

ENERGIE DU PEDALIER



Fig. 2-2 - La bicyclette reste un véhicule de transport populaire à Taïwan et dans beaucoup d'autres pays

tionnels de bicyclettes qui ne peuvent pas résister aux poids très lourds qu'on place sur la machine, ce qui endommage les roues et les fourches, à moins qu'on ne les ait considérablement renforcées. Quant à la conception du cadre, la construction tubulaire est celle de la bicyclette, imparfaite pour ce qui est du rapport force-poids.

En dépit de ces défauts, plusieurs types de bicyclettes se sont largement répandus en Asie, et non pas en Afrique; ils perdent pourtant du terrain dans quelques-unes des villes les plus grandes comme Singapour et Jakarta. Les autorités souhaitent les éliminer sous le prétexte qu'ils manquent de sécurité, congestionnent la circulation et sont dépourvus de connotations modernes. L'abolition d'un véhicule utile, à faible énergie, peu bruyant et peu polluant, priverait les pauvres et les classes moyennes d'un moyen de transport extrêmement efficace et provoquerait du chômage parmi les conducteurs et les entreprises liées à ce type de véhicule.



Fig. 2-3 - Les locotracteurs au pied sont un moyen de transport banal aux Philippines

Etant donné que le tricycle contient des promesses encourageantes à la fois pour les pays développés et ceux qui se développent, il est apparu utile de réexaminer sa conception en vue de le conserver ou même d'élargir son utilisation. La première expérience conduite par l'auteur en matière de tricycle s'est soldée par la conception et la construction d'un pousse-pousse à cycle. Le véhicule a été doté d'une forme simple de train d'engrenages différentiels de façon à pouvoir entraîner les deux roues arrière et les faire tourner à des vitesses différentes au moment de la prise d'un virage; cette méthode ne solutionnait pas les problèmes types de faiblesse des roues et des fourches avant, ainsi que le manque de freinage.

Cependant, elle convainquit Oxfam du potentiel qu'offrait une conception améliorée de tricycle, si bien qu'Oxfam finança un technicien pour construire deux prototypes du nouvel Oxtrike. Les descriptions suivantes correspondent aux caractéristiques de l'Oxtrike.

- Les roues choisies dont 51 cm de diamètre en vue d'une meilleure résistance. Les roues arrière sont du type "Chopper" de chez Raleigh (51 x 5,03) et sont particulièrement résistantes à la charge latérale. Ce sont les roues les plus solides de cette firme. Cette solidité ne s'impose pas sur une bicyclette, mais son absence sur un tricycle soulèverait un réel problème. La roue avant (51 x 4,4) et la fourche sont celles que l'on retrouve sur une bicyclette utilitaire et sont conçues pour supporter un poids important sur l'avant du cadre, au-dessus de la roue avant.

Les roues arrière de 51 cm de diamètre présentent d'autres avantages : un abaissement général du centre de gravité du poids (avec une hauteur adéquate du cadre au-dessus du sol), l'installation plus facile des personnes âgées ou infirmes, l'élargissement du siège arrière sans qu'il y ait accroissement de la largeur totale du véhicule, qui n'est que de 91 cm, la réduction de la longueur totale du tricycle à deux mètres.



Fig. 2-4 - Le cadre de l'Oxtrike

ENERGIE DU PEDALIER

- Une boîte de trois vitesses est incorporée au système de transmission. Cette boîte de vitesses est un engrenage de moyeu de changement de vitesses standard chez Sturmey-Archer, un modèle éprouvé et de qualité. Elle fait office de boîte de vitesses intermédiaire, comme sur beaucoup de motos, et est reliée à une chaîne primaire et une chaîne secondaire. Les pignons ont été sélectionnés pour permettre un développement total de 79 cm en première vitesse, de 106 cm en vitesse moyenne et de 137 cm en vitesse supérieure, alors que sur une bicyclette normale dont les



Fig. 2-5 - Vue du cadre de l'Oxtrike relevé montrant la capacité de se garer dans un espace réduit, d'inspecter facilement la transmission et les freins et de décharger la marchandise.

Remarquez la présence d'un moyeu Sturmey-Archer à trois vitesses, avec double tendeur pour les chaînes primaire et secondaire

roues font 76 cm, le développement est de 169 cm. Ainsi, la modification du tricycle améliore grandement les possibilités du conducteur quand il démarre avec un poids élevé et grimpe une pente légère.

- Dans la mesure où de bons freins sont essentiels à la sécurité, on s'est penché tout spécialement sur ce problème. Le frein avant est un étrier standard à tige de traction, mais les freins arrière sont des freins à ruban intérieurs actionnés par une pédale. Ces freins sont un moyen puissant et efficace d'appliquer une force de freinage; chaque roue a sa propre couronne de frein, montée à l'extrémité intérieure du demi-arbre, et le freinage s'effectue donc aussi au moyen d'une barre d'équilibre. L'emplacement des freins est judicieux parce qu'ils sont protégés de la pluie, ce qui est très important par temps humide. La pédale de frein peut être abaissée et maintenue par un cliquet de levier; elle servira alors de frein de garage, une particularité nécessaire sur un tricycle.

- Etant donné que la construction d'un cadre de bicyclette est quelque chose de complexe, avec des tubes à très mince paroi soudés à l'intérieur d'articulations spéciales, il n'est pas vraiment indiqué d'assurer une fabrication locale à petite échelle, à moins qu'on n'importe les tubes et les articulations. Les articulations adaptées à la construction de tricycles peuvent ne pas être disponibles. C'est pourquoi on a prévu l'utilisation de tôle d'acier doux d'épaisseur standard lors de la conception de l'Oxtrike. La tôle peut être découpée aisément sur une guillotine actionnée au pied, pliée grâce à une machine à plier actionnée à la main, puis assemblée avec presque toutes les méthodes connues de rivetage, de soudure ou de brasage.

- Des structures variées ont été imaginées, par exemple un pousse-pousse à deux passagers, doté d'un élément que l'on peut utiliser à des fins diverses, et à layon rabatable. Lorsqu'il est abaissé, le layon permet à deux passagers de s'asseoir dans le sens contraire de la marche ou à trois enfants de s'asseoir

