

L'accélération de la  
résilience territoriale face  
au changement  
climatique.





# Jumeaux numériques de l'estuaire de la Gironde

Accélérer la résilience  
territoriale face au  
changement climatique

# Jumeaux numériques du fleuve

*Des objectifs opérationnels pour accélérer la résilience territoriale de l'estuaire de la Gironde face au changement climatique*



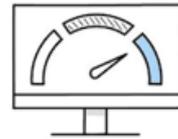
**JUMEAUX  
NUMÉRIQUES  
DU FLEUVE**



Prévisions  
(simulations  
numériques)



Réduction des  
coûts



Gestion des risques



Services innovants

# Jumeaux numériques du fleuve

## Les objectifs de la démarche

- **Fédérer** les acteurs et experts **territoriaux** de l'eau autour de la **résilience climatique** et de **l'économie durable (gouvernance)**
- Faciliter la **surveillance du littoral** et du fleuve (submersion, inondation, qualité de l'eau, préservation de la vie aquatique, ...) et les dispositifs d'alerte
- **Partager** et développer les **connaissances scientifiques** et physiques du fleuve
- **Anticiper** les effets du **changement climatique** et chercher des solutions d'atténuation
- Favoriser la **réplicabilité** pour d'autres cours d'eau

## La démarche de projet

- Lancement d'un **partenariat d'innovation** fin 2021 : 4 candidats et un **jury**
- Réalisation d'un **Hackathon** en février 2022 : feuille de route à 2030
- 2 candidats retenus en mars 2022 : maquettes et tests de performances
- 1 lauréat sélectionné fin juin (fin de la phase de R&D, développements initiés)
- Intégration à **COMENA** (Patrimoine numérique de la Nouvelle-Aquitaine)
- **Objectif de finalisation début 2023 : première version opérationnelle des JN**



### LE JURY



### LES EXPERTS

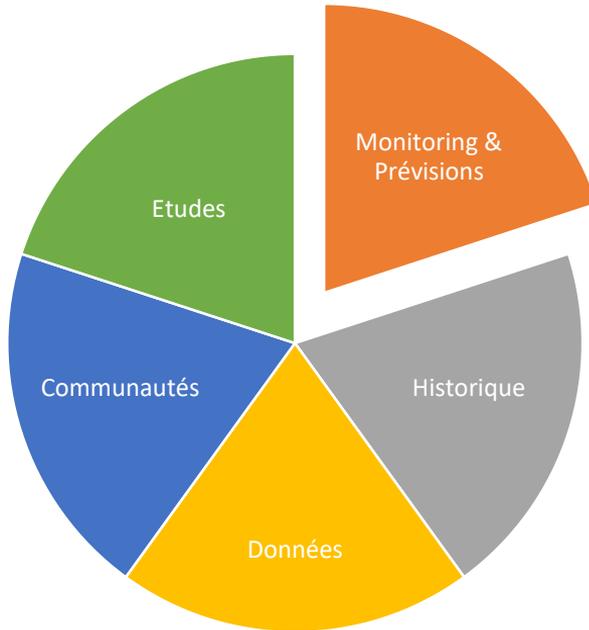


## La réponse aux besoins métiers

- Des **modules métiers** de simulation, prévision et d'aide à la décision
  - Navigation
  - Dragage
  - Caractéristiques du milieu : visualisation SIG
  - Garonne 2050 (public)
  - Etudes : simulation de l'évolution du fleuve suivant différentes hypothèses

