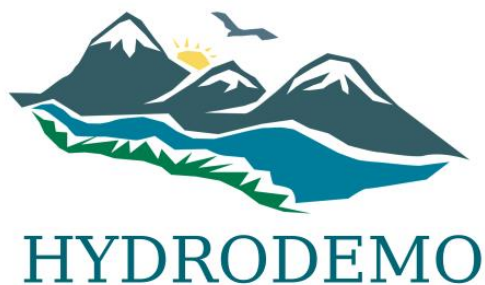


Prise en compte de la composante nivale dans la modélisation hydrologique des crues

09/11/2020

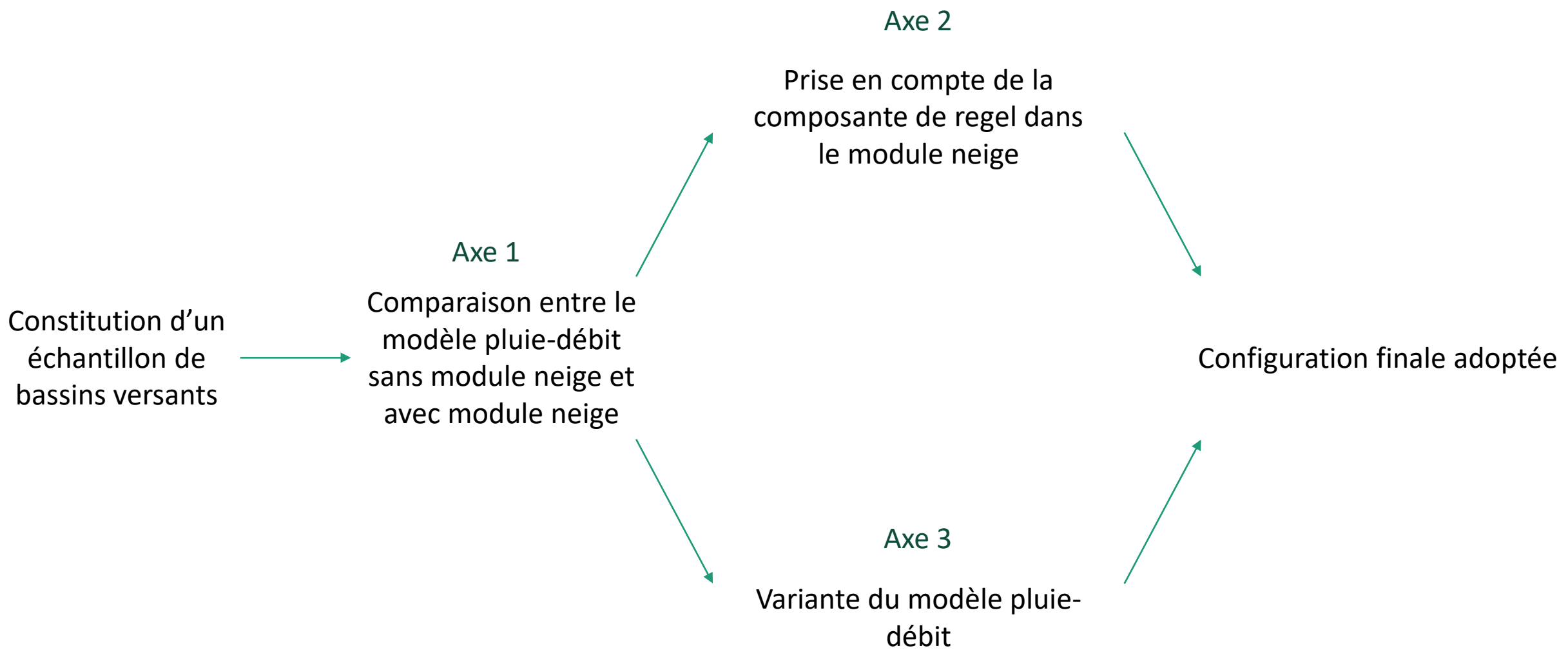


UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen de
Développement Régional

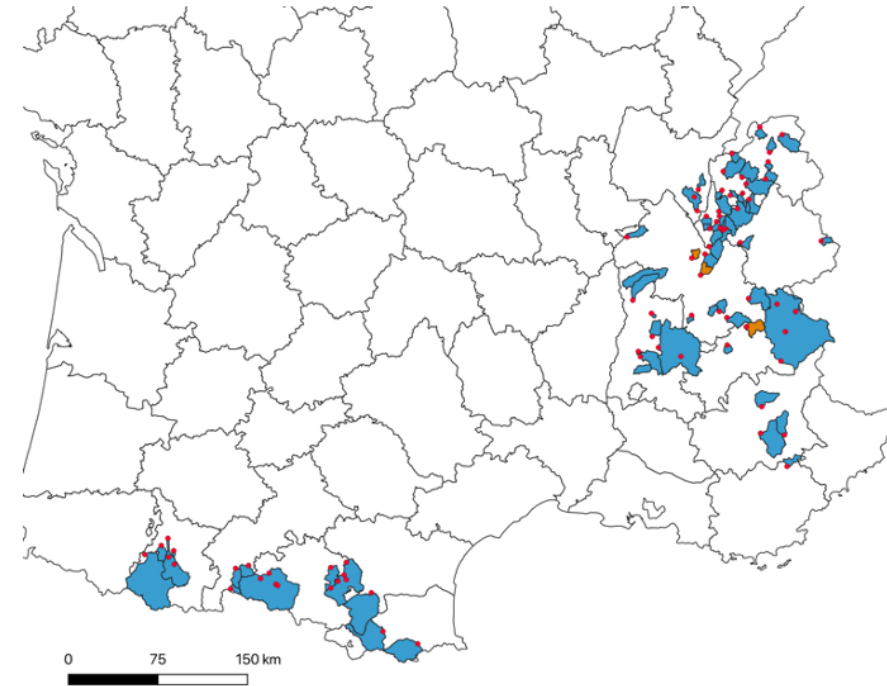
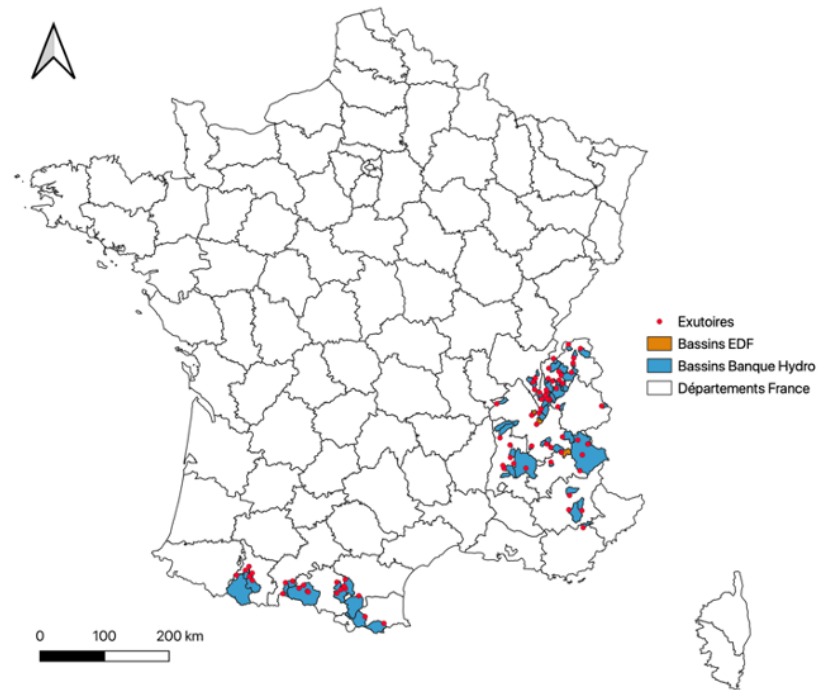


EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Déroulement de l'étude

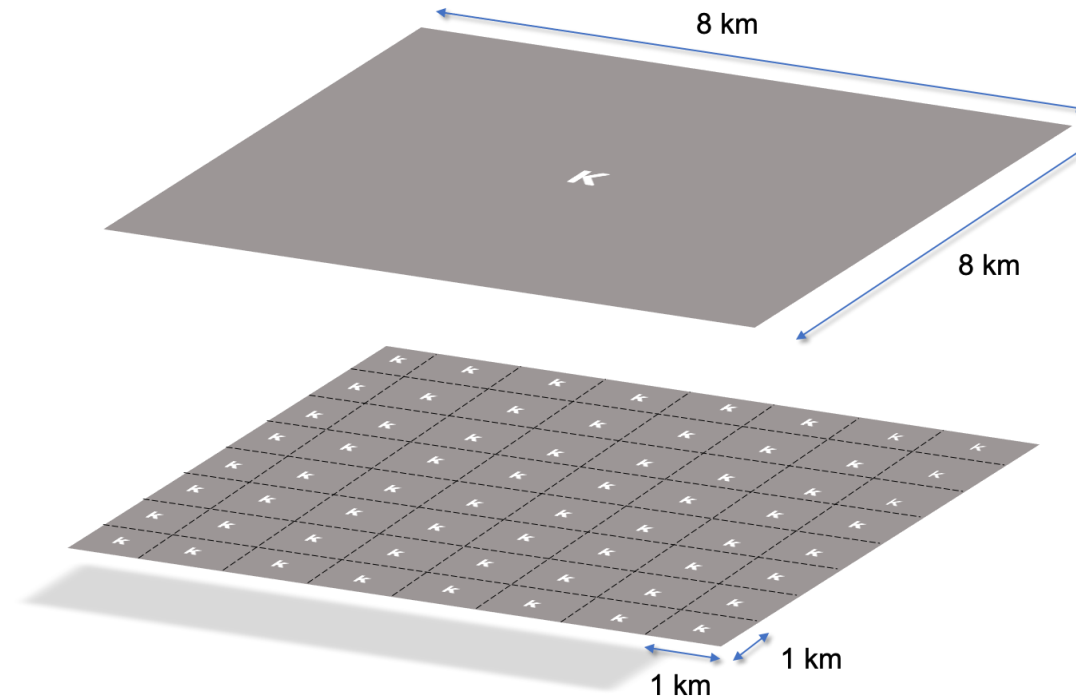


Localisation des bassins versants



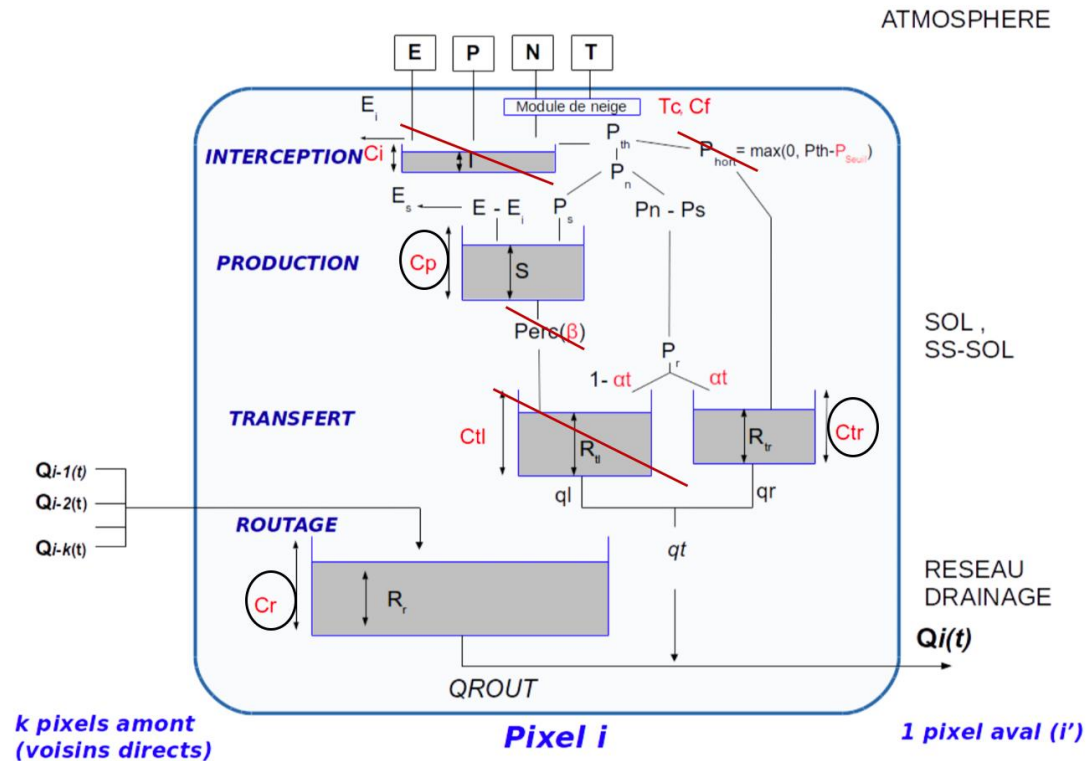
- Regroupement d'échantillons de bassins versants alpins et pyrénéens issus des thèses de A. Valery et P. Riboust et ajout des bassins alpins HYDRODEMO,
- 82 bassins versants au total dont 60 dans les Alpes et 22 dans les Pyrénées,
- Données hydrométriques issues de la banque Hydro et d'EDF.

