

## MODELISATION PLUIE-DEBIT A L'AIDE D'UN MODELE CONCEPTUEL GLOBALE : APPLICATION AU BASSIN D'OUED LAKHDAR (TAFNA-NW ALGERIEN)

GHERISSI Radia<sup>(1)</sup>, BOUANANI Abderrazak<sup>(2)</sup> et BABA-HAMED Kamila<sup>(3)</sup>

(1), (2) et (3) Laboratoire n°25, Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen  
[Hydro\\_rad@yahoo.fr](mailto:Hydro_rad@yahoo.fr), [a\\_bouananidz@yahoo.fr](mailto:a_bouananidz@yahoo.fr), [kambabahamed@yahoo.fr](mailto:kambabahamed@yahoo.fr)

**Résumé :** Les modèles hydrologiques sont aujourd'hui des outils indispensables à toute étude et recherche dans le domaine de l'estimation, de la valorisation, de la gestion des ressources en eau et des risques d'inondation. Ce travail s'inscrit dans le domaine de la modélisation de la transformation de la pluie en débit et de sa représentation à l'échelle annuelle et journalière du bassin versant de l'oued Lakhdar. Notre objectif principal est d'apprécier le fonctionnement d'un modèle de simulation des débits, celui du génie Rural (GR1A et GR4J). Cette étude de la relation pluie-débit est basée sur une série de données hydropluviométriques, mesurées au niveau de la station d'Oued Lakhdar. Les résultats obtenus par l'utilisation des modèles du Génie Rural (GR1A et GR4J) indiquent que les modèles à réservoir sont plus satisfaisants qu'un modèle de type boîte noire. En effet le modèle GR prend en compte la succession chronologique des phénomènes d'une part et l'influence des paramètres aussi bien climatiques (évapotranspiration) que celle physico-hydrogéologiques du bassin versant (humidité du sol et échanges externes).

**Mots-clés :** Modélisation pluie-débit, Oued Lakhdar (Chouly), GR1A, GR4J.

### I- INTRODUCTION

L'importance de l'eau en tant que support de vie et de facteur régulateur du développement d'un pays est universellement reconnue. Aussi est-il nécessaire de la quantifier et de la gérer aussi rigoureusement que possible. Dans ce contexte, on comprend alors aisément la nécessité de mettre au point des outils d'aide à la gestion et à la décision. Parmi les outils disponibles pour tenter d'utiliser au mieux cette ressource et suivre son évolution dans le temps et l'espace, on a les modèles pluie-débit qui ont pour

objectif de reproduire à l'échelle du bassin versant, les débits des fleuves et rivières à partir de la mesure ou de la simulation des pluies. L'objectif principal de ce travail est d'utiliser quelques mesures ponctuelles de débit d'un oued, pour estimer les paramètres d'un modèle pluie-débit. Nous proposons ici une voie nouvelle où sont combinées une information hydrologique régionale et une information locale issue de mesures ponctuelles. Pour ce faire, nous allons utiliser les modèles du Génie Rural (GR), que nous appliquons aux données annuelles et journalières du bassin versant de l'Oued Lakhdar (Isser- Tafna).

### II- METHODE

#### II.1- Structure du modèle et fonctionnement des modèles GR1A et GR4J

Le modèle GR1A est un modèle pluie-débit global à un seul paramètre ( $X$  adimensionnel) qui traduit l'influence d'une ouverture du bassin sur l'extérieur non atmosphérique (échange avec les nappes profondes ou les bassins adjacents). Il utilise en entrée la hauteur de pluie annuelle sur le bassin  $P$  (mm) et l'évapotranspiration potentielle  $E$  (mm). La structure du modèle est très simple puisqu'elle se résume à une simple équation (Eq.1), dans laquelle le débit  $Q_k$  de l'année  $k$  est proportionnelle à la pluie  $P_k$  de la même année, avec un coefficient d'écoulement dépendant de  $P_k$ , de la pluie  $P_{k-1}$  de l'année  $k-1$  et de l'évapotranspiration potentielle annuelle moyenne  $E$ . Le modèle s'écrit :

$$Q_k = P_k \left\{ 1 - \frac{1}{\left[ 1 + \left( \frac{0.7 P_k + 0.3 P_{k-1}}{X \cdot E} \right)^2 \right]^{0.5}} \right\}$$

Eq.1 [9]

Le modèle GR4J est un modèle pluie-débit global à quatre paramètres. Son développement a été initié au Cemagref au début des années 1980. Ce modèle a connu plusieurs versions, proposées successivement [6], [3], [8] et [10], qui ont permis d'améliorer progressivement les performances du modèle. C'est la version de [8] qui est présentée ici. Il utilise en entrée la hauteur de pluie moyenne sur le bassin versant P (mm) et l'évapotranspiration potentielle E (mm) [11].