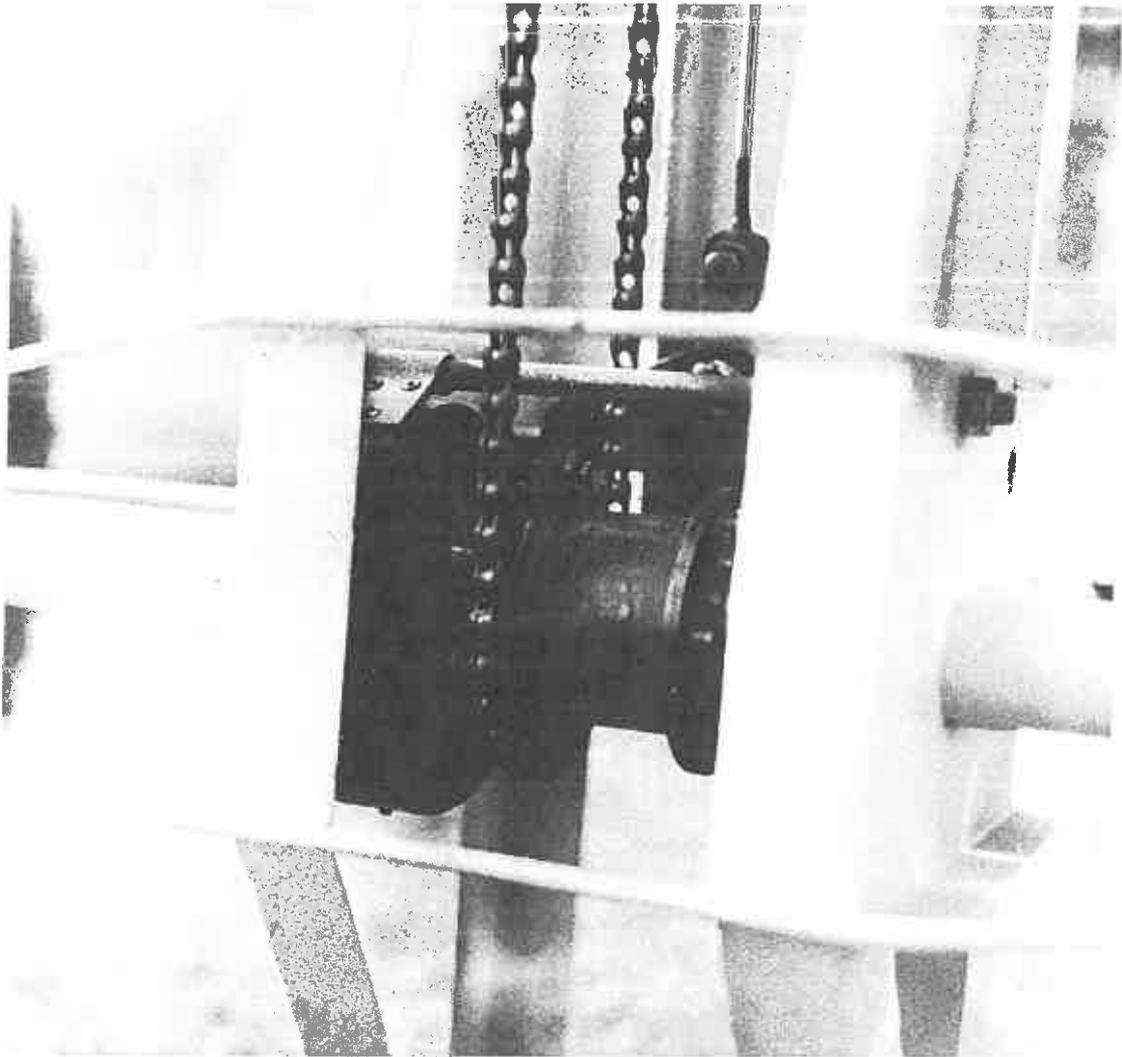


Fig. 2-6 - *Transmission par pont arrière de l'Oxtrike*

dans le sens de la marche, et il permet également le transport des marchandises. Lorsque le layon est en position horizontale, on peut assurer le transport de charges plus lourdes.

On peut fixer sur la châssis un simple wagonnet découvert ou un coffre pour transporter des paquets ou autres. Une sorte de caisse à bascule à bords inclinés conviendrait au transport de sable, de gravier ou d'autres matériaux en vrac. La taille de cette caisse devrait être assez petite pour qu'il n'y ait pas surcharge. Enfin, un fût de 15 litres peut être fixé pour le transport des liquides.

Quand les routes sont mauvaises, on devrait normalement utiliser un véhicule à quatre roues comme une Jeep ou une Land Rover, mais on est en train de créer un nouveau véhicule, la "Pedal Rover". La Pedal Rover a quatre roues larges d'environ 1,10 m de diamètre. Chaque passager fait tourner une roue en pédalant. Les deux parties avant et arrière du véhicule sont articulées pour assurer la direction autonome et le basculement des deux parties comme avec les camions-bennes modernes. On suppose qu'une charge utile de 225 à 275 kg serait transportable dans un tel véhicule.

ENERGIE DU PEDALIER



Fig. 2-8 - *Un Oxtrike avec siège amovible*

Fig. 2-7 - *Machine actionnée à la main pour réaliser des profils laminaires*

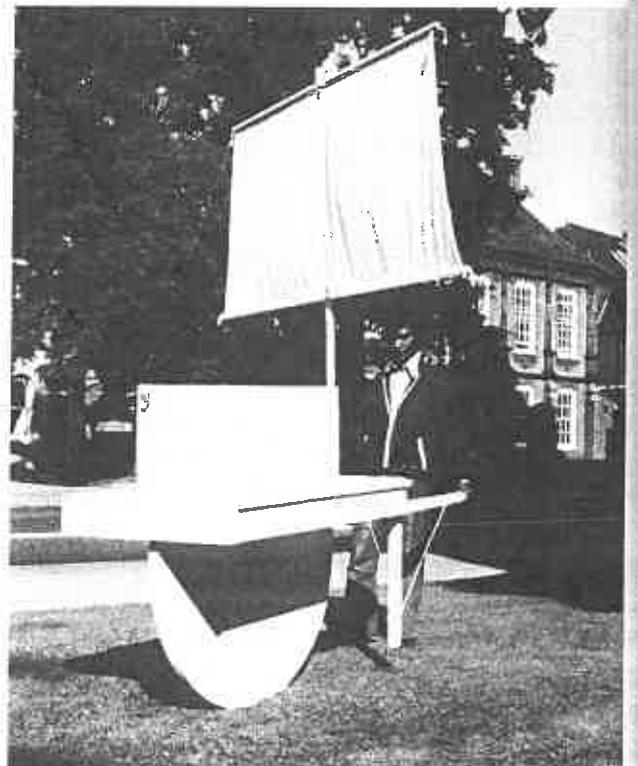
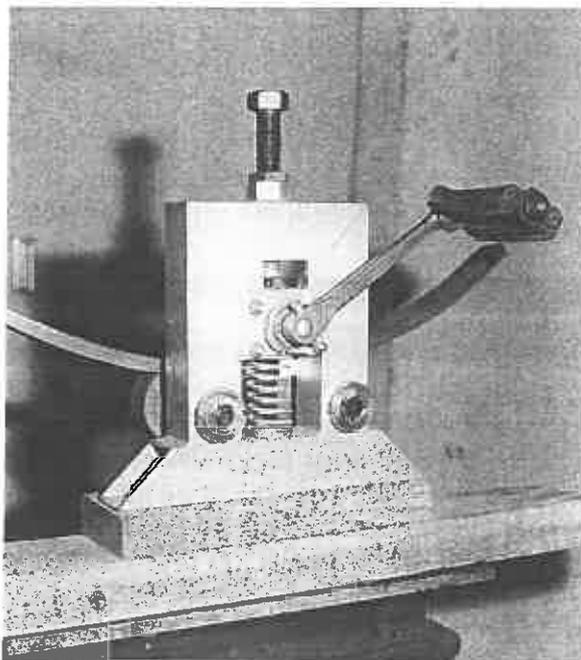


Fig. 2-9 - *Brouette néo-chinoise avec une roue de 1,25 mètre de diamètre de construction composite*

ENERGIE DU PEDALIER

Fig. 2-10 - Pompe à main rotative reliée à un entraînement à pédales, montée sur un siège coulissant adaptable



La brouette chinoise est encore plus simple et d'une plus grande souplesse d'emploi grâce à sa conception améliorée. Elle est dotée d'une seule roue de large diamètre située sous la charge et non pas de la petite roue avant habituelle, qui transmet trop de poids sur les poignées et rend le déversement difficile.

On peut utiliser des brouettes de jardinage à deux roues, chaque roue latérale faisant 66 cm. Elles sont adéquates aux terrains sans inégalités mais font facilement des embardées sur mauvaise route; par contre, une seule roue ne peut pas se renverser, et permet d'emprunter les sentiers les plus étroits. La résistance due aux ondulations du terrain est réduite par l'utilisation d'une roue à très large diamètre. La Figure 2-9 nous montre une roue de 1,25 mètre adaptée à un prototype construit par le Révérend Geoffrey Howard, qui traversa la Sahara sur 3200 km, du Nord au Sud, en poussant d'une seule main une charge de 160 kg et en faisant un peu plus de 32 km par jour en moyenne.

