



Apport de l'intelligence artificielle pour la prévision des phénomènes météorologiques intenses en Corse

Killian Pujol, Dominique Lambert, Florian Pantillon (LAERO)
Roberta Baggio, Jean-Baptiste Filippi, Jean-François Muzy (SPE)

Contexte

- Corse : fortes pluies et crues intenses
 - Phénomènes de grandes échelles (ex : tempête Domingos)
 - Convection profonde spontanée et localisée
- HyMeX (2010-2020) : amélioration de la compréhension du cycle hydrologique méditerranéen
- Difficulté de prévoir les événements extrêmes :
 - Derecho 18 août 2022

⇒ Comment améliorer la prévision des événements intenses de pluies en Corse à l'aide de l'intelligence artificielle ?



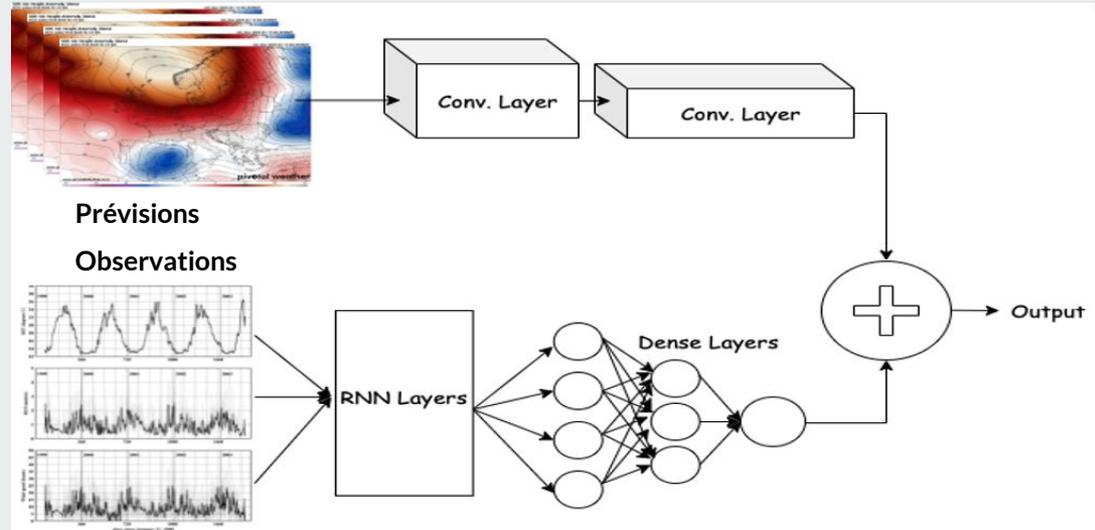
Pont de baliri après une crue soudaine le 04/11/2023, Corte
Source : <https://www.corsenetinfos.corsica/>



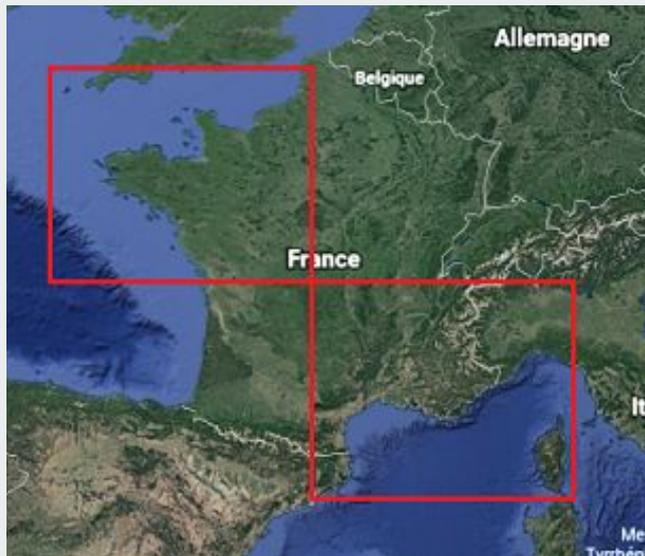
Crues de la Toussaint de 1993, Sainte-Lucie de Porto-Vecchio
Source : <https://france3-regions.francetvinfo.fr/>

