

## **Approche méthodologique de calcul du débit pluvial en cas d'insuffisance de données.**

### **Cas de la région de Tipaza. Algérie.**

Bouaïchi<sup>1</sup> Ilhem, Touaïbia<sup>1</sup> Bénina, & Fouzia Dernouni<sup>2</sup>

<sup>1</sup>. Laboratoire d'Hydrologie. Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique Blida. Algérie. touaibia@yahoo.fr

<sup>2</sup>. Laboratoire d'Hydraulique urbaine. Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique Blida. Algérie. Fdernouni@yahoo.fr

**RESUME :** L'objectif de ce travail consiste en une approche de régionalisation de l'exposant climatique entrant dans le calcul du débit pluvial pour le dimensionnement des réseaux d'assainissement en cas d'insuffisance de données. Les averses ponctuelles sont étudiées permettant de construire les courbes d'intensité – durée – fréquence.

L'interpolation linéaire par la méthode de Thiessen et l'analyse multivariée ont été utilisées pour la détermination de cet exposant aux stations pluviométriques dépourvues en pluviographes. L'approche de régionalisation par la méthode du krigeage a permis la création d'une carte d'isovaleurs d'exposant climatique dans la région de Tipaza, sujette aux inondations torrentielles.

**Mots clés :** Exposant climatique. Averses torrentielles. Tipaza.

**ABSTRACT :** L'objective of this work consists of an approach of regionalization of the climatic exposant using the calculation of the flow for the dimensioning of the networks of cleansing in the event of insufficiency of data. The specific downpours are studied making it possible to build the curves of lasted – intensity – frequency.

The linear interpolation by the method of Thiessen and the multivariate analysis were used for the determination of this exhibitor at the pluviometric stations deprived out of recording rain-gauges. The regionalization approach by the method of the kriging allowed the creation of a chart of isovaleurs of climatic exposant in the area of Tipaza prone to the flash floods.

**Key words .** Climatic exposant. Averses torrentielles. Tipaza

## **INTRODUCTION**

En Algérie, le problème des inondations en milieu urbain surgit souvent en raison d'un sous dimensionnement du réseau d'assainissement lié soit à un manque d'information ou à un manque d'étude appropriée conséquente quant aux pluies de courte durée.

La connaissance des observations pluviométriques constitue le seul outil pour la compréhension du comportement hydrologique d'un événement. Ainsi, il devient impératif de connaître les techniques appropriées pour obtenir le maximum d'information sur les échantillons, évaluer la qualité des conclusions déduites et quantifier le risque provenant d'une généralisation à partir de données partielles.

Les cumuls journaliers collectés sur les réseaux pluviométriques constituent l'essentiel de l'information acquise sur des périodes plus ou moins longues et des zones plus ou moins étendues. Son acquisition dépend essentiellement de la densité du réseau pluviométrique (Remeineras, 1979).

La cartographie directe des champs pluviométriques n'a de sens qu'au-delà d'une durée d'intégration, fonction à la fois, de la structure et du nombre des averses d'une part et de la densité de réseau d'autre part. Elle reste un outil d'investigation indispensable pour toute aide à la décision.

La cartographie passe par la régionalisation dont l'objectif serait d'extraire de cet ensemble d'information, les paramètres pluviométriques nécessaires pour l'élaboration de cartes d'isovaleurs.

La région de Tipaza a constitué notre champ expérimental ayant pour objectif la régionalisation de l'exposant climatique **b**, entrant dans le calcul du débit pluvial.

## **PRESENTATION DE LA REGIONALISATION**

Dans les pays en voie de développement, l'information hydrologique possède, en plus des erreurs traditionnelles dites systématiques, des incertitudes supplémentaires dues au manque d'uniformité dans la distribution du réseau de mesure, à la quasi-inexistence d'observations sur les bassins de faible superficie, à la faible quantité des données enregistrées et enfin au manque chronique de moyens financiers qui fréquemment paralyse les jaugeages et augmente les défaillances des séries continues (Touaibia,2004).

