

TENDANCES DES PRECIPITATIONS ET DE LA SECHERESSE SUR LE LITORAL ALGERIEN : IMPACT SUR LES RESERVES HYDRIQUES

N. HASSINI¹, B. ABDERRAHMANI², A. DOBBI³

¹Département de Biologie, Université d'Es-Sénia, BP 1524 Oran algérie.

²Institut Hydrométéorologique de Formation et de Recherche IHFR, Oran

³Département De physique, Université de Ouargla

Email. n.hassini@caramail.com

RESUME

La pluviométrie est un élément fondamental du climat. Son importance est telle que les différentes classifications du climat reposent essentiellement sur la moyenne annuelle ou mensuelle des précipitations, en combinaison avec les moyennes et /ou les extrêmes de température.

En Algérie, les ressources hydriques tributaires pour une large part d'une pluviométrie très irrégulière et inégalement répartie dans l'espace, demeurent modestes, eu égard également au déficit en moyens de rétention (barrages, retenues collinaires etc.).

Les changements climatiques et en particulier la sécheresse qui sévit ces dernières années, essentiellement à l'Ouest du pays, exacerbe davantage le problème.

L'étude des précipitations relevées dans une centaine de stations météorologiques du nord de algérien (période 1951-1980 et période 1961-1990), montre une succession d'épisodes pluviométriques excédentaires et déficitaires par rapport à la normale et qui témoignent de leur grande variabilité.

La variabilité intra annuelle des précipitations est plus importante pour les stations côtières que pour les stations de l'intérieur, ceci est dû à une plus nette distinction entre les saisons sèche et pluvieuse pour les stations côtières, alors que l'amplitude pluviométrique est plus réduite pour les stations continentales par l'apport de pluies d'orages durant l'été.

La régionalisation, obtenue par le tracé des isohyètes, montre l'existence de trois régions distinctes caractérisées par des régimes pluviométriques différents. Une superposition de cette carte avec celle des infrastructures hydrauliques existantes permet d'avoir une idée sur l'efficacité de récupération et de rétention pour les différentes régions du littoral algérien.

Mots clés : *pluviométrie, sécheresse, régionalisation, infrastructures hydrauliques, Algérie*

1. INTRODUCTION

Le prolongement des périodes sèches dans le pourtour méditerranéen est devenu une réalité climatique durant cette dernière décennie (Abderrahmani et al., 2006 ; Acot, 2003 ; Brunetti et al., 2001 ; Moisselin et al., 2003).

Les applications des données de précipitation en climatologie et agroclimatologie sont nombreuses. Elles dépendent notamment de l'échelle de temps utilisée dans la collecte des données.

Si les données annuelles peuvent être utilisées pour apprécier la tendance climatique, leur analyse, à l'échelle de temps inférieure, (décadaire et quotidienne), révèle un nombre insoupçonné d'informations climatologiques directement exploitables en agriculture : suivi régulier du bilan hydrique ; caractérisation d'un certain nombre d'événements climatiques tels que le début de la saison des pluies, l'occurrence d'épisodes secs, la prévision des rendements etc.

A partir des données de précipitations annuelles, on peut établir une statistique permettant de caractériser leur variabilité spatiale et temporelle et par suite les caractères généraux du climat.

Dans cette étude nous avons abordés deux aspects principaux, à savoir :

- La variabilité inter annuelle en tant que variabilité temporelle, susceptible de déceler la tendance dans le temps.
- La variabilité spatiale dans le but d'établir une régionalisation (zonage climatique) et ainsi réaliser des tracés de cartes pluviométriques

Nous avons considéré les stations dont le fonctionnement couvre deux périodes différentes, à savoir la période 1951-1980 et la période 1961-1990.

2. Collecte et mise en forme des données

2.1. Réseau pluviométrique

Les critères de choix des stations sont basés sur trois critères essentiels :

- ✓ Données d'observations complètes ou quasi complètes
- ✓ Stations professionnelles
- ✓ Répartition spatiale uniforme

Les séries d'observations des postes auxiliaires étant soit lacunaires soit douteuses, on utilisera autant que possible les données recueillies par les stations professionnelles. Cependant, le déséquilibre dans la distribution spatiale des stations impose parfois de prendre en compte les données des postes auxiliaires.