Forçages atmosphériques



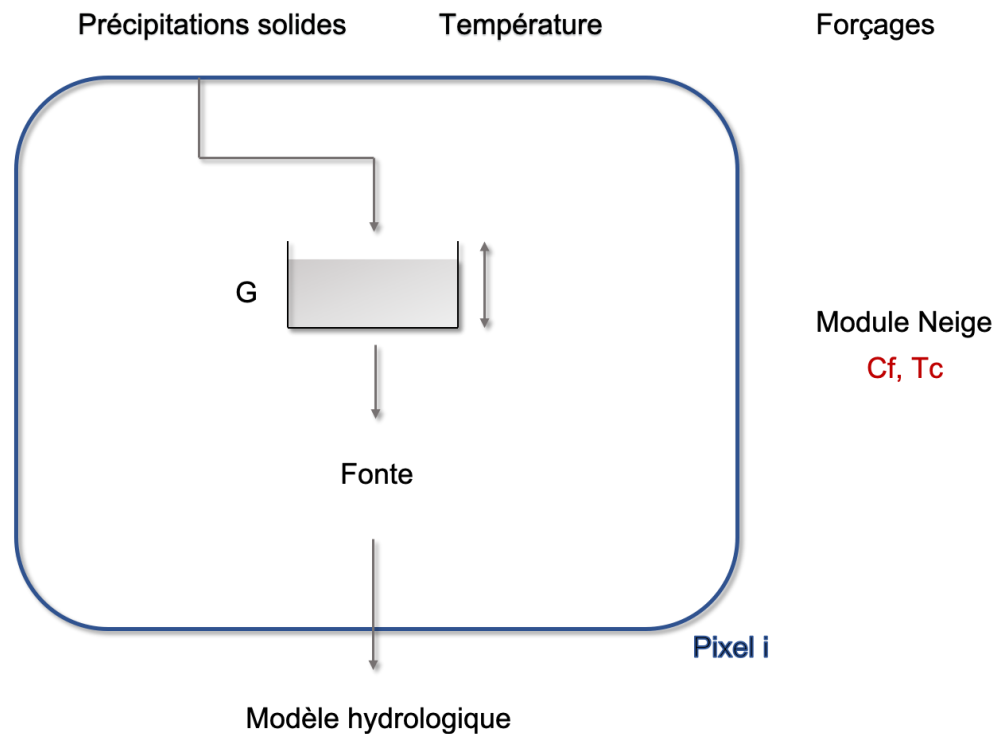
- Forçages SAFRAN France entière pour les pluies liquides, les pluies solides, les températures et l'ETP,
- Mailles SAFRAN $8 \times 8 \text{ km}^2$ désagrégées spatialement à une échelle $1 \times 1 \text{ km}^2$ de manière uniforme.

Le modèle pluie-débit, GRD



- Version simplifiée à 3 paramètres libres, C_p , C_{tr} et C_r . Intervenant respectivement dans la fonction de production, la fonction de transfert et le routage,
- Module neige en amont du modèle pluie-débit.

Le module neige, GRD Neige



Accumulation

$$G = G + Snow$$

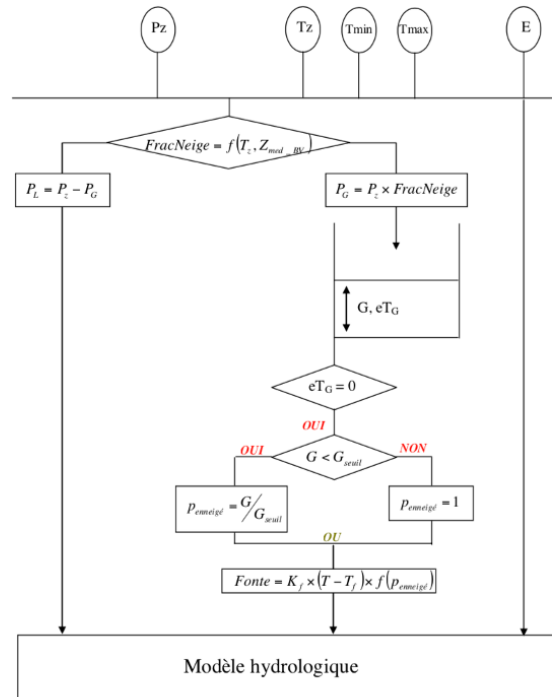
Fonte

$$Fonte = \frac{G}{C_f} \times (T - T_c)$$

Actualisation du réservoir

$$G = G - Fonte$$

Le module neige, CemaNeige (A. Valery 2010)



