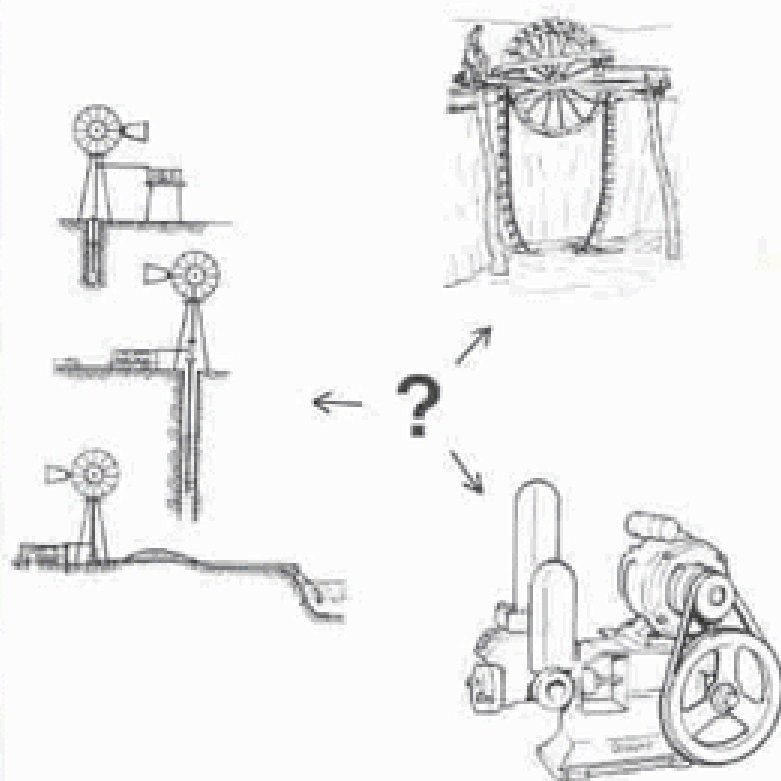


Les machines élevatoires



Organisation
des
Nations
Unies
pour
l'alimentation
et
l'agriculture



**BULLETIN FAO
D'IRRIGATION
ET DE DRAINAGE 43**

Les machines élévatoires

par
P.L. Fraenkel
Directeur
Intermediate Technology Power Ltd
Reading (Royaume-Uni)

**Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture Rome,
1994**

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

**M-56
ISBN 92-5-202515-4**

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, mise en mémoire dans un système de recherche documentaire ni transmise sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit: électronique, mécanique, par photocopie ou autre, sans autorisation préalable du détenteur des droits d'auteur. Toute demande d'autorisation devra être adressée au Directeur de la Division des publications, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie, et comporter des indications précises relatives à l'objet et à l'étendue de la reproduction.

© **FAO 1994**

Table des matières

Préface	
Remerciements	
INTRODUCTION	
L'objet et la portée de ce bulletin	
L'importance accrue de l'irrigation	
L'irrigation et la crise de l'énergie	
L'irrigation à petite échelle et le développement	
Choix de la technique d'exhaure des eaux	
TECHNIQUES D'ELEVATION DE L'EAU POUR L'IRRIGATION	
Principes généraux d'élévation de l'eau	
Définitions du travail, de la puissance, de l'énergie et du rendement	
Rendement des divers éléments d'une installation de pompage: l'importance de la bonne association de ses divers éléments	
Pertes dans une installation d'irrigation	
Débit des canaux et des canalisations	
Conditions à l'aspiration : hauteur limite d'aspiration	
Rabattement et variations saisonnières du plan d'eau	
Etude d'une installation complète d'irrigation par pompage	
Calcul pratique de la puissance requise	
Principes de l'irrigation à petite échelle	
Besoins en eau d'irrigation	
Besoins nets d'irrigation	
Besoins bruts d'irrigation	
Données de base du pompage	
RAPPEL DES TYPES DE POMPES ET DES TECHNIQUES D'ELEVATION DE L'EAU	
Principes d'élévation et d'écoulement des eaux	
Classification des machines élévatoires et des pompes	
Dispositifs d'élévation directe à mouvement alternatif et cyclique	
Arrosoirs, godets, écopés, seaux et le panier basculant	
Ecopé suspendue, rigoles, auges basculantes, Dhones et bascule à contrepoids ou chadouf	
Poulies à godets, treuils à mohtes et à bennes	
Machines rotatives à élévation directe de l'eau	
Roues élévatoires, roues persanes (à sabots) et norias	
Roues persanes perfectionnées (zawaffas ou jhallars)	
Roues à écopés, Tympan à développante ou sakia (sagiyas), Roue à Tympan ou tablia	
Pompes volumétriques alternatives	
Pompes à piston à clapet - Principe de base	
Pompes à piston à double effet et pompes à piston plongeur	
Pistons et clapets	
Pompes à mouvement rectiligne alternatif et les canalisations	
Pompes de forage à mouvement alternatif	
Pompes immergées à transmission hydraulique	
Pompes à diaphragme	

