

Analyse fréquentielle des débits de crues : Application aux bassins de l'Est Algérien

Amar MOUAS¹ et D. SOUAG²

¹ Laboratoire LEGHYD. Université des Sciences et Technologie Houari Boumediene Bab Ezzouiar
(amar.moua@gmail.com)

² Laboratoire LEGHYD. Université des Sciences et Technologie Houari Boumediene Bab Ezzouiar
(souagd@yahoo.fr)

RESUME. Cet article présente une étude de l'analyse fréquentielle des débits de crues de la zone du Nord-Est Algérien qui se subdivise en deux régions ; une région humide et une région semi-aride et aride. Utilisant les données hydrométriques de 28 stations (débit maximum journalier instantané) afin de choisir le modèle statistique adéquat pour chaque région. Basant sur sept modèles de distribution (exponentiel, Pareto généralisé, GEV, Gumbel, loi Normal, Lognormal et Pearson type III) et deux critères de comparaison et de sélection de modèle étant le critère d'information d'Akaike (AIC) et critère d'information bayésien (BIC), nous avons trouvé que la distribution log normale est la plus appropriée pour la région humide et la distribution exponentielle est préférable pour la région semi aride et aride.

MOTS-CLÉS : Analyses fréquentielles, crue, distributions statistique, catastrophes naturelles, régions aride et semi aride

ABSTRACT. This article presents a study of frequential analysis of floods in the North-East Algerian zone which subdivides in two areas; a wet area and a semi-arid and arid area. Using the hydrometric data of 28 stations (daily maximum instantaneous flow) in order to select the most adequate statistical distribution for each area. Basing on seven distribution models (the exponential, Pareto generalized, GEV, Gumbel, Normal, Lognormal and Pearson III) and statistical selection criteria, being the Akaike Information Criterion (AIC) and Bayesian Information Criterion (BIC). We noted that the log normal distribution is preferable for the wet area and the distribution of exponential is preferable for the arid area and semi arid.

KEY WORDS: Frequency analyses, flood, statistical distributions, natural disasters, arid and semi-arid regions

1. INTRODUCTION

L'Algérie est l'un des pays confrontés aux phénomènes de crue et d'inondation qui se manifestent de façon catastrophique constituant ainsi une contrainte majeure pour le développement économique et social, ces inondations sont les catastrophes naturelles les plus destructives et même les plus fréquents et provoquent d'importantes pertes en vies humaines [1]. L'étude de la conception des structures hydrauliques telles que les ouvrages de protection et de lutte contre les inondations, les barrages les déversoirs ...etc. nous incite à comprendre le comportement des écoulements extrêmes et le comportement hydraulique des bassins versants. Ce qui conduit à la connaissance des quantiles des débits de fréquences rares. Mais malheureusement, cette compréhension n'est pas possible sur tous les bassins, car beaucoup qui ne sont pas jaugés, et l'estimation de ces fréquences est difficile car les événements extrêmes par définition sont rares et les données disponibles localement proviennent souvent des observations de courte durée, insuffisantes pour pouvoir estimer les quantiles extrêmes de manière fiable. Cependant, dans beaucoup de cas, les données de débit enregistré du site en question sont tout à fait limité ou complètement absentes. Dans ces circonstances, pour remédier ce problème, on a recours à l'analyse fréquentielle régionale des crues, qui fréquemment adopté pour estimer le débit de crue de

conception [2, 3]. Ces méthodes suivent quelques étapes qui sont généralement : la détermination des régions homogènes, l'identification d'une fonction de distribution régionale et finalement la détermination des paramètres de cette distribution et l'estimation des quantiles des débits. Notre objectif dans ce travail est d'identifier la ou les loi(s) de distribution statistique appropriée(s) à la zone d'étude.

2. LOIS DE DISTRIBUTION ET CRITERES DE COMPARAISON

Parmi les différentes distributions, la distribution log normale est celle qui est le plus souvent utilisée en Algérie dans l'analyse fréquentielle des débits extrêmes [6, 7, 8]. Dans cette étude, on va faire la comparaison entre sept (07) lois de distributions de probabilité à savoir : loi exponentielle, loi Pareto généralisé, loi GEV, loi Gumbel, loi Normal, loi Log normal et loi Pearson type III. Ce sont les lois les plus utilisées pour modéliser les débits de crues.

Le choix d'une loi de probabilité pour représenter une variable donnée dépend de plusieurs facteurs. Il existe différentes procédures permettant de comparer les ajustements de lois de probabilités et de sélectionner celle qui s'ajuste le mieux aux données. Dans cette étude, la sélection est faite sur la base de deux critères statistiques : le critère d'information d'Akaike (AIC) et le critère d'information bayésien (BIC).

