

## Avis de Soutenance

Monsieur Mostafa AKIL

Génie Civil

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

### **Analyse statistique de données de suivi de consommations de bâtiments pour l'élaboration d'outils d'aide à la décision – Application à la détection d'anomalies de fonctionnement**

dirigés par Monsieur Didier DEFER

Soutenance prévue le **lundi 14 septembre 2020** à 10h00

Lieu : Faculté des Sciences Appliquées Technoparc FUTURA, Rue Gérard Philippe, 62400 Béthune

Salle : Prestige

**Compte tenu de la situation sanitaire, le jury se réunira partiellement en présentiel et en visioconférence. Le public n'est pas admis\***

#### Composition du jury proposé

M. Didier DEFER	Université d'Artois	Directeur de thèse
Mme Latifa OUKHELLOU	IFFSTAR	Rapportrice
M. Stéphane PLOIX	Grenoble INP	Rapporteur
M. Pierre TITTELEIN	Université d'Artois	Examineur
M. Frédéric SUARD	CEA LETTI	Examineur
M. Laurent MORA	Université de Bordeaux	Examineur
M. Antoine CAUCHETEU	CEREMA	Invité

#### Résumé :

Les préoccupations d'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments amènent les particuliers ou gestionnaires de bâtiments à instrumenter le bâtiment ou parc de bâtiments pour collecter des informations de consommation, de confort intérieur. Toutes ces informations visent à renseigner sur le fonctionnement réel des bâtiments et pourraient éventuellement permettre d'optimiser les consommations. Les systèmes de monitoring fournissent ainsi quotidiennement d'énormes quantités de données pendant la phase d'exploitation et de maintenance des bâtiments. Ces données accumulées doivent être exploitées pour en extraire des informations pertinentes pouvant contribuer à l'amélioration de la gestion. Alors que la majorité des études se focalisent sur l'analyse d'une seule consommation comme l'électricité, le gaz ou encore l'eau, l'objectif de ce travail consiste à proposer une méthodologie pour assister les gestionnaires de bâtiments par l'analyse simultanée de différentes grandeurs issues du monitoring. On se place ici dans l'optique de proposer au gestionnaire un outil automatisé pour l'assister dans son analyse quotidienne des mesures grâce aux algorithmes d'analyse statistique de données. La méthode de diagnostic prévoit d'une part la mise en place d'un processus sans a priori fondé sur la détection de situations rares ne nécessitant pas d'expertise statistique pour l'utilisateur et d'autre part une phase d'interprétation métier des cas détectés pour aboutir à l'identification d'anomalies de fonctionnement. Le traitement de ces anomalies qui relève de la maintenance peut entraîner une intervention sur un système défaillant ou une modification du pilotage des installations, afin d'améliorer l'efficacité énergétique du bâtiment. Dans ce travail, tout d'abord, une analyse préliminaire des données explore les mesures issues d'un grand nombre de bâtiments instrumentés pour évaluer le potentiel du contenu d'information porté par les capteurs. Cette analyse a conduit à structurer les données en subdivisions quotidiennes et à proposer deux approches pour répondre aux problématiques de détection de défaut sur des données multiples. Il s'agit dans un premier temps de s'intéresser à l'étude comparée de classifications non supervisées des grandeurs observées. Elle amène à l'élaboration d'un arbre de décision qui distingue des modes de fonctionnement habituels ou inhabituels d'un bâtiment et le cas échéant à attirer l'attention du gestionnaire. Ici, nous avons appliqué ce principe à une étude croisée des consommations d'eau, d'électricité et de gaz provenant d'une plateforme de télérelève qui centralise les relevés de plus d'une centaine de bâtiments scolaires gérés par le Département du Pas-de-Calais. La méthode a mis en évidence des situations rares dont le caractère a été validé par les services de la collectivité territoriale. La deuxième approche est encore basée sur un traitement simultané des différentes grandeurs mais en s'appuyant sur toutes les données disponibles dans le bâtiment. Une modélisation statistique des trois types de consommation est proposée en utilisant les autres comme grandeurs prédictives. Les modèles sont ensuite intégrés dans un outil qui permet également d'isoler des situations rares pour cette grandeur. La méthode a été appliquée aux mêmes données et a permis de détecter des anomalies de fonctionnement en comparant les prédictions des mesures de consommation du modèle aux mesures au jour le jour. Des anomalies qui n'avaient pas été recensées par les services du département ont ainsi pu être mises en évidence et valider la méthodologie mise en place.