

CHAPITRE II : HYDRO-CLIMATOLOGIE

II. 1. Introduction

L'étude hydro-climatologique nécessite des renseignements bien précis sur les différents facteurs et les éléments qui régissent les variations climatiques et hydriques.

Les facteurs qui déterminent le climat sont la précipitation, l'humidité, la température et le vent. La distribution de ces facteurs, dans le temps et dans l'espace, influence l'évaporation et la transpiration. En effet, ils permettent d'évaluer quantitativement les variations du régime hydrologique.

L'analyse du comportement hydrologique d'un bassin versant s'effectue par l'observation de la quantité d'eau qui s'écoule dans ce système qu'elle permet d'identifier le volume des ressources d'eau superficielle ainsi que les nappes souterraines. Ceci implique la connaissance des paramètres suivants : les précipitations, l'évapotranspiration, l'infiltration et le ruissellement qui conditionnent le bilan.

II. 1. 1. Le bassin Côtiers Constantinois Centre

On localise la zone d'étude dans le bassin versant côtiers constantinois centre qui a une Superficie de l'ordre de 4962 km² (P.N.E 2000), soit 48.5% de la superficie totale du bassin Côtiers Constantinois. Selon le recensement de 1998, on y compte 886 240 habitants, répartis sur 58 communes et 05 wilayas. Le bassin versant se caractérise par une agriculture traditionnelle et moderne intéressant les cultures maraîchères, les céréales et l'arboriculture. L'irrigation mixte y est souvent pratiquée. L'industrie est concentrée autour des agglomérations principales : Collo et Tamalous dans la partie Ouest, Skikda et El Harrouch au Centre, Azzaba et Berrahal dans la partie Est.

- **Pluviométrie :** Sur le bassin, les précipitations varient en moyenne de 650 mm à 1800 mm, pour l'ensemble du bassin il existe 17 stations pluviométriques et 05 stations hydrométriques suivies par l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H).
- **Hydrographie :** Le bassin versant se caractérise par un chevelu hydrographique dense totalisant un réseau de plus de 4200 km et compte plus de 44 oueds principaux (Fig.9).

La zone d'étude est localisée dans le sous bassin versant du lac Fetzara qui porte le numéro de côte (03 13), (Fig.9).



**Tableau 3 : ressources en eau superficielles et souterraines du bassin versant Côtiers
Constantinois Centre. (P.N.E 2000)**

B.V Côtiers Constantinois Centre		
Ressources souterraines	Superficie (km ²) : 4962	Potentialités des nappes (hm ³ /an): 32.5
Ressources superficielles (hm³/an), (selon P.N.E, 2000)	324.16	
Barrages	Nombre : 04	Capacité (hm ³ /an) : 312
Retenues collinaires	Nombre : 101	

II. 1. 2. Caractéristiques du sous bassin versant du lac Fetzara

Le réseau hydrographique du sous bassin (Fig.9) est constitué de quatre oueds qui sont :

- Oued Mellah : il prend sa source aux alentours de l'oued El Kebir Ouest, d'une longueur à peu près de 08 km ; il draine une surface de 47 km² du Sud-Ouest vers le Nord-Est en se reliant au canal d'assèchement au contact du lac Fetzara.
- Oued El Hout : il prend sa source au niveau des collines de Ain Berda. C'est le plus long cours d'eau qui alimente le lac Fetzara (10 km de longueur), il s'écoule du Sud vers le Nord et draine une surface de 81 km².
- Oued Zied : il prend sa source à Kef Sebâ, la direction de l'écoulement est du Nord vers le Sud-Ouest sur une longueur d'environ 10.5 km, il draine une surface de 19 km².
- Oued Bou Messous : il a une longueur de 09 km, il s'écoule du Sud vers le Nord.

Tableau 4 : Quelques caractéristiques du sous bassin versant du lac Fetzara.

Sous bassin versant du lac Fetzara			
Numéro de côte	03 13		
Potentiel des nappes (en hm³/an), selon P.N.E	13.4		
Superficie (Km²)	515		
Retenues collinaires	Nombre : 31	Capacité (m ³) : 2563000	Destination : irrigation
Alimentation en eau potable	Nombre de réservoirs : 17	Volume (m ³) : 5920	

Tous ces oueds se collectent au niveau du lac Fetzara, ils sont caractérisés par un régime très irrégulier, torrentiel en hiver et sec en été.

Le drainage du lac Fetzara est effectué tout au long de l'année quel que soit le débit par le canal principal, l'eau est évacuée vers l'oued Meboudja puis oued Seybouse vers la mer.

II. 2. Les paramètres climatiques

L'analyse climatique c'est l'un des outils qui permet de déterminer les ressources hydriques dans une zone précise ; les facteurs climatiques tels que les précipitations, la température et l'évapotranspiration nous permettent d'étudier les caractéristiques du bassin hydrographique ainsi que d'expliquer quantitativement le régime hydrologique, dans le temps et dans l'espace.

Les données climatiques utilisées dans cette étude sont les enregistrements pluviométriques d'une période de 32 ans (1981 à 2013) collectées auprès des trois stations météorologiques (Berrahal, Ain Berda et les Salines) (Tab.5).

Tableau 5 : Caractéristiques des stations de mesure.

Station	Code	X	Y	Longitude	Latitude	Alt. (m)	Période d'observation
Salines	60360	955.2	403.8	7°49 E	36°50 N	3	1981-2013
Ain Berda	140606	937.6	387.75	7°35 58 E	36°41 28 N	100	1981-2013
Berrahal	31302	923.35	405.56	7°45 E	36° 84 N	33	1981-2013

Sources : ONM d'Annaba 2017

II. 2. 1. Les précipitations

Toutes les eaux météoriques qui arrivent au sol sous quelques formes que ce soit ; de la pluie, de la neige, de la grêle, de la rosée, sont regroupés sous le terme de précipitations.