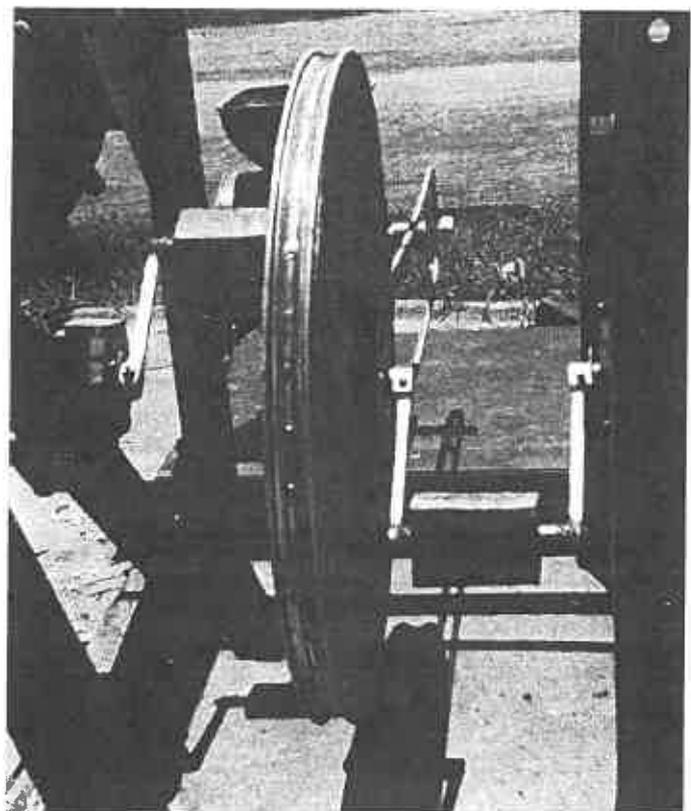


Fig. 2-11 - Dynapode construit par Alex Weir pour deux personnes

ENERGIE DU PEDALIER

Pour le jardinage ordinaire, on peut construire un modèle simple et efficace, muni d'une roue de bicyclette de 66 cm de diamètre sous un plateau comportant trois côtés. Bien que le chargement doive se faire à une hauteur plus élevée, le déchargement est plus facile à effectuer, surtout si l'on ajoute un frein destiné à arrêter la brouette au moment du déversement.

Mécanismes pédaaliers fixes

Trois approches sont possibles dans la construction de mécanismes pédaaliers fixes. On peut rattacher des pédales à un mécanisme de manivelles à main, comme une broyeurse de céréales, et doter le mécanisme d'un siège à partir duquel on pourra pédaler et enclencher le mécanisme. La Figure 2-10 montre une pompe à main rotative à ailettes mobiles montée sur un bas tréteau de bois qu'on appelle aussi "chèvre", et auquel on a adapté un siège mobile; en principe, seule la mobilité horizontale du siège est requise pour éviter les problèmes de longueurs de jambes différentes selon les personnes. La conception n'est pas aussi efficace, physiologiquement parlant, qu'avec une selle normale au-dessus des pédales mais elle peut quand même convenir à beaucoup de gens.

Le dynapode

La seconde approche consiste à concevoir un mécanisme pédalier fixe ou "dynapode" (du Grec "puissance" et "pied") que l'on doit raccorder à un second mécanisme qui nécessite un entraînement. Une conception de dynapode fut proposée en 1968, mais elle ne fut pas réalisée à cette époque bien qu'Alex Weir, de l'Université d'Edinburgh, ait construit cette année-là des mécanismes pédaaliers utilisables soit par un homme, soit par deux à Dar-es-Salaam en Tanzanie. Il utilisa une vieille roue de bicyclette pour en faire un volant d'entraînement en remplissant de ciment les espaces entre les rayons. Plus tard, Alex Weir fit d'autres types de mécanismes péda-

liers à Dar-es-Salaam en se servant de tubes carrés pour monter le cadre. Il utilisa ces éléments pour entraîner le mécanisme de broyeurse à céréales, ainsi que d'une vanneuse. Parmi les machines qui pouvaient être entraînées par un dynapode, il ne faut pas seulement compter le large éventail de machines actionnées à la main, ainsi que les pompes, les broyeurses, les souffleuses de forges, les meuleuses et tant d'autres encore - dont beaucoup feraient mieux d'être dotées de transmissions à pied-, mais aussi un grand nombre de machines qui ne sont pas, en principe, actionnées à la main, comme les roues de moutiers, les perceuses et les machines à meuler horizontales.

La Figure 2-12 montre une égreneuse commercialisée dont le mouvement est entraîné par un mécanisme simple mais efficace de pédale boulonnée. On vend cette machine qui peut égrener deux épis à la fois, dans plusieurs pays africains. Un lourd ventilateur en fonte sert en même temps de volant d'entraînement et de vanneuse pour enlever les enveloppes des épis.

Les problèmes liés à l'optimisation de rendements des mécanismes pédaaliers fixes sont nombreux. Le problème relatif à la torsion cyclique a déjà été mentionné. Mais il en est un autre lié à la nécessité d'adapter une entretoise rigide entre le pignon de commande et le pignon mené, qui capte la traction de la chaîne deux fois supérieure à peu près au poids du conducteur. Les dispositions nécessaires doivent être prises pour ajuster mieux la chaîne, et aussi, ce qui semble moins évident, pour régulariser la température du corps humain qui ne peut se régulariser d'elle-même quand il n'y a pas de mouvement vers l'avant. Les Chinois, qui utilisent un type simple de mécanisme pédalier depuis des centaines d'années, installent un toit au-dessus de l'utilisateur pour le protéger du soleil et de la pluie. Cela vaudrait la peine d'utiliser une petite partie de la production de puissance pour entraîner un ventilateur qui rafraîchisse l'utilisateur.



Fig. 2-12 - Egreneuse de maïs commercialisée



Fig. 2-13 - Egreneuse de maïs commercialisée, utilisée ici dans un village africain

Le treuil

La troisième approche concernant l'utilisation des mécanismes pédales consiste à concevoir un équipement entier. Un exemple en est le prototype d'un treuil à pédales actionné par deux hommes en même temps, et que l'on voit sur la Figure 2-15. On note l'utilisation de deux volants d'entraînement automobiles. Celui qui est le plus bas porte un touret de treuil et il est mené par un engrènement en anneau du démarreur et un pignon de démarrage sur un arbre supérieur. Cet arbre porte deux petits pignons fixes, reliés chacun par une chaîne à un pignon de chaîne et à des pédales classiques de bicyclette, pignons disposés de telle façon que les deux rangées de manivelles se trouvent à angle droit l'une par rapport à l'autre, et régularisent la production de puissance.

L'arbre porte aussi un second volant d'entraînement qui tourne suffisamment vite pour emmagasiner une quantité appréciable d'énergie, qui empêche toute protubérance soudaine du poids soulevé. La couronne dentée de ce second volant d'entraînement peut être munie d'un linguet pour former un encliquetage à rochet et empêcher le poids de repartir en arrière. Si l'on veut abaisser la charge, il suffit de dégager la couronne du linguet et d'abaisser la charge par une action de freinage des pédales, ainsi que par une action de frein à compas sur le second volant d'entraînement.

La machine est entièrement montée sur glissières, si bien qu'on peut la mettre de côté lorsqu'on cesse de s'en servir. Mais quand les deux utilisateurs pédalent, leur poids permet d'ancrer le treuil si solidement que le câble exerce une puissante traction horizontale. Si l'on met à part les usages évidents d'un tel treuil pour le déblaiement et le hissage des poids, l'utilisation la plus importante est celle de la culture par câble, une vieille méthode selon laquelle la puissance motrice fournie pour le labourage ou tout autre type de culture reste fixe, tandis que seul l'outil se déplace dans le champs (voir le treuil Rodale au chapitre 3).

