

# Visualiser des données entachées d'incertitude

## Application au risque de submersion côtière

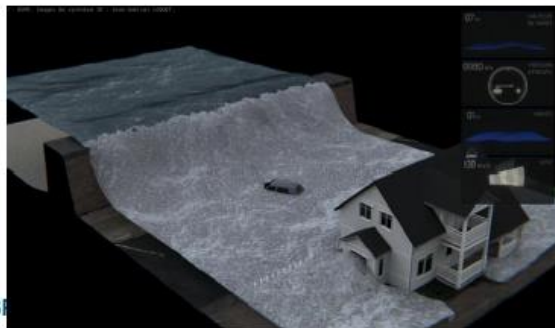
Jacques Gautier, Julius Bañgate, Sidonie Christophe

Journée Thématique Risques et Incertitudes

12/09/2025



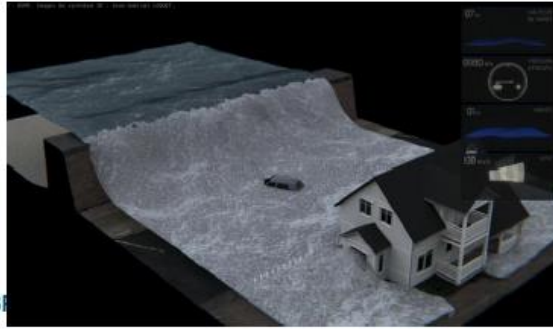
# Prévision du risque de submersion côtière



*Météo France.*

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

# Prévision du risque de submersion côtière



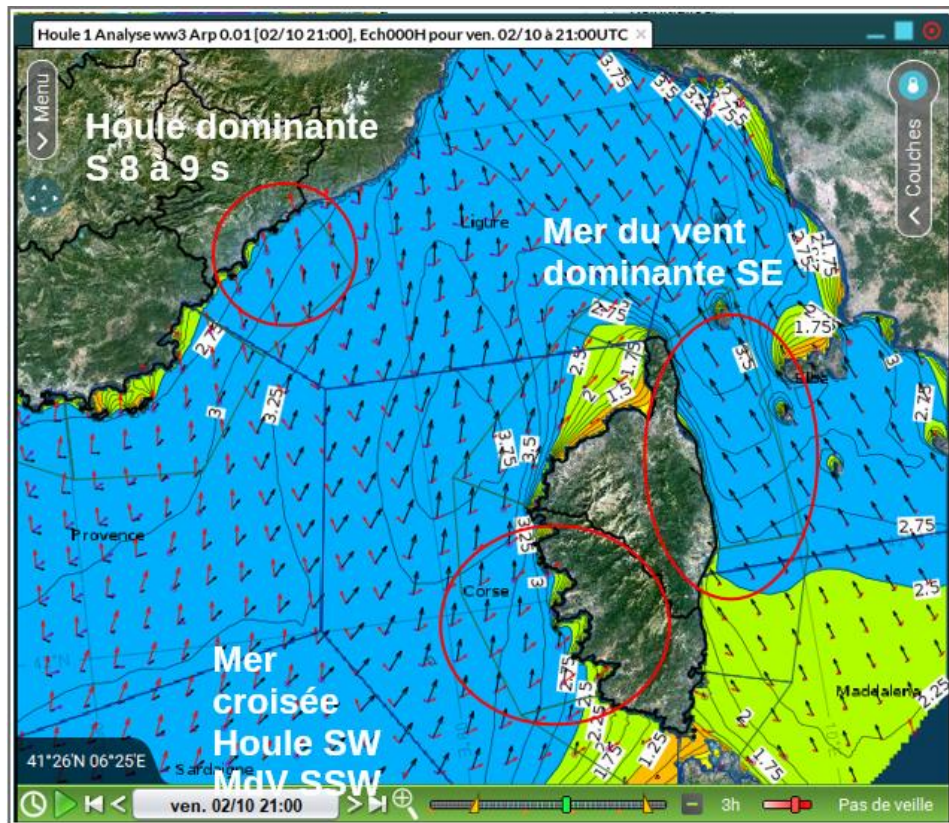
*Météo France.*

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

Utilisation de différentes sources de données:

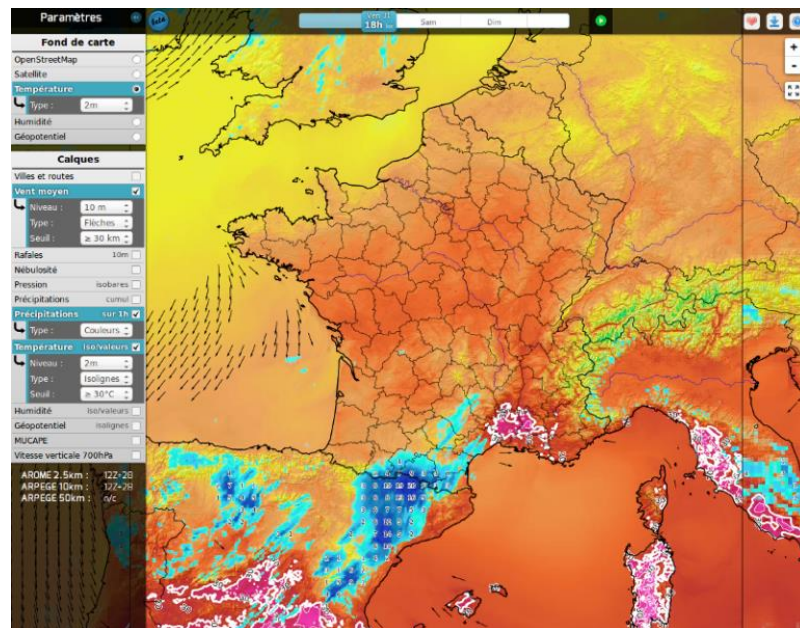
- Imagerie satellite
- Stations de mesure au sol ou en mer
- **Différents modèles de simulation**
  - ARPEGE, AROME
  - WW3 (vagues)

