

Exercice n° HA 1002 - Corrigé

Estimation des paramètres d'un modèle degré-jour de fonte de neige.

Données de l'exercice

Les données sont regroupées dans une feuille de calcul à compléter qui est disponible dans le fichier Excel « HA1002_feuillecalcul.xls ». Les résultats sont aussi disponibles sur le fichier Excel « exercice HA1002_corrige ».

Question 1. Optimisation avec $T_{cN} = 0^{\circ}\text{C}$

⊙ Démarche

La qualification des simulations se fait à l'aide des deux critères :

- Nash calculé entre les séries des valeurs d'équivalent en eau observées et simulées
- et C0 calculé sur la base des séries binaires de présence ou absence de neige correspondantes.

Ces critères dépendent des paramètres du modèle. Pour chaque jeu de paramètre, le calcul de ces critères nécessite la simulation préalable de l'évolution temporelle du stock de neige sur les 33 ans de données. Lorsque l'on cherche à optimiser l'un des paramètres du modèle, l'autre étant fixé, le calcul est effectué pour différentes valeurs de ce paramètre. La valeur optimale du critère (la valeur de Nash la plus élevée, la valeur de C0 la plus faible) donne pour le critère considéré la valeur optimale du paramètre.

⊙ Résultats

Si la température critique de fonte est fixée, le modèle de fonte n'a plus qu'un paramètre à optimiser : le facteur de fonte a_n . Les deux critères d'optimisation donnent des valeurs optimales pour ce paramètre relativement proches (Table 1). Ces valeurs optimales sont cependant différentes. Ceci résulte du fait que les critères n'analysent pas des données de même nature.

Table 1. Paramètres optimaux et valeurs des critères pour une optimisation différenciée par critère.

Critère d'optimisation	TcN	an	Nash	C0
Nash	0.00	1.30	0.369	11038
C0	0.00	1.51	0.356	11083

Question 2. Optimisation avec T_{cN} et a_n variables

⊙ Démarche

L'optimisation des deux paramètres est réalisée en explorant de façon systématique l'ensemble de l'espace des paramètres sur la base d'un maillage carré régulier.

⊙ Résultats

Les surfaces de réponse, i.e. les surfaces isocritère obtenues pour chacun des deux critères Nash et C0 sont présentées sur la figure 1. L'analyse de ces surfaces conduit à diverses remarques :

1. Sur la base du domaine exploré, les deux critères sont plus sensibles aux variations de la température critique de fonte T_{cN} qu'aux variations du facteur de fonte a_n .
2. Il existe une forte dépendance entre la température critique de fonte et le paramètre degré-jour (forme des courbes isocritère en banane). Quelque soit le critère, pour une même performance, une augmentation de la température critique de fonte doit être compensée par une diminution du paramètre de fonte.
3. Les combinaisons acceptables sont nombreuses. Les plages optimales sont relativement similaires pour les deux critères. Cependant le critère C0 semble plus discriminant pour les fortes valeurs de a_n .
4. Sur la base des critères C1 et C2 (graphiques non présentés ici), il est possible d'identifier que les deux paramètres influencent la performance du modèle de façon très différente : T_{cN} influence le démarrage de la fonte, a_n influence la vitesse de la fonte et le moment à partir duquel le stock de neige aura disparu.

Le choix d'un couple optimal est donc difficile. Il est nécessairement multicritère. A l'échelle du bassin versant, les valeurs optimales diffèrent. Il n'est par ailleurs plus possible de faire cette calibration sur la base d'une hauteur de neige observée ponctuellement. Pour tenir compte de tout le bassin, l'optimisation doit se baser sur les débits simulés et observés. Dans tous les cas de figure, la prise en compte des incertitudes associées aux paramètres est souhaitable.

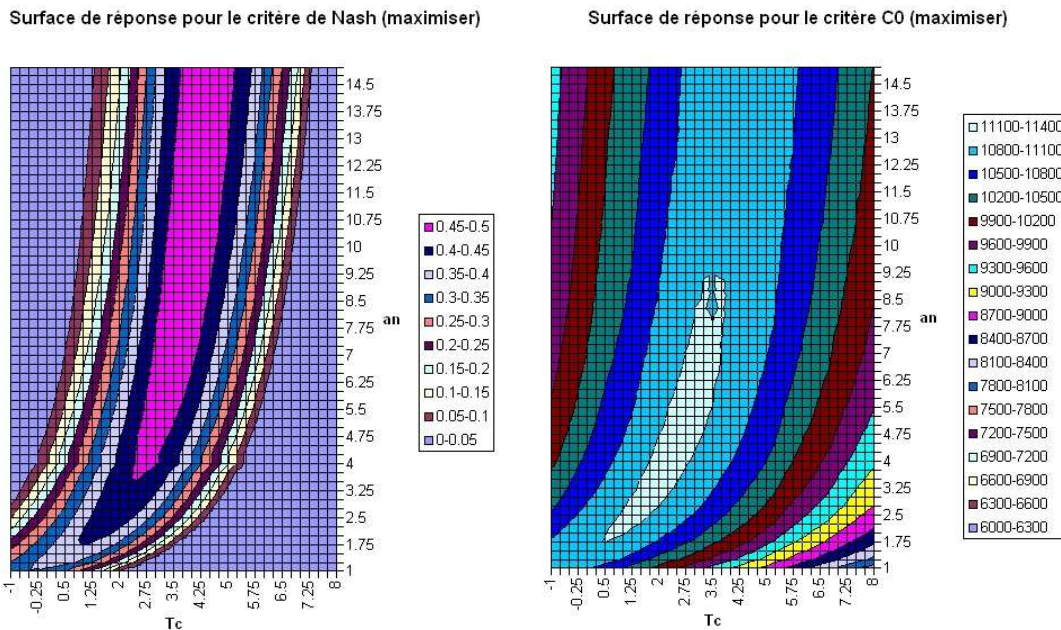


Figure 1. Surfaces de réponse de T_{cN} et a_n pour les critères de Nash et C0.

Table 2. Paramètres optimaux et valeurs des critères pour une optimisation par le solveur d'Excel.

Critère optim.	TcN	an	Nash	C0
Nash	3.77	8.10	0.479	11110
	3.80	9.93	0.480	11085
	3.80	10.01	0.480	11085
	5.50	100.02	0.445	10831

Remarques : Une optimisation à l'aveugle est dangereuse. Avec différents jeux de paramètres de départ, une optimisation type « solveur Excel » donne des paramètres extrêmement différents pour des critères relativement proches (Table 2). Considérer le jeu de paramètres de la température critique à 5.5°C avec un paramètre de fonte à 100 mm/°j serait absurde.