

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Echahid Hamma Lakhdar El oued



Faculté de Technologie

Département : Hydraulique et Génie Civil

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme du Master en Hydraulique Option:
Ouvrage hydraulique

THEME

Elaboration d'un modèle numérique pour
l'estimation de l'évaporation a partir des
données climatique limitées: cas deux barrage
részevoires Foum el Gherza et Fontaine des
Gazelles –Biskra

Dirigé par :

Dr. MEZIANI Assia

présenté par :

MIHI Nesrine

OUBZIZ Afaf

Promotion : Juin/ 2019

REMERCIEMENTS

Avant tout nous remercions Allah de nous avoir donné la santé,

Le courage et les moyens à fin de pouvoir ce travail

Nous adressons notre vif remerciement à notre encadreur

Monsieur le docteur Meziani Assia

Pour ces compréhensions et ses conseils et ses aides pour sa gentillesse

Et orientations efficaces.

Au membre de jury qui ont dieu voulu examiné ce travail et de

participer à son évaluation

Nous tien aussi remercier l' Architecte BEGGAS Abdemounem

Nous remercions également l'ingénieur ZINE Ibrahim

Aussi Nous remercions la bibliothèque El-bahethi

Et tous les amis et collègues et tous ceux qui nous ont aidé de près ou

de loin

À accomplir ce travail.

Avant tout



Je dédie cette

Thème...

*Au nom du dieu, le plus puissant le plus généreux, que son salut et son paix soit
sur Mohammed avant tout*

*C'est avec un grand plaisir que je profite cette occasion pour que je dédie ce
travail a tout ceux que j'aime, et ceux qui m'ont aidé au parcoure de mes études
de loin ou de près :*

*A ma mère, Khadidja, mon ange gardien, qu'il a rêvé toujours de me voir en
finir mes études*

*A mon père, Antar, mon ange gardien, qu'il a rêvé toujours de me voir en
finir mes études*

la mémoire de mon grand-père maternelle

la mémoire de ma grand-mère paternel

A mes frères beaux Hamid et Adel

A ma sœur belle Manar

A mes anges Rayan, Loudjin et Nardjess

A tous les gens que je sais, et que j'aime.

*A ma binôme Afaf aux bons moments que nous avons passé ensemble a tout sa
famille*

A ma promotion de Master 2018

M.D.F. Nesrine



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à mes chers parents. Ma mère pour m'avoir mis au Monde et pour m'avoir accompagné tout le long de ma vie. Je lui dois une fière Chandelle.

Mon père qui sans lui je ne serais pas arrivé jusqu'ici. J'espère toujours

Rester fidèle aux valeurs morales qu'il m'a apprises. Mes très chers frères et mes sœurs et toute ma famille.

A ma binôme Nesrine aux bons moments que nous avons passé ensemble a tout sa famille.

Mes très chers amis et

Mes camarades de la promo d'hydraulique

afaf



Sommaire

REMERCIEMENTS.....	I
SOMMAIRE	IV
LISTE DE TABLEAU	VI
LISTE DE FIGURE	VII
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I : PRÉSENTATION GÉNÉRALE DES DEUX BARRAGES FOUM-EL-GHERZA ET FONTAINE DES GAZELLES.	

I.1.INTRODUCTION :	4
I.2.LA PRÉSENTATION DES DEUX BARRAGES:	4
I.2.1.PRESENTATION DU BARRAGE DE FOUM-EL-GHERZA.....	5
I.2.2.Le bassin versant de FOUM-EL-GHERZA.....	5
I.3.PRESENTATION DU BARRAGE DE FONTAINE DES GAZELLES	6
I.3.1.Le bassin versant des Fontaines Gazelles:.....	7
I.4.DONNÉES CLIMATOLOGIQUES POUR LA RÉGION DE BISKRA.....	8
I.4.1.Températures:.....	8
I.4.2.L'humidité relative de l'air.....	9
I.4.3.L'enseillemt.....	10
I.4.4.Les vents.....	11
I.4.5.L'évaporation.....	12
I.5.PRECIPITATIONS ANNUELLES ET LEUR IRREGULARITE :	13
I.6.CONCLUSION.....	15

II.CHAPITRE II : LES MÉTHODES D'ESTIMATION DE L'ÉVAPORATION DANS LA RÉGION SEMI-ARIDE

II.1.INTRODUCTION.....	17
II.2.LES MODELÉS D'ESTIMATION DE L'ÉVAPORATION DES BARRAGES.....	17
II.2.1Méthode directe « Bac Colorado ».....	17
II.2.2.Les méthodes Indirectes -Modelés d'estimation de L'évaporation dans les régions Semi Arides.....	18
II.3.CONCLUSION.....	38

III.CHAPITRE III : ELABORATION D'UN MODÈLE UNIQUE D'ESTIMATION DE L'ÉVAPORATION

III.1.INTRODUCTION.....	40
III.1.1.Nouveau modèle d'estimation de l'évaporation :.....	40
III.1.1.1.Analyse statistique des paramètres hydro-climatiques.....	40
III.1.2.Validation du modèle :.....	44
III.2.RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	44
III.3.CONCLUSION.....	58

IV.CHAPITRE IV : ETUDE COMPARATIVE ET PERFORMANCE DES RÉSULTATS OBTENUS PAR LE MODÈLE PROPOSÉ ET LES MODÈLES CHOISIS.

IV.1.INTRODUCTION.....	60
IV.1.1..présentation graphique des modèles choisis et propose.....	60
IV.2.CALCUL DES ERREURS POUR CHAQUE MODELE	62
IV.3.CONCLUSION.....	69
IV.4.APPLICATION NUMÉRIQUE DU MODÈLE PROPOSÉ SUR LE BARRAGE DE FOUM EL-GUIESS (RÉGION SEMI-ARIDE)	

CONCLUSION GENERALE 73

REFERANCE.....77

ANNEXE.....

Liste de tableau

Tableau I.1 Fiche technique du barrage Foug El Gherza.....	6
Tableau II. Les différentes modèles d'estimations de l'évaporation des plans d'eau.....	18
Tableau II.2: Modèle de Dalton (1802)-1-	34
Tableau II.3:Modèle de Dalton (1802)-2-	34
Tableau II.4:Modèle de Trabert (1896).....	34
Tableau II.5::Modèle de Meyer (1915).....	35
Tableau II.6: Modèle de Meyer (1926).....	35
Tableau II.7: Modèle de Romanko (1961).....	36
Tableau II.8: Modèle de Wmo (1966).....	36
Tableau II.9: Modèle de Mahringer(1970).....	36
Tableau II.10: Modèle de Vikulina (1979).....	37
Tableau II.11: Modèle de Boutoutao (1995)-2-	37
Tableau III 1: le coefficient Tableau d'ajustement ou de corrélation.....	40
Tableau III 2: Matrice de corrélation des modelés choisis.....	41
Tableau III.3 : Analyse de la variance (EVP(mm))	41
Tableau III.4 : Paramètre de modèle EVP.....	41
Tableau III.5 : Prédiction et résidus (EVPcalculée(mm))	43
Tableau III 6: Résultats numériques obtenus par le nouveau modèle proposée dans le barrage Foug el gherza.....	45
Tableau III 7: Résultats numériques obtenus par le nouveau modèle proposée dans le barrage Fontaine des gazelles	51
Tableau V.1: Les erreurs de calcul pour chaque modèle sont regroupées.....	62
Tableau IV.2: le critère de Nash de modèle numérique dans le barrage de Foug el Guiss....	71
Tableau IV.3: les erreurs obtenues par le modèle proposé (2001-2016) Barrage Foug el Guiss.....	71

Liste de figure

Figure I.1 : Localisation de barrage Foug El-Gherza et Fontaine des Gazelles.....	3
Figure I.2 : barrage de Foug-el-Gherza (Google earth 2019).....	5
Figure I.3 : Carte de localisation du bassin versant de Foug El Gherza (Google earth 2019)....	6
Figure I.4 : barrage de Fontaines Gazelles (Google earth 2019).....	7
Figure I.5 : Carte de localisation du bassin versant de Fontaines Gazelles (Google earth 2019)	7
Figure I.6 : Températures moyennes maximales, minimales et annuelles de la région de Beskra durant la période (2001-2016). Fontaine des Gazelles	8
Figure I.7 : Températures moyennes maximales, minimales et annuelles de la région de Biskra durant la période (2001-2016). Foug El Kherza.....	9
Figure I.8 : Variation de l'humidité relative moyenne mensuelle (%) (2001-2016). Fontaine des Gazelles.....	9
Figure I.9 : Variation de l'humidité relative moyenne mensuelle (%) (2001-2016).). Foug El Kherza	10
Figure I.10 : Variation de l'insolation mensuelle de la région de Biskra (2001-2016).). Foug El Kherza.....	11
Figure I.11 : Variation de vitesse des vents en (m/s) moyens mensuelles de la région de Bechar durant la période (2001-2016). Fontaine des Gazelles	11
Figure I.12 : Variation de l'évaporation moyenne mensuelle de Fontaine des gazelles dans le période (2001-2016).....	13
Figure I.13 : Variation de l'évaporation moyenne mensuelle de Foug el Gherza dans le période (2001-2016).....	13
Figure I.14: Variations interannuelles des précipitations dans 4 stations (74-2004)	14
Figure II.1. Bac d'évaporation du barrage Foug El-Gherza 2019.....	17
Figure II.2. Bac d'évaporation du barrage Fontaine des Gazelles 2019	18
Figure 3. Les résultats graphiques obtenus par les modèles utiliser dans les deux barrages entre la période de 2001-2016.....	20
Figure 4. Corrélation entre les résultats des modèles choisis et l'évaporation	30
Figure III. 1 : Présentation graphique de l'ajustement du modèle avec les données mesurées de l'évaporation.....	42
Figure III. 2 : Présentation spatiale des l'évaporation calculée par le modèle et celui mesurées sur terrain	42

Figure III. 3 : Présentation spatiale des l'évaporation calculée par le modèle et celui mesurées sur terrain	42
Figure III 4 : Variation l'évaporation inter- annuelle par le nouveau modèle et l'évaporation de bac durant la période (2001-2016).	50
Figure. : Variation l'évaporation inter- annuelle par le nouveau modèle et l'évaporation de bac durant la période (2001-2016). Fontaine des Gazelles	56
Figure 1V.1: Présentation graphique des modèles-Barrage Foum el Gherza-(2001-2016).....	60
Figure 1V :2. Présentation graphique des modèles-Barrage Fontaine des Gazelles-(2001-2016)	61
Figure. : Variation l'évaporation inter- annuelle par le nouveau modèle et l'évaporation de bac durant la période (2001-2016) Foum el Guiness (khanchla).....	70
Figure . Corrélation entre les résultats de modèle numérique et l'évaporation mesurer	70

Liste des abréviations

ONM : Office National de la Météorologie

S.E.G.G.T.H: Service des Etudes Générales et des Gands Travaux Hydrauliques

RSR: Racine carrée moyenne du Rapport d'écart-type erreurs observations

E: Les évaporations (mm) pour les équations (Jensen-Haise, Stephens –Stewart, Ryan-Harleman, Blaney-Criddle, Hamon (mm/mois) et Dalton1802 (inh/mois))

□: La chaleur latente de vaporisation

D: les heures de la lumière du jour

D_{ta}: le nombre total d'heures de lumière du jour

d: déficit de vapeur (Kpa)

ea: la pression de vapeur atmosphérique à la température de l'air (Kpa) pour les équations Jensen-Haise, Stephens –Stewart, Ryan-Harleman, Blaney-Criddle, Hamon (Pa) et Dalton1802 (HPa))

es: la pression de vapeur saturante à la température de surface de l'eau (Kpa) pour les équations Jensen-Haise ,Stephens –Stewart ,Ryan-Harleman , Blaney-Criddle, Hamon (Pa) et Dalton1802(HPa))

es_{max}: la pression de vapeur saturante à la température maximale de surface de l'eau(Kpa) (pour les équations Jensen-Haise ,Stephens –Stewart ,Ryan-Harleman , Blaney-Criddle,Hamon (Pa))

es_{min}: la pression de vapeur saturante à la température minimale de surface de l'eau(Kpa) (pour les équations Jensen-Haise ,Stephens –Stewart ,Ryan-Harleman , Blaney-Criddle, Hamon (Pa))

H_r: humidité relative (%)

N: nombre de jour

P: Pourcentage mensuel d'heures d'ensoleillement dans l'année

R_s: le rayonnement solaire entrant (KWh/m²/mois) (pour les équations: Jensen –Haise ,Stephens-Stewart(W/m²) et Hargreaves (MJ/m² /mois)).

T_a: la température de l'air (C°) pour les équation : Blaney-Criddle, Jensen –Haise et Stephens-Stewart (F°)).

T_{max}: la température maximale de l'air (C°).

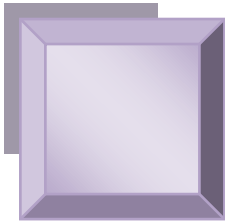
T_{min}: la température minimale de l'air (C°).

T_{moy}: la température moyenne de l'air (C°).

T_{eff}: la température effective (C°)

U: la vitesse du vent (m/s), pour les équations Fitzgrald1886 (Mil/Heur)

*INTRODUCTION
GENERALE*



INTRODUCTION GENERALE

Au sud algérien, les ressources en eau disponibles sont en quantité limitée en raison des activités humaines: La croissance démographique, l'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 restent 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. En Algérie, il y a 75 barrages d'une capacité de 08 milliards de m³ est amputée annuellement d'une capacité de plus de 50 millions de m³ (Remini, 2016).

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 (exemple le rayonnement solaire) 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, ...etc.

La majorité de recherches internationales effectuées sont basés sur des mesures in situ des paramètres climatologiques pour quantifier l'évaporation. Il y a plusieurs des chercheurs nous citons : Dalton (1802), Meyer (1915), Romanko (1961), Wmo (1966), Vikulina (1979)...etc.

En Algérie, les travaux de recherches qui sont menés par Pr. Boutoutao abouti à des modèles adéquats afin d'estimer l'évaporation au niveau des barrages Algériens.

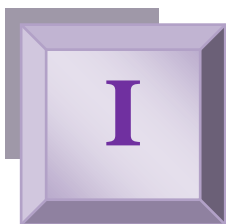
Pour cela ce mémoire fait l'objet d'estimer de l'évaporation des deux barrages de Foum El-Gherza et Fontaine des Gazelles (Biskra), situé au région semi-aride, dont notre but est bien d'élaborer un modèle numérique unique permettant d'estimer l'évaporation au niveau de ces barrages et de comparer le résultats obtenus avec les modèles choisis.

Pour cela nous présentons les axes suivants à suivre :

- INTRODUCTION GENERALE
- CHAPITRE I : Présentation générale des deux barrages Foum-El-Gherza et Fontaine des Gazelles.
- CHAPITRE II : Les méthodes d'estimation de l'évaporation dans la région semi-aride
- CHAPITRE III : Elaboration d'un modèle unique d'estimation de l'évaporation
- CHAPITRE IV : Etude comparative et performance des résultats obtenus par le modèle proposé et les modèles choisis.
- CONCLUSION GENERALE

CHAPITRE I :

*PRESENTATION GENERALE
DES DEUX BARRAGES
FOUM-EL-GHERZA ET
FONTAINE DES GAZELLES*



I.1. Introduction :

En régions semi 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, Les barrages qui sont choisis en régions semi arides ces Fontaine des Gazelles et Foug El-Gherza (Biskra).

I.2. La présentation des deux barrages:

Les barrages Foug El-Gherza et Fontaine des Gazelles situés dans la région de Biskra se caractérisent par un climat semi-aride. Les coordonnées géographiques du barrage de Foug El-Gherza sont: 34 ° 51'50 " nord, 5 ° 55'30 " est et le barrage de Fontaine des Gazelles: 35 ° 7'20 " nord, 5 ° 35'0 " est de Biskra

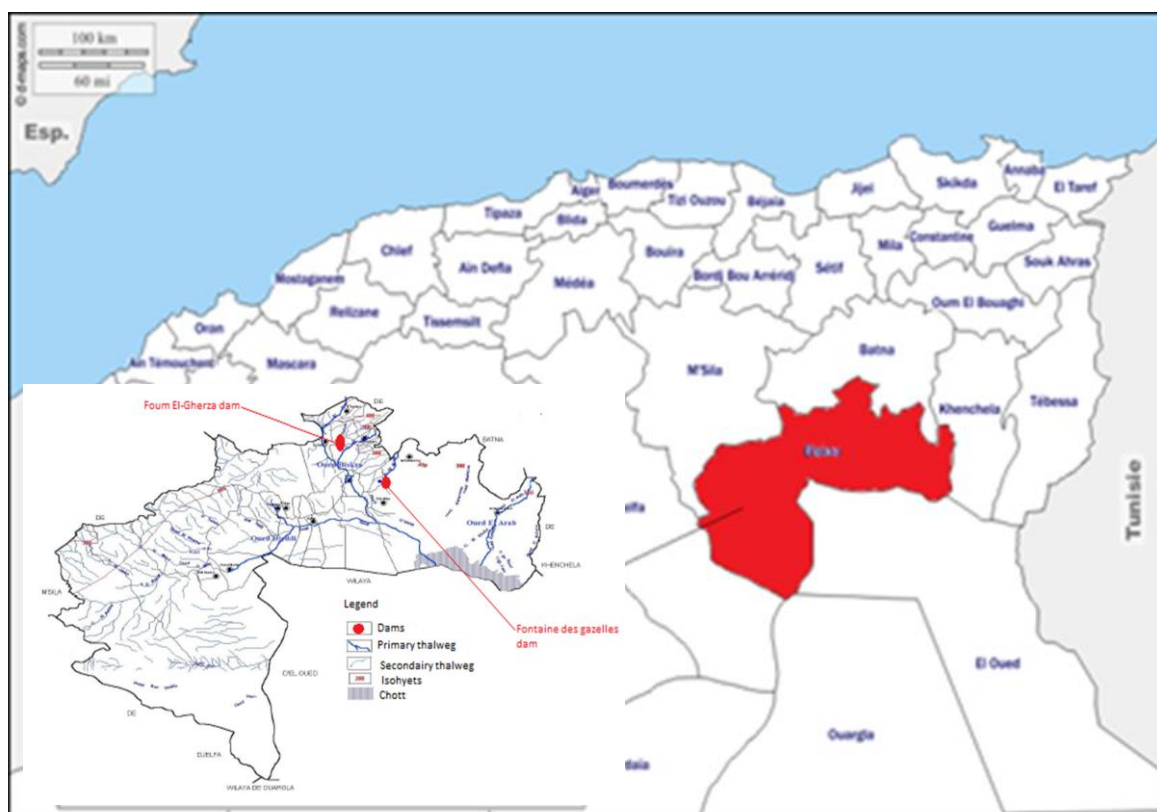


Figure I.1 : Localisation de barrage Foug El-Gherza et Fontaine des Gazelles (17-18).

PRESENTATION DU BARRAGE DE FOUM-EL-GHERZA

Le barrage de Foum-el-Gherza est un joyau hydrotechnique situé à 20 km à l'est de la ville de Biskra (figure1). Il a été réalisé durant la période 1948-1950 sur le site le plus approprié dans la région

Cet ouvrage d'art a permis à la région de Sidi Okba de garder sa vocation économique basée sur l'agriculture durant un demi-siècle, du fait qu'il a aidé à contrer la sécheresse qui sévit dans la région depuis une vingtaine d'années. Ce barrage a permis en outre l'extension des palmeraies.



Figure I.2 : barrage de Foum-el-Gherza (Google earth 2019)

I.2.1. Le bassin versant de Foum-El-Gherza

L'oued El Abiod prend naissance dans le massif des Aurès (Est algérien). Il est formé par la réunion de plusieurs torrents dévalant les pentes du Djebel Ichmoul (2071 m) un des points culminants de l'Algérie. L'oued coule vers le Sud –Ouest, et descend de près de 2000m en 120 km . Son caractère torrentiel et ainsi très accusé.

Le bassin versant s'étend sur une superficie de 1300 Km², pour un périmètre de 200 Km. La température moyenne est de 22.9 C. La pluviométrie moyenne annuelle est de 35 mm, mais se caractérise par une grande irrégularité.

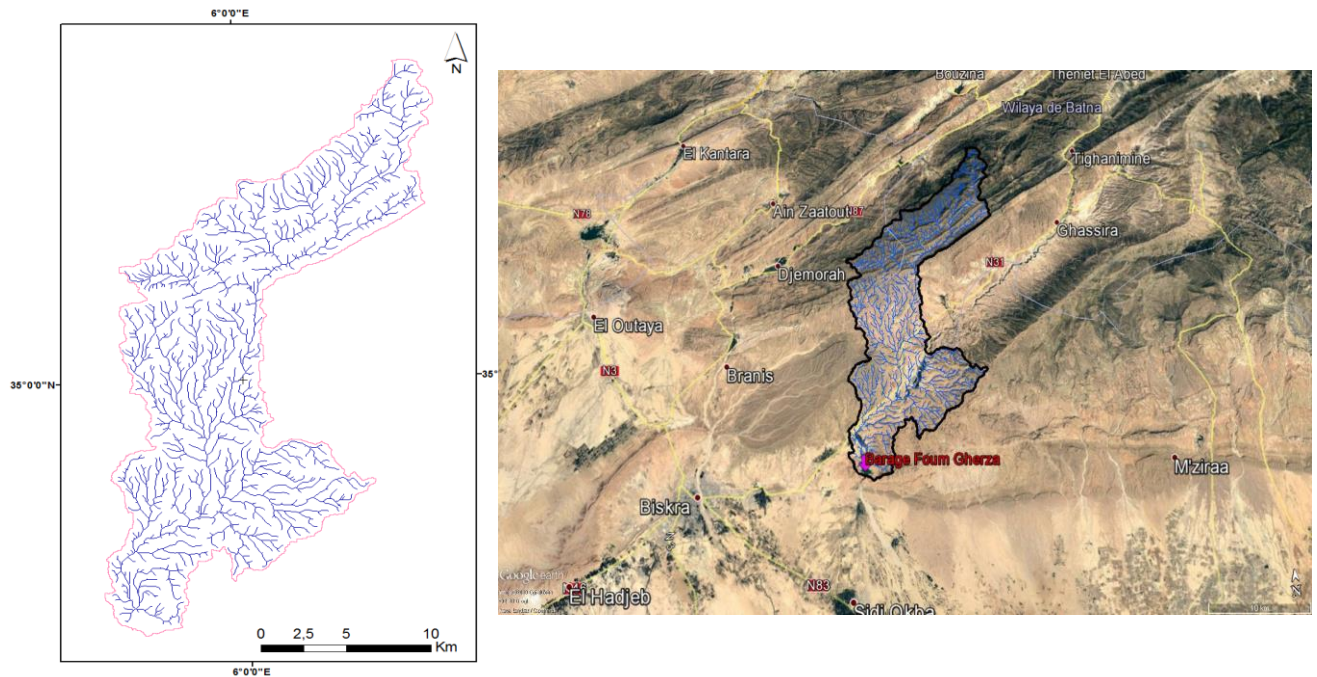


Figure I.3 : Carte de localisation du bassin versant de Foug El Gherza (Google earth 2019)

Tableau I.1 Fiche technique du barrage Foug El Gherza

Foug El Gherza (W. Biskra, à 11 km Nord de Sidi Okba)	
Coordonnées	Lat. 35°51'08"N Long. 5°55'30"E
Type	Combiné poids –voûte
Evacuateur de crue	A surface libre dans la partie centrale
Vidange de fond	Galerie blindée 2*2 m, pertuis de vidange.
Prise d'eau	Tour semi-cylindrique accolée à l'amont du barrage à trois niveaux d'une capacité de 4m ³ /s pour chaque prise
Hauteur (m)	73
NNR(m NGA)	198.90
Niveau de la crête (m NGA)	204.25
Niveau max (m NGA)	203.25
Longueur en crête	60 m (culée) +126 m (voute)
Largeur en crête :	6.25 m (culée) + 3 m (voute)
Epaisseur maximale en pied	22.1 m (culée) + 8.4 m (voute)
Rayon de courbure	80 m
Capacité initiale (hm ³)	47
Mise en eau	1950
Capacité actuelle (hm [^])	12.90
Destination	Irrigation des palmeraies Electricité abandonnée

I.3. PRESENTATION DU BARRAGE DE Fontaine des Gazelles (10)

Barrage de Fontaine des Gazelles Construit en 2000m, le barrage de Foug el gherza (Figure2.22) sur oued El Hai (1660 km²) est à 35 km nord-ouest de la ville de Biskra. Sa

construction rentre dans le cadre du développement agricole de la plaine d'El Outaya. C'est un barrage à noyau central doté d'un évacuateur de crues en labyrinthe.

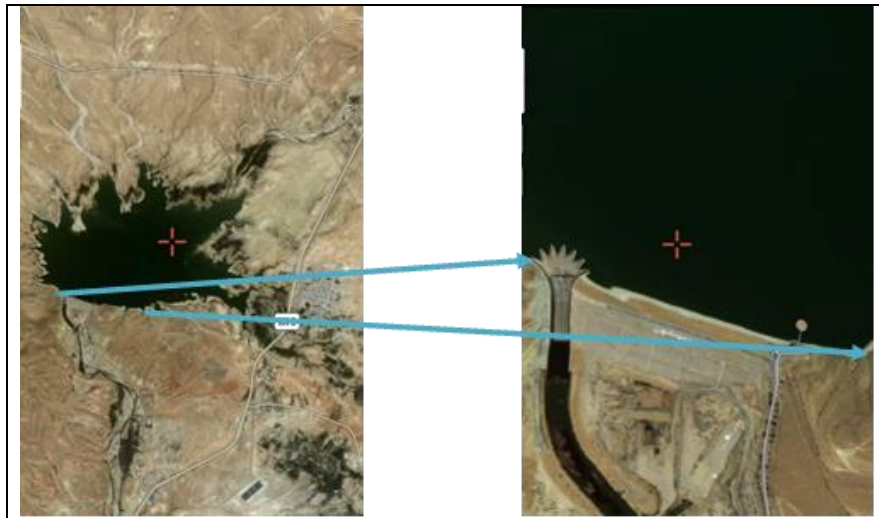


Figure I.4 : barrage de Fontaines Gazelles (Google earth 2019)

I.3.1. Le bassin versant des Fontaines Gazelles:

Le bassin versant d'Oued El-Hai couvre une superficie de 1660 km² et possède un Périmètre de 193 km. Ce bassin versant est constitué par un relief très accidenté, Le bassin versant de Oued El-Hai se situe dans le piémont Sud des Aurès; il fait partie du grand bassin hydrographique de Chott Melghir; il est limité au Nord par le bassin versant des hauts plateaux constantinois; à l'Est par le bassin versant de Oued Abdi ; a l'Ouest par le bassin versant de Chott El-Hodna (Fig N° I-4)

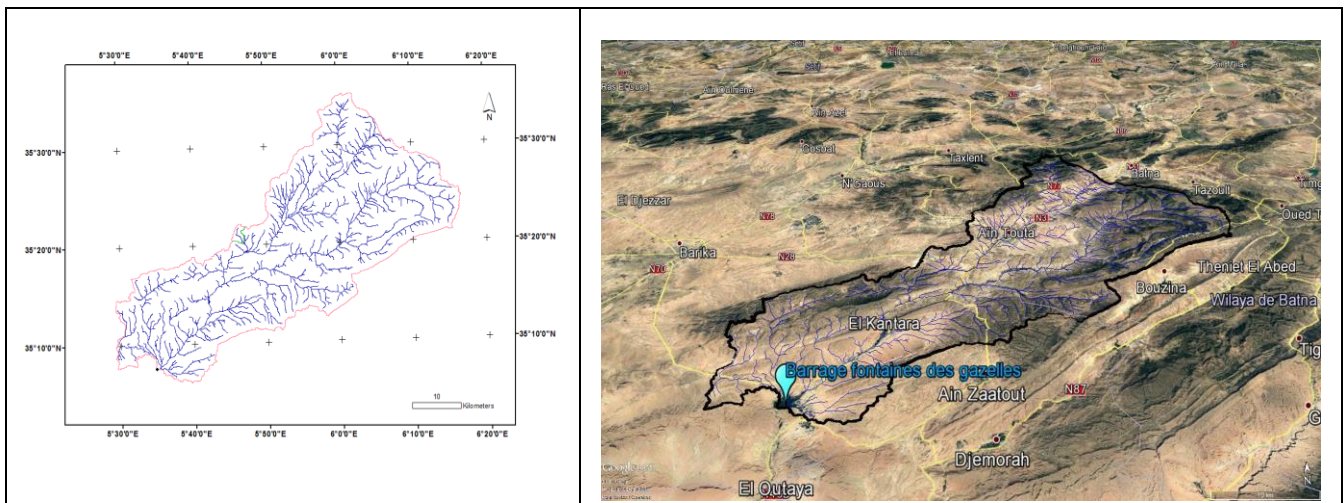


Figure I.5 : Carte de localisation du bassin versant de Fontaines Gazelles (Google earth 2019)

Tableau I.2 Fiche technique du barrage Fontaine des Gazelles

Fontaine des Gazelles (W. Biskra, à 35 km Nord de Biskra)	
Coordonnées	Lat. 35° 7 ' ; Long. 5° 34'E
Type	en terre à noyau
Evacuateur de crue	à surface libre type labyrinthe. 3000m ³ /s
Vidange de fond	Galerie de vidange. 25m ³ /s
Prise d'eau	Tour cylindrique de 10 m de diamètre à quatre Niveaux d'une capacité de 4m ³ /s pour chaque prise.
Hauteur (m)	42.5
NNR(m NGA)	384.00
Niveau de la crête (m NGA)	389.00
Niveau max (m NGA)	388.00
Longueur en crête	370 m
Largeur en crête :	8.50 m
Mise en eau	2001
Capacité actuelle (hm ³)	54.57
Destination	Irrigation de 1100 ha

I.4. Données climatologiques pour la région de Biskra (10)

I.4.1. Températures:

La variation de la température agit directement sur le phénomène d'évapotranspiration et par conséquent le déficit d'écoulement annuel et saisonnier. On dispose des données de températures moyennes mensuelles de la station de Biskra période de (2001-2016) .

Pour évaluer la variation des températures moyennes et maximum et minimum mensuelles, nous avons établi le tableau et l'histogramme relatif à cette station. on constate deux périodes, la température décroît du mois de Juillet (maximum:41.28°C) jusqu'au mois de Janvier (minimum:11.49°C)

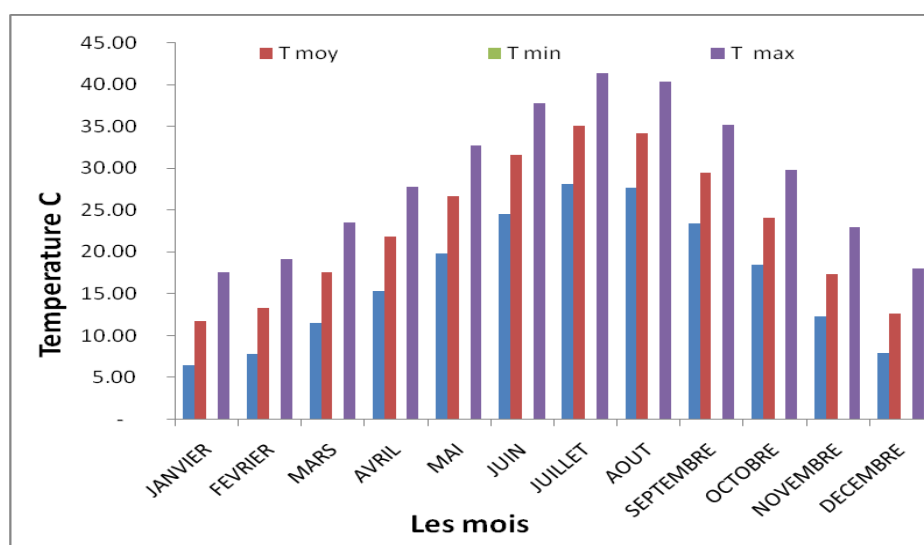


Figure I.6 : Températures moyennes maximales, minimales et annuelles de la région de Biskra durant la période (2001-2016). Fontaine des Gazelles

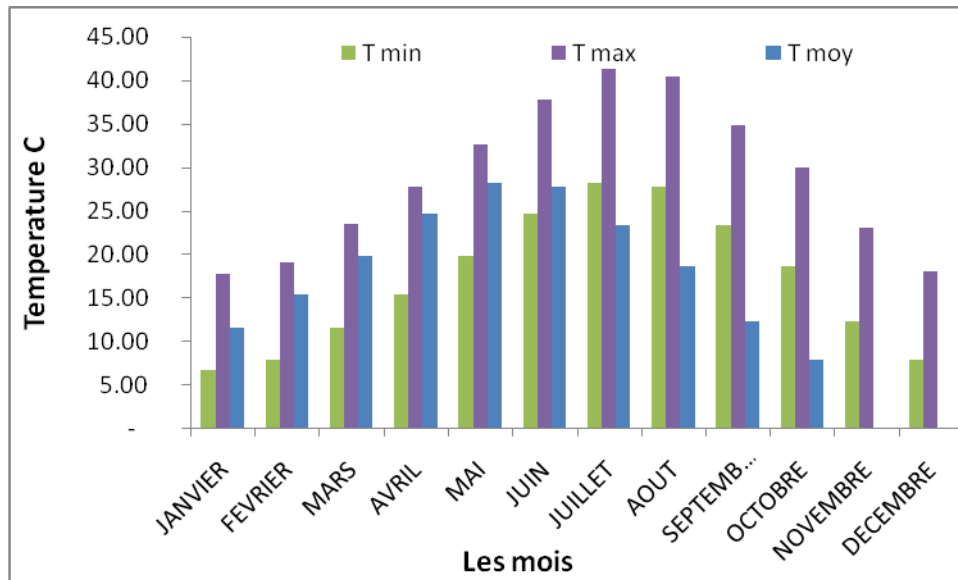


Figure I.7 : Températures moyennes maximales, minimales et annuelles de la région de Biskra durant la période (2001-2016). Foug El Kherza.

