

Données météo-climatiques et IA : exemples d'utilisation et partage

Assises Nationales des données de la recherche,
2 décembre 2025

Hervé Roquet, Météo-France

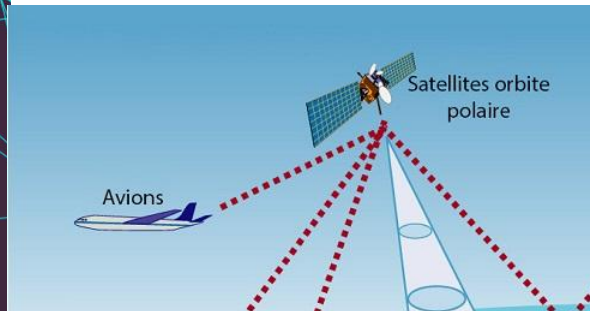


Les données de Météo-France

Météo-France diffuse un très grand volume de données publiques à ses utilisateurs (dont plus de 13 To par jour via son portail d'APIs) :

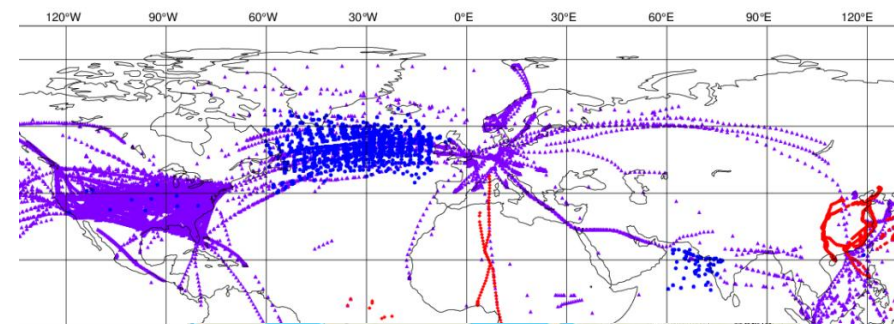
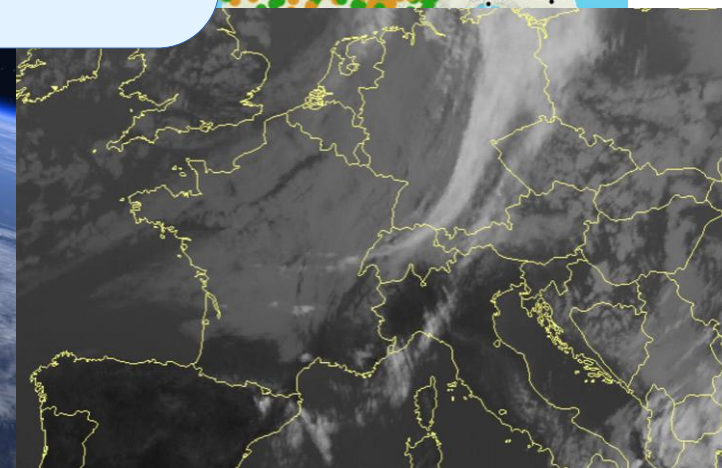
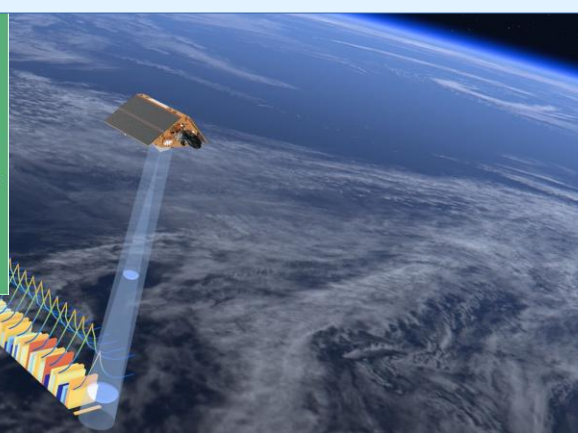
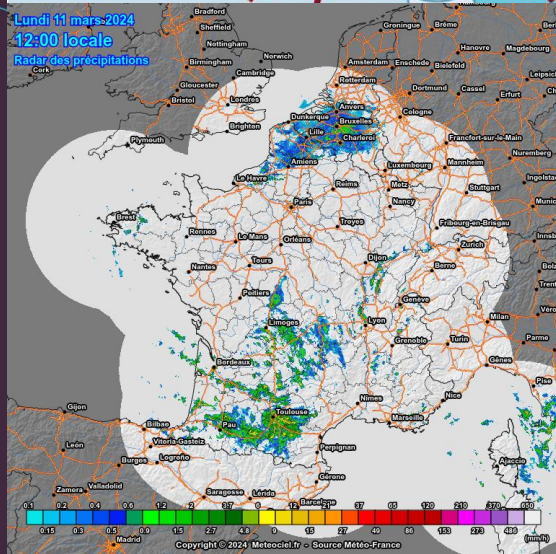
- **ses données d'observation** (stations sol, radars de précipitation) afin que chacun puisse disposer en temps réel des observations les plus récentes ;
- **ses données de prévision**, en permettant l'accès en temps réel aux résultats des dernières prévisions de ses modèles de prévision numérique jusqu'à 4 jours d'échéance ;
- **ses données climatologiques**, séries de données d'observations passées s'étendant sur plusieurs décennies, et permettant de disposer de la « mémoire du climat » et de constater les effets déjà observés du changement climatique ;
- **ses données de prévision du climat futur** (projections climatiques) jusqu'à la fin du siècle, au niveau global et au niveau local, et permettant aux décideurs (ministères, collectivités, entreprises) de mieux comprendre à quel climat ils seront confrontés et d'anticiper les effets du changement climatique.

