

Des outils pour les modèles hydrologiques pluie-débit GR

Olivier Delaigue¹, Guillaume Thirel¹, David Dorchie², Pierre Brigode^{1,3}

1: Université Paris-Saclay, INRAE, HYCAR – Antony, France
 2: G-EAU, Univ. Montpellier, AgroParisTech, BRGM, CIRAD, IRD, INRAE, Institut Agro – Montpellier, France
 3: Université Côte d'Azur, Géoazur UMR 7329, Sophia-Antipolis – Antibes, France

L'utilisation du langage R croît rapidement en hydrologie car il permet de réaliser toutes les étapes nécessaires pour mener à bien des études hydrologiques (Slater *et al.*, 2019). Les modèles hydrologiques GR sont conçus pour la simulation pluie-débit, et sont librement mis à disposition via un package R appelé airGR (<https://hydrogr.github.io/airGR>). Ce package sert de base à d'autres packages R qui permettent d'effectuer de l'assimilation de données, de modéliser la gestion intégrée des ressources en eau et d'enseigner la modélisation hydrologique.

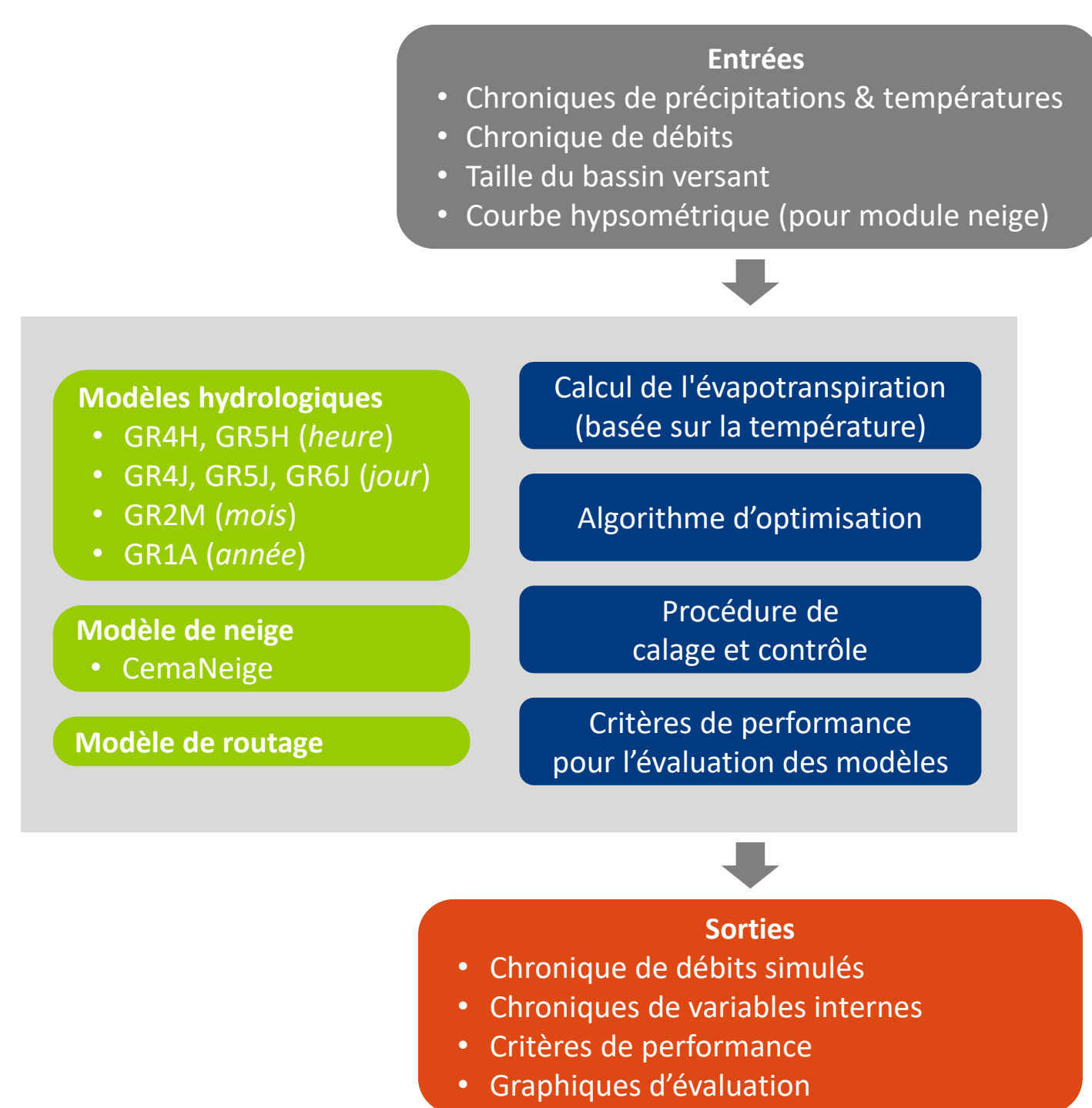
Modèles hydrologiques GR

- ▶ Développés avec un objectif d'efficacité et de robustesse pour simuler des débits à différents pas de temps (horaire à annuel)
- ▶ Structures parcimonieuses et nécessitant peu de données d'entrée
- ▶ Peuvent être appliqués sur une large gamme de conditions, y compris pour des bassins versants enneigés

