



Mardi 17 et mercredi 18 février 2026

Résumés

Accessibilité des présentations :

- Accessible aux néophytes
- Accessible avec des connaissances de base

Session 1-1 - Activités IA en cours à Météo-France et ailleurs

- Activités du Lab IA

Lab IA

Activités en cours au Lab IA : Prévision de composition atmosphérique, Descente d'échelle de modèle de vague, Rédaction de bulletins marine, Formations en IA, Prochain appel à sujet du Lab.

- Vers un émulateur AROME-IA

GMAP/PREV

De nombreux centres météorologiques européens développent actuellement des modèles statistiques basés sur les réseaux de neurones de grande échelle pour la prévision du temps à l'échelle régionale. Dans ce contexte, nous présentons un réseau de neurones de type GraphTransformer destiné à émuler le modèle AROME sur les échéances J1-J2. Ce modèle, développé grâce au cadre logiciel Anemoi, est entraîné sur les données d'analyse opérationnelle AROME (jeu de données Titan). Il émule une partie des champs de sortie du modèle de PNT, et permet des premières comparaisons, d'abord en termes de scores mais aussi en termes de réalisme physique et d'études de situations. Nous présenterons une comparaison entre les performances de ce modèle et celles d'Arome. La capacité de l'émulateur à simuler avec réalisme certaines situations à enjeu sera également discutée. Nous discutons enfin des biais potentiels de ce modèle, des perspectives d'amélioration en termes de sources de données et d'architectures, et des coûts d'infrastructure associés.

Session 1-2 - Activités IA en cours à Météo-France et ailleurs

- Activités en lien avec l'IA à la DirOP

Matthieu Plu, Thibaut Montmerle, Michaël Zamo

La Direction des Opérations de Météo-France utilise l'IA pour une partie de sa production. Nous présenterons certaines de ces productions, notamment le projet PI-IA visant à fournir des prévisions immédiates basées sur des modèles d'intelligence artificielle.

- Activités au Cefacs

Luciano Drozda (Cefacs)

Le CERFACS est un centre privé de recherche, de développement, de transfert et de formation en modélisation, simulation et calcul haute performance. À l'ère de l'IA, le CERFACS cherche à intégrer des modèles d'IA au sein des simulations numériques, ainsi qu'à exploiter les données scientifiques pour proposer des modèles plus précis et performants. Cette présentation vise à diffuser les activités du CERFACS en IA pour la Science, ainsi que sa stratégie et sa vision pour le domaine.

- Activités au CEPMMT

Matthew Chantry (CEPMMT)

A venir

Session 2 - L'IA chez les prévisionnistes et pour les usagers

- Prévision météorologique, expertisée ou automatisée, avec l'arrivée de l'IA: "Y A urgence?"

Fabrice Guillemot (PG)

(à venir)

- Synthèse par scénarios de pluies des prévisions AROME

Arnaud Mounier

Depuis plusieurs années, un travail est engagé pour synthétiser les données des prévisions AROME, AROME-IFS et PE-AROME sous forme de scénarios de pluies (RR3). Cette synthèse s'appuie en particulier sur un autoencodeur (un réseau de neurones utilisé pour compresser de la donnée). Cette présentation décrira les dernières avancées issues d'un travail collaboratif avec plusieurs prévisionnistes de Météo-France. La présentation se focalisera principalement sur le produit final après quelques slides pour décrire la méthode utilisée.

- Scénarios de prévision d'ensemble adaptés à un besoin usager

Roubelat Flore, Joly Bruno, Mounier Arnaud, Raynaud Laure

Cette présentation portera sur l'avancée de mes travaux de thèse. L'objectif est de valoriser la PE-AROME en scénarios pour des usagers extérieurs à Météo-France. La méthode choisie consiste à obtenir des scénarios de PE en assignant les membres de l'ensemble à des classes climatologiques. Ces classes sont définies après l'application d'une méthode de classification à une base de données météorologiques. Étant donné la grande dimension de cette base de données et les difficultés de classification associées, la base de données est au préalable réduite en la projetant sur l'espace latent d'un autoencodeur. Afin d'adapter les scénarios obtenus à l'usager, l'autoencodeur a été modifié pour prendre en compte une variable usager. Pour cela, une couche dense estimant la variable usager a été ajoutée dans la partie décodeur de l'architecture. Tout ce travail est mené en collaboration avec la Compagnie Nationale du Rhône (CNR) sur un cas d'étude : l'énergie éolienne.