Objectif

1. Prévoir des cumuls de pluie sur 24h à partir de données d'observations et de prévisions
2. Comparer les résultats de différents apprentissages (régressions et catégoriels)



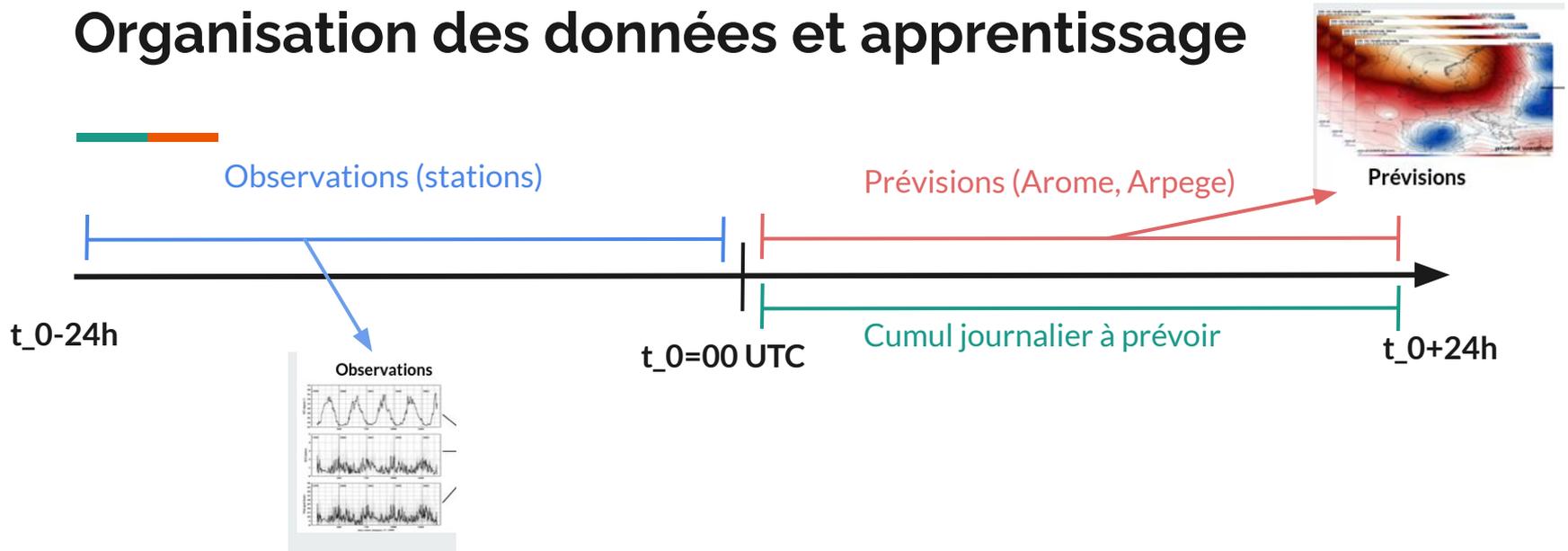
MétéoNet : une base de données de Météo France pour le Machine Learning (2016-2018)



Couverture géographique des données MétéoNet : Nord-Ouest et Sud-Est,
source : <https://meteofrance.github.io/meteonet/>

Données	Résolution et pas de temps	Champs
Observation stations	<ul style="list-style-type: none">● Ponctuel● 6mn	wind direction, temperature, precipitation...
Prévisions Arome	<ul style="list-style-type: none">● Surface● 0.025° (~2.5km)● 1h	temp, dew point, relative humidity, wind speed...
Prévisions Arpege	<ul style="list-style-type: none">● 0.1° (~10km), 7 niveaux d'isobares● 1h	temperature, temperature potentielle, wind speed...