# 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



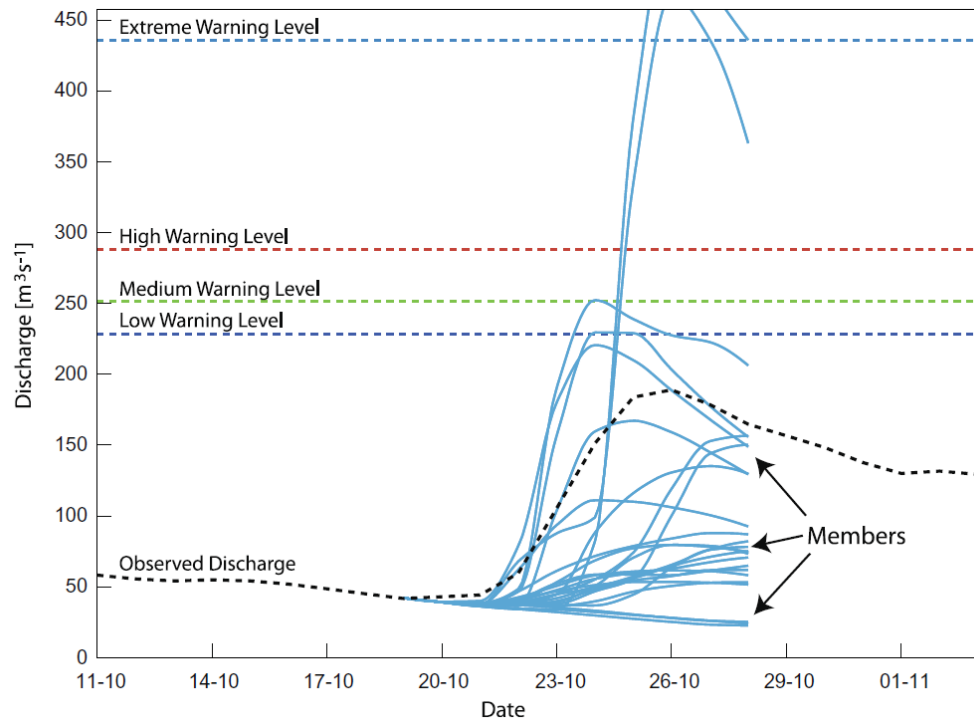
# Visualiser l'incertitude autour des données

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)

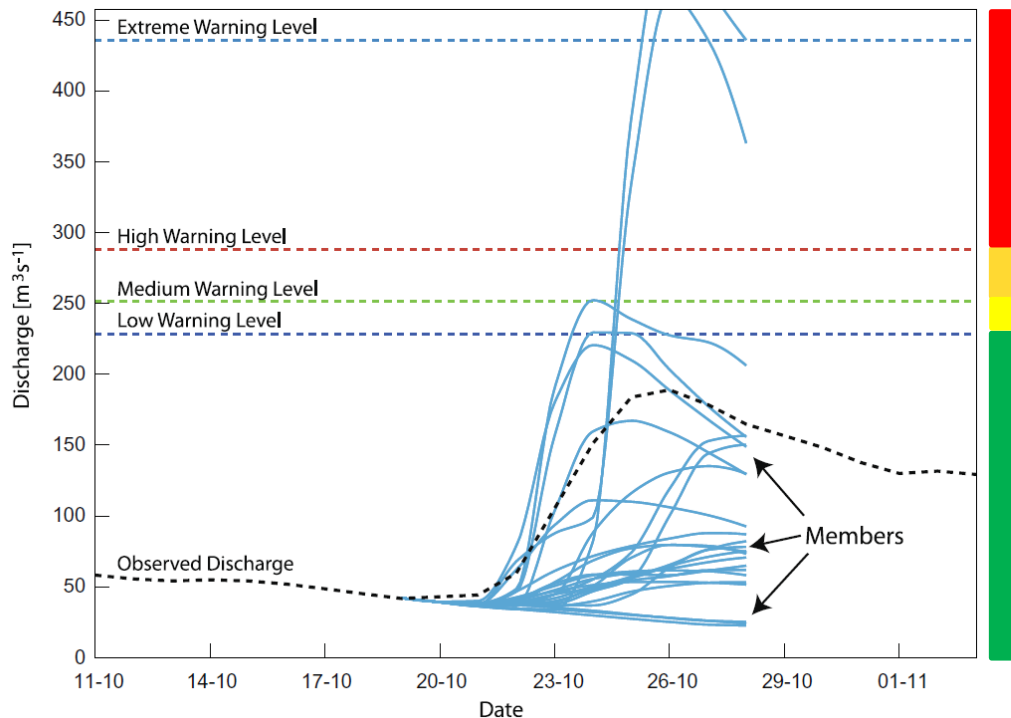
≠ conditions initiales

≠ 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)