- Extrapolation des données d'entrée

$$T_z = T + \theta_{altitude} \times (Z_z - Z_{med_BV})$$

$$P_z = P \times \exp[\beta_{altitude} \times (Z_z - Z_{med_BV})]$$

- Calcul de la fraction solide

Si $Z_{med_BV} < 1500m$,

$$FracNeige = f(T_{min}, T_{max})$$

Si $Z_{med_BV} \geq 1500m$,

$$FracNeige = f([-1; +3^\circ C])$$

$$P_G = P_z \times FracNeige \text{ et } P_L = P_z - P_G$$

- Accumulation

$$G = G + P_G$$

$$eT_G = C_{T_c} \times eT_G + (1 - C_{T_c}) \times T_z$$

- Calcul de la fonte potentielle

Si $eT_G = 0$ et $T_z > T_f$, $F_{pot} = K_f \times (T_z - T_f)$

Si $F_{pot} > G$, $F_{pot} = G$

- Calcul pourcentage de la zone enneigée

Si $G < G_{seuil}$, $P_{enneigé} = G/G_{seuil}$, = 1 sinon

- Calcul de la fonte effective

$$FONTE = [(1 - V_{min}) \times P_{enneigé} + V_{min}] \times F_{pot}$$

- Actualisation réservoir neige

$$G = G - FONTE$$

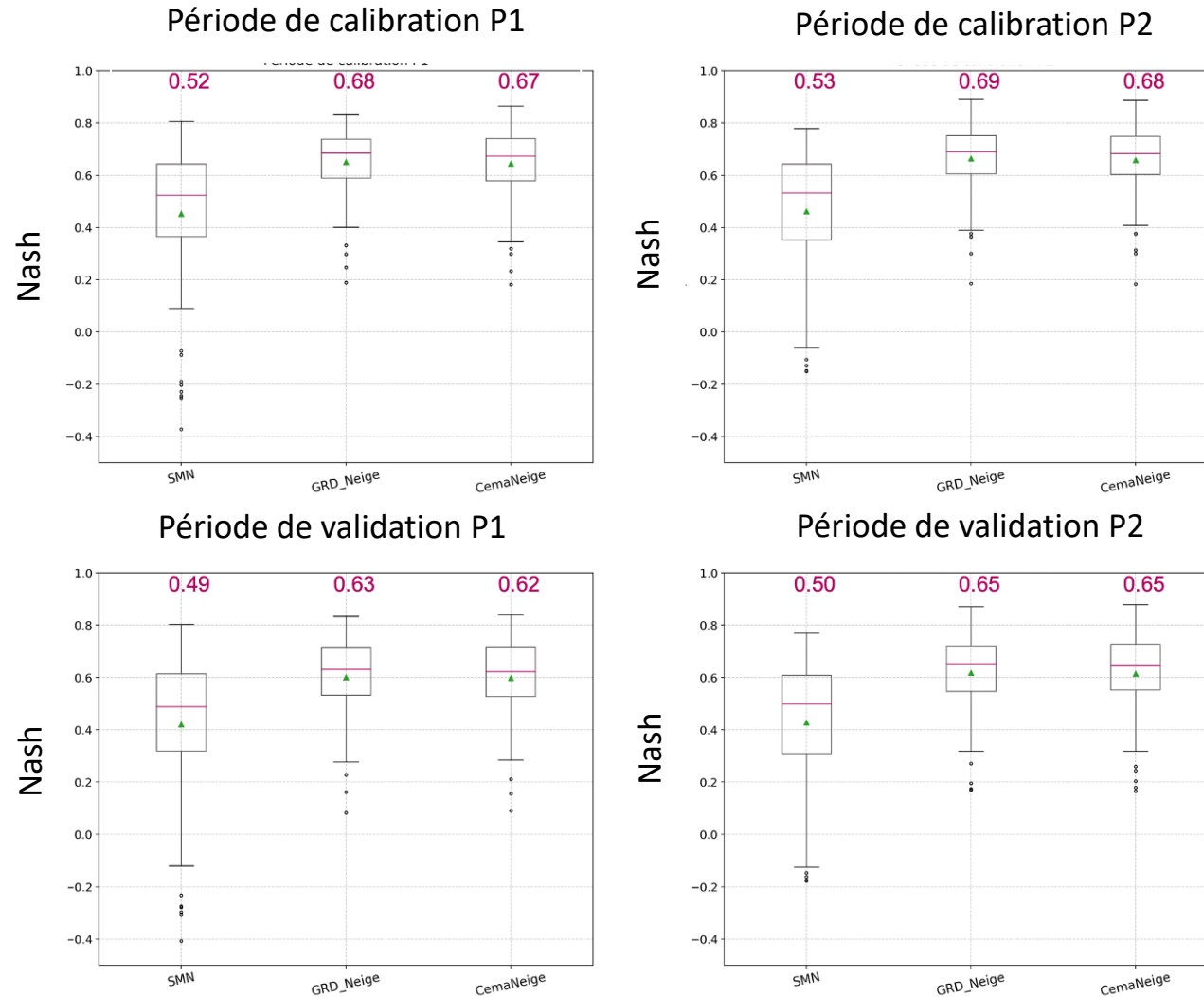
- Calcul de la lame d'eau transmise au modèle hydrologique

$$Lame_eau = P_L + FONTE$$

Extrapolation des données d'entrée et fractionnement des pluies totales (Non implémenté dans l'étude)

