



HAL
open science

Nouveautés autour du package airGR. La Galaxie airGR

Olivier Delaigue, Guillaume Thirel, David Dorchies

► **To cite this version:**

Olivier Delaigue, Guillaume Thirel, David Dorchies. Nouveautés autour du package airGR. La Galaxie airGR. 4es Rencontres HydroGR, Dec 2021, Antony, France. hal-03536912

HAL Id: hal-03536912

<https://hal.inrae.fr/hal-03536912v1>

Submitted on 20 Jan 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Nouveautés autour du package airGR

La galaxie airGR

Olivier Delaigue, Guillaume Thirel & David Dorchie



4es Rencontres HydroGR – 8 décembre 2021

Développement d'outils de modélisation hydrologique

But

- Développer des outils collaboratifs pour la capitalisation et le partage des savoirs autour des modèles GR

Développement d'outils de modélisation hydrologique

But

- Développer des outils collaboratifs pour la capitalisation et le partage des savoirs autour des modèles GR

Objectifs

- Recherche
 - ▶ Développer des outils souples et efficaces
 - ▶ Intégrer les apports des travaux récents
- Opérationnels, bureaux d'études & étudiants
 - ▶ Développer des outils simples d'utilisation
 - ▶ Réaliser le transfert de ces outils

Galaxie airGR | Outils

Un ensemble de **packages R** et d'**interfaces graphiques** pour mettre en œuvre les modèles pluie-débit GR



Les interfaces graphiques sont disponibles sur sunshine.irstea.fr

airGR | Fonctionnalités

Fonctionnalités implémentées


- Suite des modèles pluie-débit de la famille GR
- Modèle de neige CemaNeige
- Algorithme de calage des paramètres des modèles
- Critères d'évaluation de performance
- Outils de manipulation et d'affichage des données

airGR | Fonctionnalités

Fonctionnalités implémentées

- Suite des modèles pluie-débit de la famille GR
- Modèle de neige CemaNeige
- Algorithme de calage des paramètres des modèles
- Critères d'évaluation de performance
- Outils de manipulation et d'affichage des données

Nature de l'implémentation

- Fonctions codées en  et si besoin interfacées avec le Fortran
- Cœur des modèles en Fortran pour assurer une bonne rapidité de calcul

airGR | Modèles disponibles

1 modèle de fonte et d'accumulation de la neige :

- CemaNeige : modèle degré-jour (version simple ou utilisation de données satellitaires)

7 modèles hydrologiques (globaux ou semi-distribués)

- Modèle annuel
 - ▶ GR1A : 1 paramètre
- Modèle mensuel
 - ▶ GR2M : 2 paramètres
- Modèles journaliers
 - ▶ GR4J : 4 paramètres (+ CemaNeige)
 - ▶ GR5J : 5 paramètres (+ CemaNeige)
 - ▶ GR6J : 6 paramètres (+ CemaNeige)
- Modèles horaires
 - ▶ GR4H : 4 paramètres (+ CemaNeige)
 - ▶ GR5H : 5 paramètres (+ CemaNeige)

airGR | Outils complémentaires

Critères disponibles :

- RMSE : erreur quadratique moyenne
- NSE : critère d'efficacité de Nash–Sutcliffe
- KGE : critère d'efficacité de Kling-Gupta
- KGE' : critère d'efficacité de Kling-Gupta modifié
- Possibilité de personnaliser son critère composite

Algorithme d'optimisation disponible :

- Méthode pas-à-pas développée par Claude Michel
- Possibilité de brancher des méthodes proposées dans d'autres packages

airGR | Dernières nouveautés notables

Modélisation hydrologique semi-distribuée

- un modèle au choix par sous-bassin (+ CemaNeige)
- régularisation des paramètres
- possibilité d'injecter les débits observés ou simulés

airGR | Dernières nouveautés notables

Modélisation hydrologique semi-distribuée

- un modèle au choix par sous-bassin (+ CemaNeige)
- régularisation des paramètres
- possibilité d'injecter les débits observés ou simulés

