



Année Universitaire : 2020-2021



Licence Sciences et Techniques : Géorressources et Environnement

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du Diplôme de Licence Sciences et Techniques

**Traitement et analyse des données hydro-climatiques du bassin
versant Kert**

Présenté par:

**Soukaina Er-ramy
Saliha Ezzaiym**

Encadré par:

**Pr. Rais Naoual, FST-Fès
Ing. Routhi Samir, WED-ETUDES- Fès**

Soutenu Le 10 Juillet 2021, devant le jury composé de :

**Pr. Rais Naoual
Pr. Benaabidate Lahcen
Pr. El Garouani Abdelkader
Pr. Benabdelhadi Mohammed**

Stage effectué à : WED-ETUDES, Fès





Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Licence Sciences et Techniques

Saliha Ezzaiym
Soukaina Er-ramy

Année Universitaire : 2020/2021

Titre : Traitement et analyse des données hydro-climatiques du bassin versant Kert

RESUME

Ce mémoire de fin d'étude dévoile les méthodes de traitement et d'analyse des données hydro-climatiques à savoir ; la température, la précipitation, l'évaporation et le débit, pour faciliter leur utilisation.

En effet, notre étude s'appuie sur des données fournies par l'Agence du bassin hydraulique de Moulouya est concerné la zone de Kert qui est un sous bassin de superficie 520 Km² drainé par le cours d'eau principale Kert et ses affluents. Les données qui nous sont disponibles pour ce bassin est de la station Dar-Driouch de coordonnées (X en (m): 684006, Y en (m): 487597 et Z en (m): 273).

On a suivi plusieurs étapes dans ce traitement débutant par l'organisation et le contrôle des données brutes à fin d'élaborer des tableaux et des graphes à l'aide du logiciel Excel.

Mots clés : Données hydro-climatiques, données brutes

REMERCIEMENT

Nous tiens à remercier toutes les personnes qui nous aidé avant et pendant la réalisation de ce stage, et en particulier ;

Madame Raiss Nawal : Notre encadrant de stage, a qui nous devons beaucoup de gratitude pour ses conseils, pour l'intérêt qu'il a accordé à notre travail.

Monsieur Rhaouti Samir : Directeur de WED-ETUDES, que nous remerciant de l'attention qu'il a toujours manifeste à notre égard, et pour l'intérêt qu'il a sans cesse porté à nos travaux.

Mes sincères remerciements vont également a tous les membres du jury : Mr. L. BENAABIDATE, Mr .A. EL GAROUANI et Mr. M. BENABDELHADI qui nous fait l'honneur d'assurer l'examen de ce travail. Enfin, je remercie tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Liste des Figures :

Figure 1: Carte du Bassin versant de l'Oued Kert.....	4
Figure 2: Carte géologique du BV Kert.....	6
Figure 3: Profondeur de la nappe phréatique sous le niveau du sol (en m).....	7
Figure 4: schéma du cycle de l'eau	8
Figure 5 : Bulletin mensuel Thermométrique.....	10
Figure 6 : Variabilité interannuelles des températures	11
Figure 7 : Bulletin mensuel des pluies.....	11
Figure 8 : Variabilité interannuels des pluies	12
Figure 9 : Graphe Ombro-Thèrmique de la station Dar-Driouch.....	12
Figure 10 :Indices pluviométriques	13
Figure 11 : Courbe de variabilité annuel d'évaporation station-Dar-Driouch.....	14
Figure 12 : Graphe d'évaporation et de température mensuelle sur une période de 26 ans.....	14
Figure 13 : Graphe des débits et des pluies annuelles	15

Liste des Tableaux :

Tableau 1: Lithologie de région sud du BV Kert	5
Tableau 2: Bilan générale des données disponibles-station Dar-Driouch.....	9
Tableau 3 : Températures et Pluies moyennes mensuelles station-Dar-Driouch.....	12
Tableau 4 : Le bilan mensuel d'évaporation de la station Dr-Driouch de 1982/83 a 2008/09.....	14

Liste des symboles et des abréviations :

ABHM	Agence du Bassin Hydraulique de Moulouya
WED	Water Engineering Development
BV	Bassin Versant
SIG	Système d'Informations Géographiques
OMM	Organisation météorologique mondiale
P	Précipitation
T	Température

Table des matières :

Chapitre 1 : Présentation de la société WED ETUDES	1
1. Les domaines de l'intervention de la société	1
2. Type de prestations réalisées	1
2-1. Etude climatologique	1
2-2. Etude hydrologique	1
2-3. Etude hydrogéologique	1
2-4. Environnement :	2
2-5. Assistance technique et conseil :	2
3. Compétences humaines de WED ETUDES	2
4. Coordonnées et Contacts :	2
Chapitre 2 : Présentation globale du bassin versant Kert	3
1. Cadre géographique	3
2. La géologie du BV l'Kert	4
2-1. La région Sud du bassin Kert	5
2-2. La région Nord du plain du moyen Kert	5
2-3. Le massif de Beni-Bou-Ifrour	5
3. Le climat	6
4. Cadre hydrologique et hydrogéologique	6
4-1. Réseau hydrologique	6
4-2. L'hydrogéologie	7
Chapitre 3 : Traitement et analyse des éléments hydro-climatiques du BV Kert	8
1. Définition générale d'hydrologie et de Climatologie	8
2. Guide de travail	8
3. Collecte, traitement et analyse des données	9
3-1. La température	9
3-2. Les précipitations	11
3-3. L'évaporation	13
3-4. Jaugeages	15
Conclusion	15

Chapitre 1 : Présentation de la société WED ETUDES

Ingénierie des Ressources en Eau, Hydraulique et Environnement

WED ETUDES est un bureau d'études spécialisé dans les domaines de l'ingénierie des ressources en eau, de l'hydraulique et de l'environnement créé en 2011.

1. Les domaines de l'intervention de la société

- Etude hydrologique, hydraulique et hydrogéologiques
- Etude de protection contre les inondations
- Les campagnes de mesure des eaux
- Etude environnementales et d'impact
- L'ingénierie des ressources en eau, et de l'environnement en générale

2. Type de prestations réalisées

2-1. Etude climatologique

- Analyse des réseaux de mesures
- Critique des données brutes et comparaison avec les originaux
- Présentation des tableaux des données pluviométriques au pas de temps journaliers, mensuels et annuels
- Présentation des cartes thématiques de T, P, E,... et des graphiques (relation avec l'altitude, la latitude,...) et ce avec l'utilisation des SIG et de outils d'extrapolation.

2-2. Etude hydrologique

- apports d'eau des oueds des sources et des séguias,
- étude statistique des débits et débit garanti,
- étude des débits de crues et emplacement optimal des stations de prise,
- étude de la qualité des eaux,
- réalisation des campagnes de mesures de débits et de la qualité, proposition d'un protocole de suivi pour une courte durée (1 à 2 ans)
- Etude des apports solides des oueds et de leur géomorphologie par utilisation des cartes satellites et des outils SIG
- Etude des bassins versants (surface, géologie, pente, usages de l'espace,...)
- Bilan d'eau : précipitations, ruissellement et infiltration

2-3. Etude hydrogéologique

- Etude géologique de la zone d'étude
- Etude structurale et calcul des surfaces des bassins versants hydrogéologiques
- Inventaire des points d'eau existants : puits, forages, sources, stations de pompage
- Etude des types d'usages de l'eau et quantification des volumes prélevés

2-4. Environnement :

- Inventaires des zones humides et SIG des réseaux hydrographiques
- Etudes d'impact sur l'environnement
- Aménagement des cours d'eau
- Assainissement liquide et solide

2-5. Assistance technique et conseil :

- Jaugeages des oueds, sources et séguias et suivi piézométrique des nappes
- Expertises sur les risques et sinistres liés aux crues
- Conseil pour la réalisation des puits et forages
- Formation continue dans les métiers liés à l'hydraulique et l'hydrométrie
- Arbitrage pour le partage de l'eau d'irrigation

3. Compétences humaines de WED ETUDES

Ces études utilisent les compétences particulières d'un personnel hautement spécialisé, constitué d'un ingénieur expert en Ressources en Eau, d'ingénieurs collaborateurs, de cadres et techniciens spécialisés, ainsi que l'expérience vécue.

MR. RHAOUTI Samir : Ingénieur, Expert en Ressource en Eau avec 29 ans d'expérience professionnelle, il est Directeur de la société.

Mlle KHOLTE Fatima Zohra : Master en Hydrologie de surface et qualité des eaux de la FST de Fès. Elle est Responsable des études hydrologiques et des études d'impact sur l'environnement.

Mlle El AMRANI Salma : Ingénieur, filière : Géo information, FST de Tanger, responsable du SIG.

MR. MRABTI Amine : Ingénieur Informatique, spécialité développement.

MR. ANDALOUSSI Mostafa : Technicien en Hydrologie.

MR. Miloud AJERROUD : Licence en droit, responsable des volets juridiques dans les études.