➤ Les données d'observation



Satellites géostationnaires

- - Des *données hétérogènes*, dans l'espace, le temps, et en qualité
- - Des formats de données variés (BUFR, HDF5, ASCII, CSV, ...)
- ~ 30 millions d'observations utilisées chaque jour pour la prévision

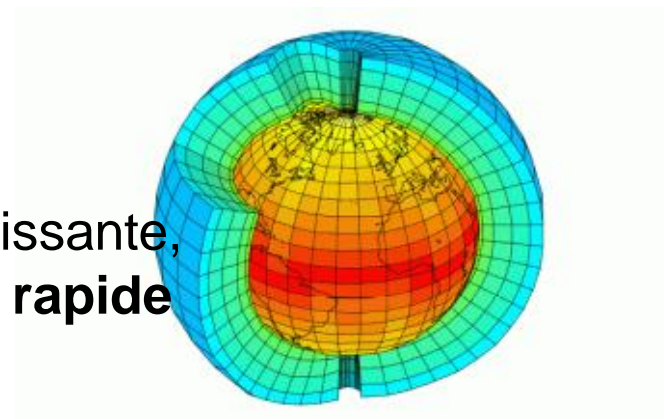




➤ Les données de prévision

- Données numériques sur grille régulière
- Formats GRIB (GRIdded Binary) ou NetCDF (Network Common Data Form, stockage de données scientifiques multidimensionnelles)
- Un nouveau format pour l'IA : Zarr
- Besoin d'outils/librairies spécifiques pour les décoder

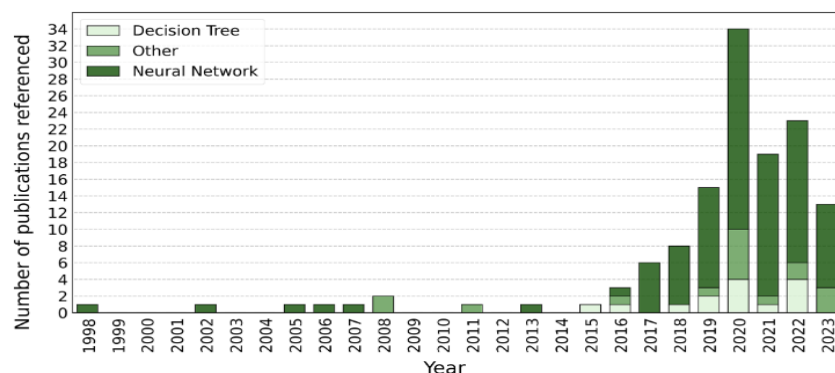
- ## ➤ Les données météo/climat ont une importance grandissante, en particulier **dans un contexte de développement rapide de l'IA**



2019-2024 : Essor de l'IA en environnement

- **L'IA : un outil bien connu des sciences environnementales (ES)**

- Utilisé depuis plusieurs décennies
- Forte accélération depuis ~ 5 ans, en particulier des approches de 'deep learning'



(From O. de Burgh-Day and Leeuwenburg, 2023)

