

Visualiser des données entachées d'incertitude

Application au risque de submersion côtière

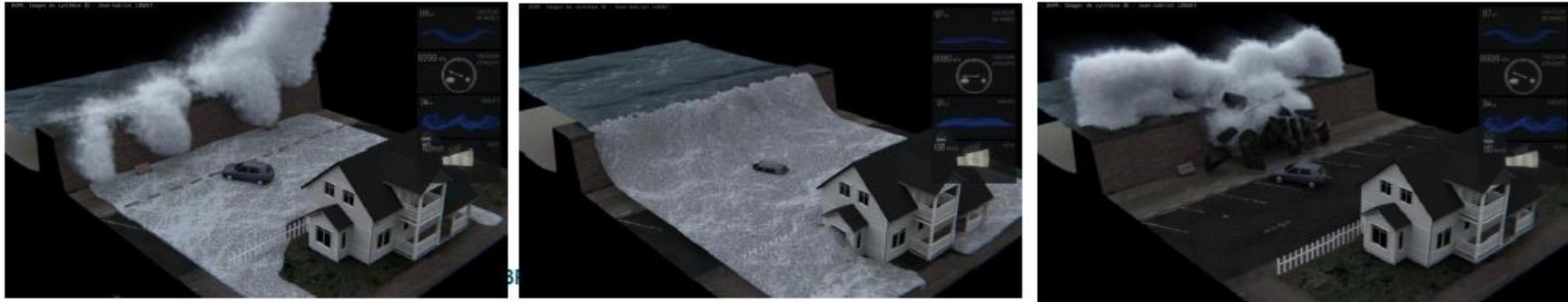
Jacques Gautier, Julius Bañgate, Sidonie Christophe

Journée Thématique Risques et Incertitudes

12/09/2025



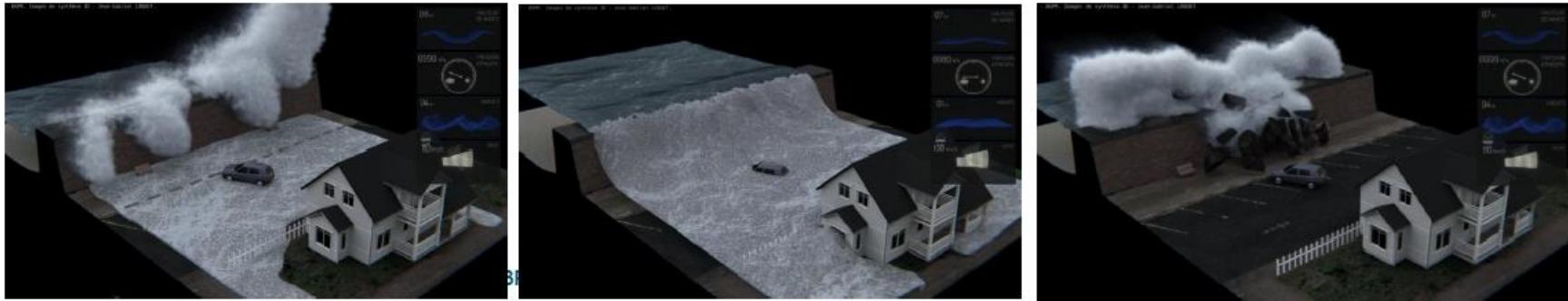
Prévision du risque de submersion côtière



Météo France.

Prévision et définition de niveaux d'alerte pour des événements majeurs

Prévision du risque de submersion côtière



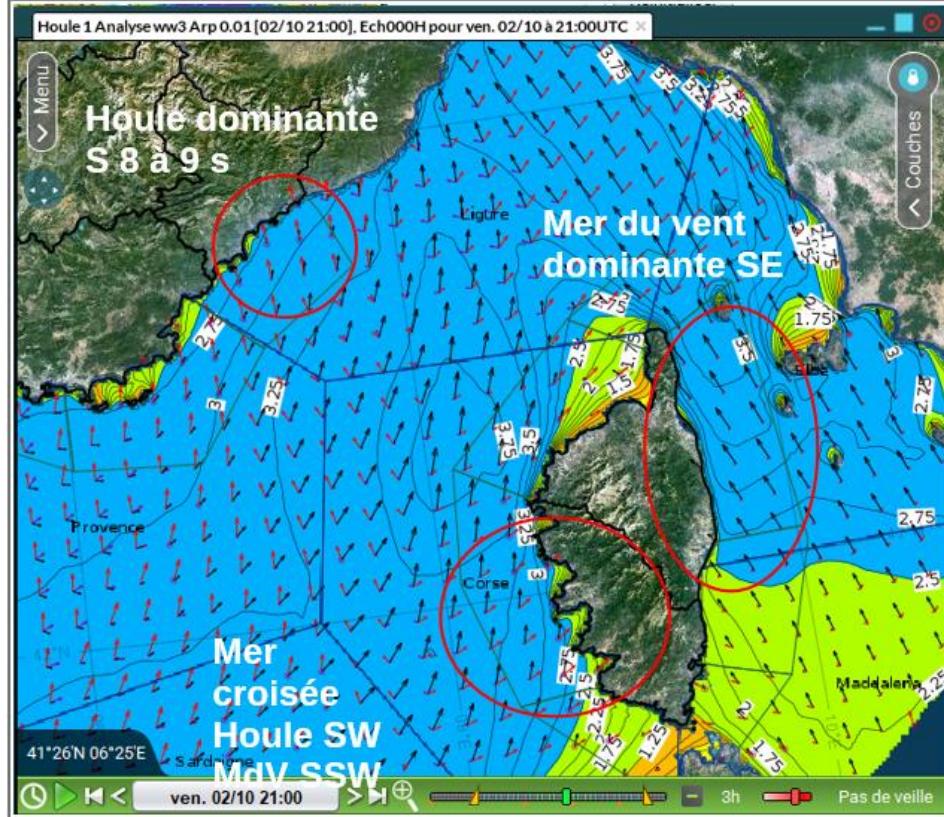
Météo France.