Pompes semi-rotatives
 Pompes volumétriques à gaz
 Pompes volumétriques rotatives
 Pompes à ailettes flexibles
 Pompes à cavité progressive ou pompes Mono
 Pompes à vis d'Archimède et pompes à vis ouvert
 Pompes spirales et pompes chaîne-hélice
 Roues hydrauliques à palettes, à marches et à augets
 Chapelet incliné ou pompe chinoise
 Pompes à chapelet ou patenôtre
 Pompes à mouvement alternatif à force d'inertie (battement)
 Pompe à clapet
 Pompes à résonance
 Pompes roto-dynamiques
 Pompes roto-dynamiques: principes de base
 Pompes centrifuges à volute, turbopompes et pompes à auto-amorçage
 Caractéristiques des pompes roto-dynamiques et des rotors
 Pompes axiales (pompes-hélices)
 Pompe hélico-centrifuge (à écoulement mixte)
 Pompes centrifuges
 Pompes multicellulaires et pompes roto-dynamiques de forage
 Pompes roto-dynamiques à auto-amorçage
 Pompe venturi à auto-amorçage
 Pompes à émulsion ou émulseurs
 Dispositifs à impulsion (béliet hydraulique)
 Dispositifs gravitaires
 Siphons
 Quantats et foggaras
 Matériaux utilisés dans la fabrication des dispositifs élévatoires
 Matériaux ferreux
 Matériaux non ferreux
 Bois
 Matières plastiques
 Rappel des dispositifs élévateurs d'eau
 ALIMENTATION EN ENERGIE DES INSTALLATIONS DE POMPAGE
 Les machines motrices en tant qu'élément d'une installation de pompage
 Importance du rapport coût-efficacité
 Systèmes de transmission
 Emmagasiner du fuel et de l'énergie
 Force motrice humaine
 Utilisation de l'énergie humaine comme force motrice
 Dispositifs traditionnels d'élévation de l'eau
 Pompes à main
 Entretien des pompes à main
 Force motrice animale
 Force motrice des différentes espèces animales

Alimentation du bétail
Attelage des animaux de trait aux dispositifs élévateurs de l'eau
Moteurs à combustion interne
Différents types de moteurs à combustion interne
Rendement des systèmes de pompage actionnés par des moteurs
Moteurs à combustion externe
Machines à vapeur
Moteurs Stirling
Energie électrique
Sources et types d'énergie électrique
Courant alternatif du réseau électrique
Les moteurs électriques
Sécurité électrique
Energie éolienne
Généralités et le point de la technique
Principes de la conservation de l'énergie éolienne
Ressource éolienne
Evaluation des performances d'une pompe éolienne
Energie solaire
Généralités et le point de la technique
Principes de la conversion de l'énergie solaire
La ressource énergétique solaire
Evaluation des performances
Energie hydraulique
Généralités et le point de la technique
Utilisation des turbines pour l'élévation de l'eau
Le bélier hydraulique
Roues hydrauliques et norias
Nouveaux dispositifs à force motrice hydraulique
Biomasse et charbon (combustibles non pétroliers)
Description générale
Utilisation des combustibles solides
Utilisation des combustibles liquides tirés de la biomasse
Gaz tiré de la biomasse: biogaz
CHOIX DES INSTALLATIONS DE POMPAGE
Conditions économiques et financières
Critères de comparaison des coûts
Calcul des coûts et des avantages
Comparaison économique des différentes options
Aspects pratiques
Niveau de perfectionnement ou disponibilité de la technique envisagée
Coûts d'investissement et coûts de fonctionnement
Conditions de fonctionnement
Technicité requise pour l'installation, l'exploitation, et l'entretien
Robustesse, fiabilité de fonctionnement, et durée de vie
Possibilités de fabrication locale