II. 2. 1. 1. Les précipitations moyennes mensuelles

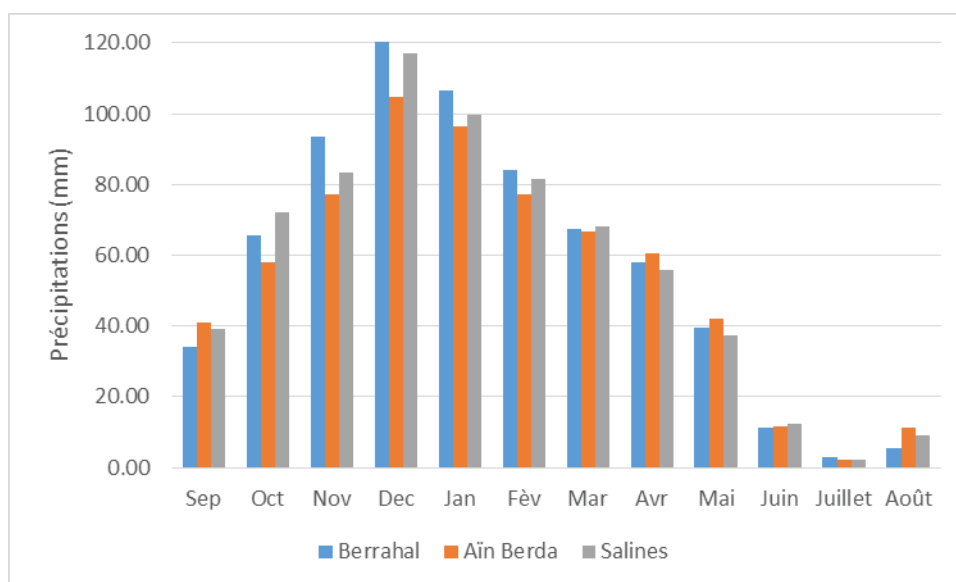
Le calcul de la moyenne arithmétique des hauteurs des précipitations du mois considéré sur un grand nombre d'années ou dite précipitations moyennes mensuelles donne un aperçu sur les variations mensuelles pluriannuelles des précipitations.

Les variations mensuelles et pluriannuelles des précipitations sont présentées dans le tableau N° 6 :

Tableau 6 : Précipitations moyennes mensuelles (1981 – 2013).

Stations	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juillet	Août	Total
Berrahal	34.22	65.72	93.34	128.15	106.48	84.06	67.49	57.98	39.42	11.30	2.98	5.62	696.75
Ain Berda	40.95	58.02	77.22	104.62	96.54	77.21	66.52	60.51	41.91	11.75	2.25	11.18	648.67
Les Salines	39.03	71.97	83.34	116.96	99.55	81.48	67.96	55.95	37.30	12.31	2.36	8.96	677.19

L'histogramme des précipitations moyennes mensuelles (Fig.10) au niveau des trois stations Berrahal, Ain Berda et les Salines, montre une hétérogénéité remarquable des précipitations d'un mois à l'autre avec un maximum de l'ordre de : 128.15 mm à Berrahal, 104.62 mm à Ain Berda et 116.96 mm aux Salines au mois de Décembre, et un minimum de 2.98 mm, 2.25 mm et 2.36 mm aux trois stations respectivement pendant le mois de juillet.

**Figure 10 : Précipitations moyennes mensuelles pour les trois stations (1981–2013).**

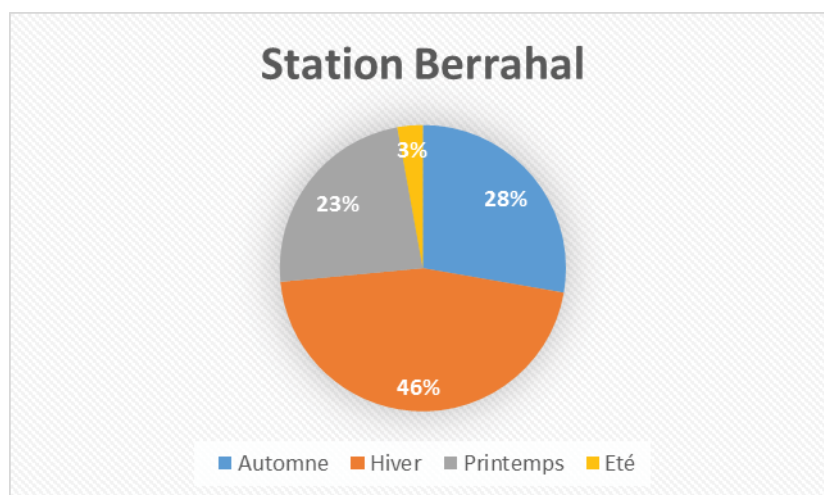
II. 2. 1. 2. Répartition saisonnière des précipitations

Il est connu que le taux des précipitations diffère d'une saison à l'autre. Dans l'objectif de déterminer ces quantités nous nous sommes intéressé aux précipitations saisonnières (**Automne** : Septembre, Octobre, Novembre, **Hiver** : Décembre, Janvier, Février, **Printemps** : Mars, Avril, Mai, **Été** : Juin, Juillet et Août), cette répartition est présentée dans le tableau N° 7 :

Tableau 7 : Répartition saisonnière des précipitations (1981-2013).

Stations	Automne		Hiver		Printemps		Eté	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Berrahal	193.28	26.97	318.69	44.48	164.89	23.01	19.90	2.78
Ain Berda	176.19	25.19	278.37	39.80	168.94	24.16	25.18	3.60
Les salines	194.35	28.96	297.99	44.41	161.22	24.03	23.64	3.52

Selon le tableau précédent (Tab.7) nous observons une saison hivernale de forte pluviosité avec 318.69 mm, 278.37 mm et 297.99 mm, soit 44.48 %, 39.80 % et 44.41 % du total annuel respectivement pour les trois stations. En Automne les précipitations sont de l'ordre de 193.28 mm soit 26.79 % à la station Berrahal, 176.19 mm soit 25.19 % à la station de Ain Berda et 194.35 mm soit 28.96 % à la station des Salines du total annuel, ainsi que les précipitations en Printemps sont de l'ordre de 164.89 mm soit 23.01 %, 168.94 mm soit 24.16 % et 161.22 mm soit 24.03 % du total annuel respectivement pour les trois stations. La pluviométrie enregistrée dans la saison sèche est la plus faible par rapport aux autres saisons, Elle est respectivement de l'ordre de 19.90 mm soit 2.78 %, 25.18 mm soit 3.60 % et 23.64 mm soit 3.52 % de la pluviosité annuels. On conclut que le régime climatique est de type HAPE (Fig.11, 12 et 13).

**Figure 11 : Répartition saisonnière des précipitations à la station de Berrahal (1981-2013).**

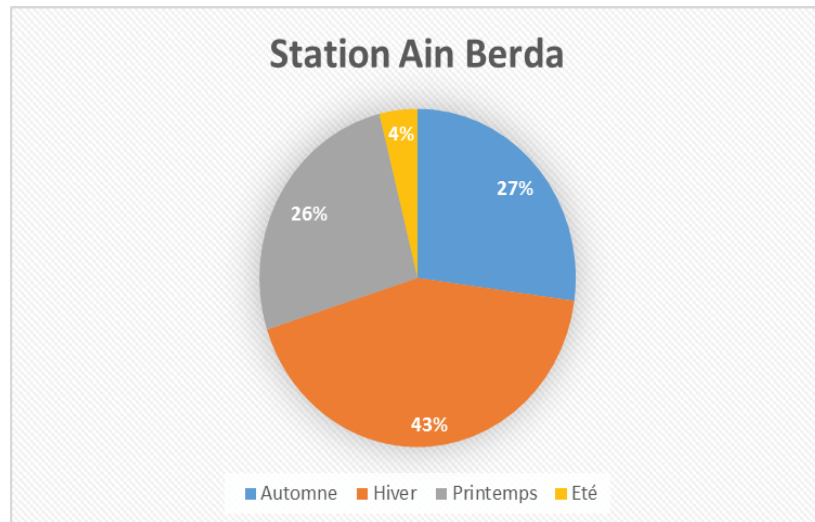


Figure 12 : Répartition saisonnière des précipitations à la station de Ain Berda (1981-2013).