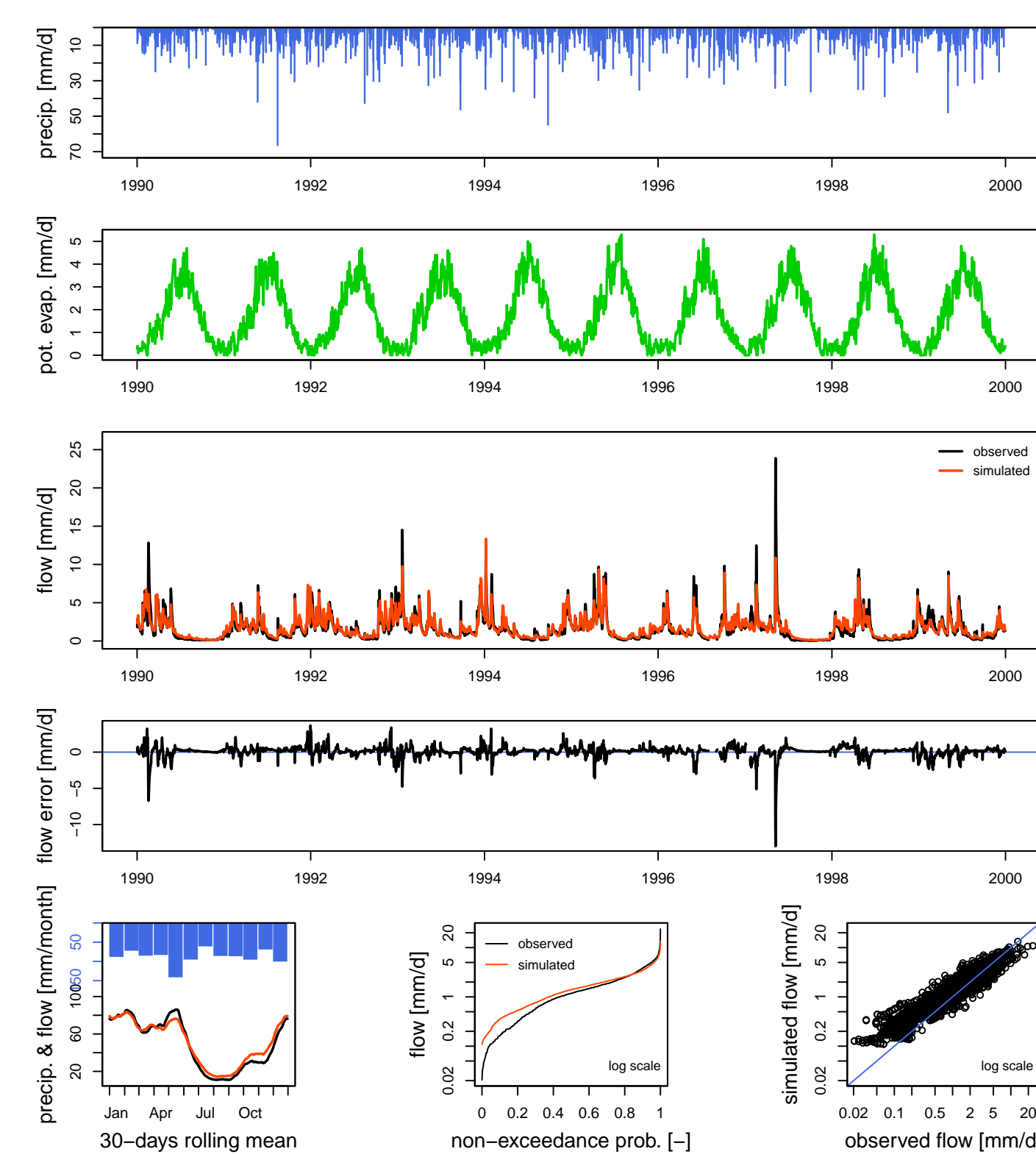
Outils airGRgalaxy



Principaux composants du package airGR



Exemple de graphique de diagnostic d'airGR

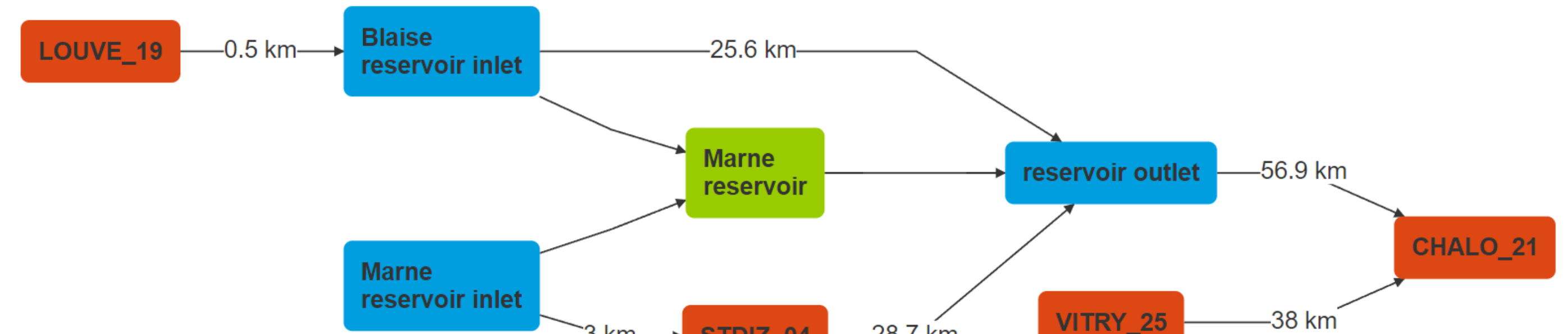


Package airGRriwrm

airgriwrm.g-eau.fr

- ▶ Simplifie l'utilisation semi-distribuée des modèles du package airGR
- ▶ Permet d'intégrer les influences humaines et leur gestion