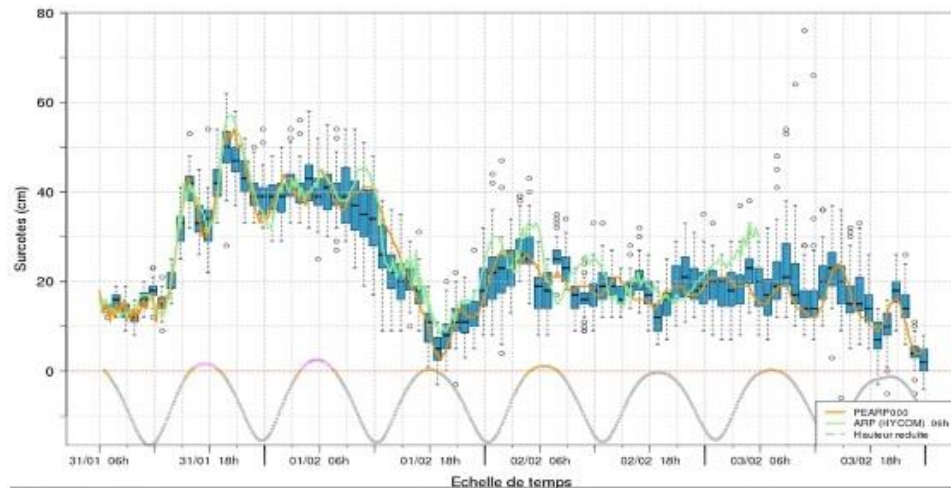
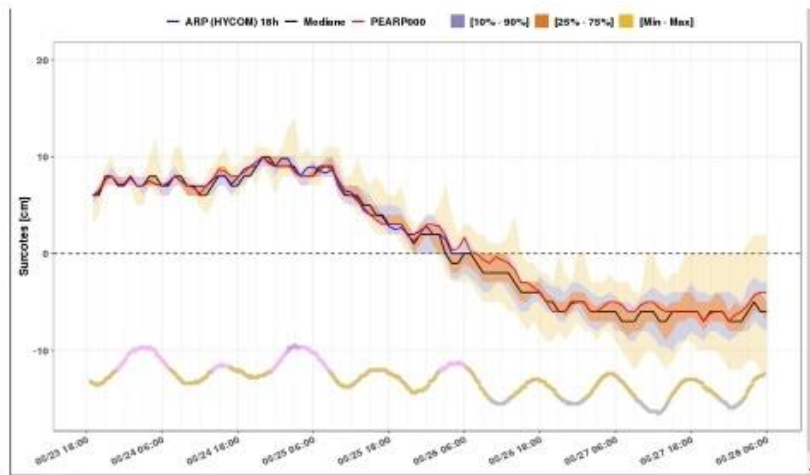
- Une vigilance absolue s'impose des phénomènes dangereux d'intensité exceptionnelle sont prévus...
- Soyez très vigilant, des phénomènes dangereux sont prévus ...
- Soyez attentif si vous pratiquez des activités sensibles au risque météorologique ...
- Pas de vigilance particulière.

H.L. Cloke and F. Pappenberger, 2009, Ensemble flood forecasting: A review, Journal of Hydrology 375 (2009) 613–626

# Visualisation de simulation d'ensemble

*Météo France*

Environnement Synopsi  
Météo-France





# Visualisation de simulation d'ensemble

*Météo France*

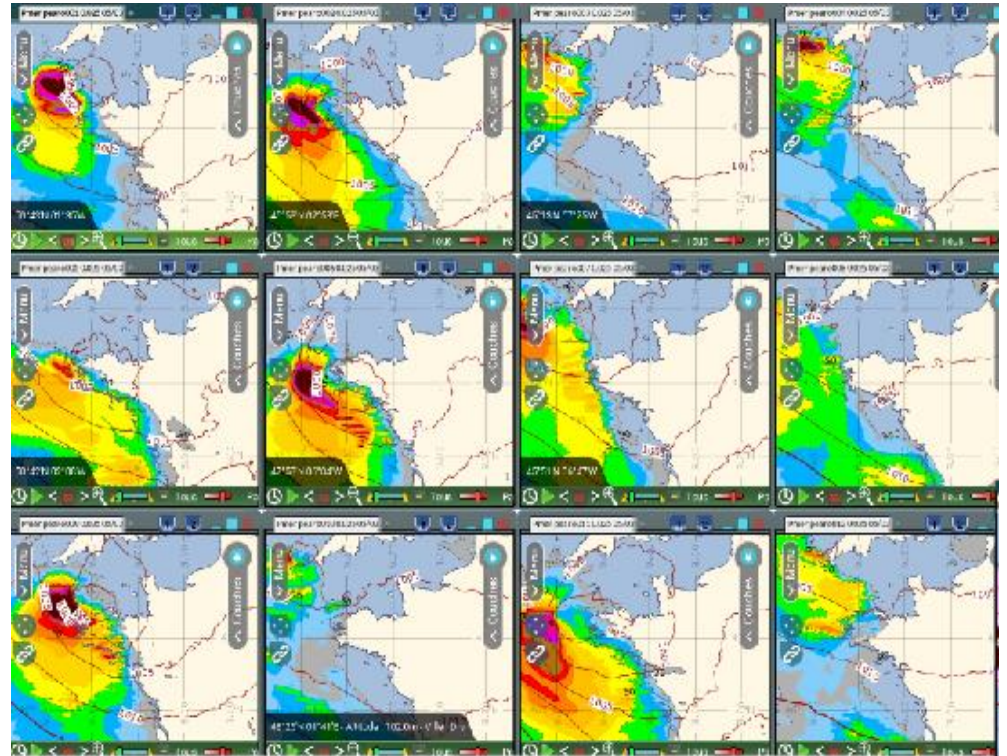
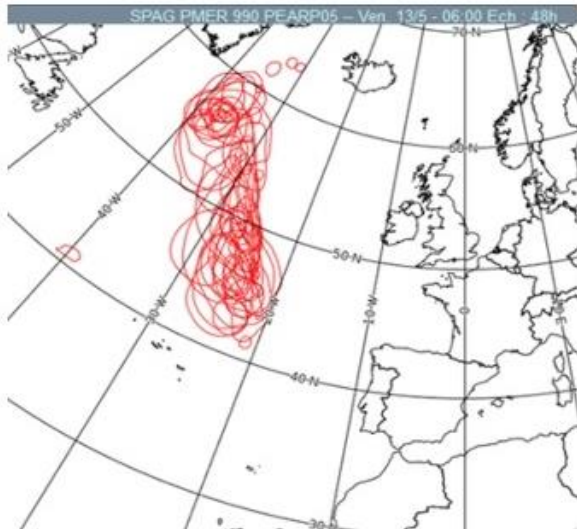
Environnement Synopsi  
Météo-France