I.4.2. L'humidité relative de l'air

Se situant aux ports du Sahara, la région de Biskra est considérée comme une zone aride, qui caractérisé par un climat se cet chaud, il est ce pendant tout à fait normal de constater des

Pourcentages d'humidités moins importants.

D'prés les données de la station de Biskra on observe que le taux d'humidité moyenne mensuelle est élevé pendant les mois de Mars, Avril et Mai, respectivement de l'ordre de 54%,59%,57%, tandis que le plus faible est remarqué au mois de Novembre (26%).

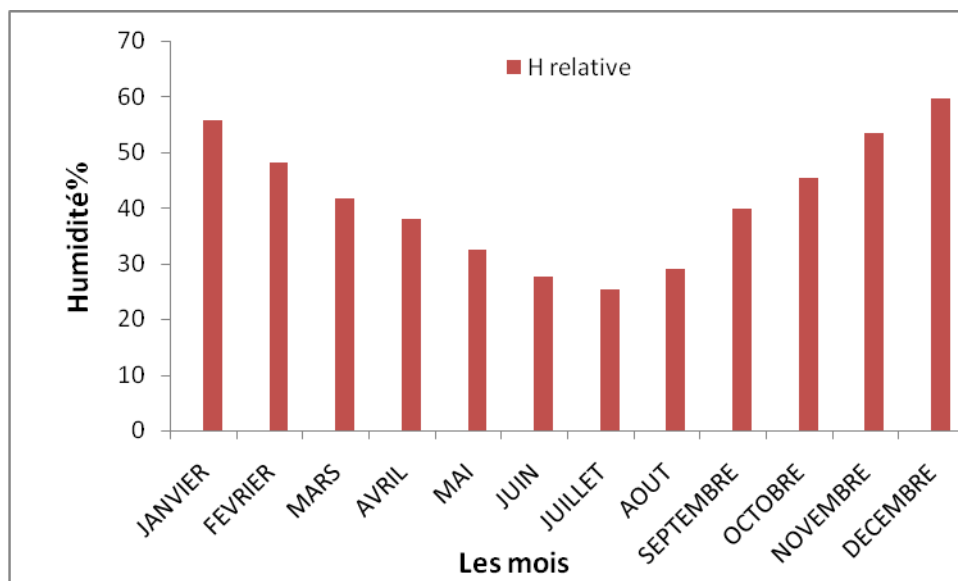


Figure I.8 : Variation de l'humidité relative moyenne mensuelle (%) (2001-2016). Fontaine des Gazelles

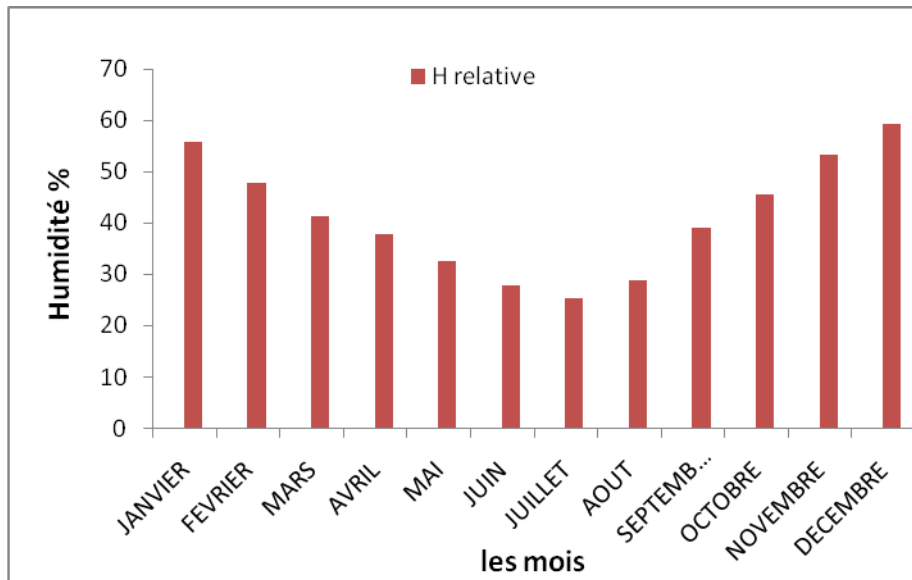


Figure I.9 : Variation de l’humidité relative moyenne mensuelle (%) (2001-2016). Foug El Kherza

I.4.3. L’enseillemnt

D’après les données climatiques actuelles de la station de Biskra période 1988/2010. Le nombre moyen d’heures d’enseillemnt varie de 214h/mois en Décembre à 356 au mois de Juillet pendant la période estivale (Juin-Août), la région de Biskra reçoit plus de 100 heures par mois.

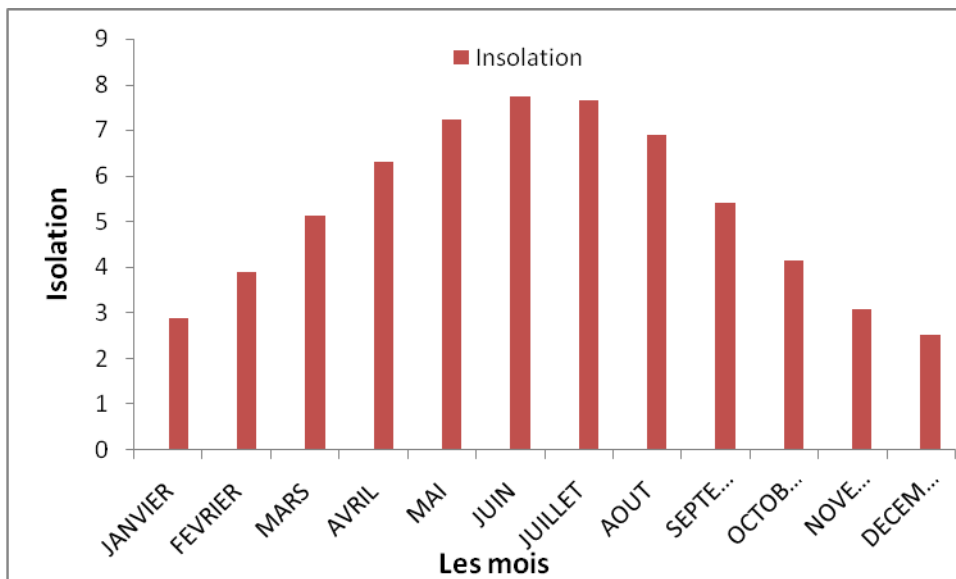


Figure I.10 : Variation de l’insolation mensuelle de la région de Biskra (2001-2016). Fontaine des Gazelles

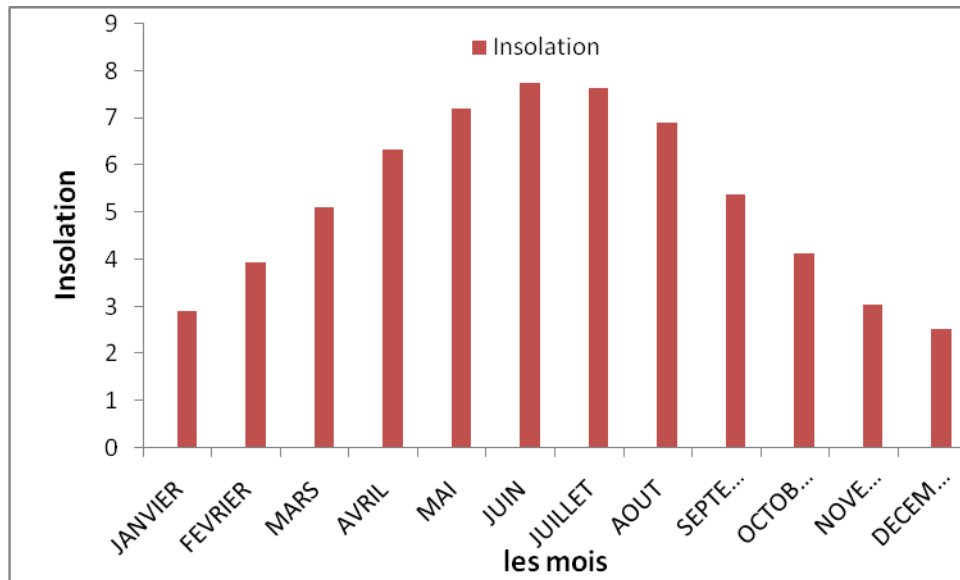


Figure I.11 : Variation de l'insolation mensuelle de la région de **Biskra** (2001-2016). Foug El Kherza

I.4.4. Les vents

Les vents ont une conséquence importante sur les phénomènes d'évaporation, de précipitation et a un degré moindre sur les températures. Les vents sont relativement fréquents au printemps et en été ,et durant la période des températures maximales arrivent des Siroccos Sud-est.

d'après les données des moyennes des vents de cette station sur la période (2001-2016), on remarque que la fréquence de vitesse des vents atteignes on maximum en (Mai) avec 5.18 m/s, par contre le minimum des vents est en enregistré en mois d'Octobre avec 3 m/s.

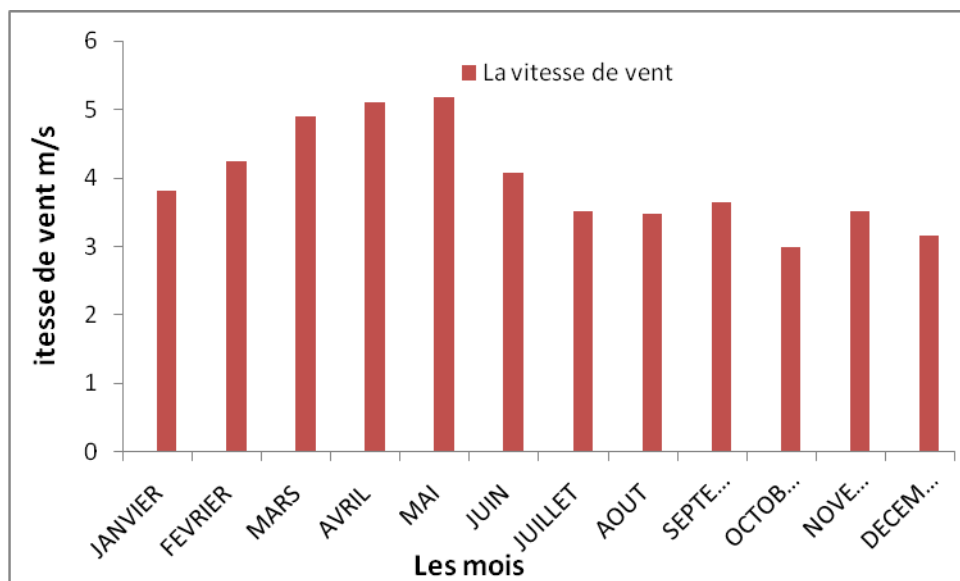


Figure I.12 : Variation de vitesse des vents en (m/s) moyens mensuelles de la région de Bechar durant la période (2001-2016). Fontaine des Gazelles

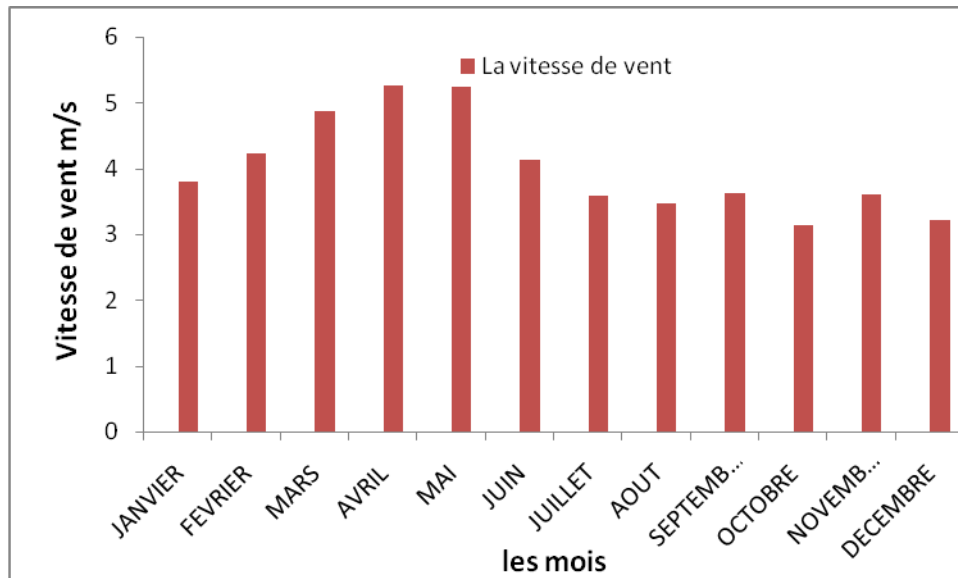


Figure I.13 : Variation de vitesse des vents en (m/s) moyennes mensuelles de la région de Beskra durant la période (2001-2016). Foug El Kherza

I.4.5. L'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.

d'après les données l'évaporation de station de barrage de Fontaine des gazelles et de Foug el Gherza dans la période (2001-2016),

Nous constatons quel mois le plus évaporée est le mois de Juillet puisque la valeur de l'évaporation atteint 400.29mm. Alors que le minimum de l'évaporation dans le mois de Décembre est 78.69 mm.

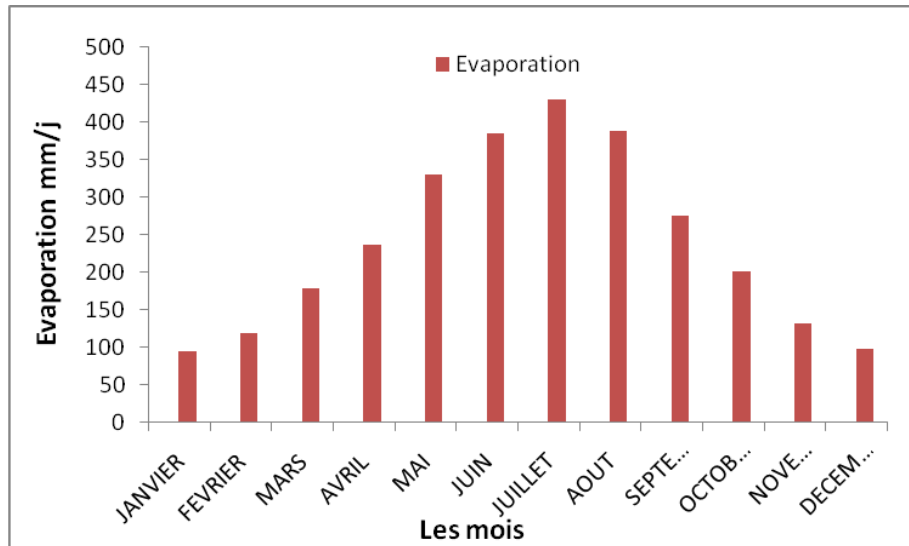


Figure I.14 : Variation de l'évaporation moyenne mensuelle de Fontaine des gazelles dans le période (2001-2016).

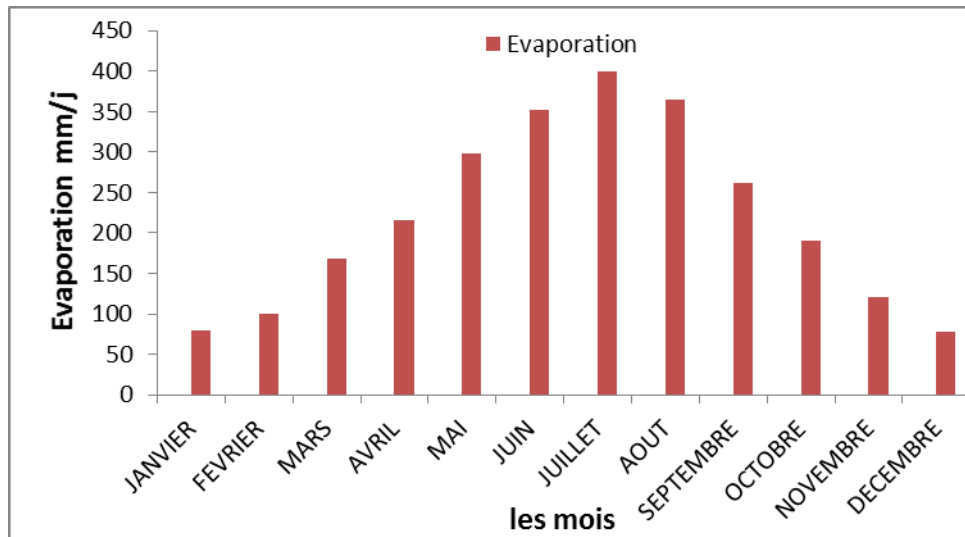


Figure I.15 : Variation de l'évaporation moyenne mensuelle de Foug el Gherza dans le période (2001-2016).

I.5. précipitations annuelles et leur irregularite :

Dans la partie amont, nous avons remarqué le même régime pluvial pour les deux stations (Ain Touta et Chaabet Ouled chelih); Cela est dû à l'effet de la proximité entre elles (Fig I-15).

Pendant la période 1974-2004, la pluviosité de la station d'Ain Touta (262,37mm) est moins importante que celle de la station de chaabet Ouled chelih (413,8mm). Ce si est justifié par l'effet altitudinal de cette dernière, où le dénivelé entre les deux stations est de l'ordre de 361mètre.

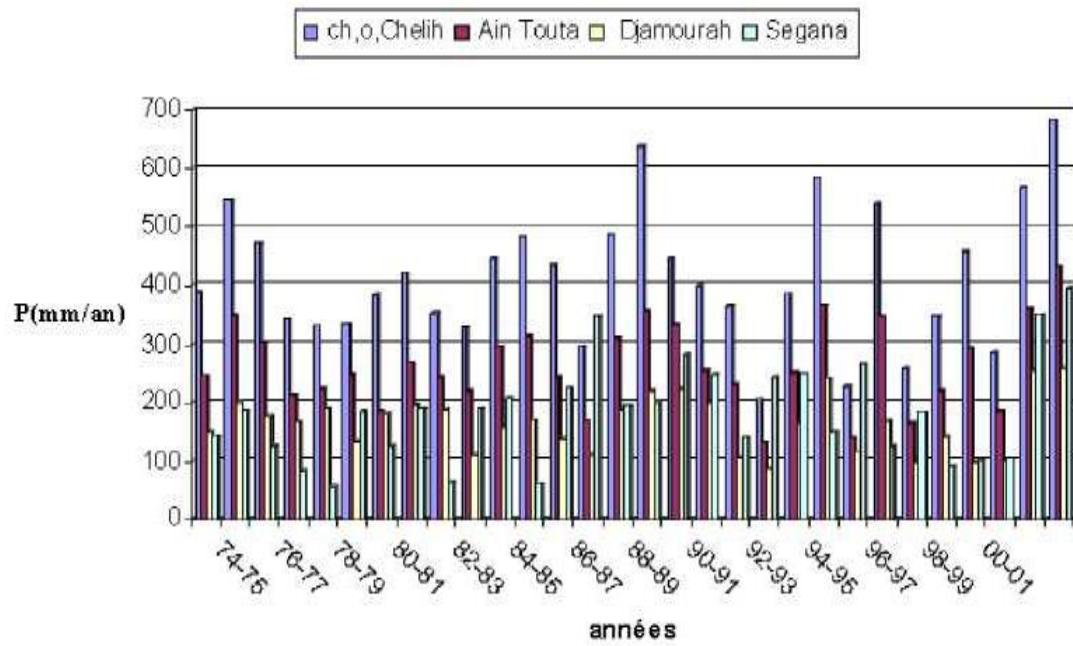


Figure I.16: Variations interannuelles des précipitations dans 4 stations (74-2004)

I.6. Conclusion

Les caractéristiques climatiques de la région où se trouvent les barrages de Foum-EL Gherza et Fontaine des gazelles. Nous montrons que :

- La température moyenne mensuelle est de **11,6°C** au mois de Janvier et **34,4°C** au mois de Juillet.
- La vitesse des vents moyens mensuels est de 4m/s au mois de Décembre et 5.9m/s au mois d'Avril.
- L'humidité relative dans les mois Mars, Avril et Mai, respectivement de l'ordre de 54%,59%,57% et dans le mois de Novembre 26%
- L'ensoleillement est 214h/mois en Décembre à 356 au mois de Juillet
- L'évaporation mensuelle maximale est de 400.29 mm au mois d'Aout.
- L'évaporation mensuelle minimale est de 78.69 mm au mois de Février.
- La précipitation d'Ain Touta (262,37mm) est moins importante que celle de la station de chaabet Ouled chelih (413,8mm).
- La précipitation des deux stations est de l'ordre de 361mm.

CHAPITRE II :
LES METHODES
D'ESTIMATION DE
L'EVAPORATION DANS LA
REGION SEMI-ARIDE



II.1. Introduction

Ce chapitre fait l'objet de présenter les méthodes d'estimation de l'évaporation, cas des mesures indirectes en utilisant des 30 modèles des différents chercheurs avec des mesures directes en utilisant le «Bac Colorado» classe-A au niveau de la station pluviométrique des deux barrages FOUM EL- GHERZA et FONTAINE DES GAZELLES.

II.2. Les Modelés d'estimation de l'évaporation des Barrages

II.2.1. 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 de classe A :** Développé par le Weather Bureau. Bac rond de 122 cm de diamètre, 25,4 cm de profondeur. Il est posé à 18 cm au dessus du sol et l'eau à l'intérieur du bac doit affleurer à 5-8 cm du bord. Étant petit, il est soumis à un problème d'inertie thermique trop faible. (Vachala, 2008)
- **Le bac Colorado :** Est un bac carré de 91,4 cm de côté, et de 46 à 91cm de profondeur. Il est enterré de manière à ce que son rebord soit à 10cm au dessus de la surface du sol. De fait, il représente mieux l'inertie thermique. Il existe des variantes du bac Colorado, notamment la version ORSTOM. (Vachala, 2008)

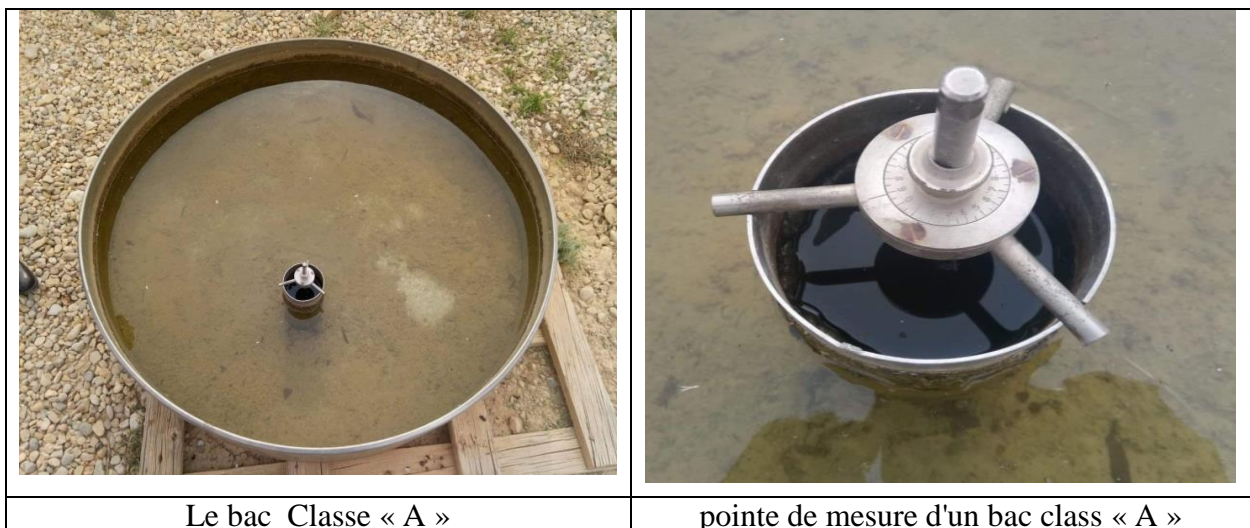


Figure II.1. Bac d'évaporation du barrage Fontaine Des Gazelles 2019

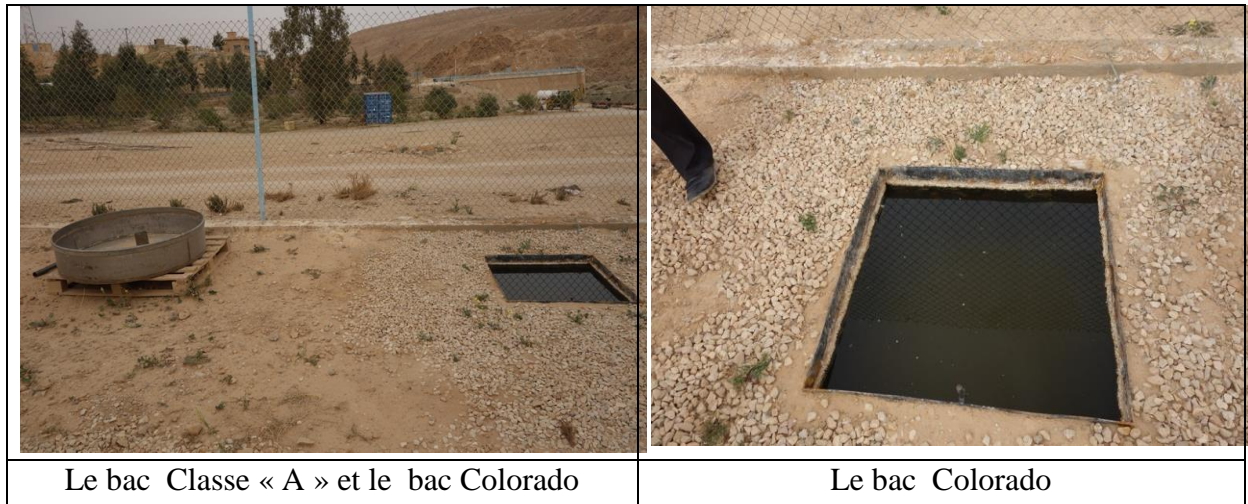


Figure II.2. Bac d'évaporation du barrage Foug El- Gherza 2019

II.2.2. Les méthodes Indirectes -Modèles d'estimation de L'évaporation dans les régions Semi Arides

Les différents modèles d'estimation de l'évaporation couramment utilisés sont cités dans le tableau ci-dessous :

Tableau II. Les différents modèles d'estimations de l'évaporation des plans d'eau

REFERENCE	LES FORMULES	UNITES
Dalton (1802)-1-	$E=(0,3648+0,07223*U)*d$ (13)	Pouce/mois
Dalton (1802)-2-	$E=a(es-ea)$ (2)	mm/mois
Fitzgerald (1886)	$E=(4*0,199*U)(es-ea)$ (2)	Pouce/mois
Trebert (1896)	$E=(0.3075*\sqrt{U})*d$ (7)	mm/mois
Meyer (1915)	$E=11(1+0,1*U)(es-ea)$ (4)	Pouce/mois
Horton (1917)	$E=0,4[2-e^{-2}(es-ea)]$ (2)	Pouce/mois
Meyer (1926)	$E=(0,375+0,05026*U)d$ (5)	mm/mois
Penman (1948)-1-	$E=0,30(1+0,2U)(es-ea)$ (2)	mm/jour
Penman (1948)-2-	$E=0,35(1+U*2/100)(es-ea)$ (14)	mm/jour
Blaney (1959)	$E=25.4(0.0173T_a-0.314)T_a(D/D_t)$ (1)	mm/jour
Romanko (1961)	$E=0.0018(25+T_{moy})^2(100-H)$ (2)	mm/jour
Jensen and Haise (1963)	$E=0.03523*R_s*(0.014*T_a-0.37)$ (1)	mm/jour
Hamon (1963)	$E=0.63*D^2*10^{(7.5*T_a)/(T_a+273)}$ (1)	mm/jour
Wmo (1966)	$E=(0,1298+0,0934*U)d$ (13)	mm/mois
Schendel (1967)	$E=16*(T/RH)$ (13)	mm/jour
Konstantinov (1968)	$E=0,024(T_w-T_a)/U+0,1664(es-ea)$ (14)	mm/jour
Mahringer(1970)	$E=0.1502*(\sqrt{3.6*U})*d$ (6)	mm/mois
Papadakis (1972)	$E=0.5625(es_{max}-(es_{min}))(10/N)$ (16)	
Ryan and Harleman (1973)	$E=\lambda-1[2.7(T_w-T_a)^{1/3}+3.14](es-ea)$ (1)	mm/jour
Harregves (1975)	$E=0,0145(T+17,8)(R_s/\lambda)$ (2)	mm/jour

Vikulina (1979)	$E=0.14*(1+0.74*U) d$ (8)	mm/mois
Harregves and Samani 1985	$E=0,0095*((T_{max}-T_{min})*0,5)*T_{max}*R_s$ (13)	mm/jour
Boyed (1985)	$E= 9.94+(5.039*T_{moy})*0.8$ (14)	mm/mois
Kharrufa(1985)	$E=0,0000017P(T)4,7687$ (11)	
Boutoutao (1995)-1-	$E = 0,403n D0.73 (1 + 0,39 V)$ (3)	mm/mois
Boutoutao (1995)-2-	$E = 0,233 n (es - ea) (1 + 0,39 V)$ (3)	mm/mois
Abteu (1996)	$E=0,53(R_s/\lambda)$ (14)	mm/jour
Irmak et Al (2003)	$E=-0.642+0.74*R_s+0.0353*T$ (13)	mm/jour
Fooladmand and Ahmadi (2009)	$E=(8.13*0.041P)+(0.46p)*T_{eff}$ $T_{eff} = 1/2*0.0439 (3T_{max}-T_{min})$ (11)	mm/jour
Xiao liu (2016)	$E = (0.0345+0.002*V0.5)(42.6824- 0.0122$ $*(Hr/100)1.5)(2.66+0.08*T_{moy})*N$ (16)	mm/mois

Suite Tableau II. Les différentes méthodes d'estimations de l'évaporation des plans d'eau