# Jumeaux numériques du fleuve

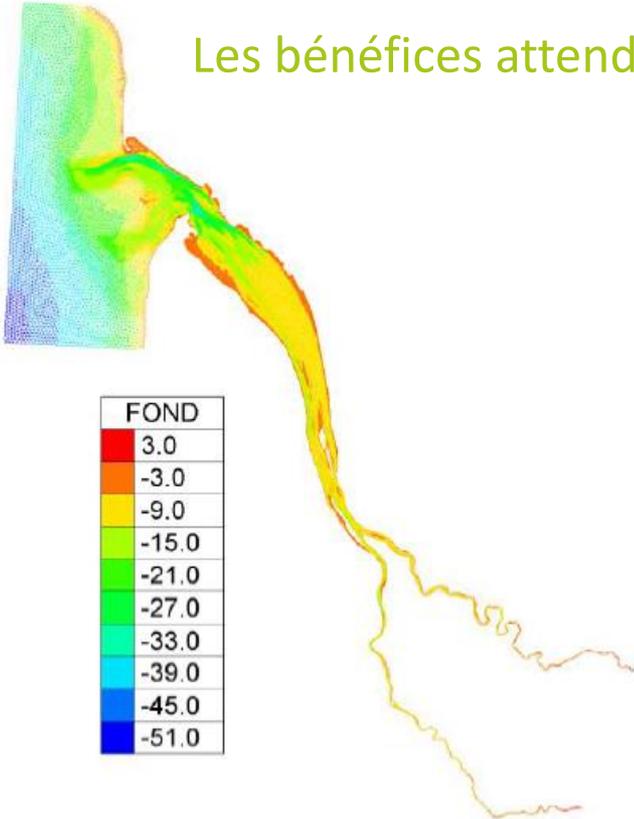
## Les bénéfices attendus



**Prévisions** du comportement du fleuve à **10 jours** (météo) et indicateurs de tendance à **3 mois** pour faciliter les décisions liées aux activités opérationnelles et environnementales  
-> Alertes environnementales

# Jumeaux numériques du fleuve

## Les bénéfices attendus



Des modèles Gironde XL 3D (2018), améliorés par des projets Européens et les travaux du CEREMA, exploitant un maillage à large emprise :

- Gironde avec une partie océanique
- Garonne (jusqu'à La Réole)
- Dordogne (jusqu'à Pessac en Dordogne)

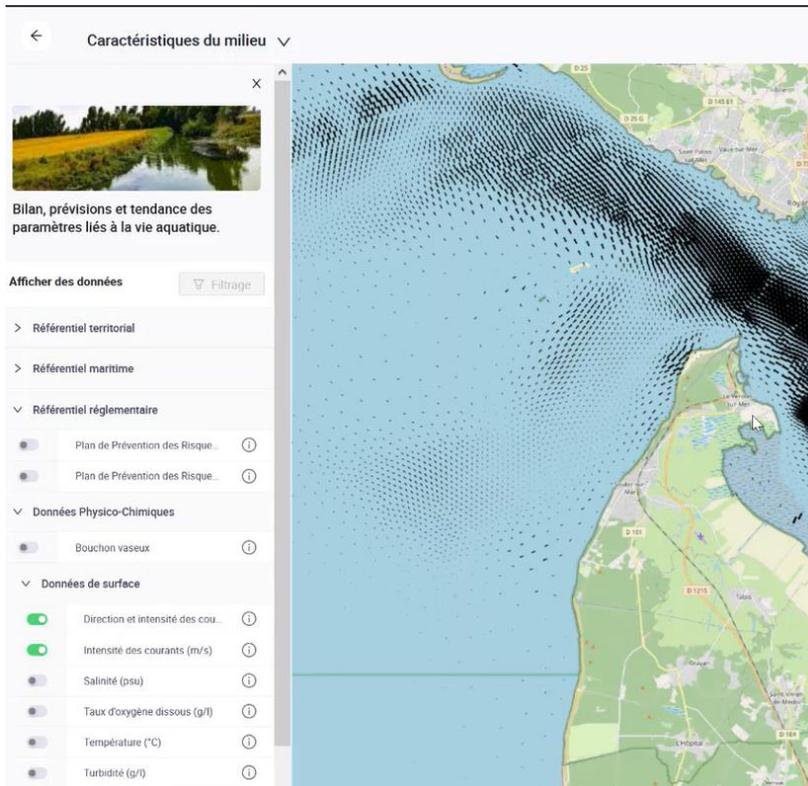
Modélisation de :

