

PROJET DE THESE pour l'ANNEE 2019-2020

IMPORTANT : Les étudiants titulaires de Master ou équivalent doivent envoyer leur dossier complet au porteur du projet de thèse et au laboratoire indiqué, et pas à l'Ecole Doctorale

Date limite de dépôt par le laboratoire du dossier du candidat sélectionné, à l'Ecole Doctorale :
le, mardi 25 juin 2018, 13h heure de Guyane.

Discipline et Mention du Doctorat		Discipline : Sciences et technologies de l'information et de la communication
Domaine scientifique principal		Informatique
Domaines scientifiques secondaires		Energie
Unités de rattachement - Unités adossés à l'ED : UMR EcoFoG, UMR Espace-Dev, UMR QualiSud, UMSR LEEISA, EA EPaT, EA MINEA, IPG)		UMR Espace-DEV
Autre Unité de rattachement de l'Université de Guyane (UG) ou convention en cours.		
Direction de la thèse	Directeur(s)	Laurent Linguet (Pr) - laurent.linguet@univ-guyane.fr
	Co-encadrant(s)	Zermani Sara (sans HDR) - sara.zermani@univ-guyane.fr
Collaborations extérieures éventuelles envisagées (convention de codirection, - de cotutelle ; entreprise...)		
Connaissances et compétences requises chez l'étudiant		Analyse prédictive, apprentissage automatique (machine learning), internet des objets (IoT), langage C, Matlab
Titre de la thèse		Capteurs IoT (Internet of Things) et Méthodes d'apprentissage appliquées à la prédiction de défauts des turbines à combustion
Résumé 1 (5-8 lignes, police Arial 10) : Présentation explicite du projet de thèse – Aspects scientifiques <i>Finalité, méthodologie et problématique, intérêt scientifique, caractère innovant</i>		Les Turbines à Combustion (TAC) sont des équipements de production d'énergie électrique qui équipent les centrales biomasse ou centrales au fioul. Les TACs ont tendance à se détériorer dans le temps ce qui influence les capacités de production et peut mettre la sécurité du personnel en danger. Notre projet consiste à analyser des mesures faites par des capteurs IoT* sur ces TAC en vue d'automatiser la localisation et la détection des défaillances, les prédire, réduire les séquences d'arrêt et augmenter la valeur de production, en se basant sur

	des approches issues de l'intelligence artificielle et l'IoT (*Internet of Things).
Résumé 2 (5-8 lignes, police Arial 10) : Présentation des enjeux de la thèse <i>Adéquation avec la politique scientifique de l'Etablissement - Intérêt de cette thèse dans le cadre du développement régional</i>	Le projet se situe à l'interface des domaines suivants : les capteurs, l'internet (IoT) et l'intelligence artificielle. La thèse contribuera à développer une activité de recherche sur le thème des Télé-technologies par l'UMR Espace-Dev (Energies renouvelables, capteurs, télédétection). La contractualisation de ces travaux de recherche avec notre partenariat MOBAPI donnera un caractère valorisable économiquement et un intérêt régional au projet.

Explication du Projet de thèse

1°) Présentation des aspects scientifiques du projet de thèse

Finalité et intérêt scientifique

Le projet s'inscrit dans le cadre d'une collaboration avec l'entreprise (MOBAPI), en vue de proposer une nouvelle approche d'apprentissage automatique pour la prédiction des défauts des turbines à combustion (TAC).

Problématique

Les TACs sont des machines tournantes thermodynamiques dont le rôle est de produire soit de l'énergie mécanique ou soit de l'énergie cinétique. Aujourd'hui, la turbine à combustion trouve deux principaux domaines d'application : le domaine de la motorisation et le domaine de la production d'électricité.

