



## Construction des Courbes Intensité–Durée–Fréquence du Bassin Versant de Tamalout (Haute Moulouya – Maroc)

Abdelaziz SEHLI (Doctorant)

Abdelkader SBAAI (Professeur)

Département de Géographie. Faculté des Lettres et Sciences Humaines  
Université Mohammed Premier, Oujda–Maroc

### Résumé

La gestion de l'eau est transversale à toutes les disciplines scientifiques : géographie, biologie, écologie, génie civil, minier ou agroenvironnemental, etc.

A travers cet article, on a appliqué un modèle de courbes intensité-durée-fréquence (IDF) pour le sous bassin versant de Tamalout - situé en extrême amont sud du grand bassin de la Moulouya (Maroc oriental). Il s'agit de résultats de simulation très utiles et souvent utilisés comme outil de gestion et d'aide au dimensionnement d'ouvrages hydrologiques et hydrauliques. Ainsi ces résultats ouvrent des perspectives d'application pour d'autres sous bassin versant formant le grand bassin de la Moulouya.

**Mots clés** : Bassin versant, courbes intensité-durée-fréquence, dimensionnement.

### Absract

Water management cuts across all scientific disciplines: geography, biology, ecology, civil, mining or agro-environmental engineering, etc.

Through this article, we applied a model of intensity-duration-frequency (IDF) curves for the Tamalout sub-watershed - located in the extreme southern upstream of the large Moulouya basin (eastern Morocco). These are very useful simulation results and often used as a management tool and to assist in the design of hydrological and hydraulic structures. These results thus open up prospects of application for other sub-watersheds forming the large Moulouya basin.

**Mots clés** : Bassin versant, courbes intensité-durée-fréquence, dimensionnement.



## INTRODUCTION

La gestion intégrée des ressources en eau par bassins versants vise la planification et la meilleure harmonisation des mesures de protection et d'utilisation des ressources en eau, c'est un processus permanent basé sur la concertation de l'ensemble des décideurs, des usagers et de la société civile, et ce, dans une optique de développement durable.

L'enjeu majeur pour les décideurs et gestionnaires des risques liés à l'eau est la protection contre les inondations

Pour réduire le risque inondation, il existe deux principaux leviers, le premier est la gestion réglementaire qui vise à travers la mise en place de plans de prévention, à réduire l'exposition des populations. Le second est la gestion structurelle qui vise à partir d'aménagements hydrauliques, à réduire les effets de l'aléa naturel liés aux fortes pluies et aux crues.

Le manque de données et d'outils d'aide au dimensionnement d'ouvrages hydrauliques rend difficile la mise en place d'une gestion structurelle adaptée. Comme elles sont une composante majeure de la construction des pluies de projet. Les courbes IDF (Intensité–Durée–Fréquence) présentent l'évolution de l'intensité de la pluie en fonction de sa durée (de quelques minutes à quelques heures) et de la fréquence de la pluie exprimée en période de retour.

L'analyse statistique des intensités de pluie extrêmes à partir de séries de mesures pluviométriques permet l'élaboration des courbes IDF

Les mesures issues de stations pluviométriques in-situ sont le plus couramment utilisées pour estimer les courbes IDF qui présentent un outil très demandé pour l'aide au dimensionnement des ouvrages hydrauliques. La définition d'une pluie de projet est à la base du dimensionnement des ouvrages. Cette pluie, généralement fictive, est définie par un hyétogramme synthétique qui représente l'intensité de la pluie sur une durée donnée. Une fréquence statistique, exprimée le plus souvent en période de retour, est affectée à la pluie de projet et dépend des objectifs de protection visés.

Pour une fréquence donnée, les caractéristiques d'une pluie de projet sont tributaires de la durée de la pluie, l'intensité maximale de la pluie et la hauteur totale de la pluie.

La durée est fixée par rapport au temps de concentration du bassin versant drainé par l'ouvrage. Cette durée peut être de quelques minutes à quelques heures.

On présente dans cet article une approche qui permet de mieux exploiter les données de précipitations disponibles.



## Localisation du site

Le sous bassin versant de Tamalout appartient au grand bassin de la Moulouya (Maroc oriental), il est à son extrême amont sud. Sa superficie est de 622 Km<sup>2</sup>.

