

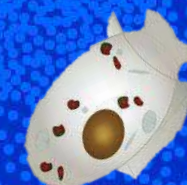
# Détection et prédiction des efflorescences d'HABs

  
G. Wacquet<sup>1</sup>, R. Halawi-Ghosn<sup>1</sup>, P. Gonin<sup>1,3</sup>, E. Poisson-Caillault<sup>2</sup>, C. Dupont<sup>3</sup>, A. Lefebvre<sup>1</sup>  


<sup>1</sup> Ifremer, Unité COAST, Laboratoire Environnement Ressources Boulogne-sur-Mer

<sup>2</sup> ULCO, Laboratoire Informatique, Signal et Image de la Côte d'Opale, Calais

<sup>3</sup> BiOceanOr, Biology for Ocean, Nice



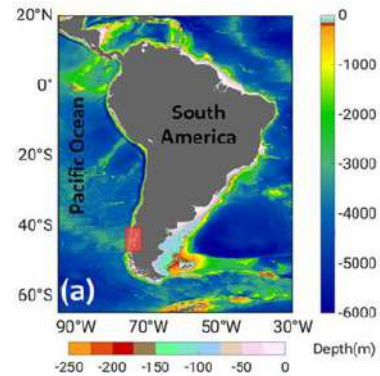


# Impacts des HABs (Harmful Algal Blooms)

PhD Raed Halawi Ghosn  
(2021-2024)



Mytiliculture en Baie de Somme



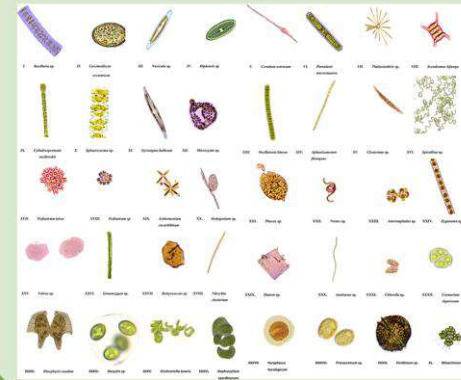
PhD Pierre Gonin  
(2025-2028)



Salmoniculture en Patagonie Chilienne

## Phytoplancton

Micro-organismes photosynthétiques proliférant sous certaines conditions (apports en nutriments, luminosité, ...)



## HAB

Harmful Algal Bloom



Impact  
écologique,  
sanitaire,  
socio-économique



Mortalité

Produits non  
consommables

Culture limitée

1. Hypoxie/anoxie

2. Accumulation de toxines

3. Réduction de la croissance  
et de la reproduction

➤ 1<sup>er</sup> revers pour l'industrie chilienne en **1988** :

***Heterosigma akashiwo***

→ mortalité > **5000 t**, pertes estimées à **US\$11M**

➤ Été austral **2016** : ***Pseudochattonella cf. verruculosa*** et ***Alexandrium Catenella***

→ mortalité > **40 000 t**, pertes estimées à **US\$800M**



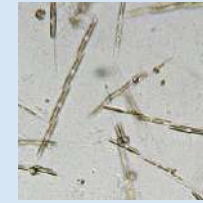
@Andrés Pérez, 2016

# Surveillance des HABs

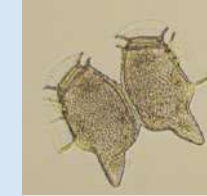
## BASSE FRÉQUENCE

- ❑ Donnée multi-source  
→ in-situ, satellite, modélisation
- ❑ Données multi-fréquence  
→ haute vs basse
- ❑ Données multi-échelle  
→ temporelle et spatiale
- ❑ Multi-paramètre  
→ plusieurs variables

### Réseaux de surveillance « phytoplancton »



*Pseudo-nitzschia* spp.



*Dinophysis* spp.



*Alexandrium* spp.



*Phaeocystis globosa*

Abondances  
phytoplancton

### Bouées/Stations instrumentées



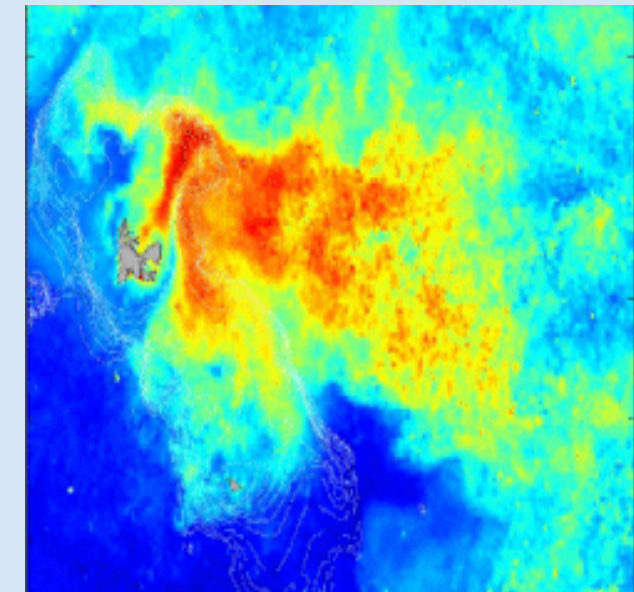
T°, Sali, DO, Fluo,  
Turb, N, P, S, ...

