

APERÇU SUR LES INTENSITES PLUVIALES DANS LA REGION DE ZAHREZ
(SUD ALGERIEN)

**KARIMAIDI¹, DJAMEL BOUTOUTAOU², SAKER MOHAMED LAKHDAR³,
M^{ME} YOUNCI DJIHAD⁴, ZEDDOURI AZIEZ¹**

Laboratoire des réservoirs souterrains pétroliers gaziers et aquifères, Université Kasdi Merbah Ouargla, Ouargla 30000 (Algérie).

¹ Laboratoire d'exploitation de Valorisation des Ressources Naturelles en Zone Aride, Université Kasdi Merbah Ouargla, Ouargla 30000 (Algérie).

² Laboratoire de Protection des Ecosystèmes en Zones Arides et Semi-arides Université Kasdi Merbah Ouargla.

³ Agence Nationale des Ressource Hydraulique (ANRH). Djelfa.

aidikrimo@yahoo.fr

ملخص: بيانات هطول الأمطار وشدة التساقط المطرية في المناطق شبه جافة ضرورية جدا في الدراسات الهيدروليكية، وفي حالة غياب مثل هذه البيانات يجد المهندسون صعوبة في تقييمها، إن تطبيق أساليب الحساب لشدة التساقط في مناطق مناخية وجغرافية أخرى قد يؤدي إلى نتائج أقل دقة. الهدف من هذا العمل هو وضع منهجية لحساب التساقطات و شدة التساقط في حالة غياب المعطيات على مستوى المناطق شبه جافة زهرز (المنطقة الجنوبية الوسطى الجزائرية).

الكلمات الدالة: الأمطار، الشدة، منهجية، زهرز.

RESUME : Les données des pluies et des intensités pluviales en zone semi-arides sont très nécessaires dans l'élaboration des études d'aménagements hydraulique, En absence de ces données les ingénieurs et les aménagistes trouvent beaucoup de difficulté pour leurs évaluations. L'application des méthodes de calcul des intensités pluviale établies dans d'autres régions climatiques et géographiques peut conduire à des résultats moins précis. L'objectif du travail consiste à l'élaboration d'une méthodologie de calcul des pluies est d'intensités pluviales pour la zone semi-aride de ZAHREZ (Région sud centre de l'Algérie).

MOTS CLES : Pluie, intensité, méthodologie, ZAHREZ.

ABSTRACT: The data of the rain and rainfall intensity in semi-arid areas are very necessary in the elaboration of water management studies. In the absence of these data, engineers and managers find many difficulties for their evaluations, the application of calculating methods of these established parameters in other climatic and geographic areas may lead to less accurate results. The aim of this study is to develop a methodology for calculating rain and rainfall intensities for the semi-arid zone Zahres.

KEY WORDS: rain, intensity, methodology, Zahres.

1. Introduction

L'information sur la pluviométrie est de première importance pour la vie quotidienne. Plus spécifiquement les ingénieurs ont besoin de connaître les paramètres de la pluie probable afin de dimensionner les ouvrages qu'ils projettent ou qu'ils entretiennent. Les courbes Intensité-durée-fréquence désignées par I-D-F permettent d'une part de synthétiser l'information pluviométrique au droit d'une station donnée et, d'autre part, de calculer des débits de projet et d'estimer des débits de crue ainsi que de déterminer les pluies de projet ("pluie d'entrée") utilisées en modélisation hydrologique. Le calcul du débit par une méthode simplifiée, par exemple la méthode rationnelle, nécessite la connaissance d'une pluie correspondant à une fréquence (un temps de retour "T"), choisie en fonction du type d'ouvrage à protéger et a une durée "t" retenue en fonction du type de problème étudié. Pour un calcul d'un débit pluvial dans l'étude du réseau d'assainissement par exemple, la durée "t" est choisie généralement égale au temps de concentration, le temps de retour est choisi égal à T = 10 - 20 ans selon l'importance du projet. En absence de ces données les ingénieurs et les aménagistes trouvent beaucoup

de difficulté d'évaluer ces caractéristiques météorologiques, l'application des méthodes de calcul de ces caractéristiques établies dans d'autres régions climatiques et géographiques peut conduire à des résultats moins précis. La collecte et le dépouillement des données des pluviomètres et des pluviographes du bassin de Zahrez nous a permis l'élaboration d'une méthodologie de calcul des intensités pluviales appropriée à cette zone semi-aride de l'Algérie.