Conclusion

BIBLIOGRAPHIE

Liste des tableaux

1. Superficie des terres irriguées dans le monde (1972)
2. Vitesses maximales d'écoulement recommandées, coefficients de rugosité et pentes de talus des canaux revêtus et en terre
3. Valeurs moyennes des rendements des différents éléments d'un réseau
4. Valeurs moyennes(en mm/h) du taux moyen d'infiltration en mm/h pour différents types de sols et les débits d'arrosage correspondants
5. Classification des pompes et des machines élévatoires
6. Caractéristiques techniques des chapelets inclinées chinoises dites "vertèbres de dragon"
7. Principales caractéristiques des matériaux utilisés dans la fabrication des pompes
8. Nouvelle classification des pompes et des dispositifs éleveurs d'eau
9. Eléments de coût des machines motrices
10. Valeur énergétique des divers aliments de base
11. Puissance musculaire maximale de l'organisme humain
12. Comparaison de divers dispositifs éleveurs d'eau utilisés au Bangladesh
13. Puissance et force de traction des différents animaux
14. Comparaison des différents carburants pétroliers pour les moteurs
15. Comparaison des petits moteurs à combustion interne
16. Puissance du vent calculée en fonction de la vitesse du vent exprimée en densité de puissance par unité de surface du courant d'air
17. Variation de la densité de l'air en fonction de l'altitude
18. Comparaison des divers caractéristiques des différents types de rotors
19. Débit d'une pompe éolienne calculé à partir des données de la vitesse du vent classées par tranches et les performances correspondantes
20. Facteurs affectant le rendement d'une installation d'une pompe éolienne
21. Rendement des systèmes fonctionnant à partir de l'énergie hydraulique
22. Dimensions types et coûts des turbopompes chinoises
23. Comparaison des coûts d'irrigation en Chine
24. Performances des petites turbopompes
25. Débit d'alimentation des béliers hydrauliques
26. Performances d'un bélier hydraulique
27. Densité de puissance des écoulements d'eau en fonction de la vitesse de l'eau
28. Superficie nécessaire pour la production des céréales alimentaires ou d'alcool-carburant au Brésil
29. Principaux résidus agricoles disponibles dans les pays en voie développement
30. Résidus types des cultures céréalières
31. Production photosynthétique de carbone
32. Pouvoir calorifique des différents combustibles
33. Pouvoir calorifique potentiel de biomasse de certaines cultures
34. Rendement en biogaz des différentes charges
35. Production d'excréments des différentes espèces vivantes
36. Principaux paramètres de fonctionnement des digesteurs de biogaz agricole
37. Exemple type de calcul d'une installation de biogaz destinée à l'irrigation par pompage

38. Coefficients d'actualisation sur une période d'une durée inférieure ou égale à 25 ans
39. Coefficients d'annualité sur une période d'une durée inférieure ou égale à 25 ans
40. Analyse des coûts unitaires de pompage de l'eau pour quatre types d'installations d'irrigation par pompage
41. Critères de coût et de rendement pris en compte pour la comparaison des différentes techniques de pompage