### Satellite



Chl-a, Prof. Secchi,  
PAR, T°, ...

### Modélisation

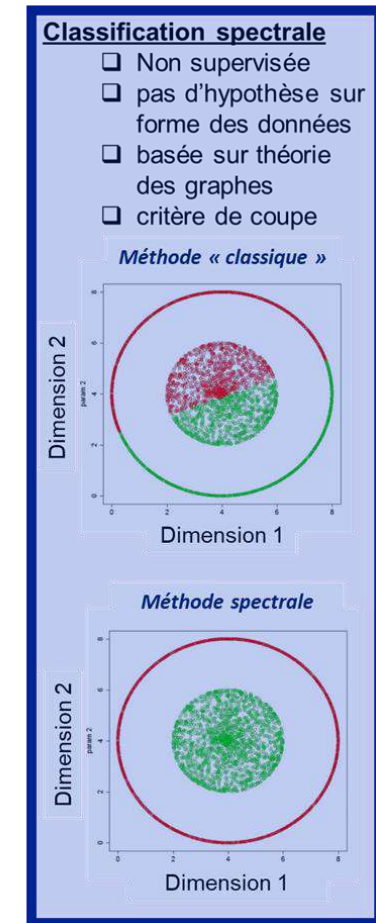
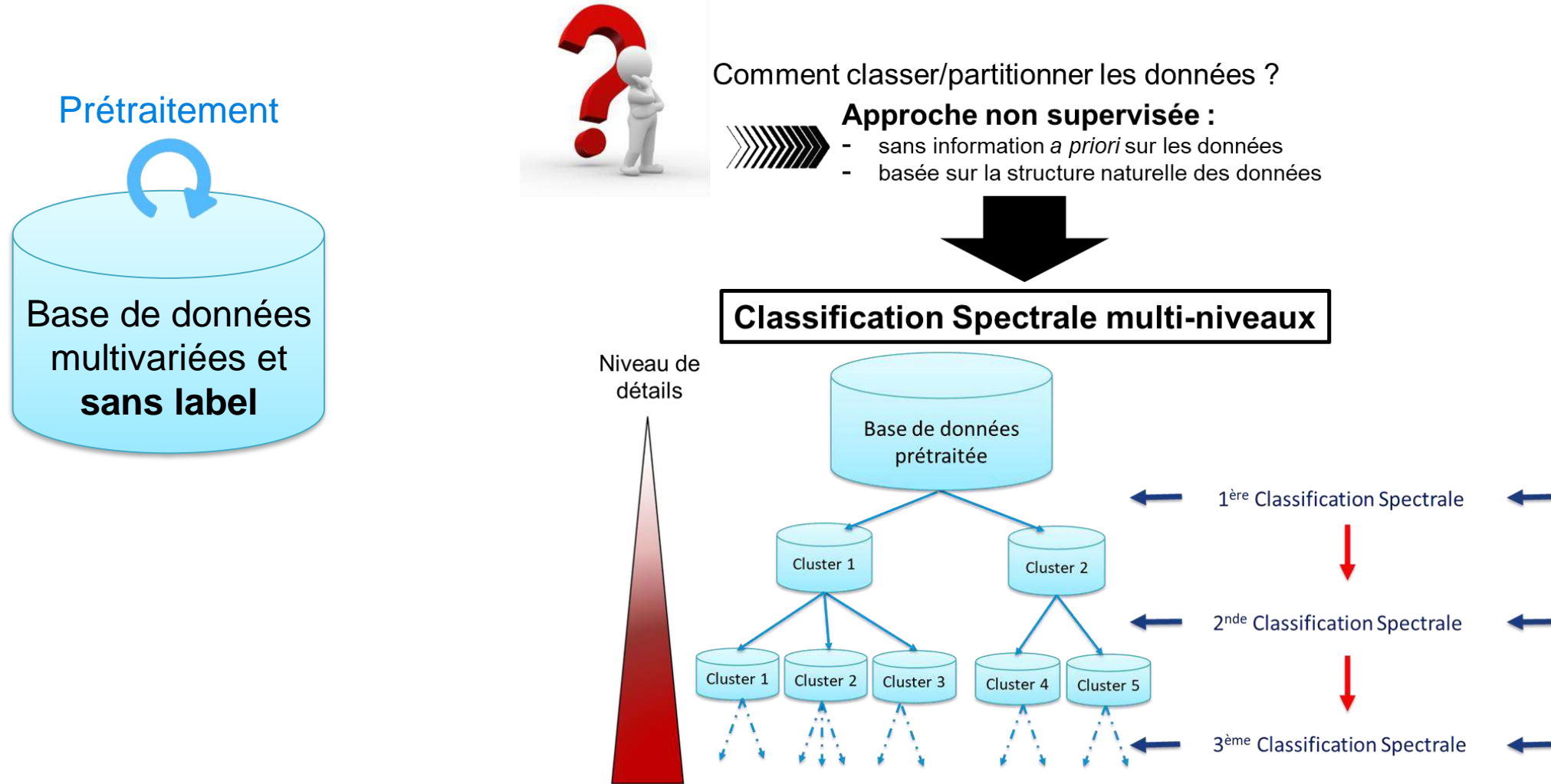


Chl-a, NPP, Phyto  
conc., PAR, ...

