L'Université Savoie Mont Blanc recrute :

UNE OU UN CHERCHEUR POST-DOCTORANT
EN CONTRAT A DUREE DETERMINEE
A TEMPS PLEIN

DANS LE CADRE DU PROJET : AI4DHN
(Artificial Intelligence for District Heating Networks)

D'UNE DUREE D'UN AN RENOUVELABLE
DEMARRAGE SOUHAITE AU 02/05/2024

Référence emploi USMB : LOCIEAI4DHN

Affectation :

Laboratoire LOCIE (composante d'affectation : Polytech Annecy-Chambéry)
60 avenue du Lac Léman
Domaine scientifique de Savoie Technolac
73376 Le Bourget-du-Lac

Présentation de la structure :

(en français et anglais)

Le projet AI4DHN est un projet multidisciplinaire qui associe deux laboratoires de recherche de l'USMB, le LOCIE et le LISTIC, et le cabinet d'Ingénierie Manaslu Ing.

Le **Laboratoire proCédés énergIe bâtimEnt (LOCIE)** est une unité mixte de recherche (UMR 5271) CNRS - Université de Savoie Mont-Blanc (USMB), membre de l'Institut National de l'Energie Solaire (INES). Il compte 37 chercheurs et chercheurs associés dont 11 HDR et 1 CR CNRS, 7 personnels d'appui à la recherche ainsi que des doctorants, ingénieurs contractuels et post-doctorants. Ses activités de recherche sont orientées autour d'un axe unique à forts enjeux sociétaux : Energie et bâtiment durables, réparties sur 3 thèmes de recherche : Système Energétique et Procédés (STEP) ; Systèmes et bâtiment intégrés à la ville et au territoire (SITE) et bâtiment durable : structure et enveloppe (BASE). L'offre en question s'inscrit dans le thème SITE. Cette équipe développe des travaux sur l'étude et l'optimisation des performances de bâtiments ou parcs de bâtiments dans leur environnement dans une approche résolument globale, avec une activité forte sur les réseaux urbains d'énergie permettent de mutualiser massivement des gisements locaux d'ENR&R (ENergies Renouvelables et de Récupération), en s'appuyant sur le foisonnement des ressources et des besoins sur un territoire.

Le **laboratoire LISTIC (Laboratoire d'Informatique, Systèmes, Traitement de l'Information et de la Connaissance)** est une unité de recherche (UR) de l'Université Savoie Mont Blanc (USMB). Il compte 43 enseignants-chercheurs et chercheurs associés dont 17 HDR, des collaborateurs bénévoles, des personnels d'appui à la recherche ainsi que des doctorants, ingénieurs contractuels et post-doctorants. Ses activités de recherche se concentre sur l'apprentissage automatique, la fusion d'information ainsi que sur les réseaux et les systèmes (sections CNU 27 et 61). Plus spécifiquement, ses activités portent sur la modélisation, la spécification et le développement de théories, d'algorithmes et de systèmes, notamment dans les domaines de l'observation de la Terre et du comportement humain. Les membres du LISTIC ont une solide expertise dans l'apprentissage automatique, en général et l'apprentissage fédéré, en particulier ainsi que l'explicabilité pour analyser les éléments pris en compte par le système d'intelligence artificielle pour la production d'un résultat.

Le **cabinet d'Ingénierie MANASLU Ing.,** est une société pionnière dans la création et l'exploitation de solutions innovantes pour garantir la performance énergétique des bâtiments en exploitation. À partir d'une méthodologie et d'une démarche issues des laboratoires de R&D du CEA/INES, MANASLU Ing. a développé des solutions méthodologiques de pilotage par la qualité (Commissioning), mais aussi numériques avec des solutions logicielles uniques et innovantes consolidés par le monitoring énergétique de bâtiments. Composée d'une dizaine de

personnes, MANASLU Ing. assiste les Maitres d'Ouvrages afin de mieux cerner les enjeux liés à la performance énergétique des bâtiments en exploitation, en les guidant pour prendre les bonnes décisions, dans le cadre de projets concrets aux ambitions environnementales affirmées.

