

# Modélisation hydrologique du lac de Carcans-Hourtin

*Alexandre Pryet, Carla Lagardère, Romane Rey,  
Sebastien Boutry, Vincent Bertrin*

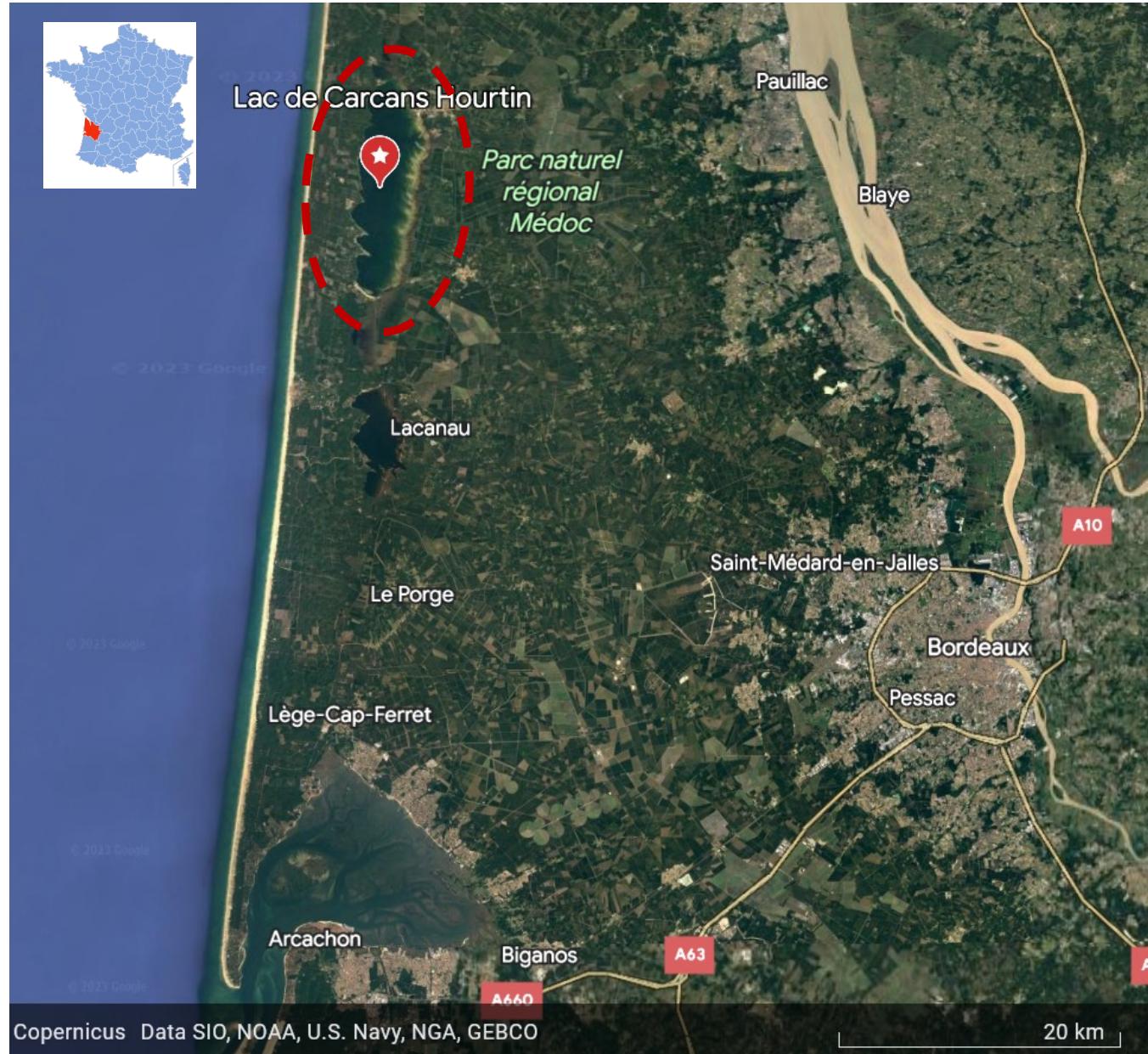
*16 décembre 2024*



# Introduction

# Intro

- Plus grand lac d'eau douce français (58 km<sup>2</sup>)
- Peu profond (max. 10m)
- Vulnérable au changement climatique et activités agricoles en amont.
- Enjeux touristiques et écosystémiques



# Contexte hydro(géo)logique

- Bathymétrie assymétrique
- Substratum sableux
- L'exutoire est un seuil à hauteur ajustable qui se déverse vers le canal Lacanau/Arcachon.

| Profondeur | Formation | Lithologie | Lithologie  |
|------------|-----------|------------|---|
| 13.00      |           |            | Sable fin beige.  |
| 21.00      |           |            | Sable fin à moyen beige à gris beige clair, légèrement argileux et micacé.  |
| 32.00      |           |            | Sable quartzeux fin à moyen gris micacé.  |
| 38.00      |           |            | Graviers quartzeux (3-4mm) ocre et blanc, et glauconie.   |
| 42.00      |           |            | Grès glauconieux à ciment calcaire.   |
| 56.00      |           |            | Grès gris à ciment calcaire et argile finement sableuse glauconieuse gris vert,   |
| 64.00      |           |            | Grès gris à ciment calcaire, glauconieux à ciment calcaire, parfois légèrement argileux, fossilifère (foraminifères, échinodermes, lamellibranches). Un peu d'argile grise. |
|            |           |            | Grès glauconieux à ciment calcaire, à nombreux foraminifères (Operculina). Passages de marne gris vert.   |

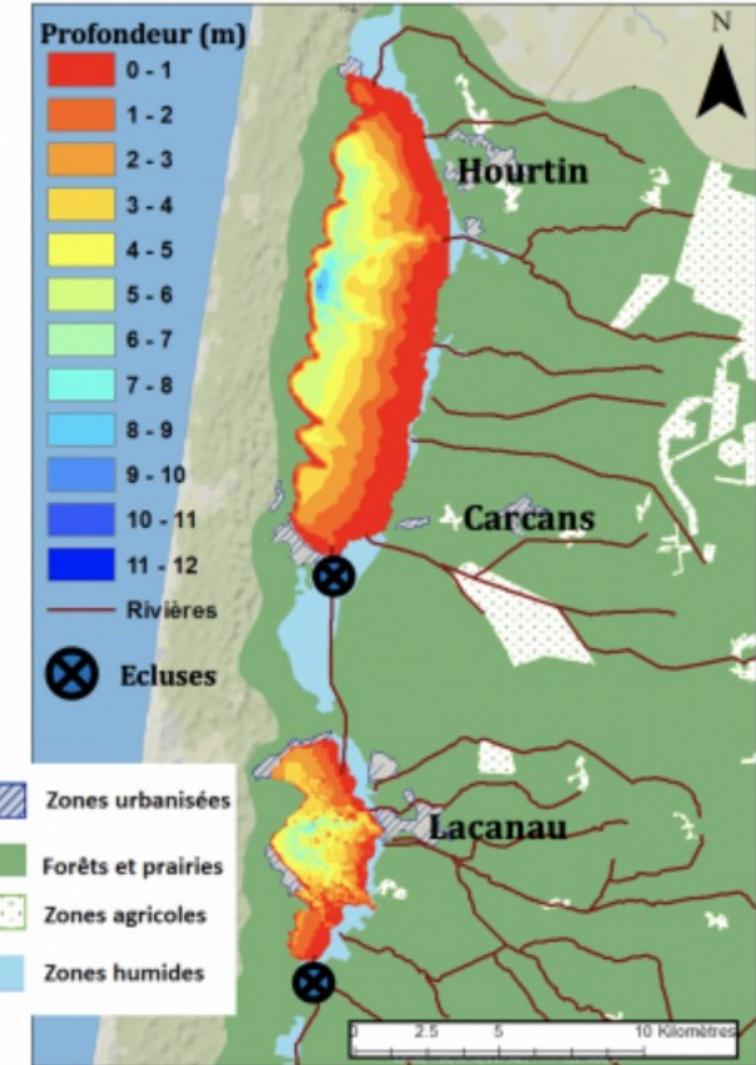


FIGURE 4 : LOG VÉRIFIÉ AU SUD-EST DU LAC D'HOURTIN (BRGM)

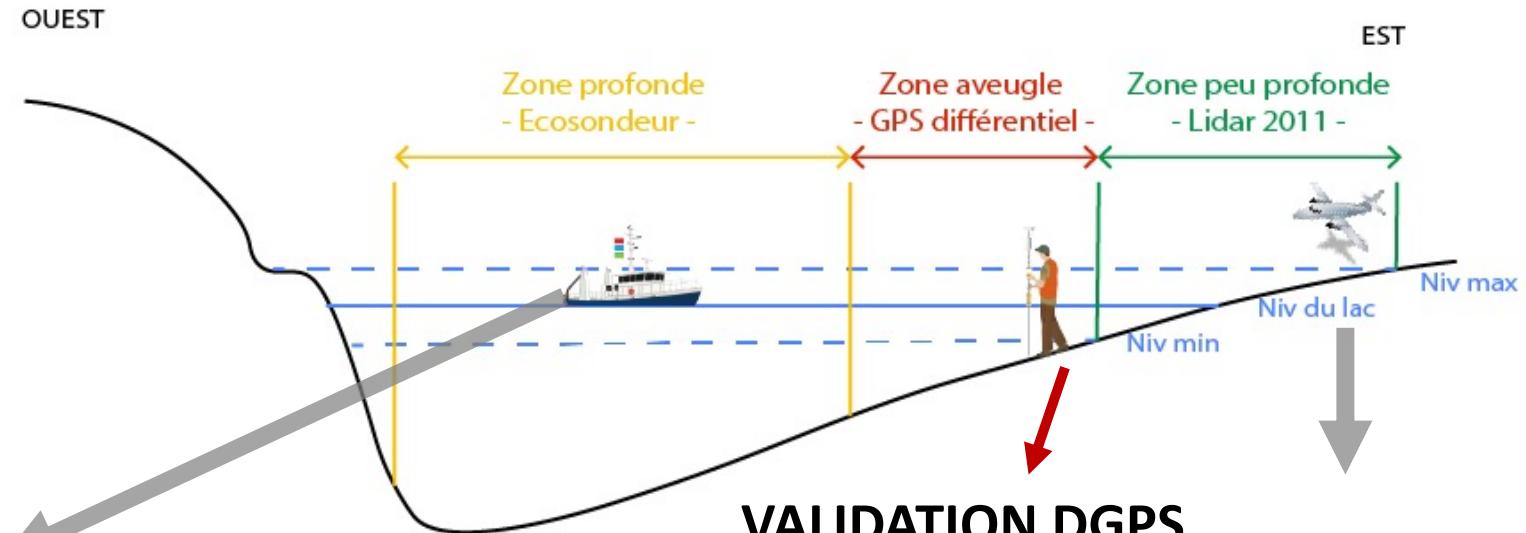
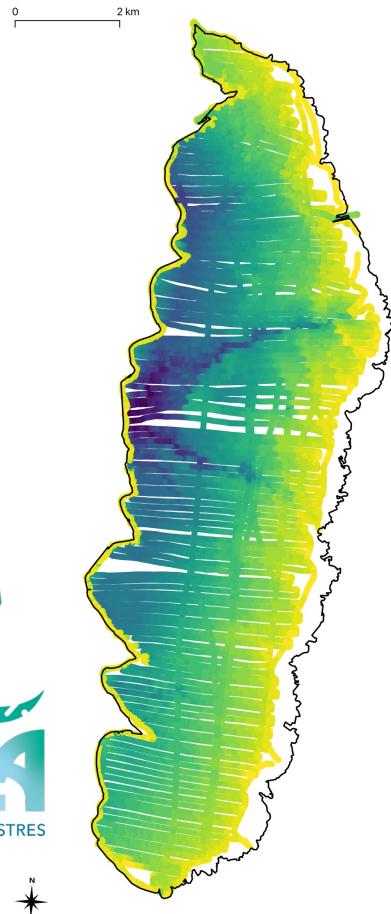
# Ecoulements souterrains régionaux



