

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued



Faculté de Technologie

Département d'Hydraulique et de Génie Civil

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme du Master en Hydraulique

Option : Conception et Diagnostic des systèmes d'AEP et d'assainissement

**Thème: Nouveau modèle numérique d'estimation
de l'évaporation du barrage réservoir
Djorf-Torba, Bechar**

Dirigé par :

Assia Meziani

Présenté par:

Afaf Ben Cherouda

Hana Djaballah

Promotion: Juin 2018

Dédicace

En dédie ce modeste travail avec vif plaisir
à ceux

Qui sont les plus proches à nos cœurs,

A nos très chères mères

A nos chers pères

A nos très chères femmes

A nos chères sœurs et frères.

A nos tantes et oncles

A toute la famille

A tous nos amis

Remerciement

Il m'est très bien agréable d'adresser mes sincères remerciements à toutes les personnes qui m'ont permis de mener à bien ce travail et ce ne sont pas ces quelques phrases si personnelles soient-elles qui arriveront à leurs exprimer mes sentiments de reconnaissances.

Nous remercions particulièrement la directrice de mémoire Mademoiselle **Meziani Assia**, pour son support, tant sur le plan technique que sur le plan personnel. Sa présence et sa disponibilité tout le long de ce projet ont été déterminantes pour le meilleur choix de décisions ainsi que pour la résolution des problèmes rencontrés. Mieux encore, nous lui suis reconnaissant pour l'engagement et l'attention bienveillante qu'il a su m'accorder tout le long de ce projet.

Nous remercions vivement l'ensemble des enseignants de la spécialité Hydraulique, qui ont veillé sans cesse à nous inculquer les enseignements de base d'hydraulique.

A tous nous vous dis un seul mot en espérant qu'il sera plus significatif que les phrases :

MERCIIIIIII

Résumé

Cette étude est basée sur la création d'une nouvelle formule qui est pleinement égale aux valeurs mesurées de Barrage de l'étagère du sol dans l'ouest de Bechar afin de Aidez-nous à calculer l'évaporation sans effectuer le processus de mesure itératif afin de comparer les valeurs mesurées avec les processus et les études précédents en s'appuyant sur les caractéristiques météorologiques de La chaleur, la lumière du soleil, la vitesse du vent qui nous a aidés à trouver la nouvelle équation.

Abstract

This study is based on the creation of a new formula that is fully equal to the measured values of the water tightness of the dam Djorf-Torb a shelf in the west of Bechar in order to help us calculate the evaporation without doing the iterative measurement process in order to Compare values measured with previous processes and studiesbased on weather characteristics of heat, sunlight, wind speed that helped us find the new équation.

ملخص

تعتمد هذه الدراسة على إيجاد معادلة جديدة تكون مساوية تماما للقيم المقاسة للتبخر في سد جرف التربة الواقع في غرب بشار بحيث تساعدنا في حساب التبخر دون القيام بعملية القياس المتكررة بحيث قمنا بمقارنة القيم المقاسة بعمليات ودراسات سابقة وذلك بالاعتماد على الخصائص الجوية من بينها الحرارة واشعة الشمس وسرعة الرياح التي ساعدتنا في إيجاد المعادلة الجديدة

SOMMAIRE

INTROUDICATION GENERALE.....	01
------------------------------	----

CHAPITRE I : PRESENTATION GENERALE DU BARRAGE

-DJORF TORBA-

I. Introduction.....	04
II. SITUATION GEOGRAPHIQUE DU BARRAGE DJORF TORBA.....	05
III. CARACTERISTIQUES DU BARRAGE DE DJORF TORBA.....	05
III-1-Caractéristiques hydrologiques.....	05
III-2-Caractéristiques Techniques	06
IV- LES CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES DE LA REGION DE BECHAR.....	06
IV-1- La Température.....	07
IV-2- Le vent.....	09
IV-3- Humidité relative.....	10
IV-4- La pression atmosphérique.....	11
IV-5- Précipitations.....	12
IV-6- L'insolation	14
V- LES PROBLEMES EXISTANTS AU NIVEAU DU BARRAGE DJORF-TORBA...	15
V-1- L'envasement.....	15
V-2- Les apports solides.....	15
V-3- Impact du barrage Djorf-Torba sur l'environnement.....	16
V-4- L'entretien.....	16

V-5- Le vieillissement.....	16
V-6- Les fuites.....	17
V-7- Les pertes par évaporation.....	17
VI. Conclusion.....	19

CHAPITRE II : LES MODELES D'ESTIMATION DE L'EVAPORATION DANS LA REGION ARIDE

I. Introduction	21
II. LES MODELES D'ESTIMATION DE L'EVAPORATION DES PLANS D'EAU	21
II.1. Méthode directe « Bac Colorado ».....	21
II.2. LES METHODES INDIRECTES D'ESTIMATION DE L'EVAPORATION DANS LES REGIONS ARIDES.....	22
II.2.1.Modèles de Boutoutao basés sur les données météorologiques.....	22
II.2.2 .Modèle de Xiao Liu.....	28
II.2.3.Modèle de Papadakis.....	33
II.2.4. Modèle de Romanko.....	37
IV. Conclusion.....	41

CHAPITRE III :ELABORATION D'UN MODELE D'ESTIMATION DE L'EVAPORATION

I. Introduction.....	43
II.NOUVEAU MODELE D'ESTIMATION DE L'EVAPORATION.....	43
II.1. Analyse statistique des paramètres hydro-climatiques.....	43
II. 1. Validation du modèle.....	47
III.RESULTATS ET DISCUSSION.....	47

IV. Conclusion.....	58
---------------------	----

CHAPITRE IV : ETUDE COMPARATIVE DES RESULTAS OBTENUS

PAR LES MODELES

I. Introduction.....	60
II.RESULTAS ET DISCUSSION.....	60
II.1. Tracé des graphes des modèles.....	60
III .CALCUL DES ERREURS POUR CHAQUE MODELE	61
IV. Conclusion.....	63
CONCLUSION GENERALE	65
Référence bibliographique.....	66

LISTE DE TABLEAU	PAGE
Tab I.1 : Variation annuelle de la température de la région de Bechar(2000-2016).	07
Tab I.2 : Variation mensuelle de la température de la région de Bechar (2000-2016).	08
Tab I.3 : Variations mensuelles de vitesse des vents (2000-2016).	09
Tab I.4 : Variation mensuelle de l’humidité relative dans le période (2000-2016)	10
Tab I.5 : Variation mensuelle de la pression atmosphérique dans la période (2000-2016).	11
Tab I.6 : Variation des précipitations moyennes mensuelles (2000-2016)	12
Tab I.7 : Variation des précipitations annuelles de la région de Bechar (2000-2016)	13
Tab I.8 : Variation des l’insolation mensuelles de la région de Bechar dans période (2000-2016) .	14
Tab I.9 : Apport liquide de la Saoura annuel en eau de la Saoura dans le passé et au présent .	16
Tab I.10 : Variation de l’évaporation moyenne mensuelle dans la période (2000-2014).	17
Tab III.1 : Matrice de corrélation des paramètres climatologiques.	44
Tab III.2 : Analyse de la variance (EVP(mm)).	45
Tab III.3 : Paramètres du modèle EVP(mm)).	45
Tab III.4 : Prédications et résidus (EVPcalculée(mm)).	46
Tab III.5 : Résultats numériques obtenus par le nouveau modèle proposée	48
Tab III.6 : Résultats inter- annuels de nouveau modèle et du bac Colorado (2000-2014).	56
Tab IV.1 : Erreurs obtenues par le modèle de Boutoutao (1).	61
Tab IV .2 : Erreurs obtenues par le modèle de Boutoutao(2) (2000 -2014).	61
Tab IV .3 : Erreurs obtenues par le modèle de Xiao Liu(2000-2014).	61
Tab IV. 4 : Erreurs obtenues par le modèle de Papadakis (2000-2014).	62
Tab IV. 5 : Erreurs obtenues par le modèle Romanko (2000-2014).	62
Tab IV .6 : Erreurs obtenues par le modèle proposé (2000-2014).	62

LISTE DE FIGURE	PAGE
Fig I.1 : Localisation des quatre barrages situés aux régions arides	04
Fig I.2 : Situation du barrage de Djorf-Torba	05
Fig I.3 : Le Barrage Djorf-Torba (Bachear)	06
Fig I.4 : Températures moyennes maximales, minimales et annuelles de la région de Bacher durant la période (2000-2016)	08
Fig I.5 : Températures maximales, minimales et moyennes mensuelles de la région de Bacher durant la période (2000-2016) .	09
Fig I.6 : Variation de vitesse des vents en(m/s) moyens mensuels de la région de Bacher durant la période (2000-2016).	10
Fig I.7 : Variation de l'humidité relative moyenne mensuels (%) (2000-2016)	11
Fig I.8 : Variation de la pression atmosphérique pendant la période (2000-2016)	12
Fig I.9 : Variation des précipitations mensuelles de la région de Bachear (2000-2016).	13
Fig I.10 : Variation des précipitations annuelles de la région de Bachear (2000-2016).	14
Fig I.11 : Variation de l'insolation mensuelles de la région de Bechar (2000-2016).	15
FigI.12 : Variation de l'évaporation mensuelle dans le période (2000-2014)	18
Fig II.1 : Bac d'évaporation du barrage Djorf-Torba	22
Fig II.2 : Evolution de l'évaporation par le modèle de Boutoutao (1) et du bac Colorado	23
Fig II.3 : Evolution de l'évaporation par le modèle de Boutoutao (2) et du bac Colorado.	25
Fig II.4 : Evaporation moyenne mensuel par les deux modèles de Boutoutao et du Bac colorado(2000-2014)	27
Fig II.5 : Corrélation entre les résultats des modèles de Boutoutao et les évaporations mesurées.	28
Fig II.6 : Evolution de l'évaporation par le modèle de Xiaoet du bac Colorado.	29
Fig II.7: Evaporation moyenne mensuel par le modèle de Xiao et du Bac colorado (2000-2014).	32

Fig II.8 : Corrélation entre les résultats du modèle de XiaoLui et les évaporations mesurées .	32
Fig II.9: Evolution de l'évaporation Méthodes du Papadakis et bac Colorado.	34
Fig II.10 : Evaporation moyenne mensuel par le modèle de Papadakis et du Bac colorado(2000-2014).	36
Fig II.11: Corrélation entre les résultats du modèle de Papadakis et les évaporations mesurées.	36
Fig II.12: Evolution de l'évaporation Méthodes du Romanko et bac Colorado.	37
Fig II.13: Evaporation moyenne mensuel par le modèle de Romanko et du Bac colorado(2000-2014) .	40
Fig II.14 : Corrélation entre les résultats du modèles Romanko et les évaporations mesurées .	40
Fig III.1: Présentation graphique de l'ajustement du modèle avec les données mesurées de l'évaporation	45
Fig III.2 : Présentation spatiale des l'évaporation calculée par le modèle et celui mesurées sur terrain.	46
Fig III.3 : Présentation graphique de l'évaporation calculée par le et celle mesurée par le bac	53
Fig III.4 : Variation l'évaporation inter- annuelle par le nouveau modèle et du bac Colorado durant la période (2000-2014).	57
Fig IV. 1 : Présentation graphique des modèles-Barrage Djorf –Torba-(2000-2014)	60

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Au sud algérien, les ressources en eau disponible sont en quantité limitée en raison des activités humaines : la croissance démographique, urbanisation et l'augmentation du niveau de vie. Les changements climatiques et les variations de conditions naturelles aggravent ces pressions.

Afin de résoudre le problème de manque d'eau, l'exploitation des ressources souterraines et de surface ont été et reste une obligation. Rappelons que le sud algérien est caractérisé par trois climats : semi-aride, aride et hyperaride. Le premier constat qu'on peut constater est bien le facteur climatologique qui est la température influe d'une façon régulière sur la quantité et la qualité des eaux de surface. Nous enregistrons que les réservoirs d'eaux de surface (Barrages) situés au sud algérien sont comptés de quatre réservoirs d'eaux : Barrage Brézina (El-Bayadh), barrage Djorf-Torba(Bechar), barrage Foum-El-Gherza (Biskra), barrage Fontaine des Gazelles (Biskra).

Les problèmes majeurs affectant ces barrages sont bien l'envasement des barrages et les pertes d'eaux (fuites et évaporation). Plusieurs recherches ont été effectuées sur l'envasement des barrages mais peu de recherches sur le problème des pertes d'eaux puisque nécessite un suivi et des mesures in situ journalier avec utilisation des instruments de mesure vraiment adéquats pour un très bon diagnostic sur ces problèmes. Prenons l'exemple de l'évaporation des eaux de retenues, la majorité des barrages cités ci-dessus sont équipés par des Bac Colorado ou Bac class-A- les mesures de l'évaporation sont faites mais les valeurs enregistrés présentent des valeurs erronées en d'autres termes pas précis en raison des erreurs de mesures plus la majorité des rapports ne prennent pas en considération les facteurs climatologiques comme paramètres à mesurer ou bien sont pas mesurés du tout.

Notons que l'évaporation des plans d'eau est un problème à prendre en considération dans les retenues des barrages algériens, elle dépend de plusieurs facteurs climatologiques tel que la température, la vitesse de vent, la pluie, la pression atmosphérique, Insolation, la lumière du jouretc.

La majorité de recherches internationales effectuées sont basés sur des mesures in situ des paramètres climatologiques pour quantifier l'évaporation et trouver un moyen pour la réduire au maximum afin d'exploiter au maximum la quantité d'eau des barrages.

En Algérie, les travaux de recherches qui sont menu par Pr. Boutoutao et Dr. Fekih ont abouti à des modèles adéquates afin d'estimer l'évaporation au niveau des plans d'eau ou bien au niveau des barrages. Ces formules nécessitent de mesure des paramètres in situ comme température de l'eau ou bien le rayonnement solaire qui est indispensable dans les bulletins climatologiques.

Nous accordons une attention particulière au problème de l'évaporation du barrage de Djorf-Torba (Béchar) situé au région aride, dont notre but est bien d'élaborer un modèle numérique permettant d'estimer l'évaporation au niveau de ce barrage et de comparer le résultats obtenus avec les modèles choisis. Nous allons choisir des anciens modèles connus comme Papadakis, Romanko et les nouveaux modèles de Boutoutao et Xiao.

Pour cela ce mémoire fait l'objet d'estimer l'évaporation du barrage Djorf-Torba par un nouveau modèle que nous pensons à l'élaborer. Pour cela nous présentons les axes suivants à suivre.

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE I : Présentation générale du barrage Djorf-Torba

CHAPITRE II : Les modèles d'estimation de l'évaporation dans la région aride

CHAPITRE III : Elaboration d'un modèle d'estimation de l'évaporation

CHAPITRE IV : Etude comparative des résultats obtenus par les modèles

CONCLUSION GENERALE

CHAPITRE I

PRESENTATION GENERALE DU BARRAGE –DJORF TORBA-

I. INTRODUCTION :

En Algérie, la demande en eau est en pleine progression du fait de la forte croissance démographique couplée à l'industrialisation. En régions arides, les ressources en eau diminuent au fur et à mesure que la pluviométrie du au changement climatique plus précisément la température élevée dans ces régions. En matière de quantité, l'infrastructure hydrotechnique Algérienne forte de 75 grands barrages, d'une capacité de 8 milliards de m³ est amputée annuellement d'une capacité de plus de 50 millions de m³ (Remini, 2016). Les barrages qui se situent aux régions arides sont comptés de quatre barrages (Fontaine des Gazelles et Foug El-Gherza (Biskra), Djorf –Torba (Bechar) et Brézina (Al-Bayadh).

Nous accordons une attention particulière au barrage de Djorf-Torba qui est destiné à l'irrigation, et l'alimentation en eau des périmètres agricole d'Abadla par l'intermédiaire de lâchées au fil de l'eau reprise en tête des périmètres après 58 Km de parcours naturel, et l'alimentation en eau potable de la région de Béchar et de Kenadsa (ANBT,2004).

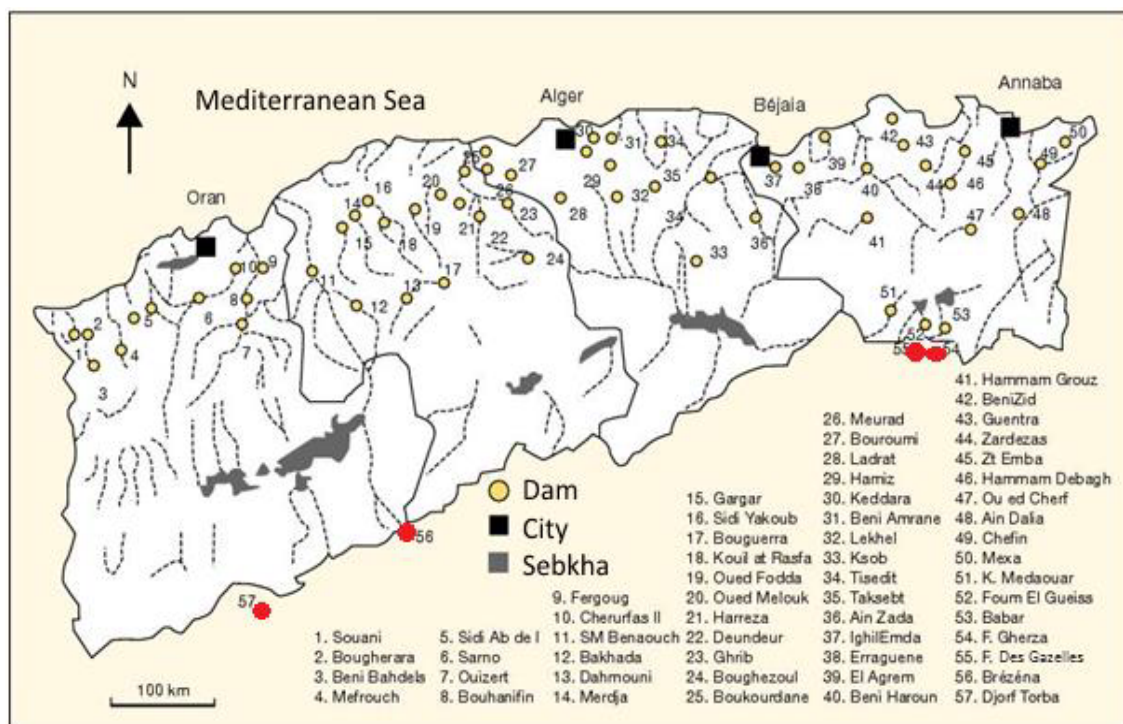


Figure I.1 : Localisation des quatre barrages situés aux régions arides (Remini, 2009) .

II. SITUATION GEOGRAPHIQUE DU BARRAGE DJORF TORBA

Le barrage de Djorf-Torba est situé géographiquement à 50 kilomètres à l'ouest de la ville de Béchar, contrôle un vaste bassin versant subsaharien en tête de la vallée de la Saoura. En chevauchant une partie du haut atlas marocain (Figure 2). Il est limité au Nord par la plaine de Tamlalet et le Haut Atlas, à l'Est par le bassin versant de l'Oued Béchar, à l'Ouest par la Hamada de Guir, au Sud par Chebket Mennouna (Boulanouar, 2008). Le barrage Djorf-Torba est situé à l'exutoire du Bassin à la partie haute de l'oued Guir (Kabour, 2016).

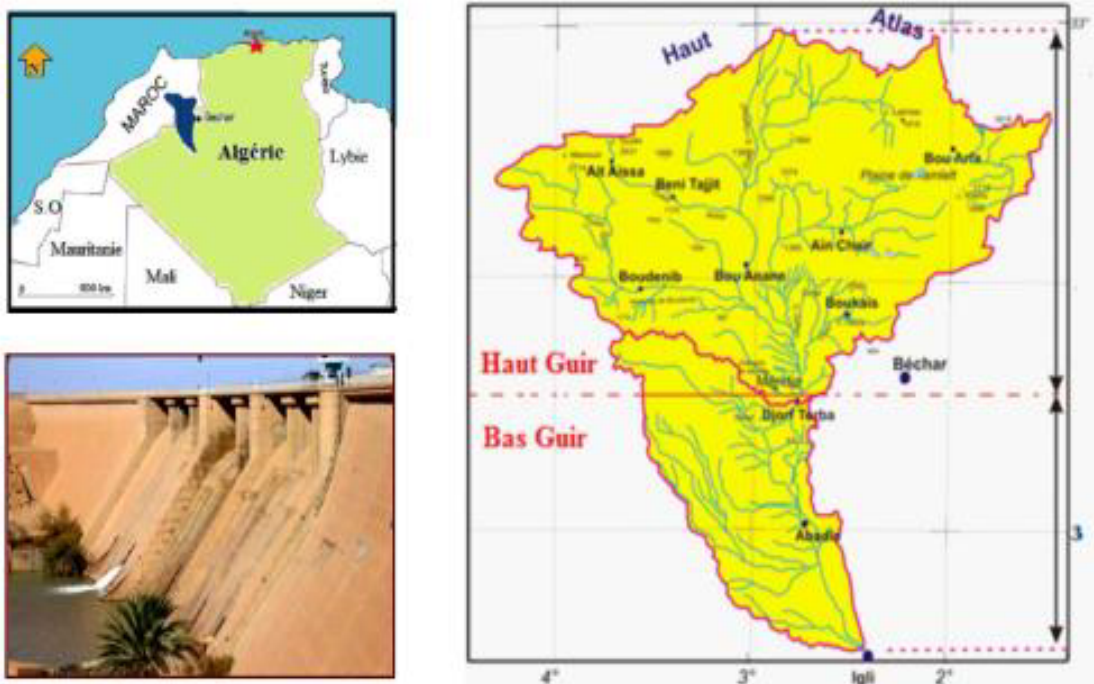


Figure I.2 : Situation de barrage Djorf-Torba, chevelu hydrographique et répartition des stations pluviométrique sur le BV du Oued Guir (Kabour, 2016).

III-CARACTERISTIQUES DU BARRAGE DE DJORF TORBA

Le barrage de Djorf- Torba est un barrage en Béton destiné à l'alimentation en eau potable

III-1-Caractéristiques hydrologiques :

- Oued : GUIR
- Capacité initiale : 350 Mm³/an
- Apport moyen annuel : 180 hm³/an
- Volume régularisé : 100 hm³/an
- Surface du bassin versant : 23887.2 km²
- Capacité à la cote de retenue normale : 260 hm³
- Capacité à la cote de plus haute eau : 750 hm³

- Débit maximale enregistré : 305 m³/s

III-2-Caractéristiques techniques :

- Type : Béton
- Hauteur maximale : 35m
- Longueur crête : 762 m
- Largeur crête : 7 m
- Cote retenue Normale (R.N) : 699 m
- Date de mise en eau : 1969



Figure I.3 : Le Barrage Djorf-Torba (évacué de crue) (ANBT, 2016).

IV- LES CARACTERSTIQUES CLIMATIQUES DE LA REGION DE BECHAR

Le climat correspond à la distribution statistique des conditions atmosphériques dans une région donnée pendant une période donnée. Il est effectué à l'aide des valeurs moyennes établies à partir des mesures statistiques, mensuelles et annuelles (Baghdadli, 2014). Le changement climatique pourrait avoir des conséquences importantes pour les ressources en eaux et les infrastructures hydrauliques. Le dimensionnement et le fonctionnement des réservoirs devraient ainsi être modifiés en prenant en compte des scénarios de changement climatique (Nassopoulos, 2012). Notons que, le climat agit sur le cycle de l'eau, la pluie est à

l'évidence d'autres facteurs interviennent aussi comme le rayonnement solaire, le vent, l'humidité et la température. Ils provoquent le transfert des gouttelettes d'eau vers l'atmosphère par évaporation des plans d'eau ou même le sol.

