2nd International Conference onWater Resources (ICWR)
21-22 November 2016

SIMULATION PREVISIONNELLE DES CRUES PAR UN SYSTEME HYBRIDE NEURO-ONDELETTES

ZakiAbda, Mohamed Chettih, BilelZerouali

Laboratoire de Recherche en Ressources en Eau, Sols et Environnement, Département de Génie Civil, Faculté de Technologie, Université Amar Telidji de Laghouat, B.P. 37 G, 03000 – Laghouat – Algérie.
Email :z.abda@lagh-univ.dz

Résumé :

La crue est un phénomène naturel qui constitue une menace susceptible de provoquer des pertes de vies humaines et de biens matériels. Elle peut également nuire à l'environnement et compromettre gravement le développement économique.

Au cours des ces deux dernières décennies, l'intelligence artificielle a été largement appliquée dans le domaine de l'hydrologie ainsi que dans beaucoup d'autres domaines de l'ingénierie hydraulique. La transformée en ondelettes est une technique très appréciée dans l'analyse des séries temporelles non stationnaires et particulièrement efficace pour les séries hydrologiques. Actuellement, l'application des systèmes hybrides intelligents dans différents domaines a montré de bonnes performances et une efficacité inégalée. A ce titre, nous proposons dans ce travail un modèle hybride neuro-ondelettes afin de modéliser la transformation pluie-débit pour la prévision des débits journaliers dans le bassin de l'Oued Hachemsitué dans la région de Cherchell dans la wilaya de Tipaza.

Les résultats obtenus sont très encourageants et meilleurs que ceux obtenus par les modèles à réseaux de neurones artificiels et les modèles statistiques traditionnels à régression linéaire multiple.

Mots clés : Simulation, Prévision, Débit, Réseau de Neurones, Neuro-Ondelettes, Oued Hachem.

1. INTRODUCTION :

En hydrologie, une représentation mathématique simplifiée de tout ou partie des processus du cycle hydrologique est indispensable. Donc les concepts hydrologiques sont exprimés en langage mathématique pour représenter le comportement correspondant observé dans la nature.

Les crues constituent l'un des plus importants risques naturels. Les dégâts qu'elles engendrent, les vies qu'elles emportent et la peur qu'elles suscitent ont poussé les chercheurs de s'en prémunir par différentes techniques. La modélisation du comportement hydrologique des bassins versants est essentielle pour réduire les dommages causés par les inondations. Les modèles pluie-débit sont des outils essentiels pour le calcul des crues de projet ou la prévision des crues à court terme.

Malgré les nombreuses recherches qui leur ont été consacrées, les modèles restent d'utilisation difficile et incertaine.

Au cours des dernières années, l'intelligence artificielledevienne un outil qu'est largement utilisé dans divers domaines en hydrologie, ont prouvées par plusieurs études les plus récentes à titre d'exemple sont ceuxRiad et al. (2004) ;Aytek et al. (2008) ; Pramanik et Panda (2009) ;Ramana et al. (2013) ;Mohanty et al. (2013) ;Zakhrouf et al. (2014) ;Ebtehaj et Bonakdari (2014).

2. METHODOLOGIE :

2.1Les réseaux de neurones artificiels (RNA) :

Les réseaux de neurones artificiels (RNA) peuvent être définis comme un modèle de raisonnement basé sur le cerveau humain. Ils font partie de la catégorie des modèles « boîtes noires ».

Les Perceptrons Multicouches (PMC) sont le type de RNA qui nous avons utilisés dans notre travail. Sont des réseaux de neurones est de loin le paradigme de RNA le plus populaire(Wu et al.2010), est un réseau non bouclé avec plusieurs couches. Se compose d'une couche d'entrée, une ou plusieurs couches cachées et une couche de sortie. Chaque couche contient des neurones propagés les signaux (connexions) dans une direction vers l'avant couche par couche et ne trouver pas de connexion des neurones de même couche.

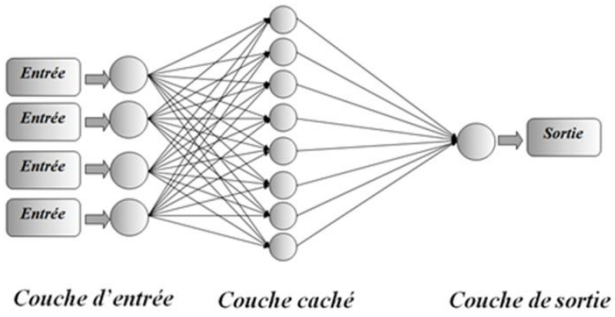

Figure 1.Structure des réseaux de neurones de type perceptron multicouche.

2.2La transformée en ondelettes :

La transformée en ondelettes est une méthode pour analyser les signaux non stationnaires à multirésolutionen temps et en fréquence domaines, est venu pour être la solution pour surmonter certaines des faiblesses dans la transformée de Fourier. Quipermet l'utilisation de longs intervalles de temps pour obtenir des informations de basse fréquence et des intervalles plus courts pour des informations de haute fréquence.La transformée en ondelettes décompose un signal de série temporelle en

plusieurs résolutions en contrôlant mise à l'échelle et le décalage pour résoudre le problème de coupe de signal.