Modélisation au pas de temps horaire

- modèle GR5H (`RunModel_GR5H()` `RunModel_CemaNeigeGR5H()`)
- estimation de la capacité maximale du réservoir d'interception pour GR5H (`Imax()`)

airGR | Dernières nouveautés notables

Modélisation hydrologique semi-distribuée

- un modèle au choix par sous-bassin (+ CemaNeige)
- régularisation des paramètres
- possibilité d'injecter les débits observés ou simulés

Modélisation au pas de temps horaire

- modèle GR5H (`RunModel_GR5H()` `RunModel_CemaNeigeGR5H()`)
- estimation de la capacité maximale du réservoir d'interception pour GR5H (`Imax()`)

Agrégation de chroniques (`SeriesAggreg()`)

- agrégation personnalisée (ex. : "min", "Q95", ..., personnalisable)
- calcul de régimes
- application directe sur les objets `InputsModel` & `OutputsModel`

airGRteaching | Des outils informatiques adaptés aux besoins de chacun



airGRteaching pensé pour :

- faciliter l'usage des modèles par les personnes peu familières avec la programmation informatique
- proposer des outils clé en main

airGRteaching | Des outils informatiques adaptés aux besoins de chacun



airGRteaching pensé pour :

- faciliter l'usage des modèles par les personnes peu familières avec la programmation informatique
- proposer des outils clé en main



airGR pensé pour :

- permettre une grande flexibilité d'utilisation
- proposer des options plus poussées de modélisation

airGRteaching | Des outils informatiques adaptés aux besoins de chacun



airGRteaching pensé pour :

- faciliter l'usage des modèles par les personnes peu familières avec la programmation informatique
- proposer des outils clé en main



airGR pensé pour :

- permettre une grande flexibilité d'utilisation
- proposer des options plus poussées de modélisation

airGR & airGRteaching proposent les mêmes modèles hydrologiques, mais se distinguent par des ergonomies différentes

airGRteaching | Fonctionnalités

Code informatique simplifié :

- trois fonctions suffisent à la mise en œuvre de la chaîne de modélisation
- sorties graphiques prédéfinies (statiques et dynamiques)

Interface graphique :

- simulations des débits via un calage manuel des paramètres
- calage automatique des paramètres
- visualisation des états internes des modèles

airGRteaching | Interface graphique

airGRteaching
Modelling
Summary sheet
Help

Choose a dataset:
Low-land basin

Choose a model:
Hydrological model: GR4J
Snow model: None

Parameters values:

X1 (production store capacity) 2000 [mm]

X2 (intercatchment exchange coeff.) 5 [mm]

X3 (routing store capacity) 1000 [mm]

X4 (unit hydrograph time constant) 79 [h]

Automatic calibration:
Objective function: NSE [Q]

Model calibrated

Choose a plot: Model (diagram)

Select the time window: 1994-01-01 to 1998-12-31

Select the target date: 1997-05-01

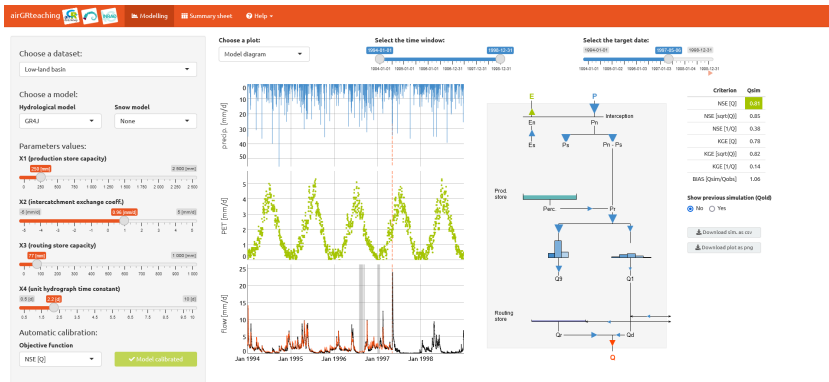
| Criterion | Qsim |
|------------------|------|
| NSE [Q] | 0.81 |
| NSE [pct(Q)] | 0.85 |
| NSE [V(Q)] | 0.38 |
| KGE [Q] | 0.78 |
| KGE [pct(Q)] | 0.82 |
| KGE [V(Q)] | 0.14 |
| BIAS [Qsim/Qobs] | 1.06 |

