

L'IRRIGATION PAR POMPAGE

Guide-Plan No. 3, Aménagement des Eaux: Projet de Synthèse

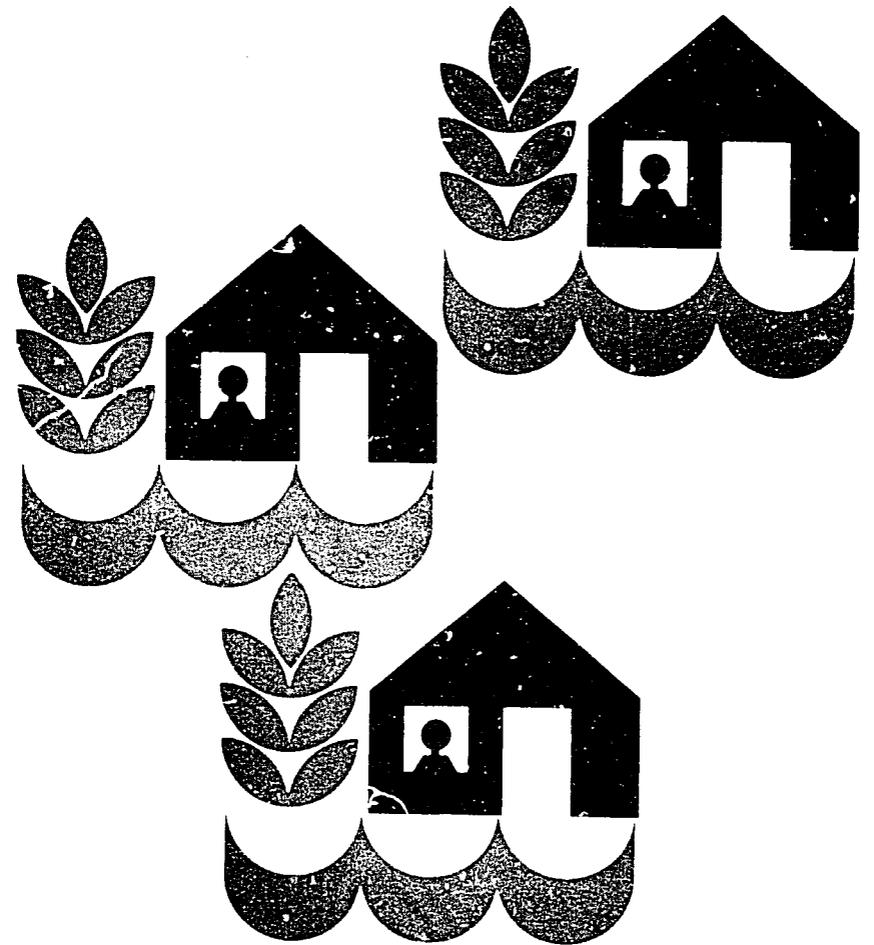


TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
LA NECESSITE DE POMPER L'EAU	2
LE CHOIX DE L'ENERGIE	4
LES DIVERSES SOURCES D'ENERGIE	6
LE CHOIX DE LA POMPE	7
LA CONCEPTION DE LA STATION DE POMPAGE	8
CHOISIR LA POMPE LA MIEUX ADAPTEE	10
LA GESTION ET L'ENTRETIEN	12
LE FONCTIONNEMENT EFFICACE D'UNE STATION DE POMPAGE ...	13
LES ASPECTS LEGAUX ET ADMINISTRATIFS DE L'IRRIGATION	14
LES ELEMENTS D'UN PROJET DE POMPAGE REUSSI	
Le Sol	15
Les Besoins en Eau des Cultures	16
Les Ressources en Eau	18
Autres Facteurs Agronomiques	20
Les Aspects Economiques	20
L'Instruction et la Formation Professionnelle	21
RESUME ET CONCLUSIONS	23

INTRODUCTION

Depuis des siècles l'homme a pompé l'eau

- Pour irriguer ses cultures.
- Pour satisfaire ses besoins domestiques.

Des besoins alimentaires grandissants ont accru la nécessité du pompage afin de surélever l'eau de là où elle se trouve (rivières, lacs, nappes souterraines) vers là où elle est nécessaire pour irriguer les cultures et couvrir les besoins domestiques.

L'objet du présent manuel est de:

- Mettre en relief les points importants en matière de pompage.
- Servir de guide pour la conception de projets de pompage.

Il s'attache aussi bien aux aménagements individuels que collectifs.

CE QUE PERMET LE POMPAGE

- De meilleurs rendements.
- Davantage de récoltes par an, donc un niveau de vie amélioré.
- Une extension des surfaces irriguées.
- La réduction des fluctuations de rendements dues à la sécheresse.
- La mise en valeur des zones marécageuses ou submergées.
- Une meilleure sécurité de fourniture d'eau d'irrigation.
- L'amélioration des conditions d'hygiène.

Ce guide est destiné à tous ceux concernés par le développement de l'irrigation afin d'améliorer la production alimentaire et en particulier:

- Les responsables gouvernementaux
- Les agriculteurs chefs de file
- Les sociologues
- Les agronomes
- Les économistes
- Les ingénieurs



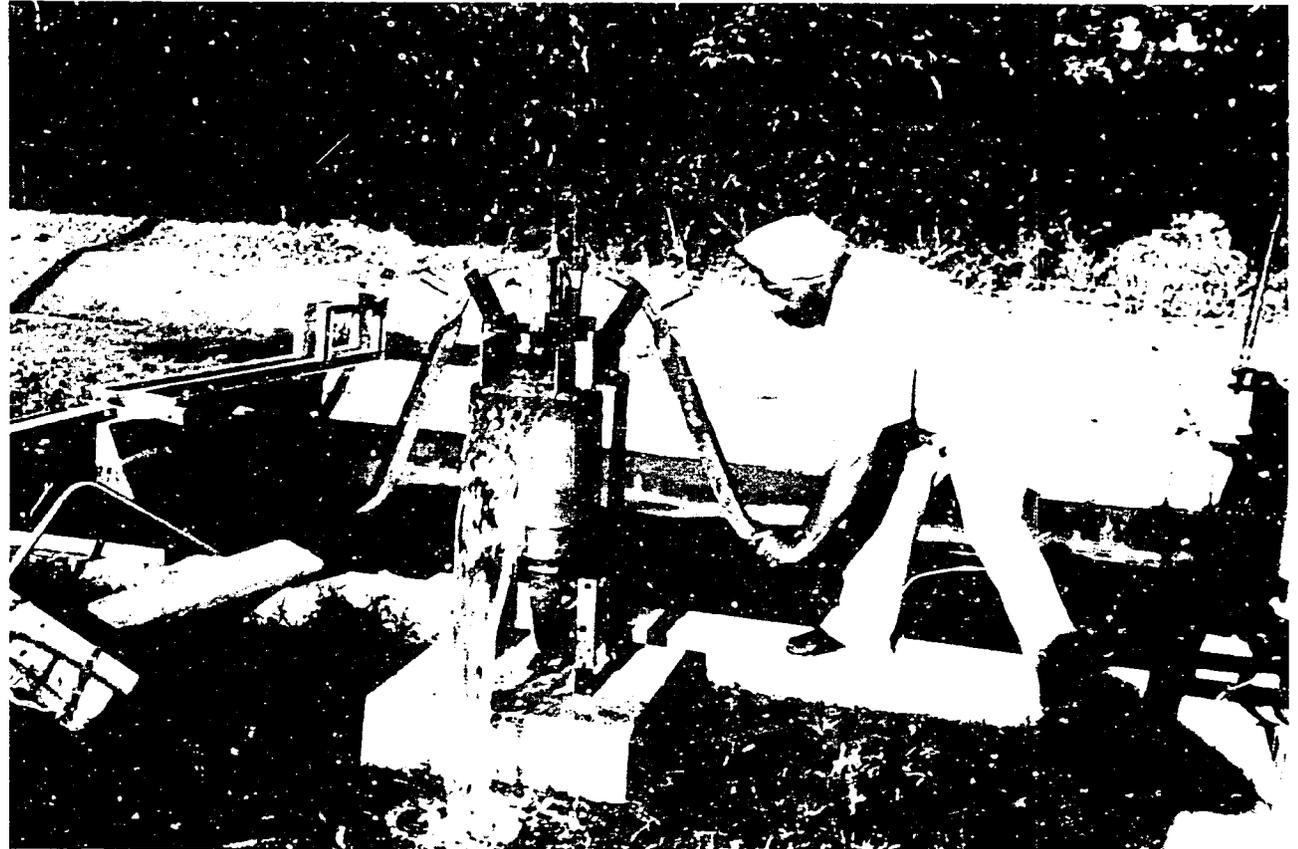
L'homme a puisé l'eau pendant des siècles pour subvenir à ses besoins.

LA NECESSITE DE POMPER L'EAU

La nécessité d'accroître la production alimentaire est pressante. Le développement démographique prévu en Asie d'ici à l'an 2000 requiert la mise en service de 100 millions d'hectares irrigués supplémentaires pour éviter une grave pénurie alimentaire.

