

Effet de l'altitude

Romain Lardy
12 novembre 2013

1. Prérequis

Ce travail se base sur les constats réalisés à partir de la première analyse de sensibilité sur l'ensemble du modèle (voir CR réunion analyse de sensibilité du 3 octobre 2013, pour l'ensemble des détails). Il est, en effet, ressorti que les paramètres *tlaps* et *plaps*, liés à la correction de l'effet de l'altitude par rapport au climat de référence (*i.e.* celui du point météo associé à la ZH), sont fortement influents sur les sorties du modèle. De même, le paramètre, déterminant l'altitude en dessus de laquelle l'équation est utilisée, est fortement influent.

2. Raffinement des classes d'altitudes

Dans un premier temps, nous avons testé l'influence de la discrétisation spatiale en terme de classes d'altitude (Tableau 1).

	Surface total sur le BAG (km ²)	Nombre d'éléments ¹ sur le BAG	Nombre d'éléments sur la zone MAELIA	Nombre d'éléments sur la zone MAELIA (Ancien découpage)
0-500m	152 477	905	80	102
500-1000m	39 881	1 914	71	
1000-1500m	13 644	1 013	48	48
1500-2000m	3 573	212	39	
2000-2500m	2 574	160	26	26
2500-3000m	587	233	17	
>3000m	1	47	5	

Tableau 1. Composition de l'ancien et du nouveau découpage de classes d'altitudes.

Gardant dans un premier temps le seuil de 1500 m à partir duquel les équations de neiges sont activées (*i.e.*, respectivement les 4 et 2 dernières classes dans le nouveau et l'ancien découpage), les résultats de débits du modèle hydrologique ont montré une faible sensibilité à la discrétisation de l'altitude :

¹ Nombre de surface délimitée par les seuils d'altitude de la classe

- Un écart de débit moyen qui est faible et variable selon les sites, plus fort en amont qu'en aval (de 2,7% à 0,7%)
- Une dynamique faiblement impactée : écart moyen journalier de 4% à 2% d'amont en aval

En revanche, si l'on compare les débits obtenus en utilisant un seuil à 0m (soit le calcul des équations de neige pour toutes les classes), on peut montrer une forte sensibilité à la discrétisation de l'altitude :

- Un écart de débit se propageant de l'amont vers l'aval (de 2,7 et 12,6%)
- Une dynamique impactée : écart moyen journalier de 4,5% à 15,5% d'amont en aval

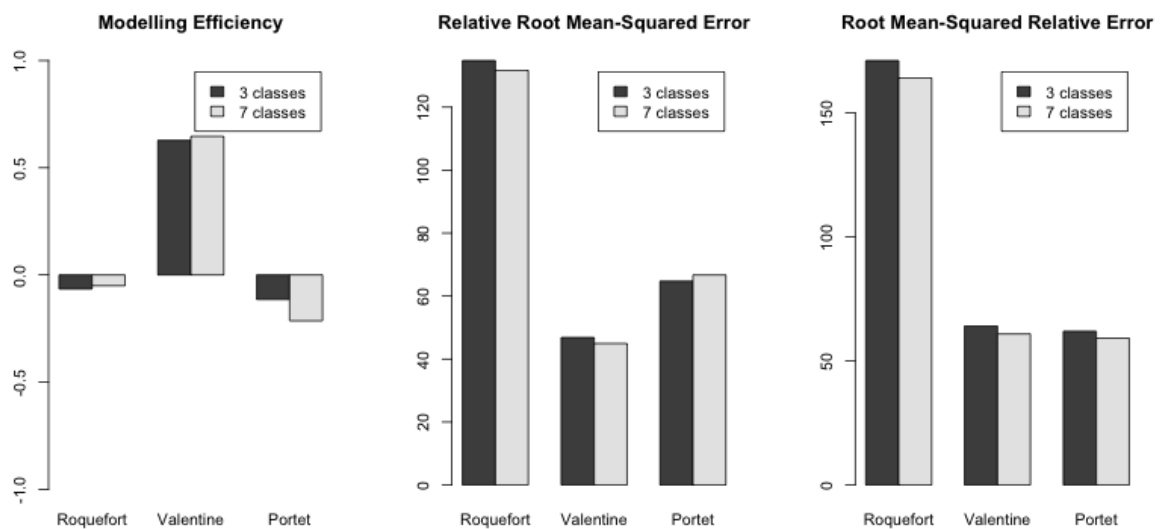


Figure 1. Comparaison des débits simulés avec les débits renaturalisés, selon l'utilisation de 3 ou 7 classes d'altitudes, pour un seuil d'activation des équations de neige à 0m.

