

## ETUDE DE L'INTENSITE PLUVIALE AU SAHARA

**Djamel BOUTOUTAOU**<sup>1</sup>, Laboratoire de Valorisation des Ressources Naturelles en Zones Arides, Université KASDI Merbah. Ouargla, E-mail: [boutoutaoudjamel@yahoo.fr](mailto:boutoutaoudjamel@yahoo.fr)

**Houari ZEGGANE**<sup>2</sup>, Laboratoire de Valorisation des Ressources Naturelles en Zones Arides, Université KASDI Merbah. Ouargla, E-mail: [zeggane\\_r@yahoo.fr](mailto:zeggane_r@yahoo.fr)

**Rachid MEDJEBER**<sup>3</sup>, Agence Nationale des Ressources Hydraulique. (ANRH). Régionale-Sud. Ouargla

### Résumé :

Un grand nombre d'études hydrologiques, comme celles de détermination de la crue millénaire pour la conception de l'évacuateur de crues des barrages, de détermination du débit pluvial (débit décennal) pour l'assainissement urbain, et agricole (dimensionnement des réseaux de drainage), du contrôle d'inondation etc. nécessitent la donnée de la valeur de l'intensité pluviale. Cette dernière reste souvent inconnue dans plusieurs régions et ce, par manque de données de mesure et / ou absence de méthodologie de calcul approprié à la zone d'étude.

L'analyse détaillée de plusieurs averses enregistrées à la station météorologique de l'ANRH de Ouargla nous a permis la mise au point d'une méthodologie de calcul de l'intensité pluviale en milieu aride. Son application nécessite la connaissance uniquement la durée de pluie ( t ) en minute et la fréquence (T) en années, qui sont choisies en fonction du type de problème étudié.

**Mots clés:** intensité pluviale, durée de pluie, fréquence, averse, zone aride

### INTRODUCTION

L'établissement des méthodes rationnelles de détermination des débits et des hydrogrammes de crues est lié au degré de compréhension et d'analyse des méthodes de détermination des pluies pluviales. En particulier, un grand nombre de formules de calcul des débits maximaux utilisent l'intensité pluviale en fonction de sa durée et sa fréquence (période de retour). Plusieurs auteurs proposent de différentes formules donnant la valeur de l'intensité pluviale pour des durées déterminées et en fonction de la fréquence.

Les formules les plus utilisées qui sont représentées par les courbes IDF sont celle de Gristollet (1948) :

$$i(t, T) = \frac{A(T)}{t} + B(T) \quad (1)$$

La formule de Montana se présente sous la forme :

$$i(t, T) = A(T).t^{B(t)} \quad (2)$$

La formule de Keiffer et Chu (1957) est la combinaison des deux formules précédentes, elle est donnée par la relation:

$$i(t, T) = \frac{A(T)}{t^B(t)} + C(T) \quad (3)$$

Dans ces formule,  $i = \text{fonct. } (t, T)$ , représente l'intensité de la pluie, de durée " t" et de période de retour "T". A, B et C sont des constantes propre à chaque région et à chaque période de retour T. L'exposant n représente la réduction de l'intensité de pluie avec l'augmentation de la durée de pluie.

## MATERIELS ET METHODES

La station météorologique de Ouargla (ANRH) dispose d'un pluviomètre dit "Association" et d'un pluviographe à augets basculeur. La période d'observation s'étale de 1990 à 2004, il a été enregistré durant cette période 156 averses.

La répartition du nombre d'averses en fonction de la durée qui est donnée dans le tableau 1 montre que le nombre d'averses de durée < 30 min constituent 14% du nombre total des averses. Le nombre d'averses enregistrées entre 1 et 5 heures

(Les durées les plus fréquentes) représentent 48%. Les averses de durée de 24 heures n'ont pas été observées durant toute la campagne de mesure.