En Inde 27 millions d'hectares sont irrigués par pompage à faible dénivellation. Au Bangladesh on envisage d'irriguer 9 millions d'hectares par pompage. En Afrique l'irrigation par pompage constitue le grand espoir de produire d'avantage d'aliments. En outre la concurrence entre les besoins agricoles, industriels et autres en eau redonnera tout son intérêt au pompage localisé dans l'avenir.

Dans bien des points du monde, le pompage restera la seule solution pour la mise en valeur de terres agricoles.



Un homme ne peut arroser plus d'un demi hectare par jour lorsque la dénivellation n'excède pas 2 mètres



Un litre de gazoil peut servir à pomper autant d'eau que 5 jours de travail d'un homme ou 1 jour de travail d'un boeuf de trait

LE CHOIX DE L'ÉNERGIE

Pompes Utilisant l'Énergie Humaine ou Animale

En cas d'agriculture de subsistance et en l'absence d'autre emploi de la main-d'oeuvre, l'énergie humaine ou animale peut être valable pour l'irrigation.

Pompes actionnées mécaniquement. (Moto-pompes)

L'énergie humaine et animale ne peut faire face au développement des besoins en eau. L'importance considérable et grandissante des besoins en eau d'irrigation conduira à utiliser des moto-pompes. Par exemple:

Une pompe d'un cheval vapeur de puissance

- fonctionne sans arrêt
- pompe vingt à trente fois plus d'eau qu'un homme EN UN SEUL JOUR.

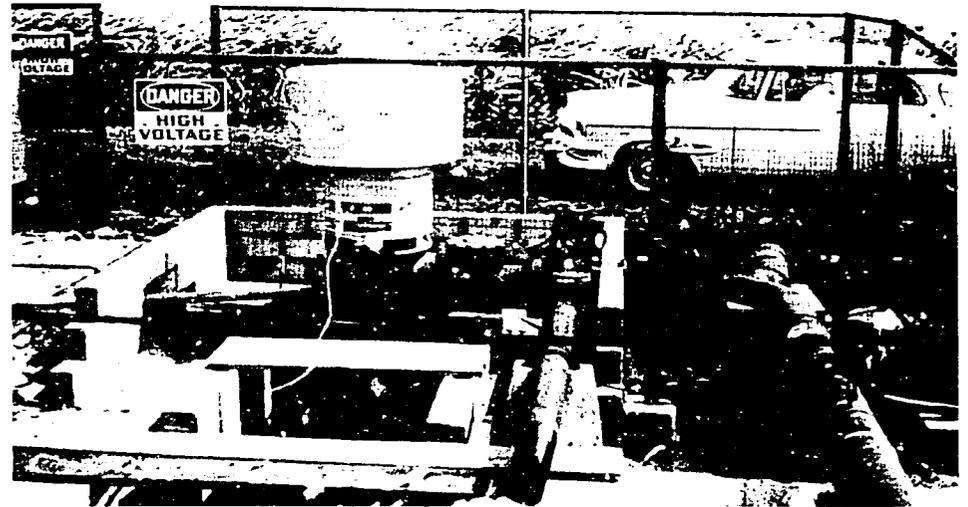
D'autres sources d'énergie, éolienne ou solaire par exemple, pourraient prendre de l'importance dans le futur. Pour l'instant elles ne constituent qu'un appoint. Dans certaines régions du monde l'électricité d'origine nucléaire se développe et pourra jouer un rôle essentiel pour le pompage de l'eau.



Le pompage manuel de l'eau se limite à de faibles débits et de faibles dénivellations.



Une roue à eau à traction animale. Ce système est cinq fois plus performant que celui utilisant le travail humain.



Les forages profonds équipés de moteurs électriques sont les plus répandus actuellement dans le monde.

LES DIVERSES SOURCES D'ENERGIE

Les sources d'énergie les plus fréquentes et les plus disponibles ont conduit aux moto-pompes suivantes:

Moto-pompes à essence. Elles conviennent lorsque la puissance requise est inférieure à 25 CV. Elles sont transportables et peuvent être utilisées dans des endroits éloignés.

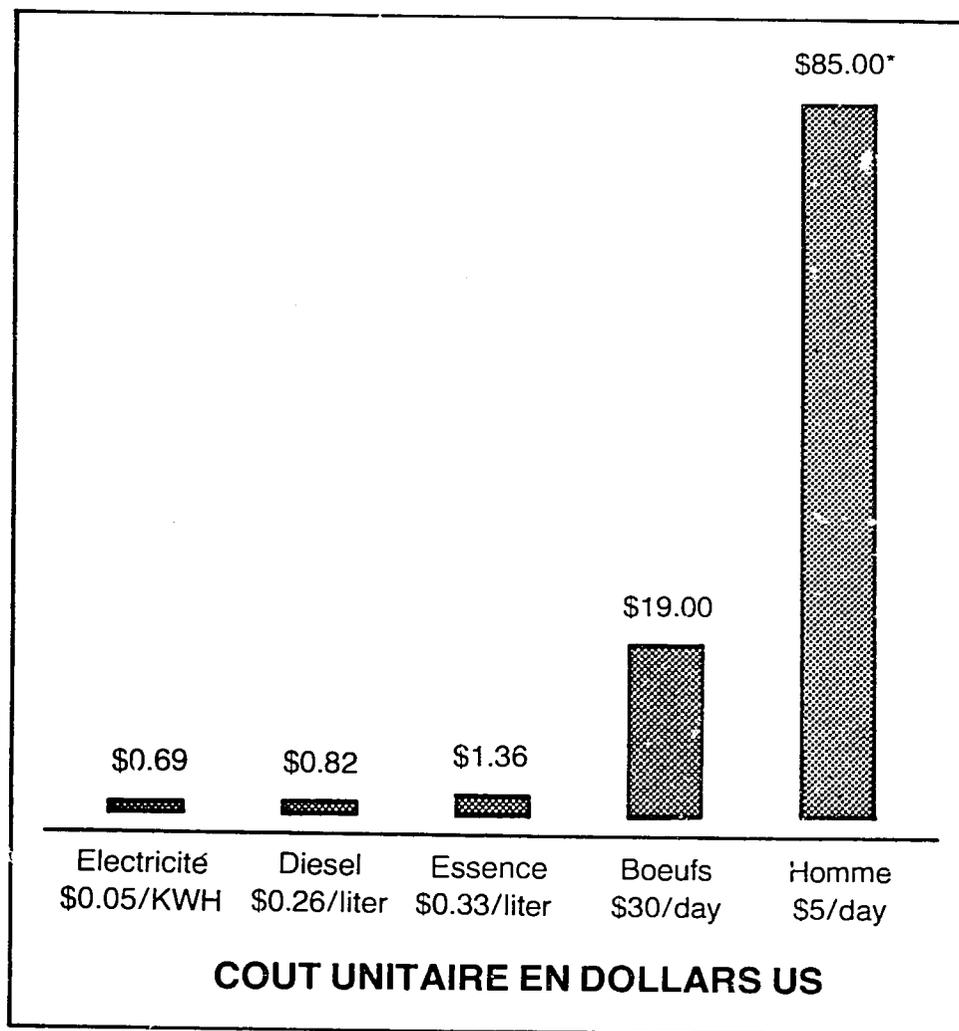
Moto-pompes diesel, généralement plus économiques que les moto-pompes à essence. Certaines peuvent être d'un usage prolongé et très utile.

Moto-pompes électriques. Elles sont souvent les plus économiques lorsqu'on peut les trouver, coûtent peu à l'entretien et durent longtemps.

Le propane et le gaz naturel peuvent également être des sources d'énergie à très bon marché.

La puissance des moto-pompes dépend du volume d'eau à pomper, de la dénivellation et des pertes d'énergie dans les tuyaux.

Dans certaines parties du monde, seule existe pour le pompage l'énergie humaine et animale. Le rendement est faible et le coût élevé au regard des pompes actionnées mécaniquement.



Coût comparatif (en dollars US) du pompage de 1000 m³ d'eau à une hauteur de refoulement de 2 mètres en huit heures. (1,52 BHP à 60% d'efficacité).

**Ce chiffre représente 16 jours de salaire encore qu'il ne s'agisse pas d'un débours effectif, le travail étant assuré par la main-d'oeuvre familiale.*

LE CHOIX DE LA POMPE

Il existe un grand choix de pompes mécaniques adaptées aux usages les plus divers.

On peut les classer dans les trois grands groupes suivants:

Pompes centrifuges

On les utilise pour le pompage dans les canaux, les rivières, les puisards, les puits peu profonds pour des dénivellations de 3 à 150 mètres. La pompe est généralement placée juste au-dessus de la surface de l'eau.