- **ES : une application naturelle de l'IA ?**

- Des grandes archives de données, structurées et contrôlées, en accès libre
- Des tâches pour lesquelles l'IA est performante : prévision, traitement de données (détection de structures, reconstruction d'image, ...), etc

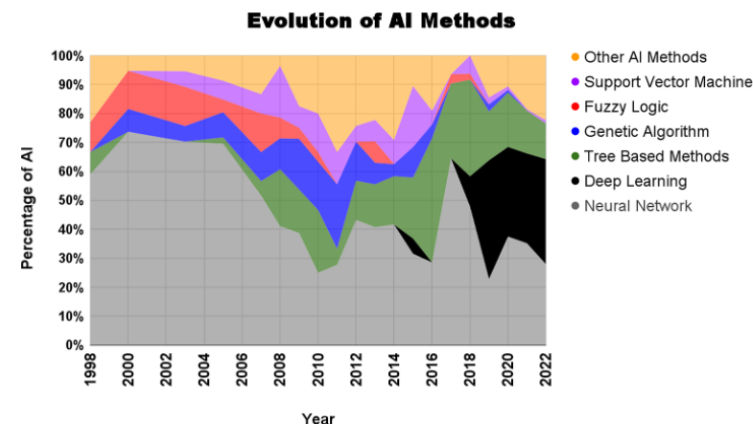
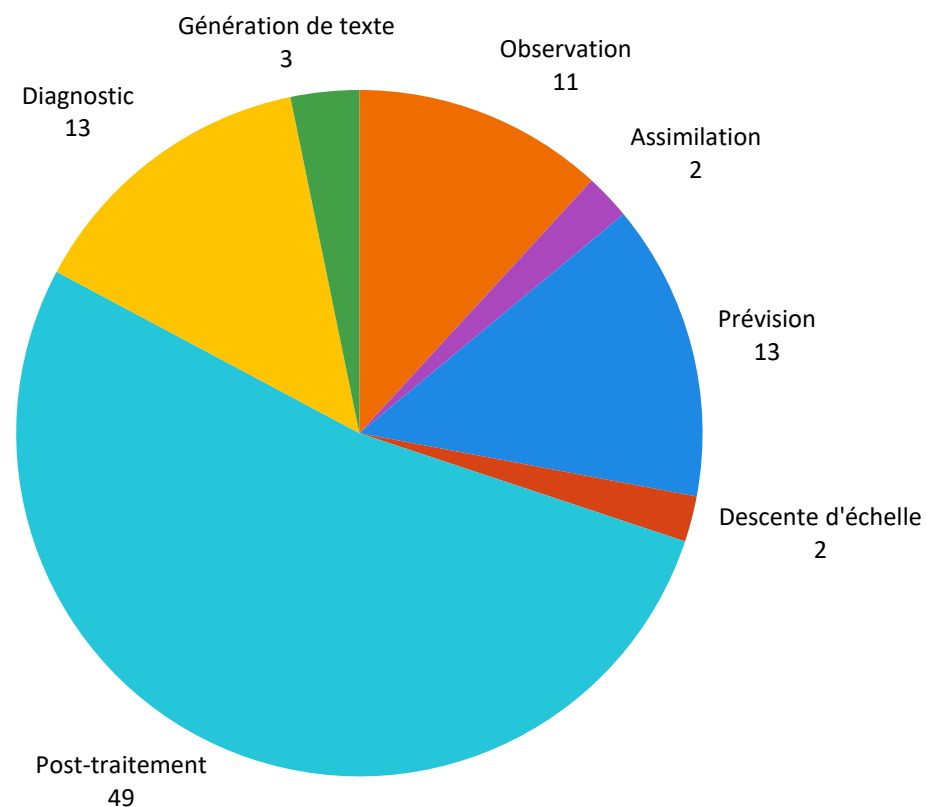


Fig. 3. Evolution of the AI methods used for works presented at the AMS AI conferences through the years.