**Tableau 1.** Distribution du nombre d'averses dans différents intervalles du temps

Station météo. ANRH	Nombre total des averses observé	Nombre d'averses en % dans les différents intervalles du temps du nombre total observé						
		10 min	10-30 min	30-60 min	60-300 min	300-720 min	720-1440 min	1440 Min
Ouargla	150	9	5	12	48	18	8	0

Le dépouillement de bandes d'enregistrement des averses a été établi pour des durées de références suivantes 1, 5, 10, 20, 30, 40, 60, 90, 150, 300, 720, 1440 minutes.

Pour illustration nous présentons dans le tableau 2, un exemple de dépouillement de l'averse enregistrée le 24 /IV/ 1990.

**Tableau 2.** Dépouillement de l'averse du 24 /IV/ 1990.

<u>Dépouillement de l'averse</u>			<u>Choix des pluies max. et calcul de l'intensité dans les intervalles</u>		
<u>Date</u>	<u>Quantité de pluie depuis le début de l'averse</u>	<u>Intensité</u>	<u>Intervalle</u>	<u>Début et fin de l'intervalle</u>	<u>Intensité</u>
(heure – min)	(mm)	(mm/min)	(min)	(heure. min)	(mm/min)
<b>29/IV/1990</b>					
1	43 min	0.0			
	46	4.8		1.40 – 1.41	1.600
				1.43 – 1.48	1.040
2	13	7.0		1.43 – 1.53	0.550
	16	8.0		1.43 – 2.03	0.315
				1.43 – 2.13	0.233

Un fichier est crée identifiant toutes les averses enregistrées (numéro, date, durée, intensité pluviale).

Les donnée dépouillées ont été ajustées à la loi lognormale, loi dissymétrique recommandée pour les régimes subdésertiques et désertiques (Dubreuil, 74).

Le tableau 3 regroupe les valeurs d'ajustement des intensités pluviales, les paramètres des courbes d'ajustement à savoir l'intensité moyenne ( $i$ ), le coefficient de variation ( $Cv$ ) et le coefficient d'asymétrie ( $Cs$ ) ainsi que les intensités maximales observées ( $i_{ob}$ ) durant toute la période de mesure

**Tableau 3.** Intensité maximale probables  $i_{t,f}$  ( mm/min) de durée  $t$  (min)et de fréquence  $f$  %.

Durée min	Paramètres des courbes de fréquence			Intensité de pluie (mm/min) de fréquence $f$ , %				Intensité maximale observée mm/min
	$i_M$	$Cv$	$Cs$	0.1	1	5	10	
1	0.629	0.82	0.88	9.618	4.440	2.228	1.542	1.600
5	0.447	0.90	0.76	8.560	3.647	1.703	1.135	1.300
10	0.304	0.94	1.11	4.238	1.983	1.007	0.701	0.920
20	0.163	0.81	1.90	1.232	0.701	0.424	0.324	0.550
30	0.140	0.83	2.30	0.980	0.570	0.351	0.271	0.500
40	0.120	0.79	2.00	0.815	0.479	0.298	0.231	0.399
60	0.089	0.76	1.62	0.667	0.381	0.232	0.177	0.274
90	0.050	0.59	0.62	0.321	0.193	0.123	0.097	0.144
150	0.038	0.60	0.46	0.281	0.163	0.100	0.077	0.085
300	0.022	0.67	0.75	0.215	0.115	0.065	0.045	0.052
600	0.013	0.75	1.16	0.200	0.095	0.048	0.034	0.035

$i_m$ : intensité moyenne en mm/min,  $Cv$ : coefficient de variation et  $Cs$  : coefficient d'asymétrie.

## MODELISATION DES COURBES I-D-F

La relation entre l'intensité pluviale et la durée de pluie est inversement proportionnelle. Cette intensité décroît avec l'augmentation de la durée de pluie.

L'évolution dans le temps de l'intensité pluviale de quelques averses choisies arbitrairement est présentée dans la figure 1. Comme le montre cette figure, les pentes des courbes caractérisant la réduction de l'intensité pluviale avec l'augmentation de la durée, ainsi que les intensités pluviales limites (intersection de la courbe et l'axe des ordonnées) sont très variées.