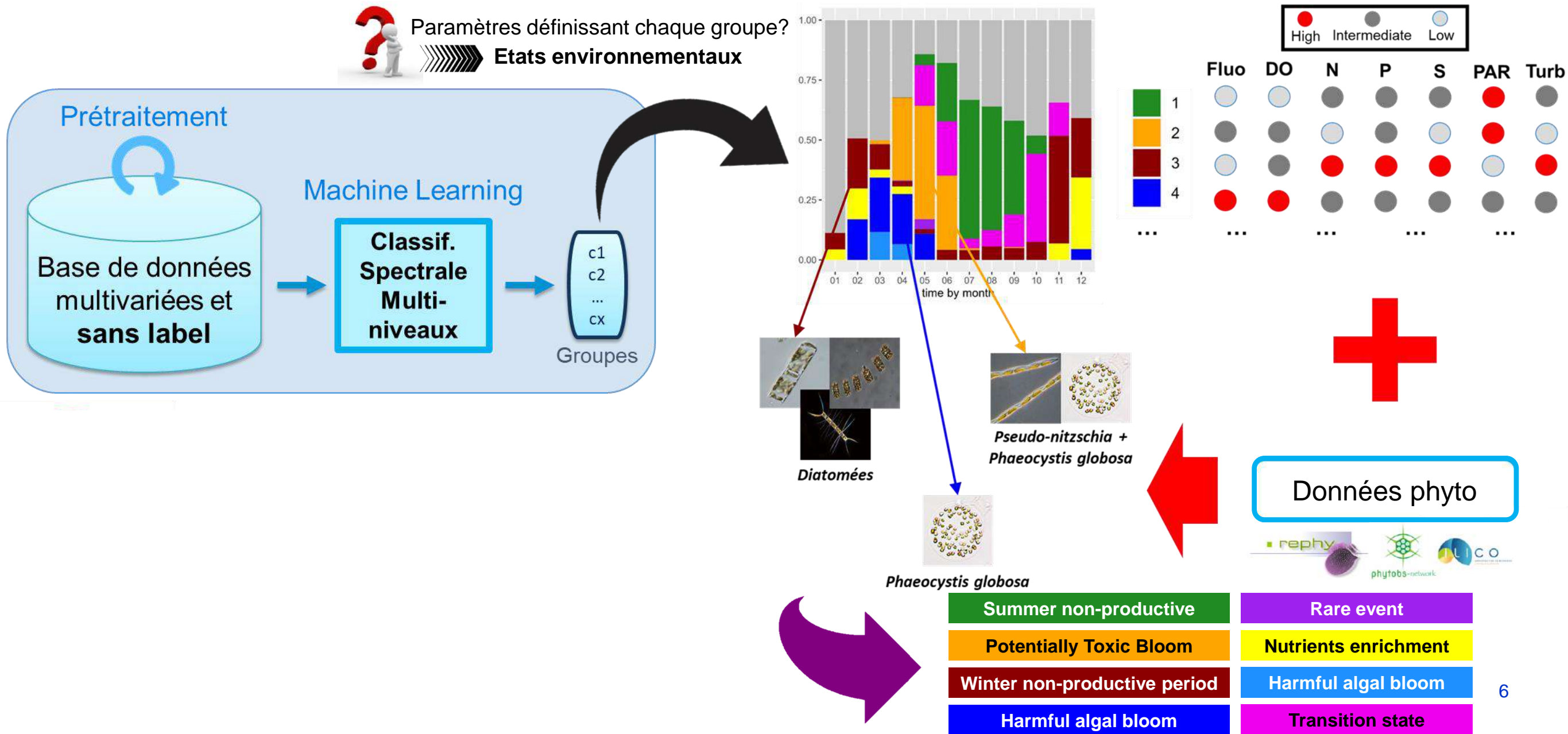
## HAUTE FRÉQUENCE



- ❑ Détecter et identifier les états environnementaux liés à des événements récurrents, rares et extrêmes
- ❑ Apprendre et prédire la dynamique des états environnementaux menant aux blooms de HABs



