



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

Liberté  
Égalité  
Fraternité



Version en français

---

---

## Chercheur spécialiste des interactions aérosols-nuages aux échelles climatiques (F/H)

**DÉPOSER VOTRE CANDIDATURE EN CLIQUANT ICI**

*Toutes les candidatures non déposées via le lien ci-dessus ne pourront être prises en compte*

---

---

### ⇒ Informations relatives à l'identification du poste

#### Direction/Service recruteur

Direction de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (DESR) / Centre National de Recherches Météorologiques (CNRM)

#### Adresse du lieu d'exercice du poste

42 avenue Gaspard Coriolis 31057 Toulouse Cedex 1

#### Projet concerné

PEPR TRACCS (TRAnsformer la modélisation du Climat pour les services ClimatiqueS)  
Projet Ciblé 10 LOCALISING

#### Éléments relatifs au projet

Le recrutement intervient dans le cadre du programme de recherche TRACCS (Transformer la modélisation du climat pour les services climatiques, <https://climeri-france.fr/pepr-traccs/>) qui rassemble la communauté française de modélisation du climat. Ses activités couvrent la compréhension fondamentale des changements climatiques et de leurs impacts et s'étendent jusqu'à l'élaboration de prototypes de services climatiques co-construits par les parties prenantes et les experts en modélisation du climat. L'enjeu est d'accélérer le développement des modèles de climat pour répondre aux attentes sociétales en termes de d'action climatique, notamment dans le domaine de l'adaptation au changement Climatique.

Le programme est organisé en 10 projets ciblés et un projet de gouvernance, et sera complété par des projets en réponse à des appels d'offres. Il est doté de 51 millions d'euros sur 10 ans. Il est co-piloté par le CNRS et Météo-France, avec 7 autres partenaires académiques. Les activités des projets de gouvernance et des projets ciblés seront principalement menées en région parisienne (laboratoires de l'Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL)), à Toulouse (CNRM et autres entités de Météo-France, CERFACS) et à Grenoble (Institut des Géosciences de l'Environnement (IGE)).

Le poste proposé s'inscrit dans le projet TRACCS-PC10-LOCALISING, dont l'objectif est d'explorer et de définir la meilleure façon de fournir des informations climatiques locales à la fois précises et fiables en soutien aux stratégies d'adaptation. Pour cela, LOCALISING élabore des modèles des systèmes climatiques locaux, multi-composants et entièrement couplés, vise une représentation du climat à l'échelle du kilomètre et de l'heure et combine au mieux les modèles dynamiques et les approches statistiques pour caractériser l'incertitude à l'échelle locale. Plusieurs défis techniques et scientifiques devront être surmontés pour atteindre les objectifs ambitieux du projet :

- (1) augmenter la résolution des modèles climatiques et résoudre les goulets d'étranglement qui en découlent,
- (2) développer les modèles pour représenter les processus et rétroactions locaux nouveaux à ces hautes résolutions,
- (3) étudier les processus physiques, chimiques et biogéochimiques clés à l'échelle locale pour une meilleure compréhension des phénomènes climatiques, en particulier les extrêmes pertinents pour la société,
- (4) tirer parti des techniques émergentes d'apprentissage machine pour quantifier l'incertitude à moindre coût, en développant de nouvelles techniques de descente d'échelle statistiques et hybrides,
- (5) assurer la cohérence des informations climatiques tout au long de la chaîne de modélisation, depuis les modèles climatiques globaux jusqu'aux données climatiques à échelle fine,
- (6) assurer la transportabilité des méthodes développées partout dans le monde et soutenir une grande diversité d'utilisateurs.

### Type de poste (Ingénieur de recherche, chercheur, doctorant,...)

Chercheur/Chercheuse

### Date de début de contrat souhaitée

01 septembre 2024

### Durée du contrat

3 ans renouvelable

### Date limite de candidature

05 juin 2024

### Courriels des personnes à contacter pour tous renseignements complémentaires

pierre.nabat@meteo.fr ; marc.mallet@meteo.fr

### Fourchette de rémunération

⇒ [Informations détaillées relatives au poste](#)

### Descriptif de la direction/du service

La Direction de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche rassemble les entités de recherche de Météo-France (principalement CNRM, SAFIRE, LACy), l'Ecole Nationale de la Météorologie, et les services partagés de soutien administratif et informatique (PGA).