Prévision et définition de niveaux d'alerte pour des événements majeurs

Utilisation de différentes sources de données:

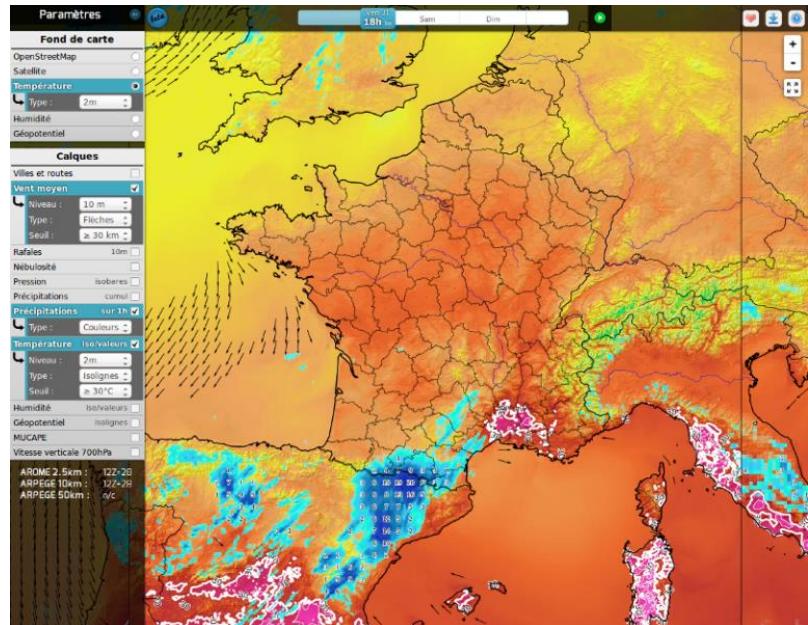
- Imagerie satellite
- Stations de mesure au sol ou en mer
- **Différents modèles de simulation**
 - ARPEGE, AROME
 - WW3 (vagues)

Visualisation de données simulées



Environnement Synopsis
Cindy Souan, Météo France

Interprétation de ces différentes sources de données par des experts **humains** (prévisionnistes)...
...à travers des interfaces de visualisation



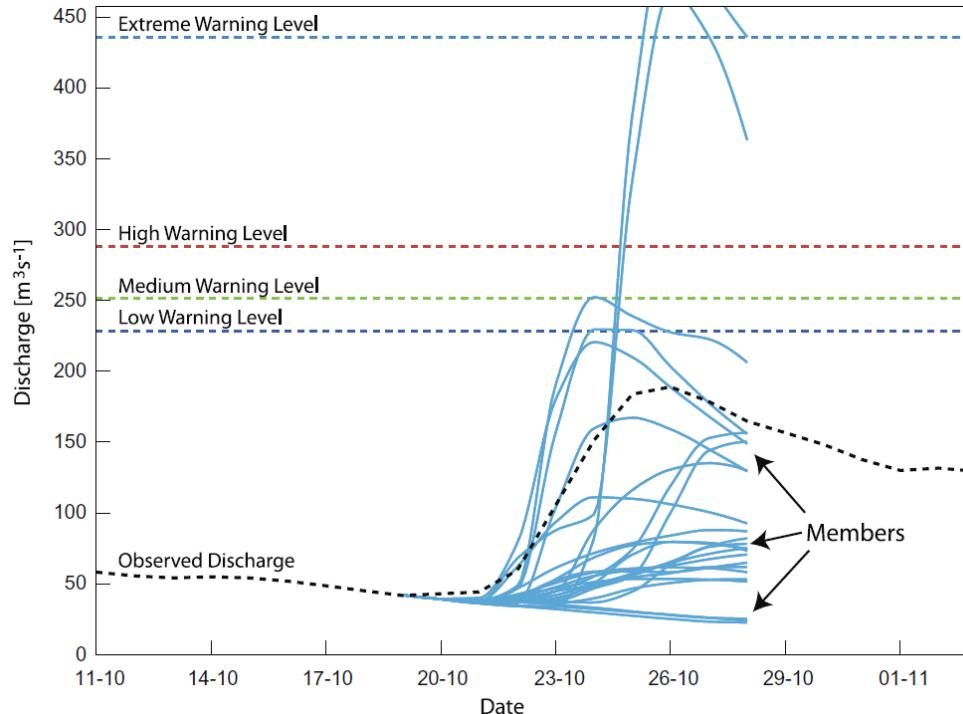
Visualiser l'incertitude autour des données

Approche probabiliste: quantifier l'incertitude en représentant la distribution des valeurs possibles

Potter, et al.. 2009. Ensemble-vis: A framework for the statistical visualization of ensemble data. In 2009 IEEE international conference on data mining workshops

Visualiser l'incertitude autour des données

Approche probabiliste: quantifier l'incertitude en représentant la distribution des valeurs possibles



Potter, et al.. 2009. Ensemble-vis: A framework for the statistical visualization of ensemble data. In 2009 IEEE international conference on data mining workshops