2. Présentation de la zone d'étude :

Le bassin Zahrez **17** est entouré par les bassins du Chélif au nord et à l'ouest, du Hodna à l'Est et du Chott Melrhir au sud. Ce bassin des Zahrez est situé dans la partie centrale de l'Algérie du Nord (wilaya de Djelfa et M'Sila) entre l'Atlas tellien au nord et l'Atlas saharien au sud. Le bassin de Zahrez est décomposé en **06** sous bassin. Il compte **02** oueds principaux, l'oued Malah et l'oued El Medjdel. La superficie du bassin des Zahrez (BV 17) atteint **9 141 Km²**. Figure 1.

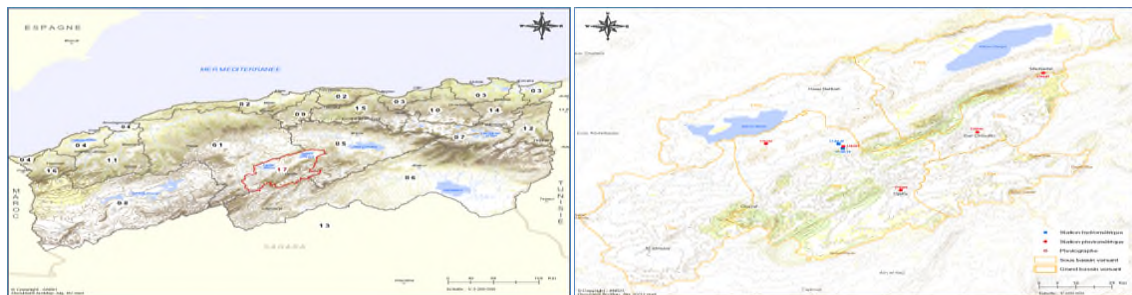


Fig. 1: Situation géographique du bassin de Zahrez (Bv. 17).

2.1 Réseau hydro pluviométrique :

Le bassin Zahrez est équipé d'un réseau hydro pluviométrique suivant : Dix (10) postes pluviométriques et trois (03) postes pluviographiques gérés par l'Agence nationale des ressources hydraulique (ANRH W. Djelfa),

3. Matériels et méthodes

Les principaux instruments de mesures des précipitations sont le pluviomètre et le pluviographe :

- Le pluviomètre qui donne la pluie globale à une station pendant un temps plus ou moins long (généralement 24 heure) Figure 2 ;
- Le pluviographe qui permet l'enregistrement de l'événement pluvieux (l'averse) depuis le début jusqu'à la fin de la pluie. Figure 2.



**Figure 2 : Photos
(à gauche) et
(à droite)**

**du pluviomètre
pluviographe**

Les stations pluviométriques et pluviographiques utilisées dans cette présente étude sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Stations pluviométriques et pluviographiques du bassin Zahrez.

N°	Nom de la station pluviométrique	Code de la station	Les coordonnées			Période d'observation	Remarque
			X	Y	Z		
1	Charef	17 01 02	510	147	1200	1967 - 2011	-
2	Rocher sel	17 02 01	534	175	1020	1972 - 2011	-
3	Ain Maabed	17 02 04	540	167	1040	1970 - 2011	-
4	Zaafrane	17 02 07	514	172	854	1969 - 2011	-
5	Gotaya	17 02 16	509	140	1280	1972 - 2009	-
6	Ain Mouilah	17 04 01	572	163	1117	1951 - 2009	-
7	Draa Larara	17 05 01	590	204	875	1973 - 2008	-
8	Dar Chioukh	17 05 03	572	178	1100	1970 - 2011	-
9	Djelfa	17 02 08	551	153	1160	1960 - 2011	-
10	Mergueb B/haffaf	17 02 09	545	149	1230	1973 - 2011	-

N°	Nom de la station pluviographiques	Code de la station	Les coordonnées			Période d'observation	Remarque
			X	Y	Z		
1	Mergueb B/Haffaf	17 02 09	545	149	1230	1971-1998	Station arrêtée
2	Djelfa	17 02 08	551	153	1160	1976-2002	Changée par la station numérique (2002)
3	DAR CHIOUKH	17 05 03	572	178	1100	1978-2003	-

3.1 Intensités pluviales sur le bassin de Zahrez :

3.1.1 Calcul de l'intensité pluviale par la méthode de Body

Nous nous basons dans notre étude sur des données de pluies max journalières observées sur les stations pluviométriques citées dans le tableau 1, ainsi que sur la méthode de calcul de l'intensité pluviale préconisée par K, Body (1981). Le tableau 2 ci-dessous présente le résultat de calcul de l'intensité pluviale (i) en mm/min de la région de Djelfa, pour les différents intervalles de temps et les différentes périodes de retour (T).