# Visualisation de simulation d'ensemble

*Météo France*

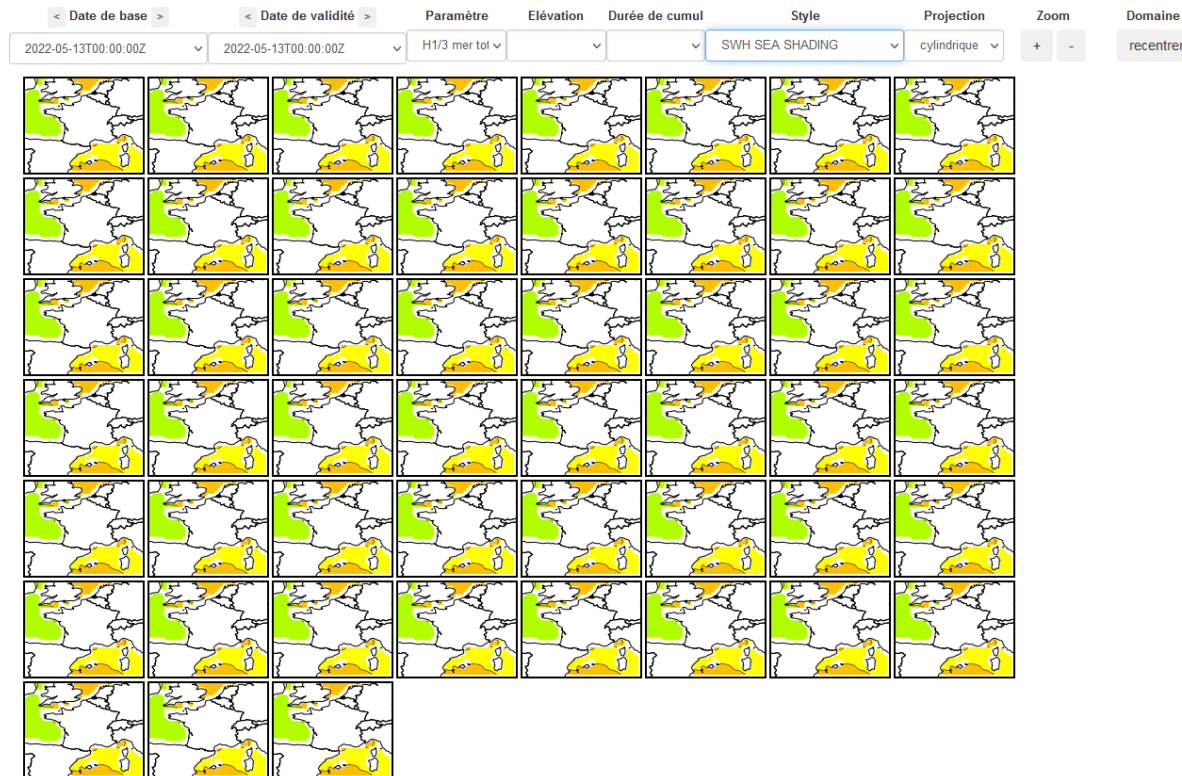
Environnement Synopsi  
Météo-France



# 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

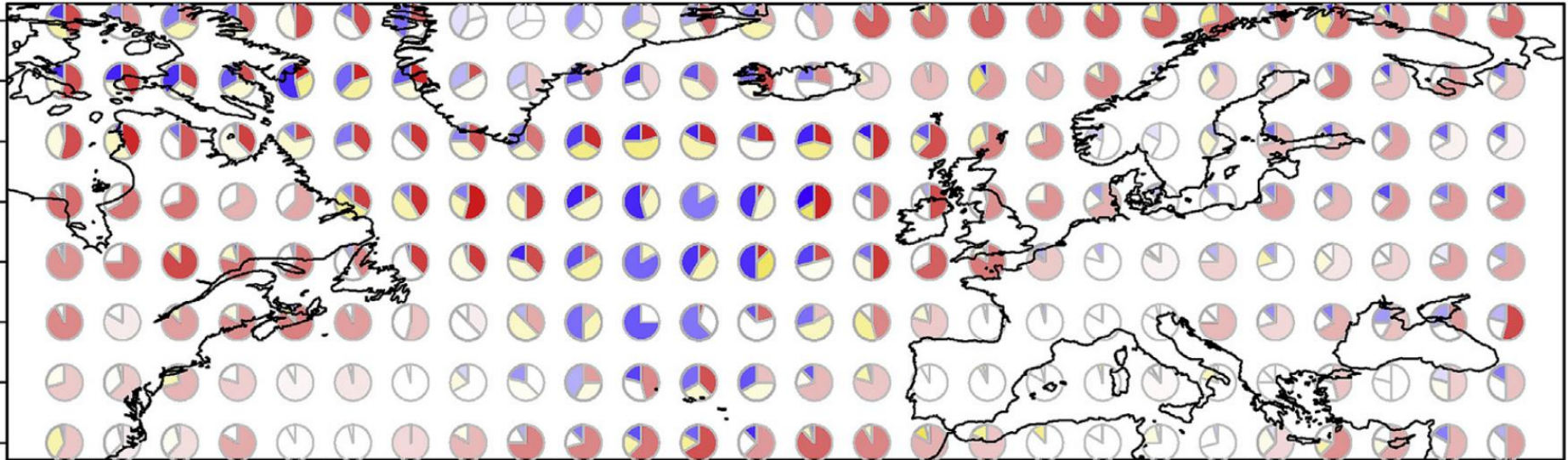
Les approches de représentation cartographiques classiques sont difficilement applicables aux ensembles (Wang, 2015)