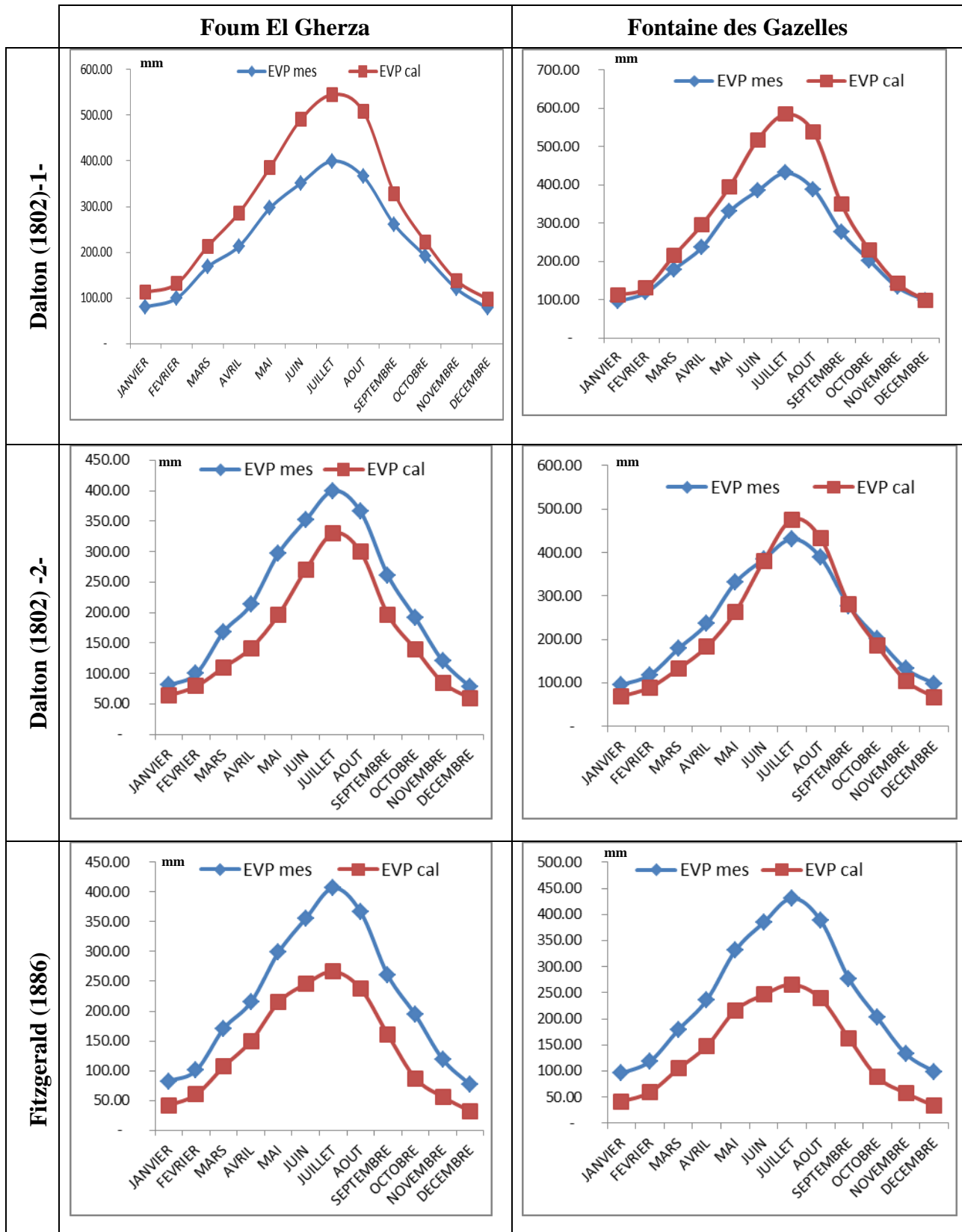
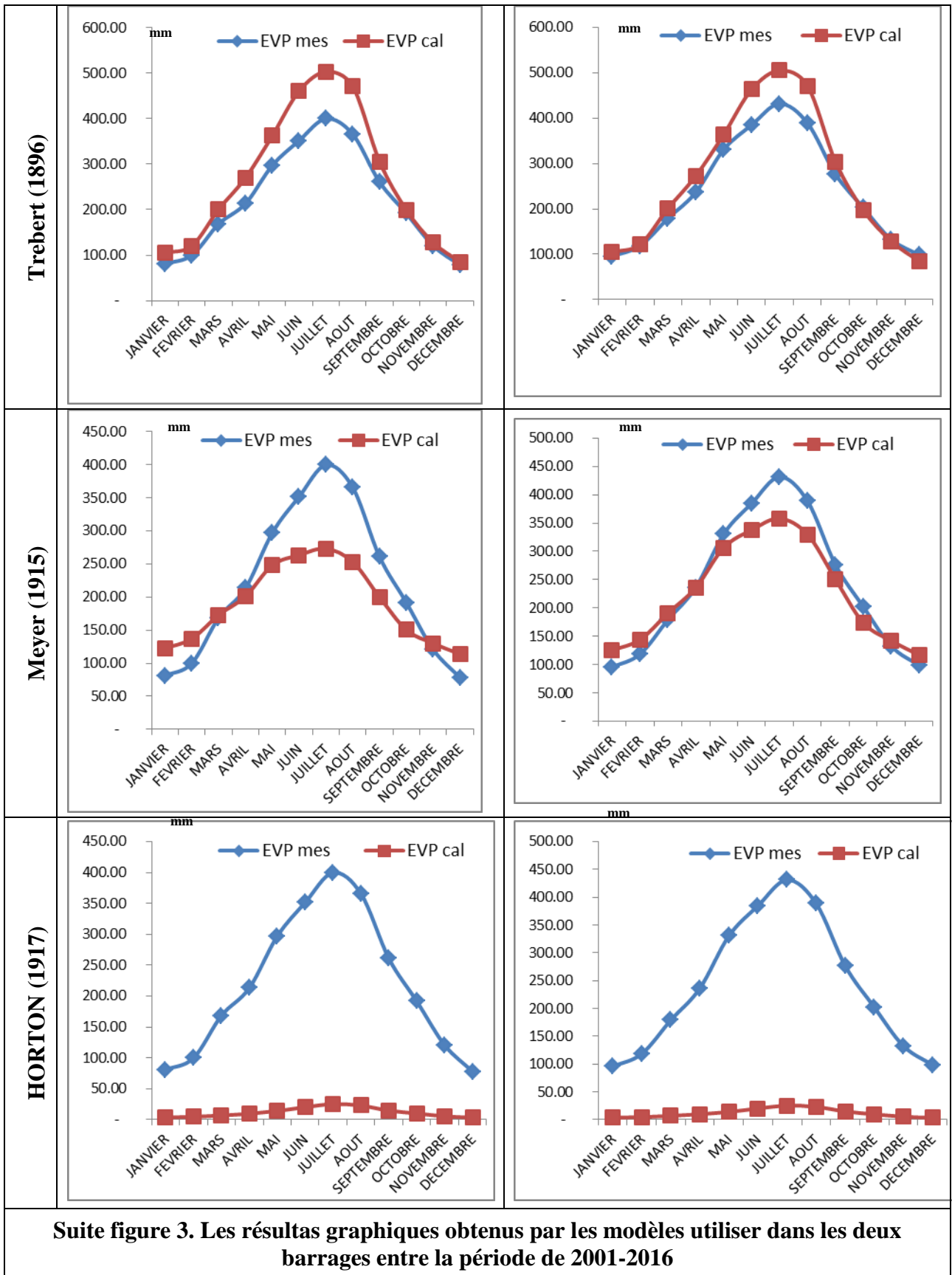
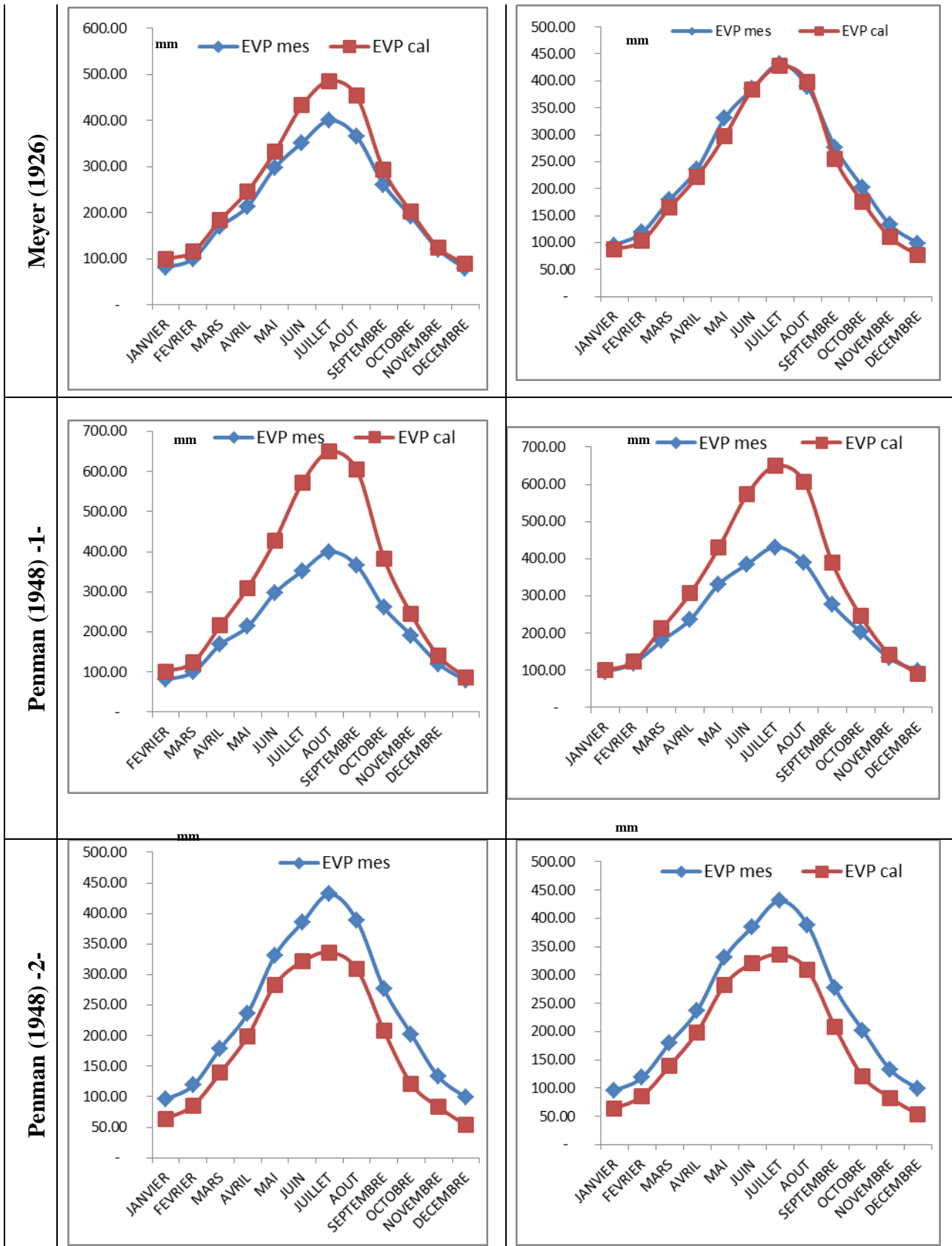
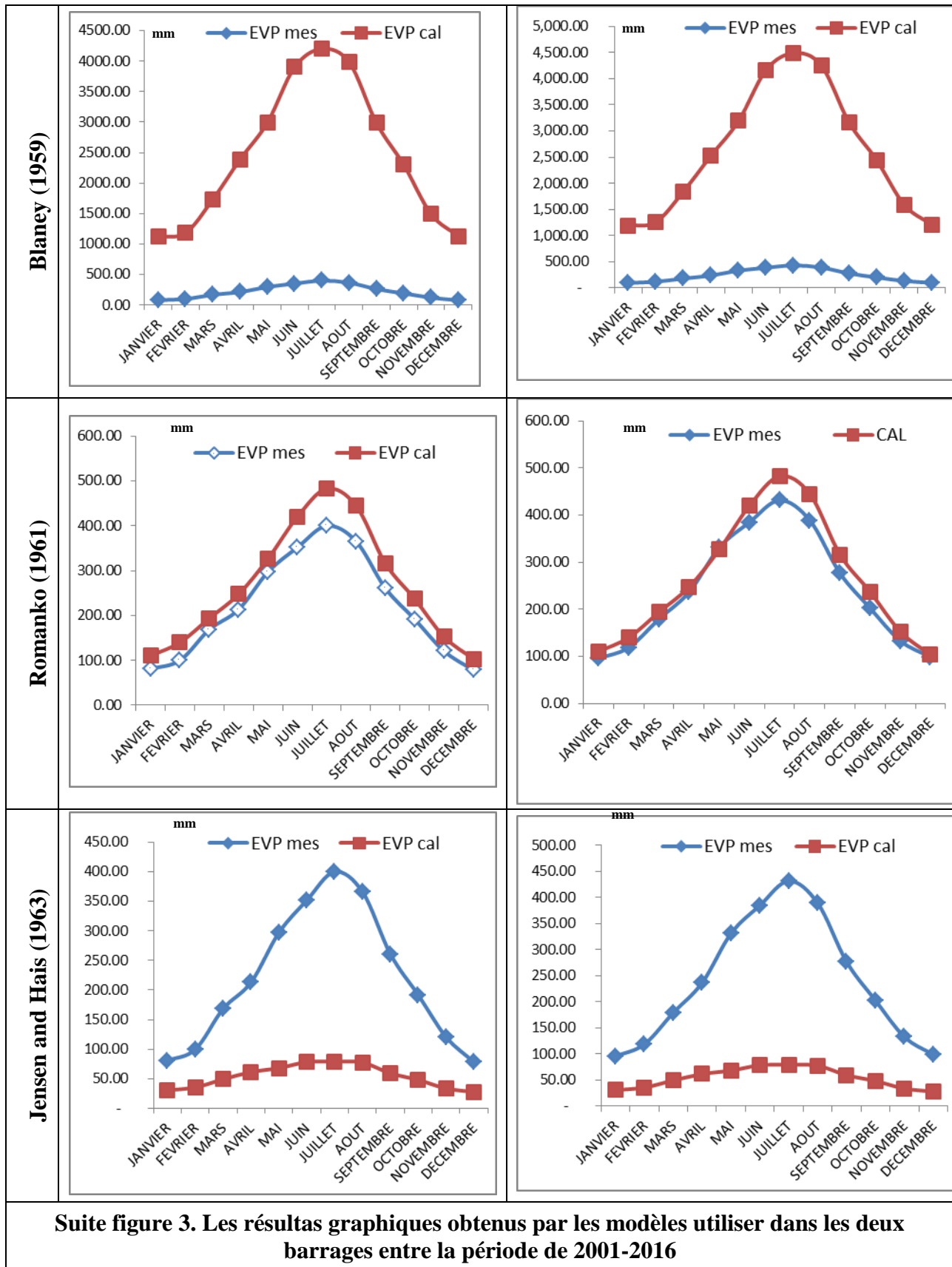


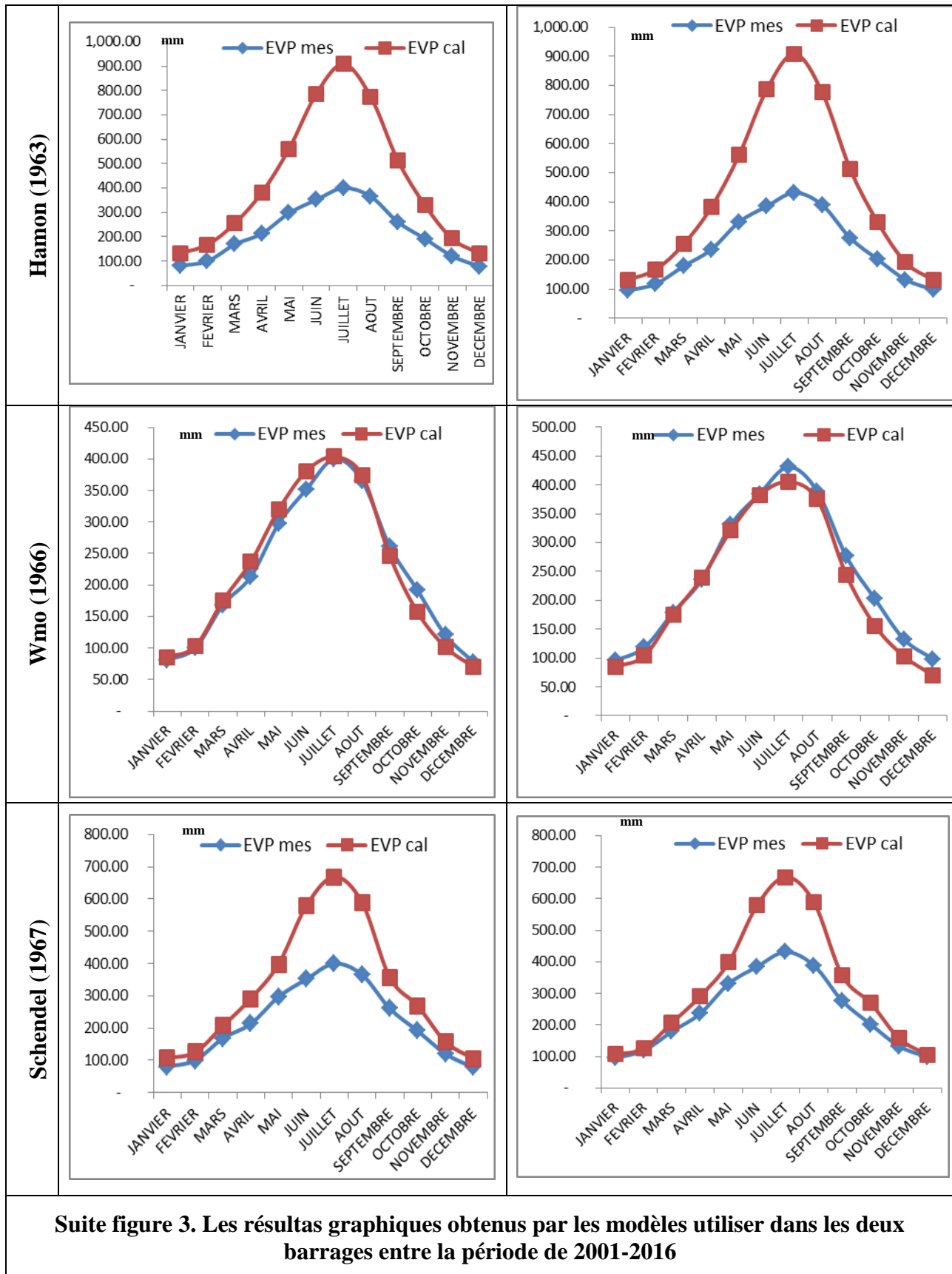
Figure 3. Les résultats graphiques obtenus par les modèles utiliser dans les deux barrages entre la période de 2001-2016

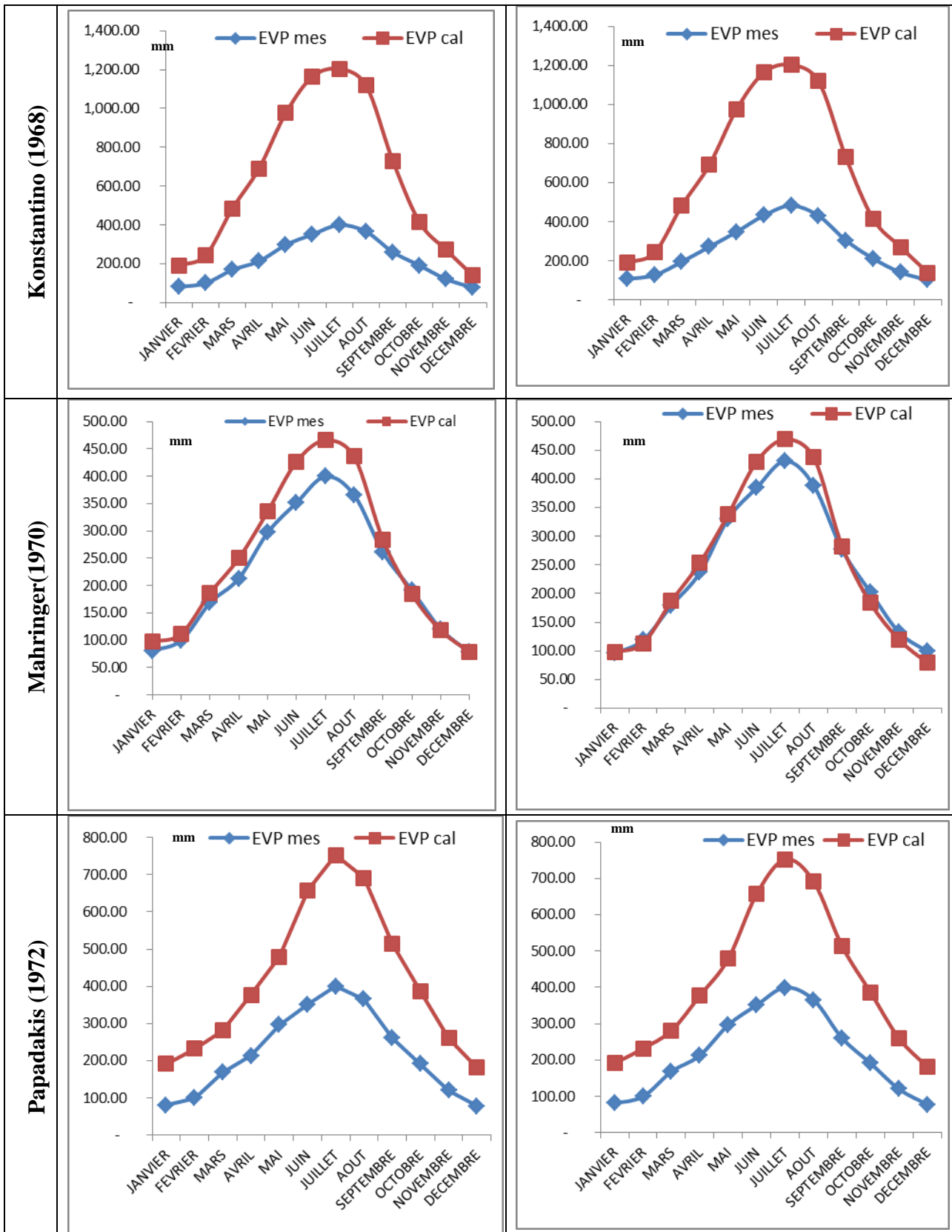




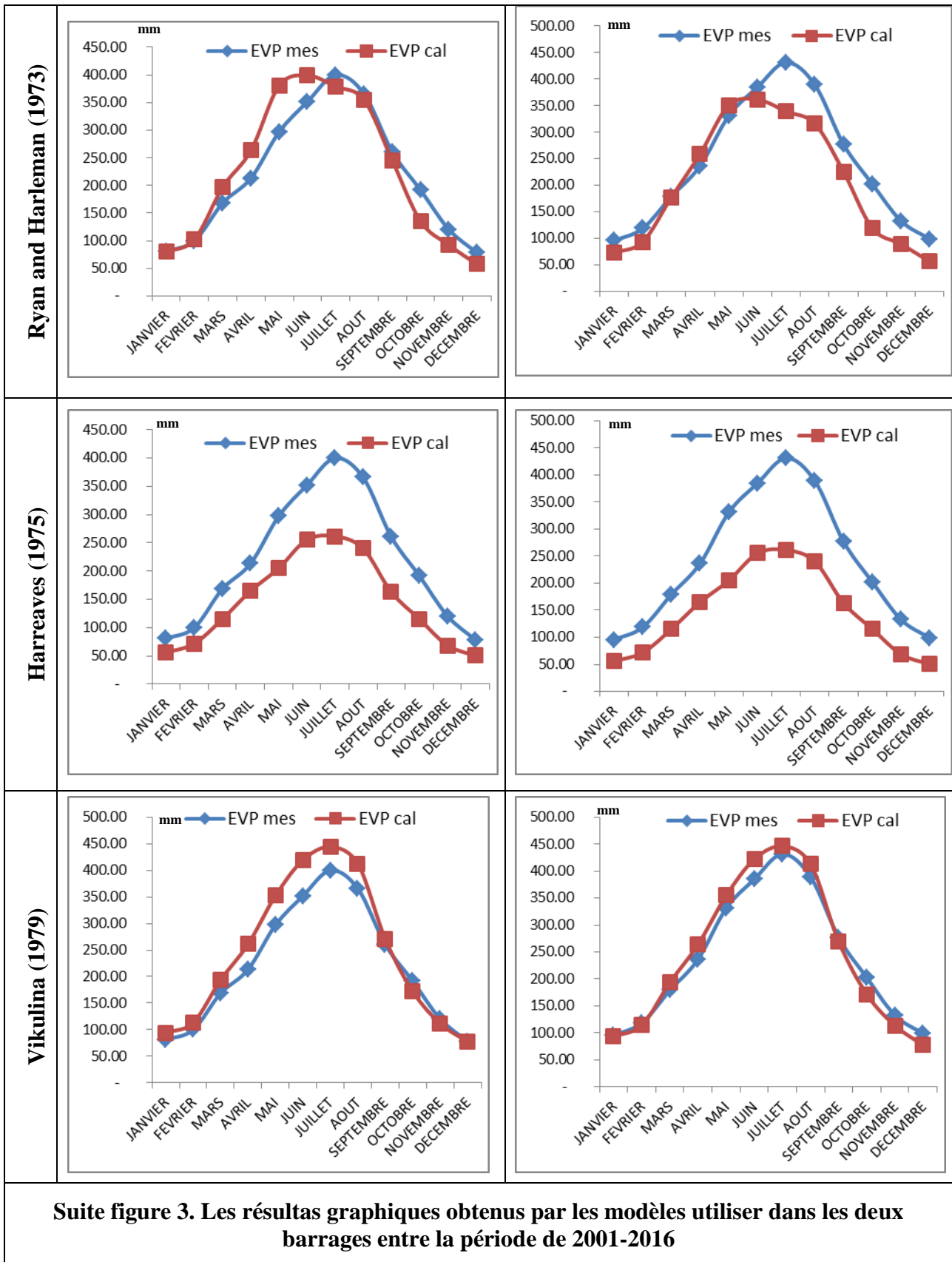
Suite figure 3. Les résultats graphiques obtenus par les modèles utiliser dans les deux barrages entre la période de 2001-2016

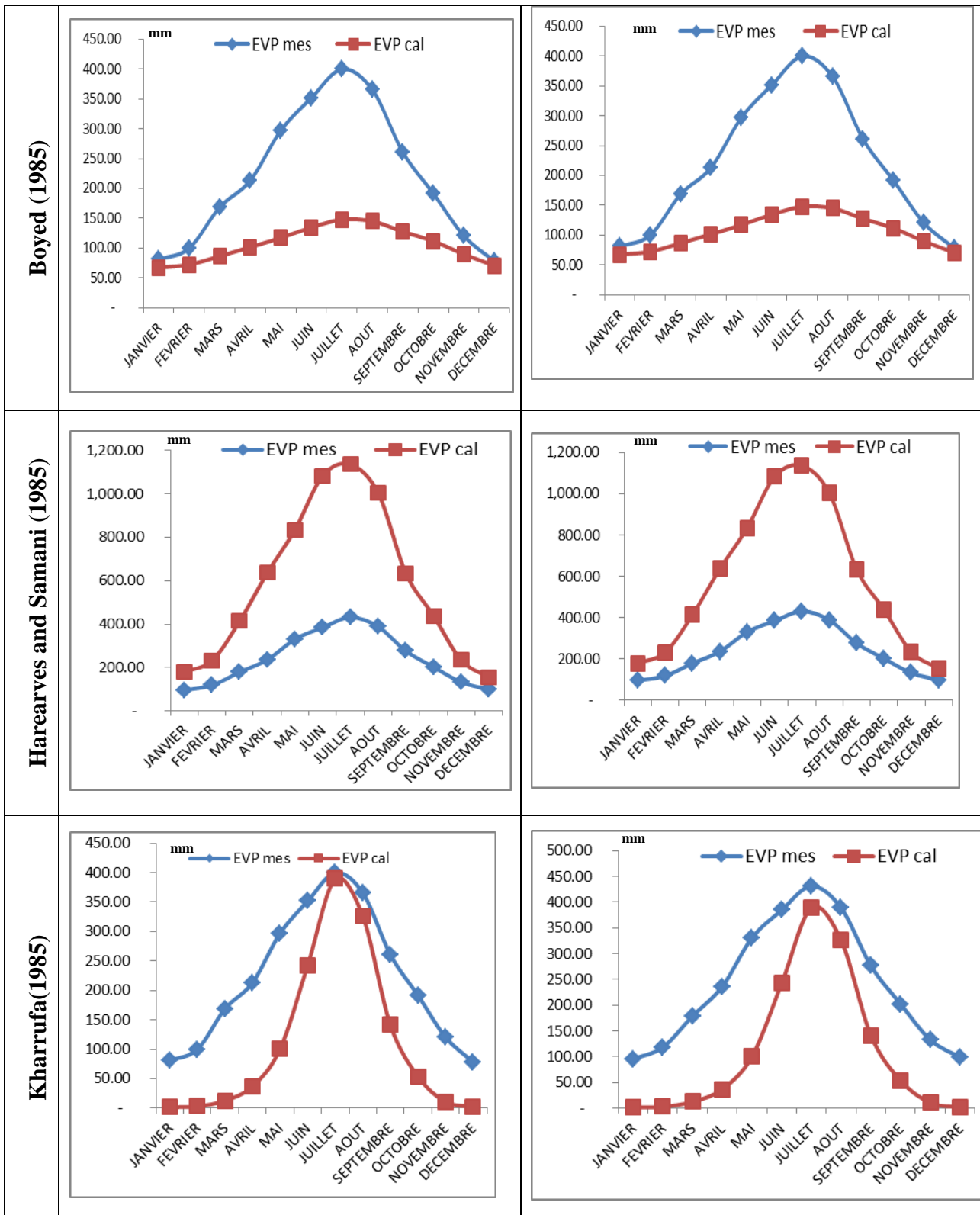




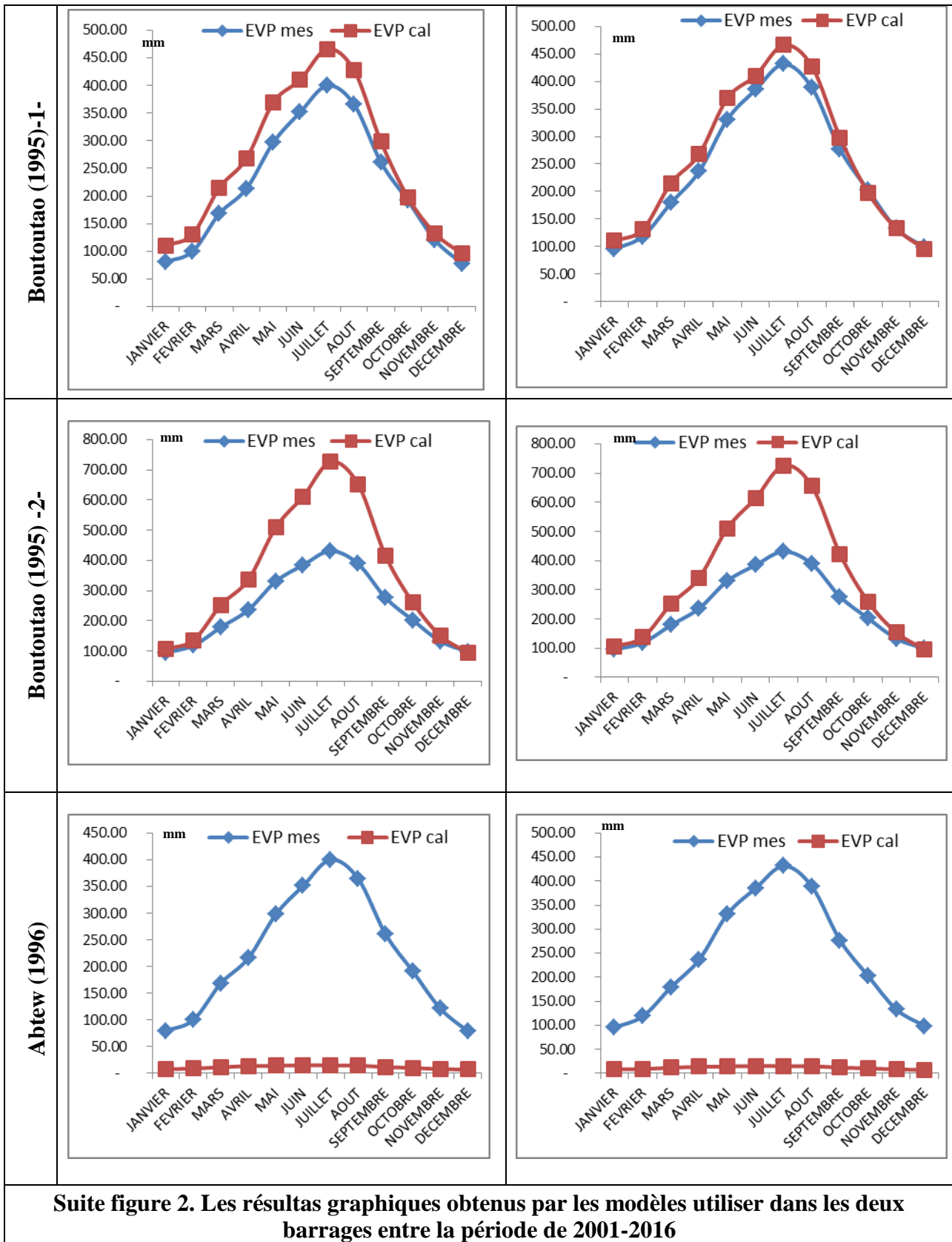


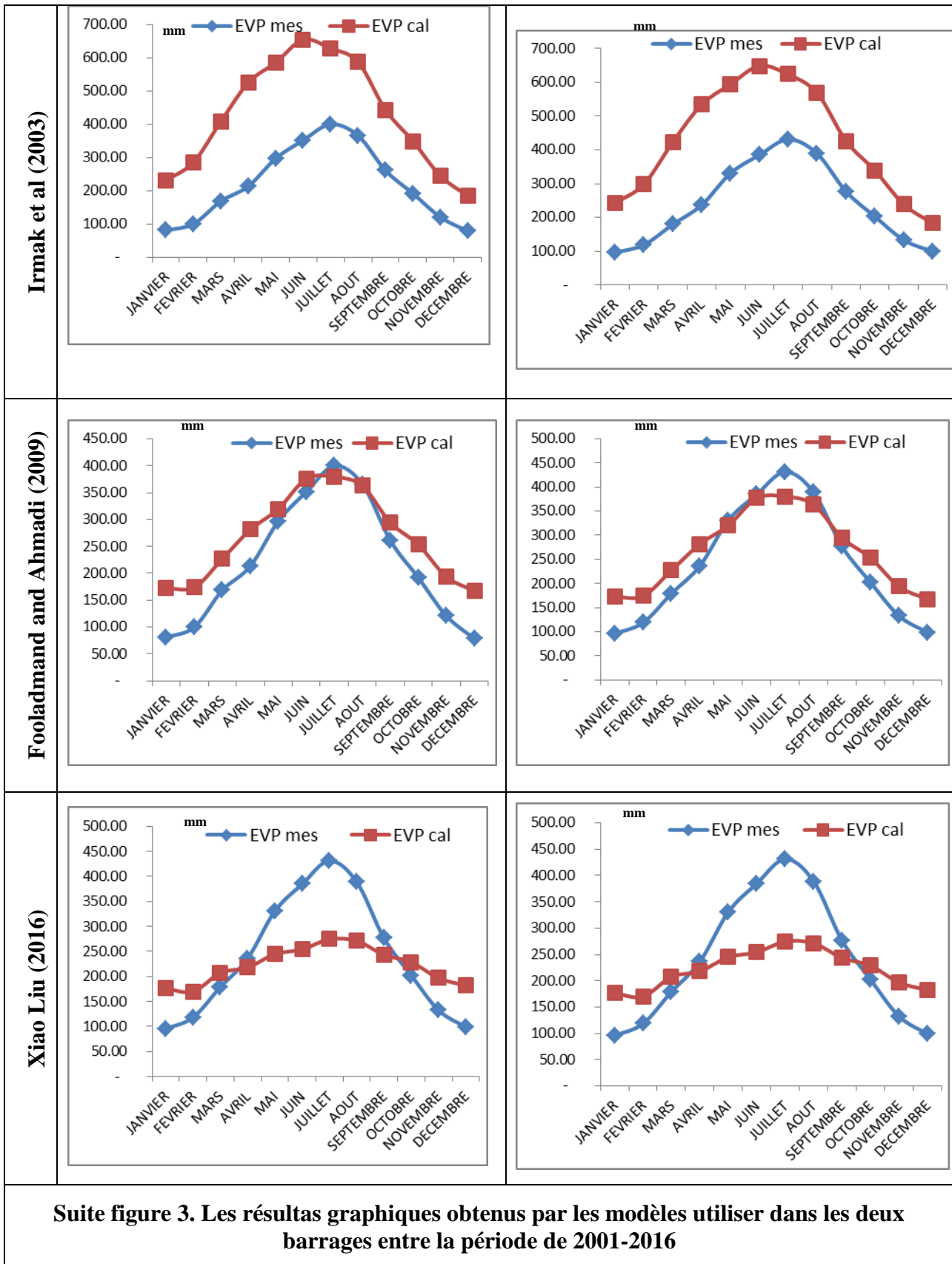
Suite figure 3. Les résultats graphiques obtenus par les modèles utiliser dans les deux barrages entre la période de 2001-2016





