

Titre Thèse	Alternateurs hydro-électriques flexibles : Possibilités et limitations	
(Co)-Directeur	Abdelmounaïm Tounzi	E-mail : abdelmounaim.tounzi@univ-lille.fr
(Co)-Directeur	Kamal Al-Haddad (Ecole de Technologie Supérieure – Montréal)	E-mail : Kamal.Al-Haddad@etsmtl.ca
(Co)-Encadrant	Arezki Merkhouf (Hydro Québec)	E-mail : merkhouf.arezki@hydroquebec.com
Laboratoire	L2EP	Web : https://l2ep.univ-lille.fr/
Equipe	OMN	Web : https://l2ep.univ-lille.fr/groupes-de-recherche/equipe-omn/
	ETS Montréal	https://www.etsmtl.ca/laboratoires/grepci
	Hydro Québec	https://www.hydroquebec.com/innovation/fr/
Financement prévu	Contrat Doctoral Etablissement	ULille <input checked="" type="checkbox"/> Centrale Lille <input type="checkbox"/> IMT <input type="checkbox"/> Univ G. Eiffel <input type="checkbox"/> Junia <input type="checkbox"/>
	Région – Autre <input type="checkbox"/>	Contrat de recherche <input type="checkbox"/> Préciser :
Financement acquis ? <input checked="" type="checkbox"/>	Contrats de Recherche <input type="checkbox"/> Préciser	Autre <input checked="" type="checkbox"/> Préciser Bourse ETS

Résumé du sujet :

Contexte

Aujourd'hui, la génération de l'électricité à partir des énergies renouvelables devient incontournable de par la nécessité de limitation des gaz à effets de serre induits par les énergies fossiles. Toutefois, l'intégration, de plus en plus forte, de la production de telles énergies non polluantes au réseau électrique induit quelques problématiques. L'une des plus importante est due à leur caractère intermittent qui requiert une planification plus contrainte des diverses sources de production mises en œuvre. Par ailleurs, sachant que les unités de production classiques fonctionnent généralement à des puissances fixes, ce même caractère intermittent ne permet pas toujours d'exploiter intégralement la ressource renouvelable disponible. Cela pourrait être possible si l'excédent de l'énergie produite pouvait être stocké mais cela reste, à l'heure actuelle, difficilement envisageable de manière industrielle. Une autre alternative pour exploiter la majorité du potentiel des énergies renouvelables consisterait à faire fonctionner les alternateurs classiques, de manière flexible, à des points de fonctionnements variables. Cette solution est actuellement en réflexion principalement auprès des producteurs d'électricité à partir de l'énergie hydraulique. L'idée est de pouvoir faire fonctionner les alternateurs déjà en service à des points de fonctionnements à puissances actives et réactives variables dans une certaine plage au-delà des régimes nominaux. Toutefois, il faudrait s'assurer que ce surplus de production ne soit pas préjudiciable à l'intégrité et à la durée de vie de l'alternateur.

Pour se faire, il est primordial d'avoir une connaissance la plus précise possible de l'état de l'alternateur et des contraintes auxquelles il est soumis à différents niveaux de puissances produites pour ne pas dépasser les limites de fonctionnement. Par ailleurs, il est nécessaire de quantifier les pertes qui y sont engendrées durant ces fonctionnements et leurs localisations afin de pouvoir surveiller la machine de manière judicieuse pour éviter toute dégradation.

Enjeux

Dans le cas des travaux projetés dans cette thèse, l'enjeu principal est celui d'accéder aux informations sur l'état d'un alternateur hydraulique en termes de valeurs d'induction magnétique, de contraintes mécaniques et de pertes lors de fonctionnements au-delà des grandeurs nominales pour différentes combinaisons de puissance active produite et de puissance réactive générée ou absorbée. Dans la mesure où ces informations ne peuvent pas être obtenues à partir d'essais pour préserver l'intégrité de la machine, il est nécessaire d'y accéder à partir de simulations numériques lesquelles permettraient d'avoir une vision claire sur les limites de fonctionnement auxquelles on peut prétendre.

Objectifs

Les objectifs principaux de cette thèse sont :

- ✓ Effectuer une bibliographie la plus exhaustive possible sur les travaux qui ont été et sont menés sur les fonctionnements des alternateurs électriques de manière 'flexible'.
- ✓ Elaborer une procédure pour modéliser un alternateur connecté au réseau électrique en utilisant un modèle numérique par éléments finis.
- ✓ Modéliser un alternateur hydro-électrique instrumenté du parc d'Hydro-Québec et valider le modèle au travers de la comparaison de diverses grandeurs globales et locales à vide et en charge nominale (courants d'induit, puissances, pertes fer, induction magnétique d'entrefer ...).
- ✓ Exploiter le modèle développé pour étudier des différents points de fonctionnement au-delà des valeurs nominales (étude électrique et mécanique)
- ✓ Quantifier les pertes dans la machine pour les différents points de fonctionnement et déterminer la localisation des densités de pertes fer les plus problématiques. Prédire éventuellement les élévations de température dans diverses parties de la machine.
- ✓ Proposer une approche de surveillance des points chauds dans la machine.
- ✓ Déterminer une première surface de fonctionnement (P,Q) limite sans surveillance particulière et une seconde avec surveillance locale de points critiques.
- ✓ Effectuer des simulations analogues sur un second alternateur du parc d'Hydro-Québec et corroborer les résultats en traçant des surfaces per unit.
- ✓ Proposer une généralisation des conclusions et des recommandations aux autres alternateurs hydro-électrique.

Les travaux de modélisation numérique s'effectueront à l'aide de code_Carmel qui est un code par éléments finis en 3D co-développé par le L2EP et EDF R&D au sein du laboratoire commun LAMEL.

Profil du candidat :

Le profil recherché est celui d'un étudiant titulaire d'un Master avec des connaissances en machines électriques et éventuellement une expérience dans le domaine de la modélisation numérique en électromagnétisme. Le candidat doit être intéressé par la modélisation de convertisseurs électromécaniques tout en ayant une approche physique et de bonnes aptitudes en expérimentation pour mener à bien des essais des tests de simulation.

Le poste est à pourvoir à partir du Septembre 2024. Durant la durée de la thèse, le doctorant effectuera une période de 18 mois au sein du L2EP à Villeneuve d'Ascq (cité scientifique) pour la prise en main de code_Carmel et pour effectuer un premier travail de modélisation. Une seconde période, plus conséquente, se déroulera à l'ETS et à Hydro-Québec pour la suite des simulations et les diverses validations expérimentales.