Show previous simulation (2x4h): No Yes

[Download sim. as csv](#)

[Download plot as png](#)

airGRteaching | Interface graphique



Nouveauté :

- modèle GR2M dans l'interface graphique

airGRmaps | Interface graphique

Fournir des paramètres régionalisés en France pour les modèles hydrologiques journaliers GR4J & GR5J

airGRmaps
IM Interface
Explications

Selection of the outlet Station

W630010 Chère à Aigueblanche

X Y

CRS

Lambert 93 (EPSG: 2154)

Submit Clear

Why airGRmaps

This application allows to retrieve a priori (i.e. regionalized) parameters, to be used with the GR hydrological models (available in the airGR R package). airGRmaps parameters can be accessed by providing geographical coordinates in one of the three supported coordinate systems, or by browsing on the map.

Selection of the model

GR4J

Metadata links

Banque Hydro

INFRAE

Vialis

Vigilances

Using the airGRmaps interface

The GR parameters have been pre-calculated on a regular 100 m square grid. Because of the unavoidable imperfections of any gridded representation of the hydrographic network, a visual check is required by the end user to ensure that the selected parameters are relevant, and this check is made easy by the airGRmaps interface:

| Parameter | Value |
|-----------|--------|
| X1 | 403.76 |
| X2 | -0.61 |
| X3 | 136.31 |
| X4 | 1.72 |

airGRdatassim | Assimilation de données de débit avec les modèles GR

Disponible sur le CRAN

- 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, doi : 10.15454/WEYYVZ, <https://CRAN.R-project.org/package=airGRdatassim>.



Water Resources Research

RESEARCH ARTICLE

10.1029/2020WR028390

Key Points:

- Estimation of forecast initial level of the routing store of a conceptual hydrological model ensures the most benefit from data assimilation
- Updating forecast initial conditions using the ensemble Kalman filter results in a greater improvement in predictive accuracy in the short term
- The particle filter guarantees a longer-lasting effect of the update of initial conditions over the forecast horizon

Supporting Information:

Supporting Information may be found in the online version of this article.

Correspondence to:

G. Thirel,
gillaume.thirel@inrae.fr

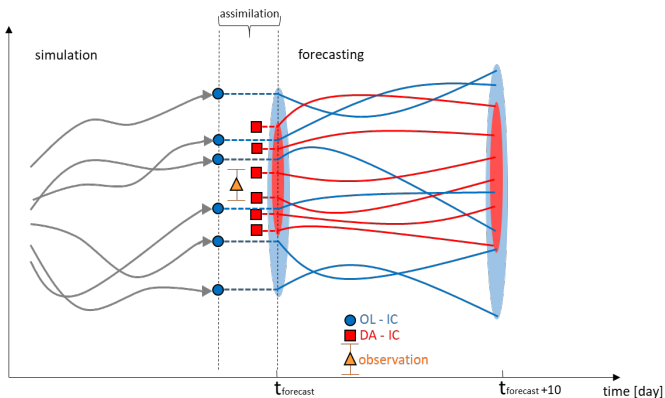
Sequential Data Assimilation for Streamflow Forecasting: Assessing the Sensitivity to Uncertainties and Updated Variables of a Conceptual Hydrological Model at Basin Scale

