

ETUDE DES RELATIONS PLUIE/DEBIT VIA LES COEFFICIENTS D'ÉCOULEMENT ET LE CUMUL DE DEFICIT DE PLUIE DANS LE BASSIN VERSANT DE L'OUED MINA (NORD OUEST D'ALGERIE).

STUDY OF THE RAINFALL/RUNOFF RELATIONSHIPS THROUGH RUNOFF COEFFICIENTS AND SUM OF RAINFALL DEFICIT IN THE BASSIN OF THE WADI MINA (NORTHWEST OF ALGERIA)

Faiza HALLOUZ. ENSH, Blida – Algérie. LR-GEE. fouzette71@yahoo.fr

Mohamed MEDDI. ENSH, Blida – Algérie . LR-GEE.

Gil MAHE. IRD/HSM, Université Mohamed V, Rabat, Maroc.

RESUME : Connaître l'évolution et la variabilité récentes du climat dans les régions arides et semi arides est une nécessité pour anticiper ce que pourraient être les conséquences sur les milieux et sur les sociétés de ces régions, et ainsi définir des politiques stratégiques d'adaptation durables. Cet article a pour objectif d'analyser les relations pluie/débit via le coefficient d'écoulement standard et le cumul de déficit de pluie, ces derniers indiquent respectivement les changements des états de surface et de niveaux de réserves souterraines. L'étude est menée sur un sous bassin versant de la rive gauche de l'oued Cheliff, qu'est la Mina (6 000 km²). L'Oued Mina alimente le barrage de Sidi M'hamed Ben Aouda (SMBA), destiné à l'agriculture et l'alimentation en eau potable de la région. La sécheresse qui a frappé l'Algérie depuis quelques années et surtout dans la partie Ouest du pays, a ravivé le problème de l'utilisation rationnelle des eaux. Pour une gestion intégrée et une utilisation rationnelle des ressources en eau, nous avons pensé utile de décrire même les fluctuations climatiques de la région du bassin versant de l'Oued Mina, sur une période d'étude de 39 ans (1968/69-2006/07).

Mots clés : Climat - Oued Mina - Etats de surfaces - Réserves souterraines - Algérie - Sécheresse

ABSTRACT: Understand the evolution and recent climate variability in arid and semi-arid is a need to anticipate what might be the consequences on the environment and societies in these regions, thus defining adaptation Strategic politic sustainable. The object of this article is to analyze the relationships rainfall / runoff through the standard runoff coefficient and sum of rainfall deficit; they respectively indicate the changes of surface and groundwater storage levels. The study was conducted on a sub-watershed of the left side of the wady Cheliff, what Mina (6000 km²). The wady Mina feeds the Dam of Sidi M'hamed Ben Aouda (SMBA), who is destined for agriculture and drinking water supply in the region. The drought that hit Algeria in recent years and especially in the western part of the country has revived the problem of rational use of water. For integrated management and sustainable use of water resources, we thought it useful to describe even the climatic fluctuations of the watershed area of wady Mina, over study period of 39 years (1968/69-2006 / 07).

Keywords: Climate - Wadi Mina - Land cover - Groundwater reserve - Algeria - Drought

INTRODUCTION

La sécheresse est un phénomène complexe touchant plusieurs domaines tels que : la réduction des terres arables, le rendement des cultures, la diminution des eaux souterraines et superficielles, l'alimentation en eau potable, l'humidité du sol et le niveau des eaux stockées dans les barrages, d'où la difficulté d'en donner une définition satisfaisante. Heathcote (1973), cité par Bergaoui (2001), avance qu'il y a autant de définitions de sécheresse qu'il y a de formes d'utilisation de l'eau.

Les précipitations, qui sont le facteur principal de l'alimentation des cours d'eau, ont une influence sur la variabilité des écoulements à toutes les échelles de temps. L'étude des séries hydrométriques menée sur une durée assez longue permet donc d'évaluer la réponse des rivières aux variations du climat. Cet article a pour objectif d'analyser les relations pluie/débit via le coefficient d'écoulement et le cumul de déficit de pluie, ces derniers indiquent respectivement les changements des états de surface et de niveaux de réserves souterraines.