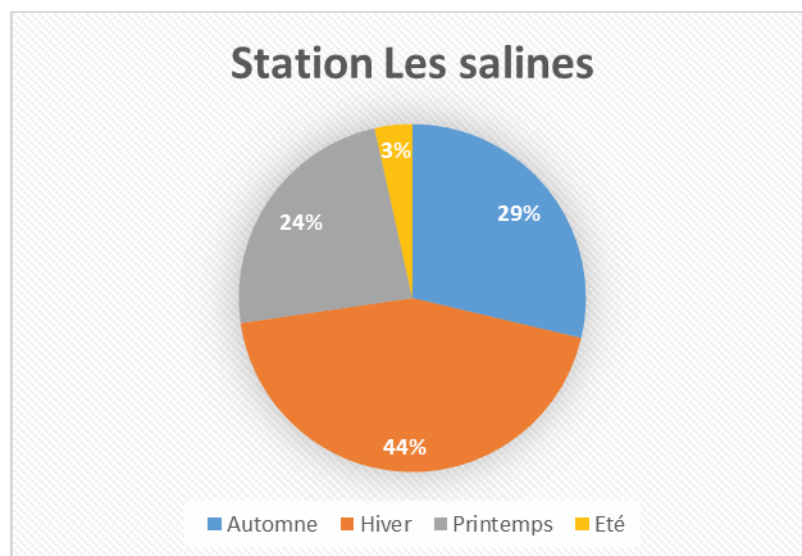


Figure 13 : Répartition saisonnière des précipitations à la station des Salines (1981-2013).

II. 2. 1. 3. Précipitations moyennes annuelles

Les variations des précipitations de chaque année durant la période de 32 ans (1981-2013) sont présentées dans le tableau N° 8. Nous pouvons exprimer cette variation à partir du coefficient pluviométrique CP (Fig.14) pour déterminer les années excédentaires et déficitaires. Il est obtenu par le rapport de la pluviométrie d'une année à la pluviométrie moyenne d'une série d'années à une station donnée.

Nous avons deux cas :

$$CP = \frac{P}{\bar{P}}$$

Si $CP > 1$: année excédentaire.

Si $CP < 1$: année déficitaire.

Tableau 8 : Les précipitations annuelles et les coefficients pluviométriques des trois stations (1981–2013).

an	Les précipitations annuelles (mm)			Le coefficient pluviométrique (CP)		
	Berrahal	Ain Berda	Les Salines	Berrahal	Ain Berda	Les Salines
1981/82	833.7	760.4	585.1	1.20	1.12	0.90
1982/83	634.0	678.1	567.1	0.91	1.00	0.87
1983/84	756.2	937.8	717.4	1.09	1.38	1.11
1984/85	879.1	927.0	833.4	1.26	1.37	1.29
1985/86	573.9	543.0	448.4	0.82	0.80	0.69
1986/87	847.0	909.3	813.6	1.22	1.34	1.26
1987/88	519.6	491.0	382.1	0.75	0.72	0.59
1988/89	454.7	557.0	480.1	0.65	0.82	0.74
1989/90	473.7	535.0	530.9	0.68	0.79	0.82
1990/91	704.9	689.3	638.6	1.01	1.02	0.99
1991/92	687.9	684.6	623.7	0.99	1.01	0.96
1992/93	660.6	644.1	680.6	0.95	0.95	1.05
1993/94	650.6	519.7	500	0.93	0.77	0.77
1994/95	547.6	548.3	585.5	0.79	0.81	0.90
1995/96	757.6	807.0	734.6	1.09	1.19	1.13
1996/97	632.4	422.8	391.8	0.91	0.62	0.60
1997/98	749.5	941.0	863	1.08	1.39	1.33
1998/99	748.1	841.0	735	1.07	1.24	1.13
1999/00	622.9	559.6	562.1	0.89	0.83	0.87
2000/01	605.1	550.7	547.1	0.87	0.81	0.84
2001/02	503.5	460.3	368.2	0.7	0.7	0.6
2002/03	937.7	842.1	973.0	1.3	1.2	1.5
2003/04	754.5	708.0	858.9	1.1	1.0	1.3
2004/05	1068.9	987.7	842.9	1.5	1.5	1.3
2005/06	590.7	612.5	574.2	0.8	0.9	0.9
2006/07	698.5	648.1	592.1	1.0	1.0	0.9
2007/08	658.2	539.7	528.4	0.9	0.8	0.8
2008/09	879.8	853.6	888.5	1.3	1.3	1.4
2009/10	806.7	627.1	680.5	1.2	0.9	1.0
2010/11	802.3	670.4	775.6	1.2	1.0	1.2
2011/12	613.4	608.0	742.7	0.9	0.9	1.1
2012/13	635.5	575.3	699.5	0.9	0.8	1.1

Remarque :

Année excédentaire	Année déficitaire
--------------------	-------------------

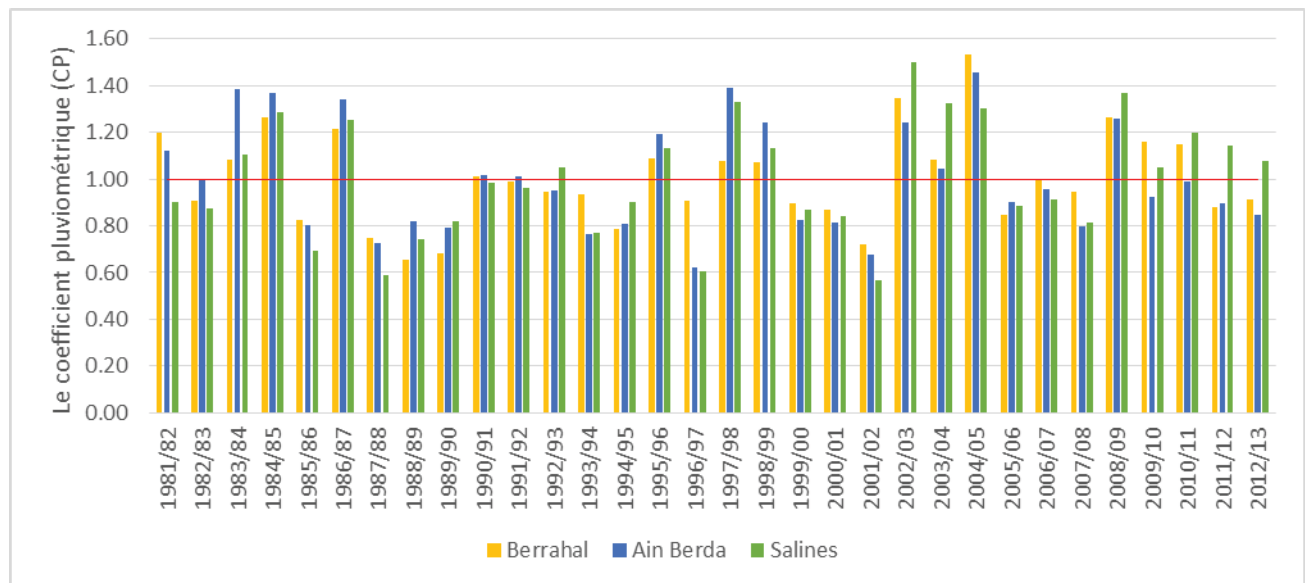


Figure 14 : Les variations du coefficient pluviométrique pour les trois stations (1981–2013).