The **LOCIE (LabOratoire proCédés energIe bâtimEnt)** is a joint research unit UMR 5271 CNRS - Université Savoie Mont Blanc. It is also an upstream research laboratory of the French National Solar Energy Institute (INES). It federates its activities around a single axis with strong societal stakes "Sustainable energy and building" and is divided into 3 themes: BASE - Durable BAti: Structure and Envelope, STEP - Energy Systems and Processes and SITE - Systems and Buildings Integrated in the Cities and the Territories.

The **Computer Science, Systems, Information and Knowledge Processing Laboratory (LISTIC)** is a research unit (UR) of the Savoie Mont Blanc University (USMB). Its scientific project focuses on machine learning and information fusion as well as networks and systems.

MANASLU Ing. is a pioneering engineering company that creates and operates innovative solutions to guarantee the energy performance of buildings in operation. Based on a methodology and approach developed by the CEA/INES R&D laboratories, MANASLU Ing. has developed methodological solutions for quality control (commissioning), as well as digital solutions with unique and innovative software consolidated by the energy monitoring of buildings. With a staff of around ten, MANASLU Ing. assists project owners to better understand the challenges associated with the energy performance of buildings in operation, guiding them to make the right decisions as part of concrete projects with strong environmental ambitions.

Description du projet et activités de recherche associées :

(en français et anglais)

Les **réseaux de chaleur urbains** permettent de mobiliser d'importants gisements d'énergie renouvelable difficiles d'accès ou d'exploitation en zones urbaines, constituant ainsi une réponse clef aux objectifs de transition énergétique visant notamment à réduire les émissions de gaz à effet de serre [ADEME,2020]. Toutefois, ces réseaux présentent des difficultés récurrentes en termes de régulation pour atteindre concrètement les taux d'énergies renouvelables et de récupération visés [Vandermeulen,2018]. Ainsi, les exploitants sont souvent contraints de surexploiter les combustibles fossiles pour satisfaire les pointes de demandes en périodes de relance, et appliquent des solutions de régulation ne permettant pas d'optimiser les systèmes de production ni de réduire les pertes thermiques du réseau [Guelpa,2023]. Une réponse à cette problématique peut être apportée par les **techniques d'apprentissage profond** afin de permettre la mise en œuvre de stratégies de pilotage avancées spécifiques à chaque sous-station.

Dans ce projet, les apports des techniques d'apprentissage profond pour répondre à l'objectif d'amélioration des stratégies de pilotage des réseaux de chaleur seront évalués à partir d'un cas d'étude représentatif et des données collectées par monitoring. Une modélisation thermo-hydraulique du réseau de chaleur sera mise en œuvre afin de pouvoir évaluer les indicateurs de performance retenus dans l'étude. L'outil de modélisation énergétique devra permettre la simulation des unités de production, le transport du front de chaleur par advection dans le circuit de distribution, et le fonctionnement des équipements techniques en sous-stations. L'identification des variables de pilotage (régimes de température et puissance des unités de production, débits en sous-stations) et l'évaluation des indicateurs de performance retenus permettront alors la mise en œuvre des différentes stratégies de pilotage innovantes envisagées, qui se déclinent comme suit :

- Stratégies de pilotage améliorées, par la mise en œuvre d'équipements techniques supplémentaires en sous-stations (issues de l'expertise humaine),
- Stratégies de pilotage avancées, assistées par les techniques d'apprentissage profond (apprentissage fédéré et par renforcement).

Un travail d'explicabilité des modèles d'intelligence artificielle sera également réalisé afin d'identifier les bénéfices respectifs des stratégies de pilotage implémentées.

District heating networks (DHN) make it possible to mobilise large pools of renewable energy that are difficult to access or exploit in urban areas. DHN are therefore a key response to the energy transition objectives, which aim in particular to reduce greenhouse gas emissions [ADEME, 2020]. However, those networks present recurring difficulties in terms of regulation to achieve the target levels of renewable and recovered energy [Vandermeulen,2018]. Operators are often forced to overuse fossil fuels to meet peak demand during recovery periods, and apply regulation solutions that do not optimise production systems or reduce thermal losses in the

network [Guelpa,2023]. **Deep learning techniques** can provide an answer to this problem, enabling the implementation of advanced control strategies specific to each substation.

