

Optimisation d'une vis hydrodynamique pour la production d'électricité

Notre étude est basée sur l'optimisation de la vis hydrodynamique. La géométrie de cette dernière et les différents paramètres liés à son rendement sont en lien avec le thème: "optimalité". Premièrement, l'optimisation nous amène à réaliser de nombreux choix. D'autre part, notre projet, par son implantation au sein des rivières doit respecter de nombreuses contraintes en rapport avec l'environnement. En outre, le hasard a une importance dans l'élaboration de la vis hydrodynamique dans son ensemble car elle doit pouvoir s'adapter aux aléas environnementaux.

Ma motivation est d'élaborer un moyen novateur de production d'électricité tout en respectant l'environnement.

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

Liste des membres du groupe :

- HAAS Michaël

Positionnement thématique

PHYSIQUE (Mécanique), SCIENCES INDUSTRIELLES (Génie Mécanique), SCIENCES INDUSTRIELLES (Génie Energétique).

Mots-clés

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>vis hydrodynamique</i>	<i>hydrodynamic screw</i>
<i>convertisseur hydroélectrique</i>	<i>hydropower converter</i>
<i>rendement</i>	<i>efficiency</i>
<i>expérimentation</i>	<i>experiment</i>
<i>modélisation</i>	<i>modelization</i>

Bibliographie commentée

Le réchauffement climatique provoqué en grande partie par les émissions de gaz à effet de serre, nous amène à diminuer notre production électrique obtenue à partir d'énergies fossiles. C'est ainsi que l'eau qui est présente en grande quantité sur notre planète peut permettre la production d'énergies durables. Aujourd'hui, l'énergie hydraulique est la troisième source d'énergie électrique mondiale derrière les énergies fossiles. Cependant, les possibilités d'exploitation de ces grands ouvrages sont de plus en plus limitées. A l'inverse, les micros et mini-centrales hydroélectriques, c'est-à-dire ayant une puissance entre 20 et 2000 kW sont encore trop faiblement exploitées au vu de leurs larges potentiels [1]. C'est dans ce type d'infrastructures que s'insère la vis d'Archimède. Créée il y a plus de 2000 ans par ce dernier, elle fut longtemps utilisée comme système de pompage, ce qui est encore le cas aujourd'hui. Ce n'est qu'en 1992 qu'elle fut adaptée par Radlik pour en faire une turbine dite à vis hydrodynamique. Cette dernière est une alternative aux turbines classiques

(Kaplan, Francis, Pelton) dans le cadre de centrales dites au "fil de l'eau" avec des hauteurs de chute et des débits faibles. Le rendement de l'ordre de 80% et le respect de l'environnement suscitent l'intérêt pour cette turbine [1].

L'utilisation de la vis hydrodynamique étant récente, la littérature est peu développée sur ce sujet. Ainsi, l'étude d'ouvrages concernant l'utilisation de la vis en tant que pompe reste utile [2, 3]. Les principales problématiques autour de la vis hydrodynamique sont :

- la minimisation du débit de fuite (écoulement néfaste entre l'auge et la vis) [2, 3, 4]
- les pertes de charge [5]
- l'optimisation géométrique de la vis [3, 4, 5, 6]
- l'inclinaison de la vis [2, 3, 4, 5, 6]
- les différents frottements [2, 5]
- la résistance au milieu et le respect de l'écosystème. [2, 5]

Les connaissances actuelles sur la vis hydrodynamique sont encore largement empiriques. En effet, dans les années 70, Brada et Nagel réalisèrent chacun de nombreuses expériences permettant de quantifier les performances de la vis d'Archimède en fonction de différents paramètres [3].

Dans les années 2000, Chris Rorres [6] cherche à optimiser le rendement de la pompe (ou de la turbine) en jouant sur les paramètres internes à la vis que sont : le rayon intérieur, le pas et le nombre de pâles. Dans son étude, l'optimisation revient à maximiser le volume d'eau se déversant dans un récipient en amont pour chaque tour de vis. Son œuvre est largement marquée par l'étude parallèle de la vis décrite par Vitruvius il y a quelques millénaires.

En 2009, Müller et Senior [4] offrent une théorie du fonctionnement de la turbine hydrodynamique en se basant sur une géométrie simplifiée de celle-ci. Ils font jour sur l'importance de la prise en compte du débit de fuite pour le calcul du rendement de la turbine et comparent leurs résultats aux résultats empiriques.

Aujourd'hui, de nombreux modèles se rapprochant plus ou moins du fonctionnement réel de la turbine hydrodynamique, et se distinguant par la prise en compte ou non du remplissage de la vis, du frottement visqueux et du débit de fuite ont vu le jour [5].

Problématique retenue

Le rendement de la turbine hydrodynamique dans son ensemble dépend de paramètres intrinsèques et extrinsèques à celle-ci. Il s'agira donc de comprendre de quelle manière on peut optimiser la production d'électricité de la turbine hydrodynamique en faisant varier ces derniers.

Objectifs du TIPE

1. Nous construirons plusieurs vis d'Archimède se distinguant par leurs paramètres géométriques afin de les insérer en tant que turbine dans une maquette de centrale hydroélectrique. Cela dans le but de comparer l'influence de différents paramètres sur la production d'électricité.
2. Je modéliserai le fonctionnement de la vis d'Archimède et comparerai avec les différents modèles existants.
3. J'étudierai l'influence sur le rendement du nombre de filets de la vis de manière théorique et

expérimentale.

4. Je réaliserai les expériences permettant d'étudier l'influence de l'inclinaison de la vis sur le rendement et les comparerai avec les résultats théoriques de mon binôme.

Références bibliographiques

- [1] JEAN-MARC LÉVY, ANNE PÉNALBA, VÉRONIQUE LELIÈVRE : France Hydro Electricité : <http://www.france-hydro-electricite.fr>, consulté entre septembre et décembre 2016
- [2] PETER J KANTERT : Manual for Archimedean Screw Pump: Adviser and Decision Guidance for Planners, Owners and Decision-Makers, Wasserwirtschaft, 2008 : https://books.google.fr/books/about/Manual_for_Archimedean_Screw_Pump.html?id=rWJpPgAACAAJ&source=kp_cover&redir_esc=y
- [3] GERHARD NAGEL : Archimedian screw pump hanbook, RITZ pumpenfabrik OHG, Schwäbisch G m ü n d , 1 9 6 8 : http://www.frenchrivierland.com/archimedian_screw_pump_handbook_gerhard_nagel.htm
- [4] GERALD MÜLLER, JAMES SENIOR : Journal of Hydraulic Research, Volume 47, No. 5 (2009), pp. 666–669, Simplified theory of Archimedean screws : <http://eprints.soton.ac.uk/75731/1/P3475.pdf>
- [5] GUILHEM DELLINGER : Étude expérimentale et optimisation des performances hydrauliques des vis d'Archimède utilisées dans les micro centrales hydroélectriques, 2015 : https://www.researchgate.net/publication/290192171_Etude_experimentale_et_optimisation_des_performances_hydrauliques_des_vis_d'Archimede_utilisees_dans_les_micro_centrales_hydroelectriques
- [6] CHRIS RORRES : Journal of hydraulic engineering, January 2000, pages 72-80, The Turn of the Screw : Optimal Design of an Archimedes Screw : <https://www.cs.drexel.edu/~crorres/screw/screw.pdf>