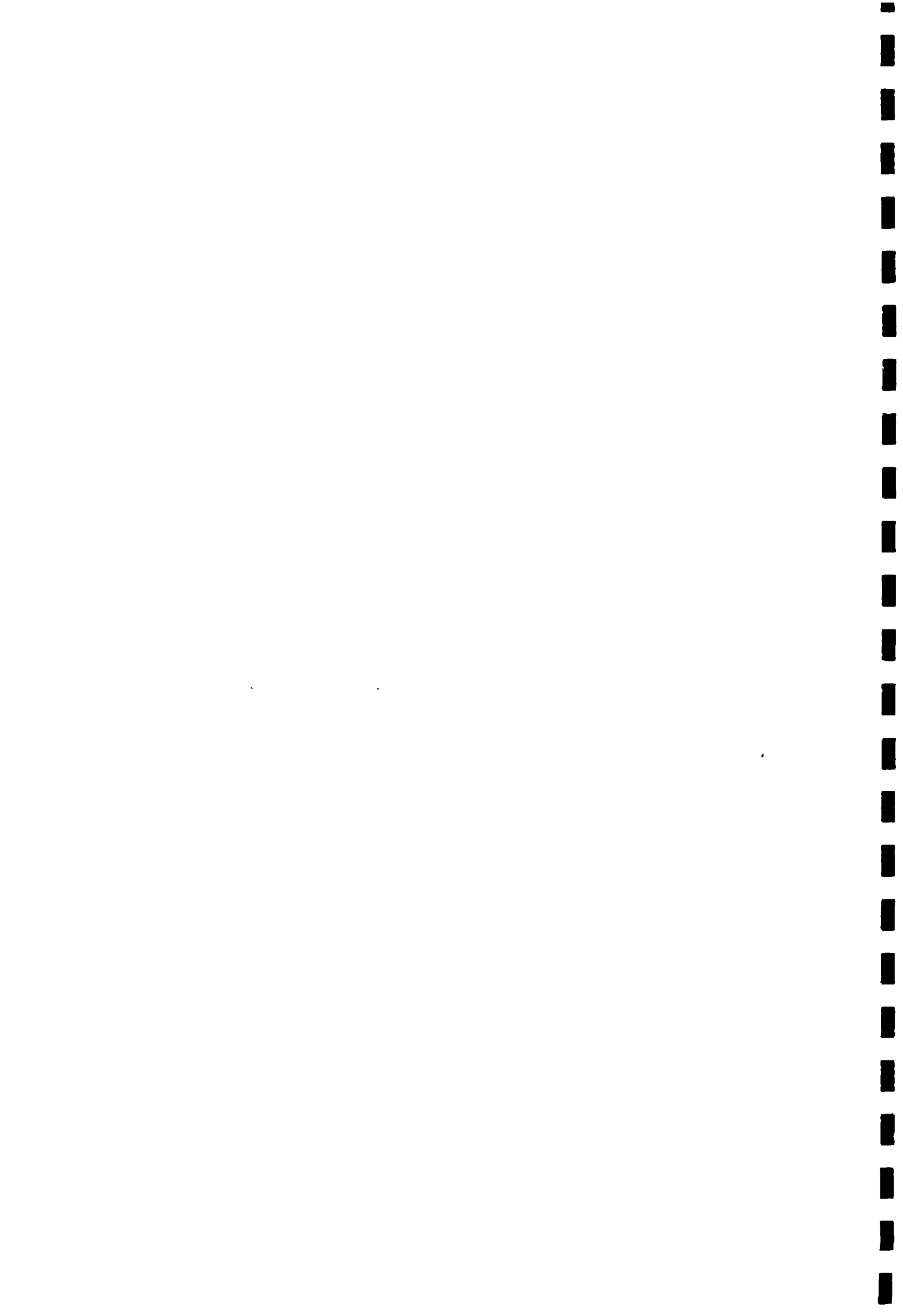
The pump is identical to the TROPIC VII but has only 1 fly wheel

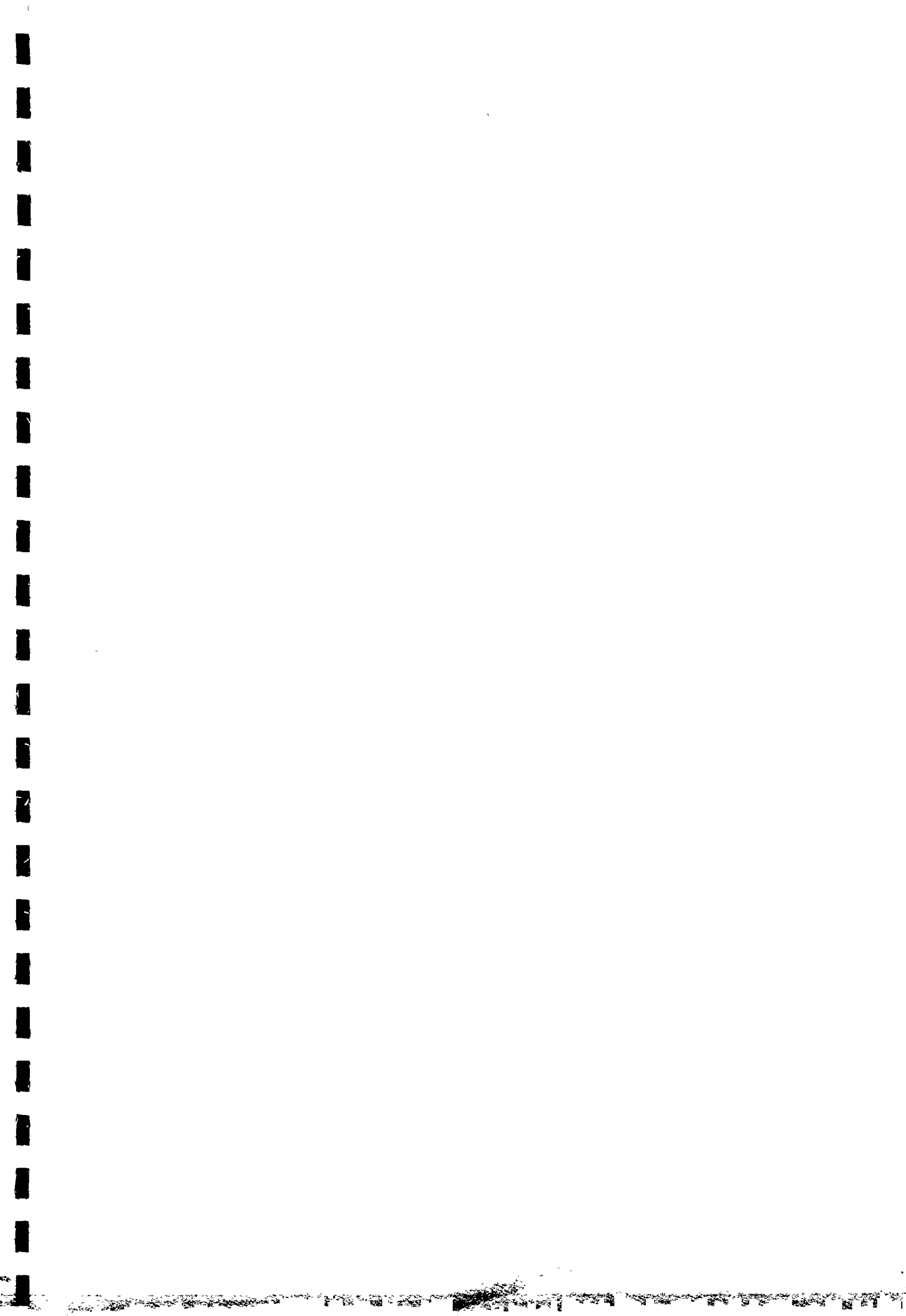




Liste des essais sur le terrain dans la région
de l'Afrique de l'Ouest

| <u>POMPES TESTEES</u> (nombre) | <u>PAYS</u> (total pompes) | VOLANTA (76) | VERCNET (83) | PEK (16) | MOYNO (180) | MONARCH (50) | MALDEV (3) | KARDIA (6) | INDIA MARK II (260) | DUBA (32) | BOURGA (11) | ASM (8) |
|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|----------|-------------|--------------|------------|------------|---------------------|-----------|-------------|---------|
| | | BURKINA FASO (165) | 50 | 35 | | 50 | | | | | 30 |  |  | 8 |
| COTE D'IVOIRE (34) | | | | 12 | 14 | | | | | | | |
| GHANA I (263) | | | | | 48 | | | | 215 | | | |
| GHANA II (151) | 26 | | | 4 | 68 | 50 | 3 | | | | | |
| MALI (24) | | | 24 | | | | | | | | | |
| NIGER (88) | | | 24 | | | | | 6 | 15 | 32 | 11 | |







PUMP SELECTION TABLES

The ratings in the following tables represent the "best judgment" of the Project staff. They are based in large part on laboratory and/or field data, which are summarized for each pump in the Handpump Compendium which follows Chapter 6.



GUIDE TO PUMP SELECTION TABLES

THE RATINGS

Ratings in the Pump Selection Tables are based on evaluation of pump performance in the laboratory and field trials. Three ratings are used:

- oo = Good
- o = Adequate
- = Does not meet minimum requirements

A more detailed interpretation of the ratings for specific headings can be found in the earlier part of this Chapter.

Column 1 — Pump Name

The pumps are listed alphabetically in four sections, according to the maximum pumping lift recommended by the manufacturer. The reference number which precedes each pump name indicates the order of the pumps in the Handpump Compendium.

Column 2 — Data Source

- L = The pump has been tested in the laboratory
- F = The pump has had a minimum of 2 years' field trials
- (F) = The pump has had limited field trials

Column 3 — Discharge Rate

The discharge rate deemed "adequate" for each pumping lift is noted at the top of the appropriate table. The rate reduces as depth increases, for the reasons explained in Box 5.1. Some deepwell pumps thus achieve lower ratings for low-lift applications, where users will opt for pumps giving greater discharges. A special note is made where a pump is available with a range of cylinder sizes or adjustable stroke length, to suit different depths.

Column 4 — Ease of Maintenance

Ratings indicate the ease with which maintenance can be carried out by:

- A — A village caretaker
- B — An area mechanic
- C — A mobile maintenance team

Column 5 — Reliability

Reliability ratings are an indication of the proportion of the time that the pump is likely to be functioning properly. Separate ratings are given for different daily outputs. The ratings combine judgments of the "mean time before failure" (MTBF) and the probable "downtime" when the pump is

waiting to be repaired. They thus take account of the fact that pumps which are suitable for village maintenance and can be repaired quickly may be more "reliable" than those which require more complex maintenance, even if the latter break down less frequently.

Column 6 — Corrosion Resistance

Ratings are based primarily on the materials of the downhole components. Galvanized steel pumprods and rising mains are not corrosion resistant in aggressive water and earn a — rating.

Column 7 — Abrasion Resistance

Ratings indicate the pump's capability to pump sand-laden water. Performance in laboratory and field trials is combined with assessment of the seal and valve types. For non-suction pumps, leather cupseals are rated —, though the extent of abrasion damage will be related to the daily output of the pump. Analysts may therefore accept lower ratings for pumps for light duty applications.

Column 8 — Manufacturing Needs

Ratings indicate the ease with which a pump could be manufactured in a developing country with the specified level of industrial development.

- 1 — Low industrial base, limited quality control
- 2 — Medium-level industry, no special processes
- 3 — Advanced industry, good quality control

Column 9 — Short List

The Analyst develops a short list by entering a check mark against those pumps meeting his selection criteria.

Column 10 — Capital Cost

Analysts should obtain current prices for short-listed pumps.

Column 11 — Remarks

Special features of individual pumps are noted in this column. Amplification of the notes is given below.

Amplification of the ratings for individual pumps can be found in the Handpump Compendium.

NOTES ON TABLES

The notes relate to pumps with the same reference number — i.e. Note 14 refers to Pump 14, the Maldev. In the tables, ratings to which the note refers are highlighted

Note 1. The oo corrosion rating for the Abi-ASM is based on current models. Earlier models did suffer from corrosion.

Note 2. The o corrosion rating for the Afridev is based on the use of stainless steel pumprods, offered as an option.

Note 7. The Duba Tropic 7 is a high-discharge pump designed for two-person operation.

Notes 9 and 10. The India Mark II uses a gravity return on the plunger, and requires a minimum cylinder setting of 24 meters (one manufacturer offers a fixed-link system for shallower settings).

