Robustesse des modèles hydrologiques en conditions climatiques non stationnaires

Paul Royer-Gaspard, Vazken Andréassian, Guillaume Thirel

▶ **To cite this version:**

Paul Royer-Gaspard, Vazken Andréassian, Guillaume Thirel. Robustesse des modèles hydrologiques en conditions climatiques non stationnaires. 4es Rencontres HydroGR, Dec 2021, Antony, France. hal-03537111v2

HAL Id: hal-03537111
https://hal.inrae.fr/hal-03537111v2

Submitted on 24 Feb 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.

Robustesse des modèles hydrologiques en conditions climatiques non stationnaires

4èmes Rencontres HydroGR

08/12/2021

Paul Royer-Gaspard, Vazken Andréassian, Guillaume Thirel

Contexte

Contexte

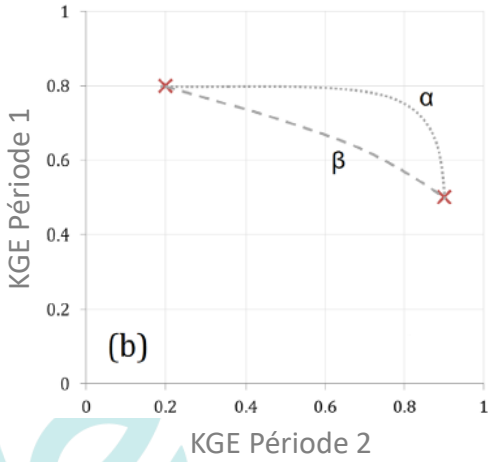
Enjeux de la robustesse des modèles

- Robustesse = capacité des modèles à simuler le régime hydrologique en climat variable

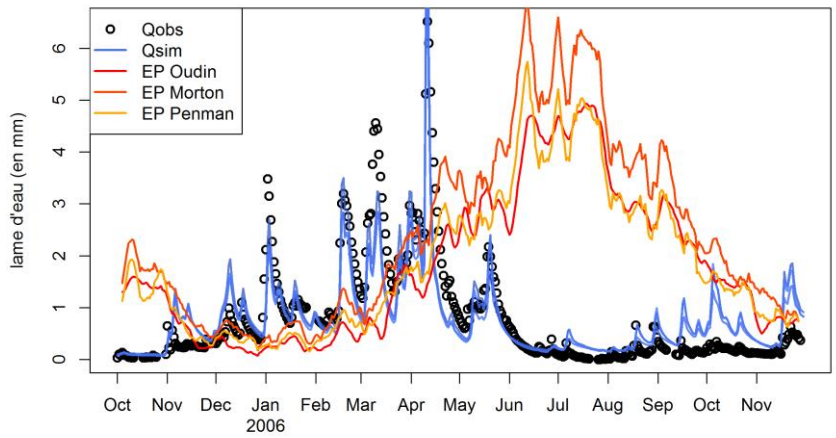
- Applications nombreuses du Differential Split-Sample Test (DSST)
  → Manque général de robustesse

- Difficulté majeure à l'identification de pistes d'amélioration → imbrication des causes

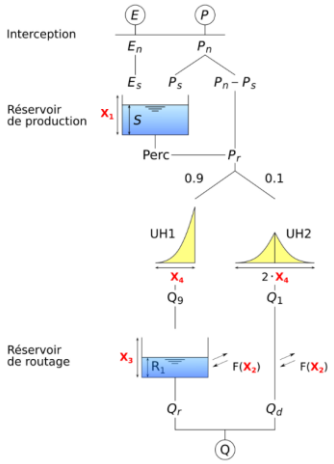
Calage



Données (évaporation potentielle)