Dans l'ensemble, les séries chronologiques considérées, présentent des lacunes au cours de la période 1961-1969. Cette discontinuité dans le temps a pour effet de réduire la période commune aux différentes séries à une durée moyenne de 25 ans.

Avant de dégager le nombre ainsi que la longueur réelle des séries à considérer pour cette étude, il est utile de donner un bref aperçu de l'historique de fonctionnement des stations.

Le décompte des périodes d'observations complètes, indépendamment de leurs dates de début et fin est donné par le tableau 1 et la figure 1 :

Durée de fonctionnement	Nombre de stations
5 à 10	285
11 à 15	92
16 à 20	138
21 à 25	78
26 à 30	45

Tableau 1 : nombre des stations en fonction de leurs durées de fonctionnement

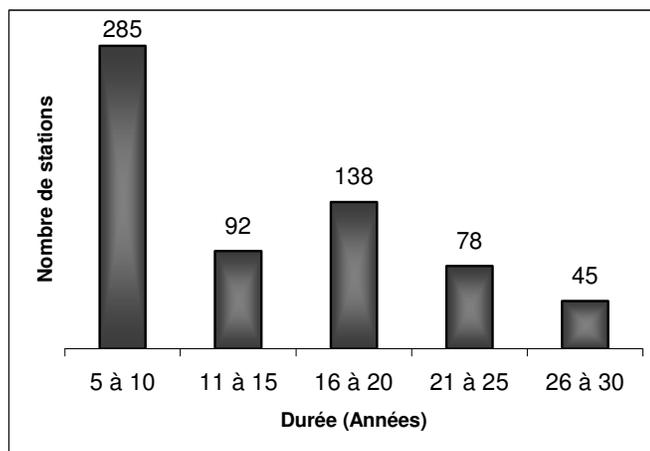


Figure 1 : Histogramme des durées de fonctionnement des stations

2.2 Données Pluviométriques

Parmi toutes les stations disponibles (voir Tableau 1) nous avons retenus 42 stations pour la période 1951-1980, les paramètres géographiques et la moyenne annuelle de la pluviométrie sont donnés dans le tableau 2.

N°	NOM DE LA STATION	LONGITUDE	LATITUDE	ALTITUDE	MA (1951-1980)
01	AIN FEKKAN	35.23	0.00 E	450	397
02	AIN TEMOUCHENT	35.28	1.11 W	325	495
03	AIN SKHOUNA	34.50	0.84 E	1000	258
04	AIN SEFRA	32.77	0.58 W	1075	184
05	AFLOU	34.11	2.10 E	1405	348
06	BECHAR	31.62	2.22 W	805	86
07	BENI BAHDAL BARRA	34.71	1.50 W	700	530
08	BOUTLELIS	35.60	0.99 W	85	427
09	BOU SFER	35.70	0.81W	140	483
10	BENSEKRANE	35.07	1.22 W	250	478
11	BAKHADA BARRAGE	35.35	1.05 E	800	400
12	BORDJ BOU NAAMA	35.85	1.62 E	1057	894
13	COL. BOUGARA	35.65	1.97 E	800	348
14	CHEURFA BARRAGE	35.40	0.25 W	260	407
15	DAOUD YOUN	34.92	0.21 E	650	329
16	EL BAYADH SP	33.68	1.01 E	1311	295
17	EL ASNAM	36.72	1.32 E	100	398
18	EL BRAYA	35.63	0.53 W	108	376
19	GHAZAOUET PHARE	35.10	1.87 W	83	386
20	MASCARA HYD	35.40	0.14 E	600	520
21	MAGHNA	34.81	1.78 W	385	436
22	MOHAMMADIA	35.58	0.07 E	55	393
23	MECHERIA	33.55	0.27 W	1167	286
24	MEDRISSA	34.90	1.23 E	1150	323
25	MILIANA	36.30	2.23 E	715	790
26	ORAN	35.63	0.62 W	90	406
27	OUZIDANE	34.94	1.28 W	555	507
28	OULED MIMOUN	34.92	1.03 W	705	419
29	OUED BERKECHE	35.22	0.98 W	450	455
30	OUED EL ABTAL	35.46	0.69 E	309	365
31	REMCHI	35.06	1.42 W	224	422
32	RELIZANE BGE	35.73	0.54 E	80	343
33	SAIDA HYD	34.83	0.16 E	804	384
34	SOUK AHRAS	36.29	7.97 E	655	689
35	SIDI AISSA	35.88	3.77 E	658	290
36	SIDI AMAR	35.03	0.11 E	550	461
37	SIDI MEDJAHED	34.75	1.63 W	425	350
38	SOUGUEUR	35.19	1.50 E	1120	375
39	TADJEMOUNT	33.87	2.52 E	895	156
41	TLEMCEN AGRICOLE	34.88	1.32 W	810	659
42	TEMSALMELT	35.60	0.78 W	122	462