L'effet de discrétisation des classes d'altitude est assez faible sur la qualité de prédiction du modèle (Figure 1), avec le paramétrage initial et comparativement aux débits "renaturalisés" (cf. Eauceca-Model-ImpactHydrologq.pdf pour plus de détails). La faible qualité des indices comparaison vient en partie de la non-transformation des données (*i.e.* compte-tenu de la gamme de valeurs (e.g. de 5 à 600 m³/s pour les données renaturalisées), une transformation logarithmique donnerait numériquement de meilleurs résultats [données non montrées]).

Le fort impact sur la dynamique et son effet cumulatif sur l'aval tendent à confirmer la nécessité d'utiliser une discrétisation de l'altitude plus fine.

3. Influence du seuil d'altitude pour le calcul des équations de neige

Ayant une nouvelle discrétisation de l'altitude, nous devons maintenant définir un seuil au dessus duquel les équations de la neige doivent être calculés. Ce choix sera un compromis

entre temps de calcul et l'erreur induite par la non-prise en compte de la neige sur les couches les plus basses. Pour cela, nous avons, d'une part, calculé l'écart induit par les différentes valeurs de seuil possible (Figure 2, Figure 3) et d'autre part, estimé le temps de calcul gagné (Figure 4) par les différents seuils, par rapport à la simulation complète (*i.e.* seuil à 0m).

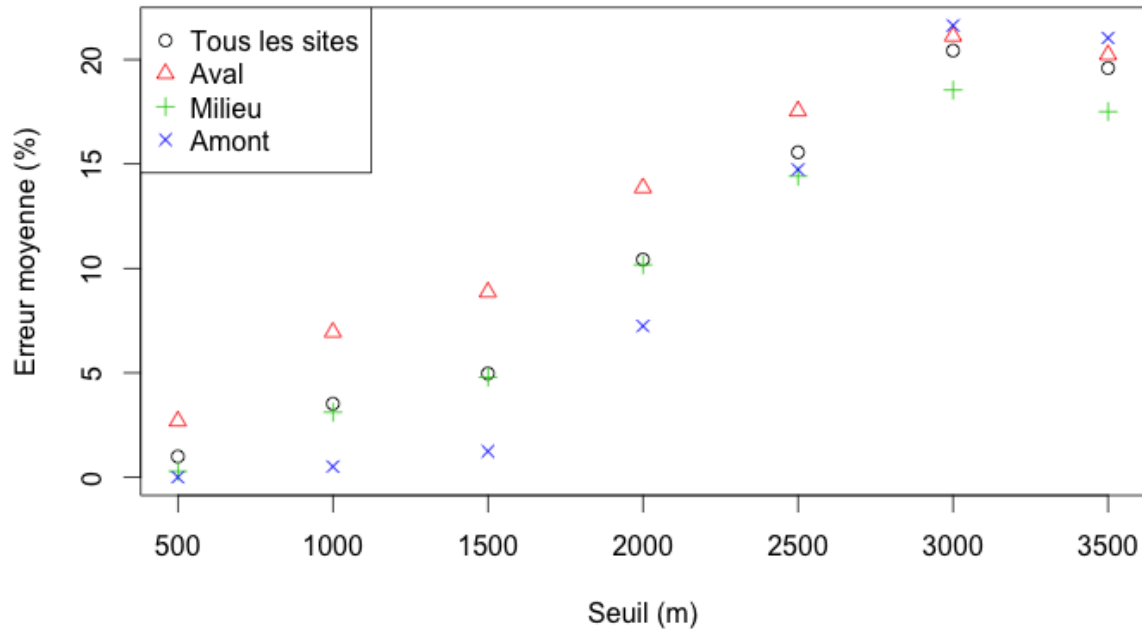


Figure 2. Ecart moyen de débit induit par l'utilisation d'un seuil excluant de 1 à 7 classes d'altitude.