Organisation des données et apprentissage

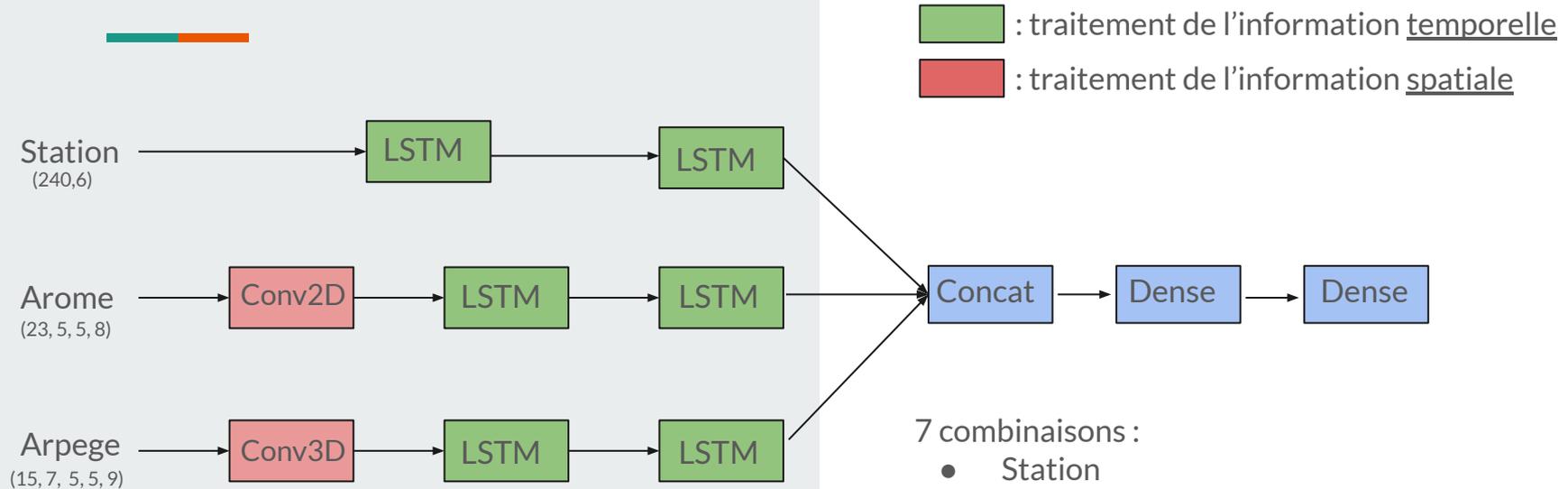


Pour **chaque jour**, et pour **chaque station**, on prend :

1. Les données stations de la veille (240x6)
2. Les données de prévisions du jour même, **5x5 autour de la station**
 - a. Arome (23x5x5x9)
 - b. Arpege (15x7x5x5x8)

- Objectif : cumul journalier de précipitations
- Sur la période 2016-2018 :
 - 80% apprentissage
 - 20% validation

Structure des réseaux de neurones

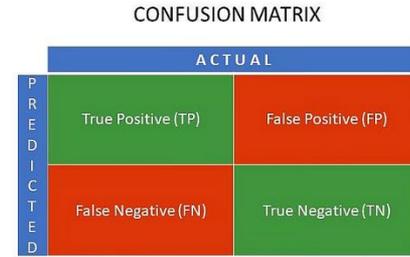


- LSTM : Long-Short Term Memory, couches récurrentes
- Conv2D et 3D : couches convolutives
- Dense : fully connected layer

7 combinaisons :

- Station
- Arome
- Arpege
- Station + Arome
- Station + Arpege
- Arome + Arpege
- Station + Arome + Arpege

Evaluation sur le set de validation



Matrice de confusion

Source : <https://geekflare.com/fr/confusion-matrix-in-machine-learning/>

Objectif : prévoir s'il pleut ou pas
⇒ **Problème de catégorisation**
Seuil de cumul : 10mm/24h