Tableau 2 : Stations exploitables pour la période 1951-1980

Le tableau 3 résume les données des 30 stations qui peuvent être exploitées pour la période 1961-1990. Les stations suivies d'une astérisque (*) ont subi un changement de site durant cette période.

	NOM DE LA STATION	LONGITUDE	LATITUDE	ALTITUDE	M A (1961-1990)
01	AIN TEMOUCHENT	35.28	1.11 W	325	455.2
02	ALGER	36.72	3.25 E	24	686.6
03	ANNABA	36.82	7.82 E	3	613.2
04	ARZEW	35.88	0.27 W	9	248.3
05	B.B. ARRERIDJ	35.90	4.91 E	1050	341.7
06	BATNA*	35.78	6.17 E	827	255.4
07	BEJAIA	36.72	5.07 E	3	777.5
08	BENI SAF	35.10	1.12 W	5	273.4
09	BOU SAADA	35.21	4.17 E	528	130.7
10	BOUIRA	36.38	3.90 E	532	512.3
11	CHLEF	36.72	1.32 E	100	409.1
12	CONSTANTINE	36.28	6.62 E	694	512.9
13	EL KALA	36.90	8.45 E	10	661.0
14	GHAZAOUAT	35.10	1.87 W	83	386.1
15	GUELMA	36.47	7.43 E	268	163.8
16	M'SILA	35.70	4.55 E	441	207.5
17	MAGHNA	34.81	1.78 W	385	415.2
18	MASCARA*	35.39	0.13 E	474	443.8
19	MEDEA	36.27	2.77 E	918	720.4
20	MILIANA*	36.30	2.33 E	719	774
21	MOSTAGANEM*	35.93	0.12 E	146	229.8
22	ORAN	35.63	0.62 W	90	370.1
23	SAIDA	34.86	0.16 E	804	328.5
24	SETIF*	36.18	5.42 E	1081	355.2
25	SIDI BEL ABBES*	35.18	0.67 W	480	316.4
26	SKIKDA	36.86	6.95 E	7	728.8
27	SOUK AHRAS	36.05	7.97 E	655	628.2
28	TEBESSA	35.48	8.13 E	813	362.5
29	TLEMCCEN	34.28	1.32 W	810	595.2
30	ZEMMOURA	35.72	0.75 E	288	394.1

Tableau 3 : Stations exploitables pour la période 1961-1990

2.3. Totaux pluviométriques annuels et leur chronologie

Afin d'étudier les variations temporelles des précipitations et de généraliser les divers résultats d'analyse, on a constitué trois séries régionales représentatives de la partie Nord du pays : région Ouest, région Centre et région Est.

On choisit au préalable un certain nombre de stations susceptibles de former une région climatique homogène.