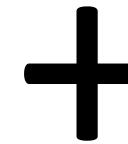
CARTE PIÉZOMÉTRIQUE DE LA NAPPE DU PLIO-QUATERNAIER (SIGES AQUITAIN, 2013)

# Bathymétrie

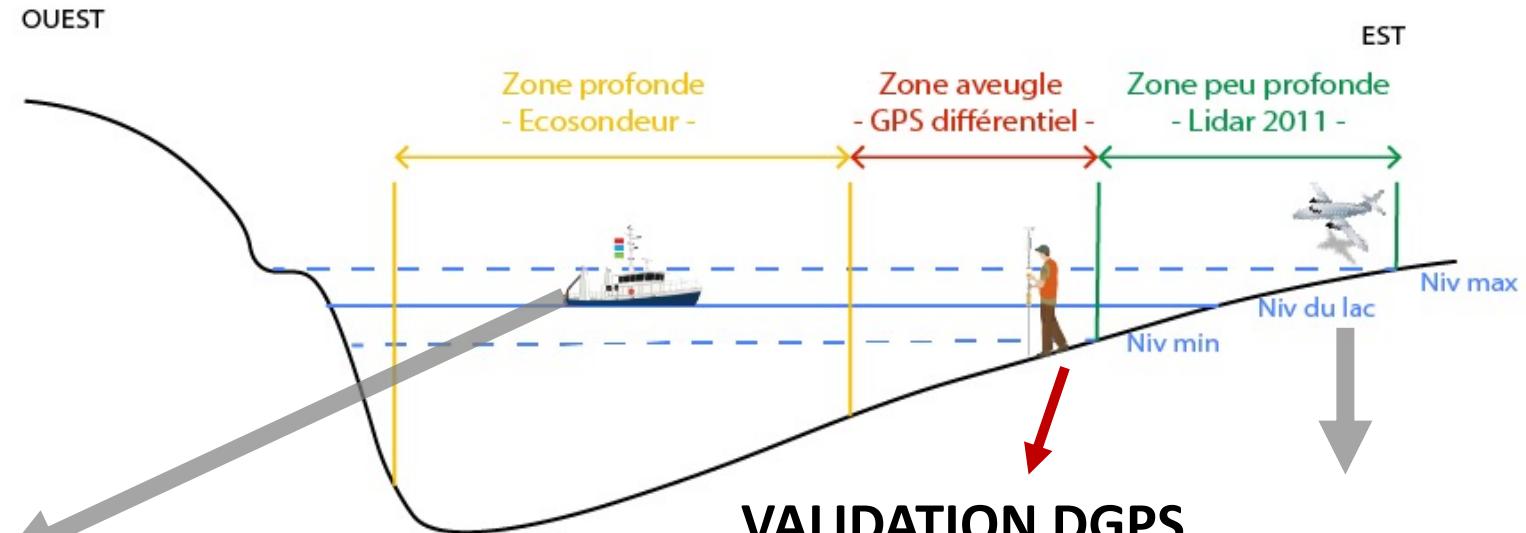
# Bathymétrie (données et méthodes)



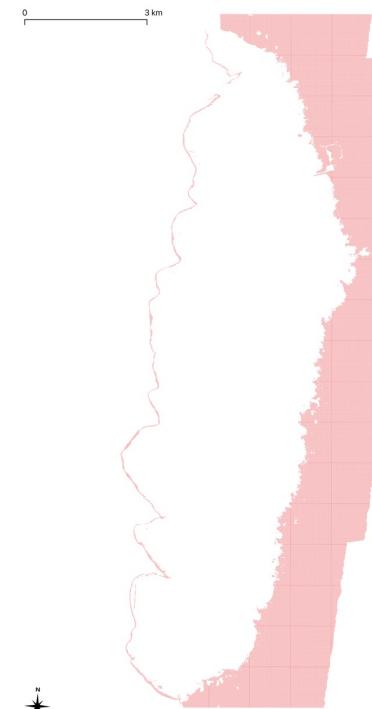
CHO SONDEUR  
(ECLA)



LIDAR  
(SIAEBVELG)



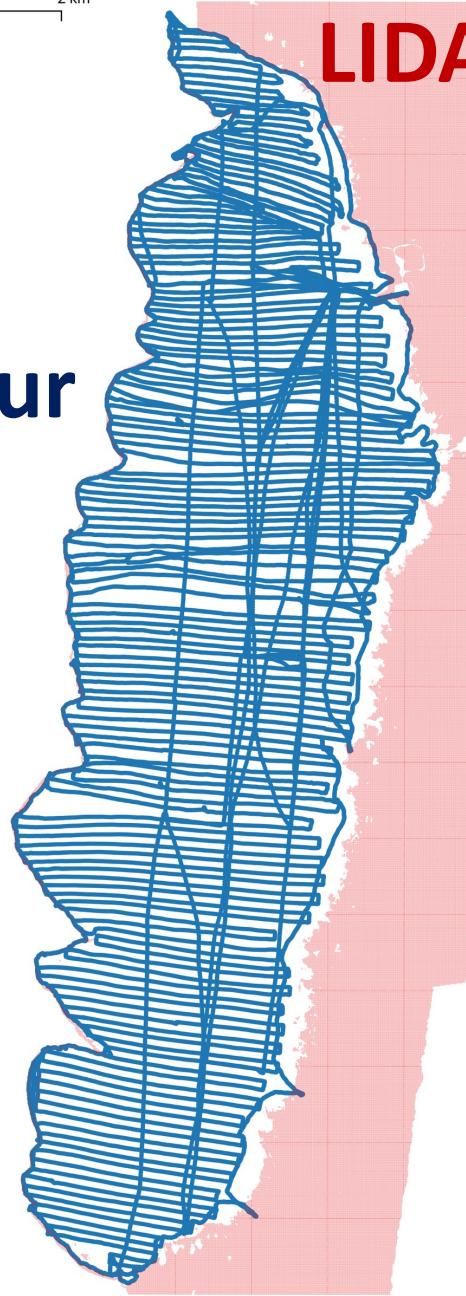
Lacs  
Médocains  
SIAEBVELG - SAGE - NATURA 2000