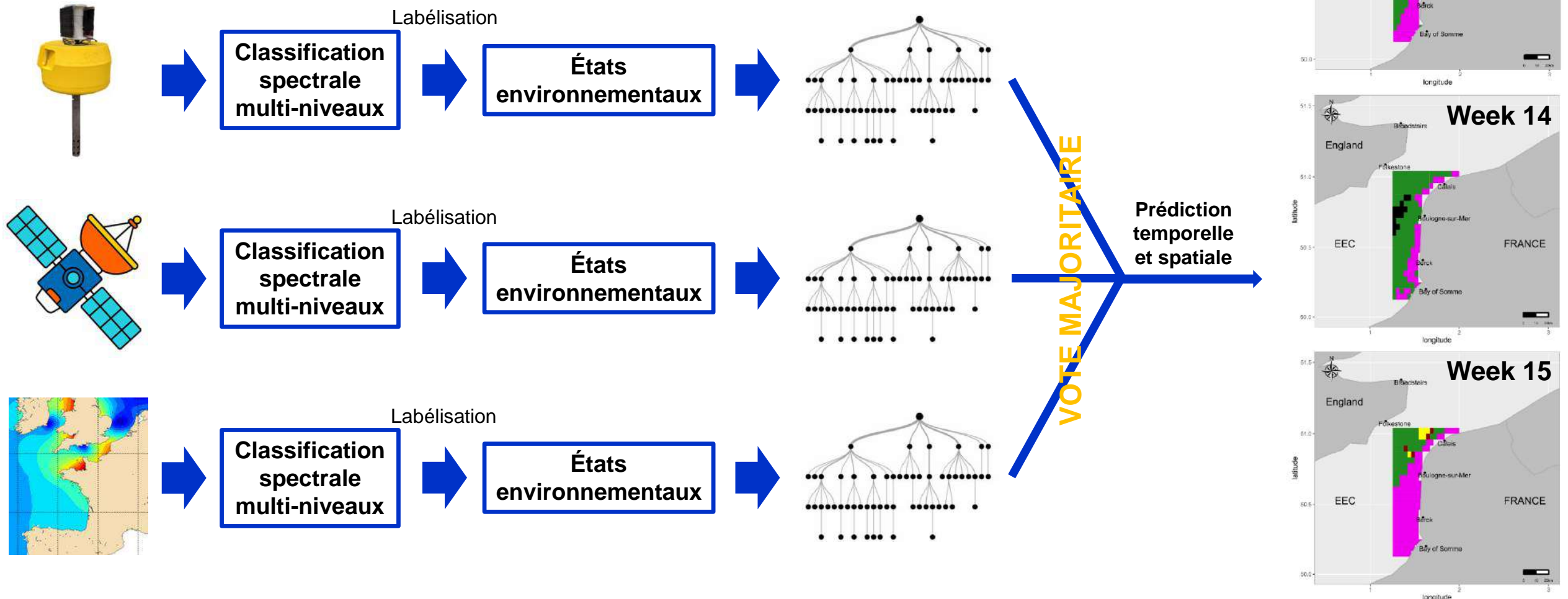
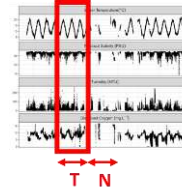
- ❑ Détecter et identifier les états environnementaux liés à des événements récurrents, rares et extrêmes
- ❑ Apprendre et prédire la dynamique des états environnementaux menant aux blooms de HABs



- Détecter et identifier les états environnementaux liés à des événements récurrents, rares et extrêmes
- Apprendre et prédire la dynamique des états environnementaux menant aux blooms de HABs

## Random Forest incrémental

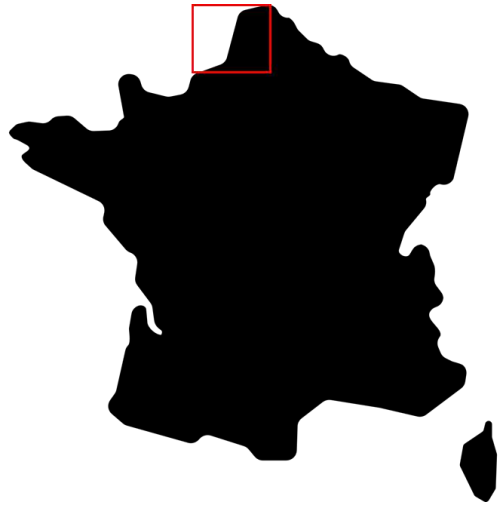
Prédiction du futur (N) à partir du passé (T)





