

*Un éolienne Filippini
pompe de l'eau au
Botswana. Plus économique
qu'avec le diesel mais un
mode fragile.*

Photo de Richard Carothers



L'ÉOLIENNE FILIPPINI

par RICHARD CAROTHERS

Depuis plusieurs années, les pays du Tiers-Monde s'intéressent beaucoup à la mise au point de systèmes de pompage de l'eau fiables, qui puissent utiliser les sources d'énergie locales. Si le soleil, le vent et le biogaz sont des énergies exploitables, seul le vent appartient à la plus ancienne tradition. Quoique, pour des raisons économiques tout autant que techniques, l'utilisation de l'énergie éolienne ne soit plus aussi importante que déjà, les répercussions du climat économique instable sur les coûts énergétiques sont telles que l'on croit maintenant possible une nouvelle ère de l'énergie éolienne.

L'EXPÉRIENCE ÉTHIOPIENNE

L'intérêt pour l'énergie éolienne a engendré un grand nombre de programmes dans plusieurs régions en développement du monde. Certains de ces programmes qui visent la mise au point d'un équipement de pompage éolien ont cherché à produire des systèmes que l'on puisse fabriquer sans l'aide de techniques sophistiquées, mais qui puissent fournir un approvisionnement en eau suffisant à bas prix. C'est dans ce contexte que le rotor Filippini fut construit pour la première fois en Éthiopie au début des années 1970. Cette machine, qui appartient à la famille des rotors éoliens à axe vertical, possède trois pales dont chacune comprend deux pièces : un godet de bord d'attaque de forme semi-circulaire, et une plaque de séparation cintrée. Le nouveau rotor était équipé d'un mécanisme d'autodémarrage comme tous les rotors à axe vertical robustes tels que le Savonius, bien connu par ailleurs; mais l'efficacité du Filippini était plus grande. De conception assez simple, celui-ci ne requerrait aucune technique de fabrication élaborée et semblait donc bien adapté aux petits ateliers de construction.

Certaines de ces éoliennes furent produites et installées à des puits éthiopiens et, plus tard, somaliens.

Bien qu'on ait voulu en répandre l'usage, on mena d'abord des études sur la performance du rotor Filippini pour le comparer à d'autres rotors éoliens. Le CRDI a donc appuyé l'Université de Waterloo, au Canada, où se trouve une soufflerie aérodynamique à petite vitesse et d'autres équipements de recherche, pour qu'elle entreprenne une étude sur le sujet.

PREMIÈRES ÉTUDES

Le rotor Filippini ne devait subir aucune modification destinée à en améliorer la performance car on voulait préserver sa simplicité et sa facilité de construction. L'Université de Waterloo devait simplement mettre à l'épreuve le rotor avec ses caractéristiques éthiopiennes et comparer ensuite sa performance avec celle d'autres types d'éoliennes.

Pour ce faire, on utilisa au cours du programme d'essai des modèles de soufflerie et un rotor grandeur nature. Les résultats ont montré que le rotor Filippini pouvait capter environ 25 p. 100 de l'énergie disponible dans le vent, alors que le rotor Savonius était limité à 15 p. 100. Le Filippini donne son plein rendement lorsque le rapport vitesse au bout des pales du rotor/vitesse du vent, est légèrement inférieur à 1; on supposa donc qu'il fonctionnait principalement comme un mécanisme différentiel de frein. Cependant, puisqu'on ne pouvait expliquer exactement la circulation de l'air autour du rotor, il était difficile de concevoir un système de protection qui permette au rotor de résister à la force des grands vents.