Généralement toutes les analyses des averses ont permis de définir deux lois générale de la pluviosité qui peuvent s'exprimer de la manière suivante:

- 1- Pour une même fréquence d'apparition – donc une même période de retour – l'intensité d'une pluie est d'autant plus forte que sa durée est courte;
- 2- A durée de pluie égale, une précipitation sera d'autant plus intense que sa fréquence d'apparition sera petite (donc que sont temps de retour sera grand)

L'analyse des relations  $\log(i_{t,T}) = f(\log t)$ , présentées dans la figure 3 permet de proposer le modèle suivant qui relie l'intensité pluviale, à la durée de pluie " $t$ " et à la fréquence (période de retour " $T$ "):

$$i(t, T) = \frac{A_T}{(t + 1)^{n(T)}} \quad (6)$$

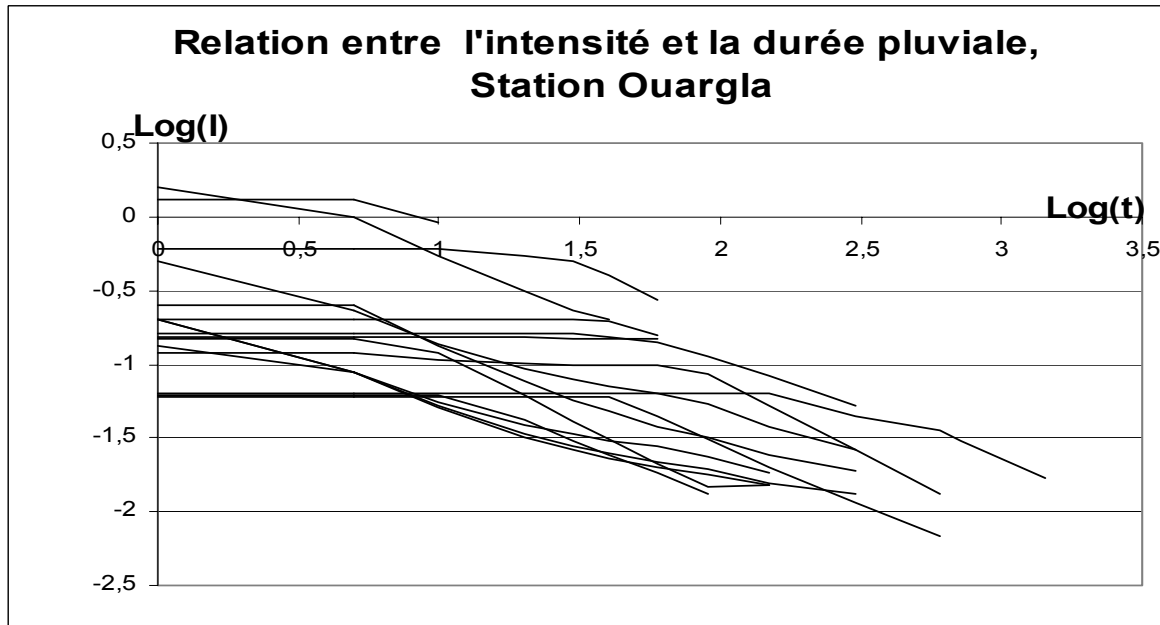


Fig 1. Evolution de l'intensité pluviale dans le temps.

$i(t, T)$  – représente l'intensité de la pluie, de durée " t " et de période de retour "T".

$A_T$  – constante géographique fonction de la période de retour T.

$n(T)$  – exposant, fonction de la période de retour T.

La valeur de  $A_T$  (paramètre géographique) dans le modèle proposé peut être assimilée à une intensité maximale limite pour une période de retour T quant le temps de pluie  $t \rightarrow 0$  min.