Les caractéristiques climatiques de la zone d'étude où se trouve le barrage Djorf-Torba sont obtenues à partir des données de la station météorologique de l'aéroport de Bechar (<https://fr.tutiempo.net/>, 2016) pour une période s'étalant de 2000 à 2016. Notons que le barrage de Djorf-Torba se dispose d'une station pluviométrique équipée par un pluviomètre et un bac d'évaporation classe -A-. Les mesures des précipitations et de l'évaporation du bac sont faites chaque jour.

IV-1- La Température

Une température élevée permettra à la masse d'eau de se réchauffer et d'augmenter l'énergie cinétique de ses molécules. Un plus grand nombre de molécules auront alors l'énergie suffisante pour s'arracher à la surface d'eau (pour s'évaporer). Les tableaux 1 et 2 suivants, nous montre sa variation annuelle et mensuelle.

Tableau N°I.1: Variation annuelle de la température de la région de Bechar(2000-2016).

<u>Année</u>	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Tmax	28.25	29.30	28.57	28.03	27.6	28.58	27.81	28.13	27.41
Tmin	14.65	15.82	15.14	15.42	15.06	15.8	15.60	14.91	14.95
Tmoy	20.95	22.95	22.13	21.94	21.60	22.50	21.91	21.79	21.45
<u>Année</u>	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Moyenne
Tmax	28.08	29.26	27.91	28.08	28.42	28.69	28.39	29.0	28.28
Tmin	15.0	16.25	15.92	15.01	14.87	15.85	15.32	15.29	15.35
Tmoy	21.78	23.01	21.81	21.88	21.79	22.60	22.09	22.4	22.02

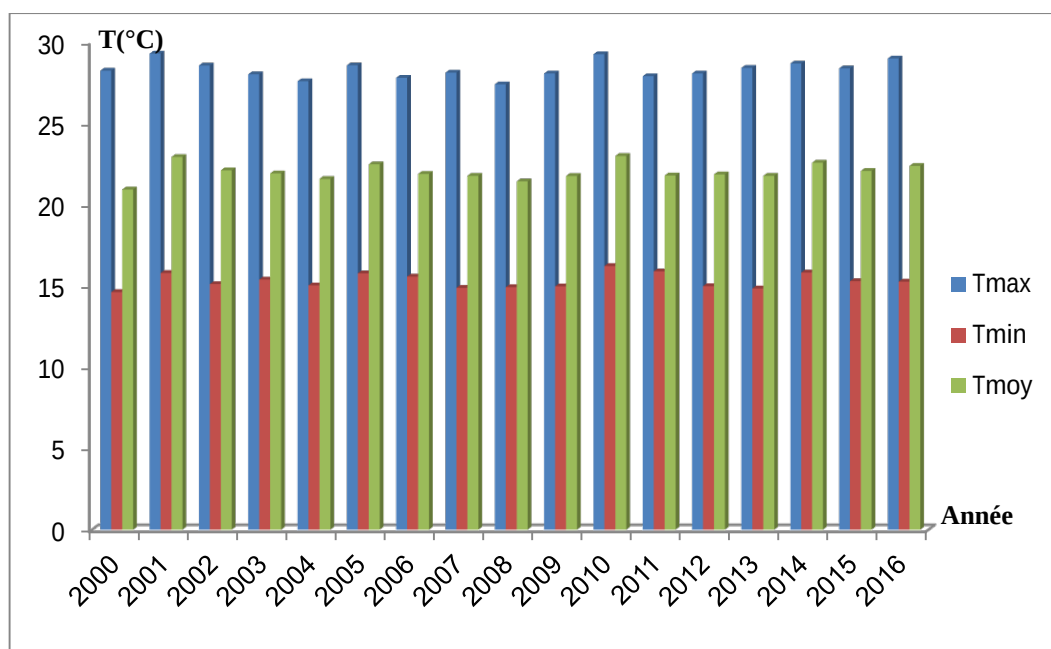


Figure I.4 : Températures moyennes maximales, minimales et annuelles de la région de Bechar durant la période (2000-2016).

La région de Bechar est caractérisée par de fortes températures, la température moyenne annuelle est de 22.02°C (Tableau n°1).Après un aperçu sur les températures moyennes mensuelles, la température moyenne du mois le plus chaud est noté durant le mois d’Juillet avec 37.37°C. Celle du mois le plus froid en janvier atteignant 10.46°C .La température maximale la plus élevée durant cette période est enregistrée durant le mois de juillet avec 43.73°C. Alors que la température minimale est enregistrée durant le mois de janvier avec est 3.45°C (Tableau n°2).

Tableau N°I.2 : Variation mensuelle de la température de la région de Bechar (2000- 2016).

Moi	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmax	18.13	20.28	25.07	29.46	33.86	39.56	43.73	42.37	36.72	30.7	23.04	18.21
Tmin	3.45	6.0	9.55	15.65	19.87	25.80	29.45	28.53	23.51	17.46	10.15	5.09
Tmoy	10.46	12.61	18.28	23.13	27.54	33.19	37.37	36.02	30.36	24.26	16.56	11.3

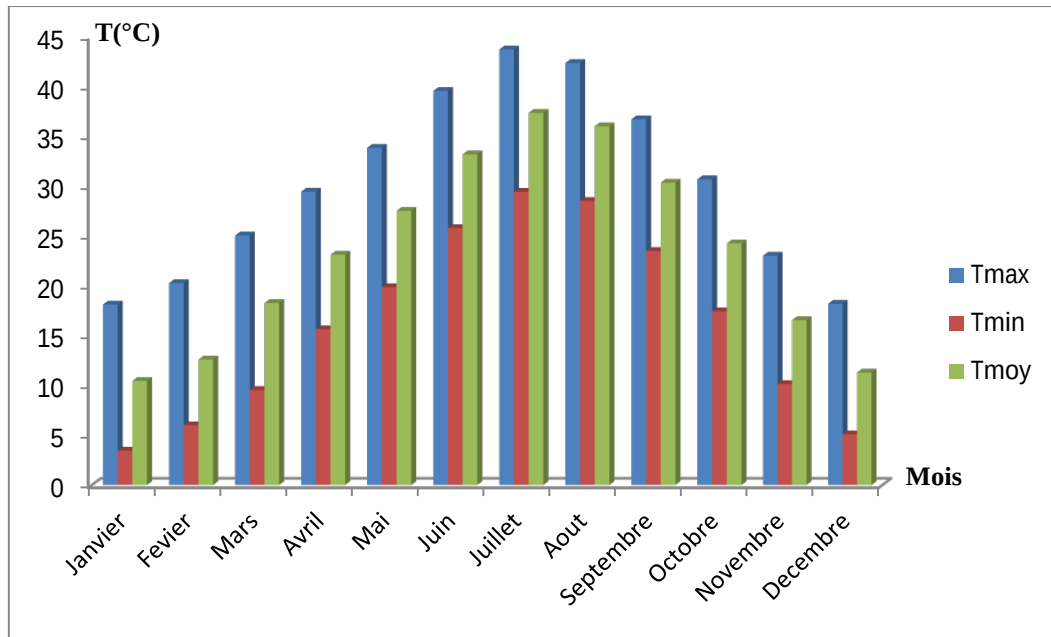


Figure I.5 : Températures maximales, minimales et moyennes mensuelles de la région de Bechar durant la période (2000-2016).

IV-2- Le vent

Le vent joue un rôle essentiel sur l'évaporation. En effet, l'air au voisinage de la surface évaporante se sature plus ou moins rapidement et peut arrêter le processus d'évaporation. L'air saturé est remplacé par de l'air plus sec au voisinage de la surface évaporante en raison des mélanges et mouvements créés par le vent.

Tableau N°I.3: Variations mensuelles de vitesse des vents (2000-2016).

<u>Mois</u>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
V(m/s)	2.67	3.37	4.22	5.00	4.98	4.49	4.32	3.94	3.98	3.32	3.12	2.48

D'après le tableau 3, la vitesse maximale du vent est enregistrée durant le mois de Avril avec une moyenne de 5 m/s .Le minimum est enregistré durant le mois Décembre avec une vitesse 2.48 m/s.

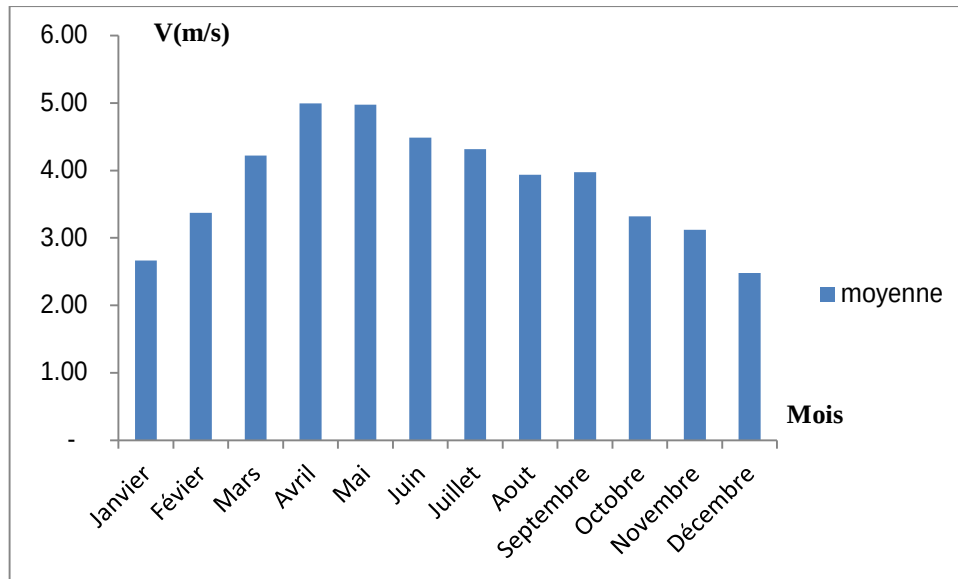


Figure I.6 : Variation de vitesse des vents en (m/s) moyens mensuelles de la région de Bechar durant la période (2000-2016).

IV-3- Humidité relative

L'humidité relative, c'est le pourcentage de vapeur d'eau que contient l'air par rapport à ce qu'il peut contenir au maximum, c'est à dire par rapport à la saturation. Elle est mesurée à l'aide d'un hygromètre. Alors que l'humidité absolue, c'est la quantité d'eau que l'air contient (en pression de vapeur).

Tableau N°I.4: Variation mensuelle de l'humidité relative dans le période (2000-2016)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Hr(%)	48.23	42.01	32.53	28.65	25.88	20.68	16.87	20.15	31.73	39.19	47.01	55.17

Du tableau n°4, nous constatons quel mois le plus humide est le mois de Décembre puisque la valeur de l'humidité relative atteint 55.17%. Alors que le mois le plus sec est le mois de Juillet d'une humidité relative de 16.87%. La figure 7, nous montre que la variation de l'humidité relative moyenne mensuelle (%).

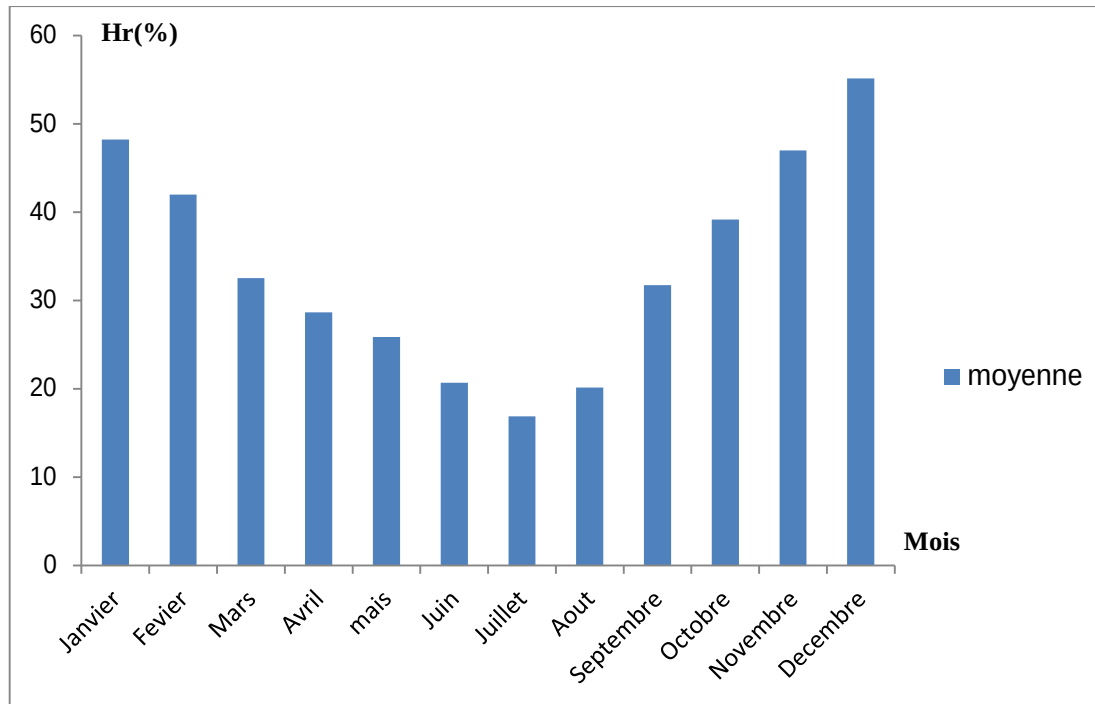


Figure I.7 : Variation de l'humidité relative moyenne mensuelle (%) (2000-2016).

IV-4- La pression atmosphérique

Quand la pression atmosphérique de l'air est faible, l'air pousse moins fort sur la surface de l'eau. Les molécules d'eau auront alors plus de facilité à s'arracher de la surface de l'eau pour se retrouver à l'état de vapeur.

Tableau N°I.5 : Variation mensuelle de la pression atmosphérique dans la période (2000-2016).

<u>Mois</u>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P(kpa)	92.89	92.68	92.45	92.14	92.18	92.27	92.31	92.33	92.39	92.49	92.55	92.86

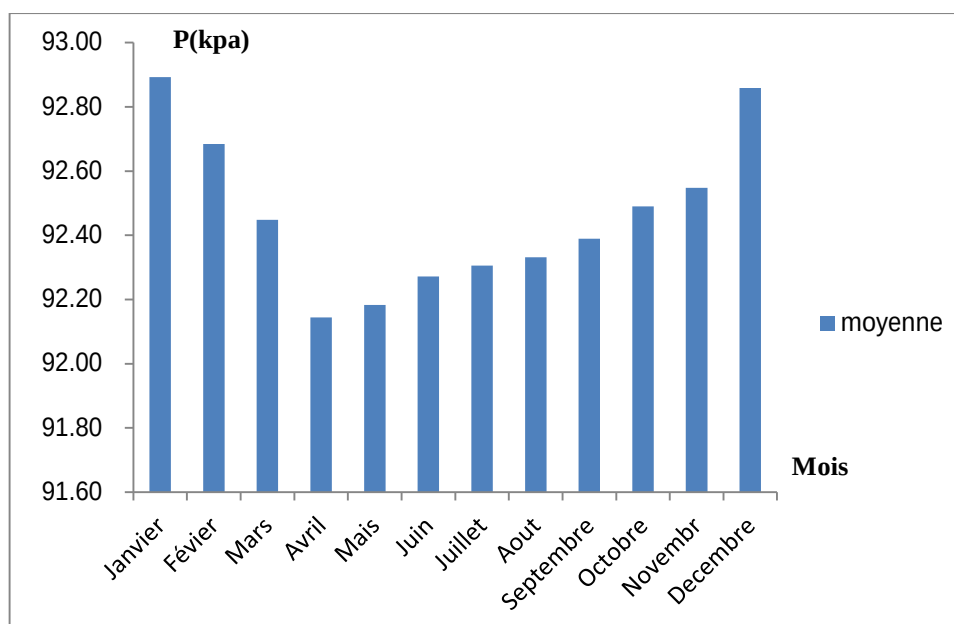


Figure I.8 : Variation de la pression atmosphérique pendant la période (2000-2016).

Quand l'air est plus chaud, donc plus léger, la pression atmosphérique est faible. Quand la pression atmosphérique est haute, c'est l'inverse. C'est le phénomène de l'anticyclone qui annonce un temps dégagé. La pression atmosphérique est faible au mois de Avril (92.14 Kpa) et élevée au mois de Janvier (92.89 Kpa).

IV-5- Précipitations

La pluviométrie est un facteur écologique essentiel. Avec la température, elle conditionne les climats terrestres, La région de Bechar est caractérisée par une faible pluviométrie, les pluies tombent d'une manière irrégulière. Le tableau n°6, montre que la pluviométrie atteint sa valeur maximale au mois d'Octobre (26.33mm) et elle est minimale le mois de Juillet (1.35mm).

Tableau N°I.6: Variation des précipitations moyennes mensuelles (2000-2016) .

<u>Mois</u>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P(mm)	2.67	5.99	19.66	16.00	9.20	6.63	1.35	2.97	16.00	26.33	14.24	9.59

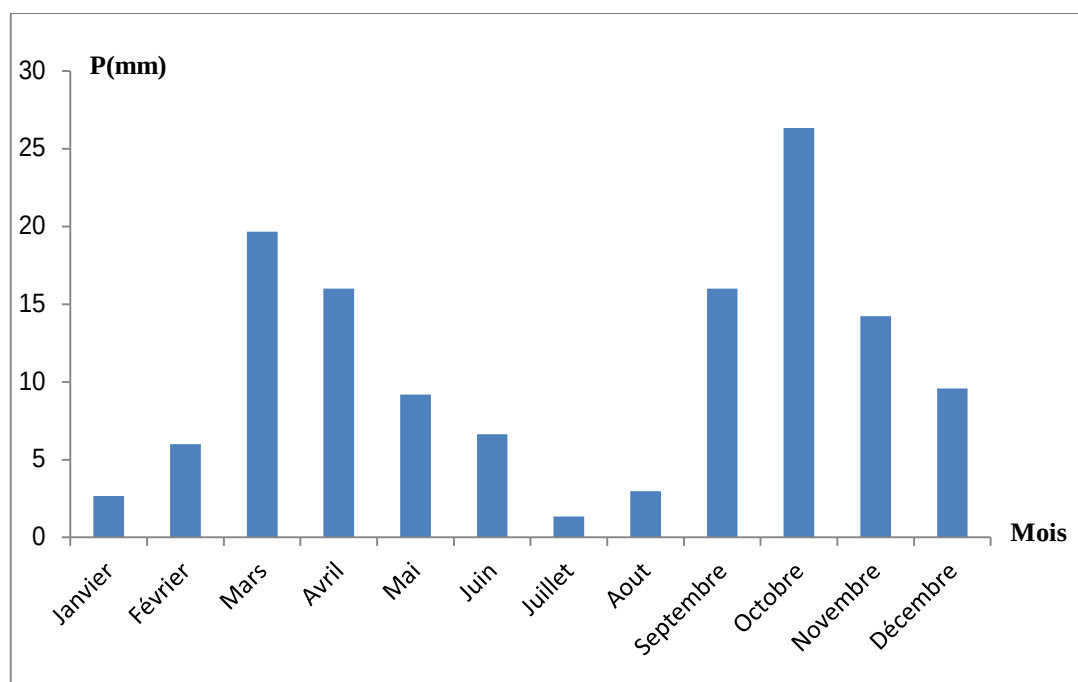


Figure I.9 : Variation des précipitations mensuelles de la région de Bechar (2000-2016).

Tableau N°I.7: Variation des précipitations annuelles de la région de Bechar (2000-2016) .

<u>Année</u>	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
P(mm)	73.15	81.49	60.7	204.48	304.06	95.52	144.78	69.07	100.09
<u>Année</u>	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
P(mm)	133.61	198.88	252.72	125.98	204.49	63.76	109.72	140.97	

Nous constatons que durant les années passées, la région a subi des fortes précipitations pendant l'année 2004 (Tableau N°7), la valeur maximale annuelle de précipitations était 304,06 mm .L'année la plus sèche est celle de 2002, la valeur minimale des précipitations était 60,7mm.

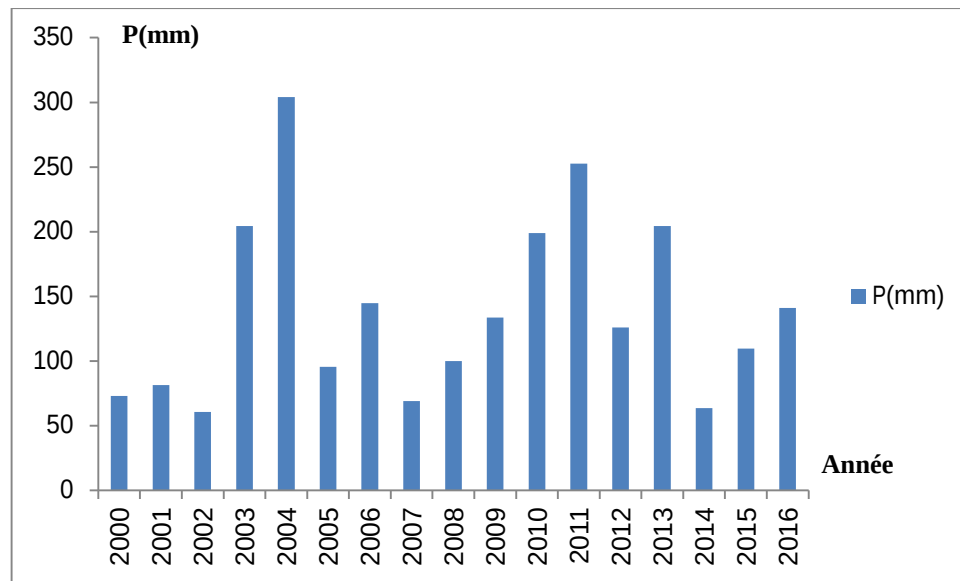


Figure I.10 : Variation des précipitations annuelles de la région de Bechar (2000-2016).

IV-6- L'insolation

L'insolation dans météorologique l'exposition d'un objet au rayonnement direct cette exposition est correctement révélée estime-t-on par la présence d'ombres portées nettement dessinées on considère alors que la production de telles ombres est possible lorsque l'éclairement de l'objet par le soleil a une valeur au moins égale à 120 watts par mètre carré, ce qui permet de déterminer à chaque instant s'il y a ou non insolation. Le tableau suivant donne la variation mensuelle de l'évaporation de la région de Bechar.

Tableau N°I.8 : Variation des l'insolation mensuelles de la région de Bechar dans période (2000-2016).

<u>Mois</u>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
I(kwh/m²/J)	3.69	4.66	5.76	6.84	7.35	7.59	7.36	6.71	5.67	4.61	3.70	3.22

D'après le tableau 8, l'insolation maximale est enregistrée durant le mois de Juin avec une moyenne de 7.59 kwh/m²/J. Le minimum est enregistré durant le mois Décembre avec une insolation 3.22 kwh/m²/J.