- 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. Manzanos b, J. Bedia a, J. Fernandez a, S. Herrera a, A.S. Cofino~ a, J.M. Gutierrez b, Environmental Modelling & Software 99 (2018) 101e110







“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...**

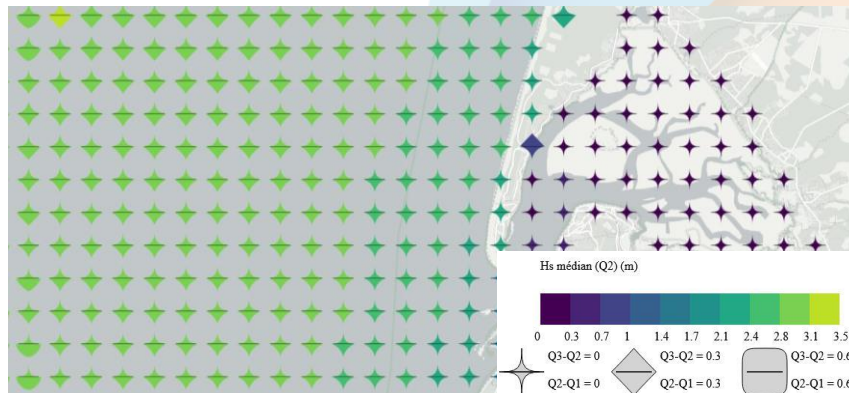
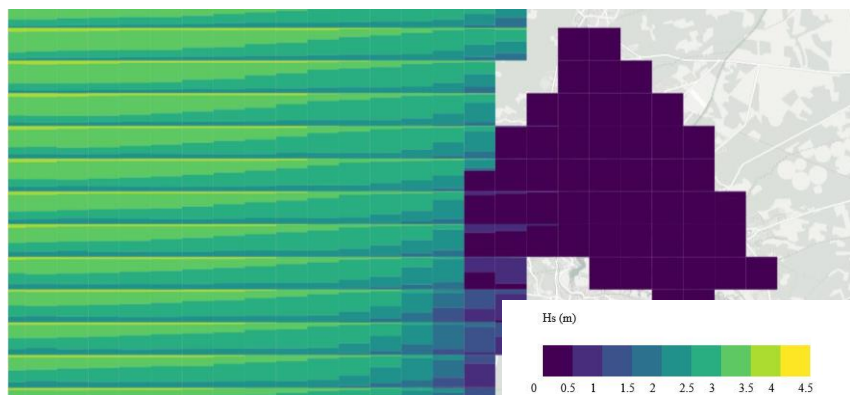
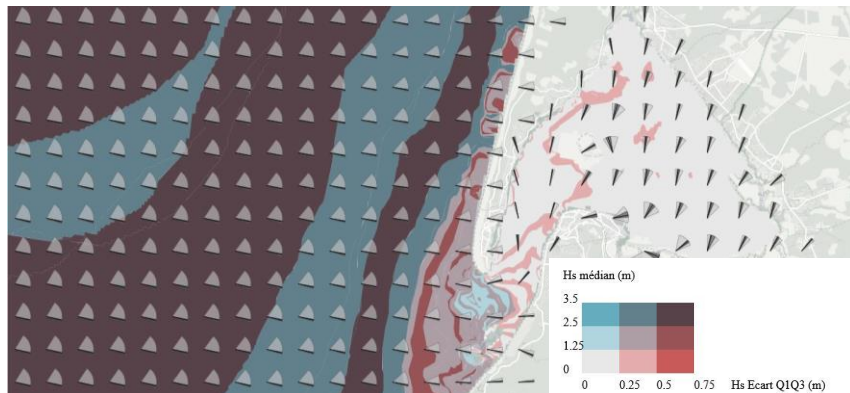
- les prévisionnistes Météo France pour la détermination de niveaux d'alerte
- les autorités locales pour la détermination des mesures de prévention

- **Comment identifier visuellement...**

- les tendances principales parmi les différents scénarios
- La variabilité des modèles, la représentativité des scénarios
- les possibles scénarios exceptionnels