Liste des figures

1. Installation type de pompage
2. Les éléments essentiels d'un réseau d'irrigation
3. Le concept du gradient hydraulique
4. Détermination des pertes de charge dues au frottement dans les conduites
5. Abaque de calcul de la perte de charge due au frottement pour des tuyaux en PVC rigides par la formule de Blasius
6. Variations de la charge et du rendement en fonction du débit
7. Incidence des différentes conditions physiques sur le niveau de l'eau dans les forages
8. Facteurs affectant le rendement hydraulique d'une installation
9. Variation de l'énergie dans les différents éléments d'une installation d'irrigation (en pourcentage de l'énergie transmise d'un élément à l'autre de l'installation)
10. Puissance hydraulique nécessaire pour l'élévation de l'eau
11. Hauteur statique en fonction du débit pour différentes valeurs de la puissance
12. Charge totale en fonction de l'énergie hydraulique à superficie irriguée constante (les superficies sont déterminées pour une dose d'arrosage de 8 mm)
13. Nomogramme pour le calcul de la puissance nécessaire pour une superficie, une dose d'arrosage, et une hauteur de refoulement données
14. Taux de croissance des cultures en fonction de la teneur en eau du sol
15. Coefficient de culture type du maïs planté à la mi-mai au Caire (Egypte). La dose d'arrosage adoptée à la première phase de plantation est de 8 mm/jour, et la fréquence d'irrigation est de 7 jours
16. Courbes typiques montrant la relation entre la hauteur d'eau, le débit, la vitesse et le rendement d'une pompe (cas d'une pompe centrifuge)
17. Ecope à opération manuelle
18. Utilisation du panier basculant
19. Ecope fixée à une corde
20. Utilisation d'une auge basculante "dhone" au Bangladesh
21. Monte-charge à contrepoids
22. "Mohte" à déversement automatique, avec traction sur un plan incliné
23. Roue à sabots (persane)
24. Norias
25. Roue persane du type zawaffa
26. Saqiya ou tympan
27. Fathi - version améliorée de la Sakia
28. Principes de base des pompes volumétriques
29. Pompe à commande manuelle avec piston à clapet à simple effet
30. Pompe de forage à piston
31. Pompe à piston à commande par volant

32. Les différents types des pompes à mouvement alternatif
33. Section d'une pompe de forage
34. Clapet type d'une pompe
35. Pompe à piston alimentant une conduite
36. Méthodes utilisées pour isoler une pompe à mouvement alternatif de sa conduite
37. Amortisseur hydraulique (soupape de décharge)
38. Coupe schématique d'un forage
39. Pompe hydraulique à pédale (Vergnet)
40. Section d'une pompe à diaphragme
41. Pompe à diaphragme à pédale de l'IIRR
42. Pompe portative commerciale à diaphragme à double effet
43. Eléments de la pompe à pneu de New Alchemy Institute (Etats-Unis)
44. Pompe Humphrey (moteur à combustion interne à piston liquide et la pompe associée)
45. Pompe à palettes ou à ailettes flexibles
46. Pompe Permaprop
47. Pompe à cavité progressive ou pompe "Mono"
48. Dispositif élévateur du type à vis d'Archimède
49. Section d'une pompe à broche hélicoïdale à ciel ouvert (vis hollandaise)
50. Pompes à poussée hydrostatique
51. Roue à palettes ou roue à marches ou pédales
52. Chapelet incliné ou pompe chinoise "à vertèbres de dragon"
53. Pompe à chapelet
54. Pompe à clapet
55. Pompe à résonance
56. Premiers types de pompes centrifuges
57. La relation entre la vitesse et la pression d'un fluide à la fois au passage dans un ajutage et dans un diffuseur
58. Pompes centrifuges
59. Caractéristiques types des pompes roto-dynamiques
60. Pompe axiale (pompe-hélice)
61. Pompe hélico-centrifuge montée en surface
62. Pompe hélico-centrifuge immergée
63. Pompe-hélice portable (IRRI)
64. Exemple type d'une pompe centrifuge de surface sur socle
65. Installation d'une pompe centrifuge de surface
66. Installation d'une pompe centrifuge verticale (pompe de forage)
67. Divers types de rotors des pompes centrifuges
68. Effet du profil des aubes du rotor ou de la roue d'une pompe centrifuge
69. Association en série ou en parallèle des pompes centrifuges
70. Groupe motopompe multicellulaire immergé de forage
71. Une installation complète d'un groupe motopompe électrique immergé
72. Pompe directement accouplée à un moteur Diesel à refroidissement à l'air munie d'une pompe manuelle d'amorçage à membrane
73. Pompe centrifuge à auto-amorçage
74. Pompe venturi aspirante (Ejecteur) installée en surface
75. Pompe éjecteur de forage