4. Coordonnées et Contacts :

Mr. Samir RHAOUTI, Directeur Général

- ❖ GSM : 06 61 47 32 22
- ❖ Tel : 05 35 62 07 04 Fax : 05 35 62 07 05
- ❖ Adresse Mail : Info@wed-etudes.com
- ❖ Site web de la société : www.wed-etudes.com

Chapitre 2 : Présentation globale du bassin versant Kert

Ce chapitre vise à introduire le contexte géographique, géologique, hydrologique, hydrogéologique et climatique du BV Kert à l'aide des cartes modéliser par le SIG dans le but de cerner avec précision requise la surface du BV, le réseau hydrographique, les réseau de mesure de la zone d'étude...

Un bassin versant est considéré comme unité de référence en hydrologie, est une entité géographique cohérente pour une gestion des ressources en eau. Drainée par un cours d'eau (et ses affluents).

1. Cadre géographique

Cette plaine située à l'W de la province de Nador, occupe une surface de 520 Km² est entourée de zone montagneuse : jbel Driouch au S, massif des Temsaman a l'W et au N, jbel Tistoutine et sa trouée vers la plaine du Gareb a l'E.

Le paysage est jeune, profondément marqué par l'érosion dans les parties montagneuses caractérisées par l'absence d'emboitement des formes des reliefs dans les plaines (sauf en de rares endroits) et par les longs glacis polygéniques qui descendent des montagnes et convergent dans les plaines a forte subsidence.

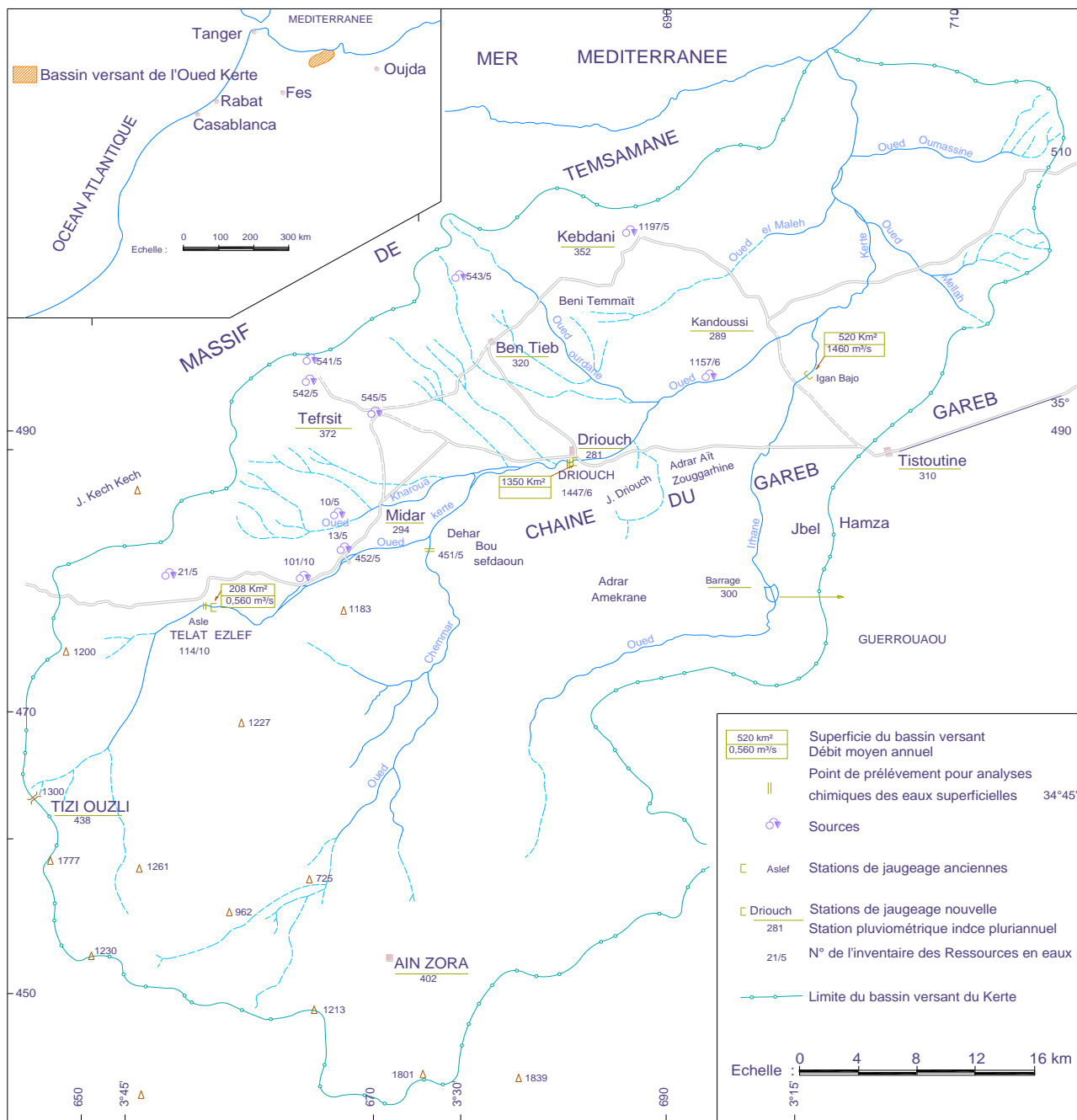


Figure 1: Carte du Bassin versant de l'Oued Kert

2. La géologie du BV l'Oued Kert

Pour bien préciser la géologie du BV Kert on le divise en trois régions ; région sud, région nord et le massif de Beni-Bou-Ifrou.

2-1. La région Sud du bassin Kert

La géologie de la région sud du BV Kert est présentée par un tableau formé par une série stratigraphique et les âges correspondant à chaque formation.

Tableau 1: Lithologie de région sud du BV Kert

L'âge	la formation
Callovo oxfordien	-Formation schisto-gréseuse rouge très épaisse
Kimmeridgien inferieure a tithonique moyen	-Formation marno-calcaire assez fissuré
Néocomien/ Crétacé	-Formations marno-gréseux surmonté de calcaire a orbitolines apparait vers l'E à la hauteur de l'oued Irhane est constituent le synclinale de Hamza.
Miocène	-Formation conglomératique ou micro-conglomératique soit sous forme de calcaire détritique.
Villafranchien	-Conglomérats affleurent en bordure de la chaine, et vers le centre ces formations passent latérale,ent a des marnts avec des dalles conglomératiques(à l'aval du pont de Driouch).
Trias	-Argiles rouges gypsiferes fétides, noires, rubannées, de gypse, d'ophites.
Lias	-Calcaire et dolomies affleurent près de l'oued Chemmar et a 5 Km au SW de Driouch.
Toarcien_Aalénien	-Des marno-calcaires contenant des ammonites.

2-2. La région Nord du plain du moyen Kert

Cette région appelée massif de Temnsaman s'étend au Nord jusqu'à la méditerranée ses roches sont caractérisé par au épimétamorphisme récent important, les fossiles y sont très rares.

2-3. Le massif de Beni-Bou-Ifrou

Il est surtout connu pour ses exploitations des minerais de Fer (Segangane). Il est constitué de formation Jurassiquo-Crétacées, sa structure de détail est complexe et encore imprécise.