# Bathymétrie (résultats)

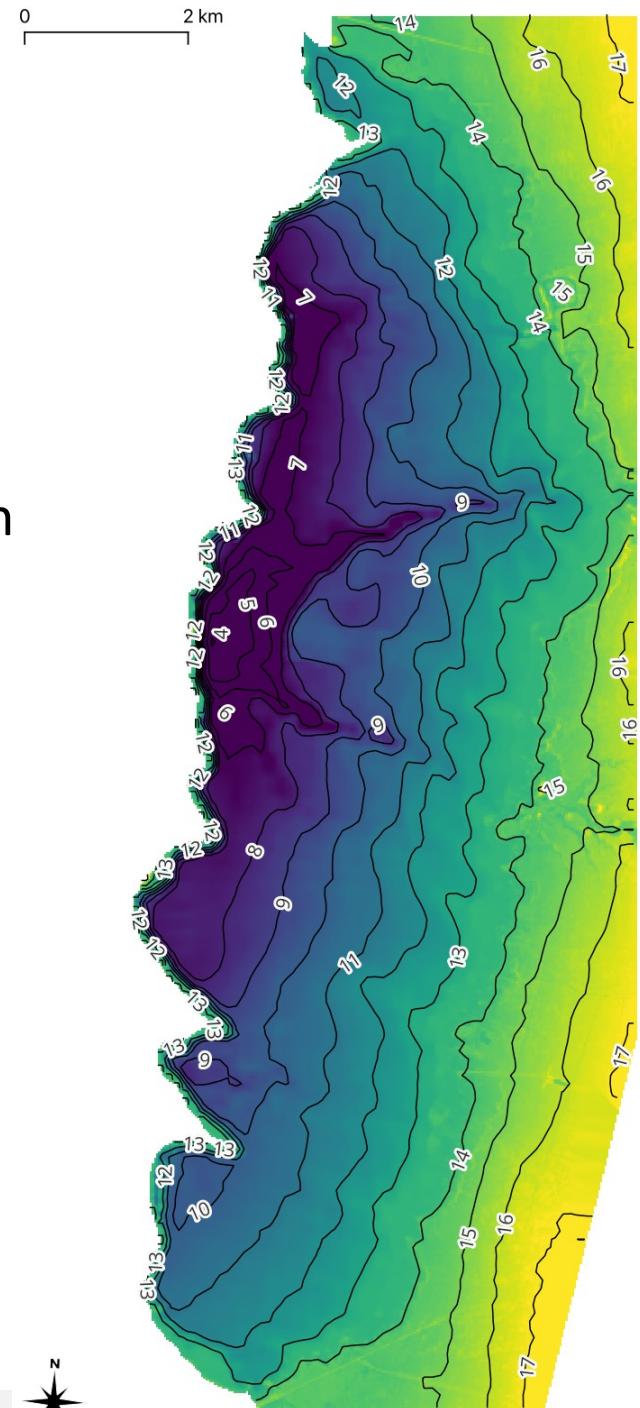
0 2 km

Echo-  
Sondeur



LIDAR

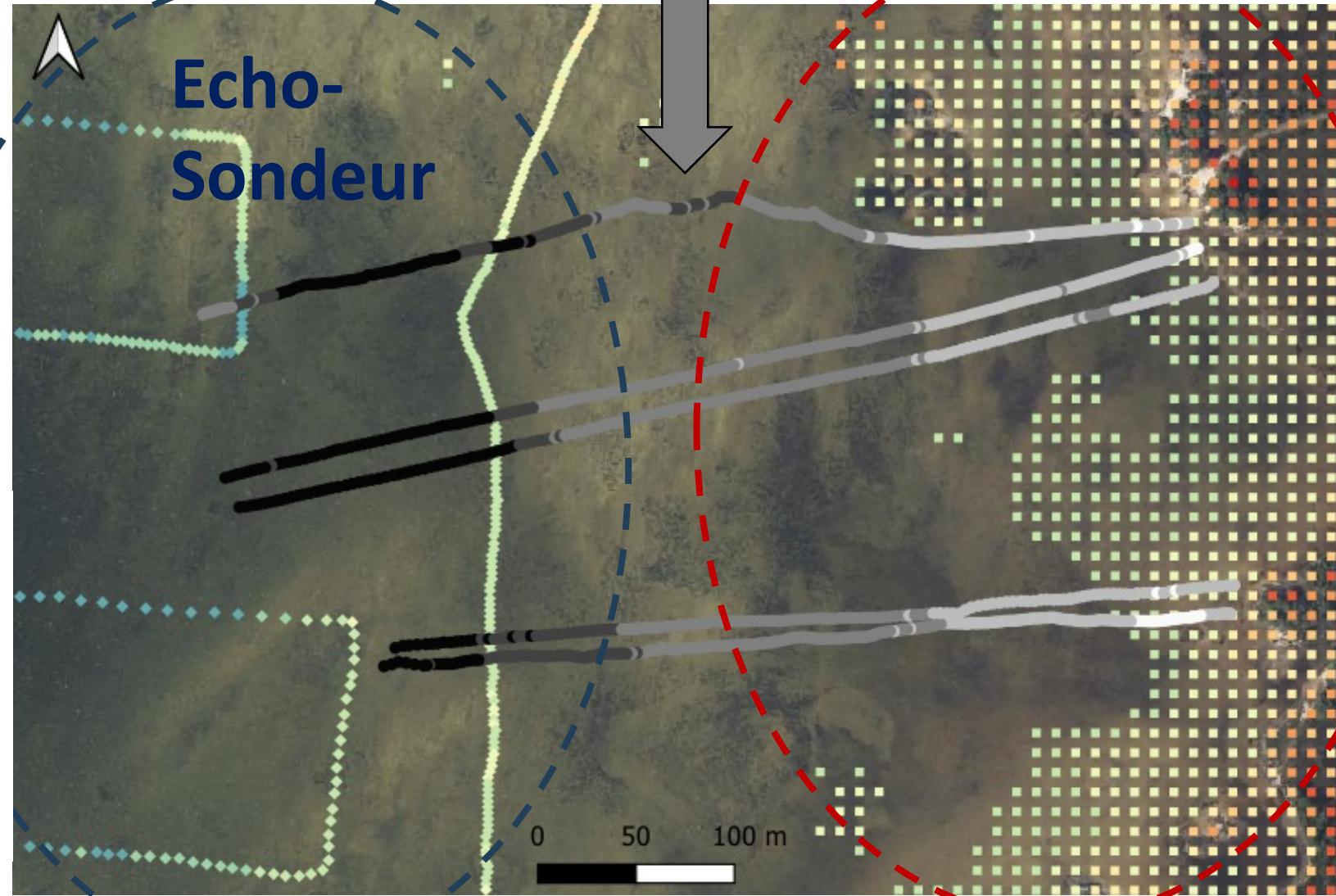
Interpolation  
(Qgis)



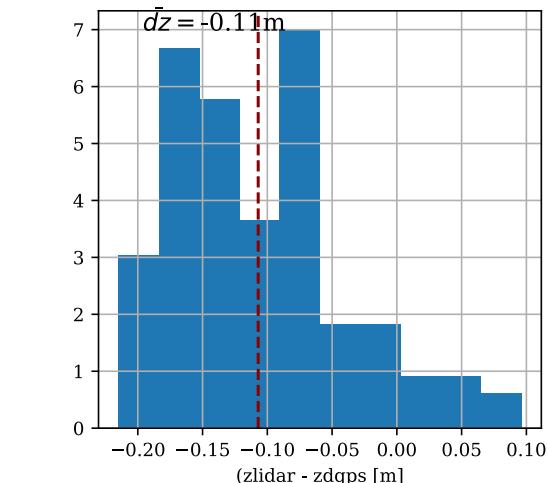
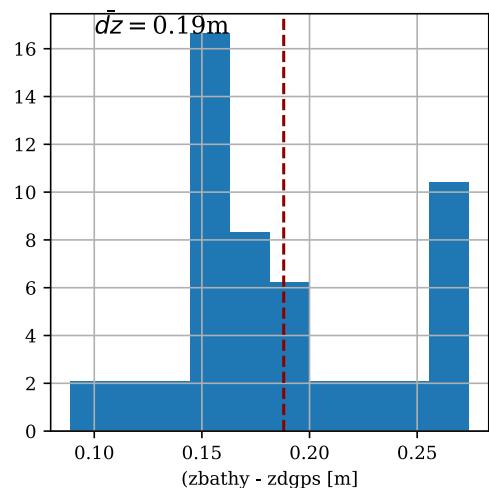
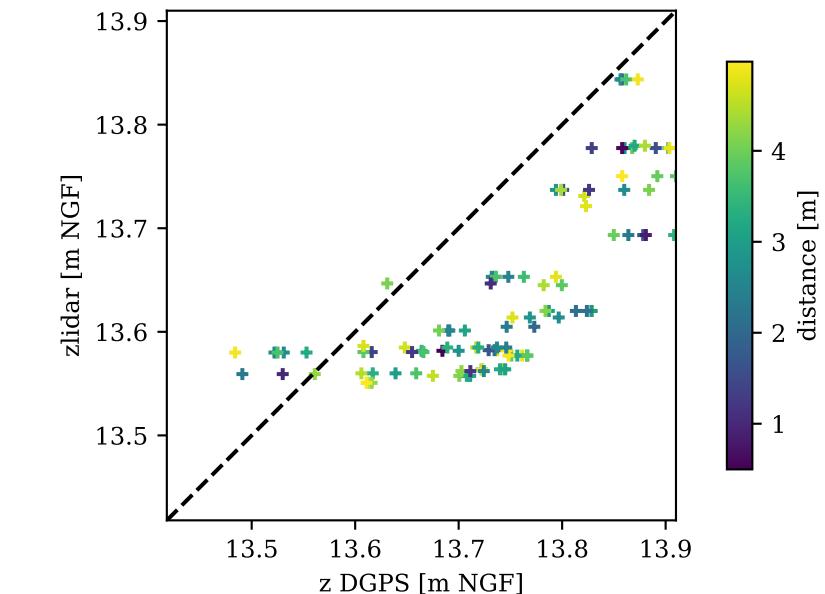
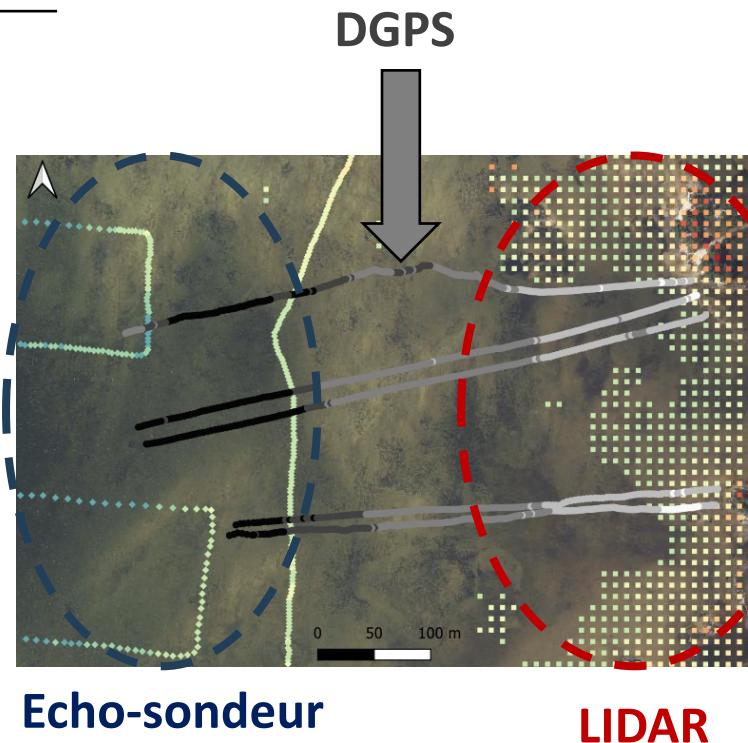
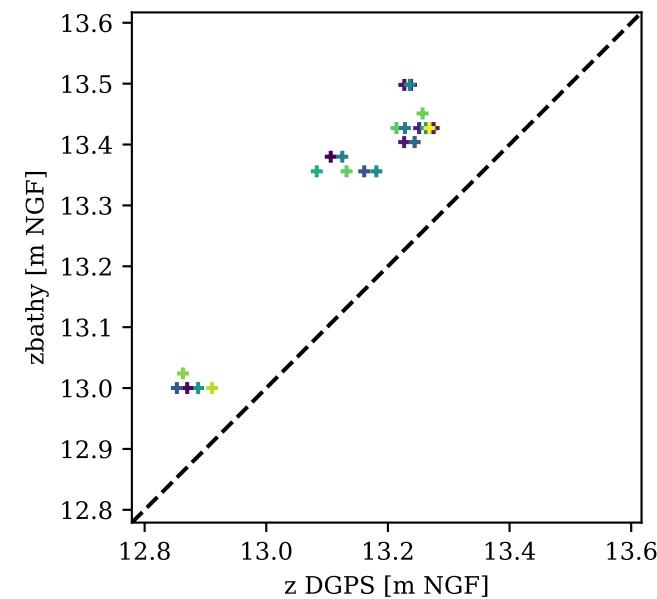
# Bathymétrie (validation)

