

Exercice n° HA 1005

Modélisation conceptuelle continue : le modèle ABC – Application à un bassin versant d'altitude de régime hydrologique pluvio-nival

Avant propos

Le modèle ABC est un modèle didactique développé par Fiering, 1967 pour ses étudiants. C'est sûrement l'un des modèles conceptuels les plus simples pour simuler les débits de manière continue. La figure 1. décrit la structure de ce modèle.

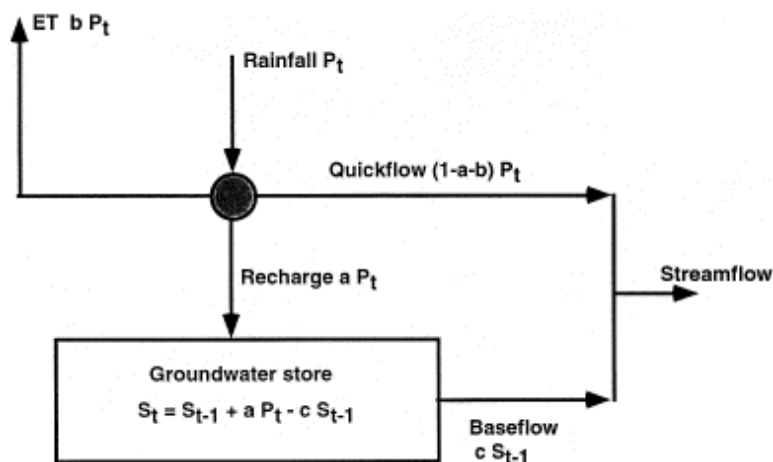


Figure 1. Structure du modèle ABC

Pour un intervalle de temps t , le modèle ABC partage la pluie P_t en évapotranspiration $b P_t$, en écoulement de recharge pour la réserve d'eau souterraine $a P_t$, et en écoulement rapide vers le cours d'eau $(1-a-b) P_t$. L'écoulement de base provenant de la réserve souterraine est $c S_{t-1}$ (où S_{t-1} est le stock souterrain au début du temps t). L'écoulement en rivière q_t est la somme de l'écoulement rapide de surface et de l'écoulement lent souterrain.

a , b , et c sont ainsi les seuls paramètres du modèle à calibrer ainsi que S_0 , le stock initial sur le bassin. Les valeurs des paramètres a , b , et c varient entre 0-1 puisque ce sont des fractions.

Objectifs de l'exercice :

- Se familiariser avec les modèles de simulation continue des débits, notamment avec le modèle conceptuel ABC.
- Utiliser la méthode des degrés-jour qui relie le phénomène de fonte à la température de l'air pour prendre en compte le caractère pluvio-nival du régime hydrologique du bassin étudié.
- Se familiariser avec les procédures de calage des modèles et proposer ainsi une estimation des paramètres.

Questions :

En vous basant sur les séries de données journalières de pluie, de débit et de température à votre disposition, on vous demande de construire un modèle permettant de simuler le comportement hydrologique du bassin versant, caractérisé par un régime pluvio-nival. Pour cela vous pouvez répondre aux questions suivantes :

Question 1. Construire un modèle de fonte et d'accumulation dont l'objectif est d'obtenir des précipitations équivalentes (pluie+fonte de neige) pour l'entrée du modèle ABC.

Question 2. Estimer les paramètres du modèle ABC couplé au modèle de fonte pour le bassin versant considéré.

Représenter l'évolution du stock neigeux au cours du temps. Est-il possible de caler le modèle ABC à ces données pluies/débits sans faire appel à un modèle de fonte ?

Données de l'exercice :

L'exercice consiste à caler les paramètres du modèle ABC couplé à un modèle de fonte pour le bassin versant considéré. Vous disposez pour cela en plus des séries annuelles de données de précipitations et de débits journaliers observés à l'exutoire du bassin versant, d'une série de températures moyennes journalières. Ces données sont regroupées dans le fichier « HA1005_donnees.xls ».

Rappel 1: fonction-critère de Nash (Nash et al 1970) :

La fonction-critère de Nash est une fonction d'erreur quadratique qui compare la qualité du modèle choisi à celle du modèle le plus simple qui soit : la moyenne.

Il peut être défini de la façon suivante pour comparer la courbe des débits de référence Q_{obs} et la courbe des débits simulés Q_{sim}

$$Nash = 1 - \frac{\sum_{k=1}^n (Q_{sim} - Q_{obs})^2}{\sum_{k=1}^n (Q_{obs} - \overline{Q_{obs}})^2}$$

- Si Nash = 1 : concordance parfaite entre Q_{obs} et Q_{sim} .
- Nash < 0 : la moyenne des débits observés donne une meilleure estimation de la série des débits observés que la série simulée.

Attention ! Il existe de nombreux autres critères (cf. cours photocopié Hydrologie Appliquée de Musy et al.). Leur emploi doit se faire avec une certaine prudence et leur choix doit être subordonné à l'objectif fixé (simulation du débit de pointe, des étiages, de l'allure générale de l'hydrogramme, etc.).

Remarque :

La stratégie d'estimation manuelle des paramètres du modèle, identifiée dans l'exercice HA0602, pourra aussi être utilisée dans le présent exercice pour estimer les paramètres du modèle.