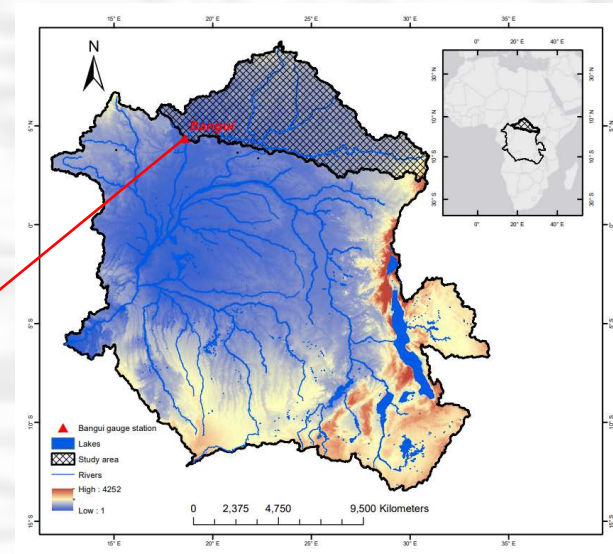
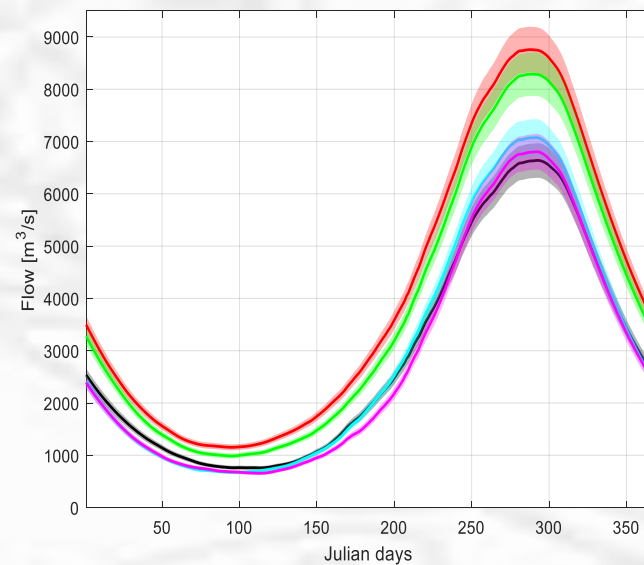


# Évaluation des impacts des changements climatiques sur les débits de grand bassins non jaugés: approche multi-modèles dans le sous-bassin nord du fleuve Congo



# Plan de la présentation

- 1. Problématique: définition – conséquences – pratiques actuelles – limites des pratiques actuelles dans les BNJ**
- 2. Objectifs**
- 3. Méthodologie**
- 4. Domaine d'études**
- 5. Résultats et discussions**
- 6. Conclusion et recommandations**



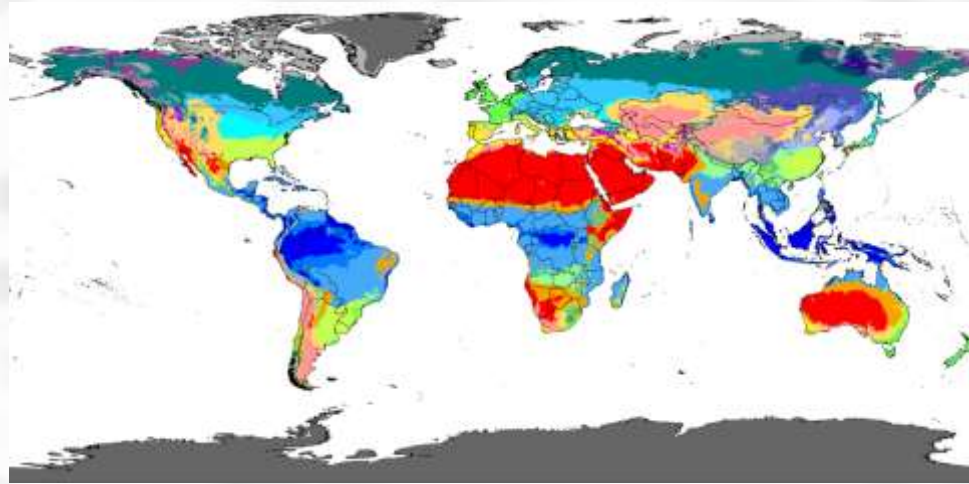
# Problématique

# Définitions

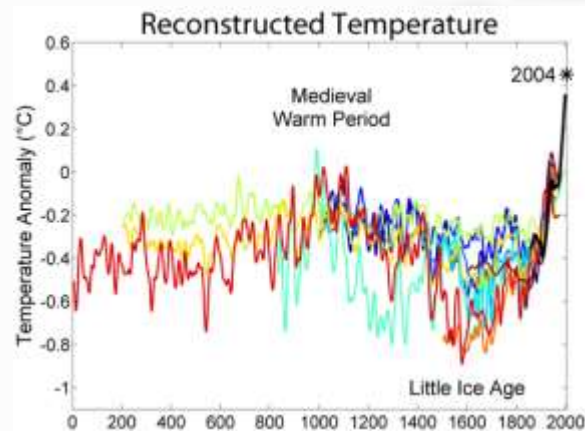
## Météo



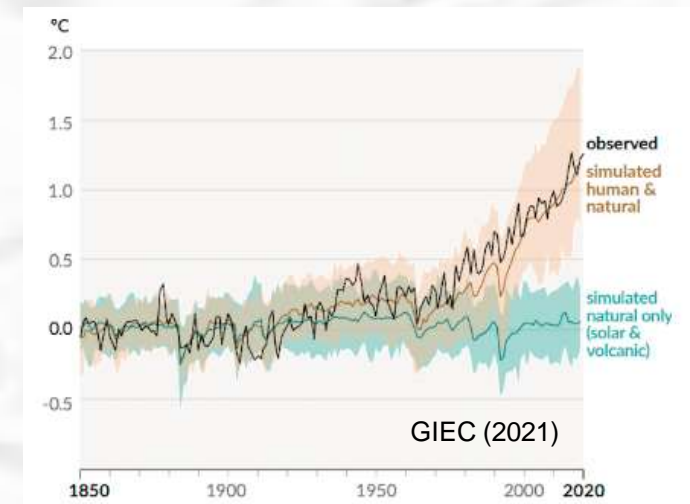
## Climat



## Variabilité naturelle du Climat



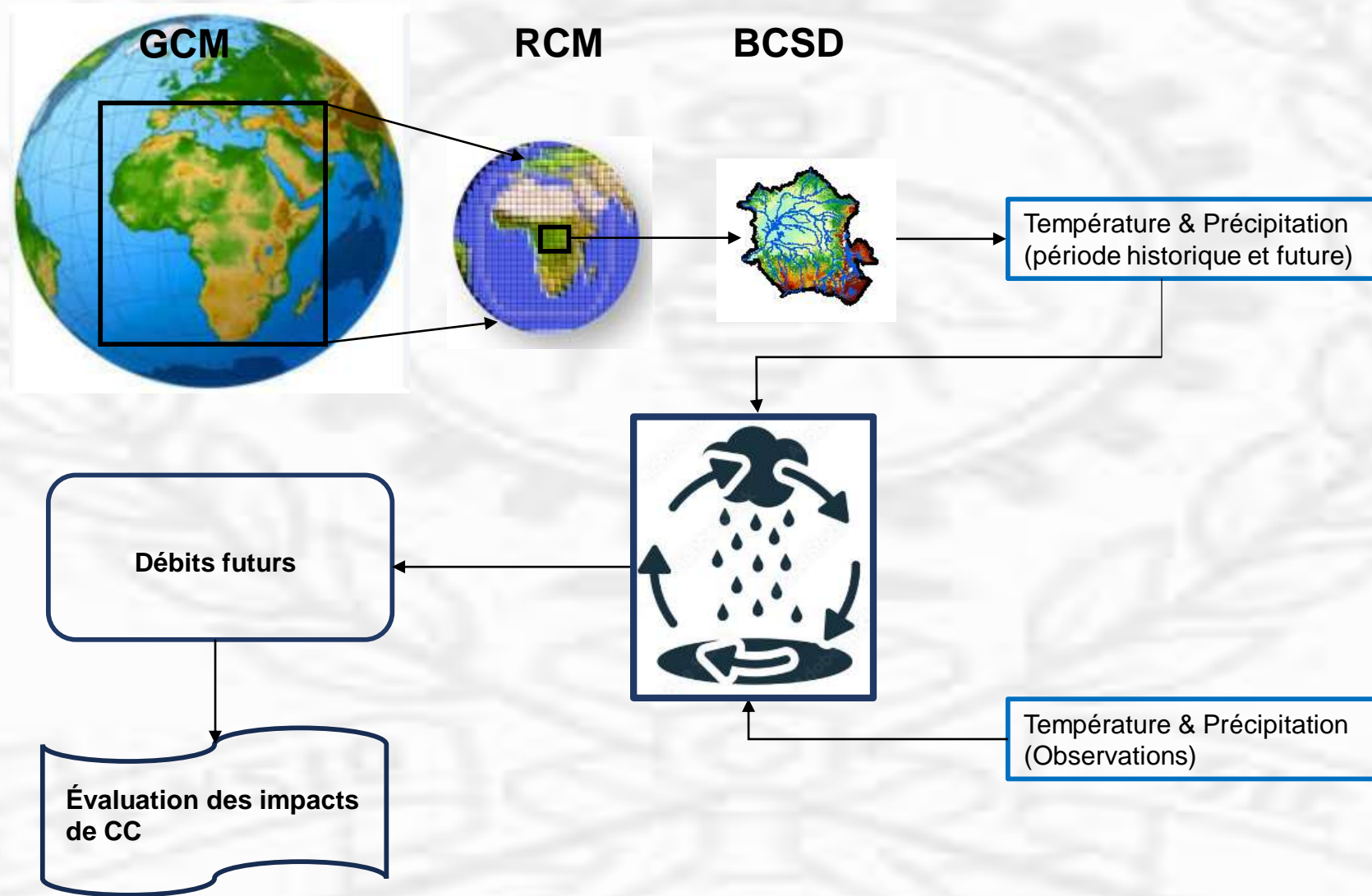
## Changements climatiques



# Conséquences



# Pratiques actuelles



# Limites des pratiques actuelles dans les GBNJ

- ❑ Observations des variables hydrologiques inadéquates (qualité et quantité)
- ❑ Variable d'intérêt n'a pas été mesurée à la résolution, ou pour la durée requise

**Nécessité d'une source alternative des données.**



# Objectifs



**Objectif général:** Utiliser les données climatiques NEX-GDDP (NASA Earth Exchange Global Daily Downscaled Projections) comme sources d'informations pour la modélisation hydrologique des bassins non jaugés dans un contexte des changements climatiques.

**Objectif spécifique #1:**

Évaluer le potentiel des 13 modèles NEX-GDDP-CMIP6 pour les scénarios SSP2 4.5 et SSP5 8.5, ainsi que de leurs prédécesseurs NEX-GDDP-CMIP5 pour les scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5 en modélisation hydrologique.