- Evaluation sur le score de Peirce (PSS)
$$PSS = \frac{TP \cdot TN - FN \cdot FP}{(TP + FN)(TN + FP)}$$
- Benchmark : Préviation brute Arome

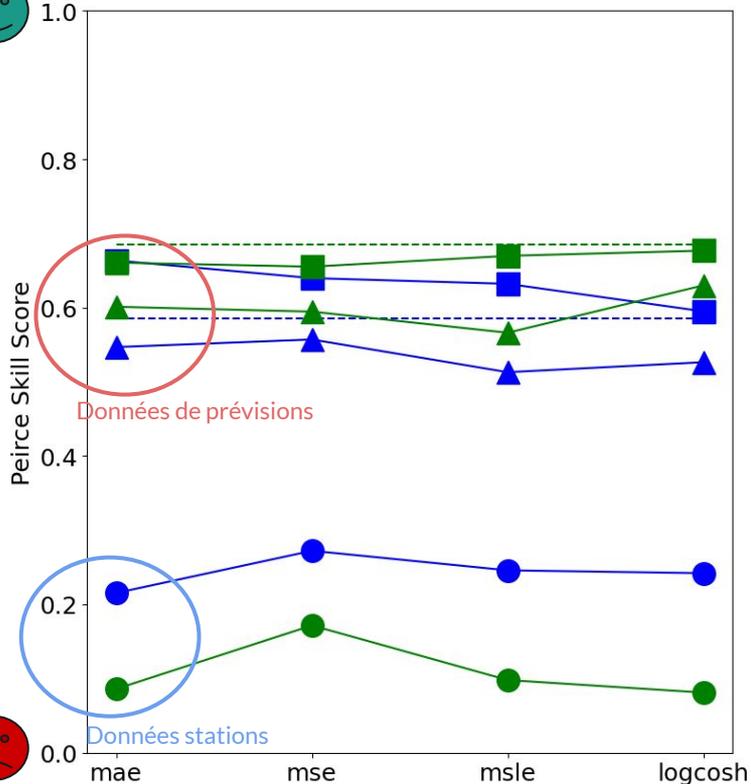
Pour atteindre cet objectif, deux approches :

Apprentissage "continu"	Apprentissage "binaire"
<p>Fonctions coûts :</p> <ul style="list-style-type: none">● Mean Average Error (MAE)● Mean Square Error (MSE)● Mean Square Logarithmic Error (MSLE)● Logcosh	<p>Fonctions coûts :</p> <ul style="list-style-type: none">● Binary Crossentropy● Weighted Binary Crossentropy● <u>"Loss de Peirce"</u>