Sachant que : Les précipitations moyennes annuelles de chaque station sont :

- Station de Berrahal : $\bar{P} = 696.5$ mm
- Station de Ain Berda : $\bar{P} = 677.5$ mm
- Station des Salines : $\bar{P} = 648.3$ mm

A partir de ces données (Tab.8) on constate que les années déficitaires sont plus nombreuses que les années excédentaires aux stations de Ain Berda et les Salines, par contre à la station de Berrahal, les années excédentaires sont égaux aux années déficitaires.

II. 2. 1. 3. 1. Variations des précipitations annuelles

Durant les années 1988/1889, 1996/1997 et 2001/2002 les stations de Berrahal, de Ain Berda et les Salines respectivement ont enregistré la plus faible pluviométrie par rapport aux autres années avec des précipitations de l'ordre de 454.7 mm pour la station de Berrahal, 422.8 mm pour la station de Ain Berda et 368.2 mm pour la station des Salines. De plus la pluviométrie maximale a été enregistrée en 2004/2005 avec un total de précipitation de 1098.9 mm et 987.8 mm pour les stations de Berrahal et de Ain Berda respectivement et durant l'année 2002/2003 pour la station des Salines (973.0 mm) (Fig.15).

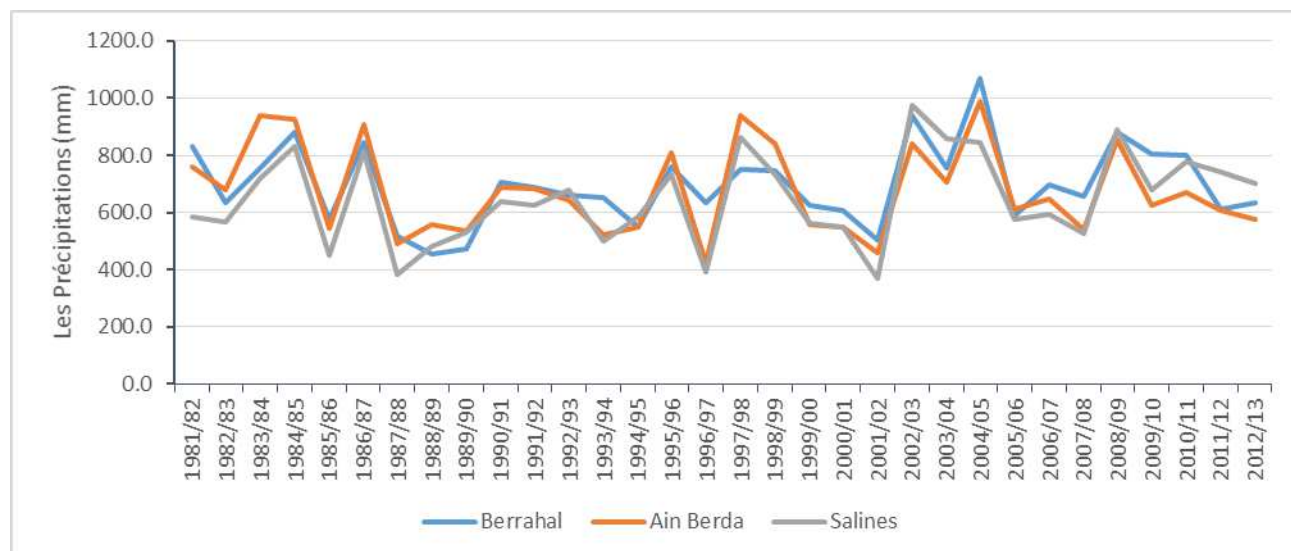


Figure 15 : Variations des précipitations annuelles des stations de Berrahal, de Ain Berda et des Salines (1981–2013).

II. 2. 2. La température

La température de l'air du sous bassin du lac Fetzara a été analysée à partir des données recueillies de la station des salines. Les données nous ont permis de comprendre le climat de la région étudiée ainsi que l'estimation de l'évapotranspiration. La température dépend de plusieurs facteurs telle que l'altitude, où il est admis en Algérie selon SELTZER (1946) une diminution du gradient thermique de $(-0.5\text{ }^{\circ}\text{C})$ chaque fois que l'altitude s'élève de plus de 100m.

II. 2. 2. 1. La température moyenne mensuelle

L'évolution des valeurs mensuelles de la température durant la période (1981-2013) est illustrée dans le tableau N° 9.

Tableau 9 : La température moyenne mensuelle (1981-2013).

Station	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août
Berrahal	22.96	19.86	15.49	12.87	11.14	11.12	12.99	15.19	18.2	21.86	25.05	25.68
Ain Berda	22.63	19.53	15.15	12.54	10.81	10.79	12.65	14.86	17.86	21.52	24.72	25.35
Salines	23.11	20.01	15.64	13.02	11.29	11.27	13.14	15.34	18.35	22.01	25.20	25.83

Selon l'histogramme (Fig.16) des variations interannuelles de la température moyenne mensuelle, on constate que la température de l'air connaît une régularité entre les trois stations, elles varient entre 26.42 (Août) et 11.32 °C (Février) pour la station de Berrahal.

Quant à celles de la station de Ain Berda et les Salines elles varient respectivement entre 25.90 C°, 25.80 °C (Août) et 11.23°C, 10.71C° au mois de Janvier. Les moyennes mensuelles maximales s’observent en général pendant le mois d’Août pour les trois stations.