**Objectif spécifique #2:**

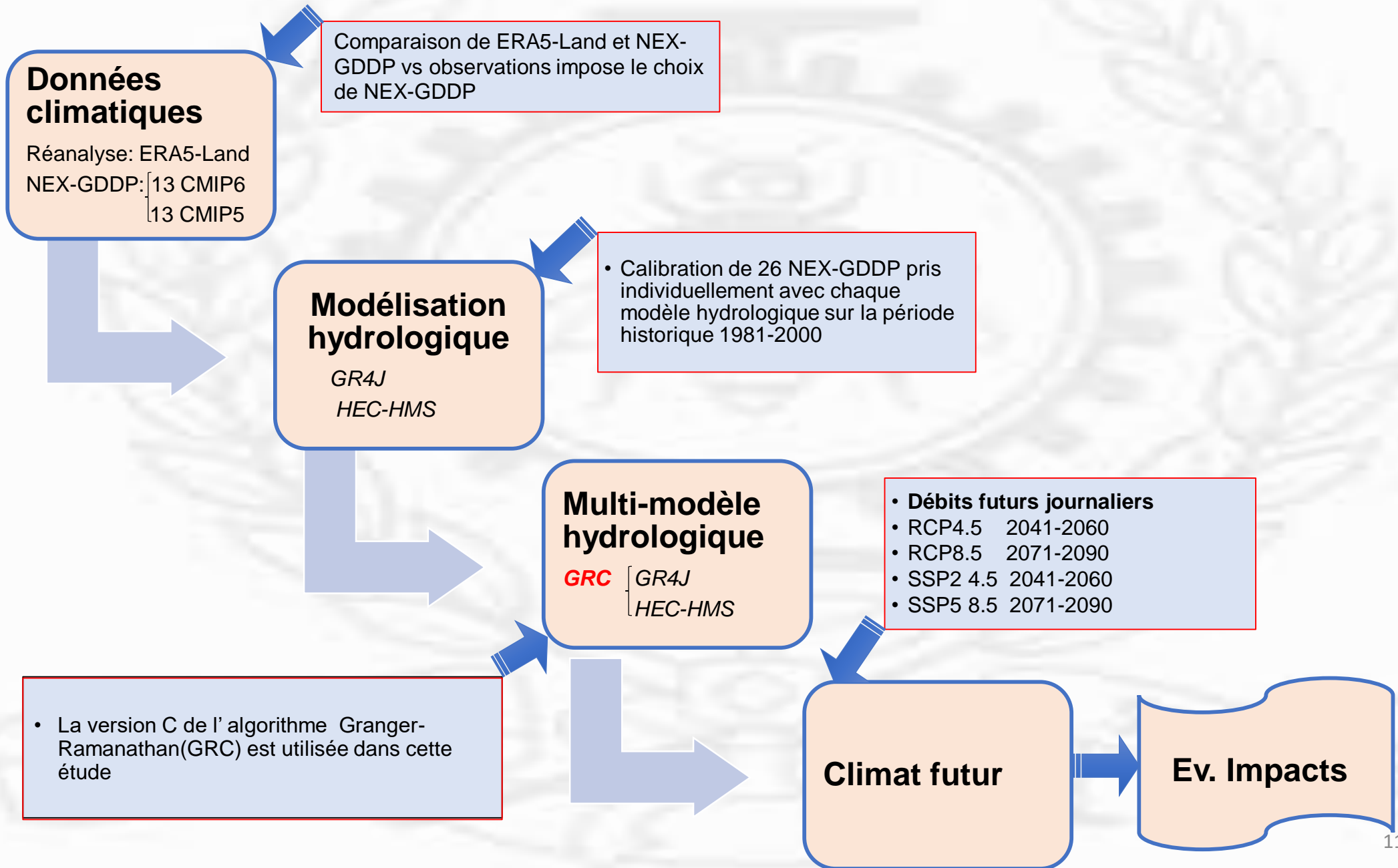
Utiliser les simulations de 13 modèles NEX-GDDP-CMIP6 et leurs prédécesseurs NEX-GDDP-CMIP5 pour l'approche multi-modèles et comparer leurs performances aux membres individuels.

**Objectif spécifique #3:**

Évaluer les impacts des changements climatiques sur les débits à l'exutoire de Bangui en utilisant l'approche multi-modèle de la combinaison des modèles GR4J et HEC-HMS.



# Méthodologie

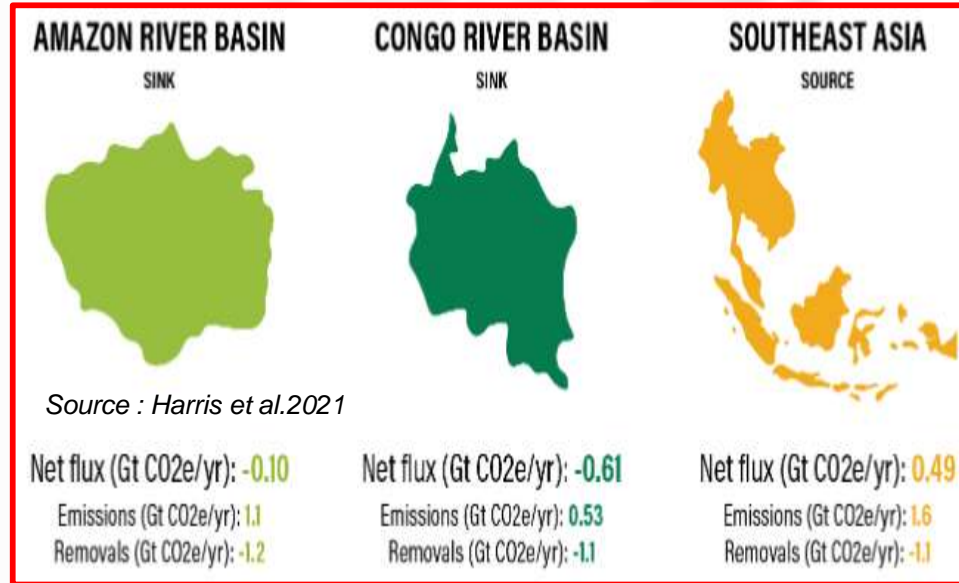




# Domaine d'études

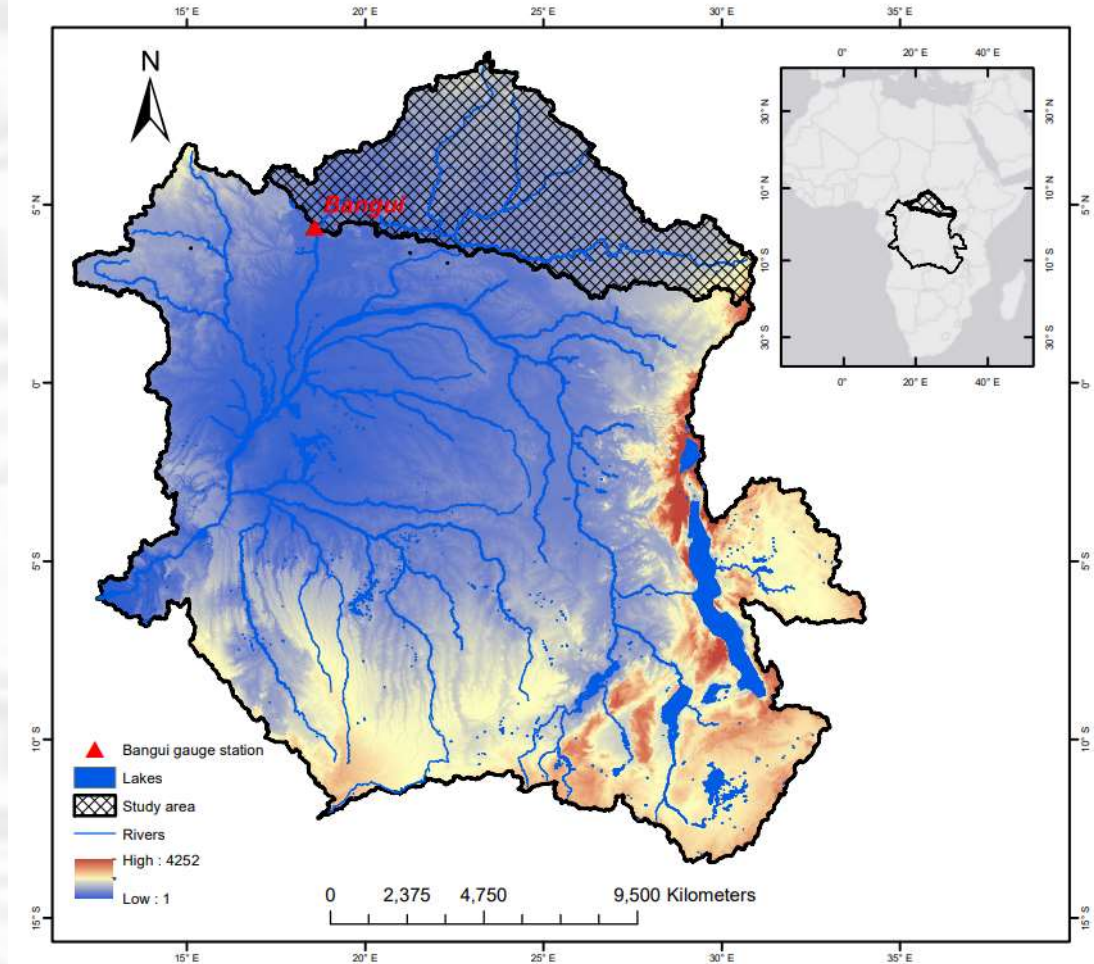
# Bassin versant du fleuve Congo

- Superficie: 3,8 Millions Km<sup>2</sup>
- Débit moyen : 41 000 m<sup>3</sup>/s
- Potentiel Inga:44000 MW



## Transition énergétique

- Cobalt
- Coltan
- Cuivre
- Lithium, etc.



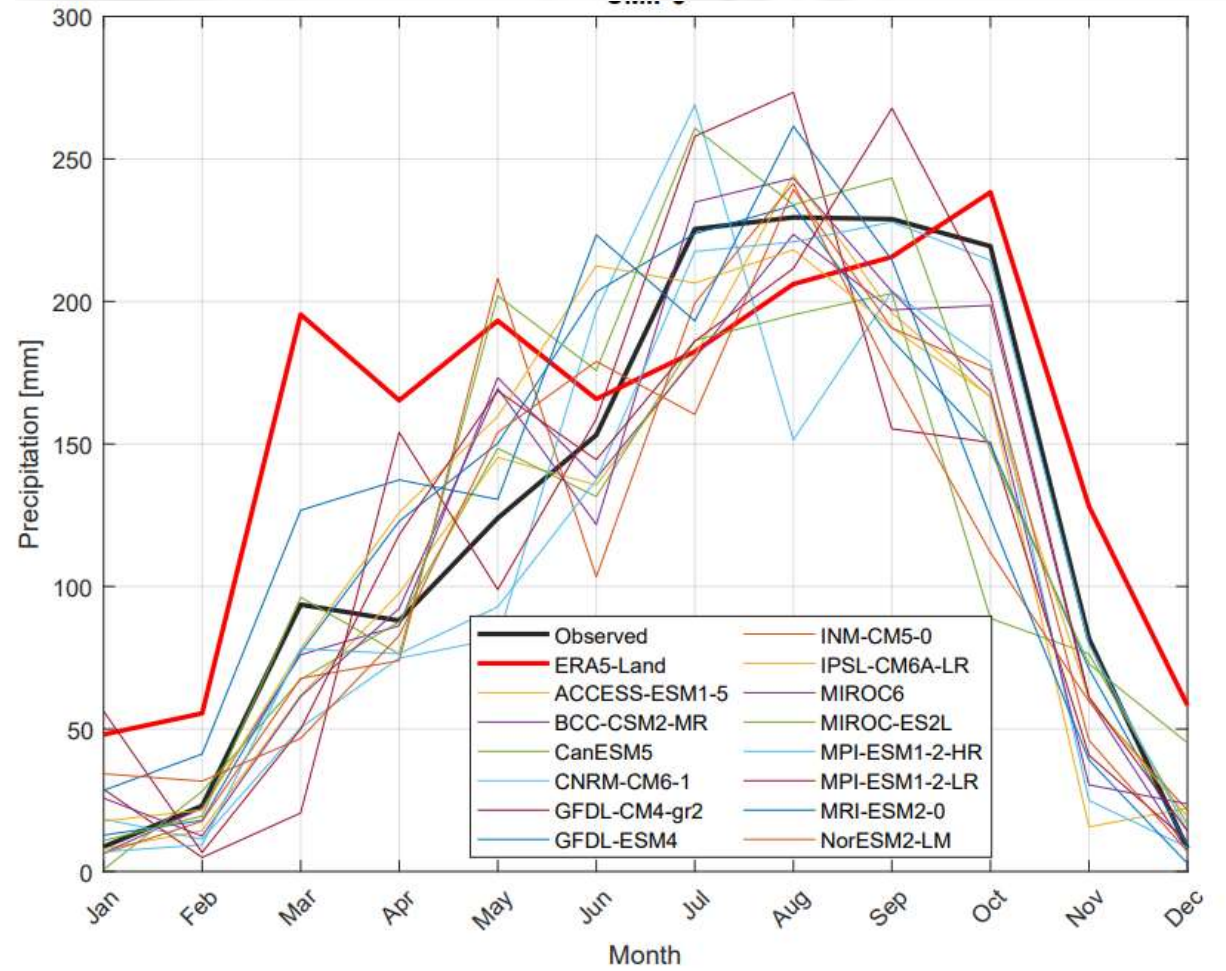
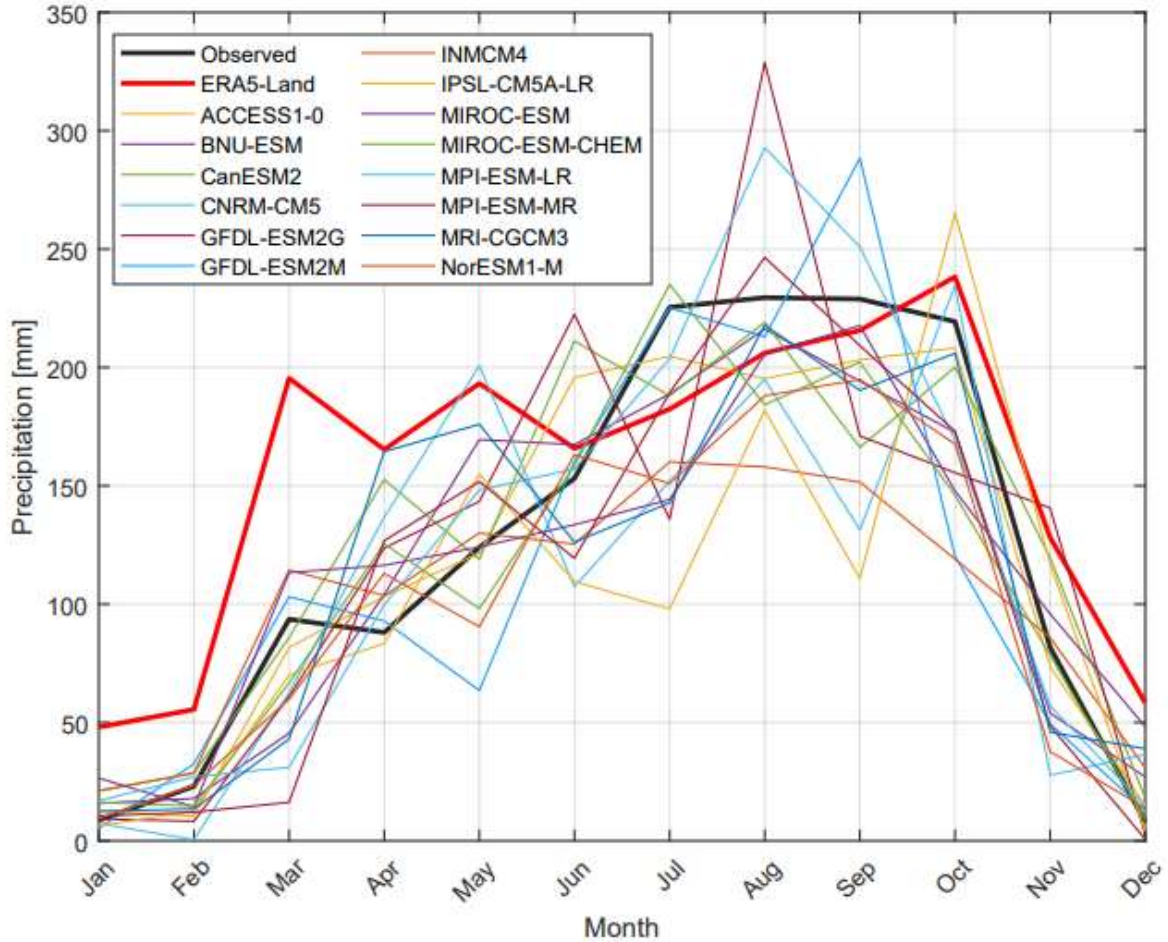
## Bangui