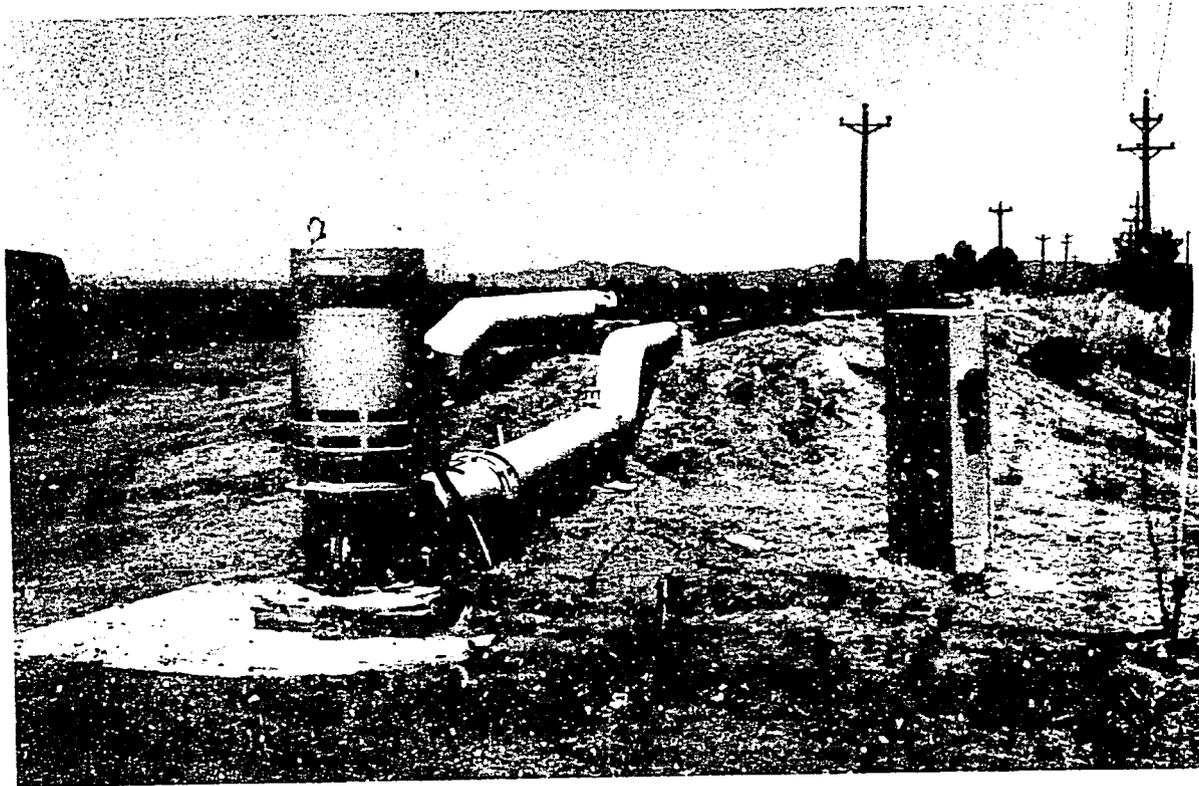
Pompes à hélice

On les utilise pour élever l'eau de quelques centimètres à 6 mètres. Elles conviennent pour de faibles hauteurs de refoulement et de grands débits, aussi bien en irrigation qu'en drainage.

Pompes à turbines

Utilisées pour les puits.

De nombreux types de pompes entrent dans ces trois catégories.



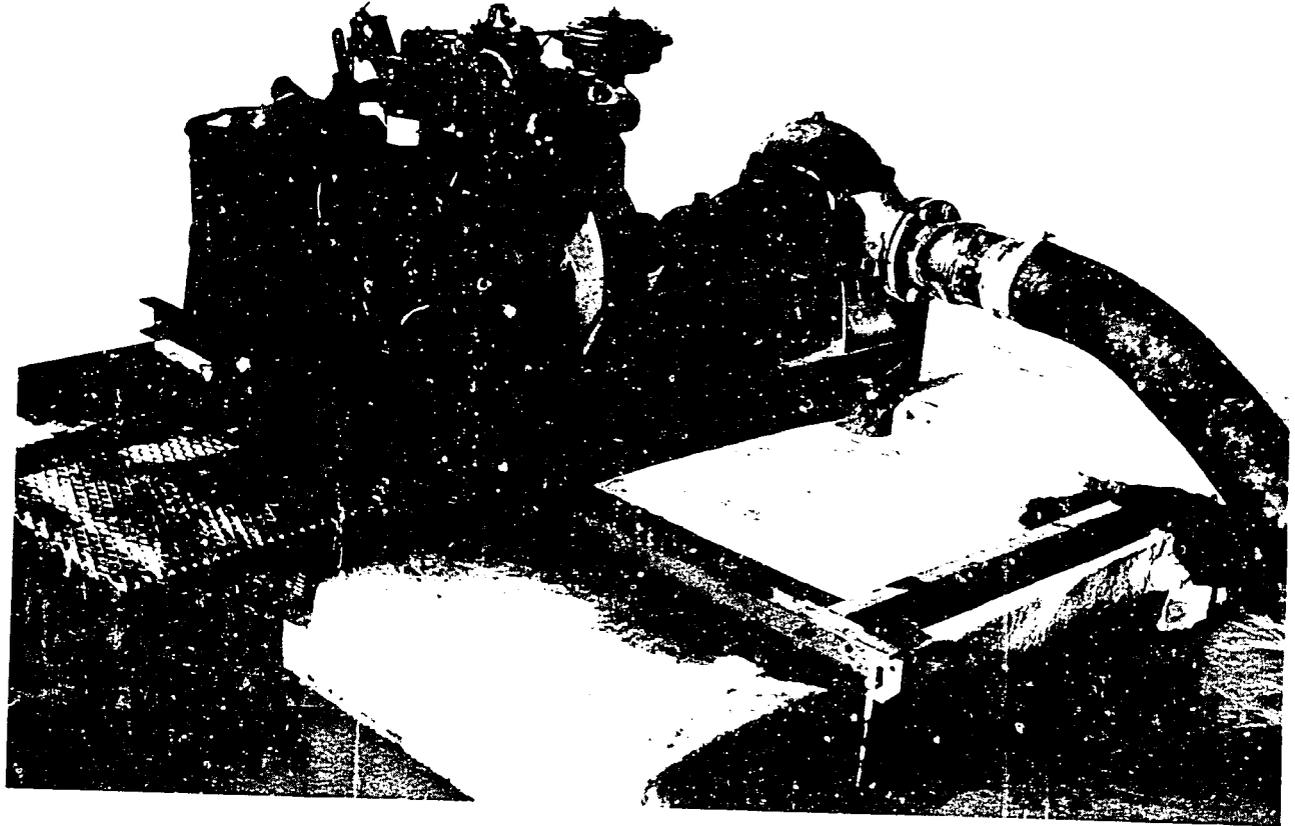
Un forage profond alimente en eau un canal d'irrigation.

LA CONCEPTION DE LA STATION DE POMPAGE

Les six facteurs suivants doivent être pris en compte:

1. Le volume d'eau à pomper.
2. La dénivellation et ses variations en fonction de la variation des niveaux d'eau ou de la nappes phréatiques au cours d'une même année ou d'une année à l'autre.
3. Le débit de la pompe.
4. La dénivellation totale et la pression au débit.
5. Les sources d'énergie disponibles et leur prix.
6. La qualité du fonctionnement et les possibilités d'entretien.

Une fois ces six points définis, le type de pompe (centrifuge, à hélice ou à turbine) et la source d'énergie la plus adéquate, pourront être choisis.



Un groupe de pompage conçu pour des plans d'eau variables. L'ensemble est monté sur un flotteur, suivant ainsi les variations du niveau de l'eau et évitant les pertes de charge à l'aspiration et les dégâts à la pompe qui pourraient en résulter.



Un groupe de pompage bien adapté est essentiel pour un bon rendement et pour l'économie d'énergie. Ici on surelève l'eau d'un mètre de plus, inutilement gaspillant de l'énergie.

CHOISIR LA POMPE LA MIEUX ADAPTEE

Par Exemple:

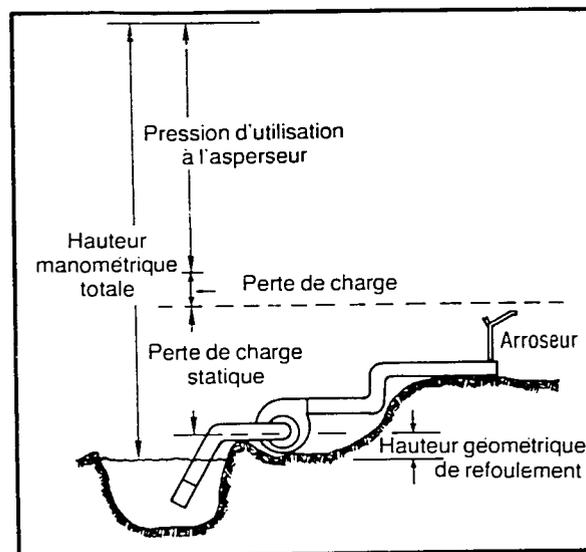
Une pompe à hélice surélèvera un gros volume d'eau de quelques mètres à moindre coût qu'une pompe centrifuge. Pour surélever 5,7 litres par seconde à une hauteur de 2,5 m les puissances et les coûts seraient les suivants:

Type de pompe	Puissance nécessaire en CV	Coût mensuel en U.S. dollars
à hélice	2,5	65
centrifuge	8	214