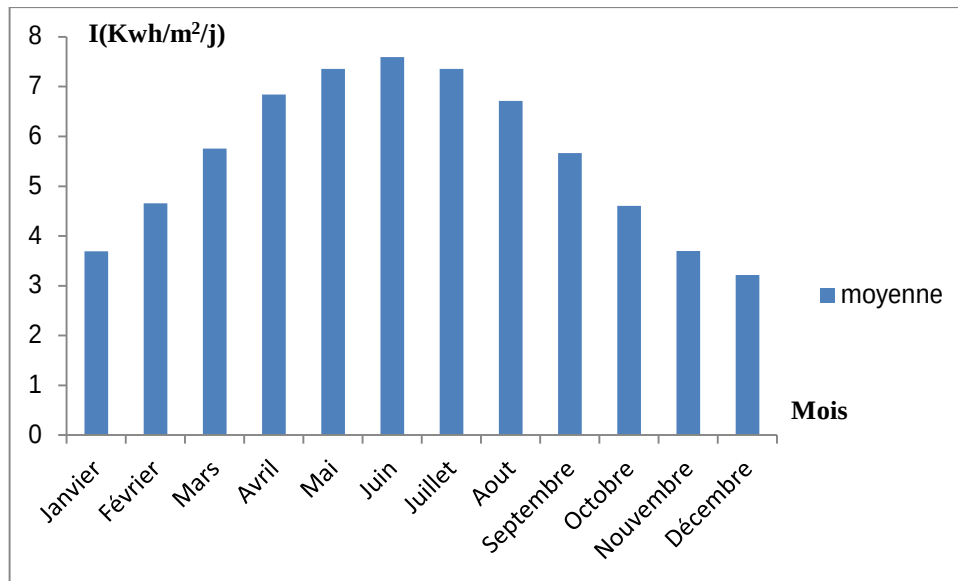


Figure I.11 : Variation de l'insolation mensuelle de la région de Bechar (2000-2016).

V- LES PROBLEM ESEXISTANTS AU NIVEAU DU BARRAGE DJORF-TORBA

V-1- L'envasement

L'envasement de la retenue est lié directement aux phénomènes de l'érosion des sols du bassin versant, les processus de l'érosion peuvent se définir par le creusement de la surface du sol, dégradation et altération des roches et le transport de matériaux (Kabour, 2016). L'arrachement des particules, le transport de matériaux et la sédimentation constituent les trois termes de l'envasement géodynamique (Bennis, 2009). Le régime des apports solides du Guir est fort, les mesures faites de 1953 à 1956 évaluent l'apport solide moyen sur une période de trois ans à 1kg/m^3 (Coyne et Bellier, 1985). Dès Juin 2003, l'agence nationale des barrages et transfert (ANBT) a confié aux bureaux d'étude LEM-GEOID la réalisation de levé Bathymétrique du barrage, cette étude a permis plus particulièrement d'actualiser la capacité de stockage et de la retenue d'eau et la surveillance de l'envasement le taux de l'envasement de barrage Djorf-Torba est de 25% (Kabour, 2016).

V-2- Les apports solides

Une fois le matériau solide arrivé dans le cours d'eau, il sera transporté par la force de courant. Les concentrations sont des sédiments variables suivant le cours d'eau et l'importance des crues (Guidoum, 2014). Il existe différents modes de transport solide dans les cours d'eau, ils dépendent essentiellement de la morphologie du cours d'eau et des terrains

traversés (Guidoum,2014).L'estimation de l'apport solide mène à évaluer le volume envasé du barrage (Riad ,2003).

V-3- Impact du barrage Djorf-Torba sur l'environnement

Avant la construction du barrage de Djorf-Torba, Oued Saoura recevait les apports de l'Oued Guir (200 millions de m³/an) et ceux d'Oued Zousfana (6 millions de m³/an), après la construction du barrage, les eaux d'Oued Saoura deviennent plus salées, par ce qu'elles ne reçoivent que les faibles apports de l'Oued Zousfana (Tableau N°9) (Kabour, 2016).

Tableau N°I.9: Apport liquide de la Saoura annuel en eau de la Saoura dans le passé et au présent (Kabour, 2016).

	Avant la construction du barrage Djorf-Torba			Après la construction du barrage Djorf- Torba		
Oued	Oued Saoura	Oued Guir	Oued Zousfana	Oued Guir	Oued Zousfana	Oued Saoura
Apport liquide/an	206 Hm ³	200 Hm ³	6 Hm ³	/	6 Hm ³	6 Hm ³

V-4- L'entretien

Pour prolonger la durée de vie du barrage, l'entretien de ces ouvrages est de venu aujourd'hui une nécessité, pour le cas du barrage de Djorf -Torba, il y a deux possibilités (Kabour, 2016) :

La première, concerne l'entretien de l'ouvrage, c'est la direction centrale de l'ANBT (Agence Nationale des Barrages et de Transfert), située à Alger qui prend en charge les projets. La deuxième, concerne les petits travaux d'entretien et de maintenance(l'électricité par exemple), qui sont effectuées par des agents d'entretien sur site.

V-5- Le vieillissement

La principale indication de vieillissement est la durée de vie du barrage qui est de 49 ans, cette durée fait apparaitre plusieurs défauts (Kabour, 2016).

- des fissurations.
- des couches de sel et calcaire sur les parois.
- Des pannes fréquentes de l'équipement de l'ouvrage (les vannes secteurs, les manomètres...).

V-6- Les fuites

Quel que soit l'emplacement d'un barrage, il y'aura toujours des pertes d'eau, non pas à travers le corps de l'ouvrage, mais à travers les berges et les fondations. En raison de forte poussé hydrostatique exercée par l'eau sur le fond et les berges de l'ouvrage, un certain volume d'eau s'infiltre et s'évacue (Moussaoui et Benthmane,2007).Le problème est beaucoup plus grave qu'on imagine, il ne s'agit plus de perte de la capacité de l'eau, mais plutôt de la déstabilisation de l'ouvrage (Moussaoui et Benthmane,2007). Au niveau du barrage de Djorf-Torba, les fuites proviennent principalement du contournement de l'amorce de voile au large en rive droite.

L'expertise du bureau d'étude Coyne et Belier(1985) a signalé des fuite substantielles au niveau de la galerie sur l'aile rive gauche, bas rive gauche, au centre, rive droite, galerie des calcaires. Lorsqu'il y a une haute retenue, les débits de fuites peuvent être sensiblement mesurés aux joints entre les plots (Coyne et Bellier,1985).

V-7- Les pertes par évaporation

L'évaporation est le processus par lequel un liquide se transforme en vapeur ou en gaz. L'évaporation se produit à partir d'un plan d'eau quand l'atmosphère au-dessus de celui-ci a une humidité relative inférieure à 100%. La principale source d'énergie susceptible de provoquer l'évaporation est le rayonnement solaire. La quantité d'eau évaporée dépend de la vitesse du vent et du degré de turbulence de l'air au-dessus de la surface évaporant, ainsi que de la différence de tension de vapeur entre le plan d'eau et l'air non saturé au-dessus de celui-ci. Le tableaux 10, nous montre sa variation mensuelle de l'évaporation de barrage Djorf-Torba dans la période (2000-2014).

Tableau N°I.10 : Variation de l'évaporation moyenne mensuelle dans la période (2000-2014).

<u>Mois</u>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
EVP(mm)	122.47	98.29	134.01	166.43	214.86	248.79	320.41	362.78	304.02	244.84	195.48	156.75

Du tableau n°10, nous constatons quel mois le plus évaporée est le mois de Aout puisque la valeur de l'évaporation atteint 362.78mm. Alors que le minimum de l'évaporation dans le mois de Février est 98.29 mm. La figure 12, nous montre que la variation de l'évaporation mensuelle dans le période (2000-2014).

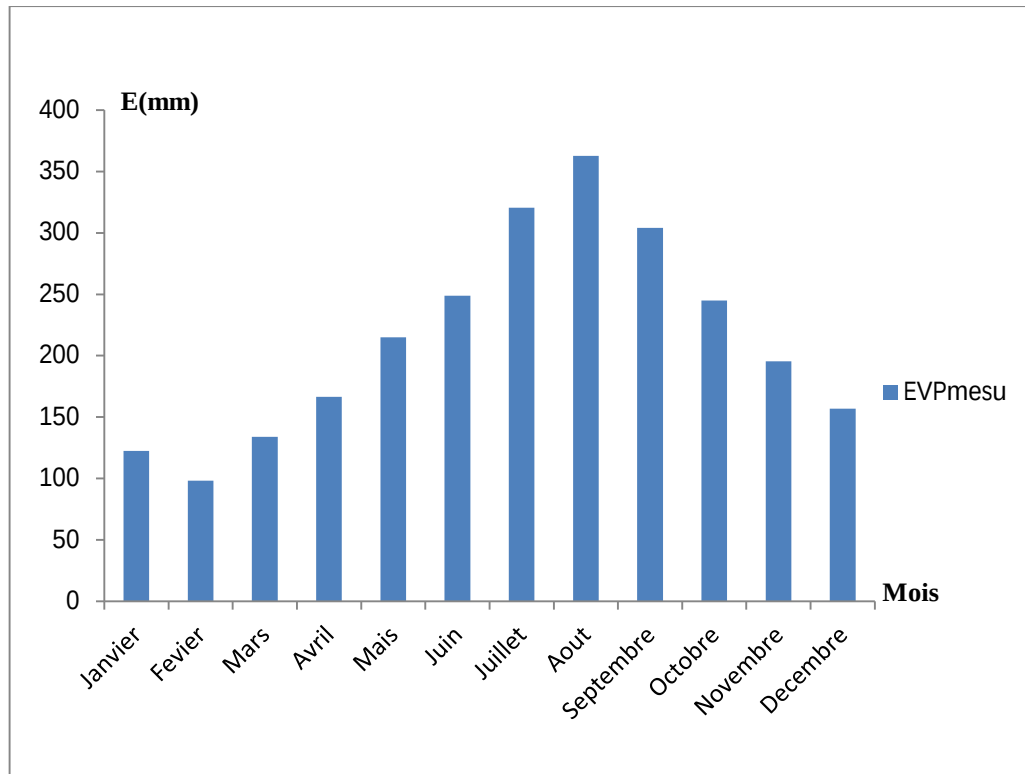


Figure I.12 : Variation de l'évaporation moyenne mensuelle dans le période (2000-2014).

VI. CONCLUSION

La situation géographique de ce barrage montre bien l'importance de cet ouvrage dans l'approvisionnement des ressources hydriques dans la région de Béchar.

Les caractéristiques climatiques de la région où se trouve le barrage de Djorf-Torba. Nous montre que :

- La température mensuelle maximale est de 43.73°C au mois de Juillet.
- La température mensuelle minimale est de 3.45°C au mois de Janvier.
- La température moyenne mensuelle est de 10.46°C au mois de Janvier et 37.37°C au mois de Juillet.
- La vitesse des vents moyens mensuels est de 2.48m/s au mois de Décembre et 5m/s au mois d'Avril.
- L'humidité relative est de 16.87% le mois de Juillet et 55.17% le mois de Décembre.
- La pression atmosphérique est de 92.14Kpa le mois d'Avril et 92.89Kpa le mois de Janvier.
- L'évaporation mensuelle maximale est de 362.78 mm au mois d'Aout.
- L'évaporation mensuelle minimale est de 98.29 mm au mois de Février.
- Les précipitations mensuelles minimales sont enregistrées le mois de juillet (1.35mm) et les précipitations maximales le mois d'Aout (26.33mm).
- L'insolation mensuelle maximale est de 7.59 kwh/m²/J au mois de Juin .
- L'insolation mensuelle minimale est de 3.22 kwh/m²/J au mois de Décembre.

Parmi les problèmes majeurs qui affecte notre Barrage se sont bien les fuites et l'évaporation de la retenue. Cette dernière fait l'Object de notre étude.

CHAPITRE II

LES MODELES D'ESTIMATION DE L'EVAPORATION

DANS LA REGION ARIDE

I.INTRODUCTION :

Ce chapitre fait l'objet d'une étude comparative entre les modèles choisies d'estimer l'évaporation en utilisant les deux modèles de Boutoutou(1995),celui de Papadakis(1972),celui de Romanko (1961) et en fin le nouveau modèle de Xiao Liu (2016) avec des mesures directes utilisant le «Bac Colorado» classe-A au niveau de la station pluviométrique du barrage de Djorf –Torba. Notons que les données des mesures directes de l'évaporation au niveau du barrage ont été obtenues par des rapports de l'ANBT (2014).

II. LES MODELES D'ESTIMATION DE L'EVAPORATION DES PLANS D'EAU

II.1. Méthode directe « Bac Colorado »

La mesure directe de l'évaporation se fait généralement au moyen du bac d'évaporation qui est un contenant de section cylindrique ou carrée dont les variations du niveau d'eau, mesurées à des intervalles de temps fixes (jour, semaine, décade), sont un reflet de l'intensité de l'évaporation. L'avantage principal des bacs est leur économie et leur facilité d'installation; leur inconvénient est la difficulté d'évaluer les effets du rayonnement direct et le transfert de chaleur à travers les parois.

Le bac d'évaporation «classe A» a un diamètre de 121.9 cm et une profondeur de 25.4 cm. La profondeur de l'eau y est maintenue entre 17.5 et 20 cm. Il est réalisé en fer galvanisé non peint et posé sur un caillebotis à environ 15 cm au dessus du niveau du sol. L'utilisation de ce bac est recommandée en raison du grand nombre d'appareils du même type déjà installés et pour lesquels on possède de longues séries d'observations sous divers climats.

Il présente l'avantage de la facilité d'installation, et les mesures ne sont pas faussées par le rejaillissement des gouttes de pluie sur le terrain environnant lors de fortes averses : par contre il est très sensible aux variations de la température de l'air et aux effets de l'insolation. Le bac Colorado. Il se présente sous la forme d'un parallélépipède, dont la section droite est un carré de 0.914 m de coté : sa profondeur est de 0.462 m; il est enterré dans le sol de manière que ses arêtes supérieures soient à 0.10 m au dessus de la surface de celui-ci.



a) Bac d'évaporation Classe « A »

b) Bac d'évaporation Colorado

Figure II.1 : Bac d'évaporation du barrage Djorf-Torba (Boutoutao, 2011).

II.2. LES METHODES INDIRECTES D'ESTIMATION DE L'EVAPORATION DANS LES REGIONS ARIDES

II.2.1-Modèles de Boutoutao basés sur les données météorologiques

La méthode hydrométéorologique est la méthode la plus employée pour la détermination de l'évaporation des étendues d'eau. Elle est basée sur la loi physique de Dalton. Les deux modèles de calcul de l'évaporation proposées par Boutoutao (1995) sont les suivants :

$$\diamond E = 0,233 n (es - ea) (1 + 0,39 V) \quad (1)$$

$$\diamond E = 0,403 n D^{0.73} (1 + 0,39 V) \quad (2)$$

Où :

E : évaporation (mm).

es : tension de vapeur d'eau saturante à la température de la surface évaporante (millibar).

ea: tension de vapeur d'eau dans l'atmosphère (millibar).

(es -ea) : déficit de saturation dans l'atmosphère (millibar).

V: vitesse du vent (m/s) .

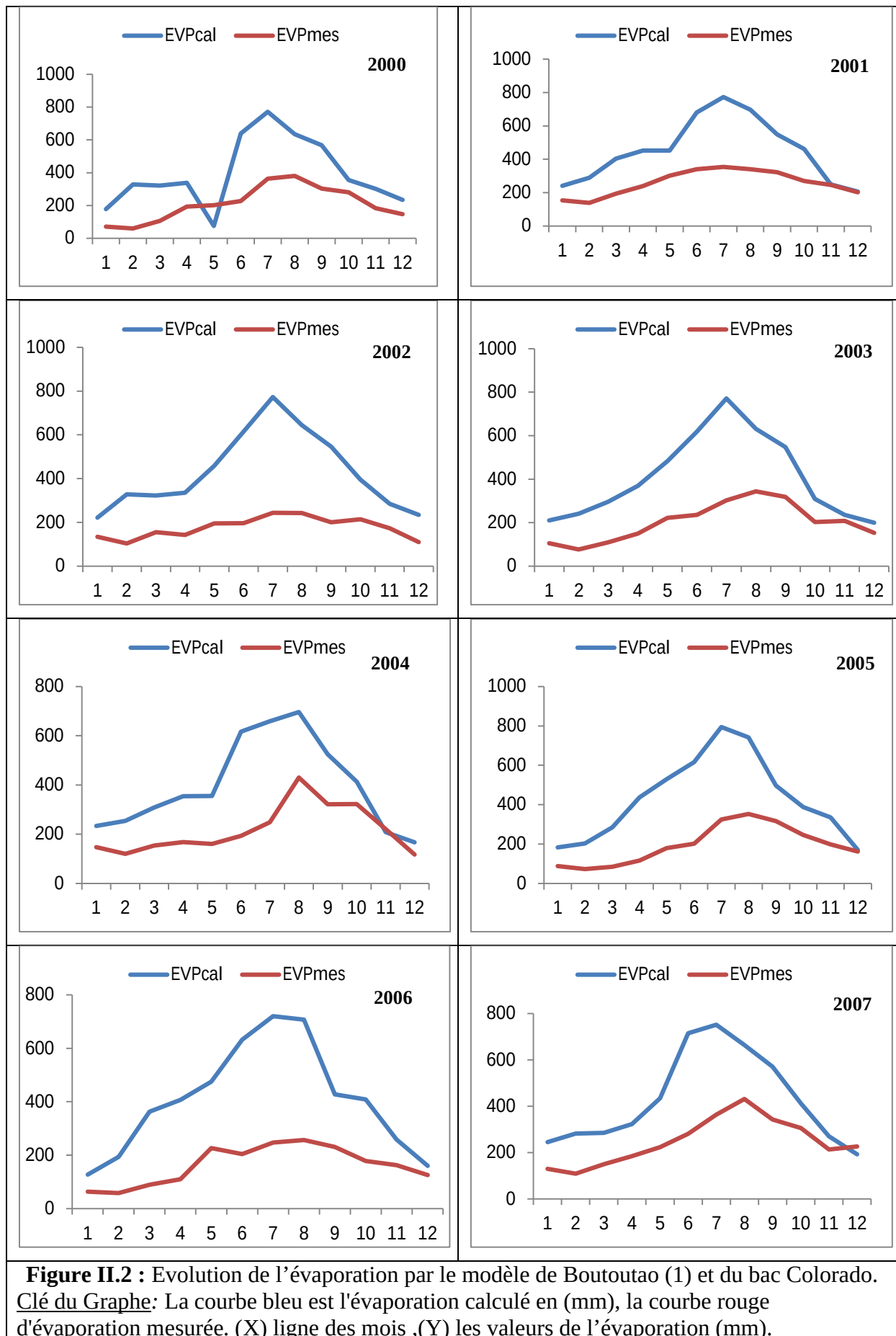
n : nombre de jours du mois considéré.

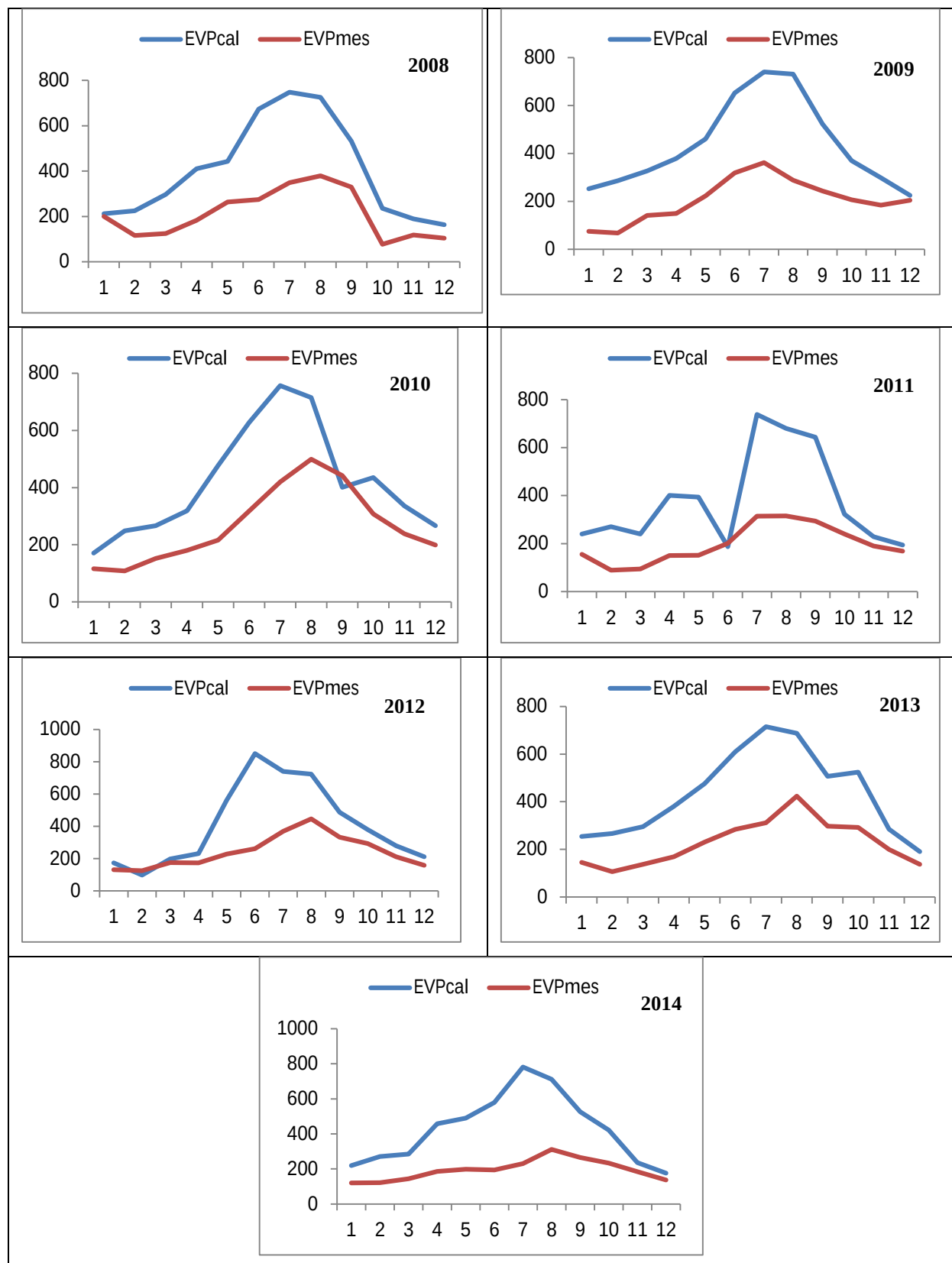
D : déficit de saturation de l'air, mb (millibars).

donné par la relation suivante : $D = 0.0632 (H-100) e^{0.0632 (t)}$

H : moyenne mensuelle de l'humidité de l'air (%).

t : moyenne mensuelle de la température de l'air (°C).





Suite **Figure II.2:** Evolution de l'évaporation par le modèle de Boutoutao(1) et du bac Colorado.

Clé du Graphe: La courbe bleu est l'évaporation calculée en (mm), la courbe rouge est l'évaporation mesurée. (X) ligne des mois, (Y) les valeurs de l'évaporation (mm).