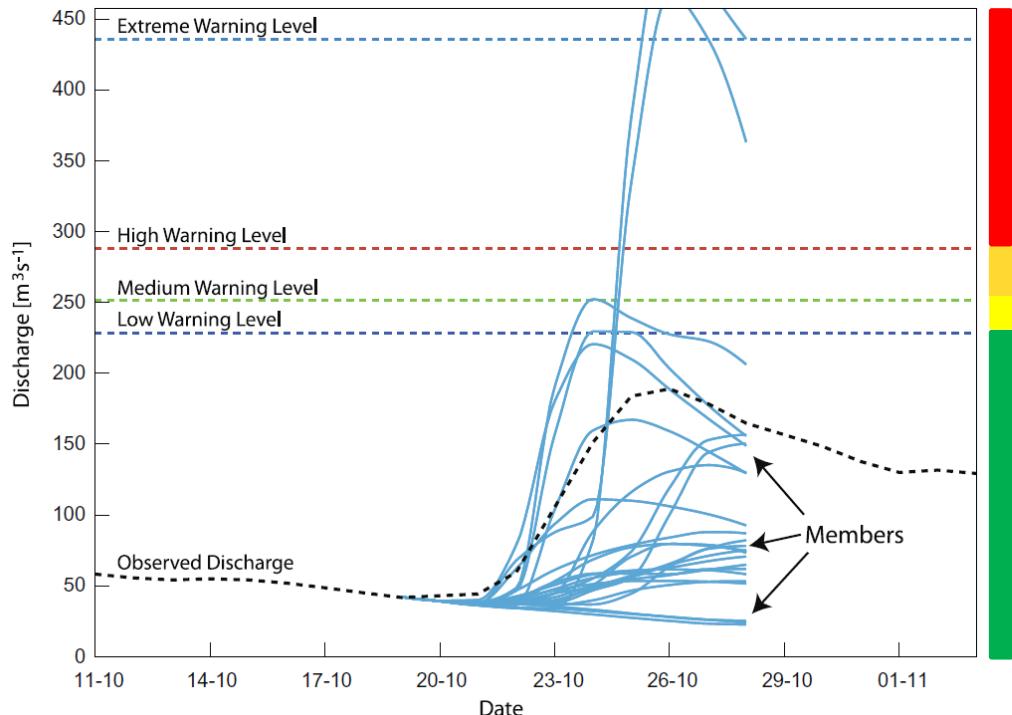
Simulation d'ensemble

Simulation de différents scénarios (membres)
≠ conditions initiales
≠ modèles

Visualiser l'incertitude autour des données

Approche probabiliste: quantifier l'incertitude en représentant la distribution des valeurs possibles

Potter, et al.. 2009. Ensemble-vis: A framework for the statistical visualization of ensemble data. In 2009 IEEE international conference on data mining workshops



Simulation d'ensemble

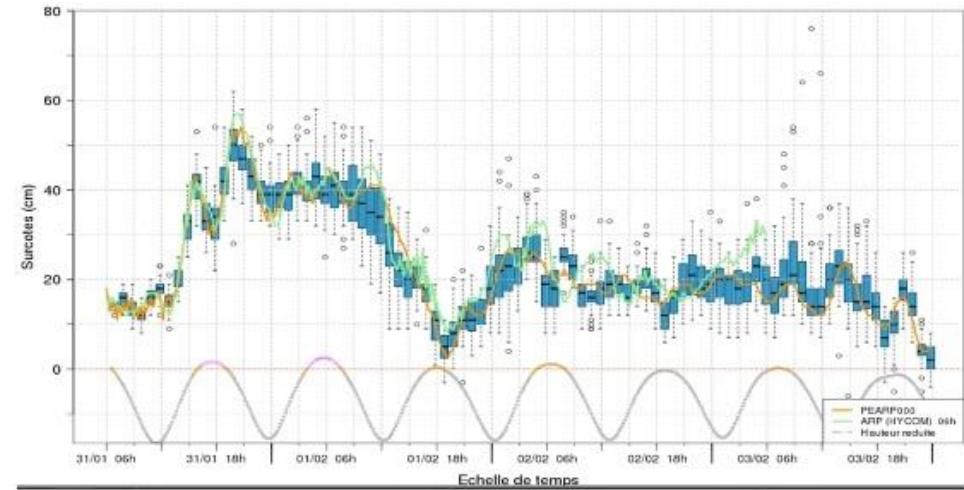
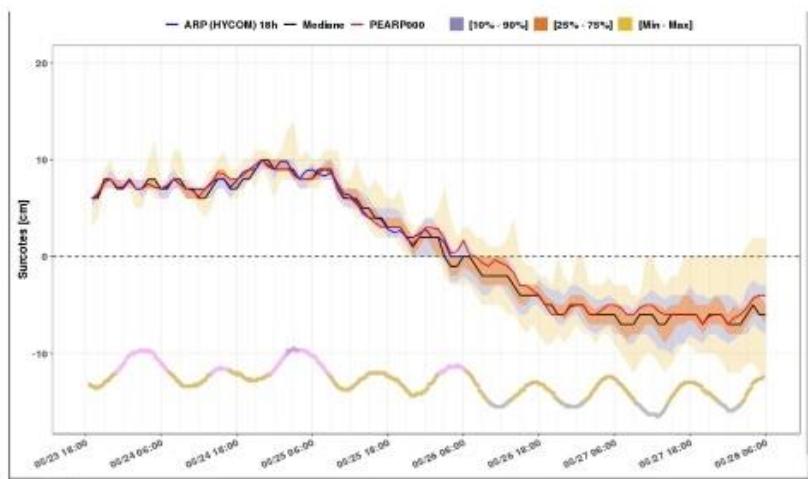
Simulation de différents scénarios (membres)
≠ conditions initiales
≠ modèles
...analysés comme un tout (ensemble)

- **Une vigilance absolue s'impose**
des phénomènes dangereux
d'intensité exceptionnelle
sont prévus...
- **Soyez très vigilant**, des
phénomènes dangereux
sont prévus ...
- **Soyez attentif** si vous pratiquez
des activités sensibles au risque
météorologique ...
- **Pas de vigilance particulière.**