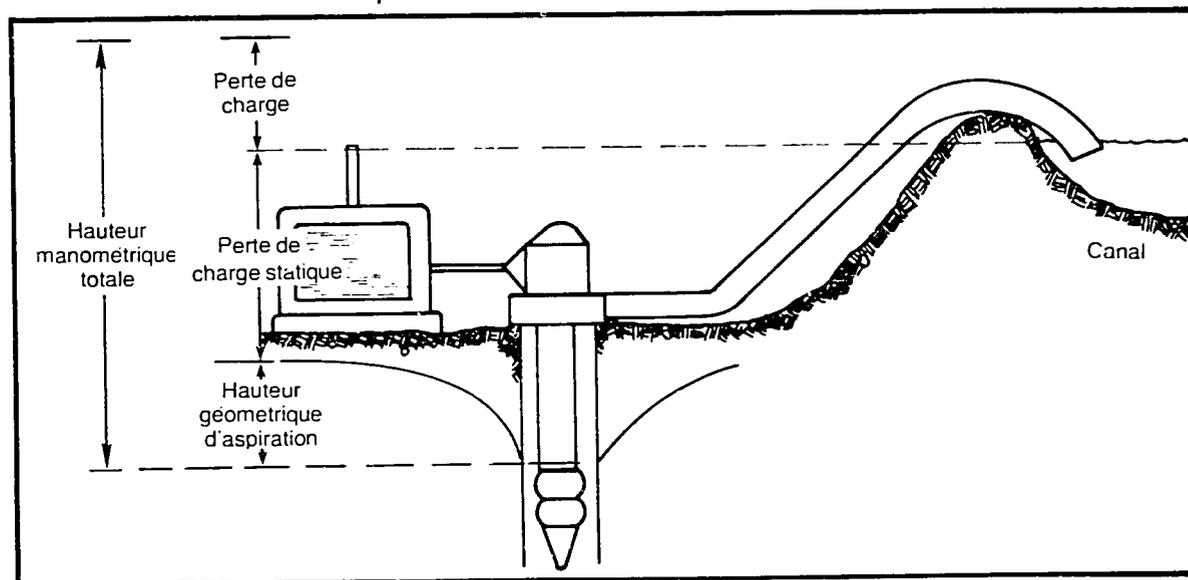
(Pour une faible dénivellation et un volume d'eau plus important, la différence de coût serait encore plus grande).

En bien des régions du monde les pompes (à hélice) à faible dénivellation sont les plus économiques, peuvent être fabriquées sur place et conviennent à des dénivellations de quelques mètres.

Une fois le choix du type de pompe fait, se reporter aux courbes caractéristiques du fabricant et prendre la pompe dotée du meilleur rendement.



Une pompe centrifuge pompe dans un canal pour alimenter un arroseur. Le schéma montre aussi les composants de la hauteur manométrique totale.



Une pompe à turbine, immergée dans un puits profond refoulant l'eau dans un canal, montre les composants de la hauteur manométrique totale.

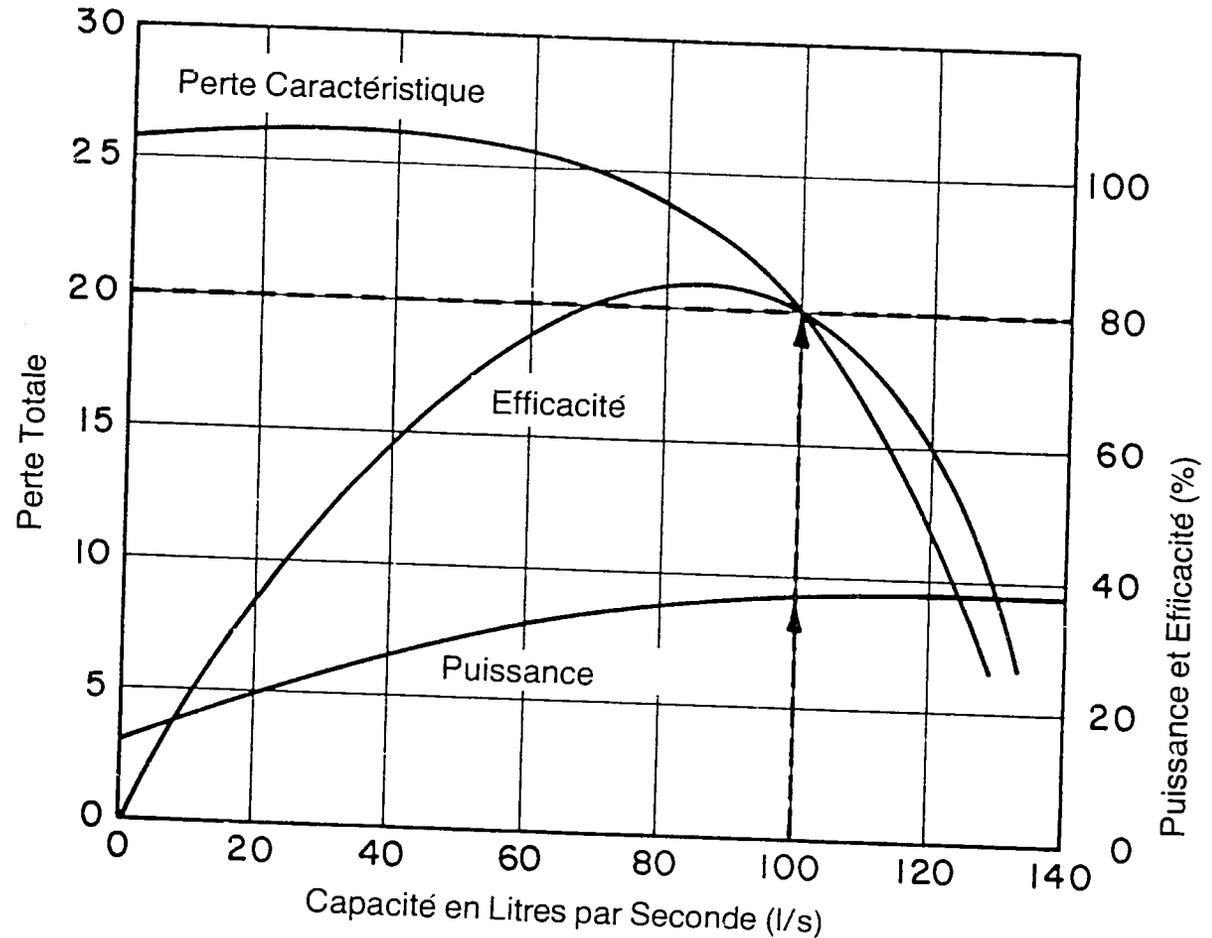
Chaque pompe a ses courbes caractéristiques indiquant la hauteur manométrique totale (c'est-à-dire la hauteur à laquelle elle peut élever l'eau ou la pression qu'elle peut fournir), le débit, l'efficacité et la puissance.

Si l'objectif est de pomper 100 litres/seconde à 15 mètres et si les pertes de charge sont de 5 mètres pour une hauteur manométrique totale de 20 mètres alors la pompe présentant la courbe ci-contre aura un rendement de 80% avec un moteur de 37 CV.

Si l'objectif est de pomper 40 litres seconde à une hauteur manométrique totale de 27 mètres, un moteur de 25 CV serait nécessaire mais le rendement tomberait à 60%. Il vaudrait mieux rechercher une pompe avec une autre courbe.

En effet dans ce deuxième cas on consommerait presque trois fois plus d'énergie par volume pompé.

Pour des raisons d'économie d'énergie et d'économie tout court les pompes doivent fonctionner à leur rendement le plus fort, compte tenu de leur hauteur manométrique et du débit recherché.