Les installations et les équipements des TACs ont tendance à se détériorer dans le temps sous l'action de causes multiples telles que : l'usure des ailettes causée par une mauvaise filtration de l'air, l'élévation de la température à des grands seuils, le phénomène de vibration, etc. Ces détériorations peuvent provoquer l'arrêt définitif ou momentané ce qui influe sur les capacités de production et peut mettre la sécurité du personnel en danger.

Néanmoins, de nos jours, l'installation des capteurs combiné à l'IoT* (capteurs IoT) peuvent fournir des informations en temps réel sur l'état de différents paramètres de la turbine (température, vibrations, vitesse, etc.). Ces informations permettent alors de surveiller en temps réel l'état des équipements des TACs et même d'anticiper les pannes futures avant qu'elles n'arrivent à travers l'exploitation de méthodes prédictives issues de l'Automatique.

En Guyane, l'énergie produite en 2016 par les turbines à combustion était de 116,4 GWh, soit 12,8 % de l'énergie totale livrée au réseau. Outre ces moyens, une turbine à combustion mobile de secours de 20 MW est disponible à Kourou depuis 2014 et une Turbine à Combustion mobile de 20 MW a été mise en service à l'été 2017 par EDF sur le site de la Centrale Thermique de Dégrad-des-Cannes

Récemment EDF a souhaité assurer le suivi de ses turbines à combustion afin d'améliorer sa qualité de service et a fait appel à l'entreprise Mobapi pour équiper ses turbines de capteurs IoT.

Le sujet de thèse qui fait l'objet de cette fiche est proposé en partenariat avec l'entreprise Mobapi et EDF. Il a pour objectif de définir des méthodes d'analyse prédictive basées sur les mesures de paramètres de fonctionnement faites par des capteurs implantés sur les TACs. Des méthodes d'apprentissage automatique seront développées en vue de prévenir les défaillances sur les TACs.

Notre contribution sera d'automatiser la localisation et la détection des défaillances ainsi que les prédire. Le résultat obtenu permettra de réduire le temps lié à l'arrêt brutal des TAC en défaillance et augmenter ainsi leur fiabilité et la production de valeur. Les approches que nous utiliserons dans ce projet sont basées sur l'intelligence artificielle et constituent des solutions prometteuses pour les besoins en prévention et en surveillance. La mise en oeuvre de ces méthodes sera fera selon les étapes suivantes : analyse des données, diagnostic, prédiction et prise de décision.

(**Internet of Things*)

Méthodologie et planification

Le projet se décompose en 3 parties principales :

1. Etude bibliographique et travail de recherche (6 mois) :

Étudier le fonctionnement des turbines à combustion, les défaillances et les méthodes de maintenances existantes. D'un autre côté, le travail de recherche permettra de lister les différents capteurs nécessaires pour le système IoT afin de surveiller et mesurer différents paramètres de fonctionnement des TACs.

2. Conception et développement de l'approche prédictive (18 mois):

A partir des mesures réalisées par les capteurs IoT une approche d'apprentissage automatique et de prédiction des défaillances des TACs sera développée. Un modèle basé sur l'intelligence artificielle sera proposé. Le séquençage de cette tâche sera réalisé de la façon suivante : 1- conception du modèle, 2- développement du modèle 3- tests sur des données aléatoires.

3. Validation des résultats avec des données réelles (6 mois):

Une fois l'algorithme validé, le partenaire MOBAPI nous fournira de vraies données des capteurs, collectées sur une longue durée pour pouvoir vérifier les résultats obtenus et valider l'approche proposée.

4. Publication et valorisation des résultats (6 mois)

- Rédaction d'articles, rédaction du rapport de thèse
- Valorisation industrielle des résultats

Caractère innovant

Le caractère innovant de ce projet consiste en l'introduction des méthodes d'apprentissage automatique et de prédiction, considérée comme travaux de recherches théoriques, dans le domaine industriel afin d'améliorer la productivité et la fiabilité des TACs .