76. Pompe à émulsion (émulseurs)
77. Types de siphons
78. Section transversale d'un quanat
79. Pompe chinoise du type libération à traction animale en acier pour plus de robustesse et d'efficacité (voir aussi 96)
80. Valeurs types de la hauteur d'eau et du débit pour différents types de pompes et de dispositifs élévateurs d'eau
81. Relation entre les sources d'énergie et les modes les plus indiqués de transformation en force motrice
82. (a) La baisse de la rentabilité pourrait rendre absurde tout effort visant à augmenter les performances au-delà d'une certaine limite; (b) Incidence du rendement sur les coûts
83. La bonne correspondance des vitesses d'une machine motrice et d'une pompe est parfois plus importante que le rendement propre de la machine motrice
84. Réducteur de vitesse à double étage utilisé en Chine pour l'accouplement d'un moteur électrique à une pompe à chapelet et à disque
85. Nombre de personnes requises pour fournir une quantité d'eau donnée pour différentes hauteurs d'élévation
86. Elévation de l'eau à l'aide d'une corde et d'un récipient d'un puits ordinaire
87. Comparaison des performances du panier basculant et de la dhone
88. Abaque de calcul du débit des pompes à main
89. Pompe à mouvement rotatif à manivelle
90. Pompe "Rower"
91. Nombre de boeufs nécessaires pour déplacer un volume d'eau donné à des différentes hauteurs d'élévation
92. Section transversale d'une mohte
93. Mohte circulaire à deux seaux à fonds munis d'un clapet
94. Roue à sabots (persane) actionnée par des boeufs - version classique à chaîne et à godets
95. Roue à sabots (persane) à mécanisme d'entraînement surélevé actionné par un chameau
96. Pompe Libération chinoise à force motrice animale
97. Essieu arrière d'un véhicule utilisé comme un mécanisme de transmission pour une pompe à vis d'Archimède à motricité animale
98. Moteur diesel monocylindre à faible vitesse, à volant extérieur
99. Moteur diesel Lister à trois cylindres à entraînement par courroie, accouplé à une pompe centrifuge par l'intermédiaire de courroies multiples en V
100. Principaux éléments d'une installation de pompage à moteur et les rendements correspondants
101. Incidence de l'accroissement de la hauteur d'aspiration sur l'efficacité d'un groupe motopompe classique
102. Schéma d'une machine à condensation
103. Moteur d'une pompe à air chaud Rider-Ericsson (cycle Stirling) vers 1900
104. Principaux types de moteurs électriques
105. Moteur électrique accouplé directement à une pompe centrifuge
106. Pompe à piston entraînée par une courroie et actionnée par un moteur électrique (Climax)
107. Pompe éolienne en bois de fabrication artisanale, destinée au pompage l'eau de mer dans les cuves de sel de saunage de l'île de Sal (Cap Vert)
108. Pompe éolienne agricole en acier dite "moulin américain"