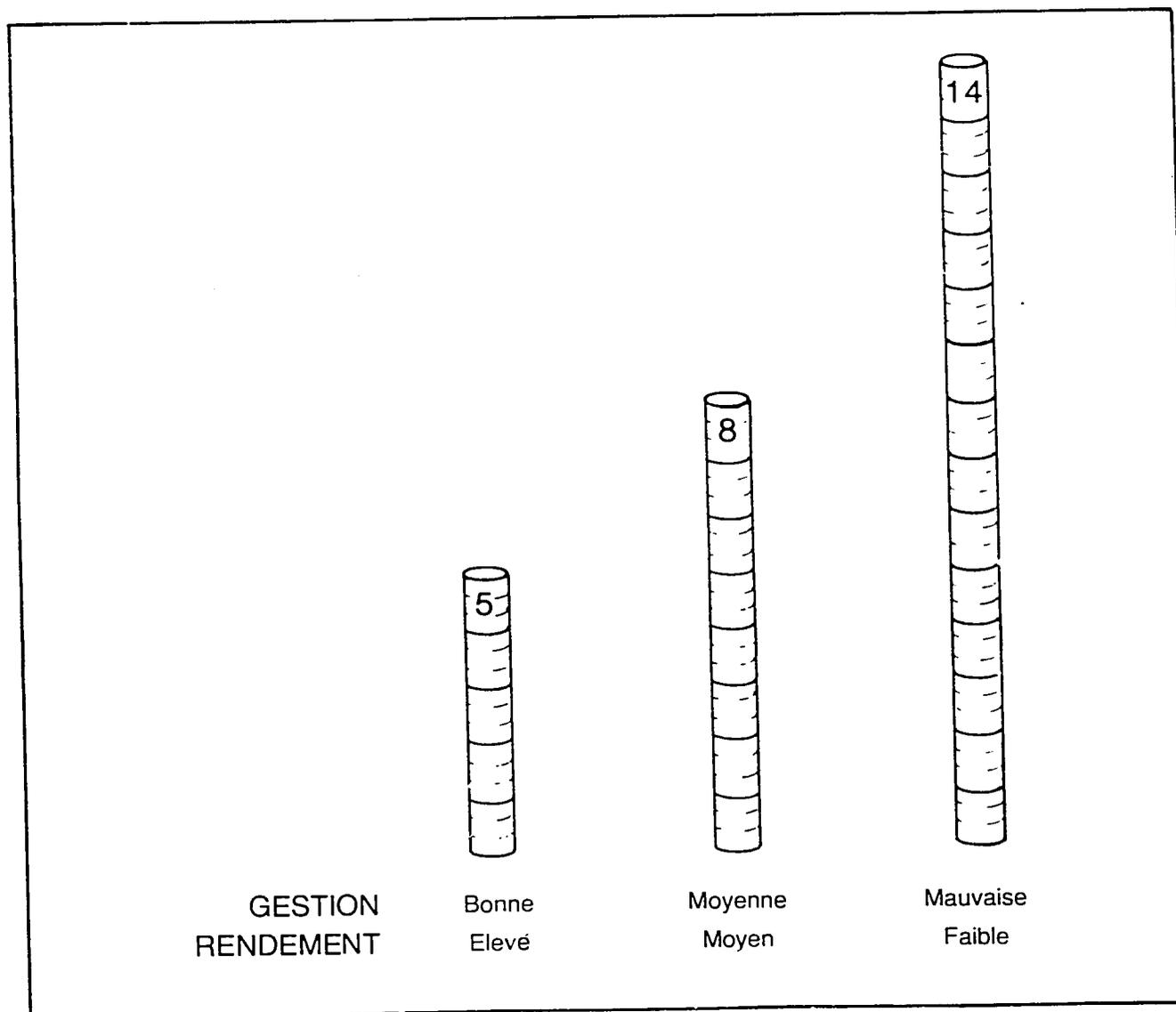
Courbe caractéristique pour une pompe centrifuge montrant la relation entre le débit, la hauteur manométrique totale, le rendement et la puissance.

LA GESTION ET L'ENTRETIEN

La réussite d'un projet d'irrigation par pompage dépend de sa bonne gestion. C'est vrai pour une exploitation agricole de petite taille comme pour un grand projet. C'est vrai pour un système très perfectionné et automatisé comme pour un simple système d'arrosage à la raie.

Un bonne conception, un bon choix du groupe moto-pompe, et une bonne gestion permettent les meilleurs rendements de pompage; les moindres coûts d'énergie et les meilleures récoltes.

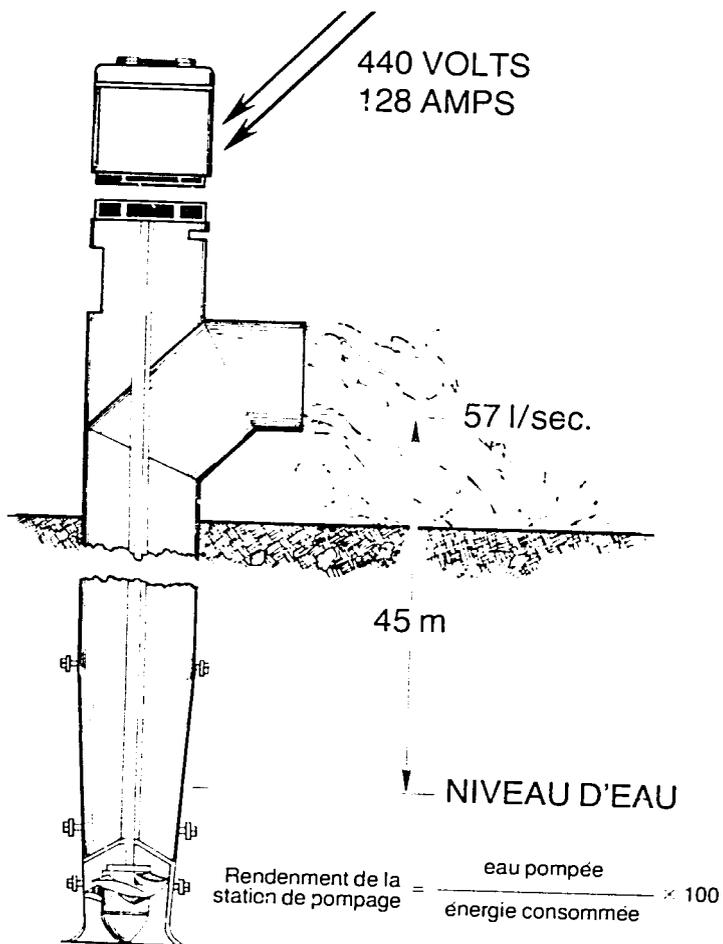
Les réparations effectuées en temps voulu peuvent éviter de compromettre une récolte.



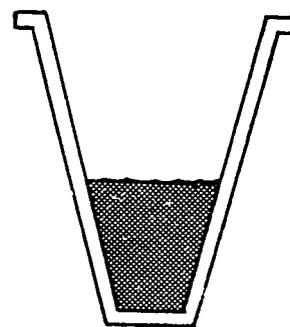
Nombre de barils de gazoil pour irriguer 10 hectares, en fonction de la qualité de la gestion et du rendement. La dénivellation est de 5 mètres.

LE FONCTIONNEMENT EFFICACE D'UNE STATION DE POMPAGE

Le rendement du pompage est le rapport de l'eau pompée à l'énergie consommée (carburant ou électricité)

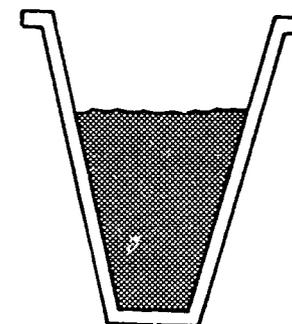


Un pompage avec 65% de rendement est considéré comme bon. Il y a toujours d'inévitables pertes d'énergie. En-dessous de 50% de rendement la station doit être révisée ou changée.



4 l/Sec.

C'est le débit d'une pompe avec 30% de rendement seulement.



8,7 l/Sec.

A 65% de rendement le débit est plus que doublé.

LES DEUX POMPES AURONT LA MEME CONSOMMATION

La différence par jour est de 400 m³--de quoi irriguer 8 à 10 hectares supplémentaires.

Des réparations effectuées au bon moment peuvent augmenter le rendement et économiser de l'énergie.

LES ASPECTS LEGAUX ET ADMINISTRATIFS DE L'IRRIGATION

Ceux qui s'intéressent à l'irrigation devraient parfaitement connaître les structures juridiques et administratives de leur région et faire de leur mieux pour améliorer les organismes existants. Parmi ces derniers ceux qui marchent le mieux sont ceux fondés et gérés par les irrigants eux-mêmes: par exemple les coopératives d'irrigation (associations syndicales) nombreuses à travers le monde.



Discussion sur les aspects administratifs de la livraison d'eau d'irrigation entre les fonctionnaires et les utilisateurs. Ce type de réunion est de première importance pour la réussite des projets d'irrigation.

LES ELEMENTS D'UN PROJET DE POMPAGE REUSSI

LE SOL

La connaissance du sol est indispensable pour mener à bien un projet agricole.

- Le sol doit être bien drainé.
- Il faut connaître sa vitesse de filtration.
- Il faut corriger, si nécessaire, un excès de salinité ou d'alcalinité.
- Il faut connaître sa capacité de rétention en eau (réserve utile).