(From Haupt et al., 2022)

Panorama IA à MF : analyse par domaine d'application



93

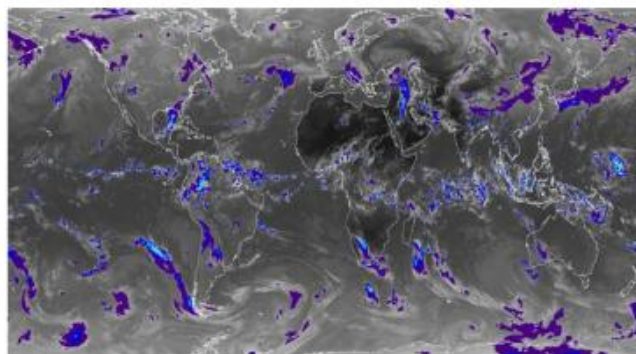
projets IA
recensés

ESPRESSO : EStimating PREcipitationS with Satellite Observations

Monitoring rainfall where there's no radar coverage : oceans, mountains and isolated territories



For accurate rainfall prediction, **radar imagery** only covers a **small fraction of the globe**



Based on **geostationary satellite imagery**, **Espresso** allows **extended rainfall estimation**

Status : Operational

Global coverage of french territory
all over the world
Rapid refresh production (15min)

Models

Deep learning
Semantic segmentation (Half UNet)

Frugal ?

Light model (< 1M params)
Cheap inference
CPU cluster

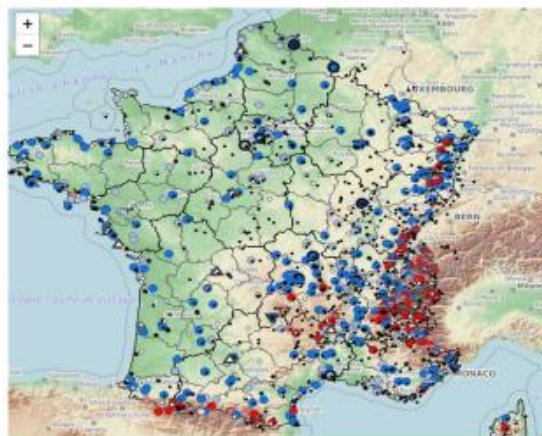
Operational since spring 24, Espresso allowed **heavy rainfall monitoring** of **french island Mayotte** during **tropical storm** Dikeledi and **cyclone** Chido

Snow detection with webcams

Real-time observation of snow cover through open, opportunity data



From **open webcam** opportunity data...



... to **large-scale, real-time
overview** of snow cover

Similar usage of road webcams network for **horizontal visibility real-time observation** is also operational

Status : Operational

Real-time platform for forecasters
Hundreds of webcams across
metropolitan France

Models

Deep learning : ResNet50
Learning-to-rank, semi-supervised
(manual annotation to start the
dataset !)

Frugal ?

Opportunist usage of existing large-
scale webcams networks designed
for road surveillance



l'IA, une nouvelle voie pour la modélisation de l'atmosphère ?

Can deep learning beat
numerical weather prediction?

M. G. Schultz, C. Betancourt, B. Gong, F. Kleinert,
M. Langguth, L. H. Leufen, A. Mozaffari and
S. Stadtler

AIFS OPERATIONAL

**GenCast: Diffusion-based ensemble forecasting
for medium-range weather**

Ilan Price^{*,1}, Alvaro Sanchez-Gonzalez^{*,1}, Ferran Alet¹, Timo Ewalds¹, Andrew El-Kadi², Jacklynn Stott¹,
Shakir Mohamed¹, Peter Battaglia¹, Remi Lam¹ and Matthew Willson¹
*Equal contributions, ¹Google DeepMind, ²Imperial College, London

Google, Huawei,
NVIDIA, Microsoft,
ECMWF

**GraphCast: Learning skillful medium-range
global weather forecasting**

Remi Lam^{*,1}, Alvaro Sanchez-Gonzalez^{*,1}, Matthew Willson^{*,1}, Peter Wirmsberger^{*,1}, Meire Fortunato^{*,1},
Anton-Rosen¹, Weihua Hu¹, Alexander Meroze²,
Jann Stott¹, Alexander Pritzel¹, Shakir Mohamed¹ and

**Pangu-Weather: A 3D High-Resolution System
for Fast and Accurate Global Weather Forecast**

Kaifeng Bi, Lingxi Xie, Hengheng Zhang, Xin Chen, Xiaotao Gu, and Qi Tian[✉], *Fellow, IEEE*

