

## L'énergie thermique des mers

Dans le large éventail des projets technologiques devant permettre à l'homme de mieux utiliser les ressources de l'océan, un projet industriel paraît particulièrement prometteur pour la Polynésie, celui de l'utilisation de l'énergie thermique des mers pour fournir de l'électricité.

Le second principe de la thermodynamique, dit principe de Carnot, enseigne qu'il est possible de faire fonctionner une machine thermique utilisant la différence de température entre une source chaude et une source froide. Il est possible d'appliquer ce principe dans les océans tropicaux, en utilisant la couche superficielle comme source chaude et l'eau profonde comme source froide. Ainsi dès 1930 le Français Georges Claude réalisait à Cuba un essai en vraie grandeur d'une centrale d'énergie thermique des mers (E.T.M.) avec un tuyau de pompage de l'eau froide de 2 km de long et de 1,6 m de diamètre. Mais, brisé par la première tempête ce projet n'aboutissait pas, pas plus que d'autres ébauchés au large du Brésil ou à Abidjan.

De nos jours les acquis technologiques, en particulier ceux de l'off-shore pétrolier, permettent de concevoir des projets économiquement rentables et susceptibles de résister aux tempêtes. La réalisation récente dans le Pacifique de deux prototypes expérimentaux de très faible puissance, l'un à Hawaii, sur barge flottante, l'autre de conception japonaise sur l'île de Nauru et leur exploitation pendant quelques mois, témoignent du renouveau d'intérêt pour ce type d'énergie.

### Une centrale pilote à Fare Ute

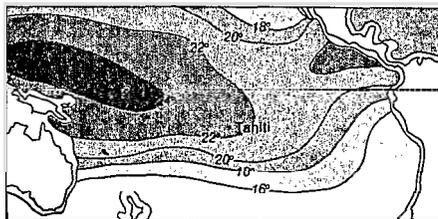
À Tahiti un projet de moyenne puissance, permettant une production électrique de 3 à 5 mégawatts pourrait fonctionner à l'horizon 1990 et servir de pilote à une ambitieuse aventure industrielle dont la nécessité s'imposera de plus en plus face à l'épuisement progressif des ressources en combustibles fossiles. En zone polynésienne l'écart de température entre la surface (27°C) et la profondeur 1000 mètres (4°C) atteint 23°C en moyenne, ce qui permet de concevoir une centrale d'énergie thermique des mers fonctionnant toute l'année à puissance optimale. Le principe est simple : l'eau chaude de surface provoque l'évaporation d'un fluide dans un évaporateur, la vapeur ainsi produite permettant de faire tourner une turbine de grand diamètre ; à ce stade l'eau de fond très froide condense les vapeurs ce qui permet d'entretenir la basse pression et de relancer le cycle vaporisation/condensation.

Cette machine peut fonctionner en suivant deux cycles thermodynamiques différents. Dans l'un, dit *cycle ouvert*, l'eau de mer, vaporisée sous vide à la source chaude entraînera la turbine. Dans l'autre dit *cycle fermé*, l'eau de mer chaude sert à évaporer un fluide intermédiaire comme l'ammoniac qui, après travail, est condensé à la source froide.

Le rendement global d'une machine d'énergie thermique des mers est très faible ; 2 à 3 % ; et les débits d'eau doivent être très élevés. Pour produire 1 MW électrique, il faut ainsi pomper 3 à 5 m<sup>3</sup>/s d'eau chaude et autant d'eau froide. Il faudra donc utiliser des tuyaux de grand diamètre pour véhiculer de tels flux. C'est ainsi que pour produire des puissances de 1,10 et 100 MW il faudra utiliser des tuyaux ayant respectivement 1,5 - 5 et 15 m de diamètre, donc bien supérieurs aux plus gros tuyaux de l'off-shore pétrolier, mais dans des conditions de température et de pression beaucoup moins rudes. On estime qu'environ un tiers de la puissance produite sur l'arbre de la turbine (la "puissance brute") sera utilisée pour pomper les eaux froides et chaudes. Les puissances de pompage ne sont d'ailleurs pas prohibitives en regard de la puissance totale produite et ce malgré de grands débits, parce que les hauteurs de pompage ne sont que de quelques mètres : pour une centrale à terre 3 m pour le circuit d'eau chaude, le double pour le

circuit d'eau froide. Cette hauteur de pompage correspond à la somme des pertes de charge dans les prises d'eau, dans les conduites d'aménées dans les échangeurs et dans les conduites de rejets auxquelles s'ajoute la perte de charge (environ 1 m) provenant de la différence de densité entre les eaux pompées et l'eau de surface.