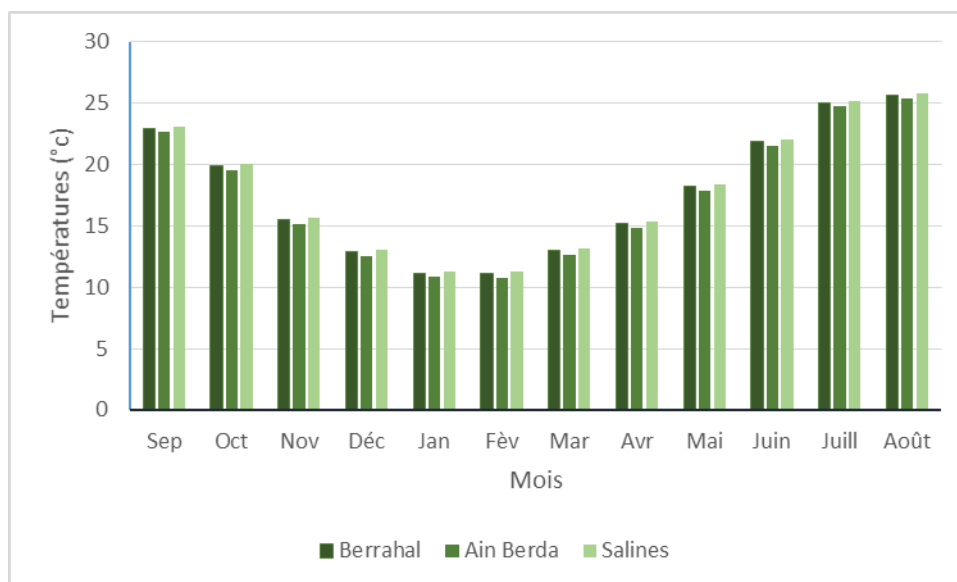


Figure 16 : Histogramme de la température moyenne mensuelle aux stations de Berrahal, Ain Berda et des Salines (1981-2013).

II. 2. 2. 2. Température moyenne annuelle

Le tableau N° 10 montre les moyennes annuelles de la température sur une période de 32 ans pour les trois stations de mesure, ces valeurs sont 18.29 °C pour Berrahal, 18.04 °C à Ain Berda et 17.82 °C aux Salines.

Tableau 10 : La température moyenne annuelle (1981–2013).

Année	Berrahal	Ain Berda	Salines	Année	Berrahal	Ain Berda	Salines
1981/82	18.54	18.21	18.69	1997/98	17.87	17.53	18.02
1982/83	16.92	16.58	17.07	1998/99	17.79	17.46	17.94
1983/84	17.39	17.06	17.54	1999/00	18.13	17.79	18.28
1984/85	17.53	17.19	17.68	2000/01	17.81	17.48	17.96
1985/86	17.66	17.32	17.81	2001/02	17.56	17.23	17.71
1986/87	17.64	17.31	17.79	2002/03	18.40	18.06	18.55
1987/88	18.73	18.39	18.88	2003/04	17.53	17.20	17.68
1988/89	17.43	17.09	17.58	2004/05	17.24	16.90	17.39
1989/90	18.49	18.16	18.64	2005/06	17.60	17.27	17.75
1990/91	17.55	17.22	17.70	2006/07	17.94	17.61	18.09
1991/92	17.02	16.68	17.17	2007/08	17.45	17.12	17.60
1992/93	17.68	17.35	17.83	2008/09	17.48	17.14	17.63
1993/94	16.79	16.45	16.94	2009/10	17.57	17.23	17.72
1994/95	18.15	17.82	18.30	2010/11	17.46	17.12	17.61
1995/96	18.44	18.10	18.59	2011/12	17.79	17.45	17.94
1996/97	18.00	17.67	18.15	2012/13	16.91	16.58	17.06

II. 3. Diagramme Ombrothermique

Le diagramme Ombrothermique est établi en combinant les variations des températures et les précipitations moyennes mensuelles ($P=2T$). Il a été développé par H. Gaussen et F. Bagnouls et met en évidence les périodes sèches et humides.

D'après les enregistrements de nos stations, on déduit deux périodes (Fig.17, 18 et 19) :

- Une saison humide qui s'étend de la fin du mois de Septembre jusqu'au mois de Mai pour les trois stations étudiées.
- Une saison sèche et chaude qui débute du mois de Mai (13.0 °C, 17.9 °C et 13.1 °C) jusqu'au mois de Septembre (23.0 °C, 22.6 °C et 23.1 °C) respectivement pour les trois stations étudiées.

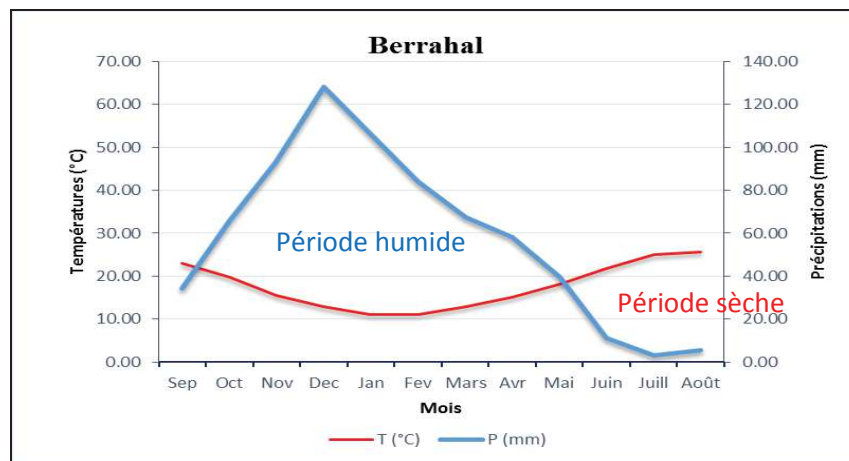


Figure 17 : Diagramme Ombrothermique de la station de Berrahal (1981–2013).

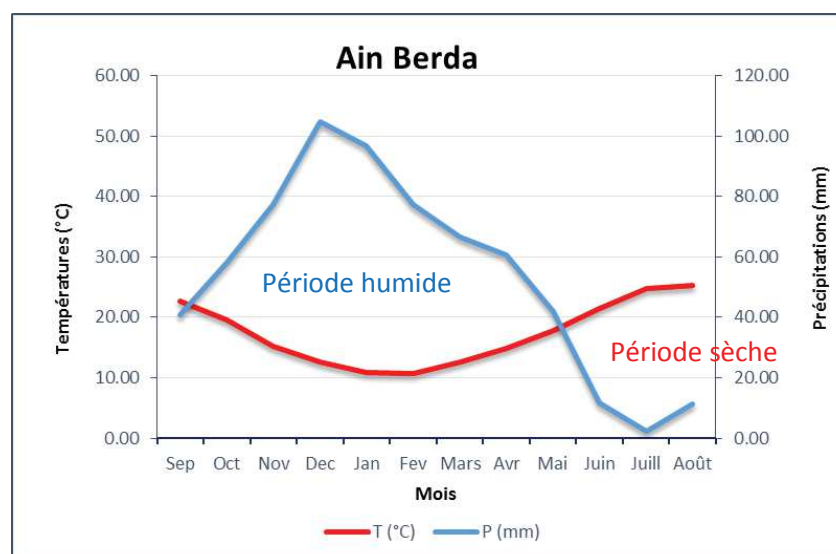


Figure 18 : Diagramme Ombrothermique de la station de Ain Berda (1981–2013).