- 489600 km<sup>2</sup>
- Barrage Mobaye
- Débit moyen : 4 000 m<sup>3</sup>/s

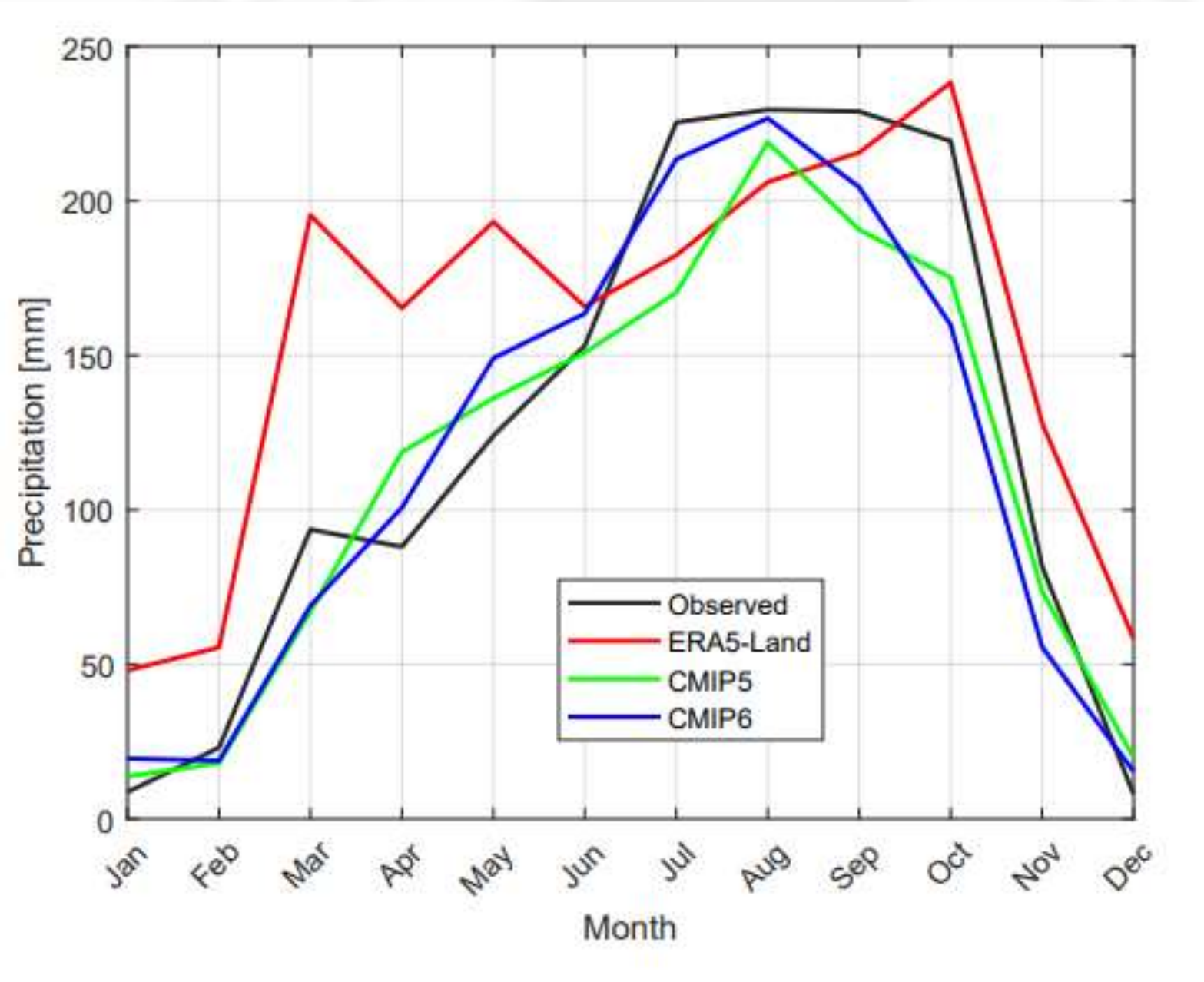


# Résultats et discussions

# Réanalyse & NEX-GDDP vs observations



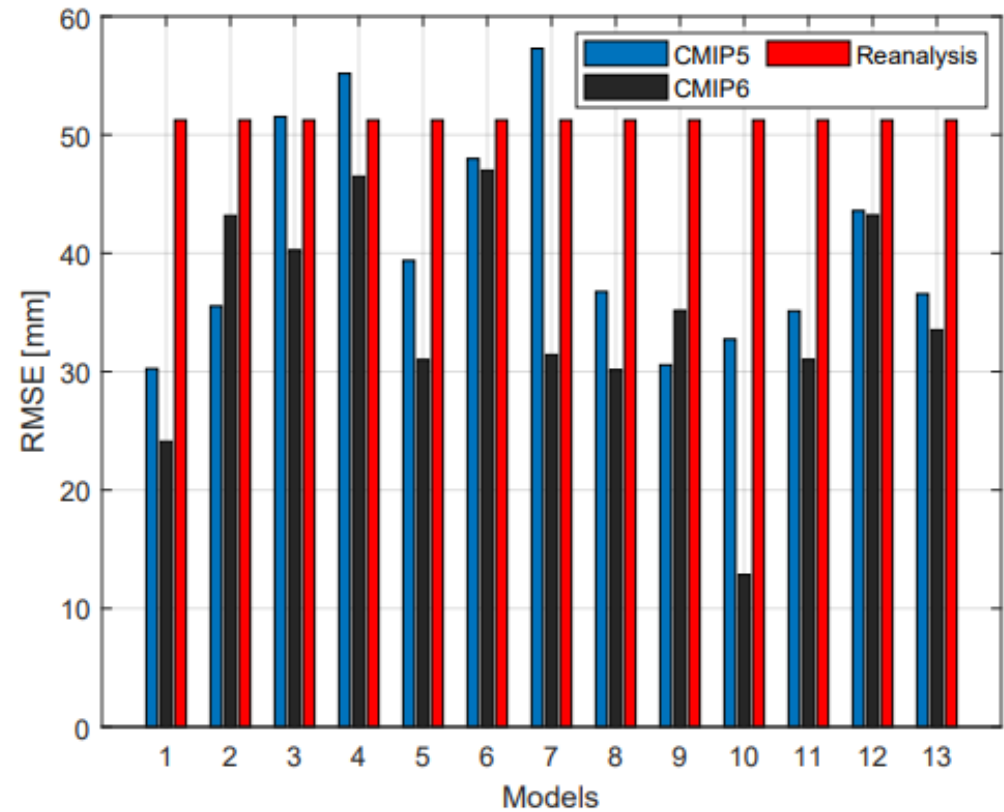
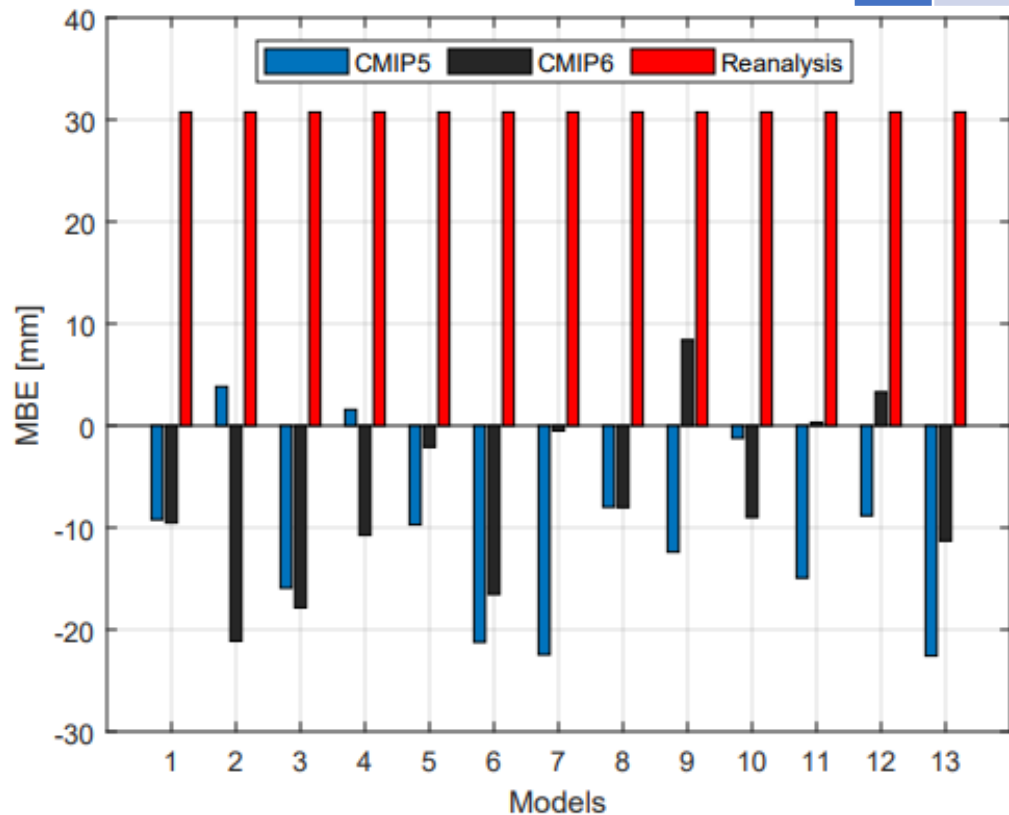
# Réanalyse & NEX-GDDP vs observations