Dans le projet de centrale de Tahiti, la centrale est prévue sur la digue terre-plein de Fare-Ute, au niveau du récif-barrière. Le tuyau d'eau froide de plus de 3 m de diamètre devra descendre au moins jusqu'aux fonds de 900 m. Si le cycle ouvert est choisi, l'usine pourra fournir de grandes quantités d'eau douce de l'ordre de 1000 m<sup>3</sup>/jour par MW produit, et délivrer des frigories. De plus, les eaux rejetées, plus riches en sels nutritifs pourront être utilisées pour la production expérimentale d'algues. Enfin, dans le domaine écologique, une usine E.T.M. présente l'avantage de ne pas rejeter de polluants dans la biosphère.



**Gisement de l'énergie thermique des mers dans le Pacifique. Une différence de température entre la surface et 1 000 m de profondeur d'au moins 18°C est nécessaire pour pouvoir exploiter l'E.T.M.**  
Les différentes zones indiquent la moyenne mensuelle de différences de température ( $\Delta T$ ).

L'E.T.M. Pour faire fonctionner le cycle thermodynamique qui sert de principe à l'énergie thermique des mers, il faut pomper, pour obtenir 1 mégawatt électrique, 3 à 5 m<sup>3</sup> par seconde d'eau à 1 000 mètres de fond (température de 4°C) et autant d'eau de surface à 27°C en moyenne. Les tuyaux pour le projet de Tahiti ont plus de 3 mètres de diamètre.



# ENCYCLOPEDIE DE LA POLYNESIE

## les îles océaniques

Ce premier volume de l'Encyclopédie de la Polynésie a été réalisé sous la direction de

**Bernard Salvat,**

Docteur ès sciences, Muséum E.P.H.E.

avec la collaboration de : **Roger Bergès**, Ingénieur, Service de la Météorologie,

**Jean-Marc Bouzat**, Ingénieur, Service de l'Energie et des Mines, **Robert Brousse**, Docteur ès sciences, Université d'Orsay,

**Georges Cauchard**, Ingénieur, Service de la Météorologie, **Jean-Pierre Charles**, Professeur certifié, Lycée Paul Gauguin,

**Pascal Gelugne**, Docteur de 3ème cycle, Laboratoire des Travaux Publics,

**Maurice Graindorge**, **Didier Jacquet**, Ingénieur, Laboratoire des Travaux Publics,

**Rémi Jamet**, Maître ès sciences et D.E.S., O.R.S.T.O.M., **Alain Lafforgue**, Ingénieur-O.R.S.T.O.M.,

**François Merceron**, Agrégé de l'Université, Lycée Paul Gauguin,

**Christian Prudhomme**, Ingénieur, Laboratoire des Travaux Publics,

**Francis Rougerie**, Licencié et D.E.A. ès sciences, O.R.S.T.O.M., **Bernard Salvat**, Docteur ès sciences, Muséum-E.P.H.E.,

**Jacques Talandier**, Docteur de l'Université, Laboratoire de Géophysique (C.E.A.), **René Villot**, Ingénieur, Service de l'Équipement,

**Bruno Wauthy**, Ingénieur, O.R.S.T.O.M.

et la coopération des organismes et services suivants : Bureau Technique des Communes, Commissariat à l'Énergie Atomique,

Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (Cnexo-I.S.T.P.M.), Lycée Paul Gauguin,

Antenne du Muséum National d'Histoire Naturelle et de l'École Pratique des Hautes Études,

Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Service de l'Énergie et des Mines, Service de l'Équipement,

Service de la Météorologie ...

Conception et production : **Christian Gleizal**

Maquette et coordination de la réalisation technique : **Jean-Louis Saquet**

Assistante de production : **Catherine Krief**

Illustration : **Bernard Hugueville**

Cartographie : **Jacques Sablayrolles**

Photographies : J.-C. Bosmel, J. Bouchon, G. Boutault, R. Brousse, E. Christian,

M. Folco, P. Gelugne, B. Hermann, J.-C. Iogna, R. Jamet,

P. Laboute, C. Macherey, J.-P. Marquant, M. Moinsard, G. Mottay, C. Pinson,

M. Pirazzoli, M. Ricard, C. Rives, J. Robin,

F. Rougerie, B. Salvat, J.-L. Saquet, J. Talandier

Les photographies autres que celles confiées par leurs auteurs ou leurs agences

sont publiées avec l'autorisation des sociétés ou organismes suivants :

C.E.A., C.N.R.S., IFREMer (Cnexo), I.S.T.P.M., Escadrille 12 S, O.P.A.T.T.I.,

O.R.S.T.O.M., Marama Nui, Météorologie nationale, Muséum E.P.H.E...

Notre travail a été considérablement facilité par l'importante documentation

mise à notre disposition par Times Editions/les Editions du Pacifique et leur

fondateur Didier Millet.



03 JUL. 1990

AM  
POL