Tableau 2: Intensités pluviales « i », (mm/min) à la Station Djelfa

t, minute		1	5	10	20	30	40	60	90	150	300	600	720	1440
T, Période de retour Années	5	4.097	1.364	0.85	0.529	0.401	0.329	0.25	0.189	0.134	0.083	0.052	0.046	0.028
	10	5.056	1.684	1.048	0.653	0.495	0.407	0.308	0.234	0.165	0.103	0.064	0.056	0.033
	20	6.015	2.003	1.247	0.777	0.589	0.484	0.367	0.278	0.196	0.122	0.076	0.067	0.042
	50	7.304	2.432	1.515	0.943	0.715	0.587	0.445	0.338	0.238	0.148	0.092	0.082	0.051
	100	8.313	2.768	1.724	1.074	0.814	0.669	0.507	0.384	0.271	0.169	0.105	0.093	0.058
	1000	11.99	3.993	2.486	1.548	1.174	0.964	0.731	0.554	0.391	0.243	0.152	0.134	0.083

3.1.2. Collecte des pluviogrammes (bandes d'enregistrement) des stations

L'étude de dépouillement des pluies a été basée sur les pluviogrammes (les bandes d'enregistrement) (figure 3) des pluviographes collectés au près des services hydrologiques de l'ANRH

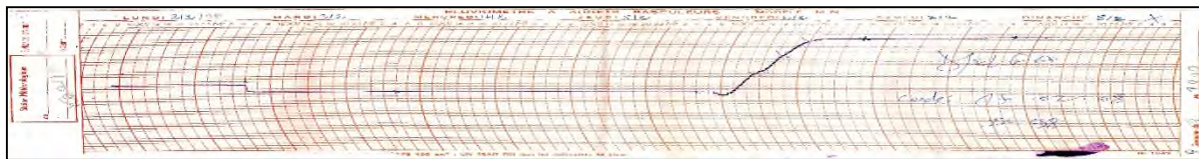


Figure 3. Pluviogramme (bande d'enregistrement) du pluviographe selon l'averse du 06. 02. 1998 à Djelfa.

La période d'observation s'étale en générale pour ces trois postes de 1971 à 2003, avec un nombre de dépouillement de 26 à 28 années. Tableau 3.

Tableau 3: Stations pluviographiques du Zahrez

Stations	Code	Organisme	Période	N ^{bre} d'année Dépouillées
MERGUEB B/HAFFAF	17 02 19	ANRH	71-1998	28
Djelfa	17 02 08		76-2002	27
DAR CHIOUKH	17 05 03		78-2003	26

Le dépouillement permet de déterminer, pour chaque événement pluvieux, le nombre de pluie (ou intensité) correspondant chacune à des durées bien déterminées (1, 5, 10, 20, 30, 40, 60, 90, 150, 300, 600, 720 et 1440 min) au cours de ce même événement (tableau 4).

Tableau 4 : La répartition des nombres d'épisodes pluvieux en fonction de leur durée.

Station de pluviographe	Nbr total d'épisodes	La répartition des nombres d'épisodes pluvieux (%) en fonction de leur durée (min).								
		≤ 10	10-30	30-60	60-90	60-150	150-300	300-600	600-720	720-1440
Djelfa	943	42	5	4	4	6	9	15	4	10
MERGUEB B/H	1581	37	5	5	4	7	10	13	5	13
DAR CHIOUKH	313	1	3	6	4	12	22	35	5	12

3.1.3. Dépouillement des bandes des pluviographes

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 5 un exemple de dépouillement de l'averse enregistrée le 06-02-98 à la station pluviographiques de Djelfa (code : 17 02 08).

Tableau 5: dépouillement de l'averse enregistrée le 06-02-98 à la station Djelfa (17 02 08).