Visualisation de simulation d'ensemble

Météo France

Environnement Synopsis
Météo-France



Visualisation de simulation d'ensemble

Météo France

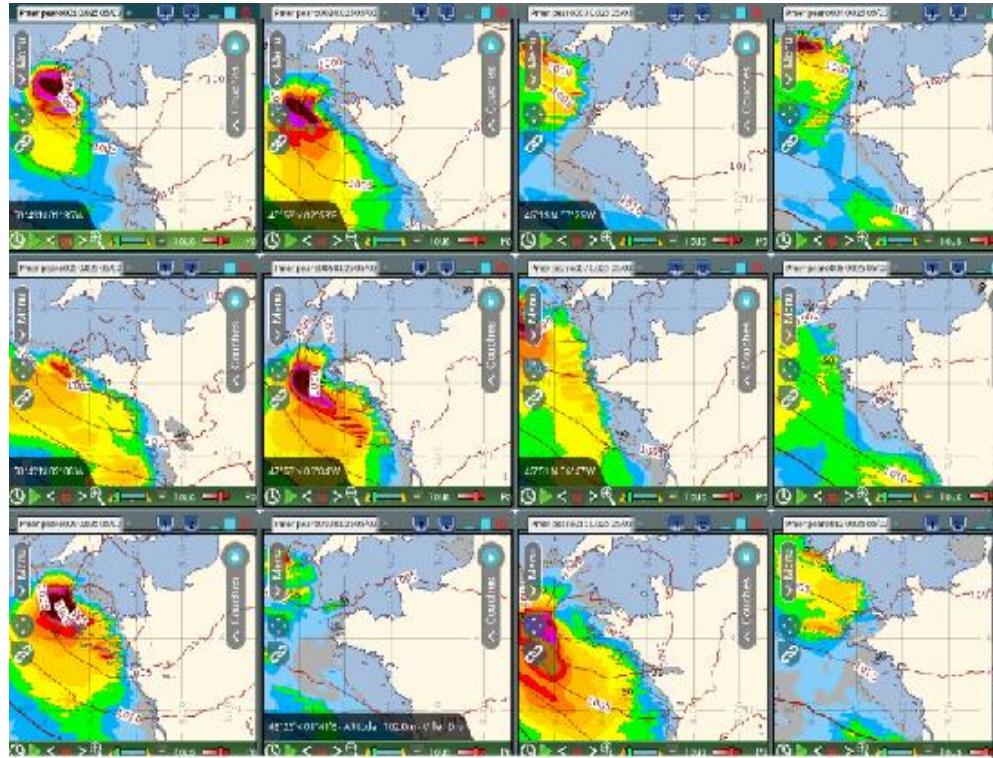
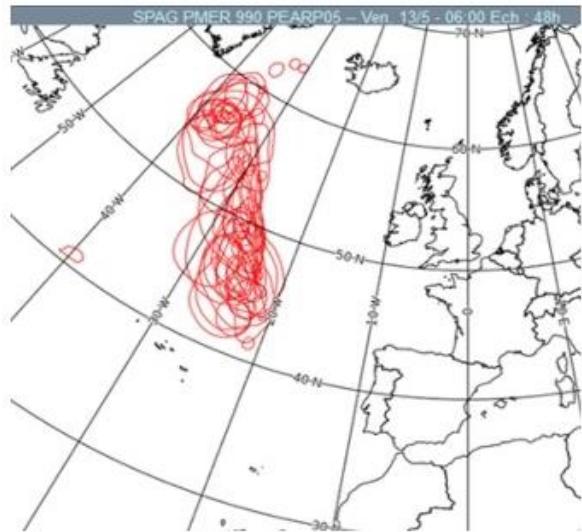
Environnement Synopsis
Météo-France



Visualisation de simulation d'ensemble

Météo France

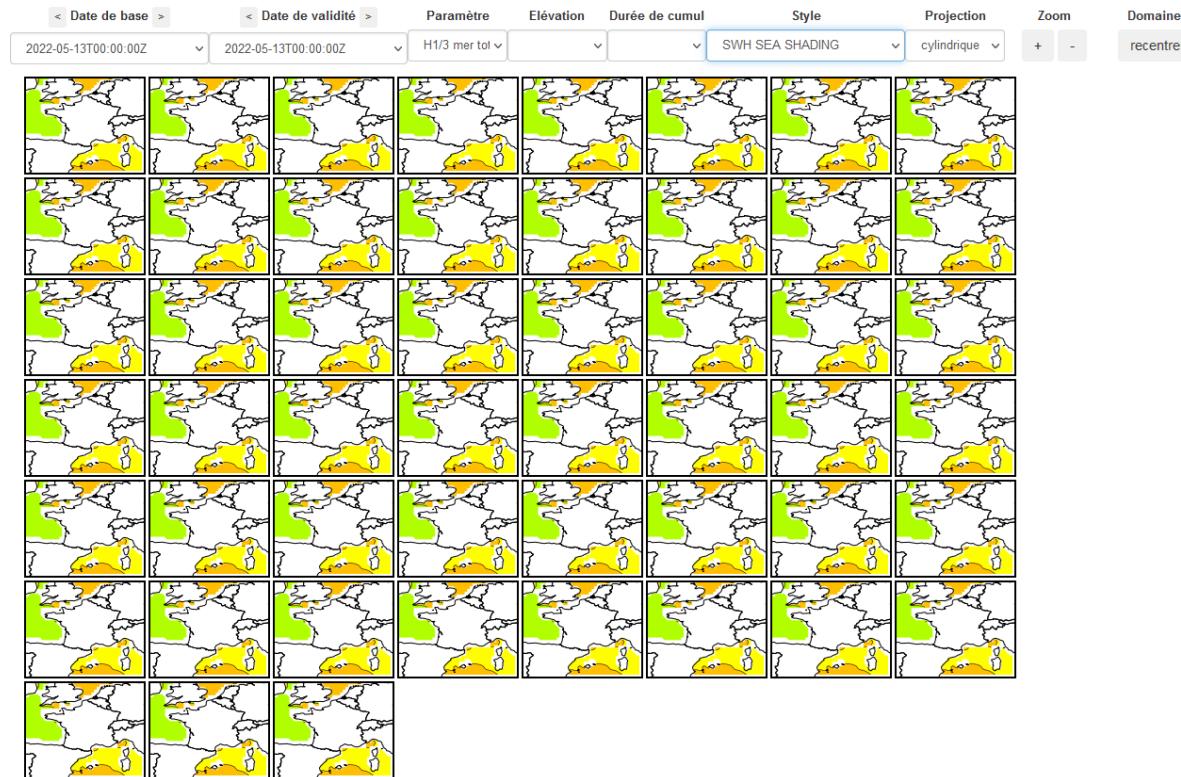
Environnement Synopsis
Météo-France



Visualisation de simulation d'ensemble

Météo France

Environnement Synopsis
Météo-France



Visualisation de simulation d'ensemble

Les approches de représentation cartographiques classiques sont difficilement applicables aux ensembles (Wang, 2015)