Note 14. The Maldev is a pumphead only. All ratings are based on use of conventional downhole components.

Note 16. Reliability ratings for the Monolift are based on pumps with metal gears. Plastic gears were less reliable.

Note 21. The oo corrosion rating for the Vergnet is based on current models. Earlier models did suffer from corrosion.

Note 23. The oo discharge rating for the Volanta takes account of pump's adjustable stroke length. Present designs require a minimum diameter of 110mm.

Note 30. Downhole components of the Kangaroo are corrosion resistant. The o rating relates to the pedal return spring.

Note 40. The Rower is designed as an irrigation pump, and has a discharge. It is widely used for domestic water supply in Bangladesh.

Table S.1

Maximum pumping lift — 7 meters
 "Adequate" discharge rate — 19 liters/minute

| Pump name | Data source | Discharge rate | Ease of maintenance | | | Reliability for (m ³ /d) | | | Corr. res. | Abr. res. | Manufacturing needs | | | Short list | Price (US\$) | Remarks |
|----------------------------------------------|-------------|----------------|---------------------|----|----|-------------------------------------|----|----|------------|-----------|---------------------|----|----|------------|--------------|---------|
| | | | A | B | C | 15 | 4 | 8 | | | 1 | 2 | 3 | | | |
| HIGH LIFT PUMPS (0-45 meters) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 Abr-ASM | L (F) | — | — | oo | oo | oo | o | — | oo | o | — | o | o | | See Note 1 | |
| 2 Afrdev | (F) | o | oo | oo | oo | oo | oo | o | o | o | o | oo | oo | | See Note 2 | |
| 3 AID Deriv Deepwell | L F | oo | — | oo | oo | oo | o | — | — | — | — | oo | oo | | | |
| 4 Bestobell | L | o | — | oo | oo | oo | o | — | o | o | o | oo | oo | | | |
| 5 Climax | L | oo* | — | — | oo | oo | oo | o | — | — | — | — | oo | | | |
| 6 Dragon 2 | L | o | — | oo | oo | oo | o | — | — | — | — | o | oo | | | |
| 7 Duba Tropic 7 | F | oo* | — | o | oo | oo | o | — | — | — | — | — | oo | | See Note 7 | |
| 8 GSW | L (F) | o* | — | oo | oo | oo | oo | o | — | — | — | o | oo | | | |
| 9 India Mark II (standard) | L F | o | — | oo | oo | oo | oo | oo | — | — | — | o | oo | | See Note 9 | |
| 10 India Mark II (modified) | (F) | o | — | oo | oo | oo | oo | oo | — | o | — | o | oo | | See Note 10 | |
| 11 Jetmatic Deepwell | L | o | — | oo | oo | oo | oo | o | — | — | — | o | oo | | | |
| 12 Kardia | L (F) | o | — | oo | oo | oo | oo | o | oo | o | — | o | oo | | | |
| 13 Korat | L F | oo* | — | oo | oo | oo | oo | o | — | — | — | oo | oo | | | |
| 14 Maldev | L F | oo* | — | oo | oo | oo | oo | o | — | — | o | oo | oo | | See Note 14 | |
| 15 Monarch P3 | L F | oo* | — | oo | oo | oo | oo | o | — | — | — | o | oo | | | |
| 16 Monolift | L (F) | — | — | — | oo | oo | oo | o | — | oo | — | — | oo | | See Note 16 | |
| 17 Moyno | L F | — | — | — | oo | oo | oo | o | — | oo | — | — | o | | | |
| 18 Nira AF84 | L | o | — | oo | oo | oo | oo | o | oo | o | — | o | oo | | | |
| 19 Philippines Deepset | (F) | o | — | oo | oo | oo | o | — | — | — | o | oo | oo | | | |
| 20 SWN 80 & 81 | F | oo* | — | oo | oo | oo | oo | oo | oo | oo | — | oo | oo | | | |
| 21 Verqnet | L F | — | o | oo | oo | oo | oo | o | oo | o | — | o | o | | See Note 21 | |
| 22 VEW A18 | L | o | — | o | oo | oo | o | — | oo | — | — | — | o | | | |
| 23 Volanta | L F | oo | o | oo | oo | oo | oo | oo | oo | oo | o | o | oo | | See Note 23 | |
| INTERMEDIATE LIFT PUMPS (0-25 meters) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 Consallen LD6 | L F | oo* | — | oo | oo | oo | oo | o | oo | o | — | o | oo | | | |
| 25 DMR (Dempster deriv) | F | oo* | — | oo | oo | oo | o | — | — | — | — | oo | oo | | | |
| 26 Nira AF76 | L F | oo* | — | oo | oo | oo | o | — | — | o | — | oo | oo | | | |
| LOW LIFT PUMPS (0-12 meters) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 Blair | F | o | oo | oo | oo | oo | o | — | oo | o | o | oo | oo | | | |
| 28 Ethiopia BP50 | L | oo | o | oo | oo | oo | o | o | o | — | o | oo | oo | | 7m max. lift | |
| 29 IDRC-UM | L | oo | o | oo | oo | oo | o | — | oo | — | o | oo | oo | | | |
| 30 Kangaroo | L F | oo | — | oo | oo | oo | o | — | o | oo | — | o | oo | | See Note 30 | |
| 31 Malawi Mark V | F | oo | o | oo | oo | oo | o | — | oo | o | o | oo | oo | | 7m max. lift | |
| 32 Nira AF85 | L F | oo | oo | oo | oo | oo | oo | oo | oo | o | o | oo | oo | | | |
| 33 Tara | L F | oo | oo | oo | oo | oo | o | — | o | — | o | oo | oo | | | |
| SUCTION PUMPS (0-7 meters) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 AID Suction | F | oo | o | oo | oo | oo | o | — | — | o | — | oo | oo | | | |
| 35 Bandung | L | oo | oo | oo | oo | oo | oo | o | o | o | — | oo | oo | | | |
| 36 Inalsa Suction | F | oo | o | oo | oo | oo | o | — | — | — | — | oo | oo | | | |
| 37 Jetmatic Suction | (F) | oo | o | oo | oo | oo | o | — | o | o | — | oo | oo | | | |
| 38 Lucky | F | oo | o | oo | oo | oo | o | — | — | o | — | oo | oo | | | |
| 39 New No 6 | L (F) | oo | oo | oo | oo | oo | o | — | — | oo | — | oo | oo | | | |
| 40 Rower | L (F) | oo | oo | oo | oo | oo | oo | o | o | o | oo | oo | oo | | See Note 40 | |
| 41 SYB-100 | F | oo | o | oo | oo | oo | oo | o | o | oo | — | oo | oo | | | |
| 42 Wasp | F | oo | o | oo | oo | oo | o | — | — | o | — | oo | oo | | | |
| ADDITIONAL PUMPS | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A4 | | | | | | | | | | | | | | | | |

* Indicates that discharge ratings are based on choice of the correct cylinder size from a range offered by the manufacturer.

Table S.2

Maximum pumping lift — 12 meters
 "Adequate" discharge rate — 16 liters/minute

| Pump name | Data source | Discharge rate | Ease of maintenance | | | Reliability for (m ³ /d) | | | Corr. res. | Abr. res. | Manufacturing needs | | | Short list | Price (US\$) | Remarks |
|---------------------------------------|-------------|----------------|---------------------|----|----|-------------------------------------|----|----|------------|-----------|---------------------|----|----|------------|--------------|---------|
| | | | A | B | C | 1.5 | 4 | 8 | | | 1 | 2 | 3 | | | |
| HIGH LIFT PUMPS (0-45 meters) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 Abi-ASM | L (F) | o | — | oo | oo | oo | o | — | oo | o | — | o | o | | See Note 1 | |
| 2 Afrdev | (F) | oo | oo | oo | oo | oo | oo | o | o | o | o | oo | oo | | See Note 2 | |
| 3 AID Deriv Deepwell | L F | oo | — | oo | oo | oo | o | — | — | — | — | oo | oo | | | |
| 4 Bestobell | L | o | — | oo | oo | oo | o | — | o | o | o | oo | oo | | | |
| 5 Climax | L | oo* | — | — | oo | oo | oo | o | — | — | — | — | oo | | | |
| 6 Dragon 2 | L | o | — | oo | oo | oo | o | — | — | — | — | o | oo | | | |
| 7 Duba Tropic 7 | F | oo* | — | o | oo | oo | o | — | — | — | — | — | oo | | See Note 7 | |
| 8 GSW | L (F) | o* | — | oo | oo | oo | oo | o | — | — | — | o | oo | | | |
| 9 India Mark II (standard) | L F | o | — | oo | oo | oo | oo | oo | — | — | — | o | oo | | See Note 9 | |
| 10 India Mark II (modified) | (F) | o | — | oo | oo | oo | oo | oo | — | o | — | o | oo | | See Note 10 | |
| 11 Jetmatic Deepwell | L | o | — | oo | oo | oo | oo | o | — | — | — | o | oo | | | |
| 12 Kardia | L (F) | o | — | oo | oo | oo | oo | o | oo | o | — | o | oo | | | |
| 13 Korat | L F | oo* | — | oo | oo | oo | oo | o | — | — | — | oo | oo | | | |
| 14 Maldev | L F | oo* | — | oo | oo | oo | oo | o | — | — | o | oo | oo | | See Note 14 | |
| 15 Monarch P3 | L F | oo* | — | oo | oo | oo | oo | o | — | — | — | o | oo | | | |
| 16 Monolift | L (F) | o | — | — | oo | oo | oo | o | — | oo | — | — | oo | | See Note 16 | |
| 17 Moyno | L F | — | — | — | oo | oo | oo | o | — | oo | — | — | o | | | |
| 18 Nira AF84 | L | o | — | oo | oo | oo | oo | o | oo | o | — | o | oo | | | |
| 19 Philippines Deepset | (F) | o | — | oo | oo | oo | o | — | — | — | o | oo | oo | | | |
| 20 SWN 80 & 81 | F | oo* | — | oo | oo | oo | oo | oo | oo | oo | — | oo | oo | | | |
| 21 Vergnet | L F | — | o | oo | oo | oo | oo | o | oo | o | — | o | o | | See Note 21 | |
| 22 VEW A18 | L | o | — | o | oo | oo | o | — | oo | — | — | — | o | | | |
| 23 Volanta | L F | oo | o | oo | oo | oo | oo | oo | oo | oo | o | o | oo | | See Note 23 | |
| INTERMEDIATE LIFT PUMPS (0-25 meters) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 Consallen LD6 | L F | oo* | — | oo | oo | oo | o | — | oo | o | — | o | oo | | | |
| 25 DMF (Dempster deriv) | F | oo* | — | oo | oo | oo | o | — | — | — | — | oo | oo | | | |
| 26 Nira AF76 | L F | oo* | — | oo | oo | oo | o | — | — | o | — | oo | oo | | | |
| LOW LIFT PUMPS (0-12 meters) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 Blair | F | o | oo | oo | oo | oo | o | — | oo | o | o | oo | oo | | | |
| 28 Ethiopia BP50 | L | | | | | | | | | | | | | | 7m max. lift | |
| 29 IDRC-UM | L | oo | o | oo | oo | oo | o | — | oo | — | o | oo | oo | | | |
| 30 Kangaroo | L F | oo | — | oo | oo | oo | o | — | o | oo | — | o | oo | | See Note 30 | |
| 31 Malawi Mark V | F | | | | | | | | | | | | | | 7m max. lift | |
| 32 Nira AF85 | L F | oo | oo | oo | oo | oo | oo | o | oo | o | o | oo | oo | | | |
| 33 Tara | L F | oo | oo | oo | oo | o | — | — | o | — | o | oo | oo | | | |
| ADDITIONAL PUMPS | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A4 | | | | | | | | | | | | | | | | |

Indicates that discharge ratings are based on choice of the correct cylinder size from a range offered by the manufacturer