La régionalisation des variables hydrologiques est un ensemble de procédures méthodologiques cherchant à exploiter au maximum les données existantes dans une région pour mieux les estimer et les étendre en des lieux où les données sont inexistantes (Le Barbe et als, 1992).

Néanmoins, le problème que pose la régionalisation des paramètres hydrologiques est donc l'élaboration de méthodes qui permettent, compte tenu de l'information disponible, d'aboutir à des descriptions régionales, directement utilisable par les différents acteurs de l'eau.

## **PRESENTATION DE LA REGION DE TIPAZA**

La région de Tipaza est une région côtière située à l'Ouest de la capitale Alger. Elle s'étend sur 120 Km environ à partir de la commune de Douaouda du côté Est, jusqu'à celle de Damous du côté Ouest sur une largeur de 20 Km environ vers le Sud. Elle se situe dans le grand bassin versant (02) du côtier Algérois comprenant lui-même 22 sous-bassins (Fig.1).

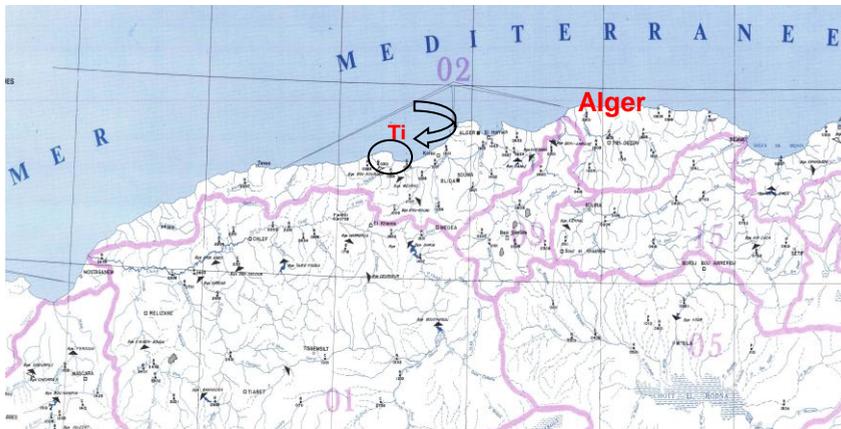


Fig. 1. Zone d'étude

La zone étudiée, d'une superficie de 3580 Km<sup>2</sup> est équipée en 33 Pluviomètres et 6 Pluviographes.

Tipaza, ville côtière et touristique connaît chaque année des inondations suite aux averses torrentielles. Le réseau d'assainissement de type unitaire ne supporte plus les débits pluviaux. Etant en pente, chaque averse crée un débit de ruissellement chargé, d'autant plus qu'à l'amont, la région de Tipaza jouit d'une agriculture d'autosubsistance.

## **CONSTITUTION DE LA BANQUE DES DONNEES**

La région de Tipaza possède un réseau de mesure météorologique très lâche datant de l'ère coloniale dont la majorité de ses stations a connu

des ruptures dans leurs mesures. 39 stations pluviométriques sont réparties dans l'espace étudié (ANRH, 2005), d'une superficie de 3580 Km<sup>2</sup>, dont 6 d'entre elles sont équipées en pluviographes.

Les données essentielles ont consisté en des séries de pluies annuelles, maximales journalières et de courte durée

### **Identification des stations pluviométriques**

Les stations équipées en pluviographes ont fait l'objet d'une étude poussée quant aux averses enregistrées. Les 33 autres stations étudiées sont munies simplement de pluviomètres car elles enregistrent seulement les pluies journalières. La position géographique des 39 stations est en figure 2.