La quantité d'eau disponible pour la croissance des cultures est de:

Type de sol	Centimètres d'eau par mètres de profondeur de sol
Texture sableuse légère	8 à 10 cm
Texture limoneuse moyenne	10 à 17 cm
Texture argileuse lourde	17 à 23 cm



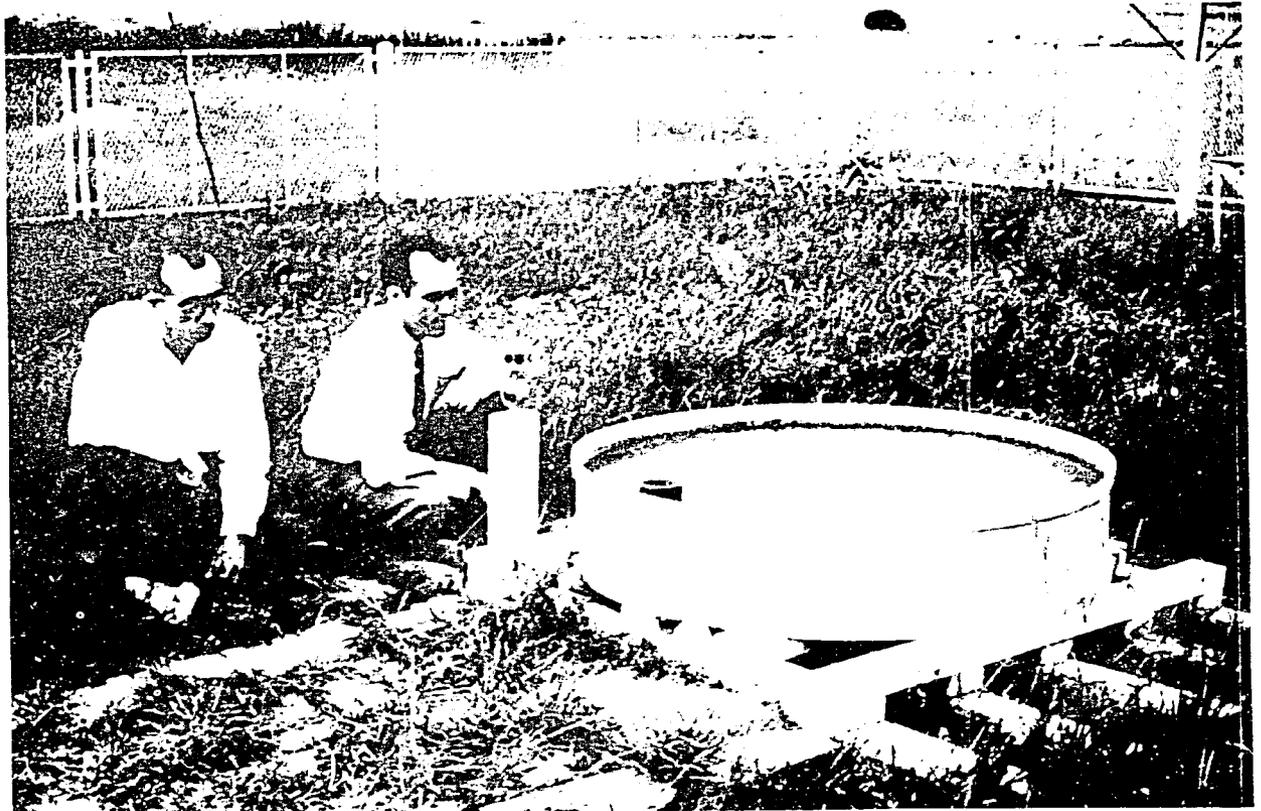
Pour bien cultiver il faut connaître le sol, sa capacité de rétention et sa vitesse de filtration.

LES BESOINS EN EAU DES CULTURES

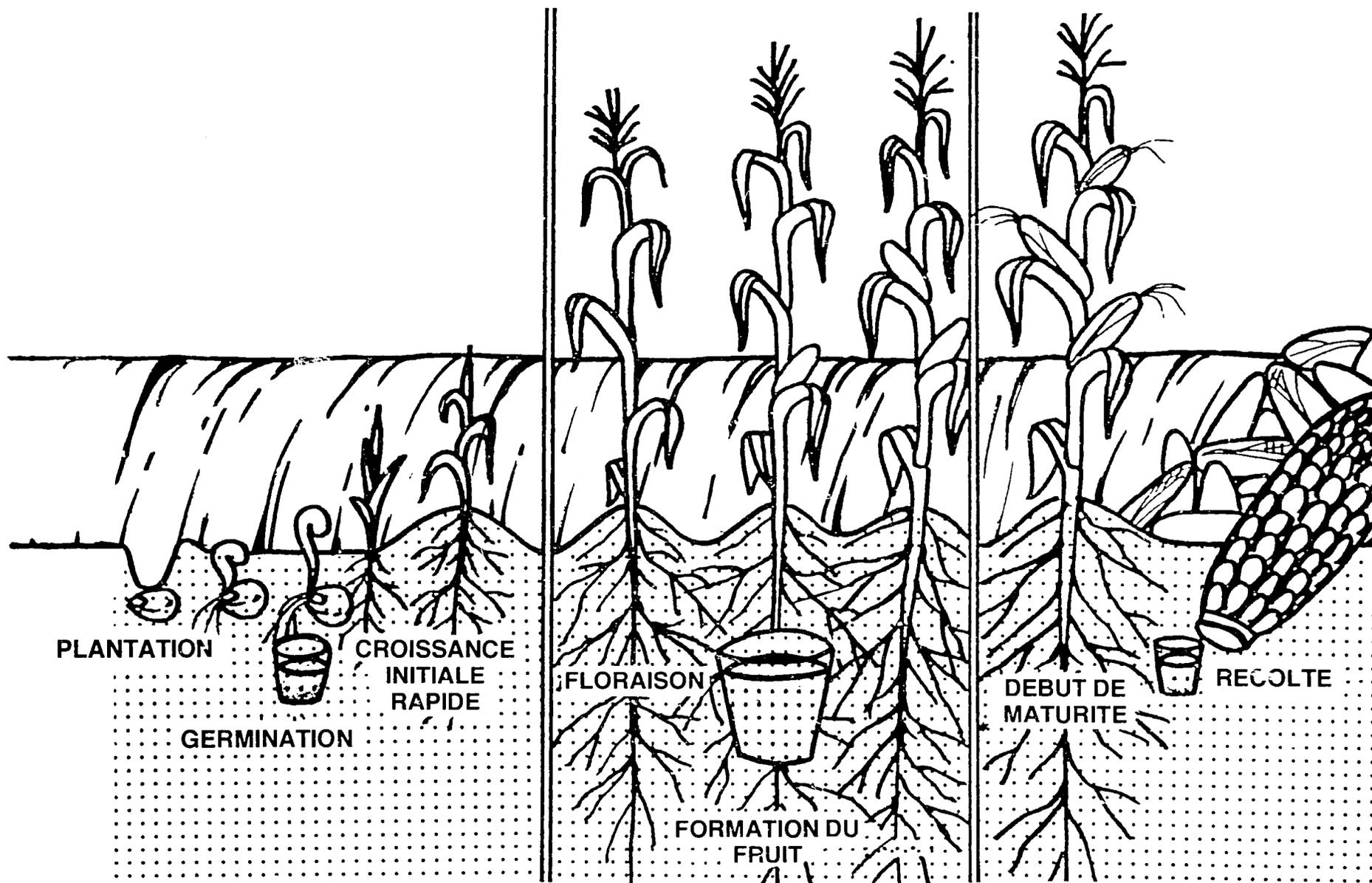
Pour une bonne réussite la ressource en eau doit être suffisante, le pompage doit pouvoir couvrir le besoin de pointe de la culture en eau, et ce sous peine de chute des rendements. Le fonctionnement du système doit pouvoir s'adapter aux variations des besoins en eau de la culture du début de la croissance jusqu'au moment de la récolte.

Plusieurs méthodes permettent de déterminer les besoins en eau des cultures à partir de données climatiques. Une méthode consiste à étudier l'évaporation de l'eau d'un bac type A situé dans une zone irriguée. Les besoins en eau correspondent à environ 80% de la quantité d'eau qui s'évapore du bac. A la mi-saison la consommation maximum des cultures correspond à une valeur de 90 à 95% du taux d'évaporation de l'eau du bac.

Il faut connaître les besoins en eau des plantes pendant toutes les saisons et les comparer aux ressources en eau. Si on manque de données locales on peut faire une estimation au stade de l'avant-projet. Par exemple la pompe doit fournir un litre seconde continu par hectare irrigué.



Un bac d'évaporation de type A du service météorologique U.S. situé dans une zone irriguée à l'intérieur d'une parcelle grillagée qui contient également une station météorologique. On conseille de mesurer la température maximum et minimum, le rayonnement solaire, les heures d'ensoleillement, et l'humidité relative afin de connaître avec précision les besoins en eau des plantes.



Les besoins en eau des plantes sont les plus forts à la floraison ou au moment de la reproduction pour décroître ensuite. Il faut en tenir compte lors de la conception du projet de pompage.