Tableau 1 : critères de comparaison

Critère d'information d'Akaike	Critère d'information bayésien
$AIC = -2\log(L) + 2k$	$BIC = -2\log(L) + 2k \ln(n)$

Où L est la vraisemblance, k le nombre de paramètres et n la taille de l'échantillon

Les meilleurs ajustements correspondent aux plus faibles valeurs.

4. REGION ET DONNEES D'ETUDE

Cette zone est lotie de plus de cinquante stations hydrométrique composant le réseau hydrométrique, parmi lesquelles les 28 stations que nous avons retenues. Les bassins versant sont les suivant : Côtiers Constantinois, Chott hodna, Chott Melrhir, Hauts plateaux Constantinois, Kebir Rhumel, Medjerdah, Seybouse et Soummam. La région d'étude est située au Nord Est de l'Algérie, elle est limitée au Nord par la mer méditerranée, à l'Ouest les bassins de Côtiers Algérois, Isser, Cheliff et Zahrez, à l'Est par la frontière algéro-Tunisienne et au Sud le grand bassin versant Sahara. la zone d'étude se divise en deux grande régions celle de la région humide (B.V. côtier constantinois, soummam, Seybouse et une partie de Kebir Rhumel et Medjerdah) et la région semi aride et aride (B.V. Chott hodna, Chott Melrhir, Hauts plateaux Constantinois) ; nous avons donc regroupé les stations hydrométriques suivant l'appartenance de l'étage bioclimatique afin de mettre en évidence les similitudes régionales au niveau des distributions (voir fig. 1). Les stations couvrant la zone

d'étude disposent de séries d'observations de tailles allant entre 18 et 50 années et présentent des données manquantes. Dans cette étude notre analyse se base sur des données réelles c'est-à-dire qu'aucune extrapolation pour combler les lacunes n'a été faite. Néanmoins, une analyse descriptive des données ainsi que les tests pour vérifier l'homogénéité, la stationnarité et l'indépendance des séries ont été préalablement effectués.

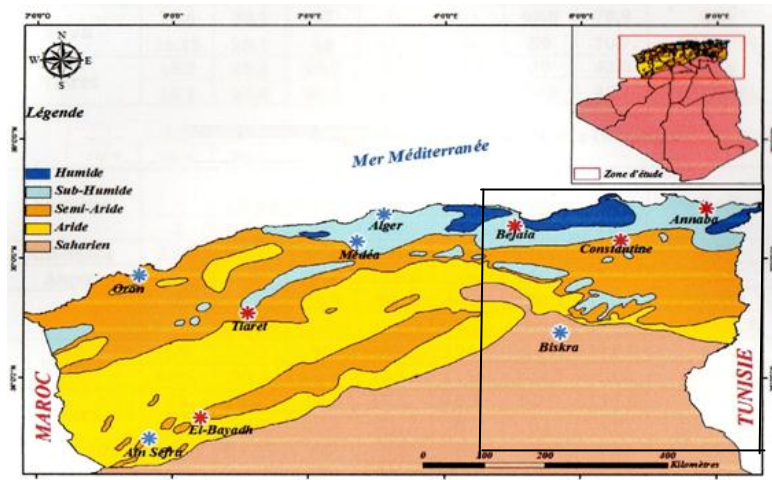


Figure 1. Carte bioclimatique montrant les régions humides et arides

5. RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les tableaux 1 et 2 donnent du critère d'Akaike (AIC) et du critère Bayésien (BIC) obtenus à partir de l'ajustement des 7 distributions aux débits de crues observés aux différentes stations.

Tableau 2. Comparaison des ajustements des différentes lois statistiques

Modèle	Nb de paramètre	030901		05 03 01		06 18 11		07 04 01	
		BIC	AIC	BIC	AIC	BIC	AIC	BIC	AIC
Exponentielle	2	343.309	340.574	318.551	315.816	173.14	171.60	399.754	396.643
Log normale	2	341.72	338.99	325.92	323.19	174.98	173.44	406.409	403.298
Gumbel	2	367.078	364.344	329.303	326.568	177.30	175.75	398.044	394.933
Pearson type III	3	-	-	323.250	319.148	180.83	178.51	401.258	396.592
GEV	3	360.831	356.730	329.096	324.994	180.71	178.39	401.526	396.860
Normale	2	382.837	380.103	340.744	338.010	179.30	177.76	401.194	398.083
Pareto	2	-	-	-	-	174.70	173.16	-	-