Session 3-1 – Applications de l'IA

- Classification de régimes de temps des extrêmes de pluie en Outre-mer avec des cartes auto-organisatrices

Erwan Cornillault

Outre les cyclones, diverses situations génèrent des événements de pluie extrême (EPEs), impactant fréquemment les territoires Outre-mer français tropicaux (OMs). En moyenne, les EPEs (définis à partir des pluviomètres de Météo-France) surviennent dans des environnements favorables de grande échelle, pilotés par la variabilité intrasaisonnière, notamment les ondes équatoriales.

Pour dépasser cette vision moyenne, les régimes de temps associés aux EPEs ont été identifiés par un algorithme commun à tous les OMs, combinant cartes auto-organisatrices (SOM) et k-means, et appliqué aux champs de vent et d'eau précipitable, notamment leurs composantes filtrées pour les ondes équatoriales. Entre 4 et 8 régimes sont identifiés suivant l'OM. Une méthode de prévision par analogue fondée sur ces régimes améliore la prévisibilité potentielle des EPEs, grâce à l'utilisation des régimes et leur définition par des SOMs. Des fenêtres temporelles avec une probabilité accrue d'EPEs sont définissables, offrant la possibilité de prévoir les EPEs à longue échéance.

- Application des réseaux de neurones convolutifs pour émuler un modèle le transfert radiatif dans la neige

Adrien Torrent

Cette présentation portera sur l'émulation d'un modèle de transfert radiatif dans la neige par des méthodes de deep learning. Inclus dans le modèle de neige CROCUS, TARTES est le schéma optique de référence pour le calcul de l'albédo et des profils d'absorption d'énergie dans le manteau neigeux. Il est toutefois actuellement trop coûteux pour être appliqué à grande échelle. Reproduire son comportement grâce à des méthodes de deep learning, et développer un modèle de neige hybride combinant paramétrisation physique et IA, offre une opportunité de réduire significativement le coût de calcul. La description du manteau neigeux par couches permet de s'inspirer des méthodes de traitement d'image, et d'appliquer des modèles de CNN. La présentation inclura le détail de la méthodologie suivie, depuis le traitement des 30 années de données aux résultats obtenus, ainsi qu'une explication claire et accessible du modèle utilisé.

Session 3-2 – Applications de l'IA

- Retrieving Cloud Top Properties from EarthCARE Satellite Data Using Machine Learning Approach

Jui Le LOH, Emmanuel FONTAINE, Tony LE BASTARD, Gaëlle KERDRAON

Cloud top phase retrieval from geostationary satellites is critical for nowcasting, cloud microphysics, and data assimilation. This study proposes a machine learning approach to retrieve liquid and ice phases using EarthCARE's Cloud Profiling Radar (CPR) data (June–July 2025) and six geostationary satellites (MTG-I1, MSG2, MSG3, Himawari-9, GOES-18, and GOES-19). Traditionally, visible (VIS: 0.6, 1.6 µm) and infrared (IR: 8.7, 10.8 µm) channels are used for cloud microphysics retrieval. However, this work focuses solely on IR channels to ensure consistent day-and-night product availability. By training machine learning models on IR data from these satellites, we accurately classify liquid and ice phases. Results demonstrate high performance, with probability of detection (POD) > 95% and false alarm ratio (FAR) < 20%, outperforming NWCSAF benchmarks (POD > 31%, FAR < 40%). This approach simplifies cloud phase retrieval, making advanced satellite analysis accessible for broader applications in weather and climate studies.

- Amélioration d'une paramétrisation IA de la convection profonde dans un modèle de climat et tests en climat présent et futur.

Hugo Germain, Blanka Balogh, Olivier Geoffroy, David Saint-Martin

Dans cette étude, nous améliorons une paramétrisation IA de la convection profonde dans le modèle de climat ARP-GEM. Afin de tenir compte de la nature sporadique de la convection, une paramétrisation IA incluant un mécanisme de déclenchement capable de détecter si la convection profonde est active ou non dans une colonne atmosphérique est choisie. Cette nouvelle paramétrisation IA surpassé la paramétrisation IA existante dans le climat actuel lorsqu'elle remplace le schéma original d'ARP-GEM. Cette paramétrisation IA est ensuite évaluée en ligne dans un climat plus chaud. L'utilisation de l'humidité relative au lieu de l'humidité totale spécifique comme entrée pour le réseau de neurones (entraîné avec les données du climat présent) améliore les performances et la généralisation dans un climat plus chaud. Enfin, l'entraînement de la paramétrisation IA avec des données d'un climat plus chaud donne des résultats similaires lorsqu'elle est utilisée dans des simulations en climats présent ou futur.

- **Nudging Spectral d'AIFS dans ARPEGE**

Vincent Chabot

Dans cette présentation nous reviendrons sur l'impact du nudging spectral entre ARPEGE et AIFS.

