

Les modèles pluie-débit GR en open source pour l'enseignement et la recherche

Olivier Delaigue¹, Guillaume Thirel¹, Laurent Coron², Pierre Brigode³ & Vazken Andréassian¹

¹ IRSTEA – Unité de recherche HYCAR – Antony

² EDF – Centre hydrométéorologique PMC – Toulouse

³ Université de Nice-Sophia-Antipolis – Géoazur UMR 7329 – Sophia-Antipolis



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). GR est une suite de modèles hydrologiques globaux conçus pour la simulation des débits à différents pas de temps. Ces modèles, qui ne requièrent que peu de données d'entrée et peuvent être utilisés sur de nombreux bassins versants, ont été implémentés dans le package airGR. airGRteaching, quant à lui, est un package qui simplifie l'utilisation d'airGR. Il est plus spécifiquement orienté vers l'enseignement.

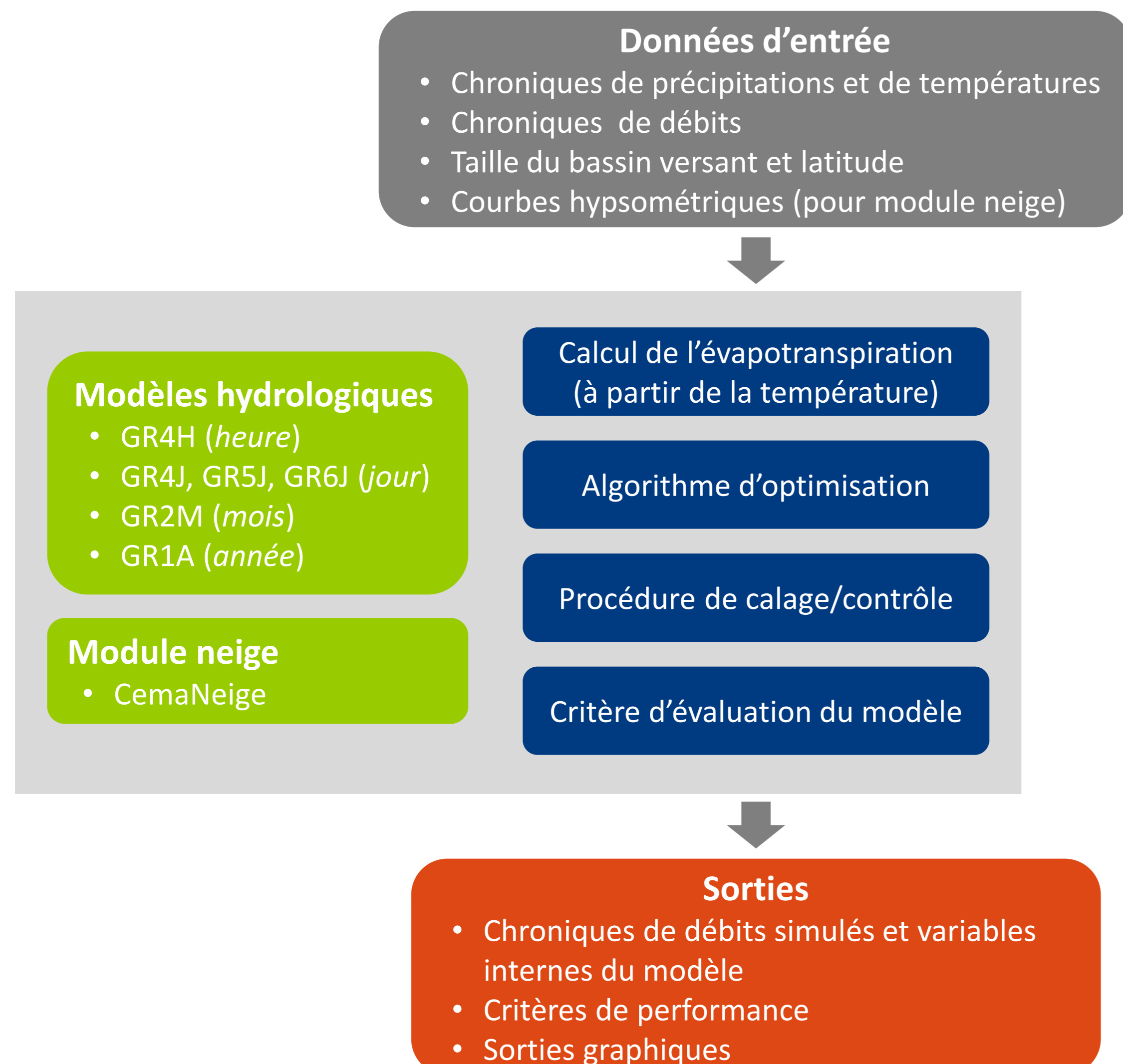
Modèles hydrologiques GR

- ▶ 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 les bassins enneigés (via le module de neige CemaNeige)

Du package airGR au package airGRteaching

- ▶ Les modèles hydrologiques GR ont été implémentés dans le package airGR (Coron *et al.*, 2019), qui est spécifiquement dédié à la recherche
- ▶ airGRteaching (Delaigue *et al.*, 2019) dépend d'airGR, mais propose des fonctionnalités simplifiées, particulièrement adaptées à l'enseignement

