

FICHE PROJET DE THESE pour ANNEE 2025-2026

Discipline du Doctorat	MECANIQUE DES FLUIDES, ENERGETIQUE, THERMIQUE, COMBUSTION, ACOUSTIQUE
Mention du Doctorat <i>Indiquer le n° de la section CNU et l'intitulé</i>	Mathématiques Appliquées (26°s) Énergétique, génie des procédés (62°s)
Domaine scientifique principal	Écoulements réactifs
Domaines scientifiques secondaires	Transferts thermiques, Mécanique des fluides
Entités de rattachement - Laboratoire IMATH (EA 2134)	Equipe M3N Modélisation Mathématique, Mécanique & Numérique
Direction de la thèse	<u>Directeur :</u> Cédric GALUSINSKI (PR26) Université de Toulon – CS 60584 83041 Toulon CEDEX 9 04 83 16 66 33 galusins@univ-tln.fr <u>Co-encadrant :</u> Sofiane MERADJI (IGR BAP E) Université de Toulon – CS 60584 83041 Toulon CEDEX 9 04 83 16 66 25 sofiane.meradji@univ-tln.fr
Collaborations extérieures éventuelles envisagées Université, Grand organisme, Entreprise	Université de Corse-UMR SPE (6134) Jean-Louis ROSSI (Maître de conférences, HDR) 04 95 45 06 10 – 06 89 54 12 51 rossi_j@univ-corse.fr Lebanese American University School of Engineering Industrial & Mechanical Engineering Department Gilbert ACCARY Associate Professor (non HDR) Byblos, Liban Office: +961 1 786456 ext. 2794 gilbert.accary@lau.edu.lb
Type de financement visé	Contrat doctoral ADEME/UTLN
Connaissances et compétences requises chez l'étudiant	Calcul numérique, Mécanique des fluides (Turbulence, Combustion)
Titre de la thèse	Dimensionnement et agencement des coupures de combustible : Modélisation, simulation numérique et expérimentation terrain
Abstract 1 Présentation concrète du projet de thèse – Aspects scientifiques	L'objectif principal de cette thèse consistera à déterminer les distances de sécurité entre un front d'incendie arrivant sur une coupure de combustible et une cible afin que les

<i>(Finalité, méthodologie et problématique, intérêt scientifique, caractère innovant)</i>	opérationnels soient en sécurité au milieu de la Zone d'Appui à la Lutte. L'évaluation de la capacité de l'ouvrage de stopper les feux de forte puissance sera également étudiée. L'hypothèse de coupures non mise à nu sera prise en compte ainsi que la possibilité d'avoir un ouvrage au sein d'une pinède. Deux approches seront utilisées : des modèles simplifiés et un code de champs (FIRESTAR ayant fait l'objet d'une Déclaration d'Invention et d'un dépôt IDDN auprès de la SATT en 2021). La quantification transferts convectif / radiatif sera l'élément déterminant de cette étude.
Abstract 2 Présentation des enjeux de la thèse <i>(Adéquation avec la politique scientifique de l'UTLN - Intérêt de la recherche dans le cadre du développement régional)</i>	Ce sujet s'inscrit dans la prise en compte de l'évolution des risques naturels. En effet, Il permettra l'amélioration d'outils dédiés à l'aménagement du territoire contre le risque d'incendie dans un nouveau contexte mondial où la fréquence des feux de forte puissance augmente sensiblement. Cette thèse répondra à une demande forte des opérationnels de la région Corse et, plus largement, de la région méditerranéenne, pour la sécurité incendie. Ce travail est la suite d'une démarche entamée depuis l'été 2012 et qui a déjà débouché sur deux dépôts, auprès de la SATT, d'enregistrements au répertoire IDDN d'un logiciel dénommé « DIMZAL ».
Explicitation sur page suivante	

Projet de thèse

1°) Présentation des aspects scientifiques du projet de thèse

Finalité, méthodologie et problématique, intérêt scientifique, caractère innovant

Finalité

L'objectif principal de cette thèse consistera à déterminer les distances de sécurité entre un front de flammes arrivant sur une coupure de combustible et une cible afin que les opérationnels soient en sécurité au milieu de la Zone d'Appui à la Lutte. L'évaluation de la capacité de l'ouvrage à stopper les feux de différentes puissances sera également étudiée. L'hypothèse de coupures non mises à nu sera prise en compte ainsi que la possibilité d'avoir un ouvrage au sein d'une pinède. Deux approches seront utilisées : des modèles simplifiés et des simulations par un code de champs (FIRESTAR). La quantification des transferts convectif / radiatif sera l'élément déterminant de cette étude.

