**Utilisation de la Géostatistique pour l’Estimation de Paramètres des Modèles Hydrologiques sur des sous-bassins versants du haut Niger à Koulikoro**

Salif Koné 1, 2, Gil Mahé 3, Fatogoma Bamba 1

1 Département de Géologie, École Nationale d’Ingénieurs -Abderhamane Baba Touré, Bamako, Mali

2 Doctorant à l’Institut Supérieur de Formation et de Recherche Appliquée (ISFRA), Bamako, Mali

3 Institut de Recherche pour le Développement/ Laboratoire HydroSciences, Montpellier, France

skonemaat@yahoo.fr

La géostatistique, qui permet de comprendre davantage l’inférence spatiale existante au sein de la distribution d’une variable, conduit au développement d’une *méthodologie hydro-géostatistique*, pour l’estimation des paramètres de modèle en hydrologie, sur 15 sous-bassins du haut Niger à Koulikoro. Nous avons « dé-corrélé » la différence de performance des modèles par rapport à la variabilité spatiale des données d’une propriété physique du sol – spécifiquement la capacité de rétention du sol en eau (en Anglais ***W****ater* ***H****olding* ***C****apacity ou* ***WHC***). Cette dé-corrélation passe par l’application d’un coefficient de pondération des lames d’eau (simulées) en modélisation semi-distribuée ; l’amélioration apportée au modèle hydrologique semi-distribué est alternativement évaluée à travers un procédé dénommé *protocole inter-modèles* : un coefficient de corrélation (entre la série formée par les différences relatives de performance de deux versions de modèle et celle formée par les coefficients de dispersion relative des WHC par bassin versant) qui passe de 0.80 à 0.21 en valeur absolue pour le modèle hydrologique SimulHyd. Ce modèle est issu d’une modification de GR2M, en remplaçant la constante A (ou la capacité maximale du  *réservoir sol*  au sein du modèle GR2M) par le terme 1/X1.WHC ; avec X1 le paramètre interne de GR2M qui module les données d’entrée de la modélisation ; le coefficient de pondération utilisé au sein de SimulHyd semi-distribué, est bâti à partir de l’information de la variance empirique (dispersion) des valeurs de WHC entre les mailles du bassin versant. Nous proposons un *protocole inter-bassins* dont la vocation est de bâtir un espace dénommé *NASH-WHC*, différent de l’espace géographique habituel, où un modèle semi-distribué avec coefficient de pondération s’illustre mieux ; ce qui se traduit par une meilleure corrélation (un coefficient de 0.48) pour la structure spatiale des point-bassins dans cet espace, (au lieu de 0.36 lorsque le coefficient de pondération n’est pas utilisé). La *méthodologie hydro-géostatistique* constitue un prolongement géostatistique de ce *protocole inter-bassins*, où les outils et démarches de la géostatistique classique est appliqués pour la modélisation et la simulation des valeurs des paramètres des modèles hydrologiques dans cet espace ***NASH-WHC*** ; et ceci, partant des bassins jaugés pour une possible application sur des bassins non-jaugés. Nos démarches préliminaires, qui ont conduit à des résultats de validation de cette méthodologie, ont consisté à combiner les paramètres X1 de quatre versions différentes des modèles GR2M/SimulHyd (non-distribués/semi-distribués avec coefficient de pondération sur WHC) en vue d’atteindre un nombre élevé d’échantillons pour la modélisation géostatistique (un nombre de 50 échantillons est communément utilisé dans ces types études) ; et la validation croisée, partant des données qui n’ont pas servi lors de cette modélisation, est faite avec ceux ( les paramètres X1) de deux autres versions de ces modèles hydrologiques (GR2M/SimulHyd semi-distribués sans coefficient de pondération sur WHC). Idem pour le paramètre X2*.* Nous explorons l’application de cette méthodologie en considérant à la fois qu’une seule version des modèles GR2M/SimulHyd, en faisant le calage et validation sur quatre périodes différentes pour chacun des 15 échantillons de sous-bassin versant. En plus, le krigeage/co-krigeage des paramètres X1 et X2 est fait séparément sur les séries de périodes de hautes et de basses eaux. Cette méthodologie permet d’effectuer des prévisions de simulation des ressources sur des bassins versants non-jaugés.

**Mot clés** : Niger, Modélisation, GR2M, SimulHyd, géostatistique

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Stations | Calibration | Estimation « hydro-géostatistique » |
| X1 | X2 | Nash | X1 | X2 | Nash |
| Kouroussa | 0.513 | 0.509 | 85.21 | 0.479 | 0.532 | 83.81 |
| Faranah | 0.499 | 0.497 | 65.05 | 0.62 | 0.477 | 48.15 |

Tableau 1 : Performance en calibration versus Estimation « hydro-géostatistique » des paramètres.

*[L’estimation des paramètres de modèles hydrologiques à travers la méthodologie hydro-géostatistique, est suivant l’hypothèse que le sous-bassin n’est pas jaugé. Ainsi, son application sur un bassin jaugé, sans prendre en considération les données de jaugeage de ce dernier, produit un jeu de paramètres qui conduira à une moindre performance du modèle hydrologique en validation que si ce modèle est directement calé avec les données de jaugeage du bassin versant (les débits mensuels). Pour le triplet (X1, X2, Nash), les variations obtenues du passage d’un modèle calé sur un bassin versant à travers les données de jaugeage de ce dernier à ce même modèle validant le jeu de paramètres estimés suivant l’hypothèse que le bassin n’est pas jaugé (méthodologie hydro-géostatistique) sont illustrées dans le* ***Tableau 1 ci-dessus*** *sur les sous-bassins de Kouroussa et de Faranah, sur le fleuve Niger. Le modèle utilisé est la version Semi-distribuée de SimulHyd avec coefficient de pondération sur WHC. À la station de Kouroussa, l’écart relatif absolu, du passage de la simulation (lors de la phase de calibration) à celle de la méthodologie « hydro-géostatistique », est respectivement 6.63% pour X1, 4.52% pour X2, et 1.64% pour le critère de Nash. Quant à la station de Faranah ces valeurs sont 24.25% pour X1, 4.02% pour X2, et 25.98% pour le critère de Nash. Ces valeur de Nash suggèrent une légère baisse de performance du modèles SimulHyd semi-distribué à la station de Kouroussa (1.64%), alors que cette baisse est relativement drastique à la station de Faranah (25.98%).]*