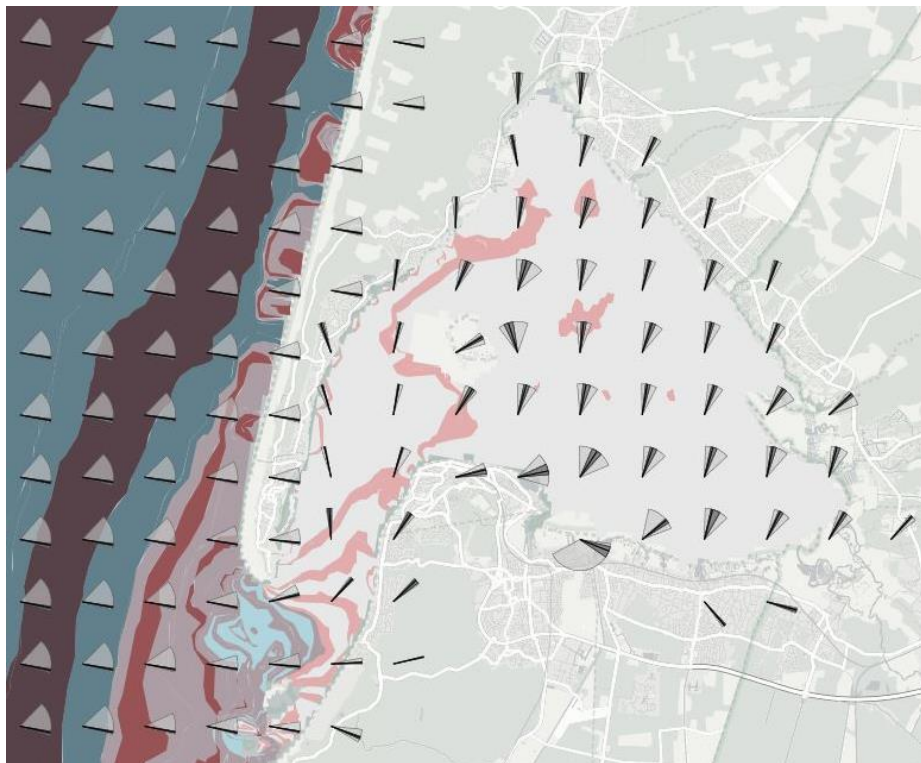
# Propositions de visualisations pour les prévisionnistes MF



**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

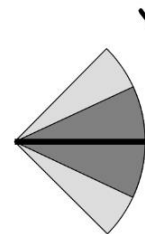


*Identification du scénario le plus probable + pertinence du scénario*

*Co-visualisation intensité-direction*

## 1 Waves Direction

North

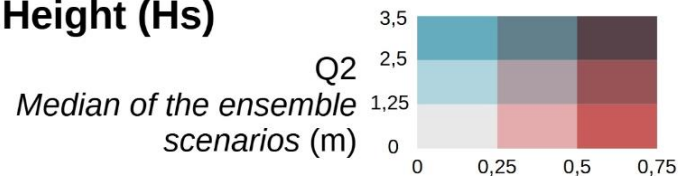


Median direction of the ensemble scenarios(west)

Direction range of the 50 % more « central » scenarios

Direction range of the entire ensemble scenarios

## Waves Height (Hs)



Q1Q3 Interquartile range (m)

# Proposition de visualisations pour les prévisionnistes MF

Identification du scénario le plus probable + pertinence du scénario

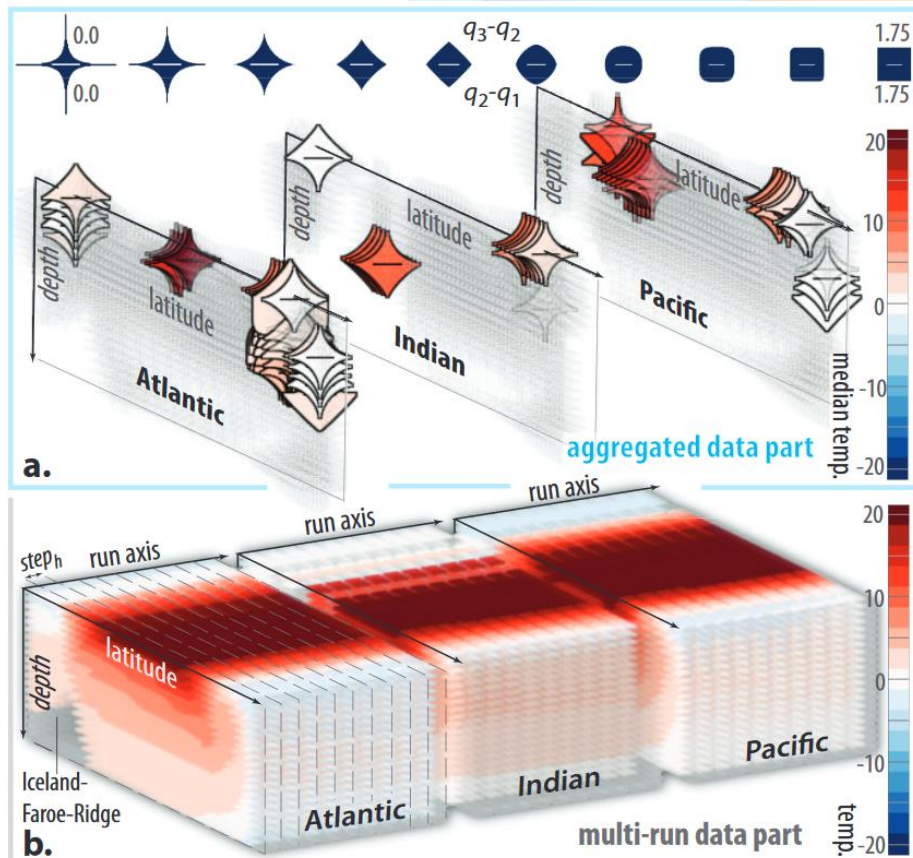


image courtesy of Kehrer et al. [62] © 2011 IEEE.  
Visualization and Visual Analysis of Ensemble Data: A Survey  
Junpeng Wang, Subhashis Hazarika, Cheng Li, and Han-Wei  
Shen, Member