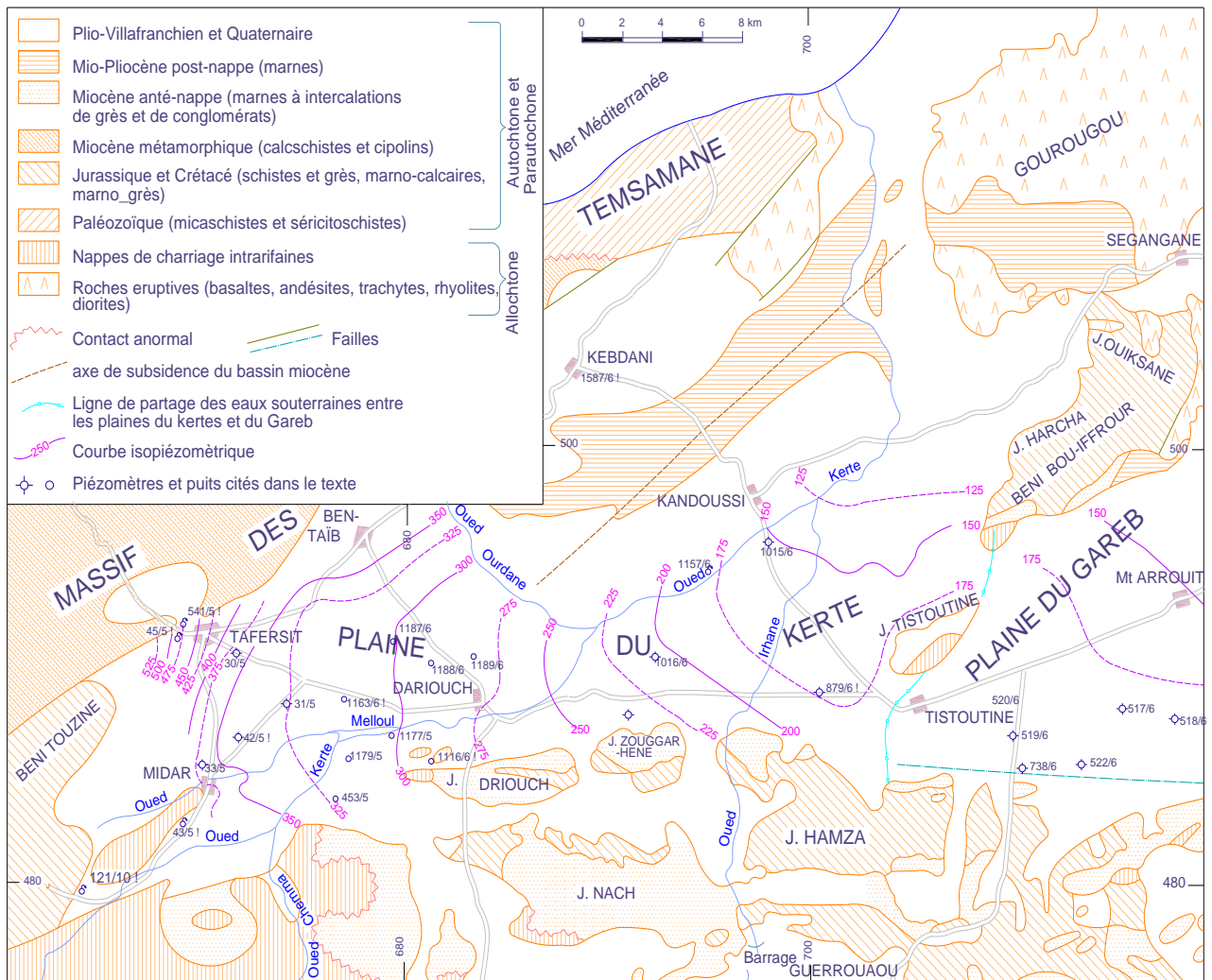


Figure 2: Carte géologique du BV Kert

3. Le climat

Les données climatiques relatives aux T et P sur une période de 33 ans (Sept 1982 à Aout 2016) nous ont permis de déterminer l'étage bioclimatique du site d'étude ; les précipitations annuelles moyenne (P) étaient de l'ordre de 245,3 mm et la moyenne des T maximales du mois le plus chaud (M) et la moyenne des T minimales du mois le plus froid (m) étaient respectivement $M=299,8^{\circ}\text{K}$ ($=18,4^{\circ}\text{C}$) $m=284,5^{\circ}\text{K}$ ($=11,3^{\circ}\text{C}$), le quotient pluviothermique Q donnée par la formule $Q=(\frac{2000P}{M^2-m^2})$ est donc de l'ordre de 54,87 dont la projection sur le Diagramme d'Emberger a correspondu à un étage bioclimatique semi-aride a hiver chaud. Ainsi l'indice d'aridité de Matonne qui permet de déterminer le degré d'aridité d'une région est égale à 8,63 (Calculé par la relation $P/(T+10)$), en résumé le climat peut être défini comme étant à la limite de semi-aride et de l'aride, continental mais avec une influence modératrice due à la proximité de la mer.

4. Cadre hydrologique et hydrogéologique

4-1. Réseau hydrologique

L'oued Kerte est pérenne ainsi que ses principaux affluents.

Le régime annuel est caractérisé par un faible débit d'étiage pouvant être nul pour certains affluents, l'essentiel de l'écoulement étant le fait de quelques crues ; les hautes eaux ont lieu de septembre jusqu'à mai. Le régime pluriannuel présente une grande irrégularité, conséquence de la grande variabilité de la pluviométrie annuelle.

4-2. L'hydrogéologie

Une nappe libre s'étend sous la plaine du Moyen-Kerte, ses caractéristiques sont bien connues surtout dans la région de Driouch où la densité des puits est importante. La nappe phréatique est à une profondeur moyenne supérieure à 10 m dans la plus grande partie du plain, de forme convexe. Le coefficient de perméabilité K déduit des essais de pompage dans les forages varie de 0,4 à 18.10^{-5} ce qui est faible mais correspond à une grande épaisseur de terrains aquifères (100 à 200 m) dans lesquels l'eau circule vraisemblablement dans des niveaux privilégiés.

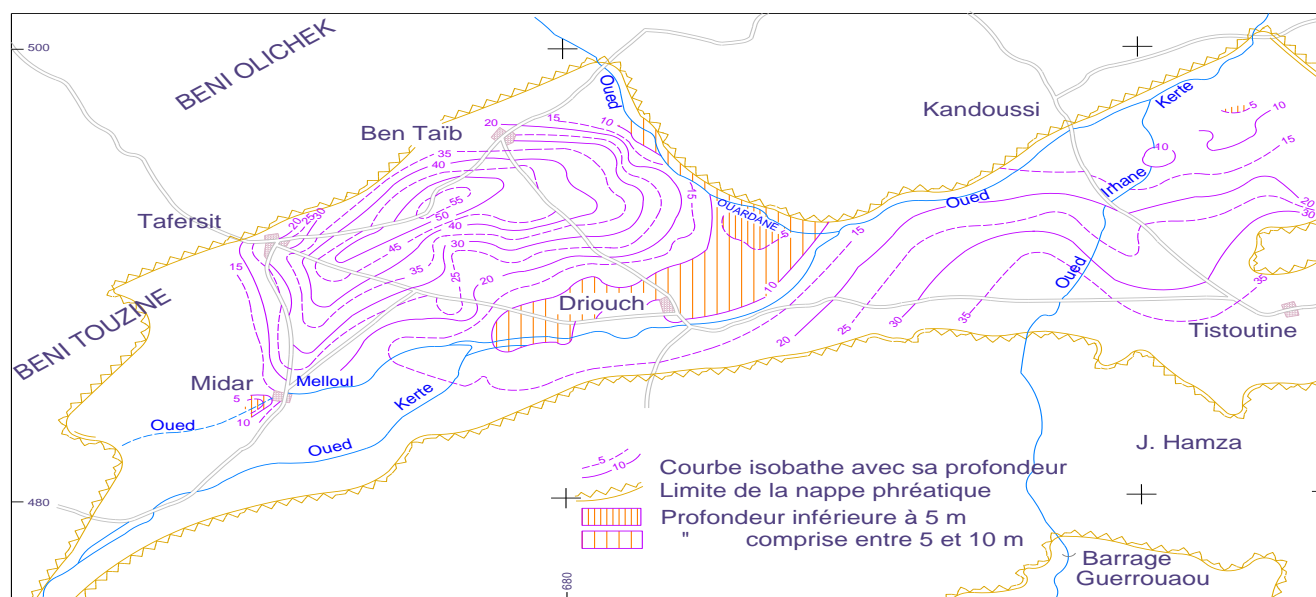


Figure 3: Profondeur de la nappe phréatique sous le niveau du sol (en m)

Chapitre 3 : Traitement et analyse des éléments hydro-climatiques du BV Kert

1. Définition générale d'hydrologie et de Climatologie

- **Hydrologie**

L'hydrologie a pour objet général l'étude du cycle de l'eau dans la nature, surtout en ce qui concerne les effets des précipitations et de l'évaporation sur la présence et les caractéristiques de l'eau dans les cours d'eau et les lacs, ainsi qu'en surface ou sous terre. L'hydrologie identifie et mesure chaque paramètre hydrologique pour dresser un bilan hydrologique.

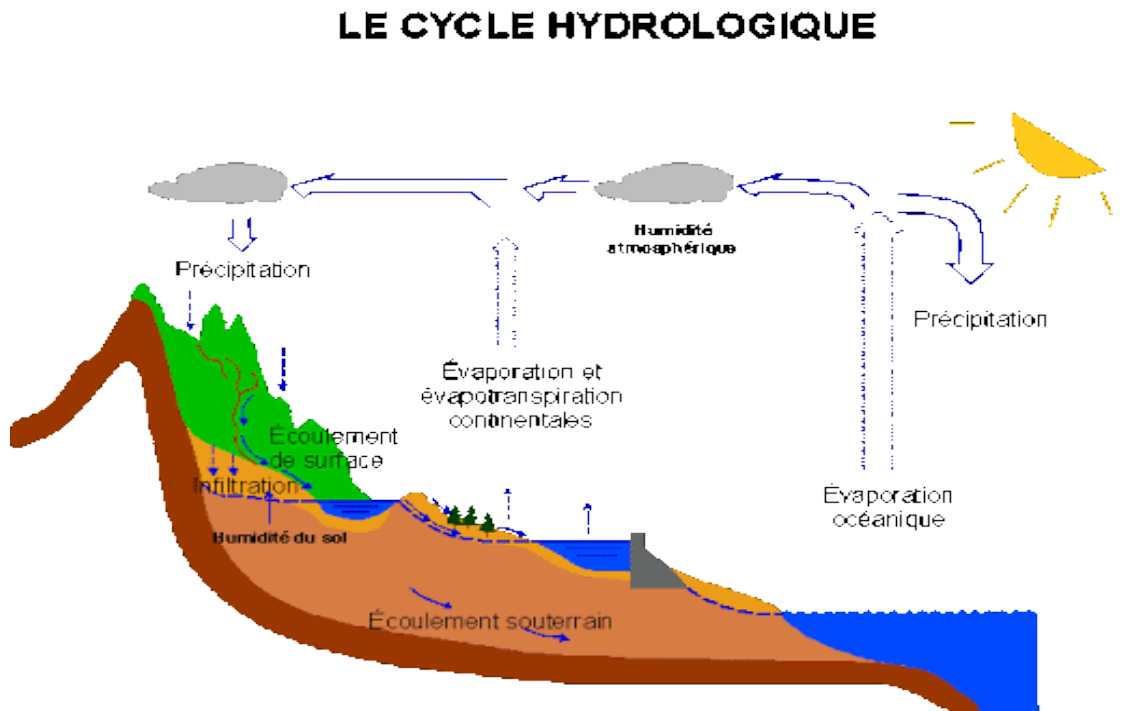


Figure 4: schéma du cycle de l'eau

- **Climatologie**

La climatologie est la science du climat. Elle s'appuie sur l'analyse de la distribution statistique de variables météorologiques, principalement la température et les précipitations, d'une région donnée sur une période de trente ans.