- Marée et houle,
- Courants,
- Turbidité,
- Salinité,
- Evolution morpho-dynamique,
- Qualité de l'eau: oxygène, charge organique

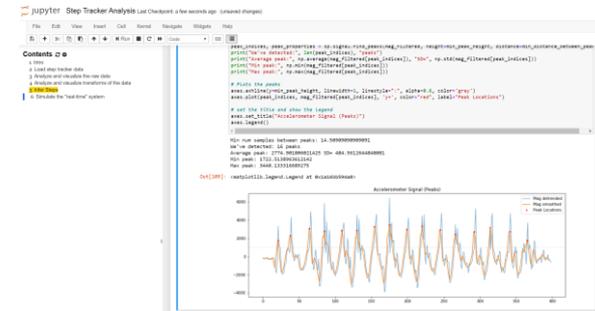
# Jumeaux numériques du fleuve

La valorisation des prévisions et historiques

Des outils SIG  
d'aide à la décision  
et simple d'utilisation

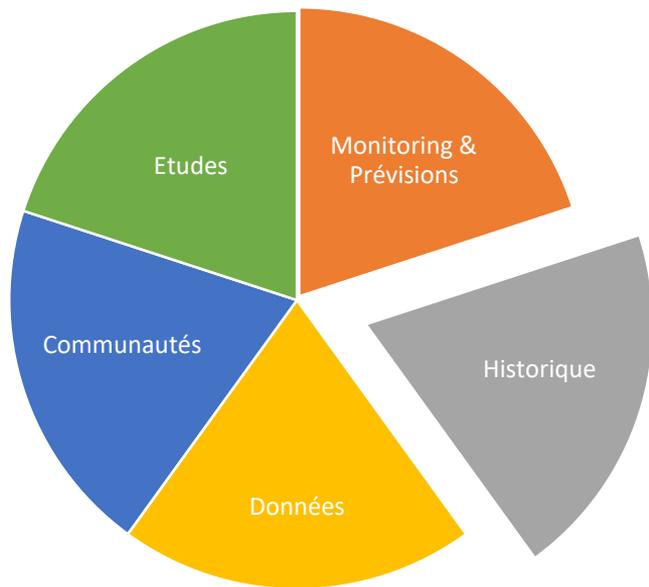


Mais aussi des outils scientifiques :  
Le notebook Jupyter



# Jumeaux numériques du fleuve

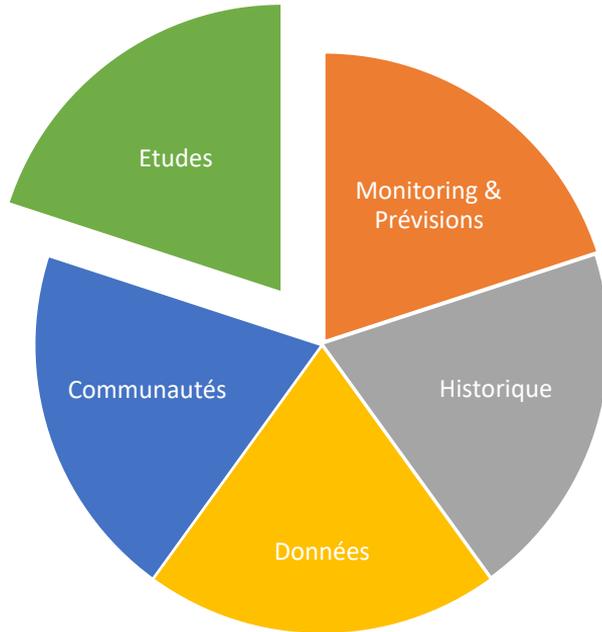
## Les bénéfices attendus



Accès au comportement passé du fleuve pour faciliter sa compréhension et disposer de métriques d'évolution

# Jumeaux numériques du fleuve

## Les bénéfices attendus



Accès à de puissantes ressources de calcul pour réaliser des simulations exploitant un des plusieurs modèles disponibles, adapté aux objectifs de l'étude