DGPS

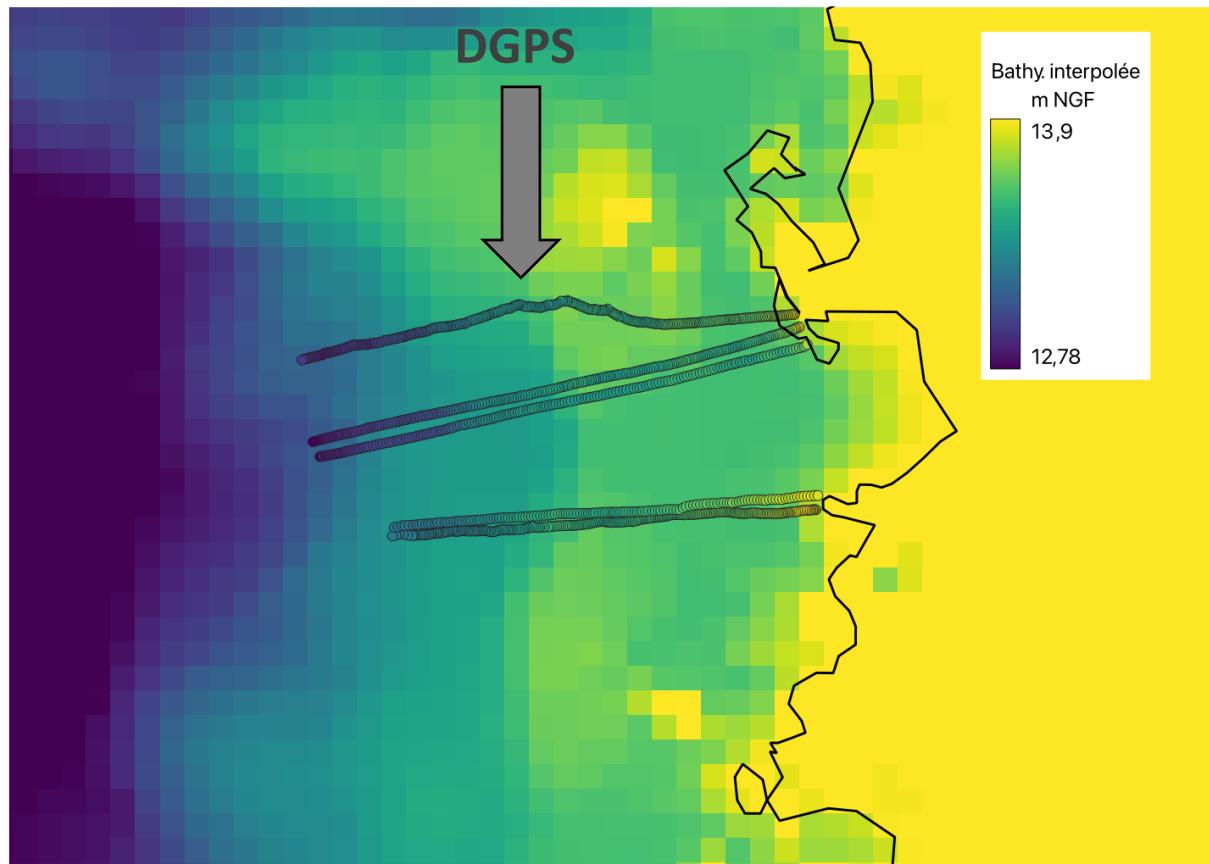
LIDAR



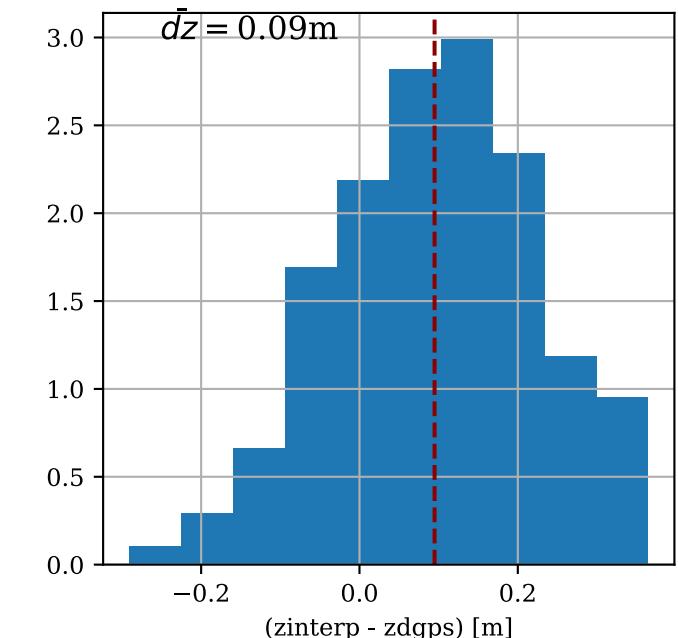
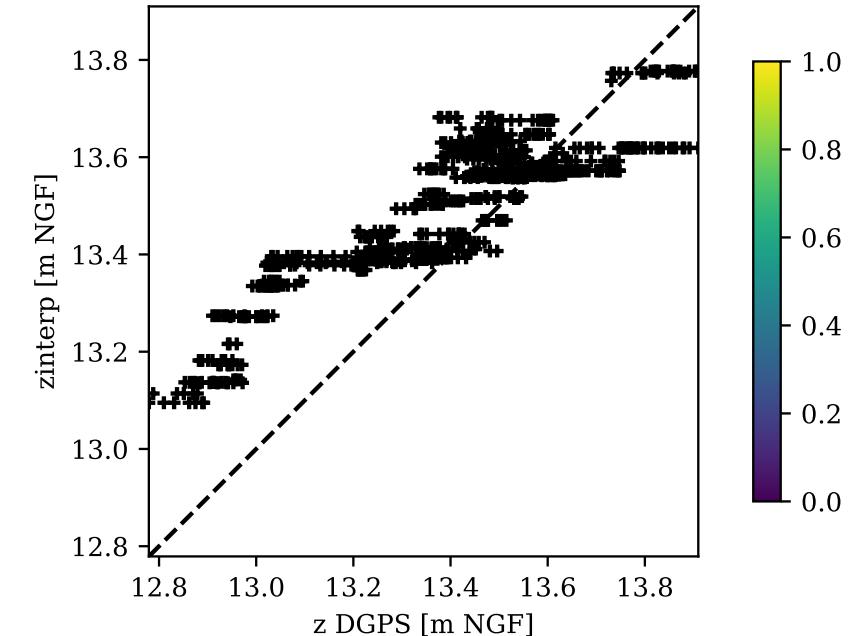
# Bathymétrie (validation)



# Bathymétrie (validation)

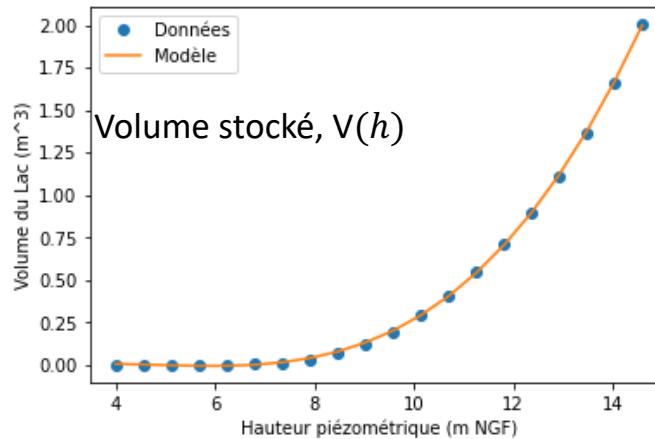
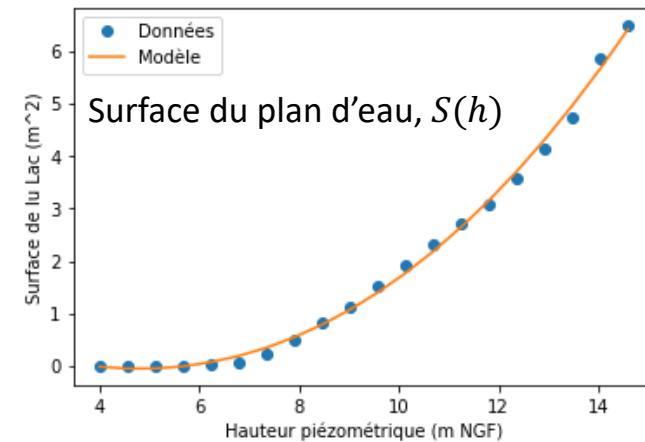


Bathymétrie interpolée (Echo-sondeur + LiDAR)

