



Avis de Soutenance

Monsieur Nicolas CARNEC

Spécialité : Mécanique des fluides

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

« Vers un continuum de modélisation multi-échelle de la qualité de l'air de l'échelle de la région jusqu'à l'intérieur des bâtiments. »

dirigés par Monsieur Karim Limam et Monsieur Thierry DUFORESTEL

Soutenance prévue le **jeudi 15 janvier 2026** à 14h00

Lieu : EDF – Recherche et Développement EDF

[Lab Les Renardières- Amphithéâtre MAI](#)

Avenue des Renardières - Ecuelles (GPS : Rue Volta à Ecuelles- 77250)

Bat. B34, 77818 Moret sur loing CEDEX 1

Composition du jury proposé

M. Karim LIMAM	La Rochelle Université	Directeur de thèse
M. thierry DUFORESTEL	EDF R&D	Co-directeur de thèse
M. Walter BOSSCHAERTS	ERM Brussels	Examineur
Mme Bénédicte WALL-RIBOT	EDF R&D	Examinatrice
Mme Marjorie MUSY	CEREMA	Rapporteure
Mme Fatima BOUYAHIA	ENSA-Cadi Ayyad Univ Marrakech	Rapporteure
M. Marc ABADIE	La Rochelle Université	Invité
M. Martin FERRAND	EDF R&D	Invité

Résumé :

La pollution de l'air, qu'elle soit extérieure ou intérieure, constitue un enjeu majeur de santé publique, responsable de millions de décès prématurés chaque année. Dans un contexte où les individus passent la majeure partie de leur temps en intérieur, la prédiction de la qualité de l'air intérieur (QAI) devient essentielle. Celle-ci dépend à la fois des polluants extérieurs et des émissions internes, rendant la QAI étroitement liée à la qualité de l'air extérieur (QAE). Pour étudier ces phénomènes, la simulation numérique s'impose comme un outil privilégié, capable de reproduire de manière fiable les transferts et concentrations de polluants, tout en restant plus adaptable et moins coûteuse que l'expérimentation. Cette thèse s'attache au développement d'un continuum de modélisation multi-échelle de la qualité de l'air, allant de l'échelle régionale jusqu'à l'intérieur des bâtiments. Le chapitre 1 pose le contexte et dresse un état de l'art des approches de modélisation de la QAE. Une comparaison entre un modèle méso-échelle et un modèle statistique, utilisé pour fournir les conditions aux limites des modèles QAI, met en évidence la supériorité des modèles dynamiques pour restituer la variabilité spatio-temporelle des concentrations et des pics de pollution. Ce chapitre conclut qu'une prédiction locale pertinente nécessite la combinaison d'une approche méso-échelle et d'une modélisation à l'échelle du bâti. Le chapitre 2 s'intéresse à la modélisation de la QAE à l'échelle locale. Il développe et applique une approche à diagnostics de champs de vent, identifiée pour la modélisation de la QAE à l'échelle du bâti, comme le meilleur compromis entre robustesse, adaptabilité, résolution et coût numérique. Cette méthode, couplant un modèle à diagnostics de vent, une résolution turbulente et un modèle eulérien de transport, permet de reproduire les structures moyennes d'écoulement ainsi que les gradients et pics de concentration, avec un coût numérique très réduit. Le troisième chapitre aborde la dispersion des polluants en intérieur. L'état de l'art met en avant l'intérêt de la modélisation nodale pour des études à grande échelle, en raison de son faible coût, tout en rappelant la limite de l'hypothèse d'homogénéité des concentrations. Plutôt que de valider cette hypothèse, le chapitre suivant évalue la capacité de l'approche nodale à estimer correctement les concentrations moyennes. Le quatrième chapitre confronte ainsi la modélisation nodale et la CFD sur une série de cas tests. Des indicateurs comparatifs permettent d'identifier les scénarios d'émissions pour lesquels les prédictions du modèle nodal sont cohérentes avec celles de la CFD, et ceux où elles ne le sont pas, certains présentant en outre un caractère répétitif. Le chapitre 5 conduit à la formulation d'un premier modèle correctif du bilan de masse nodal, visant à s'affranchir de tout calcul CFD. Ce modèle améliore partiellement, mais de façon non systématique, les prédictions nodales. Enfin, le chapitre 6 introduit un second modèle correctif, basé sur la rétro-diffusion. Testé en configuration mono- et multi-zones, il rapproche systématiquement les concentrations nodales des résultats CFD, indépendamment du nombre ou de la localisation des émissions. Bien que nécessitant des simulations CFD, son coût de calcul reste fortement réduit.