109. Train d'engrenages démultiplicateur d'un modèle type d'une pompe éolienne agricole "américaine"
110. Eolienne chinoise à chaîne
111. Pompe à éolienne Thaï
112. Pompe éolienne de type "crétois" utilisée dans le cadre d'un projet d'irrigation dans le sud de l'Ethiopie
113. Aérogénérateur Dunlite de 2 kw
114. Aérogénérateur Windamatic de 55 kw
115. Installation type d'une pompe éolienne agricole
116. Pompe éolienne IT fabriquée au Kenya sous le nom de "Kijito" et au Pakistan sous celui de "Tawana"
117. Pompe éolienne à axe vertical à rotor de Savonius utilisée en Ethiopie
118. Modèle type d'une turbine éolienne à axe vertical à rotor Darrieus (profil troposkien)
119. Rotor à voile à axe vertical des Iles Turques et Caïques
120. La puissance (A) et le couple (B) d'un rotor d'éolienne en fonction de la vitesse de rotation pour différentes vitesses du vent
121. Coefficients de puissance (C_p) (ci-dessus) et coefficients de couple (C_t) de divers types de rotors de turbines à éolienne, représentés en fonction du rapport des vitesses à l'extrémité des pales (λ) (d'après Lysen/CWD [45])
122. Le compromis entre la vitesse du vent au démarrage et la puissance utile des pompes éoliennes aux différentes charges
123. Courbe caractéristique d'une pompe éolienne montrant les variations de la puissance fournie et du rendement en fonction de la vitesse du vent
124. Système classique de protection d'une pompe éolienne contre les tempêtes consistant à dévier le rotor pour l'orienter de travers face au vent
125. Moyennes annuelles de la vitesse du vent (valeurs approximatives)
126. Présentation courante des données à long terme de la vitesse du vent sous la forme de moyennes mensuelles
127. Rose des vents
128. Histogramme des fréquences de la vitesse du vent
129. Caractéristiques fournies par les constructeurs des pompes éoliennes "Kijito" fabriquées au Kenya sur le modèle de la pompe éolienne IT
130. Exemple du mode de calcul de l'énergie fournie par une éolienne à partir de la courbe de distribution de la vitesse du vent (a), multipliée par la caractéristique (b) de performance de l'éolienne pour obtenir l'énergie fournie (c)
131. Options viables de systèmes de pompage à énergie solaire
132. Pertes dans un système solaire thermodynamique classique de pompage
133. Structure d'une cellule photovoltaïque au silicium
134. Exemples d'installations types de pompes solaires
135. Courbes caractéristiques de cellules photovoltaïques au silicium
136. Configuration schématique d'un système de pompage solaire photovoltaïque
137. Pertes dans une installation photovoltaïque type de pompage
138. Energie solaire disponible et besoins en eau d'irrigation des cultures (au lac du Tchad)
139. Carte mondiale indiquant l'indice annuel moyen du niveau d'ensoleillement (clarté)
140. Mesure du débit au moyen d'un déversoir rectangulaire (d'après BYS Népal)
141. Méthode de jaugeage du débit sans déversoir
142. Principaux types des turbines hydrauliques fonctionnant sous une hauteur d'eau faible,

moyenne et élevée

143. Turbopompe monocellulaire à forte hauteur d'eau
144. Turbopompe multicellulaire à forte hauteur d'eau
145. Turbopompe à long arbre moteur
146. Installation type d'une turbopompe
147. Représentation schématique d'un béliet hydraulique
148. Béliet hydraulique classique (Blakes) de fabrication européenne
149. Béliet hydraulique utilisé au sud-est de l'Asie
150. Béliet hydraulique peu coûteux fabriqué à partir des pièces spéciales des conduites
151. Roues hydrauliques en bambou (Vietnam)
152. Modèle chinois de noria de petites dimensions
153. Pompe à chaîne-hélice entraînée par une roue hydraulique
154. Vue en coupe montrant une installation à pompe Plata
155. Pompe turbine IT au fil de l'eau
156. Filière de transformation des combustibles tirés de la biomasse
157. Machine à vapeur de 2 kw de Ricardo
158. Les trois principaux types de gazogènes
159. Une petite installation d'irrigation par pompage équipée d'un gazogène
160. Digesteur de biogaz à coupole fixe
161. Digesteur de biogaz à gazomètre flottant et sans liant hydraulique
162. Tracteur chinois à deux roues fonctionnant au biogaz et utilisé pour l'application de la boue digérée à la surface des champs
163. Procédure d'évaluation par étape du coût d'un système de pompage d'eau
164. Motricité humaine et motricité animale: Coût unitaire de l'énergie fournie en fonction de la demande quotidienne en énergie hydraulique
165. Groupes motopompes diesel et au kérosène
166. Pompe éolienne fonctionnant à différentes vitesses moyennes du vent
167. Pompe solaire fonctionnant sous différents niveaux moyens du rayonnement solaire
168. Béliets hydrauliques
169. Valeurs moyennes des résultats indiqués aux figures 164-168, représentées avec une échelle linéaire sur l'axe de puissance hydraulique quotidienne jusqu'à 1000 m³.m
170. Eventail des coûts unitaires de l'énergie pour trois niveaux de demande c'est-à-dire de 100, 1000 et 10 000 m³.m/jour, et pour différents types de machines motrices