Le CNRM est une Unité Mixte de Recherche (UMR 3589, [www.umr-cnrm.fr](http://www.umr-cnrm.fr)) avec la double tutelle Météo-France et CNRS. Le CNRM conduit des recherches dans le domaine de la météorologie et du climat, de l'observation, la compréhension et la modélisation des processus jusqu'à la mise au point de systèmes de prévision météorologique et de projection climatique pouvant être transférés aux services opérationnels de Météo-France.

La personne recrutée rejoindra l'équipe MOSCA (Modélisation du Système Climat régional, <https://www.umr-cnrm.fr/spip.php?article1035>) du Groupe de Modélisation Grande Echelle et Climat (GMGEC) du CNRM, dont l'objectif est d'améliorer les connaissances concernant les climats régionaux par une approche de modélisation dédiée.

## Descriptif du poste

### Missions

La personne recrutée sera chargée de développer et étudier les interactions aérosols-nuages aux échelles climatiques à la résolution kilométrique. Les interactions entre les aérosols et les systèmes convectifs restent en effet l'une des principales sources d'incertitude dans la compréhension des effets radiatifs indirects sur le climat. Ces interactions entre les aérosols, le rayonnement, les profils thermodynamiques atmosphériques, l'activité convective et les nuages sont très complexes et les modèles climatiques régionaux à haute résolution qui résolvent explicitement la convection représentent des outils très puissants pour aborder ces questions scientifiques à l'échelle du climat.

L'objectif est ici de déterminer comment les aérosols modifient la structure verticale de l'humidité relative, du chauffage, de la température, de la teneur en eau, des courants ascendants verticaux et de la CAPE (énergie potentielle disponible pour la convection) dans la troposphère. Un aspect important sera d'analyser si les nuages convectifs dans les environnements pollués sont plus développés avec des changements possibles dans leur hauteur de sommet, la température, la fraction de nuage ainsi que la quantité et la durée de vie des précipitations.

### Activités

Le travail proposé dans ce poste consistera à :

- Contribuer aux développements du modèle de climat à résolution kilométrique CNRM-AROME (Caillaud et al. 2021), notamment en ce qui concerne la représentation explicite des aérosols (Nabat et al. 2020). Ce travail nécessitera la mise en place et la réalisation de simulations climatiques avec le modèle CNRM-AROME sur les supercalculateurs de Météo-France. Ces simulations devront être évaluées et validées par rapport à divers jeux de données de référence (observations in-situ, mesures au sol, produits satellites, réanalyses, etc.).
- Améliorer la représentation des interactions aérosols-nuages aux échelles climatiques à la résolution kilométrique. L'utilisation du schéma microphysique à deux moments LIMA (Vié et al. 2016) devra notamment être testée, pour pouvoir prendre en compte explicitement la formation de noyaux de condensation et de gouttelettes nuageuses à partir des concentrations en aérosols.
- Améliorer notre compréhension des interactions aérosols-nuages-rayonnement et leur rôle dans le système climatique régional. La personne recrutée devra notamment analyser les effets de différents types d'aérosols sur les propriétés microphysiques et optiques des nuages, ainsi que sur divers paramètres climatiques (précipitations, température, humidité, etc.) jouant un rôle important dans les processus convectifs.
- Développer des collaborations en interne avec les autres équipes du CNRM, notamment avec les différents utilisateurs du modèle AROME, et en externe avec les partenaires du projet LOCALISING.
- Publier des résultats des recherches dans des revues à comité de lecture ainsi que la participation aux conférences spécialisées, et aux assemblées générales et réunions du projet LOCALISING et du programme TRACCS.
- Assurer une veille scientifique sur les développements en matière de modélisation climatique des interactions aérosols-nuages.

## Descriptif du profil recherché

**Connaissances générales :**

- La personne recrutée devra posséder une thèse de doctorat dans le domaine des sciences du climat et/ou de la composition atmosphérique.
- Une expérience en modélisation numérique est requise. Une expérience plus spécifique concernant la modélisation des interactions aérosols-climat, et/ou du climat à l'échelle kilométrique serait aussi appréciée.