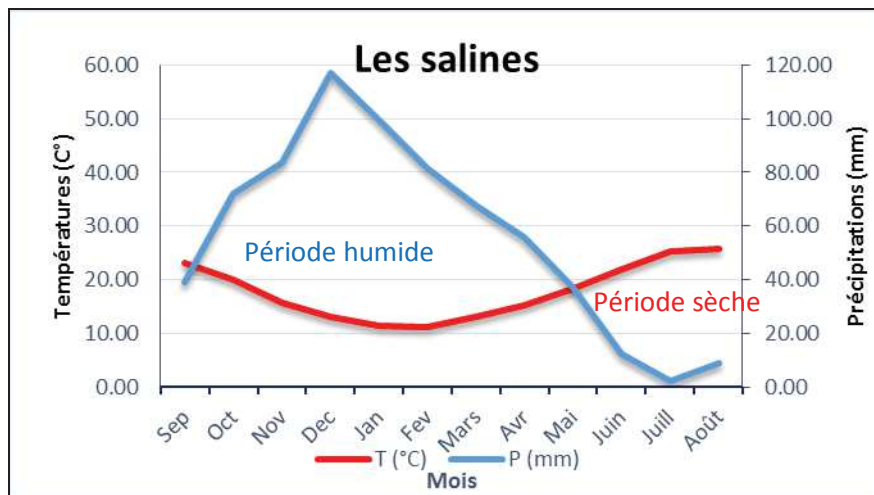


Figure 19 : Diagramme Ombrothermique de la station des Salines (1981-2013).

II. 4. Climagramme de Louis Emberger

Afin de caractériser le climat du bassin étudié, nous avons calculé le quotient pluviométrique d'EMBERGER (Q_2) qu'il dépend des précipitations moyennes annuelles et des moyennes des températures minimales et maximales.

$$Q = \frac{P}{\left[\frac{(M+m)(M-m)}{2} \right]} \times 1000$$

Où :

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud (degrés/ Kelvin).

m : moyenne des minima du mois le plus froid (degrés/Kelvin).

Le résultat est indiqué dans le tableau N°11 :

Tableau 11 : Paramètres du climagramme d'Emberger.

stations	P (mm)	M (K)	m (K)	T° moy. minima	Q	Type de climat
Les salines	677.19	280.74	298.32	7.74	133.04	Subhumide

D'après les résultats figurant dans le tableau 11 on peut déduire que le sous bassin versant du lac Fetzara se caractérise par un climat subhumide (Fig.20).

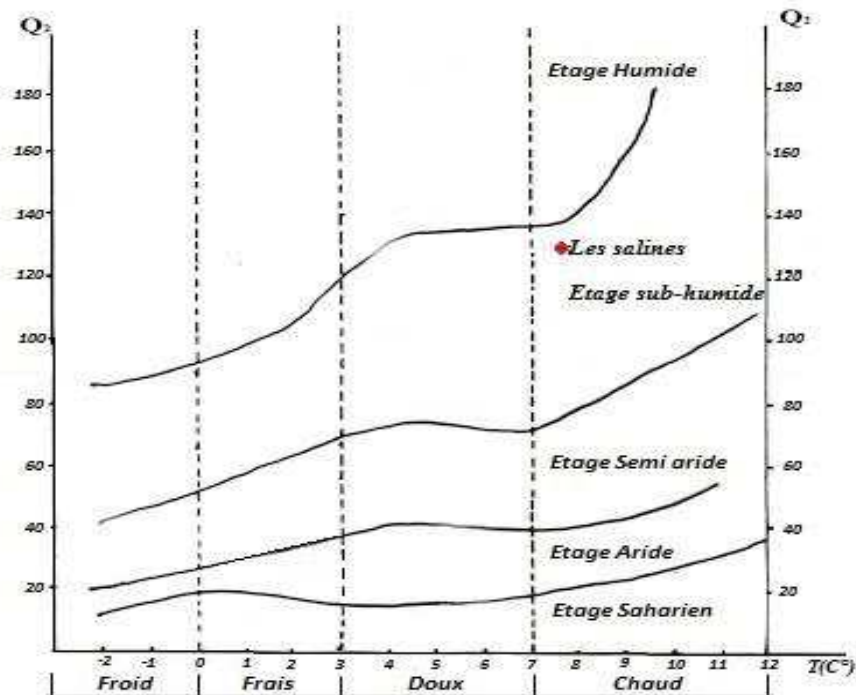


Figure 20 : Climagramme d'Emberger de la station des Salines.

D'après les diagrammes Ombrothermiques des stations de Berrahal, de Ain Berda et des Salines et le climagramme d'Emberger pour la station des Salines, nous pouvons conclure que le sous bassin du lac Fetzara est soumis à un climat méditerranéen subhumide, caractérisé par deux saisons ; un hiver doux et humide et par un été chaud et sec.

II. 5. Notion du bilan hydrique

Le bilan d'eau global correspond à une équation entre les apports et les pertes qui influent directement sur la variation des réserves. Ainsi pour déterminer le bilan du bassin étudié, il est indispensable d'évaluer ses composantes (infiltration, ruissellement et évapotranspiration).

II. 5. 1. Estimation de l'évapotranspiration

L'évapotranspiration constitue un des éléments du bilan hydrologique qui représente la quantité d'eau à l'atmosphère sous forme de vapeur, l'évapotranspiration englobe deux processus, l'évaporation (physique) et la transpiration par les plantes (biologique).

II. 5. 2. Estimation de l'évapotranspiration réelle (ETR)

L'évapotranspiration réelle s'identifie au déficit d'écoulement et peut se calculer à partir de nombreuses formules qui induisent l'utilisation de deux paramètres climatiques à savoir : la pluviométrie et la température.

L'évapotranspiration réelle dépend de plusieurs facteurs selon la formule utilisée, mais les plus importants sont la quantité de pluie tombée dans le bassin mais également la réserve maximale en eau dans le sol, le couvert végétale et la température de l'air.

Il est à rappeler que dans le cas où l'évapotranspiration potentielle est égale aux précipitations ceci implique que l'évapotranspiration potentielle représente l'évapotranspiration réelle.

L'excédent des précipitations sur l'évapotranspiration potentielle est emmagasiné dans le sol. Ce qu'il augmente les réserves (RU) jusqu'à ce que ce dernier soit saturé.

Pour le calcul de L'ETR trois formules sont utilisées :

- Formule de Turc ; Formule de Coutagne ; Formule de Thornthwaite.

A/ Formule de Turc

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}} \quad L = 300 + 25T + 0.05T^3$$

ETR : Evapotranspiration réelle annuelle en mm.

P : Précipitation annuelle en mm.

T : Température moyenne annuelle en °C.

L : Pouvoir évaporant.

Les résultats sont portés dans le tableau suivant :

Tableau 12 : ETR annuelle selon la méthode de Turc.