3. PREVISION HYDROLOGIQUE :

La base de données contient des valeurs des pluies et des débits du bassin Oued Hachem situé dans la région de Cherchell dans la wilaya de Tipaza. Les données correspondent à la période de 7 ans d'observations quotidiennes des précipitations et de l'écoulement à partir du 1 Septembre 1983 au 31 Aout 1989.

Il faut séparer la base de données disponible en trois ensembles, pour ajuster les paramètres du modèle et obtenir les performances optimales. Un ensemble de 70 % des données pour la phase d'apprentissage du modèle, un ensemble de 30 % des données pour la phase validation et toute la série pour la phase de test du modèle.

Selon les vecteurs d'entrée utilisée, on prend (P_{t+1}, P_t, P_{t-1}) et (Q_t, Q_{t-1}, Q_{t-2}, Q_{t-3}, Q_{t-4}, Q_{t-5}) afin de former des modèles pour le développement du RNA. Leurs performances ont comparées afin de déterminer le meilleur modèle. RNA nous a données des meilleurs résultatsavec (P_{t+1}, Q_t, Q_{t-1}, Q_{t-2}, Q_{t-3}). pour le développement de l'approche neuro-ondelettesnous avons décomposé seulement la pluie du jour suivant (P_{t+1}) et le débit de jour précédent (Q_t)avec la méthode de transformé en ondelettes en 6 détails (D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6) afin de former des vecteurs d'entrés modéliser par RNA. Le système hybride neuro-ondelettes nous a données des meilleurs performances avec (D_1, D_2, D_3, D_4, D_5). Les résultats obtenus pour les phases apprentissage, validation et test. Pour les RNA et neuro-ondelettes sont résumés dans le tableau 1.

Modèle	Phase	ASE	E	R
RNA	***Apprentissage***	4.6036	0.8482	92.1204
	Validation	8.0174	0.5077	72.5711
	Test	5.6273	0.7847	88.6221
Neuro-Ondelettes	***Apprentissage***	2.0550	0.9322	96.6025
	Validation	6.7859	0.5833	77.3662
	Test	3.4737	0.8671	93.1878

Tableau 1. Paramètres statistiques de RNA et neuro-ondelettes dans les phases d'Apprentissage, Validation et Test.

Pour évaluer les performances des modèles neuro-ondelettes et RNA, une comparaison a été faite sur la phase de test avec le modèle classique de régression linéaire multiple (RLM). L'application de ce modèle a été faite sur le même ensemble de données d'entrée de RNA. Le tableau 2 présente les résultats obtenus par ces trois modèles.

Mèthode	*ASE*	*E*	*R*
RLM	6.4442	0.3637	60.3078
RNA	5.6273	0.7847	88.6221
Neuro-Ondelettes	**3.4737**	**0.8671**	**93.1878**

Tableau 2. Comparaison entre les Résultats obtenus par RNA et neuro-ondelettes par rapport à RLM sur la phase de Test.

4. CONCLUSION :

Les résultats obtenus dans cette étude indiquent que neuro-ondelettes a légèrement mieux que les RNA et RLM depuis les mesures de l'erreur moyenne des carrés (ASE) entre les valeurs des débits simulés et observés. C'est à dire la performance de neuro-ondelettes en prévision hydrologique dépasse celles des autres modèles.

Cette étude a indiqué que le système hybrideneuro-ondelettes est une meilleure technique pour capturer la relation d'entrée-sortie et pourrait être utilisée pour une bonne gestion de l'eau et surtout à réduire le risque d'inondationsdans les bassins hydrologiques.

Reference bibliographique :

Ali Aytek, M Asce and Murat Alp 2008.An application of artificial intelligence for rainfall–runoff modeling.J. Earth Syst. Sci. 117, No. 2, pp. 145–155.

Ebtehaj, I. and Bonakdari, H., 2014. Performance Evaluation of Adaptive Neural Fuzzy Inference System for Sediment Transport in Sewers,*Water Resour Manage*, 28:4765 – 4779.

Mohanty, S., Jha, M. K., Kumar, A., and Panda, D.K., 2013.Comparative evaluation of numerical model and artificial neural network for simulating groundwater flow in Kathajodi–Surua Inter-basin of Odisha, India,*Journal of Hydrology*, 495, 38–51.

Pramanik, N. and Panda, R. K., 2009. Application of neural network and adaptive neuro-fuzzy inference systems for river flow prediction, *Hydrological Sciences Journal*, 54:2, 247-260.

Riad, S., Mania, J., Bouchaou, L., and Najjar, Y., 2004.Rainfall-Runoff Model Using an Artificial Neural Network Approach, *Mathematical and Computer Modelling*, 40, 839-846.

R. VenkataRamana, B. Krishna, S. R. Kumar, N. G. Pandey (2013).Monthly Rainfall Prediction Using Wavelet Neural Network Analysis, *Water Resour Manage*, 27:3697 – 3711.

Wu, C.L., Chau, K.W., and Fan, C., 2010.Prediction of rainfall time series using modular artificial neural networks coupled with data-preprocessing techniques, *Journal of Hydrology*, 389, 146–167.

Zakhrouf, M., Chettih, M., and Mesbah, M., 2014. Adaptive neural fuzzy inference systems for the daily flow forecast in Algerian coastal basins, *Desalination and Water Treatment*, 52:10-12, 2131-2138.