

## Avis de Soutenance

**Monsieur Rafik MOULOUEL**

Spécialité : Energétique et thermique  
Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

**« Caractérisations expérimentales et numériques des phénomènes thermo-aérauliques dans les locaux de centrales nucléaires équipés de matériels thermosensibles »**

dirigés par Monsieur Patrick Salagnac

Soutenance prévue le **Mardi 05 novembre 2024** à 9h00

Lieu : **EDF Lab Chatou**

Salle : Amphi H

6 quai Watier

78400 Chatou

### Composition du jury proposé

M. Marc ABADIE	Université de La Rochelle	Co-directeur de thèse
M. Pascal BOREL	EDF R&D	Invité
Mme Stéphanie GIROUX-JULIEN	CETHIL	Rapporteuse
Mme Sihem GUERNOUTI	CERAMA	Rapporteuse
M. Maxime HOUVIN	EDF R&D	Invité
M. Ghislain MICHAUX	LaSIE	Examinateur
M. Patrick SALAGNAC	Université de La Rochelle	Directeur de thèse
Mme Monica SIROUX	Université de Strasbourg	Examinatrice

### Résumé :

Les locaux électriques et de contrôle-commande contribuent au bon fonctionnement et à la sûreté des installations industrielles. Ces environnements génèrent des chaleurs fatales qui, sans être évacuées, peuvent compromettre le fonctionnement et la sécurité de ces installations. L'évacuation de cette chaleur est généralement réalisée par une ventilation mécanique dans les locaux. Lors du dimensionnement thermique de ce système de ventilation, il est fréquent d'utiliser un bilan d'énergie (approche nodale) pour déterminer la température moyenne de l'air dans le local sous l'hypothèse d'homogénéité spatiale de la température de l'air dans le local. Cependant, en raison des écoulements induits par la ventilation ainsi que des sources de chaleur, des hétérogénéités de température de l'air se manifestent au sein du local. Par conséquent, l'utilisation de la température moyenne de l'air peut s'avérer peu représentative de la température perçue localement par les équipements (armoires) électriques. L'objectif principal de cette étude est de caractériser les conditions thermo-aérauliques au sein de ces locaux. Elle repose sur deux approches complémentaires : l'approche expérimentale et l'approche numérique. La partie expérimentale repose sur un moyen d'essai à l'échelle réelle, dans lequel des méthodologies expérimentales ont été développées pour cartographier les champs de températures dans l'air de ce local d'essai et dans les murs. Les flux thermiques convecto-radiatifs sont également mesurés au niveau des parois de ce local. Ce moyen d'essai fournit des données de référence pour valider des modèles numériques. Ces derniers incluent des modèles nodaux, largement utilisés par les industriels, mais également des modèles de mécanique des fluides tridimensionnels (CFD). Dans le cadre de cette thèse, les deux types de modèles sont développés. Une méthodologie de simulation numérique, basée sur des maillages grossiers adaptés aux locaux industriels, a été validée pour réduire les temps de calcul de la CFD. Les dix configurations de ventilation et de charges thermiques réalisées expérimentalement dans le cadre de cette thèse confirment les résultats du modèle CFD et mettent en évidence la présence d'un gradient vertical de température de l'air pouvant aller jusqu'à 12 °C sur une hauteur de 2,6 m. En présence de ventilation, ce profil présente une forme caractéristique : une uniformité en température du sol jusqu'à une hauteur proche de celle des armoires électriques, suivie d'un fort gradient de température jusqu'au plafond. Dans ces situations, les armoires se trouvent donc dans une zone significativement plus fraîche que la température moyenne. De plus, la majorité des ouvertures d'admission d'air de ces armoires étant situées dans leur partie basse, elles sont ainsi ventilées avec des températures significativement plus faibles que la température moyenne de l'air utilisée pour l'évaluation des conditions de leur fonctionnement. Les modèles nodaux, couramment utilisés par les industriels, se basent uniquement sur des températures moyennes. L'utilisation de ces valeurs, notamment en présence de fortes hétérogénéités de température de l'air, comme c'est le cas dans les locaux industriels, peut entraîner des erreurs significatives. Notre étude a démontré que dans le cas d'un local dissipant de la chaleur et présentant un gradient vertical de température croissant, ces modèles ont tendance à surestimer les températures moyennes de l'air à l'intérieur du local.