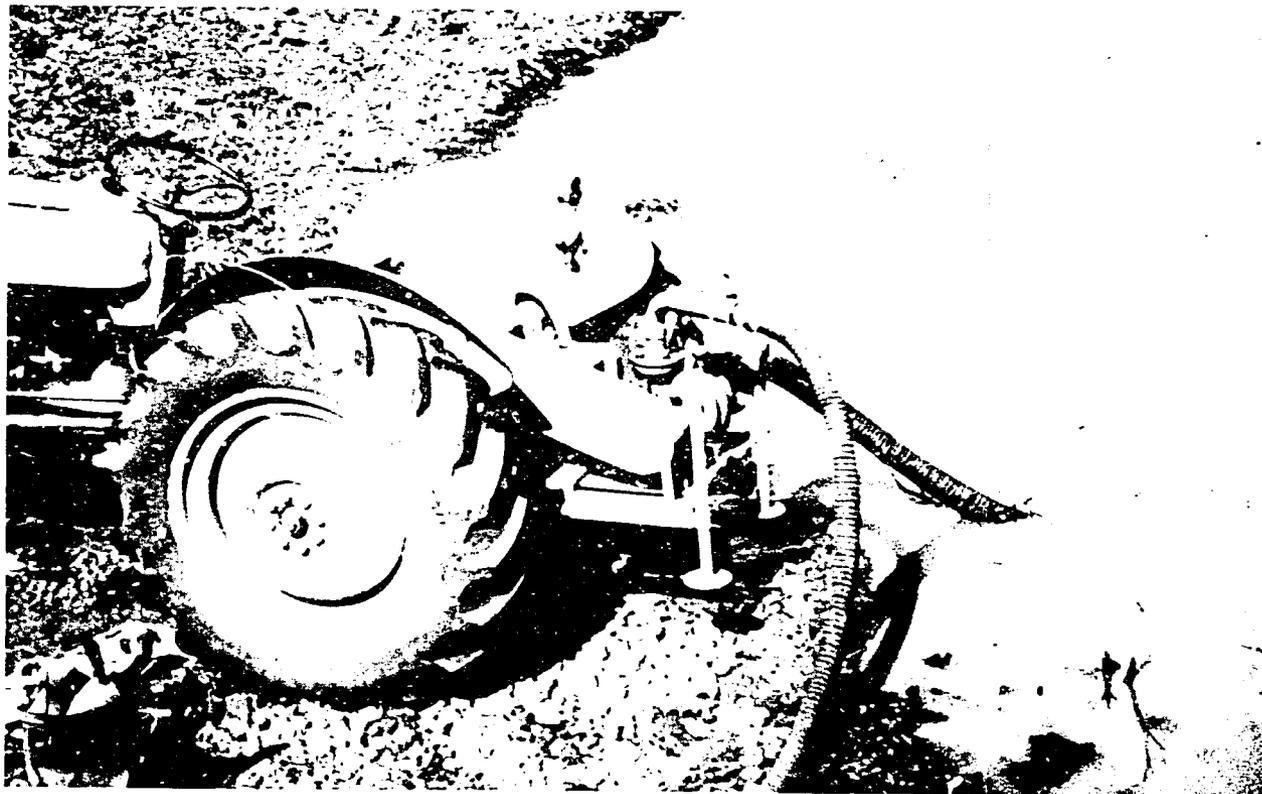
LES RESSOURCES EN EAU

L'eau peut provenir de puits, rivières, lacs, étangs, réservoirs ou marécages. Au niveau du projet il faut soigneusement vérifier la quantité et la qualité de la ressource en eau qui sera utilisée.

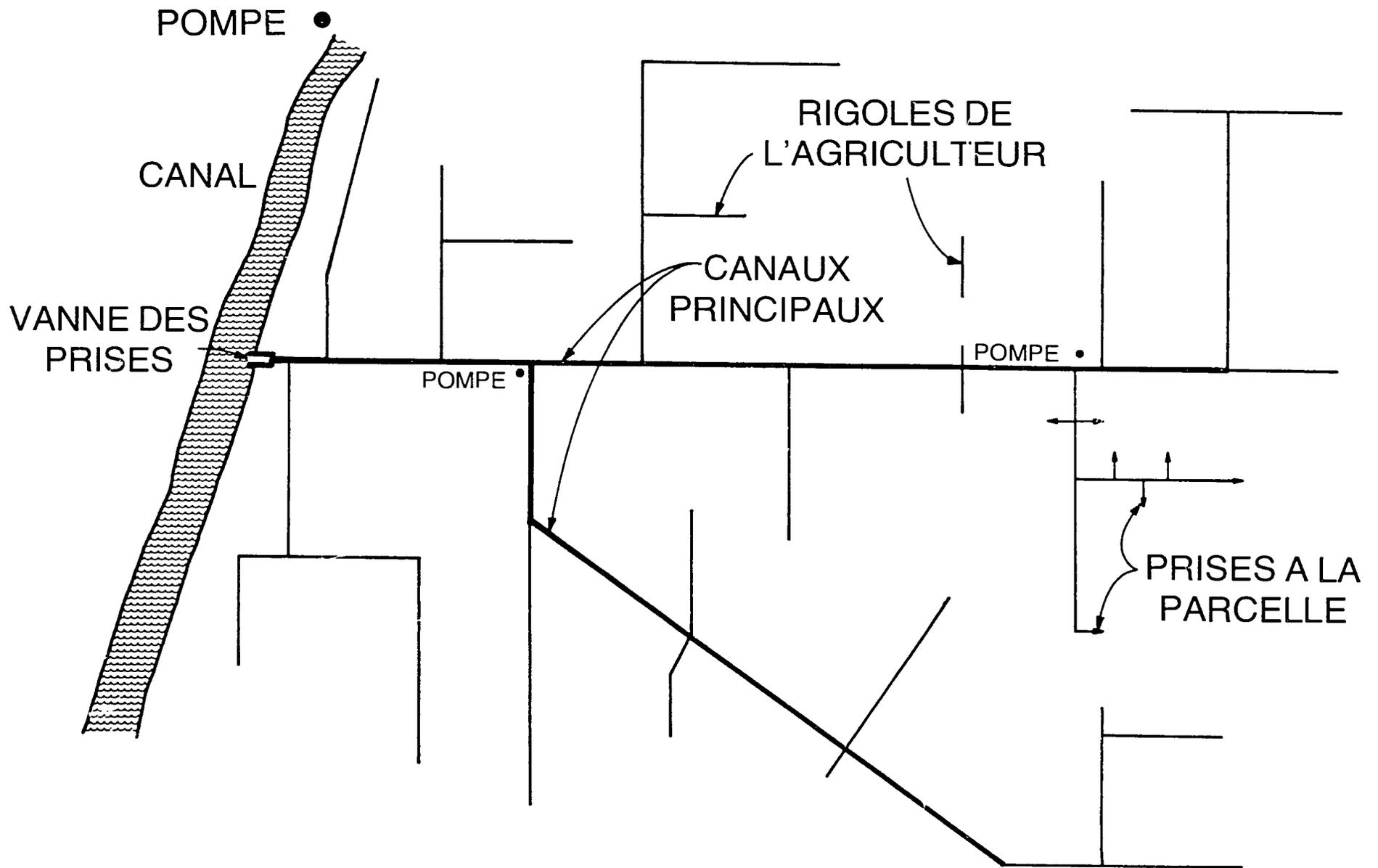
Un surpompage conduira à l'épuisement de la ressource, à la pénurie et à la perte de récolte. Surpomper dans un puits aboutit à abaisser la nappe phréatique, à augmenter les coûts de pompage et à tarir le puits à la longue. L'eau prélevée dans la nappe ne doit pas excéder la moyenne annuelle des apports par la pluie ou d'autres provenances.

Il y a souvent un décalage marqué entre une faible précipitation et ses répercussions sur les ressources souterraines. L'effet d'une série d'années plus sèches ou plus humides que la normale est cumulatif. Une ressource suffisante pendant une période d'années humides peut diminuer pendant une période d'années sèches. Dans bien des endroits les ruisseaux s'assèchent un mois ou six semaines après la fin de la saison des pluies.

Une analyse approfondie des ressources en eau peut prévenir de sérieuses pertes de récolte en période de sécheresse.



En cas d'urgence une pompe peut utiliser le moteur de tracteur pour pomper l'eau entre les périodes de culture et la récolte.



Les pompes peuvent être nécessaires en divers points du système d'irrigation.