Les résultats graphiques obtenus par le modèle de Boutoutao 2 sont les suivants :

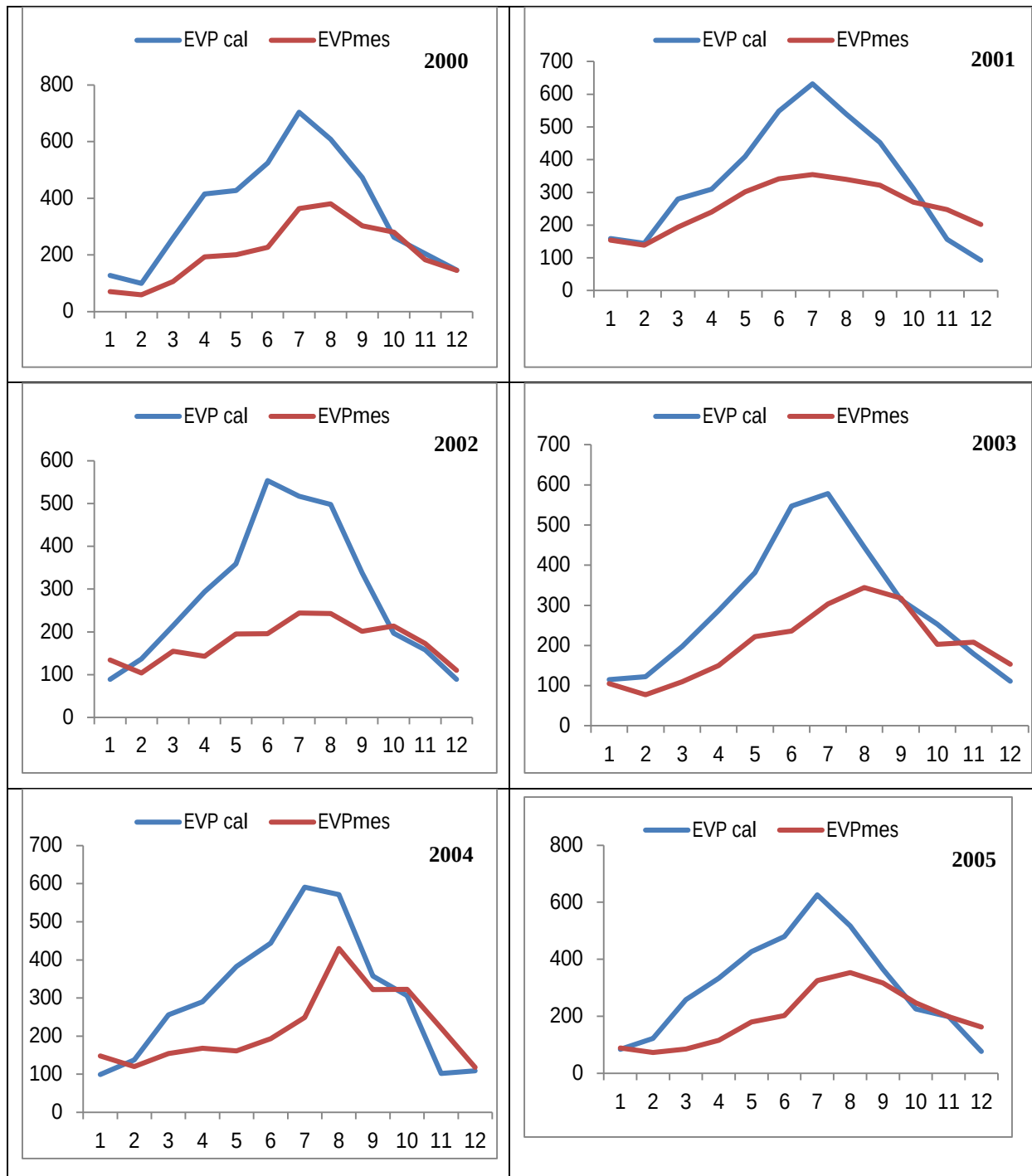
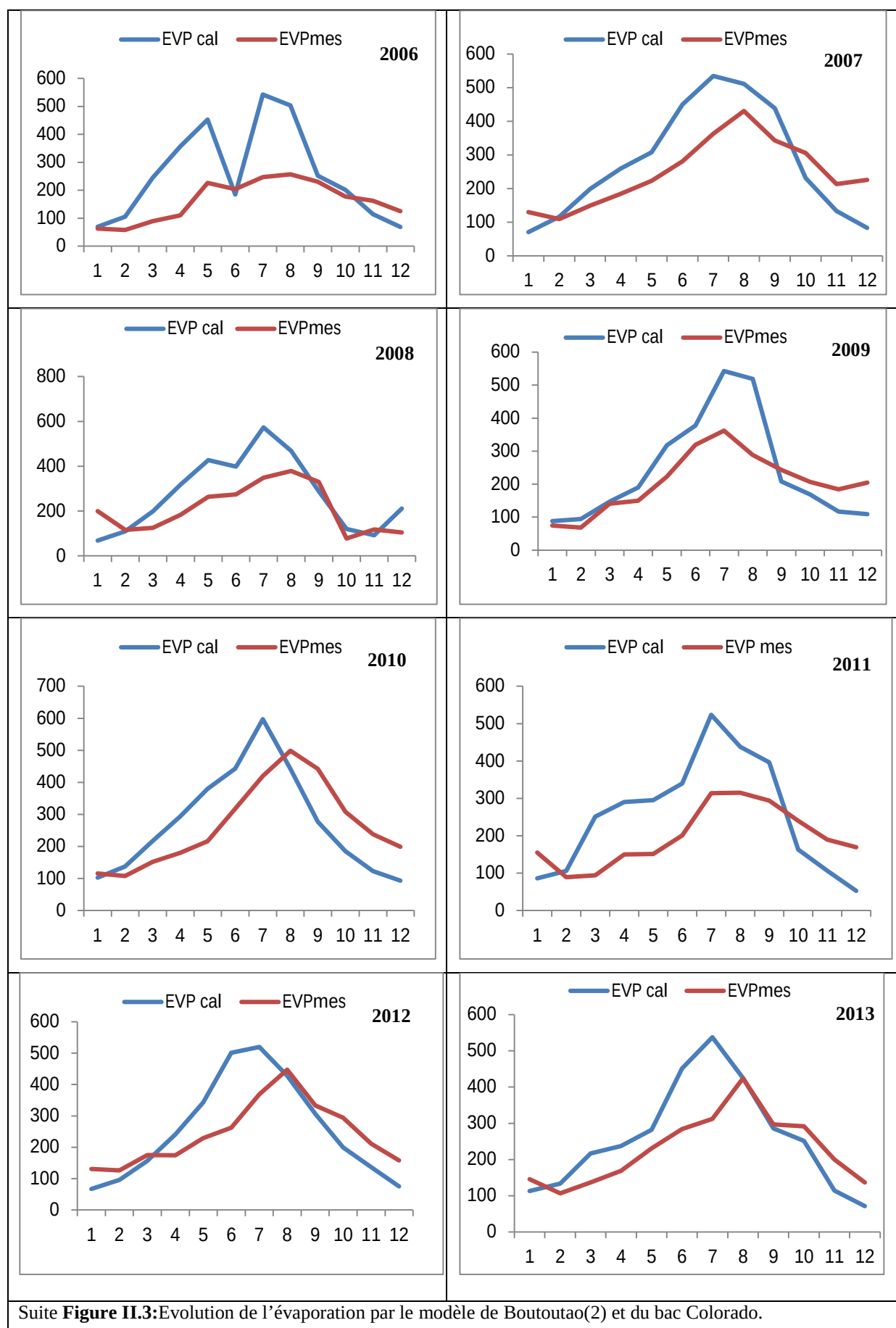
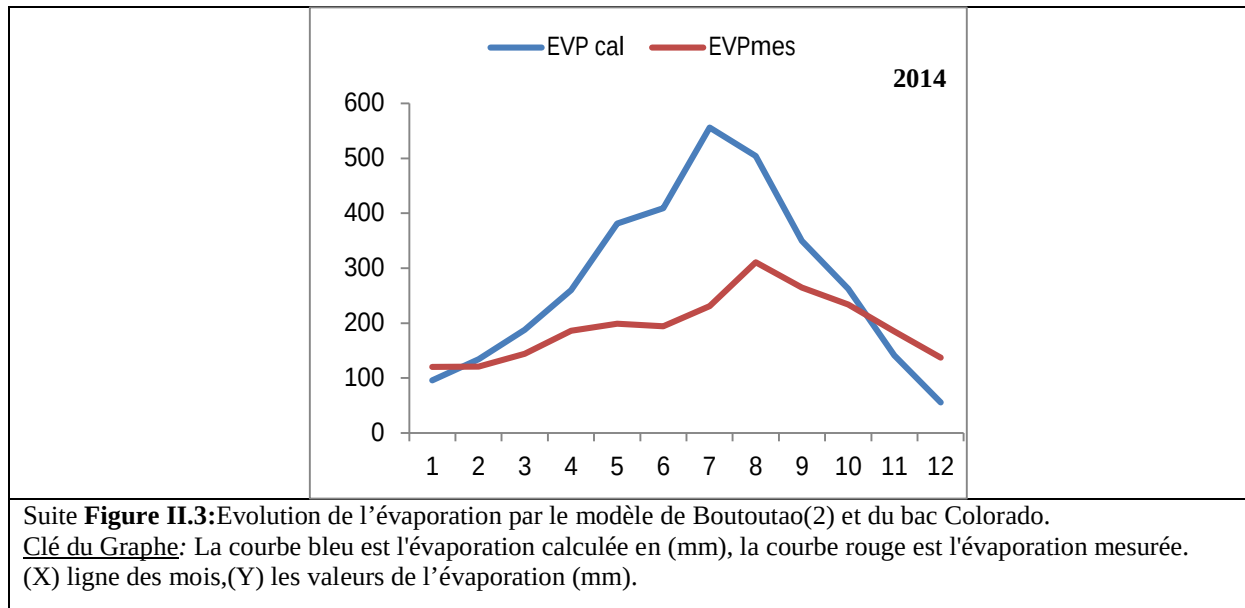


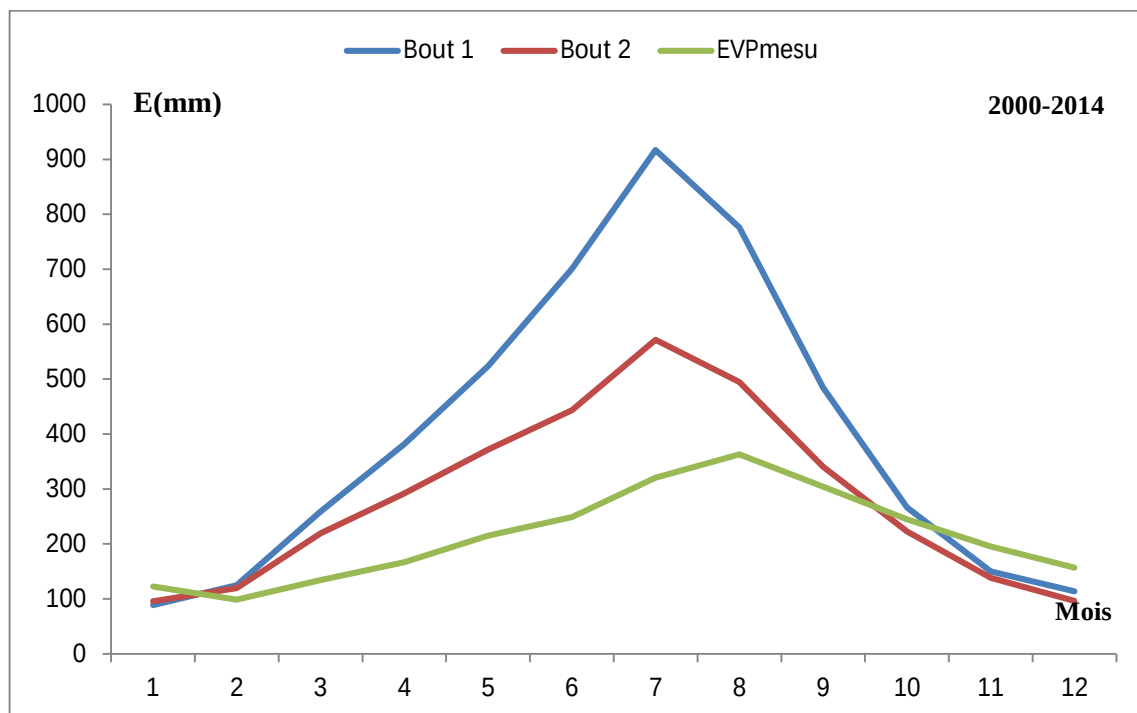
Figure II.3 : Evolution de l'évaporation par le modèle de Boutoutao(2) et du bac Colorado.
Clé du Graphe: La courbe bleu est l'évaporation calculée en (mm), la courbe rouge est l'évaporation mesurée. (X) ligne des mois,(Y) les valeurs de l'évaporation (mm).



Suite **Figure II.3:** Evolution de l'évaporation par le modèle de Boutoutao(2) et du bac Colorado.



Les résultats annuels de l'évaporation calculés par les deux modèles de Boutoutao sont schématisés ci-dessous :



De la figure n°4, nous constatons que le modèle de Boutoutao 2 a la même forme et proche de la courbe de l'évaporation mesurée. Alors que le modèle Boutoutao 1, présente des valeurs

plus loin de celles mesurées par le bac. Le coefficient de corrélation pour les deux modèles est de l'ordre de 0.7 .

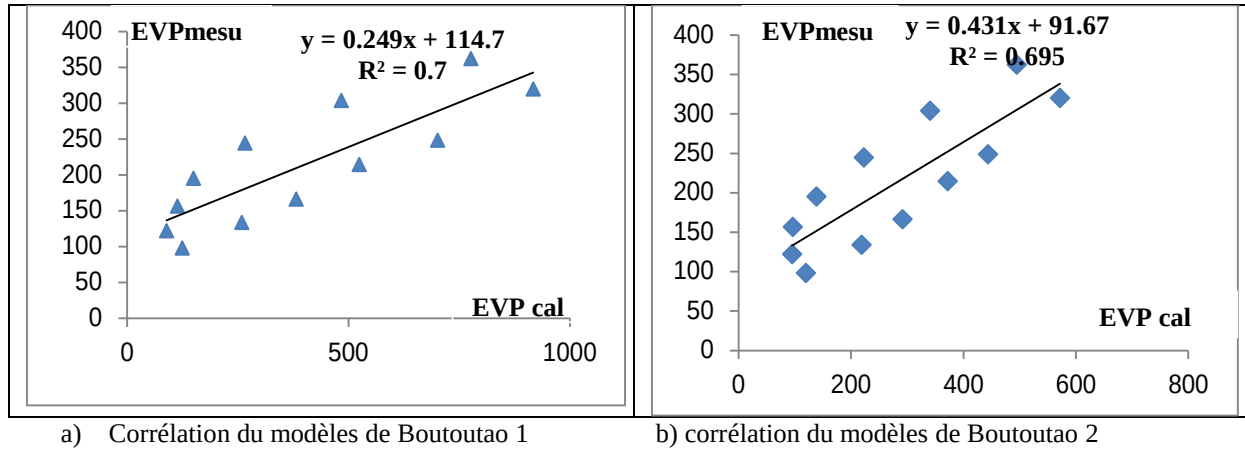


Figure II.5 : Corrélation entre les résultats des modèles de Boutoutao et les évaporations mesurées.

II.2.2 Modèle de Xiao Liu

Le modèle de Xiao Liu est un nouveau modèle proposée en 2016, il est en fonction des paramètres climatologiques aussi applicable dans une région aride / hyperaride. Sa formule est la suivante :

$$E = (0.0345 + 0.002 * V^{0.5}) (42.6824 - 0.0122 * (H_r/100)^{1.5}) (2.66 + 0.08 * T_{moy}) * N \quad (3)$$

Où

E : évaporation (mm).

V : vitesse du vent en (m/s).

H_r: Humidité relative (%).

T_{moy}: La température moyenne (°C).

N : nombre de jours du mois considéré.

Les résultats obtenus par le modèle de Xiao Lui sont schématisés sous-dessous :

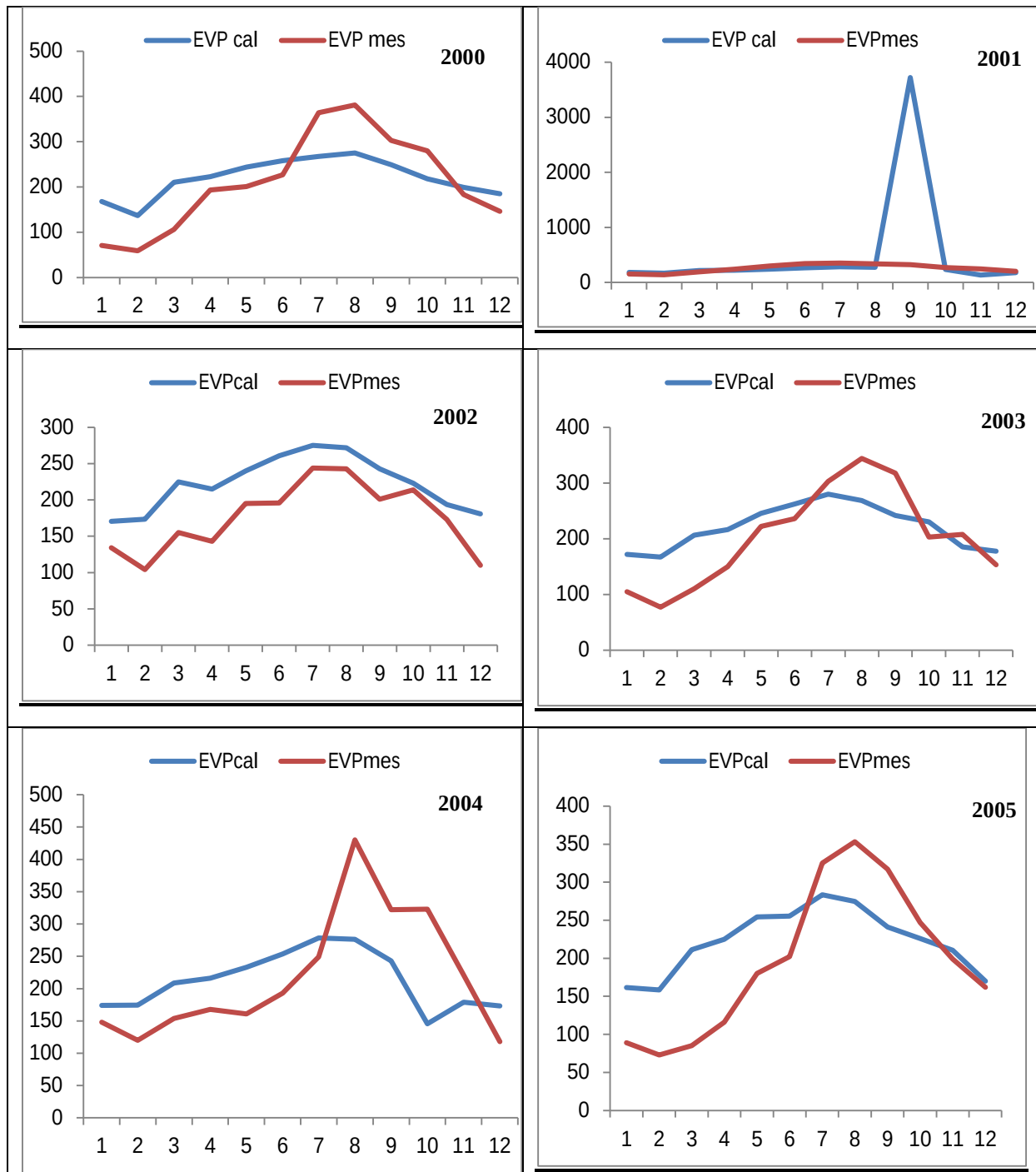
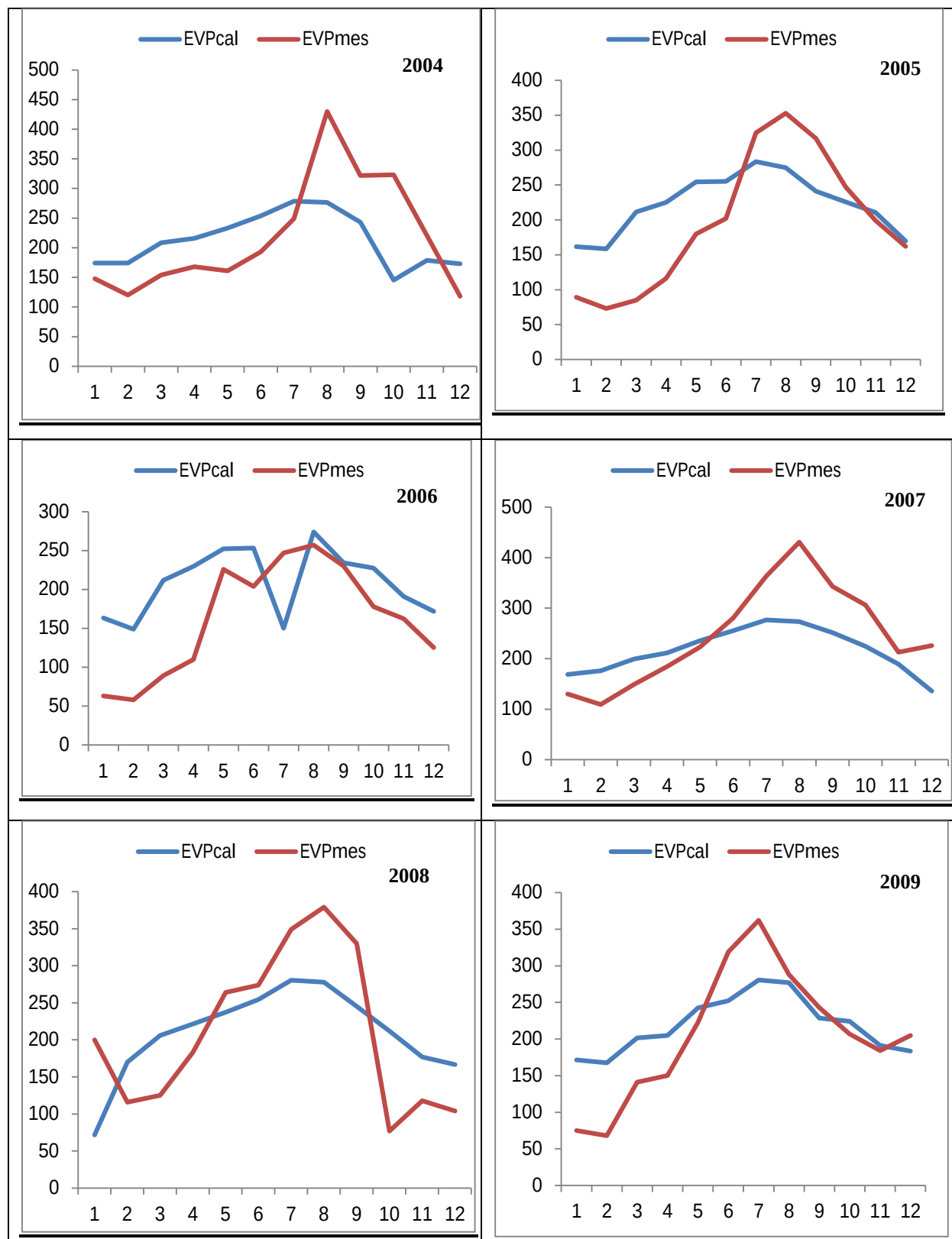