ENERGIE DU PEDALIER

Fig. 2-14 - Un des premiers prototypes de dynamode dont la vitesse de révolution peut être démultipliée pour un treuil et multipliée pour un cribleur mécanique

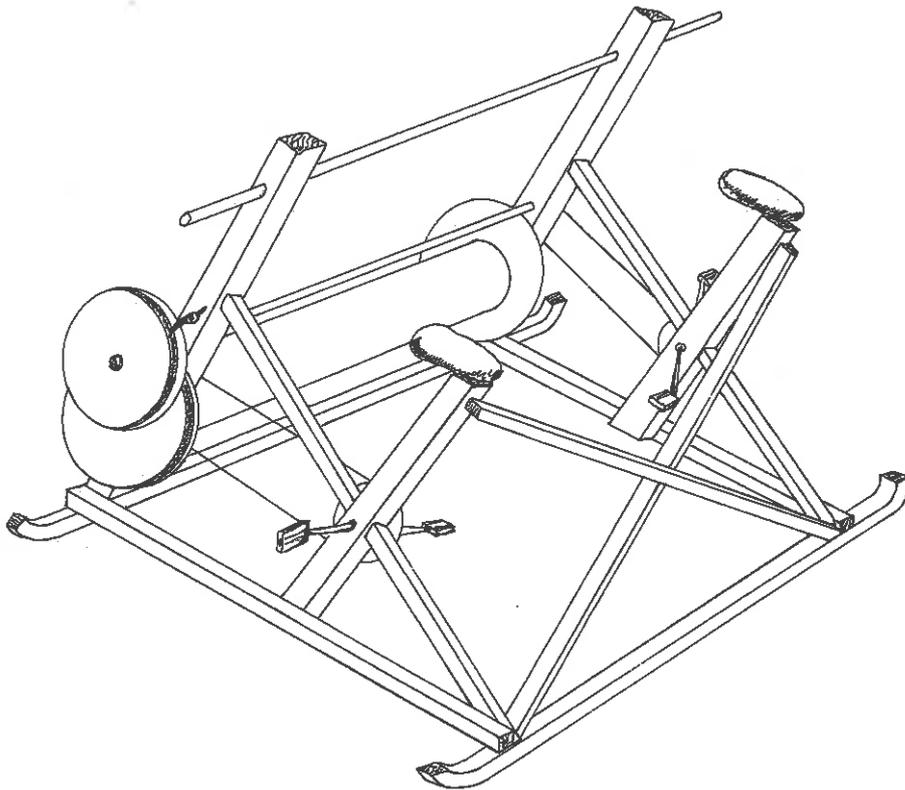
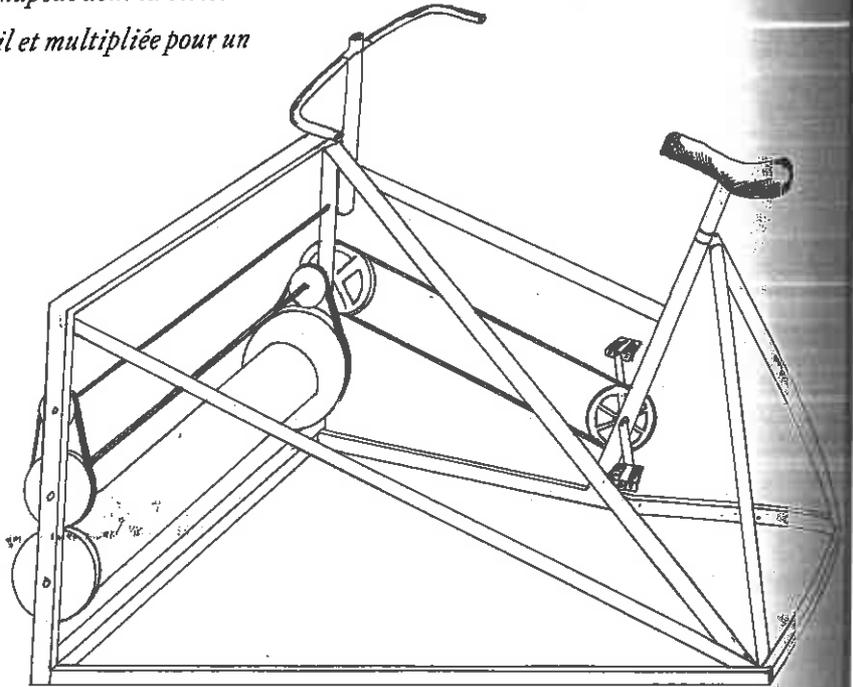


Fig. 2-15 - Prototype d'un treuil à pédales mené par deux hommes

Les avantages du treuil à pédales sont les suivants : une économie d'énergie puisque la force motrice - qu'elle soit générée par l'homme, l'animal ou la machine - ne perd pas une partie de sa puissance en se déplaçant sur le sol, une annulation de compactage du sol, un des pires méfaits des gros tracteurs, la possibilité de travail sur des terrains détremés, comme on le voit en Chine où l'on utilise des treuils électriques. Pendant près d'une centaine d'années, le labourage par câble à vapeur fut la seule méthode agricole mécanisée. De nos jours, on se sert de petits treuils à moteur sur des parcelles de terrains escarpés, en France et en Italie, pour remorquer des charrues le long des pentes. Après le travail, les charrues sont redescendues à la force des bras. Au Collège National de Mécanique Agricole, à Silsoe, dans le Bedfordshire, on a mis au point le mécanisme de l'Escargot, un treuil mobile à moteur poussé sur deux roues et déroulant

le câble. Quand cette partie de l'opération est terminée, le treuil s'arrête, rentre le câble et le processus recommence.

Le treuil à pédales devrait pouvoir réaliser le même type de travail. Partout où la main d'œuvre est abondante, comme dans la plupart des pays les moins développés, on peut se servir d'un treuil manœuvré par deux hommes à chaque extrémité du terrain. Les hommes auraient le temps de se reposer à l'ombre entre les périodes de travail difficile ! Les charrues à traction manuelle, les cultivateurs et les houes ne manquent pas ; tous les atouts sont réunis pour exploiter la méthode de traction par câble, avec ou sans convertisseur.

Systemes d'entraînements à pédales pour pompes d'irrigation

Au Bangladesh et dans d'autres parties du Tiers Monde, on est obligé de pomper l'eau d'une rivière pour alimenter les champs. La pompe au pied, mise au point par les ingénieurs de l'Institut International de Recherche pour le Riz, aux Philippines, soulève à plusieurs mètres de hauteur de grosses quantités d'eau contre une production modérée de travail. L'utilisateur de la pompe se contente de se tenir debout sur deux supports où il pla-



Fig. 2-16 - Pompe à diaphragme actionnée au pied, réalisée par l'Institut International de Recherche pour le Riz

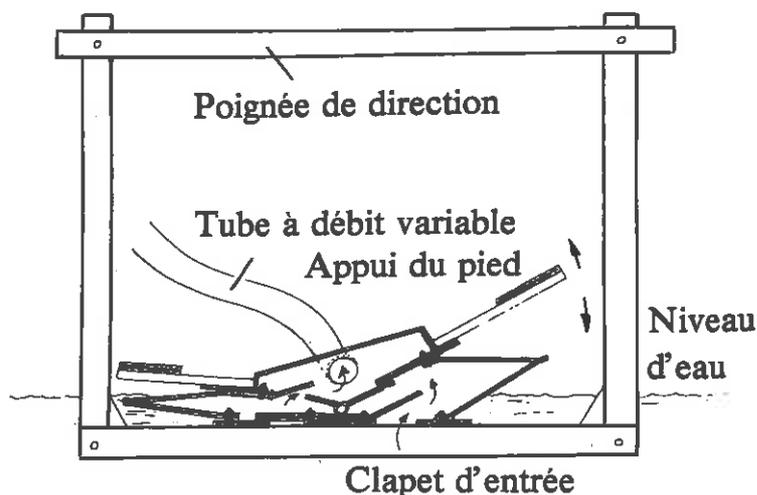


Fig. 2-17 - Dessin schématique d'une pompe à soufflets

ENERGIE DU PEDALIER

ce ses pieds, à une extrémité de la pompe, et il fait un mouvement de balance d'avant en arrière. Cet effort comprime un diaphragme qui fait jaillir l'eau hors de la soupape de sortie. En manœuvrant la pompe à un rythme régulier, on pompe un flot continu d'eau. Cette pompe est un appareillage de très grande efficacité.