Suite figure 3. Les résultats graphiques obtenus par les modèles utiliser dans les deux barrages entre la période de 2001-2016



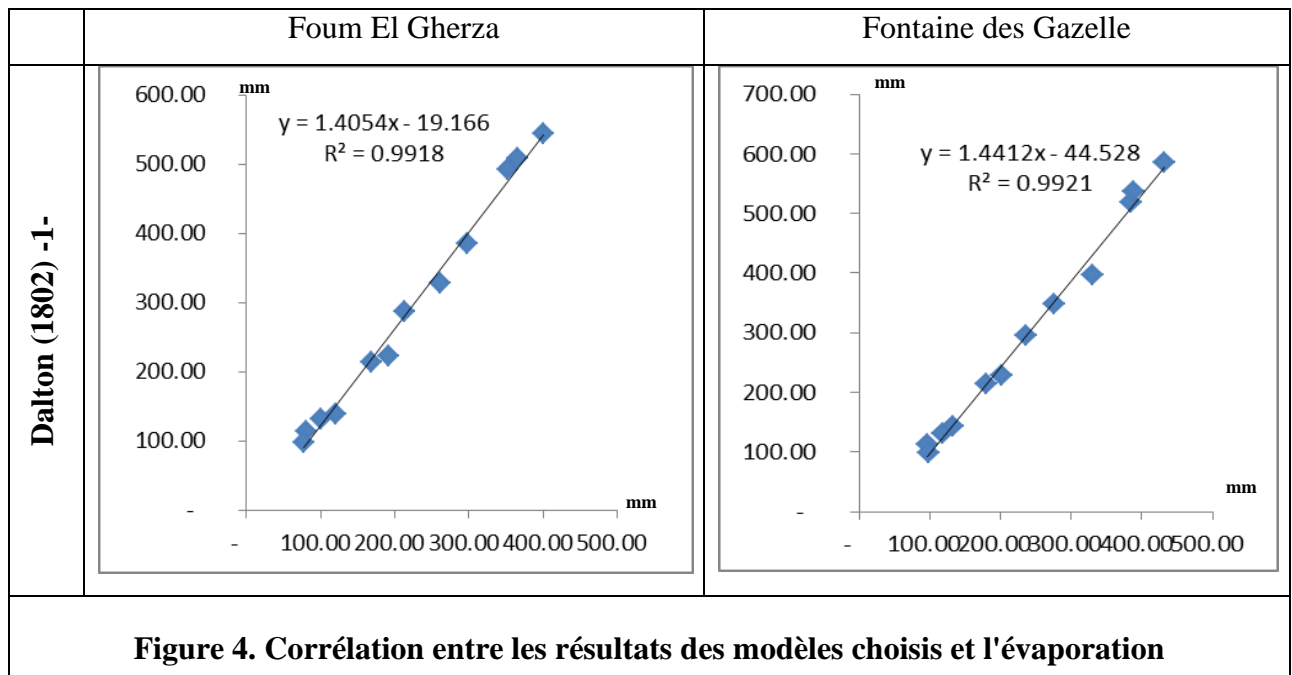


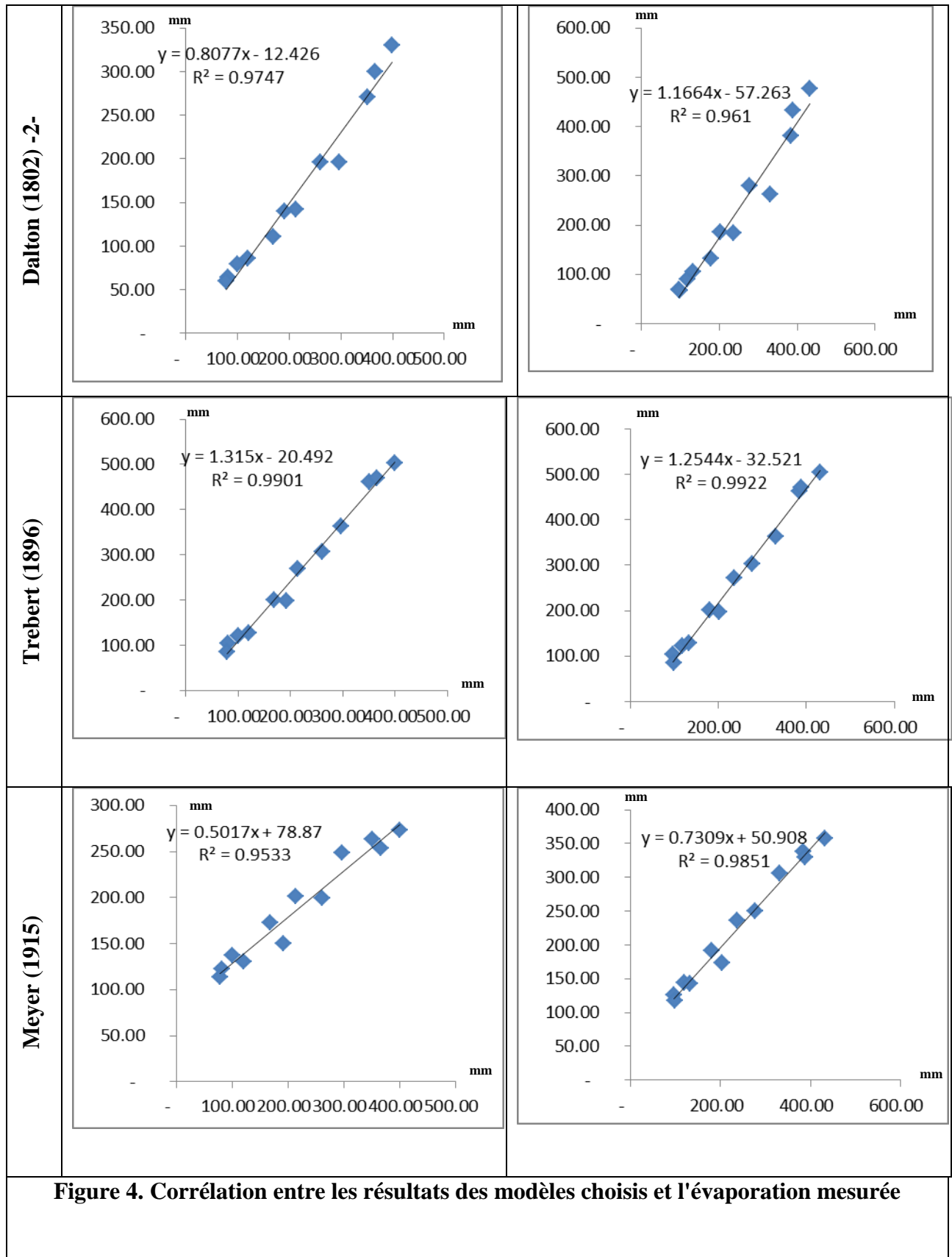
Les 30 modèles choisis ne ne sont pas toutes applicables sauf les modèles de Dalton (1802)-1-,Dalton (1802)-2-, Trebert (1896),Meyer (1915), Meyer (1926),Romanko (1961) Wmo, (1966) Mahringer(1970) , Vikulina (1979) et Boutoutao (1995)-2-

Après les estimations par les modèles choisis, nous constatons clairement leur efficacité ou non graphiquement. On a conclu que dix modèles sont bons selon le coefficient de corrélation, le critère de Nash et le coefficient RSR pour les deux barrages. Les modèles sont :

- 1- Dalton (1802)-1-
- 2- Dalton (1802)-2-
- 3- Trebert (1896)
- 4- Meyer (1915)
- 5- Meyer (1926)
- 6- Romanko (1961)
- 7- Wmo (1966)
- 8- Mahringer(1970)
- 9- Vikulina (1979)
- 10- Boutoutao (1995)-2-

Les tableaux du calcul des graphes de dix modèles et l'évaporation de bac (voir l'annexe)





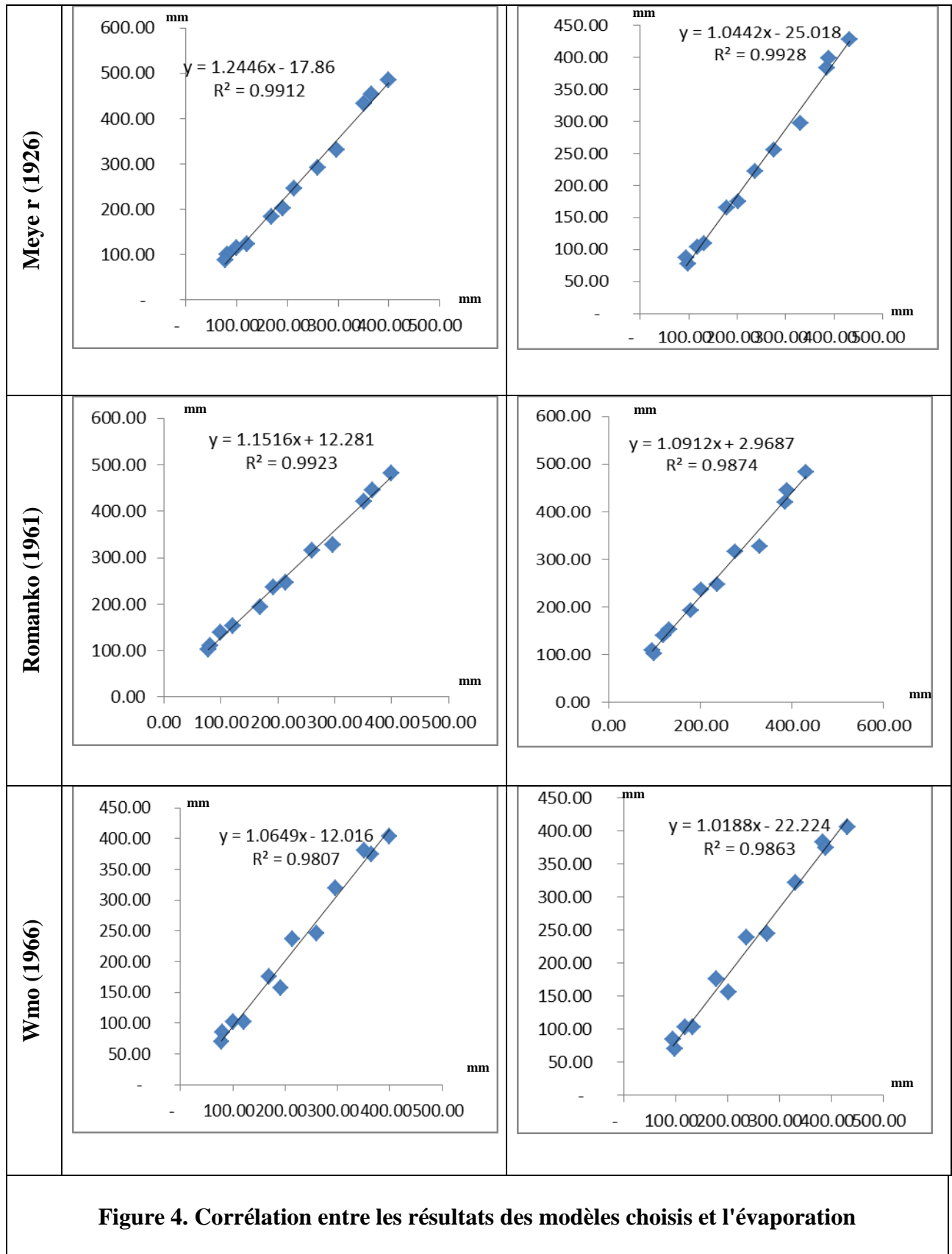
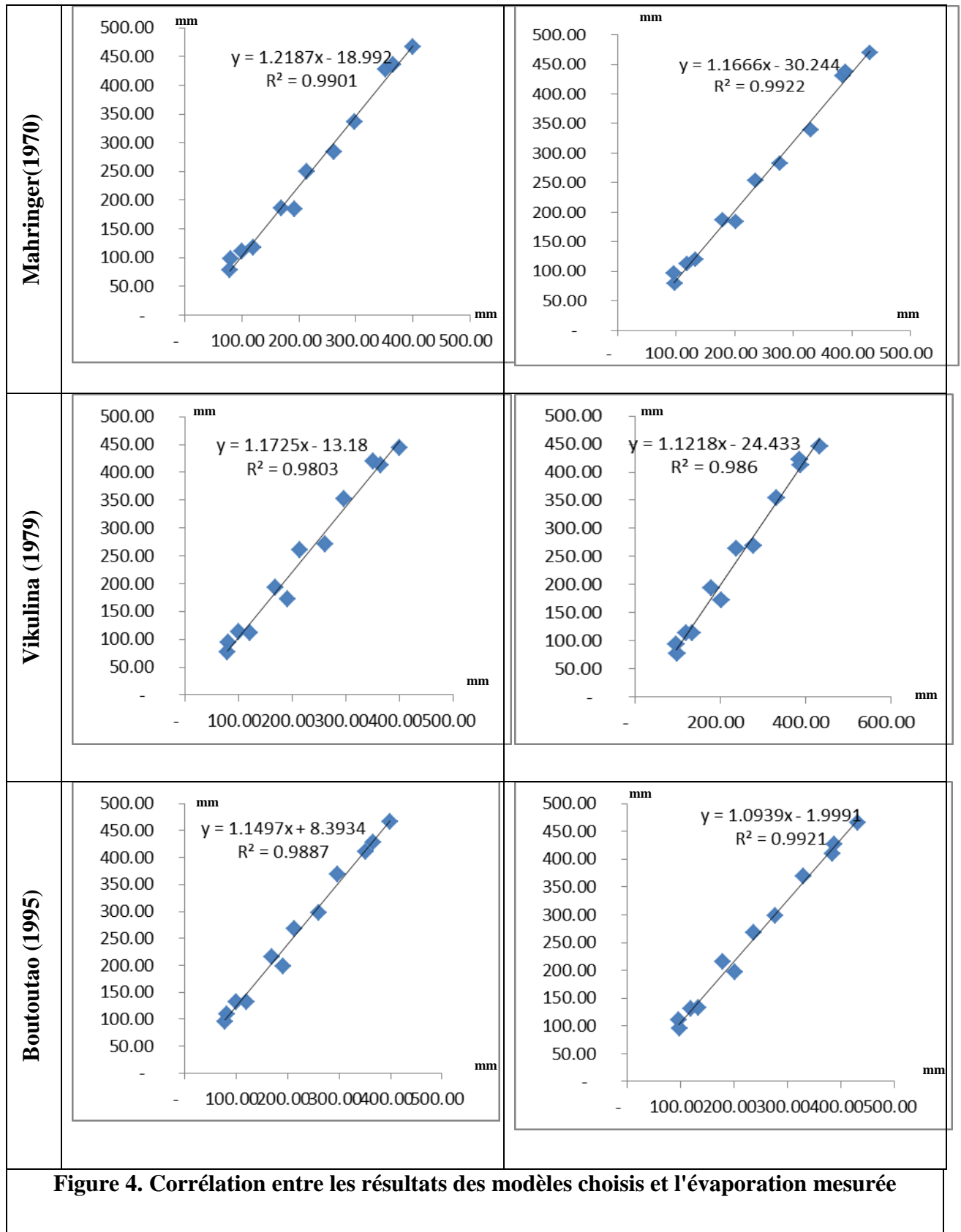


Figure 4. Corrélation entre les résultats des modèles choisis et l'évaporation



la coefficient de corrélation de dix modèles choisis dans l'intervalle 0.95 a 0.99 sont admis able .

Les résultats de critère de Nash et coefficient RSR sont donnés par les tableaux ci-dessous

Tableau II.2: Modèle de Dalton (1802)-1-
Barrage Foug el- Gherza

	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Nash	0.9852	0.9573	0.8807	0.8877	0.8852	0.9468	0.9695	0.9674	0.9390	0.9272	0.9147	0.9446
RSR	0.1215	0.2066	0.3454	0.3350	0.3388	0.2307	0.1746	0.1805	0.2470	0.2699	0.2921	0.2353

Barrage Fontaine des Gazelles

	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Nash	0.9870	0.9886	0.9602	0.9366	0.9612	0.8798	0.8736	0.8534	0.9313	0.9823	0.9946	0.9999
RSR	0.1142	0.1065	0.1994	0.2519	0.1971	0.3466	0.3556	0.3829	0.2621	0.1330	0.0733	0.0015

Tableau II.3:Modèle de Dalton (1802)-2-

Barrage Foug el- Gherza

	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Nash	0.9463	0.8992	0.9285	0.8827	0.9112	0.8419	0.8683	0.8480	0.9320	0.9730	0.9773	0.9348
RSR	0.2318	0.3174	0.2675	0.3425	0.2979	0.3976	0.3629	0.3899	0.2607	0.1642	0.1507	0.2554

Barrage Fontaine des Gazelles

	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Nash	0.9666	0.9410	0.9336	0.9507	0.9582	0.9999	0.9892	0.9870	0.9998	0.9928	0.9571	0.8984
RSR	0.1828	0.2429	0.2577	0.2219	0.2045	0.0097	0.1040	0.1141	0.0124	0.0846	0.2070	0.3187

Tableau II.4:Modèle de Trabert (1896)

Barrage Foug el- Gherza

	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Nash	0.9695	0.9584	0.9634	0.9295	0.9519	0.9041	0.9332	0.9176	0.9702	0.9985	0.9967	0.9922
RSR	0.1747	0.2040	0.1912	0.2655	0.2193	0.3096	0.2584	0.2870	0.1727	0.0381	0.0576	0.0886

Barrage Fontaine des Gazelles

	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Nash	0.9960	0.9994	0.9853	0.9765	0.9900	0.9587	0.9712	0.9555	0.9902	0.9994	0.9992	0.9799
RSR	0.0633	0.0254	0.1214	0.1534	0.0999	0.2031	0.1698	0.2110	0.0991	0.0253	0.0279	0.1416

Tableau II.5: Modèle de Meyer (1915)

Barrage Foug el- Gherza

	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Nash	0.9094	0.8629	0.9993	0.9967	0.9728	0.9370	0.8996	0.9052	0.9453	0.9538	0.9940	0.7898
RSR	0.3009	0.3702	0.0264	0.0578	0.1649	0.2511	0.3168	0.3079	0.2339	0.2150	0.0776	0.4584

Barrage Fontaine des Gazelles

	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Nash	0.9569	0.9541	0.9956	0.9999	0.9946	0.9852	0.9710	0.9771	0.9913	0.9803	0.9948	0.9655
RSR	0.2075	0.2143	0.0660	0.0016	0.0735	0.1217	0.1704	0.1514	0.0933	0.1403	0.0720	0.1856

Tableau II.6: Modèle de Meyer (1926)

Barrage Foug el- Gherza

	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Nash	0.9809	0.9757	0.9913	0.9756	0.9864	0.9474	0.9538	0.9421	0.9855	0.9971	0.9991	0.9834
RSR	0.1381	0.1559	0.0934	0.1561	0.1168	0.2293	0.2150	0.2407	0.1205	0.0538	0.0294	0.1288

Barrage Fontaine des Gazelles

	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Nash	0.9971	0.9831	0.9934	0.9965	0.9900	0.9999	0.9999	0.9994	0.9942	0.9819	0.9699	0.9524
RSR	0.0540	0.1302	0.0811	0.0590	0.1001	0.0025	0.0090	0.0241	0.0762	0.1345	0.1734	0.2182

Tableau II.7: Modèle de Romanko (1961)

Barrage Foum el- Gherza

	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Nash	0.955	0.840	0.978	0.974	0.990	0.962	0.957	0.953	0.955	0.944	0.930	0.898
RSR	0.213	0.399	0.149	0.160	0.099	0.194	0.207	0.217	0.212	0.236	0.264	0.319

Barrage Fontaine des Gazelles

	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Nash	0.98957	0.96789	0.99337	0.99785	0.99983	0.99167	0.98591	0.97918	0.97954	0.97082	0.97786	0.9980
RSR	0.10213	0.17919	0.08144	0.04636	0.01309	0.09124	0.11871	0.14431	0.14305	0.17084	0.14879	0.04380

Tableau II.8: Modèle de Wmo (1966)

Barrage Foum el- Gherza

	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Nash	0.9988	0.9992	0.9982	0.9880	0.9943	0.9932	0.9999	0.9994	0.9968	0.9667	0.9752	0.9906
RSR	0.0342	0.0284	0.0422	0.1095	0.0755	0.0824	0.0099	0.0252	0.0563	0.1824	0.1575	0.0971

Barrage Fontaine des Gazelles

	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Nash	0.9948	0.9845	0.9996	0.9998	0.9992	0.9999	0.9964	0.9988	0.9865	0.9474	0.9505	0.9186
RSR	0.0724	0.1246	0.0193	0.0126	0.0280	0.0047	0.0602	0.0350	0.1162	0.2294	0.2224	0.2852

Tableau II.9: Modèle de Mahringer(1970)

Barrage Foum el- Gherza

	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Nash	0.9858	0.9866	0.9892	0.9701	0.9831	0.9543	0.9724	0.9628	0.9925	0.9986	0.9996	0.9999
RSR	0.1191	0.1158	0.1040	0.1728	0.1300	0.2137	0.1663	0.1928	0.0868	0.0379	0.0198	0.0089

Barrage Fontaine des Gazelles

	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Nash	0.9998	0.9979	0.9982	0.9947	0.9995	0.9859	0.9923	0.9841	0.9995	0.9913	0.9908	0.9593
RSR	0.0124	0.0464	0.0429	0.0727	0.0228	0.1189	0.0879	0.1262	0.0221	0.0935	0.0960	0.2017

Tableau II.10: Modèle de Vikulina (1979)

Barrage Foug el- Gherza

	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Nash	0.9906	0.9823	0.9778	0.9501	0.9654	0.9631	0.9876	0.9836	0.9985	0.9898	0.9947	0.9999
RSR	0.0968	0.1329	0.1490	0.2233	0.1859	0.1922	0.1115	0.1282	0.0388	0.1012	0.0729	0.0069

Barrage Fontaine des Gazelles

	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Nash	0.9998	0.9987	0.9934	0.9864	0.9948	0.9907	0.9988	0.9962	0.9993	0.9767	0.9792	0.9543
RSR	0.0127	0.0356	0.0812	0.1166	0.0718	0.0962	0.0343	0.0620	0.0272	0.1528	0.1443	0,2138

Tableau II.11: Modèle de Boutoutao (1995)-2-

Barrage Foug el- Gherza

	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Nash	0.955	0.902	0.923	0.935	0.941	0.972	0.972	0.971	0.980	0.999	0.990	0.949
RSR	0.212	0.313	0.277	0.256	0.244	0.167	0.166	0.169	0.143	0.031	0.099	0.227

Barrage Fontaine des Gazelles

	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Nash	0.9860	0.9886	0.9595	0.9824	0.9863	0.9956	0.9935	0.9901	0.9940	0.9994	0.9999	0.9991
RSR	0.1183	0.1066	0.2013	0.1327	0.1170	0.0667	0.0806	0.0995	0.0777	0.0235	0.0013	0.0296

Les résultats de critère Nash et RSR vérifiés dans les dix modèles.

II.3. CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous sommes concentrés sur le choix des bons modèles d'estimation de l'évaporation pour les deux barrages. Trente modèles ont été choisis et les résultats graphiques et statistiques montrent que seulement dix sont bons.

Les dix modèles choisis qui sont :

- 1- Dalton (1802)-1-
- 2- Dalton (1802)-2-
- 3- Trebert (1896)
- 4- Meyer (1915)
- 5- Meyer (1926)
- 6- Romanko (1961)
- 7- Wmo (1966)
- 8- Mahringer(1970)
- 9- Vikulina (1979)
- 10- Boutoutao (1995)-2-

Ils présentent une très bonne corrélation et le critère de Nash proche de 1 et le coefficient RSR est considéré comme favorable puisqu'il est inférieur à 0,5.

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



III

III.1. Introduction

Nous allons dans ce chapitre proposé un modèle numérique unique et adéquat afin d'estimer l'évaporation des deux Barrages Foum el Gherza et Fontaine des Gazelles tout en utilisant des données climatologiques disponibles (Température, Humidité relative, vitesse de vent....). 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.

III.1.1. Nouveau modèle d'estimation de l'évaporation :

III.1.1.1. 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 E moy, E max, E min et Ecart-type (a vérifier).
2. Une corrélation d'ordre moyenne entre l'évaporation et les modèles choisis. (a vérifier).
3. Le meilleure modèle qui conduit à une très bonne corrélation est Vikulina et Romanko selon les tests de Cp de Mallows, AIC de Akaike, PC d'Amemiya et SBC de Schwarz.

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

Tableau III 1: le coefficient d'ajustement ou de corrélation

Coefficients d'ajustement (EVP(mm))	
Observations	24,00
Somme des poids	24,00
DDL	21,00
R ²	0.987
R ² ajusté	0.986
MCE	185.14
RMCE	13.606
MAPE	
DW	0.275
Cp	2.052
AIC	128.099
SBC	131.633
PC	0.015

Tableau III 2: Matrice de corrélation des modelés choisis

Variables	Dalton	Romanko	Trabert	WMO	Meyer1915	Meyer 1926	Vikulina	Mahrirger	EVP(mm)
Dalton	1.000	0.996	0.983	0.964	0.983	0.990	0.963	0.983	0.977
Romanko	0.996	1.000	0.991	0.978	0.992	0.995	0.977	0.991	0.989
Trabert	0.983	0.991	1.000	0.996	0.999	0.999	0.996	1.000	0.992
Wmo	0.964	0.978	0.996	1.000	0.996	0.991	1.000	0.996	0.988
Meyer1915	0.983	0.992	0.999	0.996	1.000	0.998	0.996	0.999	0.992
Meyer1926	0.990	0.995	0.999	0.991	0.998	1.000	0.991	0.999	0.991
Vikulina	0.963	0.977	0.996	1.000	0.996	0.991	1.000	0.996	0.987
Mahrirger	0.983	0.991	1.000	0.996	0.999	0.999	0.996	1.000	0.992
EVP(mm)	0.977	0.989	0.992	0.988	0.992	0.991	0.987	0.992	1.000

Tableau III.3 : Analyse de la variance (EVP(mm))

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	2	305867.618	152933.809	826.162	< 0,0001
Erreur	21	3887.386	185.114		
Total corrigé	23	309755.004			

Tableau III.4 : Paramètre de modèle EVP

Source	Valeur	Erreur standard	t	Pr > t	Borne inférieure (98%)	Borne supérieure (98%)
Constante	6.466	6.595	0.980	0.338	-10.139	23.071
Dalton	0.000	0.000				
Romanko	0.465	0.102	4.567	0.000168	0.209	0.721
Trabert	0.000	0.000				
WMO	0.000	0.000				
MEYER1915	0.000	0.000				
Meyer1926	0.000	0.000				
Vikulina	0.409	0.100	4.108	0.001	0.158	0.660
MAHRIRGER	0.000	0.000				

Equation du modèle numérique peut exprimer comme suit :

$$Z = ax + by + c$$

x: Romanko

y: Vikulina

$$\text{EVP (mm)} = 0.0008 * 25 * T_{\text{moy}} * (100 - Hr) + (1.72 * (1 + 0.74 * V) * (ES_{\text{eau}} - ES_{\text{air}}) * 10) + 6.47 \quad (1)$$

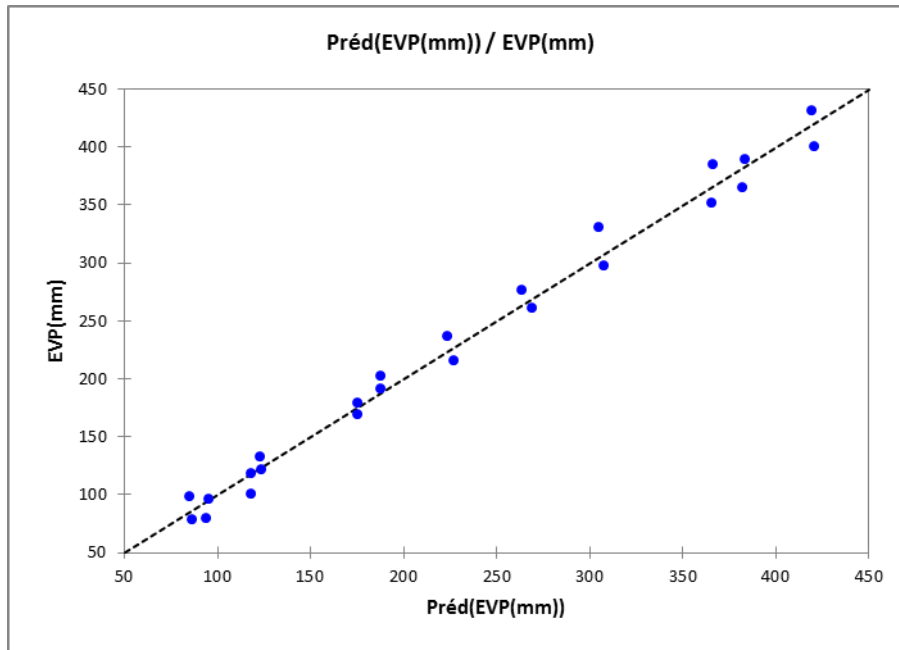


Figure III. 1 : Présentation graphique de l'ajustement du modèle avec les données mesurées de l'évaporation.