Préface

Depuis les premiers jours où l'homme a commencé à pratiquer l'agriculture sous sa forme la plus élémentaire, au voisinage immédiat des lieux d'habitation, il a été amené à transporter l'eau nécessaire pour entretenir la croissance des cultures. Il a donc imaginé des dispositifs élémentaires d'élévation de l'eau, comme le chadouf, et plus tard des systèmes plus complexes, tel que la noria, la roue de perse (à sabots), et les quanats. L'énergie motrice nécessaire pour la mise en marche de ces systèmes était fournie soit par l'homme lui-même, ou bien par les animaux, ou bien par la gravité. Avec le temps, l'homme a pu développer et maîtriser d'autres sources d'énergie.

Cette publication a pour objet d'aider les planificateurs et les ingénieurs à évaluer les possibilités et les usages des différentes sources d'énergie comme force motrice. Les recherches et les essais sur le terrain sont multiples dans plusieurs régions du monde, certains ont été couronnés de succès, d'autres l'ont été moins. Au fur et à mesure que de nouvelles données apparaissent, les techniques qui ont été mises au point durant ces dernières décades, et même bien avant, pourront être affinées ou bien complètement modifiées à la lumière des nouvelles découvertes et du développement technologique. La technique est certainement traditionnelle et ancienne, mais les innovations et les travaux de modernisation continuent toujours.

Par conséquent, cette publication ne doit pas être considérée comme un traité exhaustif couvrant toutes les variantes des dispositifs d'élévation de l'eau, non plus comme le dernier en la matière. Par contre, elle fournit sans doute pas toutes les données de base nécessaires afin de mettre en application pratique sur le terrain tous les systèmes qui sont potentiellement prometteurs, et d'un autre côté elle assoit les bases pour les efforts de perfectionnement ultérieur.

Cette première édition a été publiée pour susciter les commentaires d'experts et de provoquer d'autres contributions qui pourraient être incorporées dans une nouvelle édition mise à jour de celle-ci, et peut être dans une nouvelle publication plus complète. Il est attendu à ce que ce document va servir comme un guide pratique non pas uniquement à l'attention des experts et leurs assistants sur le terrain, mais aussi à l'adresse des employés du gouvernement et les autres spécialistes qui s'intéressent à la planification, la conception, et le fonctionnement des projets d'irrigation en utilisant ces techniques dans les pays membres de la FAO.

Toutes les observations et les suggestions visant à améliorer ce bulletin d'irrigation et de drainage sont acceptées avec plaisir, elles devront être envoyées à l'adresse suivante:

Chef de service de la mise en valeur et de la gestion des ressources en eau,
Division de la mise en valeur des terres et des eaux
Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
Viale delle Terme di Caracalla
00100 - Rome – ITALIE

Remerciements

L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture exprime ses sincères remerciements à M. Peter L. Fraenkel, auteur du présent ouvrage, et à M. Neil Burton de l'Intermediate Technology Group (Royaume-Uni), responsable de sa publication.

Les éditeurs souhaitent également exprimer leur gratitude aux personnes ou aux organismes suivants qui ont mis à la disposition de l'auteur les documents qu'ils ont utilisés pour puiser les illustrations :

B.Y.S. Napel; Grundfos; Khan, H.R. et l'Institute of Civil Engineers (Londres); Lysen, E. et C.W.D. (Pays-Bas); le National Aeronautical Laboratory, Bangalore (Inde); le Smithsonian Institute et la Commission économique et sociale des Nations Unies pour l'Asie et le Pacifique.

Nous tenons également à remercier M A.A. Serhal qui a assumé la tâche de la traduction en français de ce document.