2015

2018

2021

**Challenges and design choices for global weather and climate
models based on machine learning**

Peter D. Dueben and Peter Bauer

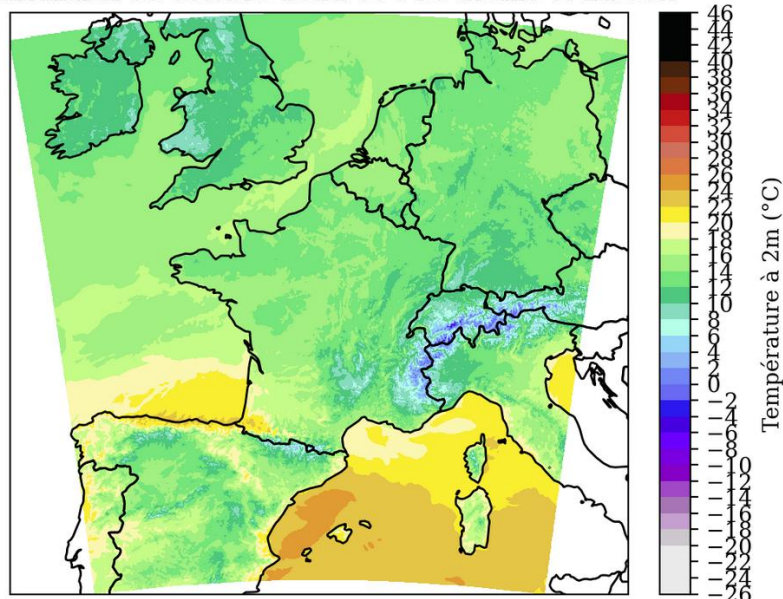
European Centre for Medium-range Weather Forecasts, Shinfield Rd, Reading, RG2 9AX, UK

Un modèle IA pour la prévision sur la France ?

- En cours de développement
 - Nécessite de grands volumes de données en particulier des *réanalyses*

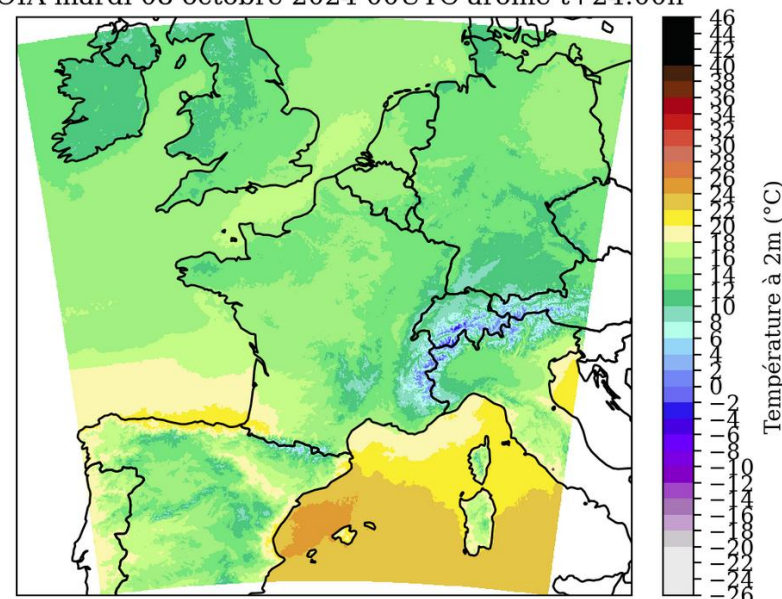
Prévision AROME

Température à 2m,
OPER mardi 08 octobre 2024 00UTC arome t+24:00h



Prévision Arome-IA

Température à 2m,
AROIA mardi 08 octobre 2024 00UTC arome t+24:00h





Où trouver les données ?

■ Mise à disposition gratuite des données depuis le 01/01/2024

- Via le portail des API de Météo-France <https://portail-api.meteofrance.fr/web/fr/>
- Sur le portail <https://meteo.data.gouv.fr/>, jeux de données climatologiques de base et de référence pour le changement climatique (téléchargement de fichiers)
- Sur le catalogue des données pour la transition écologique <https://ecologie.data.gouv.fr/>
- Un jeu de données simplifié pour la recherche : MeteoNet <https://meteonet.umr-cnrm.fr/>

■ Données climatiques

- Simulations scénarios climatiques <https://www.drias-climat.fr/>
- ClimatHD : le climat d'hier et de demain <https://meteofrance.com/climathd>

■ Jeux de données spécifiques pour le besoin de la communauté recherche

- Via l'IR Data Terra et son pôle de données AERIS <https://www.aeris-data.fr/>



Valoriser les données et encourager leur réutilisation



ÉVÉNEMENT

Hackathon le climat en données

2 au 4 décembre 2025