Structure



Contexte

Objectifs

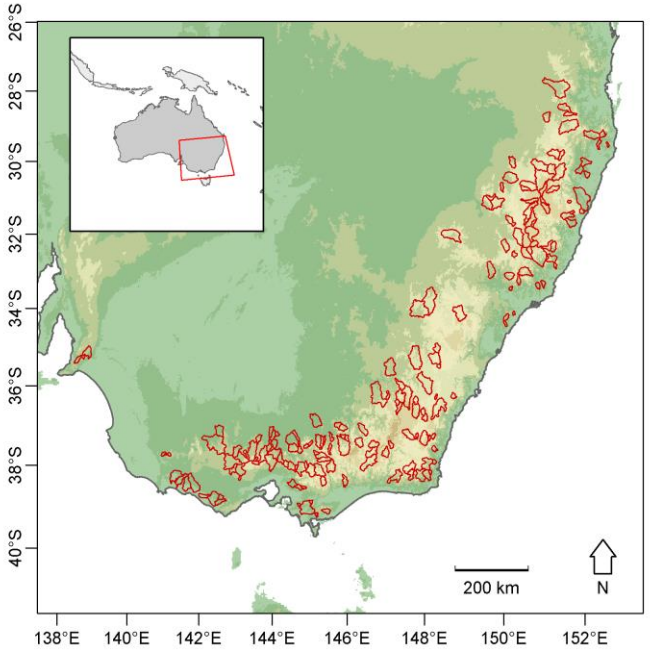
- **Comment améliorer la robustesse des modèles hydrologiques conceptuels ?**
  - Quelles sont les bonnes pratiques en matière de choix de modélisation ? (fonctions objectif, évaporation potentielle)
  - Comment diagnostiquer et améliorer la robustesse de GR4J ?

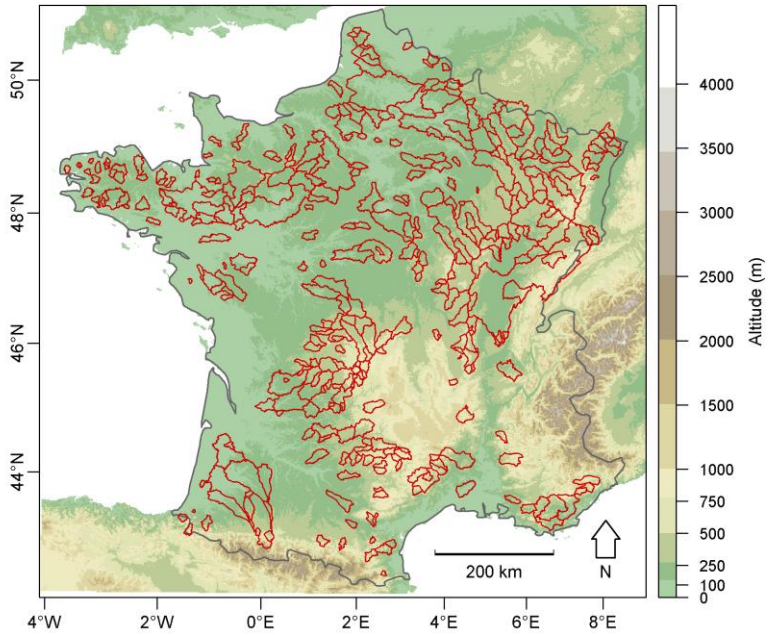
Matériel

Base de données

- Échantillon de 373 bassins français
  + 181 bassins versants australiens

  → Longues chroniques journalières
  → Peu influencés
  → Peu enneigés



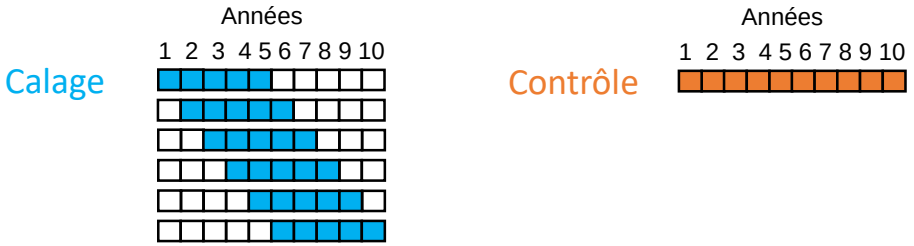


Méthodologie

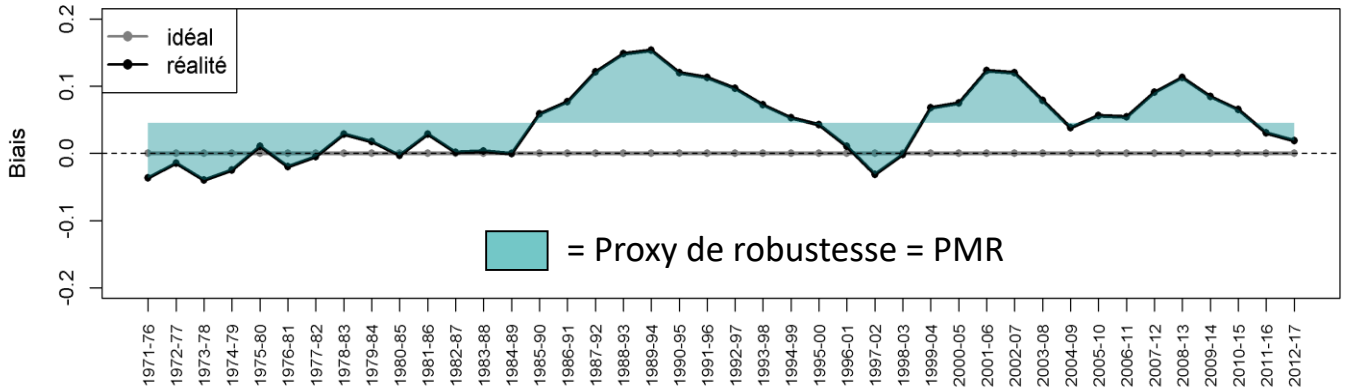
Évaluation des causes non structurelles possibles