DONNEES ET METHODES

Présentation de la zone d'étude

Le bassin versant de l'Oued Mina est un des principaux affluents du plus grand bassin versant de l'Algérie du Nord, l'Oued Cheliff (Fig. 1). Il

se trouve à environ 300 km à l'Ouest d'Alger et draine une superficie de 6000 km² jusqu'au barrage Sidi M'Hamed Ben Aouda.

Le climat de la région est de type semi-aride méditerranéen (pluies en hiver, sécheresse en été), avec une précipitation moyenne annuelle estimée à 305 mm (MEDDI, 1992). La majorité des précipitations se concentre entre novembre et mars.

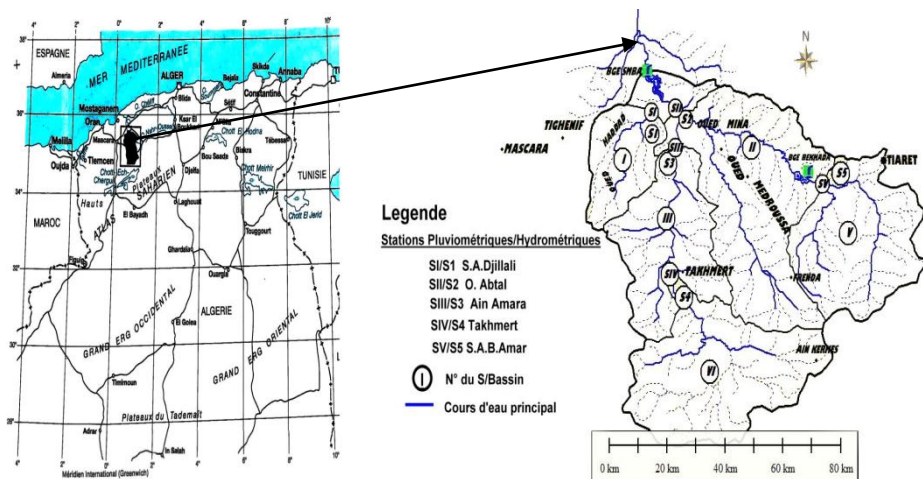


Fig. 1. Le bassin versant de l'oued Mina et ces stations pluviométriques et hydrométriques (www.cgiar.org/)

Acquisition des données

Les données pluviométriques et hydrométriques proviennent de l'Agence Nationale des ressources hydrauliques (ANRH). Elles sont enregistrées à partir de 5 postes pluviométriques/hydrométriques repartis sur le bassin versant sur une période de 39 ans (1968-2007).

Tableau 1 : Stations pluviométriques du bassin versant de l'oued Mina

| Bassins | S/Bassins | Stations | X deg.dec | Y deg.dec | Z m |
|------------------|-----------|-------------------|-----------|-----------|-----|
| Oued Abd Aval | I | Ain Amara | 35.32444 | 1.129722 | 630 |
| | II | Takhmert | 35.38028 | 0.6797222 | 288 |
| Oued Mina Amont | III | Sidi Ali Ben Amar | 35.46056 | 0.6972222 | 354 |
| Oued Mina Haddad | IV | Oued El Abtal | 35.48555 | 0.5877778 | 236 |
| | V | Sidi AEK Djillali | 35.115 | 0.5944445 | 195 |

Tableau 2. Stations hydrométriques du bassin versant de l'oued Mina

| Bassins | S/Bassins | Stations | Surface km ² | X deg.dec | Y deg.dec | Z m |
|---------------------|-----------|-------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------|
| Oued Abd Aval | I | Ain Amara | 2 474 | 35.38028 | 0.6797222 | 288 |
| | II | Takhmert | 1 488 | 35.115 | 0.6913889 | 663 |
| Oued Mina Amont | III | Sidi Ali Ben Amar | 1 163 | 35.32444 | 1.129722 | 630 |
| Oued Mina Haddad | IV | Oued el Abtal | 5 365 | 35.58528 | 0.5944445 | 195 |
| | V | Sidi Aek Djillali | 499 | 35.48555 | 0.5877778 | 236 |

METHODES UTILISEES

Calculs des Indices Pluviométriques (SPI) et Hydrométriques (SDI)

Les indices pluviométriques et hydrométriques permettent de dégager les grandes tendances dans les séries chronologiques et pour mieux visualiser les périodes de déficit et d'excédent à l'échelle annuelle, ces indices ont été centrés et réduits à partir de la formule 1:

$$Vcr = (P - P_{moy}) / \sigma \quad (1)$$

Où, Vcr est la Variable centrée réduite (Indice pluviométrique (SPI) ou hydrométrique (SDI) selon la variable étudiée), P est le cumul de la variable sur une période t donnée, P est la moyenne de la série chronologique sur la période d'étude et σ est l'écart type de la série sur la période d'étude.