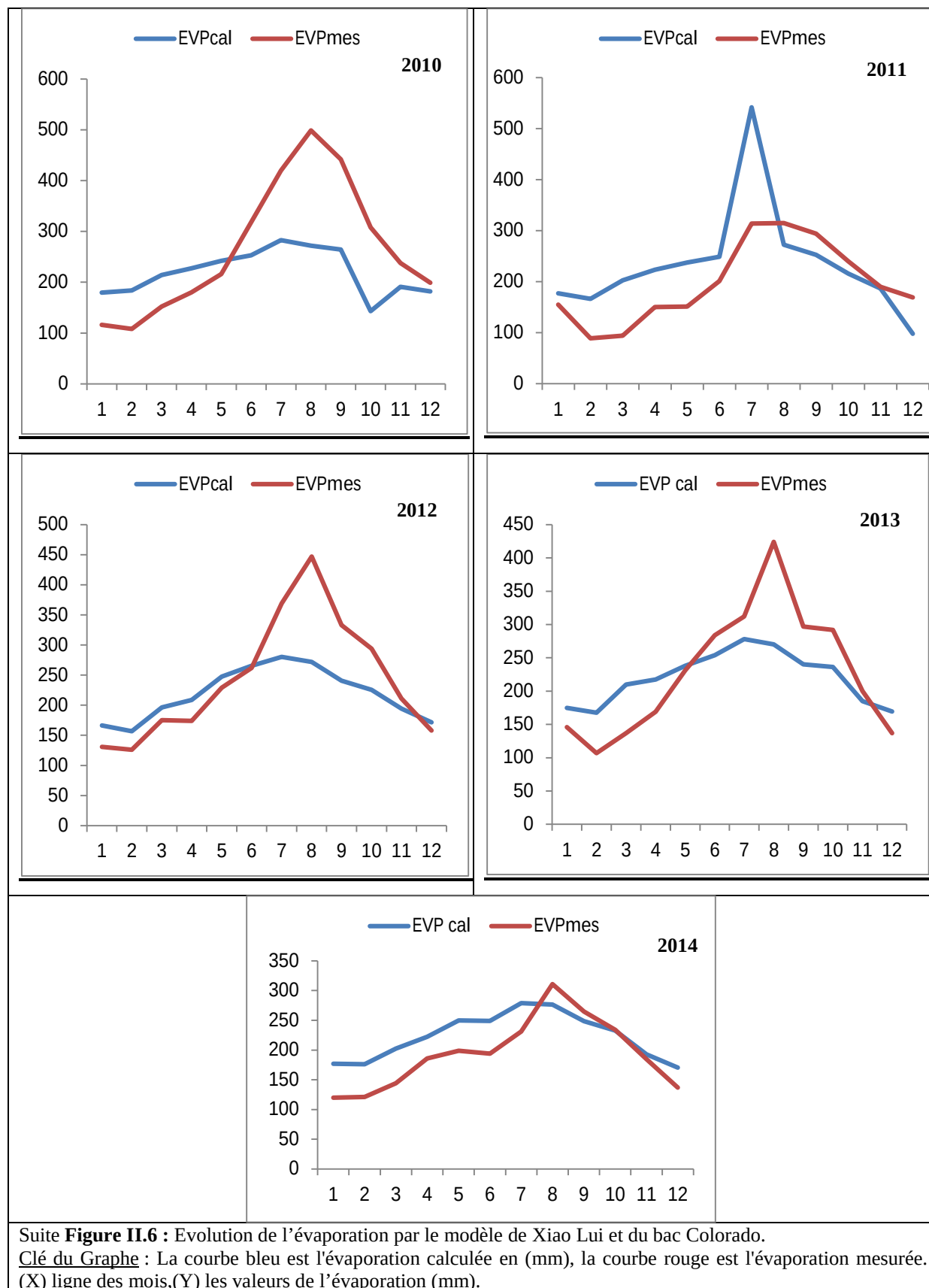
Figure II.6 : Evolution de l'évaporation par le modèle de Xiao Lui et du bac Colorado.

Clé du Graphe: La courbe bleu est l'évaporation calculée en (mm), la courbe rouge est l'évaporation mesurée. (X) ligne des mois, (Y) les valeurs de l'évaporation (mm).



Suite **Figure II.6** : Evolution de l'évaporation par le modèle de Xiao Lui et du bac Colorado.

Clé du Graphe: La courbe bleu est l'évaporation calculée en (mm), la courbe rouge est l'évaporation mesurée. (X) ligne des mois, (Y) les valeurs de l'évaporation (mm).



Les résultats annuels de l'évaporation calculés par les du modèle Xiao Lui sont schématisés ci-dessous :

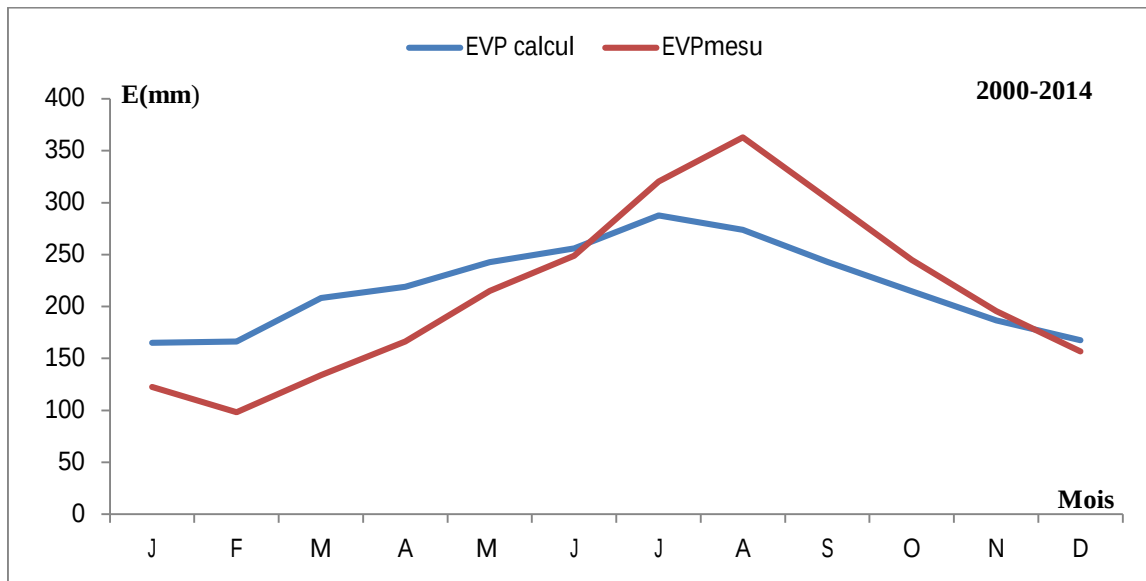


Figure II.7 :Evaporation moyenne mensuel par le modèle de Xiao Lui et du Bac colorado (2000-2014).

Le modèle de Xiao Lui présente une bonne convergence avec la courbe de l'évaporation mesurée. Les résultats obtenus par ce modèle peuvent être considérés comme bons résultats avec une corrélation de 0.8 .

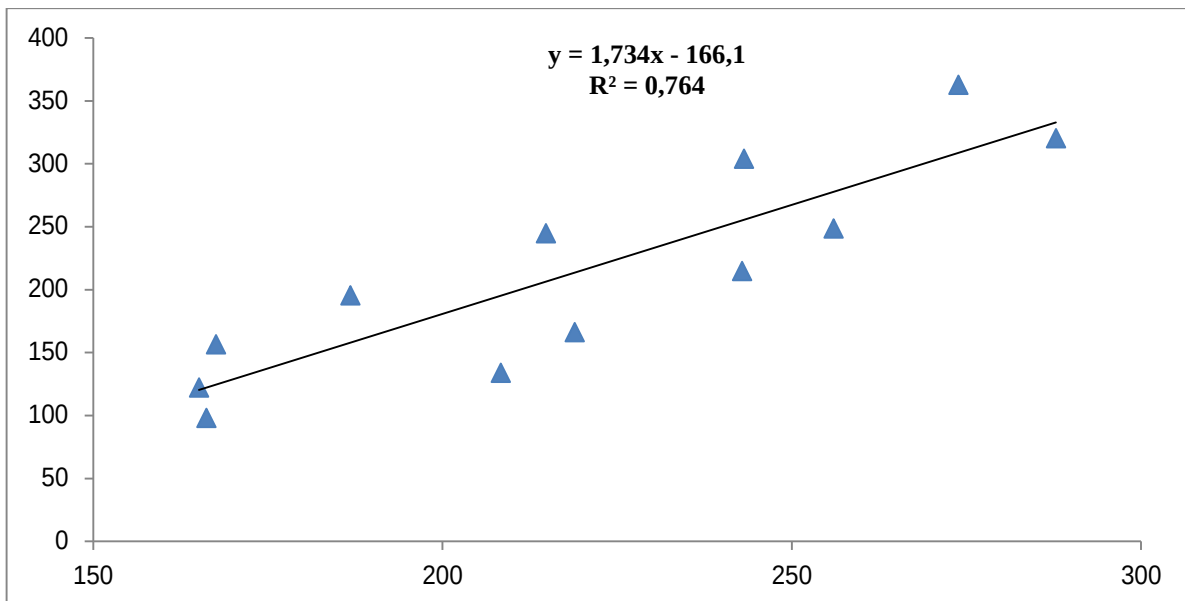


Figure II.8: Corrélation entre les résultats du modèle de Xiao Lui et les évaporations mesurées .

II.2.3. Modèle de Papadakis

La formule de calcul de l'évaporation proposée (Papadakis,1972) est la suivante :

$$E = 0.5625(es_{\max} - (es_{\min})) (10/d) \quad (4)$$

E: Evaporation (mm) .

es_{max} et es_{min} : Vapeur saturée pression au maximum et minimum température de l'air (Pa).

d: nombre de jours du mois.

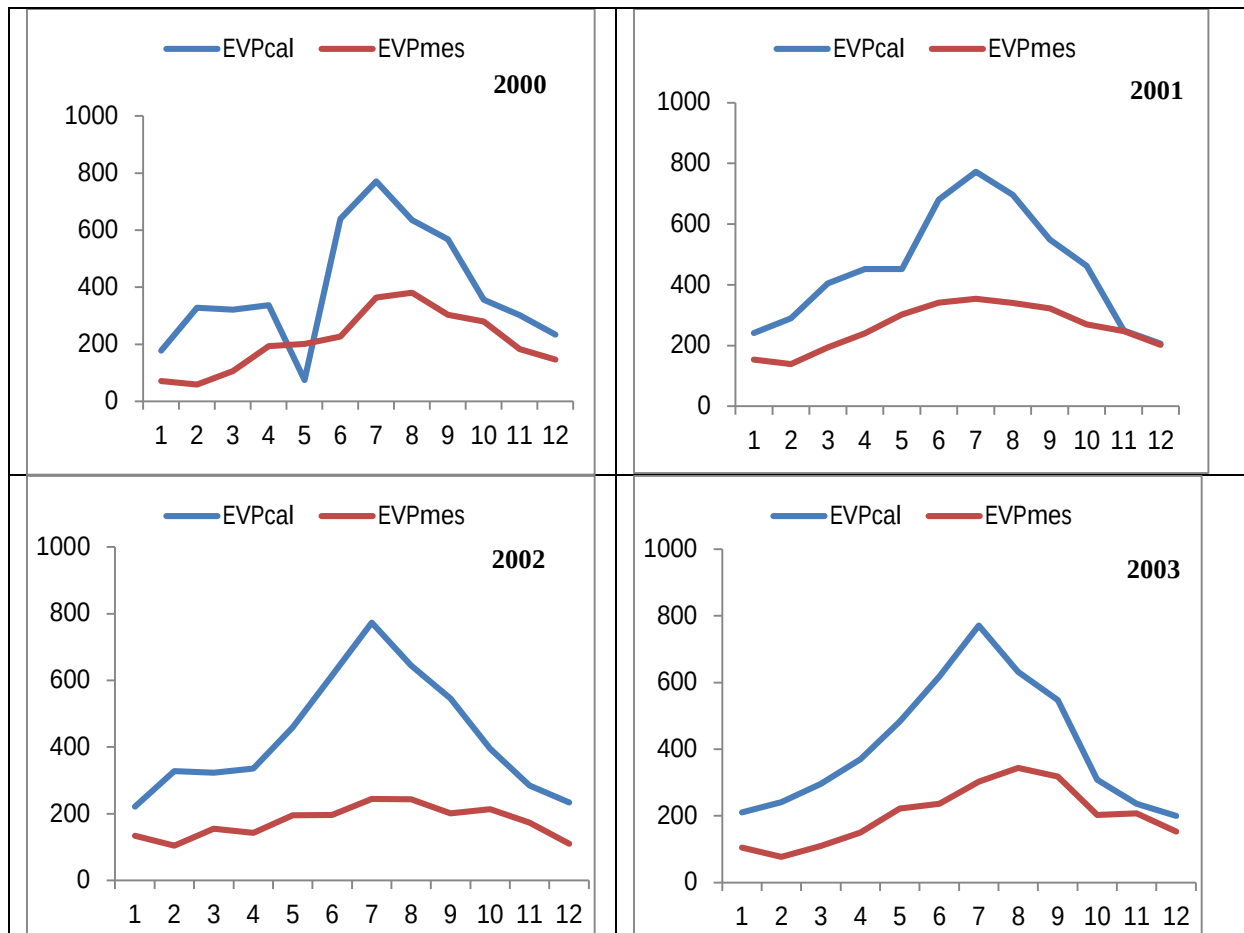
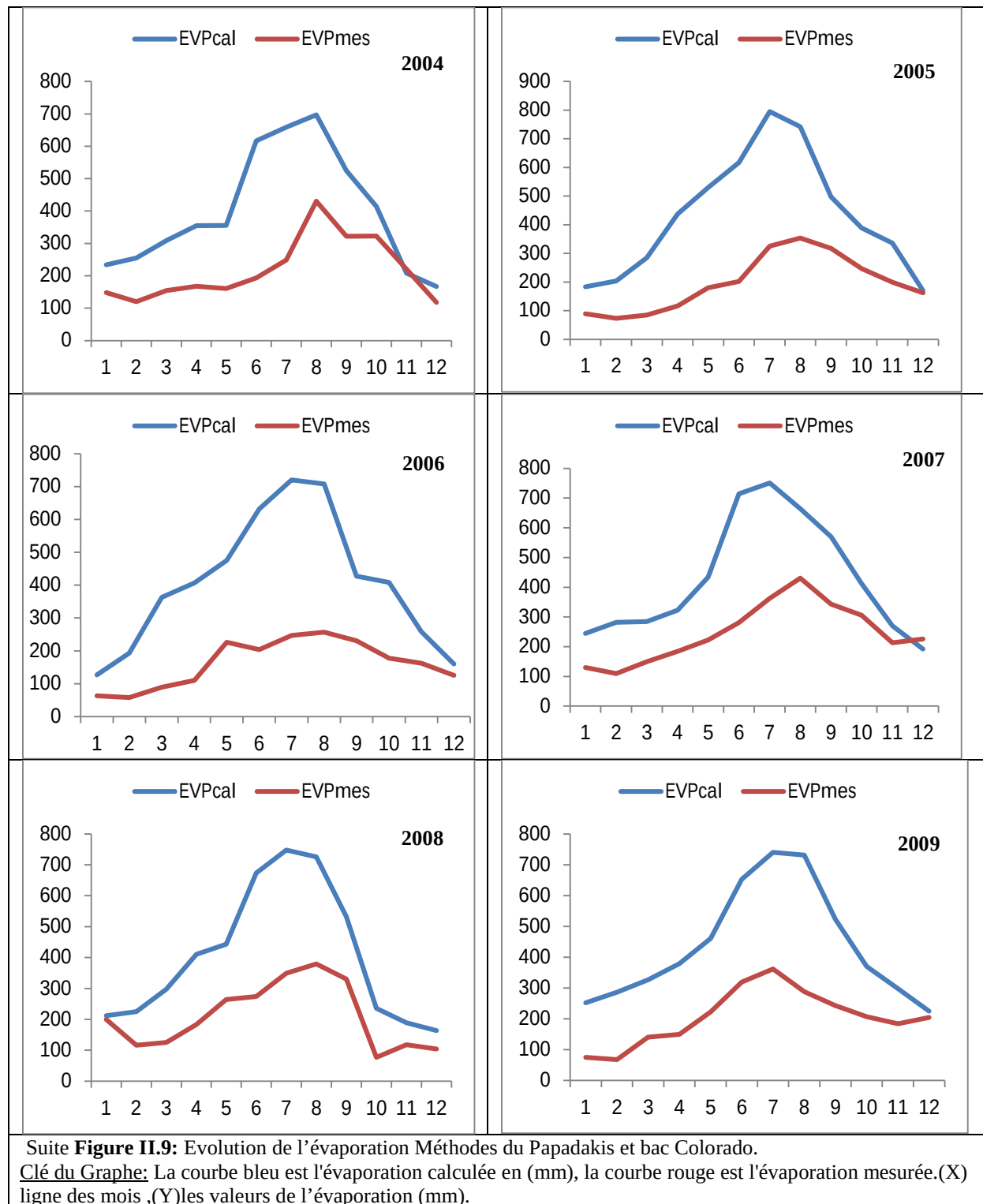
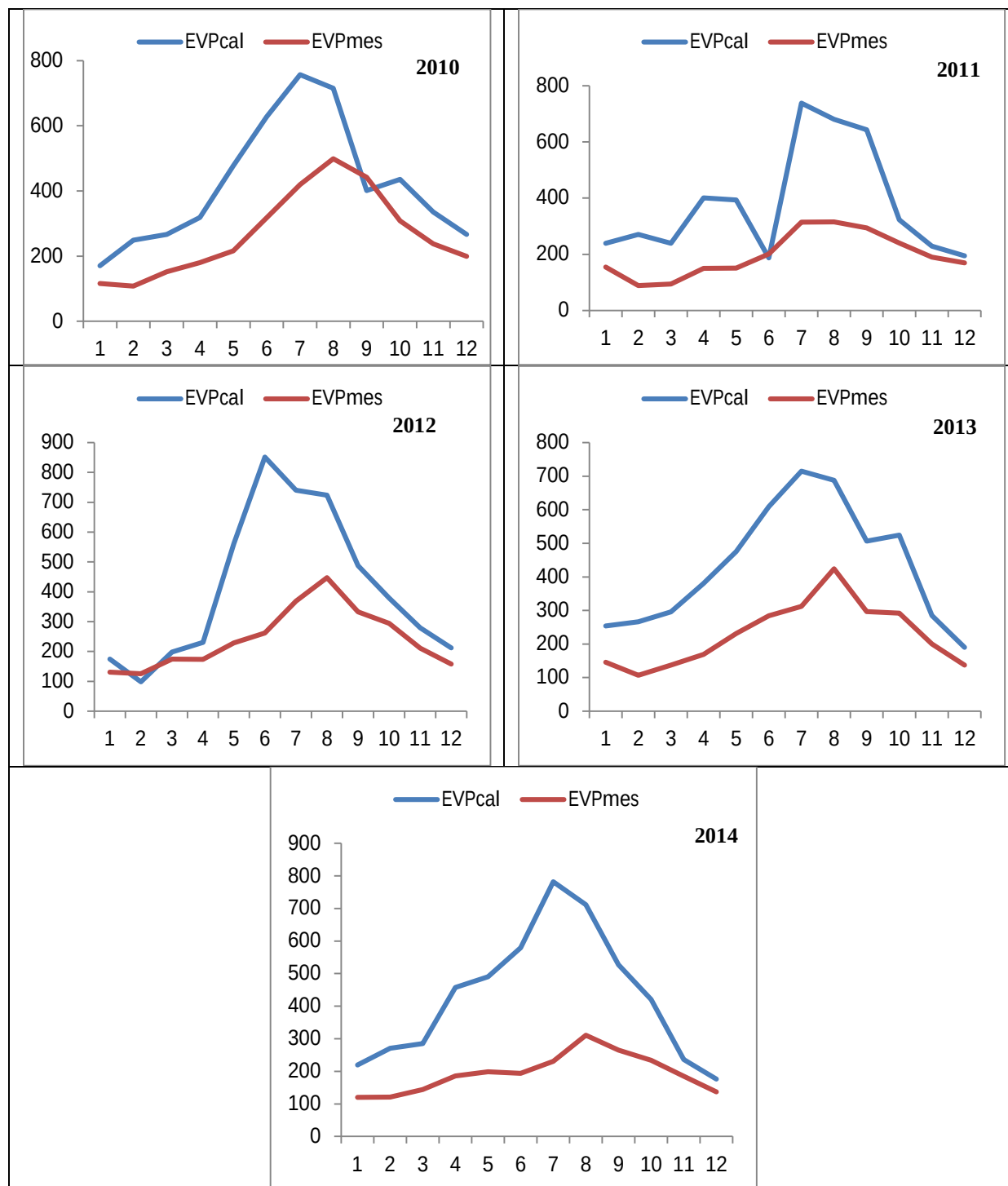


Figure II.9: Evolution de l'évaporation Méthodes du Papadakis et bac Colorado.

Clé du Graphe: La courbe bleu est l'évaporation calculée en (mm), la courbe rouge est l'évaporation mesurée.(X) ligne des mois ,(Y)les valeurs de l'évaporation (mm).





Suite **Figure II.9:** Evolution de l'évaporation Méthodes du Papadakis et bac Colorado.

Clé du Graphe: La courbe bleu est l'évaporation calculée en (mm), la courbe rouge est l'évaporation mesurée. (X) ligne des mois, (Y) les valeurs de l'évaporation (mm).

Les résultats annuels de l'évaporation calculés par le modèle de Papadakis est schématisé ci-dessous :

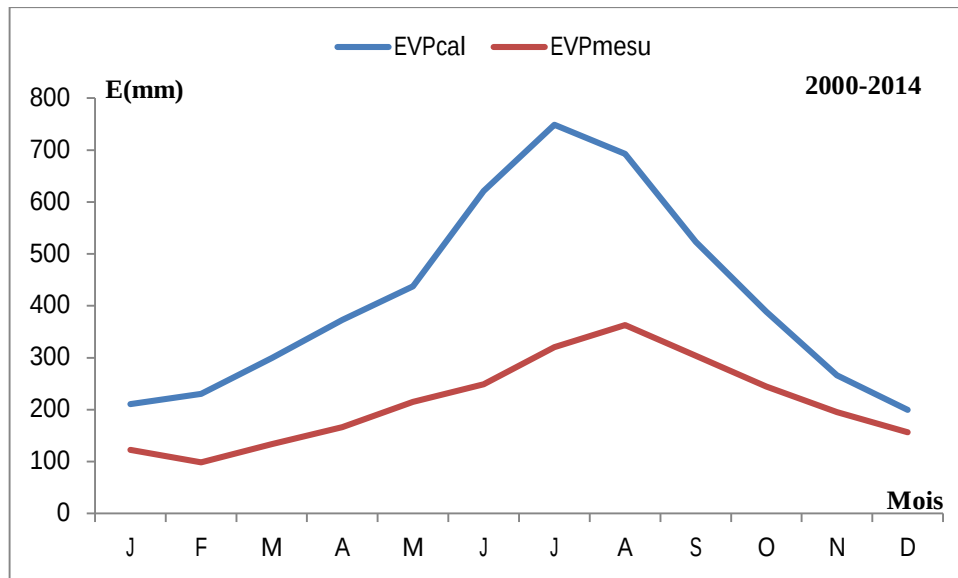


Figure II.10: Evaporation moyenne mensuelle par le modèle de Papadakis et du Bac colorado(2000-2014).