- **Objectif** = évaluer les choix de modélisation hors structure
- **Principe** =
  1. Mise en place d'une procédure systématique de calage-contrôle (GSST)
  2. Comparaison de plusieurs fonctions objectif et formules d'évaporation potentielle

- Generalized Split-Sample Test (GSST)



- Comparaison à partir de trois indicateurs
  - NSE
  - MARE
  - PMR



Méthodologie

Évaluation du potentiel explicatif des causes possibles

- Quatre fonctions objectif

Nom	Avantages
$\boldsymbol{KGE}[\boldsymbol{Q}]$	• référence
$\boldsymbol{KGE}[\sqrt{\boldsymbol{Q}}]$	• erreurs homoscédastiques
$\boldsymbol{SKGE}[\boldsymbol{Q}] = \frac{1}{N_y} \sum_{j-\text{th } year}^{N_y} \boldsymbol{KGE}_j[\boldsymbol{Q}]$	• erreurs interannuelles
$\boldsymbol{SKGE}[\sqrt{\boldsymbol{Q}}]$	• erreurs homoscédastiques • erreurs interannuelles

Méthodologie

Évaluation du potentiel explicatif des causes possibles

- Quatre formules d'évaporation potentielle

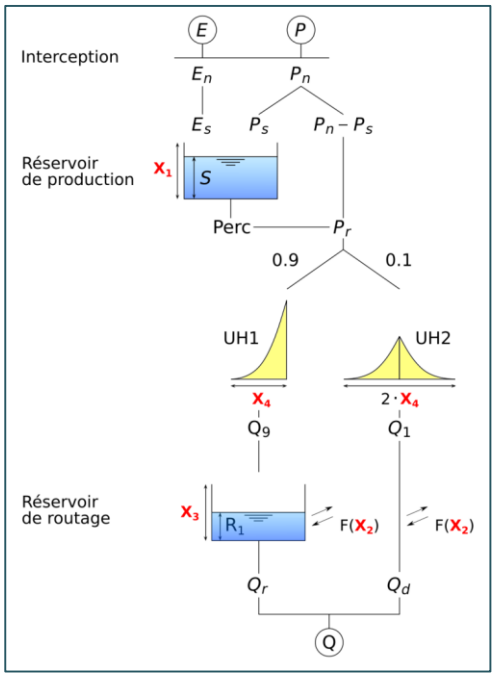
Nom	Type	Variables d'entrée	Avantages
Oudin	Empirique	T	• Simple • Efficace
Morton	Théorique	T, H, R	• Utilisée en Australie
Penman-Monteith	Théorique	T, H, R, U	• Populaire
Penman (sans résistance stomatique)	Théorique	T, H, R, U	• Plus adaptée à la modélisation hydro

Méthodologie

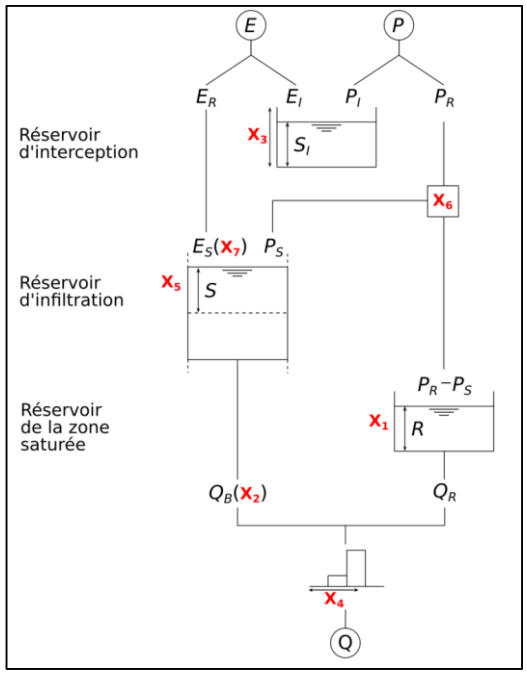
Évaluation du potentiel explicatif des causes possibles