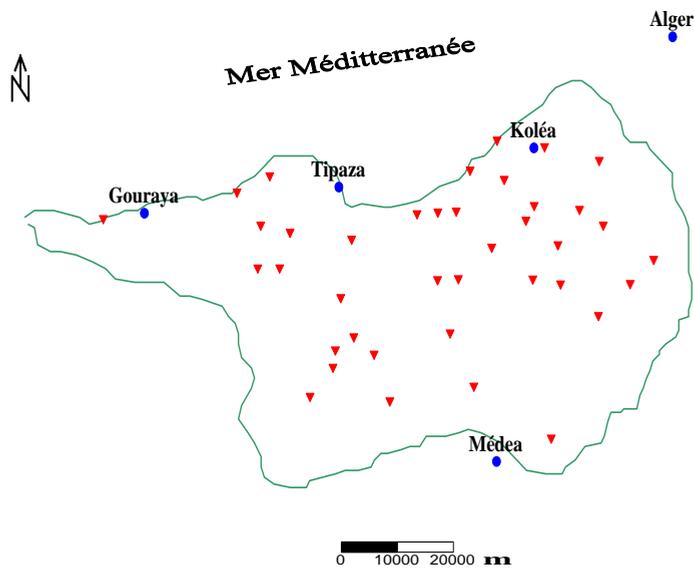


Fig.2 Position des stations pluviométriques

### **APPROCHE METHODOLOGIQUE DE REGIONALISATION**

Notre objectif est la régionalisation de l'exposant climatique. Toute la difficulté y réside car nous ne disposons que de 6 stations pluviométriques équipées en pluviographes. En réalité, la construction des courbes (IDF) à

partir de la série des pluies maximales journalières d'une station, n'est qu'une approximation en absence des données exactes car, les intensités les plus importantes sont enregistrées pendant des intervalles de temps courts (Llamas, 1993). 2634 pluviogrammes ont été dépouillées dont la durée de l'averse varie de 15 à 180 mn. Des pas de temps de 15, 30, 45, 60, 90, 120, 150 et 180 mn sont considérés permettant de tracer pour chacune des stations étudiées les courbes Intensité- Durée – Fréquence. La loi de distribution théorique loi Lognormale a donné le meilleur ajustement des pluies de courtes durées, au vu du test de Pearson  $X^2$  comparativement à la loi de Gumbel, pour la détermination des quantiles pour chaque pas de temps (Dubreuil, 1974).

La modélisation mathématique a permis d'établir une relation fonctionnelle de type puissance (Dagnellie, 1992) entre l'intensité moyenne

maximale probable  $\bar{i}_{t,p\%}$  et l'exposant climatique **b** de la forme type  $\bar{i}_{t,p\%} = a t^{-b}$ .

Pour chacune des stations étudiées, 6 exposants climatiques sont déterminés ce qui reste très insuffisant pour la régionalisation. Se basant sur la méthode de Thiessen, (Llamas, 1993), des zones d'influence des 39 stations pluviométriques sont délimitées permettant par la méthode de l'interpolation linéaire de déterminer l'exposant climatique pour 6 stations supplémentaires, relevant le nombre à 12 stations. La zone d'étude étant étendue, le nombre de stations disposant d'un exposant climatique reste faible.

La représentativité des stations reste encore insuffisante pour l'élaboration d'une carte de l'exposant climatique. Pour étendre ce dernier aux autres stations, l'analyse multidimensionnelle est entreprise entre la variable à expliquer **b** et les variables explicatives, (coordonnées Lambert **X** et **Y**, Altitude **Z**, pluie moyenne interannuelle **P<sub>an</sub>**, pluie maximale journalière **P<sub>max,j</sub>** et la moyenne des pluies maximales journalières  $\bar{P}_{max,j}$  sur la période d'observations). Trois modèles sont établis  $b = f(X, Y, Z, P_{an})$  ;  $b = f(X, Y, Z, P_{max,j})$  et  $b = f(X, Y, Z, \bar{P}_{max,j})$ . La régression pas à pas est utilisée. La valeur du coefficient de corrélation multiple  $R_{mult}$  justifie le choix du modèle après vérification de sa valeur critique sur la table de Fisher (Dagnellie, 1992).

