

# Travaux de la Cellule Jumeau numérique de l'Ifremer sur la prévision des événements extrêmes

GT IA ODATIS, Marseille

Pierre-Yves Colson – IRSI/ISI

27/01/2025

# Contexte

- **Thème prioritaire de l'Ifremer : Construire des scénarios numériques d'évolution de l'océan**
- **La cellule jumeau numérique** est constituée de 2 ingénieurs en AI/Data science moi-même et Quentin Febvre (LOPS-SIAM) et est pilotée par nos responsables respectifs. Une cellule plus large ouverte aux autres laboratoires est en cours de création.

- **Positionnement de l'Ifremer :**

*[...] L'Ifremer, quant à lui, a l'objectif de questionner les techniques d'analyse et les méthodes pour développer des émulateurs de jumeaux numériques à des échelles d'intégration adaptées. Ces travaux serviront en amont de l'évolution du jumeau numérique de l'océan proposé par MOI et permettront de mieux appréhender les interactions d'échelle (solutions aux limites à basse résolution...).[...]*

- L'ambition est de construire une activité transversale au sein de l'Ifremer autour de ce thème prioritaire mais un premier sujet d'étude à été choisi : l'étude d'évènements extrêmes comme les cyclones.

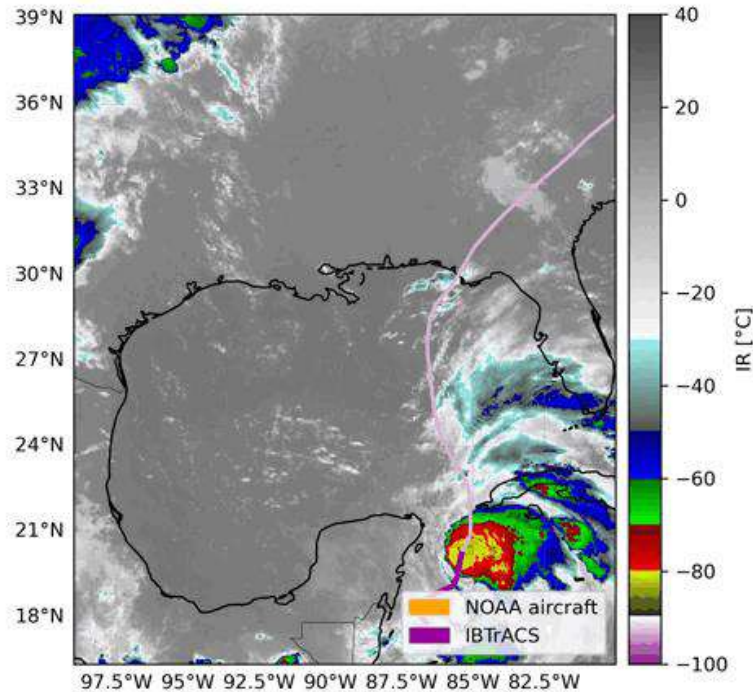
# Premier sujet d'étude:

## Reconstruire le cycle de vie des cyclones

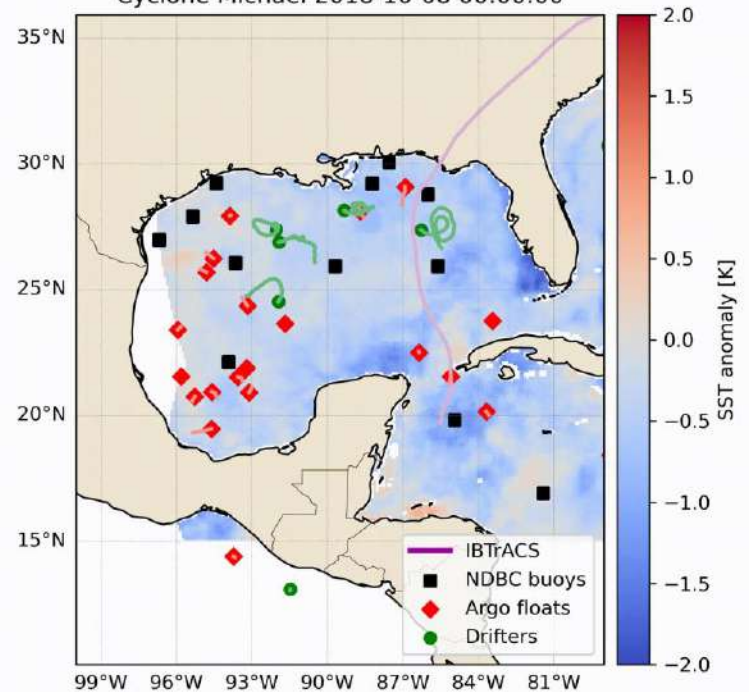
- ❑ **Objectifs** : Comprendre, reconstruire , et prédire la dynamique des cyclones et leurs impacts.
- ❑ **Hypothèse** : Le rôle de l'océan est sous exploité dans la compréhension des cyclones
- ❑ **Approche** : Utiliser les avancées récentes faites en matière d'observation du système Terre et en modélisation numérique pour entrainer des modèles d'IA à apprendre la dynamique des cyclones et le couplage air-mer

