



Ce document contient la transcription textuelle d'une vidéo du MOOC UVED « Énergies renouvelables ». Ce n'est donc pas un cours écrit au sens propre du terme ; le choix des mots, l'articulation des idées et l'absence de chapitrage sont propres aux interventions orales des auteurs.

L'énergie houlomotrice

Jean-Frédéric CHARPENTIER

Maître de Conférences – Ecole Navale

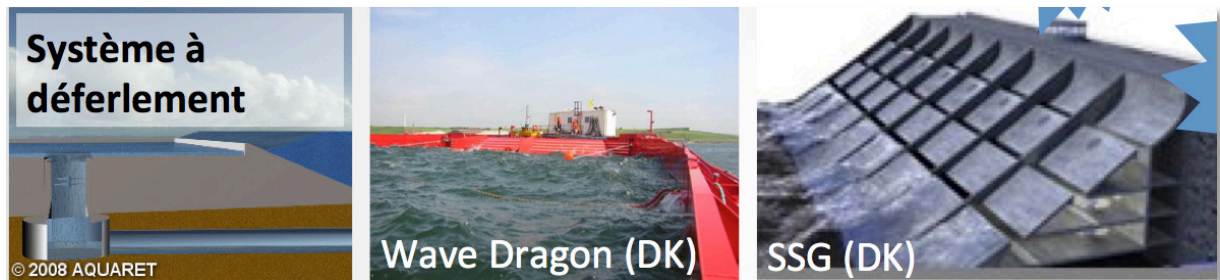
Je vais parler ici de l'énergie houlomotrice ou l'énergie des vagues.

- Alors, il s'agit ici d'extraire de l'énergie du mouvement de la surface de la mer qui est créé en général par des conditions ou par des phénomènes météorologiques, en général le vent.
- Et donc, finalement, c'est un mouvement qui est complexe, qui est alternatif et complexe donc extraire l'énergie de ce mouvement et la transformer en énergie mécanique qui est susceptible d'être transformée en électricité n'est pas une chose particulièrement évidente.
- L'imagination des ingénieurs a été particulièrement fertile au sujet de l'énergie houlomotrice et si on regarde par exemple en 2006, on comptabilisait plus de 1000 brevets qui proposaient des systèmes pour extraire l'énergie de la houle.

Donc, je n'ai pas la prétention de décrire ces 1000 systèmes mais je vais me concentrer sur quelques-uns de manière à vous montrer un petit peu quelques principes pour extraire cette énergie.

- Une première famille de solutions consiste à être capable de turbiner un fluide qui peut être de l'eau ou de l'air, qui est mis en mouvement de manière directe ou indirecte par les vagues.

- ⇒ On a ainsi des systèmes qui sont dits à déferlement : donc on va construire sur une plage artificielle, sur cette plage artificielle les vagues vont déferler et vont remplir un bassin dont le niveau d'eau va être supérieur au niveau moyen de la mer.
- ⇒ On va vidanger ce bassin et effectuer une opération de turbinage lors de cette vidange et ainsi récupérer l'énergie électrique.
- Alors, ce type de système à déferlement peut être installé au niveau de la côte, on en voit un exemple en haut à droite avec le système SSG.



- ⇒ C'est un système danois qui est constitué de plusieurs plages superposées, avec plusieurs bassins superposés, donc l'eau va progressivement descendre à travers le dispositif en étant turbinée à chaque fois.
- On peut également installer ces dispositifs en mer, donc les ancrer.
- ⇒ On voit un exemple de ce type de dispositif en mer avec le projet qu'on appelle Wave Dragon. Donc c'est également projet danois. Et on voit les plages de déferlement en rouge et le bassin au centre.
- Une deuxième possibilité est de par exemple fabriquer ce que l'on appelle une colonne d'eau oscillante.
- ⇒ On va fabriquer une cavité qui est semi immergée, donc le mouvement de la surface de la mer va créer une variation du niveau d'eau à l'intérieur de la cavité, une variation dynamique du niveau d'eau et ça va expulser et admettre de l'air à l'intérieur de la cavité à travers une turbine qui se trouve en général au sommet de la cavité.
- Alors là aussi, on peut avoir une installation à la côte.
- ⇒ On voit le projet LIMPET, par exemple, qui est un des premiers projets houlomoteurs construits. Donc on voit la cavité qui est constituée en béton et on voit le tube qui est à droite de la cavité et donc dans ce tube, sont situés la turbine et le générateur.
- On peut également placer ces colonnes d'eau oscillantes en mer.
- ⇒ Donc on les ancre de manière fixe.