Ce que nous constatons, que le modèle de Papadakis donne des valeurs un peu loin aussi de celles mesurées sur terrain mais la corrélation est de l'ordre de 0.81.

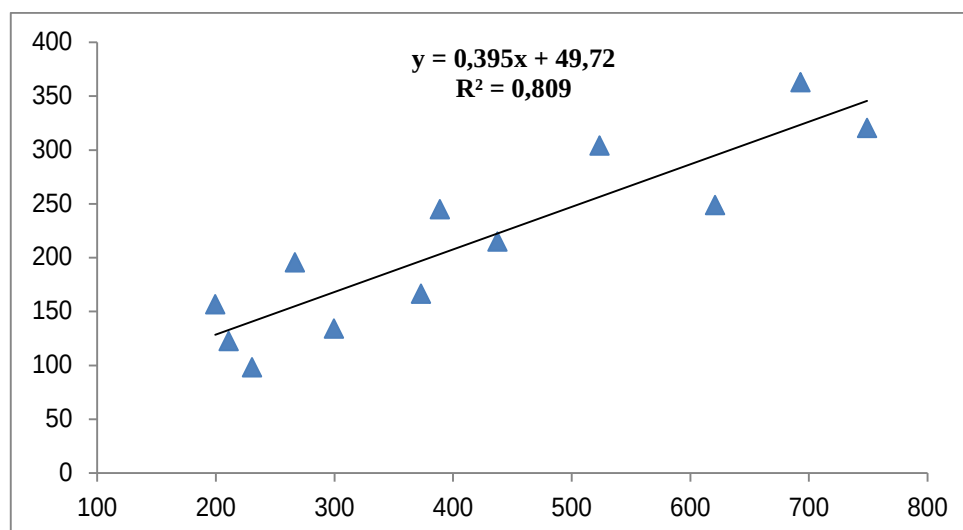


Figure II.11: Corrélation entre les résultats du modèle de Papadakis et les évaporations mesurées.

II.2.4. Modèle de Romanko

La formule de calcul de l'évaporation proposée (Romanko,1961) est la suivante :

$$E = 0.0018 (25 + T_{\text{moy}})^2 (100 - H) \quad (5)$$

Où

E : évaporation (mm).

Hr: Humidité relative (%).

T_{moy}: La température moyenne (°C).

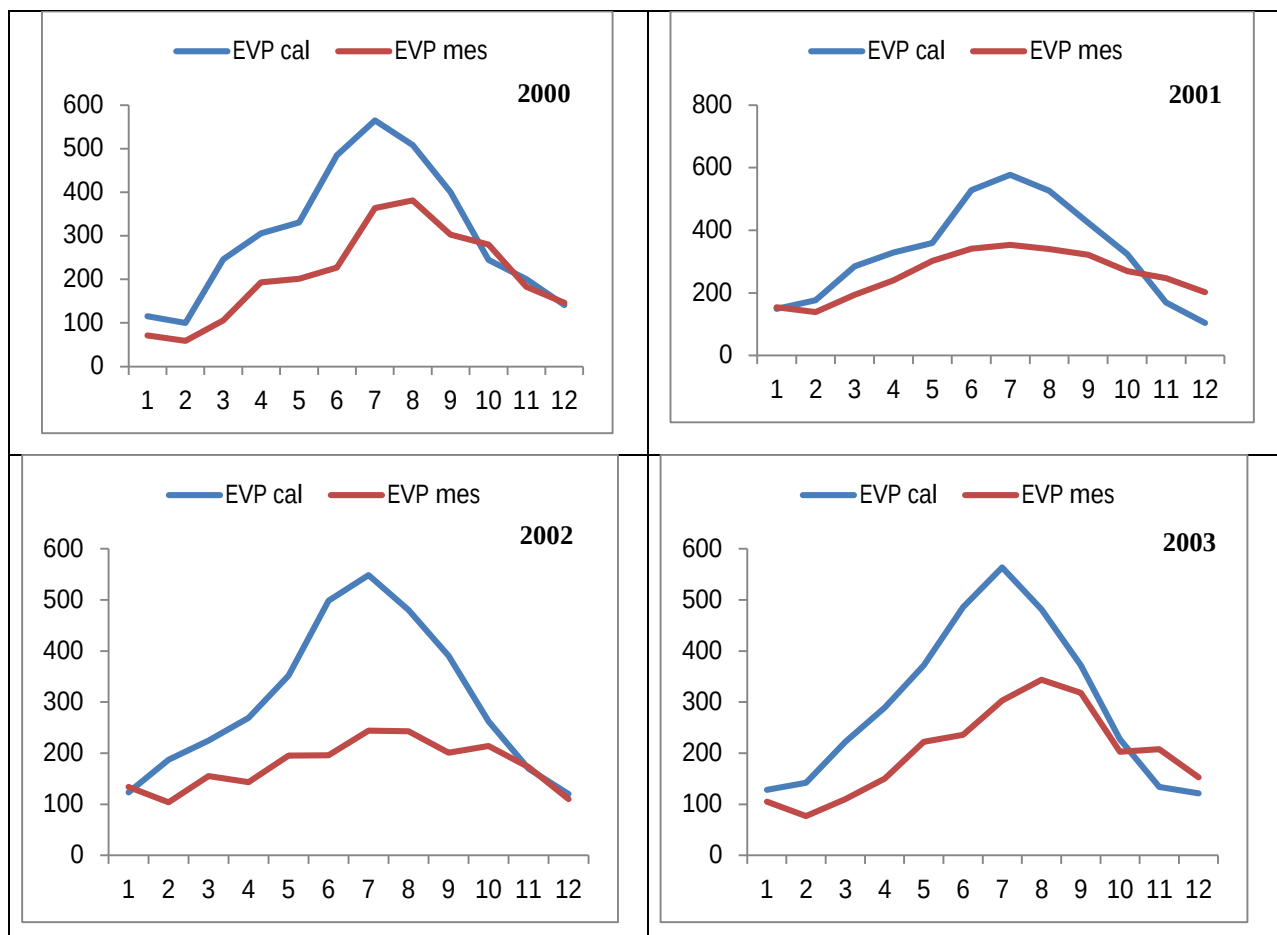
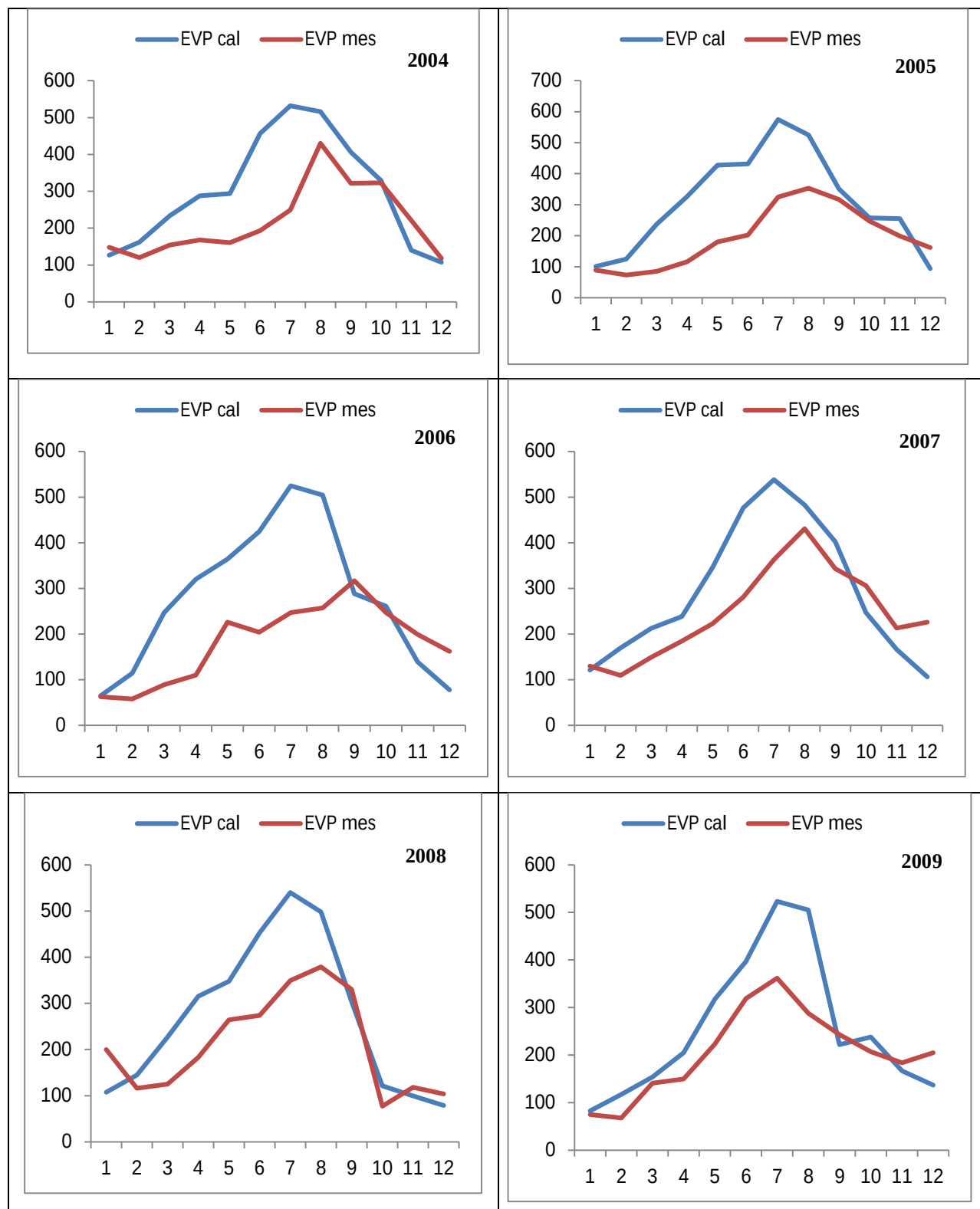


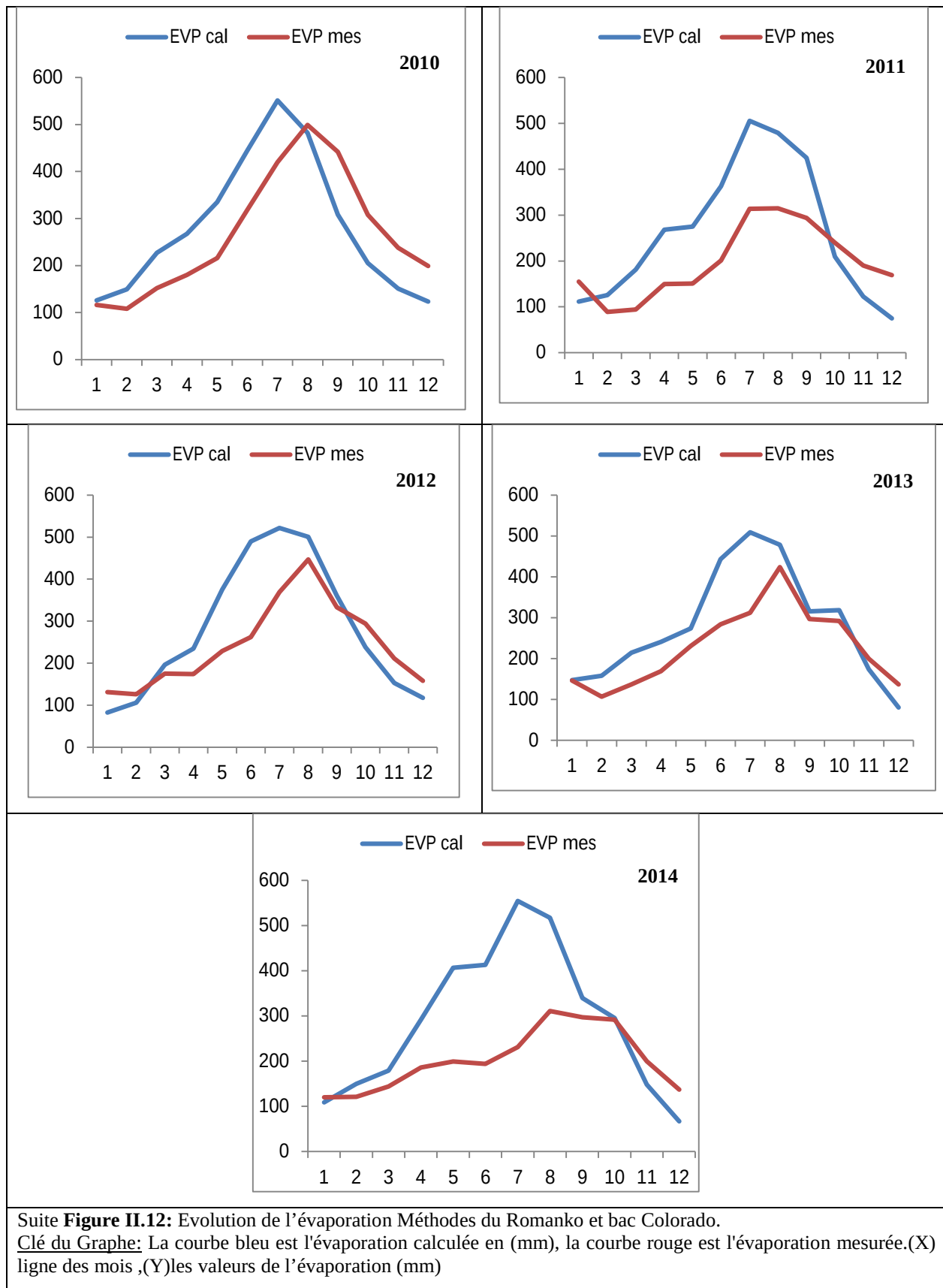
Figure II.12: Evolution de l'évaporation Méthodes du Romanko et bac Colorado.

Clé du Graphe: La courbe bleu est l'évaporation calculée en (mm), la courbe rouge est l'évaporation mesurée.(X) ligne des mois ,(Y)les valeurs de l'évaporation (mm).



Suite **Figure II.12:** Evolution de l'évaporation Méthodes du Romanko et bac Colorado.

Clé du Graphe: La courbe bleu est l'évaporation calculée en (mm), la courbe rouge est l'évaporation mesurée. (X) ligne des mois, (Y) les valeurs de l'évaporation (mm).



Les résultats annuels de l'évaporation calculés par le modèle de Romanko est schématisé ci-dessous :

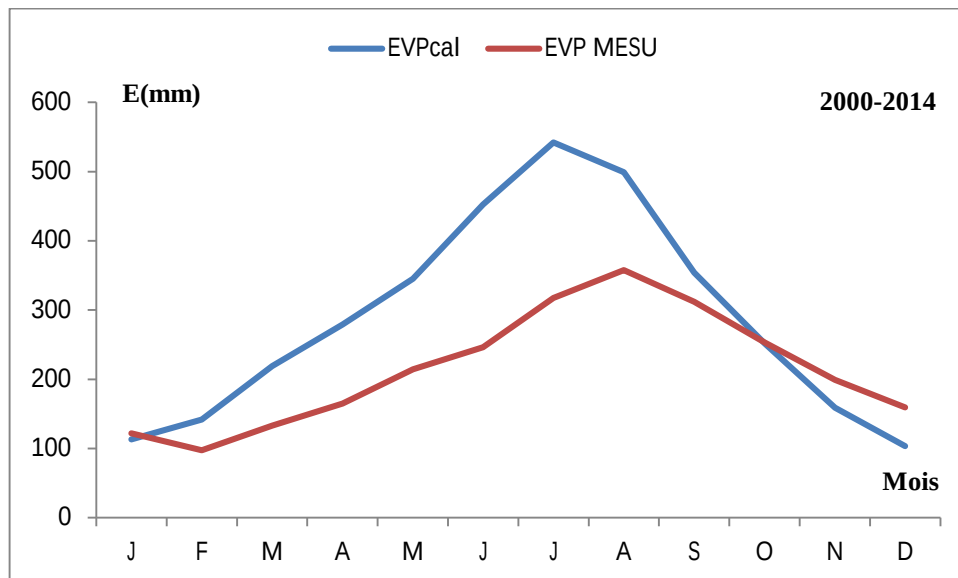


Figure II.13: Evaporation moyenne mensuel par le modèle de Romanko et du Bac colorado(2000-2014) .

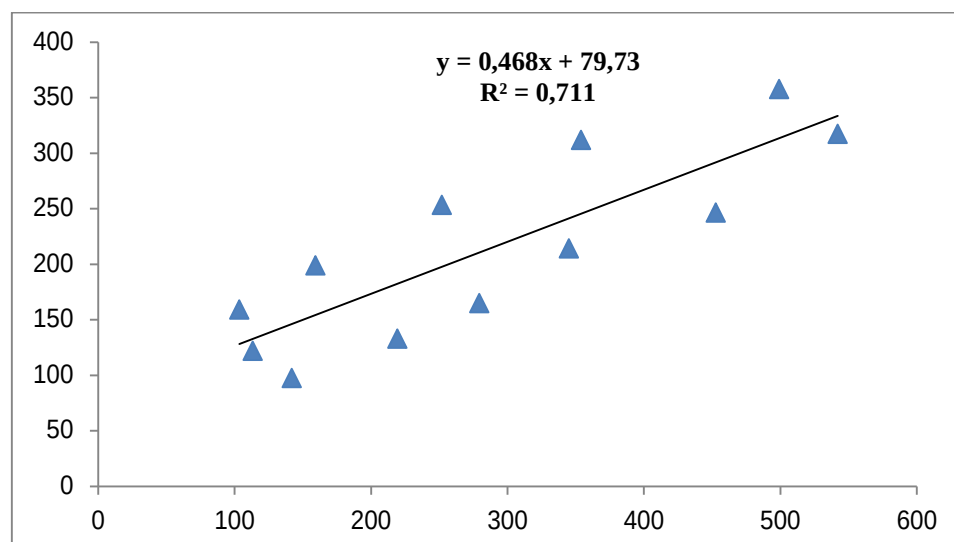


Figure II.14 : Corrélation entre les résultats du modèles Romanko et les évaporations mesurées.

Le modèle de Romanko donne des résultats un peu proches de ceux mesurés par le bac. Du fait le coefficient de corrélation est de 0.71.

IV. CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous sommes concentrés sur les résultats des modèles d'estimation de l'évaporation dans les régions arides. Les tracés des graphes de l'évaporation calculée par le différent modèles et ceux mesurée par le bac d'évaporation montre une corrélation variant de 0.7- 0.8 .

Les deux modèles de Boutoutao présentent une corrélation de l'ordre de 0.7. Le modèle de Xiao Lui a une valeur de corrélation de l'ordre de 0,76, alors que le modèle de Papadakis est de 0.81 et le celui de Romanko est de 0.7. Ce qui nous a menu à conclure que les valeurs calculées par le modèle de Xiao Lui et Papadakis ont une bonne corrélation avec les mesures effectuées sur terrain.

CHAPITRE III

ELABORATION D'UN MODELE D'ESTIMATION DE L'EVAPORATION

I. INTRODUCTION

Plusieurs modèles numériques ont été proposés pour l'estimation de l'évaporation des plans d'eau, par plusieurs chercheurs internationaux et peu de chercheurs algériens ont pu aboutir à des nouveaux modèles nous citons les modèles de Boutoutao (1995) et celui de Fakih (2013). Ce dernier, nécessite des mesures in situ de quelques paramètres qui sont rare à trouver dans les bulletins climatologiques ici en Algérie.

Nous allons dans ce chapitre proposé un modèle numérique simple et adéquat afin d'estimer l'évaporation du Barrage de Djorf-Torba tout en utilisant des données climatologiques disponibles (Température, Humidité relative,...). Nous signalons qu'une analyse statistique des données climatologiques est obligatoire afin d'élaborer le modèle. Ainsi, la validation de ce modèle est obtenue par la vérification du critère de Nash.

II. NOUVEAU MODELE D'ESTIMATION DE L'EVAPORATION :

II.1. Analyse statistique des paramètres hydro-climatiques

Les analyses statistiques ont été faites par l'utilisation de logiciel XLSTAT. Nous constatons d'après le tableau de matrice de corrélation que :

1. L'évaporation est strictement liée au T_{moy} , e_s , T_{max} , T_{min} et Δ (à vérifier).
2. Une corrélation d'ordre moyenne entre l'évaporation et I , P , V (à vérifier).
3. Une très faible corrélation entre l'évaporation et la chaleur la tente λ
4. Le meilleure modèle qui conduit à une très bonne corrélation est la température moyenne et l'insolation selon les tests de C_p de Mallows, AIC de Akaike, PC d'Amemiya et SBC de Schwarz.