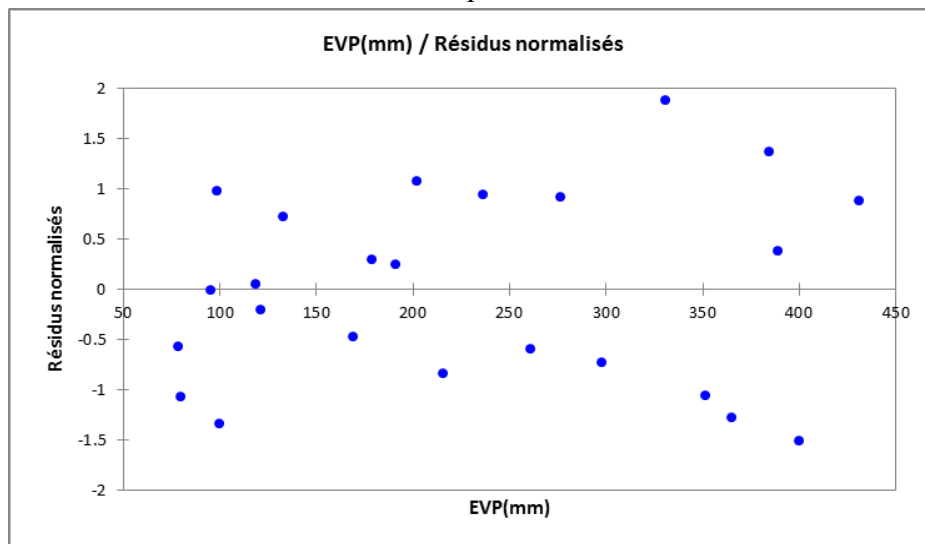


Figure III. 2 : Présentation spatiale des l'évaporation calculée par le modèle et celui mesurées sur terrain

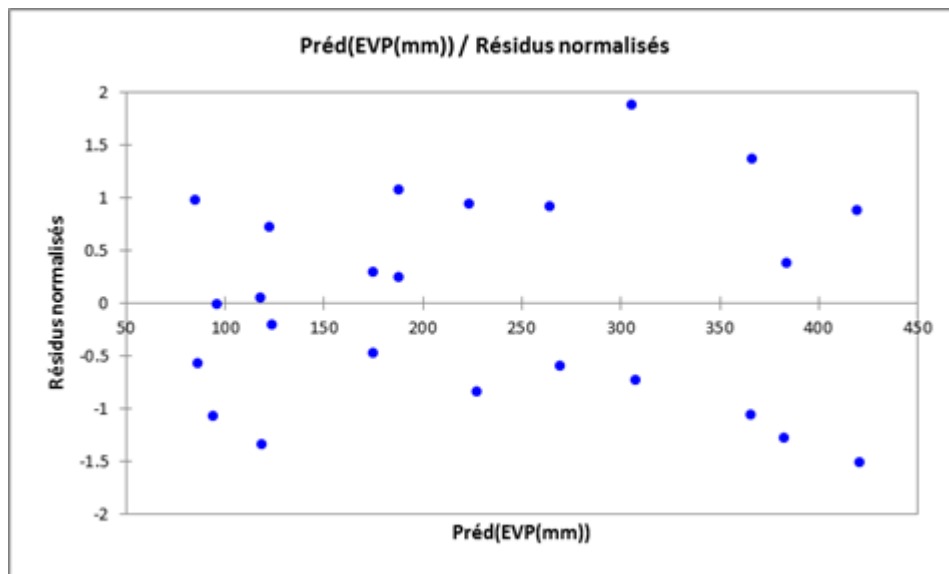


Figure III. 3 : Présentation spatiale des l'évaporation calculée par le modèle et celui mesurées sur terrain

Tableau III.5: Prédications et résidus (EVPcalculée(mm))

Observation	Poids	EVP(mm)	Préd (EVP(mm))	Résidu	Résidu std.	Résidus studentisés	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	79.770	94.377	-14.607	-1.074	-1.134	4.386	83.334	105.420	14.295	58.387	130.367
Obs2	1	100.250	118.491	-18.241	-1.341	-1.399	3.894	108.687	128.295	14.152	82.861	154.121
Obs3	1	168.820	175.278	-6.458	-0.475	-0.495	3.858	165.566	184.991	14.142	139.674	210.883
Obs4	1	215.790	227.215	-11.425	-0.840	-0.887	4.403	216.131	238.299	14.300	191.212	263.218
Obs5	1	297.610	307.601	-9.991	-0.734	-0.859	7.051	289.849	325.354	15.324	269.020	346.182
Obs6	1	351.590	365.967	-14.377	-1.057	-1.116	4.378	354.945	376.989	14.293	329.983	401.951
Obs7	1	400.290	420.894	-20.604	-1.514	-1.658	5.533	406.963	434.825	14.688	383.915	457.873
Obs8	1	364.940	382.385	-17.445	-1.282	-1.390	5.256	369.151	395.619	14.586	345.663	419.107
Obs9	1	261.040	269.220	-8.180	-0.601	-0.637	4.498	257.895	280.544	14.330	233.142	305.297
Obs10	1	190.950	187.610	3.340	0.246	0.265	5.176	174.579	200.640	14.557	150.961	224.258
Obs11	1	121.310	124.074	-2.764	-0.203	-0.213	4.042	113.898	134.250	14.193	88.340	159.808
Obs12	1	78.690	86.510	-7.820	-0.575	-0.609	4.494	75.196	97.823	14.329	50.435	122.584
Obs13	1	95.560	95.761	-0.201	-0.015	-0.016	4.366	84.771	106.752	14.289	59.787	131.736
Obs14	1	118.590	117.907	0.683	0.050	0.052	3.906	108.073	127.740	14.155	82.269	153.544
Obs15	1	179.150	175.190	3.960	0.291	0.304	3.978	165.176	185.205	14.175	139.502	210.879
Obs16	1	236.380	223.635	12.745	0.937	0.980	4.001	213.562	233.708	14.182	187.930	259.340
Obs17	1	330.820	305.320	25.500	1.874	2.172	6.880	287.998	322.642	15.246	266.935	343.705
Obs18	1	384.750	366.153	18.597	1.367	1.443	4.370	355.151	377.156	14.290	330.175	402.131
Obs19	1	431.350	419.441	11.909	0.875	0.960	5.577	405.400	433.483	14.704	382.421	456.462
Obs20	1	388.830	383.740	5.090	0.374	0.404	5.125	370.836	396.644	14.539	347.136	420.345
Obs21	1	276.540	264.058	12.482	0.917	0.966	4.267	253.316	274.800	14.259	228.159	299.957
Obs22	1	202.330	187.676	14.654	1.077	1.179	5.526	173.763	201.589	14.685	150.704	224.648
Obs23	1	132.710	122.835	9.875	0.726	0.761	4.108	112.492	133.177	14.212	87.053	158.616
Obs24	1	98.610	85.331	13.279	0.976	1.035	4.519	73.955	96.707	14.336	49.237	121.425

III.1.2. 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 0.999 pour le barrage Foum el Gherza et 0.995 pour le barrage de Fontaine des Gazelles. Ce qui nous a permis de valider le modèle et de le comparer avec les valeurs de l'évaporation mesurée.

III.2. Résultats 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 0.987.

Selon le graphe de la figure 3, 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 III 6: Résultats numériques obtenus par le nouveau modèle proposée

Dans le barrage de Foug el- Gherza

Tableau n°1: Compte Rendu d'année 2001

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	11.70	13.30	21.3	21.5	26.4	32.8	36	34.3	30.2	26.9	16.5	11.2
H	56.20	41.50	32.20	31.10	31.80	23.30	23.20	28.6	40.90	42.50	55.10	63.30
v	5.11	5.33	6.64	6.36	7.47	5.53	6.06	5.19	5.67	4.31	5.11	3.61
es-ea	0.55	0.71	1.32	1.26	1.78	2.51	2.84	2.45	1.87	1.54	0.61	0.35
EVP mes	85.35	113.9	242.44	250.00	332.69	402	446	386	252.34	200.20	97.21	71.20
EVP cal	99.28	135.83	257.36	249.40	350.20	431.20	503.19	411.79	317.49	241.62	118.35	67.12

Tableau n°2 : Compte Rendu d'année 2002

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	10.70	14.80	19.4	21.9	26	31.6	34.4	33.4	29	23.1	17.1	13.9
H	56.00	40.00	34.30	32.60	27.50	24.90	26.00	28.90	34.60	43.50	53.10	56.10
v	3.47	4.25	6.44	6.67	7.89	3.39	3.44	4.61	4.22	2.89	5.42	4.58
es-ea	0.40	0.85	1.17	1.31	1.56	2.27	2.92	2.62	1.73	0.84	0.66	0.66
EVP mes	58.32	102.55	212.55	218.21	311.20	339.97	335.78	371.12	265.33	167.94	120.18	94.54
EVP cal	75.94	142.86	226.54	258.73	341.01	335.82	393.62	399.38	281.45	156.33	130.14	109.37

Tableau n°3 : Compte Rendu d'année 2003

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	12.10	12.20	16.7	21.6	27.5	32.7	36.7	34.8	29	24.5	17.4	12
H	60.80	50.10	42.70	36.90	33.10	28.40	21.40	26.00	39.10	52.50	56.90	60.50
v	5.83	5.17	2.86	6.08	5.58	2.86	2.92	3.00	3.92	3.94	3.92	5.22
es-ea	0.56	0.58	0.80	1.21	1.86	2.56	3.26	2.64	1.93	1.41	0.80	0.40
EVP mes	101.6	83.72	131.77	200.37	290.00	330.79	412.45	392.12	282.10	195.05	107.66	76.56
EVP cal	100.76	109.99	128.99	230.68	318.36	334.20	423.04	364.12	278.10	194.57	121.80	83.13

Tableau n°4 : Compte Rendu d'année 2004

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	12.70	15.00	17.6	19.8	23.1	30.3	33.4	34.7	28.5	24.6	15.5	12.5
H	55.10	45.80	46.50	44.60	41.50	31.60	27.70	30.60	35.80	41.30	58.90	66.30
v	4.86	3.39	4.86	5.97	5.36	3.11	2.78	3.61	3.39	2.94	3.44	4.22
es-ea	0.77	0.95	1.02	1.24	1.46	2.18	2.60	2.92	1.51	1.16	0.34	0.56
EVP mes	77.38	114.75	176.36	202.44	219.21	305.48	369.09	353.27	268.67	194.64	91.89	63.35
EVP cal	118.47	132.97	165.10	210.80	239.37	297.73	340.26	388.73	244.68	185.52	81.21	84.04

Tableau n°5: Compte Rendu d'année 2005

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	10.20	10.80	17.90	22.00	28.00	31.90	36.00	33.80	28.50	24.10	23.00	10.90
H	51.20	49.30	39.30	31.00	26.10	27.80	24.50	27.50	43.80	49.50	46.70	65.00
v	4.50	4.00	4.28	5.42	3.69	4.00	3.56	3.64	3.50	2.08	2.81	3.06
es-ea	0.49	0.41	0.98	1.27	1.78	2.64	3.09	2.64	1.81	1.36	1.33	0.31
EVP mes	72.19	71.01	130.10	206.64	326.32	338.75	413.44	370.01	236.36	177.58	130.40	67.36
EVP cal	91.7	86.3	166.3	238.0	287.2	373.2	424.3	374.5	247.1	163.5	175.0	60.1

Tableau n°6 : Compte Rendu d'année 2006

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	10.00	12.20	17.80	23.40	28.60	31.80	34.50	33.90	27.40	24.80	17.10	13.10
H	59.00	59.80	42.20	34.60	32.80	23.80	27.10	28.30	40.00	40.00	57.70	64.40
v	4.22	4.22	5.67	5.17	4.44	5.33	4.25	3.97	4.19	3.56	3.08	3.86
es-ea	0.42	0.53	1.08	1.31	2.13	2.56	2.95	2.71	1.40	1.40	1.00	0.76
EVP mes	97.12	79.50	184.31	255.83	314.41	398.00	404.27	371.08	253.98	227.89	108.49	64.83
EVP cal	76.49	88.28	187.30	237.36	317.93	421.11	423.13	388.84	237.31	213.23	123.01	98.19

Tableau n°7 : Compte Rendu d'année 2007

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	12.30	15.60	16.5	20.5	26.6	33.1	33.7	34.4	29.1	24	15.9	12.7
H	55.40	47.90	40.70	47.70	31.10	22.50	25.40	26.80	41.20	42.40	44.40	47.20
v	2.83	5.47	6.22	4.94	6.11	5.17	3.64	3.97	4.28	5.11	4.61	5.19
es-ea	0.66	0.93	0.95	1.34	1.78	2.66	2.66	2.64	1.75	0.94	0.64	0.49
EVP mes	74.43	111.83	171.63	187.74	307.29	388.82	396.98	365.60	244.58	211.78	142.57	96.79
EVP cal	91.26	155.74	179.68	200.70	322.05	436.81	380.96	391.72	269.82	194.38	129.65	107.35

Tableau n°8 : Compte Rendu d'année 2008

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	12.10	13.90	17.8	22.6	26.6	30.8	36.2	34.4	29.6	22.5	15.3	10.9
H	50.80	45.00	37.40	29.30	31.80	28.60	23.80	29.70	38.70	59.80	58.70	69.60
v	2.94	2.58	5.44	5.56	6.97	4.44	4.58	3.67	3.89	3.31	4.08	3.39
es-ea	0.43	0.77	0.98	1.43	1.84	2.38	3.18	2.84	1.62	1.18	0.75	0.37
EVP mes	82.15	104.66	188.45	257.56	309.12	338.49	418.24	339.84	278.40	140.04	115.79	53.05
EVP cal	83.96	111.72	183.32	260.41	346.51	359.85	475.21	386.46	260.55	148.79	112.04	60.40

Tableau n°9 : Compte Rendu d'année 2009

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	12.00	12.10	16.2	18.7	26.3	32.1	36	34.8	27.1	23	16.9	13.2
H	66.30	50.90	45.90	41.90	30.70	24.70	24.00	26.00	50.50	44.90	45.90	60.20
v	4.56	4.56	4.19	5.64	4.03	3.75	2.97	3.42	3.39	2.14	3.42	2.86
es-ea	0.55	0.49	0.76	0.70	1.80	2.30	3.05	2.59	1.53	1.25	0.67	0.76
EVP mes	53.17	82.43	119.43	150.22	249.32	362.12	424.56	392.84	211.24	174.72	118.74	75.93
EVP cal	85.07	97.41	133.57	157.50	275.74	352.00	400.75	375.17	205.98	163.53	122.87	93.42

Tableau n°10 : Compte Rendu d'année 2010

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	12.60	14.60	18.30	22.10	24.40	31.10	35.20	34.40	28.70	22.50	16.60	12.40
H	55.70	52.10	44.40	46.30	33.90	32.50	26.60	32.00	39.50	43.90	57.90	48.60
v	4.21	4.57	2.75	4.06	5.42	4.72	2.97	3.00	2.92	3.50	3.72	3.33
es-ea	0.62	0.84	0.97	1.11	1.23	2.16	2.92	2.65	1.68	1.08	0.65	0.53
EVP mes	83.42	96.28	171.68	189.36	264.24	353.30	412.33	358.99	256.81	193.74	119.25	101.52
EVP cal	100.47	130.06	140.53	178.10	241.88	343.54	380.22	345.11	237.03	174.56	107.01	95.36

Tableau n°11: Compte Rendu d'année 2011

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	12.10	13.20	16.00	22.10	24.90	29.80	34.70	34.10	30.30	22.40	17.40	13.40
H	55.30	47.30	50.90	46.10	42.90	35.50	27.10	31.20	37.10	47.80	55.40	55.30
v	2.64	5.22	4.36	3.97	3.72	3.17	3.67	3.19	3.22	2.61	3.42	3.50
es-ea	0.68	0.84	0.89	1.39	1.64	2.21	2.96	2.82	2.28	1.13	0.63	0.67
EVP mes	77.31	104.21	125.92	176.45	220.86	295.00	378.00	350.81	274.69	162.45	146.59	86.84
EVP cal	90.16	138.35	137.18	196.08	225.90	288.56	403.68	361.99	293.33	157.17	109.03	100.36

Tableau n°12 : Compte Rendu d'année 2012

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	12.00	10.70	17.40	21.40	27.10	34.30	36.50	35.70	29.80	24.50	18.10	13.00
H	48.70	45.70	40.00	37.20	29.60	22.70	22.20	24.30	30.00	40.70	57.60	53.40
v	3.50	4.58	3.47	5.89	3.28	3.17	3.08	2.14	2.42	2.81	2.08	3.33
es-ea	0.57	0.61	0.92	1.31	1.94	3.02	3.17	3.01	1.72	1.10	1.04	0.59
EVP mes	80.93	88.83	149.31	217.89	298.92	419.07	462.53	428.88	310.49	213.20	110.58	91.68
EVP cal	98.07	107.95	149.22	235.68	273.59	397.88	420.56	363.52	257.17	180.69	114.76	95.63

Tableau n°13 : Compte Rendu d'année 2013

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	12.70	12.30	18.40	22.20	25.90	30.20	34.50	32.40	29.80	26.10	17.30	12.20
H	52.60	44.60	41.40	33.80	30.30	26.90	27.20	30.60	39.90	45.40	44.10	58.90
v	3.72	4.50	4.92	3.89	4.89	3.75	1.42	2.82	2.92	1.58	2.31	0.03
es-ea	0.56	0.55	1.04	1.33	1.62	2.18	2.86	2.28	1.81	1.74	0.72	0.49
EVP mes	84.01	114.05	195.03	236.78	379.66	342.57	371.57	327.77	226.28	200.96	141.66	70.11
EVP cal	96.36	109.39	177.67	213.19	279.21	326.42	313.47	310.40	249.37	185.31	120.10	60.52

Tableau n°14 : Compte Rendu d'année 2014

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	12.70	14.90	16.30	22.90	26.90	30.60	34.50	35.10	31.20	25.30	18.50	13.00
H	57.70	47.80	46.40	34.80	32.80	28.60	25.90	28.40	36.60	35.80	50.40	59.20
v	2.61	0.08	4.44	4.11	4.11	4.31	3.97	2.86	3.17	0.31	1.94	0.03
es-ea	0.64	0.79	0.87	1.40	1.79	2.24	2.83	2.65	1.85	1.20	0.84	0.56
EVP mes	80.91	108.47	142.95	224.48	292.55	325.63	376.30	369.80	280.02	231.36	134.13	107.26
EVP cal	86.70	87.33	143.71	223.15	275.61	344.68	408.38	355.58	273.21	161.71	116.85	63.44

Tableau n°15 : Compte Rendu d'année 2015

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	11.90	12.30	16.60	22.50	28.10	31.30	34.50	34.40	29.50	23.60	17.60	12.20
H	55.60	55.40	44.20	36.60	30.30	28.00	26.10	32.60	45.00	52.20	54.10	61.70
v	3.14	5.75	5.69	3.25	4.50	4.19	3.36	3.58	3.47	3.89	2.97	1.19
es-ea	0.53	0.56	0.97	1.10	1.94	2.07	2.73	2.64	1.66	1.14	0.69	0.30
EVP mes	83.64	95.82	150.02	217.16	326.09	338.10	379.23	341.45	268.16	165.00	115.56	63.21
EVP cal	84.84	106.90	171.12	185.62	307.85	335.00	379.50	362.31	239.21	172.55	111.24	58.69

Tableau n°16 : Compte Rendu d'année 2016

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	13.30	15.10	17.40	23.00	26.80	31.90	34.60	33.20	29.00	25.60	17.20	14.30
H	53.80	47.50	37.90	44.30	33.40	33.40	27.90	33.20	44.90	43.30	58.80	65.90
v	2.86	4.17	6.14	4.67	5.42	4.25	3.69	3.06	3.75	3.03	3.83	3.03
es-ea	0.68	0.86	0.96	1.46	1.79	2.52	2.88	2.52	1.76	1.43	0.76	0.69
EVP mes	101.84	126.87	204.73	220.98	311.31	347.56	395.20	331.21	262.36	209.92	128.47	64.05
EVP cal	97.13	134.60	186.88	220.69	304.00	358.71	396.33	328.94	249.49	202.55	115.31	87.07

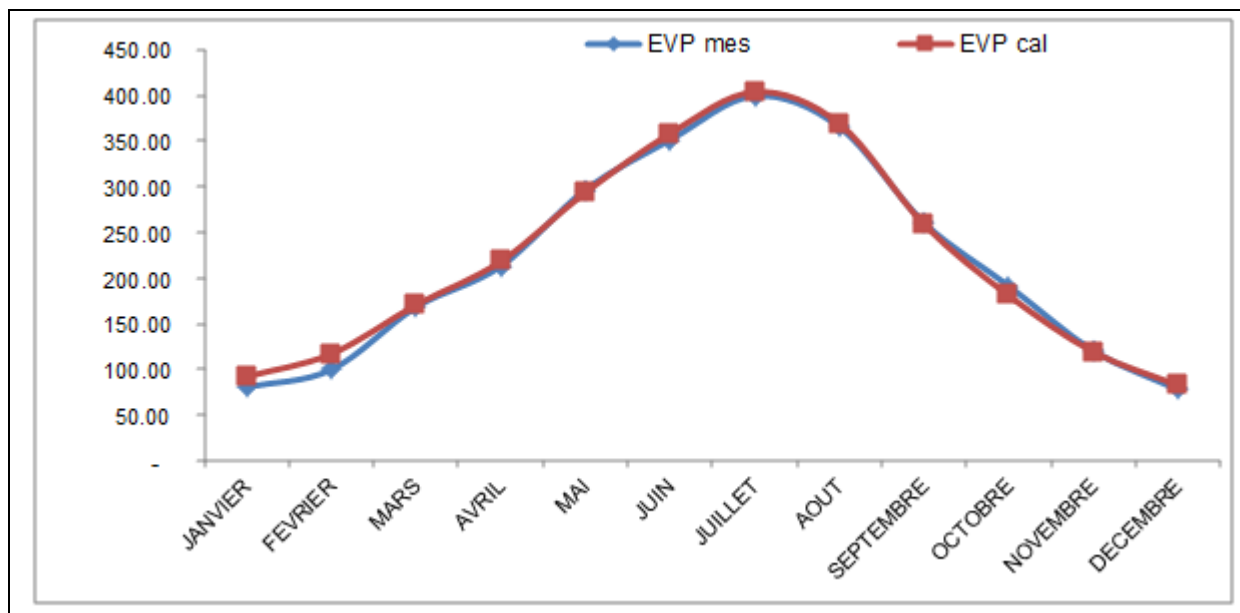


Figure III 4 : Variation l'évaporation inter- annuelle par le nouveau modèle et l'évaporation de bac durant la période (2001-2016).
Foum el Gherza

Tableau III 7: Résultats numériques obtenus par le nouveau modèle proposée

Dans le barrage de Fontaine des Gazelles

Tableau n°1 : Compte Rendu d'année 2001

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	11.70	13.30	21.3	21.5	26.4	32.8	36	34.3	30.2	26.9	16.5	11.2
H	56.20	41.50	32.20	31.10	31.80	23.30	23.20	28.60	40.90	42.50	55.10	63.30
v	5.11	5.33	6.64	6.36	7.47	5.53	6.06	5.19	5.67	4.31	5.11	3.61
es-ea	0.56	0.80	1.37	1.41	1.76	2.71	3.16	2.69	1.78	1.48	0.70	0.46
EVP mes	75.40	133.00	196.00	287.00	369.00	501.05	516.00	432.00	297.00	185.80	114.40	80.00
EVP cal	99.42	143.23	261.93	263.72	347.73	449.00	532.82	431.20	309.79	236.83	125.91	73.84

Tableau n°2 : Compte Rendu d'année 2002

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	10.70	14.80	19.40	21.90	26.00	31.60	34.40	33.40	29.00	23.10	17.10	13.90
H	56.00	40.00	34.30	32.60	27.50	24.90	26.00	28.90	34.60	43.50	53.10	56.10
v	3.47	4.25	6.44	6.67	7.89	3.39	3.44	4.61	4.22	2.89	5.42	4.58
es-ea	0.54	0.88	1.21	1.40	1.84	2.50	2.81	2.56	1.89	1.21	0.75	0.61
EVP mes	88.00	154.00	145.37	227.00	194.09	256.00	267.00	219.86	269.00	244.00	203.00	112.00
EVP cal	84.21	145.37	229.93	267.85	374.29	349.99	386.89	394.96	293.28	176.59	137.84	105.83

Tableau n°3 : Compte Rendu d'année 2003

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	12.10	12.20	16.70	21.60	27.50	32.70	36.70	34.80	29.00	24.50	17.40	12.00
H	56	40	34.3	32.6	27.5	24.9	26	28.9	34.6	43.5	53.1	56.1
v	5.83	5.17	2.86	6.08	5.58	2.86	2.92	3.00	3.92	3.94	3.92	5.22
es-ea	0.51	0.65	0.92	1.28	1.81	2.50	3.35	2.86	1.74	1.06	0.70	0.51
evap mesure	119.45	106.55	198.60	267.00	427.00	377.00	443.00	359.00	298.00	172.00	121.00	116.00
evap calculee	101.19	126.63	147.08	244.89	326.01	340.48	413.73	368.48	275.96	188.63	120.54	97.04

Tableau n°4 : Compte Rendu d'année 2004

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	12.70	15.00	17.6	19.8	23.1	30.3	33.4	34.7	28.5	24.6	15.5	12.5
H	55.1	45.8	46.5	44.6	41.5	31.6	27.7	30.6	35.8	41.3	58.9	66.3
v	4.86	3.39	4.86	5.97	5.36	3.11	2.78	3.61	3.39	2.94	3.44	4.22
es-ea	0.60	0.80	0.89	1.02	1.26	2.12	2.61	2.65	1.81	1.36	0.61	0.44
EVP mes	129.00	144.00	210.00	257.00	284.00	365.00	456.00	280.00	224.00	140.00	112.00	108.29
EVP cal	104.58	124.13	154.40	190.56	222.69	294.11	340.99	371.89	262.66	196.36	97.65	75.68

Tableau n°5 : Compte Rendu d'année 2005

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	10.20	10.80	17.9	22	28	31.9	36	33.8	28.5	24.1	23	10.9
H	51.2	49.3	39.3	31	26.1	27.8	24.5	27.5	43.8	49.5	46.7	65
v	4.50	4.00	4.28	5.42	3.69	4.00	3.56	3.64	3.50	2.08	2.81	3.06
es-ea	0.58	0.62	1.03	1.44	2.07	2.43	3.10	2.67	1.55	1.12	1.13	0.43
EVP mes	36.23	84.91	127.83	124.55	403.00	365.00	460.60	487.00	280.00	176.00	129.00	73.00
EVP cal	98.01	100.55	169.83	252.68	305.67	358.92	424.76	376.57	231.00	152.72	164.56	66.77

Tableau n°6 : Compte Rendu d'année 2006

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	10.00	12.20	17.8	23.4	28.6	31.8	34.5	33.9	27.4	24.8	17.1	13.1
H	59	59.8	42.2	34.6	32.8	23.8	27.1	28.3	40	40	57.7	64.4
v	4.22	4.22	5.67	5.17	4.44	5.33	4.25	3.97	4.19	3.56	3.08	3.86
es-ea	0.49	0.52	0.97	1.45	1.92	2.57	2.78	2.65	1.59	1.41	0.67	0.48
evap mesure	93.00	211.00	283.00	311.00	462.00	463.00	456.00	261.00	239.00	117.00	70.00	80.00
evap calculee	81.10	87.94	178.26	249.55	302.22	421.72	410.89	384.96	250.49	213.42	104.41	79.46

Tableau n°7 : Compte Rendu d'année 2007

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	12.30	15.60	16.5	20.5	26.6	33.1	33.7	34.4	29.1	24	15.9	12.7
H	55.4	47.9	40.7	47.7	31.1	22.5	25.4	26.8	41.2	42.4	44.4	47.2
v	2.83	5.47	6.22	4.94	6.11	5.17	3.64	3.97	4.28	5.11	4.61	5.19
es-ea	0.58	0.79	0.94	0.99	1.79	2.78	2.74	2.78	1.68	1.29	0.86	0.70
EVP mes	107.00	126.00	181.00	177.00	340.00	427.00	438.00	396.00	229.00	212.00	137.00	119.00
EVP cal	87.06	143.69	179.11	172.28	323.48	446.70	386.38	401.21	264.69	223.57	145.90	124.95

Tableau n°8 : Compte Rendu d'année 2008

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	12.10	13.90	17.8	22.6	26.6	30.8	36.2	34.4	29.6	22.5	15.3	10.9
H	50.8	45	37.4	29.3	31.8	28.6	23.8	29.7	38.7	59.8	58.7	69.6
v	2.94	2.58	5.44	5.56	6.97	4.44	4.58	3.67	3.89	3.31	4.08	3.39
es-ea	0.64	0.77	1.06	1.53	1.77	2.28	3.16	2.65	1.81	0.80	0.61	0.38
EVP mes	105.00	118.00	202.00	308.00	320.00	365.00	439.00	368.00	282.00	137.00	107.00	74.00
EVP cal	95.40	111.74	190.11	268.70	339.45	352.28	473.51	374.36	273.23	126.22	102.20	60.51

Tableau n°9 : Compte Rendu d'année 2009

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	12.00	12.10	16.2	18.7	26.3	32.1	36	34.8	27.1	23	16.9	13.2
H	66.3	50.9	45.9	41.9	30.7	24.7	24	26	50.5	44.9	45.9	60.2
v	4.56	4.56	4.19	5.64	4.03	3.75	2.97	3.42	3.39	2.14	3.42	2.86
es-ea	0.43	0.63	0.84	1.02	1.78	2.57	3.12	2.86	1.25	1.17	0.87	0.54
evap mes	57.00	83.00	126.56	159.52	253.00	349.00	430.00	434.00	291.54	234.50	158.00	73.00
evap calculee	75.9386	108.238	139.4921	186.1873	274.1494	369.8159	404.49	391.9676	189.53027	160.2226	135.31474	81.729264

Tableau n°10 : Compte Rendu d'année 2010

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	12.60	14.60	18.3	22.1	24.4	31.1	35.2	34.4	28.7	22.5	16.6	12.4
H	55.7	52.1	44.4	46.3	33.9	32.5	26.6	32	39.5	43.9	57.9	48.6
v	4.21	4.57	2.75	4.06	5.42	4.72	2.97	3.00	2.92	3.50	3.72	3.33
es-ea	0.58	0.69	0.96	1.09	1.54	2.17	2.89	2.56	1.71	1.17	0.66	0.67
EVP mes	88.00	120.00	194.00	246.00	347.00	387.00	437.00	407.00	274.00	207.00	126.00	103.00
EVP cal	97.94	118.57	139.80	177.12	268.29	343.93	378.42	339.96	238.74	180.09	107.07	104.14

Tableau n°11 : Compte Rendu d'année 2011

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	12.10	13.20	16	22.1	24.9	29.8	34.7	34.1	30.3	22.4	17.4	13.4
H	55.3	47.3	50.9	46.1	42.9	35.5	27.1	31.2	37.1	47.8	55.4	55.3
v	2.64	5.22	4.36	3.97	3.72	3.17	3.67	3.19	3.22	2.61	3.42	3.50
es-ea	0.58	0.71	0.75	1.10	1.34	1.93	2.80	2.55	1.92	1.07	0.72	0.61
EVP mes	90.00	114.00	150.00	212.00	274.00	330.00	400.00	340.00	290.00	211.00	127.00	106.00
EVP cal	85.01	127.25	127.32	176.63	206.50	272.67	393.35	346.42	272.39	154.50	114.43	96.99