Table S.3

Maximum pumping lift — 25 meters
 "Adequate" discharge rate — 10 liters/minute

| Pump name | Data source | Discharge rate | Ease of maintenance | | | Reliability for (m ³ /d) | | Corr. res. | Abr. res. | Manufacturing needs | | | Short list | Price (US\$) | Remarks |
|---------------------------------------|-------------|----------------|---------------------|----|----|-------------------------------------|----|------------|-----------|---------------------|----|----|------------|--------------|-------------|
| | | | A | B | C | 4 | 8 | | | 1 | 2 | 3 | | | |
| HIGH LIFT PUMPS (0-45 meters) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 Abi-ASM | L (F) | o | — | oo | oo | o | — | oo | o | — | o | o | | | See Note 1 |
| 2 Afridev | (F) | oo | oo | oo | oo | oo | o | o | o | o | oo | oo | | | See Note 2 |
| 3 AID Deriv Deepwell | L F | o | — | o | oo | — | — | — | — | — | oo | oo | | | |
| 4 Bestobell | L | o | — | o | oo | o | — | o | o | o | oo | oo | | | |
| 5 Climax | L | oo* | — | — | oo | oo | o | — | — | — | — | oo | | | |
| 6 Dragon 2 | L | o | — | o | oo | — | — | — | — | — | o | oo | | | |
| 7 Duba Tropic 7 | F | oo* | — | o | oo | o | — | — | — | — | — | oo | | | See Note 7 |
| 8 GSW | L (F) | oo* | — | o | oo | o | — | — | — | — | o | oo | | | |
| 9 India Mark II (standard) | L F | oo | — | o | oo | o | — | — | — | — | o | oo | | | |
| 10 India Mark II (modified) | (F) | oo | — | oo | oo | oo | o | — | o | — | o | oo | | | |
| 11 Jetmatic Deepwell | L | o | — | o | oo | — | — | — | — | — | o | oo | | | |
| 12 Kardia | L (F) | oo | — | oo | oo | o | — | oo | o | — | o | oo | | | |
| 13 Korat | L F | oo* | — | o | oo | o | — | — | — | — | oo | oo | | | |
| 14 Maldev | L F | oo* | — | o | oo | o | — | — | — | o | oo | oo | | | See Note 14 |
| 15 Monarch P3* | L F | oo | — | o | oo | o | — | — | — | — | o | oo | | | |
| 16 Monolift | L (F) | o | — | — | oo | oo | o | — | oo | — | — | oo | | | See Note 16 |
| 17 Moyno | L F | o | — | — | oo | oo | o | — | oo | — | — | o | | | |
| 18 Nira AF84 | L | o | — | o | oo | oo | o | oo | o | — | o | oo | | | |
| 19 Philippines Deepset | (F) | oo | — | o | oo | o | — | — | — | o | oo | oo | | | |
| 20 SWN 80 & 81 | F | oo* | — | o | oo | o | — | oo | oo | — | oo | oo | | | |
| 21 Verqnet | L F | o | o | oo | oo | oo | o | oo | o | — | o | o | | | See Note 21 |
| 22 VEW A18 | L | o | — | — | oo | o | — | oo | — | — | — | o | | | |
| 23 Volanta | L F | oo | o | oo | oo | oo | oo | oo | oo | o | o | oo | | | See Note 23 |
| INTERMEDIATE LIFT PUMPS (0-25 meters) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 Consallen LD6 | L F | oo* | — | oo | oo | — | — | oo | o | — | o | oo | | | |
| 25 DMR (Dempster deriv.) | F | oo* | — | o | oo | — | — | — | — | — | oo | oo | | | |
| 26 Nira AF76 | L F | oo* | — | o | oo | — | — | — | o | — | oo | oo | | | |
| ADDITIONAL PUMPS | | | | | | | | | | | | | | | |
| A1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| A2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| A3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| A4 | | | | | | | | | | | | | | | |

* Indicates that discharge ratings are based on choice of the correct cylinder size from a range offered by the manufacturer.

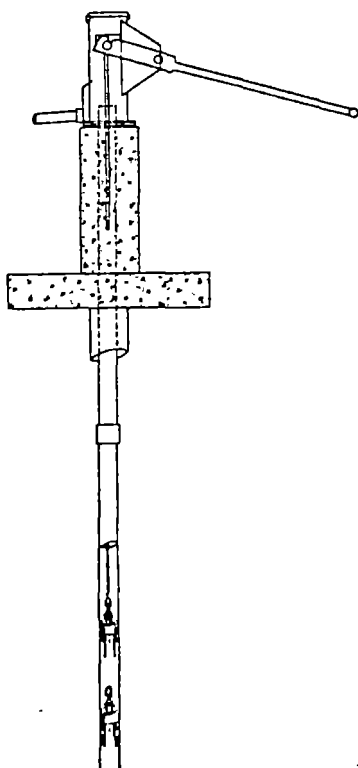
Table S.4

Maximum pumping lift — 45 meters
 "Adequate" discharge rate — 7 liters/minute

| Pump name | Data source | Discharge rate | Ease of maintenance | | | Reliability for (m ³ /d) 4 | Corr. res. | Abr. res. | Manufacturing needs | | | Short list | Price (US\$) | Remarks |
|--------------------------------------|-------------|----------------|---------------------|----|----|------------------------------------------|------------|-----------|---------------------|----|----|------------|--------------|-------------|
| | | | A | B | C | | | | 1 | 2 | 3 | | | |
| HIGH LIFT PUMPS (0-45 meters) | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 Abi-ASM | L (F) | o | — | oo | oo | — | oo | o | — | o | o | | | See Note 1 |
| 2 Afridev | (F) | oo | oo | oo | oo | o | o | o | o | oo | oo | | | See Note 2 |
| 3 AID Derv Deepwell | L F | o | — | o | oo | — | — | — | — | oo | oo | | | |
| 4 Bestobell | L | o | — | o | oo | — | o | o | o | oo | oo | | | |
| 5 Climax | L | oo* | — | — | oo | o | — | — | — | — | oo | | | |
| 6 Dragon 2 | L | o | — | o | oo | — | — | — | — | o | oo | | | |
| 7 Duba Tropic 7 | F | oo* | — | o | oo | — | — | — | — | — | oo | | | See Note 7 |
| 8 GSW | L (F) | oo* | — | o | oo | — | — | — | — | o | oo | | | |
| 9 India Mark II (standard) | L F | oo | — | o | oo | — | — | — | — | o | oo | | | |
| 10 India Mark II (modified) | (F) | oo | — | oo | oo | o | — | o | — | o | oo | | | |
| 11 Jetmatic Deepwell | L | oo | — | o | oo | — | — | — | — | o | oo | | | |
| 12 Kardia | L (F) | oo | — | o | oo | — | oo | o | — | o | oo | | | See Note 12 |
| 13 Korat | L F | oo* | — | o | oo | — | — | — | — | oo | oo | | | |
| 14 Maldev | L F | oo* | — | o | oo | — | — | — | o | oo | oo | | | See Note 14 |
| 15 Monarch P3 | L F | oo* | — | o | oo | — | — | — | — | o | oo | | | |
| 16 Monolift | L (F) | o | — | — | oo | o | — | oo | — | — | oo | | | See Note 16 |
| 17 Moyno | L F | o | — | — | oo | o | — | oo | — | — | o | | | |
| 18 Nira AF84 | L | o | — | o | oo | o | oo | o | — | o | oo | | | |
| 19 Philippines Deepset | (F) | oo | — | o | oo | — | — | — | o | oo | oo | | | |
| 20 SWN 80 & 81 | F | oo* | — | o | oo | — | oo | oo | — | oo | oo | | | |
| 21 Vergnet | L F | o | o | oo | oo | o | oo | o | — | o | o | | | See Note 21 |
| 22 VEW A18 | L | o | — | — | oo | — | oo | — | — | — | o | | | |
| 23 Volanta | L F | oo | o | oo | oo | o | oo | oo | o | o | oo | | | See Note 23 |
| ADDITIONAL PUMPS | | | | | | | | | | | | | | |
| A1 | | | | | | | | | | | | | | |
| A2 | | | | | | | | | | | | | | |
| A3 | | | | | | | | | | | | | | |
| A4 | | | | | | | | | | | | | | |

* Indicates that discharge ratings are based on choice of the correct cylinder size from a range offered by the manufacturer.

Laboratory Tests



THE AFRIDEV PUMP HAS NOT BEEN TESTED IN THE CATR LABORATORY

General Description

The Afridev is a pump design developed during the course of the Project with support from donors, research organizations and private companies. Available in the public domain, the design has aimed to demonstrate the VLOM concepts of easy, low-cost maintenance and suitability for manufacture in developing countries.

The present design, which began limited production in Kenya towards the end of 1985, is being modified further as a result of field experiences. Production of the pumphead has also started in small numbers in Malawi, as a second generation of its forerunner the Maldev (Pump 14).

The Afridev pumpstand is an all-steel fabrication consisting largely of stock sections, and involves a minimum of close-tolerance machining. The T-bar handle comes in two versions: a 3:1 mechanical advantage for 10-30 meters lift; and a 4.5:1 mechanical advantage for 30-45m lift. A direct action version is under

development for lower lifts. The different handles mean that the same 50mm diameter long-stroke cylinder can be used for all lifts (see Box 4.6 in Chapter 4). Handle bearings are twin bushes of proprietary plastics which snap together.

Rising main is 63mm OD solvent welded uPVC pipe suspended from the pumpstand using a compressed rubber cone. Standard pumprods are 10mm galvanized mild steel with special hooked joints which eliminate threads and need no tools for assembly or dismantling. Stainless steel pumprods are available at extra cost for corrosive groundwater.

The standard 50mm cylinder is a long stainless steel tube sleeved into uPVC pipe. Plunger and footvalve are identical components comprising two plastic moldings permanently spin-welded together (prototypes in the field were machined). A molded rubber valve bobbin snaps into the valve housing by hand. The plunger seal is also a snap fitting, which can be installed by hand and removed with the help of a household knife. A fishing tool, consisting

of a small grappling device at the end of a length of rope grips the footvalve to remove it for maintenance.

This fishing tool and a forged socket spanner are the only tools required for installation and maintenance.

Manufacture

Though "modern" materials are used in the Afridev, all components can be locally manufactured in Kenya, with the exception of the stainless steel cylinder liners which are imported.

Suppliers

The Afridev design is available in the public domain. Information on individual manufacturers is available from The Regional Project Officer, Rural Water Supply Handpumps Project, The World Bank, PO Box 30577, Nairobi, Kenya.

Indicative prices - Targets

| | |
|----------------------------|----------|
| Complete pump to 30 meters | US\$ 450 |
| Spares pack | US\$ 12 |

Field Trials

Test conditions

| Country | Number of pumps | Head range (meters) | Data available (months) |
|---------|-----------------|---------------------|-------------------------|
| Kenya | 37 | 10-49 | 8 |
| Malawi | 3 | 10-25 | 12 |

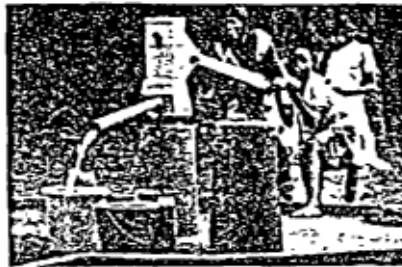
As the Afridev design has developed, different prototypes have been tested during field trials in Kenya and Malawi, though the progressive nature of the design means that the monitoring time for newly developed components is necessarily restricted.

An important aspect of the design has been the extensive research and specialist advice on plastic components, particularly bearings.

Developments have concentrated on simplification of maintenance and measures to maximize local manufacturing potential.

Installation is simple, even at depths of 45 meters, there is no need for lifting equipment. Two skilled people can complete installation in about two hours (mainly taken up in making the solvent-cement joints in the rising mains).

In Kenya, the Afridevs were installed on wells with pumping heads of 10-50 meters, averaging 25-30 meters. These arduous test conditions led to very few breakdowns. Some early prototype plastic bearings seized due to poor dimensioning, but since the present bearings were installed at the beginning of 1986, there has been little wear, though corrosion of bearing housings has resulted in some



damage to the bearings.

Users like the Afridev. The variable handle mechanical advantage maintains a high discharge with easy operation over a range from 10 to 50 meters. Corrosion is not a problem, if stainless steel rods are used when water is aggressive. Nitrile rubber seals in the polished stainless steel cylinder lining give abrasion resistance, which is further improved by the use of a large diameter suction pipe. This minimizes sand ingress by reducing water velocities at the cylinder intake.

The hooked connections on the pump rods have proved successful, enabling two people to remove and replace a plunger and footvalve from a depth of 30m in about 30 minutes without the need for lifting tackle or special tools. Some pump rod breakages have occurred, and these have been attributed to shortcomings in the production of the hooked connections. The push-fit bearings also make village maintenance very easy.

Overall, the Afridev design is now demonstrating that deepwell handpumps can be maintained by villagers, effectively and economically, and that local manufacture can produce reliable pumps at an affordable cost.