Tableau 3. Comparaison des ajustements des différentes lois statistiques

Modèle	Nb de paramètre	10 04 03		12 01 01		14 05 01		15 01 06	
		BIC	AIC	BIC	AIC	BIC	AIC	BIC	AIC
Exponentielle	2	343.039	340.374	202.934	201.153	532.239	528.763	310.797	308.526
Log normale	2	343.411	340.746	204.250	202.469	534.121	530.645	321.410	319.139
Gumbel	2	360.821	358.156	213.224	211.443	544.718	541.243	313.406	311.135
Pearson type III	3	357.142	353.145	213.092	210.421	542.359	537.146	316.610	313.201
GEV	3	361.037	357.040	214.737	212.066	546.494	541.281	317.004	313.597
Normale	2	371.748	369.083	219.689	217.909	558.224	554.748	317.949	315.678
Pareto	2	-	-	206.926	205.145	533.345	529.870	307.234	304.963

- Toutes les distributions de probabilités s'ajustent bien à tous les échantillons de la région d'étude. Cependant, les critères statistiques n'ont pu être calculés pour certains ajustements car la méthode d'estimation n'admet pas de solutions pour ces échantillons.

- Pour la première région ; sur 18 station hydrométrique situées dans la région semi-aride et aride, la distribution exponentielle est la plus adéquate pour 15 stations (83%) tandis que la distribution Pareto donne des les valeurs les plus faible du CIA et du BIC seulement pour 3 stations (16%).
- Pour la deuxième région humide qui contient dix stations hydrométriques, on trouve que les échantillons s'ajustent bien à toutes les lois de distributions statistiques; dans cette région nous avons choisi la distribution Log normale comme meilleur loi car pour 50% (5 stations sur 10) des stations elle présente les meilleurs résultats en termes de CIA et BIC.

6. CONCLUSION

La compréhension du comportement probabiliste des écoulements extrêmes et l'évaluation des quantiles des débits présente un intérêt indéniable dans beaucoup de projets d'aménagement, de planification et de gestion de la ressource en eau. Ce travail présente une analyse des distributions de fréquences des débits de crues réalisée sur plusieurs bassins de l'est algérien afin de définir le ou les meilleurs modèles statistiques appropriés pour cette région d'étude, pour l'estimation des débits de crues de projets. La comparaison des critères de sélections de modèle a fait sortir la distribution Log normale comme meilleure distribution pour toutes les stations de la région humide, par contre la meilleure distribution pour la région semi aride et aride est la loi exponentielle.

REFERENCES

- [1] LHLAH Salah. Les inondations en Algérie. Actes des journées techniques/Risques naturels : Inondation, prévision, Protection/ Batna 15/16 Octobre 2004.
- [2] M. Zaman, A. Rahman a and K. Haddad. Regional flood modelling in arid and semi-arid regions in Australia. 19th International Congress on Modelling and Simulation, Perth, Australia, 12–16 December 2011. <http://mssanz.org.au/modsim2011>.
- [3] Mohammad A. Zaman, Aatur Rahman, Khaled Haddad. Regional flood frequency analysis in arid regions: A case study for Australia. *Journal of Hydrology* 475 (2012) 74–83
- [4] YAHIAOUI ABDELHALIM. Inondation Torrentielles Cartographie des Zones Vulnérables en Algérie du nord (cas de l'oued Mekerra de Sidi Bel Abbès). Thèse Doctorat en Hydraulique. Ecole nationale Polytechnique.
- [5] Gilard O. et Gendreau N (1998). Inondabilité : une méthode de prévention raisonnable du risque d'inondation pour une gestion mieux intégrée des Bassins Versants, *Revue des sciences de l'eau*, 3 (1998), 499-444.
- [6] Djamel BOUTOUTAOU, Fares BELAGOUNE et Sofiane SAGGAÏ. Etude des crues des bassins versants arides et semi-arides de l'Algérie. Bassins, d'El Honda, de Chott Melghir et des Hauts plateaux (Bassins : 05-06-07). *Annales des Sciences et Technologie* Vol. 3, N° 1, Juin 2011.
- [7] BELAGOUNE FARES. Étude et modélisation des crues des cours d'eaux en milieu semi aride « Cas des grands bassins versants 05, 06 et 07 ». Thèse de doctorat. Université Kasdi Merbah Ouargla faculté des sciences et de la technologie et sciences de la matière
- [8] MEHAIGUENE Madjide. Etude des étiages et des débits de base au Nord-Ouest de l'Algérie. Thèse doctorat de l'Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique.
- [9] Azzedine MEBARKI. HYDROLOGIE DES BASSINS DE L'EST ALGERIEN : RESSOURCES EN EAU, AMENAGEMENT ET ENVIRONNEMENT. THESE DOCTORAT D'ETAT. Université Mentouri de Constantine faculté des sciences de la terre, de la géographie et de l'aménagement du territoire, département de l'aménagement du territoire.
- [10] BOUZID Bochra Wiam. Une étude des événements climatiques extrêmes sur le Nord de l'Algérie et de leur évolution futur. Thèse de magister en sciences de la terre Spécialité : Climatologie- Environnement et Développement (USTHB).