Méthodologie et problématique

Cette thèse concerne donc le dimensionnement des ouvrages que sont les coupures de combustible. Il s'agit d'une demande forte des opérationnels pour la sécurité des biens et des personnes : positionnement des opérationnels sur les Zone d'Appui à la Lutte (ZAL), débroussaillage autour des habitations, interface forêt / habitat. L'objet de ce travail de recherche est de déterminer les distances de sécurité entre un incendie arrivant sur une coupure de combustible et une cible (structure et/ou individu). Cette distance sera fonction de la puissance des feux, de la végétation et des équipements de protection dont disposent les personnes ou les véhicules positionnés au milieu de la coupure.

Pour traiter ce problème, nous procéderons en plusieurs étapes :

Année 1

- Choix d'une zone de la région Corse dans laquelle ce type de problème s'est posé, et retour d'expérience sur les feux passés,
- Caractérisation de la végétation, des conditions météorologiques et de la topographie,
- Revue bibliographique des travaux relatifs au dimensionnement des coupures de combustible et des différents outils disponibles dans la littérature et prise en main des outils de simulation numérique
- Définition de scénarios probables et des différentes configurations de coupure de combustible qui seront envisagées,

Années 2-3

- Simulations numériques à l'aide d'un code de champs (FIRESTAR), calcul des flux radiatifs et convectifs, évaluations des distances de sécurité et des dimensions des coupures de combustible en fonction des différents paramètres du feu,
- Développement de modèles simplifiés,
- Détermination des domaines d'applicabilité des modèles simplifiés grâce à une confrontation de ces modèles aux résultats obtenus avec les codes de champs.

Intérêt scientifique et caractère innovant

L'intérêt scientifique majeur réside dans la quantification des transferts convectifs et radiatifs pour la définition des distances de sécurité. Jusqu'à présent, ces distances sont évaluées à dire d'expert et aucun outil scientifique n'est défini en France. Aux USA, un guide est disponible mais seuls les transferts radiatifs sont estimés. La discrimination entre les transferts radiatifs et convectifs est toujours un sujet de controverse tant à l'échelle du laboratoire que pour les feux de terrain. Ce travail de thèse vise à réduire cette incertitude. Nous focaliserons nos efforts sur l'influence des différents paramètres sur les distances de sécurité et les dimensions des coupures de combustible. En effet, les variations brusques de comportement du front de flammes en fonction de la végétation, de la topographie ou des conditions météorologiques locales peuvent accroître le niveau de risque. D'un point de vue fondamental, il est envisagé dans cette thèse d'introduire un modèle de turbulence synthétique dans le code de calcul FIRESTAR (version 3D). Cette approche est utilisée avec succès dans le cas d'écoulements atmosphériques. Elle présente l'avantage de réduire drastiquement la durée d'établissement des écoulements turbulents, et ce, dans le cadre de l'approche simulation des grandes échelles (Large Eddy Simulation) et, par conséquent, le coût de la simulation.

2°) Présentation des enjeux de la thèse

Adéquation avec la politique scientifique de l'UTLN - Intérêt de la recherche dans le cadre du développement régional.

Jusqu'à présent les dimensions des ouvrages dédiés à la protection incendie sont évaluées à l'aide de formulations empiriques et/ou en fonction du retour d'expériences d'experts. A titre d'exemple, aux USA un guide est disponible mais seuls les transferts radiatifs sont pris en compte. La détermination optimale de ces distances de sécurité a également un intérêt sur le plan économique. En effet, la réglementation en vigueur impose aux citoyens de débroussailler des zones autour de leurs habitations. De même, les décideurs soucieux de la sécurité de leurs concitoyens conçoivent des coupures de combustibles afin de stopper l'éventuelle propagation d'un incendie. Ces ouvrages ont un coût et un impact environnemental. Savoir les dimensionner et les positionner de manière optimale devient donc crucial. Ce travail de thèse vise ainsi à répondre à cet enjeu technique, économique et sociétal.

Ce sujet s'inscrit dans la prise en compte de l'évolution des risques naturels. Il répond aux axes définis dans le projet : l'amélioration des connaissances fondamentales sur les incendies de forêt et leur application en prévision et lutte contre le risque incendie. Cette thèse répondra également à une demande majeure des opérationnels des régions méditerranéennes pour la sécurité incendie. En effet, elle permettra l'application et l'amélioration des connaissances fondamentales sur les feux de forêt pour l'aménagement du territoire contre le risque incendie dans un nouveau contexte mondial avec la prise en compte du changement climatique et l'anticipation que ce changement pourrait engendrer sur le risque incendie dans le bassin méditerranéen.