2. Guide de travail

Notre travail est divisé en 4 étapes ;

- Faire un bilan général sur les données hydro-climatiques disponibles. A savoir les noms des stations, les périodes de mesure, les mois de lacune (Les mois dont les données sont

non disponibles) et les paramètres qui ont mesuré pour chaque station (Température, précipitations...).

- Savoir extraire les informations à partir des fichiers brutes (Exemple ; Figure 4 : Bulletin mensuel Thermométrique).
- Contrôle des données brutes puisqu'elle contient une marge d'erreurs et les comparer avec les normes de l'OMM : L'Organisation météorologique mondiale.
- Elaboration des tableaux à l'aide du logiciel Excel afin de présenter les résultats sous forme de nombreux graphiques d'aspect professionnel.

3. Collecte, traitement et analyse des données

Les données hydro-climatiques disponibles pour cette zone sont ; la pluviométrie, la température de l'air, l'humidité, l'évaporation, la vitesse et le débit. Elles ont été collectées auprès d'ABHM.

Tableau 2: Bilan générale des données disponibles-station Dar-Driouch

Nom de station	Les paramètres	Période			Les mois de lacune
		De	A	Nb des années	
Dar-Driouch	Température	1982/83	2015/16	33	9-10-11/1982 , 8-9/1984 , 2/1994 et 2/1997
	précipitations	1967/68	2016/17	49	4-6-7-8/2016
	Evaporation	1982/83	2008/09	26	9-10-11/1982 , 1/1990 9/1994 , 11/1996, 3/1997, 2-3/2007 , 4/2008
	Humidité	1982/83	2009/10	27	9-10-11/1982 , 8/2009
	Vitesse	1982/83	2009/10	27	9-10-11/1982 , 5/1985
	Débit	1969/70	2011/12	42	Complete

3-1. La température

Est une grandeur physique évaluée en degré Celsius (°C) mesuré à l'aide d'un Thermomètre Les mesures sont enregistrer par l'observateur chaque jour et sont présenter dans des bulletins mensuels spéciales. La fiche Thermométrique contient à la fois le thermomètre sec et mouillé qui permet de calculer l'humidité, et le thermomètre max et min qui par la moyenne des deux donne la température moyenne mensuelle.

BULLETIN MENSUEL THERMOMETRIQUE															1															
STATION _____ Observateur _____ Année _____				DIRECTION DE LA RECHERCHE ET DE LA PLANIFICATION DE L'EAU Mois _____							STATION _____ ANNEE _____ MOIS _____																			
JOUR	THERMOMETRE SEC et MOUILLE												THERMOMETRE MAX. et MIN.																	
	7 heures			14 heures			18 heures			21 heures			21 heures		7 h															
	SEC	MOU	HUM %	SEC	MOU	HUM %	SEC	MOU	HUM %	SEC	MOU	HUM %	MAX	MIN	MA+M	2	M	A	M	U	MIN SOL									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1																														
2																														
3																														
4																														
5																														
6																														
7																														
8																														
9																														
10																														
11																														
12																														
13																														
14																														
15																														
16																														
17																														
18																														
19																														
20																														
21																														
22																														
23																														
24																														
25																														
26																														
27																														
28																														
29																														
30																														
31																														
TOTAL														MAX	MIN															

Figure 5 : Bulletin mensuel Thermométrique

Après contrôle, calcule des températures moyennes de la station Dar-Driouch sur une période de 33 ans (de sep 1982 à aout 2016) et détermination des maxima et minima de chaque année, on transforme les résultats sous forme de tableau (Annexe 1 : Série mensuelle de température). Puis on construire un graphe de variabilité interannuelle des températures (minima, moyennes et maxima).

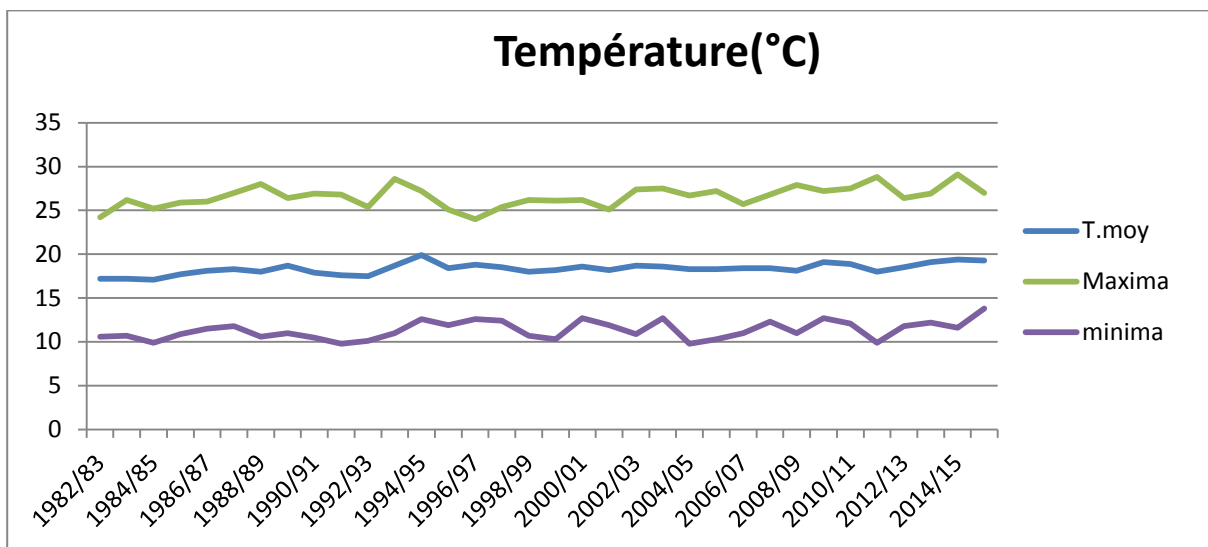


Figure 6 : Variabilité interannuelles des températures

D’après la figure ci-dessus, la valeur mensuelle minimale (9,8°C) a comme date jan/1992, pendant que sa valeur maximale (29,1°C) était enregistrée au mois juillet 2015.

La température moyenne annuelle de la station Dar-Driouch (période de 1982 à 2016) est d’ordre de 18,4 °C, avec une valeur max égale à 19,9°C (Année 1994/95), et une valeur min d’ordre de 17,1°C (Année 1984/85).

3-2. Les précipitations

Sont dénommées précipitations toutes les eaux météorique qui tombent sur la surface de la terre, tant sous forme liquide que sous forme solide, elles sont provoqués par un changement de températures ou de pression, son instrument de mesure est le pluviomètre, exprimer en mm. Le tableau des précipitations(Annexe 2) a été élaboré à partir des bulletins mensuels des pluies (Figure 7) fournis par l’ABHM (l’Agence du bassin hydraulique de Moulouya).

STATION		BULLETIN MENSUEL										STAT							
ANNEE												ANNEE							
MOIS												MOIS							
BASSIN VERSANT																			
JOURS	PRECIPITATION			EPAISSEUR DE NEIGE		PRECIPITATION ET PHENOMENES					PHENOMENES CHIFERE								
	LE SOIR A 18 HEURE	LE LENDEMAIN A 7 HEURE	TOTAL	NATURE	COUCHE	(GENRE DUREL INTENSITE)													
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			

Figure 7 : Bulletin mensuel des pluies

A partie d'annexe 2, on trace le graphe de variabilité interannuel des pluies du station Dar-Driouch.