Visualisation de simulation d'ensemble

Les approches de représentation cartographiques classiques sont difficilement applicables aux ensembles (Wang, 2015)

- Agrégation (calculs d'indicateurs synthétisant les ensembles)
- Composition (visualisation simultanée de plusieurs indicateurs)

Visualisation de simulation d'ensemble

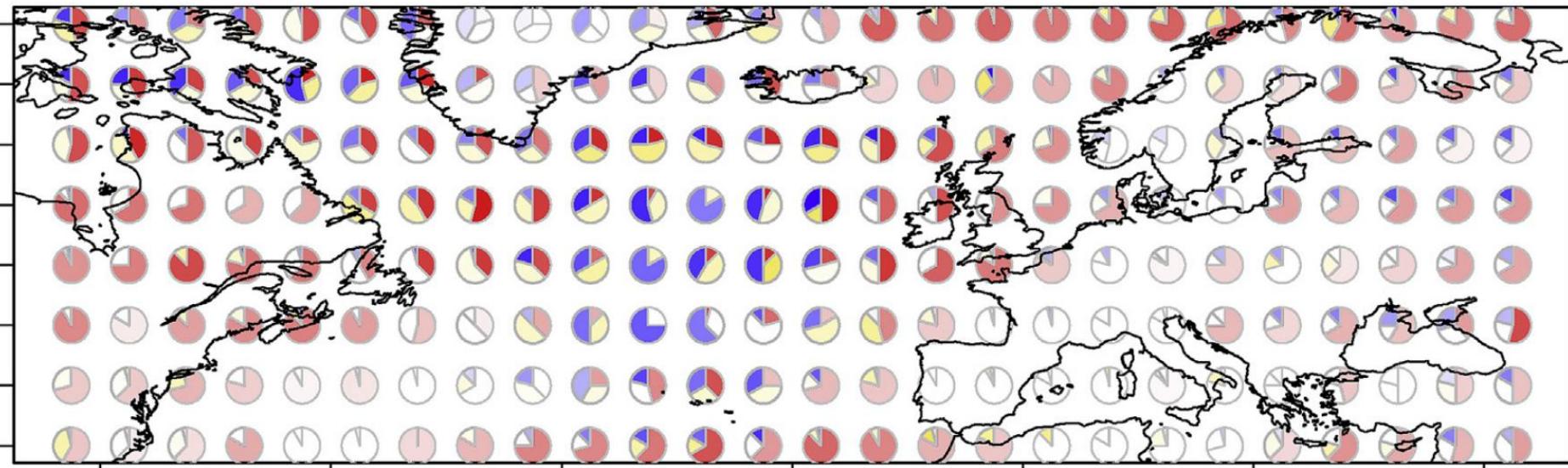
Les approches de représentation cartographiques classiques sont difficilement applicables aux ensembles (Wang, 2015)

- Agrégation (calculs d'indicateurs synthétisant les ensembles)
- Composition (visualisation simultanée de plusieurs indicateurs)

2-meter air temperature, Dec to Feb, 2016

Reference data: NCEP; Hindcast: CFS (24 members); 1983–2010

An R package to visualize and communicate uncertainty in seasonal climate prediction
M.D. Frías a, *, M. Iturbide b , R. Manzanas b , J. Bedia a , J. Fernandez a , S. Herrera a , A.S. Cofino- a , J.M. Gutierrez b , Environmental Modelling & Software 99 (2018) 101e110





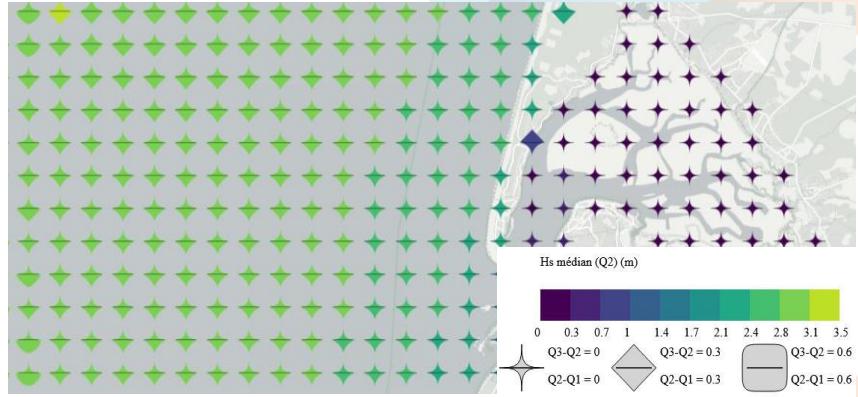
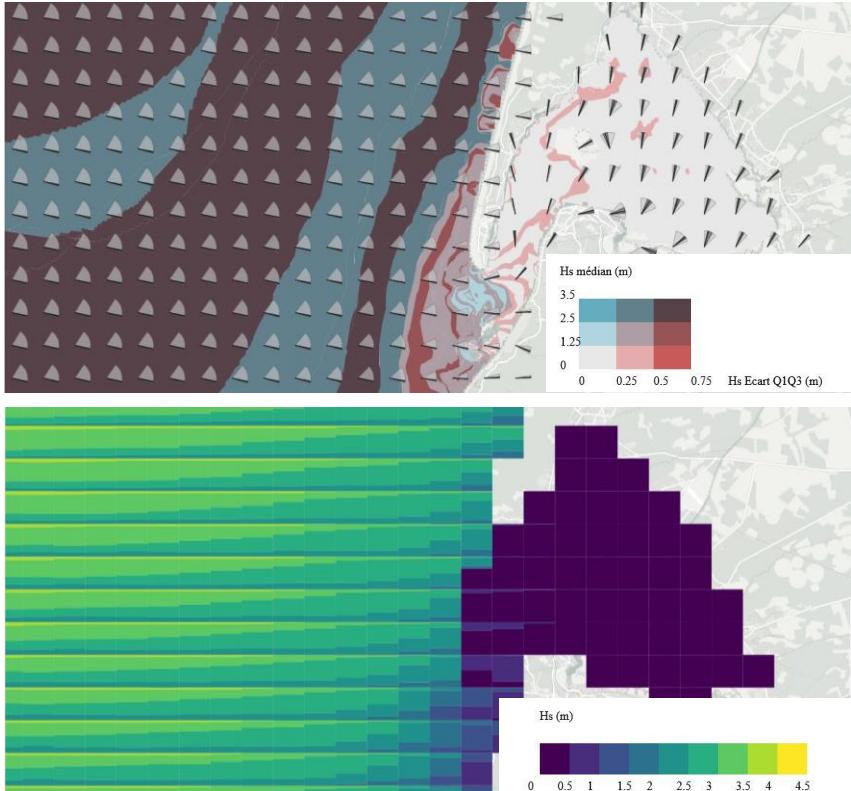
oracles