Session 4 – Descente d'échelle

- **Descente d'échelle statistique pour la météorologie urbaine à l'échelle hectométrique**

Julia Garcia Cristobal

Les techniques de downscaling statistique sont des méthodes de ML permettant l'estimation d'un champ à haute résolution à partir de champs à plus faible résolution. Grâce à des simulations Meso-NH et des simulations à grande échelle couvrant la région Île-de France, une descente d'échelle statistique a été effectuée afin d'obtenir un champ de température à une résolution de 300m. Le modèle est capable de représenter les hétérogénéités de température à petite échelle sur le domaine ciblé, ainsi que le cycle diurne. Le modèle statistique est notamment capable de faire la différence entre les conditions nocturnes et diurnes et de reproduire l'effet d'îlot de chaleur urbain. Différentes paramétrisations du modèle, telles que la fonction de perte utilisée, les prédicteurs ou la résolution d'entrée, ont été testées et permettent de mettre en évidence les principales caractéristiques ayant un impact sur les résultats du modèle de downscaling.

- **Descente d'échelle ensembliste pour la prévision météo régionale**

Elliott Lumet, Joffrey Dumont-le-Brazidec, Benjamin Devillers, David Salas-y-Melia, Laure Raynaud

Les modèles de prévision numérique du temps restent aujourd'hui limités par les ressources informatiques, qui contraignent notamment leur résolution horizontale. Une alternative prometteuse à l'augmentation explicite de la résolution est la descente d'échelle statistique, qui consiste à apprendre la relation entre prévisions à grande et à fine échelle. Cette tâche, analogue à celle de la super-résolution, peut tirer parti des récents progrès de l'IA pour la génération d'images. Dans cette étude, un modèle d'IA générative par diffusion est développé pour émuler les prévisions du modèle régional Arome ($0,025^\circ$) à partir de celles du modèle global Arpège ($0,1^\circ$). L'approche par diffusion fournit une représentation probabiliste des situations météorologiques. Elle offre ainsi une alternative aux modèles d'IA déterministes, souvent sujets au floutage des structures fines, tout en fournissant des ensembles de prévisions indispensables à la quantification des incertitudes dans ce nouveau paradigme de prévision météorologique par IA.

- **Improving the Robustness of Empirical Downscaling Algorithms to Extreme Events and Climate Change**

Tom Beucler (Unil)

Recent progress in computer vision has accelerated the development of empirical downscaling, which uses data-driven models to improve the spatiotemporal resolution of climate variables such as wind gusts and precipitation. Machine learning (ML)-based downscaling algorithms, which learn from data how to best generate high-resolution images from their low-resolution version, are gaining traction because of their improved accuracy and low computational cost once trained. However, they are rarely designed to perform well on extremes, and their robustness is usually only tested in the present climate, where training data are available. These limitations hinder the adoption of modern ML to better constrain uncertainties in the forecasting of local extremes and in the high-resolution projections of climate change. In this presentation, we showcase two strategies that combine ML with extreme value theory to improve the prediction of extreme events across timescales. First, we post-process neural weather models to forecast hourly wind gusts from convective events over Switzerland up to three days in advance. Convolutional neural networks targeting the parameters of a generalized extreme value (GEV) distribution—conditioned on the 0.25° atmospheric environments forecasted by global neural weather models—outperform direct forecasting approaches across lead times and gust intensities. Second, we apply similar strategies to downscale hourly precipitation extremes. In a perfect-model setup, vector generalized additive models super-resolve the precipitation's GEV distribution to kilometer-scale resolution by learning interpretable mappings via splines whose robustness under a pseudo-global warming scenario is investigated. Our encouraging results highlight the under-explored potential of combining ML to improve the realism of empirical downscaling with extreme value theory to ensure statistically consistent behavior in the tails, even for unseen climate conditions.

Session 3-3 – Applications de l'IA

- Estimation des précipitations à partir des satellites par apprentissage profond : avancées récentes et perspectives

Cécile Mallet, Nicolas Viltard (INRIA)

Cette présentation portera sur des travaux récents relatifs à l'estimation des précipitations par apprentissage profond à partir de données satellitaires, menés au LATMOS dans le domaine micro-onde puis étendu récemment aux observations infrarouges.

Les architectures U-net traitent les températures de brillance micro-ondes comme des images multi-canaux, exploitant l'information spatiale contextuelle. L'entraînement sur les données co-localisées GMI/DPR du satellite GPM a permis de développer l'algorithme DRAIN, atteignant des performances comparables voire supérieures aux algorithmes opérationnels classiques à partir de 4 canaux seulement en entrée. L'utilisation de fonctions de perte basées sur les quantiles génère des estimations probabilistes offrant une quantification de l'incertitude, bien que leur validation demeure un défi méthodologique.