# Proposition de visualisations pour les prévisionnistes MF

Identification du scénario le plus probable + pertinence du scénario

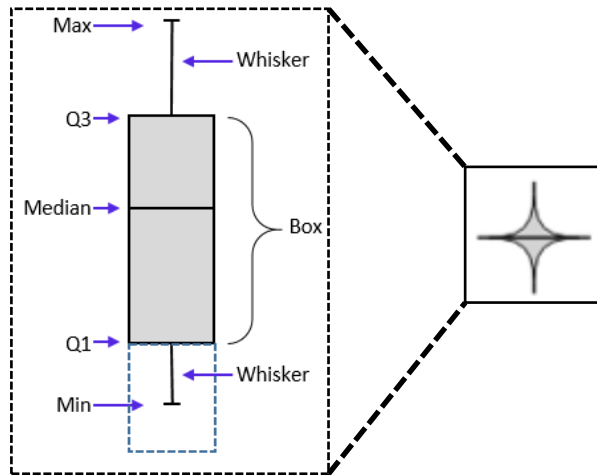
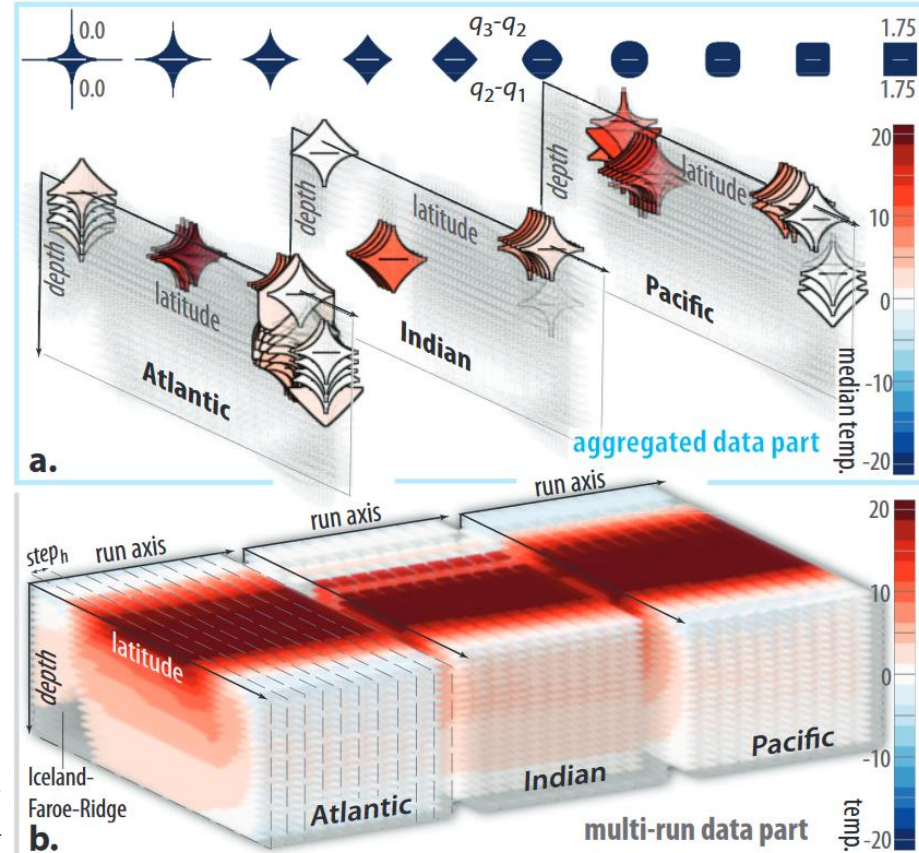


image courtesy of Kehrer et al. [62] © 2011 IEEE.  
Visualization and Visual Analysis of Ensemble Data: A Survey  
Junpeng Wang, Subhashis Hazarika, Cheng Li, and Han-Wei Shen, Member