### III- PRESENTATION DU BASSIN DEL'OUED LAKHDAR

Le bassin versant de l'Oued Lakhdar est un affluent de la Tafna (Fig. 1) situé à l'extrémité Nord Occidentale de l'Algérie. Il occupe une superficie de 288.91 Km<sup>2</sup> dont 170 Km<sup>2</sup> contrôlée par une station hydrométrique. Il a une forme allongée, son altitude moyenne est de 1130 m. Le relief est assez fort avec un Ig de Roche de 0.027 et une pente moyenne égale à 0.76%.

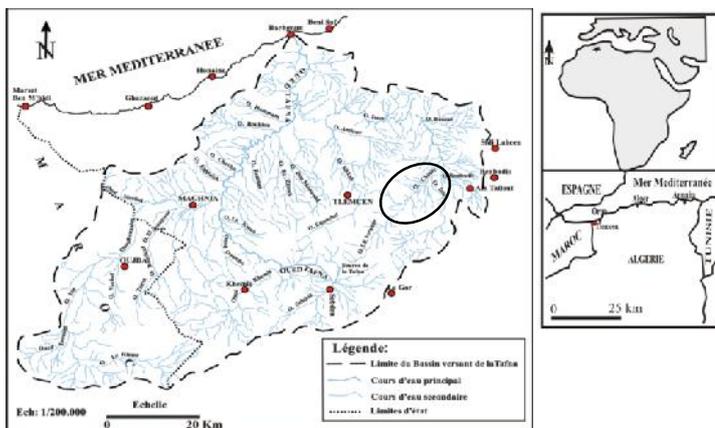


Figure 1 : Situation du bassin de l'Oued Lakhdar.

Le bassin versant de l'Oued Lakhdar est occupé principalement par des formations carbonatées calcaires, dolomies et marnes du Jurassique au nord du bassin surmontées par des argiles, des grès et des calcaires Crétacés. La série se termine par des alluvions Plio-quaternaires occupant le fond de la vallée de l'oued Lakhdar [2].

Le bassin jouit d'un climat semi-aride caractérisé par une saison pluvieuse et un été chaud et sec. La pluviométrie moyenne annuelle est évaluée à 426.78 mm/an (1959-2010). Le régime d'écoulement est irrégulier avec une lame d'eau annuelle moyenne écoulée de 55.21 mm soit un coefficient d'écoulement de 13.07% [5].

### IV- MODELISATION DE LA RELATION PLUIE-DEBIT

Pour prédire le débit d'une année ou d'un jour, nous avons utilisé à l'entrée les données de pluies observées (mm) et de débits (exprimés en lames d'eau écoulées (mm)) mesurées au niveau de la station de l'Oued Lakhdar. Pour l'évapotranspiration potentielle, nous avons pris celle calculée par la méthode de Turc pour le modèle GR1A et celle calculée par la méthode d'Oudin [7] pour GR4J à partir de séries de températures moyennes annuelles et journalières mesurées au niveau de la station de barrage Meffrouche en amont du bassin. Pour le calage du modèle nous avons utilisé les données des années suivantes (Tab. 1) :

Tableau 1 : Périodes de calage/validation pour les modèles.

	Annuel	Journalier
Calage	1970-1995	2000-2001
Validation	1995-2002	2002-2003

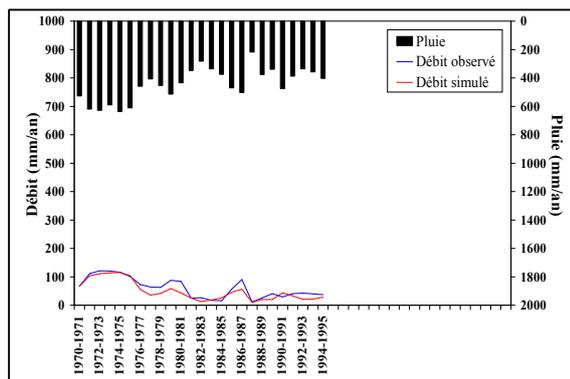
La procédure de calage a consisté à déterminer les paramètres optimisés à partir des différents critères de qualité. Nous avons retenu les paramètres pour lesquels les critères de qualité sont optimaux.