## La plate-forme de simulation LISOS

- Une plateforme technique hébergée **Haute Performance de Calculs** dédiée aux jumeaux numériques :
  - plusieurs **modèles opérationnels** mobilisables,
  - Intégration facilitée de nouveaux modèles (autres fleuves, MARS3D, ...)
  - API d'échange de données, et exploitation des résultats
- **Scalabilité** de la puissance de calcul mobilisable **instantanément** (plus de 100 cœurs)
- Lancement de **simulations simultanées**
- Des ressources **neutres en carbone** et à très faible coût
- Une interface **simplifiée** pour un **puissant outil scientifique** de modélisation numérique

## La plate-forme de simulation LISOS

Lancement de la simulation

Run Job

Fichiers de forçage

File Explorer

- forçage\_vent\_ERA5\_20180401.dat
- gixl\_GC\_MOR1808tm\_93V5.sif
- sis2gaiaTH.cas
- user\_fortranR45
- waq\_GXL\_thermic-O2.cas
- GRGCNEA.CL
- forçage\_FRLIQ\_ST\_20180401.dat
- init\_gironde\_20180401.sif
- t3d\_hydro\_R45\_waqtel2-gaia.dat
- t3d\_hydro\_R45\_waqtel2-gaia\_T6.dat
- t3d\_hydro\_R45\_waqtel2-gaia\_T7.dat
- forçage\_surcote\_20180401.dat
- girc93.cli

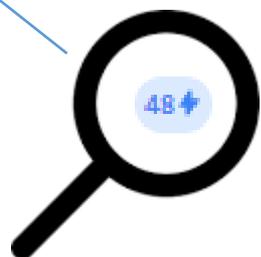
Upload new files...

History Steering File

passed	066a4dc5-4ee0-49ba-8c32-c24c98e09526	1M ago	48
passed	90ccb204-fc07-480e-8007-5b02b1ae957c	1M ago	48
passed	cfdd4107-a5e4-431b-8585-af49f875cd4c	4M ago	368
passed	42cd496f-f378-444e-9392-b6e13e3fa66b	4M ago	384
passed	62bbffd7-c722-40dd-8589-90197faee172	4M ago	1008
passed	8703e9ea-9956-48d9-b919-ab6e931696f1	4M ago	416
passed	843d9064-173a-4a30-a034-3c2a2bbeef24	4M ago	5632
passed	97209a35-b7c3-4b14-804d-5cefaf983096	4M ago	112
passed	1292c7c2-d5ae-43ae-99df-7b76594f5ca5	4M ago	96
timeout	6aa07b1d-b8d3-4b7e-8b79-2ff7eba33bee	4M ago	22

More...

Historique et détails de chaque simulation



Suivi des ressources de calcul mobilisées

Actualisation automatique des fichiers avec la communauté

Git Integration

Connect to Gitlab repository

Nombre de cœurs demandés

Settings

Cores: 112

Timeout: 6h0m0s

Telemac Image: v8p2r1p04-fast

Cancel Save

## La plate-forme de simulation – détail d’une simulation /onglet exécution

Gironde XL - HYDRO3D WAQTEL GAIA > 066a4dc5-4ee0-49ba-8c32-c24c98e09526

Rappel des informations de la simulation

Created: Wed, 31 Aug 2022 08:40:03 UTC  
Processes: 16  
Command: telemac3d.py --ncsize 16 steering\_content\_en.cas --workdirectory /tmp/work  
Telemac Image: v8p2r1p04-fast  
Maximum Duration: 6h0m0s

Kill Job



Execution Results

48 ↓

Prévision du temps de calcul

```
starting job id 066a4dc5-4ee0-49ba-8c32-c24c98e09526: telemac3d.py --ncsize 16 steering_content_en.cas --workdirectory /tmp/work
```

```
Loading Options and Configurations
```