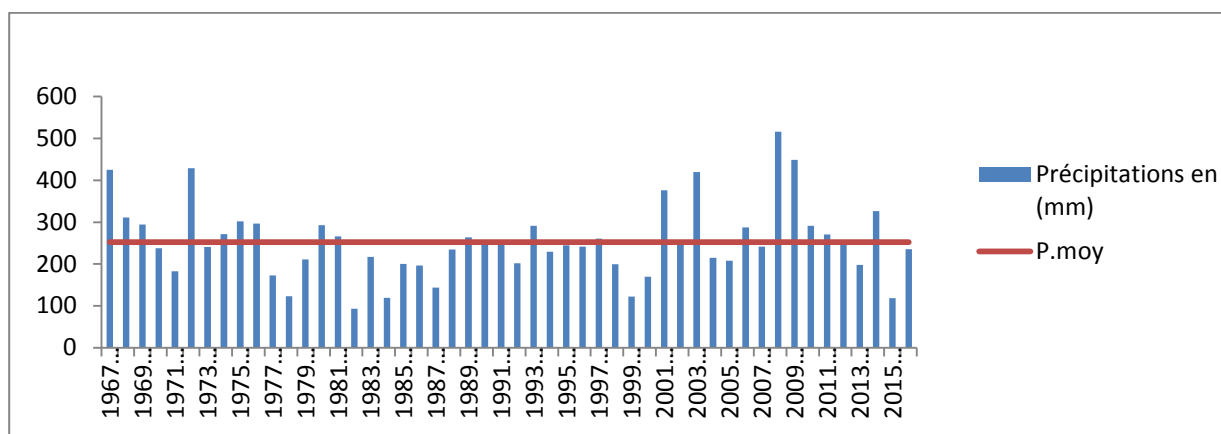


Figure 8 : Variabilité interannuels des pluies

La pluie moy annuel du station Dar-Driouch est d'ordre 252,6 mm, dans la période de 1967 a 2017. Au 2008/09 était enregistré la valeur maximale des pluies (égale a 516,1 mm) pendant que la valeur minimale est d'ordre 93,6 mm, correspondant a l'année 1982/83.

Ci après quelques applications des données pluviométriques :

- **Régime pluviométrique**

Les données de températures et des pluies mensuelles de la station Dar-Driouch de 1982/83 a 2015/16 nous ont permis de dresser le Diagramme Ombro-Thèrmique (Figure 8). On porte sur l'axe horizontal les mois de l'année, et sur l'axe verticale les températures à droite et les précipitations à gauche, respectons la règle suivant : $P=2T$.

Tableau 3 : Températures et Pluies moyennes mensuelles station-Dar-Driouch

Années d'observation	Paramètre	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy. annuelle
1982/83-2015/16	T en (°C)	12	13	15	16	19	23	26	26	23	20	16	13	18,6
	P en (mm)	25,9	31,4	29,2	29,8	16,4	8,4	1,2	4,7	13,9	28,7	35,3	21,6	245,3

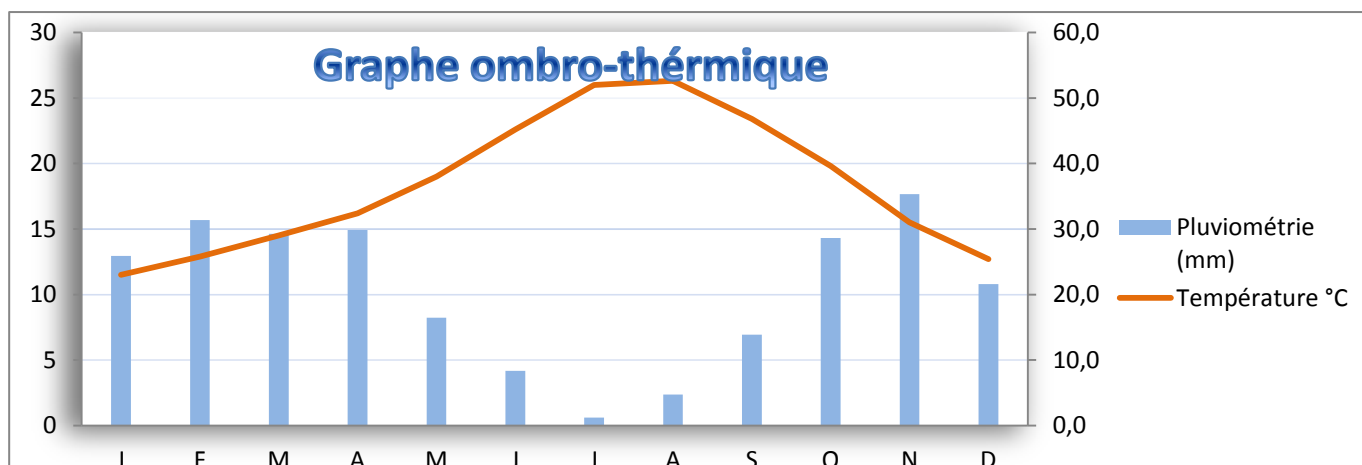


Figure 9 : Graphe Ombro-Thèrmique de la station Dar-Driouch

Ce diagramme a montré que la période sèche du BV kert apparait vers la fin du mois de mars et s'étale jusqu'à octobre. La période sèche est définie comme étant l'ensemble des mois où les précipitations moyennes mensuelles est inférieure ou égale au double des températures moyennes mensuelles.

- **L'indice pluviométrique(ou variable centré réduite)**

Les variables a calculées (Présenté dans l'Annexe 2) concernant la moyenne arithmétique de la série chronologique, les totaux et les moyennes pluviométriques pour chacune des années, l'écart-type de la série et les indices pluviométriques qui sont calculées par la relation suivante ;(Total du mois – moyen des totaux) / L'écart-type de la série.

On présente ces indices sous forme de graphe ;

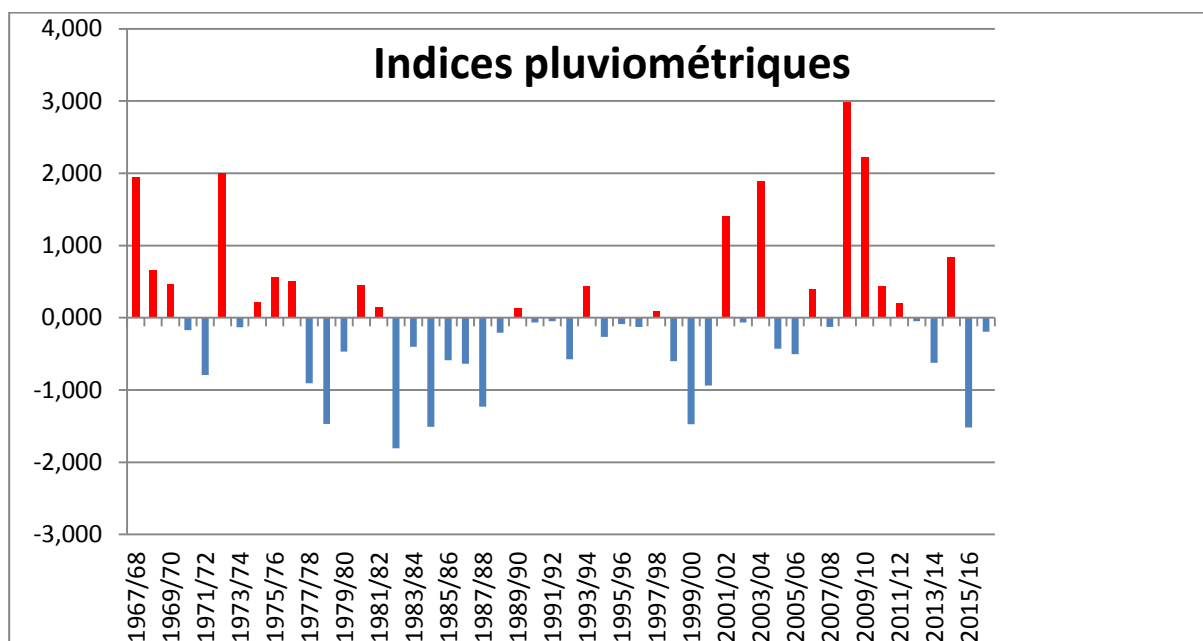


Figure 10 :Indices pluviométriques

En gros, sur les 50 années qui constituent la période d'étude, 20 années sont excédentaires (Années dont le cumul annuel de précipitations est supérieure a la moyenne), pendant que 30ans a connu un déficit (ou le total annuel des pluies est inférieure a la moyen de la série). Toutefois, les excédents sont plus prononcés et se différencient par leurs écarts à la moyenne très élevés ; tandis que les déficits se révèlent moins aigus.

3-3. L'évaporation

Correspond au passage de l'état liquide à l'état vapeur, mesuré par l'Evaporomètre, et évalué en mm.

Si les valeurs d'évaporation n'ont pas enregistré ou incorrectes on peut les calculer a partir des températures selon la relation suivante ; $ETP = 0,40 \times (I_g + 50) \times \frac{t}{(t+15)}$, et après contrôle et saisie des données on obtient le tableau d'évaporations mensuels présenté par l'Annexe 3, et on trace la courbe relative à l'évaporation moyen annuel sur une période de 1982/83 a 2008/09.