2°) Présentation des enjeux de la thèse

Ce projet de thèse vise à développer des outils numériques pour optimiser la gestion et le pilotage de la production d'énergie de TACs via des capteurs de type IoT (*Internet des objets*). Ces capteurs de nouvelle génération répondant à l'Internet des Objets, seront mis à l'épreuve sous un climat tropical sévère ainsi que les outils de suivi et de pilotage chargés d'offrir de nouvelles flexibilités et expérimenter de nouveaux modes de maintenance (prédictive).

Ce sujet contribue au développement des **télé-technologies** (sur un territoire où ces technologies s'imposent mais leur mise en oeuvre reste complexe compte tenu de l'aménagement contraint et de la dispersion de la population. L'expérience acquise à travers cette thèse pourra être transférée pour le **Smart monitoring** d'infrastructures comme :

- o la maintenance intelligente et prédictive – et le contrôle à distance - de tous types de structures (hôpitaux, écoles, secteur énergétique, cabines de télé-médecine, télé-éducation, relais hertziens, sites isolés etc.)
- o la prévention des risques naturels (bassin hydraulique et inondations, régime côtier et montée des eaux)

Cette thématique de recherche contribuera aussi à mettre en lumière quelques métiers porteurs pour l'avenir et à développer : ingénieur projet IOT, développeur informatique, technicien réseaux, installateur d'IoT, ...

Adéquation avec la politique scientifique de l'Etablissement

Ce projet de thèse est en adéquation avec la thématique " **Technologies innovantes, Télétechnologies**" qui est l'un des axes prioritaires de la politique de recherche de l'université de Guyane.

3°) Références (5 à 10 références bibliographiques) :

- SYSTEMES ENERGETIQUES INSULAIRES GUYANE BILAN PREVISIONNEL DE L'EQUILIBRE OFFRE / DEMANDE D'ELECTRICITE Juillet 2017
https://www.edf.gf/sites/default/files/SEI/producteurs/guyane/edf_sei_bp2017_guyane.pdf
- Holcomb, Chad & Allen, Cody & de Oliveira, Mauricio. (2017). Gas Turbine Machinery Diagnostics: A Brief Review and a Sample Application. 10.1115/GT2017-64755.
- Volponi, A. J., 2014. "Gas turbine engine health management: Past, present and future trends". Journal of Engineering for Gas Turbines and Power.
- Wong, Pak-Kin & Yang, Zhi-Xin & Vong, Chi-Man & Zhong, Jianhua. (2013). Real-time fault diagnosis for gas turbine generator systems using extreme learning machine. Neurocomputing. 128. 10.1016/j.neucom.2013.03.059.
- Luo, Hui & Zhong, Shisheng. (2017). Gas turbine engine gas path anomaly detection using deep learning with Gaussian distribution. 1-6. 10.1109/PHM.2017.8079166.
- Tamiru A. L., Fakhruddin M. H., Mohd Amin A. M. and Ainul A. M. 2016. Gas Turbines Health Prognostics: A Review. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 11(22): 13399-13404.
- Xu, X., Chen, T., & Minami, M. (2012). Intelligent fault prediction system based on internet of things. *Computers and Mathematics with Applications*, 64(5), 833-839. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2011.12.049>.
- Zaidan MA, Mills AR, Harrison RF, Fleming PJ. Gas turbine engine prognostics using Bayesian hierarchical models: a variational approach. Mech Syst Signal Process 2015;70e71:120e40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ymssp.2015.09.014>.

Les étudiants candidats au sujet de thèse proposé doivent fournir aux porteurs du sujet et leur directeur de laboratoire les pièces suivantes :

Pièces à joindre au dossier :

- Copie d'une pièce d'identité
- Copie du diplôme Master (DEA ou équivalent)
- Copies des relevés de notes licence (L3) et master (M1 et M2)
- Une lettre de motivation du candidat
- CV complet
- Justificatif activité professionnelle si salarié(e)

 **LES DOSSIERS INCOMPLETS SERONT REFUSÉS**