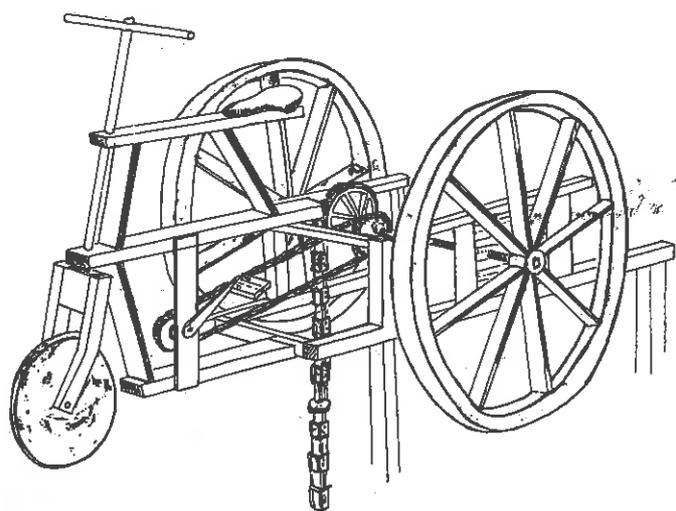


Fig. 2-18 - Pompe à eau "tricycle", chinoise, où les roues servent aussi d'embrayage

Etant donné la puissance d'une pompe à soufflets, on pourrait peut-être suggérer l'utilisation d'une pompe d'irrigation au pied capable de soulever l'eau à des hauteurs considérables. Les exigences que cette pompe devrait satisfaire sont les suivantes :

- un coût peu élevé mais une durabilité maximale pour un minimum de maintenance.



Fig. 2-20 - Agrandissement de la Fig. 2-19



Fig. 2-19 - Pompe à eau chinoise, en bois, utilisée pour faire monter l'eau dans des marais salants

ENERGIE DU PEDALIER

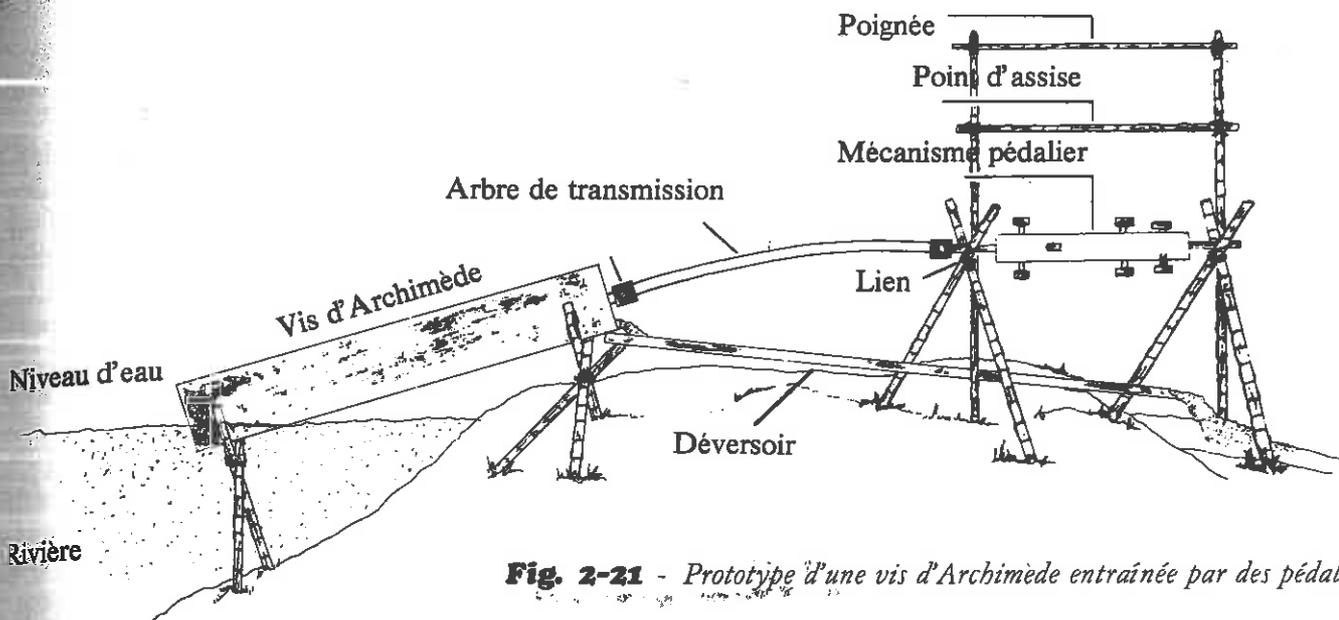


Fig. 2-21 - Prototype d'une vis d'Archimède entraînée par des pédales

- une utilisation des matériaux locaux ou d'éléments de bicyclette standard,
- une portabilité aisée (la pompe ne doit pas seulement pouvoir s'adapter à différents niveaux de rivières; elle doit également être transportable d'un site à l'autre selon les besoins et peut-être même démontable pour être mise de côté pendant les périodes de crues),
- une utilisation de mécanisme pédalier plutôt que manuel, puisque le premier est deux ou trois fois plus efficace que le second,
- une opération menée, si possible par deux hommes plutôt qu'un seul, pour accroître et régulariser le débit ainsi que pour des raisons sociales.

La Figure 2-21 montre une conception toute nouvelle à partir de deux éléments traditionnels. Le mécanisme pédalier utilisé ici est connu en Chine depuis des centaines d'années, et on s'en sert encore aujourd'hui pour exécuter un certain nombre de tâches, parmi lesquelles le pompage de faible élévation, qui est réalisé au moyen d'une pompe à chaîne avec palettes rectangulaires. Ce type de pompe ne convient pas tout à fait à un pays comme le Bangladesh ou des régions similaires, parce que la distance qui s'étend de la berge à une eau de faible profondeur peut faire 10 mètres ou plus, parce que la construction de la pompe est compliquée et qu'il est difficile de faire fonctionner le système d'une façon satisfaisante.

Etant donné ces inconvénients, on peut se rabattre sur un autre mécanisme traditionnel, la vis Archimède, qui est apparu en Egypte probablement avant la naissance d'Archimède. On l'utilise encore dans ce pays et dans certains pays développés à des fins bien déterminées. On estime que la vis Archimède permet une efficacité de rendement de 80 %.

Une des méthodes de construction de la vis Archimède consiste à enrouler un tuyau à coupe circulaire dans une hélice cylindrique. On sait que ce procédé était employé il y a longtemps, mais on ignore encore quels matériaux étaient utilisés. Une version moderne de cette méthode consisterait à se servir d'un tubage de plastique à mince paroi. On a expérimenté cette idée récemment en l'appliquant au drainage des champs et en se servant de tubes ondulés au pas fin, de façon à obtenir la solidité des tubes et à rendre possible leur enroulement sur une petite bielle. Bien que les tubes soient normalement perforés d'une multitude de petits trous, on pourrait fort bien se passer de toute perforation; le prix de revient de la pompe serait beaucoup plus bas puisque le reste de la construction pourrait être fait sur place. Pour donner un exemple, du bambou résistant pourrait faire office d'essieu principal et les rouleaux de tuyau - au pas de filetage de deux ou de trois - seraient alors maintenus en place par un bridage avec de la corde, du fil, du ruban ou toute

ENERGIE DU PEDALIER

autre fibre disponible sur les lieux. Ces fibres seraient liées à des bandes longitudinales de bambou ou de tout autre bois pour confectionner une cage autour des rouleaux. Avec ce système, les plissements du tuyau accroîtraient la friction du flot d'eau, mais les avantages qu'ils présentent pourraient compenser cet inconvénient.