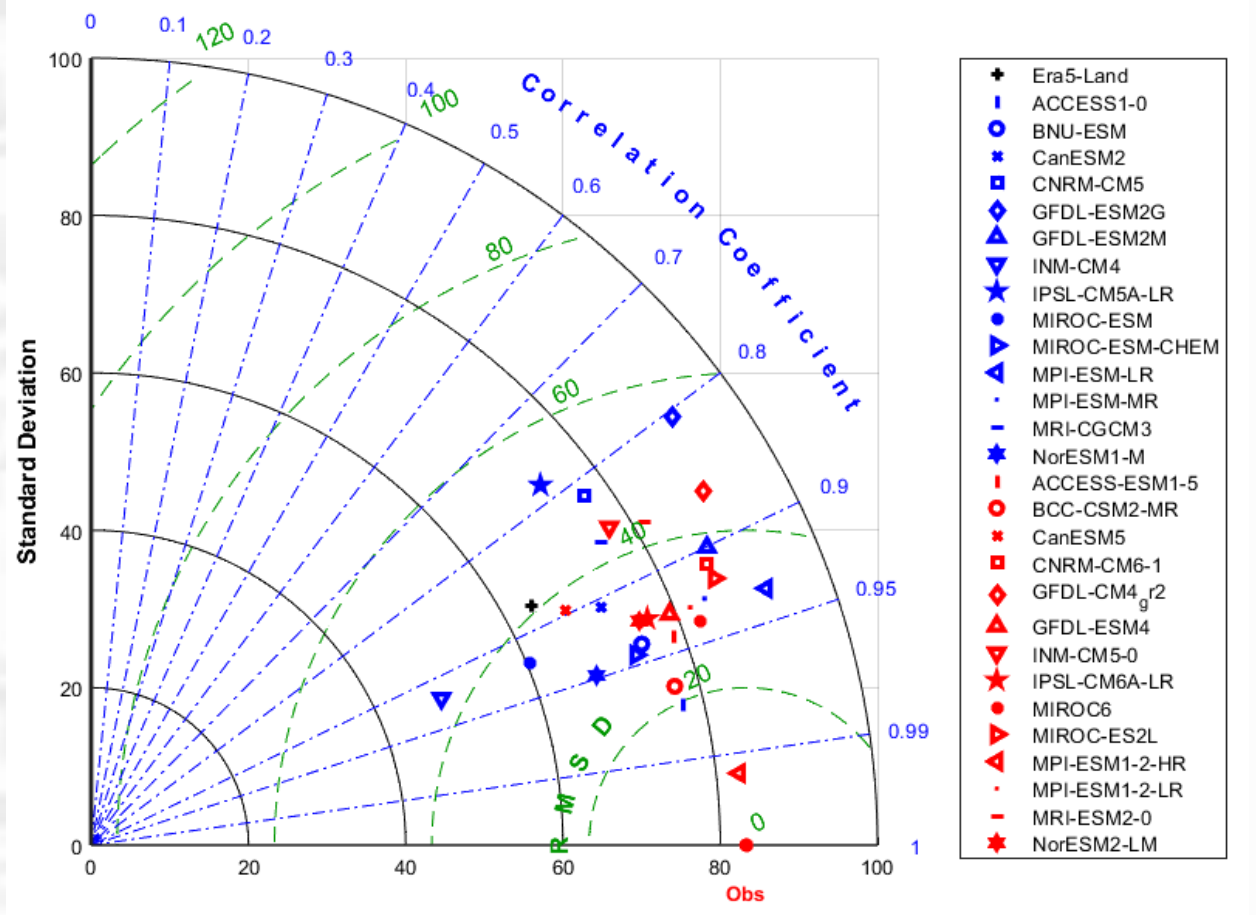
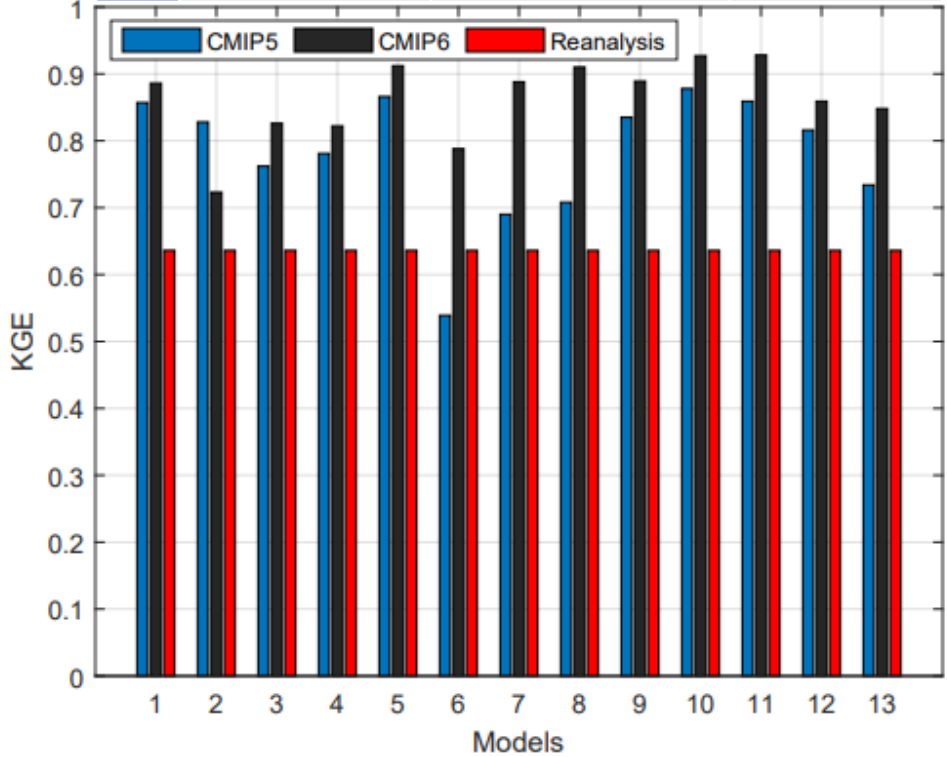
# Mean Bias Error (MBE) & Root Mean Squared Error (RMSE)

N0	CMIP6	CMIP5	Reanalysis
1	BCC-CSM2-MR	BNU-ESM	ERA5-Land
2	CanESM5	CanESM2	ERA5-Land
3	CNRM-CM6-1	CNRM-CM5	ERA5-Land
4	GFDL-CM4-gr2	GFDL-ESM2G	ERA5-Land
5	GFDL-ESM4	GFDL-ESM2M	ERA5-Land
6	INM-CM5-0	INM-CM4	ERA5-Land
7	IPSL-CM6A-LR	IPSL-CM5A-LR	ERA5-Land
8	MIROC6	MIROC-ESM	ERA5-Land
9	MIROC-ES2L	MIROC-ESM-CHEM	ERA5-Land
10	MPI-ESM-1-2-HR	MPI-ESM-MR	ERA5-Land
11	MPI-ESM-1-2-LR	MPI-ESM-LR	ERA5-Land
12	MRI-ESM2-0	MRI-CGCM3	ERA5-Land
13	NorESM2-LM		