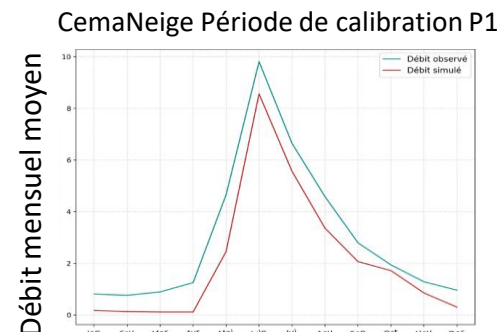
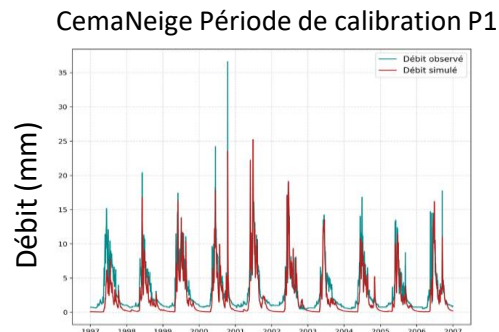
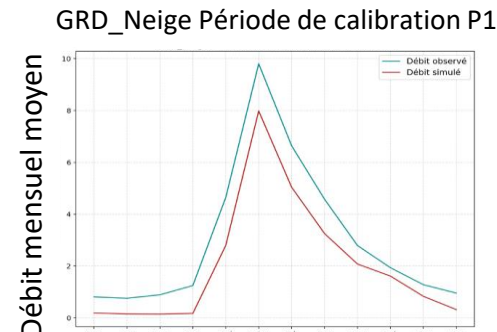
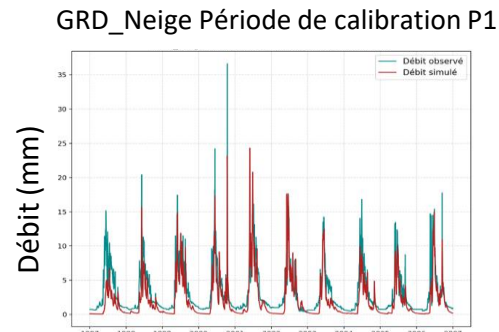
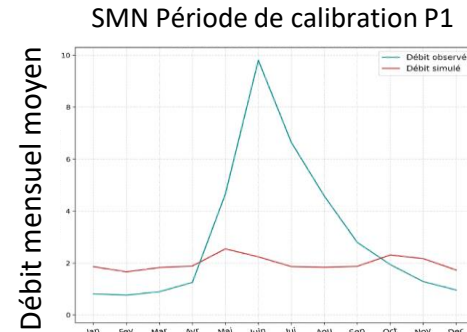
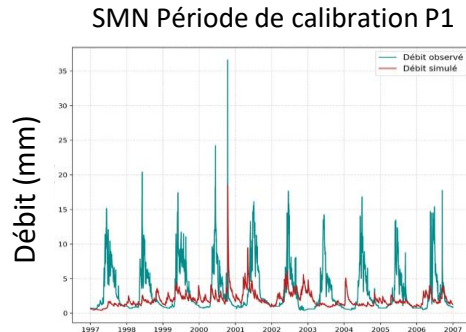
Calcul de la fonte (Partie implémentée dans le code FORTRAN de GRD)

Axe 1 : Comparaison avec ou sans module neige.
Résultats sur la distribution du critère de Nash



- Gain significatif de performance avec l'ajout d'un module neige
- Peu de différence entre les performances de GRD Neige et CemaNeige

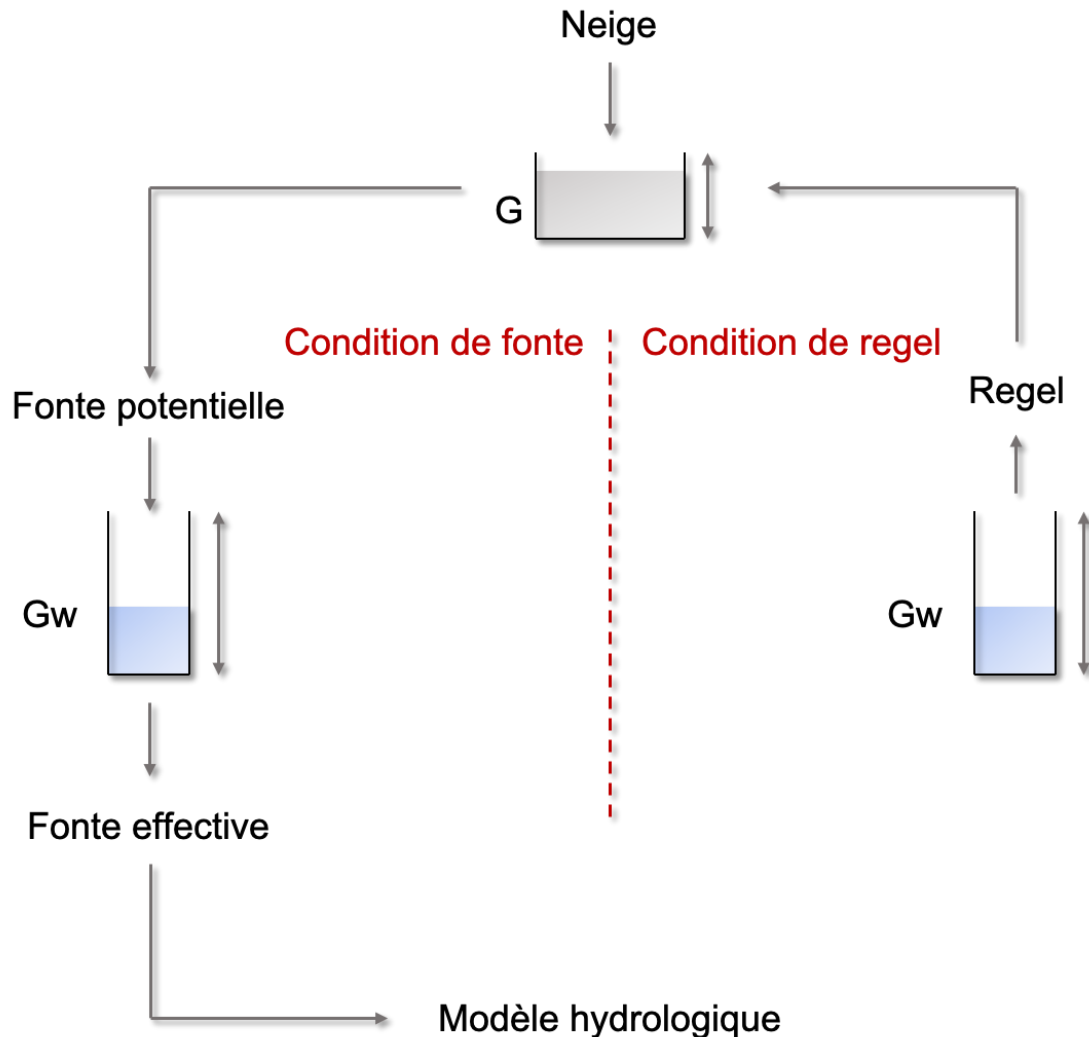
Axe 1 : Comparaison avec ou sans module neige. Hydrogrammes et Débits mensuels moyens. L'Isère à Val d'Isère