Assessment

Field testing has been carried out on pre-production models of the Afridev. Design modifications are being made continuously, most recently to overcome problems identified with bearing housing corrosion and hooked pump rod manufacture. The ratings reflect field trial performance so far, but the limited nature of these trials means that the ratings are not well substantiated at this stage.

Discharge Rate

The variable handle mechanical advantage ensures a high discharge for heads from 10 to 50m, but the "good" (oo) rating reduces to "adequate" (o) for 7m lifts, where even the shortest practical handle could not compete with discharges from direct action pumps (a direct action version of the Afridev is being developed).

Ease of Maintenance

The Afridev is a VLOM pump, and trials have confirmed its easy maintenance, justifying the oo rating at all depths for all maintenance systems.

Reliability

The combination of simple repairs and low frequency of breakdowns earns the pump a oo rating for most operating conditions, reducing to o for lifts of 45m or a daily output of 8m³/d.

Corrosion Resistance

All downhole components are corrosion resistant (if stainless steel pump rods are selected). However, corrosion of the pump head bearing housing reduces the rating to o.

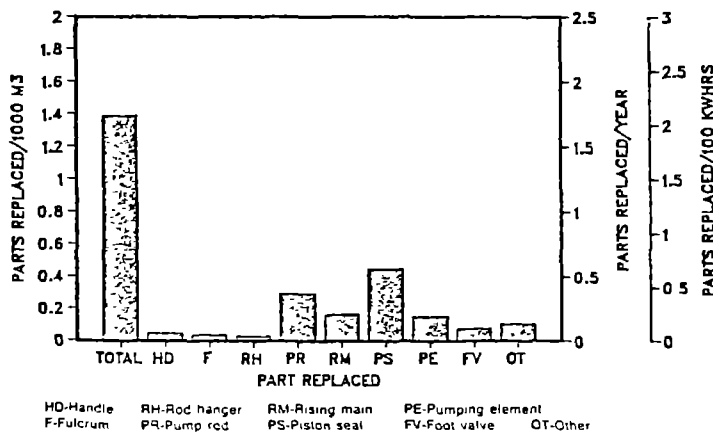
Abrasion Resistance

The nitrile seal in the polished stainless steel cylinder lining handles sand-laden water reasonably well, earning the pump a rating of "adequate" (o).

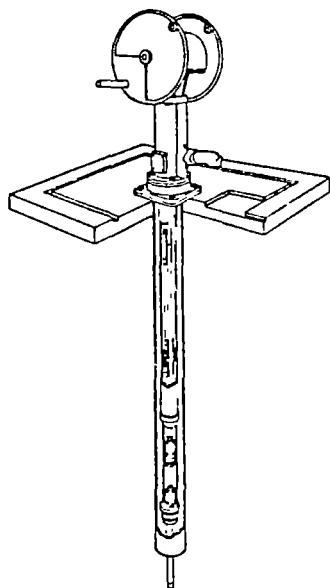
Manufacturing Needs

The Afridev uses a number of modern materials, the majority of which could be reliably processed in most developing countries. The need to import stainless steel cylinder linings and the quality control needed in plastics manufacture reduce the oo rating for Categories 2 and 3 to o for Category 1 countries.

CAUSES OF ESSENTIAL INTERVENTIONS



Belgium



Laboratory Tests

THE TROPIC 7 PUMP WAS NOT TESTED IN THE CATR LABORATORY

General Description

A deepwell reciprocating pump operated by rotary action of disk flywheels fitted with handles. The heavy cast iron pumpstand is available with one or two flywheels, and the pump is commonly operated by two people. The flywheels are weighted so that the handles are at the bottom when the pump is at rest, and this enables children to pump water by rocking the handle to and fro without complete rotation.

The rotary action is transmitted to the reciprocating pump rods through a crankshaft, connecting rod and intermediate piston rod running in guides, all enclosed in the pumpstand. A version (Tropic 3) is available in which the piston rod passes through a gland and the pump can be used to raise water an extra 10 meters to a storage tank.

The Tropic 7's pump rods below the intermediate piston rod in the pumpstand are Oregon Pine timber, though stainless steel rods are available as an option. There is a guide (spacer) at each rod connector. The cylinder is an open-topped brass tube and has two leather cupseals and weighted rubber valves. Five cylinder diameters are available, to suit different water depths. The piston and footvalve can be extracted without lifting out the rising main.

The rising main can be galvanized steel or uPVC. When uPVC is used, a patented system is provided whereby the bottom of the rising main is supported in a tapered ring fitted to the well casing.

Adapting equipment is available from

Manufacturer's performance data

| | | | | |
|------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Head (meters) | 20 | 30 | 40 | 60 |
| Cylinder diameter (mm) | 90 | 75 | 60 | 50 |
| Well casing diameter (mm) | 150 | 100 | 90 | 90 |
| Pumping rate (cycles/min) | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Volumé/min (liters) | 54 | 38 | 24 | 17 |
| Input (watts) | 179 | 186 | 157 | 164 |
| Maximum handle force (kg-f)* | 14 | 13 | 13 | 13 |

* Force shown is for one operator. With two operators, force per person is halved

the manufacturer to enable the Tropic 7 to be driven by animal, diesel, or electric power. A sterilizer system is also available.

The pump is sold with a 5-year warranty.

Manufacture

The Tropic 7 includes a number of patented design features and its manufacture involves several highly specialized processes, which call for a high level of skill and stringent quality controls.

Manufacture in a developing country could therefore only be undertaken in collaboration with the Belgian manufacturer and then only in a country with an advanced industrial base and ready access to the necessary materials.

Suppliers

Pompes Deplechin SA, Avenue de Maire 28, B-7500 Tournai, Belgium

Indicative prices - Feb 1985

| | |
|------------------------------------------|----------|
| Tropic 3 pumpstand | US\$ 980 |
| Cylinder assembly | US\$ 230 |
| Galvanized steel rising main | |
| per meter (in 3m lengths) | US\$ 7 |
| Alternative uPVC rising main | |
| first 15 meters | US\$ 140 |
| per extra 5 meters | US\$ 36 |
| Timber pumprod and galvanized connectors | |
| per meter (in 5m lengths) | US\$ 4 |
| Alternative 12mm stainless steel pumprod | |
| per meter (in 3m lengths) | US\$ 10 |
| Discount: | |
| 50 units | less 10% |
| 500 units | less 20% |

FOB Antwerp

Field Trials

Test conditions

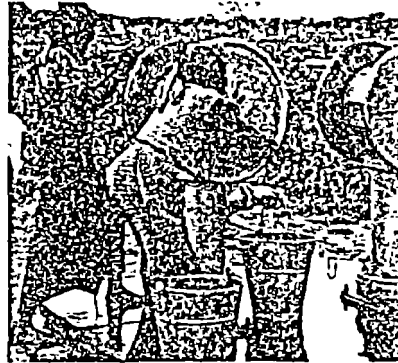
| Country | Number of pumps | Head range (meters) | Data available (months) |
|---------|-----------------|---------------------|-------------------------|
| Niger | 32 | 8-57 | 19 |

Average installation depth of the Niger test pumps is 36 meters, and all but two are on large diameter dug wells and located alongside India Mark II pumps. Depending on the static water level, the cylinder diameter used is 60 or 75mm.

The operating conditions differ from those anticipated by the manufacturer in two ways. On the dug wells, the pump rising mains are not fixed to the well linings, which means that the rising main/pumprod assembly can move laterally much more than in a drilled well, and the wells are dug only a short distance beyond the water table, so that the bottom of the cylinder is generally only 0.5 to 1.0 meters above the sandy well bottom.

Frequent failures of cupseals and valve seals can be attributed to sand drawn in by the Tropic's high delivery rate. Pumprod breakages may not have occurred in drilled wells, where lateral movements of the rising mains and pumprods are very limited. Heavy wear of the guide rod bushing also required frequent interventions, and this problem seems to be aggravated by fine sand getting into the bushing.

The high discharge achievable with the Tropic 7 proved highly popular with users, and some villages asked for the India Mark IIs to be replaced with Tropics. Typically, two men operating the Tropic 7



at 70 revolutions per minute were able to pump 40 liters per minute from a depth of 45 meters, whereas one man on the India Mark II achieved 13 liters per minute at 50 strokes per minute. During the dry season, Tropic 7 pumps with 75mm cylinders were estimated to be achieving maximum daily outputs as high as 25m³.

Though heavy lifting equipment is needed for pump installation, the open-top cylinder allows most maintenance of down-hole components to be carried out without special lifting tackle.

In a field trial demonstration, a local mechanic, assisted by four villagers and using only simple tools, was able to extract the piston and footvalve from a depth of 46 meters in 60 minutes and to replace them in 40 minutes.

The Niger pumps were fitted with non-galvanized steel rising mains, and this led to corrosion problems in the trials.

As the timber pumprods offer corrosion resistance, it would seem prudent to use the optional uPVC rising main wherever corrosion might be anticipated.

Assessment

Ratings are based on field trials in which pumping lifts ranged from 8 to 57 meters in predominantly large diameter dug wells.

Discharge Rate

The Duba Tropic 7 has been designed for two-person operation and achieves very high discharges. It therefore earns a "good" (oo) rating for all pumping lifts.

Ease of Maintenance

The pump is not suitable for village-level maintenance, but the open-topped cylinder does make area-mechanic maintenance feasible for routine repairs. Ratings for Maintenance systems A, B and C are therefore "unsuitable" (—), "adequate" (o), and oo respectively for all lifts.

Reliability

On the basis of the number of interventions needed in the field trials, the Tropic 7 is rated — for a daily output of 8m³/d at 25 meters lift and for 4m³/d at 45m lift. The rating is o for 4m³/d at 7m, 12m and 25m, and oo for 1.5m³/d at 7m and 12m. Ratings may well have been better if the pump had been installed on drilled wells.

Corrosion Resistance

The standard version with mild steel or galvanized rising mains is not corrosion resistant, though corrosion resistant alternatives are available as an option.

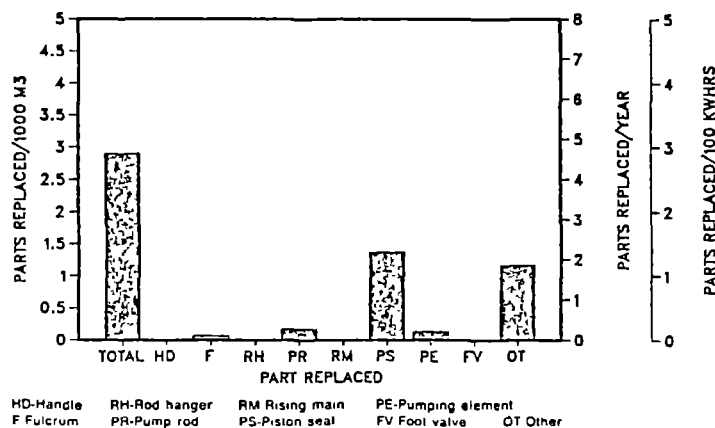
Abrasion Resistance

Use of leather cupseals means a — rating for abrasion resistance.

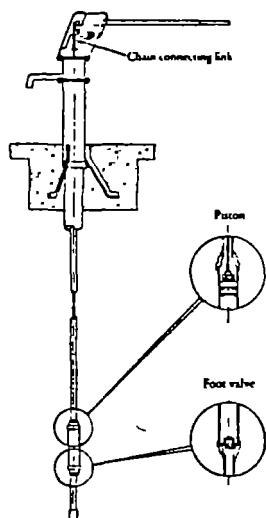
Manufacturing Needs

The Duba Tropic 7 requires a high level of manufacturing skill and sophisticated facilities. It is not therefore suitable for manufacture in countries with low or medium level industrial development, though for a category 3 country (high level of industrial development) the rating is oo. This would nevertheless require close collaboration with the Belgian manufacturer, because of patented design features.

CAUSES OF ESSENTIAL INTERVENTIONS



India, Mali



General Description

The India Mark II is a lever-action deepwell pump developed with UNICEF support and now the subject of Indian Standard IS 9301 (1984). The pump is widely used in India and is increasingly being installed in other countries.

The pumpstand and handle are galvanized steel, and the pump is distinguished by the chain and quadrant link between the handle and pumprod, which depends on a gravity return to effect the down-stroke. Ball races are used for the handle bearings. The steel pedestal is concreted into the pump apron.