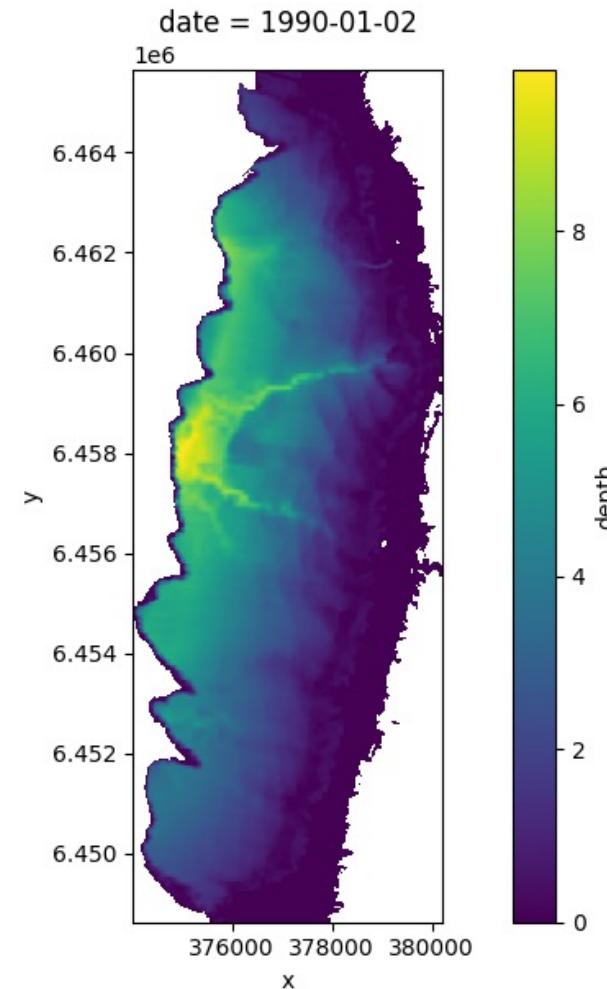


# Bathymétrie (produits dérivés)

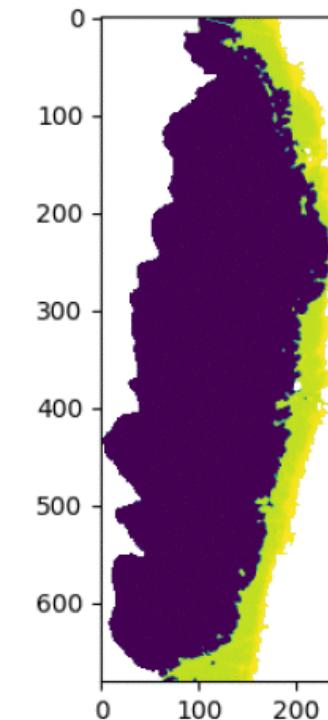
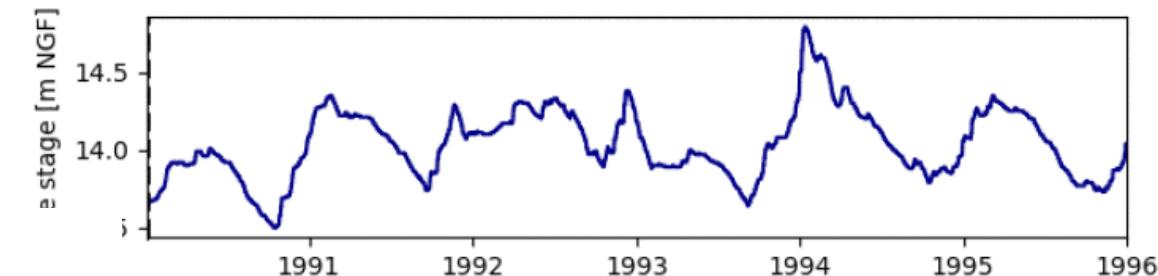
## Courbes caractéristiques



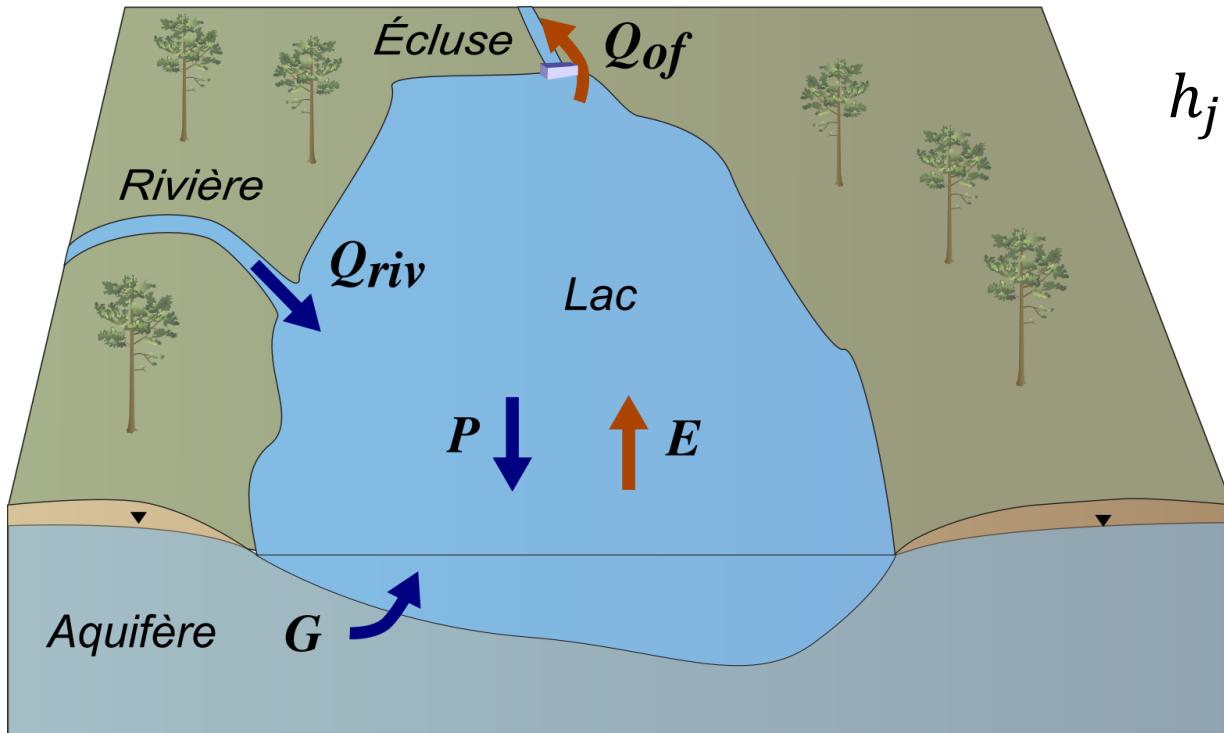
## Profondeur



## Simulations transitoires



# Développement du modèle hydrologique



Bilan hydrique journalier :

$$h_{j+1} - h_j = P_j - E_j + \frac{1}{S_j} (V_{\text{riv},i} + V_{\text{aq},i} - V_{\text{of},i})$$

$h_j$  hauteur du lac [m]

$P_j$  Lame d'eau précipitée [m]

$E_j$  Lame d'eau évaporée [m]

$S_j$  Surface du lac [ $\text{m}^2$ ]

$V_{\text{riv},j}$  Volume apporté par les cours d'eau [ $\text{m}^3$ ]

$V_{\text{aq},j}$  Volume apporté par l'aquifère [ $\text{m}^3$ ]

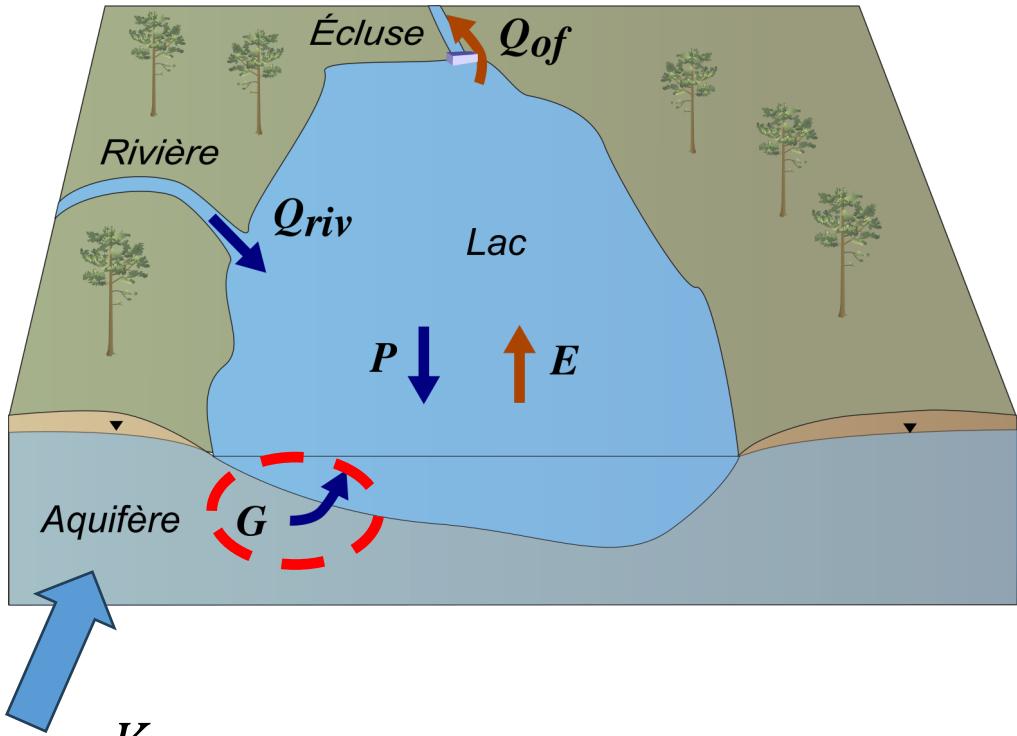
$V_{\text{of},j}$  Le volume de débordement vers l'aval [ $\text{m}^3$ ]

Hypothèses simplificatrices :

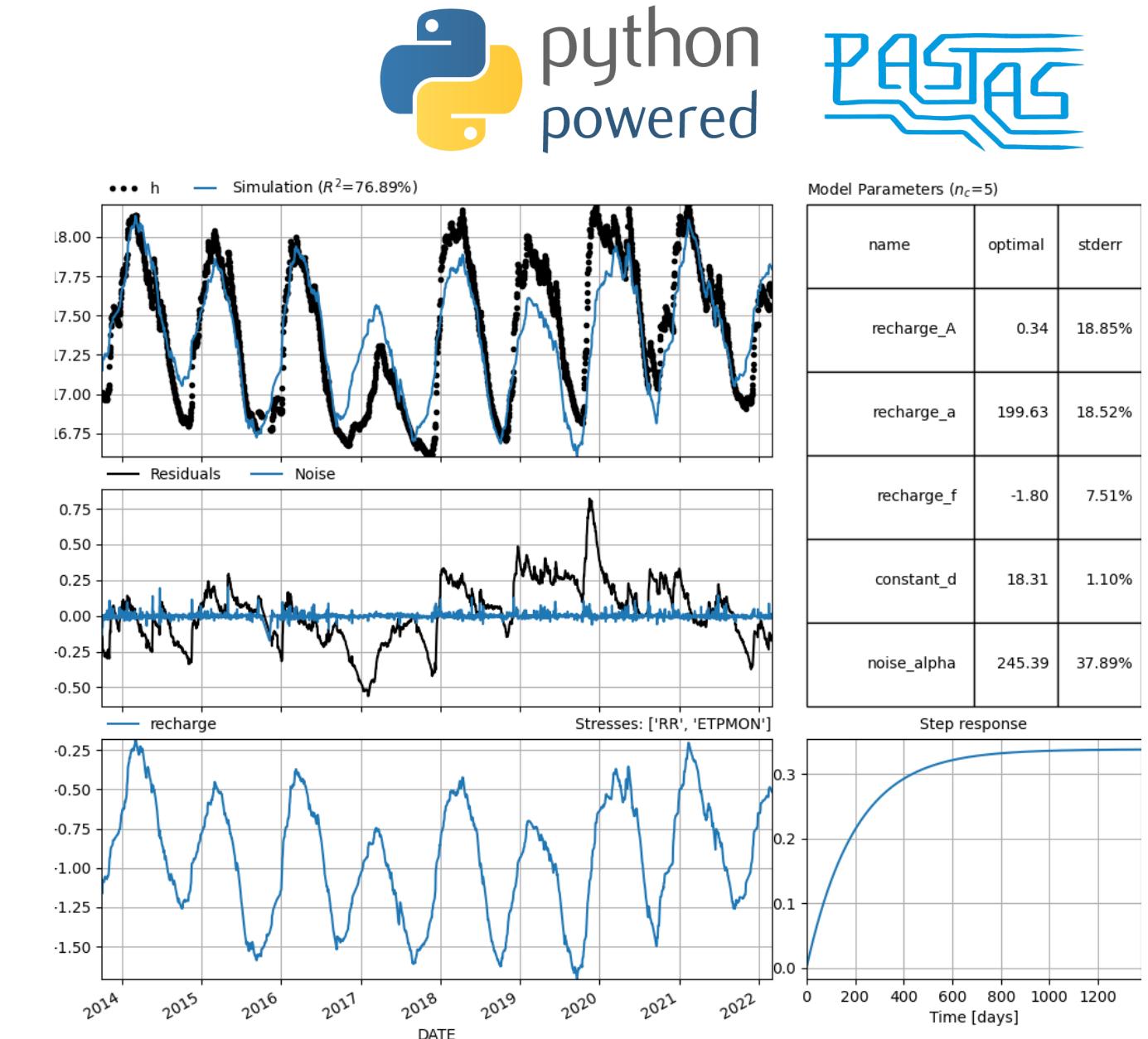
- Pas de ruissellement (couvert sableux perméable, faible pente)
- Pas de transpiration (évaporation seule)