Le paramètre  $A_T$  est exprimé par la relation mathématique suivante :

$$A_T = i_{lim} = 4,1[\log(T)]^{3/2} \quad (7)$$

L'exposant climatique  $n_T$  qui indique la réduction de l'intensité pluviale avec l'augmentation de la durée de pluie t est fonction aussi de la période de retour T. Il est exprimé par la relation suivante :

$$n = 0,77[\log(T)]^{0,0632} \quad (8)$$

Le modèle final proposé pour la détermination de l'intensité pluviale en fonction de la durée et de la fréquence pour la zone aride est le suivant:

$$i(t, T) = \frac{A_T}{(t + 1)^{0,77} [\log(T)]^{0,0632}} \quad (9)$$

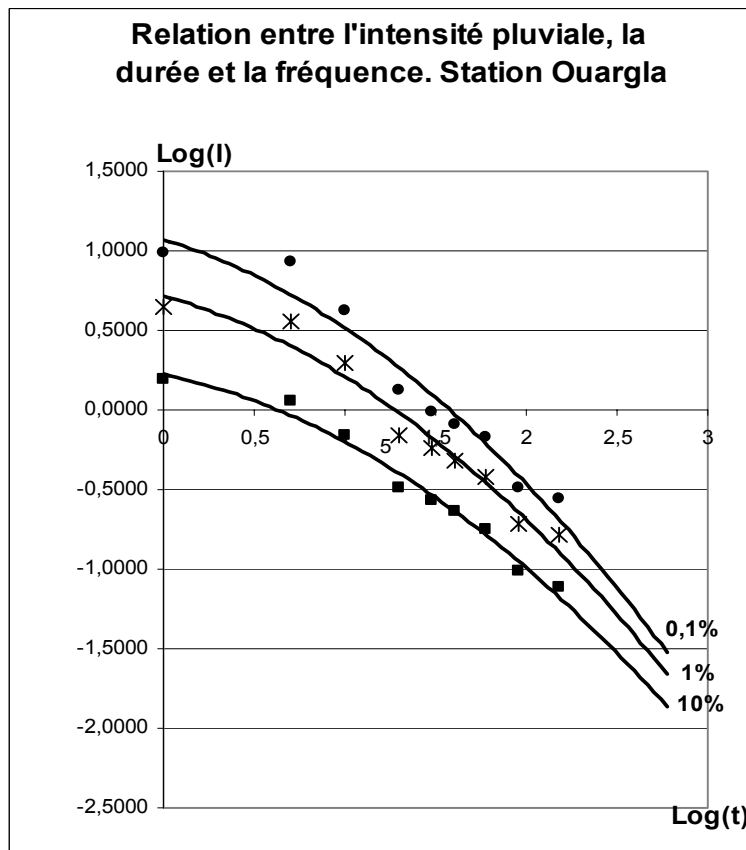


Fig 2. Courbe IDF de la région de Ouargla.

### INTERPRETATION DES RESULTATS

Les valeurs des intensités pluviales modélisées (9) sont comparées à celles mesurées par le pluviographe de la station météorologique de Ouargla ainsi qu'à celles calculées par la méthode de Body, couramment utilisée en Algérie. La méthode de Body sous-estime les valeurs des intensités pluviales pour les fréquences rares ( $f \leq 1\%$ ) par contre, pour les fréquences  $f > 1\%$ , ces valeurs sont surestimées. (Voir figures 6 et 7). Les erreurs systématiques sont toujours présentes dans les deux cas. Les écarts entre les valeurs modélisées et observées (mesurées) ne sont pas significatifs avec des coefficients de corrélation variant entre 0.94 et 0.96 en fonction de la période de retour.

Fig 3. Comparaison entre les intensités observées et calculées (T =10 ans).