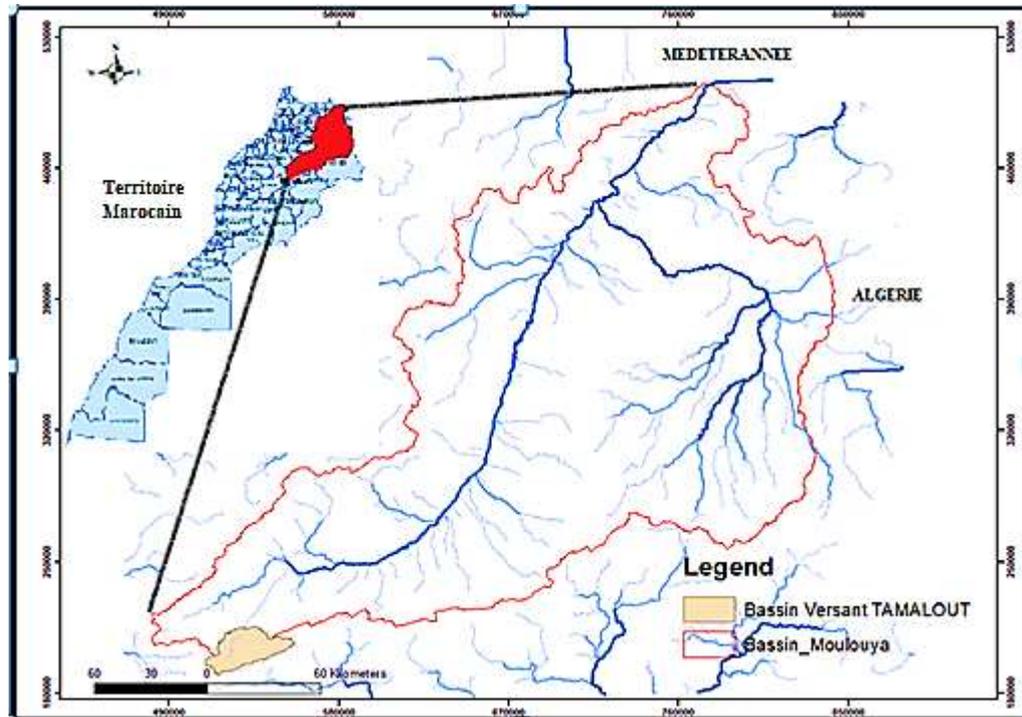


Figure 1 : Localisation du Bassin versant de Tamalout

## DONNEES

Les données utilisées (Agence du Bassin Hydraulique de la Moulouya et complémentation avec les données d'autres services disposant de moyens de mesures), ont concerné les enregistrements des pluies journalières maximales au niveau de deux stations hydrologiques contrôlant le bassin en question et qui sont : Lougah et Anzaroufounass (Figure 2).

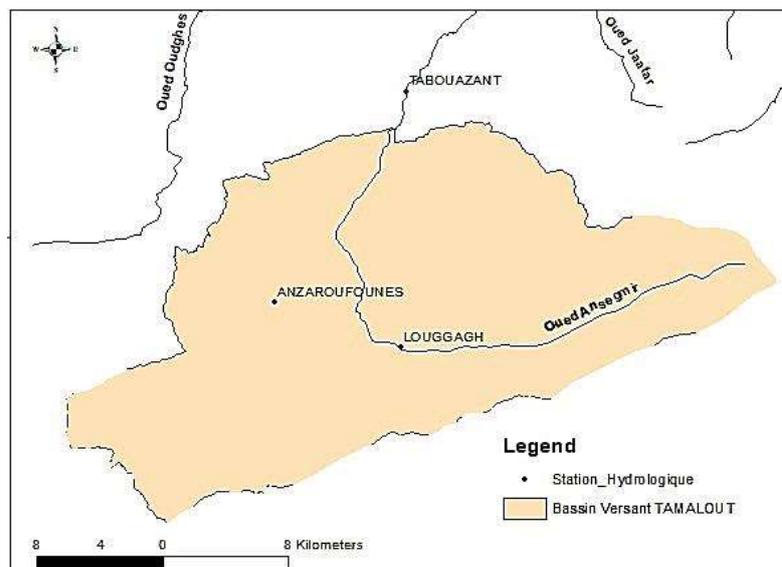




Figure 2 : stations contrôlant le Bassin versant de Tamalout

On a procédé aux calculs des moyennes arithmétiques des Pjmax des deux stations durant la chronique considérée (1990-2020)

Le récapitulatif de la statistique effectuée sur l'échantillon (tableau...), déclare une moyenne de 30mm comme pluie journalière maximale moyenne pour le bassin versant de Tamalout. Le maximum est de 56mm et le minimum est de 14mm.