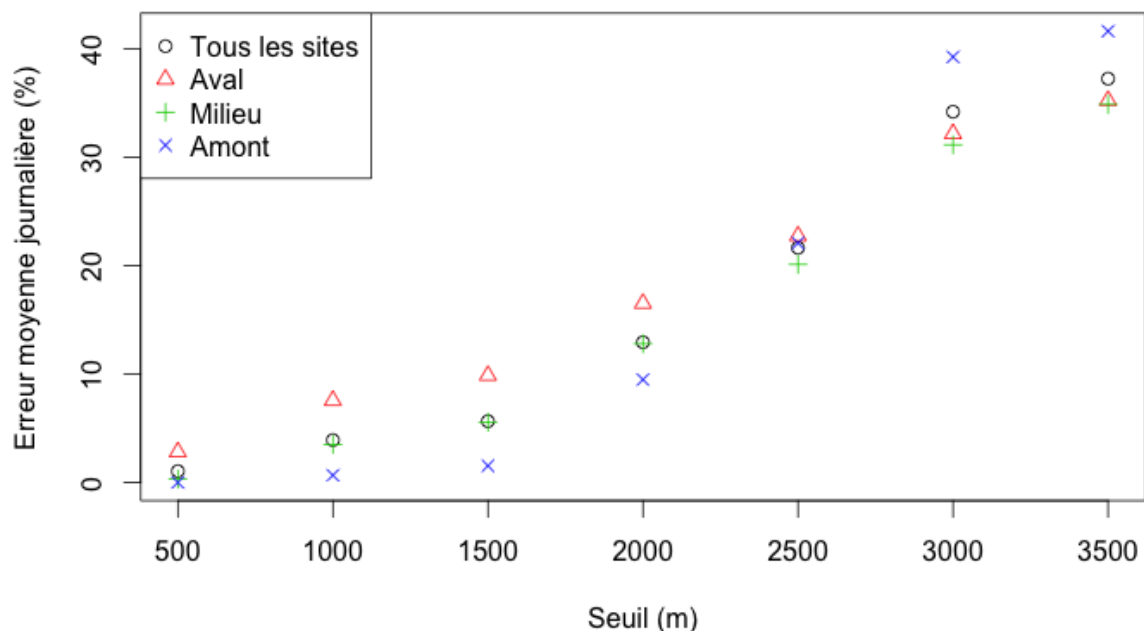


Figure 3. Ecart moyen journalier de débit induit par l'utilisation d'un seuil excluant de 1 à 7 classes d'altitude.