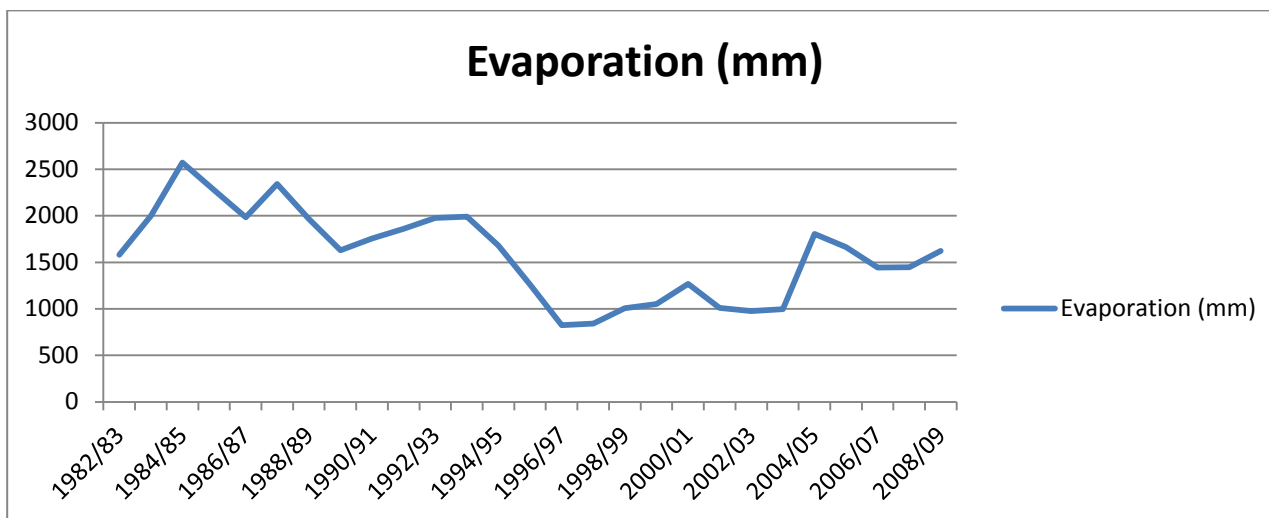


Figure 11 : Courbe de variabilité annuel d'évaporation station-Dar-Driouch

L'évaporation dans la période 1982 à 2009, varie entre deux valeurs 825,6 mm et 2572,5 mm dont l'une présente l'évaporation moyen annuel minimal et l'autre sa valeur maximal.

Remarque : La température et l'évaporation sont directement proportionnel pour le montrer on trace les courbes d'évaporation et de température mensuelles du station Dar driouch (1982/83 à 2008/09)

Tableau 4 : Le bilan mensuel d'évaporation de la station Dr-Driouch de 1982/83 à 2008/09

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dé c	Total (mm)
E (mm)	78,7	86,3	118,8	142,1	160	182,5	213	209,2	149,4	109	103,2	77,5	1629,6
T (°C)	11,2	13,0	14,6	16,0	18,7	22,6	25,8	26,0	23,4	19,5	15,4	12,6	18,2

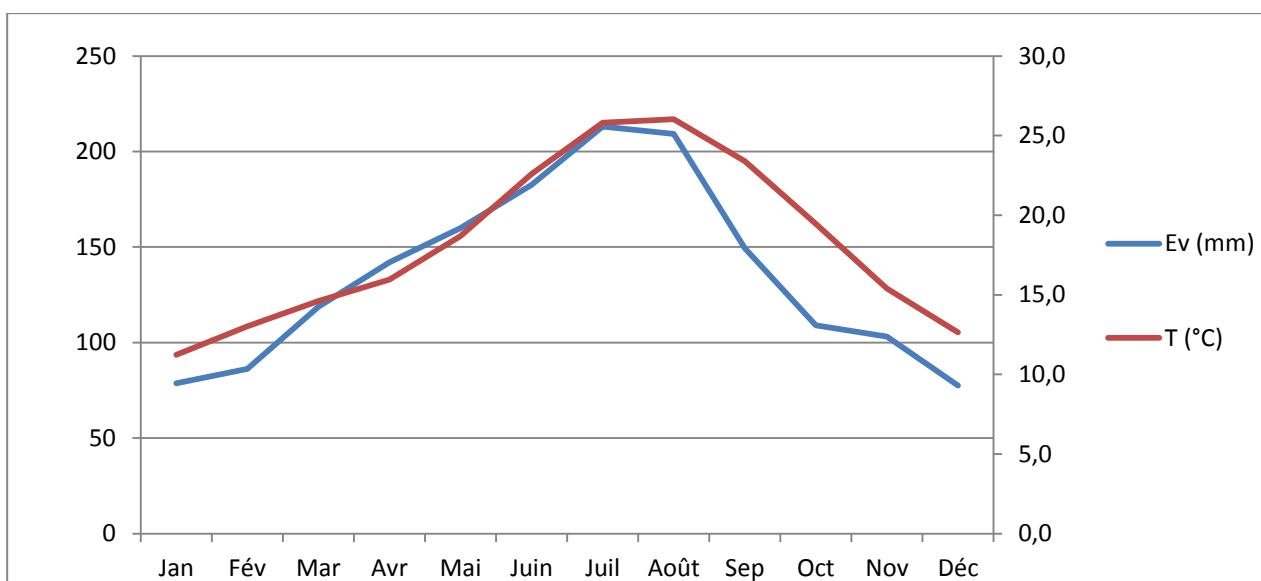


Figure 12 : Graphe d'évaporation et de température mensuelle sur une période de 26 ans

3-4. Jaugeages

Jauger un courant liquide, c'est en mesurer le débit.

Le **débit** représente un volume d'eau écoulé par unité de temps, généralement exprimé en m³/s.

D'abord il faut déterminer la section S du cours d'eau et ensuite la vitesse par le moulinet, afin de calculer le débit par la formule : $D=V \times S$.

On a élaboré le tableau des débits mensuels (Annexe 4) et on trace le graphe ci-dessous ;

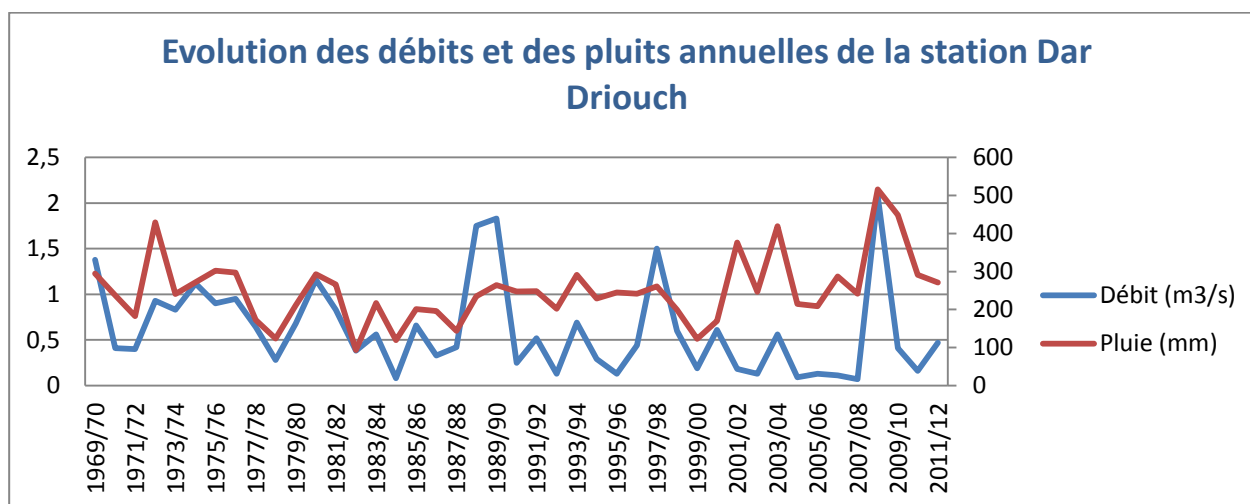


Figure 13 : Graphe des débits et des pluies annuelles

Le débit est proportionnel avec la vitesse des cours d'eau et aussi avec les précipitations.

2,08 est la valeur maximale du débit enregistré à l'année 2008/09, qui correspond aussi à la valeur maximale des précipitations.

Conclusion

Toute étude hydrologique ou climatique s'appuie sur des données préalablement collectées, traitées et archivées. Or, notre travail est de traiter par 5 étapes (1. Faire un bilan général sur les données hydro-climatiques disponibles. 2. Savoir extraire les informations à partir des fichiers brutes. 3. Contrôle des données brutes. 4. Elaboration des tableaux à l'aide du logiciel Excel afin de présenter les résultats sous forme de nombreux graphiques d'aspect professionnel.) Les données relatives aux Températures, Précipitations, Evaporations et Débits de la station Dar-Driouch. Ce dernier a comme température moyenne annuelle 18,4 °C, pluie moyenne égale à 252,6 mm, un débit de l'ordre de 0,61 m³/s et une valeur moyenne annuelle d'évaporation égale à 1629,6 mm.