De manière similaire aux interprétations sur les Nash

- Gain significatif de performance avec l'ajout d'un module neige
- Peu de différence entre les performances de GRD Neige et CemaNeige

Axe 2 : Prise en compte de la composante de regel dans les modules neige



Condition de fonte

Accumulation

$$Gw = Gw + FontePot$$

Calcul de la fonte effective sans paramètre libre

$$Fonte = Gw - 0.1G$$

Calcul de la fonte effective avec paramètre libre

$$Fonte = Gw - Whc \times G$$

Actualisation du réservoir

$$Gw = Gw - Fonte$$

Condition de regel

Calcul du regel

GRD Neige

$$Regel = -\frac{G}{Cf} \times (T - Tc)$$

CemaNeige

$$Regel = -Kf \times (T - Tc)$$

Actualisation des réservoirs

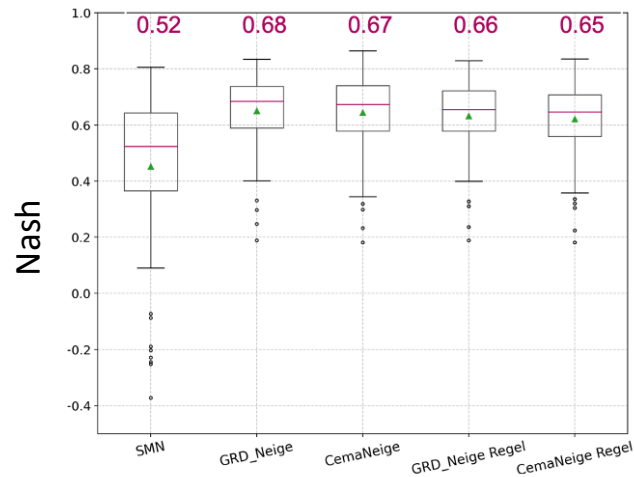
$$G = G + Regel$$

$$Gw = Gw - Regel$$

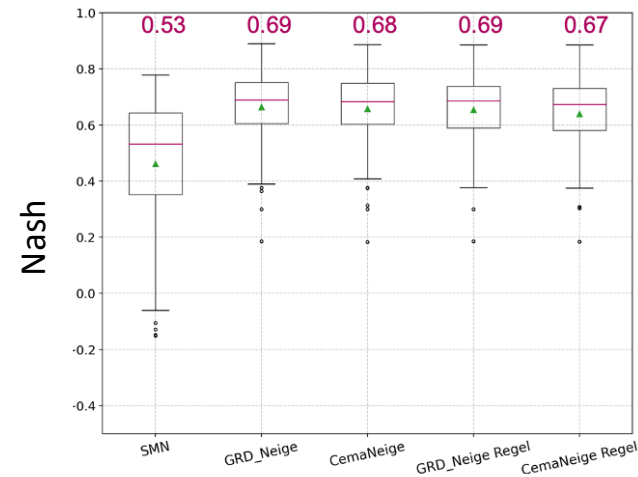
Axe 2 : Prise en compte de la composante de regel dans les modules neige

Résultats sans paramètre libre supplémentaire

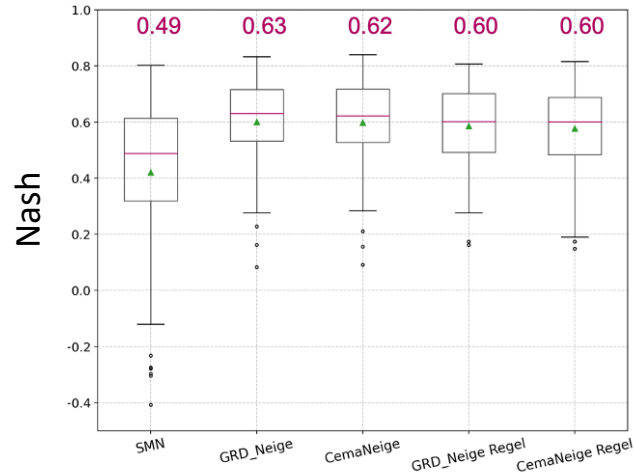
Période de calibration P1



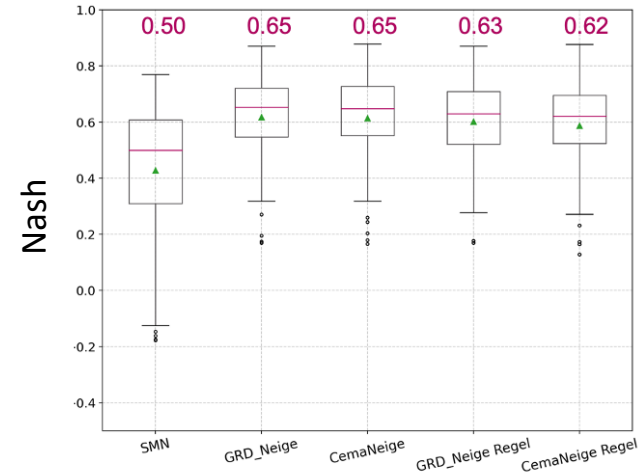
Période de calibration P2



Période de validation P1



Période de validation P2

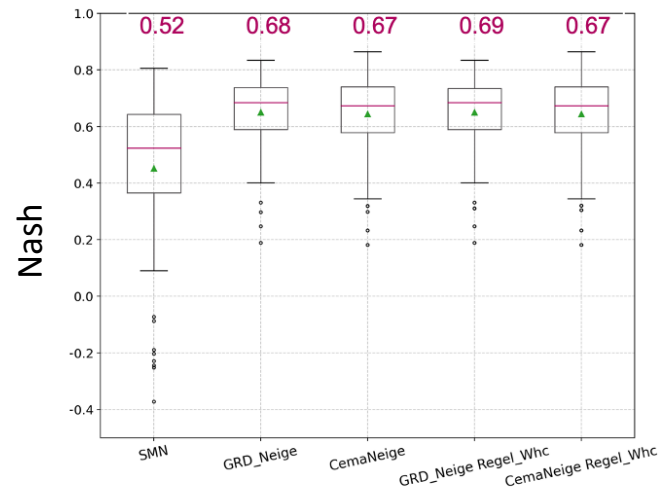


- La prise en compte du regel sans paramètre libre entraîne une perte de performance