Station	P (mm)	T (C°)	L	ETR (mm/an)
Berrahal	696.75	17.70	1019.91	595.99
Ain Berda	648.67	17.37	996.08	563.72
Salines	677.19	17.85	1030.77	586.84

B/ Formule de Coutagne

$$ETR = P - \lambda P^2$$

Cette formule n'est valable que si la quantité des précipitations répond à la condition suivante :

$$\frac{1}{8\lambda} < P < \frac{1}{2\lambda} \quad \text{Pour} \quad \lambda = \frac{1}{0.8+0.14T}$$

Avec :

ETR : L'évapotranspiration réelle en mm.

P : Précipitation moyenne annuelle en mm.

T : Température moyenne annuelle en °C.

Les résultats sont portés dans le tableau N°13:

Tableau 13 : ETR annuelle selon la méthode de Coutagne.

Station	P (m)	T (C°)	λ	ETR (mm/an)
Berrahal	0.69675	17.70	0.31	548.67
Ain Berda	0.64867	17.37	0.31	518.46
Salines	0.67719	17.85	0.30	538.19

II. 5. 3. L'interprétation du bilan hydrique

Les bilans hydriques des trois stations (tableaux 14, 15 et 16) et (Fig.21, 22, 23, 24, 25 et 26) et avec la méthode de Thornthwaite montrent que : la RFU (réserve facilement utilisable) commence à se reconstituer à partir du mois de Novembre pour atteindre son maximum 100 mm de Décembre à Avril. Elle diminue à partir du mois de Mai jusqu'à ce qu'elle soit totalement épuisée au mois de Juin, caractérisant le déficit agricole (DA) qui s'étale à Cinq (5) mois.

L'ETP atteint son maximum au mois de Juillet (148.85 mm à Berrahal, 146.72 mm à Ain Berda et 149.77 mm aux Salines), son minimum au mois de Février (22.82 mm à Berrahal et 22.47 mm à Ain Berda et 22.98 mm aux les Salines). L'Excédent à partir du mois de Décembre et atteint son maximum au mois de Janvier (83.08 mm, à Berrahal 73.45 mm à Ain Berda et 75.95 mm aux Salines), et s'étale jusqu'au mois d'Avril. L'épuisement du stock commence au mois de Mai et se termine au mois d'Octobre avec un déficit agricole maximum au mois de Juillet où l'irrigation devient nécessaire.

Tableau 14 : Bilan hydrique à la station de Berrahal pour la période (1981-2013).

	Tp	IT	CL	ETPC	Pr	BH	CH	VR	RU	ETPR	Def	Exc
S	23.0	10.1	1.0	105.3	34.2	-71.0	-0.7	0.0	0.0	34.2	71.0	0.0
O	19.9	8.1	1.0	75.9	65.7	-10.2	-0.1	0.0	0.0	65.7	10.2	0.0
N	15.5	5.5	0.9	42.5	93.3	50.8	1.2	50.8	50.8	42.5	0.0	0.0
D	12.9	4.2	0.8	28.5	128.2	99.7	3.5	49.2	100.0	28.5	0.0	50.5
J	11.1	3.4	0.9	23.4	106.5	83.0	3.5	0.0	100.0	23.4	0.0	83.0
F	11.1	3.4	0.9	22.8	84.1	61.2	2.7	0.0	100.0	22.8	0.0	61.2
M	13.0	4.2	1.0	36.8	67.5	30.7	0.8	0.0	100.0	36.8	0.0	30.7
A	15.2	5.4	1.1	52.5	58.0	5.5	0.1	0.0	100.0	52.5	0.0	5.5
M	18.2	7.1	1.2	80.5	39.4	-41.1	-0.5	-41.1	58.9	80.5	0.0	0.0
J	21.9	9.3	1.2	113.9	11.3	-102.6	-0.9	-58.9	0.0	70.2	43.7	0.0
J	25.1	11.5	1.2	148.8	3.0	-145.9	-1.0	0.0	0.0	3.0	145.9	0.0
A	25.7	11.9	1.2	145.8	5.6	-140.2	-1.0	0.0	0.0	5.6	140.2	0.0
Annuel	17.7	84.0		876.8	696.7	-180.1				465.9	410.9	230.9

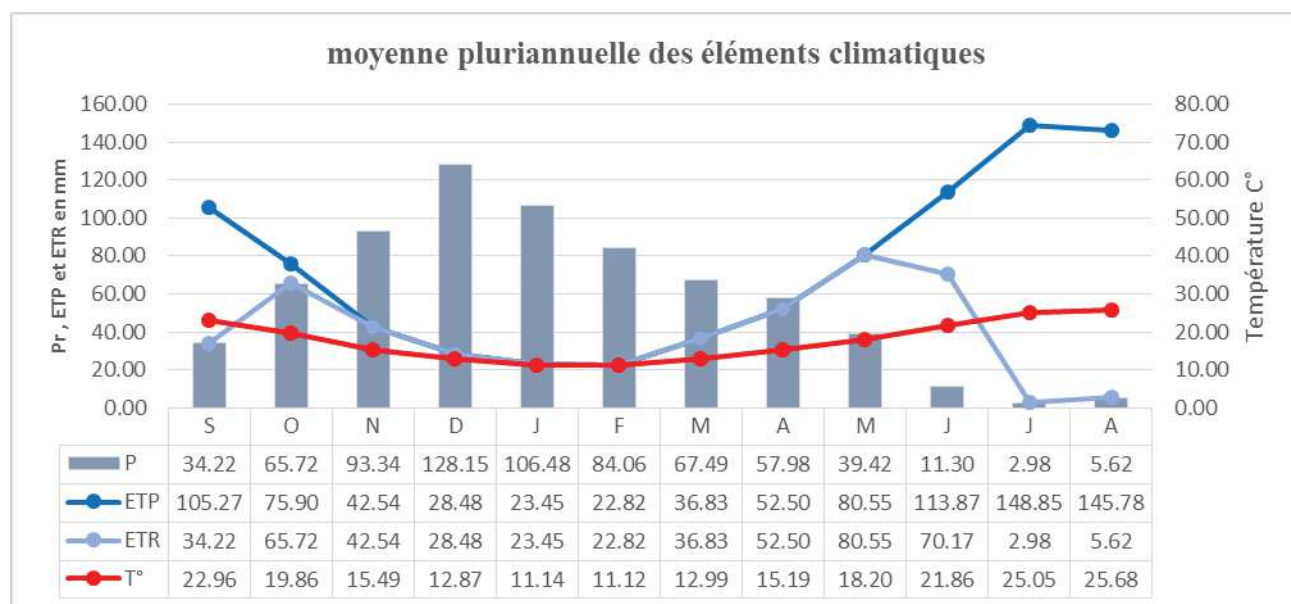
**Figure 21 : Moyenne pluriannuelle des éléments climatiques à la station de Berrahal pour la période (1981-2013).**



Figure 22 : Diagramme de la variation de la RFU, du Déficit Agricole et de l'Excédent à la station de Berrahal (1981-2013).

Tableau 15 : Bilan hydrique à la station de Ain Berda pour la période (1981-2013).