In this project, the contribution of deep learning techniques to meeting the objective of improving heat network management strategies will be assessed on the basis of a representative case study and data collected by monitoring. Thermo-hydraulic modelling of the heating network will be implemented in order to assess the performance indicators used in the study. The energy modelling tool will be used to simulate the production units, the transport of the heat front by advection in the distribution circuit, and the operation of the technical equipment in the substations. The identification of the control variables (temperature and power regimes of the production units, flow rates in the substations) and the evaluation of the performance indicators selected will then make it possible to implement the various innovative control strategies envisaged, which can be categorized as follows:

- Improved control strategies, by implementing additional technical equipment in substations (based on human expertise),
- Advanced control strategies, assisted by deep learning techniques (federated and reinforcement learning).

Work will also be carried out to explain the artificial intelligence models in order to identify the respective benefits of the control strategies implemented.

Missions et activités du poste :

(en français et anglais)

Les activités du post-doctorat se dérouleront en 6 temps :

- Réalisation d'un outil de **modélisation thermo-hydraulique** (sous Matlab ou Python) du réseau de chaleur urbain, alimenté par la base de données expérimentales.
- **Identification d'indicateurs de performances multicritères** (énergétique et environnemental) quantifiables, dédiés à la prise de décision pour le pilotage optimal des réseaux de chaleur (systèmes complexes de grande dimension constitués de multiples unités distribuées présentant de fortes spécificités) ;
- Mise en place d'une **méthodologie d'apprentissage profond** visant à pallier aux spécificités des réseaux de chaleur (diversité technique et topologique des sous-stations, phénomènes physiques ayant des temps caractéristiques différents, intégrant les incertitudes liées aux comportements des utilisateurs sur la demande, etc.) ;
- Définition et mise en œuvre de **stratégies de pilotage avancées**, réactives et anticipatives, des systèmes énergétiques complexes (réseaux de chaleur constitués d'unités de consommation distribuées, reliées à une unité de production centralisée) ;
- Quantification de **l'apport de l'apprentissage fédéré** en réponse aux spécificités des sous-stations (variabilité des profils de demandes, incertitudes stochastiques, topologie du réseau) ;
- **Explicabilité des stratégies de pilotage issues de l'apprentissage profond**, pour alimenter la compréhension physique des comportements spécifiques à chaque sous-station.

The activities of the post-doctorate study will be split in 6 main tasks:

- Development of a **thermal-hydraulic modelling tool** (using Matlab or Python) for the district heating network, fed by the experimental database.
- **Identification of quantifiable multi-criteria performance indicators** (energy and environmental), dedicated to decision-making for the optimal management of heating networks (large-scale complex systems made up of multiple distributed units with highly specific characteristics);
- Implementation of a **deep learning methodology** designed to overcome the specific features of heating networks (technical and topological diversity of substations, physical phenomena with different characteristic times, integrating uncertainties linked to user behaviour on demand, etc.);
- Definition and implementation of **advanced control strategies**, reactive and anticipatory, for complex energy systems (heating networks made up of distributed consumption units linked to a centralised production unit);
- Quantification of the **contribution of federated learning** in response to the specific characteristics of substations (variability of demand profiles, stochastic uncertainties, network topology);
- **Explicability of the control strategies derived from deep learning**, to feed into the physical understanding of the specific behaviours of each substation.

Conditions d'exercice :

(en français et anglais)

Le candidat ou la candidate sera affecté.e au laboratoire LOCIE de l'USMB (Bourget-du-Lac). Des missions régulières et des réunions en distanciel seront prévues régulièrement entre les acteurs du projet pour garantir le succès de ce projet collaboratif.

The candidate will be assigned to the USMB laboratory LOCIE (Bourget-du-Lac). Regular missions and remote meetings will be planned regularly between project stakeholders to guarantee the success of this collaborative project.