Les différentes stations retenues, ainsi que les paramètres statistiques sont résumés dans le tableau 4 pour la région ouest, le tableau 5 pour la région centre et le tableau 6 pour la région est :

REGION OUEST	Oran-Baudens	Oran-port	Oran- Sénia	Boutlelis	El Braya
Période d'observation	1877-1915	1904-1951	1925-1984	1941-1984	1925-1962
Nbre d'années effectif d'obs.	39	47	54	30	30
Moyenne (mm)	384.9	392.0	395.5	390.7	394.0
Ecart-type	114.7	140.4	115.9	147.2	
Coefficient de variation (%)	29.8	35.8	29.3	37.6	30.4

Tableau 4 : Paramètres statistiques des stations représentatives de la région ouest

<i>REGION CENTRE</i>	Alger-port	Dar El Beida	INA El Harrach	Alger Université	Bouzaréah
Période d'observation	1844-1942	1936-1982	1908-1968	1913-1968	1940-1980
Nbre d'années effectif d'obs.	99	45	58	56	65
Moyenne (mm)	650.4	692.4	658.2	735.8	761.4
Ecart type	153.0	167.3	148.2	162.5	163.0
Coefficient de variation (%)	23.5	24.2	22.5	22.0	21.4

Tableau 5 : Paramètres statistiques des stations représentatives de la région centre

<i>REGION EST</i>	Annaba-port	Cap de garde	Ben M'hidi
Période d'observation	1907-1955	1931-1961	1926-1980
Nbre d'années effectif d'obs.	44	27	48
Moyenne (mm)	763.0	728.3	686.6
Ecart type	159.2	147.8	151.7
Coefficient de variation (%)	20.8	20.2	22.0

Tableau 6 : Paramètres statistiques des stations représentatives de la région est

La moyenne régionale est obtenue par la moyenne pondérée des stations considérées (tableau 7).

	<i>REGION OUEST</i>	<i>REGION CENTRE</i>	<i>REGION EST</i>
Moyenne régionale (mm)	392.8	695.3	724.3
Ecart régional (mm) type	127.8	158.0	153.0

Tableau 7 : Moyennes pondérées des stations considérées

2.4. Résultats et commentaires :

L'utilisation de ces séries régionales normalisées (pour chaque année le total annuel est remplacé par la moyenne des variables centrées réduites des stations en fonctionnement) présente un certain nombre d'avantages.

Elles permettent de minimiser les effets locaux sur la distribution des précipitations, de pallier aux lacunes existantes dans les séries prises individuellement et d'augmenter ainsi la longueur de la série résultante.

On constate que les coefficients de variation calculés sont du même ordre de grandeur pour les différentes stations d'une même région. Ceci confère à chaque groupe de stations ainsi constitué le caractère de " *région climatique homogène* "

De plus, le coefficient de variation étant un paramètre caractérisant la dispersion, on peut conclure à une grande variabilité des précipitations dans la Région Ouest. On note aussi une certaine similitude dans l'évolution dans le temps des précipitations des régions Centre et Est.

La chronologie des valeurs annuelles montre que l'année la plus arrosée en région Ouest a été observée en 1935 avec un total de 719 mm. Le maximum observé au Centre a été de 1132 mm en 1854 contre un total de 1019 mm à l'est en 1915.

Cependant, il est nécessaire d'approfondir l'analyse des séries pour en dégager les caractéristiques essentielles (Abderrahmani et al., 2006).

On admet en général qu'une année donnée i est anormalement sèche si le rapport de son total pluviométrique x_i à la moyenne est tel que :

$$r_i = \frac{x_i}{\bar{x}_j} \leq 1 - \alpha C_{v_j} \quad (1)$$

\bar{x}_j et C_{v_j} sont respectivement la moyenne et le coefficient de variation de la série régionale j considérée. Le paramètre α dépend des spécificités de l'étude, sa valeur est majorée par l'unité.

On peut, de la même façon définir une année pluvieuse et une année normale.

Compte tenu de la relation ci-dessus, on détermine pour chaque région et pour deux valeurs différentes de α des limites inférieures et supérieures qui identifient un caractère donné.