# Observations: riches, multimodales, and irrégulières

Cyclone Michael 2018-10-08 06:00:00

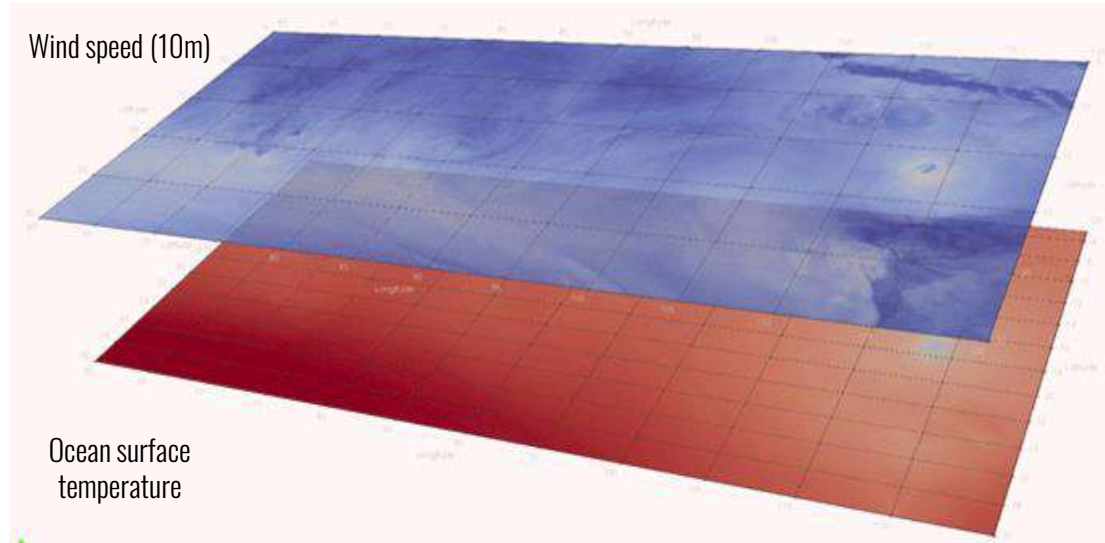


Cyclone Michael 2018-10-08 00:00:00



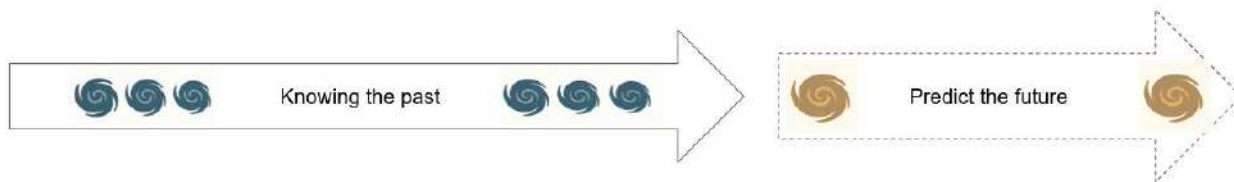
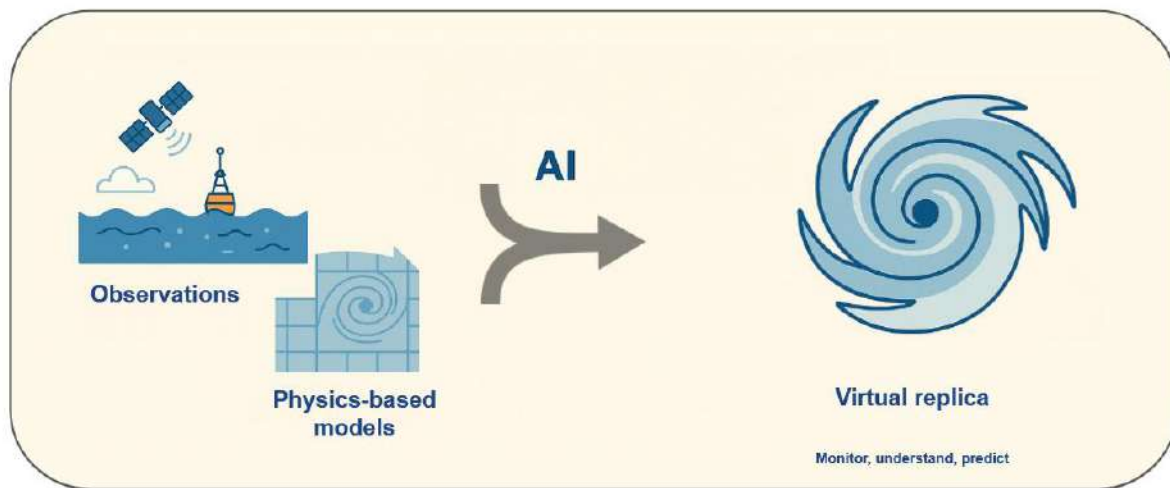