# PhD Raed Halawi Ghosn (2021-2024)

## Manche – Mer du Nord



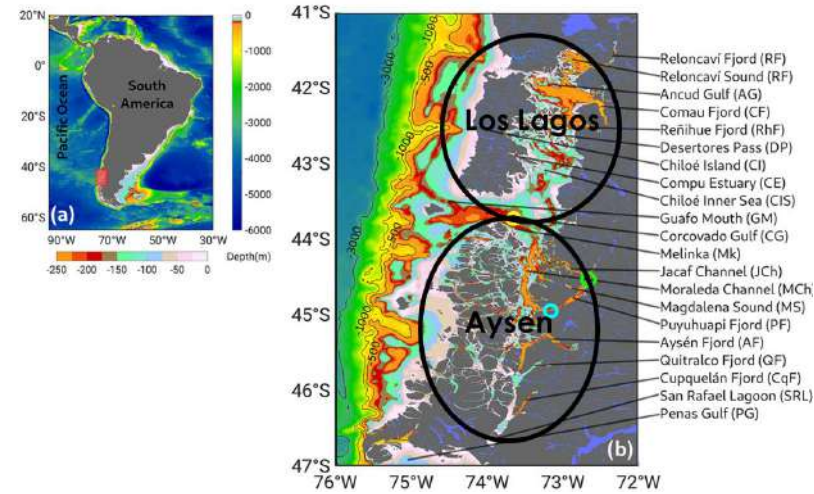
- Système d'observation bien établi



- Expertise approfondie sur la zone (taxonomie du phytoplancton, connaissances des processus, etc.)
- Données vérifiées et validées (experts)

# PhD Pierre Gonin (2025-2028)

## Patagonie Chilienne

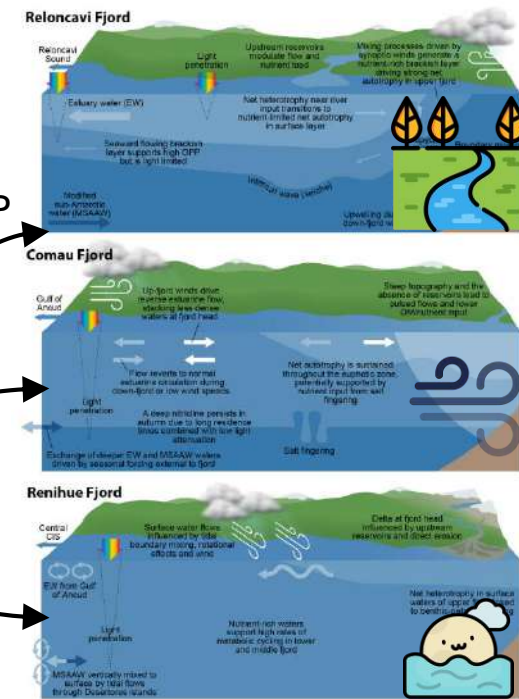


- Système d'observation plus « limité »

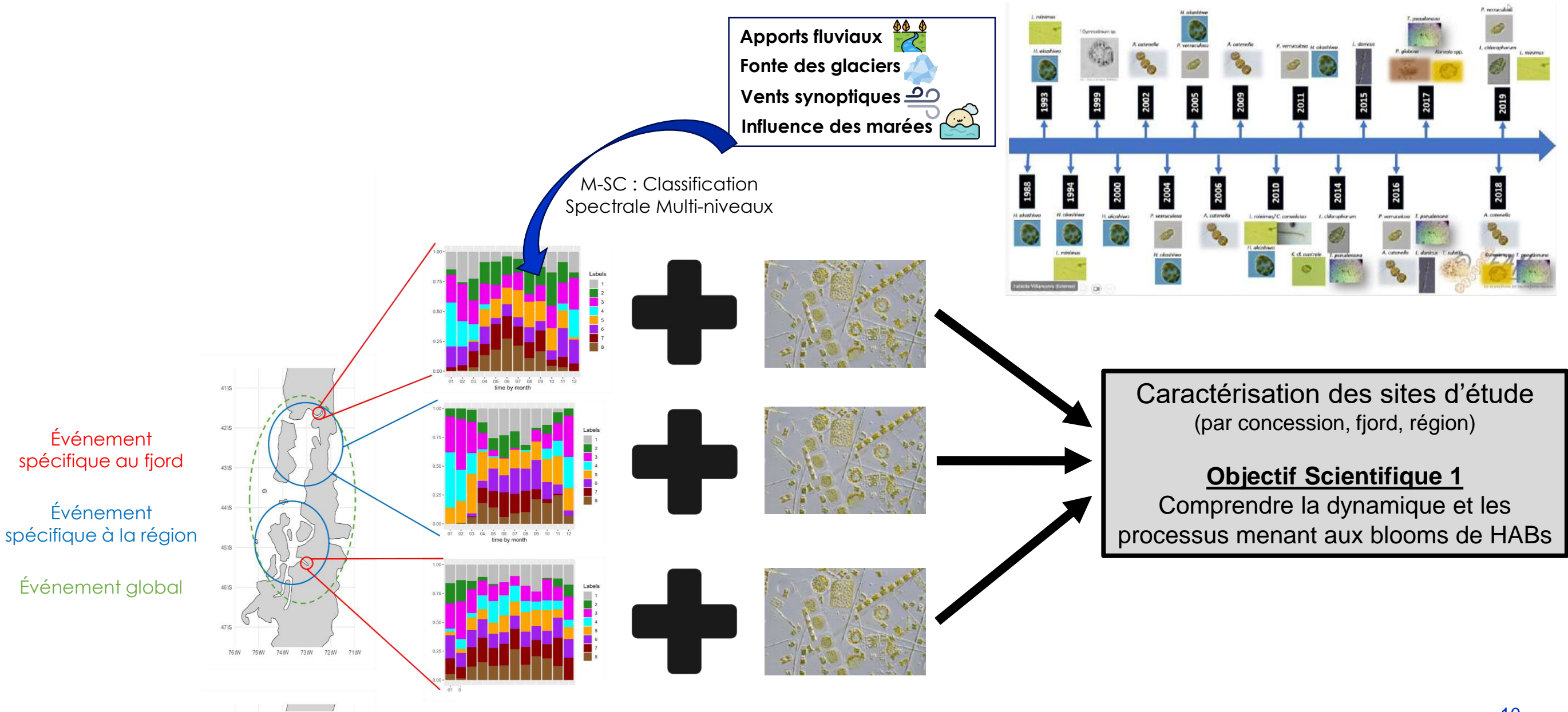
- ❑ Données in situ : récentes (2022), non validées/nettoyées (fournies par farmers)
- ❑ Données satellites : couverture nuageuse importante
- ❑ Données modélisation : échanges en cours avec IFOP