“La prévision d'ensemble des submersions marines pour l'aide à la décision.”

- **Comment visualiser les simulations d'ensemble pour aider à la prise de décision...**
 - les prévisionnistes Météo France pour la détermination de niveaux d'alerte
 - les autorités locales pour la détermination des mesures de prévention
- **Comment identifier visuellement...**
 - les tendances principales parmi les différents scénarios
 - La variabilité des modèles, la représentativité des scenarios
 - les possibles scenarios exceptionnels



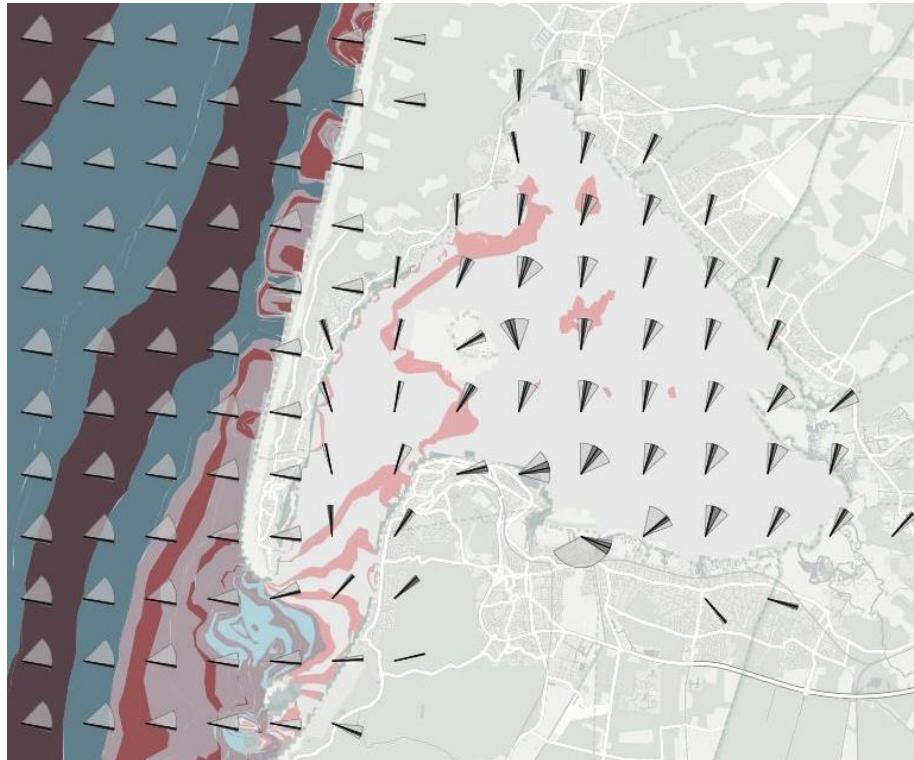
Propositions de visualisations pour les prévisionnistes MF



IEEE Workshop on Uncertainty Visualization: Unraveling Relationships of Uncertainty, AI, and Decision-Making

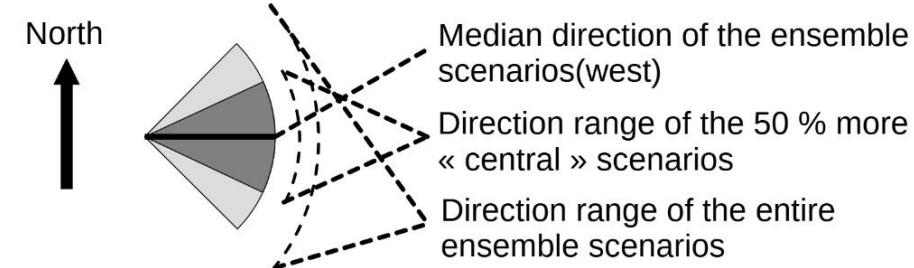
<https://tusharathawale.github.io/uncertainty-vis-workshop-2025/>

Proposition de visualisations pour les prévisionnistes MF

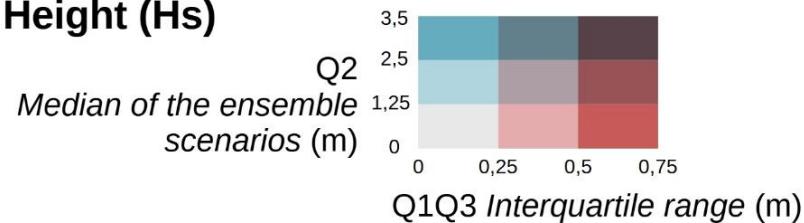


*Identification du scénario le plus probable + pertinence du scénario
Co-visualisation intensité-direction*