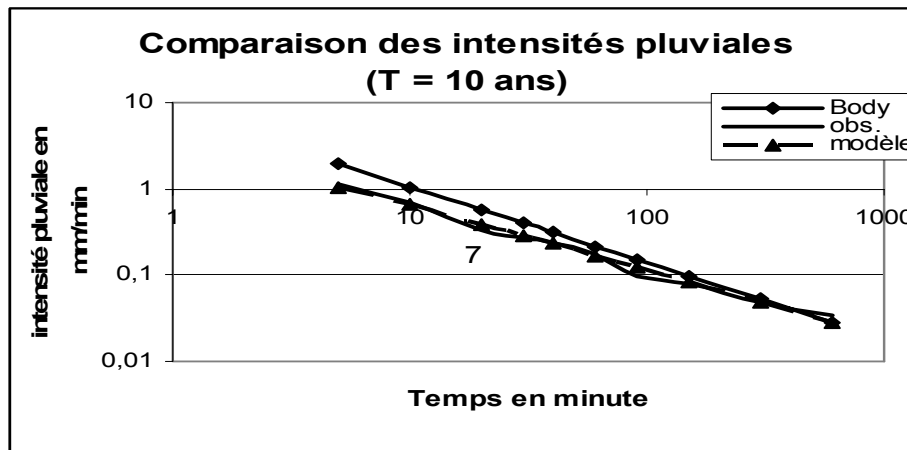
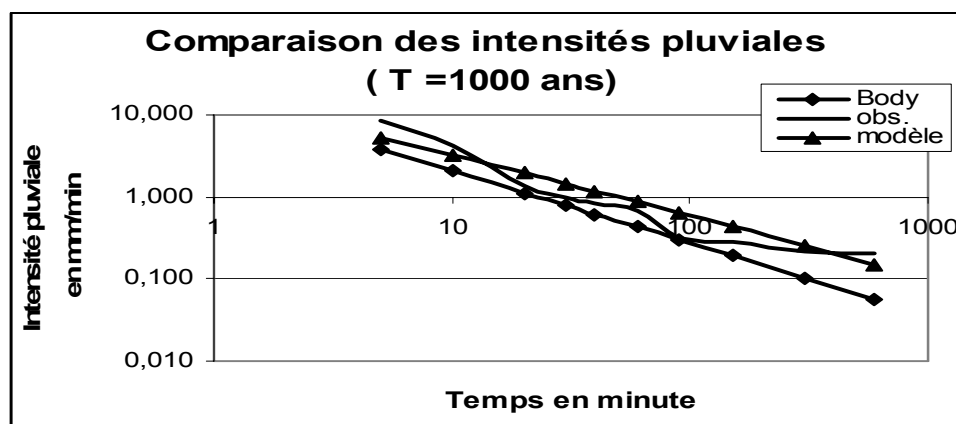


Fig 4. Comparaison entre les intensités observées et calculées (T =1000 ans).



## CONCLUSION

- 1- La valeur de l'intensité pluviale est une donnée très importante dans l'établissement des études de crues, de l'assainissement pluviale et de l'assainissement agricole.
- 2 -La méthode de calcul des intensités pluviales proposée ci-dessus pour la zone aride, fourni des valeurs proches aux valeurs mesurées et permet d'atténuer l'inconvénient de la méthode de Body. Son utilisation n'exige aucune autre donnée, il suffit uniquement de connaître le temps de pluie et la période de retour de la caractéristique hydrologique étudiée (crue, débit pluvial urbain etc.)
- 3 – En absence de méthodologies fiables de calcul des intensités pluviales, la structure du modèle proposé peut être retenu pour des éventuelles études des intensités pluviales en Algérie avec une cartographie des paramètres ( $A_T$  et  $n$ ), constituant le modèle.

## BIBLIOGRAPHIE

- Body K. (1985), Pluies en Algérie. (Analyse fréquentielle).Synthèse Régionale. Ministère de l'hydraulique. INRH. Constantine.
- Boutoutaou D. (2007), Les laves torrentielles et la catastrophe de Bab el Oued. Séminaire national. 06 au 07 novembre 2007. Institut Hydrométéorologique de Formation et de Recherche ( IHFR)- Oran
- Grisolet, H. (1948), Etude des averses orageuses de la région parisienne, la météorologie, 4 (11), p.175-195.
- Keiffer, J. et Chu, H. H. (1957), Synthetic Storm Pattern for Drainage Design, J. of Hydraulic Division, proc. ASCE, Vol. 93, p. 1-25
- Saad Bennis. (2004), Hydraulique et hydrologie .Ed. Université du Québec. Ecole de technologie supérieure. 453 p. Canada.
- Samokhin A.A., Soloviova N. N. et Doguanovsky A.M. (1980), Hydrologie pratique. Ed. Hydro-météo. P.57-74. Leningrad. (En russe)