Dépouillement de l'averse			Choix des pluies max dans les intervalles				
Heur	Min	quantité de pluie depuis le commencement de l'averse [mm]	Intensité [mm/min]	Intervalle [mn]	Début et fin d'intervalle heur : min	Pluie max [mm]	Intensité [mm/mn]
06-02-1998				1	9:00 09:01	0.5000	0.5000
9	0	0.0	-	5	9:00 09:05	0.5588	0.1118
	1	0.5	0.50000	10	9:00 09:10	0.6324	0.0632
	35	1.0	0.01471	20	9:00 09:20	0.7794	0.0390
13	35	2.0	0.00417	30	9:00 09:30	0.9265	0.0309
16	50	9.0	0.03590	40	9:00 09:40	1.0208	0.0255
18	20	10.5	0.01667	60	9:00 10:00	1.1042	0.0184
20	30	16.0	0.04231	90	9:00 10:30	1.2292	0.0137
23	40	22.0	0.03158	150	9:00 11:30	1.4792	0.0099
0	30	22.5	0.01000	300	9:00 14:00	2.8974	0.0097
1	30	23.0	0.00833	600	9:00 19:00	12.1923	0.0203
				720	9:00 21:00	16.9474	0.0235
				990	9:00 01:30	23.0000	0.0232

3.1.4 Ajustement statistique des séries des intensités pluviales :

Après avoir constitué un fichier identifiant toutes les averses enregistrées (numéro, date, durée, intensité pluviale) et des rangs statistiques des intensités maximales moyennes correspondant à chaque intervalle de référence, un ajustement aux lois théoriques est effectué pour déterminer les quantiles de ces mêmes intensités. Le meilleur ajustement est donné par la loi log-normale, loi dissymétrique recommandée pour les régimes subdésertiques et désertiques (Dubreuil, 74).

Le tableau 6 regroupe les valeurs d'ajustement des intensités pluviales, les paramètres des courbes d'ajustement à savoir l'intensité moyenne (i), le coefficient de variation (C_v) et le coefficient d'asymétrie (C_s) ainsi que les intensités maximales observées (i_{ob}) à la station Djelfa (17 02 08) durant toute la période de mesure.

Tableau 6: Intensités pluviales fréquentielles et les paramètres des courbes de fréquences (Station Djelfa 17 02 08)

Durée de l'averse t (min)	Paramètres des courbes fréquentielle			Intensité des pluies (mm/min) fréquentielle %						Intensités des pluies observées (mm/min)		
	i	C_v	C_s	0.1	1	2	5	10	20	i_{min}	i_{moy}	i_{max}
1	1.74	1.1	2.08	12.1	6.7	5.42	3.95	2.98	2.11	0.5	1.5859	6.5
5	0.523	0.659	1.34	6.29	3.57	2.92	2.15	1.64	1.18	0.101	0.7935	2.3459
10	0.274	0.508	0.509	3.49	2.11	1.76	1.35	1.06	0.796	0.0857	0.5395	1.1803
20	0.185	0.493	0.254	2.01	1.28	1.09	0.858	0.693	0.535	0.0861	0.3761	0.7366
30	0.154	0.504	0.49	1.53	0.992	0.85	0.675	0.549	0.428	0.0828	0.3056	0.6652
40	0.141	0.553	1.18	1.24	0.811	0.696	0.554	0.452	0.353	0.0738	0.2545	0.6652
60	0.109	0.565	1.25	0.974	0.629	0.539	0.426	0.346	0.269	0.0507	0.1934	0.51
90	0.068	0.537	1.43	0.555	0.373	0.323	0.261	0.216	0.172	0.037	0.1259	0.3379
150	0.053	0.569	2.33	0.394	0.267	0.233	0.189	0.157	0.126	0.027	0.0932	0.2897
300	0.031	0.535	1.59	0.247	0.168	0.146	0.119	0.099	0.079	0.0187	0.0586	0.1599
600	0.016	0.474	1.47	0.116	0.084	0.075	0.063	0.054	0.045	0.0141	0.034	0.0812
720	0.013	0.499	0.668	0.116	0.082	0.07	0.056	0.045	0.035	0.0052	0.025	0.0541
1440	0.007	0.529	0.941	0.059	0.04	0.035	0.028	0.023	0.019	0.0059	0.0138	0.0274

3.2 Modélisation des courbes IDF

3.2.1 Relations Intensité-Durée-Fréquence :

Généralement toutes les analyses des averses ont permis de définir deux lois générales 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 son temps de retour sera grand).