⇒ C'est le cas du projet Oceanlinx par exemple. On voit ici la cavité et au-dessus l'emplacement de la turbine.



- Alors, bien entendu les systèmes qui sont à la côte sont plus faciles à connecter au réseau électrique.
- Il est également plus facile d'intervenir dessus, on se trouve dans une situation qui assez proche par exemple de l'éolien terrestre.
- ⇒ Mais bien entendu, ils sont sujets à plus de conflits puisqu'il y a beaucoup plus d'usagers sur la côte qu'en mer. Ils sont sujets à beaucoup plus de conflits que les systèmes en mer.
- ⇒ Pour les systèmes en mer, bien entendu se pose le problème du raccordement et de l'ancrage.
- Alors, on peut également imaginer d'autres systèmes pour récupérer l'énergie de la houle. Dans cette deuxième famille de systèmes, le mouvement de la surface de la mer va mettre en mouvement des corps solides et on va exploiter les mouvements relatifs de ces corps solides.



- On a par exemple des systèmes de type atténuateurs qui sont constitués de plusieurs flotteurs articulés.
- Donc le mouvement de la mer va mettre en mouvement les flotteurs et on va récupérer l'énergie aux articulations, soit par le biais d'un générateur direct dédié qui est très spécifique dans ce cas-là, soit par le biais d'un système hydraulique ou pneumatique, par exemple on va avoir une pompe qui va pressuriser un fluide que l'on va turbiner.
- Donc un exemple de ce type d'atténuateur un des projets houlomoteur les plus connus que l'on appelle le PELAMIS qui est un projet anglais. Donc que l'on voit en illustration en haut.
- ⇒ Il s'agit d'une sorte de serpent de mer constitué de plusieurs flotteurs et donc ce serpent va onduler en définitive à la surface de la mer avec les vagues.
- On peut également avoir des systèmes que l'on appelle pompes ou absorbeurs.
- ⇒ Donc dans ce cas, on va avoir un flotteur qui est soit à la surface de la mer, soit partiellement immergé et ce flotteur va osciller avec le mouvement des vagues.
- ⇒ Il va transmettre cette oscillation à la base du dispositif et donc, on va récupérer un petit peu de la même manière que pour les atténuateurs, ce mouvement et on va le transformer en énergie soit de manière directe soit de manière indirecte par un système hydraulique automatique.
- ⇒ Un exemple de ce type de dispositif est le projet CETO par exemple, proposé par une compagnie australienne et qu'une compagnie française qui s'appelle DCNS a également choisi, qui propose ainsi un flotteur semi immergé qui oscille avec le mouvement des vagues.
- Une troisième solution est d'utiliser par exemple des systèmes de volets oscillants.
- La houle va pousser le volet de manière alternative et on va récupérer de l'énergie à la jonction avec la partie fixe, donc quelque part à la charnière du volet, si j'ose dire, de la même manière que pour une pompe ou un atténuateur.

Donc, si on regarde ces différents systèmes, ce qu'il faut comprendre c'est que l'énergie houlomotrice est relativement diffuse, les systèmes proposés ont des rendements relativement faibles, donc pour obtenir des puissances significatives, on va avoir des systèmes qui sont particulièrement importants en termes de volume et de taille.

- ⇒ À titre d'exemple, le Pelamis (qui est illustré en haut) a une longueur de plus de 150 mètres et un déplacement de plus de 1000 tonnes.

Lors des conditions de mer extrêmes, par exemple lors des tempêtes, les vagues vont exercer des forces très importantes sur ces structures, donc la robustesse des structures elles-mêmes et de leur ancrage est un véritable défi en termes d'ingénierie.

Ces difficultés d'implantation et d'opération, cet environnement hostile, font que pour l'instant aucun des multiples systèmes proposés n'a atteint un niveau de maturité suffisant pour être développé à grande échelle à un stade commercial.