Diagramme de réseau hydrographique géré par le package airGRriwrm

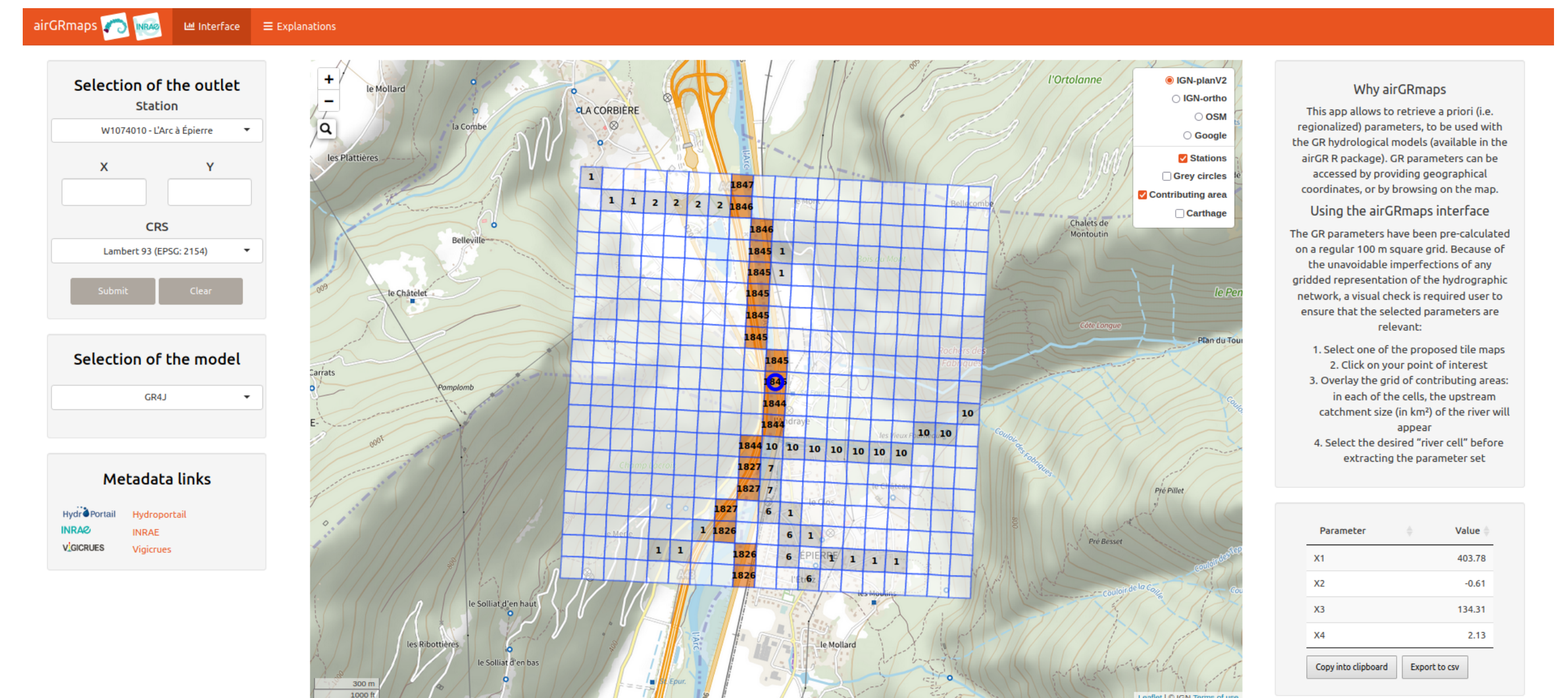


Interface airGRmaps

sunshine.inrae.fr

- ▶ Cartes de paramètres régionalisés sur la France