Cette station située au bassin versant Kert, qui est un bassin hydrologique, localisé au domaine rifain, drainé par l'oued Kert et ses affluents et caractérisé par un climat aride à semi-aride continentale.

Annexe 1 : Série mensuelle de température

Année	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Moyenne °C	Maxima	Minima
1982/83	-	-	-	11,8	10,6	11,7	15,8	16,2	18	22,7	24,2	23,9	17,2	24,2	10,6
1983/84	24,5	20,6	17,1	13,1	10,7	11,3	12,6	16,7	16	20,6	26,2	-	17,2	26,2	10,7
1984/85	-	17,6	15,9	12,3	9,9	14,4	13	16,2	17,1	22,2	25,2	24	17,1	25,2	9,9
1985/86	24	19,6	15,9	12	10,9	12,3	13,2	13	19,4	21,5	24,9	25,9	17,7	25,9	10,9
1986/87	23,6	19,6	14,4	11,5	11,8	12,8	15,3	17,3	18,7	22,2	24,4	26	18,1	26	11,5
1987/88	24,8	19,1	14,8	13,8	12,2	11,8	15,1	17	18,2	20,8	25,4	27	18,3	27	11,8
1988/89	23	17,7	16	11	10,6	12,3	14	15,4	18,4	22,6	26,9	28	18	28	10,6
1989/90	23,2	20,6	17	15,1	11	14,4	14,4	15,4	18,4	23	25,8	26,4	18,7	26,4	11
1990/91	26,1	19,5	15,3	11,7	10,5	10,8	13,7	14,5	16,9	22,7	26,1	26,9	17,9	26,9	10,5
1991/92	24,7	18	14	12,2	9,8	11,9	13,2	16,8	19,6	19,9	24,8	26,8	17,6	26,8	9,8
1992/93	23,6	18,5	14,8	12,6	10,1	11,2	13,5	15,4	18,1	21,8	25,1	25,4	17,5	25,4	10,1
1993/94	21,1	17,8	13,9	12,3	11	-	16,4	15,4	19,2	22,4	28,6	27,6	18,7	28,6	11
1994/95	22,8	19,7	16,9	16,9	12,6	27,2	14,4	15,4	20,3	21,2	25,2	25,9	19,9	27,2	12,6
1995/96	21,9	20,5	17,9	14,3	12,2	11,9	14,7	15,9	18,3	22,8	25,1	25	18,4	25,1	11,9
1996/97	21,3	18,1	15,6	13,8	12,6	-	19,1	17	19,2	22,6	23,2	24	18,8	24	12,6
1997/98	22,9	21	16,6	13,4	12,4	13,9	15,5	15,4	17,8	22,5	25,4	24,9	18,5	25,4	12,4
1998/99	23,3	18,2	15,5	10,9	11,2	10,7	14,2	16,7	20,2	23,2	25,5	26,2	18	26,2	10,7
1999/00	23,1	20	13,8	11,6	10,3	13,6	14,7	15,8	19,9	23,6	26,1	26	18,2	26,1	10,3
2000/01	23,1	18	14,7	13,7	12,9	12,7	17,5	17	18,2	24,1	25,5	26,2	18,6	26,2	12,7
2001/02	23,1	21,7	14	11,9	12	13,9	14,6	15,7	18,6	23	25	25,1	18,2	25,1	11,9
2002/03	23	19,5	16,5	14,1	10,9	12	14,9	15,7	19,5	24,6	27,4	27	18,7	27,4	10,9
2003/04	23,8	20,1	15,3	12,8	12,7	13,8	13,6	14,9	17,3	24,3	26,9	27,5	18,6	27,5	12,7
2004/05	24,6	21,2	14,5	12,1	9,8	9,8	14,1	16,4	20,6	23,6	26,7	26,6	18,3	26,7	9,8
2005/06	23,1	20,3	15	11,7	10,3	11,4	15,3	17,6	19,8	22,5	27,2	26	18,3	27,2	10,3
2006/07	23,6	21,2	16,8	11,7	11	14,4	14	14,7	19,4	22,3	25,7	25,7	18,4	25,7	11
2007/08	23,1	19,4	14,8	11,8	12,3	13,4	14	17,7	18,1	23	26,2	26,8	18,4	26,8	12,3
2008/09	23,5	18,4	13,1	11	11,1	12	13,8	15,9	19,7	24,3	27,9	26,2	18,1	27,9	11
2009/10	22,4	21,7	17,7	14,3	12,7	14,5	14,2	16,8	18,6	22,9	26,7	27,2	19,1	27,2	12,7
2010/11	23,7	19,2	15,1	14	12,6	12,1	13,9	17,4	19,8	24,6	26,7	27,5	18,9	27,5	12,1
2011/12	23,7	20,1	15	12,3	10,7	9,9	12,9	15,3	20,6	20,1	26,7	28,8	18	28,8	9,9
2012/13	24,1	20,4	16	12,9	12,8	11,8	15,4	16,9	18,8	21,5	25,1	26,4	18,5	26,4	11,8
2013/14	23,4	21,8	14,9	12,2	12,8	13,2	14,3	18,5	22,1	23,1	25,8	26,9	19,1	26,9	12,2
2014/15	24,6	21,8	17	12,7	12,7	11,6	14,8	16,9	21,3	23,2	29,1	27,7	19,4	29,1	11,6
2015/16	23,2	21,2	16,4	14	13,8	14	14,3	17,6	19,7	24,3	26,6	27	19,3	27	13,8
MOYENNE	23	20	16	13	12	13	15	16	19	23	26	26,3	18,4	26,6	11,3

Annexe 2 : Série mensuel des pluies station-Dar-Driouche

Année	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août		Indice		
												t	Total	E.Type	s	Cumuls
1967/68	0	17,7	38,8	97	8	54,5	104,8	51	40,3	10	0	2,5	424,6	88,104	1,952	424,6
1968/69	0	0	24,3	13,5	18,4	102,5	16,1	68,1	40,2	14	13,9	0	311	88,104	0,663	735,6
1969/70	2,3	106,5	50	23,9	38,6	0,5	31,7	18,5	13,4	5,7	0,8	2,3	294,2	88,104	0,472	1029,8
1970/71	2,5	11	2,8	17,2	35,1	0	50	41,6	32,5	9	0	0	237,6	88,104	-0,170	1267,4
1971/72	3,4	0	18,9	20,1	30	36	39	24	9,7	0	0	1,6	182,7	88,104	-0,793	1450,1
1972/73	21,6	58,9	52	13,3	53,1	29	58,7	120,5	6,8	5	0	3,6	429	88,104	2,002	1879,1
1973/74	0	2,4	77,3	55,7	14,8	26,3	18,1	27,7	0,9	1	0,7	0	241	88,104	-0,132	2120,1
1974/75	5,7	33,2	13,2	0	4,4	32,4	31,7	118,4	30,2	0,3	0	2,2	271,7	88,104	0,217	2391,8
1975/76	9,6	0	5,7	2,9	16,4	21,8	23,7	57,6	150,1	3	3,5	0,6	302,2	88,104	0,563	2694,0
1976/77	32,2	41,8	0,4	23,6	122,9	5,4	8,7	0,3	46,9	0,2	3	0	296,7	88,104	0,501	2990,7
1977/78	0	54,8	11,9	7,9	14,1	35,6	9,8	28,6	8,8	0,1	0	1	172,6	88,104	-0,908	3163,3
1978/79	0,1	14,3	0,4	1,8	8,6	79,2	1,4	3,9	11,3	0,4	0,8	1	123,2	88,104	-1,469	3286,5
1979/80	3	59,1	16,5	13,5	2,4	34,8	42,5	10,5	28,8	0,2	0	0	211,3	88,104	-0,469	3497,8
1980/81	15,7	6,6	34,9	28,6	3,5	36,2	68,3	67,5	0,4	6	7,7	0,7	292,7	88,104	0,455	3790,5
1981/82	10,7	1,7	0,1	7,6	14,7	13,9	36,5	77,3	93,5	0	1,5	8,3	265,8	88,104	0,150	4056,3
1982/83	4,2	2,7	19,5	6,4	0	25	28	2,1	0,9	0	0	4,8	93,6	88,104	-1,805	4149,9
1983/84	0	1,9	29,2	17,1	38,7	11,1	21,6	70,2	26,1	1	0	0,2	217,1	88,104	-0,403	4367,0
1984/85	2,3	0	5,6	3,4	44	12,4	5,2	14,8	29,7	0,8	1,1	0,2	119,5	88,104	-1,511	4486,5
1985/86	0,4	0	56,7	33,5	12,9	16,4	38	22,5	3	1	0,1	7,1	200,7	88,104	-0,589	4687,2
1986/87	15,3	35,7	47	23,7	32,5	17,4	12,8	0,2	3	5,4	3,4	0	196,4	88,104	-0,638	4883,6
1987/88	0,2	11,3	11,6	18,3	7,4	20,7	12,3	11,1	48,7	2,5	0	0	144,1	88,104	-1,231	5027,7
1988/89	0,5	39	64,8	4,4	50,2	15,2	18	11,6	23,6	5,9	0	1,2	234,4	88,104	-0,207	5262,1
1989/90	17,6	37,5	17,2	17,5	28	0	36,7	77,2	32	0,1	0,2	0	264	88,104	0,129	5526,1
1990/91	24,3	20,2	25,1	40,1	9,4	34,5	68,3	11,6	4,5	0,6	6,4	2	247	88,104	-0,064	5773,1
1991/92	23,6	21,3	6	50,9	13,6	28,7	25,7	5,4	8,2	64,8	0	0,3	248,5	88,104	-0,047	6021,6
1992/93	0	4,7	15,5	39,1	8,6	75,7	24,2	12,7	17,4	0,4	2,7	1,1	202,1	88,104	-0,573	6223,7
1993/94	7,7	25,3	52,3	5,6	162,1	27,3	5,6	2,9	1,5	0,4	0,5	0	291,2	88,104	0,438	6514,9
1994/95	20,2	10,4	1,9	10,4	4,6	36,3	67,8	9	4,1	54	0,3	10,2	229,2	88,104	-0,266	6744,1
1995/96	6,2	18,1	4	19,4	24,9	60,1	38,5	25,2	31,9	3	2,7	11	245	88,104	-0,086	6989,1
1996/97	35,5	14	0	22,4	15,8	0	6,3	85,8	40,9	3,2	1,8	15,7	241,4	88,104	-0,127	7230,5