#### IV.1- Le modèle annuel GR1A

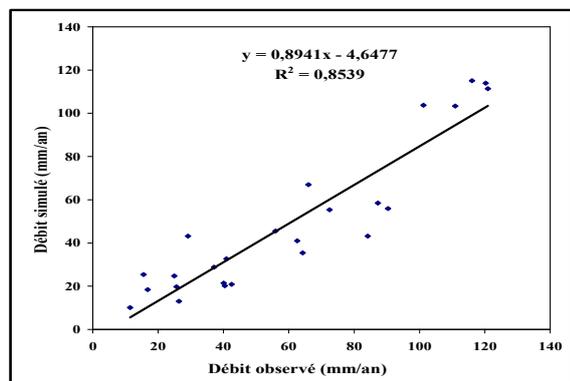
Le calage du paramètre X du modèle est réalisé manuellement en procédant au changement de sa valeur entre l'intervalle [0.13 ; 3.5] correspondant à un large échantillon de bassins versants dont la médiane est de 0.7 avec un intervalle de confiance à 90% [4].

Les résultats trouvés (Nash=71.6%, X=1, R=0.853) et la superposition des deux graphes, des débits simulés et calculés (Fig. 2a), dénotent d'un bon calage du modèle.

Pour la validation, le calcul est lancé en prenant pour le paramètre X la valeur trouvée lors du calage. Les valeurs trouvées des débits sont alors comparées aux valeurs observées par corrélation linéaire simple (Fig. 2b). Aussi, le coefficient de corrélation de 0.7 trouvé, confirme la validité du modèle.



a)- Visualisation de la qualité du calage.

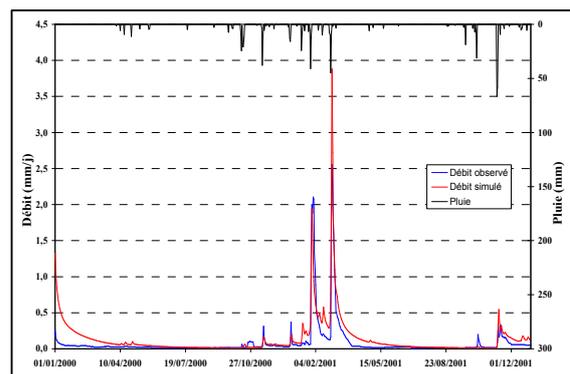


b)- Corrélation entre les débits observés et les débits simulés.

#### IV.2- Le modèle annuel GR4J

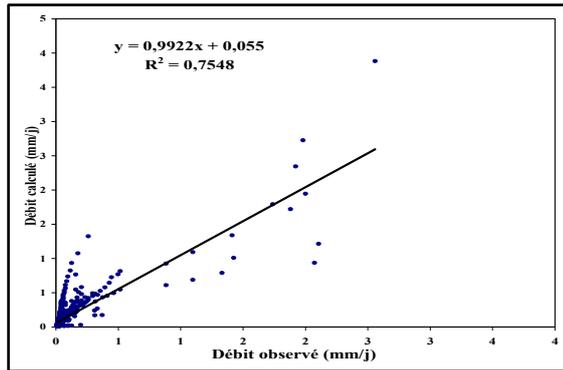
Pour le calage du modèle, nous avons procédé manuellement aux changements des valeurs des paramètres X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub> et X<sub>4</sub> plusieurs fois jusqu'à l'obtention des valeurs optimales du coefficient du critère de qualité de Nash-sutcliffe et du coefficient de détermination R<sup>2</sup> de la corrélation entre les débits calculés et ceux observés.