# Modélisation hydrologique

## Flux aquifère



Simulation du niveau de nappe  $h_{aq}$  avec une fonction de transfert

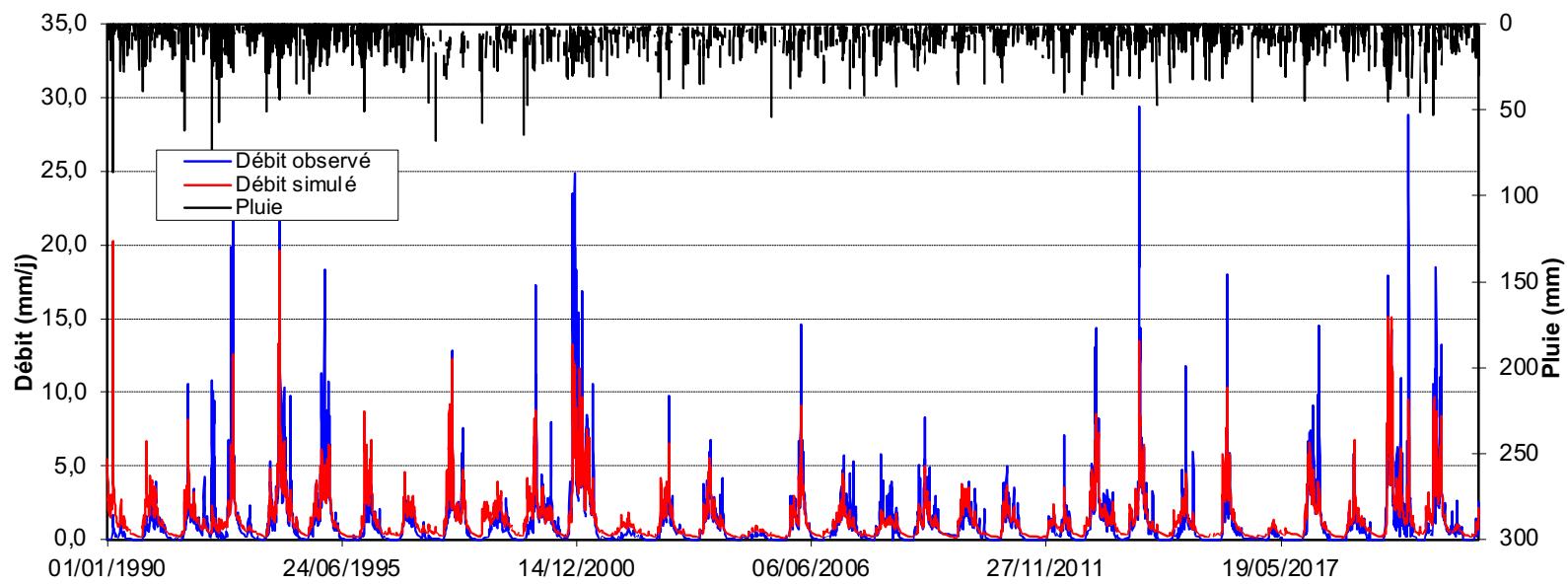
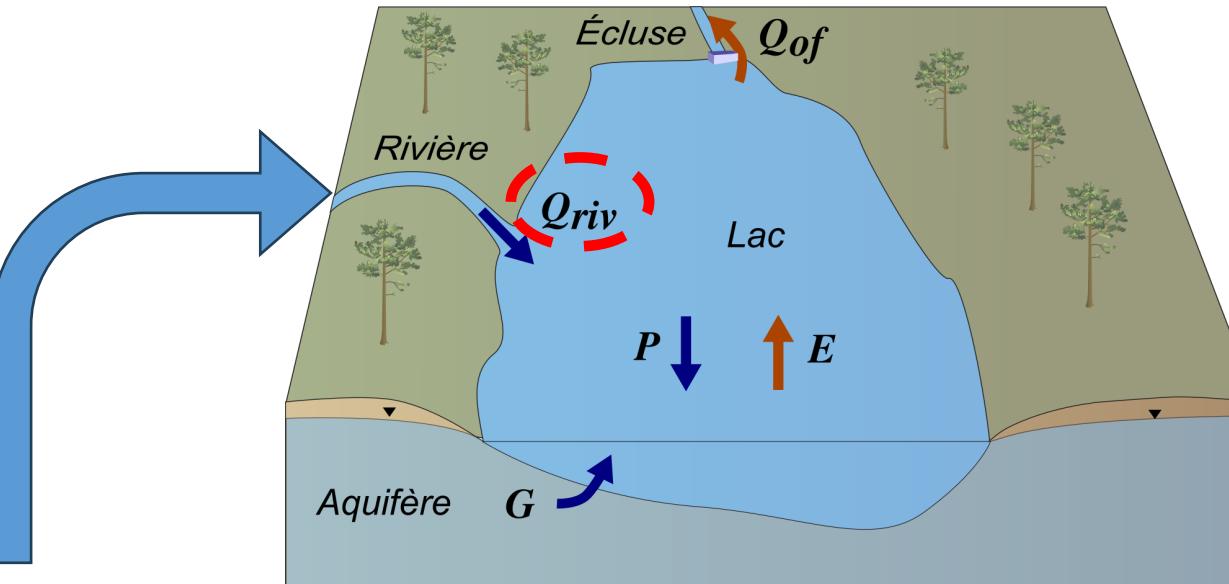
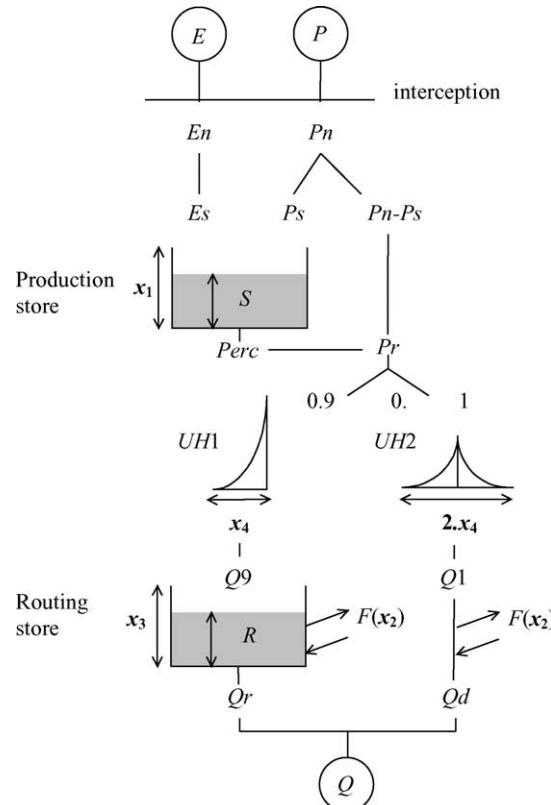


Collenteur, R.A., Bakker, M., Caljé, R., Klop, S.A., Schaars, F. (2019) [Pastas: open source software for the analysis of groundwater time series. Groundwater](#). doi: 10.1111/gwat.12925.

# Modélisation hydrologique

## Débit rivière

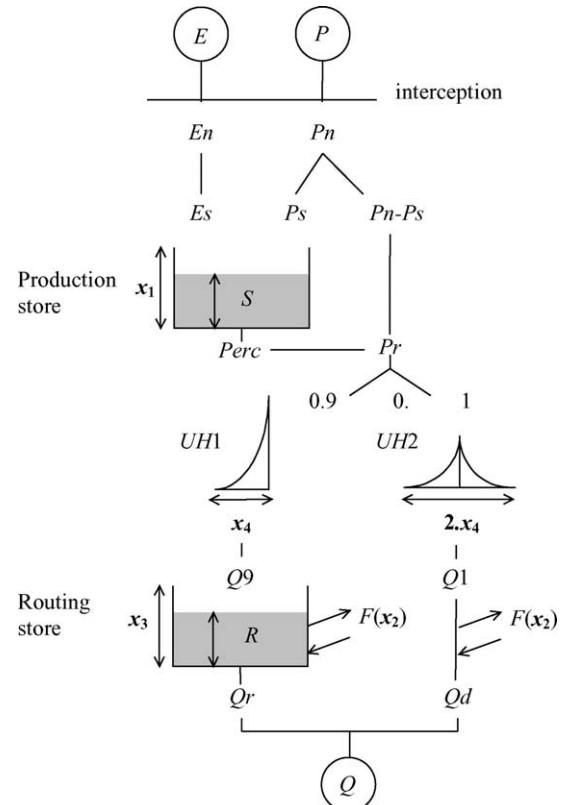
Simulé avec un modèle à réservoir (GR4J)



# Modélisation hydrologique

## Débit rivière

Simulé avec un modèle à réservoir (GR4)