1997/98	45,3	13,3	24	16,6	10,8	65,8	40,3	14,9	22,9	6,6	0	0	260,5	88,104	0,090	7491,0
1998/99	34,1	0	7,1	1,3	22,1	107	20,1	0,8	2,3	2,3	0	2,5	199,6	88,104	-0,602	7690,6
1999/00	1,5	57,7	20	15,4	13,2	0	5,6	0,7	7,9	0,4	0	0,3	122,7	88,104	-1,474	7813,3
2000/01	1,9	56,7	40,2	20,6	14	23,7	2,7	2,8	0,3	0,8	0	6,2	169,9	88,104	-0,939	7983,2
2001/02	20,1	28,1	58,5	73,3	1,7	32,5	32,5	90,1	23,7	11,9	0	3,9	376,3	88,104	1,404	8359,5
2002/03	0,2	30,8	31,3	10,9	38	55,6	35	41,8	0,8	1,6	0,1	0,6	246,7	88,104	-0,067	8606,2
2003/04	0,3	31,2	209,7	18,7	3,4	6,2	94,6	34,5	15,6	0,2	4,7	0,3	419,4	88,104	1,893	9025,6
2004/05	0,1	37,1	5,4	24,9	6,6	69,1	50	15,6	3,7	2	0	0,2	214,7	88,104	-0,430	9240,3
2005/06	1,4	36,7	26	11,8	32,6	22	17	27,2	27,7	1,9	0,2	3,8	208,3	88,104	-0,503	9448,6
2006/07	4,5	2,1	30,9	42	3,1	2,5	7,7	171,5	16,8	0	0	6,2	287,3	88,104	0,394	9735,9
2007/08	7,2	26,5	63,2	35,9	6,1	41,9	8,3	4,2	39	0,4	8,7	0	241,4	88,104	-0,127	9977,3
2008/09	47,5	268,4	43,3	45,5	56,2	20,1	13,8	16,6	0,3	4,2	0,2	0	516,1	88,104	2,991	10493,4
2009/10	62,5	1,9	20	27,2	64,6	25,3	78	103,4	4,8	0,9	1	58,8	448,4	88,104	2,222	10941,8
2010/11	16,4	59,1	23,8	22,9	13,9	19,7	42	53,7	31,5	4	0	4,1	291,1	88,104	0,437	11232,9
2011/12	11,8	13	119,8	10,7	64,3	10,9	27,9	8,4	0,3	0,2	3,1	0,2	270,6	88,104	0,204	11503,5
2012/13	27,5	34,7	73,2	20,2	29,9	23,3	15	1,6	13,6	0	2,4	7,1	248,5	88,104	-0,047	11752,0
2013/14	7	0,6	30,9	16,5	14,7	9,1	24,2	1,3	7	86,4	0	0	197,7	88,104	-0,623	11949,7
2014/15	7,9	6	16,3	7,9	25,2	131,1	43,9	33,6	46,5	0	0	8,1	326,5	88,104	0,839	12276,2
2015/16	17	28,1	1,4	0	7,7	19,3	26,7		18,7				118,9	88,104	-1,518	12395,1
2016/17	5,4	4,8	28,2	65,3	24	35	28,3	15,3	3,6	0	0,8	24,9	235,6	88,104	-0,193	12630,7

Annexe 3 : Série mensuel d'évaporation station-Dar-Driouch

Année	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Total (mm)
1982/83	-	-	-	99,6	110,4	69,6	155,1	189,3	207	216,3	294,6	240,6	1582,5
1983/84	218,1	174,6	104,4	102	75	137,1	210	141,6	175,2	184,8	268,2	211,8	2002,8
1984/85	221,1	169,8	283,5	104,1	115,5	173,1	169,8	233,4	193,2	268,8	286,5	353,7	2572,5
1985/86	241,8	177,3	161,7	100,8	142,2	137,1	136,2	158,1	197,4	226,2	285	312,9	2276,7
1986/87	186,9	125,1	125,1	93,6	120	125,4	158,1	190,8	224,4	177,9	227,4	229,2	1983,9
1987/88	187,8	141,6	113,7	115,8	139,5	116,7	267	268,2	234,9	230,7	251,1	274,8	2341,8
1988/89	186,6	111,9	74,4	89,7	69,3	105	129,9	214,5	159	240	295,2	290,7	1966,2
1989/90	166,8	109,2	186,9	45	-	101,4	78,9	136,2	141,3	221,1	233,1	210,9	1630,8
1990/91	185,7	143,7	96,6	49,2	67,8	79,8	104,1	94,5	176,1	210,9	266,4	283,5	1758,3
1991/92	195,3	127,2	120,9	56,1	66,9	78,3	118,5	200,7	207	189	231,9	269,4	1861,2
1992/93	167,7	189,6	137,1	89,7	79,2	66,3	211,8	190,5	186,3	215,1	225	217,8	1976,1
1993/94	201,9	146,1	72,3	89,1	87,3	116,1	95,4	222,9	219	226,5	273,9	240,6	1991,1
1994/95	-	93,3	119,1	93,9	126	124,2	125,1	172,5	231	163,2	208,2	223,5	1680
1995/96	177	98,4	151,2	133,5	70,8	36,6	38,4	67,2	124,8	104,4	114	146,1	1262,4
1996/97	71,4	71,1	-	78,9	53,4	63,3	-	56,4	77,1	132,9	121,5	99,6	825,6
1997/98	58,5	44,4	48,6	46,5	44,1	50,4	67,2	63,3	72	114	121,8	111,6	842,4
1998/99	85,8	70,5	48,6	54,6	48,6	41,7	53,4	101,4	110,4	117	122,1	151,8	1005,9
1999/00	96,9	54,9	46,2	45,3	35,1	66,9	71,1	110,4	87,3	137,7	143,4	155,7	1050,9
2000/01	110,7	69,9	51,3	62,1	70,8	58,8	104,7	109,2	113,7	172,8	176,7	168,3	1269
2001/02	84,3	65,4	38,1	35,4	1,8	58,5	68,7	95,7	156,3	122,7	123,6	158,7	1009,2
2002/03	104,7	52,5	72,9	43,8	41,1	42,9	46,2	68,7	108,9	113,7	162	117,6	975
2003/04	95,4	62,1	39,9	50,4	40,8	54,9	51,3	69,3	95,7	142,2	138,6	156	996,6
2004/05	120,9	95,1	86,7	98,1	103,2	94,5	96	150,9	220,8	237	267,3	234,3	1804,8
2005/06	165	107,4	111,6	85,8	78,3	105	168,3	138	129,6	157,2	223,2	193,8	1663,2
2006/07	150,3	144,6	122,1	90,9	96,3	-	-	86,7	184,5	184,8	192,3	191,1	1443,6
2007/08	119,4	90,6	78,9	65,1	86,1	58,2	149,1		132,3	222	220,5	224,4	1446,6
2008/09	134,1	97,2	87,3	72,6	76,2	83,1	96,9	164,4	154,2	198,6	276,9	180	1621,5
MOYENNE	149	109	103	77,5	79	86	119	142	160	183	213	209	1629,6

Références Bibliographiques

- **CaRlier P. (1972).** Ressources en eau du Maroc Tom 1 : Domaine du Rif et du Maroc oriental / Edition du service géologique du Maroc, Rabat.
- **SAHA F. (2014).** La vulnérabilité aux risques naturels en milieu urbain
- **Doukpolo B.** Procédures de traitements des données d'observation, de simulation et de projection du climat.
- **ABHM.**