Tableau n°12 : Compte Rendu d'année 2012

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	12.00	10.70	17.4	21.4	27.1	34.3	36.5	35.7	29.8	24.5	18.1	13
H	45.7	40	37.2	29.6	22.7	22.2	24.3	30	40.7	57.6	53.4	55.3
v	3.50	4.58	3.47	5.89	3.28	3.17	3.08	2.14	2.42	2.81	2.08	3.33
es-ea	0.66	0.66	1.00	1.26	1.88	2.94	3.28	3.06	2.12	1.37	0.70	0.63
evap mes	111.00	103.00	183.00	210.00	358.00	442.00	477.00	433.00	317.00	228.00	104.00	116.00
evap calculee	106.70	117.35	157.95	244.16	285.13	394.22	420.65	348.94	250.78	162.04	106.46	95.43

Tableau n°13 : Compte Rendu d'année 2013

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	12.70	12.30	18.4	22.2	25.9	30.2	34.5	32.4	29.8	26.1	17.3	12.2
H	52.6	44.6	41.4	33.8	30.3	26.9	27.2	30.6	39.9	45.4	44.1	58.9
v	3.72	4.50	4.92	3.89	4.89	3.75	1.42	2.82	2.92	1.58	2.31	0.03
es-ea	0.63	0.72	1.02	1.39	1.76	2.27	2.77	2.38	1.78	1.34	0.92	0.53
EVP mes	100.00	108.00	165.00	229.00	322.00	346.00	392.00	353.00	252.00	189.00	157.00	90.00
EVP cal	100.97	121.98	175.95	217.25	290.45	332.24	310.33	315.75	247.86	170.60	129.30	61.32

Tableau n°14 : Compte Rendu d'année 2014

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	12.70	14.90	16.3	22.9	26.9	30.6	34.5	35.1	31.2	25.3	18.5	13
H	57.7	47.8	46.4	34.8	32.8	28.6	25.9	28.4	36.6	35.8	50.4	59.2
v	2.61	0.08	4.44	4.11	4.11	4.31	3.97	2.86	3.17	0.31	1.94	0.03
es-ea	0.56	0.77	0.84	1.41	1.77	2.26	2.83	2.80	2.03	1.56	0.85	0.55
EVP mes	86.00	155.00	197.00	306.00	347.00	372.00	404.00	406.00	275.00	241.00	138.00	111.00
EVP cal	82.83	86.94	141.52	224.45	274.16	345.45	407.95	363.47	283.22	169.23	117.22	63.19

Tableau n°15 : Compte Rendu d'année 2015

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	11.90	12.30	16.6	22.5	28.1	31.3	34.5	34.4	29.5	23.6	17.6	12.2
H	55.6	55.4	44.2	36.6	30.3	28	26.1	32.6	45	52.2	54.1	61.7
v	3.14	5.75	5.69	3.25	4.50	4.19	3.36	3.58	3.47	3.89	2.97	1.19
es-ea	0.57	0.58	0.89	1.34	1.95	2.35	2.82	2.53	1.59	1.02	0.75	0.50
EVP mes	110.00	107.00	160.00	237.00	360.00	401.00	429.00	414.42	307.00	229.00	156.00	129.00
EVP cal	87.33154	108.6289	163.3708	199.6649	308.9047	355.1824	384.873	355.6464	234.56339	165.1452	114.47154	64.952391

Tableau n°16 : Compte Rendu d'année 2016

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Tmoy	13.30	15.10	17.4	23	26.8	31.9	34.6	33.2	29	25.6	17.2	14.3
H	53.8	47.5	37.9	44.3	33.4	33.4	27.9	33.2	44.9	43.3	58.8	65.9
v	2.86	4.17	6.14	4.67	5.42	4.25	3.69	3.06	3.75	3.03	3.83	3.03
es-ea	0.63	0.78	1.03	1.19	1.74	2.22	2.76	2.37	1.55	1.37	0.66	0.48
EVP mes	EVP mes	148.00	219.00	252.00	384.00	411.00	450.00	436.00	278.02	192.04	116.97	97.46
EVP cal	EVP cal	128.61	194.33	200.24	299.42	336.99	388.32	320.18	235.82	198.92	108.46	75.19

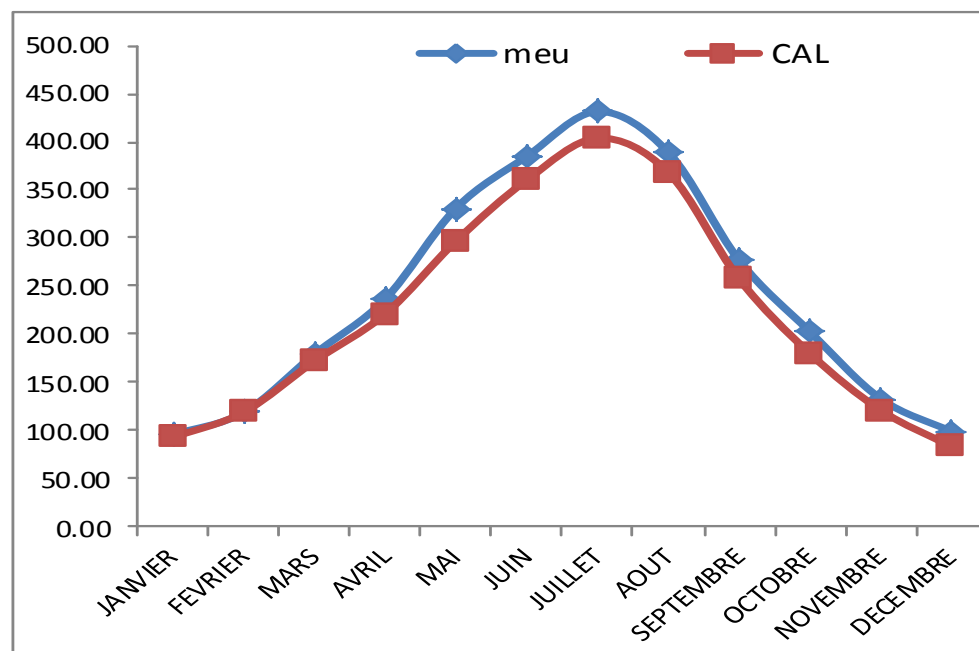


Figure. : Variation l'évaporation inter- annuelle par le nouveau modèle et l'évaporation de bac durant la période (2001-2016). Fontaine des Gazelles

Tableau n°17 : le critère de Nash de modèle némirique dans le barrage de Foum el Gherza

MOIS	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	Moy
EVP mes	80.86	99.93	168.54	213.26	297.07	351.63	399.73	365.65	260.74	191.66	120.57	78.02	218.97
EVP MOD	92.29	117.23	170.90	218.51	294.15	358.54	404.16	369.28	258.83	181.00	119.27	82.76	222.24
X	130.64	299.40	5.57	27.54	8.56	47.80	19.59	13.18	3.64	113.56	1.69	22.47	57.80
Y	19,074.8	9,985.9	28,406.2	45,478.6	88,252.9	123,643.5	159,788	133,701	67,984.8	36,731.7	14,537.6	6,086.8	61,139.3
Nash	0.9932	0.9700	0.9998	0.9994	0.9999	0.9996	0.9999	0.9999	0.9999	0.9969	0.9999	0.9963	0.9991
RSR	0.0828	0.1732	0.0140	0.0246	0.0098	0.0197	0.0111	0.0099	0.0073	0.0556	0.0108	0.0608	0.031

Tableau n°18 : le critère de Nash de modèle némirique dans le barrage de Fontaine des Gazelles

MOIS	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	Moy
EVP mes	95.56	118.59	179.15	236.4	330.82	384.75	431.4	388.83	276.54	202.33	132.71	98.61	239.64
EVP MOD	92.63	118.80	171.90	221.0	296.78	360.23	403.6	367.87	257.13	179.69	120.73	82.94	222.78
X	8.61	0.04	52.53	236.6	1,158.3	601.27	767.4	439.17	376.74	512.56	143.43	245.54	378.52
Y	20,756.6	14,064	32,093.	55,875	109,44	148,03	186,063	151,18	76,471.7	40,939	17,612	9,723.8	71,855
Nash	0.9996	1.0000	0.9984	1.0	0.9894	0.9959	1.0	0.9971	0.9951	0.9875	0.9919	0.9747	0.9947
RSR	0.0204	0.0018	0.0405	0.0651	0.1029	0.0637	0.0642	0.0539	0.0702	0.1119	0.0902	0.1589	0.0726

Le modèle proposée applicable dans les deux barrages selon les résultats de calcules l'évaporation et le critère de Nash et RSR.

III.3. CONCLUSION

Nous pouvons conclure après une analyse statistique de modèle numérique et sa comparaison avec les valeurs mesurées que le modèle est simple nécessite que deux modèles (Romanko, Vikulina) pour son application. Finalement, on suggère l'utilisation de ce modèle pour estimer l'évaporation au niveau des deux barrages Foum el Gherza et Fontaine des Gazelles.

CHAPITRE IV :

*ETUDE COMPARATIVE ET
PERFORMANCE DES
RESULTATS OBTENUS PAR
LE MODELE PROPOSE ET
LES MODELES CHOISIS*



IV

IV.1. Introduction

Ce chapitre est consacré à une comparaison entre les dix modèles choisis et notre modèle 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 le modèle proposé.

IV.1.1. présentation graphique des modèles choisis et propose

Nous rappelons que les dix modèles donnant des bons résultats sont :

- 1- Dalton (1802)-1-
- 2- Dalton (1802)-2-
- 3- Trebert (1896)
- 4- Meyer (1915)
- 5- Meyer (1926)
- 6- Romanko (1961)
- 7- Wmo (1966)
- 8- Mahringer(1970)
- 9- Vikulina (1979)
- 10- Boutoutao (1995)-2-

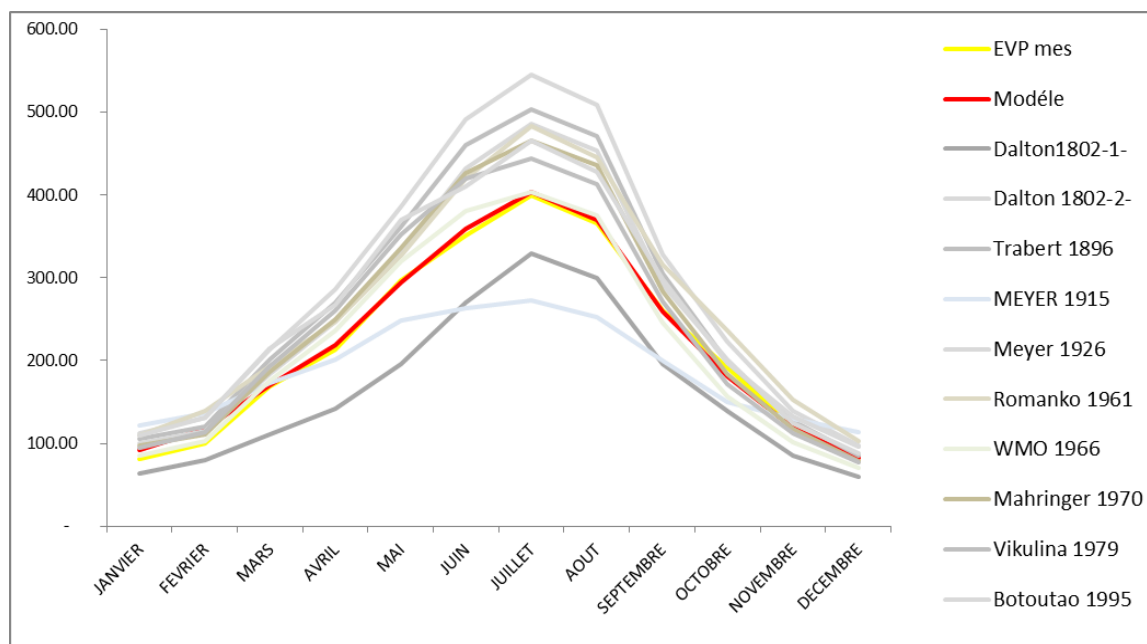


Figure IV.1: Présentation graphique des modèles-Barrage Foug el Gherza-(2001-2016)

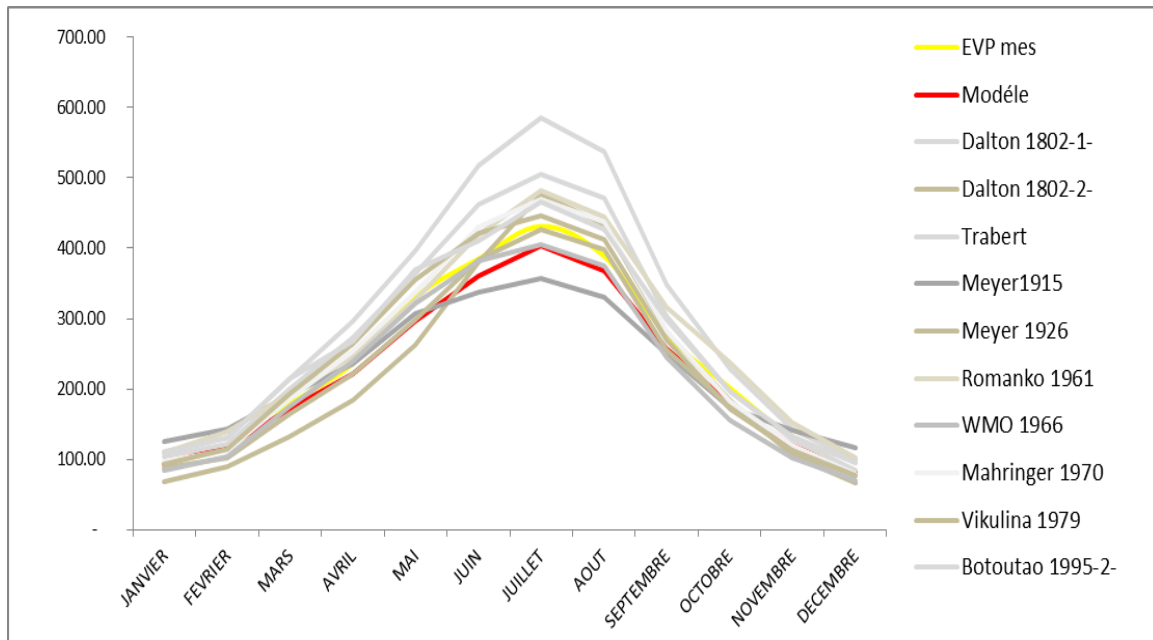


Figure 1V :2. Présentation graphique des modèles-Barrage Fontaine des Gazelles-(2001-2016)

D'après les figures 1 et 2, nous remarquons clairement que :

- 1- Le cas du barrage Foun El-Gherza: les tracés de la courbe de l'évaporation des modèles suivants : Romanko (1961), Wmo (1966) et Vikulina (1979), sont très proche de celle de l'évaporation mesurée.
- 2- Le cas du barrage Fontaine des Gazelles: les tracés de la courbe de l'évaporation des modèles suivants : Boutoutao (1995)-2-, Romanko (1961), Wmo (1966), Vikulina (1979) et Trebert (1896) ,sont très proche de celle de l'évaporation mesurée.

On conclut que les modèles commun qui peuvent être utilisé dans l'estimation des deux barrages sont : Romanko (1961) et Vikulina (1979).

IV.2. CALCUL DES ERREURS POUR CHAQUE MODELE

Tableau IV.1: Les erreurs de calcul pour chaque modèle sont regroupées dans les tableaux ci-dessus :

Tableau n°1 : Erreurs obtenues par le modèle de dalton (1) (2001-2016)- Barrage Foum El-Gherza

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
EVP mes	80,86	99,93	168,54	213,26	297,07	351,63	399,73	365,65	260,74	191,66	120,57	78,02
EVP cal	112,87	131,65	213,62	286,29	385,58	491,44	544,82	508,21	328,73	223,12	138,74	97,94
Erreur (E _c /E _m)/E _m %	-39,59	-31,74	-26,75	-34,25	-29,79	-39,76	-36,29	-38,99	- 26,07	-16,42	-15,07	- 25,54

Tableau n° 2 :Erreurs obtenues par le modèle de dalton (1) (2001-2016) – barrage Fontaine des Gazelles

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
EVP mes	95,56	118,59	179,15	236,38	330,82	384,75	431,35	388,83	276,54	202,33	132,71	98,61
EVP cal	112,0	131,2	214,9	295,9	396,0	518,1	584,7	537,7	349,0	229,3	142,4	98,8
Erreur (E _c /E _m)/E _m %	-17,21	-10,65	-19,94	-25,19	-19,71	-34,66	-35,56	- 38,29	- 26,21	-13,30	-7,33	-0,15

Tableau n°3 :Erreurs obtenues par le modèle de dalton (2) (2001 -2016). - Barrage Foum El-Gherza

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
EVP mes	80,86	99,93	168,54	213,26	297,07	351,63	399,73	365,65	260,74	191,66	120,57	78,02
EVP cal	64,08	79,28	110,33	141,81	196,43	270,52	329,92	299,64	196,34	139,93	85,35	59,66
Erreur (E _c /E _m)/E _m %	20,75	20,66	34,54	33,50	33,88	23,07	17,46	18,05	24,70	26,99	29,21	23,53

Tableau n°4 :Erreurs obtenues par le modèle de dalton (2) (2001 -2016). barrage Fontaine des Gazelles

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
EVP mes	95,56	118,59	179,15	236,38	330,82	384,75	431,35	388,83	276,54	202,33	132,71	98,61
EVP cal	69,22	89,78	132,98	183,92	263,18	381,01	476,21	433,18	279,97	185,21	105,24	67,18
Erreur (E _c /E _m)/E _m %	27,56	24,29	25,77	22,19	20,45	0,97	- 10,40	- 11,41	- 1,24	8,46	20,70	31,87

Tableau n°5 :Erreurs obtenues par le modèle de trabrte(2001-2016). Barrage Foum El-Gherza

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
EVP mes	80,86	99,93	168,54	213,26	297,07	351,63	399,73	365,65	260,74	191,66	120,57	78,02
EVP cal	104,99	120,31	200,77	269,87	362,23	460,51	503,04	470,59	305,77	198,96	127,52	84,93
Erreur (Ec/Em)/Em%	-29,84	-20,40	-19,12	- 26,55	-21,93	- 30,96	-25,84	-28,70	- 17,27	-3,81	-5,76	- 8,86

Tableau n°6 :Erreurs obtenues par le modèle de trabrte(2001-2016) barrage Fontaine des Gazelles

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
EVP mes	95,56	118,59	179,15	236,38	330,82	384,75	431,35	388,83	276,54	202,33	132,71	98,61
EVP cal	104,69	121,61	200,90	272,64	363,85	462,90	504,61	470,88	303,93	197,22	129,00	84,65
Erreur (Ec/Em)/Em%	-9,55	-2,54	-12,14	-15,34	- 9,99	- 20,31	-16,98	-21,10	-9,91	2,53	2,79	14,16

Tableau n°7 :Erreurs obtenues par le modèle de Mayar1915(2001-2016). Barrage Foum El-Gherza

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
EVP mes	80,86	99,93	168,54	213,26	297,07	351,63	399,73	365,65	260,74	191,66	120,57	78,02
EVP cal	122,42	136,93	173,00	200,93	248,09	263,35	273,10	253,06	199,76	150,44	129,93	113,78
Erreur (Ec/Em)/Em%	-51,40	-37,02	-2,64	5,78	16,49	25,11	31,68	30,79	23,39	21,50	-7,76	-45,84

Tableau n°8 :Erreurs obtenues par le modèle de Mayar1915(2001-2016). barrage Fontaine des Gazelles

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
EVP mes	95,56	118,59	179,15	236,38	330,82	384,75	431,35	388,83	276,54	202,33	132,71	98,61
EVP cal	125,46	144,00	190,97	236,01	306,50	337,92	357,86	329,97	250,74	173,95	142,26	116,91
Erreur (Ec/Em)/Em%	-31,29	-21,43	- 6,60	0,16	7,35	12,17	17,04	15,14	9,33	14,03	-7,20	-18,56

Tableau n° 9 :Erreurs obtenues par le modèle Mayer1926 (2001-2016). Barrage Foum El-Gherza

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
EVP mes	80,86	99,93	168,54	213,26	297,07	351,63	399,73	365,65	260,74	191,66	120,57	78,02
EVP cal	99,93	115,51	184,29	246,55	331,76	432,27	485,69	453,66	292,17	201,97	124,11	88,07
Erreur (Ec/Em)/Em%	-23,58	-15,59	- 9,34	- 15,61	-11,68	- 22,93	- 21,50	- 24,07	-12,05	-5,38	- 2,94	-12,88

Tableau n° 10 : Erreurs obtenues par le modèle Mayer1926 (2001-2016). barrage Fontaine des Gazelles

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
EVP mes	95,56	118,59	179,15	236,38	330,82	384,75	431,35	388,83	276,54	202,33	132,71	98,61
EVP cal	87,79	103,15	164,61	222,44	297,69	383,80	427,48	398,19	255,47	175,12	109,70	77,09
Erreur (Ec/Em)/Em%	8,14	13,02	8,11	5,90	10,01	0,25	0,90	- 2,41	7,62	13,45	17,34	21,82

Tableau n° 11 : Erreurs obtenues par le modèle Romanko1961 (2001-2016). Barrage Foug El-Gherza

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
EVP mes	80,86	99,93	168,54	213,26	297,07	351,63	399,73	365,65	260,74	191,66	120,57	78,02
EVP cal	110,28	139,84	193,74	247,34	326,49	419,86	482,55	444,94	316,09	236,90	152,46	102,93
Erreur (Ec/Em)/Em%	-36,38	-39,94	-14,95	- 15,98	- 9,90	-19,40	- 20,72	- 21,68	-21,23	-23,61	- 26,44	-31,93

Tableau n° 12 : Erreurs obtenues par le modèle Romanko1961 (2001-2016). barrage Fontaine des Gazelles

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
EVP mes	95,56	118,59	179,15	236,38	330,82	384,75	431,35	388,83	276,54	202,33	132,71	98,61
EVP cal	110,28	139,84	193,74	247,34	326,49	419,86	482,55	444,94	316,09	236,90	152,46	102,93
Erreur (Ec/Em)/Em%	-15,40	- 17,92	-8,14	- 4,64	1,31	-9,12	-11,87	-14,43	-14,30	-17,08	-14,88	- 4,38

Tableau n° 13: Erreurs obtenues par le modèle WMO1966 (2001-2016) Barrage Foug El-Gherza

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
EVP mes	80,86	99,93	168,54	213,26	297,07	351,63	399,73	365,65	260,74	191,66	120,57	78,02
EVP cal	85,58	102,77	175,65	236,60	319,50	380,61	403,70	374,88	246,07	156,69	101,59	70,44
Erreur (Ec/Em)/Em%	-5,84	- 2,84	-4,22	-10,95	-7,55	- 8,24	-0,99	-2,52	5,63	18,24	15,75	9,71

Tableau n° 14 : Erreurs obtenues par le modèle WMO1966 (2001-2016) barrage Fontaine des Gazelles

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
EVP mes	95,56	118,59	179,15	236,38	330,82	384,75	431,35	388,83	276,54	202,33	132,71	98,61
EVP cal	85,14	103,82	175,69	239,36	321,55	382,94	405,38	375,24	244,40	155,92	103,20	70,48
Erreur (Ec/Em)/Em%	10,91	12,46	1,93	-1,26	2,80	0,47	6,02	3,50	11,62	22,94	22,24	28,52

Tableau n° 15 : Erreurs obtenues par le modèle Mahringer 1970 (2001-2016) Barrage Foug El-Gherza

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
EVP mes	80,86	99,93	168,54	213,26	297,07	351,63	399,73	365,65	260,74	191,66	120,57	78,02
EVP cal	97,31	111,50	186,07	250,11	335,70	426,79	466,20	436,14	283,38	184,39	118,19	78,71
Erreur (Ec/Em)/Em%	-20,34	-11,58	-10,40	-17,28	-13,00	- 21,37	- 16,63	- 19,28	-8,68	3,79	1,98	- 0,89

Tableau n° 16 : Erreurs obtenues par le modèle Mahringer 1970 (2001-2016) barrage Fontaine des Gazelles

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
EVP mes	95,56	118,59	179,15	236,38	330,82	384,75	431,35	388,83	276,54	202,33	132,71	98,61
EVP cal	97,36	113,09	186,84	253,56	338,38	430,49	469,28	437,91	282,65	183,41	119,97	78,72
Erreur (Ec/Em)/Em%	-1,88	4,64	- 4,29	- 7,27	-2,28	- 11,89	- 8,79	-12,62	-2,21	9,35	9,60	20,17

Tableau n° 17 : Erreurs obtenues par le modèle Vikilun1970 (2001-2016) Barrage Foug El-Gherza

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
EVP mes	80,86	99,93	168,54	213,26	297,07	351,63	399,73	365,65	260,74	191,66	120,57	78,02
EVP cal	94,23	113,21	193,66	260,89	352,31	419,21	444,29	412,53	270,86	172,27	111,78	77,48
Erreur (Ec/Em)/Em%	-16,53	-13,29	-14,90	-22,33	- 18,59	-19,22	-11,15	-12,82	- 3,88	10,12	7,29	0,69

Tableau n° 18 : Erreurs obtenues par le modèle Vikilun1970 (2001-2016) barrage Fontaine des Gazelles

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
EVP mes	95,56	118,59	179,15	236,38	330,82	384,75	431,35	388,83	276,54	202,33	132,71	98,61
EVP cal	93,73	114,37	193,70	263,93	354,58	421,78	446,15	412,94	269,02	171,42	113,56	77,52
Erreur (Ec/Em)/Em%	1,92	3,56	- 8,12	-11,66	- 7,18	- 9,62	- 3,43	-6,20	2,72	15,28	14,43	21,38

Tableau n° 19 : Erreurs obtenues par le modèle Botoutao (2001-2016) Barrage Foug El-Gherza

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
EVP mes	80,86	99,93	168,54	213,26	297,07	351,63	399,73	365,65	260,74	191,66	120,57	78,02
EVP cal	110,16	131,23	215,21	267,75	369,52	410,42	466,11	427,51	298,02	197,57	132,53	95,69
Erreur (Ec/Em)/Em%	-36,23	-31,32	-27,69	- 25,55	- 24,39	-16,72	-16,60	- 16,92	-14,30	- 3,09	-9,92	-22,65

Tableau n° 20 : Erreurs obtenues par le modèle Botoutao (2001-2016) barrage Fontaine des Gazelles

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
EVP mes	95,56	118,59	179,15	236,38	330,82	384,75	431,35	388,83	276,54	202,33	132,71	98,61
EVP cal	110,16	131,23	215,21	267,75	369,52	410,42	466,11	427,51	298,02	197,57	132,53	95,69
Erreur (Ec/Em)/Em%	- 15,27	-10,66	-20,13	-13,27	-11,70	- 6,67	- 8,06	-9,95	- 7,77	2,35	0,13	2,96

Tableau n° 21 : Erreurs obtenues par le modèle proposé (2001-2016) Barrage Fom El-Gherza

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
EVP mes	80,86	99,93	168,54	213,26	297,07	351,63	399,73	365,65	260,74	191,66	120,57	78,02
EVP cal	92,29	117,23	170,90	218,51	294,15	358,54	404,16	369,28	258,83	181,00	119,27	82,76
Erreur (Ec/Em)/Em%	- 14,14	-17,32	- 1,40	- 2,46	0,98	-1,97	-1,11	- 0,99	0,73	5,56	1,08	- 6,08

Tableau n° 22 : Erreurs obtenues par le modèle proposé (2001-2016) barrage Fontaine des Gazelles

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
EVP mes	95,56	118,59	179,15	236,38	330,82	384,75	431,35	388,83	276,54	202,33	132,71	98,61
EVP cal	92,63	118,80	171,90	221,00	296,78	360,23	403,65	367,87	257,13	179,69	120,73	82,94
Erreur (Ec/Em)/Em%	3,070	- 0,179	4,046	6,508	10,288	6,373	6,422	5,390	7,019	11,189	9,024	15,891

Les erreurs calculées par les modèles choisis et celui qu'on proposé montre que :

Dans le barrage Foug El-Gherza:

- Le modèle de Dalton 1802 -1- présente une erreur minimale de 15.07 Et une erreur maximale de 39.59
- Le modèle de Dalton 1802 -2- présente une erreur minimale de 17.46 Et une erreur maximale de 33.88
- Le modèle de Trabert 1896 présente une erreur minimale de 3.81 Et une erreur maximale de 30.96
- Le modèle de Meyer 1915 présente une erreur minimale de 2.64 Et une erreur maximale de 51.40
- Le modèle de Meyer 1926 présente une erreur minimale de 2.94 Et une erreur maximale de 23.58
- Le modèle de Romanko 1961 présente une erreur minimale de 9.90 Et une erreur maximale de 39.94
- Le modèle de Wmo 1966 présente une erreur minimale de 0.99 Et une erreur maximale de 18.24
- Le modèle de Mahringer 1970 présente une erreur minimale de 0.89 Et une erreur maximale de 21.37
- Le modèle de Vikulina 1979 présente une erreur minimale de 0.69 Et une erreur maximale de 19.22
- Le modèle de Botoutao 1995 présente une erreur minimale de 3.09 Et une erreur maximale de 39.23

Dans le barrage Fontaine des Gazelles

- Le modèle de Dalton 1802 -1- présente une erreur minimale de 0.15 Et une erreur maximale de 38.29
- Le modèle de Dalton 1802 -2- présente une erreur minimale de 0.97 Et une erreur maximale de 27.56
- Le modèle de Trabert 1896 présente une erreur minimale de 2.53 Et une erreur maximale de 16.98
- Le modèle de Meyer 1915 présente une erreur minimale de 0.16 Et une erreur maximale de 31.29
- Le modèle de Meyer 1926 présente une erreur minimale de 0.25 Et une erreur maximale de 21.82

CHAPITRE IV : Etude comparative et performance des résultats obtenus par le modèle proposé et les modèles choisis.

- Le modèle de Romanko 1961 présente une erreur minimale de 1.31 Et une erreur maximale de 17.92
- Le modèle de Wmo 1966 présente une erreur minimale de 0.47 Et une erreur maximale de 28.52
- Le modèle de Mahringer 1970 présente une erreur minimale de 1.88 Et une erreur maximale de 20.19
- Le modèle de Vikulina 1979 présente une erreur minimale de 1.92 Et une erreur maximale de 21.38
- Le modèle de Botoutao 1995 présente une erreur minimale de 0.13 Et une erreur maximale de 20.13

Les erreurs inférieure 40 % dans les dix modèles et le modèle proposée inférieure 20 % donc il y a des modèles ont des erreurs moins des autres mais la meilleure résultat des erreurs de notre modèle proposée.

IV.3. CONCLUSION

Dans la phase finale fait l'évaluation du modèle proposée et autre modèles choisis.

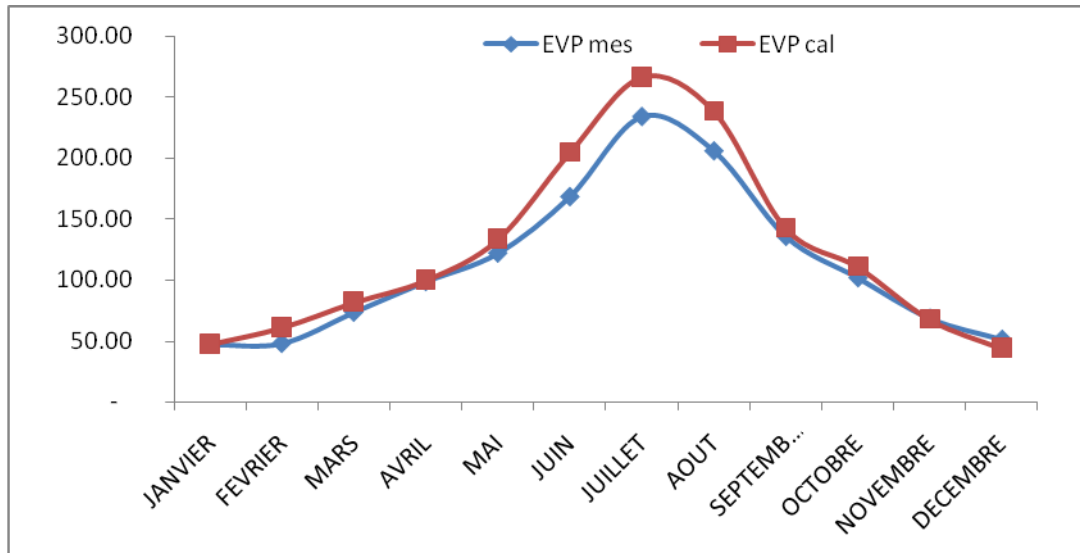
On peut appliquer les modèles choisis tous de : Vikulina 1979, Romanko 1961, Mahringer 1970 et Wmo 1966 dans les deux barrages.

