

Le projet SEAREV, Système électrique autonome de récupération de l'énergie des vagues

Outre leur contribution à la diminution des émissions de gaz à effet de serre, les énergies renouvelables présentent le double avantage de réduire la dépendance des Etats vis-à-vis des importations d'énergies fossiles et d'être fondées sur des technologies de pointe créatrices d'emplois et d'exportations. Au sein de l'Union Européenne et sur ces nouveaux créneaux, les états membres détiennent des positions mondialement dominantes qu'il leur appartient de conforter. Le défi est de produire demain de l'énergie « propre » qui soit compétitive avec les énergies « sales » d'hier et d'aujourd'hui. On sait que les courbes de coût de ces deux types d'énergies vont se croiser un jour, les énergies propres étant de moins en moins chères à mesure que leur utilisation se banalise et se généralise, les énergies sales, elles, voyant leur coût lié aux ressources fossiles exploser. De nouvelles technologies doivent être développées dès maintenant pour être prêtes le jour venu...

Dans ce cadre, la possibilité d'exploiter les énergies de la mer et notamment l'énergie des vagues et de diversifier ainsi les ressources énergétiques est une opportunité à saisir. Les technologies qui abordent ce domaine sont très novatrices et leur développement est plus que d'actualité. Parmi ces systèmes qui défient les forces de Poséidon, le SEAREV est très prometteur. Ce Système électrique autonome de récupération de l'énergie des vagues a été créé par l'équipe d'Alain Clément au Laboratoire de mécanique des fluides (LMF, CNRS/École Centrale de Nantes), est aujourd'hui en cours de transfert à un consortium d'industriels français qui devraient en assurer la commercialisation dans les années à venir. Depuis deux ans, ces industriels se sont saisis du concept issu des recherches du LMF et breveté par le CNRS pour en faire un produit performant et commercialisable vers 2011-2012.

L'énergie des vagues

L'énergie des vagues s'exprime en kilowatt par mètre de front d'onde (kW/m). On considère la puissance moyenne annuelle transportée par mètre perpendiculaire à la direction de propagation des vagues. Les valeurs maximales à la surface du globe, 100 kW/m, se trouvent au Cap Horn, alors que dans le Golfe de Gascogne en face de nos côtes, on trouve des niveaux de 40 kW/m. La ressource moyenne globale en énergie des vagues se situerait entre 1,3 et 2 TW¹ d'après le World Energy Council, soit l'ordre de grandeur de la puissance électrique mondiale installée (~2TW). L'énergie récupérable avec les moyens envisagés aujourd'hui serait de l'ordre de 140 à 750 TWh/an². Les développeurs estiment que l'on pourrait installer en mer des parcs de machines avec une densité de puissance de l'ordre de 25 MW³ par km² de mer occupée, ce qui pourrait alimenter de 7000 à 8000 foyers français en électricité (moyenne annuelle hors chauffage).

Comment fonctionne le système SEAREV

SEAREV est un système offshore de deuxième génération composé d'un flotteur clos et étanche dans lequel est suspendue une roue chargée qui joue le rôle d'un pendule embarqué. Cette roue à axe horizontal, de grand diamètre (9m), dont la moitié supérieure est évidée, a sa masse concentrée dans la moitié inférieure, lestée de béton, d'où l'effet de pendule. Sous l'action de la houle et des vagues, le flotteur se met à osciller, entraînant à