1 Waves Direction

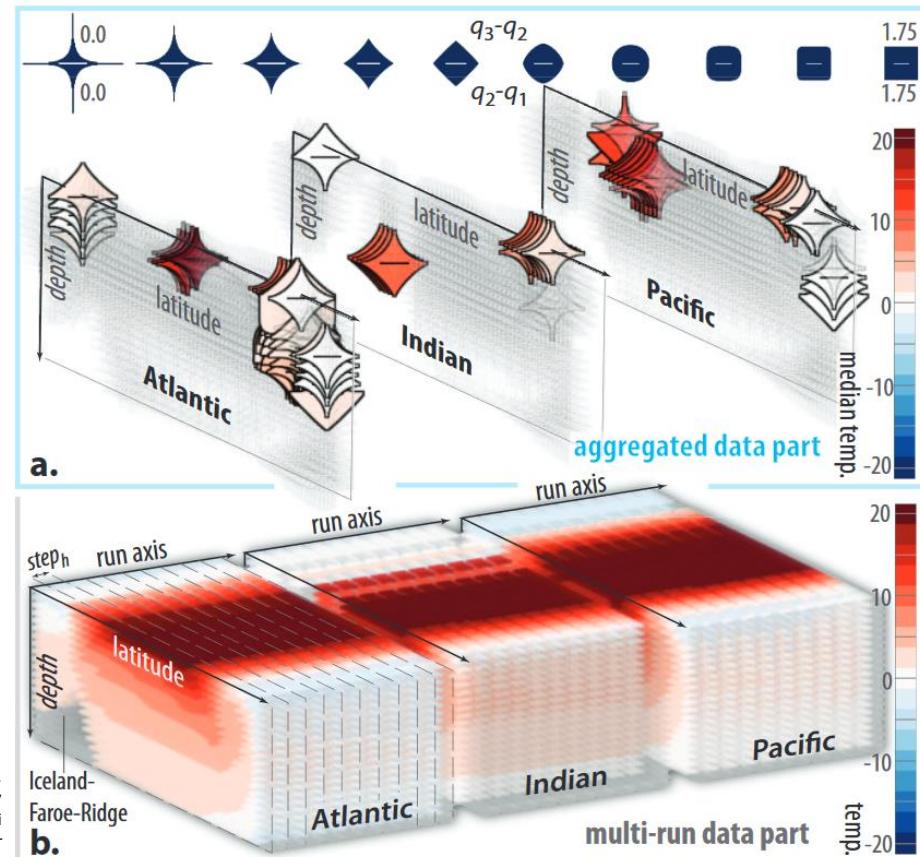


Waves Height (Hs)



Proposition de visualisations pour les prévisionnistes MF

Identification du scénario le plus probable + pertinence du scénario



Proposition de visualisations pour les prévisionnistes MF

Identification du scénario le plus probable + pertinence du scénario

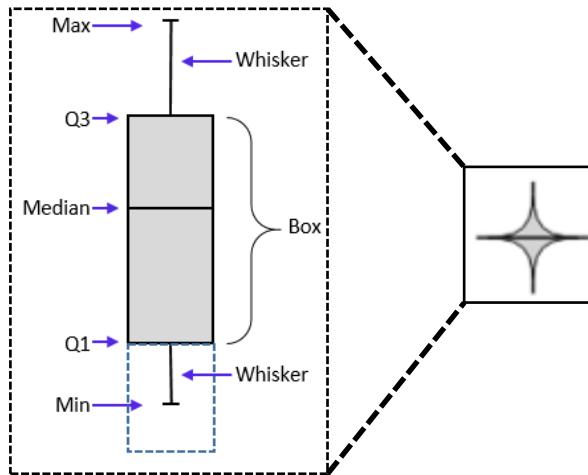
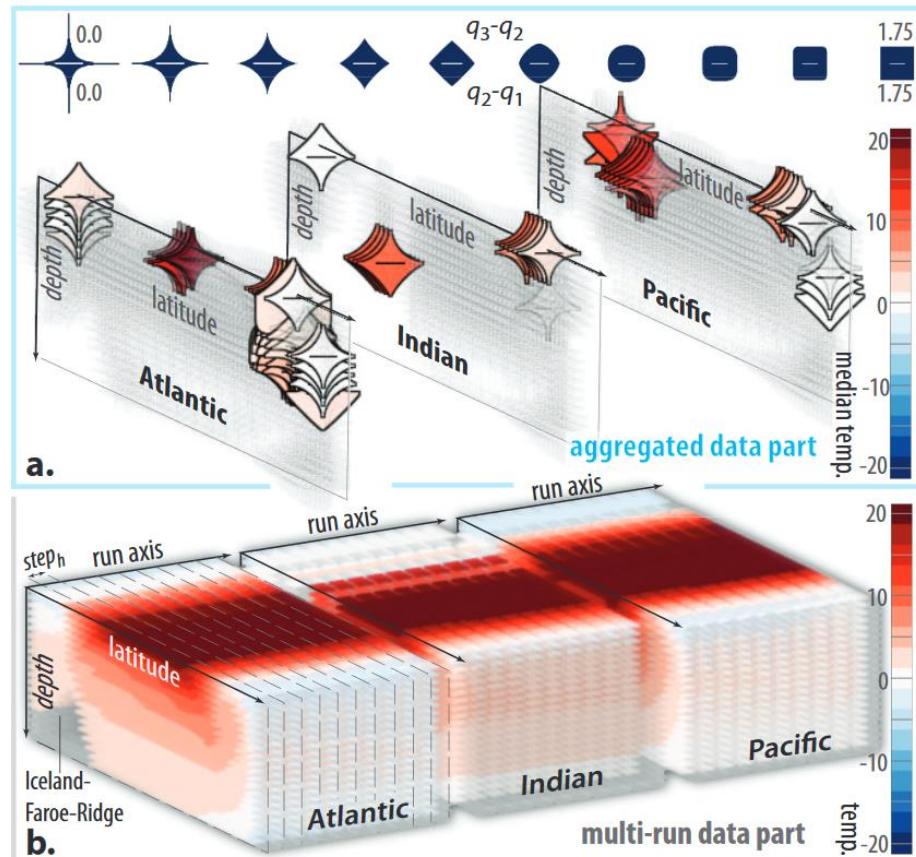


image courtesy of Kehrer et al. [62] © 2011 IEEE.
Visualization and Visual Analysis of Ensemble Data: A Survey
Junpeng Wang, Subhashis Hazarika, Cheng Li, and Han-Wei
Shen, Member