DRAIN a été appliqué aux archives GPM (2014-2025) constituant une tendance sur 11 ans des intensités de pluie. On observe une diminution significative au sens de Mann-Kendall de celles-ci, résultat qui va à l'encontre de l'attendu dans le cadre d'une accélération du cycle de l'eau. Cela pose de nombreuses questions mais en particulier, cet effet est-il effectivement lié au changement climatique ou peut-il provenir d'un effet méthodologique au travers de la modification de la fonction de transfert ?

L'utilisation d'un seul satellite limite toutefois l'analyse à cause du sous-échantillonnage temporel. Deux axes complémentaires vont devoir être explorés pour pallier cette limitation.

Premièrement, l'adaptation de DRAIN à l'ensemble de la constellation GPM nécessite de résoudre le problème de généralisation entre instruments. Des solutions d'adaptation de domaine non supervisée basées sur CycleGAN ont été développées avec des performances encourageantes, mais l'apprentissage adversarial reste instable. Les modèles de diffusion constituent une alternative prometteuse actuellement évaluée.

Deuxièmement, l'exploitation des radiomètres IR sur géostationnaires permet un suivi continu à haute fréquence. Les comparaisons systématiques révèlent un compromis fondamental : les modèles déterministes excellent en précision moyenne mais sous-estiment les extrêmes, tandis que les modèles génératifs (GAN conditionnels, modèles de diffusion) reproduisent mieux la distribution complète des précipitations et les structures spatiales des événements intenses. Ces avancées ouvrent la voie à une exploitation synergique des différents capteurs satellitaires pour une caractérisation globale et continue des précipitations.

- Hail-sizing using C-band radars and convolutional neural networks: challenges associated with its implementation and transfer learning.

Hernan Bechis, Clotilde Augros

Dual-polarization weather radars are the most effective tool for remotely detecting hail within thunderstorms. However, while hail detection using polarimetric data is relatively straightforward, determining hail size remains challenging and algorithms designed to detect severe hail often produce a high rate of false alarms. In this work, we use polarimetric radar variables from the French radar network and a convolutional neural network developed by Forcadell et al., 2024 to estimate hail size. The challenges associated with applying this methodology in the region for which it has been developed, as well as its application to a new dataset from Argentina (i.e. transfer learning) are presented in this work.

- Régression Symbolique par Modèles de Langage pour l'Amélioration de Modèles Environnementaux

Dennis Wilson (ISAE-SupAéro)

Des travaux récents comme AlphaEvolve ont démontré que le code informatique peut être automatiquement amélioré par des algorithmes évolutionnaires, conduisant à des avancées en ingénierie et mathématiques. Cette présentation illustrera l'application de ces méthodes à des problèmes en sciences côtières et climatiques. Nous discuterons ensuite comment ces approches pourraient être déployées à l'échelle des modèles climatiques et météorologiques. Nous explorerons les relations entre ces méthodes et l'apprentissage automatique, ainsi que leurs possibilités de combinaison. Cette présentation portera sur les travaux récents de Dennis Wilson, Professeur à l'ISAE-Supaero.

Session 5 – Code

- Usages d'outils à base de LLMs pour l'assistance au développement de codes scientifiques

Antoine Dauptain (CERFACS)

L'arrivée massive d'une nouvelle génération de développeurs formés à l'ère de l'IA générative bouleverse les pratiques de développement dans la communauté HPC, déjà confrontée à une évolution rapide du matériel et à une forte rotation des compétences. Comment aider efficacement les développeurs à transformer, comprendre et maintenir des codes scientifiques complexes, tout en préservant performance et soutenabilité ? Nous proposerons un panorama des usages concrets de l'IA générative pour le développement HPC : complétion et refactorisation locale, génération top-down de mini-applications, exploration automatisée de larges bases de code, assistance à la compilation et création de tests unitaires pour sécuriser les transformations. L'exposé présentera des pistes pour réduire le coût énergétique et matériel de ces outils : modèles plus petits, workflows structurés, résultats mis en cache. Enfin, nous parlerons de la soutenabilité de la communauté HPC et décrirons les efforts en cours au Cefacs pour construire des assistants adaptés aux besoins.

- MFAI : une librairie Python pour l'IA et la météo, description & démonstration

LabIA

Description de la librairie MFAI : boite à outils IA pour la météo (réseaux de neurones, loss, modules lightning, NamedTensors, métriques). Démonstration en live de l'usage pour des projets du Lab IA.