## **RELATION ENTRE L'EVAPORATION DE LA NAPPE PHREATIQUE ET LE POUVOIR EVAPORANT DE L'ATMOSPHERE EN ZONE ARIDES**

**M<sup>me</sup> EL FERGOUGUI M\*. BOUTOUTAOU D\*. MEZA N \*\***

**\* laboratoire d'exploitation et de valorisation des ressources naturelles en zone arides. Université de Ouargla**

**\*\* Université d'Oum El Bouaghi**

### **Résumé**

La majorité des surfaces mises en valeurs en zones arides et semi-arides de l'Algérie reposent sur des nappes phréatiques excessivement minéralisées dont le niveau est proche de la surface du sol (0-1.5m). Ces niveaux, proche du sol en présence des conditions climatiques très sévères favorisent le processus de l'évaporation de ces nappes, contribuent d'une grande partie à la salinisation des terres et la dégradation du milieu.

L'analyse des résultats des travaux effectués sur la détermination de l'évaporation de la nappe phréatique de Ouargla montre que l'évaporation diminue au fur et à mesure que le niveau de la nappe s'éloigne de la surface du sol. Les résultats obtenus montrent que l'évaporation de la nappe est maximale et égale à l'évapotranspiration lorsque le niveau est proche de la surface et devient minimale au dessous de 2m (inférieure à 10% de l'évapotranspiration). La répartition des sels accumulés dans les couches du sol suit le schéma de répartition de l'évaporation dans ces couches. La quantité des sels déposés et liés à la quantité de l'eau évaporée de la nappe phréatique.

Pour une meilleure mise en valeur des terres et une production agricole élevée il est nécessaire de connaître la profondeur critique en fonction des conditions climatiques, hydrogéologiques et du taux de salinité de cette nappe.

**Mots clés : évaporation de la nappe phréatique, salinité des sols, profondeur de la nappe.**

### **INTRODUCTION**

Au cours de la dernière décennie dans la région de Ouargla et El oued, le niveau de la nappe phréatique semble avoir régulièrement augmenté. Ce phénomène de remontée des eaux serait dû aux activités anthropiques. Les besoins croissants en eau potable pour la consommation, l'irrigation et l'industrie ont entraîné une multiplication des forages destinés à mobiliser des ressources en eaux des nappes profondes. L'état défectueux du système de drainage et d'évacuation, des fuites d'eaux dans les réseaux de distributions et de collecte des eaux usées, les restitutions des colatures ainsi que des forages abandonnés, contribuent à augmenter le niveau de la nappe phréatique.

Dans les cinq dernières années, il a été constaté une chute significative de rendement de la production du au dépôt de sel dans les terres nouvellement mises en valeur.

Les résultats de l'étude d'aménagement hydro-agricole [7] réalisée dans les palmeraies de Ouargla, ont montré que la principale cause de cumul des sels est liée à la faible profondeur de la nappe très minéralisée.

La salinisation des sols est un phénomène assez fréquent dans la région de Ouargla qui est caractérisée par une faible pluviométrie (40-50mm par an) une nappe phréatique peu profonde (0-1.5m) et très salée (RS 10-60g/l), selon les régions jusqu'à (200-300g/l) dans les chotts et les sebkha une texture sableuse et une forte évapotranspiration (2500-3000mm/an).

Afin de prévoir et gérer le risque de la salinité des terres irriguées dans les zones arides et semi-arides, il est primordial d'étudier le phénomène de l'évaporation des nappes phréatiques, qui joue un rôle important dans le processus de salinisation des sols.

L'évaluation de l'évaporation des nappes phréatiques permet de :

- 1- Quantifier la quantité d'eau évaporée pour différents niveaux de la nappe.
- 2- Quantifier la quantité de sel déposée dans la couche radicaire des sols.
- 3- Etablir les bilans hydrique et salin des nappes phréatiques.