## La plate-forme de simulation – détail d’une simulation / onglet résultats

Created: Wed, 31 Aug 2022 08:40:03 UTC  
 Processes: 16  
 Command: telemac3d.py --ncsize 16 steering\_content\_en\_cas --workdirectory /tmp/work  
 Telemac Image: v8p2r1p04-fast  
 Maximum Duration: 6h0m0s

Kill Job

passed Started in 54s Ran in 47s Uploaded in 1m27s

Execution **Results** 48 ↓

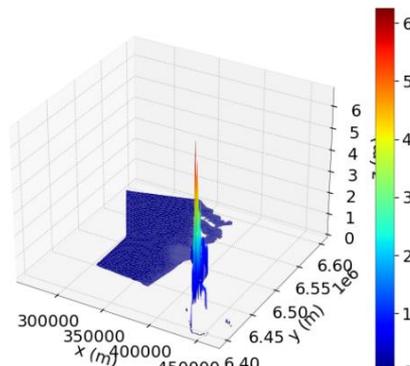
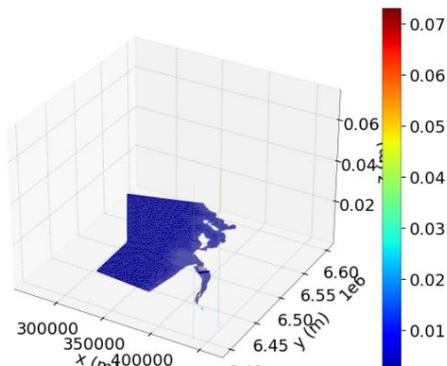
Downloads

RESULT-gir2dNH\_ML1\_RE45\_egis\_reprise\_20180401\_waq2ga-T7.slf ↓  
 RESULT-gir3dNH\_ML1\_RE45\_egis\_reprise\_20180401\_waq2ga-T7.slf ↓

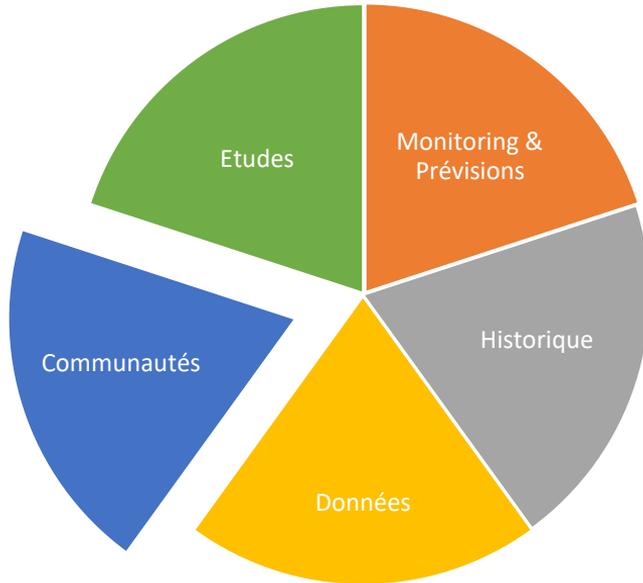
Visualizations

Téléchargement  
des résultats

Aperçu  
graphique des  
résultats



## Les bénéfices attendus



Animation de communautés d'utilisateurs et de contributeurs pour développer les usages et enrichir les modèles.