	Tp	IT	CL	ETPC	Pr	BH	CH	VR	RU	ETPR	Def	Exc
S	22.6	9.8	1.0	103.9	40.9	-62.9	-0.6	0.0	0.0	40.9	62.9	0.0
O	19.5	7.9	1.0	75.0	58.0	-17.0	-0.2	0.0	0.0	58.0	17.0	0.0
N	15.2	5.4	0.9	42.0	77.2	35.2	0.8	35.2	35.2	42.0	0.0	0.0
D	12.5	4.0	0.8	28.1	104.6	76.5	2.7	64.8	100.0	28.1	0.0	11.7
J	10.8	3.2	0.9	23.1	96.5	73.5	3.2	0.0	100.0	23.1	0.0	73.5
F	10.8	3.2	0.9	22.5	77.2	54.7	2.4	0.0	100.0	22.5	0.0	54.7
M	12.7	4.1	1.0	36.3	66.5	30.2	0.8	0.0	100.0	36.3	0.0	30.2
A	14.9	5.2	1.1	51.9	60.5	8.6	0.2	0.0	100.0	51.9	0.0	8.6
M	17.9	6.9	1.2	79.6	41.9	-37.7	-0.5	-37.7	62.3	79.6	0.0	0.0
J	21.5	9.1	1.2	112.4	11.7	-100.7	-0.9	-62.3	0.0	74.1	38.3	0.0
J	24.7	11.2	1.2	146.7	2.3	-144.5	-1.0	0.0	0.0	2.3	144.5	0.0
A	25.3	11.7	1.2	143.6	11.2	-132.5	-0.9	0.0	0.0	11.2	132.5	0.0
Annuel	17.4	81.7		865.1	648.7	-216.5				470.0	395.2	178.7

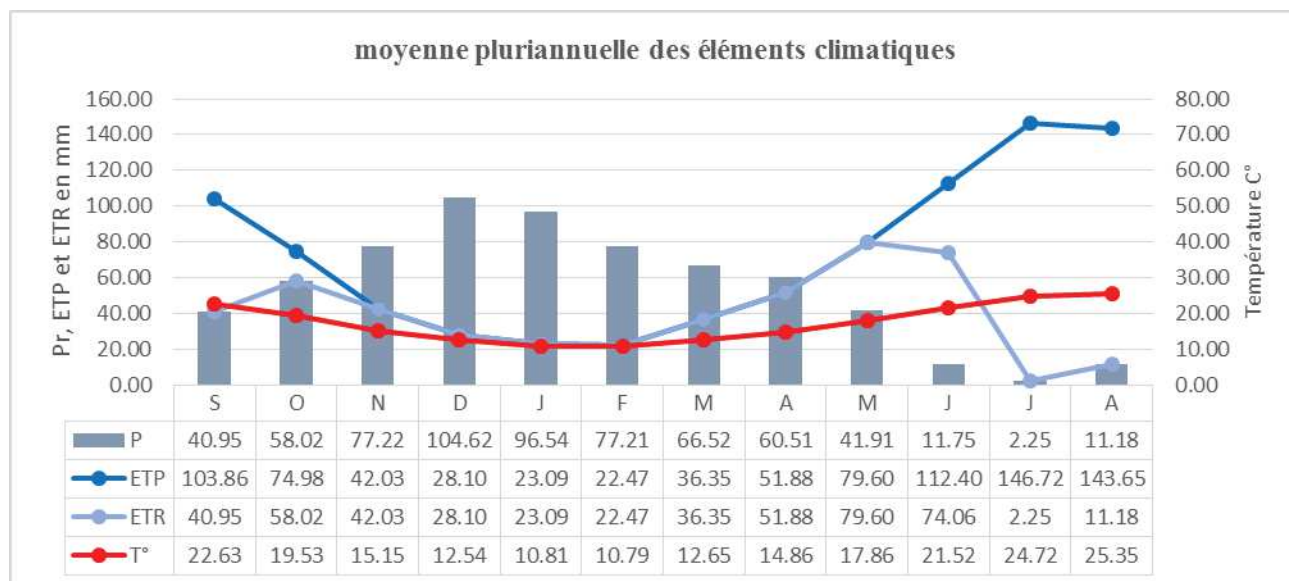


Figure 23 : Moyenne pluriannuelle des éléments climatiques à la station de Ain Berda pour la période (1981-2013).

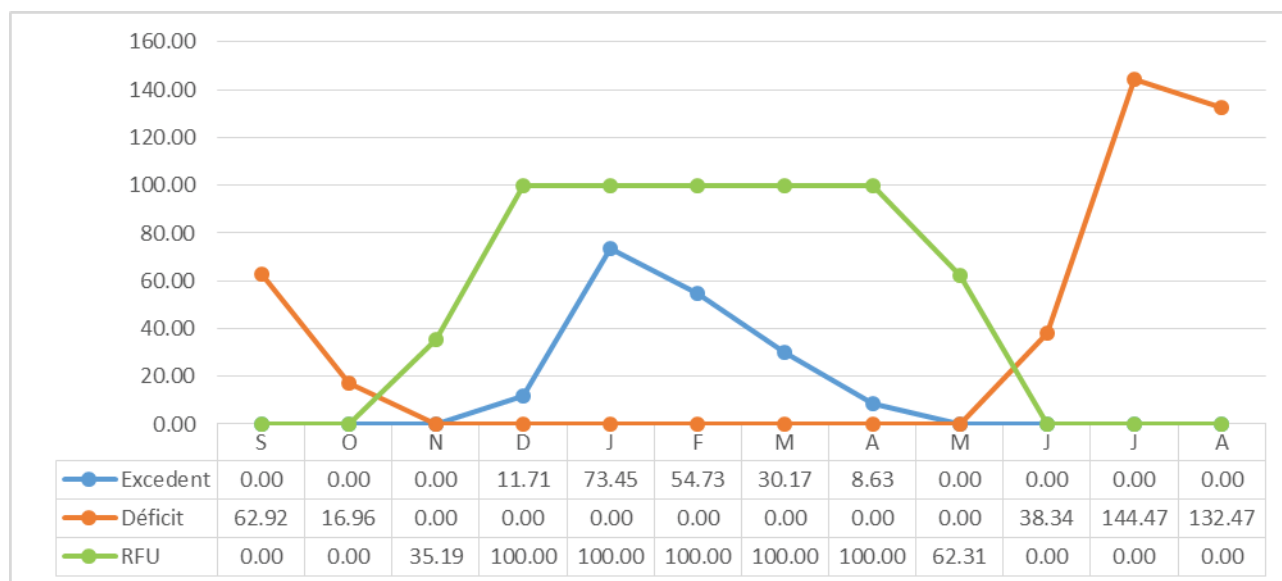


Figure 24 : Diagramme de la variation de la RFU, du Déficit Agricole et de l'Excédent à la station de Ain Berda (1981-2013).