Les dimensions de ce genre de pompe font qu'elle convient surtout à des travaux de basse vitesse et qu'il est possible de la mettre en marche à partir d'un mécanisme pédalier chinois, lui-même entraîné par deux hommes à une vitesse qui peut atteindre 40 km/h.

La pompe est reliée à un mécanisme pédalier situé presque au sommet du talus de la rivière. Etant donné que l'inclinaison maximale d'une vis Archimède est d'environ 30 degrés, une longueur de tuyau de 6 mètres est nécessaire. Ceci laisse une brèche de 4 mètres environ qu'il faut relier à l'arbre horizontal qui porte les pédales. Une méthode simple et efficace pour y parvenir consiste à utiliser une tige d'acier d'un diamètre choisi de telle façon que la tige transmettra la torsion, mais se pliera sur toute sa longueur pour rattraper la différence d'inclinaison de 30 degrés entre la pompe et le bloc-pédales. Un diamètre de 18 mm fera l'affaire. L'ajustement à la longueur du tuyau sera aisément réalisé si l'on prend soin de creuser une cavité sur toute la longueur axiale de l'arbre porteur pour y placer la tige, et si l'on munit une des extrémités d'un raccord destiné à coincer la tige; le raccord peut être obtenu, par exemple, à l'aide de deux clavettes de cycles. La méthode la meilleure consiste peut-être à insérer la tige seule dans le raccord situé sur la pompe, à fileter l'arbre sur l'extrémité supérieure de la tige, à rabaisser l'arbre sur ses supports et enfin à coincer l'extrémité supérieure de la tige.

Il y a tout intérêt à ce que les supports soient des trépieds constitués par trois pieux de bambou dont l'un est plus large que les autres. Il s'élance vers le haut pour soutenir un gros pieu horizontal qui sert de siège ainsi qu'un autre pieu horizontal haut placé, jouant le rôle de poignée. Les trois pieux formant un trépied sont fermement liés ensemble et laissent

dépasser de courtes extrémités. Celles-ci délimitent le support sur trois points d'un palier sphérique en bois, perforé sur un certain diamètre pour loger l'arbre porteur des pédales. Il est peut-être nécessaire de fixer le palier sur le trépied et dans ce cas, l'utilisation d'un anneau de métal au-dessus du palier est tout indiquée. Une construction de ce genre donne le parallélisme du palier. Le diamètre perforé du palier peut comporter une bordure de cuivre ou un tube de plastique, de façon à fournir une meilleure surface d'appui au cas où le bois utilisé ne serait pas adéquat. Mais dans la plupart des cas, il sera suffisant. On peut recommander la méthode d'Alex Weir qui fait bouillir le bois dans de l'huile (par exemple, une vieille huile de moteur) pendant 12 heures pour qu'il y ait une lubrification intérieure.

Systemes d'entraînements à pédales pour pompes de sondage

L'Inde, le Pakistan, le Bangladesh et bien d'autres pays ont grand besoin d'un type de pompe qui puisse soulever d'eau de profondeurs de 6 à 100 mètres et même plus. La pompe dont ils se servent est une pompe éprouvée, et qui rend d'excellents services dans le cadre d'installations de pompes à moteur et de pompes éoliennes. Pourtant, il est certain que l'utilisation des pompes à manivelle constitue un échec important. Il s'agit donc d'élaborer une version avec un système d'entraînement à pédales puisque l'on considère qu'un tel système est trois fois plus efficace qu'un système manuel, permet de soulever de plus grosses quantités et d'aller chercher l'eau à des profondeurs plus grandes avec une dépense d'énergie minimale.

La Figure 2-22 montre la version d'un mécanisme pédalier chinois auquel on eut recours pendant des centaines d'années pour faire fonctionner des pompes, des treuils, etc. Un essieu en bois horizontal comporte deux rangées de pédales, et chaque rangée comprend quatre bras situés à un angle de 90 degrés les

ENERGIE DU PEDALIER

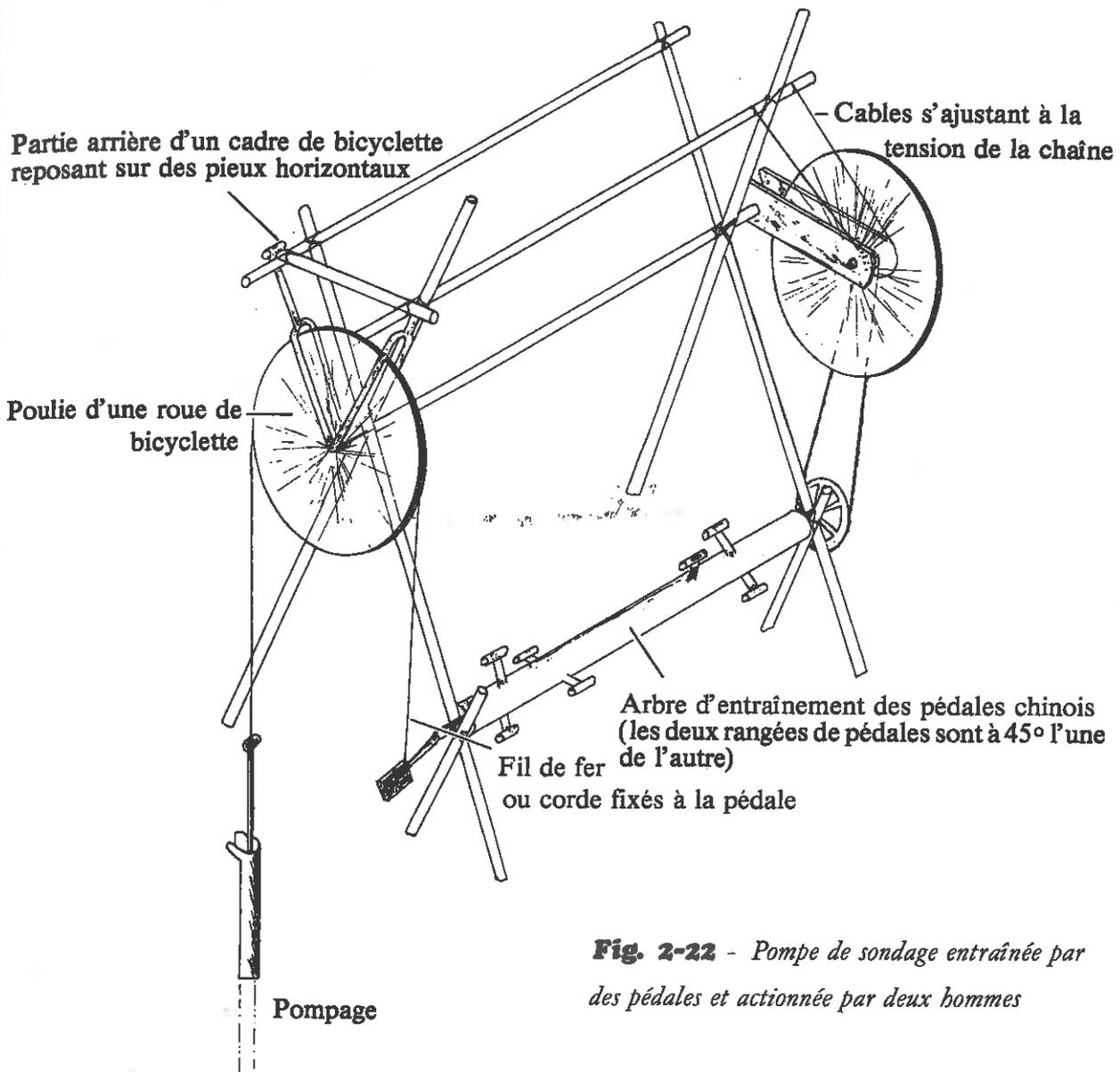


Fig. 2-22 - Pompe de sondage entraînée par des pédales et actionnée par deux hommes