- Trois modèles conceptuels

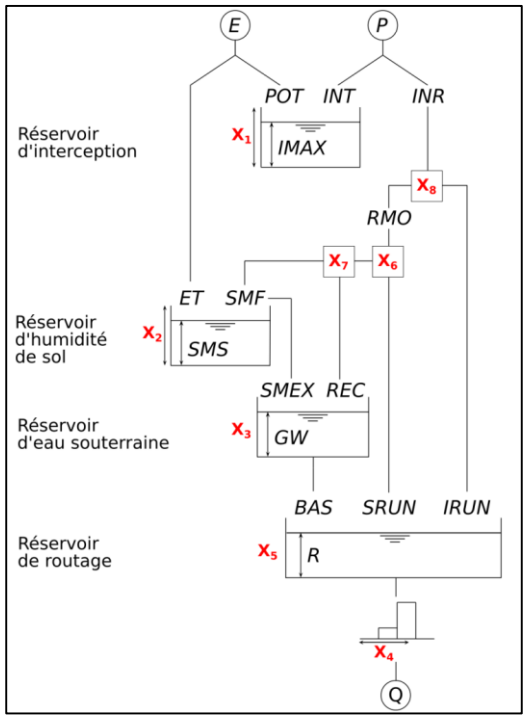
GR4J



TOPMO



SIMHYD

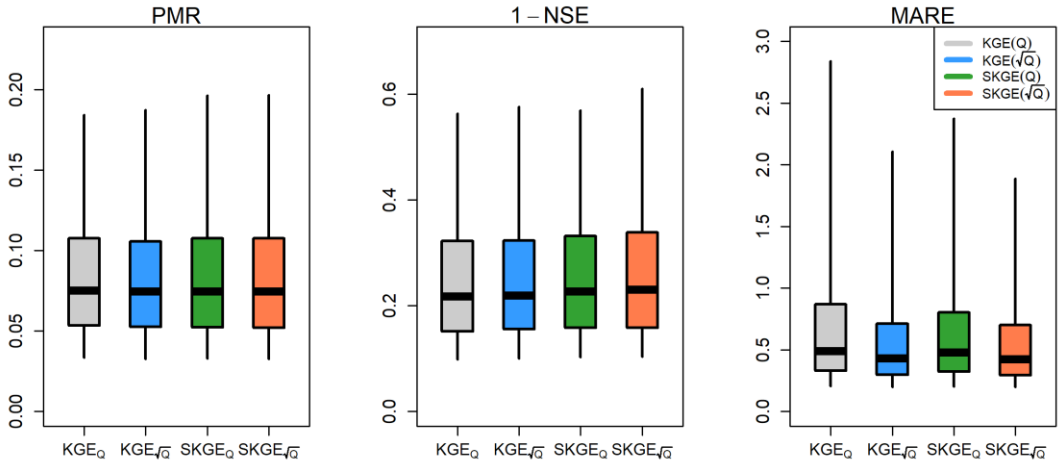


package airGR et package airGR+

Résultats

Comparaison des fonctions objectif

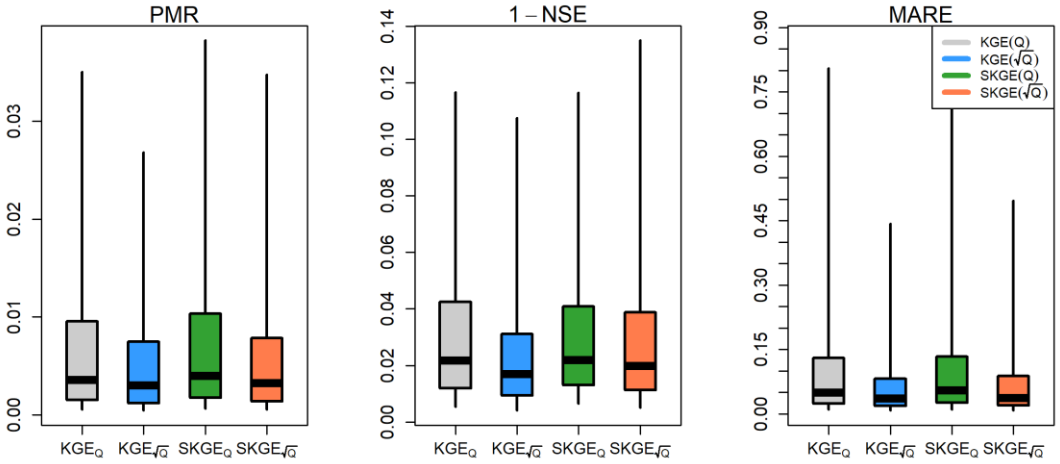
Performances moyennes en contrôle (moyenne sur tous calages)