On peut confirmer de notre modèle unique pour les deux barrages et chaque barrage situé dans la région semi-aride.

IV.4. Application numérique du modèle proposé sur le barrage de Foum El-Guiess (région semi-aride)

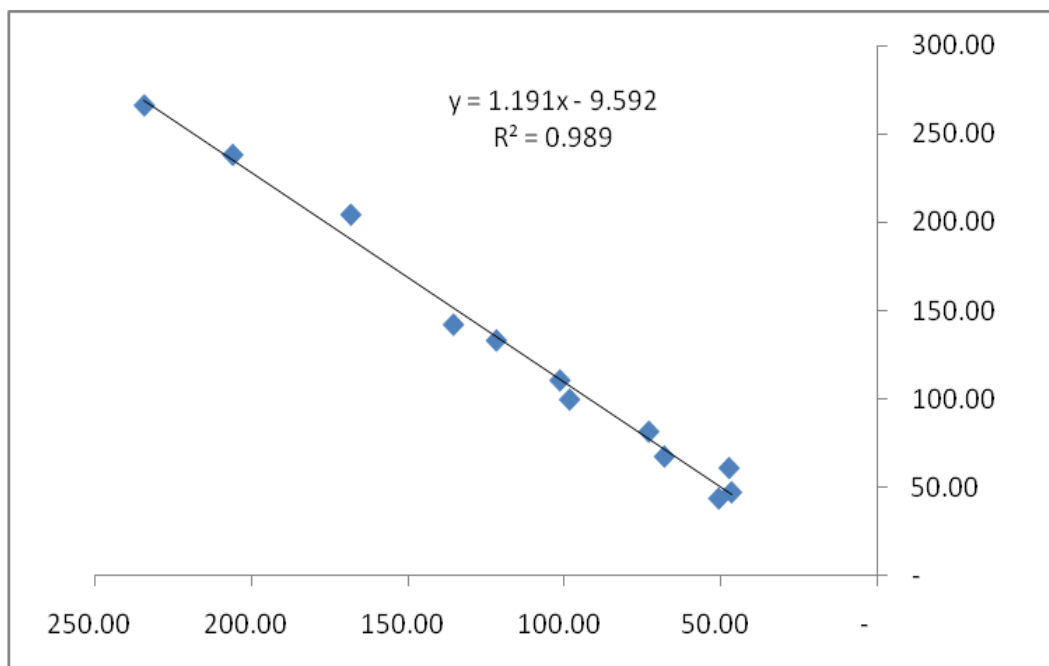
Après l'étude de comparaison et la validité de notre modèle dans les deux barrages, on veut essayer l'efficacité de notre modèle à un autre barrage dans la région semi-aride.

Le barrage qu'on a choisi c'est Foum el Guiess (khanchla).



FigureV.1 : Variation l'évaporation inter-annuelle par le nouveau modèle et l'évaporation de bac durant la période (2001-2016) Foum el Guiess (khanchla).

Les tableaux du calcul le graphe de modèles proposés et l'évaporation de bac (voir l'annexe)



FigureV.2 : Corrélation entre les résultats de modèle numérique et l'évaporation mesurée

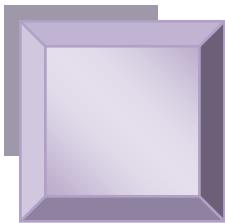
Tableau IV.2: le critère de Nash de modèle numérique dans le barrage de Foum el Guiss

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
evap mes	46.7938	47.5438	73.1688	98.4000	121.7688	168.206	234.0875	205.8457	135.4500	101.4938	68.1625	50.8313
evap MOD	47.2165	60.9585	81.5154	99.7051	133.1705	204.3323	266.1759	238.1664	142.1190	110.5580	67.4603	43.6961
X	0.1787	179.9555	69.6673	1.7033	129.9988	1,305.0934	1,029.6683	1,044.6297	44.4760	82.1614	0.4930	50.9107
Y	4,336.52	4,238.30	1,558.45	202.95	83.22	3,086.94	14,748.04	8,686.19	520.02	124.37	1,978.78	3,821.06
Nash	1.0000	0.9575	0.9553	0.9916	- 0.5620	0.5772	0.9302	0.8797	0.9145	0.3394	0.9998	0.9867
RSR	0.0064	0.2061	0.2114	0.0916	1.2498	0.6502	0.2642	0.3468	0.2925	0.8128	0.0158	0.1154

Tableau IV.3: les erreurs obtenues par le modèle proposé (2001-2016) Barrage Foum el Guiss

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
EVP mes	46.794	47.544	73.169	98.400	121.769	168.206	234.088	205.846	135.450	101.494	68.163	50.831
EVP Mod	47.216	60.959	81.515	99.705	133.170	204.332	266.176	238.166	142.119	110.558	67.460	43.696
Erreur (Ec/Em)/Em%	-0.903	-28.216	-11.407	-1.326	-9.363	-21.477	-13.708	-15.701	-4.924	-8.931	1.030	14.037

*CONCLUSION
GENERALE*



CONCLUSION GENERALE

Rappelons que, notre mémoire a pour objectif d'élaborer un modèle numérique unique adéquat afin d'estimer l'évaporation au niveau des deux barrages Foum El-Gherza et Fontaine des Gazelles (Biskra). 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 de l'évaporation avec autres modèles à titre de comparaison avec celui qu'on a proposé.

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 durée de la lumière du jour (ne sont pas toujours disponibles).

Les modèles d'estimation de l'évaporation ont été choisis selon les conditions et le type de climat de la région d'étude (Semi-aride). Nous avons estimé l'évaporation par 30 modèles proposés par différents chercheurs la plus part internationaux, mais il y a dix modèles qui aboutissent à des résultats un peu proche à l'évaporation mesurée dans notre deux barrages étudiés.

Dans le barrage de Foum El-Gherza : Les modèles de Boutoutao, Dalton (1802)-1- Dalton (1802)-2-, Trebert (1896) , Meyer (1915), Meyer (1926), Romanko (1961), WMO (1966) Mahringer (1970) et Vikulina (1979) qui présentent une corrélation de l'ordre proche de 1 dans l'intervalle 0.95 à 0.99 , le critère de Nash aussi proche de 1 dans l'intervalle 0,84 à 0,99 , le RSR est très inférieur à 0.5 dans l'intervalle 0.001 à 0.38 et enfin les erreurs obtenues sont inférieures de 40% dans tous les résultats de modèles de deux barrages sauf le modèle de Dalton 1 , Romanko et boutoutao presque 40% que le modèle de Meyer 1915 supérieure à 40% .

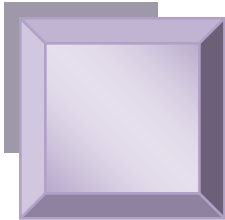
Le nouveau modèle qui est basé sur la combinaison des meilleures modèles choisis (Romanko et vikulina) a conduit à un très bon modèle numérique unique pour estimer l'évaporation des deux Barrages. Afin de confirmer la validité de ce modèle le critère de Nash était calculé et vaut 0,9991 ainsi que RSR vaut 0.031 pour le barrage Foum El-Gherza et pour le barrage de Fontaine des Gazelles Nash égale 0,9947 et RSR égale 0.0726 ce qui conclut que notre modèle est excellent. La corrélation de notre modèle est très bonne aussi de valeur de 0,987. Les graphes Finaux du modèle et de l'évaporation mesurée des deux barrages sont pratiquement identiques.

CONCLUSION GENERALE

A la fin de notre travail, nous suggérons l'utilisation de ce modèle au niveau de chaque barrages de Foum El-Gherza et Fontaine des Gazelles afin d'aboutir à des valeurs bien précises pour quantifier la quantité d'eau mensuelle qui s'évapore pendant toute l'année.

On a essayé notre modèle aussi dans le barrage de Foum El-Guies (Khenchla), le résultat était bon, il est efficace selon les résultats obtenue la corrélation $R^2=0,989$, de critère de Nash $=0,987$ et le coefficient de RSR= 0,115.

REFERENCE
BIBLIOGRAPHIE



Référence bibliographie

- (1) **M.Majidi, A. Alizadeh, A. Farid et M. Vazifedoust (2015)**. Gestion des ressources en eau Une revue internationale - publiée pour l'Association européenne des ressources en eau (EWRA) springer.
- (2) **Vachala, 2008** : Master Sciences de l'Univers, Écologie et Environnement Parcours Hydrologie Hydrogéologie." Évaporation sur les retenues EDF du Sud de la France". Sébastien VACHALA, 25 Septembre 2008.(page 07-08).
- (3) **BOUTOUTAOU, 2011** : NOTE SUR L'EVAPORATION DE PLANS D'EAU (BARRAGE, LAC, COURS D'EAU, CHOTT, SEBKH ETC.) EN ALGERIE. (Page 295).
- (4) **Meyer A.-F., 1915**. Computing runoff from rainfall and other physical data. Trans. Ame. Soc. Civil Eng., 79, 1056-1155.
- (5) **Meyer, A., 1926**. Über einige Zusammenhänge zwischen Klima und Boden in Europa. Chemie der Erde 2, 209–347.
- (6) **Mahringer, W., 1970**. Verdunstungsstudien am Neusiedler See. Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Serie B 18, 1–20.
- (7) **Trabert, W., 1896**. Neue Beobachtungen über Verdampfungsgeschwindigkeiten. Meteorologische Zeitschrift 13, 261–263.
- (8) **Vikulina, Z. A., 1979**. Water balance of the Soviet Union lakes and water reservoirs. Hidrometeoizdat, 173 pp. [In Russian].
- (9) **World Meteorological Organization, 1966**. Measurement and estimation of evaporation and evapotranspiration, Technical Note 83. Geneva, Switzerland, 121 pp.
- (10) **Tebbi, F-Z** . « Modélisation de la régularisation des barrages dans la région des aurés» Thèse de doctorat, Université Hadj Lakhdar Batna(2014).
- (11) **Manoj J.Gundalia et al** Int.Journal of Engineering Research and Applications.(2013).page 69-70.
- (12) **LABDI-N**. «Impact du barrage de Foug El Gherza sur le développement de l'agriculture en irrigué dans le périmètre de Sidi Okba (Biskra)» diplôme de Magister, UNIVERSITE MOHAMED KHIDER BISKRA. (2016).
- (13) **Jakimavičius, D., Kriauciūnienė, J., Gailiusis, B., Šarauskienė, D., 2013**. Assessment of uncertainty in estimating the evaporation from the Curonian Lagoon. *Baltica*, 26 (2), 177–186. Vilnius. ISSN 0067-3064.
- (14) **Mohammad Aldomany**. L'évaporation dans le bilan hydrologique des étangs du Centre-

Référence bibliographie

Ouest de la France (Brenne et Limousin). Géographie. Université d'Orléans, 2017. Français.

(15) J.P. BRUNEL - B. BOURON: EVAPORATION DES NAPPES D'EAU LIBRE EN AFRIQUE SAHELIENNE ET TROPICALE. OCTOBRE (1992) .

(16) Lake Evaporation in a Hyper-Arid Environment, Northwest of China—Measurement and Estimation. (Page 11).

(17) Remini B., Leduc C and Hallouche W., 2009. Evolution des grands barrages en régions arides : quelques exemples algériens. Sécheresse Journal. P 98. France.

(18) ANBT. Agence Nationale des Barrages et Transferts, Biskra Algérie.

(19) Site web : www.wunderground.com.

Résumé

Cette étude est basée sur l'élaboration d'un nouveau modèle numérique unique qui permet d'estimer l'évaporation dans les deux barrages de Foug El-Gherza et Fontaine des Gazelles dans une région semi aride (Biskra) sans effectuer des mesures sur terrain. Le modèle proposé est le résultat d'une combinaison des deux modèles de Romanko (1961) et Vikulina (1979). Les critères de performance sont Nash et le RSR qui vaut successivement après calcul les valeurs de proche à 1 et inférieure de 0.5 d'où la fiabilité de notre modèle.

Une étude comparative a été suivie afin de classer les meilleurs modèles qui peuvent donner des meilleurs résultats d'estimation de l'évaporation des deux barrages. Nous les citons :

1. Le modèle proposé ;2. Vikulina (1979) ;3. Wmo (1966) 4. Romanko (1961)

Nous confirmons que notre modèle proposé est le plus adéquat graphiquement et numériquement.

Les mots clés : Barrage, Evaporation ,Eau,Modèle ,Semi aride

Abstract

This study is based on the development of a new and unique numerical model that estimates evaporation from the two dams: Foug El-Gherza and Fontaine des Gazelles located in a semi-arid region (Biskra) without in situ measurements. The proposed model is the result of a combination of the two models of Romanko (1961) and Vikulina (1979). The performance criteria to validate our proposed model are Nash and RSR which successively calculated and their values are ? and ... ?. These results leads to the reliability of our model.

A comparative study was conducted to classify the best models that can give the best evaporation estimation results for both dams. We note them:

1. The proposed model;2. Vikulina (1979) ;3. Wmo (1966) 4. Romanko (1961)

And finally, we confirm that our proposed model is the most graphically and numerically suitable to estimate evaporation from water plan in arid region.

Keywords: dam, evaporation, water, model, semi arid.

ملخص

تعتمد هذه الدراسة على إيجاد نموذج موحد جديد لحساب التبخر و تكون مقارنة للقيم المقاسة للتبخر في كل من سد فم الغرزة ومنبع الغزلان بولاية بسكرة التي تعتبر منطقة شبه جافة، بحيث يساعدنا هذا الأخير في حساب التبخر دون القيام بعملية القياس المتكررة ، هذا النموذج المقترح هو نتيجة دمج نموذجين لكل من Romanko (1961) و Vikulina (1979). معايير الكفاءة هما معامل الكفاءة و نسبة الانحراف المعياري اللتان اعطتنا نتائج على التوالي قريبة جدا لـ 1 و اقل بكثير من الـ 0.5 .

دراسة المقارنة المتبعة للتمكن من تصنيف افضل النماذج التي يمكن ان تعطي افضل النتائج لتقدير كمية التبخر في كل من السدين

تمت معاينة دقة النموذج المقترح من خلال صحة النتائج البيانية والحسابات التقديرية .

الكلمات المفتاحية: سد ،تبخر ،ماء. معادلة ، شبه جاف.

ANNEXES

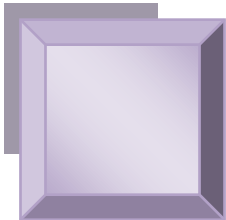


Tableau n°3 : Les calculs du résultats graphiques obtenues par le modèle de dalton (2) (2001 -2016). - Barrage Foum El-Gherza

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	
2001	126.17	149.85	335.27	322.10	482.23	594.42	684.39	562.94	434.05	323.66	133.90	68.08	
2002	76.48	159.24	292.33	343.61	437.89	428.72	537.61	567.04	346.73	149.17	150.52	142.09	
2003	136.25	120.24	136.87	301.88	429.12	452.74	563.13	475.04	375.46	283.84	154.58	91.82	
2004	171.07	161.59	219.88	305.49	329.08	398.72	440.64	566.17	276.43	207.98	62.75	116.06	
2005	105.83	74.94	198.77	298.18	338.22	534.77	576.44	512.97	335.93	217.75	226.05	56.64	
2006	87.32	98.62	249.91	298.72	437.90	595.64	594.16	546.76	281.10	270.66	176.62	151.52	
2007	116.50	197.42	231.87	300.53	429.89	609.57	500.56	532.62	354.56	213.76	134.55	112.46	
2008	76.32	119.22	223.76	339.80	478.97	505.88	664.42	554.83	313.32	220.20	148.52	70.73	
2009	119.27	95.29	152.21	167.50	354.48	452.57	530.86	490.48	278.92	201.11	122.20	133.77	
2010	128.58	163.97	164.04	226.14	280.05	473.06	508.43	477.47	289.18	207.21	124.37	98.79	
2011	116.84	174.71	181.41	280.12	311.11	406.79	560.00	520.97	409.51	193.47	116.16	127.62	
2012	109.82	118.96	169.82	321.75	349.93	556.56	557.94	485.28	278.44	192.75	160.12	111.23	
2013	109.49	107.00	224.43	266.31	347.84	430.22	401.03	401.53	312.90	257.72	115.06	55.38	
2014	109.26	81.76	178.78	286.23	355.00	470.28	554.12	469.87	329.88	143.86	127.65	63.73	
2015	96.27	122.74	226.91	205.37	400.57	428.03	497.57	509.69	306.96	227.36	120.47	42.37	
2016	120.43	160.83	231.69	316.89	406.98	525.01	545.76	457.73	336.23	259.44	146.28	124.82	Total
EVP mesu	112.87	131.65	213.62	286.29	385.58	491.44	544.82	508.21	328.73	223.12	138.74	97.94	3,463.00

Tableau n°4 : Les calculs du résultats graphiques obtenues par le modèle de dalton (2) (2001 -2016). barrage Fontaine des Gazelles

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	
2001	62.81	100.36	179.84	194.17	261.38	400.13	506.66	449.71	356.85	207.37	108.77	70.64	
2002	63.41	110.81	171.85	203.71	257.93	401.13	469.96	413.23	266.35	182.85	98.51	65.58	
2003	69.89	95.94	140.53	195.66	299.46	417.92	513.94	444.83	294.74	195.45	104.87	69.27	
2004	64.77	95.74	129.75	163.96	212.74	347.73	454.91	460.42	266.63	165.30	85.39	64.42	
2005	62.87	78.99	123.46	164.80	248.79	363.85	483.27	410.73	281.08	198.25	129.91	49.44	
2006	67.42	81.07	139.19	223.43	325.43	381.89	464.57	431.48	230.78	177.85	116.94	59.37	
2007	65.99	80.16	122.07	177.45	263.30	433.67	429.05	438.75	271.97	201.43	85.98	58.82	
2008	70.84	93.10	135.98	161.36	269.96	387.29	504.14	447.93	274.33	176.63	108.76	77.46	
2009	77.64	87.36	129.71	171.54	262.54	384.12	509.33	439.83	247.34	127.07	89.47	51.90	
2010	55.32	91.81	128.02	173.88	238.30	382.78	486.12	452.82	219.25	168.97	114.99	64.48	
2011	70.37	81.78	113.74	160.72	234.18	318.56	456.69	409.23	293.82	170.99	94.14	88.91	
2012	70.54	76.30	109.79	154.56	230.39	392.51	500.80	452.36	296.85	180.57	104.22	75.33	
2013	84.77	87.40	142.87	189.10	264.68	373.27	478.73	414.21	330.35	225.60	94.21	74.51	
2014	78.32	105.61	122.20	207.99	277.95	361.16	447.96	441.46	307.26	198.10	133.95	69.26	
2015	66.31	84.02	113.93	199.94	287.45	367.11	455.96	438.14	294.09	210.41	112.31	65.24	
2016	76.30	86.13	124.77	200.40	276.33	383.00	457.26	385.74	247.87	176.55	101.34	70.24	Total
EVP mesu	69.22	89.78	132.98	183.92	263.18	381.01	476.21	433.18	279.97	185.21	105.24	67.18	2,667.08

Tableau n°5 : Les calculs du résultats graphiques obtenues par le modèle de trabrte(2001-2016). Barrage Foug El-Gherza

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	
2001	119.50	141.88	314.61	303.07	448.14	562.45	645.57	533.15	410.44	305.59	126.82	63.58	
2002	71.18	150.27	274.84	322.35	404.66	398.12	500.03	536.53	327.10	135.95	142.48	134.42	
2003	128.72	113.88	124.57	284.70	405.94	412.07	513.90	435.10	352.77	266.81	145.23	86.96	
2004	162.01	150.06	208.23	288.34	311.56	366.84	399.39	528.81	256.70	190.04	58.37	109.49	
2005	100.08	70.50	187.62	282.25	316.48	503.10	537.69	479.42	312.91	187.56	205.18	51.99	
2006	82.38	93.03	236.31	282.92	413.92	563.96	560.69	514.17	265.11	252.46	162.33	142.23	
2007	105.89	186.84	218.43	284.64	405.34	577.33	467.82	500.87	334.68	202.47	127.31	106.51	
2008	69.73	106.86	211.79	321.49	447.83	478.18	628.58	518.86	294.26	203.97	139.88	65.68	
2009	112.82	90.13	143.55	158.41	333.62	423.95	485.65	455.84	259.02	174.16	113.57	121.76	
2010	121.29	155.11	148.47	212.91	265.09	447.82	465.13	437.33	263.90	193.01	116.44	91.58	
2011	105.08	165.46	171.37	263.42	291.28	375.04	523.69	480.78	378.28	173.72	107.95	118.87	
2012	102.30	112.54	158.07	303.86	323.85	513.11	512.77	420.27	246.78	174.96	137.92	103.12	
2013	102.51	101.17	212.55	250.10	329.42	403.01	314.21	364.77	285.61	208.05	101.14	7.74	
2014	98.12	19.57	168.99	269.68	334.47	444.02	521.09	427.67	304.14	63.21	108.27	8.90	
2015	88.67	116.01	214.54	189.89	378.77	403.68	461.68	475.74	285.71	213.52	110.21	31.56	
2016	109.61	151.63	218.41	299.91	385.24	495.43	510.68	420.21	314.97	237.90	137.25	114.46	Total
EVP mesu	104.99	120.31	200.77	269.87	362.23	460.51	503.04	470.59	305.77	198.96	127.52	84.93	3,209.49

Tableau n°6 : Les calculs du résultats graphiques obtenues par le modèle de trabrte(2001-2016) barrage Fontaine des Gazelles

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	
2001	119.87	159.17	325.31	338.14	442.60	608.02	716.91	583.79	391.52	292.45	145.97	82.86	
2002	95.12	156.51	282.86	344.35	477.99	439.33	481.15	524.61	358.71	196.77	161.68	124.86	
2003	116.50	126.77	143.23	301.47	394.34	402.95	527.51	472.83	318.36	200.56	126.94	110.63	
2004	125.07	126.85	180.72	237.77	269.85	356.13	401.54	480.50	307.31	222.46	104.46	86.40	
2005	117.20	106.42	197.03	320.07	367.58	463.09	539.03	485.46	267.87	153.76	174.78	71.93	
2006	95.13	92.19	214.10	314.77	372.51	565.54	528.05	503.29	300.36	252.99	108.95	89.35	
2007	93.23	158.89	217.07	209.47	408.75	603.16	482.82	527.46	321.02	278.93	169.72	152.39	
2008	104.00	106.92	228.71	342.69	431.59	457.58	624.16	484.30	328.84	138.00	113.39	66.04	
2009	88.11	116.60	159.41	231.41	329.30	474.61	496.46	504.60	212.71	163.79	148.53	86.60	
2010	114.31	127.06	146.33	210.18	330.93	448.86	459.94	421.97	268.84	208.99	116.63	117.20	
2011	89.41	139.36	145.25	208.89	237.81	328.15	495.14	434.94	318.72	165.54	123.11	109.14	
2012	117.71	121.30	171.25	292.27	314.09	498.19	531.28	427.23	304.53	218.66	93.63	108.95	
2013	115.63	132.04	208.15	261.52	358.30	419.57	304.40	380.91	281.25	160.82	128.83	8.47	
2014	86.31	19.04	163.22	273.27	330.57	446.14	519.92	451.40	332.74	82.00	109.41	8.68	
2015	96.03	119.96	195.51	231.10	381.56	459.50	476.82	456.59	272.72	192.65	119.54	51.71	
2016	101.36	136.65	236.27	244.94	373.84	435.59	488.58	394.21	277.37	227.12	118.50	79.12	Total
EVP mesu	104.69	121.61	200.90	272.64	363.85	462.90	504.61	470.88	303.93	197.22	129.00	84.65	3,216.88

Tableau n°7 : Les calculs du résultats graphiques obtenues par le modèle de Mayar1915(2001-2016). Barrage Foug El-Gherza

Années	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	
2001	134.78	152.70	244.60	230.42	327.46	338.40	400.18	317.65	277.88	205.21	139.84	105.88	
2002	108.17	148.87	222.02	243.57	309.78	224.33	268.07	305.46	216.90	127.22	148.81	138.19	
2003	142.66	137.96	124.64	218.39	274.31	217.38	258.00	228.34	222.11	185.04	139.98	120.96	
2004	151.62	141.69	174.31	218.86	226.75	207.71	215.61	276.96	177.00	145.60	104.16	126.04	
2005	123.58	112.71	160.10	209.62	204.14	277.22	285.24	259.48	199.56	134.89	151.22	100.09	
2006	115.26	123.46	194.99	206.95	257.00	334.54	313.64	280.81	191.07	174.62	139.50	136.58	
2007	116.99	176.14	191.46	204.98	282.87	336.45	260.95	275.68	220.92	171.08	137.17	129.48	
2008	105.66	119.30	181.32	229.14	318.96	277.58	351.60	274.77	198.54	154.26	139.02	105.90	
2009	129.10	123.72	141.29	155.29	216.39	241.37	249.93	245.55	177.85	131.79	124.48	122.36	
2010	130.66	153.51	131.73	165.47	205.87	270.82	242.85	229.09	172.62	152.38	127.42	114.86	
2011	115.53	163.51	154.06	184.10	194.88	211.65	283.03	248.79	218.29	136.82	122.40	125.54	
2012	119.54	134.12	141.40	225.20	199.74	259.20	262.55	201.44	159.22	139.21	122.31	118.93	
2013	120.77	128.48	176.75	177.94	228.15	233.53	157.28	201.09	180.12	133.13	113.23	82.75	
2014	113.19	83.71	153.74	188.31	218.11	260.80	290.18	222.49	190.73	89.26	112.65	82.79	
2015	112.90	142.10	184.87	148.75	243.17	242.49	251.76	256.78	188.96	163.99	120.50	89.18	
2016	118.38	148.81	190.71	207.88	261.79	280.15	278.78	224.65	204.47	162.61	136.23	121.04	Total
EVP mesu	122.42	136.93	173.00	200.93	248.09	263.35	273.10	253.06	199.76	150.44	129.93	113.78	2,264.81

Tableau n°8 : Les calculs du résultats graphiques obtenues par le modèle de Mayar1915(2001-2016). barrage Fontaine des Gazelles

Années	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	
2001	135.14	170.26	278.26	285.02	402.73	445.15	585.55	465.51	414.06	228.89	173.65	124.33	
2002	118.60	159.71	264.08	305.17	416.12	305.38	347.91	394.92	266.89	169.11	169.99	131.78	
2003	149.35	163.77	148.43	277.65	356.64	278.55	328.28	301.31	271.78	208.90	149.84	141.82	
2004	134.13	135.70	185.92	243.05	269.51	259.88	289.69	355.11	230.65	162.30	130.73	127.09	
2005	128.89	134.31	169.09	228.86	233.20	321.13	364.23	327.56	243.80	150.22	142.26	107.27	
2006	129.17	138.62	211.83	271.78	319.64	416.45	406.23	363.52	241.21	186.18	141.62	120.08	
2007	113.16	154.42	207.04	226.36	346.32	449.88	338.48	368.25	273.26	251.30	147.51	132.60	
2008	116.70	121.93	203.89	229.48	391.11	364.73	461.35	351.79	257.42	178.23	155.31	125.54	
2009	140.49	147.76	171.70	241.10	255.88	318.68	330.71	328.89	219.93	127.06	132.62	106.85	
2010	120.68	151.23	140.22	198.13	294.14	378.87	319.40	305.24	187.35	179.46	152.68	117.74	
2011	112.95	152.52	163.83	187.17	225.42	247.90	357.06	296.84	237.73	155.70	135.23	133.52	
2012	122.98	139.84	145.00	231.74	206.32	286.29	335.68	241.14	200.12	165.56	118.10	123.67	
2013	134.23	146.98	197.68	203.07	294.66	312.01	193.70	274.19	240.76	141.00	118.17	82.84	
2014	116.06	83.94	171.55	222.70	269.86	337.46	374.25	289.59	242.03	92.42	125.09	82.82	
2015	116.63	161.71	188.87	189.04	294.59	334.97	333.78	339.92	249.93	216.66	137.23	95.28	
2016	118.29	141.34	208.09	235.84	327.91	349.39	359.48	275.75	234.90	170.14	146.20	117.37	Total
EVP mesu	125.46	144.00	190.97	236.01	306.50	337.92	357.86	329.97	250.74	173.95	142.26	116.91	2,712.56

Tableau n° 9 : Les calculs du résultats graphiques obtenues par le modèle Mayer1926 (2001-2016). Barrage Foum El-Gherza

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	
2001	108.62	128.48	281.40	271.47	400.15	507.88	579.59	483.88	369.96	283.24	115.28	60.55	
2002	68.27	139.52	246.07	288.29	361.47	383.53	480.25	493.02	303.99	135.31	128.86	123.61	
2003	115.81	103.41	124.26	255.54	366.29	411.02	510.41	429.52	331.49	250.44	136.47	78.89	
2004	147.99	144.56	190.22	259.06	282.00	359.39	401.03	503.61	247.29	188.36	56.06	101.75	
2005	92.23	66.04	174.05	255.27	300.22	471.22	513.46	455.97	299.65	202.72	205.55	51.13	
2006	76.56	86.46	213.01	256.90	382.07	510.68	520.60	482.10	246.60	241.09	159.32	133.95	
2007	105.85	168.84	195.85	259.56	363.74	524.23	444.94	469.63	310.47	184.03	116.99	96.67	
2008	69.12	109.15	191.46	290.19	400.11	441.38	578.01	492.84	276.81	197.43	130.62	63.27	
2009	103.82	82.94	133.53	142.84	312.16	401.17	480.38	438.46	249.52	186.86	109.24	121.45	
2010	112.77	142.70	149.42	199.01	239.75	410.37	460.09	431.73	262.10	184.83	110.32	88.50	
2011	106.79	150.10	158.57	246.99	275.97	366.10	497.42	468.49	367.98	176.98	103.84	113.83	
2012	97.96	103.49	151.59	273.22	313.97	500.88	503.29	450.90	256.30	175.28	149.07	99.65	
2013	97.12	93.24	193.93	235.28	300.74	381.36	383.06	364.94	283.56	244.51	106.29	56.83	
2014	99.94	83.60	155.99	251.57	312.02	411.55	488.60	426.57	296.89	145.15	119.45	65.40	
2015	86.71	104.47	193.32	184.41	349.08	375.50	445.45	453.69	274.01	200.87	109.02	40.86	
2016	109.33	141.18	195.95	275.20	348.41	460.01	484.44	413.22	298.04	234.40	129.41	112.77	Total
EVP mesu	99.93	115.51	184.29	246.55	331.76	432.27	485.69	453.66	292.17	201.97	124.11	88.07	3,055.97

Tableau n° 10 : Les calculs du résultats graphiques obtenues par le modèle Mayer1926 (2001-2016). barrage Fontaine des Gazelles

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	
2001	97.31	129.00	263.26	273.46	359.66	492.26	579.68	473.61	316.80	240.12	118.51	69.34	
2002	80.02	128.66	228.79	278.69	389.62	370.84	405.21	428.43	295.04	170.44	130.97	102.02	
2003	94.23	102.87	124.27	243.76	319.18	349.62	456.13	406.85	263.84	166.09	105.21	89.73	
2004	101.79	107.07	147.09	192.27	218.67	304.57	350.31	402.09	259.40	192.03	87.97	71.07	
2005	95.89	88.00	161.87	259.28	306.72	382.93	451.99	405.85	225.09	142.80	152.20	61.70	
2006	78.24	75.83	173.25	255.42	305.05	458.36	434.07	416.47	247.20	212.14	93.32	74.17	
2007	81.04	128.68	175.52	170.33	330.51	489.44	403.64	436.48	263.73	226.45	138.60	123.63	
2008	89.77	94.61	185.24	277.41	349.72	374.72	509.95	404.49	272.75	116.91	93.56	55.74	
2009	72.02	95.31	131.20	187.26	272.10	395.30	427.86	425.44	179.55	151.15	125.23	75.14	
2010	94.05	103.84	127.91	173.55	268.07	365.98	396.39	363.08	232.46	175.62	97.23	99.16	
2011	78.78	113.03	119.13	172.86	198.25	279.85	413.54	370.41	271.06	146.17	103.80	91.71	
2012	98.91	99.11	144.06	236.37	266.43	424.86	455.04	394.25	273.27	190.41	86.96	92.18	
2013	96.39	108.03	169.31	216.91	291.53	349.46	314.97	331.32	243.12	160.93	116.77	51.02	
2014	76.19	66.84	133.66	225.34	272.59	366.31	430.24	391.66	283.76	155.74	103.46	52.33	
2015	82.01	97.04	158.19	196.28	312.16	378.18	402.96	382.47	229.41	159.79	103.02	56.55	
2016	87.95	112.53	191.04	199.87	302.83	358.07	407.69	338.15	231.02	195.12	98.44	67.97	Total
EVP mesu	87.79	103.15	164.61	222.44	297.69	383.80	427.48	398.19	255.47	175.12	109.70	77.09	2,702.54