Principaux composants du package airGR



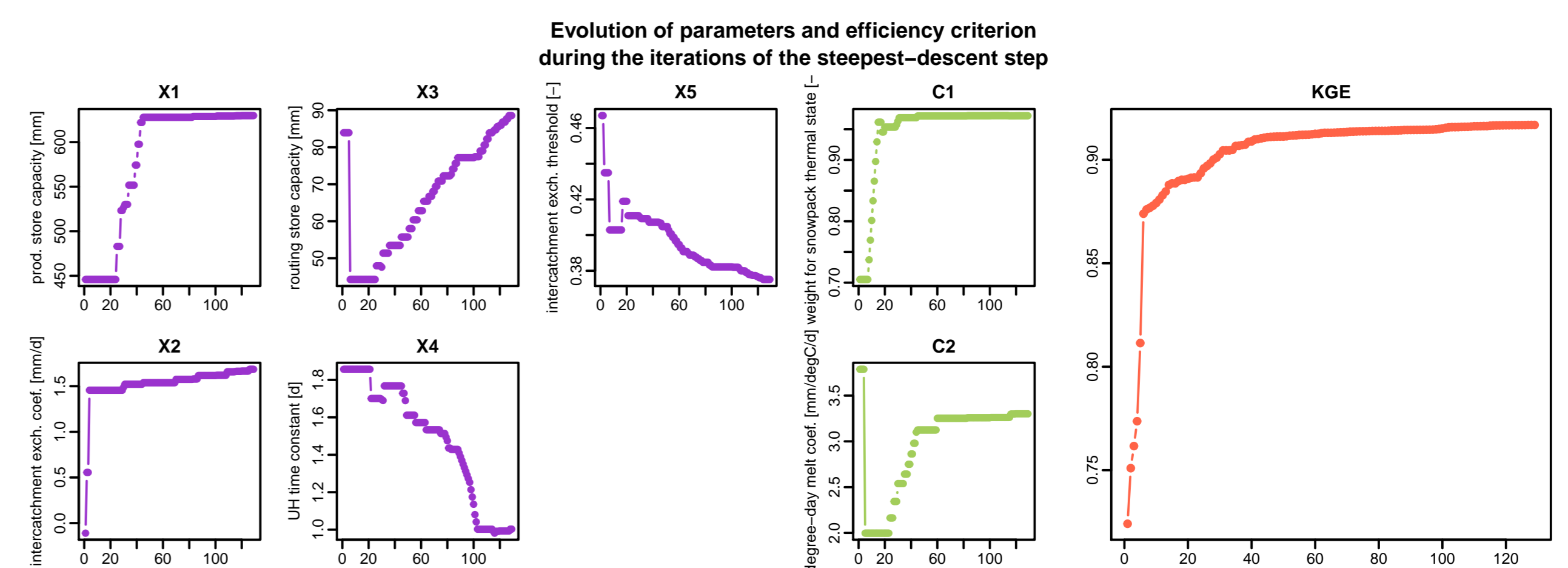
Préparation des données, calage et simulation avec le modèle GR5J (+ module CemaNeige)

```
## data.frame of observed data
data(L0123002)
BasinObs <- BasinObs[, c("Dates", "Precip", "ETP", "Qmm", "Temp")]

## preparation of observed data for modeling
Prep <- PrepGR(ObsDF = BasinObs, HydroModel = "GR5J", CemaNeige = TRUE,
               ZInputs = median(BasinInfo$HypsoData), HypsoData = BasinInfo$HypsoData)

## calibration step
Cal <- CalGR(PrepGR = Prep, CalCrit = "KGE", verbose = FALSE,
             WupPer = NULL, CalPer = c("1990-01-01", "1993-12-31"))

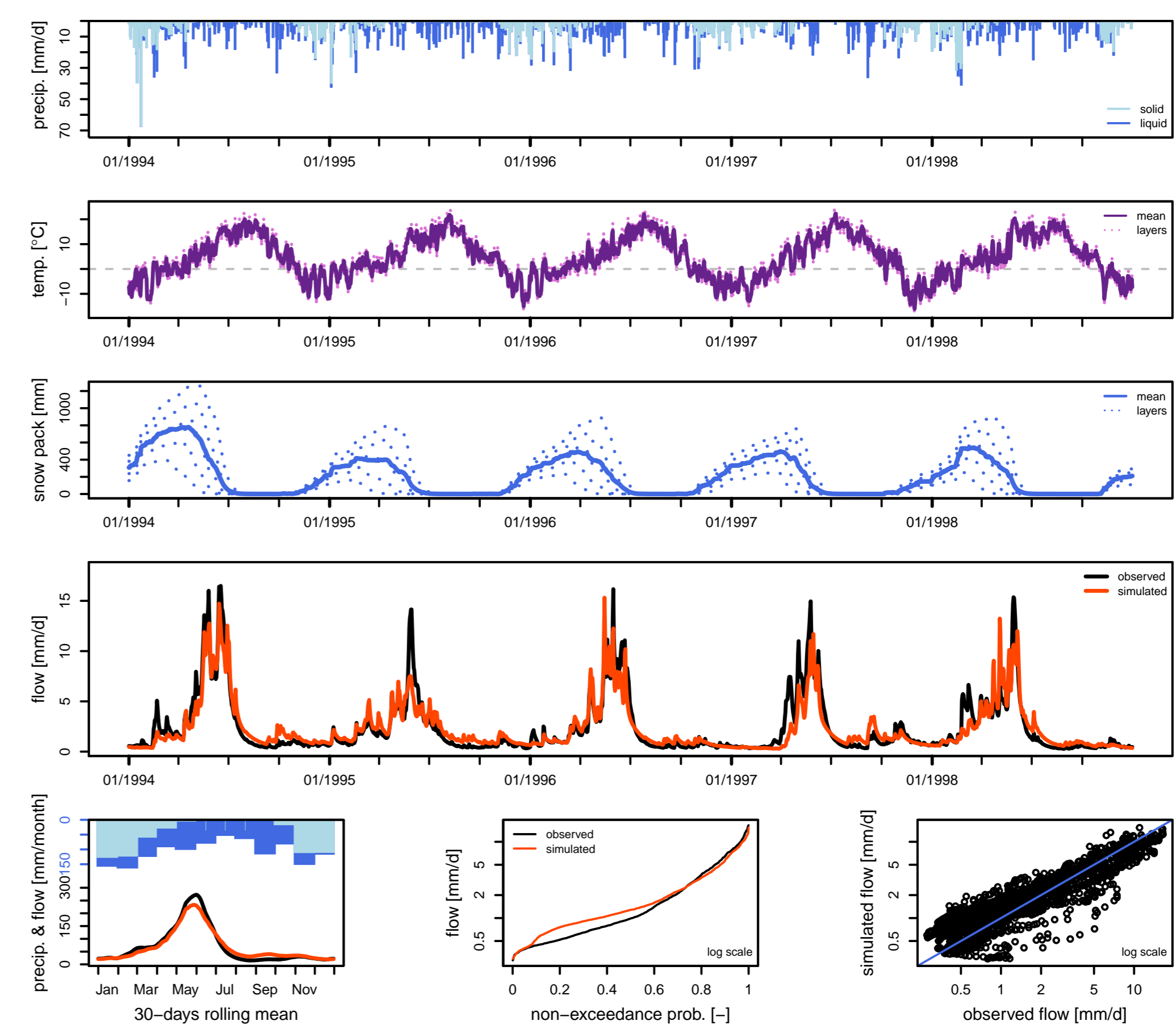
## plot the parameter values and the criterion value during calibration
plot(Cal, which = "iter")
```



```
## simulation step using the result of the automatic calibration method
Sim <- SimGR(PrepGR = Prep, CalGR = Cal, EffCrit = "NSE",
             WupPer = NULL, SimPer = c("1994-01-01", "1998-12-31"))
```