The below-ground assembly is conventional with a brass-lined cast iron cylinder and a footvalve incorporated in the lower of the gunmetal endcaps. The standard pump has galvanized steel rising main. It is recommended that the pump has a 24 meter minimum setting for gravity return with the standard rods. Heavier rods are available for shallower settings.

Manufacture

The pump is made in India and Mali and calls for skills in steel fabrication and foundry work with good quality control. Limited pumphead manufacture is carried out in Kenya.

Suppliers

A list of manufacturers making the pump in India is available from UNICEF, 73 Lodi Estate, New Delhi 11003, India. Emama-Sikasso, BP 68 Sikasso, Mali.

Indicative prices - Feb 1985

Per unit for 35m depth US\$ 295

Laboratory Tests

Date tested: India Mark II - 1979, India-Mali - 1986

Reported. ODA Report 1981

Performance data (typical values) - 63.5mm cylinder

| | | | |
|-----------------------------|------------------------|----|-----|
| Head (meters) | 7 | 25 | 45 |
| Pumping rate (cycles/min) | 40 | 40 | 40 |
| Volume/min (liters) | 12 | 12 | 12 |
| Input (watts) | 47 | 92 | 140 |
| Mechanical efficiency (%) | 30 | 55 | 65 |
| Maximum handle force (kg-f) | 13 | 20 | 30 |
| Footvalve leakage (ml/min) | No significant leakage | | |

Evaluation

The test pumps from both India and Mali were securely packed in wooden crates and arrived in good condition. The Mali pumps did not have brass-lined cylinders, as specified in IS 9301, but instead had stainless steel cylinders. Both sets of pumps had minor defects: fixings for the chain inside the pumpstand were incompatible on the Indian pumps, in one Mali pump the handle pivot had been misaligned during assembly, and one handle had been incorrectly machined.

No instructions for installation and maintenance were supplied, but a comprehensive manual is now available from most manufacturers. Installation needs well-developed skills, lifting tackle, and a comprehensive tool kit, ruling out village-level maintenance.

The 4000 hour endurance test was carried out at 40 cycles per minute with a simulated head of 35 meters for the India pump and 45m for the Mali pump. Both pumps completed the test with no failures. In the final inspections, the handle pivot bearings were found to be in good condition, but the pumprod guides were worn. The Mali pump also had wear of the chain and of the pumpstand where the handle had rubbed against it.

Below ground, both pumps suffered a good deal of corrosion, particularly at

the joint between the plunger and pumprod. The cylinder bores were polished, but only lightly scored, and the cup-seals were still serviceable. The footvalve seals were worn, but also still serviceable.

Impact tests on the handle and pumpstand caused no damage, and the pump completed the handle shock test without failure.

Most users found the required efforts relatively easy to apply, though adults commented that a longer stroke would make the pump more comfortable to use and some children tended to bang the handle against the stops.

The overall conclusion of the laboratory tests was that the India Mark II is a strong, generously proportioned design, of which examples manufactured in both India and Mali proved to be robust and reliable.

Its potential for widespread application in village water supplies is limited by serious drawbacks in terms of manufacturing and maintenance. It is suitable for manufacture to a consistently high quality only in countries with moderately well developed industry and engineering skills. Maintenance also demands a high degree of skill, and lifting tackle will be required unless plastic rising main can be used.

- The modified version of the India Mark II, which has extractable downhole components, is described later (Pump 10).

India Mark II (standard)

Field Trials

Test conditions

| Country | Number of pumps | Head range (meters) | Data available (months) |
|--------------|-----------------|---------------------|-------------------------|
| India | 50 | 17-44 | 21 |
| Sri Lanka† | 10 | 2-9 | 22 |
| Burkina Faso | 30 | 10-26 | 33 |
| Ghana | 220 | 4-65 | 34 |
| Niger | 9 | 15-58 | 15 |
| Sudan | 75 | 12-38 | 24 |
| Malawi | 24 | 7-25 | 40 |
| Kenya | 15 | 16-31 | 17 |
| Tanzania | 22 | 1-25 | 9 |
| Philippines | 15 | 6-40 | 20 |
| China | 34 | 9-26 | 10 |

† Low-lift version

As befits a pump which is so widely used in India and elsewhere, the India Mark II has featured in a great many of the field trials, and has tended to be the standard against which other pumps are judged.

In India, where a million or more Mark IIs are in use throughout the country, the tests were carried out in unlined hard rock wells with cylinder settings averaging 36 meters. The pump is well accepted in the country and can be satisfactorily maintained by experienced area mechanics, though this is not the case in other countries, where mobile teams with lifting equipment are almost essential.

Chain lubrication and tightening of fasteners accounted for most of the routine maintenance operations, and plunger seal replacement was the most common repair needed in the India trials, accounting for 78% of the essential interventions. Interestingly, one manufacturer has recently replaced the standard leather cupseals with nitrile rubber cupseals, which are more abrasion resistant and do not swell (see Pump 10).

The experience of India's area mechanics means that repairs are generally carried out promptly and economically. This contrasts with the Sudan trials, where the India Mark IIs stood up well to very intensive use, but where the resources available for maintenance of such pumps are scarce. In one survey of 50 pumps needing below-ground repairs in



Sudan, trained village repairers were successful in only 10 cases, could have repaired another 9 if the parts had been available, failed in 15 cases, and made no attempt in the remaining 16.

The pump also proved difficult for mechanics in West Africa to install and maintain, though again the durability of the pump was very good, and it was well liked by users - except for Niger, where there was a strong preference for the high discharge from the Duba Tropic 7 (Pump 07).

Bearing failures accounted for a number of breakdowns, but the India Mark II's main problem in West Africa came from corrosion of below-ground components. The galvanized steel pumprods and rising mains fell victim to the region's corrosive water, to the extent that some 65% of breakdowns in the southern-Ghana field trial could be put down to corrosion.

Corrosion also featured indirectly in the Sri Lanka trials, where the shallow wells were fitted with a low-lift version of the India Mark II. The pumps used six meters of 25mm diameter pumprods in place of the standard 24 meters of 12mm rods needed to achieve gravity return. Complaints from users about the taste of the water were almost certainly attributable to corrosion by-products.

The test pumps were fitted with open top cylinders and 3-inch galvanized steel rising main (three were later fitted with PVC rising mains). Though seal replacement was easier, serviceability was limited by the need to remove the large diameter rising main to gain access to the footvalve. Problems also arose from swelling of the leather seals, which interfered with the plunger downstroke.

Overall, the India Mark II proved to be a durable pump, but one which is far from easy to service when needed.

Assessment

The ratings for the India Mark II pump are based on wide-ranging and consistent data from field trials and laboratory tests.

Discharge Rate

For deep lifts, the pump achieves comparatively high discharges, scoring a "good" (oo) rating for depths of 25 and 45 meters. However, the pump cannot compete with the high outputs of direct action pumps at lower lifts, and the rating drops to "adequate" (o) for lifts of 7m and 12m.

Ease of Maintenance

The skills and tools needed to service the India Mark II preclude village-level maintenance, and the pump is rated "unsuitable" (—) under System A. Area mechanics can service the pump at shallower lifts (bearing in mind that the standard pump has a minimum cylinder setting of 24 meters to achieve gravity return), but beyond 25m lifts, the oo rating for System B reduces to o, as assistance may be needed from a mobile team.

Reliability

The India Mark II is durable, but the difficulty of maintenance at depth reduces the oo rating for reliability to o at 25m lift and 4m³/d output, and the pump rates — for 8m³/d at the same lift and for 4m³/d at 45m.

Corrosion Resistance

Use of galvanized steel rods and rising main means a — rating.

Abrasion Resistance

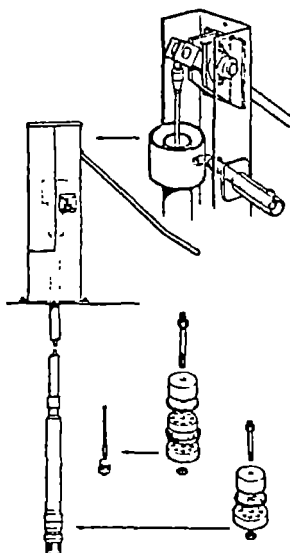
Leather cupseals are known to give problems in sand-laden water, and result in a — rating.

Manufacturing Needs

The India Mark II is manufactured in India and Mali. The degree of quality control needed to ensure reliable operation makes the pump unsuitable for manufacture in a country with only low industrial development (Category 1), unless intensive technical assistance is provided to the manufacturer (as was the case in Mali). It scores o and oo for Categories 2 and 3 respectively.

INTERVENTION CHARTS FOR THE INDIA MARK II
FIELD TRIALS ARE ON PAGE 116

Germany, Federal Republic of



General Description

The Kardia is a deepwell force pump with a conventional reciprocating action. The piston has a proprietary molded rubber lip seal acting directly on the uPVC pipe cylinder bore. Plunger and footvalve are similar in design, machined from uPVC and fitted with flat rubber sealing washers. Two plunger seals are recommended for depths beyond 35 meters. Recommended rising main is the manufacturer's own special plastic pipe with threaded connectors and rubber sealing washers. The pumprod is stainless steel with conventional brass tube-nut couplings.

The pumpstand is fabricated from sheet steel and sections and hot-dip galvanized and the handle bearings are large proprietary ball races in flanged housings.

Manufacture

The pump could be manufactured in developing countries with steel fabrication and machining expertise, but high levels of skill and quality control are needed to produce the pumpstand. Skill is also needed in machining the plunger and footvalve components.

Suppliers

Preussag AG, Moorbeerenweg 1, Postfach 6009, D-3150 Peine, Federal Republic of Germany.

Indicative prices - Mar 1985

| | |
|------------------------|----------|
| Per unit for 20m depth | US\$ 900 |
| Extra pipe per meter | US\$ 14 |

Laboratory Tests

Date tested: 1984

Reported Handpumps Project Report No 4

Performance data (typical values) — 63mm dia. cylinder

| | | | |
|--------------------------------|-----------------|----|-----|
| Head (meters) | 7 | 25 | 40 |
| Pumping rate (cycles/min) | 40 | 40 | 40 |
| Volume/min (liters) | 16 | 16 | 16 |
| Input (watts) | 38 | 80 | 128 |
| Mechanical efficiency (%) | 43 | 75 | 75 |
| Maximum handle force (kg-f) | 4 | 11 | 18 |
| Leakage of foot valve (ml/min) | Not significant | | |

The volume discharged per stroke was 0.35-0.37 liters and was not affected by pumping rate.

Evaluation

The two pumps acquired for testing were well protected and both arrived in working order, though the cases were large and difficult to manhandle.

An installation manual provided concise and clear instructions. No lifting tackle is needed for installation. Rising main and pumprod are supplied to length, and tools and PTFE sealing tape are supplied with the pumps. Area-mechanic maintenance is relatively simple, as there is no requirement for lifting equipment, but the special tools supplied by the manufacturer must be retained.

The Kardia went through the 4000 hour endurance test without breakdown - the test was conducted at 40 strokes per minute, with a simulated head of 30 meters. Damage did occur to the cylinder bore and plunger seal during the first 1000 hours of pumping, but this was caused by debris from corrosion in the CATR head simulation valve, and represents a condition unlikely to arise in field conditions.

At the end of the endurance test, sand was embedded in the plunger seal and both the seal and the cylinder wall were scratched, though performance was not impaired. A slight step was noted in the cylinder bore at the top and bottom of the plunger stroke. Center holes of valve blocks in the plunger and footvalve were worn but still serviceable, and there was no corrosion. Some play was found in the joint between handle and pumprod, but again performance was unaffected and

the joint was still serviceable.

The impact tests caused distortion of the pumpstand body which was enough at 300 Joules to affect the alignment of the rising main (the manufacturer has subsequently doubled the thickness of the pumpstand base to 10mm. The handle too has been strengthened, following a failure in the laboratory shock test. The handle failed after 54,000 cycles at the welded joint between round and rectangular sections.

The Kardia consistently delivered just under 0.40 liters per stroke, both before and after the endurance tests, equivalent to a discharge of 16 liters per minute at the selected pumping rate of 40 cycles per minute.

The discharge rate remained constant for heads ranging from 7 meters to 40 meters, though the work rate clearly increased (from 38 watts at 7 meters to 128 watts at 40 meters pumping lift).

Some users thought that the Kardia's delivery rate was rather low, though most liked the smooth action of the pump, and smaller users in particular liked the moderate operating effort. The handle height and movement seem to be a good compromise between the preferences of short and tall users.