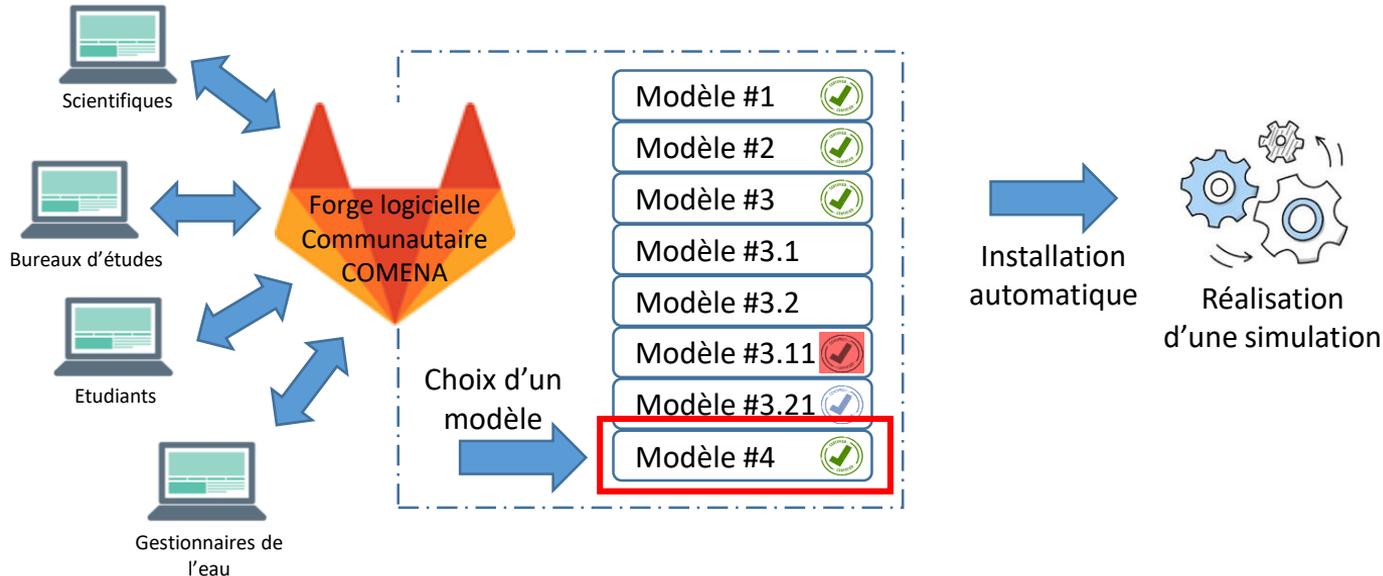
Coordonnations avec les scientifiques :

- **Modèles exploratoires** pour des travaux scientifiques
- **Modèles reconnus** par des comités scientifiques pour des usages opérationnels

# Jumeaux numériques du fleuve

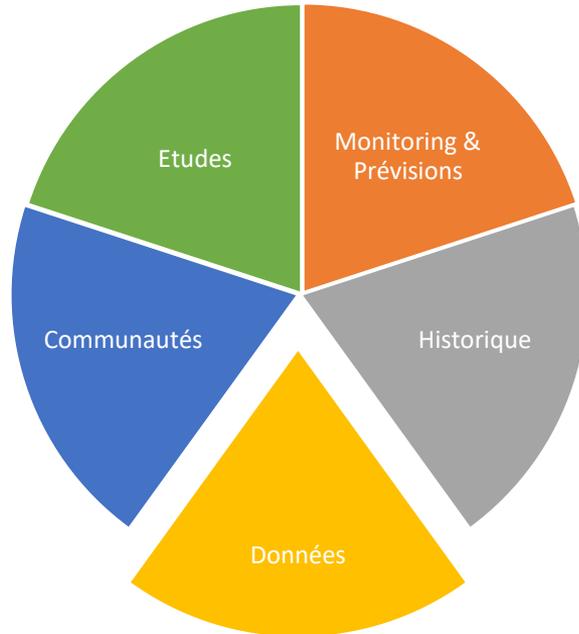
Les bénéfices attendus : un patrimoine numérique territorial

Forge logicielle Open Source GitLab de NOAS Nouvelle-Aquitaine accessible gratuitement à tous