→ Robustesse relativement insensible à la fonction objectif

→ $[\sqrt{Q}]$ = meilleur pour les basses eaux

Variabilité des performances en contrôle (écart-type sur tous calages)



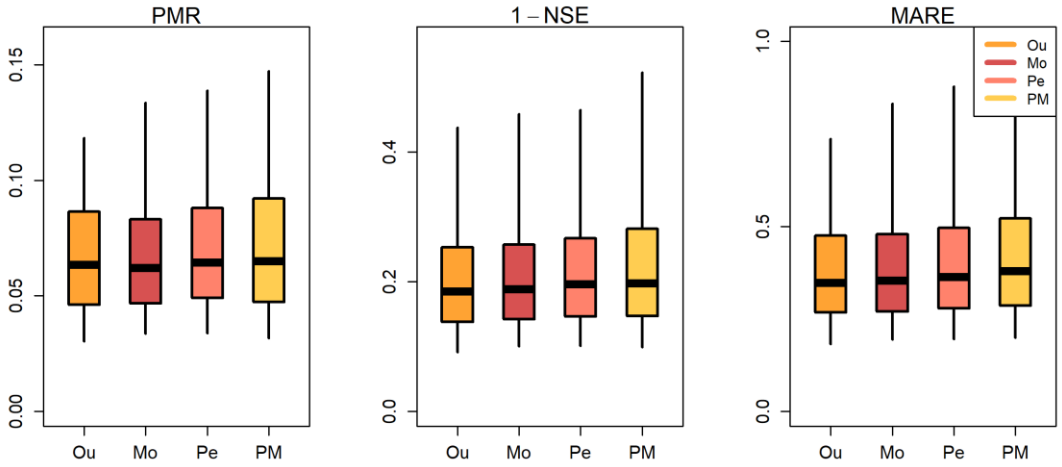
→ KGE$[\sqrt{Q}]$ moins sensible au choix de la période de calage

→ **$KGE[\sqrt{Q}]$ le plus robuste**

Résultats

Comparaison des formules d'évaporation potentielle

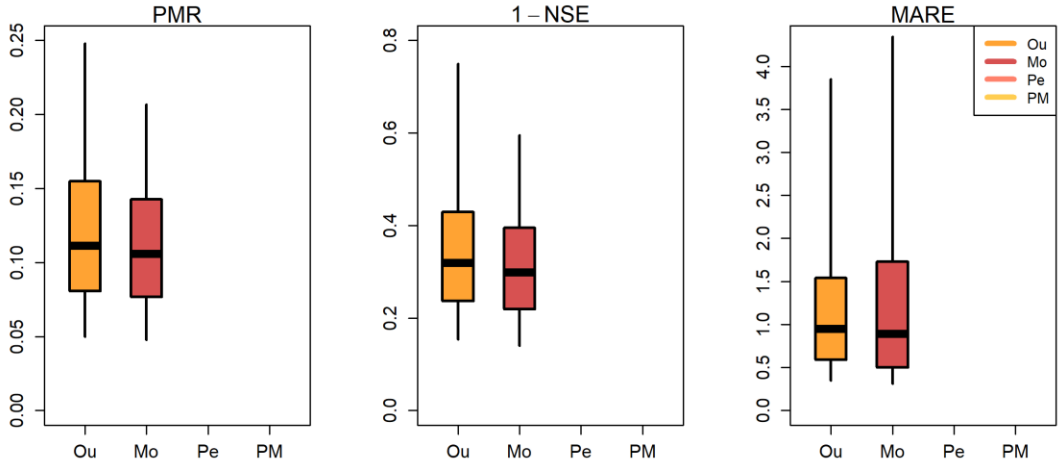
Performances moyennes en contrôle en **France**



→ Résultats relativement insensibles au choix de la formule d'EP

→ Oudin = meilleure formule
Penman-Monteith = pire formule ?