1<sup>ère</sup> modèle :

$$b = - 0,0004 X + 0,0008Y - 0,0001Z + 0,0001 P_{interan} + 0,25 ; R_{mult} = 0,46 \quad (1)$$

2<sup>ème</sup> modèle :

$$b = 0,000033 X + 0,0038Y - 0,0002Z + 0,0013P_{max,j} - 1,1 ; R_{mult} = 0,89 \quad (2)$$

### 3<sup>ème</sup> modèle

$$b = - 0,00003 X + 0,00094 Y - 0,00009 Z + 0,0024 \overline{P}_{\max j} - 0,03 ; R_{\text{mult}} = 0,73 \quad (3)$$

Mathématiquement, au vu de  $R_{\text{mult}}$ , le modèle 2 devrait être retenu. Malheureusement les résultats sont surestimés comparativement à ceux du modèle 3 (Tableau 1) qui répondent mieux à la réalité. Aussi, le critère de Nash –Sutcliffe (1970) calculé à cet effet a donné une valeur supérieure à 98%. Le modèle 3 a été retenu pour étendre l'exposant aux 27 autres stations existantes dans la région et pour lesquelles il n'y a aucune information sur les averses. Les résultats pour les trois modèles sont résumés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Calcul de l'exposant climatique par les trois modèles

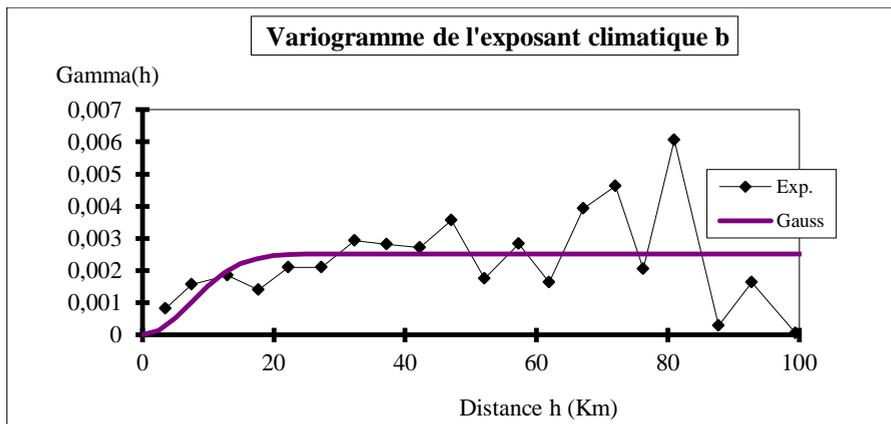
N°	Station	Code	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3
1	Bordj Ghobrini	20301	0,41	0,43	0,43
2	Menaceur	20303	0,39	0,41	0,44
3	Lazabane	20304	0,38	0,34	0,39
4	Meurad Barrage	20306	0,38	0,46	0,44
5	Djebabra	20307	0,36	0,32	0,38
6	Chechel phare	20312	0,42	0,49	0,45
7	Bellah RN11	20319	0,40	0,39	0,41
8	Hadjout (pont CW7)	20325	0,40	0,38	0,43
9	Boukourdane barrage	20329	0,39	0,40	0,44
10	Tombeau de la chrétienne	20402	0,38	0,40	0,41
11	Berrard (Ain Tagourait)	20403	0,39	0,43	0,42
12	Fouka marine	20405	0,40	0,49	0,44
13	Fouka ville	20406	0,38	<b>0,55</b>	0,42
14	Ain Benian	21015	0,33	<b>0,26</b>	0,37
15	Hammam Righa	21016	0,35	0,40	0,41
16	Ameur El Ain	21020	0,38	0,35	0,39
17	Attatba Cave	21022	0,40	0,41	0,43
18	El Affroun (DNC 44)	21026	0,38	0,37	0,41
19	Chiffa (RN4)	21105	0,38	0,38	0,40
20	Fer a Cheval	21201	0,40	0,43	0,42
21	Beni Mered	21208	0,38	0,47	0,42
22	Boufarik Perinière	21209	0,39	0,47	0,43
23	Oued El Alleug	21210	0,39	0,43	0,42
24	Koléa secteur	21233	0,28	0,35	0,38
25	Passerelle	21307	0,37	0,35	0,41
26	Douera	21407	0,39	0,44	0,42
27	Douar Makli	21427	0,38	0,41	0,42