DETERMINATION DE L'AMPLEUR LA SECHERESSE

Gammes de Valeurs SPI et Signification

Des gammes standard des valeurs des indices SPI permettent d'apprécier l'ampleur de la sécheresse (ou de l'humidité) pour chacune des années de la série chronologique (Wu *et al.*, 2005). A l'issue de cette opération, il est possible de déterminer le nombre d'années par gamme SPI et la signification correspondante en terme d'ampleur du phénomène climatique (Tableau 3) à partir de l'équation 2.

$$A_i = (n_i/N) * 100 \quad (2)$$

Où, A_i est le pourcentage des années concernées par la classe i (Tableau 3), n_i est le nombre d'année de la classe i et N , le nombre total d'années sur la période d'étude.

Tableau 3: Différentes classes de indices SPI et leur signification

| N° classe | Classe SPI | Interprétation |
|-----------|-----------------|--------------------|
| 1 | $SPI > 2$ | Humidité Extrême |
| 2 | $1 < SPI < 2$ | Humidité Forte |
| 3 | $0 < SPI < 1$ | Humidité Modérée |
| 4 | $-1 < SPI < 0$ | Sécheresse Modérée |
| 5 | $-2 < SPI < -1$ | Sécheresse Fort |
| 6 | $SPI < -2$ | Sécheresse Extrême |

Calcul du cumul de déficit de pluie

Une représentation du cumul de déficit de pluie nous indiquera le niveau de réserves souterraines, ce cumul sera calculé par la formule 3 :

$$Z_i = SPI_{i-1} + SPI_i \quad (3)$$

Où, Z_i est le cumul de déficit de pluie, SPI_{i-1} est la valeur de l'indice pluviométrique standardisé de l'année $i-1$ et SPI_i est la valeur de l'indice pluviométrique standardisé de l'année i .

Calcul du coefficient d'écoulement standard

Afin de caractériser la capacité d'un bassin versant à ruisseler et connaître les changements des états de surface, un coefficient d'écoulement (Cr) est utilisé. Ce coefficient a été évalué comme le rapport entre indice hydrométrique et indice pluviométrique (formule 4).

$$Cr = SDI/SPI \quad (4)$$

RESULTATS ET DISCUSSION

Indices pluviométriques et hydrométriques

Les données pluviométriques enregistrées au niveau des stations de travail, à travers l'indice standardisé de précipitations, caractérisent une situation majoritairement dominée par une sécheresse modérée et dans une moindre mesure une sécheresse forte (Fig. 2).