	REGION OUEST		REGION CENTRE		REGION EST	
	$\alpha = 1$	$\alpha = 0.5$	$\alpha = 1$	$\alpha = 0.5$	$\alpha = 1$	$\alpha = 0.5$
Limite inférieure	277	341	537	616	571	648
Limite supérieure	532	468	853	774	878	801
Coefficient de variation C_{v_j}	0.315		0.227		0.21	

Tableau 8 : Valeurs estimées du coefficient de variation

La distribution des fréquences exprimées en % des 03 caractères en question est donnée par le tableau suivant :

	Région OUEST		Région CENTRE		Région EST	
	$\alpha = 1$	$\alpha = 0.5$	$\alpha = 1$	$\alpha = 0.5$	$\alpha = 1$	$\alpha = 0.5$
Années sèches	11	33	14	30	25	39
Années normales	76	40	69	40	59	34
Années pluvieuses	13	27	17	30	16	27

Tableau 9 : Estimation de la distribution des fréquences des trois caractères

- Pour $\alpha = 0.5$ on remarque qu'un caractère donné se retrouve en proportion sensiblement égale dans les trois régions considérées
- Pour $\alpha = 1$ on note une différence notable entre les fréquences d'années normales et d'années sèches en passant de la région Ouest à la région Est. Ceci étant dû à l'effet de période, la comparaison sur la période commune 1910-1980 a donné, pour $\alpha = 1$ les fréquences suivantes :

	Région OUEST	Région CENTRE	Région EST
Années sèches	14	14	25
Années normales	75	68	59
Années pluvieuses	11	18	16

Tableau 10 : Calculs de la distribution des fréquences des trois caractères pour la période 1910-1980

La période demeurant sans effet sur les résultats, on peut conclure à une différence du régime pluviométrique entre l'Ouest et l'Est du pays et à quelques similitudes entre l'Est et le Centre. Le pourcentage d'années sèches à l'Est (25%) où l'on totalise en moyenne 700 mm par an est supérieur à celui de la région Ouest. Ceci peut paraître contradictoire, aussi faut-il remarquer que les valeurs seuils ayant permis le dénombrement des années sèches sont spécifiques à chaque région. De ce fait une année pouvant compter sèche à l'Est (total annuel < 571 mm) n'est pas nécessairement considérée comme telle à l'Ouest où la valeur limite inférieure est de 277 mm. Enfin la variabilité des précipitations peut se résumer par la distribution des fréquences de périodes sèches, normales et pluvieuses.

Remarques :

1. On observe pour les 3 régions une succession de périodes déficitaires et excédentaires.
2. Les phases ascendantes en dents de scie confirment la grande variabilité inter annuelle des précipitations à l'ouest du pays.
3. Pour les régions Centre et Est les phases ascendantes ou descendantes ne présentent pas cet aspect.

Une analyse simultanée des 3 courbes montre un début de phase décroissante vers l'année 1940, date commune à toute la partie Nord du pays. Quant à ces dernières années, cette diminution se fait sentir à partir de 1975, particulièrement à l'Ouest du pays, cette sécheresse de l'hiver 1975 a fait l'objet d'un article publié par la Division de Climatologie de l' Institut de Météorologie d'Oran. Plus récemment encore, les différentes observations confirment la tendance à la baisse des précipitations notamment en région Ouest , d'où l'intérêt particulier que nous accordons à l'étude de la pluviométrie durant la décennie 1990-1999 pour les trois régions considérées.

6. Tendence pluviométrique la décennie 1990-1999 :

Afin de caractériser la pluviométrie de la dernière décennie, on a opté pour la méthode du bilan consistant en une comparaison des moyennes annuelles de pluie des différentes stations à leurs normales respectives.

Ainsi la quasi-totalité des stations de la région Ouest présentent un déficit pluviométrique important par rapport à la normale.

Ce déficit se résorbe en région Centre pour se transformer en excédent pluviométrique en région Est, notamment pour les stations côtières (station d'Annaba en particulier).