Tableau 1 : statistique de base sur les moyennes arithmétiques des Pjmax des trois stations

(Bassin versant de Tamalout)

Nombre de données	31
Minimum (mm)	14
Maximum (mm)	56
Moyenne (mm)	30
Ecart type (mm)	12
Médiane (mm)	27
Coefficient de variation	0.38

## METHODE

Dans de nombreux projets de conception hydrologique, la première étape consiste à déterminer l'événement pluvieux à utiliser. L'événement est hypothétique et est généralement appelé événement de tempête de conception. L'approche la plus courante pour déterminer l'événement de tempête de conception implique une relation entre l'intensité (ou la profondeur) des précipitations, la durée et la fréquence (ou la période de retour).

### Equations pour les courbes IDF

Les courbes IDF peuvent également être exprimées sous forme d'équations empiriques :

$$i = \frac{KT^a}{(t + b)^n}$$

Où

$i$  : est l'intensité des précipitations en mm/h.

$T$  : est la période de retour en années.



$t$  est la durée de la tempête en heures, et  $K$ ,  $a$ ,  $b$  et  $n$  sont des coefficients variant selon l'emplacement

### Étapes de l'analyse IDF

On cherche à Calculer la profondeur  $X_T$  de tempête de conception D-hr T-année, en utilisant l'équation du facteur de fréquence suivante :

$$X_T = \bar{X} + K_T \times \sigma$$

Où

$\bar{X}$ ,  $\sigma$  et  $K_T$  sont respectivement la moyenne, l'écart type et le facteur de fréquence.

Les valeurs  $K_T$  sont calculées pour différentes périodes de retour en utilisant la distribution de Gumbel :

$$K_T = - \frac{\sqrt{6}}{\pi} \times \left\{ 0.5772 + \text{Ln} \left[ \text{Ln} \left( \frac{T}{T-1} \right) \right] \right\}$$

Les données de précipitations sont converties en intensité en divisant les précipitations par leur durée ( $i=P/t$ ) et en répétant les étapes pour différentes durées de tempête de conception. A la fin des calculs les courbes IDF peuvent être construites.

### RÉSULTATS, ANALYSE ET DISCUSSION

Avant de présenter les résultats pour les courbes IDF, l'analyse fréquentielle ci-dessous peut jeter plus de lumière sur les caractéristiques de notre échantillon. L'analyse statistique nous a amené à classer des intervalles de fréquence des pluies maximales journalière enregistrés au niveau du bassin de Tamaloute (figure3). Les  $P_{jmax}$  de 14 à 21mm ainsi que celles comprises entre 21 et 28mm ont une même fréquence de 8/31, c'est-à-dire **25,80%**. En deuxième rang, les  $P_{jmax}$  entre 35 et 42mm présentent un rapport de 6/31 (**19,35%**). Les  $P_{jmax}$  de 28 et 35mm, ainsi que celles de 42 à 49mm représentent respectivement **12,90%** et **6,45%**. le maximum des  $P_{jmax}$  entre 49 et 56mm enregistré durant 31 ans représente **9,6%**.

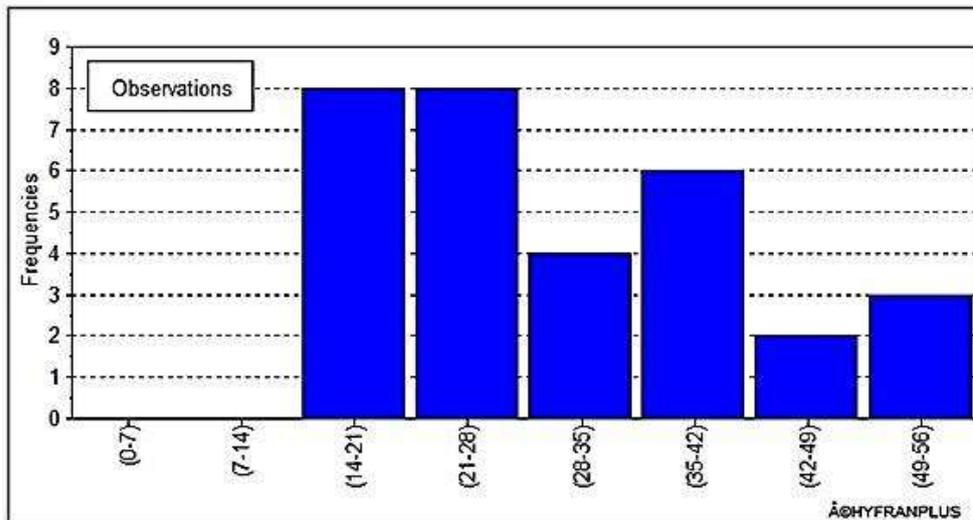


Figure 3 : statistique des fréquences des Pjmax (Bassin versant de Tamaloute)