# Jumeaux numériques du fleuve

## Les bénéfices attendus



**Catalogue** de données pour alimenter des études : mesures physiques, images satellites, capteurs virtuels.

Respect de la propriété intellectuelle des producteurs de données

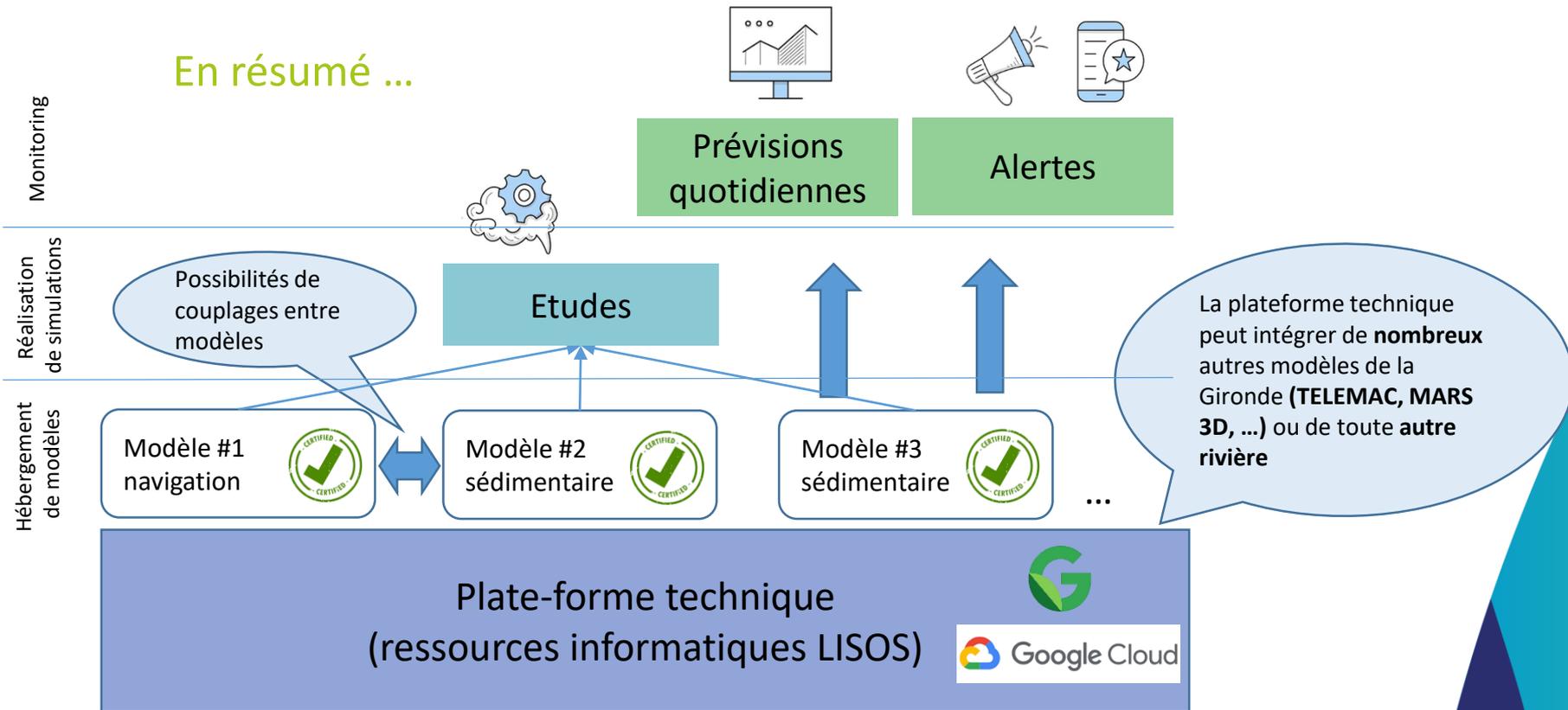
## Les données d'entrée

- Développement d'un catalogue de données
  - Données GPMB (marée, bathymétrie, ...)
  - Données externes (Web services, SFTP, ...)
- Images satellites
  - Traitements d'images : localisation du bouchon vaseux, suivi du trait de côte, ...
- Capteurs virtuels
  - Un capteur mobile tracté par les vedettes de sondage du GPMB et recours à l'IA