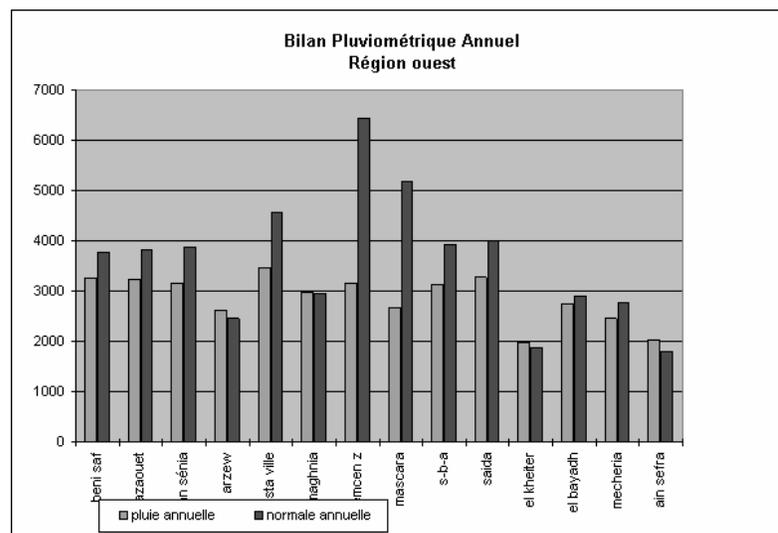


Figure 2 : Bilan pluviométrique à l'Ouest

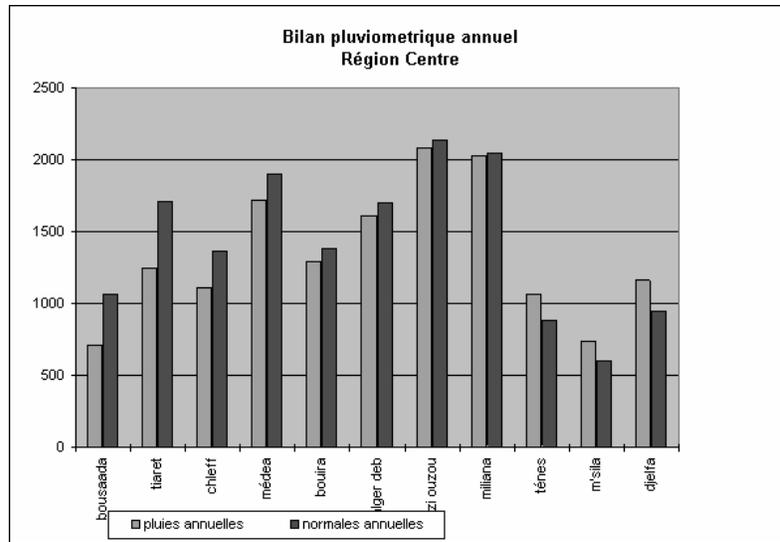


Figure 3 : Bilan pluviométrique au Centre

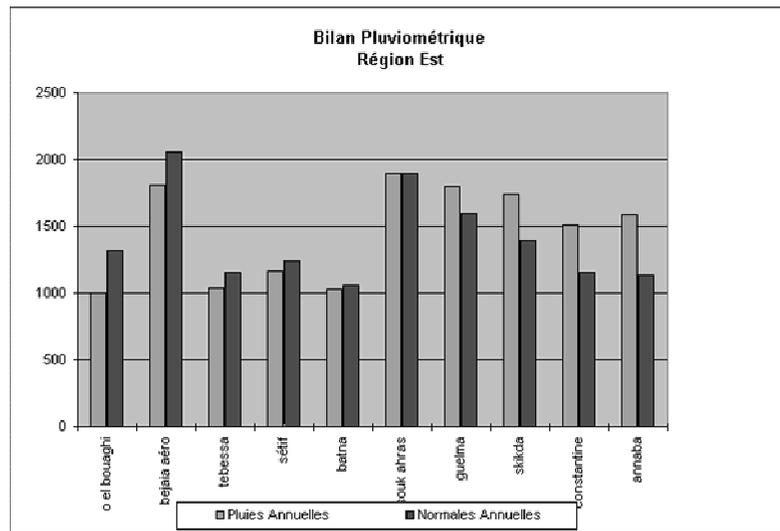


Figure 4 : Bilan pluviométrique à l'Est

7. Tracé de la carte pluviométrique

Le but du tracé est de représenter la variabilité spatio-temporelle de la pluviométrie relative à deux périodes différentes, à savoir 1951-1980 et 1961-1990, afin de mettre en relief la tendance de ce paramètre.

