

La turbine Wells : pièce essentielle de la colonne d'eau oscillante

Dans un contexte actuel de réchauffement climatique, il me semble indispensable de réfléchir à de nouvelles méthodes pour produire l'énergie que nous consommons au quotidien. Parmi les solutions existantes, le dispositif de la colonne d'eau oscillante m'a paru particulièrement intéressant pour son aspect pluridisciplinaire ainsi que sa proximité avec l'océan.

Le dispositif de la colonne d'eau oscillante intervient dans le cadre de la transition énergétique. Son fonctionnement implique également trois conversions d'énergie successives avant d'obtenir l'énergie électrique, la production d'électricité via ce dispositif implique aussi différentes transformations du mouvement. Ce sujet s'inscrit donc bien dans le thème transition, transformation, conversion.

Ce TIPE fait l'objet d'un travail de groupe.

Liste des membres du groupe :

- BARBÉ Alice

Positionnement thématique (ÉTAPE 1) :

- *PHYSIQUE (Mécanique)*

- *SCIENCES INDUSTRIELLES (Traitement du Signal)*

- *PHYSIQUE (Physique Ondulatoire)*

Mots-clés (ÉTAPE 1) :

Mots-clés (en français)

Turbine

Houle

Convertisseur d'énergie houlomotrice

Énergie renouvelable

Rendement

Mots-clés (en anglais)

Turbine

Ocean swell

Wave energy converter

Renewable energy

Efficiency

Bibliographie commentée

La production d'énergie renouvelable est un enjeu majeur de ce siècle. Pour répondre à la demande croissante en énergie renouvelable, la mer semble offrir un potentiel immense. [1]

Il existe différents systèmes pour exploiter l'énergie de la houle, avec différents rendements : on peut par exemple citer le système à batteurs inversés, où des plaques solides oscillent au gré des vagues (jusqu'à 25% de rendement [5]) pour un système *offshore* et les systèmes à franchissement, où c'est de l'eau qui fait tourner la turbine (jusqu'à 8,5% de rendement [5] et 350kW [6]), à flotteurs (jusqu'à 15% de rendement [5]) et la colonne d'eau oscillante pour les systèmes *nearshore*.

Nous avons choisi de nous intéresser à ce dernier dispositif, déjà mis en œuvre dans deux endroits dans le monde : Mutriku avec une puissance de 300 kW [3] et une turbine de 500kW a été en service en Norvège de 1985 à 1988 [7]. Il présente en effet l'avantage de pouvoir s'installer sur la côte (système dit *nearshore*) [5], donc il est plus facile de l'installer qu'un système dit *offshore*, c'est-à-dire loin des côtes ; on peut également l'inclure dans une digue [7]. Son mécanisme est constitué d'un très petit nombre de parties mobiles, rendant sa conception et son entretien également plus facile. Son rendement est faible (environ 6 à 6,5%), mais l'eau oscille de manière continue, ce qui assure une production d'énergie également continue [5].

Ce dispositif fonctionne grâce au mouvement de la houle, qui crée un mouvement de va-et-vient d'air dans une chambre fermée [1]. Le flux d'air est ensuite dirigé vers une turbine qui convertit l'énergie pneumatique en énergie mécanique de rotation. Enfin un alternateur convertit cette rotation en énergie électrique [1].

Une des manières de réaliser la conversion énergie pneumatique vers énergie mécanique de rotation est l'utilisation d'une turbine de type Wells. Cette turbine permet d'obtenir une rotation unidirectionnelle de l'arbre à partir du mouvement d'oscillation de l'air de la chambre, grâce à sa construction : ses pales sont profilées de manière symétrique, ce qui permet de dévier le flux d'air pareillement de quelque côté qu'il vienne [4].

Étant donné que la houle peut avoir une très faible amplitude, on peut alors associer plusieurs chambres fermées afin de créer un flux d'air plus conséquent qui puisse entretenir le mouvement de rotation de la turbine. [2]

Toujours dans une optique d'amélioration du rendement de l'installation, plusieurs pistes peuvent être envisagées outre ces associations de chambres, par exemple l'utilisation d'ailettes qui dévient le flux d'air afin de l'orienter au mieux pour les pales de la turbine, agrandir la taille de la colonne ou encore l'ajout de plaque dans les chambres pour réduire les contraintes mécaniques appliquées sur la structure de la chambre et augmenter le rendement. [6]

Problématique retenue

Quels sont les paramètres qui influencent le rendement d'une turbine Wells dans le cadre de la production d'électricité à partir d'une colonne d'eau oscillante?

Objectifs du TIPE du candidat

- Déterminer le rendement de la turbine expérimentale
- Création d'une maquette
- Étudier l'impact des caractéristiques de la turbine expérimentalement
- Étudier les caractéristiques du moteur
- Étudier l'impact de l'utilisation de vannes guides à l'aide d'une simulation informatique

Références bibliographiques (ÉTAPE 1)

- [1] THERMAL ENGINEERING : Principe de la colonne d'eau oscillante : <https://www.thermal-engineering.org/fr/comment-une-colonne-deau-oscillante-genere-t-elle-de-lenergie/>
- [2] WESTERN POWER EQUIPMENTS PTY LTD : Fonctionnement du dispositif de la colonne d'eau oscillante associée : <https://wavepowerengineering.com/home/projects?t=technology#technology>
- [3] PRÉFECTURE MARITIME DE L'ATLANTIQUE : Systèmes houlomoteurs : <https://www.premar-atlantique.gouv.fr/uploads/atlantique/emr/presentation-fem-houlomoteur-15mai2014.pdf>
- [4] ABDUS SAMAD,R. SUCHITHRA : Sustainable Fuel Technologies Handbook : 8 Marine power technology—wave energy, Elsevier, 2021
- [5] INSTITUT POUR LE RECHERCHE APPLIQUÉE ET L'EXPÉRIMENTATION EN GÉNIE CIVIL (IREX) : Systèmes houlomoteurs : <https://emacop.irex.asso.fr/systemes-houlomoteurs/>
- [6] MOBIN MASOOMI, MAHDI YOUSEFIFARD AND AMIR MOSAVI : Sustainability, Efficiency Assessment of an Amended Oscillating Water Column Using OpenFOAM : Sustainability, volume 13(2021), Issue 10 (May-2 2021)
- [7] ALAIN CLÉMENT : ENERGIE des VAGUES (houlomotrice) : *Energie de la houle*, Dijon, 24 Septembre 2010

DOT

- [1] : Septembre-Octobre : *Réflexion sur le principe de la colonne d'eau oscillante et le moyen de tester les modèles de turbine, conception d'un banc d'essai pour celles-ci.*
- [2] : Novembre-Décembre : *Étude d'une première génératrice qui servira aux relevés expérimentaux. Relevés expérimentaux avec la première turbine et analyse de ceux-ci, et*

impression d'une deuxième turbine afin d'améliorer le rendement obtenu en premier lieu.

Changement de génératrice, avec moins de frottements.

[3] : *Janvier-Février : Relevés expérimentaux avec le deuxième modèle de turbine et la nouvelle génératrice, analyse des résultats et consolidation du banc d'essai afin de réduire les vibrations dues à la rotation. Tentative d'amélioration du deuxième modèle de turbine.*

[4] : *Mars-Avril : Relevés expérimentaux avec un souffle d'air bidirectionnel, afin de simuler le souffle d'air produit par une vague en conditions réelles. Équilibrage de l'axe du banc d'essai pour obtenir de meilleurs résultats.*

[5] : *Avril-Mai : Relevés des incertitudes de mesure des appareils utilisés et étude théorique du modèle de la turbine.*