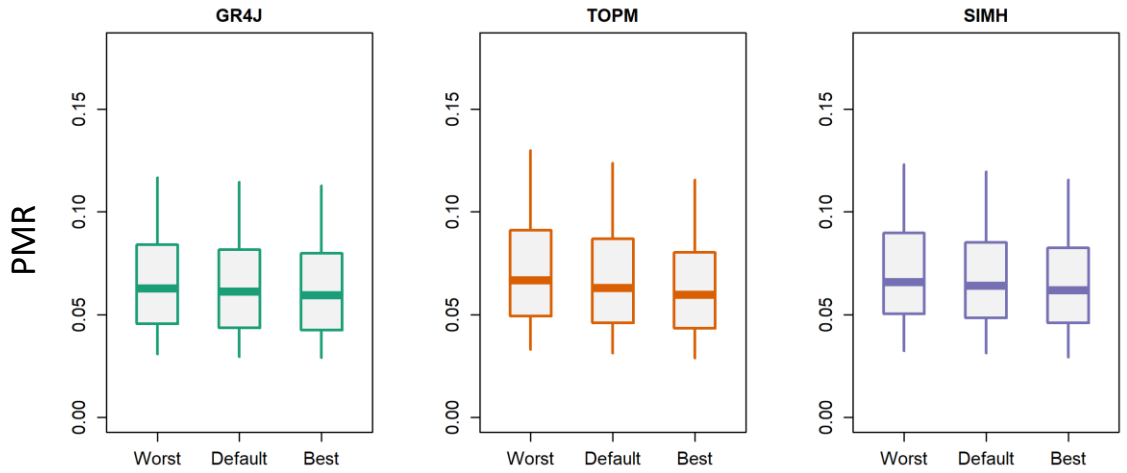
Performances moyennes en contrôle en **Australie**



→ Morton = meilleure formule

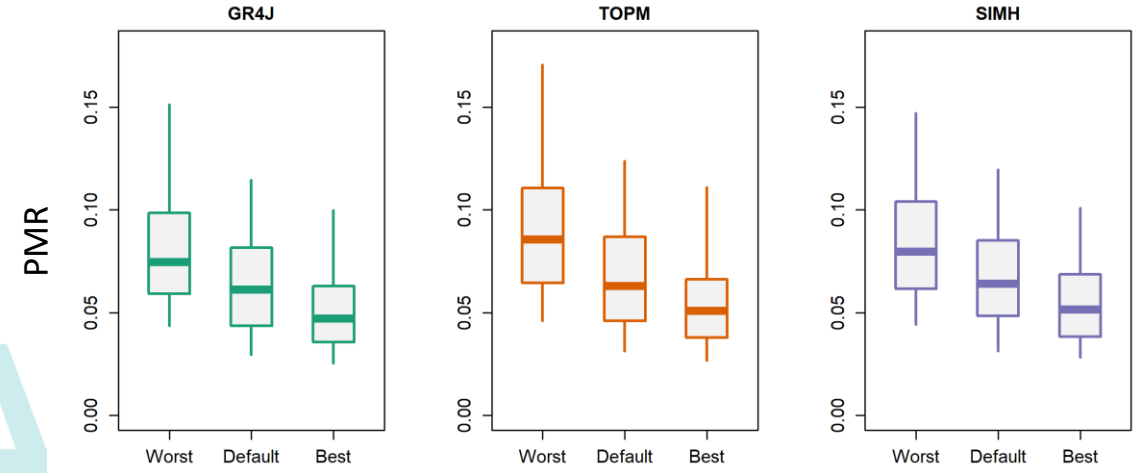
Résultats

Comparaison des marges d'amélioration selon choix de modélisation (**France**)