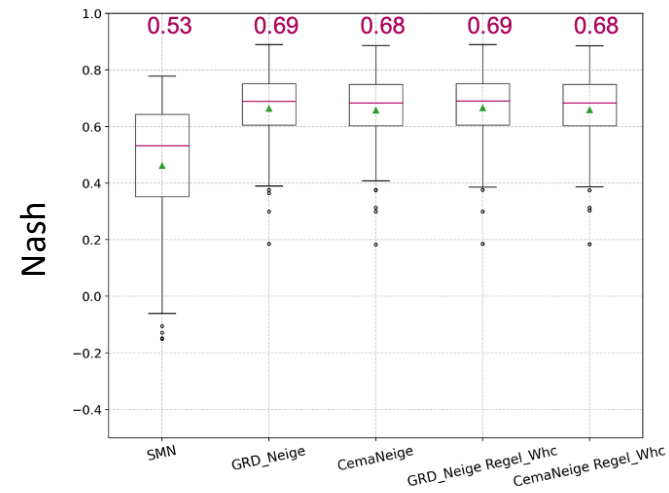
Axe 2 : Prise en compte de la composante de regel dans les modules neige

Résultats avec un paramètre libre supplémentaire, Whc

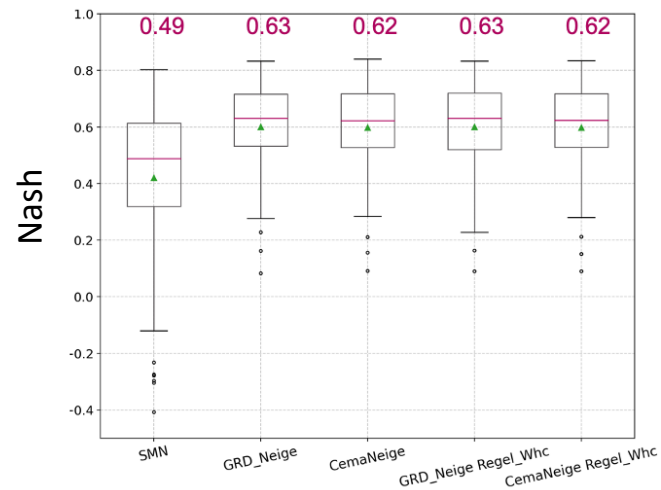
Période de calibration P1



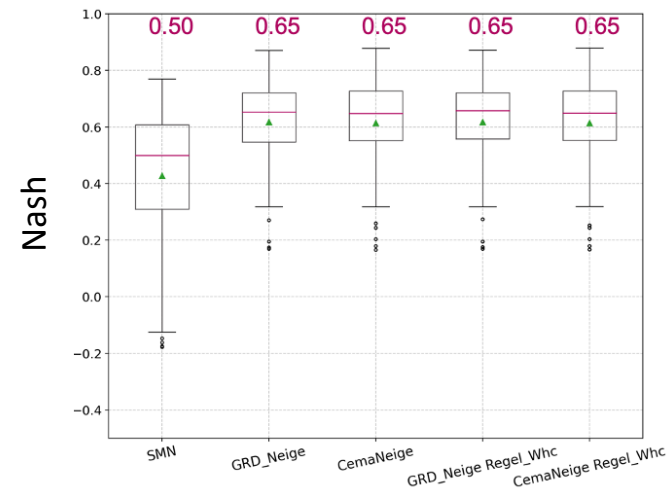
Période de calibration P2



Période de validation P1

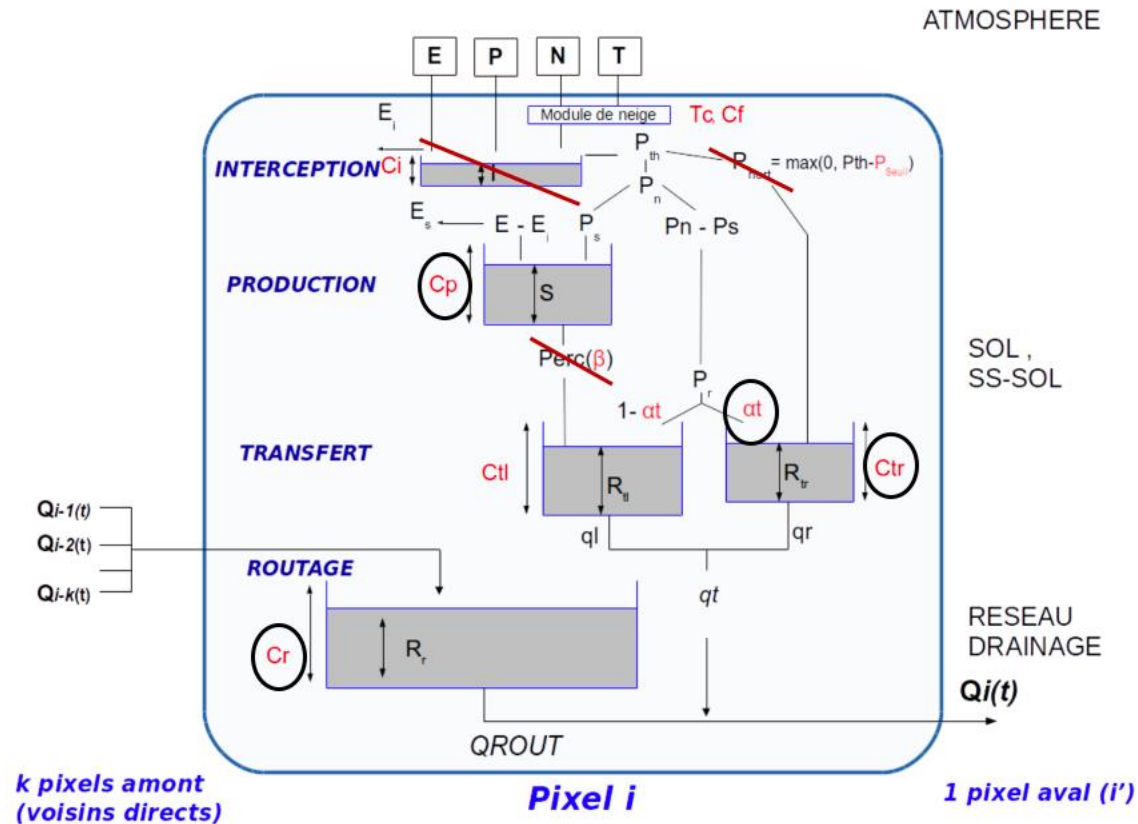


Période de validation P2



- La prise en compte du regel avec le paramètre libre Whc entraîne ni pertes ni gains significatifs sur les performances.
- Le paramètre Whc est, pour la majorité des bassins, optimisé à 0%.