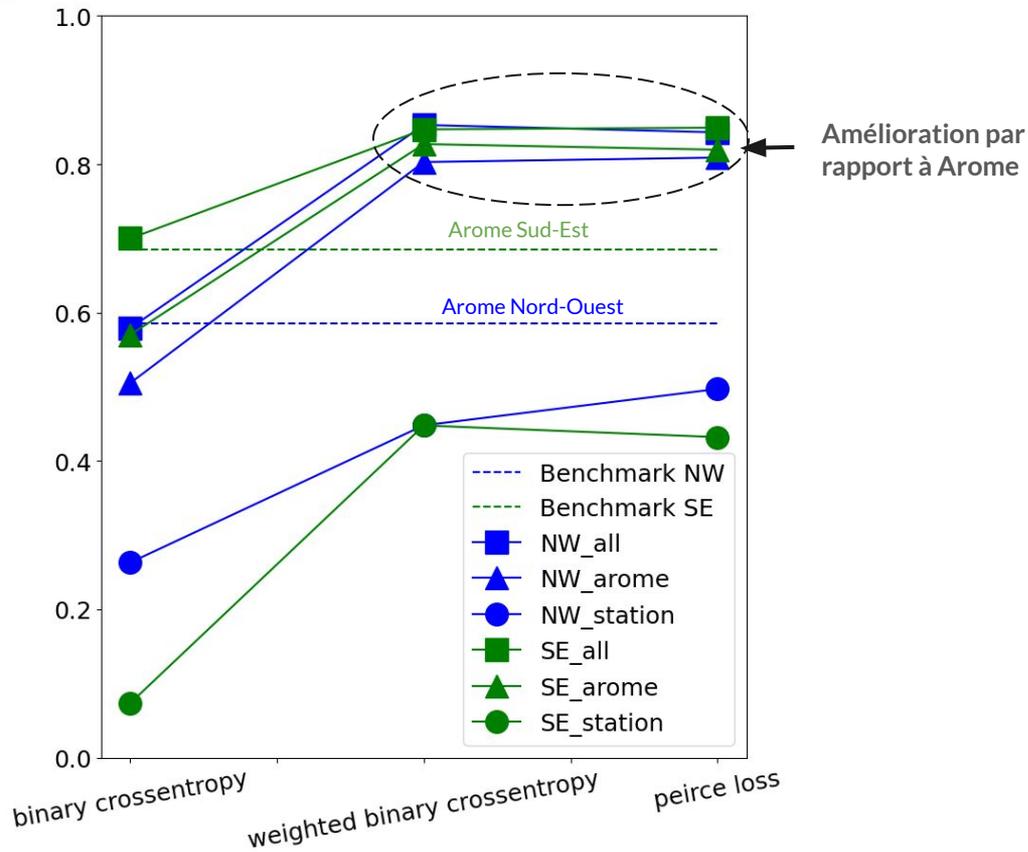
Résultats

Apprentissage "continu"

N-W and S-E learning results on metric PSS



Apprentissage "binaire"



Conclusion et perspectives

Comment améliorer la prévision des événements intenses de pluies en Corse à l'aide de l'intelligence artificielle ?

⇒ La combinaison des données stations et de prévisions dans un réseau de neurones améliore la prévision du cumul journalier par rapport à Arome brut

Pour la suite :

- Comment évolue le poids des données d'observations et de prévisions en fonction de l'échéance ?
- Quel résultat pour les événements intenses ?
- Quel apport des observations de l'imager d'éclairs 3D SAETTA à haute résolution spatiale et temporelle (10m, 40ns) ?
- Quel apport des données de modélisation Meso-NH à haute résolution spatiale et temporelle (500m, 1mn) ?

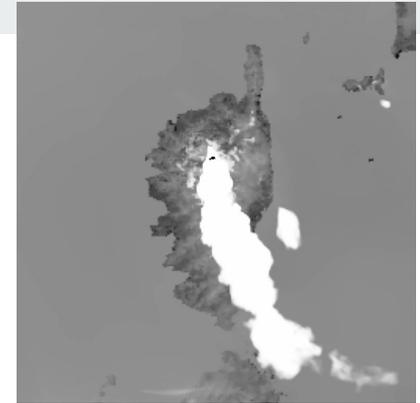


Fig1 : Vue satellite simulée par Meso-NH pour le 26/07/2017 à 12h30

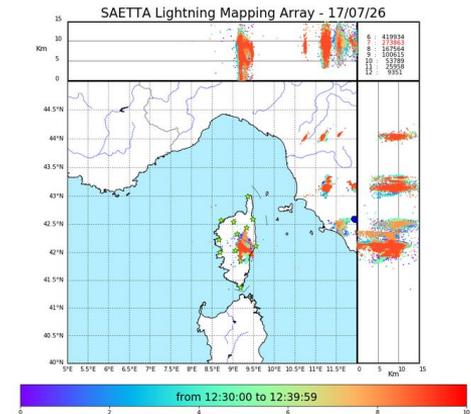


Fig2 : Observations d'éclairs par le réseau SAETTA le 26/07/2017 à 12h30