

**PROJET DE FIN D'ETUDES**  
**INGENIEURS DE L'ECOLE NATIONALE DE LA METEOROLOGIE**  
**FICHE DE PROPOSITION DE SUJET**

**Titre du sujet proposé : Modélisation de la dispersion accidentelle de polluant à échelle hectométrique avec Méso-NH**

**Organisme ou service proposant le sujet : DESR/CNRM/GMME/PHYNH + DSM/ENV**

**Responsable principal du stage :**

Responsable principal (le responsable principal est l'interlocuteur direct de l'Ecole. C'est à lui, en particulier, que seront adressés les courriers ultérieurs) :

NOM : Rodier

Prénom : Quentin

téléphone : 0561079315

Mél : quentin.rodier@meteo.fr

Autres responsables :

NOM : Deslandes

Prénom : Mathieu

téléphone : 0561078599

Mél : mathieu.deslandes@meteo.fr

NOM : Besson

Prénom : François

téléphone : 0561078078

Mél : francois.besson@meteo.fr

Le stage bénéficiera de l'expertise de Christine Lac (GMME/D).

**Le stage présente-t-il un caractère de confidentialité ? : non**

Le stage peut-il être effectué à distance ?: non

**1) Description du sujet – livrables attendus**

La dispersion d'une grande quantité de polluants dans l'atmosphère peut survenir suite à divers événements tels que les accidents industriels, chimiques ou radiologiques, et les feux de forêts. Le suivi en temps réel ainsi que la prévision de la concentration des polluants émis lors d'urgences environnementales est un enjeu pour la sécurité et la santé des personnes. Il fait partie intégrante de la mission régalienne de Météo-France. Un des outils actuellement utilisés par la Direction des Services Météorologiques, équipe ENVironnement (DSM/ENV), Perle, est une chaîne de modélisation qui peut être basée sur une instance du modèle atmosphérique communautaire Méso-NH, fournissant les conditions météorologiques à un modèle de

dispersion lagrangien particulaire. Méso-NH fonctionne à une résolution horizontale de 2 km en étant forcé par le modèle opérationnel ARPEGE ou IFS. Cette instance est lancée sur demande, lorsqu'un accident survient.

Des réflexions stratégiques concernant les outils de modélisation pour les Urgences Environnementales ont été initiées afin de rationaliser et moderniser les chaînes de production à l'échelle nationale et régionale (mésos-échelle à échelle kilométrique) et d'identifier les besoins au sein de Météo France pour la modélisation de la composition atmosphérique en vue du renouvellement du super-calculateur à horizon 2025. Dans ce cadre, la capacité d'utiliser Méso-NH à plus haute résolution est à l'étude avec l'utilisation de traceurs passifs, autorisant alors une hypothèse assez réaliste selon laquelle la source de polluant serait diluée dans un point de grille d'échelle hectométrique, et dispensant alors l'utilisation d'un modèle lagrangien particulaire en sortie du modèle atmosphérique.

L'objectif de ce stage est donc d'évaluer la capacité du modèle Méso-NH pour la modélisation opérationnelle de la dispersion accidentelle de polluant à échelle fine (de l'échelle locale à l'échelle régionale), c'est-à-dire avec imbrication de grilles depuis un domaine étendu de 500km jusqu'à un domaine plus local à résolution horizontale de 500m. Des configurations types seront proposées en fonction du domaine géographique et du modèle coupleur correspondant.

Pour ce faire, Méso-NH dispose d'un ensemble de paramétrisations des processus physiques sous-maille (turbulence, convection peu profonde, microphysique, couplage avec SURFEX pour l'interaction surface-atmosphère) ainsi que d'un module d'émission de traceurs passifs régulièrement utilisé dans des études de propagation (Sabatier et al., 2020; Auguste et al., 2020; Nagel et al., 2022). Plusieurs configurations de Méso-NH à échelle hectométrique fournissant une prévision de la concentration de polluants dans un temps contraint (30 min maximum) seront évaluées sur plusieurs cas d'étude, tels que l'accident de l'usine Lubrizol 1 à Rouen, en comparaison avec la chaîne de prévision actuelle.

Pour améliorer la représentation du transport des traceurs passifs, un travail supplémentaire sur le développement de la représentation du lessivage (perte via précipitations) et du dépôt sec sur la surface des traceurs passifs sera envisagé. Ces processus étant déjà représentés dans la partie chimie réactive de Méso-NH, il sera possible de les transposer aisément aux traceurs passifs.

Dans un deuxième temps, une étude exploratoire pourra être menée pour évaluer la faisabilité d'utiliser le module de propagation de feu de forêts Blaze de Méso-NH (Costes et al. 2020) dans des contraintes opérationnelles. Ce module permet en effet de prendre en compte la rétroaction du feu sur l'atmosphère, telle que la convection provoquée par les flux de chaleur intenses et la modification locale du vent, et ainsi d'améliorer la modélisation de la propagation du feu et de l'état de l'atmosphère à proximité du feu, ainsi que de la dispersion de polluant toujours considéré comme passif. Cette configuration sera appliquée au cas des feux de forêt de Gironde de l'été 2022. La sensibilité du modèle au terme source dont l'extension verticale liée à la chaleur dégagée par le feu est plus ou moins intégrée sera évaluée.

Au cours du stage, le(la) candidat(e) réalisera les travaux suivants :

- simulations Méso-NH type accident avec traceurs passifs à 500m de résolution
- applications et intercomparaison sur les cas Lubrizol 1 à Rouen et un cas d'émission en Belgique (Selenium)
- application sur un cas de feu de forêt (Gironde, 2022) avec MésoNH-Blaze
- développement du lessivage et dépôt sec des traceurs passifs

#### Publications :

Auguste, F., C. Lac, V. Masson, and D. Cariolle, Large-eddy simulations with an immersed boundary method: Pollutant dispersion over urban terrain, *Atmosphere*, 11, 113, 2020.

Costes, A., Rochoux, M. C., Lac, C., & Masson, V. Exploring the effect of inflow turbulence in coupled atmosphere-fire simulations using innovative subgrid fire front reconstruction. *Fire Safety Journal*. 2020.

Nagel, T., R. Schoetter, M. V., C. Lac, and B. Carissimo, Numerical analysis of the atmospheric boundary-layer turbulence influence on microscale transport of pollutant in an idealized urban environment, *Bound.-Layer. Meteor.*, 184, 113-141, 2022.

Sabatier, T., Y. Llargeron, A. Paci, C. Lac, Q. Rodier, G. Canut, and V. Masson, Semi-idealized simulations of wintertime flows and pollutant transport in an Alpine valley. Part II: Passive tracer tracking, *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 146, 827-845, 2020a.

## **2) lieu du stage, durée ou période**

CNRM/GMME/PHYNH pour 6 mois