Overall, the Kardia was found to be a reliable handpump in which modern materials have been used to update a conventional plunger action design. Relatively easy to maintain and repair, the pump is seen as suitable for community water supply use for depths down to 30 meters.

Field Trials

Test conditions

| Country | Number of pumps | Head range (meters) | Data available (months) |
|--------------|-----------------|---------------------|-------------------------|
| China | 12 | 6-25 | 12 |
| Burkina Faso | 1 | | |

In the China field trials, the Kardia was very popular among the villagers, who rated it as reliable but slow (low discharge). It was the only pump which could continue to operate during the severe winter of 1984/85, when freezing conditions caused others to cease to function. Ice in the upper rising main made the Kardia heavy to pump and led to handle breakages at the welding point. The problem could be avoided by drilling a small hole in the rising main a couple of meters below ground, to allow bleed back when pumping ceased.

The Kardia's plastic cylinder proved durable, but some doubts were expressed



about the long-term durability of the uPVC rising main, particularly in view of past experiences with plastic rising mains at depths beyond 25 meters.

A single Kardia pump has been monitored in the Burkina Faso field trials, where it performed well, delivering a consistent 1.4-1.7 cu m/h at 50 strokes per minute.

Further field trials are needed to provide conclusive data on the long-term performance of this pump.

Assessment

The Kardia ratings are based on laboratory test results and performance in field trials, though with a limited number of pumps.

Discharge Rate

At lifts of 25 meters and more, the Kardia achieves a "good" (oo) discharge (note that the ratings in Table S 4 are for 40m lift, which is the maximum recommended by the manufacturer). For lower lifts, the pump is only rated "adequate" (o) in comparison with the high discharge pumps available for these lifts.

Ease of Maintenance

No lifting tackle is needed for maintenance of the Kardia, which earns a oo rating under maintenance systems B and C for lifts up to 25 meters. At greater depths, area mechanics may need assistance, so the rating drops to o for system B in Table S.4.

Reliability

A combination of wear rates and more difficult maintenance at deeper settings results in the reliability ratings dropping from oo at 7m and 12m lifts for daily outputs up to 4m³/d, to o at 25m lift and 4m³/d and "unsuitable" (—) for greater depths or daily output.

Corrosion Resistance

Use of stainless steel pumprods with brass connectors and a PVC rising main, plunger and cylinder, results in a oo rating.

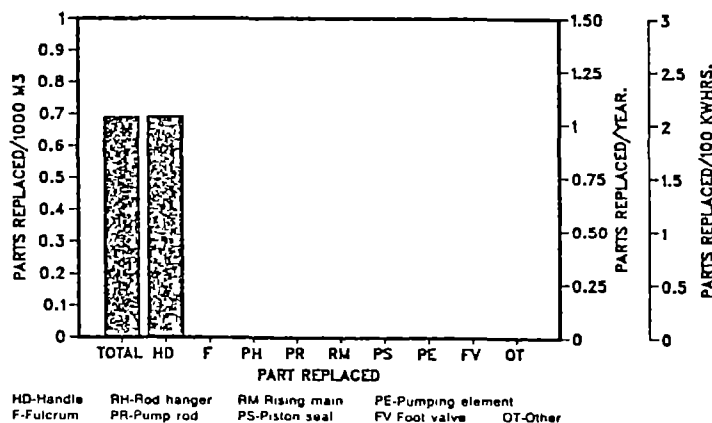
Abrasion Resistance

The pump did not break down during sand pumping in the laboratory trials, but sand embedded in the seals at the end of the trial, and wear in the PVC cylinder, mean a general rating of o for abrasion resistance.

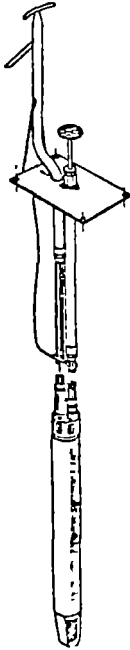
Manufacturing Needs

High levels of skill and quality control are needed in the manufacture of the pump, though the design is seen as suitable for many developing countries. Ratings are oo for a country with a well-developed industrial base, o where the industrial base is moderately developed, and — where industrial skill levels are low.

CAUSES OF ESSENTIAL INTERVENTIONS



France



General Description

The Vergnet is a foot-operated pump working on hydraulic principles. Twin flexible polyethylene hoses connect the above and below ground units — there is no mechanical link. The pumpstand is mild steel with stainless steel and brass primary drive cylinder components. The below ground pumping element is a stainless steel cylinder with valves top and bottom and a flexible rubber diaphragm inside.

The diaphragm expands in response to internal pressure exerted by the primary drive piston in the pumpstand, displacing water from the pumping element up the delivery pipe. When foot pressure is removed, the elasticity of the diaphragm forces water back up the drive hose to lift the pedal and draws in water through the footvalve.

Manufacture

The pumpstand requires moderate skills in steel fabrication and fitting, while the pumping element demands advanced manufacturing techniques and high quality control.

Suppliers

Société Mengin, Zone Industrielle d'Amilly, 45203 Montargis, France.

Indicative prices - Feb 1985

| | |
|-------------------------------|-----------|
| Pumpstand and pumping element | US\$ 587 |
| Twin hose (per meter) | US\$ 2 55 |

Laboratory Tests

Date tested 1979

Reported. ODA Report 1981

Performance data (typical values)

| | 7 | | 45 | |
|----------------------------|------------------------|-----|----|-----|
| Head (meters) | | | | |
| Pumping rate (cycles/min) | 36 | 92 | 24 | 75 |
| Volume/min (liters) | 10 | 24 | 5 | 14 |
| Input (watts) | 59 | 199 | 51 | 245 |
| Mechanical efficiency (%) | 15 | 14 | 57 | 44 |
| Maximum pedal force (kg-f) | 47 | | 76 | |
| Footvalve leakage (ml/min) | No significant leakage | | | |

Note: The rubber pumping element has been modified since the laboratory tests, so that performance characteristics may now be different.

Evaluation

At the time of the laboratory tests in 1979, the Vergnet was a relatively new design. The concept has remained essentially the same, but detailed design changes have taken place since the tests were carried out, and the laboratory findings should be viewed in that light. More recent downhole components were tested in 1982 on the ABI-ASM pump (Pump 01).

Installation of the Vergnet pump is very simple. No lifting tackle is needed, as the pumping element can be lowered down the well by hand, using the connecting polyethylene hoses. The pump is not self-priming.

The ground-level primary cylinder is also comparatively easy to maintain, and removal of the pumping element is a simple task, though replacement of the diaphragm with a new one is expensive. The laboratory trials indicated that the most likely maintenance needs would be replacement of the pedal rod guides and plunger seals in the primary cylinder, every 1500 to 2000 pumping hours.

The 4000 hour endurance test was carried out at 40 cycles per minute with a simulated head of 45 meters. The plunger guide wore badly and was replaced midway through the test, otherwise

the pump completed the test without failure. At the end of the test, there was significant leakage past the seals of the drive plunger, leading to the need to raise the pedal by hand frequently. The guides have been modified since the tests and a repriming arrangement has been added to overcome the pedal return problem.

Corrosion resistance is generally good. Some pitting did occur in the end caps of the rubber diaphragm, but again the material has subsequently been changed.

The pump requires considerable effort to operate, but full body weight can be applied to the pedal. Users therefore found the pump relatively easy to use, though children and smaller users could not produce the high forces needed for pumping from depth (some overcame the problem by balancing two people on the small pedal).

The pumpstand proved robust, and with only one external fixing seems reasonably resistant to abuse or pilferage.

Overall conclusion of the laboratory trial was that the Vergnet's novel design should prove reliable for community water supply use, though the one-off cost of replacing the diaphragm is high.

Field Trials

Test conditions

| Country | Number of pumps | Head range (meters) | Data available (months) |
|--------------|-----------------|---------------------|-------------------------|
| Burkina Faso | 35 | 14-44 | 26 |
| Mali | 25 | 9-21 | 27 |
| Kenya | 8 | 15-50 | 19 |

The Vergnet pump has undergone a number of design modifications in the course of the Project field trials, and development work is still going on to improve the pump diaphragm (current versions are supplied with a three-year guarantee)

Pump installation has proved very easy, with no need for lifting equipment. The pump can be extracted from a well and re-installed within half an hour. It is also possible to install two or more pumps in a single well, (a 125mm well for two pumps, or a 150mm well for three or four pumps). Only one spanner is needed to service the upper cylinder, and the down-hole pumping element can be inspected without difficulty

In the West Africa field trials, the Vergnet proved quite reliable, though it was susceptible to solid particles entering the pumping element, either through the internal pumping circuit or via the upper cylinder assembly. When the pumping element fills with sand (or silt or clay), the diaphragm becomes inoperative and finally ruptures if it is not cleaned. A new, improved diaphragm is being field tested, and in some regions mechanics have been able to repair ruptured diaphragms

The upper cylinder plunger seals needed regular replacement, but the task



was well within the capabilities of a local caretaker and costs very little

A small amount of corrosion occurred on the metal parts of the diaphragm, but in general the Vergnet proved substantially corrosion resistant. This was not the experience in Kenya however, where the end caps of the pumping element suffered severe corrosion. Pedal breakage was another problem in the Kenyan trials, though it rarely occurred in the lengthier West African trials

The discharge rate of 0.6 to 1.0m³/h achieved in West Africa proved acceptable to users, but Kenyan users did not like the effort needed to pump from more than 25 meters.

Assessment

The Vergnet ratings are based on its performance in field trials and in laboratory tests carried out in 1979. The below ground components were also laboratory tested in 1982, in connection with testing of the Abi-ASM pumps.

Discharge Rate

The discharge rate achievable with acceptable pumping effort is too low to make the pump competitive for low-lift applications, and it is rated "unsuitable" (—) for pumping lifts of 7 and 12 meters. For lifts of 25 and 45 meters, the Vergnet can achieve the discharge rates needed to earn a ◦ ("adequate") rating.

Ease of Maintenance

Below ground components of the Vergnet can be extracted from any depth without the need for special tools or equipment, and above ground maintenance is simple. However, for replacement of the diaphragm, a village caretaker might need the assistance of an area mechanic. The "good" (◦◦) rating for maintenance Systems B and C reduces to ◦ for System A.

Reliability

Field performance of the Vergnet earns the pump a ◦◦ rating for lifts up to 25m and daily outputs up to 4m³. For 45m lifts or for discharges of 8m³/d, the rating drops to ◦

Corrosion Resistance

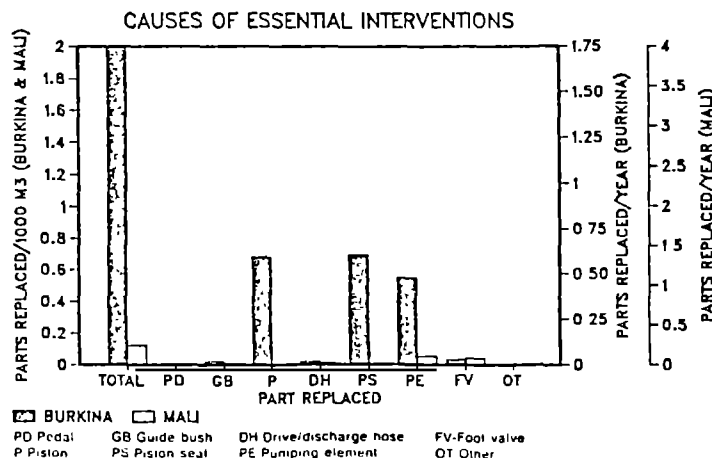
The ◦◦ rating is based on performance in West Africa.

Abrasion Resistance

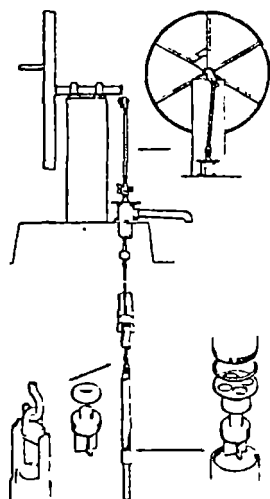
The Vergnet is little affected by abrasion, but the possibility of damage to the diaphragm caused by silt build up in the pumping element reduces the rating to ◦

Manufacturing Needs

The Vergnet pumpstand is suitable for manufacture in a country with moderate industrial facilities, but the downhole components require specialized skills and tight quality controls and could only be manufactured in a country with a high level of industrial development (Category 3). The ratings for manufacturing environments 1, 2 and 3 are therefore —, ◦ and ◦ respectively.