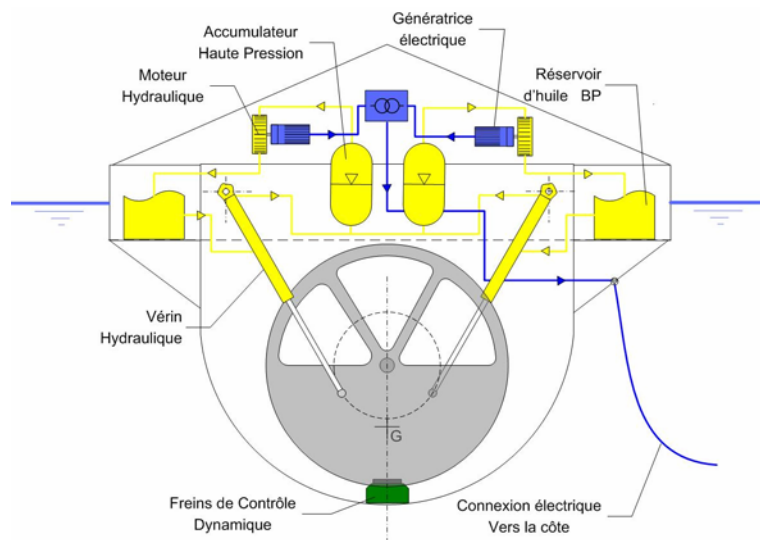
¹ 1 Terawatt (TW) = 10¹² Watt

² La production mondiale d'électricité en 2004 était de 17000 TWh

³ 1 Megawatt (MW) = 10⁶ Watt



son tour un mouvement de va-et-vient de la roue pendulaire. Chacun a son propre mouvement, et c'est le mouvement relatif entre le flotteur et la roue qui actionne un système hydro-électrique de conversion de l'énergie mécanique en électricité : des pompes hydrauliques liées à la roue pendulaire chargent des accumulateurs à haute pression ; en se déchargeant, ces derniers livrent à leur tour leur énergie à des moteurs hydrauliques qui entraînent des générateurs d'électricité. Plusieurs flotteurs SEAREV mouillés au large forment un parc (ou ferme). L'électricité est ramenée à terre par un câble sous-marin.



©CNRS/Ecole Centrale de Nantes

Le Searev

Une maquette testée en bassin à vagues

L'École Centrale de Nantes possède la plus grande cuve à houle de France : 30mx 50mx5m. C'est l'outil idéal pour mettre au point les systèmes houlomoteurs. Le logiciel de pilotage des 48 générateurs de vagues peut y produire à la demande des champs de vagues reproduisant fidèlement, à une échelle ad-hoc, des états de mer réels, mais aussi des vagues géantes exceptionnelles, des houles croisées parfaites, etc.. Une maquette à l'échelle 1/12^{ème} du prototype SEAREV a été testée dans ce bassin. Deux campagnes d'essais ont été menées en juin et octobre 2006. Elles ont permis de valider le concept général, y compris la méthode d'amplification du mouvement par contrôle adaptatif de la roue en temps réel, et de recalibrer par les données réelles les logiciels de simulation établis préalablement sur des modèles virtuels idéaux. Ces essais ont également permis de mettre à jour des instabilités de comportement du flotteur dans des conditions bien spéciales, ce qui a entraîné la définition d'une nouvelle forme de flotteur est aujourd'hui à l'étude par simulation numérique et par essais en bassin.



Les essais à la mer du prototype grandeur réelle

Le système grandeur réelle (24 m sur 14m, 1000 tonnes dont 400 tonnes pour la roue pendulaire) devrait avoir une puissance électrique installée de 500 kW. On estime que dans une région correctement exposée aux vagues comme le littoral Atlantique français, chaque unité pourrait alimenter près de 200 foyers à terre en moyenne sur une année.

Un premier prototype devrait être construit pour 2009, puis testé en mer et mis au point en 2009-2010. Dans le cadre du Contrat de Projet État/Région (CPER) 2007-2013, la région Pays de la Loire se propose d'accueillir et de financer un site d'essais à la mer sur son littoral, au voisinage de l'embouchure de la Loire. Ce projet d'infrastructure de recherche collaborative est soutenu par le CNRS. Il pourra accueillir le SEAREV, mais aussi tous les autres projets de machines houlomotrices aujourd'hui en construction en Europe.

Une ferme houlomotrice sera constituée de plusieurs dizaines de ces modules SEAREV ancrés par 30 à 50 m de fond, donc à 5 ou 10 km des côtes. Les flotteurs situés au ras de l'eau seront bien balisés mais quasi invisibles depuis la côte. Si l'un des modules est défectueux, les autres continueront à fonctionner et à produire de l'électricité ; la maintenance se fera au port après décrochage puis remorquage de la machine défectueuse.

Contact

Hakim Mouslim

T 02 40 37 68 59

hakim.mouslim@ec-nantes.fr