# Calibration

# Calibration

## paramétrisation

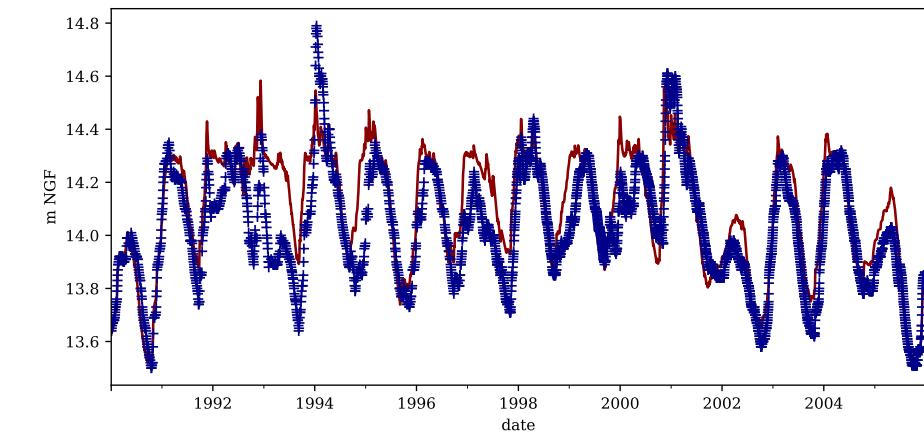
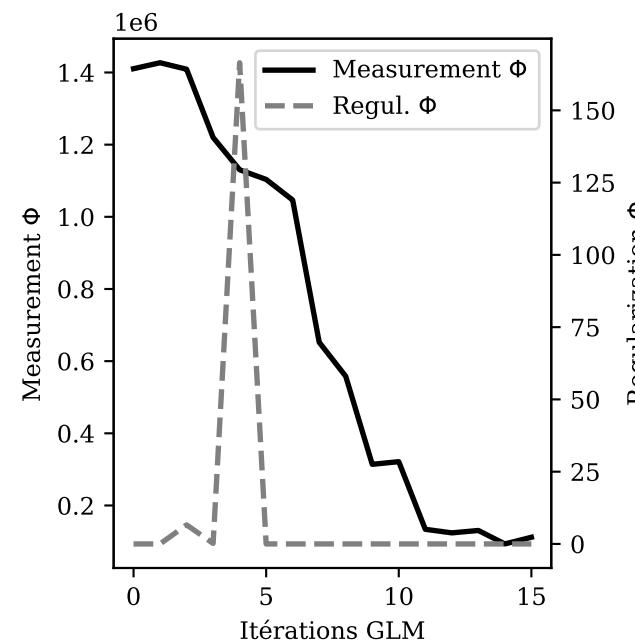
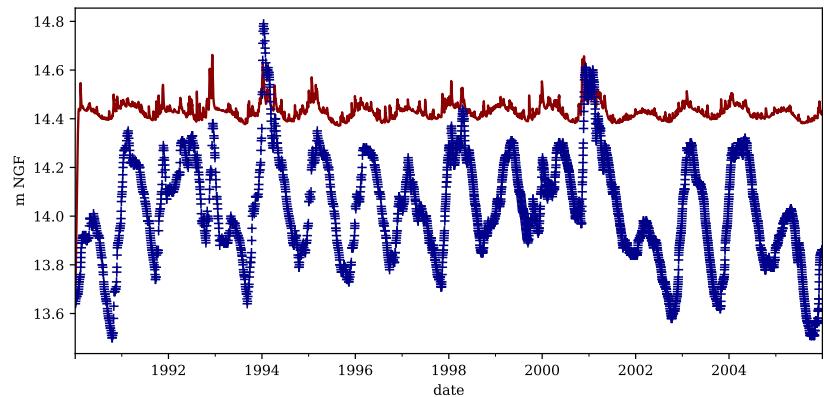
$$h_{j+1} - h_j = P_j - \alpha \times E_j + \Delta t \times C_{aq} \times ((h_{aq,i} + \varepsilon) - h_i) + \frac{\Delta t}{S_j} (\beta \times Q_{riv,i} - Q_{of,j})$$

$$Q_{of,j} = \frac{2}{3} C_w \sqrt{2g} W_w (h_j - (h_w + \delta))$$

| Paramètre     | Description                                | Unité    | Initiale  | Min.      | Max.      |
|---------------|--|----------|-----------|-----------|-----------|
| $C_{aq}$      | Coefficient d'échange nappe-lac            | $s^{-1}$ | $10^{-5}$ | $10^{-7}$ | $10^{-3}$ |
| $C_w$         | Coefficient du seuil à l'exutoire          | -        | 1         | 0,1       | 10        |
| $\alpha$      | Coefficient d'ajustement de l'évaporation  | -        | 1         | 0,1       | 10        |
| $\beta$       | Coefficient d'ajustement du débit d'entrée | -        | 1         | 0,1       | 10        |
| $\varepsilon$ | Ajustement du niveau de l'aquifère         | m        | 0         | -1,00     | +1,00     |
| $\delta$      | Ajustement du niveau du seuil              | m        | 0         | -1,00     | +1,00     |