Ces deux lois sont illustrées dans la figure 4 ci-dessous.

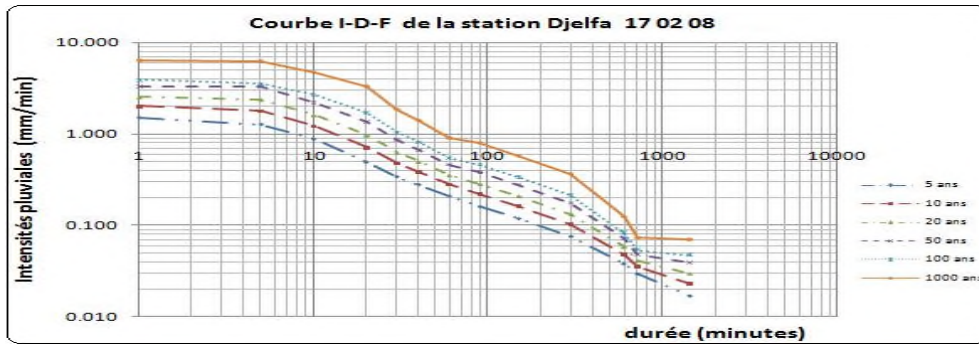


Figure 4 : Courbes I-D-F de la station de Djelfa

3.2.2 Modélisation des courbes IDF

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. La modélisation mathématique permet d'établir une relation fonctionnelle de type puissance (Dagnellie, 1992), et de proposer un modèle qui relie l'intensité pluviale, à la durée et à la fréquence :

$$I_{t,T} = \frac{A_T}{t^{n_T}} = A_T * t^{-n_T} \quad (1)$$

- $I_{(t,T)}$: 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 quand $t \rightarrow 1$ min.

L'exposant climatique n_T indique la réduction de l'intensité pluviale avec l'augmentation de la durée de pluie. Il est fonction de la période de retour (T).

Le modèle global et final proposé pour la détermination de l'intensité pluviale en fonction de la durée et de la fréquence pour la zone semi-aride du Bassin Zahrez est le suivant:

$$i(t,T) = \frac{A_T}{(t+1)^{n(T)}} \quad (2)$$

Nous présentons dans le tableau 7 le modèle de calcul de l'intensité pluviale pour les trois régions du bassin de Zahrez.

Le tableau 7: Modèles « intensité pluviales » pour les différentes régions du bassin Zahrez

Région	$I = f(T, t)$
DAR CHIOUKH	$I_{T / DAR \text{ .CHIOUKH}} = \frac{A_T}{t^{n_T}} = \frac{2.321 * T^{0.310}}{t^{0.647 * T^{0.024}}}$
DJELFA	$I_{T / DJELFA} = \frac{A_T}{t^{n_T}} = \frac{2.039 * T^{0.321}}{t^{0.660 * T^{0.015}}}$
MERGUEB B/H	$I_{T / MERGUEB \text{ .B / H}} = \frac{A_T}{t^{n_T}} = \frac{2.674 * T^{0.293}}{t^{0.678 * T^{0.010}}}$

4. Résultats et discussion:

Les valeurs des intensités pluviales modélisées par la relation (2) pour le cas de la région de Djelfa sont comparées à celles observées à la station de Djelfa ainsi qu'à celles calculées par la méthode de Body, couramment utilisée en Algérie.