La méthode d'interpolation utilisée est le "krigeage" qui présente cependant l'inconvénient de ne pas faire intervenir le gradient pluviométrique d'altitude qui tient compte de façon objective de l'influence du relief.

En effet, les pluies qui tombent en Algérie étant pour la plupart d'origine orographique, la quantité annuelle de précipitations que recueille une station donnée dépend de l'altitude ou plus généralement de la topographie de cette station. On fait alors intervenir la notion de gradient pluviométrique d'altitude.

C'est pourquoi la recherche d'une loi suivant laquelle la hauteur de pluie varie avec l'altitude a abouti à 03 représentations possibles correspondant à 03 régions naturelles : le littoral, l'Atlas tellien, l'Atlas saharien et le Sahara.

8. Analyse des cartes

Les figures 5 et 6 ci-dessous représentent les distributions moyennes annuelles des précipitations respectives des deux périodes considérées.

Les isohyètes présentent dans les deux cas une configuration similaire qui suscite les commentaires suivants : La pluviométrie moyenne annuelle augmente selon deux principales directions à savoir de l'Ouest vers l'Est et du Sud vers le Nord. Le réseau plus lâche des isohyètes sur la partie Ouest témoigne de la plus grande variabilité des précipitations.

La comparaison avec la carte pluviométrique de l'Algérie dressée par P.SELTZER (1913-1938) fait ressortir les points suivants :

- Les configurations des isohyètes sont assez semblables.
- On note cependant une baisse sensible de la pluviométrie moyenne annuelle à l'Est du pays.

Toutefois la comparaison entre les deux cartes établies ci-dessous dénote une tendance générale à la baisse des précipitations.



Figure 5: Distribution annuelle moyenne des précipitations (Période 1951-1980)



Figure 6 : Distribution moyenne annuelle des précipitations (période 1961-1990)

9. Conclusion

L'étude des précipitations sur le Nord de l'Algérie montre une succession d'épisodes pluviométriques excédentaires et déficitaires par rapport à la normale et qui témoignent de leur grande variabilité.

La variabilité intra-annuelle des précipitations est plus importante pour les stations côtières que pour les stations de l'intérieur, ceci est dû à une plus nette distinction entre les saisons sèche et pluvieuse pour les stations côtières, alors que l'amplitude pluviométrique est plus réduite pour les stations continentales par l'apport de pluies d'orages durant l'été.

La régionalisation montre l'existence de trois régions distinctes caractérisées par des régimes pluviométriques différents, avec toutefois une similitude entre les régions Centre et Est.

La pluviométrie moyenne annuelle augmente selon deux principales directions, à savoir de l'Ouest vers l'Est et du Sud vers le Nord. Le réseau plus lâche des isohyètes sur partie Ouest témoigne de la plus grande variabilité des précipitations. Comparée à la carte pluviométrique sur la période 1951-1980, la deuxième carte présente une tendance générale des précipitations à la baisse.

La grande variabilité inter annuelle et intra annuelle des précipitations justifie une meilleure connaissance de nos potentialités hydriques ainsi que leur utilisation rationnelle.

10. Bibliographie :

- Abderrahmani b., Abbou M., Dobby A. et Hassini N., 2006, Evénements climatiques : Caractérisation de la sécheresse dans la région d'Oran, *Actes du XIX Colloque de l'AIC, Epernay*, pp 37-42
- Acot P., 2003 : *Histoire du climat*, Perrin, 309p
- Brunetti M., Maugeri M. et Nanni T., 2001: Changes in total precipitation, rainy days and extreme events in Northern Italy, *Int. J. Climatol.*, 21, pp. 861-871.
- Djeboua A., Duband D. et Bois P., 2004, Estimation des lois des précipitations extrêmes à partir de données journalières complètes, *La Houille Blanche*, N° 3 pp 65-74
- Leroy M., 2002, La mesure au sol de la température et des précipitations, *La Météorologie*, n° 39, pp 52-56
- Moisselin, J.M., Canelas M., Schneider M., Dubuisson B., 2003, Les longues séries de référence pour l'étude des changements climatiques, *Actes des journées AMA Météo France, Toulouse*, pp. 95-98