**Compétences techniques :**

- Bonne maîtrise du Fortran ou autre langage structuré
- Connaissance d'outils d'analyse scientifique (e.g. Python, ncl, R, ...)
- Maîtrise des outils de gestion des codes sources (e.g. git)
- Maîtrise de l'environnement Unix
- Connaissance des outils manipulant les fichiers au format NetCDF (nco, cdo...)

**Savoir-faire :**

- Autonomie et sens de l'organisation
- Rigueur dans le développement et les analyses scientifiques
- Motivation et curiosité scientifique
- Anglais parlé et écrit niveau B2 minimum

**Savoir-être :**

- Bon relationnel et sens du travail en équipe
- Disponibilité et réactivité

⇒ **Informations relatives aux candidats**

**Niveau d'études/diplôme souhaité**Bac Bac + 2 Bac + 3 Master Doctorat **Niveau d'expérience minimum requis**Débutant Confirmé Expert **Niveau souhaité en anglais**

Aucun

Introductif

Intermédiaire

Seuil

Avancé

Autonome

Maîtrise

⇒ **Télétravail possible**

OUI  NON

Si oui, nombre de jour(s) potentiel(s) :

Jusqu'à 3 jours par semaine

⇒ **Management**

OUI  NON

English version

## Researcher in cloud-aerosol interactions on climate scales (F/M)

**SUBMIT YOUR APPLICATION BY CLICKING HERE**

*All applications must be submitted using this link to be considered*

---

### ⇒ Information about the job position

#### Direction/Recruiting service

Direction de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (DESR) / Centre National de Recherches Météorologiques (CNRM)

#### Location of the position (postal adress)

42 avenue Gaspard Coriolis 31057 Toulouse Cedex 1

#### Project concerned

PEPR TRACCS (TRAnsformer la modélisation du Climat pour les services ClimatiqueS)  
Projet Ciblé 10 LOCALISIN

#### Information related to the project

The recruitment is part of the TRACCS (Transforming Climate Modelling for Climate Services, <https://climeri-france.fr/pepr-traccs/>) research programme, which brings together the French climate modelling community. Its activities cover the fundamental understanding of climate change and its impacts, and extend to the development of prototype climate services co-constructed by stakeholders and climate modelling experts. The challenge is to accelerate the development of climate models to meet society's expectations in terms of climate action, particularly in the field of adaptation to climate change.

The programme is organised into 10 targeted projects and a governance project, and will be supplemented by projects in response to calls for tender. It has been allocated 51 million € over 10 years. It is co-piloted by CNRS and Météo-France, with 7 other academic partners. The activities of the governance projects and the targeted projects will be carried out mainly in the Paris region (laboratories of the Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL)), in Toulouse (CNRM and other entities of Météo-France, CERFACS) and in Grenoble (Institut des Géosciences de l'Environnement (IGE)).

The present position is part of the TRACCS-PC10-LOCALISING project, the aim of which is to explore and define how best to provide accurate and reliable local climate information in support of adaptation strategies. To achieve this, LOCALISING is developing fully coupled, multi-component models of local climate systems, aiming to represent the climate at kilometre and hour scales, and combining dynamic models and statistical approaches to characterise uncertainty at local scales. Several technical and scientific challenges will need to be overcome in order to achieve the project's ambitious objectives:

- (1) increasing the resolution of climate models and resolving the resulting bottlenecks,
- (2) develop models to represent new local processes and feedbacks at these high resolutions,
- (3) study the key physical, chemical and biogeochemical processes at the local scale for a better understanding of climate phenomena, in particular the extremes that are relevant to society,
- (4) take advantage of emerging machine learning techniques to quantify uncertainty at lower cost, by developing new statistical and hybrid downscaling techniques,
- (5) ensuring the consistency of climate information throughout the modelling chain, from global climate models to fine-scale climate data,
- (6) ensure the transportability of the methods developed throughout the world and support a wide range of users.

**Type of position (research engineer, researcher, PhD student,...)**

Researcher

**Requested contract starting date**

01 September 2024

**Duration of the contract**

3 years (extendable)

**Application deadline**

05 June 2024

**Email contacts for any further information**

pierre.nabat@meteo.fr ; marc.mallet@meteo.fr

**Salary range**

⇒ [Detailed information about the position](#)

**Direction/service description**

The DESR brings together the research entities of Météo-France (mainly CNRM, SAFIRE and LACy), the National School of Meteorology (ENM) and the shared administrative and IT support services (PGA).