pour les modèles GR4J & GR5J, pour les bassins non jaugés

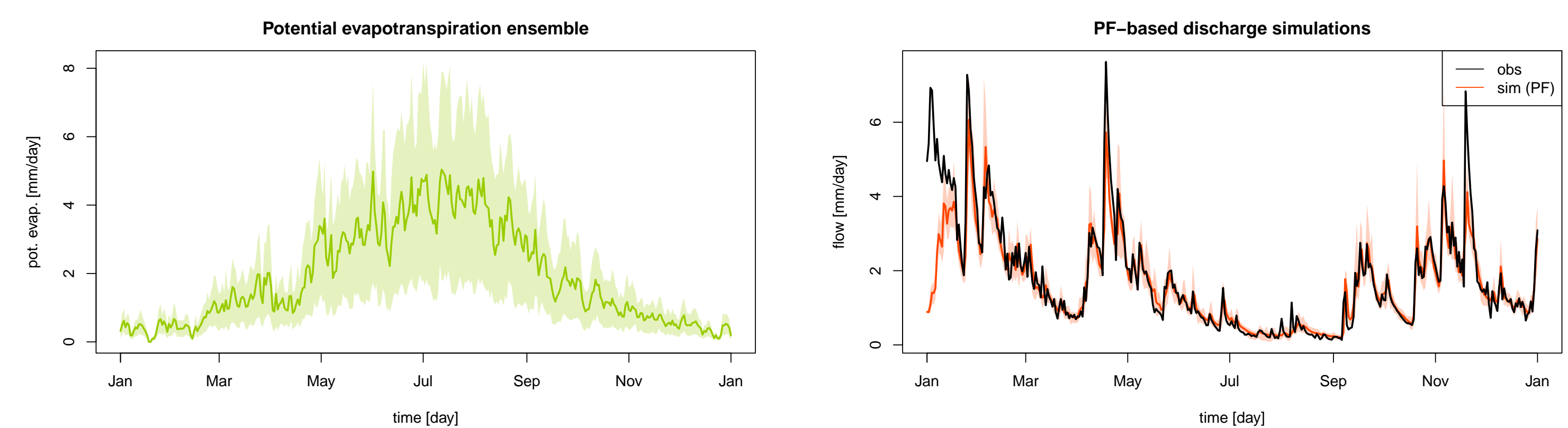
Interface airGRmaps pour obtenir les valeurs des paramètres de GR4J ou GR5J sur toute la France