D'où le coefficient d'ajustement ou de corrélation est donné par :

Coefficients d'ajustement (EVP(mm))	
Observations	12,00
Somme des poids	12,00
DDL	9,00
R^2	0,97
R^2 ajusté	0,97
MCE	217,78
RMCE	14,76
MAPE	5,51
DW	2,18
C_p	- 0,89
AIC	67,15
SBC	68,60
PC	0,04

Tableau III.1 : Matrice de corrélation des paramètres climatologiques

	Tmoy	V	I	P	H	D	Es	Ea	Tmax	Tmin	S=es-ea	Δ	λ	EVP(mm)
Tmoy	1,00	0,66	0,83	-0,78	- 0,92	0,89	0,98	0,77	1,00	1,00	0,97	0,99	- 1,00	0,90
V	0,66	1,00	0,93	-0,95	-0,84	0,88	0,57	0,26	0,65	0,64	0,59	0,59	- 0,66	0,33
I	0,83	0,93	1,00	-0,90	-0,97	0,99	0,80	0,38	0,83	0,82	0,82	0,80	- 0,83	0,53
P	- 0,78	- 0,95	- 0,90	1,00	0,86	- 0,89	- 0,69	- 0,49	-0,77	- 0,77	- 0,69	- 0,70	0,78	- 0,53
H	- 0,92	- 0,84	- 0,97	0,86	1,00	-0,97	- 0,89	-0,49	- 0,92	- 0,90	- 0,91	- 0,90	0,92	- 0,67
D	0,89	0,88	0,99	-0,89	- 0,97	1,00	0,86	0,47	0,89	0,88	0,88	0,87	-0,89	0,63
es	0,98	0,57	0,80	-0,69	- 0,89	0,86	1,00	0,73	0,99	0,98	0,99	1,00	- 0,98	0,91
ea	0,77	0,26	0,38	-0,49	- 0,49	0,47	0,73	1,00	0,77	0,79	0,65	0,74	- 0,77	0,90
Tmax	1,00	0,65	0,83	-0,77	- 0,92	0,89	0,99	0,77	1,00	1,00	0,98	0,99	- 1,00	0,90
Tmin	1,00	0,64	0,82	-0,77	- 0,90	0,88	0,98	0,79	1,00	1,00	0,97	0,99	- 1,00	0,91
S=es-ea	0,97	0,59	0,82	-0,69	-0,91	0,88	0,99	0,65	0,98	0,97	1,00	0,99	- 0,97	0,87
Δ	0,99	0,59	0,80	-0,70	-0,90	0,87	1,00	0,74	0,99	0,99	0,99	1,00	- 0,99	0,91
λ	-1,00	- 0,66	-0,83	0,78	0,92	-0,89	-0,98	- 0,77	-1,00	- 1,00	- 0,97	- 0,99	1,00	- 0,90
EVP(mm)	<u>0,90</u>	0,33	0,53	-0,53	-0,67	0,63	<u>0,91</u>	<u>0,90</u>	<u>0,90</u>	<u>0,91</u>	<u>0,87</u>	<u>0,91</u>	- 0,90	1,00

Tableau N° III.2 : Analyse de la variance (EVP(mm))

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	2,00	75 792,19	37 896,10	174,01	< 0,0001
Erreur	9,00	1 960,01	217,78		
Total corrigé	11,00	77 752,20			

Tableau N° III.3 : Paramètre de modèle EVP

Source	Valeur	Erreur standard	T	Pr > t	Borne inférieure (98%)	Borne supérieure (98%)
Constante	121,44	16,77	7,24	< 0,0001	74,12	168,77
Tmoy	14,00	0,89	15,72	< 0,0001	11,49	16,51
V	-	-				
I	- 38,52	5,08	- 7,58	< 0,0001	- 52,86	- 24,18

Le modèle numérique peut exprimer comme suit :

$$\text{EVP (mm)} = 121,441477489832 + 13,9977215337154 * \text{Tmoy} - 38,5225663195892 * \text{I} \quad (1)$$

Où:

EVP: Evaporation calculée (mm).

Tmoy: La température moyenne (°C).

I : Insolation (Kwh/m²/jour).

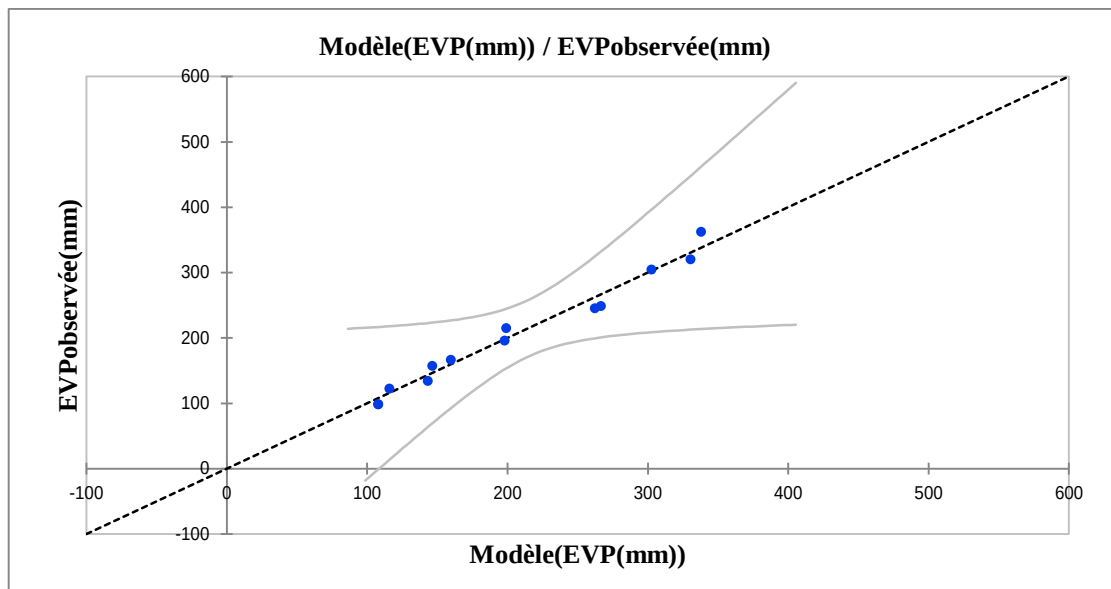


Figure III. 1 : Présentation graphique de l'ajustement du modèle avec les données mesurées de l'évaporation.

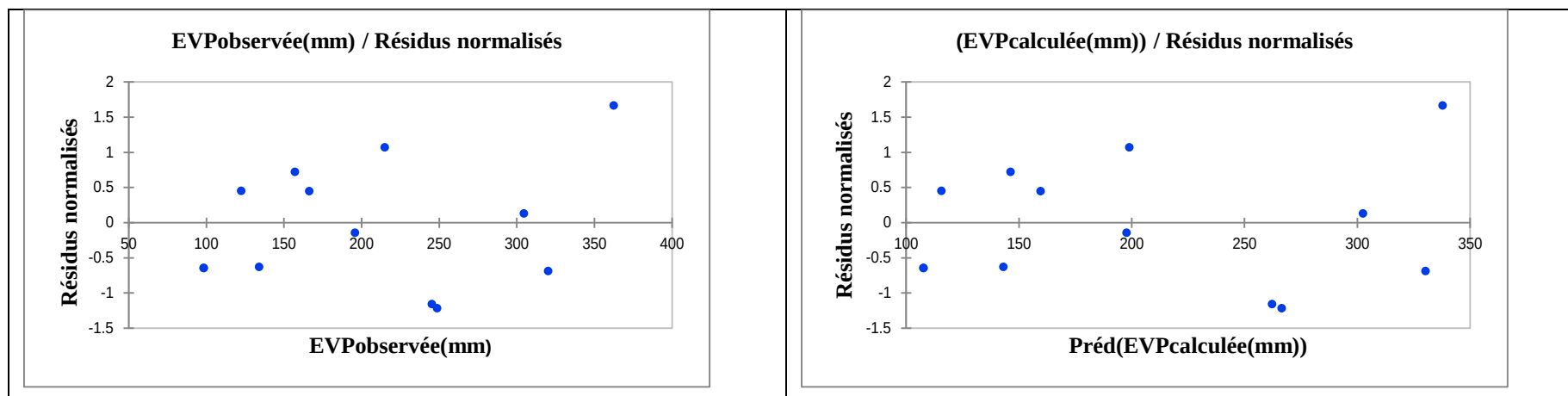


Figure III. 2 : Présentation spatiale des l'évaporation calculée par le modèle et celui mesurées sur terrain.

Tableau N° III.4 : Prédictions et résidus (EVPcalculée(mm))

Observation	Poids	EVP(mm)	Préd(EVP(mm))	Résidu	Résidu std.	Ecart-type sur la préd. (Moyenne)	Borne inférieure 98% (Moyenne)	Borne supérieure 98% (Moyenne)	Ecart-type sur la préd. (Observation)	Borne inférieure 98% (Observation)	Borne supérieure 98% (Observation)
Obs1	1	122,440	115,771	6,669	0,452	7,403	94,884	136,658	16,510	69,189	162,353
Obs2	1	98,240	107,799	-9,559	-0,648	7,135	87,668	127,931	16,392	61,551	154,048
Obs3	1	133,940	143,252	-9,312	-0,631	6,434	125,098	161,406	16,099	97,829	188,674
Obs4	1	166,350	159,738	6,612	0,448	7,913	137,412	182,064	16,745	112,493	206,983
Obs5	1	214,820	199,022	15,798	1,071	7,689	177,329	220,715	16,640	152,073	245,971
Obs6	1	248,640	266,624	-17,984	-1,219	7,031	246,787	286,461	16,347	220,503	312,745
Obs7	1	320,210	330,355	-10,145	-0,687	7,780	308,405	352,305	16,682	283,287	377,424
Obs8	1	362,480	337,898	24,582	1,666	7,902	315,602	360,194	16,740	290,667	385,128
Obs9	1	304,560	302,653	1,907	0,129	6,959	283,020	322,287	16,316	256,620	348,687
Obs10	1	245,220	262,301	-17,081	-1,157	7,009	242,525	282,076	16,337	216,206	308,395
Obs11	1	195,690	197,832	-2,142	-0,145	7,210	177,489	218,175	16,425	151,492	244,173
Obs12	1	156,990	146,335	10,655	0,722	7,909	124,020	168,649	16,743	99,095	193,574

II. 2. Validation du modèle :

Notons tout d'abord que pour valider notre modèle nous devons calculer le critère de Nash (Nash Sutcliffe, 1970) donné par la formule suivante :

$$E = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (EVP_{mesur} - EVP_{model})^2}{\sum_{i=1}^n (EVP_{mesur} - EVP_{moy})^2} \quad (\text{Nash Sutcliffe 1970})$$

- Si la valeur du critère de Nash est inférieure à 0.5, le modèle est rejeté
- Si la valeur du critère de Nash est proche de 1, le modèle est Excellent.

Le calcul de critère de Nash pour notre modèle est de 0.97. Ce qui nous a permis de valider le modèle et de le comparer avec les valeurs de l'évaporation mesurée.

III. RESULTATS ET DISCUSSION

Le calcul mensuel de l'évaporation a donné des valeurs satisfaisantes par rapport aux autres modèles choisis. Les graphes présentent un décalage nous pensons en raison des erreurs de mesures liées au bac Colorado. La variation dans l'espace (Figure n°2), montre une forte homogénéisation des valeurs calculées et mesurées. Alors que la figure n°1, présente un très bon ajustement des deux variantes avec un coefficient de corrélation de l'ordre de 0,97.

Nous mentionnons le cas de l'année 2000, le mois Février, l'évaporation prend une valeur négative ($EVP = -34,08\text{mm}$, ce qui n'est pas correcte). Nous pensons que sont se des valeurs erronées pendant l'enregistrement de données ou bien d'absence d'information (les mesures par le bac n'ont pas été effectuées).

Selon le graphe de la figure 4, Nous constatons que les valeurs de l'évaporation calculée sont très proches aux valeurs de l'évaporation mesurée et la forme des courbes sont presque identique.

Dans le chapitre qui suit, nous accordons une attention particulière à l'étude comparative des modèles choisis et proposée ainsi que leurs erreurs.

Tableau N° III.5 : Résultats numériques obtenus par le nouveau modèle proposée

Tableau n°1: Compte Rendu d'année 2000

<u>Mois</u>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmoy	7,8	3,2	17,7	21	25	31,3	35,2	33,1	28,6	19,7	16,8	12
I	3,96	5,2	5,73	6,97	6,91	7,22	6,73	6,39	5,76	4,78	3,78	3,29
EVP cal	78,07	-34,08	148,47	146,89	205,19	281,44	354,90	338,61	299,89	213,06	210,99	162,67
EVPmes	71	59	106	193	201	227	364	381	303	280	183	146

Tableau n°2 : Compte Rendu d'année 2001

<u>Mois</u>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmoy	11	12,5	20,3	22,7	25,3	33,4	35,6	34,2	30	24,9	14,3	11,3
I	3,96	5,21	5,67	7,24	7,44	7,13	7,26	6,24	5,34	4,34	3,47	2,84
EVP cal	122,87	95,71	187,17	160,29	188,98	314,30	340,09	359,78	335,66	302,80	187,94	170,21
EVPmes	154	139	194	240	302	341	354	340	322	270	247	202

Tableau n°3 : Compte Rendu d'année 2002

<u>Mois</u>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmoy	9,9	13,7	17,1	20,3	25,1	31,9	34,6	33,2	28,7	22,6	16	12,5
I	3,53	4,77	5,65	6,58	7,05	7,62	7,34	6,2	5,44	4,75	3,68	3
EVP cal	124,03	129,46	143,15	152,12	201,20	274,43	323,01	347,33	313,61	254,81	203,64	180,85
EVPmes	134	104	155	143	195	196	244	243	201	214	173	110

Tableau n°4 : Compte Rendu d'année 2003

<u>Mois</u>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmoy	9,4	11,6	17,6	21,1	26,5	32,2	35,3	33,1	28,6	22,8	14,3	10,8
I	3,81	4,49	5,58	7,03	7,37	7,54	7,24	6,1	5,64	3,79	3,8	3,25
EVP cal	106,25	110,85	152,85	145,98	208,47	281,71	336,66	349,78	304,51	294,59	175,22	147,42
EVPmes	105	77	110	150	222	236	303	344	318	203	208	153

Tableau n°5: Compte Rendu d'année 2004

<u>Mois</u>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmoy	10,5	13,5	17,2	20,9	22,3	30,8	34,4	33,9	28,6	24,5	13,3	9,4
I	3,45	4,39	5,79	6,77	7,15	7,4	6,68	6,13	5,52	4,51	3,2	2,99
EVP cal	135,51	141,30	139,16	153,20	158,15	267,50	345,63	359,82	309,13	290,65	184,34	137,84
EVPmes	148	120	154	168	161	193	249	430	322	323	221	118

Tableau n°6 : Compte Rendu d'année 2005

<u>Mois</u>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmoy	7,4	9,4	18,2	23,2	28,7	31,1	35,9	34,2	27,8	23,3	21,4	9,5
I	3,82	4,63	5,48	6,75	6,64	7,06	7,21	6,6	5,47	4,56	3,3	3,26
EVP cal	77,87	74,66	165,10	186,16	267,39	284,80	346,21	345,91	299,86	271,93	293,87	128,84
EVPmes	89	73	85	116	180	202	325	353	317	247	199	162

Tableau n°7 : Compte Rendu d'année 2006

<u>Mois</u>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmoy	7,3	11,5	18,4	23,4	27,1	30,2	34,8	34	26,7	23,7	16	9,9
I	3,13	4,38	6,08	6,33	6,8	7,28	6,81	6,7	5,02	4,23	3,45	2,73
EVP cal	103,05	113,69	144,78	205,14	238,83	263,73	346,22	339,26	301,80	290,24	212,50	154,85
EVPmes	63	58	89	110	226	204	247	257	230,37	177,71	162,38	125,22

Tableau n°8 : Compte Rendu d'année 2007

<u>Mois</u>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmoy	10,3	14,8	15,6	19,5	24,8	31,4	34,6	33,5	29,7	22	15,4	9,9
I	3,48	4,23	6,02	6,36	7,81	7,82	8,1	7,12	6,15	4,83	3,93	3,32
EVP cal	131,56	165,66	107,90	149,39	167,72	259,72	293,73	316,08	300,26	243,33	185,61	132,12
EVPmes	130,04	109,34	149,18	184,47	222,84	280,81	363,08	430,75	343	306	213	226

Tableau n°9 : Compte Rendu d'année 2008

<u>Mois</u>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmoy	10,2	13,2	17,3	22,1	25,2	31,2	35,6	34,6	28,1	18,9	12,3	8,8
I	3,8	4,29	6,03	7,11	7,53	8,19	7,48	7,16	5,81	4,23	3,85	3,22
EVP cal	117,83	140,95	131,31	156,90	184,11	242,67	331,61	329,94	290,96	223,05	145,30	120,58
EVPmes	200	116	125	183	264	274	349	379	330	77	118	104

Tableau n°10 : Compte Rendu d'année 2009

<u>Mois</u>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmoy	9,1	12,2	16,5	18,8	26,1	30,8	35,5	34,6	25,1	23,4	16,6	12,7
I	3,6	4,65	5,61	7,24	7,9	7,48	7,73	7,21	5,78	5,12	3,93	3,23
EVP cal	110,14	113,08	136,29	105,70	182,45	264,42	320,58	328,01	250,12	251,75	202,41	174,78
EVPmes	75	68	141	150	223	319	362	288	243	207	184	205

Tableau n°11: Compte Rendu d'année 2010

<u>Mois</u>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmoy	11,7	16	19,3	23,7	25,2	30,5	35,7	34	29,6	21,8	16	12,7
I	3,7	4,26	5,8	6,75	7,78	8,22	7,62	7,07	5,81	4,71	3,88	3,25
EVP cal	142,68	181,30	168,17	193,16	174,48	231,72	327,62	325,01	311,96	245,15	195,94	174,01
EVPmes	116	108	152	180	216	318	420	499	442	308	238	199

Tableau n°12 : Compte Rendu d'année 2011

<u>Mois</u>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmoy	11,4	11,6	16	22,6	24,6	30	34,8	34,2	30,9	20,8	14,8	10,1
I	3,68	4,89	5,81	6,69	7,35	7,96	7,85	6,96	6,23	4,92	3,75	3,37
EVP cal	139,25	95,44	121,59	180,07	182,64	234,73	306,16	332,05	313,98	223,06	184,15	133,00
EVPmes	155	89	94	150	151	201	314	315	294	240	190	169

Tableau n°13 : Compte Rendu d'année 2012

<u>Mois</u>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmoy	8,8	8,9	15,7	19,2	27,7	33,8	35,7	34,4	28,3	22,9	16,5	10,7
I	3,72	4,78	5,69	6,91	7,65	7,79	7,64	6,9	6,07	4,68	3,75	3,53
EVP cal	101,32	61,88	122,01	124,01	214,48	294,47	326,85	337,16	283,75	261,70	207,94	135,23
EVPmes	131	126	175	174	229	262	369	447	333	294	211	158

Tableau n°14 : Compte Rendu d'année 2013

<u>Mois</u>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmoy	10,6	11,7	18	21,7	25	30,7	34,8	33,1	28	25,7	15,1	9,3
I	4,03	4,97	5,62	6,93	7,64	7,6	7,28	7,02	5,67	4,96	4,11	3,43
EVP cal	114,57	93,76	156,90	158,23	177,07	258,40	328,12	314,34	294,95	290,11	174,48	119,49
EVPmes	146	107	137	169	231	284	312	424	297	292	200	137

Tableau n°15 : Compte Rendu d'année 2014

<u>Mois</u>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmoy	10,9	13,9	16,2	23,2	28	29,6	35,2	34,8	29,5	24,2	15,8	10
I	3,74	4,69	5,78	6,99	7,3	7,6	7,41	6,92	5,31	4,69	3,56	3,58
EVP cal	129,94	135,34	125,54	176,92	232,16	243,00	328,71	341,99	329,82	279,52	205,47	123,51
EVPmes	120,00	121,00	144,00	186,00	199,00	194,00	231,00	311,00	264,90	233,93	184,78	136,96

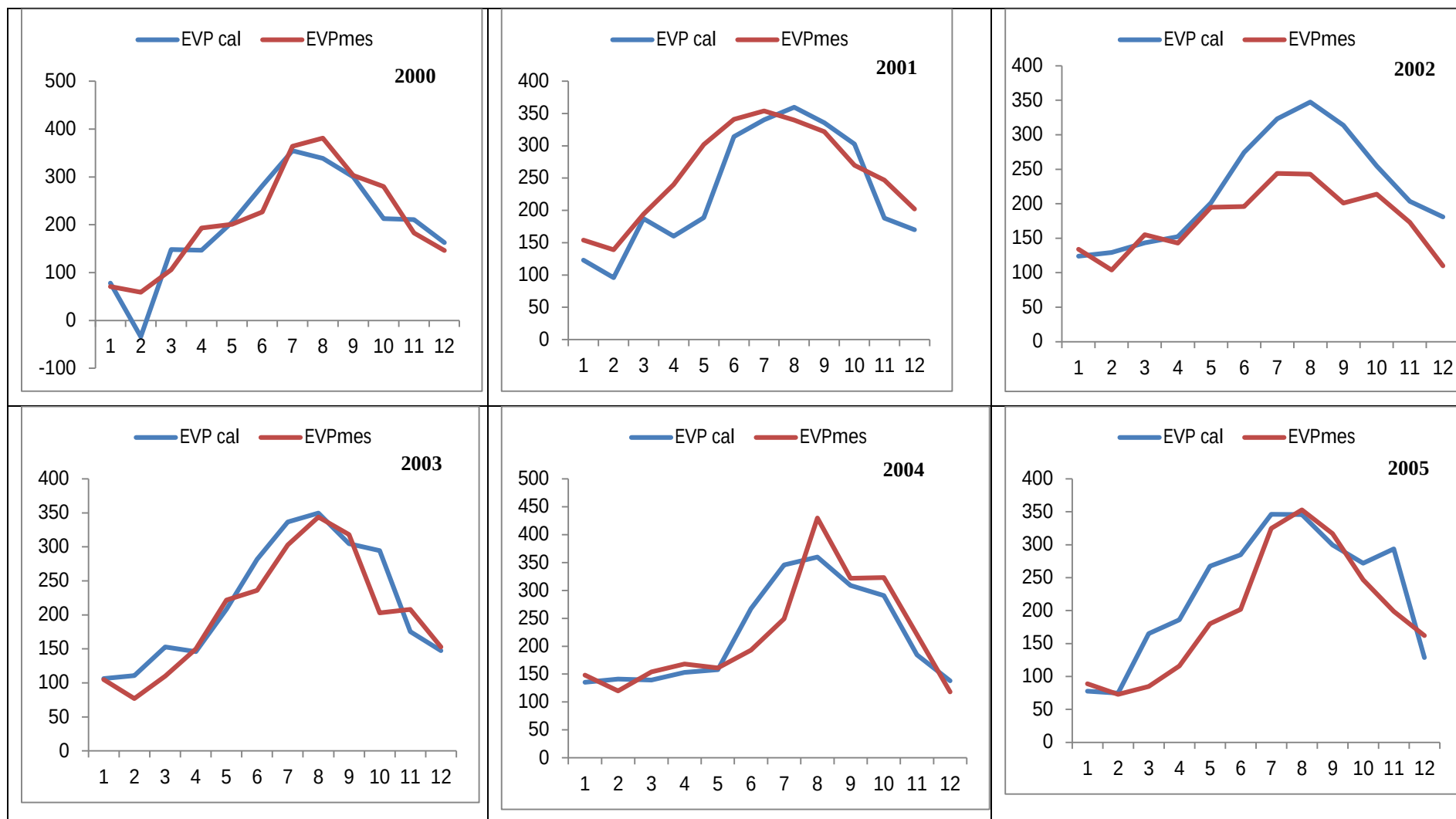
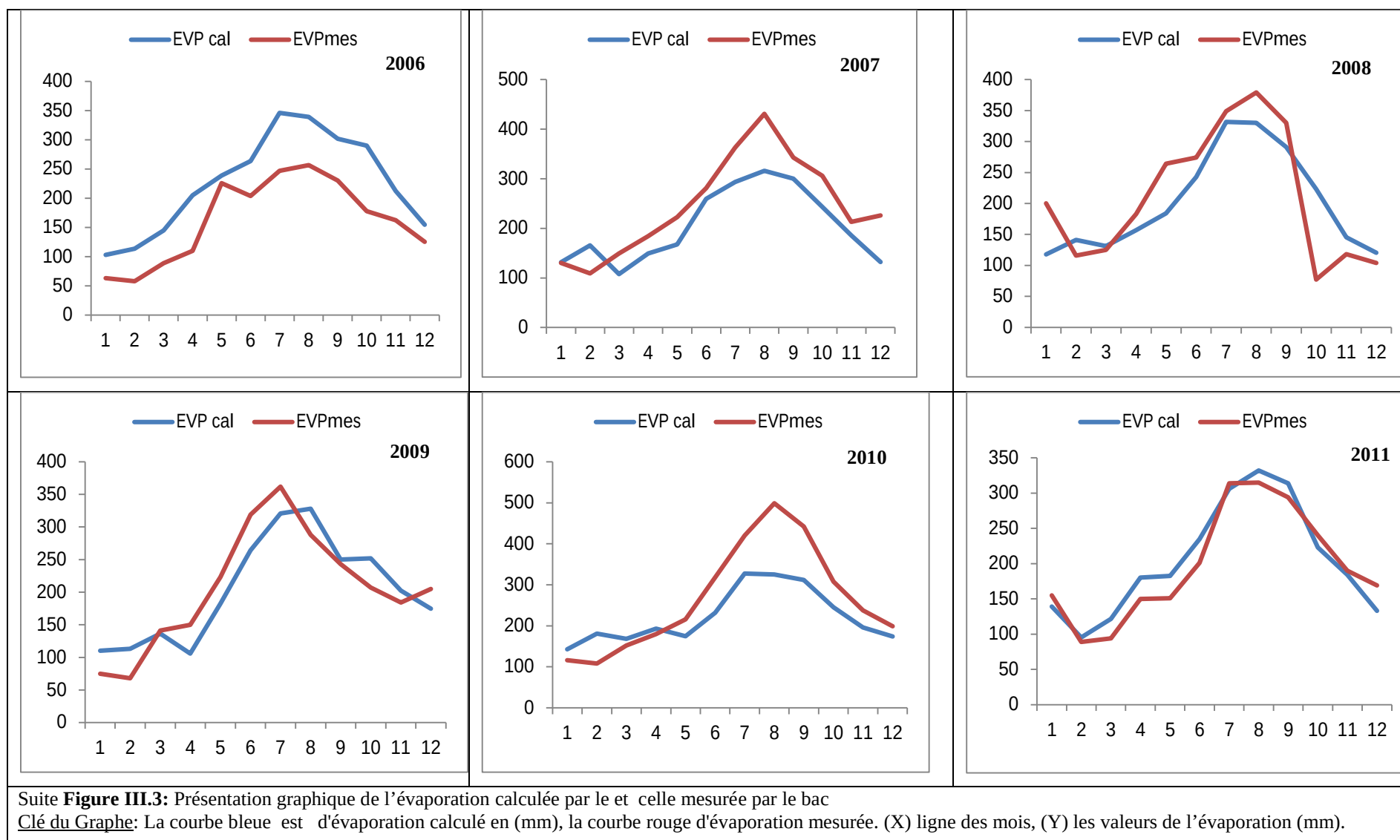
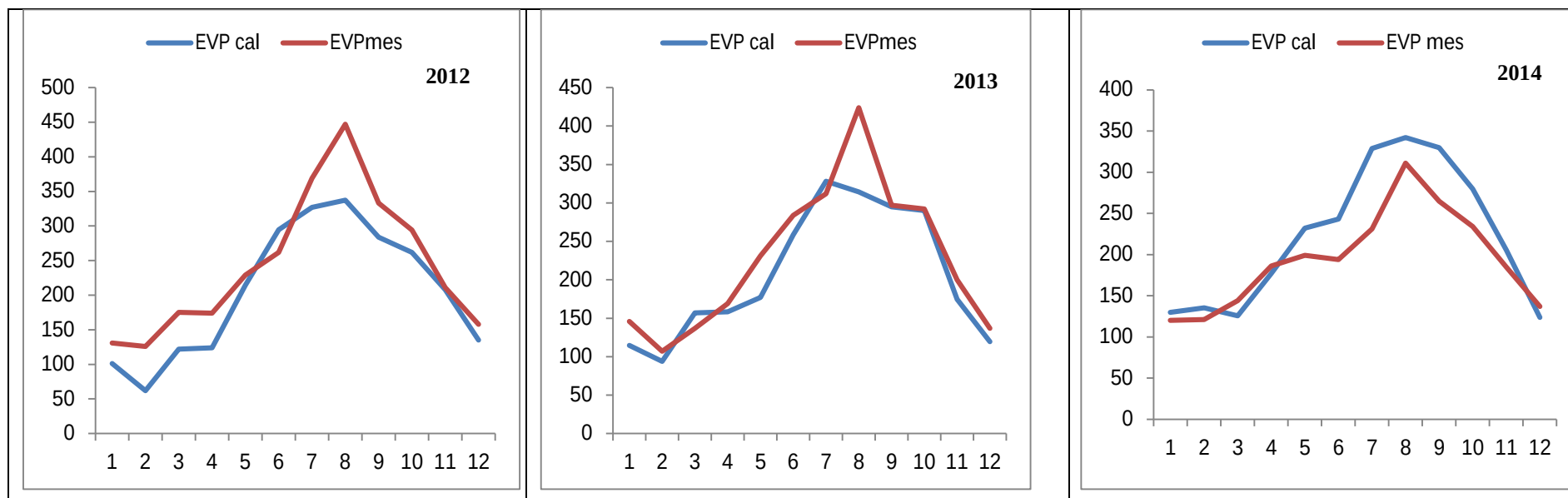