Au vu du tableau 1, l'exposant climatique  $b$  est expliqué par le variable X, Y, Z et la moyenne des pluies maximales journalières soit le modèle 3. Pour mieux cerner cette extrapolation, le krigeage est entrepris (Deutsch et al, 1998). La fonction de structure de l'exposant climatique ou variogramme expérimental est identifiée pour connaître en chaque point de géoréférencement, le poids (Chauvet, 1999). Quatre modèles sont testés, le linéaire, sphérique, exponentiel et gaussien dont les résultats sont présentés dans le tableau 2.

**Tableau 2:** Calcul des accroissements pour le variogramme.

Type de modèle	Portée	Palier	Pépite	Erreur type
Linéaire	99,45	0,0061	0	0,0022
Sphérique	99,45	0,0061	0	0,0025
Exponentiel	99,45	0,0061	0	0,0025
Gaussien	17,88	0,0025	0	0,0013

La minimisation de l'erreur type a permis d'identifier le modèle gaussien comme étant le meilleur (Fig. 3).



**Fig. 3** Variogramme expérimental

La fonction de la répartition spatiale de l'exposant climatique  $b$  suivant la distance  $h$  séparant les points de calcul est donnée par le modèle gaussien, soit :

$$\gamma(h) = 0,0025 \left[ 1 - e^{-\left[ \frac{1,732 h}{17,88} \right]^2} \right] \quad (4)$$

**Cartographie du débit pluvial pour une durée de l'averse de 15mn et de période de retour 10 ans**

Dans le domaine de l'assainissement urbain, le calcul de l'intensité moyenne maximale de durée 15 mn et de période de retour 10 ans s'avère nécessaire pour la détermination du débit pluvial entrant dans le dimensionnement du réseau (Bourrier, 1997).

L'intensité moyenne maximale de durée **15 mn** et de probabilité **10%** «  $\bar{i}_{15mn,10\%}$  » est déterminée à partir des courbes **IDF** pour les stations équipées en pluviographes et par l'expression (5) pour les autres stations.

Elle correspond à la pluie maximale probable de durée 15 mn «  $P_{max,15mn,10\%}$  » rapportée à l'intervalle de référence 15 mn.

$$\bar{i}_{15mn,10\%} = P_{max,15mn,10\%} / 0.25 \quad \text{en } mm \cdot h^{-1} \quad (5)$$

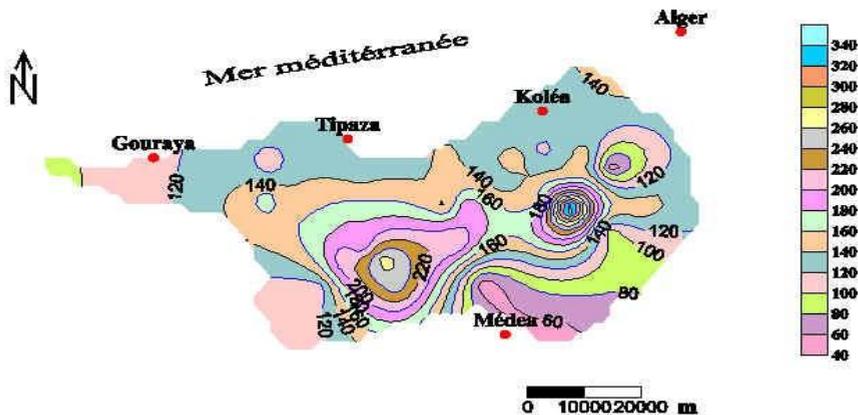
Avec:

$$P_{15mn,10\%} = P_{max,j,10\%} \left( \frac{0,25}{24} \right)^b \quad \text{en } mm \quad (6)$$

Où:

$P_{max,j,10\%}$  est déterminée après ajustement des pluies maximales journalières à la loi théorique de distribution de Gumbel.

L'approche méthodologique adoptée de calcul de l'exposant climatique a permis de calculer pour chacune des 39 stations, non seulement l'intensité moyenne maximale de durée 15 mn et de période de retour 10 ans  $\bar{i}_{15mn,10\%}$ , mais aussi le débit spécifique pluvial  $M_{15mn,10\%}$  correspondant, dont la connaissance du géoréférencement des stations pluviométriques nous a guidé vers l'élaboration d'une carte d'isovaleurs (Fig. 4) d'égal débit pluvial pour une durée de l'averse de 15 mn et de période de retour 10 ans.



**Fig. 4 :** Carte en isolignes du débit spécifique pluvial M en en  $l. s^{-1} \cdot Km^{-2}$

## CONCLUSION

Compte tenu du manque d'information et de l'insuffisance des données dans cette région d'étude dans le contexte algérien, l'approche adoptée reste plausible. La carte établie pour une probabilité de 95 % reste un outil exploitable pour les bureaux d'études entreprenant le dimensionnement d'un réseau d'assainissement.

La ville de Tipaza enregistre un débit spécifique pluvial entre 120 et 140 l/s.ha pour une durée de l'averse de 15 mn et une période de retour de 10 ans. En Algérie du Nord, les intensités créant des dégâts sont supérieurs à 24mm/h, soit en terme de débit pluvial 67l/s.ha. Si, nous nous referons à cette dernière, Tipaza est sujette aux inondations à chaque fois que le débit pluvial dépasse 67l/s.ha. C'est ce que nous avons observé ces dernières années.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANRH (2002) Données pluviométriques. Document interne. Direction régionale. Blida. Algérie
- BOUAICHI I, 2005 Contribution à la régionalisation du débit pluvial dans la région de Tipaza. Mémoire d'ingénieur d'Etat en Hydraulique. Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique. Blida. Algérie
- BOURRIER R., 1997 Les réseaux d'assainissement. Calculs, Applications et perspectives. Lavoisier Tec et Doc. Paris. 811p
- DAGNELLIE P., 1992 Statistiques théorique et appliquée. Tome 1. Presses agronomiques de Gembloux. Belgique. 492p

- DUBREUIL P., 1974 Initiation à l'analyse Hydrologique. Ed. Masson et CIE. ORSTOM. Paris. 216p.
- LE BARBE, L ; SERVAT, E (1992) Régionalisation en Hydrologie. Application au développement. Huitièmes journées Hydrologiques de l'Orstrom. Edition Ostrom, France. 571p
- LIAMAS, J (1993) Hydrologie générale. Principes et applications. 2<sup>ème</sup> édition. Gaëtan morin Québec. 527p
- NASH J.E, SUTCLIFF J.V., 1970 River flow forecasting, through conceptual problems. Part I-A. Discussion of principe. Journal of Hydrology 10 (3) pp 282-290.
- REMENIERAS, G (1979) Hydrologie de l'ingénieur. Collection des études et recherches d'électricité de France. Eyrolles. 456p.
- TOUAÏBIA, B (2004) Manuel Pratique d'Hydrologie. Edition Madani. Blida. Algérie.176p.