Spécificités liées au poste, le cas échéant :

(en français et anglais)

Compétences attendues :

(en français et anglais)

Le candidat ou la candidate devra présenter un profil permettant de répondre aux attentes de ce projet interdisciplinaire, suivant l'une ou l'autre des options suivantes :

- Docteur en énergétique avec une appétence forte sur les outils numériques
- Docteur en sciences informatiques, avec un intérêt marqué sur les problématiques énergétiques

Le candidat ou la candidate devra disposer d'une aisance et d'une appétence dans la programmation informatique ainsi qu'un intérêt sur les problématiques énergétiques. Le candidat ou la candidate devra ainsi posséder des compétences fortes en apprentissage automatique (IA) appliqués aux modèles physiques, en particulier sur les réseaux de neurones profonds et en apprentissage décentralisé ; et/ou des compétences fortes en thermodynamique, thermique et mécanique des fluides (hydraulique) avec une expérience significative en programmation numérique.

En complément, le candidat ou la candidate devra présenter des compétences particulièrement fortes pour la communication, tant interne au projet en réponse aux enjeux pédagogiques de l'interdisciplinarité, que pour les missions de valorisation scientifique (français et anglais).

The applicant must meet the expectations of this interdisciplinary project, following one of the following options:
- PhD in Energy field, with a strong interest in digital tools
- PhD in Computer Science, with a strong interest in energy issues.

The candidate must be comfortable with and have an appetite for computer programming, as well as an interest in energy issues. The candidate must have strong skills in machine learning applied to physical models, especially in deep learning and distributed learning; and/or strong skills in thermodynamics, heat transfer and fluid mechanics (hydraulics) with a significant experience in numerical programming.

In addition, the candidate should have particularly strong communication skills, both within the project in response to the educational challenges of interdisciplinarity, and for scientific promotion missions (French and English languages).

Conditions de recrutement :

Le recrutement est ouvert :

- aux personnes titulaires d'un doctorat délivré par une université française, ou d'un diplôme reconnu équivalent par l'université, notamment un doctorat ou PhD délivré par une université étrangère.

Pièces à fournir pour la candidature :

- lettre de motivation,
- curriculum vitae détaillé,
- copie(s) du ou des diplômes,
- rapport de soutenance de thèse,
- annexe complétée sur l'état des services antérieurs.

Durée du contrat :

- Contrat de niveau A à durée déterminée d'une durée d'un an renouvelable à temps plein.
- Les deux premiers mois du contrat seront considérés comme période d'essai.

Rémunération :

Rémunération brute mensuelle en référence à la grille de rémunération des maîtres de conférences de classe normale au 1er janvier 2024 : pour le temps plein proposé à partir de 2 638,61 euros (en référence à l'échelon 2) et jusqu'à 3 189,96 euros (en référence à l'échelon 4) - fourchette de rémunération proposée pour tenir compte de l'expérience professionnelle.

Renseignements relatifs à la fonction et aux missions du poste :

M. Julien RAMOUSSE
julien.ramousse@univ-smb.fr
+33 (0)4.79.75.88.20
https://www.univ-smb.fr/locie/

Mme Faiza LOUKIL
faiza.loukil@univ-smb.fr
+33 (0)4.50.09.65.85
https://www.univ-smb.fr/listic/

Renseignements administratifs :

Mme Violette DEAN / Mme Ingrid CHAROFF
recrutement-postdoctorant.rh@univ-smb.fr
04.79.75.84.99 / 04.79.75.83.15

Le dossier de candidature devra être envoyé exclusivement par courriel à l'adresse électronique suivante :

job-ref-8cnnaekghd@emploi.beetween.com

Les pièces du dossier devront être contenues dans un fichier PDF unique.
Le fichier ne devra pas excéder 10 Mo. Ce dernier sera nommé selon le format suivant : LOCIEAI4DHN_NOM_PRENOM.pdf.
Le candidat recevra en retour un courriel de confirmation de dépôt.

Réception des candidatures jusqu'au vendredi 29/03/2024 - 12h00.

Aucune candidature par courrier ne sera recevable.

ANNEXE : ETAT DES SERVICES ANTERIEURS

Le présent état devra être établi sur la période de référence du 1er mai 2018 au 1er mai 2024.

Nom et adresse Employeur	Date début et fin contrat	Quotité travaillée	Mission effectuée