AUTRES FACTEURS AGRONOMIQUES

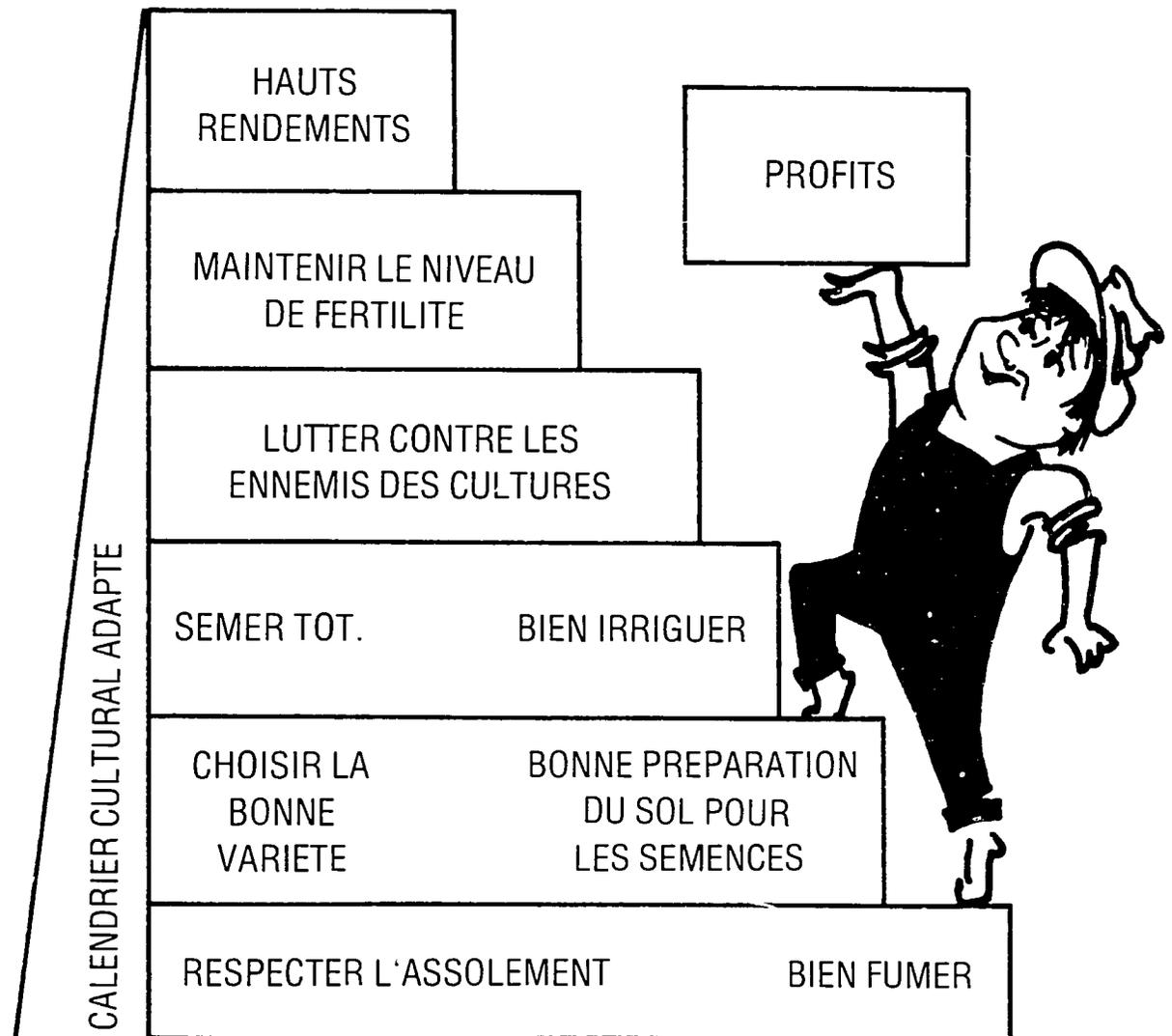
Il est important sur le plan agricole et économique d'assurer un apport d'eau par pompage adéquat. Mais il faut tenir compte des facteurs agronomiques et de la conduite des cultures. Par exemple, augmenter l'arrosage lorsque la fertilisation est insuffisante n'accroîtra pas les rendements. Augmenter les doses d'engrais alors qu'on manque d'eau peut même diminuer les rendements. Les meilleurs rendements ne sont possibles que lorsque l'emploi des engrais et de l'arrosage correspond pleinement aux besoins de la culture.

Du fait que les projets d'irrigation par pompage accroissent les coûts de production, il faudra veiller à maîtriser tous les autres facteurs afin d'atteindre l'optimum économique.

LES ASPECTS ECONOMIQUES

Toute entreprise ne peut compter que sur elle-même. Une économie subventionnée n'est souvent ni forte ni dynamique.

Un projet d'irrigation par pompage doit être rentable.



La maîtrise de tous ces facteurs assure la rentabilité maximale.

L'INSTRUCTION ET LA FORMATION PROFESSIONNELLE

L'irrigation est un moyen important pour limiter les échecs et les faibles rendements. Elle permet donc d'accéder à un niveau plus élevé de technologie agricole. Un bon niveau de gestion est la condition du succès.

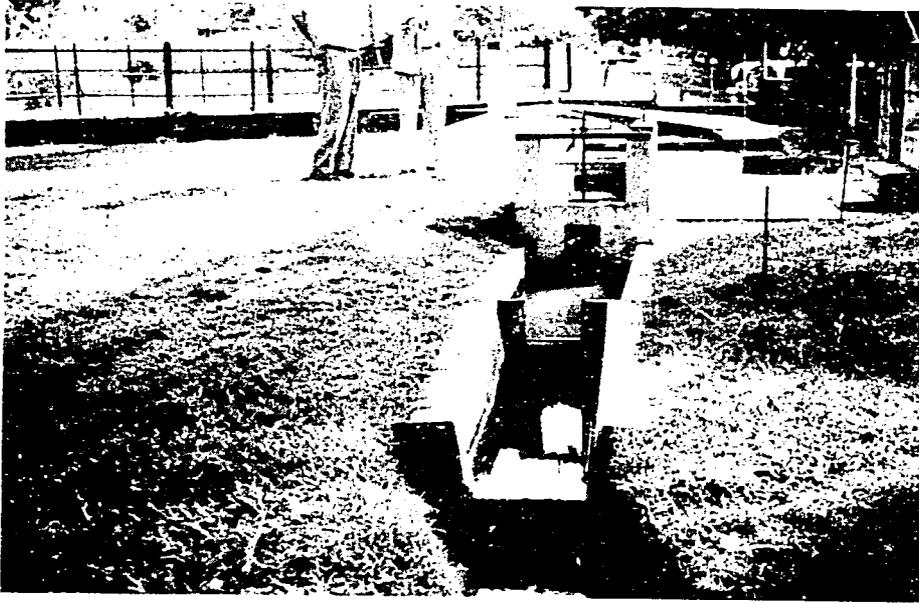
Savoir économiser l'eau et l'énergie requiert de bonnes pratiques aussi bien de la part de l'irrigant que de la part du concepteur du projet. Pour atteindre le niveau de qualification il faut des programmes de formation professionnelle. Cette formation devrait être continue et prendre en compte tous les aspects de l'irrigation par pompage, de la conduite des arrosages à celle des cultures.

La réussite d'un projet d'irrigation par pompage est plus aisée lorsqu'on dispose d'entraîneurs qualifiés, à même de donner de bons conseils sur l'utilisation de l'eau et la conduite des cultures.

La réussite d'un projet d'irrigation par pompage nécessite une bonne connaissance des sols et des ressources en eau, ainsi que la participation des bénéficiaires à la conception et à la mise en oeuvre du projet.



Pour réussir un projet d'irrigation il faut faire participer les fermiers qui utiliseront l'eau aux diverses étapes du projet.



Une bonne gestion de l'eau implique la mesure des débits.



Des stagiaires en formation professionnelle s'instruisent sur les caractéristiques hydro-dynamiques des sols.

RESUME et CONCLUSIONS

La réussite d'un projet d'irrigation par pompage dépend des ressources naturelles (sol et eau), d'une source d'énergie, d'une bonne conception générale du projet, des débouchés ouverts aux productions agricoles, du niveau de qualification technique et administrative mis en oeuvre. De petits projets de pompage réalisés à crédit pour des individus ou de petites coopératives ont bien réussi là où il y avait du carburant, où les systèmes étaient bien conçus et où l'assistance technique mécanique ou agricole était assurée.

Chaque situation doit être examinée et chiffrée et les facteurs essentiels mis en oeuvre. Si un élément vient à manquer, il faudra veiller à en disposer avant d'aller plus loin.

Les besoins alimentaires augmentent dans la mesure de l'accroissement démographique et de ce fait l'extension des surfaces irriguées devient un impératif. L'irrigation à elle seule ne peut assurer l'accroissement des rendements et des revenus si on ne maîtrise pas par ailleurs la fertilisation et les autres facteurs de la production agricole. Du fait que les projets d'irrigation gravitaire, les plus faciles à construire, l'ont déjà été, on peut s'attendre à un grand développement des projets par pompage.



Pour apprécier la réussite ou l'échec d'un projet d'irrigation, il ne sert à rien de citer les volumes d'eau pompés et leur prix, il vaut mieux comparer la quantité d'aliments produits par unité d'énergie au coût du pays ou de la région qui ont fourni cette énergie.

GUIDE-PLAN DE L'IRRIGATION PAR POMPAGE

Ce guide a été préparé par l'équipe du projet "Aménagement des Eaux: Projet de Synthèse" qui dépend du Consortium pour le Développement International. L'Université de l'Etat du Colorado et celle de l'Etat de l'Utah en sont pilotes. Il existe également en anglais et en espagnol.

Il a été préparé en collaboration avec l'USAID, l'Organisation des Etats-Unis d'Amérique pour la Coopération Internationale, sous le contrat no. AID-DSAN-C-0058.

Les opinions, conclusions et recommandations exprimées n'engagent que leurs auteurs et non les organismes de financement ou le gouvernement des Etats-Unis d'Amérique.

La mention de produits du commerce n'a été faite qu'au seul titre de l'information et ne couvre en aucune façon une caution de l'AID en la matière.

Juin 1982

PREPARE PAR:

Richard E. Griffin, Spécialiste de la vulgarisation en maîtrise de l'eau
George H. Hargreaves, Ingénieur de recherche
Dan Lattimore, Rédacteur
Wayne Clyma, Co-directeur de projet
Jack Keller, Co-directeur de projet
Darlene Velder, Maquettiste
L. Worth Fitzgerald, AID

Traduit en français par:

Philippe Zgheib, Ingénieur civil
Madame Roland Ricard
Catherine Szanto

Pour de plus amples renseignements ou pour avoir le manuel détaillé sur le pompage, contacter:

Water Management Synthesis Project,
Engineering Research Center,
Colorado State University
Fort Collins, CO 80523 USA
(303) 491-8285

Water Management Synthesis Project
Ag & Irrigation Engineering
Utah State University
Logan, UT 84322 USA
(801) 750-2785