Choix de la fonction objectif

→ Peu d'influence



Choix de la formule d'EP

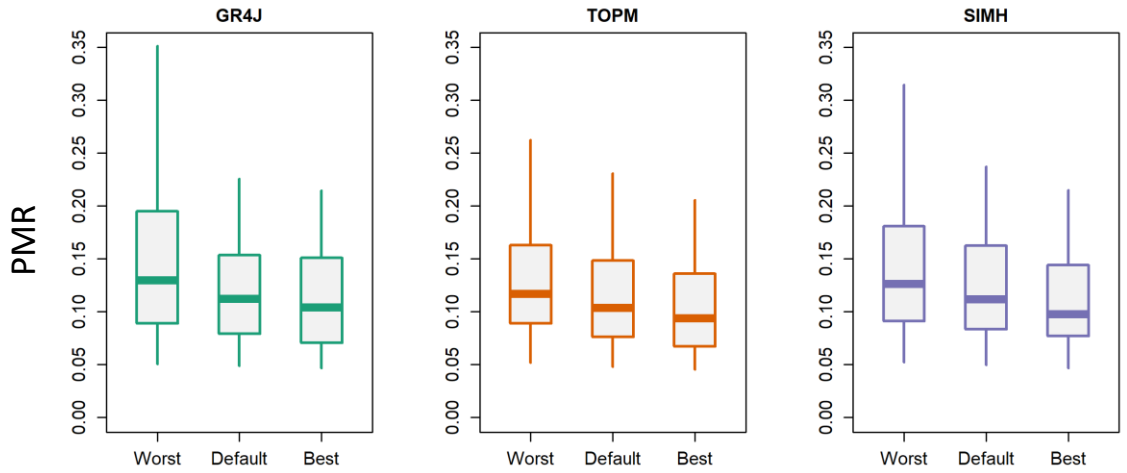
→ Forte influence

→ Forte variabilité spatiale

→ Cohérence entre modèles dans 41% des bassins

Résultats

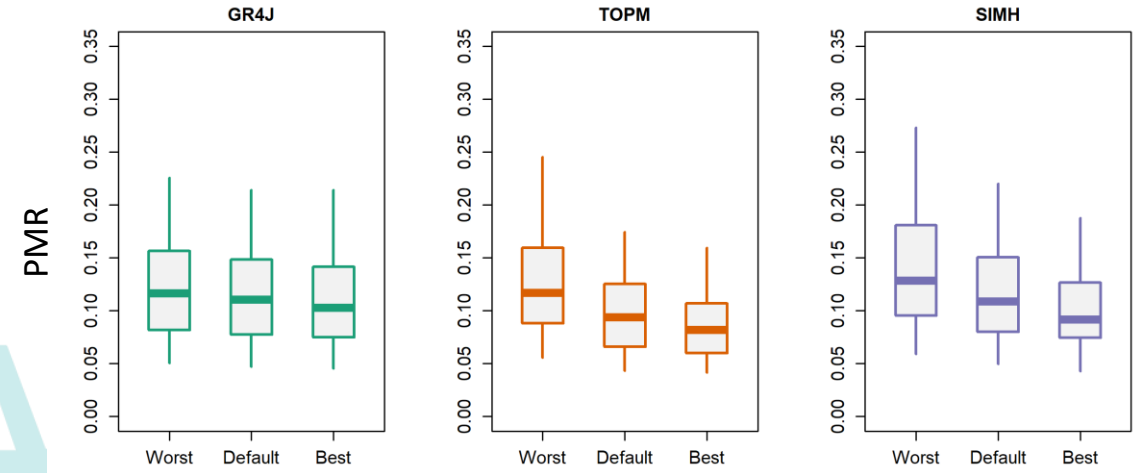
Comparaison des marges d'amélioration selon choix de modélisation (**Australie**)