G. Piazzi¹, G. Thirel¹, C. Perrin¹, and O. Delaigue¹¹Université Paris-Saclay, INRAE, UR HYCAR, Antony Cedex, France

Abstract Skillful streamflow forecasts provide key support to several water-related applications. Because of the critical impact of initial conditions (ICs) on forecast accuracy, ever-growing interest is focused on improving their estimates via data assimilation (DA). This study aims to assess the sensitivity of the DA-based estimation of forecast ICs to several sources of uncertainty and the update of different model states and parameters of a lumped conceptual rainfall-runoff model over 232 watersheds in France. The performance of two sequential ensemble-based techniques, namely, the ensemble Kalman filter (EnKF) and the particle filter (PF), is compared in terms of efficiency and temporal persistence (up to 10 days) of the updating effect through the assimilation of observed discharges. Several experiments specifically address the impact of the meteorological, state, and parameter uncertainties. Results show that an accurate estimate of the initial level of the routing store of the conceptual model ensures the most benefit in the DA-based estimation of forecast ICs. While EnKF-based forecasts outperform PF.

airGRdatassim | Principe de l'assimilation séquentielle des données

- Données observées incertaines sont assimilées pour contraindre le modèle
- États mis à jour sont propagés dans les pas de temps futurs



airGRdatassim | Faire de l'assimilation de données avec airGRdatassim

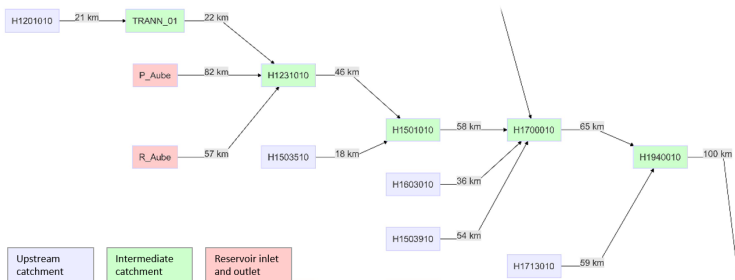
Fonctionnalités

- Modèles disponibles
 - ▶ modèles hydrologiques journaliers uniquement (GR4J, GR5J & GR6J)
- Méthodes
 - ▶ filtre de Kalman d'ensemble
 - ▶ filtre particulaire
- Variables assimilées
 - ▶ débit
- Variables perturbées
 - ▶ incertitudes liées au forçage météorologique (précipitations et/ou évapotranspiration potentielle)
 - ▶ états du modèle (niveau du réservoir de production, niveau du réservoir de routage et/ou hydrogrammes unitaires)

airGRiwrn | Modélisation de la gestion intégrée de la ressource en eau

Disponible sur GitLab

- Code : <https://gitlab.irstea.fr/in-wop/airGRiwrn>
- Site web : <https://airgriwrn.g-eau.fr/>



baseflow | Séparation des hydrogrammes & comblement cohérent de lacunes par modélisation

Disponible sur le CRAN

- Pelletier, A., Andréassian, V. and Delaigue, O., 2021, baseflow: Computes Hydrograph Separation, R package version 0.13.2, doi :10.15454/Z9IK5N, <https://CRAN.R-project.org/package=baseflow>.

Hydrol. Earth Syst. Sci., 24, 1171–1187, 2020
<https://doi.org/10.5194/hess-24-1171-2020>
 © Author(s) 2020. This work is distributed under
 the Creative Commons Attribution 4.0 License.



Hydrology and
 Earth System
 Sciences

Open Access

Hydrograph separation: an impartial parametrisation for an imperfect method

Antoine Pelletier^{1,2} and Vazken Andréassian²

¹École des Ponts ParisTech, Champs-sur-Marne, France

²Université Paris-Saclay, INRAE, UR HYCAR, Antony, France

Correspondence: Antoine Pelletier (antoine.pelletier@inrae.fr)

Received: 25 September 2019 – Discussion started: 15 October 2019

Revised: 24 January 2020 – Accepted: 7 February 2020 – Published: 11 March 2020

Abstract. This paper presents a new method for hydrograph separation. It is well-known that all hydrological methods consist of separating streamflow into baseflow, the slowest

To assess baseflow, direct measurement is generally impossible, since it is a conceptual quantity, not a physical one. Baseflow separation involves chemical tracers based on