# Calage d'historique

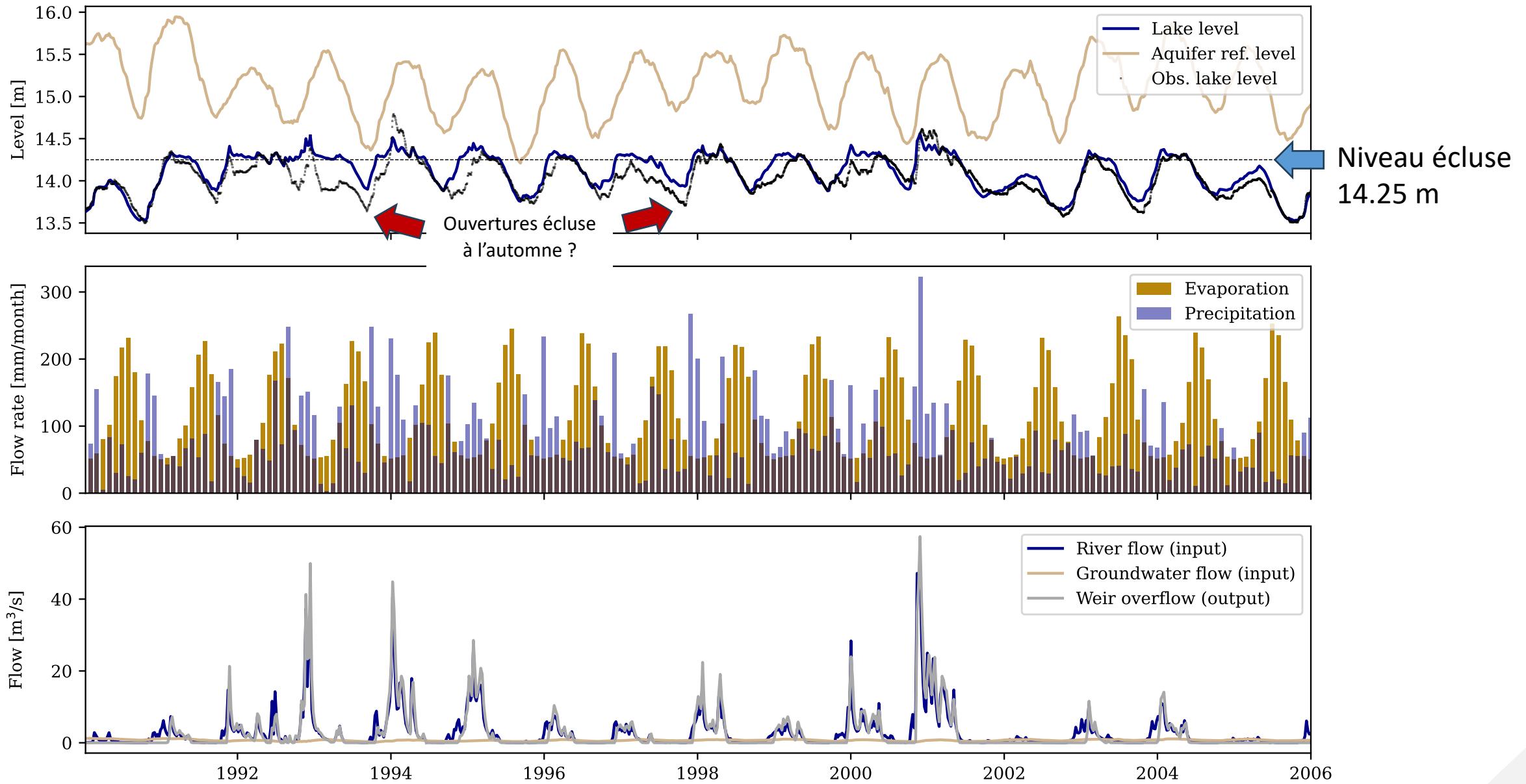
## AJUSTEMENT DES PARAMETRES



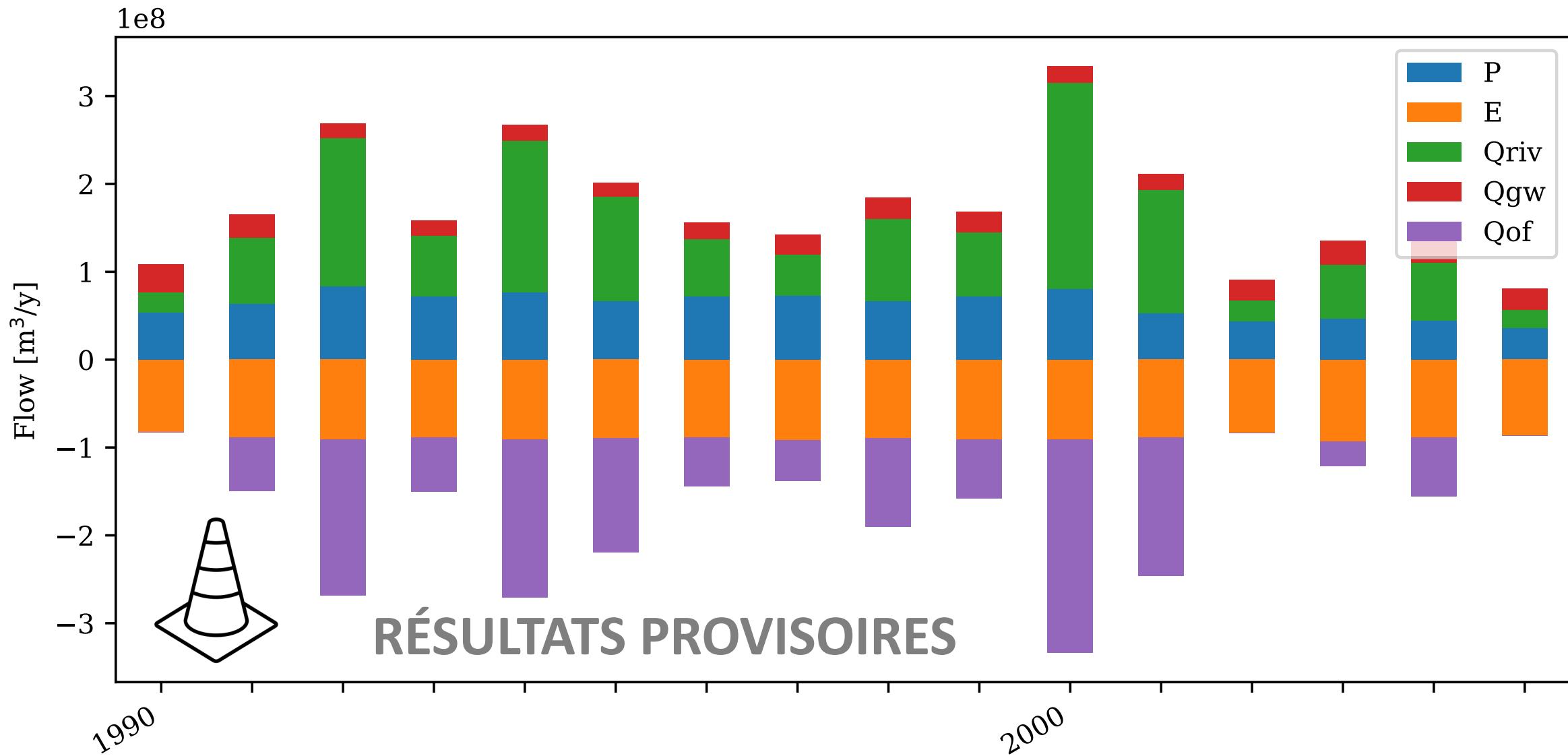
Niveaux du lac simulés et observés AVANT calibration

Niveaux du lac simulés et observés APRES calibration

# Calage d'historique (analyse)



# Bilan hydrique annuel

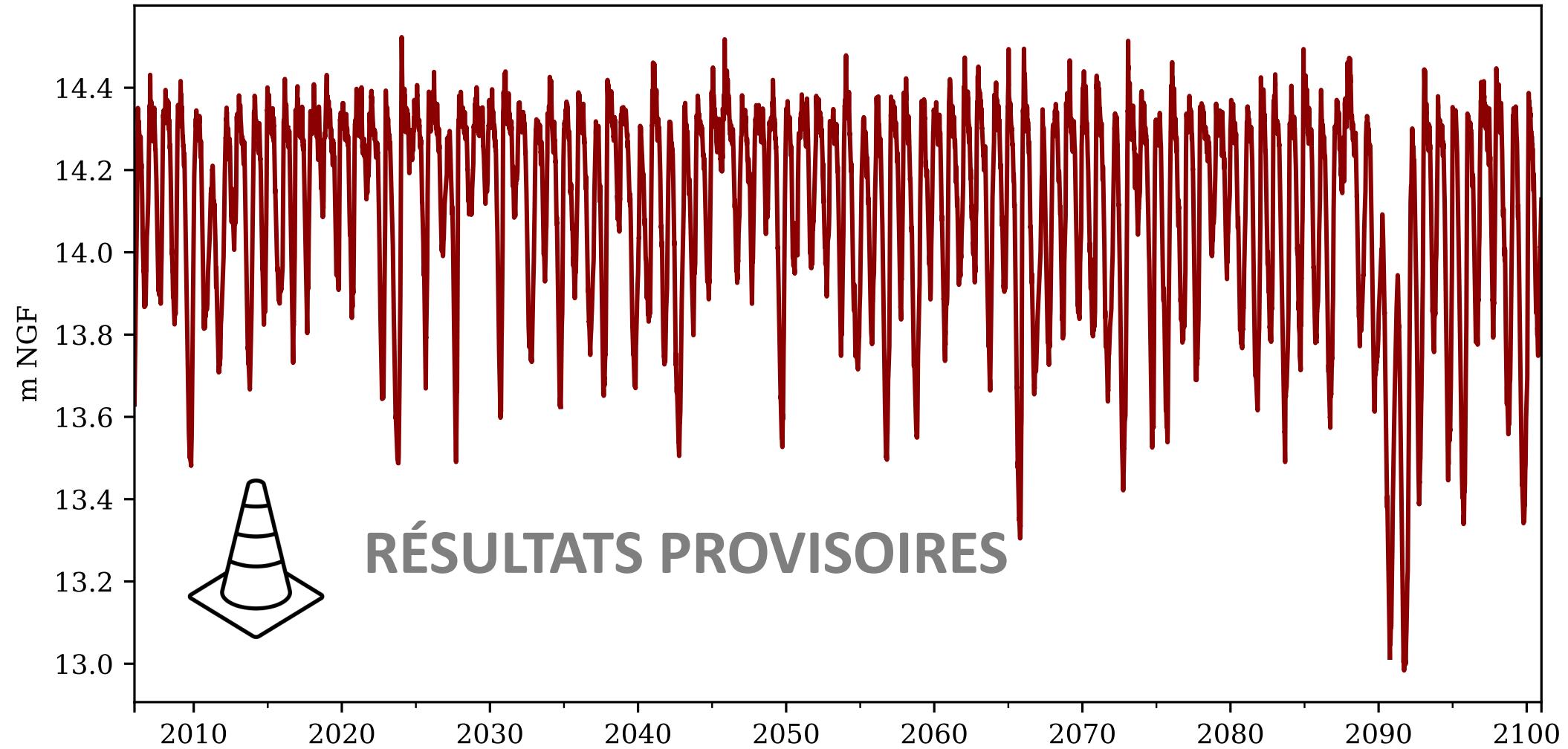


# Simulations prospectives 2006-2100

# Projections

Données DRIAS horizon 2100

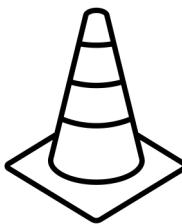
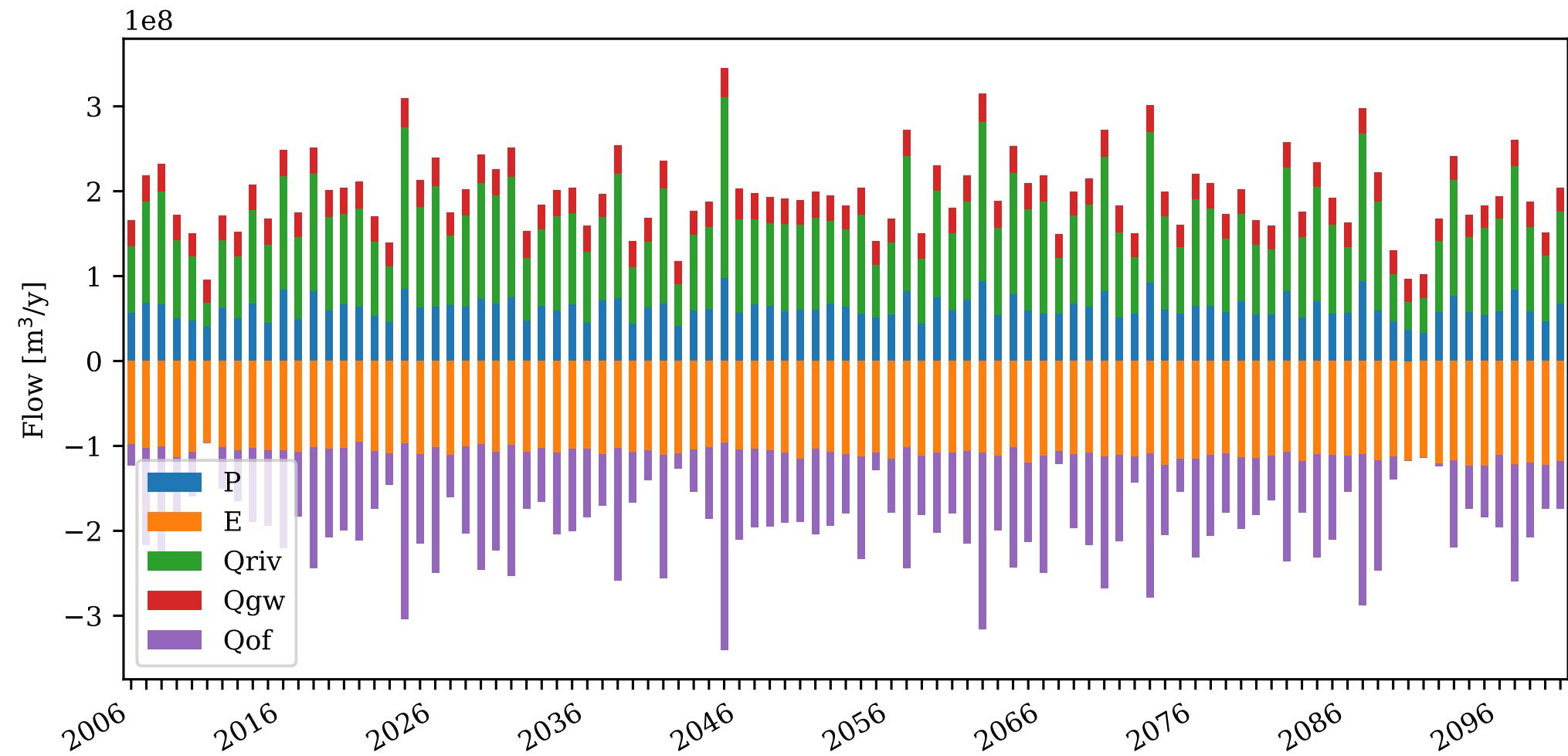
CERFACS-CNRM-CM5\_CNRM-ALADIN63\_rcp8.5\_METEO-FRANCE\_ADAMONT  
*Simulation du niveau du lac 2006-2100*



# Projections

CERFACS-CNRM-CM5\_CNRM-ALADIN63\_rcp8.5\_METEO-FRANCE\_ADAMONT

Données DRIAS horizon 2100



RÉSULTATS PROVISOIRES