Package airGRdatassim

- ▶ Modèles hydrologiques :
 - ▷ Pas de temps journaliers (GR4J, GR5J & GR6J)
- ▶ Méthodes d'assimilation :
 - ▷ Filtre de Kalman d'ensemble (EnKF)
 - ▷ Filtre particulaire (PF)
- ▶ Variable assimilée :
 - ▷ débit
- ▶ Procédures de perturbation :
 - ▷ incertitudes du forçage météorologique
 - ▷ états internes des modèles

Évapotranspiration potentielle perturbée et simulation par assimilation de données avec airGRdatassim



Interface airGRteaching

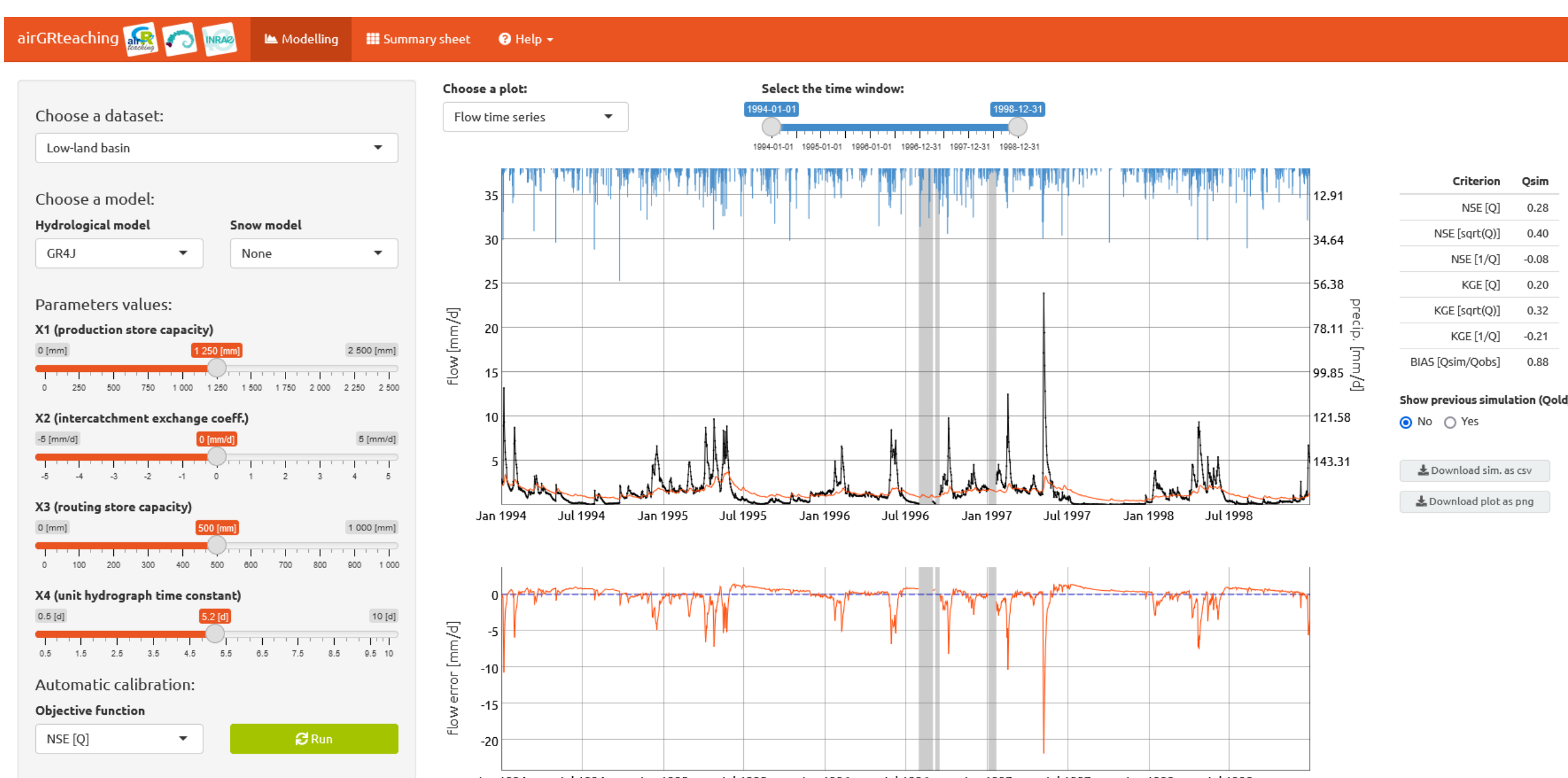
sunshine.inrae.fr

- ▶ Optimisation manuelle des paramètres pour l'enseignement
- ▶ Optimisation automatique des paramètres
- ▶ Visualisation interactive des sorties et des états internes des modèles

Package airGRteaching

- ▶ Fonctions simplifiées pour la modélisation hydrologique
- ▶ Graphiques statiques et interactifs
- ▶ Interface graphique utilisable avec les chroniques de l'utilisateur

Interface d'airGRteaching pour l'apprentissage de la modélisation hydrologique



Références bibliographiques

- ▶ Coron, L., Delaigue, O., Thirel, G., Dorchie, D., Perrin, C. and Michel, C. (2023). airGR: Suite of GR Hydrological Models for Precipitation-Runoff Modelling. R package version 1.7.4. <https://CRAN.R-project.org/package=airGR>.