Les résultats (X<sub>1</sub>=387.61 ; X<sub>2</sub>=0.00 ; X<sub>3</sub>=35.87 ; X<sub>4</sub>=2.43 ; Nash=79.1 ; R<sup>2</sup>=0.754) est la bonne superposition des deux courbes, des débits simulés et calculés pour l'Oued Lakhdar (Fig. 3a), permettent de dire que le modèle est bien calé. Pour la validation, le calcul est lancé en prenant pour les paramètres X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub> et X<sub>4</sub> les valeurs optimisées lors du calage. Les valeurs des débits issues du modèle sont alors comparées aux valeurs observées par corrélation linéaire simple. Avec un coefficient de corrélation de 0.479, le résultat de la validation est faible, probablement du au faite qu'à partir de 1983, la région a connu une sécheresse qui a considérablement affectée les écoulements de surface et l'apport des sources.



a)- Visualisation de la qualité du calage.

**Figure 2** : Résultats obtenus par le modèle GR1A avec l'ETP de Turc.



b)- Corrélation entre les débits observés et les débits simulés.

**Figure 3 :** Résultats obtenus par le modèle GR4J avec l'ETP de Turc.

### V- CONCLUSION

Les paramètres du modèle à pas de temps annuel GR1A et journalier GR4J caractéristiques du bassin versant de l'Oued Lakhdar ont été déterminés. Leur optimisation a été obtenue pour des valeurs élevées de critères de qualité. La phase de validation a donné de très bons résultats pour le pas de temps annuel, confirmant le bon calage du modèle sur le bassin et l'excellente performance quant à l'utilisation du modèle GR pour un bassin à climat semi-aride méditerranéen. Par contre ce n'est pas le cas pour Le GR4J, ceci peut être due probablement à la sécheresse qui a frappé la région à partir de 1983 et qui a considérablement affecté les écoulements de surface et l'apport des sources.

### REFERENCES

- [1] Andreassian V., Charles P., Claude M. (2007). Modèles hydrologiques du Génie Rural (GR)-Cemagref, UR Hydrosystèmes et Bioprocédés, 16 p.
- [2] Benest M. (1985). Evolution de la plateforme de l'Ouest algérien et du Nord - Est Marocain au cours du Jurassique supérieur et au Crétacé: Stratigraphie, milieux de dépôts et dynamique sédimentaire. Doc. Lab. Géol., Univ, Lyon1. Fasc. I et II, 367 p.
- [3] Edijatno., Nasciment N.O., Yang X., Makhoul Z., Michel C. (1999). GR3J: a daily watershed model with three free parameters. Hydrological Sciences Journal, n° 44 (2), pp. 263-277.
- [4] Gerard L. (2010). Sensibilité des performances d'un modèle de prévision des crues au critère de calage. Mem. Master, Eau Environnement. INP Toulouse.
- [5] Gherissi R. (2012). Hydrologie et modélisation pluie-débit: cas du bassin versant de l'oued lakhdar (ex : chouly) tafna-nw algerien. Mem, Magister, Univ. Tlemcen, 143p.
- [6] Nascimento N.O. (1995). Appréciation à l'aide d'un modèle empirique des effets d'action anthropiques sur la relation pluie-débit à l'échelle du bassin versant. Thèse de Doctorat, CERGRENE/ENPC, Paris, 550 p.
- [7] Oudin L. (2004). Recherche d'un modèle d'évapotranspiration potentielle pertinent comme entrée d'un modèle pluie-débit global. Thèse de Doctorat, Cemagref. Ecole Nationale du Génie Rural, des eaux et des forêts, centre de Paris, 495 p., 13 fig.
- [8] Perrin C., Michel C., Andréassian V. (2003). Improvement of a parsimonious model for streamflow simulation. Journal of Hydrology 279 (1-4), pp. 275-289.
- [9] Perrin C., Michel C., Andréassian V. 2007. Modèles hydrologiques du Génie Rural (GR), rap. CEMAGREF. <http://www.cemagref.fr/webgr>. 16p.
- [10] Sossou S., Masseur B., Badji Ansou M., Edmond Nicaise .M., Ansoumana B., Kuruma M., Mariko A., Bamba F., Dacosta H., malou R., Barry A., Kane A., Fall awa n., HamAdoun S. (2011). Calage et validation des modèles hydrologiques GR4J et GR2M sur le bassin du Bafing en amont de Bafing-Makana : vers l'étude de l'impact du climat sur les ressources en eau de la retenue de Manatali. Journées scientifiques du 2iE, 6ème édition 2011, Compus 2iE Ouagadougou, 6 p., 4 fig.