# Proposition de visualisations pour les prévisionnistes MF

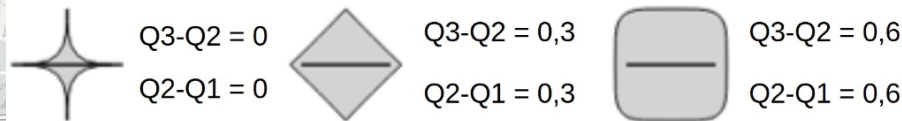


*Identification du scénario le plus probable + pertinence du scénario*

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

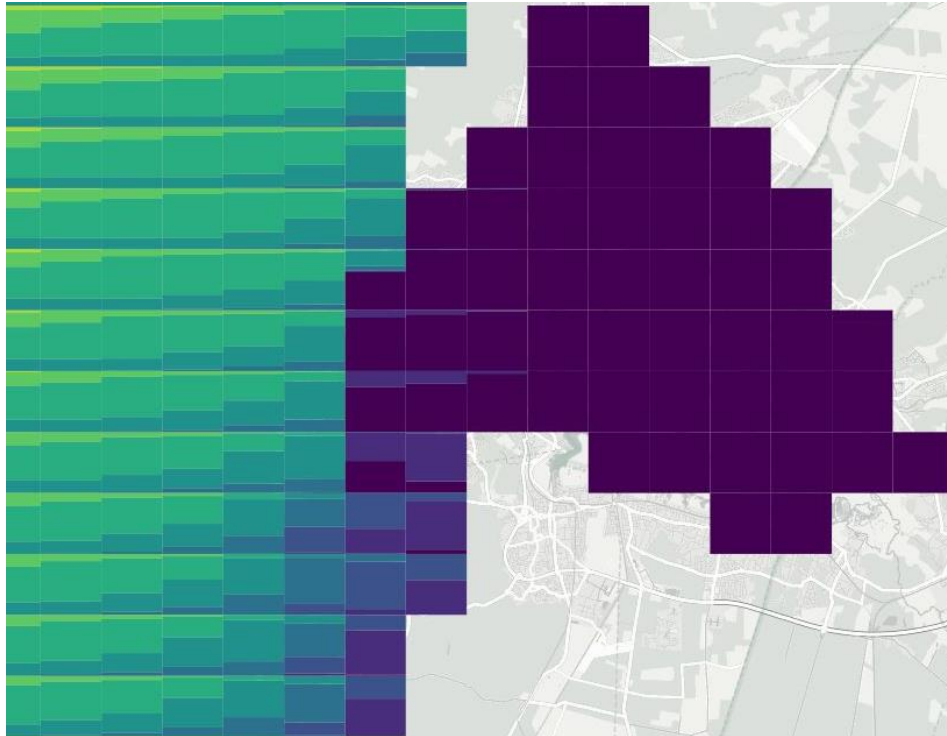


**Ranges between median value (Q2) and first (Q1) and third (Q3) quartiles (m)**



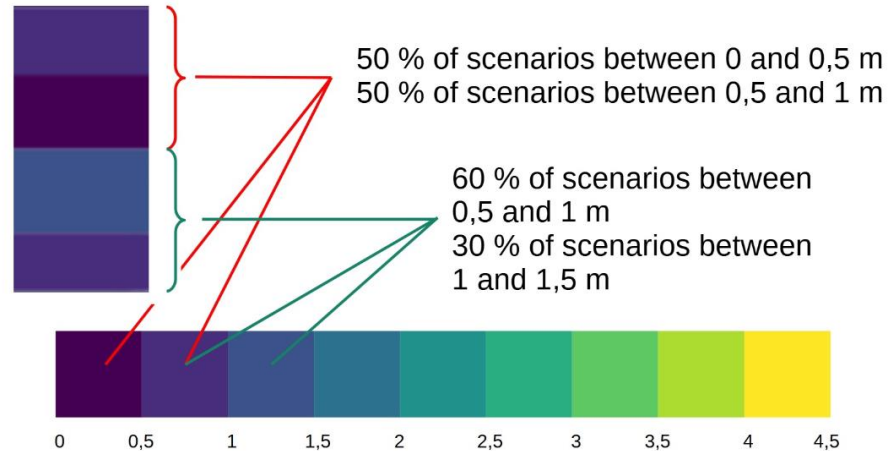


# Proposition de visualisations pour les prévisionnistes MF



*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*

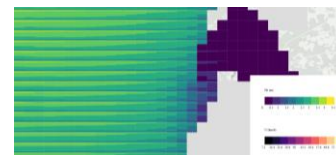
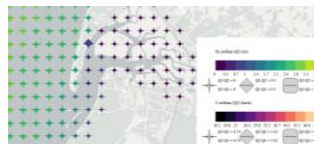
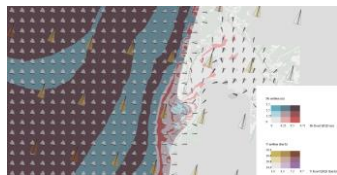
Contexte opérationnel

*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.

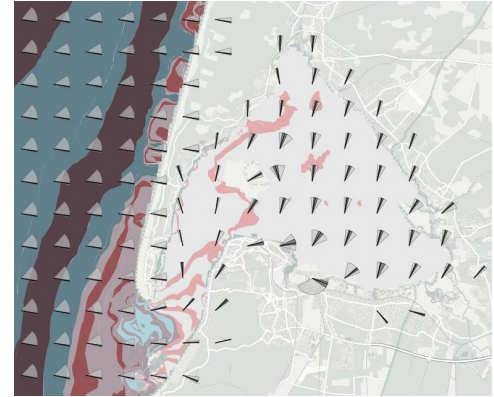
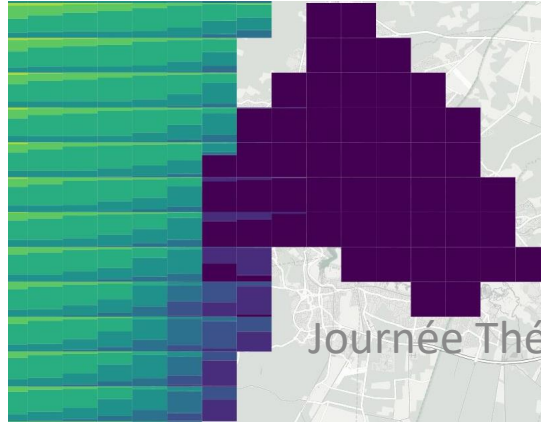
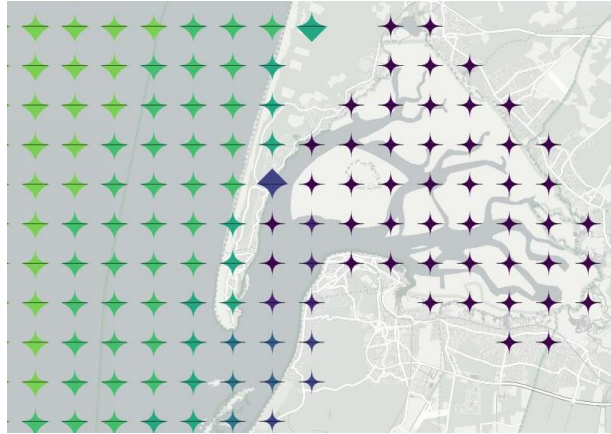
Ces retours tendent à montrer que:

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