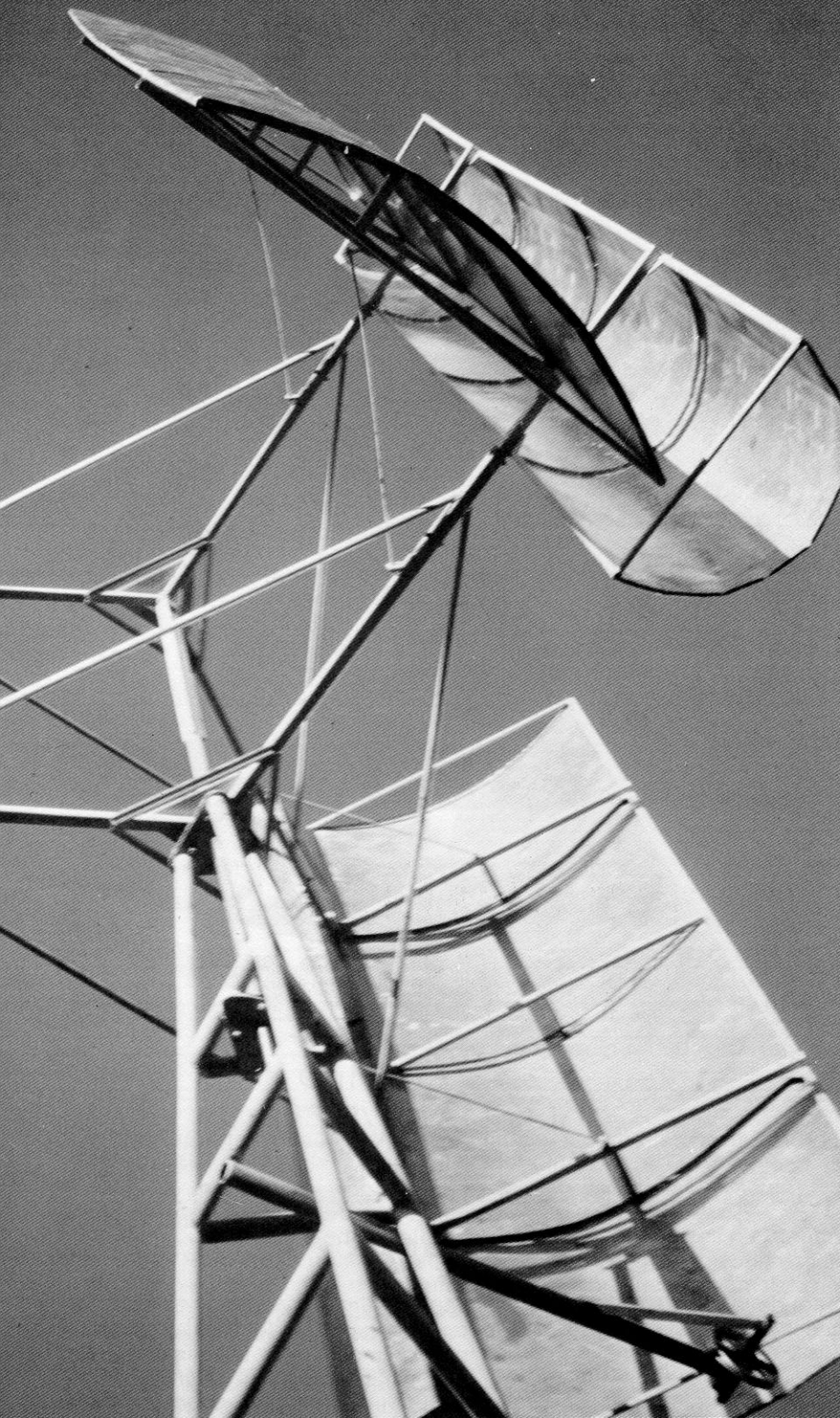
Même si aucun système de protection contre les grands vents n'a été mis au point, on suggéra d'utiliser un système d'aérofreins pouvant ralentir le rotor au cours des périodes de grands vents et, donc, empêcher la force centrifuge de le détruire.

Si le rotor Filippini ne s'est pas révélé aussi efficace que l'éolienne couramment utilisée par les fermiers américains, il est apparu cependant qu'il

possédait plusieurs avantages outre sa facilité de construction. En tant que rotor à axe vertical, il n'avait pas à être orienté face au vent. Il possédait également une transmission assez simple, surtout s'il était couplé avec des pompes à commande rotative, de même qu'une efficacité plus grande que les autres rotors robustes à axe vertical. Restait le problème de la protection du rotor par grands vents, mais les chercheurs croyaient qu'une solution était possible en construisant un rotor assez résistant. Cette solution semblait d'autant plus pratique que les rotors éthiopiens étaient assez petits (2m x 2m).

LE PROGRAMME DU BOTSWANA

Le Botswana tire la grande partie de son eau de puits en utilisant des pompes mono à commande rotative actionnées par des moteurs diesel. Si les pompes mono ont été bien reçues en général, à cause de leur fiabilité, les moteurs diesel par contre se sont avérés insatisfaisants. Face aux frais d'exploitation élevés et aux fréquentes pannes de ces moteurs diesel, le gouvernement du Botswana s'est mis à chercher d'autres moyens de pomper l'eau. Le rotor Filippini représentait un choix intéressant, étant donné qu'il pouvait entraîner les pompes mono à commande rotative. Mais il n'était pas évident que les pompes éoliennes pouvaient offrir une solution de rechange viable aux pompes diesel, ni que le rotor Filippini, couplé avec une pompe mono, serait préférable aux modèles classiques d'éoliennes. En collaboration avec la *Rural Industries Innovations Corporation* du Botswana, le CRDI a subventionné un programme d'essai sur le terrain en vue d'étudier ces questions. À partir des résultats des études faites à Waterloo, on calcula quelle dimension de rotors serait la mieux appropriée pour répondre à la demande habituelle d'eau domestique dans les petites communautés rurales. Ces rotors devaient avoir 4m x 4m en coupe transversale,