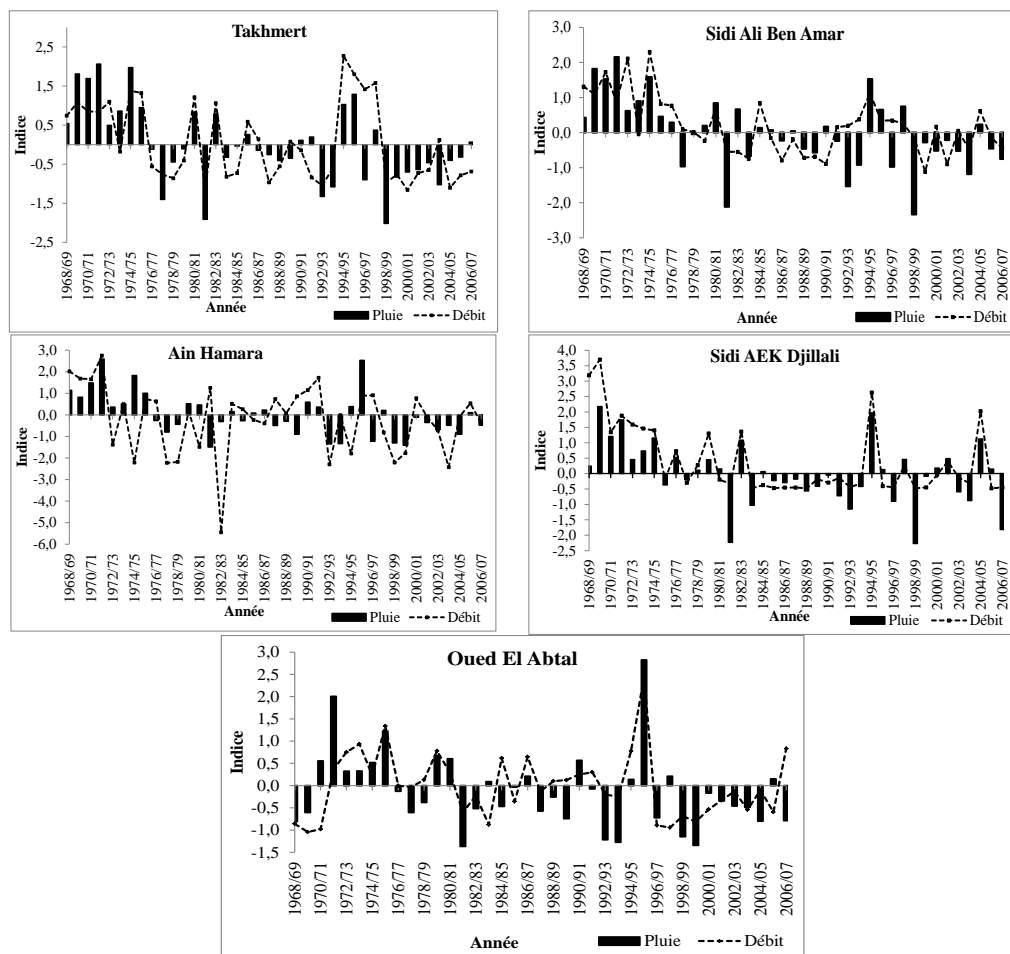


Fig. 2. Indices pluviométriques et hydrométriques au droit des stations hydrométriques pour chaque sous bassin

La variabilité hydroclimatique s’est matérialisée par une alternance d’années humides et sèches au regard de l’évolution des indices pluviométriques et hydrométriques. Sur l’ensemble des sous bassins du bassin de l’oued Mina et après le milieu des années 70, on enregistre des indices pluviométriques positifs. Ceci est caractéristique de pluies annuelles supérieures à la moyenne interannuelle du fait d’un régime pluviométrique excédentaire pendant cette période. Pour la séquence 1976-1994, près de 90% des années concernées correspondent à des indices pluviométriques et hydrométriques négatifs traduisant un régime pluviométrique déficitaire (Fig.2). Un retour aux années excédentaires a lieu après cette séquence

déficitaire jusqu'en 1998. A partir de 98, on enregistre une alternance d'indices positifs et négatifs.

Ampleur de la Sécheresse

Gammes de valeurs SPI et signification

Sur la base de ces indices exprimés par les données pluviométriques pour la période 1968-2007, au niveau du sous bassin I contrôlé par la station de Sidi Aek Djillali, 36% des années d'observation ont subi une sécheresse modérée et seulement 13 % correspondent à un régime de sécheresse forte. A l'opposé, sur la même période, 33% des années se déroulent sous un régime à humidité modérée et les 18% restants correspondent à une humidité allant de forte à extrême (Tableaux 4). Les SPI exprimés à partir des débits sont caractéristiques d'une sécheresse (69%) allant de fort (8%) à modérée (61%). Les 34% des années restants ont subi une humidité à intensité variable.