Figure III.3: Présentation graphique de l'évaporation calculée par le et celle mesurée par le bac

Clé du Graphe: La courbe bleue est d'évaporation calculé en (mm), la courbe rouge d'évaporation mesurée. (X) ligne des mois ,(Y) les valeurs de l'évaporation (mm).





Suite **Figure III.3** : Présentation graphique de l'évaporation calculée par le et celle mesurée par le bac

Clé du Graphe: La courbe bleue est d'évaporation calculé en (mm), la courbe rouge d'évaporation mesurée. (X) ligne des mois,(Y) les valeurs de l'évaporation (mm).

Les résultats inter- annuels sont représentés dans le tableau ci-dessous

Tableau III.6: Résultats inter- annuels de nouveau modèle et du bac Colorado (2000-2014).

<u>Mois</u>	EVP(mm)	Modèle	ERRURE %	X	Y
J	122,44	115,66	6	45,97	8 407,36
F	98,24	107,93	-9	93,90	13 430,88
M	133,94	143,36	-7	88,74	6 430,70
A	166,35	159,61	4	45,43	2 283,09
M	214,82	198,89	8	253,76	0,47
J	248,64	266,47	-7	317,91	1 190,83
J	320,21	330,41	-3	104,04	11 252,61
A	362,48	337,67	7	615,54	22 007,23
S	304,56	302,68	1	3,53	8 177,28
O	245,22	262,38	-7	294,47	966,48
N	195,69	197,99	-1	5,29	340,10
D	156,99	146,36	7	113,00	3 265,17
TOTALE	2 569,58	2 569,41	0	1 981,57	77 752,20
Moyenne	214.13			Moyenne	0.97

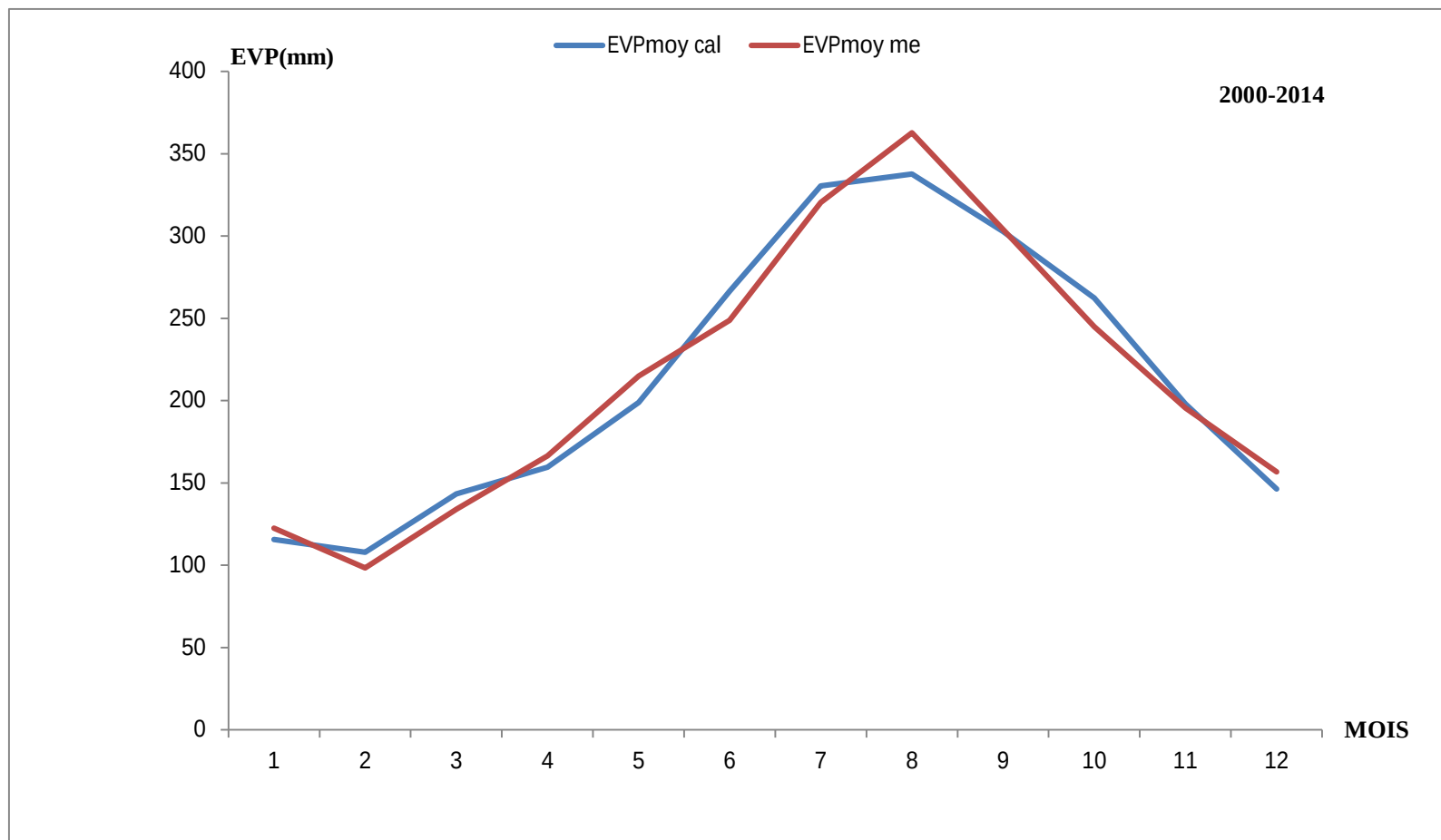


Figure III.4 : Variation l'évaporation inter- annuelle par le nouveau modèle et du bac Colorado durant la période (2000-2014).

IV. CONCLUSION

Nous pouvons conclure après une analyse des résultats obtenus par le modèle numérique et sa comparaison avec les valeurs mesurées que le modèle est très simple nécessite que deux données climatologiques (Température et Insolation) pour son application. Finalement, on suggère l'utilisation de ce modèle pour estimer l'évaporation au niveau du barrage Djorf-Torba afin de réduire les erreurs de mesure qui sont parfois mal saisie dans les rapports.

CHAPITRE IV

ETUDE COMPARATIVE DES RESULTAS OBTENUS PAR LES MODELES

I . INTRODUCTION :

Ce chapitre est consacré à une comparaison entre les cinq modèles choisis et celui que nous avons proposé. Nous allons établir un graphe final où tous les modèles sont tracés. Le calcul des erreurs est une nécessité afin de confirmer l'efficacité des modèles choisis aussi de notre modèle proposée.

II . RESULTAS ET DISCUSSION

Les Résultats obtenus sont regroupés en deux catégories : Résultats graphiques et erreurs de calcul par tous les modèles.

III . TRACE DES GRAPHES DES MODELES

D'après la figure 1, nous remarquons clairement que la courbe de l'évaporation mesurée est très loin des modèles suivant : Boutoutao1 et Papadakis. Ceux qui sont plus au moins proche sont ceux de Romanko et Boutoutao 2. Le récent modèle de Xiao a donné une courbe très proche des résultats mesurés mais comme même présente un petit décalage entre les deux courbes.

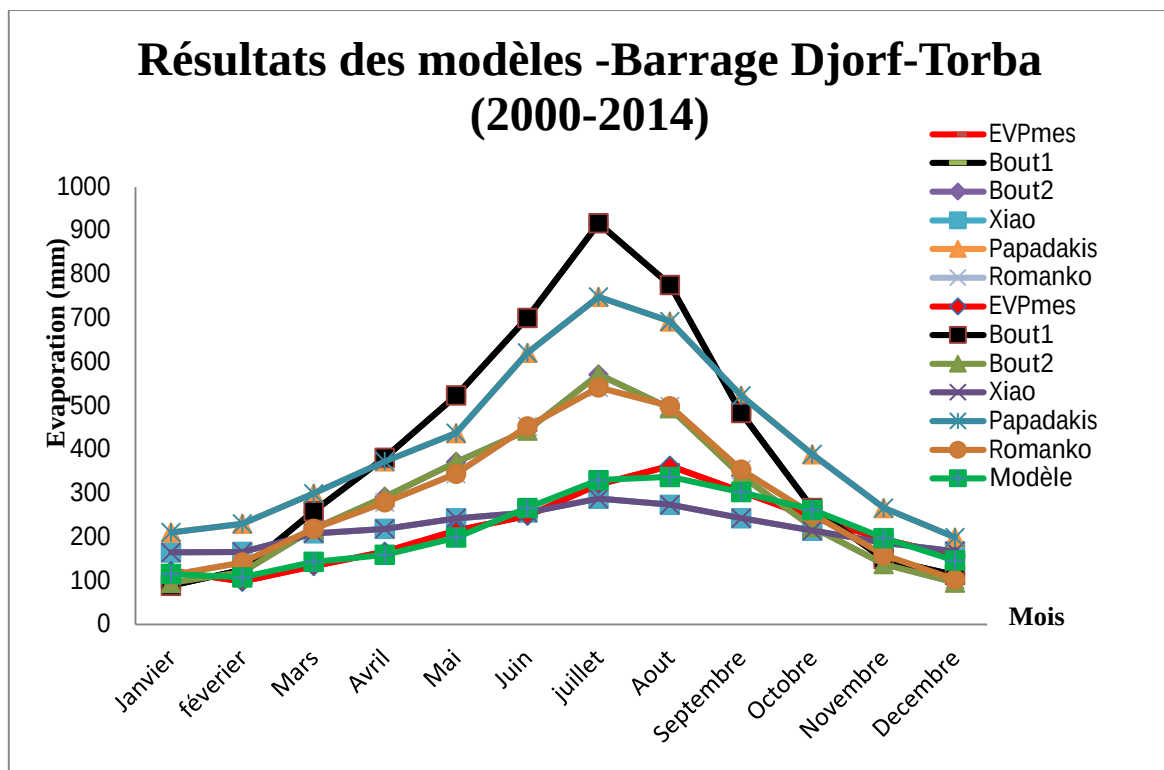


Figure IV 1 : Présentation graphique des modèles-Barrage Djorf –Torba-(2000-2014)

IV . CALCUL DES ERREURS POUR CHAQUE MODELE

Les erreurs de calcul pour chaque modèle sont regroupées dans les tableaux ci-dessus :

Tableau N° IV 1 : Erreurs obtenues par le modèle de Boutoutao (1) (2000-2014).

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
EVPcal	88,91	124,77	259,02	381,56	523,74	700,83	916,96	776,09	483,89	266,37	149,99	113,55
EVPmes	122,47	98,29	134,01	166,43	214,86	248,79	320,41	362,78	304,02	244,84	195,48	156,75
Erreur (E_c/E_m)/E_m%	-27	27	93	129	144	182	186	114	59	9	-23	-28

Tableau N° IV 2 : Erreurs obtenues par le modèle de Boutoutao(2) (2000 -2014).

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
EVPcal	95,46	119,67	218,92	291,68	371,67	443,50	571,61	494,53	340,30	222,62	138,45	96,34
EVPmes	122,47	98,29	134,01	166,43	214,86	248,79	320,41	362,78	304,02	244,84	195,48	156,75
Erreur (E_c/E_m)/E_m%	-22	22	63	75	73	78	78	36	12	-9	-29	-39

Tableau N° IV 3 : Erreurs obtenues par le modèle de Xiao Liu(2000-2014).

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
EVPcal	165,13	166,19	208,33	218,90	242,87	255,95	287,80	273,81	243,14	214,77	186,78	167,57
EVPmes	122,47	98,29	134,01	166,43	214,86	248,79	320,41	362,78	304,02	244,84	195,48	156,75
Erreur (E_c/E_m)/E_m%	35	69	55	32	13	3	-10	-25	-20	-12	-4	7

Tableau N° IV 4 : Erreurs obtenues par le modèle de Papadakis (2000-2014).

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
EVPcal	210,85	230,53	299,64	372,91	437,54	621,00	748,91	692,90	523,38	388,91	266,50	199,48
EVPmes	122,47	98,29	134,01	166,43	214,86	248,79	320,41	362,78	304,02	244,84	195,48	156,75
Erreur (E_c/E_m)/E_m%	72	135	124	124	104	150	134	91	72	59	36	27

Tableau N° IV 5 : Erreurs obtenues par le modèle Romanko (2000-2014).

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
EVPcal	113,17	141,89	219,21	279,25	345,01	452,70	542,00	499,08	353,99	251,89	159,15	103,34
EVPmes	122,47	98,29	134,01	166,43	214,86	248,79	320,41	362,78	304,02	244,84	195,48	156,75
Erreur (E_c/E_m)/E_m%	-7,59	44,36	63,57	67,79	60,58	81,96	69,16	37,57	16,44	2,88	-18,58	-34,07

Tableau N° IV 6 : Erreurs obtenues par le modèle proposé (2000-2014).

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
EVPcal	115,66	107,93	143,36	159,61	198,89	266,47	330,41	337,67	302,68	262,38	197,99	146,36
EVPmes	122,47	98,29	134,01	166,43	214,86	248,79	320,41	362,78	304,02	244,84	195,48	156,75
Erreur (E_c/E_m)/E_m%	6	-9	-7	4	8	-7	-3	7	1	-1	-7	7

Les erreurs de calcul sont très grandes concernant les modèles suivant :Boutoutao1, Boutoutao2, Papadakis, Romanko. Alors que le modèle de Xiao et celui que nous avons proposé ont des valeurs faibles. Donc, on peut confirmer que les deux modèles peuvent être appliquées pour estimer l'évaporation dans notre barrage.

V. CONCLUSION

Ce chapitre fait l'intérêt de la phase final qui permet l'évaluation du modèle proposée et autres modèles choisis (Boutoutao1, Boutoutao2, Papadakis, Romanko et Xiao). On peut confirmer l'efficacité de notre modèle qui présente des erreurs inférieures à 8%. On suggère l'application de ce modèle au niveau du barrage de Djorf-Torba seulement. Et nous pensons qu'on peut élaborer d'autres modèles simples au niveau de chaque barrage situé dans une région aride afin de simplifie la tache au releveurs de la station météorologique du barrage en cas de manque d'information sur l'évaporation.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Rappelons que, notre mémoire a pour objectif d'élaborer un modèle numérique adéquat afin d'estimer l'évaporation au niveau du barrage Djorf-Torba (Béchar). Mais avant, nous avons collecté les données climatiques nécessaires afin de les analyser et au même temps pour qu'on puisse les utiliser pour l'estimation avec autres modèles à titre de comparaison avec celui qu'on a élaboré.

Notons que la majorité des paramètres hydrauliques qui sont disponibles sont la température, la vitesse du vent, l'humidité relative, la pression atmosphérique et ceux qui sont un peu difficile à les retrouver sont bien le rayonnement solaire, la lumière du jour (ne sont pas enregistrées).

Les modèles qu'on a estimé l'évaporation ont été choisis selon les conditions et la nature de la région d'étude (Semi-aride ou bien Aride). Nous commençons par les modèles proposées par Boutoutao présentent une corrélation de l'ordre 0,7. Alors les erreurs obtenues sont supérieures à 50%. Alors que le modèle de Papadakis a une valeur de corrélation de l'ordre de 0,81 avec des erreurs supérieures aussi à 50%. Tandis que le modèle de Romanko montre une corrélation de l'ordre de 0,71 et les erreurs sont supérieures à 50%. Le nouveau modèle de Xiaoli qui était publié récemment montre une corrélation de 0,76 avec des erreurs inférieures de 70% pour quelques mois alors les autres mois les erreurs ne dépassent pas 35% ce qui valide l'application de ce modèle pour notre barrage.

Le nouveau modèle qui est basé sur une analyse statistique des données climatologiques a montré que les facteurs influent sur l'évaporation sont bien la température et l'insolation. Le jumelage des deux paramètres a conduit à un très bon modèle numérique pour estimer l'évaporation du Barrage. Afin de confirmer la validité de ce modèle le critère de Nash était calculé et vaut 0.97 c'est qui conclut que notre modèle est excellent. La corrélation de notre modèle est très bonne aussi, de valeur 0.97. Les graphes Finaux (Du modèle et EVP mesurée) sont pratiquement identiques.

A la fin de notre travail, nous suggérons l'utilisation de ce modèle au niveau du barrage afin d'aboutir à des valeurs bien précises pour quantifier la quantité d'eau qui s'évapore pendant toute l'année.

Référence bibliographie

ANBT. Agence Nationale des Barrages et Transferts, Biskra Algérie.

Remini B, 2016. Envasement des barrages dans les régions arides exemples algériens, larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°27, Sept 2016 .

ANBT, 2004. Lèves bathymétriques des barrages en exploitation Djorf- Torba .

Boulanouar S . « Caractérisation hydrologique du bassin versant d'Oued Guir (Sud- Ouest Algérien) », Mém. Ingénieur, Université de Bechar (2008)

Kabour A, 2016 . Le barrage de Djorf Torba (Béchar, Sud-Ouest Algérien), sous contraintes du climat, de l'environnement .

ANBT, 2016 . Document de barrage. document de barrage. Djorf-Torba, biskra, algerie: direction de barrage Djorf-Torba .

Bennis , S . « Hydraulique et hydrologie », 2^{ème} édition (Revue et Augmentée), presse de l'université du Québec (2009) .

Coyne et Bellier, 1985 . « Barrage de Djorf-Torba sur l'Oued Guir », Monographie, Bureau de conseils d'ingénierie, Paris (1985) .

Baghdadli I, 2014. L'influence du changement climatique sur les ressources en eaux du Meffrouch. Mémoire Master, Université Abou Bekr Belkaid – Tlemcen. Algérie.

Nassopoulos, 2012. Les impacts du changement climatique sur les ressources en eaux en Méditerranée. Thèse de doctorat de l'Université Paris-Est. France

Guidoum, A . « Étude hydrologique du bassin versant d'Oued Chemorah à la station de Chemorah (Batna) », Mém. de Magister, Université de Batna (2004) .

Riad, S . « Typologie et analyse hydrologique des eaux superficielles à partir de quelques bassins versants représentatifs du Maroc » , Thèse de doctorat, Université Ibnou Zohra, Agadir, Maroc (2003) .

Moussaoui et A, Benthmane . « Étude de transfert d'eau à partir du barrage Djorf-Torba » , Mém. Ingénieur, Université de Bechar (2007) .

Remini B, (2009) . La problématique de l'eau en Algérie de Nord, Larhyss Journal, Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine et de Surface, N° 08, juin 2010, (p.27-40).

Site web : <https://fr.tutempo.net/>, 2016. Bulletins des données climatologiques de la région de Bechar . Algérie