uns par rapport aux autres, ainsi qu'une courte pédale cylindrique placée à l'extrémité extérieure de l'essieu. Les deux rangées de pédales sont disposées à 45 degrés d'angle, de façon à égaliser la torsion. L'arbre est muni de supports sur ses deux extrémités et ces supports sont soutenus par des pieux en croix. Un des pieux des extrémités, de chaque côté, s'élance vers le haut pour traverser un second pieu horizontal. Ce dernier sert de siège et il faut donc le situer à une hauteur appropriée. Les deux utilisateurs peuvent s'asseoir, mais aussi se tenir à un troisième pieu horizontal

placé en face d'eux, et appuyer leur dos à un quatrième pieu.

L'arbre principal de la pédale se continue de chaque côté avec un arbre d'acier qui traverse le support et dépasse légèrement sur les deux côtés. Un pédalier de bicyclette classique est rattaché sur le côté gauche, à une extrémité, tandis qu'un pignon de chaîne et une manivelle sont fixés à l'autre extrémité (on peut remplacer ces seconds éléments par une poulie en bois d'un diamètre de 30 cm ou plus).

La pédale de gauche est reliée à un câble

ENERGIE DU PEDALIER

d'acier ou à une corde qui passe au-dessus d'une roue de bicyclette sans pneu, dont on se sert comme d'un réa. La roue est soutenue par la partie arrière du cadre d'une bicyclette standard suspendue aux deux pieux les plus hauts. L'extrémité du câble est reliée à la partie supérieure d'une tige de pompe; une sangle de cuir borde la jante de la roue afin d'éviter l'usure de la jante et du câble. On raccorde la sangle à l'aide d'une lanière en bas de la roue; puisque cette roue fera un mouvement de va-et-vient dont l'angle n'est que de 60 degrés environ.

Le pignon de chaîne ou la poulie à l'une des extrémités de l'arbre d'entraînement à pédale mène un volant d'entraînement à une vitesse supérieure que l'on obtient au moyen d'une commande augmentée; si l'on utilise un pignon de chaîne classique de 46 dents et le plus petit pignon fixe classique de 15 dents, un rapport de 3 à 1 est alors possible, avec une vitesse de volant d'entraînement d'environ 90 tours à la minute et une vitesse de torsion d'environ 30 tours à la minute (vitesse réduite de moitié par rapport à celle de la bicyclette standard puisqu'il y a quatre pédales en mouvement pour chaque révolution effectuée). Avec une poulie de 30 cm et un entraînement à courroie en cuir aplati jusqu'à une poulie de 5 à 7,5 cm de diamètre, on pourrait obtenir un rapport allant de 4:1 à 6:1 qui accroîtrait encore davantage la vitesse du volant d'entraînement.

En ce qui concerne le volant d'entraînement, on peut choisir de le monter à l'aide d'une vieille roue de bicyclette et de remplir de ciment l'espace qu'il y a entre la jante et le moyeu. Une autre solution que l'on peut adopter en même temps que la première ou séparément consiste à enrouler la jante avec n'importe quel fil d'acier disponible. La roue est soutenue par les pieux horizontaux supérieurs, de telle sorte que l'on peut ajuster la tension de la chaîne ou de la courroie. Une des méthodes qui favorise ce résultat consiste à utiliser une fourche avant pivotant sur un pieu et un "treuil espagnol" (double corde torsadée avec un morceau de bois, dans le

but de la rendre rigide). Ce treuil se situe entre un des pieux et un court étrier relié à chaque extrémité de l'essieu. Un tel montage convient à un entraînement par chaîne, mais un montage différent s'impose pour un entraînement par courroie, puisqu'un essieu plus long est nécessaire. Une fourche en bois pourrait peut-être remplacer la fourche de bicyclette. L'utilisation d'un volant d'entraînement devrait assurer un fonctionnement plus régulier de la pompe en l'aidant à se soulever pendant la course de détente.

Une certaine amélioration est également réalisable grâce à la compensation partielle du poids de la pompe et de la tringle de manœuvre; on pourrait fixer un contrebalancier au-dessus du pédalier entre le réa et le cercle décrit par la manivelle, ou bien sur un côté du réa.

La pompe telle que nous l'avons présentée doit en principe fournir les rendements ci-dessous lorsqu'elle est actionnée par deux hommes qui pédalent à 30 tours à la minute.

Diamètre intérieur de la pompe en centimètres	3,85	5,10	6,35	7,65	10,20
Élévation en mètres	62,20	33	23,55	15,60	8,25
Débit, litres/heure	605	1090	1704	2452	4359

La Figure 2-23 illustre une autre construction utilisable par un seul homme qui pédale comme sur une bicyclette ordinaire. Un socle en bois en forme de T porte un trépied sur lequel sont montées une selle et des pédales. La chaîne est entraînée vers l'avant par un pignon de chaîne pour mener une roue arrière de bicyclette, transformée en volant d'entraînement par le seul fait que du ciment remplit l'espace qui se trouvait entre le moyeu et la jante. La roue libre, qui est retenue, devrait comporter un pignon à 22 dents à la place du pignon classique à 18 dents. Des pignons aussi larges que celui-ci sont adaptés au pousse-pousse dans des pays comme le Bangladesh. De l'autre côté de la roue, on fixe un pignon à 15 dents - c'est peut-être la partie la plus difficile de la construction à réaliser.