Tableau n° 11 : Les calculs du résultats graphiques obtenues par le modèle Romanko1961 (2001-2016). Barrage Foug El-Gherza

Années	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	
2001	106.19	154.46	261.62	268.16	324.33	461.24	514.39	451.94	324.14	278.79	139.19	86.57	
2002	100.94	171.08	233.13	266.86	339.43	433.06	469.98	436.48	343.27	235.29	149.63	119.57	
2003	109.01	149.45	205.64	263.45	359.69	450.05	507.08	457.66	343.27	249.19	151.77	108.18	
2004	114.87	156.10	174.76	200.14	243.62	376.51	443.85	445.23	330.76	259.94	121.35	85.30	
2005	108.84	116.96	201.08	274.36	373.65	420.76	505.68	451.20	289.55	219.14	221.05	81.20	
2006	90.41	100.13	190.58	275.77	347.51	442.51	464.55	447.74	296.54	267.84	134.95	93.02	
2007	111.69	154.58	183.83	194.89	330.21	470.90	462.69	464.90	309.77	248.94	167.41	135.08	
2008	121.89	149.81	206.41	288.34	326.86	400.17	513.72	446.48	328.94	163.26	120.73	70.52	
2009	83.04	121.65	165.30	199.72	328.28	441.92	509.03	476.33	241.85	228.51	170.96	104.54	
2010	112.73	135.21	187.64	214.43	290.35	382.39	478.81	431.87	314.03	227.84	131.14	129.41	
2011	110.75	138.42	148.57	215.23	255.92	348.65	467.68	432.55	346.24	211.11	144.32	118.64	
2012	133.81	137.64	203.22	272.82	377.68	492.45	515.37	464.25	320.54	187.00	155.82	116.18	
2013	121.26	138.74	198.68	265.47	325.04	400.93	463.91	411.58	324.87	256.63	180.04	102.38	
2014	108.22	149.59	164.56	269.27	325.82	397.30	472.20	465.52	360.44	292.38	168.94	106.05	
2015	108.82	111.69	173.82	257.48	353.75	410.79	470.92	428.06	294.05	203.22	149.94	95.40	
2016	121.99	151.96	200.95	231.00	321.67	388.12	461.00	407.28	289.21	261.31	132.07	94.80	Total
EVP mesu	110.28	139.84	193.74	247.34	326.49	419.86	482.55	444.94	316.09	236.90	152.46	102.93	3173.42

Tableau n° 12 : Les calculs du résultats graphiques obtenues par le modèle Romanko1961 (2001-2016). barrage Fontaine des Gazelles

Années	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	
2001	106.19	154.46	261.62	268.16	324.33	461.24	514.39	451.94	324.14	278.79	139.19	86.57	
2002	100.94	171.08	233.13	266.86	339.43	433.06	469.98	436.48	343.27	235.29	149.63	119.57	
2003	109.01	149.45	205.64	263.45	359.69	450.05	507.08	457.66	343.27	249.19	151.77	108.18	
2004	114.87	156.10	174.76	200.14	243.62	376.51	443.85	445.23	330.76	259.94	121.35	85.30	
2005	108.84	116.96	201.08	274.36	373.65	420.76	505.68	451.20	289.55	219.14	221.05	81.20	
2006	90.41	100.13	190.58	275.77	347.51	442.51	464.55	447.74	296.54	267.84	134.95	93.02	
2007	111.69	154.58	183.83	194.89	330.21	470.90	462.69	464.90	309.77	248.94	167.41	135.08	
2008	121.89	149.81	206.41	288.34	326.86	400.17	513.72	446.48	328.94	163.26	120.73	70.52	
2009	83.04	121.65	165.30	199.72	328.28	441.92	509.03	476.33	241.85	228.51	170.96	104.54	
2010	112.73	135.21	187.64	214.43	290.35	382.39	478.81	431.87	314.03	227.84	131.14	129.41	
2011	110.75	138.42	148.57	215.23	255.92	348.65	467.68	432.55	346.24	211.11	144.32	118.64	
2012	133.81	137.64	203.22	272.82	377.68	492.45	515.37	464.25	320.54	187.00	155.82	116.18	
2013	121.26	138.74	198.68	265.47	325.04	400.93	463.91	411.58	324.87	256.63	180.04	102.38	
2014	108.22	149.59	164.56	269.27	325.82	397.30	472.20	465.52	360.44	292.38	168.94	106.05	
2015	108.82	111.69	173.82	257.48	353.75	410.79	470.92	428.06	294.05	203.22	149.94	95.40	
2016	121.99	151.96	200.95	231.00	321.67	388.12	461.00	407.28	289.21	261.31	132.07	94.80	Total
EVP mesu	110.28	139.84	193.74	247.34	326.49	419.86	482.55	444.94	316.09	236.90	152.46	102.93	3173.42

Tableau n° 13: Les calculs du résultats graphiques obtenues par le modèle WMO1966 (2001-2016) Barrage Foug El-Gherza

Années	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	
2001	104.37	125.46	297.76	282.89	441.28	502.64	593.27	467.82	369.55	254.77	110.77	50.82	
2002	56.41	124.86	257.62	305.50	406.04	313.90	395.60	455.42	271.35	103.95	126.57	113.92	
2003	116.93	99.78	95.09	262.01	363.87	314.54	393.60	334.94	287.30	217.66	118.28	76.42	
2004	139.51	118.32	179.32	263.83	275.91	284.32	303.34	422.69	202.40	145.80	46.18	90.83	
2005	84.40	57.71	156.16	250.72	254.27	411.80	428.32	383.87	248.41	137.08	156.09	40.16	
2006	68.34	77.18	212.77	247.87	347.93	498.68	465.89	420.16	219.56	201.11	125.60	115.44	
2007	80.70	166.47	202.46	246.28	373.57	505.81	374.58	409.29	278.56	176.83	108.07	93.46	
2008	53.50	80.23	188.42	287.73	430.76	401.94	532.68	416.16	239.24	160.00	115.08	51.79	
2009	95.45	76.26	118.89	142.42	273.54	341.78	373.22	360.02	204.22	127.63	89.69	92.94	
2010	100.54	131.31	112.57	174.86	235.48	382.57	357.45	336.66	202.12	153.22	93.71	71.96	
2011	79.15	145.41	143.34	215.26	234.42	291.67	420.03	374.55	295.21	130.64	85.26	94.37	
2012	81.21	95.37	125.27	276.83	253.59	399.06	396.75	307.99	183.54	133.10	100.80	81.02	
2013	82.50	85.32	183.62	203.34	284.13	324.90	225.03	277.79	218.82	149.30	74.78	19.99	
2014	73.80	30.33	142.05	222.23	275.62	370.18	425.81	326.45	236.53	58.88	78.61	23.00	
2015	68.84	104.92	193.45	148.44	319.43	334.32	363.39	379.63	226.43	173.60	84.70	22.67	
2016	83.67	125.37	201.57	255.39	342.21	411.67	410.29	324.58	253.92	183.45	111.21	88.26	Total
EVP mesu	85.58	102.77	175.65	236.60	319.50	380.61	403.70	374.88	246.07	156.69	101.59	70.44	2,654.08

Tableau n° 14 : Les calculs du résultats graphiques obtenues par le modèle WMO1966 (2001-2016) barrage Fontaine des Gazelles

Années	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	
2001	104.69	140.74	307.89	315.63	435.83	543.37	658.83	512.26	352.51	243.81	127.49	66.23	
2002	75.39	130.05	265.14	326.35	479.62	346.39	380.67	445.30	297.57	150.46	143.62	105.81	
2003	105.83	111.06	109.33	277.44	353.47	307.58	404.02	363.99	259.27	163.62	103.38	97.22	
2004	107.70	100.01	155.62	217.56	238.98	276.02	304.97	384.07	242.30	170.67	82.65	71.68	
2005	98.84	87.11	163.99	284.31	295.32	379.06	429.39	388.70	212.65	112.37	132.97	55.56	
2006	78.91	76.48	192.77	275.78	313.12	500.07	438.78	411.27	248.75	201.53	84.30	72.52	
2007	71.05	141.57	201.20	181.24	376.72	528.44	386.59	431.02	267.19	243.62	144.06	133.72	
2008	79.79	80.28	203.47	306.71	415.14	384.63	528.94	388.44	267.36	108.24	93.28	52.07	
2009	74.55	98.65	132.02	208.04	270.00	382.61	381.53	398.54	167.71	120.03	117.31	66.11	
2010	94.75	107.56	110.96	172.62	293.96	383.46	353.46	324.83	205.90	165.91	93.86	92.09	
2011	67.35	122.47	121.49	170.70	191.39	255.21	397.13	338.84	248.72	124.49	97.24	86.64	
2012	93.45	102.80	135.72	266.27	245.95	387.45	411.07	313.09	226.48	166.35	68.43	85.61	
2013	93.06	111.36	179.82	212.63	309.03	338.24	218.00	290.08	215.48	115.41	95.25	21.87	
2014	64.91	29.50	137.19	225.19	272.41	371.94	424.86	344.56	258.78	76.38	79.44	22.43	
2015	74.56	108.49	176.30	180.65	321.78	380.55	375.30	364.34	216.13	156.63	91.87	37.13	
2016	77.37	112.98	218.06	208.58	332.07	361.95	392.54	304.50	223.61	175.13	96.02	61.01	Total
EVP mesu	85.14	103.82	175.69	239.36	321.55	382.94	405.38	375.24	244.40	155.92	103.20	70.48	2,663.10

Tableau n° 15 : Les calculs du résultats graphiques obtenues par le modèle Mahringer 1970 (2001-2016) Barrage Foum El-Gherza

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	
2001	110.75	131.49	291.58	280.88	415.32	521.26	598.30	494.11	380.39	283.21	117.54	58.93	
2002	65.97	139.27	254.72	298.75	375.03	368.97	463.42	497.25	303.15	125.99	132.05	124.58	
2003	119.30	105.55	115.45	263.85	376.22	381.90	476.27	403.24	326.94	247.27	134.60	80.59	
2004	150.15	139.07	192.98	267.23	288.74	339.98	370.14	490.09	237.91	176.12	54.09	101.47	
2005	92.75	65.34	173.88	261.59	293.30	466.26	498.32	444.31	290.00	173.82	190.15	48.19	
2006	76.35	86.22	219.01	262.20	383.62	522.67	519.63	476.52	245.70	233.98	150.44	131.82	
2007	98.14	173.16	202.44	263.80	375.66	535.06	433.57	464.19	310.17	187.64	117.99	98.71	
2008	64.63	99.04	196.28	297.95	415.04	443.17	582.55	480.87	272.71	189.04	129.64	60.87	
2009	104.56	83.54	133.04	146.81	309.19	392.91	450.09	422.46	240.05	161.41	105.25	112.84	
2010	112.41	143.75	137.60	197.32	245.68	415.03	431.07	405.31	244.57	178.87	107.92	84.88	
2011	97.39	153.34	158.82	244.13	269.95	347.58	485.34	445.58	350.59	161.00	100.05	110.17	
2012	94.81	104.30	146.49	281.61	300.14	475.54	475.23	389.49	228.71	162.15	127.82	95.57	
2013	95.00	93.77	196.99	231.79	305.30	373.51	291.20	338.06	264.70	192.82	93.73	7.17	
2014	90.93	18.14	156.62	249.93	309.98	411.51	482.94	396.36	281.87	58.58	100.34	8.25	
2015	82.17	107.51	198.83	175.99	351.04	374.12	427.87	440.91	264.79	197.89	102.14	29.25	
2016	101.59	140.53	202.41	277.95	357.03	459.16	473.28	389.44	291.91	220.49	127.20	106.08	Total
EVP mesu	97.31	111.50	186.07	250.11	335.70	426.79	466.20	436.14	283.38	184.39	118.19	78.71	2,974.49

Tableau n° 16 : Les calculs du résultats graphiques obtenues par le modèle Mahringer 1970 (2001-2016) barrage Fontaine des Gazelles

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	
2001	111.47	148.02	302.54	314.47	411.61	565.45	666.72	542.91	364.11	271.97	135.75	77.06	
2002	88.46	145.56	263.06	320.24	444.53	408.58	447.46	487.88	333.60	183.00	150.36	116.12	
2003	108.35	117.89	133.20	280.36	366.73	374.74	490.58	439.73	296.07	186.52	118.06	102.88	
2004	116.31	117.97	168.06	221.12	250.96	331.19	373.43	446.85	285.80	206.88	97.15	80.35	
2005	109.00	98.97	183.24	297.66	341.84	430.67	501.29	451.47	249.11	142.99	162.54	66.90	
2006	88.47	85.74	199.11	292.73	346.43	525.95	491.08	468.05	279.33	235.28	101.33	83.09	
2007	86.70	147.77	201.87	194.81	380.14	560.93	449.02	490.53	298.54	259.40	157.83	141.72	
2008	96.72	99.43	212.70	318.69	401.38	425.54	580.46	450.39	305.82	128.33	105.45	61.42	
2009	81.95	108.44	148.25	215.21	306.25	441.38	461.70	469.27	197.81	152.32	138.13	80.54	
2010	106.31	118.16	136.09	195.47	307.76	417.43	427.74	392.43	250.02	194.36	108.47	108.99	
2011	83.15	129.60	135.08	194.27	221.16	305.18	460.47	404.49	296.40	153.95	114.49	101.50	
2012	109.47	112.81	159.26	271.81	292.10	463.31	494.08	397.32	283.21	203.35	87.07	101.32	
2013	107.53	122.80	193.58	243.21	333.21	390.19	283.09	354.24	261.56	149.56	119.81	7.87	
2014	80.26	17.70	151.79	254.14	307.43	414.90	483.52	419.79	309.44	76.25	101.75	8.07	
2015	89.31	111.56	181.83	214.92	354.85	427.33	443.43	424.62	253.62	179.16	111.17	48.09	
2016	94.26	127.08	219.72	227.79	347.66	405.10	454.38	366.61	257.95	211.22	110.20	73.58	Total
EVP mesu	97.36	113.09	186.84	253.56	338.38	430.49	469.28	437.91	282.65	183.41	119.97	78.72	2,991.65

Tableau n° 17 : Les calculs du résultats graphiques obtenues par le modèle Vikilun1970 (2001-2016) Barrage Foug El-Gherza

Années	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	
2001	115.09	138.36	328.70	312.23	487.35	554.44	654.67	515.89	407.68	280.69	122.14	55.94	
2002	62.08	137.56	284.36	337.25	448.52	345.38	435.32	501.92	298.92	114.27	139.60	125.54	
2003	129.01	110.02	104.52	289.13	401.38	345.75	432.69	368.27	316.37	239.69	130.25	84.28	
2004	153.80	130.18	197.68	291.12	304.30	312.68	333.37	465.25	222.70	160.29	50.81	100.06	
2005	93.00	63.56	172.04	276.53	279.91	453.52	471.41	422.54	273.38	150.37	171.55	44.16	
2006	75.28	85.02	234.72	273.33	383.39	549.98	513.26	462.71	241.86	221.34	138.12	127.12	
2007	88.69	183.62	223.44	271.52	412.25	557.76	412.32	450.74	306.88	194.99	119.10	103.06	
2008	58.82	88.14	207.82	317.39	475.61	442.90	587.06	458.10	263.44	176.02	126.75	56.98	
2009	105.19	84.04	130.97	157.11	301.26	376.27	410.34	396.15	224.71	140.03	98.70	102.16	
2010	110.75	144.71	123.71	192.59	259.72	421.69	393.00	370.16	222.19	168.62	103.17	79.17	
2011	86.96	160.35	157.93	237.06	258.07	320.80	462.37	411.98	324.72	143.52	93.82	103.85	
2012	89.37	105.11	137.86	305.44	278.98	438.91	436.31	337.91	201.53	146.29	110.58	89.14	
2013	90.82	94.02	202.43	223.91	313.23	357.69	246.19	305.32	240.55	163.47	82.08	21.57	
2014	81.07	32.77	156.53	244.78	303.59	407.84	468.94	358.83	260.15	63.83	86.19	24.82	
2015	75.71	115.75	213.41	163.29	352.00	368.28	399.82	417.84	249.18	191.16	93.12	24.77	
2016	91.97	138.10	222.45	281.49	377.44	453.52	451.66	356.92	279.55	201.72	122.45	97.05	Total
EVP mesu	94.23	113.21	193.66	260.89	352.31	419.21	444.29	412.53	270.86	172.27	111.78	77.48	2,922.72

Tableau n° 18 : Les calculs du résultats graphiques obtenues par le modèle Vikilun1970 (2001-2016) barrage Fontaine des Gazelles

Années	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	
2001	115.44	155.22	339.88	348.37	481.33	599.37	727.01	564.89	388.88	268.61	140.58	72.90	
2002	82.96	143.27	292.65	360.27	529.80	381.14	418.89	490.77	327.81	165.39	158.41	116.62	
2003	116.76	122.47	120.18	306.16	389.91	338.09	444.15	400.21	285.51	180.18	113.84	107.21	
2004	118.73	110.04	171.56	240.06	263.57	303.56	335.16	422.75	266.61	187.63	90.94	78.96	
2005	108.92	95.93	180.67	313.58	325.10	417.46	472.59	427.86	234.03	123.27	146.14	61.10	
2006	86.93	84.25	212.66	304.10	345.03	551.52	483.38	452.92	274.02	221.81	92.71	79.85	
2007	78.09	156.15	222.04	199.82	415.72	582.72	425.54	474.67	294.36	268.63	158.77	147.46	
2008	87.72	88.18	224.42	338.32	458.37	423.83	582.93	427.59	294.40	119.08	102.74	57.29	
2009	82.16	108.72	145.43	229.50	297.37	421.23	419.47	438.53	184.53	131.69	129.08	72.66	
2010	104.38	118.54	121.93	190.12	324.22	422.67	388.62	357.16	226.35	182.59	103.33	101.31	
2011	73.99	135.06	133.86	187.99	210.70	280.70	437.16	372.70	273.59	136.77	106.99	95.35	
2012	102.84	113.29	149.36	293.79	270.57	426.15	452.05	343.51	248.68	182.83	75.06	94.18	
2013	102.45	122.71	198.24	234.13	340.69	372.38	238.51	318.83	236.88	126.36	104.55	23.60	
2014	71.31	31.87	151.18	248.04	300.05	409.78	467.89	378.74	284.62	82.80	87.10	24.20	
2015	82.00	119.69	194.49	198.73	354.59	419.21	412.93	401.01	237.84	172.47	101.00	40.58	
2016	85.05	124.45	240.64	229.89	366.26	398.75	432.12	334.84	246.17	192.57	105.72	67.09	Total
EVP mesu	93.73	114.37	193.70	263.93	354.58	421.78	446.15	412.94	269.02	171.42	113.56	77.52	2,932.70

Tableau n° 19 : Les calculs du résultats graphiques obtenues par le modèle Botoutao (2001-2016) Barrage Foum El-Gherza

Années	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	
2001	130.56	166.74	346.55	332.14	480.24	548.49	700.45	552.70	409.09	296.98	165.90	93.22	
2002	98.38	157.06	303.70	344.33	513.45	375.95	441.39	488.85	343.62	195.31	183.08	139.29	
2003	134.19	138.15	146.13	303.19	404.43	348.11	467.84	416.36	311.51	219.09	141.73	128.69	
2004	134.69	128.58	198.29	250.48	291.16	315.28	368.42	438.91	290.60	217.42	116.27	102.22	
2005	121.34	111.24	203.15	304.25	341.87	408.41	491.14	436.66	268.62	51.81	65.10	31.29	
2006	101.71	103.57	234.72	302.32	367.21	508.74	497.42	458.52	298.49	247.71	120.15	103.56	
2007	95.65	173.37	240.44	218.19	422.10	535.35	443.80	476.37	322.03	290.63	176.33	163.69	
2008	103.90	106.81	242.08	323.94	460.55	411.12	582.85	440.90	320.41	159.51	127.90	77.25	
2009	101.41	125.15	170.58	236.88	317.66	408.85	446.47	447.54	225.32	164.63	150.88	95.30	
2010	121.11	138.14	150.75	211.13	340.36	415.96	419.49	384.28	258.58	210.18	130.24	120.33	
2011	91.50	151.63	161.35	209.03	246.55	298.06	459.05	395.60	302.37	169.40	134.10	117.01	
2012	117.38	126.76	173.67	292.63	295.48	418.65	474.09	372.97	275.00	212.53	103.72	115.16	
2013	118.63	136.87	221.53	240.89	354.08	366.52	290.30	344.32	270.98	166.33	128.26	44.51	
2014	89.91	55.38	176.51	254.52	323.36	399.27	482.86	401.83	313.98	124.89	114.80	45.93	
2015	98.89	137.51	217.18	213.23	371.45	408.20	436.85	421.82	275.63	209.35	127.94	61.30	
2016	103.30	142.69	256.76	246.90	382.31	399.70	455.29	362.47	282.12	225.36	134.13	92.31	Total
EVP mesu	110.16	131.23	215.21	267.75	369.52	410.42	466.11	427.51	298.02	197.57	132.53	95.69	3,121.71

Tableau n° 20 : Les calculs du résultats graphiques obtenues par le modèle Botoutao (2001-2016) barrage Fontaine des Gazelles

Années	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	
2001	130.56	166.74	346.55	332.14	480.24	548.49	700.45	552.70	409.09	296.98	165.90	93.22	
2002	98.38	157.06	303.70	344.33	513.45	375.95	441.39	488.85	343.62	195.31	183.08	139.29	
2003	134.19	138.15	146.13	303.19	404.43	348.11	467.84	416.36	311.51	219.09	141.73	128.69	
2004	134.69	128.58	198.29	250.48	291.16	315.28	368.42	438.91	290.60	217.42	116.27	102.22	
2005	121.34	111.24	203.15	304.25	341.87	408.41	491.14	436.66	268.62	51.81	65.10	31.29	
2006	101.71	103.57	234.72	302.32	367.21	508.74	497.42	458.52	298.49	247.71	120.15	103.56	
2007	95.65	173.37	240.44	218.19	422.10	535.35	443.80	476.37	322.03	290.63	176.33	163.69	
2008	103.90	106.81	242.08	323.94	460.55	411.12	582.85	440.90	320.41	159.51	127.90	77.25	
2009	101.41	125.15	170.58	236.88	317.66	408.85	446.47	447.54	225.32	164.63	150.88	95.30	
2010	121.11	138.14	150.75	211.13	340.36	415.96	419.49	384.28	258.58	210.18	130.24	120.33	
2011	91.50	151.63	161.35	209.03	246.55	298.06	459.05	395.60	302.37	169.40	134.10	117.01	
2012	117.38	126.76	173.67	292.63	295.48	418.65	474.09	372.97	275.00	212.53	103.72	115.16	
2013	118.63	136.87	221.53	240.89	354.08	366.52	290.30	344.32	270.98	166.33	128.26	44.51	
2014	89.91	55.38	176.51	254.52	323.36	399.27	482.86	401.83	313.98	124.89	114.80	45.93	
2015	98.89	137.51	217.18	213.23	371.45	408.20	436.85	421.82	275.63	209.35	127.94	61.30	
2016	103.30	142.69	256.76	246.90	382.31	399.70	455.29	362.47	282.12	225.36	134.13	92.31	Total
EVP mesu	110.16	131.23	215.21	267.75	369.52	410.42	466.11	427.51	298.02	197.57	132.53	95.69	3,121.71

Tableau n° 21 : l'évaporation de bac durant (2001-2016) barrage Foum El-Gherza

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	
2001	85.35	113.89	242.44	250.00	332.69	402.41	445.77	385.63	252.34	200.20	97.21	71.20	
2002	58.32	102.55	212.55	218.21	311.20	339.97	335.78	371.12	265.33	167.94	120.18	94.54	
2003	101.61	83.72	131.77	200.37	290.00	330.79	412.45	392.12	282.10	195.05	107.66	76.56	
2004	77.38	114.75	176.36	202.44	219.21	305.48	369.09	353.27	268.67	194.64	91.89	63.35	
2005	72.19	71.01	130.10	206.64	326.32	338.75	413.44	370.01	236.36	177.58	130.40	67.36	
2006	97.12	79.50	184.31	255.83	314.41	398.00	404.27	371.08	253.98	227.89	108.49	64.83	
2007	74.43	111.83	171.63	187.74	307.29	388.82	396.98	365.60	244.58	211.78	142.57	96.79	
2008	82.15	104.66	188.45	257.56	309.12	338.49	418.24	339.84	278.40	140.04	115.79	53.05	
2009	53.17	82.43	119.43	150.22	249.32	362.12	424.56	392.84	211.24	174.72	118.74	75.93	
2010	83.42	96.28	171.68	189.36	264.24	353.30	412.33	358.99	256.81	193.74	119.25	101.52	
2011	77.31	104.21	125.92	176.45	220.86	295.00	378.00	350.81	274.69	162.45	146.59	86.84	
2012	80.93	88.83	149.31	217.89	298.92	419.07	462.53	428.88	310.49	213.20	110.58	91.68	
2013	84.01	114.05	195.03	236.78	379.66	342.57	371.57	327.77	226.28	200.96	141.66	70.11	
2014	80.91	108.47	142.95	224.48	292.55	325.63	376.30	369.80	280.02	231.36	134.13	107.26	
2015	83.64	95.82	150.02	217.16	326.09	338.10	379.23	341.45	268.16	165.00	115.56	63.21	
2016	101.84	126.87	204.73	220.98	311.31	347.56	395.20	331.21	262.36	209.92	128.47	64.05	Total
EVP mesu	80.86	99.93	168.54	213.26	297.07	351.63	399.73	365.65	260.74	191.66	120.57	78.02	2,627.66

Tableau n° 21 : l'évaporation de bac durant (2001-2016) barrage Fontaine des Gazelles

Annees	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	
2001	75.40	133.00	196.00	287.00	369.00	501.05	516.00	432.00	297.00	185.80	114.40	80.00	
2002	88.00	154.00	145.37	227.00	194.09	256.00	267.00	219.86	269.00	244.00	203.00	112.00	
2003	119.45	106.55	198.60	267.00	427.00	377.00	443.00	359.00	298.00	172.00	121.00	116.00	
2004	129.00	144.00	210.00	257.00	284.00	365.00	456.00	280.00	224.00	140.00	112.00	108.29	
2005	36.23	84.91	127.83	124.55	403.00	365.00	460.60	487.00	280.00	176.00	129.00	73.00	
2006	100.94	93.00	211.00	283.00	311.00	462.00	463.00	456.00	261.00	239.00	117.00	70.00	
2007	107.00	126.00	181.00	177.00	340.00	427.00	438.00	396.00	229.00	212.00	137.00	119.00	
2008	105.00	118.00	202.00	308.00	320.00	365.00	439.00	368.00	282.00	137.00	107.00	74.00	
2009	57.00	83.00	126.56	159.52	253.00	349.00	430.00	434.00	291.54	234.50	158.00	73.00	
2010	88.00	120.00	194.00	246.00	347.00	387.00	437.00	407.00	274.00	207.00	126.00	103.00	
2011	90.00	114.00	150.00	212.00	274.00	330.00	400.00	340.00	290.00	211.00	127.00	106.00	
2012	111.00	103.00	183.00	210.00	358.00	442.00	477.00	433.00	317.00	228.00	104.00	116.00	
2013	100.00	108.00	165.00	229.00	322.00	346.00	392.00	353.00	252.00	189.00	157.00	90.00	
2014	86.00	155.00	197.00	306.00	347.00	372.00	404.00	406.00	275.00	241.00	138.00	111.00	
2015	110.00	107.00	160.00	237.00	360.00	401.00	429.00	414.42	307.00	229.00	156.00	129.00	
2016	126.00	148.00	219.00	252.00	384.00	411.00	450.00	436.00	278.02	192.04	116.97	97.46	Total
EVP mesu	95.56	118.59	179.15	236.38	330.82	384.75	431.35	388.83	276.54	202.33	132.71	98.61	2,875.62

Tableau n° 21 : l'évaporation de bac durant (2001-2016) barrage Foum el Guies

Années	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	
2000	41.80	66.70	105.40	169.40	171.70	209.00	360.00	52.00	219.80	118.60	121.50	77.40	
2001	50.10	57.60	130.50	178.10	184.60	293.40	377.40	339.50	160.30	139.50	68.80	44.80	
2002	63.60	66.50	118.50	150.20	190.50	281.10	305.10	239.40	167.20	175.60	93.80	55.10	
2003	57.90	57.90	81.70	81.00	216.50	186.10	323.60	300.00	167.00	102.00	67.90	42.80	
2004	60.20	48.70	68.80	83.50	101.80	186.10	260.90	268.80	178.30	144.80	54.60	69.90	
2006	42.50	42.30	44.80	66.20	6.80	110.80	66.90	110.00	73.40	89.60	62.00	37.30	
2007	40.40	40.00	68.40	50.80	89.00	135.80	205.00	261.30	118.60	83.80	34.50	41.30	
2008	37.90	39.70	53.40	93.90	127.80	124.10	183.20	147.70	105.70	49.90	34.50	45.40	
2009	33.70	40.00	42.30	66.30	91.60	154.80	203.40	166.00	96.50	64.30	53.80	57.80	
2010	33.70	50.40	80.70	118.40	130.20	179.20	229.40	181.70	118.90	77.90	89.40	69.10	
2011	54.90	38.80	56.60	87.70	80.40	105.70	186.50	170.70	133.00	92.70	81.20	40.10	
2012	45.40	31.20	62.40	76.70	123.60	147.10	198.40	234.60	119.50	86.80	85.60	56.30	
2013	45.70	40.80	74.30	101.10	100.90	161.10	173.70	212.30	82.40	106.90	51.90	42.20	
2014	51.90	56.50	47.10	59.00	90.40	99.70	215.90	231.70	197.00	116.80	66.00	55.30	
2015	49.20	41.60	66.80	86.40	110.00	137.00	233.40	162.60	123.50	87.60	58.10	39.50	
2016	39.80	42.00	69.00	105.70	132.50	180.30	222.60	215.23	106.10	87.10	67.00	39.00	Total
Emesurée	46.79	47.54	73.17	98.40	121.77	168.21	234.09	205.85	135.45	101.49	68.16	50.83	1,351.75

Tableau n° 20 : Les calculs du résultats graphiques obtenues par le modèle unique durant (2001-2016) dans le barrage Foum el Guies

Années	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	
2001	59.75	67.30	154.85	119.00	147.51	252.68	320.65	279.57	138.67	139.04	54.51	42.98	
2002	45.44	76.71	102.80	147.82	192.87	269.10	273.10	204.85	158.66	127.92	79.89	42.55	
2003	44.89	49.02	65.32	79.39	112.28	204.13	277.43	234.57	115.23	101.80	53.43	35.86	
2004	35.02	68.39	72.44	69.79	58.14	84.28	140.93	222.04	109.38	90.50	28.68	28.70	
2005	29.33	36.73	49.57	62.31	171.12	210.77	281.60	224.06	147.17	89.51	92.66	39.05	
2006	40.42	56.35	99.94	120.57	113.91	247.13	259.71	223.39	139.19	151.95	66.47	35.93	
2007	48.17	57.79	63.45	75.74	128.31	244.95	279.31	271.76	127.23	100.05	64.39	45.41	
2008	48.30	63.73	87.55	131.80	145.13	177.00	266.22	230.82	161.64	74.59	70.10	47.70	
2009	44.96	65.70	79.21	77.95	111.70	215.72	321.50	250.02	111.39	92.49	83.76	80.62	
2010	63.47	84.30	84.49	88.45	117.10	190.27	260.34	256.32	160.71	122.51	82.28	54.40	
2011	48.51	52.31	61.99	89.12	92.30	128.42	223.66	172.13	116.46	71.58	53.91	39.34	
2012	40.13	38.90	62.48	79.91	134.76	238.13	295.74	306.05	167.16	131.03	67.32	49.96	
2013	55.55	61.13	104.66	122.96	128.98	181.10	231.22	199.66	115.88	108.32	62.99	30.50	
2014	48.29	66.71	50.68	109.22	137.77	192.29	273.52	266.85	189.72	124.41	91.70	39.44	
2015	42.63	57.09	77.72	117.37	182.51	215.31	297.81	240.88	174.29	106.19	60.95	44.81	
2016	60.59	73.16	87.10	103.89	156.3	218.06	256.09	227.68	141.13	137.06	66.33	41.88	Total
EVP mesu	47.22	60.96	81.52	99.71	133.17	204.33	266.18	238.17	142.12	110.56	67.46	43.70	1,495.1