Crit. NSE[Q] = 0.8376

```
## plot giving an overview of the model outputs
plot(Sim)
```



Fonctionnalités du package airGRteaching

- ▶ Ne nécessite qu'un niveau peu avancé en programmation informatique
- ▶ Trois fonctions suffisent à la mise en œuvre de la chaîne de modélisation :
 - ▷ préparation des données (PrepGR())
 - ▷ calage des paramètres du modèle (CalGR())
 - ▷ simulation des débits (SimGR())
- ▶ Sorties graphiques prédéfinies (statiques et dynamiques)
- ▶ Interface graphique permettant de réaliser :
 - ▷ simulations des débits via un calage manuel des paramètres
 - ▷ calage automatique des paramètres
 - ▷ visualisation des états internes des modèles

Interface graphique permettant aux étudiants de mieux appréhender les rôles de paramètres et des variables internes des modèles



Sites web : pour débuter ou pour un usage avancé

- ▶ airGR : grande flexibilité d'utilisation
 - ▷ <https://hydrogr.github.io/airGR/>
- ▶ airGRteaching : fonctions simples pour apprendre l'hydrologie
 - ▷ <https://hydrogr.github.io/airGRteaching/>
- ▶ sunshine : plateforme web mettant à disposition l'interface d'airGRteaching
 - ▷ <https://sunshine.irstea.fr/>

Références bibliographiques

- ▶ Coron L., Delaigue, O., Thirel, G., Perrin C., Michel C. (2019). airGR: Suite of GR Hydrological Models for Precipitation-Runoff Modelling. R package version 1.3.2.42. url: <https://CRAN.R-project.org/package=airGR>.
- ▶ Delaigue, O., Coron, L. and Brigode, P. (2019). airGRteaching: Teaching Hydrological Modelling with GR (Shiny Interface Included). R package version 0.2.6.29. url: <https://CRAN.R-project.org/package=airGRteaching>.
- ▶ Slater, L., Thirel, G., Harrigan, S., Delaigue, O., Hurley, A., Khouakhi, A., Prodosimi, I., Vitolo, C. & Smith, K. (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-2019-50.

Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture