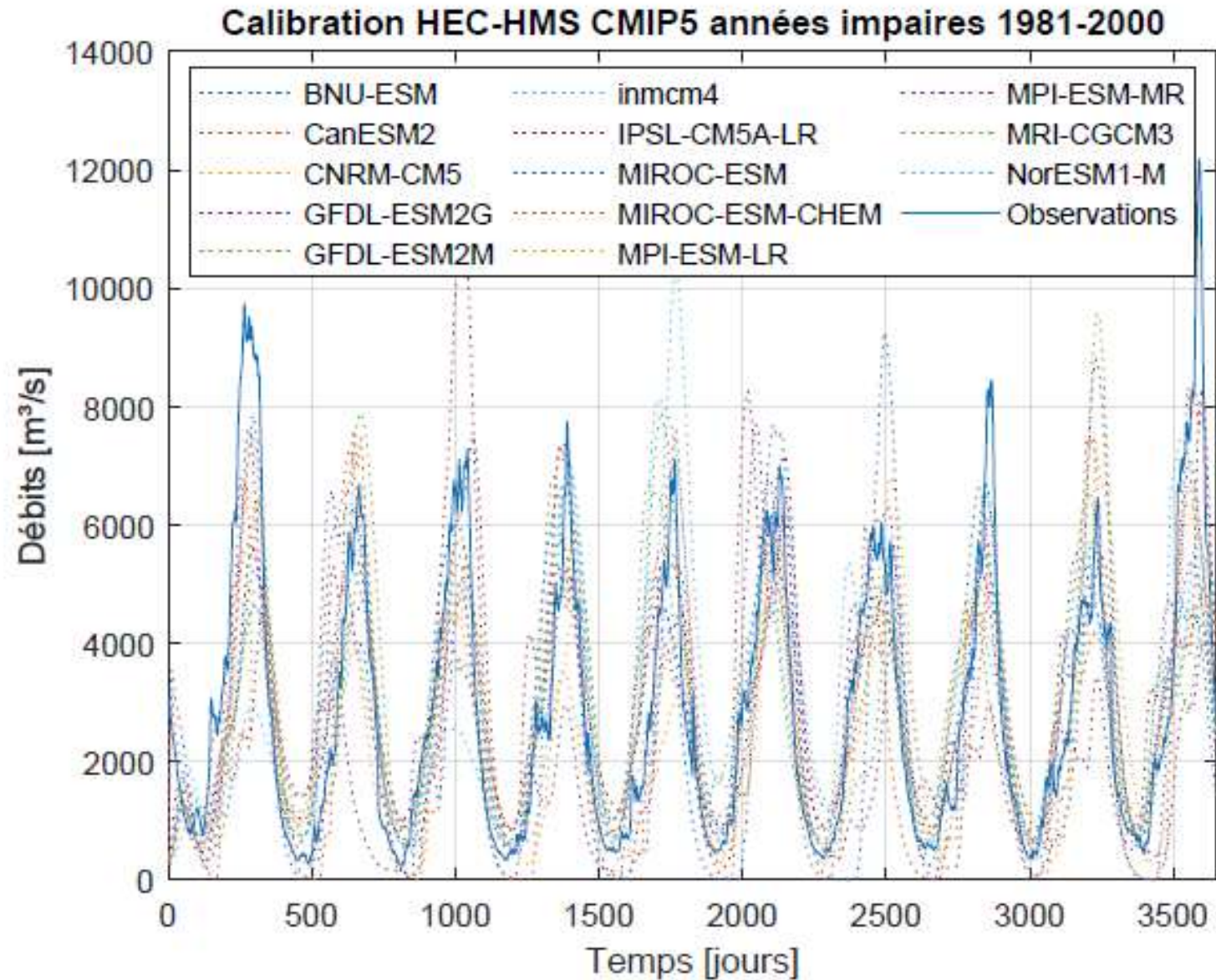


# Kling-Gupta Model Efficiency (KGE) & Diagramme de Taylor

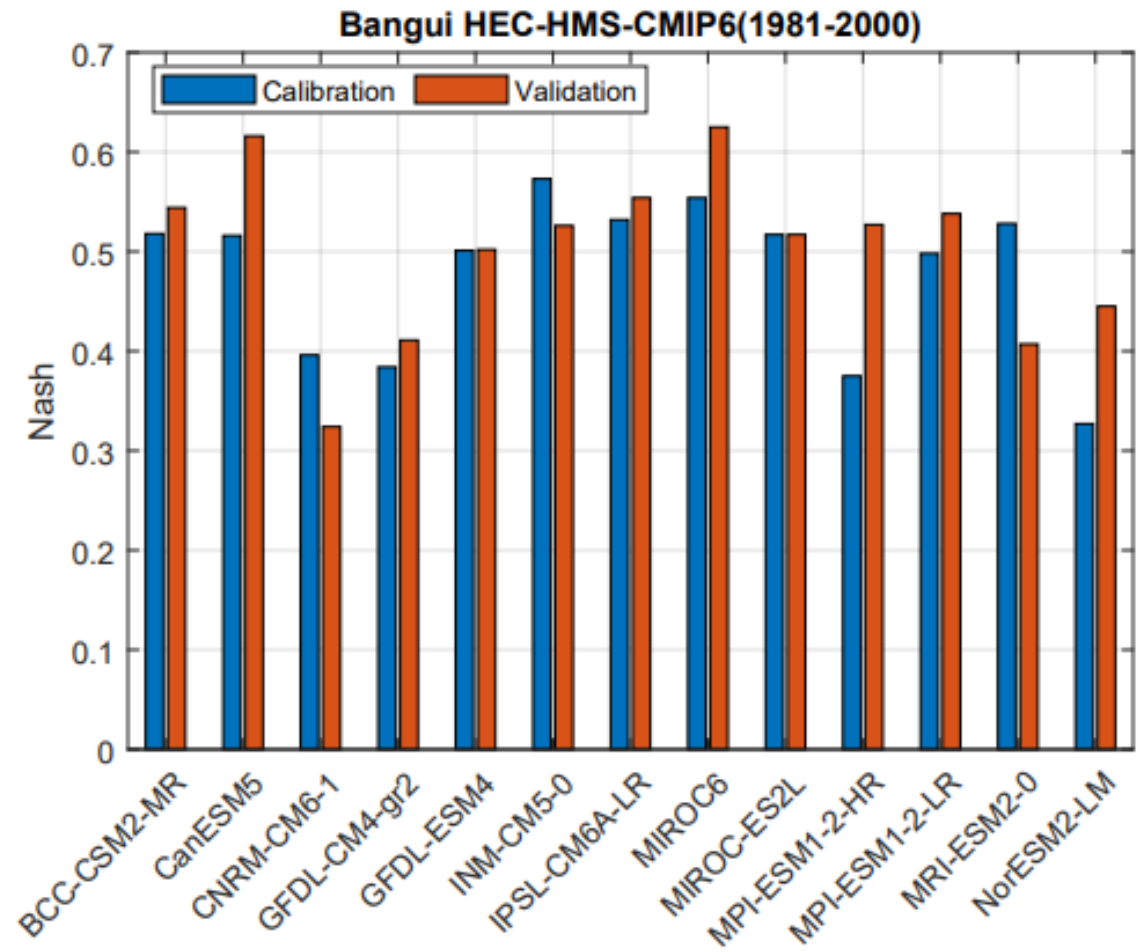
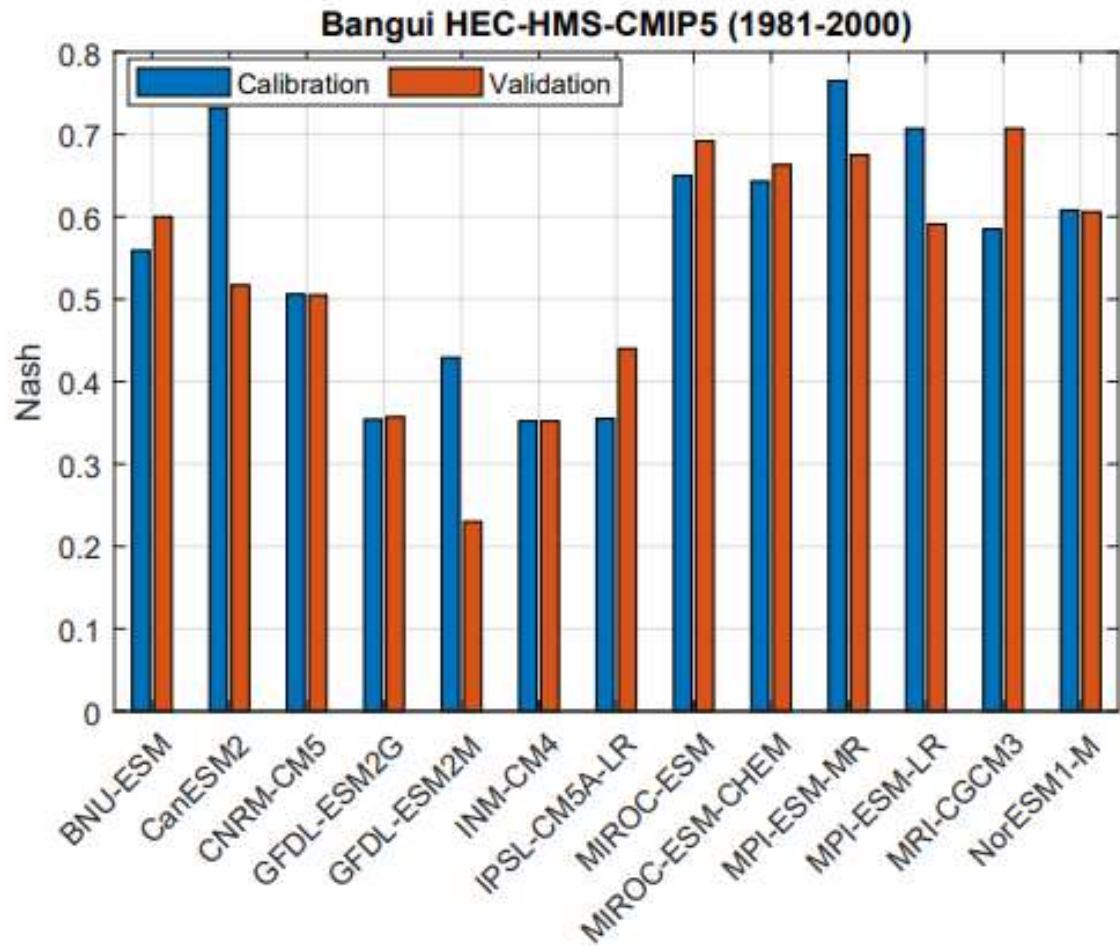
N0	CMIP6	CMIP5	Reanalysis
1	BCC-CSM2-MR	BNU-ESM	ERA5-Land
2	CanESM5	CanESM2	ERA5-Land
3	CNRM-CM6-1	CNRM-CM5	ERA5-Land
4	GFDL-CM4-gr2	GFDL-ESM2G	ERA5-Land
5	GFDL-ESM4	GFDL-ESM2M	ERA5-Land
6	INM-CM5-0	INM-CM4	ERA5-Land
7	IPSL-CM6A-LR	IPSL-CM5A-LR	ERA5-Land
8	MIROC6	MIROC-ESM	ERA5-Land
9	MIROC-ES2L	MIROC-ESM-CHEM	ERA5-Land
10	MPI-ESM1-2-HR	MPI-ESM-MR	ERA5-Land
11	MPI-ESM1-2-LR	MPI-ESM-LR	ERA5-Land
12	MRI-ESM2-0	MRI-CGCM3	ERA5-Land
13	NorESM2-LM	NorESM1-M	ERA5-Land



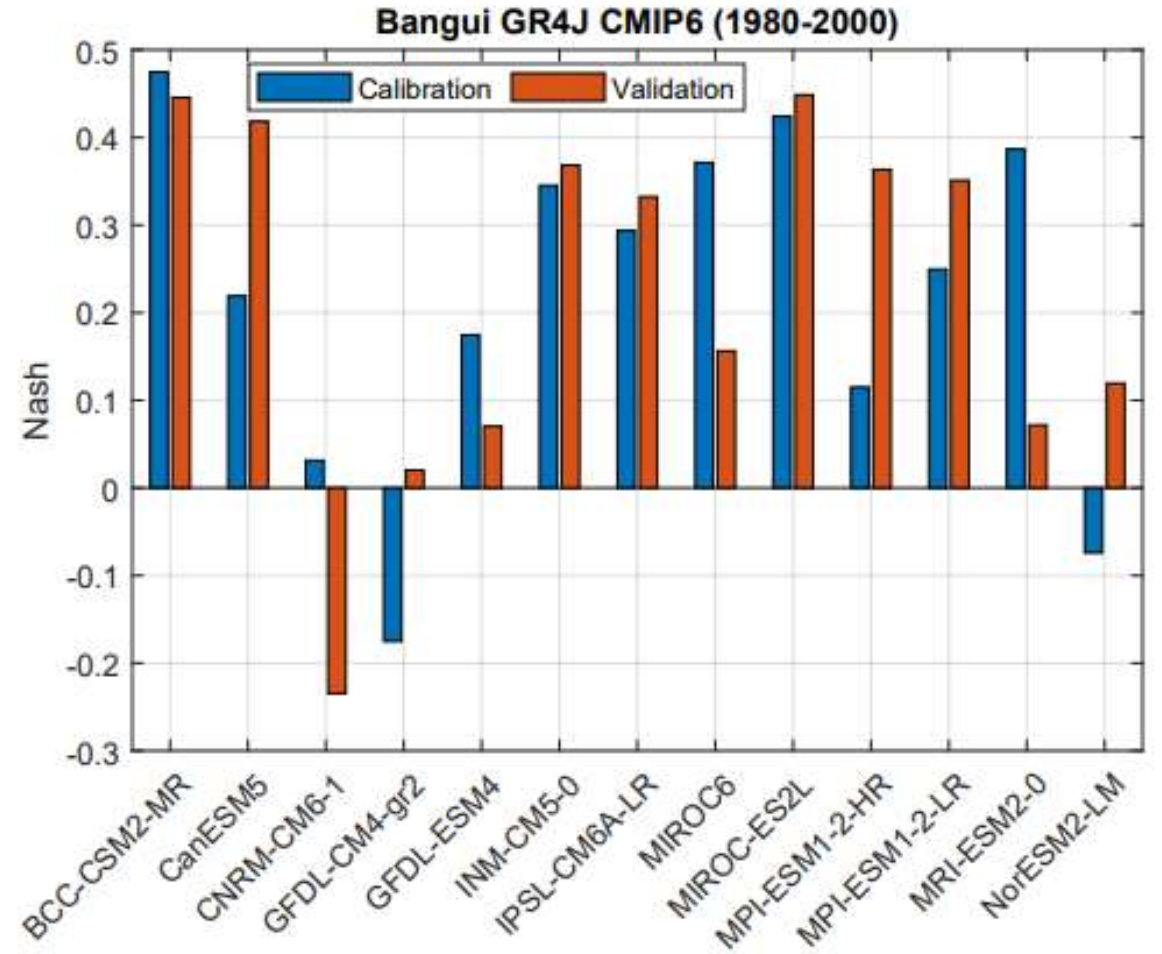
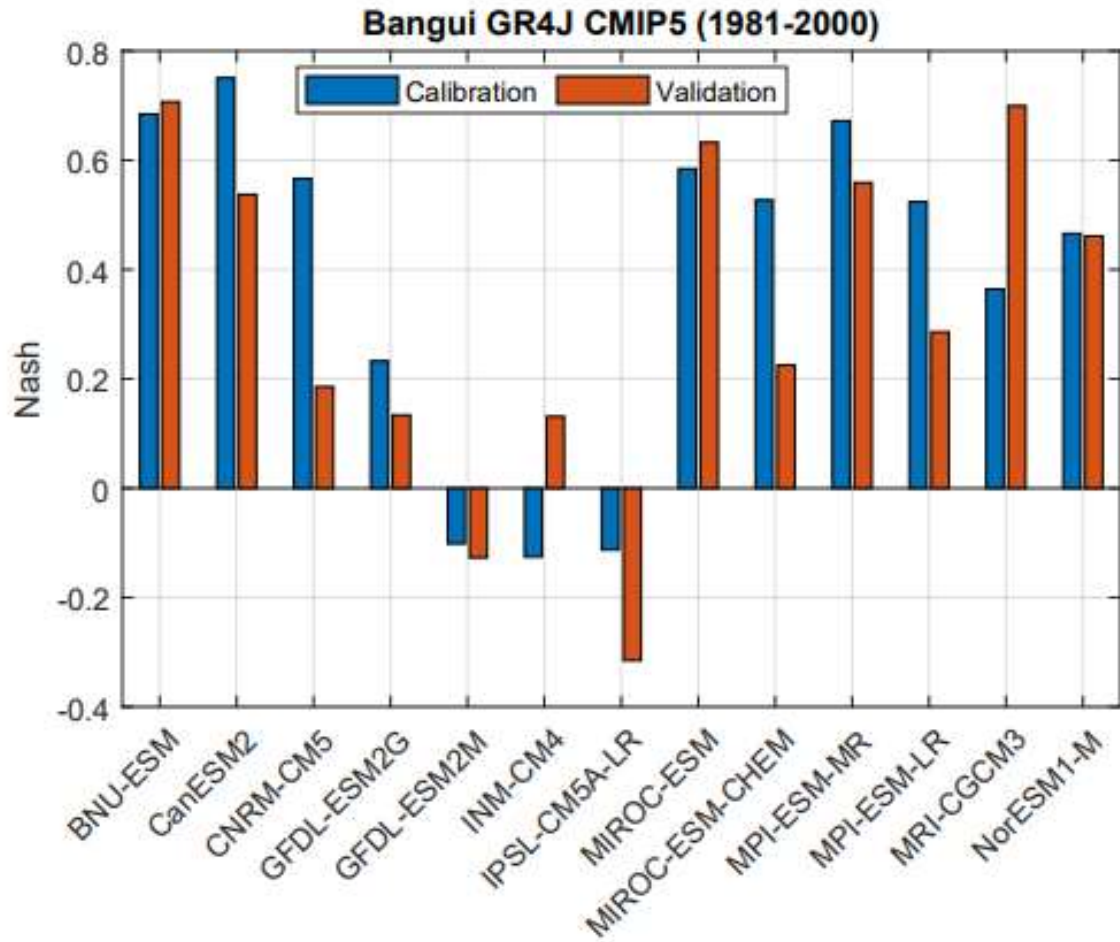
# Modélisation hydrologique



# Modélisation hydrologique

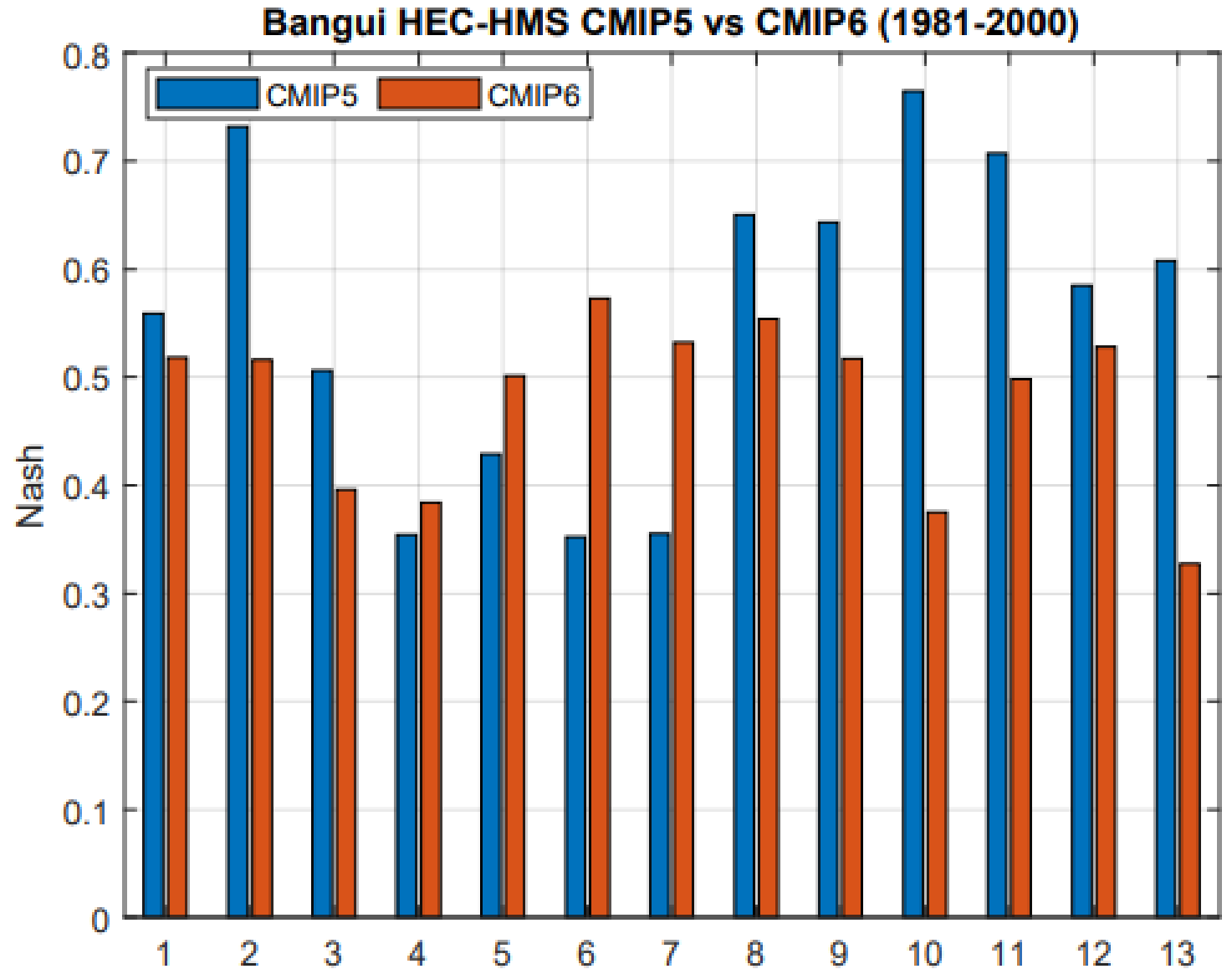


# Modélisation hydrologique



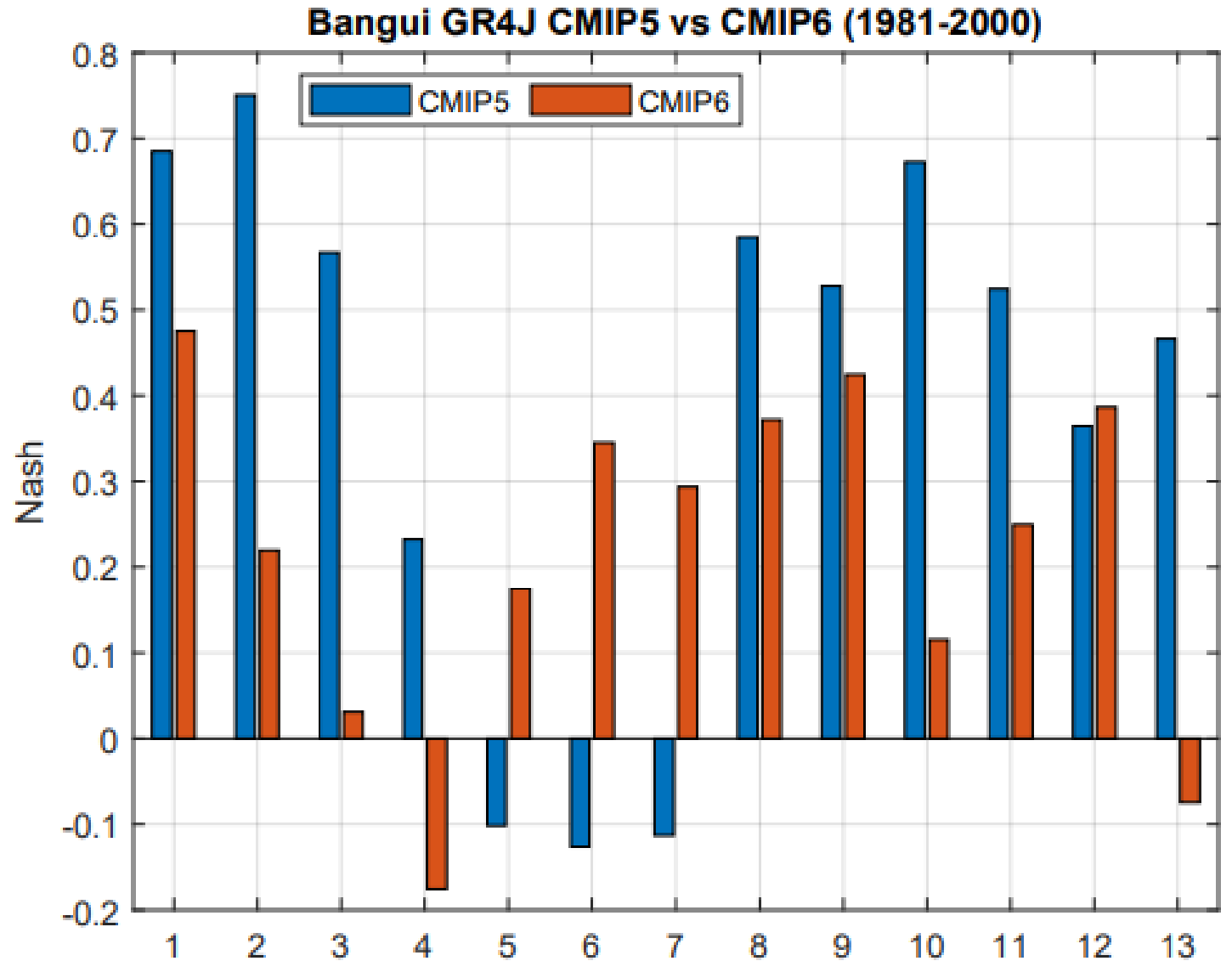
# Modélisation hydrologique

N0	CMIP6	CMIP5	Reanalysis
1	BCC-CSM2-MR	BNU-ESM	ERA5-Land
2	CanESM5	CanESM2	ERA5-Land
3	CNRM-CM6-1	CNRM-CM5	ERA5-Land
4	GFDL-CM4-gr2	GFDL-ESM2G	ERA5-Land
5	GFDL-ESM4	GFDL-ESM2M	ERA5-Land
6	INM-CM5-0	INM-CM4	ERA5-Land
7	IPSL-CM6A-LR	IPSL-CM5A-LR	ERA5-Land
8	MIROC6	MIROC-ESM	ERA5-Land
9	MIROC-ES2L	MIROC-ESM-CHEM	ERA5-Land
10	MPI-ESM-1-2-HR	MPI-ESM-MR	ERA5-Land
11	MPI-ESM-1-2-LR	MPI-ESM-LR	ERA5-Land
12	MRI-ESM2-0	MRI-CGCM3	ERA5-Land
13	NorESM2-LM	NorESM1-M	ERA5-Land



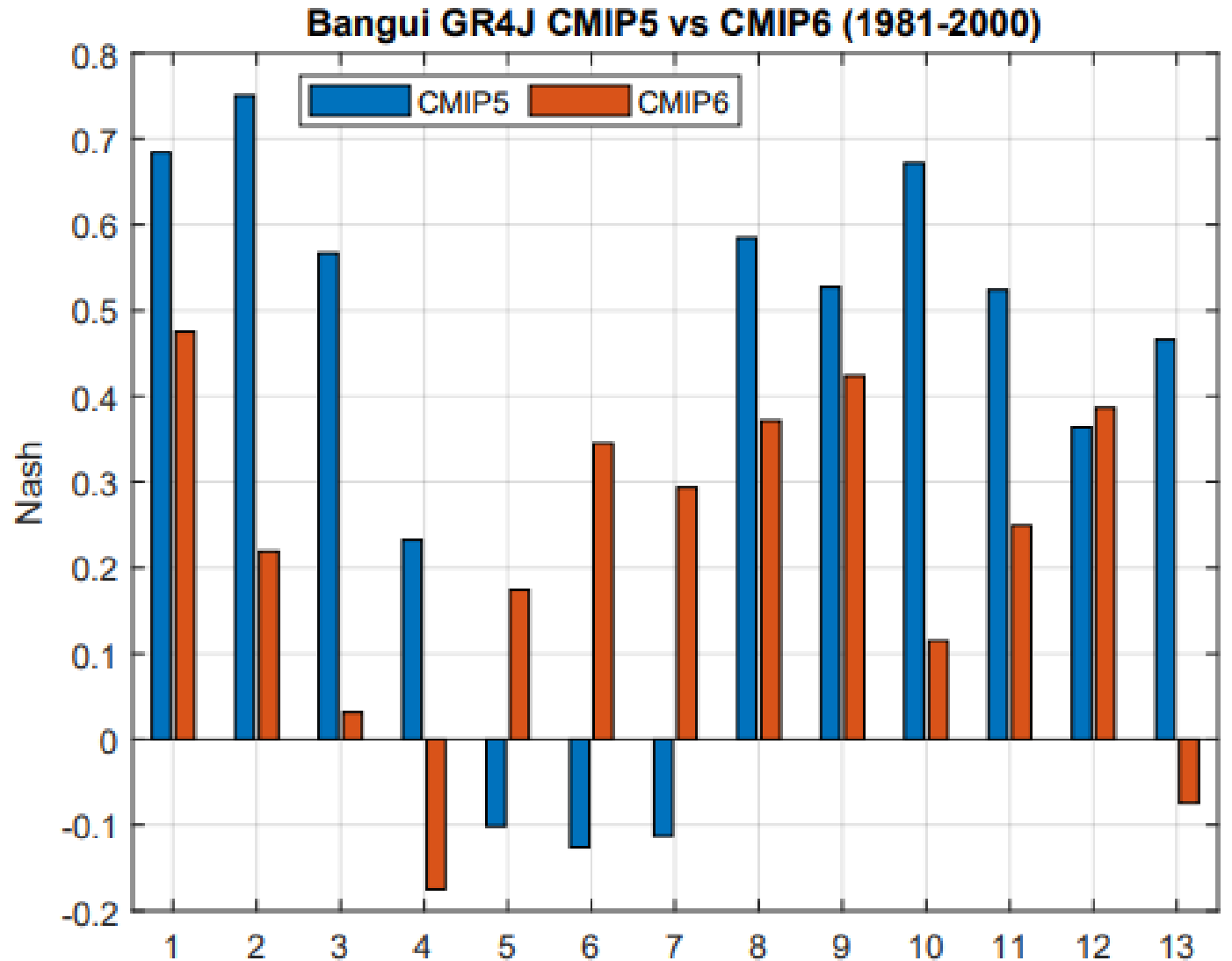
# Modélisation hydrologique

N0	CMIP6	CMIP5	Reanalysis
1	BCC-CSM2-MR	BNU-ESM	ERA5-Land
2	CanESM5	CanESM2	ERA5-Land
3	CNRM-CM6-1	CNRM-CM5	ERA5-Land
4	GFDL-CM4-gr2	GFDL-ESM2G	ERA5-Land
5	GFDL-ESM4	GFDL-ESM2M	ERA5-Land
6	INM-CM5-0	INM-CM4	ERA5-Land
7	IPSL-CM6A-LR	IPSL-CM5A-LR	ERA5-Land
8	MIROC6	MIROC-ESM	ERA5-Land
9	MIROC-ES2L	MIROC-ESM-CHEM	ERA5-Land
10	MPI-ESM-1-2-HR	MPI-ESM-MR	ERA5-Land
11	MPI-ESM-1-2-LR	MPI-ESM-LR	ERA5-Land
12	MRI-ESM2-0	MRI-CGCM3	ERA5-Land
13	NorESM2-LM	NorESM1-M	ERA5-Land



# Modélisation hydrologique

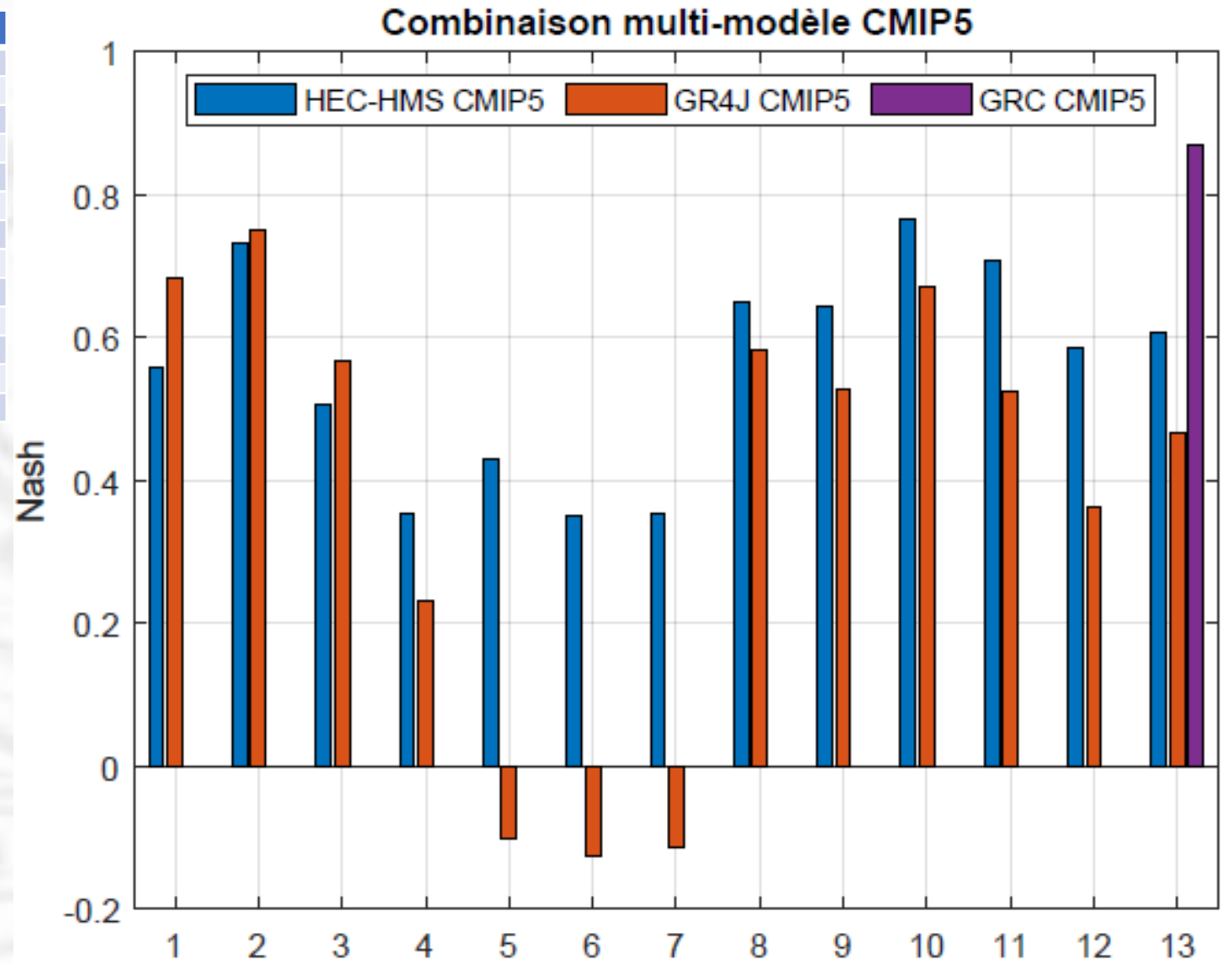
N0	CMIP6	CMIP5	Reanalysis
1	BCC-CSM2-MR	BNU-ESM	ERA5-Land
2	CanESM5	CanESM2	ERA5-Land
3	CNRM-CM6-1	CNRM-CM5	ERA5-Land
4	GFDL-CM4-gr2	GFDL-ESM2G	ERA5-Land
5	GFDL-ESM4	GFDL-ESM2M	ERA5-Land
6	INM-CM5-0	INM-CM4	ERA5-Land
7	IPSL-CM6A-LR	IPSL-CM5A-LR	ERA5-Land
8	MIROC6	MIROC-ESM	ERA5-Land
9	MIROC-ES2L	MIROC-ESM-CHEM	ERA5-Land
10	MPI-ESM-1-2-HR	MPI-ESM-MR	ERA5-Land
11	MPI-ESM-1-2-LR	MPI-ESM-LR	ERA5-Land
12	MRI-ESM2-0	MRI-CGCM3	ERA5-Land
13	NorESM2-LM	NorESM1-M	ERA5-Land





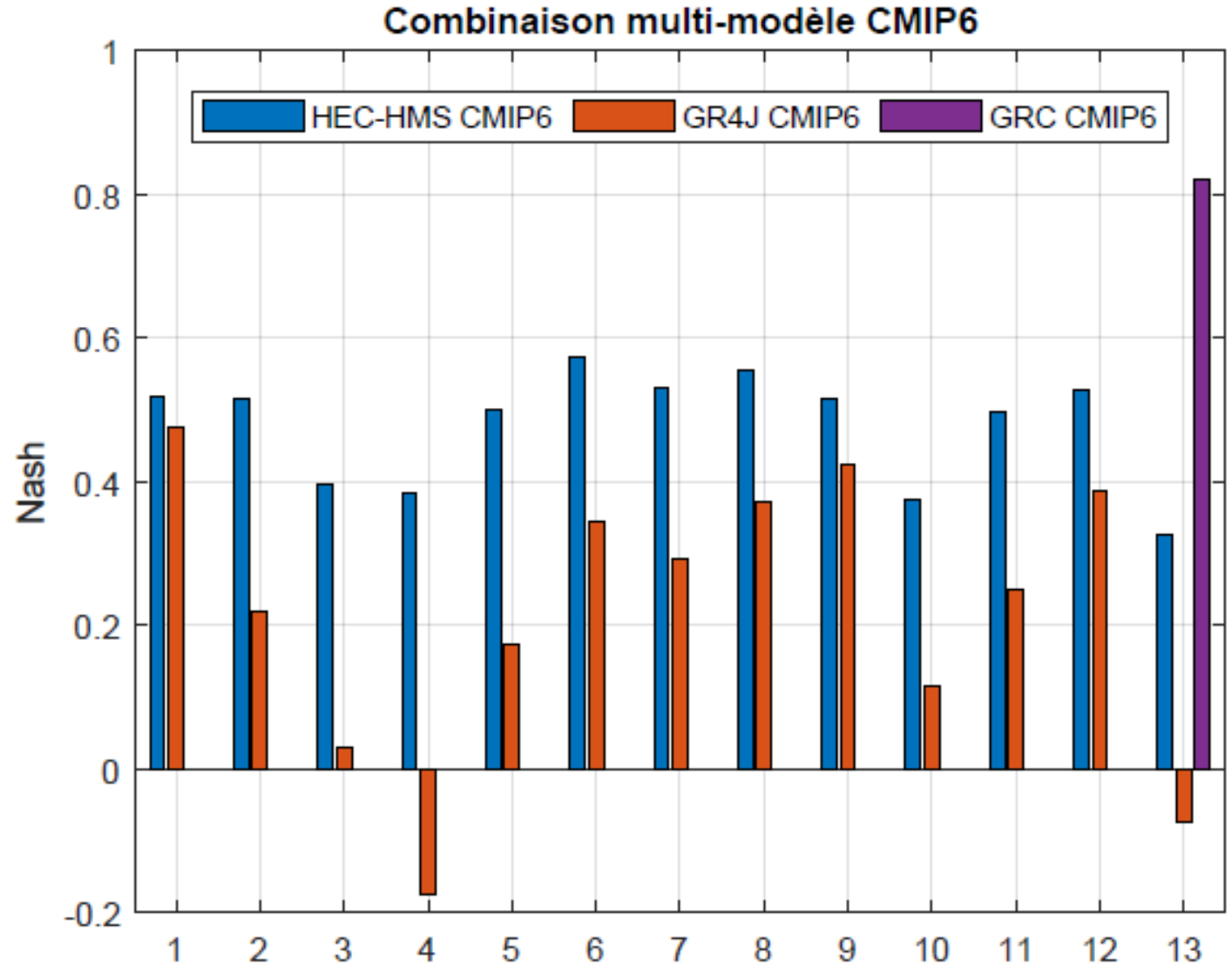
# Modélisation multi-modèle

N0	CMIP6	CMIP5	Reanalysis
1	BCC-CSM2-MR	BNU-ESM	ERA5-Land
2	CanESM5	CanESM2	ERA5-Land
3	CNRM-CM6-1	CNRM-CM5	ERA5-Land
4	GFDL-CM4-gr2	GFDL-ESM2G	ERA5-Land
5	GFDL-ESM4	GFDL-ESM2M	ERA5-Land
6	INM-CM5-0	INM-CM4	ERA5-Land
7	IPSL-CM6A-LR	IPSL-CM5A-LR	ERA5-Land
8	MIROC6	MIROC-ESM	ERA5-Land
9	MIROC-ES2L	MIROC-ESM-CHEM	ERA5-Land
10	MPI-ESM-1-2-HR	MPI-ESM-MR	ERA5-Land
11	MPI-ESM-1-2-LR	MPI-ESM-LR	ERA5-Land
12	MRI-ESM2-0	MRI-CGCM3	ERA5-Land
13	NorESM2-LM	NorESM1-M	ERA5-Land



# Modélisation multi-modèle

N0	CMIP6	CMIP5	Reanalysis
1	BCC-CSM2-MR	BNU-ESM	ERA5-Land
2	CanESM5	CanESM2	ERA5-Land
3	CNRM-CM6-1	CNRM-CM5	ERA5-Land
4	GFDL-CM4-gr2	GFDL-ESM2G	ERA5-Land
5	GFDL-ESM4	GFDL-ESM2M	ERA5-Land
6	INM-CM5-0	INM-CM4	ERA5-Land
7	IPSL-CM6A-LR	IPSL-CM5A-LR	ERA5-Land
8	MIROC6	MIROC-ESM	ERA5-Land
9	MIROC-ES2L	MIROC-ESM-CHEM	ERA5-Land
10	MPI-ESM-1-2-HR	MPI-ESM-MR	ERA5-Land
11	MPI-ESM-1-2-LR	MPI-ESM-LR	ERA5-Land
12	MRI-ESM2-0	MRI-CGCM3	ERA5-Land
13	NorESM2-LM	NorESM1-M	ERA5-Land



# Impacts du climat futur sur le débit

Référence:1981-2000

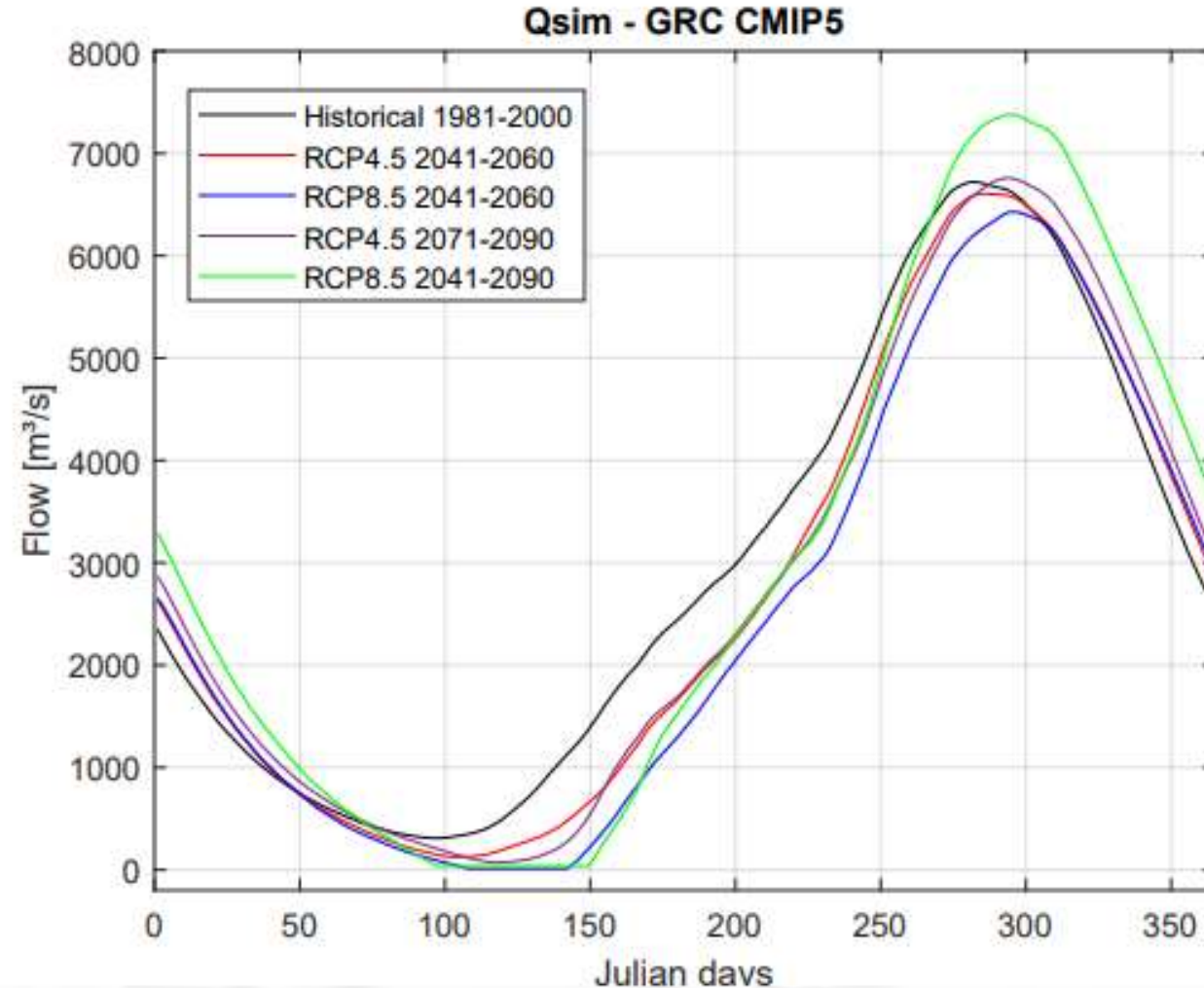
Futur proche (2041-2060)

Futur lointain (2071-2090)

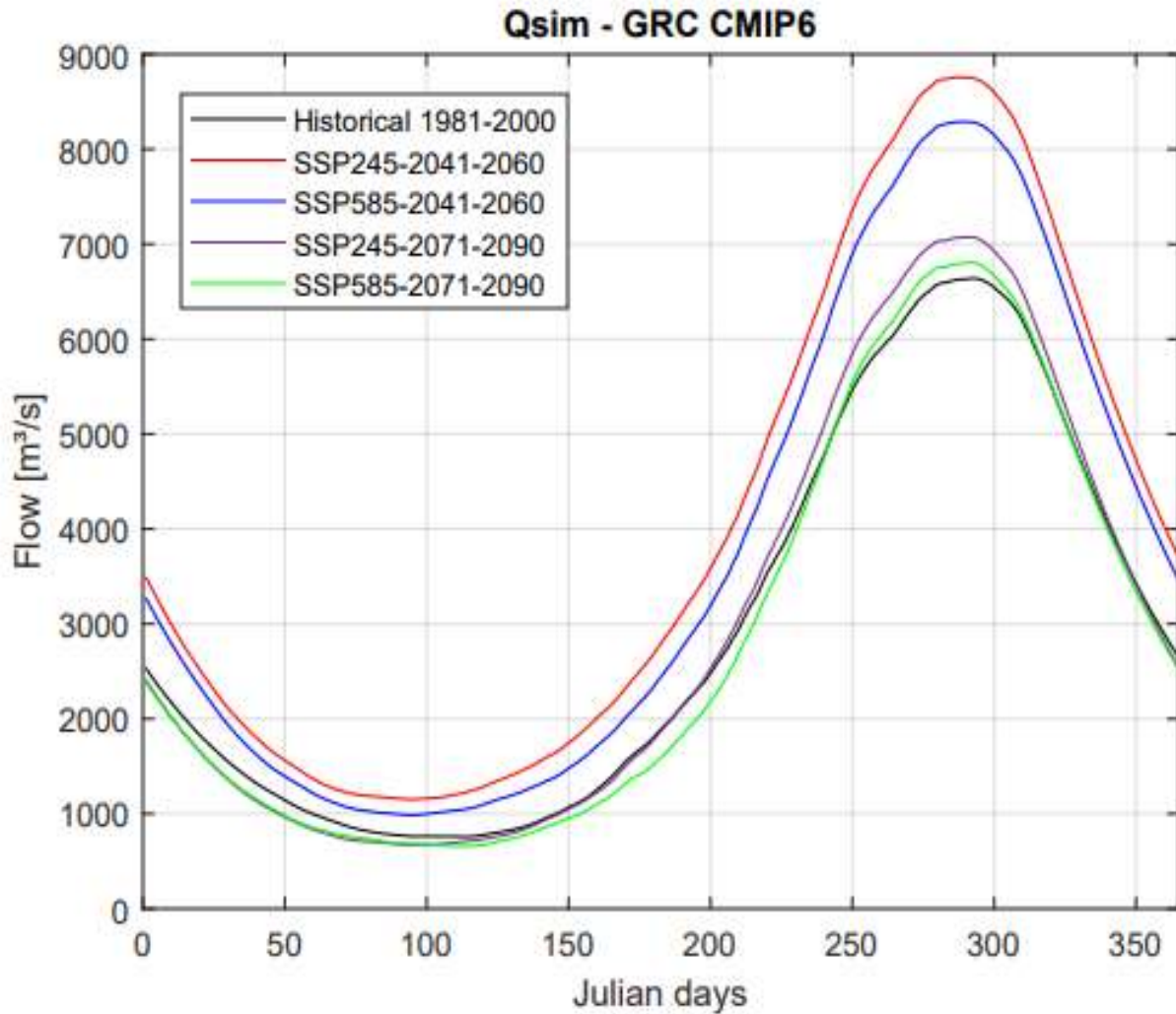
## Scénarios

CMIP5:RCP 4.5 et RCP 8.5

CMIP6: SSP2 4.5 et SSP5 8.5

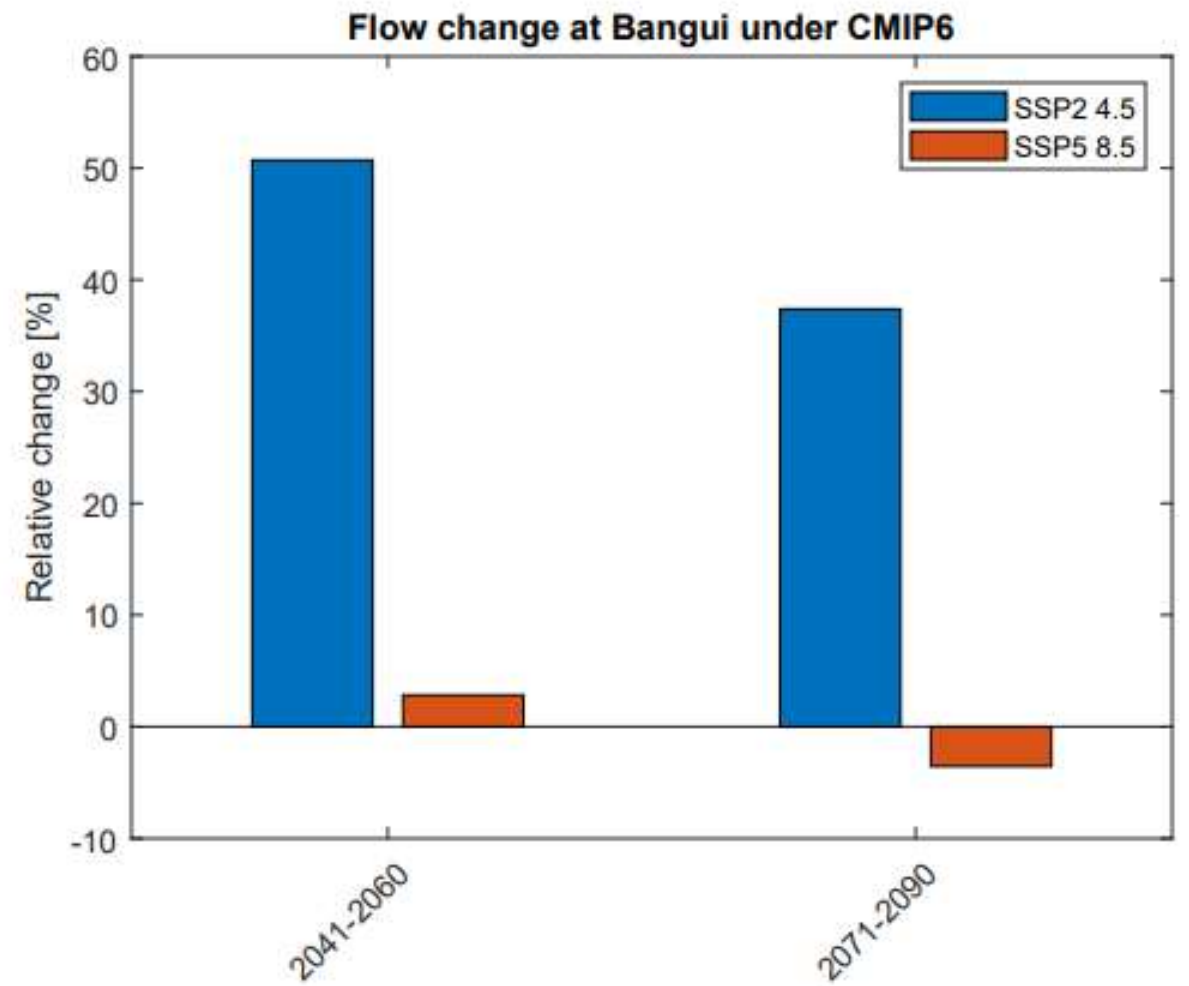
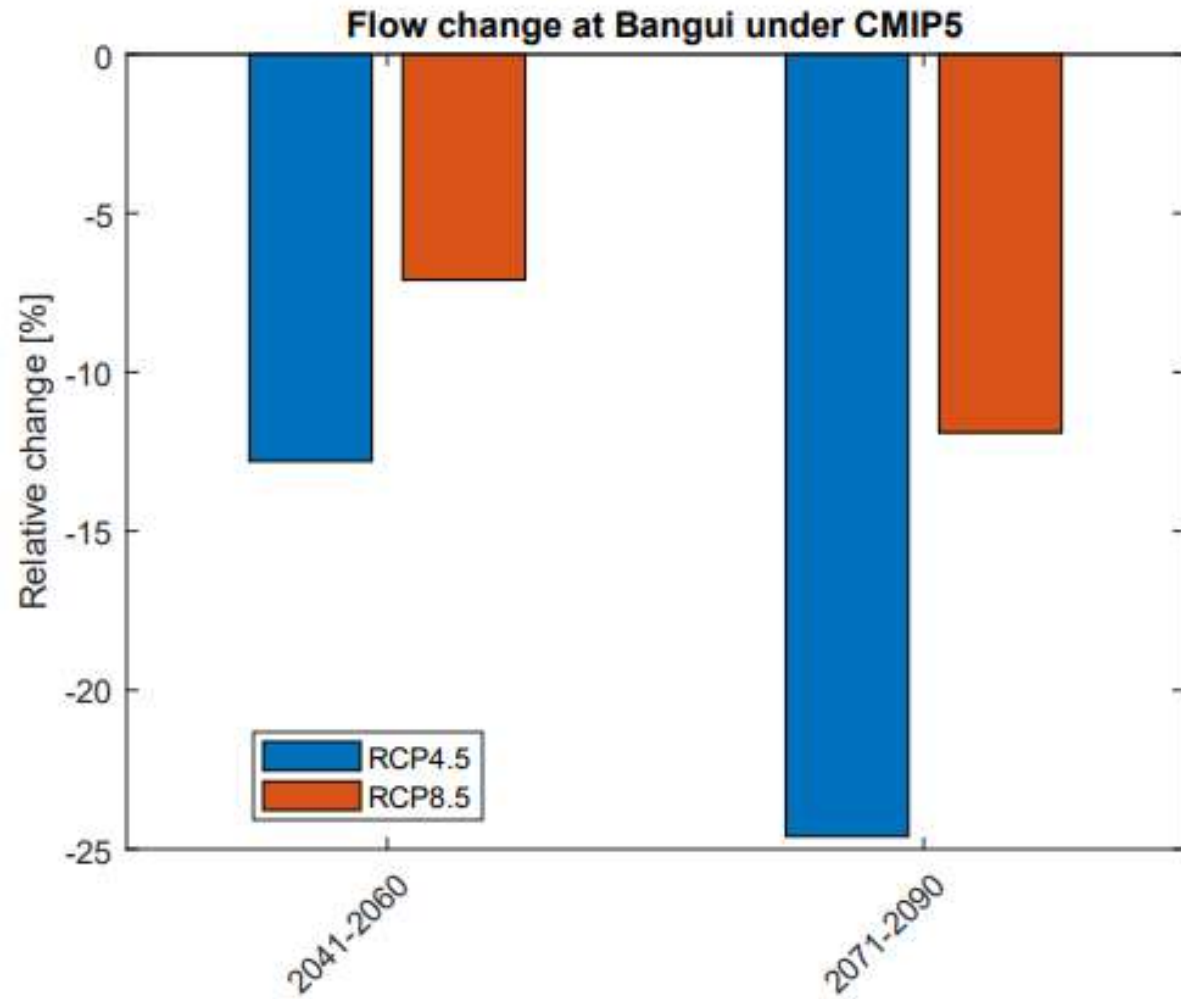


# Impacts du climat futur sur le débit



	<b>NEX - GDDP</b>	<b>EMISSION SCENARIO</b>	<b>TIME PERIOD</b>	<b>CHANGE IN FLOW [%]</b>
<b>Relative change- CMIP5</b>	CMIP5	RCP 4.5	2041-2060	<b>-12.80</b>
	CMIP5	RCP 4.5	2071-2090	<b>-24.60</b>
	CMIP5	RCP 8.5	2041-2060	<b>-7.10</b>
	CMIP5	RCP 8.5	2071-2090	<b>-11.90</b>
<b>Relative change- CMIP6</b>	CMIP6	SSP2 4.5	2041-2060	<b>+50.71</b>
	CMIP6	SSP2 4.5	2071-2090	<b>+37.38</b>
	CMIP6	SSP5 8.5	2041-2060	<b>+2.83</b>
	CMIP6	SSP5 8.5	2071-2090	<b>-3.54</b>

# Impacts du climat futur sur le débit



# Conclusion

**NEX-GDDP CMIP5 ?**  
**NEX-GDDP CMIP6 ?**

**Merci de votre attention !!!**



**Questions ?**