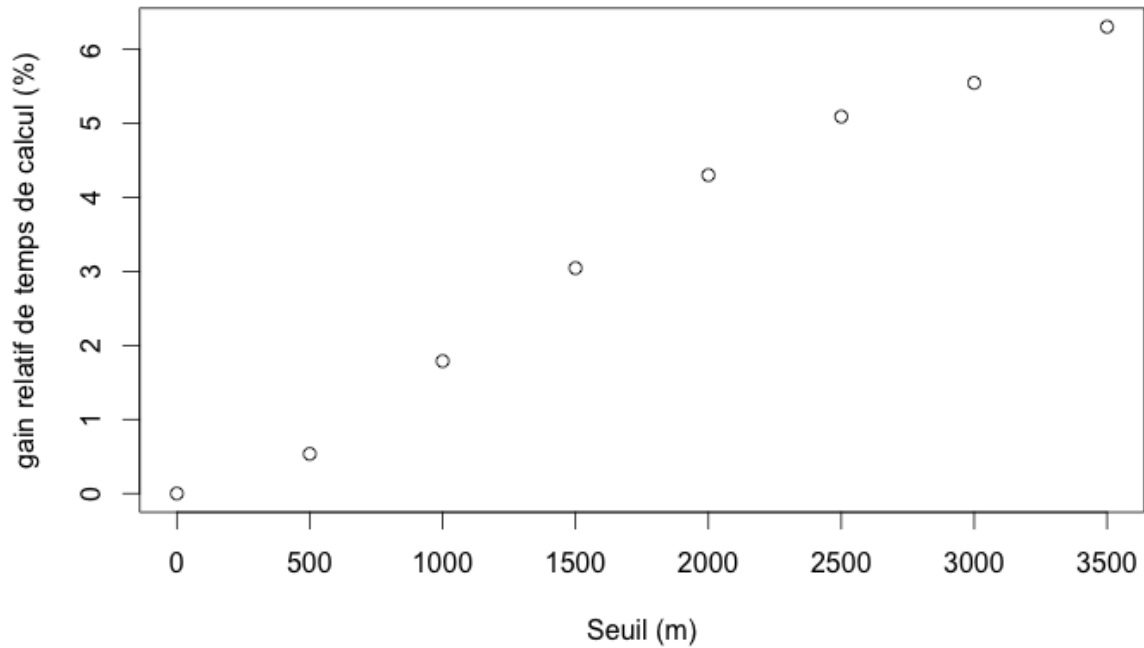


Figure 4. Gain relatif en temps de calcul induit par l'utilisation d'un seuil excluant de 1 à 7 classes d'altitude.

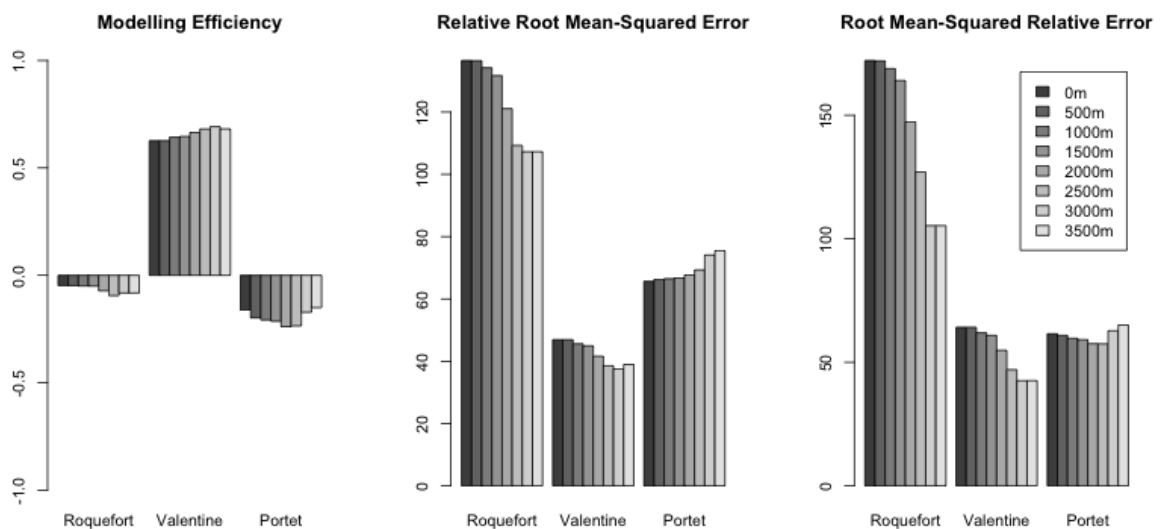


Figure 5. Comparaison des débits simulés avec les débits renaturalisés, en fonction du seuil d'activation des équations de calcul de la neige. Les critères statistiques utilisés sont l'Effizienz de modélisation², la RRMSRE³ (Relative Root Mean-Squared Error) et la RMSRE⁴ (Root Mean-Squared Relative Error).

² **Effizienz** = $1 - \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n (\bar{O} - O_i)^2}$; où P_i est la $i^{\text{ème}}$ valeur prédite par MAELIA et O_i la $i^{\text{ème}}$ valeur donnée par les débits renaturalisés

³ **RRMSE** = $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{n}} \times 100$; où P_i est la $i^{\text{ème}}$ valeur prédite par MAELIA et O_i la $i^{\text{ème}}$ valeur donnée par les débits renaturalisés

⁴ **RMSRE** = $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i - O_i}{O_i}\right)^2}{n}} \times 100$; où P_i est la $i^{\text{ème}}$ valeur prédite par MAELIA et O_i la $i^{\text{ème}}$ valeur donnée par les débits renaturalisés

Il est intéressant de noter que le seuil initialement choisi (1500m) correspond à un écart moyen ou journalier de ~10% à l'estuaire pour un gain de temps de calcul de 3% (soit la moitié du coût de calcul des équations de neige).

Ces résultats ont été obtenus avec le paramétrage de base de Maélia, et il probable que la sensibilité du seuil serait différente pour un jeu différent de paramètres. Faut-il donc considérer ce seuil dans l'analyse de sensibilité et dans la calibration ? ou bien le fixer dès maintenant ?