En contre-plongée, une éolienne Filippini avec un godet de bord d'attaque de forme semi-circulaire suivi d'une plaque cintrée.

donc être beaucoup plus grands que les rotors utilisés en Éthiopie.

On se rendit compte, toutefois, que les problèmes de grands vents ne faisaient qu'augmenter avec un rotor de cette dimension. Un modèle fut construit à l'échelle de 1:4 et utilisé pour mettre à l'épreuve les systèmes de protection contre les grands vents. Les aérofreins s'avérèrent inefficaces, ne pouvant réduire de façon importante le rapport vitesse au bout des pales/vitesse du vent et augmentant la traînée de profil globale. Les volets attachés au godet de bord d'attaque permirent de réduire la vitesse de rotation, mais augmentèrent en même temps la traînée de profil. En conséquence, aucun de ces systèmes ne

fut utilisé. On se contenta plutôt de concevoir des rotors à tout le moins capables de résister aux forces centrifuges et à la traînée de profil anticipées, et qui pourraient fonctionner par grands vents.

Deux rotors Filippini de 4m x 4m furent construits au Botswana et couplés à diverses pompes, bien qu'on donnât toujours la préférence à la pompe mono. Ces rotors furent utilisés pour l'approvisionnement domestique en eau et pour l'abreuvement du bétail. La transmission employée comprenait une courroie de commande à deux ou à trois phases et, dans un cas, un mécanisme d'embrayage. Or le mécanisme d'embrayage permettait au rotor de démarrer sans charge et d'utiliser

son inertie de rotation pour venir à bout du couple de démarrage élevé qui est une composante de la pompe mono. Cela permit une augmentation du rendement d'environ 30 p. 100 en maintenant les mêmes caractéristiques de démarrage par vents faibles.

Le premier couplage du rotor Filippini avec la pompe mono ayant fourni un volume d'eau acceptable, on estima l'efficacité globale du système à 11 p. 100 au plus. On pouvait croire que le coût de l'eau ainsi obtenue serait moins élevé qu'avec les systèmes diesel et même comparable à celui de l'eau obtenue avec d'autres modèles de pompes éoliennes qui ne peuvent être couplées à des pompes mono. Des problèmes demeuraient cependant. C'est alors qu'on organisa avec l'Université de Waterloo une deuxième série d'essais en soufflerie afin d'étudier le problème de la protection contre les grands vents.

LE DEUXIÈME PROGRAMME DE WATERLOO

Différentes formes géométriques, fixes et mobiles, furent mises à l'épreuve en soufflerie pour savoir si la charge éolienne élevée pouvait être réduite sans modifier la performance du rotor. Il était possible de transformer le modèle afin de réduire les problèmes de structure causés par les forces centrifuges et de régler certains des problèmes de la traînée de profil sur le rotor lui-même, mais le principal moment instable sur la structure de la tour demeurait. Tous les changements qui pouvaient réduire la traînée de profil globale produisaient une réduction comparable de la performance du rotor et ne furent donc pas considérés comme avantageux.

Il semble donc que le rotor Filippini aura besoin de tours beaucoup plus robustes que celles utilisées pour les pompes éoliennes à axe horizontal, cela pour compenser l'absence d'un système de protection contre les grands vents. Vraisemblablement, le rotor reviendra plus cher si l'on prend pour base le coût unitaire de l'eau fournie. Cependant, le rotor Filippini peut entraîner les pompes mono à commande rotative sans l'aide d'une transmission complexe; de plus, il est probablement mieux adapté à cette fin que le rotor Savonius, moins efficace.

Les petits rotors Filippini ne deviennent pas inutiles pour autant. Ils pourraient servir à entraîner les pompes mono dans les régions où le problème de la protection contre les grands vents est moins important. Cependant, il est probable que le système Filippini ne sera pas, de façon générale, aussi rentable que les pompes éoliennes classiques. □

Richard Carothers est ingénieur à l'Institute for the Study and Application of Integrated Development, à Toronto (Canada). Il faisait partie de l'équipe de recherche qui a étudié le rotor Filippini au Botswana.