The Netherlands, Burkina Faso



General Description

The Volanta is a deepwell reciprocating pump driven by rotation of a large flywheel. A crank and connecting rod convert the rotary motion to a reciprocating action transmitted to the plunger through stainless steel pumprods. For depths less than 30m, hook-and-eye connectors are used to join the pumprods, for greater depths, the manufacturer has recently adopted threaded connectors. The crank throw can be adjusted to suit water depth.

Crankshaft and flywheel run on ball bearings mounted on a plate which can be fixed to a steel or concrete pedestal. The cylinder is a fiberglass reinforced epoxy resin tube with a close-fitting seal-less stainless steel plunger. Molded rubber valves are used and a 0.1mm screen is fitted. The cylinder can be lifted from the well without removing the 75mm diameter PVC rising main.

Manufacture

The above-ground components of the Volanta are comparatively straightforward to manufacture. The fiberglass reinforced plastic cylinder and stainless steel plunger must be manufactured to fine tolerances.

Suppliers

Jensen Venneboer BV, Industrieweg 4, Postbus 12, 8130 AA Wijhe, The Netherlands

Centre Sainte Famille, Saaba, BP 3905, Ouagadougou, Burkina Faso (International orders can be supplied via STAR, BP 4387, Ouagadougou, Burkina Faso)

Laboratory Tests

Date tested: 1985

Reported: World Bank Applied Technology Note No. 2

Performance data (typical values) — 50mm dia. cylinder

| | | | |
|-----------------------------|------------------------|-----|-----|
| Head (meters) | 7 | 25 | 45 |
| Stroke (mm) | 310 | 190 | 140 |
| Pumping rate (cycles/min) | 50 | 52 | 50 |
| Volume/min (liters) | 30 | 19 | 11 |
| Input (watts) | 78 | 120 | 133 |
| Mechanical efficiency (%) | 40 | 63 | 60 |
| Maximum handle force (kg-f) | 10 | 12 | 18 |
| Footvalve leakage (ml/min) | No significant leakage | | |

Note: Figures are for a "flying" start

Evaluation

Three versions of the Volanta have been tested at different times. This summary is based on the most recent design, incorporating stainless steel pumprods with hook-and-eye connectors in place of the previous cable connection between above and below ground parts. Details of the earlier tests are in Project Report No. 3.

Following the earlier laboratory trials, the manufacturer made a number of changes, settling for the seal-less stainless steel plunger in a fiberglass reinforced plastic cylinder as standard, relocating the taper seat at the top of the cylinder to prevent sand-locking, adding brass weights to the molded rubber valves, and substituting steel pumprods with hook-and-eye connectors for the previous cables.

Initially, pump performance did not match the manufacturer's figures and this was found to be due to excessive clearance between the plunger and the cylinder. A replacement cylinder produced improved results. Two pumprod breakages occurred during the first half of the endurance tests. The manufacturer supplied new rods from a different grade of stainless steel for the remainder of the endurance tests and no further failures occurred.

In the final inspection, the valves showed some signs of wear but were still serviceable and the cylinder and footvalve were in good condition. The pumpstand

gland needed repacking, but otherwise the pumpstand was in good order.

There was no evidence of corrosion at the end of the test.

Some users found the Volanta difficult to start and to maintain a steady rhythm, and the delivery is greater when the pump has a flying start, as it commonly does during daily use in the field.

After the endurance test, the work input per stroke was very much lower, with a corresponding improvement in overall pumping efficiency. There was no significant change in the plunger or cylinder dimensions, and the plunger has no seals, so the lower work input was attributed to reduced friction in the wellhead gland.

The body impact test was not applicable to the Volanta, which is fixed to an in-situ pedestal, but in the earlier trials tests were carried out on the spokes of the wheel, which bent at an impact of 400 Joules, though the pump remained usable.

The overall conclusion of the laboratory testing was that the Volanta is an innovative design, which is very simple to install and maintain. The design improvements have been successful in improving the performance, reliability, and serviceability of the pump.

Many parts are suitable for manufacture in developing countries, though rigorous quality control is needed in manufacture of the cylinder assembly.

Indicative prices - Mar 1985

| | |
|----------|--------------|
| Per pump | US\$ 600-630 |
|----------|--------------|

Field Trials

Test conditions

| Country | Number of pumps | Head range (meters) | Data available (months) |
|--------------|-----------------|---------------------|-------------------------|
| Burkina Faso | 50 | 16-31 | 36 |
| Ghana | 24 | 6-14 | 15 |
| Kenya | 9 | 12-45 | 12 |

The pumps initially installed in Burkina Faso were of the old design, using a cable as the connection between the plunger and the head assembly and threaded joints for the PVC rising mains. The cables frequently caused poor performance and were eventually replaced with the new arrangement of stainless steel pumprods. Cracks and joint failures occurred in the rising mains until a solvent cement jointing system was introduced.

Except for these early failures, the Volanta proved very reliable, though differing qualities of stainless steel can still lead to some rod failures (the softer steel is more satisfactory).

The Volanta's above-ground assembly is robust, and in Burkina Faso it has been found that the rotary action is well suited to mechanical operation, using a small engine. User reaction to the rotating flywheel has generally been good, and the output, averaging 0.8 to 1.5m³/h has proved adequate for the field trial users.

The apparently high number of pump-rod failures on the bar chart is largely accounted for by the early experiences with steel cables and rods. More recently, the Volantas have been averaging about



0.3 breakdowns per pump per year and a similar number of interventions to correct poor performance. Both figures are very similar to the record of the India Mark II in West Africa.

The Volanta has also been well accepted by the users in northern Ghana. None of the 24 pumps monitored there required any maintenance intervention during the first 15 months of operation. Though the pumping lift is only 6-14 meters, they are heavily used. From March to September 1986, daily outputs ranged from 2.2 to 18.7m³, with an average of 7.7m³, and in the dry season some pumps reached an output of 25m³/d.

The Volanta pumps tested in Ghana are of a later model (1984), while those in Burkina Faso are older pumps which have been modified during the field trial.

The Volanta has been designed on VLOM principles with emphasis on ease of repair. Only simple tools are needed to pull out the entire pumping element, including pumprods and footvalve. The fact that the pump is manufactured in Burkina Faso, in a workshop without any sophisticated equipment (a Catholic Mission near Ouagadougou), verifies its suitability for local manufacture.

Assessment

The Volanta ratings are based on the pump's performance in both field trials and laboratory tests.

Discharge Rate

The adjustable stroke enables the pump to deliver a high discharge at all lifts, and it earns a "good" (oo) rating under this heading in all the tables.

Ease of Maintenance

Most maintenance operations on the Volanta can be readily carried out by village caretakers over the full depth range, but the need for some help from area mechanics for special repairs reduce the rating to "adequate" (o) under maintenance system A from oo under systems B and C.

Reliability

Performance in the field trials earns the Volanta a oo rating for reliability for depths down to 30 meters, but reservations about pumprod performance below that depth mean a o rating for the 45m lift.

Corrosion Resistance

The Volanta is built entirely from corrosion resistant materials below ground and earns a oo rating.

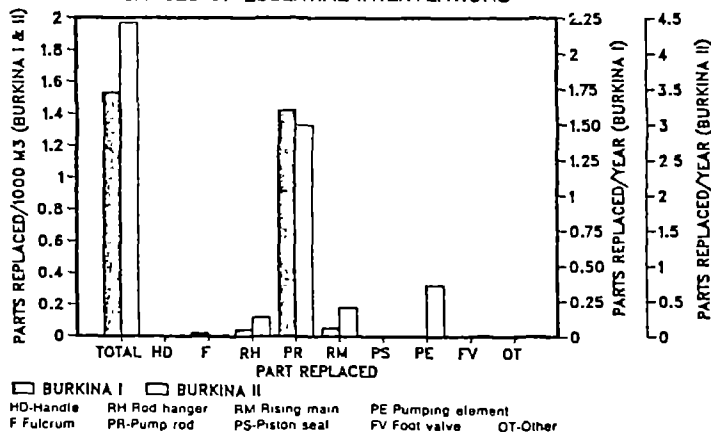
Abrasion Resistance

The pump has a seal-less piston and was unaffected by sand pumping in the field trials, earning a oo rating for abrasion resistance.

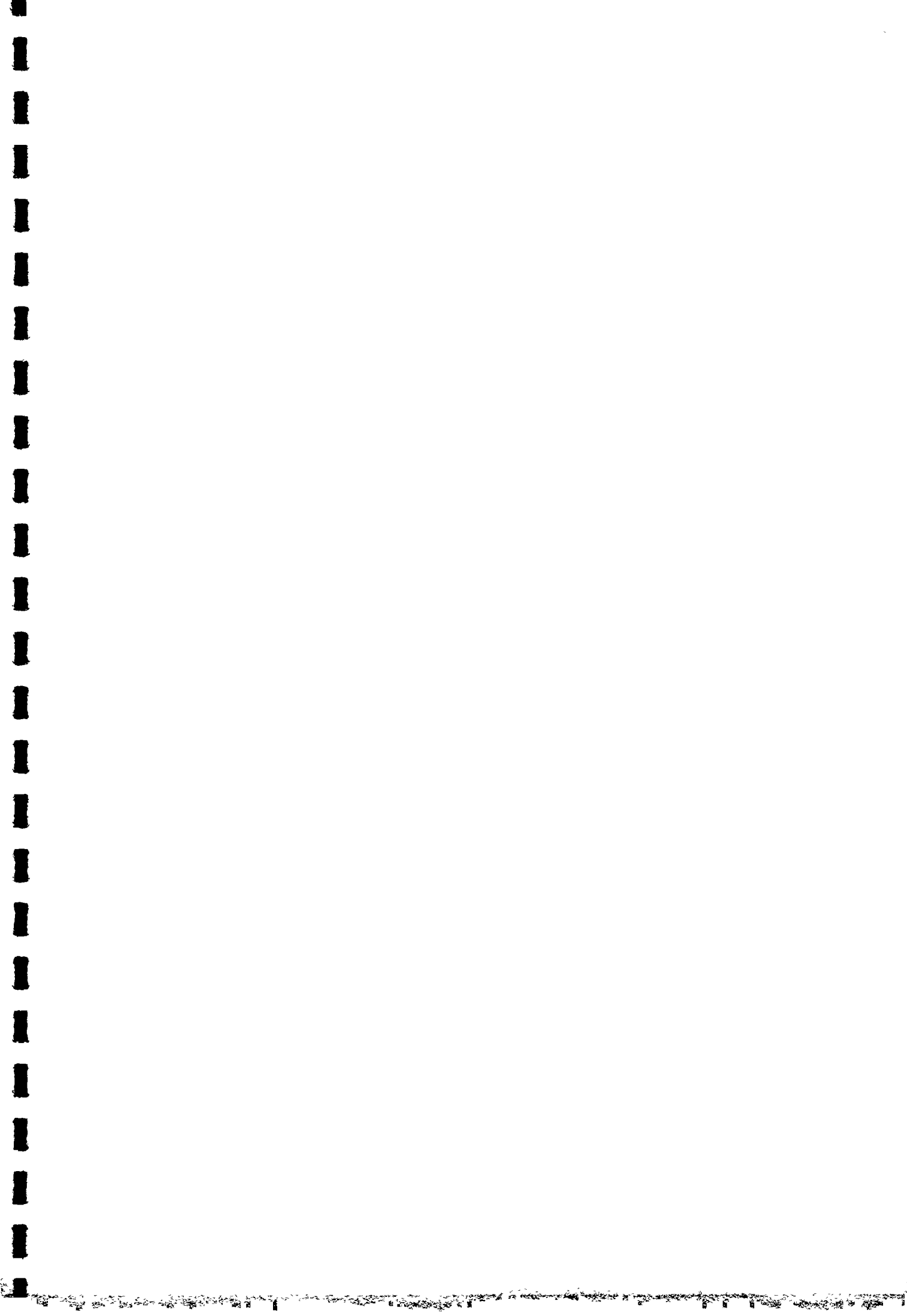
Manufacturing Needs

Most of the pump components are suitable for manufacture in developing countries with a moderate industrial base (manufacturing environments 2 and 3), though good quality control is needed in manufacture of the fiberglass reinforced plastic cylinder and stainless steel plunger. External help would be needed if attempts were made to make the Volanta in a country with only a low or moderate level of industrial development (manufacturing environments 1 and 2). The ratings under categories 1, 2 and 3 are therefore o, o and oo respectively.