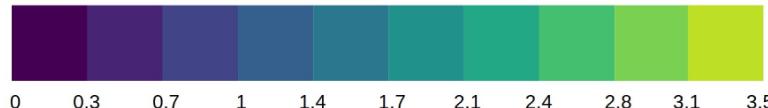


Proposition de visualisations pour les prévisionnistes MF

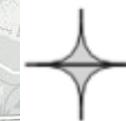


Identification du scénario le plus probable + pertinence du scénario

2 Waves Height (H_s) median value (Q2) of the ensemble scenarios (m)



Ranges between median value (Q2) and first (Q1) and third (Q3) quartiles (m)



$Q_3 - Q_2 = 0$
 $Q_2 - Q_1 = 0$



$Q_3 - Q_2 = 0,3$
 $Q_2 - Q_1 = 0,3$



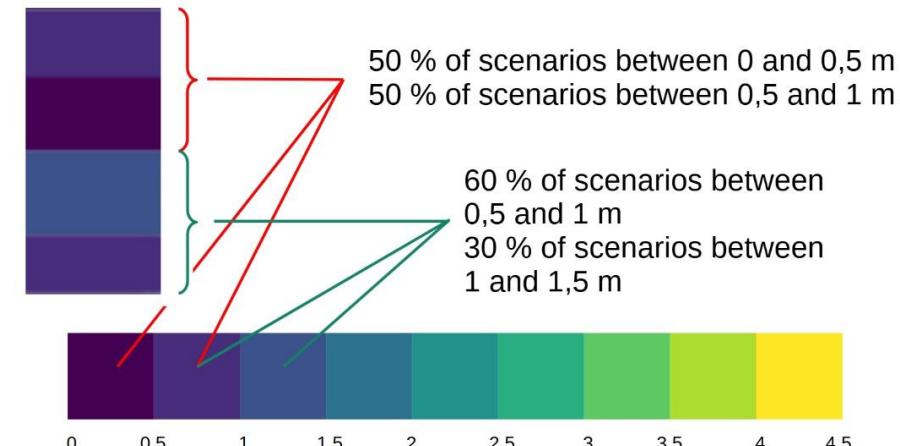
$Q_3 - Q_2 = 0,6$
 $Q_2 - Q_1 = 0,6$

Proposition de visualisations pour les prévisionnistes MF



*Vue synthétique de la distribution des scénarios
Identification de possibles scénarios extrêmes*

3 Waves Height (Hs)



Proposition de visualisations pour les prévisionnistes MF

Manipulation des différents prototypes par plusieurs utilisateurs experts du risque de submersion côtière, en deux séances parallèles:

- 3 prévisionnistes MF
- 8 experts MF non-prévisionnistes / BRGM / Keyros

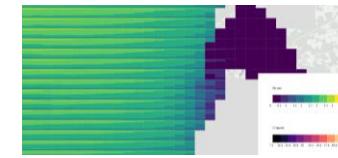
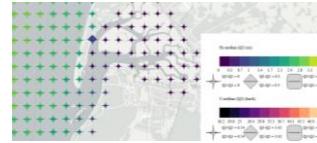
Contexte opérationnel

Contexte scientifique

Entretien guidé d'une heure et demi.

Retours qualitatifs sur la pertinence des différentes approches

Proposition de visualisations pour les prévisionnistes MF



Prévisionnistes MF

Bon retour global

Echelles de couleur utilisées

Possible cas d'application d'une échelle VSUP

Très complexe
Peu utilisable dans un contexte opérationnel
Ne correspond pas au besoin

Permet d'identifier une surestimation du modèle

Très bons retours

Identification de possibles outliers

Combinaison possible avec la première carte

Autres experts

Bon retour global

Echelles de couleur utilisées

Très complexe

Possible application pour interpréter sur/sous estimation d'un modèle (calibration)

Bon retour global

Retours mitigés sur la représentation carroyée

Conclusion sur les travaux actuels

Simulation d'ensemble: permet de quantifier l'incertitude liées aux modèles
Nécessite des visualisations complexes, combinant des indicateurs agrégés.

Retours prometteurs sur les visualisation proposées dans ORACLES.

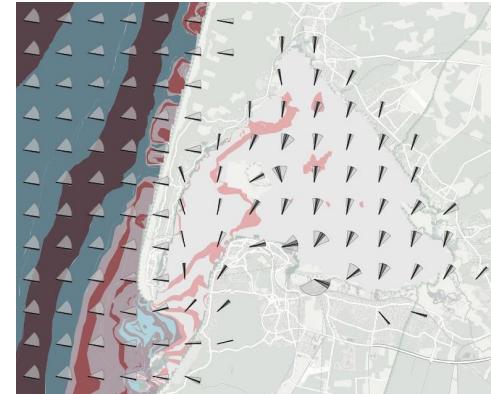
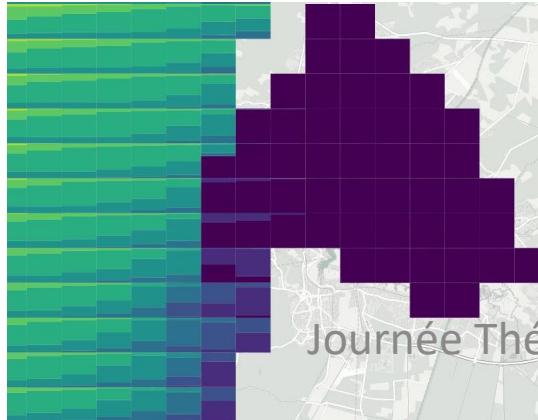
Ces retours tendent à montrer que:

1. Il faut des indicateurs et des styles **spécifiques pour chaque type d'utilisateur, pour leurs différentes tâches**
2. De telles visualisations **doivent être construites en collaboration avec ces utilisateurs**

Visualiser des données entachées d'incertitude

Application au risque de submersion côtière

Jacques Gautier, Julius Bañgate, Sidonie Christophe



Journée Thématique Risques et Incertitudes

12/09/2025