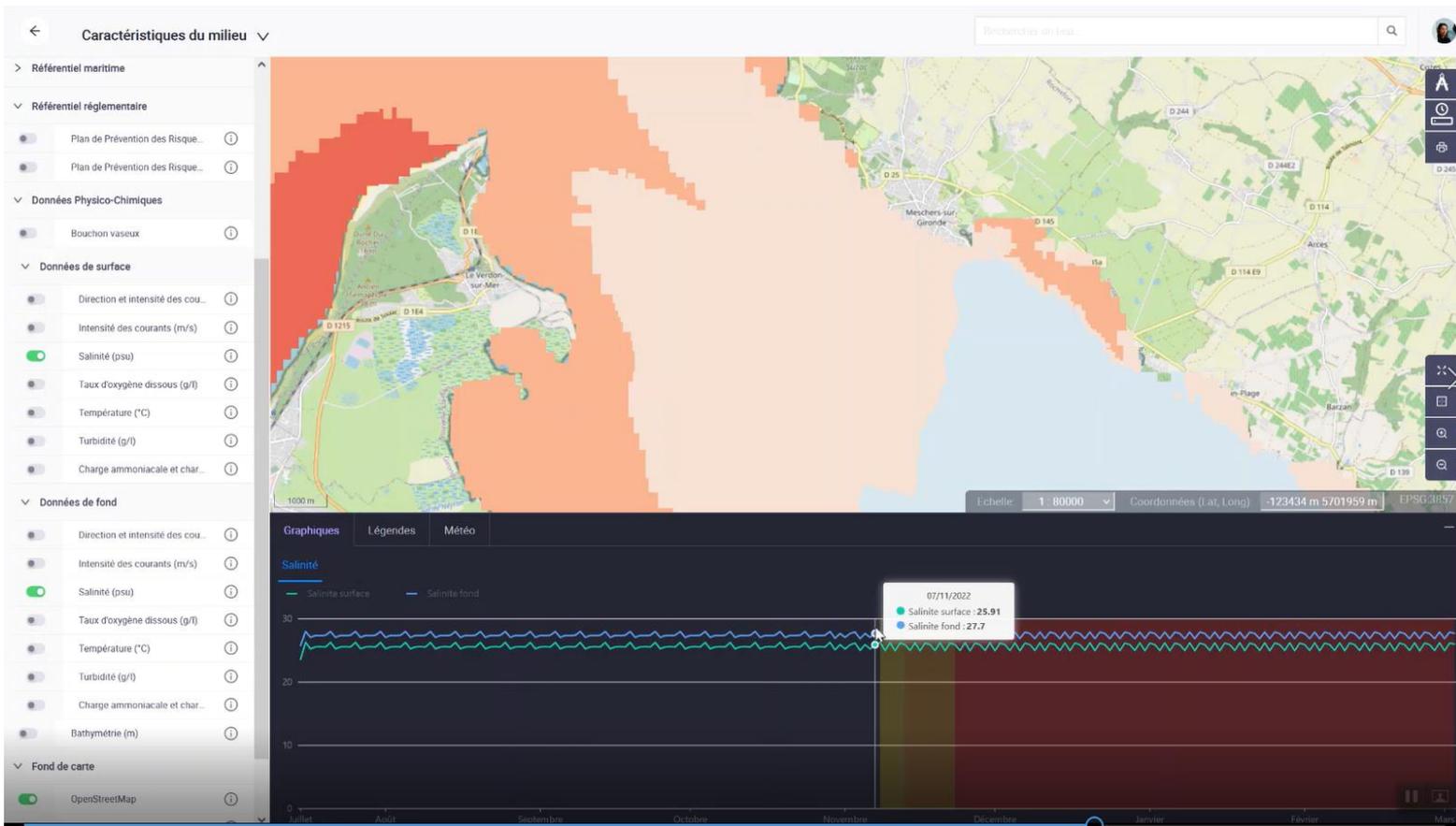


# Jumeaux numériques du fleuve

En résumé ...



# Jumeaux numériques du fleuve



# Jumeaux numériques du fleuve

Lancement de la communauté, le 8 novembre 2022 – Darwin Bordeaux



Informations : [f-klein@bordeaux-port.fr](mailto:f-klein@bordeaux-port.fr)

Merci de votre attention !