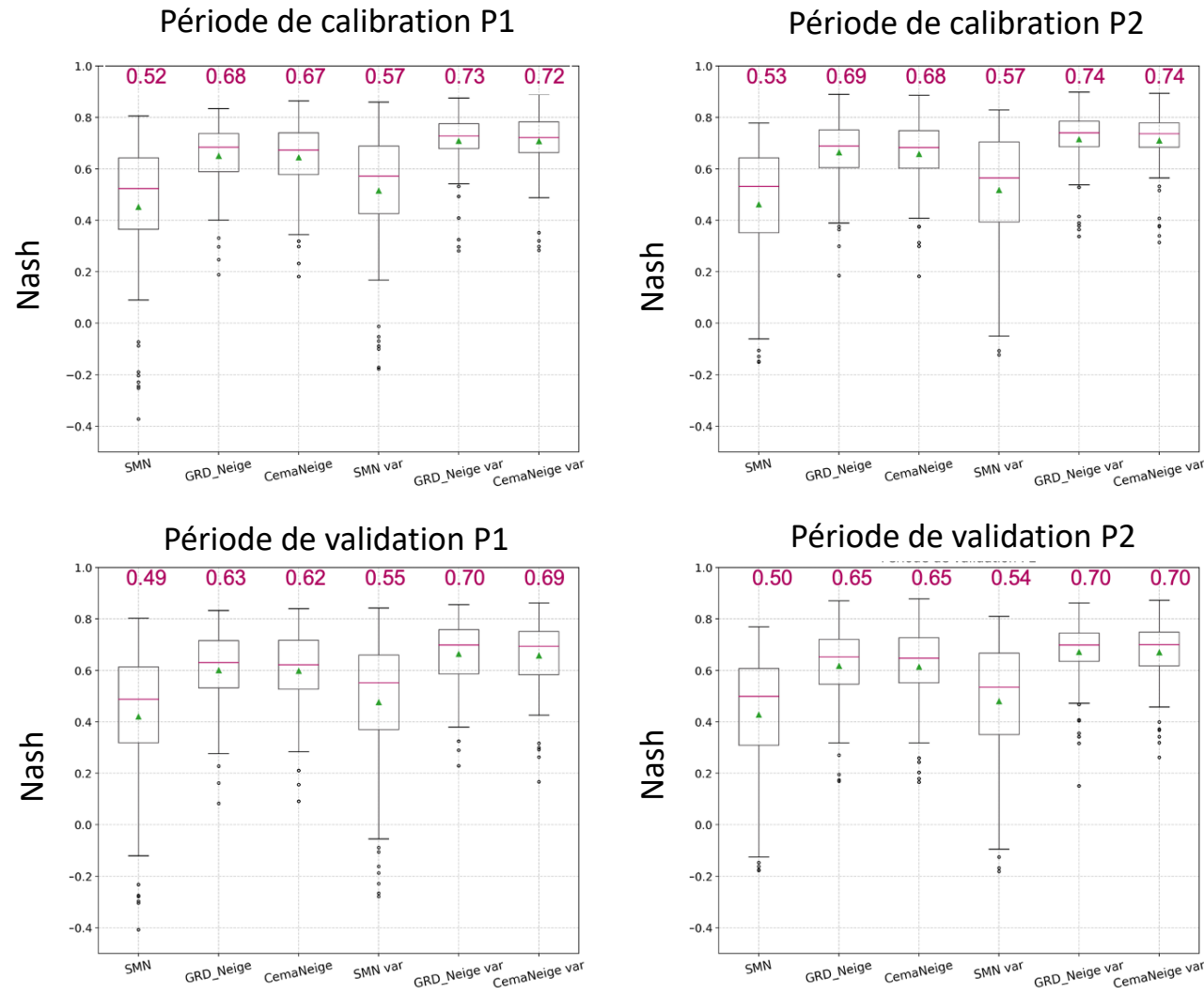
Axe 3 : Variante du modèle GRD, version à 4 paramètres libres



- Version à 4 paramètres libres, C_p , C_{tr} , C_r et α . Intervenant respectivement dans la fonction de production, la fonction de transfert, le routage et la répartition des pluies ruisselées entre C_{tl} et C_{tr} ,
- Volume du second réservoir de transfert C_{tl} lié au volume du réservoir de transfert C_{tr} ,
- $C_{tl} = C_{tr}^2$.

Axe 3 : Variante du modèle GRD, version à 4 paramètres libres.

Résultats



- La version à 4 paramètres libres de GRD est plus performante que la version à 3 paramètres libres initiale.
- Les configurations avec le module neige restent nettement plus performantes que la configuration sans module neige sur la version à 4 paramètres libres.
- Le gain apporté par la version à 4 paramètres libres est indépendant de la configuration adoptée (même gain entre SMN et SMN var ou GRD_Neige et GRD_Neige var ou encore CemaNeige et CemaNeige var).

Conclusion et perspectives

- Essentiel de travailler avec un module neige pour reproduire les débits à l'exutoire d'un bassin versant nival.
- En distribué et sur la plateforme GRD, le module neige le plus simple, GRD Neige obtient les mêmes performances qu'un module neige plus complexe, CemaNeige.
- Seul l'ajout d'un second réservoir de transfert permet d'améliorer significativement les performances de simulation.

Perspectives

- Travailler à l'échelle horaire voire infra-horaire.
- Prendre en compte des forçages atmosphériques à plus fine échelle spatiale (SPAZM et/ou Hydre).
- Mettre en œuvre un calage distribué des paramètres.