- Chaque fjord/région possède sa propre dynamique, façonnée par divers facteurs externes et internes

- ❑ Fjord de Reloncavi : apports fluviaux
- ❑ Fjord de Comau : vents synoptiques
- ❑ Fjord de Reñihue : influence des marées
- ❑ Lagon de San Rafael : fonte des glaciers
- ❑ Île de Chiloé : mélange permanent



Les variables clés dépendent du contexte : approche multi-sources et multi-sites

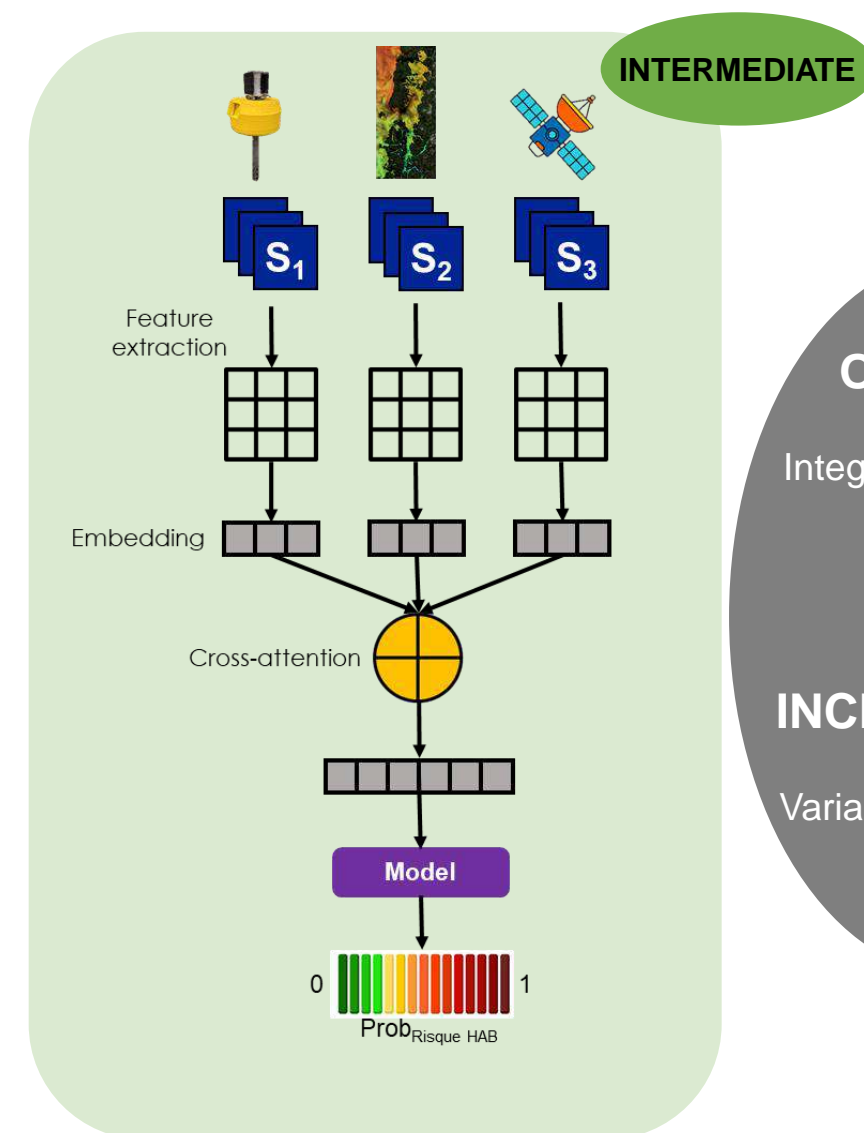
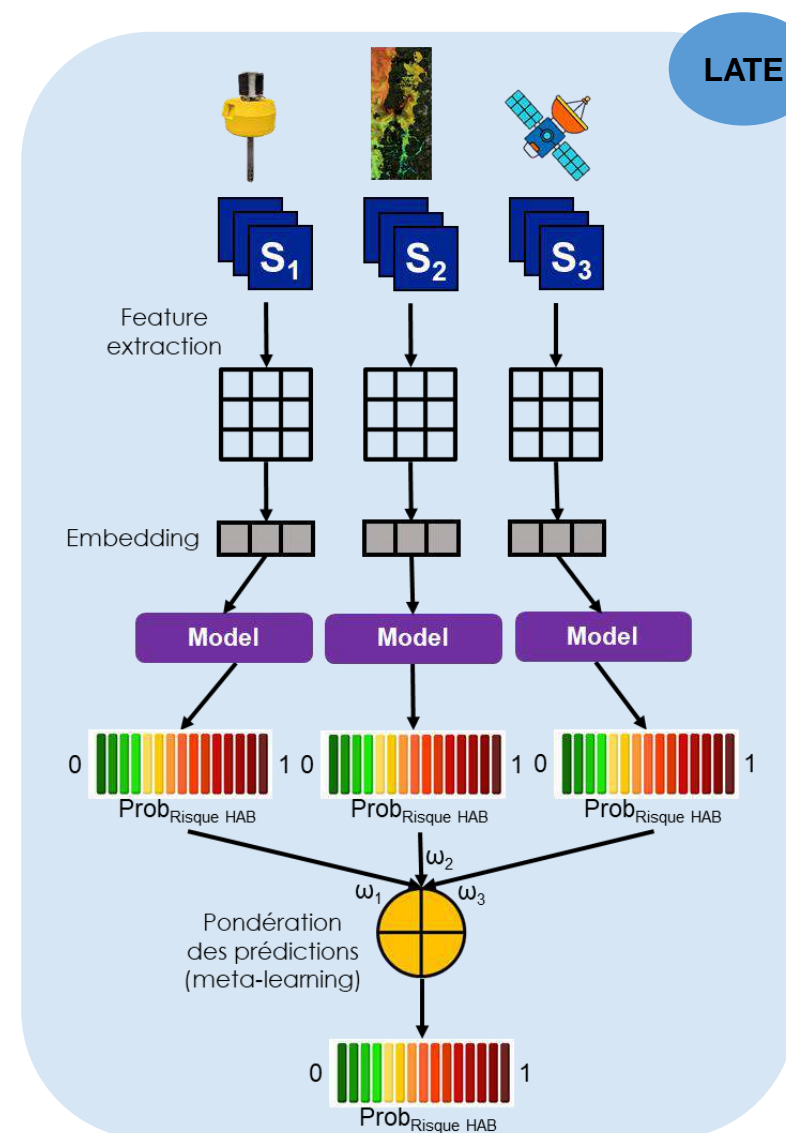
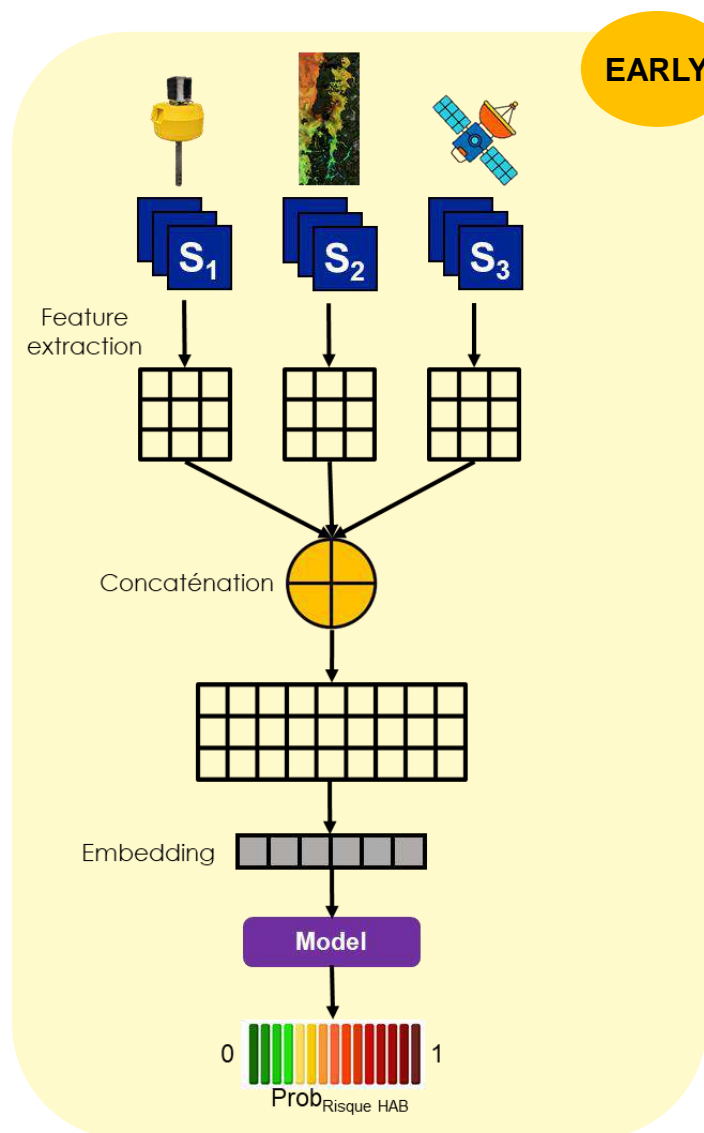