# Des simulation numériques qui progressent : Simulation NextGems



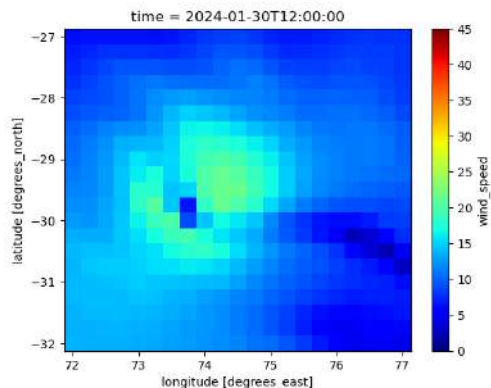
≈ Base de données de  
10,000 cyclones

# AI and the digital twin of the ocean

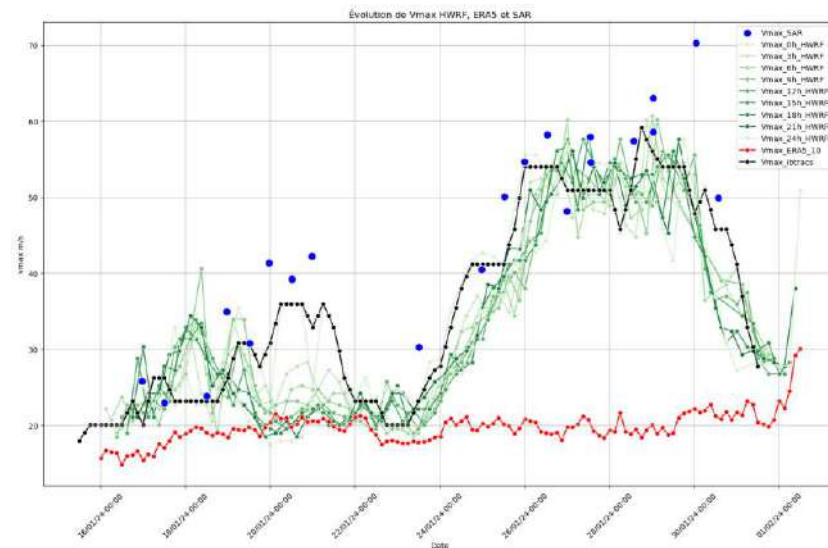
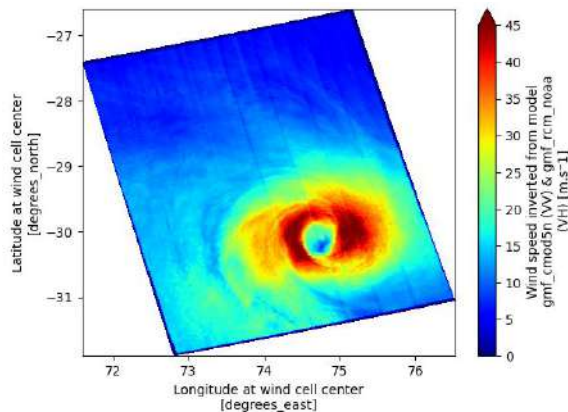