La courbe chronologique des enregistrements des pluies journalières maximales de 1990 à 2020, montre que 45mm est un seuil que son dépassement est très rare (Figure 4).

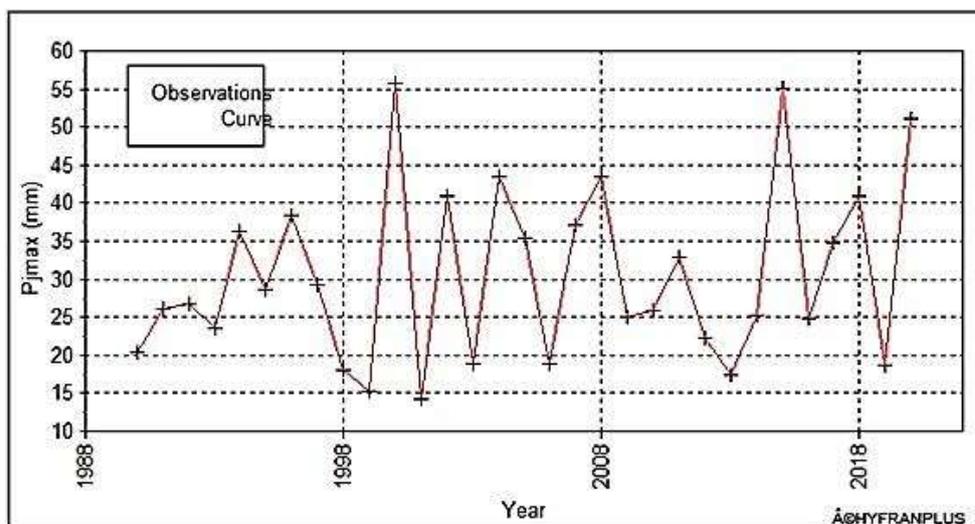


Figure 4 : les courbes chronologiques des Pjmax (Bassin versant de Tamalout)

En considérant les étapes des calculs servant à la construction des courbes IDF – méthode usuelle déjà expliqués auparavant, on a trouvé les moyennes pour différentes durées (tableau 2), ainsi que les écarts types correspondants (tableau 2).



Tableau 2 : résultat de calcul des moyennes des Pjmax et leurs écarts types

	5 min	10 min	15 min	30 min	60 min	120 min	720 min	1440 min
Moyennes	4,62	5,82	6,66	8,39	10,57	13,32	24,20	30,49
Écarts types	1,75	2,20	2,52	3,18	4,00	5,04	9,16	11,54

Les valeurs  $K_T$  (tableau 3), sont calculées pour différentes périodes de retour en utilisant la distribution de Gumbel :  $K_T = - \frac{\sqrt{6}}{\pi} \times \left\{ 0.5772 + \text{Ln} \left[ \text{Ln} \left( \frac{T}{T-1} \right) \right] \right\}$

Tableau 3 : résultat de calcul du facteur de fréquence  $K_T$

Période de retour (ans)	2	10	25	50	75	100
$K_T$	-0,16434	1,305071	2,0446	2,593296	2,912196	3,1379

Ainsi, les intensités pour chaque fréquence et selon chaque durée (de 5min à 24 heures) sont obtenues (Tableau4)

Tableau 4 : résultat de calcul des Pjmax selon chaque période de retour et pour chaque durée.