Choix de la fonction objectif

→ Influence non négligeable

→ Variabilité spatiale moyenne



Choix de la formule d'EP

→ Influence variable selon modèle

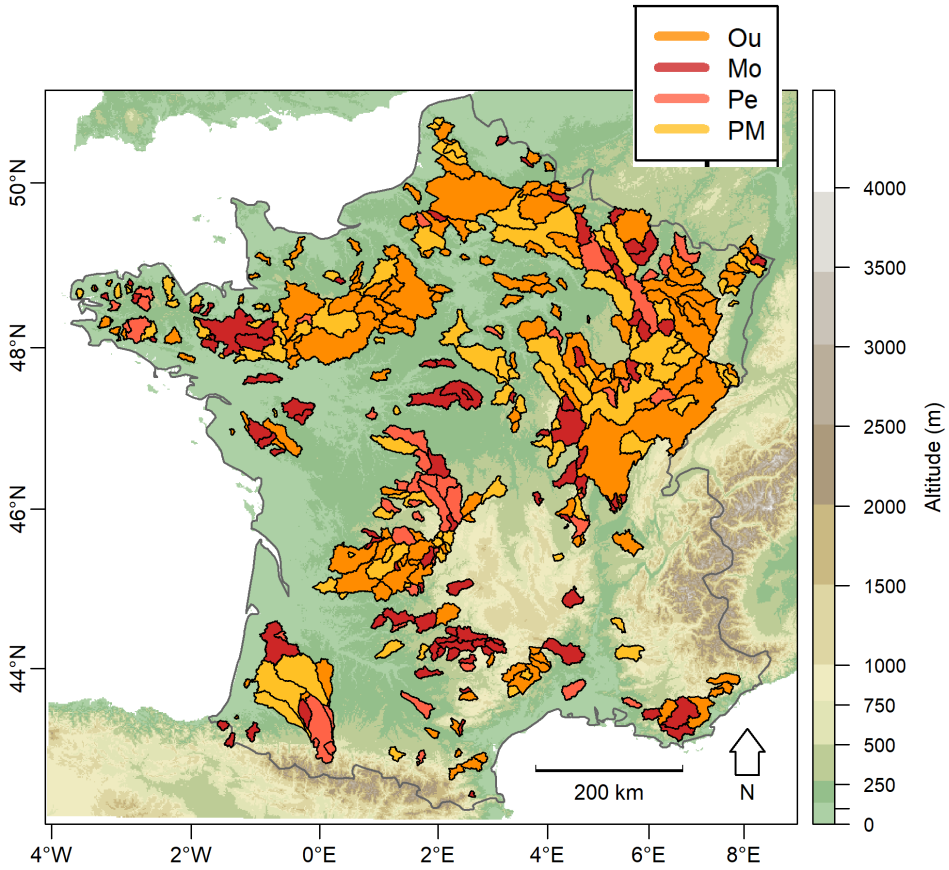
→ Variabilité spatiale moyenne

→ Cohérence entre modèles dans 50% des bassins

Résultats

Règle pour le choix de la formule d'évaporation potentielle (**France**)

Carte des meilleures formules d'EP pour GR4J



Règle pour le choix de la formule d'EP ?

→ Oudin pour grands bassins

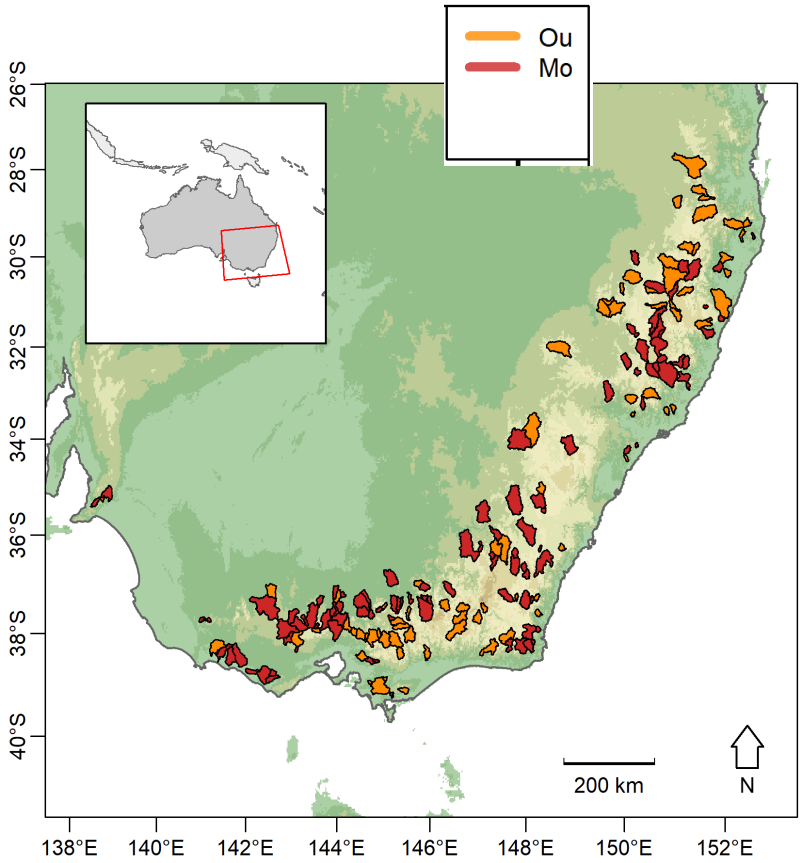
→ Morton pour petits bassins

→ Pas de règle évidente pour les autres formules

Résultats

Règle pour le choix de la formule d'évaporation potentielle (**Australie**)

Carte des meilleures formules d'EP pour GR4J



Règle pour le choix de la formule d'EP ?

→ Oudin pour bassins pentus et forestier

Conclusion

- **Comment améliorer la robustesse des modèles hydrologiques ?**
  - Recherche de bonnes pratiques en matière de choix de modélisation
  - Comparaison des pistes de recherche

- **Messages clés**

1. Le PMR est un indicateur synthétique et utile de la robustesse

2. Prendre garde à l'hétéroscédasticité des erreurs en calage

3. Choix d'une formule d'évaporation potentielle non anodin

4. Très peu de règles fiables en matière de choix de la formule d'évaporation potentielle
   - Variabilité spatiale incohérente
   - Interactions avec la structure des modèles