# Reconstructing the Life Cycle of Tropical Cyclones

## Etat de l'art : Era5



Nouvelles mesures :  
images SAR



# Méthode :

## Etape 1 déterministe :

Apprend la relation ERA5 -> HWRF

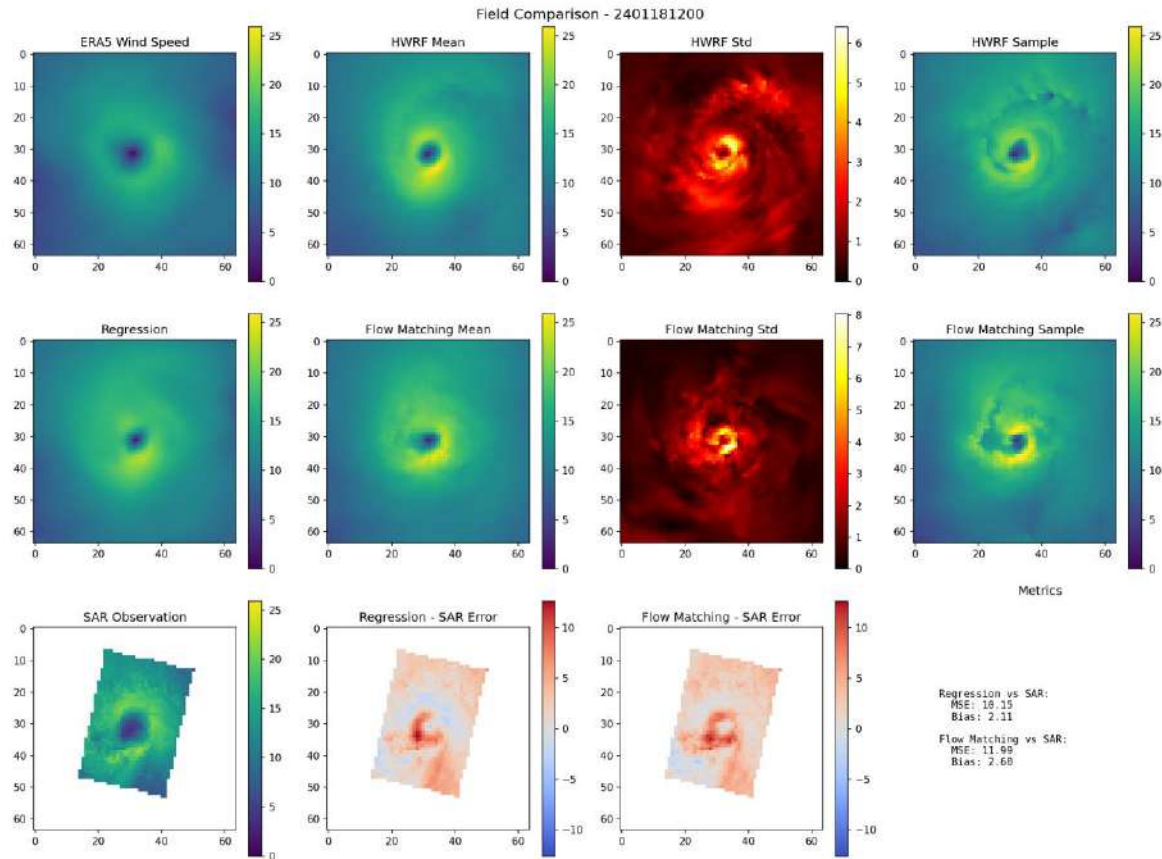
Rehausse les gradients de vents

## Etape 2 probabiliste :

Utilise la sortie déterministe + bruit blanc

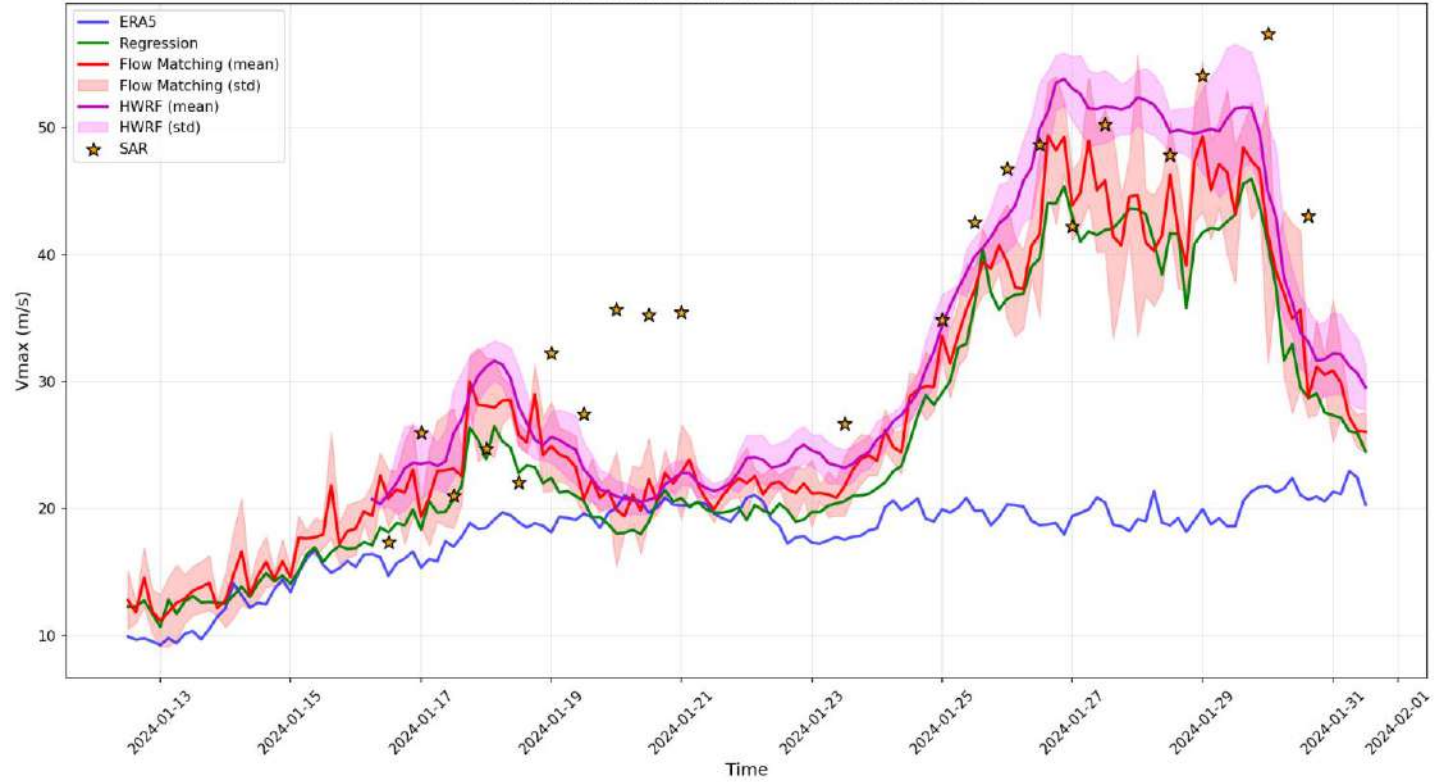
Apprend les résidus non expliqués

Génère une distribution des vents possibles





Lifecycle Vmax Comparison - 2024013S10093



# DTO: conclusion

- **Scope:** Reconstruction de cyclone de vie des cyclones
- **Methode:** Apprendre la dynamique physique à partir de données simulées pour pouvoir l'appliquer et le combiner aux observations et à des évènements reels.
- **Data:** 2 datasets préparés
- **Collaborations :**
  - ESA: MAXSS CCN
  - PPR Ocean and Climate
  - MOI
  - IMTA–INRIA
  - Oceanity
- **Objectif:** Ces reconstructions pourront servir de base d'entrainement pour des analyses futures, à l'analyse et la detection de précurseurs, et au développement de scenarios numériques