Temps (min)	2a ns	10 ans	25 ans	50a ns	75a ns	100 ans	Période de retour
5	51,95	82,77	98,27	109,78	116,46	121,20	Intensité (mm/durée)
10	32,73	52,14	61,91	69,15	73,37	76,35	
15	24,98	39,79	47,24	52,77	55,99	58,26	



30	15,73	25,07	29,76	33,25	35,27	36,70
60	9,91	15,79	18,75	20,94	22,22	23,12
120	6,24	9,95	11,81	13,19	14,00	14,57
720	1,89	3,01	3,58	4,00	4,24	4,41
1440	1,19	1,90	2,25	2,52	2,67	2,78

### Construction des courbes IDF

En exploitant les résultats (Tableau 4), les courbes IDF (figure5) se présentent comme suit :

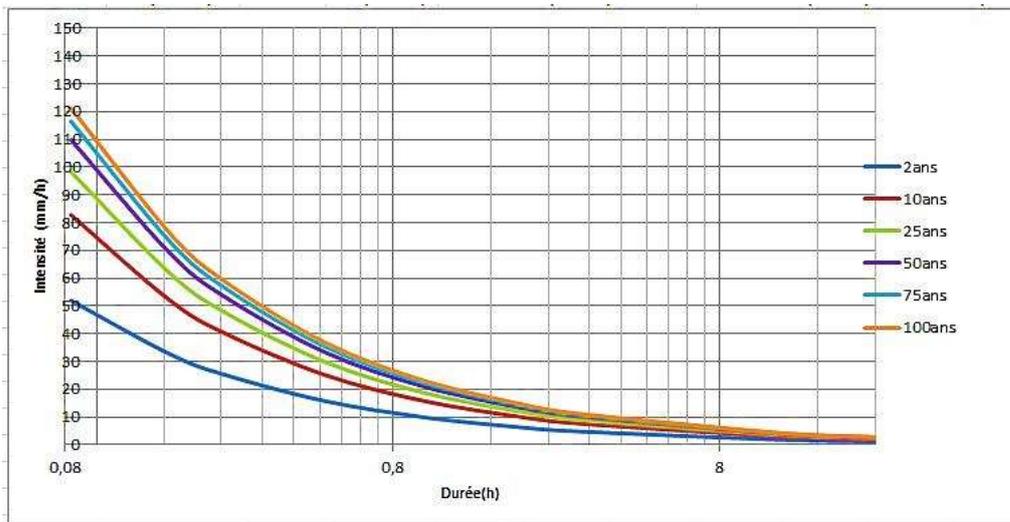


Figure 5 : les courbes IDF propres au Bassin versant de Tamalout)

A partir de ces courbes constituant la base de dimensionnement d'ouvrages hydraulique, et en fixant la période de retour selon le type d'aménagement, on peut trouver les débits transitant au niveau des points de calcul, et ce, après détermination du temps de concentration caractérisant la réponse hydrologique du bassin versant étudié.



## CONCLUSION

À l'aide des techniques statistiques et données d'observations, les courbes intensité-durée-fréquence (IDF) sont des outils graphiques qui décrivent la probabilité d'une série d'événements de précipitations extrêmes. elles peuvent être utilisées directement en entrée de modèles hydrologiques simples (méthode rationnelle ou méthode des pluies par exemple) pour déterminer la probabilité de défaillance d'ouvrages de stockage ou d'évacuation des eaux pluviales. En appliquant la méthodologie appropriée à cette affaire sur le bassin versant de Tamalout, on est arrivé à construire les courbes IDF correspondantes. Les résultats ainsi obtenus, peuvent être exploités pour la connaissance d'apport journalier à partir de l'intensité marquant l'évènement pluvieux, aussi, il s'agit d'une introduction première au calcul du débit de point et au dimensionnement d'un tel ouvrage hydraulique



## RÉFÉRENCES

- Al-Awadi A T Assessment of intensity duration frequency (IDF) models for Baghdad city, Iraq 2016 American-Eurasian Network for Scientific Information (AENSI Publication) 12 7-11 Butler D and Davies J W 2011 Urban Drainage (London and New york: Spon Press)
- Dar A Q, Maqbool H and Raazia S 2016 Proc. of The 4th Int. Con. on Advancements in Engineering and Technology (ICAET-2016) (Sangrur) vol 57 (EDP Sciences) pp 80-274.
- Rahman M M Development of rainfall intensity-duration-frequency relationships from daily rainfall data for the major cities in Bangladesh based on scaling properties 2015 IJSRD International Journal for Scientific Research & Development.
  - [https://www.youtube.com/watch?v=YCYSRRog\\_zo](https://www.youtube.com/watch?v=YCYSRRog_zo).
  - <https://www.youtube.com/watch?v=8YLmeGkrZoI>.
  - <https://www.youtube.com/watch?v=8YLmeGkrZoI>