De plus, cette thèse s'inscrit pleinement dans les enjeux territoriaux de la Région PACA et de la Corse : gestion des forêts, plan de prévention des risques. Ce travail aura pour objectif le développement d'outils de prévision à l'attention des professionnels du feu et également à l'attention des personnes en charge de l'aménagement du territoire. Ce sera donc un apport important dans l'aide à la décision des politiques publiques.

Ces dernières années, nos partenaires corses ont su développer des collaborations avec les acteurs régionaux de la sécurité incendie et l'aménagement du territoire (ONF, Forestiers Sapeurs, SIS, SM PnrC). Ils sont donc en mesure de répondre à des questions d'intérêt sociétal posées par ces partenaires régionaux. Ce sujet de thèse devrait répondre à une demande forte des opérationnels pour l'évaluation des distances de sécurité : évaluation des zones à débroussailler autour des constructions et dimensionnement des ouvrages du type ZAL. Sa portée irait au-delà de la région Corse et porterait sur toute la méditerranéenne. Ce travail serait la suite d'une démarche entamée, par nos partenaires corses, depuis l'été 2012 et qui a déjà débouché sur un prototype opérationnel, et de deux Déclarations d'Invention au répertoire IDN (2018 et 2021) du logiciel dénommé « DIMZAL » ainsi que du dépôt d'une enveloppe SOLEAU inhérente à la méthodologie feux expérimentaux ou de terrain « OADV1 » (2022).

Bibliographie

P.A. Bisgambiglia, J.L. Rossi, R. Franceschini, F.J. Chatelon, P.A. Bisgambiglia, L. Rossi and T. Marcelli. DIMZAL : A Software Tool to Compute Acceptable Safety Distance. Open Journal of Forestry, 2017, 7, 11-23.
DOI: 10.4236/ojfor.2017.71002

J.L. Rossi, A. Simeoni, B. Moretti and V. Leroy. An analytical model based on radiative heating for the determination of the safety distances for wildland fire. Fire Safety Journal, 2011, 46 (1), 520-527. DOI: 10.1016/j.firesaf.2011.07.007

J.L. Rossi, K. Chetehouna, A. Collin, B. Moretti and J.H. Balbi. Simplified flame models and prediction of the thermal radiation emitted by flame front in an outdoor fire. Combustion Science and Technology, 2010, 182, 1457-1477
DOI: 10.1080/00102202.2010.489914

N. Frangieh, G. Accary, J.-L. Rossi, D. Morvan, S. Meradji, T. Marcelli, F.-J. Chatelon. Fuelbreak effectiveness against wind-driven and plume-dominated fires: A 3D numerical study. Fire Safety Journal, Volume 124, 2021, ISSN 0379-7112, <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2021.103383>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0379711221001247>)

J. Fayad, G. Accary, F. Morandini, F.-J. Chatelon, L. Rossi, T. Marcelli, D. Cancellieri, V. Cancellieri, Y. Rahib, D. Morvan, S. Meradji, A. Pieri, J.-Y. Duret and J.-L. Rossi. Numerical Assessment of Safe Separation Distance in the Wildland Urban Interfaces. Fire (2023), 6, 209. DOI:10.3390/FIRE6050209

Jacky Fayad. Études numériques des feux extrêmes. Sciences de la Terre. Université Pascal Paoli, 2023. Français. (NNT : 2023CORT0015). (tel-04461572)

Konstantin Gavrilo. Numerical modeling of atmospheric boundary layer flow over forest canopy. Thèse de doctorat Mécanique des fluides, Aix-Marseille 2, 2011. 2011AIX22007

D. Morvan, G. Accary, S. Meradji, N. Frangieh, O. Bessonov, A 3D physical model to study the behavior of vegetation fires at laboratory scale, Fire Saf. J. 101 (2018) 39–52. doi.org/10.1016/J.FIRESAF.2018.08.011

Jérémie Janin. Forçage volumique basé sur une méthode de type reconstruction pour un modèle de fermeture algébrique hybride RANS/LES. Thèse de doctorat Sciences pour l'ingénieur. Mécanique et physique des fluides, Aix-Marseille, 2023. 2023AIXM0011