CAUSES OF ESSENTIAL INTERVENTIONS









Abréviations1. Abréviations générales:

| | |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------|
| AFVP | Association Française des Volontaires du Progrès |
| BOAD | Banque Ouest Africaine de Développement |
| CEAO | Communauté Economique de l'Afrique de l'Ouest |
| CME | Country Monitoring Engineer (Chargé de Suivi) |
| FED | Fond Européen de Développement |
| GTZ | Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (Coopération Technique Allemande) |
| IM II | India Mark II |
| INT | Inter-régional |
| MHE | Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement |
| OFEDS | Office des Eaux du Sous-sol |
| OMS | Organisation Mondiale de la Santé |
| ONAREM | Office Nationale des Ressources Minières |
| PNUD | Programme des Nations Unies pour le Développement |
| PVC | Polyvinyl Chloride (Chlorure de Polyvinyle) |
| R & D | Research and Development (Recherche et Développement) |
| TTC | Toutes Taxes Comprises |
| TVA | Taxe à la Valeur Ajoutée |
| UMOA | Union Monétaire Ouest-Africaine |
| UNICEF | United Nations Children Fund (Fonds des Nations Unies pour l'Enfance) |

VLOM Village Level Operation and Maintenance
(Exploitation et Entretien à l'Echelon du Village)

VNU Volontaire(s) des Nations Unies

2. Abréviations techniques

Ca Calcium

Cd Cadmium

EC Electrical Conductivity
(Conductivité Electrique)

Fe Fer

K Potassium

Mg Magnésium

Mn Manganèse

Na Sodium

NH₄ Ammonium

NO₂ Nitrite

NO₃ Nitrate

Pb Plomb

Zn Zinc

3. Unités

FCFA Franc CFA

h heure

l litre

.../...

l/min. litre par minute

m mètre

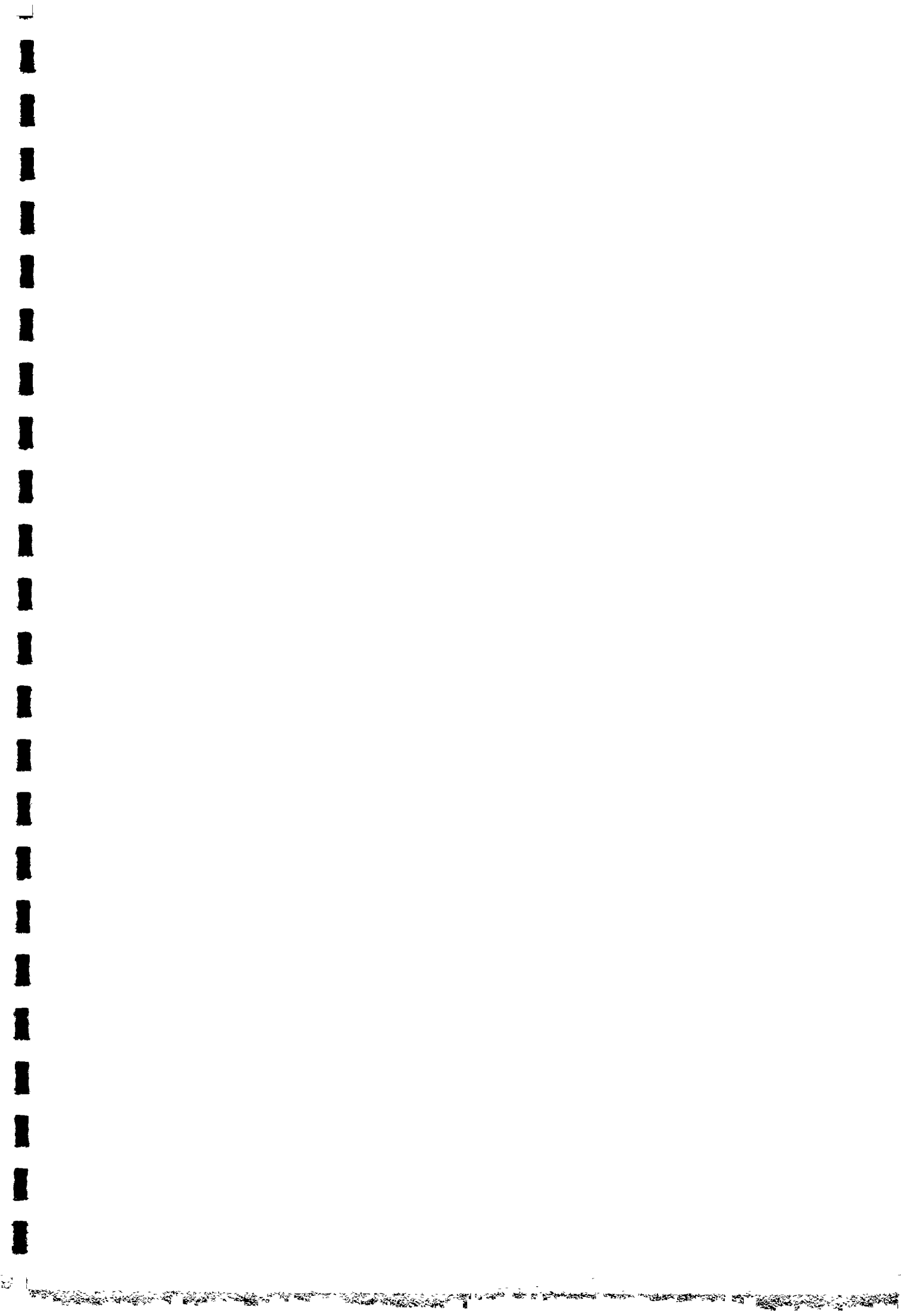
m³ mètre cube

m³/h mètre cube par heure

NTU Nephelometric Turbidity Unit
(Unité pour la turbidité néphelométrique)

μS/cm Micro Siemens par centimètre (unité pour la conductivité électrique)







DECLARATION D'ABIDJAN

L'économie et la santé des populations africaines des zones rurales et péri-urbaines peuvent bénéficier des avantages d'une meilleure gestion par les populations des systèmes d'approvisionnement en eau et d'assainissement basés sur des technologies éprouvées et à faible coût. Les gouvernements des pays africains ainsi que les bailleurs de fonds se doivent d'identifier, d'engager les ressources adéquates et de fournir le support nécessaire à la participation directe des populations au choix, à la gestion et au financement de leurs systèmes d'eau et d'assainissement.

Des représentants de 30 pays de l'Afrique au sud du Sahara et ceux de 15 organismes multilatéraux, bilatéraux et non-gouvernementaux, des spécialistes de 8 autres pays de l'Asie, des Amériques et de l'Europe, réunis à Abidjan, en République de Côte d'Ivoire en octobre 1985 ont adopté la présente déclaration ainsi qu'une stratégie en cinq points. Cette stratégie, selon les séminaristes, peut aider à obtenir des améliorations substantielles aux conditions de vie de centaines de millions de personnes.

Reconnaissant la menace sérieuse, que constitue le manque d'accès à une eau saine et à des installations sanitaires adéquates pour la santé et le bien-être de plus de 200 millions d'Africains en milieu rural et péri-urbain, les délégués au séminaire sur l'Eau potable et l'Assainissement à faible coût, considèrent que les réalisations de la première moitié de la Décennie Internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement (DIEPA) sont des bases pour un progrès plus rapide dans le secteur.

Des politiques basées sur quelques uns ou tous les points de la stratégie ont permis d'approvisionner en eau potable et de fournir des installations d'assainissement à près de 30 millions de personnes en milieu rural pendant les cinq premières années de la Décennie. Néanmoins 70 pourcent de la population rurale africaine n'ont toujours pas accès à ces services de base, alors que trop de projets sont abandonnés ou opèrent bien en deçà de leur capacité par manque d'entretien. Tandis que les communautés payent les frais d'un taux élevé de mortalité infantile, de maladies débilitantes et de conditions de vie insalubres, les gouvernements se retrouvent avec des frais croissants pour les services de soins médicaux et avec une production alimentaire réduite; ces conditions deviennent alors insupportables en période d'austérité.

Les résultats des travaux du Séminaire d'Abidjan reflètent le consensus croissant qui existe au sein des nations africaines sur la nécessité d'un engagement politique et pour la mise en place de politiques économiques pour répondre aux besoins urgents du continent dans le secteur.

1. - LES GOUVERNEMENTS ont reconnu qu'un progrès durable, auquel les états peuvent contribuer, dépend de l'adoption de technologies à faible coût. Cette volonté de contribution devra se traduire par un engagement politique ferme à long terme et par la mise en place d'un cadre institutionnel permettant une gestion effective des installations par les communautés elles-mêmes. La décentralisation de la responsabilité pour la planification et la gestion signifie l'utilisation optimale des ressources des secteurs publics et privés. Les Gouvernements aux niveaux central et régional, doivent:

- jouer un rôle clé dans l'organisation et l'appui à des programmes de formation,
- mener des politiques de standardisation et de mise en place de réseaux de distribution de pièces de rechange et d'autres matériels.

Dans leurs négociations avec les bailleurs de fonds, les Gouvernements doivent éviter de s'engager pour l'exécution de projets ou d'achats d'équipements non compatibles avec les politiques de maintenance mises en place tout en rappelant aux bailleurs de fonds leur engagement à soutenir la politique sus-mentionnée. Les bailleurs de fonds ont tous appuyé cette initiative.

2. - LES COMMUNAUTÉS seront intéressées à prendre effectivement en charge la gestion et la maintenance des installations qu'elles auront choisies qu'elles peuvent s'offrir et qu'elles peuvent entretenir, le succès des projets dépend de l'engagement de tous les membres de la communauté - les femmes y jouant un rôle vital - et grâce à un encadrement d'animateurs qualifiés. Des comités locaux doivent par nécessité s'engager dans la planification, participer à la sélection des sites pour les points d'eau, la construction des installations. Après une formation préalable et avec l'appui soutenu des Gouvernements et d'autres agences, les comités locaux devraient être pleinement responsables d'organiser l'entretien des systèmes, ainsi que la collecte et la gestion des fonds pour leur financement.

3. - UNE APPROCHE INTEGREE du développement des communautés, étroitement liée à des préoccupations sanitaires se traduit par une optimisation des investissements dans le secteur eau et assainissement. Des études ont montré que des améliorations en approvisionnement en eau potable planifiées conjointement avec des activités complémentaires d'assainissement et d'éducation sanitaire, ont un effet multiplicateur sur les bienfaits pour la santé et l'économie. Ainsi l'introduction des composantes d'approvisionnement communautaire en eau dans des programmes de santé de base ou dans des programmes spécifiques de promotion de la production alimentaire, de l'abreuvement du bétail, et des activités de développement rural en général, renforcera les avantages de telles interventions.

4. - LE CHOIX DE TECHNOLOGIES: Il doit tenir compte des ressources disponibles aux communautés pour l'entretien de ces systèmes. Des études sur les technologies pour l'approvisionnement en eau potable et l'assainissement à faible coût ont démontré qu'il existe l'équipement nécessaire autour duquel la stratégie retenue pour une gestion complète des installations par la plupart des communautés rurales pourrait s'articuler. Par exemple l'expérience nous a montré que des pompes à main, judicieusement sélectionnées et dont l'entretien peut être assuré par des artisans réparateurs locaux, assistés éventuellement de mécaniciens régionaux qualifiés garantissent à long terme l'approvisionnement en eau potable des communautés. Une fabrication locale et une distribution rationnelle des composantes essentielles des pompes et des pièces de rechange assurent une plus grande sécurité.

5. - L'ENTRETIEN: C'est la condition sine qua non pour la pérennité des systèmes. L'entretien par les communautés, appuyé par une politique nationale de standardisation et une distribution de pièces de rechange bien organisée, concourent à une sécurité de fonctionnement continu et une réduction des frais récurrents. Cela entraîne une réduction importante des coûts par habitant en comparaison avec le modèle d'un entretien centralisé, comme il a été pratiqué dans beaucoup de pays.

En adoptant la Déclaration d'Abidjan, les 100 délégués sont tous convaincus que les pays africains ont le potentiel nécessaire pour accomplir un progrès important au cours de la seconde moitié de la Décennie Internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement et au-delà.