ENERGIE DU PEDALIER

Poulie d'une roue de bicyclette bordée de cuir sur la jante

Charnière de câble

Pédales conçues comme poignées auxiliaires

Ecrou s'ajustant à la tension de la chaîne

Roue de bicyclette remplie de ciment pour faire un volant d'inertie

Contrepoids

Fourchette avant servant à ajuster la tension de la chaîne

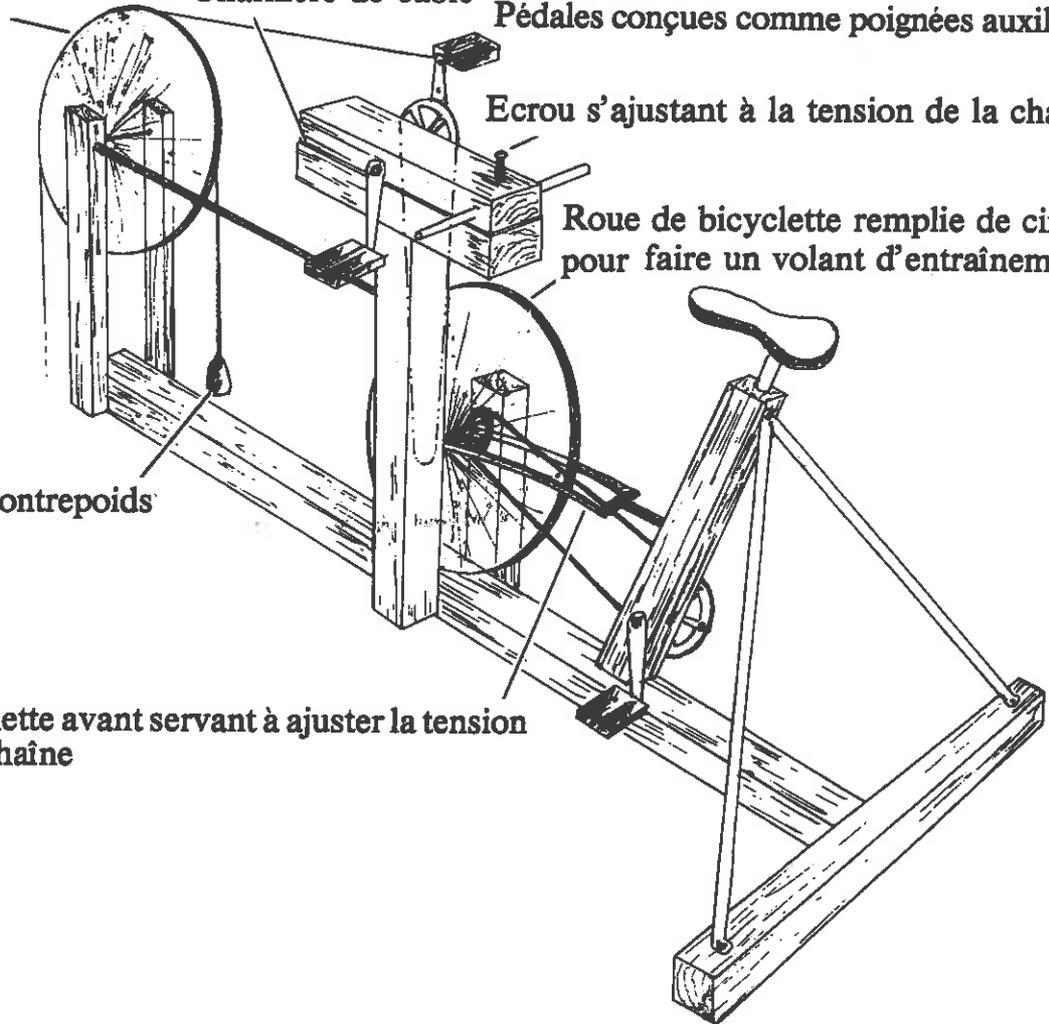


Fig. 2-23 - Entraînement à pédales d'une pompe de sondage de basse élévation (prototype)

mais certaines roues arrière sont déjà munies de filets sur les deux côtés du moyeu; si l'on utilise d'autres roues, il faut imaginer aussi d'autres méthodes de fixation.

Une seconde chaîne transmet l'entraînement du pignon à 15 dents à un second pignon de chaîne et aux pédales situées à la verticale, à une vitesse de 45 courses à la minute pour 66 tours de pédales à la minute et une vitesse de volant d'inertie d'environ 140 tours à la minute. Le second pignon de chaîne porte un pédalier habituel auquel sont reliés soit une corde, soit un câble d'acier passant au-dessus d'une roue de bicyclette utilisée comme une poulie, de la même façon que

dans le mécanisme décrit précédemment (à part que dans le cas présent, la roue peut être soutenue par deux supports et attachée au poteau de soutien du volant d'inertie et au second pignon de chaîne au moyen d'une entretoise). La tension de la première chaîne est ajustée grâce à la pièce de compression que constitue une fourche avant de bicyclette. La partie supérieure et filetée de la fourche pénètre dans un trou du support de la selle, et un écrou fileté permet l'ajustement de la tension de la chaîne. Quant à la tension de la seconde chaîne, on peut l'ajuster avec un écrou qui relève une extrémité de la pièce horizontale qui porte l'arbre d'entraînement,

ENERGIE DU PEDALIER

Une des extrémités de l'essieu porte un pignon de démarrage mécanique et un autre petit pignon

Roue de bicyclette remplie de ciment pour faire un volant d'inertie

Tourillon fixe au volant d'inertie au rayon désiré pour favoriser la course la meilleure

Tige de liaison
Embrayage de vieille voiture

Boulon d'ajustement de la chaîne

Bielle mobile

Pompage

Fig. 2-24 - Entraînement à pédales d'une pompe de sondage profond (prototype)

et dont l'extrémité avant s'articule sur une pièce plus basse, montée au sommet du support de gauche. La pièce plus haut placée peut aussi soutenir une barre de bois ou un tube métallique qui servira de poignée. L'arbre d'entraînement à pédale supérieur peut aussi comporter un pédalier classique à

gauche de façon à ce qu'avec le pédalier de droite, on puisse s'en servir de poignées et améliorer le rendement de la pompe en plaçant une personne de plus sur un des côtés. On recommande l'emploi d'un contre poids suspendu à la roue de la poulie pour réduire le poids utile de la pompe et de la tringle de

manoeuvre.

La Figure 2-24 illustre une version encore plus élaborée et mieux adaptée aux trous de sondes plus profonds. La course est raccourcie à 13 cm et la vitesse réduite à 20 tours à la minute. Ces changements sont effectués grâce à un vieux volant d'entraînement d'automobile muni d'une couronne dentée de démarreur engrenée à un pignon de démarrage mécanique, ce qui permet une réduction d'un rapport de 13 à 1; le pignon d'attaque est entraîné par une transmission à chaîne à barbotins, à partir des pédales et d'un pignon de chaîne standard jusqu'à un pignon à 15 dents situé sur le même arbre que le pignon d'attaque. Cet arbre porte aussi une roue de bicyclette remplie de ciment pour qu'elle puisse servir de volant d'entraînement.

On peut certainement trouver d'autres systèmes d'entraînement adaptables aux pompes de sondage à pédales et l'on peut étudier aussi des versions de pompes à main, mais les adaptations décrites ici valent la peine d'être essayées, parce qu'elles apportent une solution aux principaux problèmes de fonctionnement et que leur montage est réalisable avec des matériaux locaux ou des pièces que l'on se procure facilement. Les supports dont nous parlons dans cette partie sont des moyeux ordinaires de bicyclettes ou bien des supports d'arbre d'entraînement de pédale; dans certains cas, on a intérêt à se servir d'un tube de 8 cm de long et de 4 cm de diamètre, fileté à l'intérieur avec des filets à droite et à gauche pour s'adapter aux cuvettes de roulement à billes. On peut se procurer ces tubes puisque ce sont des éléments classiques, mais on peut aussi les faire faire à un petit fa-

bricant qui possède les tarauds nécessaires. Une pièce de bois carrée de 8 cm de côté fera l'affaire pour ajuster le tube si on la perce et que l'on obtient un trou de 3 cm de diamètre. Autrement, on soude le tube à une plaque boulonnée ou vissée sur la pièce.

Pour résumer les principaux avantages des divers modèles d'entraînement des pompes :

- Une course régulière de la pompe devrait favoriser une utilisation de longue durée, dénuée de tout problème de fonctionnement.
- Un mécanisme pédalier est beaucoup plus efficace qu'un mécanisme manuel, surtout avec un volant d'entraînement.
- Les pièces de bicyclettes sont disponibles presque partout, et beaucoup de gens sont très habiles pour ce qui est de la construction et de la maintenance des machines.

Le principal obstacle à la création de modèles qui sont pourtant simples, a été le manque d'un quelconque service de conception et d'essai des prototypes. Les entreprises commerciales ne sont pas motivées pour entreprendre ce travail, puisqu'il n'y a aucun bénéfice financier apparent à en retirer. Il est important de noter que l'idée de résoudre des problèmes réels par des méthodes simples - plutôt qu'à l'aide d'ordinateurs - est étrangère aux conceptions actuelles que l'on prône dans le cadre d'un travail tout à fait académique. Toutefois, le courant d'opinion, se modifie et c'est ainsi que plusieurs universités, de par le monde, se penchent avec le plus grand sérieux sur des technologies simples. Un exemple significatif de ce changement nous est fourni par la section d'étude ASTRA, à Bangalore, en Inde (Application de la Science et de la Technologie aux Zones Rurales).