The CNRM is a Joint Research Unit (UMR 3589, [www.umr-cnrm.fr](http://www.umr-cnrm.fr)) under the joint supervision of Météo-France and CNRS. The CNRM conducts research in the field of meteorology and climate, from the observation, understanding and modelling of processes to the development of weather forecasting and climate projection systems that can be transferred to Météo-France's operational services.

The person recruited will join the MOSCA (Modélisation du Système Climat régional, <http://www.umr-cnrm.fr/spip.php?article1035&lang=en>) team of the CNRM's Groupe de Modélisation Grande Echelle et Climat (GMGEC), whose aim is to improve knowledge of regional climates using a dedicated modelling approach.

## Job description

### Objectives

The person recruited will be responsible for developing and studying aerosol-cloud interactions on climate scales down to kilometre resolution. The interactions between aerosols and convective systems remain one of the main sources of uncertainty in our understanding of the indirect radiative effects on climate. These interactions between aerosols, radiation, atmospheric thermodynamic profiles, convective activity and clouds are highly complex, and high-resolution regional climate models that explicitly resolve convection represent very powerful tools for tackling these scientific questions on a climate scale.

The objective here is to determine how aerosols modify the vertical structure of relative humidity, heating, temperature, water content, vertical updrafts and CAPE (potential energy available for convection) in the troposphere. An important aspect will be to analyse whether convective clouds in polluted environments are more developed, with possible changes in their top height, temperature, cloud fraction and the amount and lifetime of precipitation.

### Activities

The work proposed in this position will consist of :

- Contributing to the development of the CNRM-AROME kilometre-scale climate model (Caillaud et al. 2021), particularly with regard to the explicit representation of aerosols (Nabat et al. 2020). This work will involve setting up and running climate simulations using the CNRM-AROME model on Météo-France supercomputers. These simulations will have to be evaluated and validated against various reference data sets (in-situ observations, ground measurements, satellite products, reanalyses, etc.).
- Improving the representation of aerosol-cloud interactions on climatic scales at kilometre resolution. In particular, the use of the LIMA two-moment microphysical scheme (Vié et al. 2016) should be tested, to be able to explicitly take into account the formation of condensation nuclei and cloud droplets from aerosol concentrations.
- Improving our understanding of aerosol-cloud-radiation interactions and their role in the regional climate system. In particular, the person recruited will have to analyse the effects of different types of aerosols on the microphysical and optical properties of clouds, as well as on various climatic parameters (precipitation, temperature, humidity, etc.) that play an important role in convective processes.
- Developing internal collaborations with other CNRM teams, in particular with the various users of the AROME model, and external collaborations with the LOCALISING project partners.
- Publishing research results in peer-reviewed journals and participate in specialist conferences, general assemblies and meetings of the LOCALISING project and the TRACCS programme.
- Keeping a scientific watch on developments in the field of climate modelling of aerosol-cloud interactions.

## Profile description

### General knowledge:

- The person recruited must have a PhD thesis in the field of climate science and/or atmospheric composition.
- Experience in numerical modelling is required. More specific experience in modelling aerosol-climate interactions and/or climate at kilometre scales would also be appreciated.

### Technical skills :

- Knowledge of Fortran or another structured language
- Knowledge of scientific analysis tools (e.g. Python, ncl, R, etc.)

- Familiarity with source code management tools (e.g. git)
- Familiarity with the Unix environment
- Knowledge of tools for handling files in NetCDF format (nco, cdo, etc.)

**Skills :**

- Autonomy and organisational skills
- Rigour in scientific development and analysis
- Motivation and scientific curiosity
- Spoken and written English at B2 level minimum

**People skills :**

- Good interpersonal skills and ability to work as part of a team
- Availability and responsiveness

⇒ **Information related to applicants**

**Required level of education/ Diploma**

A levels / BTEC National diploma

Two-year degree

Bachelor's degree

Master's degree

PhD

**Required level of experience**

Beginner

Advanced

Expert

**Required level in french**

Not required

Introductory

Intermediate

Middle

Advanced

Autonomous

Fluent

⇒ **Teleworking friendly**

YES  NO

If the answer is yes, how many days per week ?

Up to 3 days/week

⇒ **Management**

YES  NO