- ▶ Delaigue, O., Brigode, P. and Thirel, G. (2022). airGRdatasets: Hydro-Meteorological Catchments Datasets for the 'airGR' Packages. R package version 0.1.4. <https://CRAN.R-project.org/package=airGRdatasets>.
- ▶ Delaigue, O., Coron, L. and Brigode, P. (2022). airGRteaching: Teaching Hydrological Modelling with GR (Shiny Interface Included). R package version 0.3.1. <https://CRAN.R-project.org/package=airGRteaching>.
- ▶ Dorchie, D., Delaigue, O. and Thirel, G. (2022). airGRriwrm: 'airGR' Integrated Water Resource Management. R package version 0.6.1. <https://CRAN.R-project.org/package=airGRriwrm>.
- ▶ Génot, B., Delaigue, O., Andréassian, V. and Poncelet, C. (2020). airGRmaps: Mapping of GR model parameters in France (for ungauged basins). Web app, <https://sunshine.inrae.fr/app/airGRmaps>.
- ▶ Piazzi, G. and Delaigue, O. (2021). airGRdatassim: Suite of Tools to Perform Ensemble-Based Data Assimilation in GR Hydrological Models. R package version 0.1.3. <https://CRAN.R-project.org/package=airGRdatassim>.
- ▶ Slater, L., Thirel, G., Harrigan, S., Delaigue, O., Hurley, A. et al. (2019). Using R in hydrology: a review of recent developments and future directions. *Hydrology and Earth System Sciences* 23, 2939-2963. doi: 10.5194/hess-23-2939-2019.