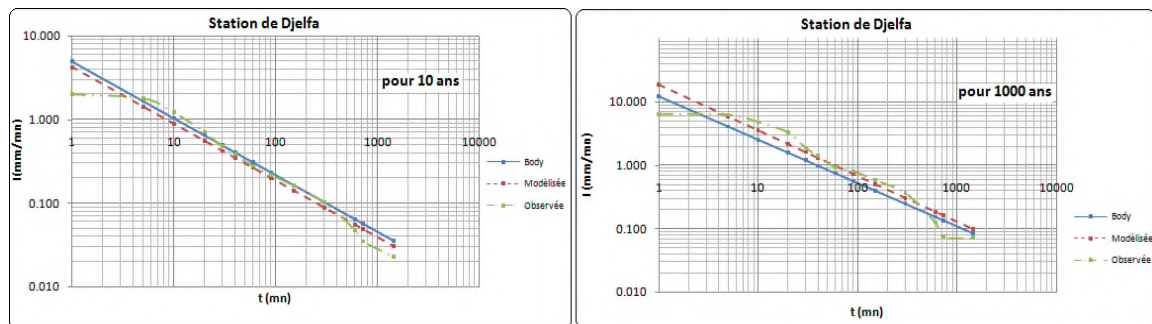


Fig. 5 : Comparaison des intensités de pluviale de période de retour 10 et 1000ans

La méthode de Body sous-estime les valeurs des intensités pluviales pour les fréquences rares ou période de retour ($T > 100$ ans) par contre, pour les périodes de retour ($T < 100$ ans), ces valeurs sont surestimées (Figure 5).

Les erreurs systématiques sont toujours présentées dans les deux cas. Les écarts entre les valeurs modélisées par la formule (2) pour le cas de Djelfa et observées ne sont pas significatifs avec des coefficients de corrélation très élevés.

5. Conclusion :

L'information sur la pluviométrie est d'une importance capitale pour les projets d'aménagement hydraulique. Les aménagistes ont besoin de connaître les paramètres de la pluie probable afin de dimensionner les ouvrages qu'ils projettent ou qu'ils entretiennent. Les données pluviographiques et leur analyse statistique sont d'un grand intérêt dans ce domaine. A partir de ce type de données, il est possible d'établir des lois de comportement qui lient l'intensité, la durée et la fréquence d'apparition des pluies qui peuvent être représentées selon des courbes caractéristiques dites courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF). Il s'agit souvent d'une famille de courbes, dont chacune représente une certaine fréquence d'occurrence ou une certaine période de retour exprimée en années.

La méthode de calcul des intensités pluviales proposée ci-dessus pour la zone semi-aride de Zahrez, fournit 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 (t) et la période de retour (T) de la caractéristique hydrologique étudiée (crue, débit pluvial urbain etc.)

Références

- [1] **ANRH (2011)**. Données pluviométrique, Pluviographiques, climatologique. Document interne et des bandes enregistrements des stations pluviographiques des bassins du Zahrez (l'ANRH. Djelfa. Algérie).
- [2] **ANRH. Etude générale des crues du Nord de l'Algérie (2009)** a été réalisée par groupement de bureaux d'études : STUCKY-ENHYD, STUCKY France, et Avec la participation du Professeur J-P LBOEDE. EN collaboration avec les services de l'ANRH : M. TAIBI Rachid, Directeur Générale, M. BOUGUERRA Khier, Chef du service hydrologie, M. BELHOULI Larbi, Chef du service Etude
- [3] **ANRH. (SOGREAH)**. MODELISATION DES GRANDS AQUIFERES, ETUDE DE MODELISATION DE 5 SYSTEMES D'AQUIFERES- BASSIN DES ZAHREZ, Rapport finale Mares 2010 n° 1 340315.
- [4] **SAAD Bennis, Université du Québec, Ecole de technologie supérieur, 2^e édition**, Hydraulique et hydrologie ; 453 P.
- [5] **SARI Ahmed, INITIATION A L'HYDROLOGIE DE SURFACE ;**
Tome 1 Cours ;
Tome 2 exercices.
- [6] **Body K.** (1985), Pluie en Algérie. (Analyse fréquentielle). Synthèse Régionale. Ministère de l'hydraulique. INRH. Constantine.
- [7] **Boutoutaou D.** (2007), les laves torrentielles et la catastrophe de Bab el Oued. Séminaire national. 06 au 07 novembre 2007. Institute Hydrométéorologique de formation et recherche (IHFR) - Oran.
- [8] **LABORDE. J.P.**, (2000) ELEMENTS D'HYDROLOGIE DE SURFACE 204P
- [9] **Touaïbia, B. (2004)**, Manuel Pratique d'Hydrologie, Edition Madani, Blida, Algérie.
- [10] **Grisolet, H.** (1948), Etude des averses orageuses de la région parisienne, la météorologie, 4 (11), p 175-195p.
- [11] **P.H. BOIS**, (2000). HYDROLOGIE GENERALE, 175 P.