## Objectifs Scientifiques 2

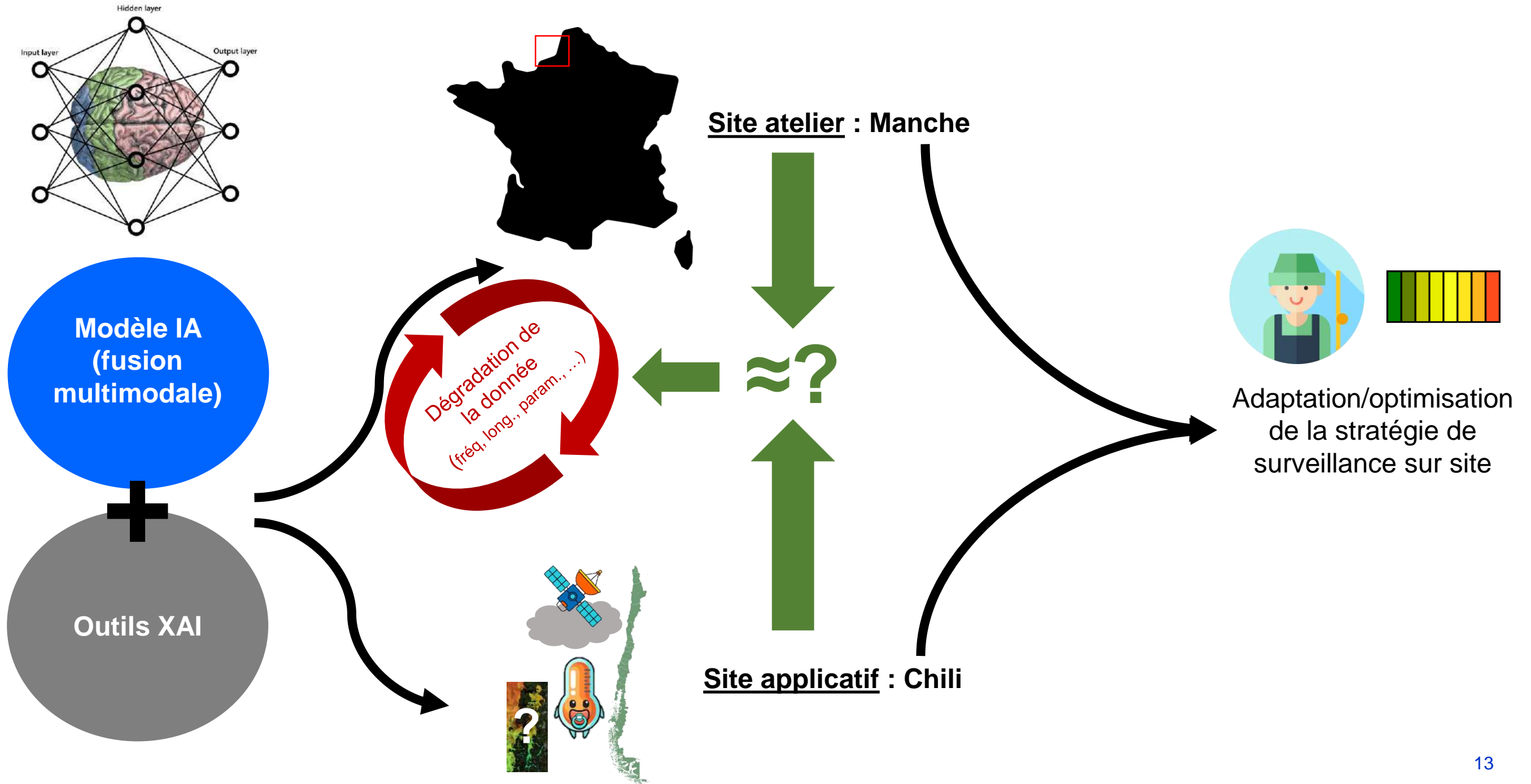
- ❑ Exploiter la complémentarité des données
- ❑ Améliorer la robustesse face aux données manquantes
- ❑ Évaluer/quantifier l'apport des différentes sources de données
- ❑ Pondérer les sources selon leur qualité et leur fiabilité

## FUSION MULTIMODALE



**Outils XAI**  
SHAP  
Integrated Gradients  
...  
+  
**INCERTITUDES**  
Amount  
Variance multi-heads  
...

# When less is more?





# Merci de votre attention!



GT « Intelligence Artificielle »  
Marseille, 27-28 janvier 2026