Tableau 4. Ampleur de la sécheresse (et de l'humidité) entre 1968-2007

| Variables | S/Bassin | Gamme SPI | Interprétation | % d'années |
|-----------------------------|-----------|---------------------|---------------------|------------|
| Pluviométrie (1968-2007) | I | SPI>2 | Humidité extrême | 3 |
| | | 1<SPI<2 | Humidité forte | 15 |
| | | 0<SPI<1 | Humidité modérée* | 33* |
| | | -1<SPI<0 | Sécheresse modérée* | 36* |
| | | -2<SPI<-1 | Sécheresse forte | 13 |
| | II | SPI>2 | Humidité extrême | 5 |
| | | 1<SPI<2 | Humidité forte | 3 |
| | | 0<SPI<1 | Humidité modérée* | 31* |
| | | -1<SPI<0 | Sécheresse modérée* | 49* |
| | | -2<SPI<-1 | Sécheresse forte | 12 |
| | III | SPI>2 | Humidité extrême | 5 |
| | | 1<SPI<2 | Humidité forte | 10 |
| | | 0<SPI<1 | Humidité modérée* | 33* |
| | | -1<SPI<0 | Sécheresse modérée* | 36* |
| | | -2<SPI<-1 | Sécheresse forte | 15 |
| | IV | SPI>2 | Humidité extrême | 3 |
| | | 1<SPI<2 | Humidité forte | 13 |
| | | 0<SPI<1 | Humidité modérée* | 30* |
| | | -1<SPI<0 | Sécheresse modérée* | 41* |
| | | -2<SPI<-1 | Sécheresse forte | 13 |
| V | SPI>2 | Humidité extrême | 3 | |
| | 1<SPI<2 | Humidité forte | 10 | |
| | 0<SPI<1 | Humidité modérée* | 38* | |
| | -1<SPI<0 | Sécheresse modérée* | 39* | |
| | -2<SPI<-1 | Sécheresse forte | 10 | |

Tableau 5. Ampleur de la sécheresse (et de l'humidité) entre 1968-2007).
(Suite)

| | | | | |
|------------------------------------|-----------|---------------------|---------------------|-----|
| Hydrométrie (1968-2007) | I | SPI>2 | Humidité extrême | 7 |
| | | 1<SPI<2 | Humidité forte | 14* |
| | | 0<SPI<1 | Humidité modérée* | 10 |
| | | -1<SPI<0 | Sécheresse modérée* | 61* |
| | | -2<SPI<-1 | Sécheresse forte | 8 |
| | II | SPI>2 | Humidité extrême | 3 |
| | | 1<SPI<2 | Humidité forte | 2 |
| | | 0<SPI<1 | Humidité modérée* | 41* |
| | | -1<SPI<0 | Sécheresse modérée* | 51* |
| | | -2<SPI<-1 | Sécheresse forte | 3 |
| III | SPI>2 | Humidité extrême | 5 | |
| | 1<SPI<2 | Humidité forte | 13 | |
| | 0<SPI<1 | Humidité modérée* | 36* | |
| | -1<SPI<0 | Sécheresse modérée* | 35* | |
| | -2<SPI<-1 | Sécheresse forte | 11 | |
| IV | SPI>2 | Humidité extrême | 5 | |
| | 1<SPI<2 | Humidité forte | 21* | |
| | 0<SPI<1 | Humidité modérée* | 18 | |
| | -1<SPI<0 | Sécheresse modérée* | 46* | |
| | -2<SPI<-1 | Sécheresse forte | 10 | |
| V | SPI>2 | Humidité extrême | 5 | |
| | 1<SPI<2 | Humidité forte | 10 | |
| | 0<SPI<1 | Humidité modérée* | 41* | |
| | -1<SPI<0 | Sécheresse modérée* | 41* | |
| | -2<SPI<-1 | Sécheresse forte | 3 | |

* phénomène climatique dominant

Calcul du cumul de déficit de pluie

Un caractère excédentaire des pluies depuis 1968 jusqu'au milieu des années 70. Cependant, certains épisodes à la baisse sont enregistrés durant la fin des années 60 et le début des années 70; durant cette période, la station d'Oued El Abtal enregistre une tendance à la hausse (le nombre d'années déficitaires ne dépasse pas 3 années consécutives).

Depuis les années 80 jusqu'à nos jours, cette zone a connu l'une des périodes les plus déficitaires en intensité et en persistance. On constate donc que la variation des pluies traduit bien l'évolution et changement du régime pluviométrique dans cette zone. Mais la sécheresse observée durant ces dernières décennies est principalement due à la baisse des pluies.

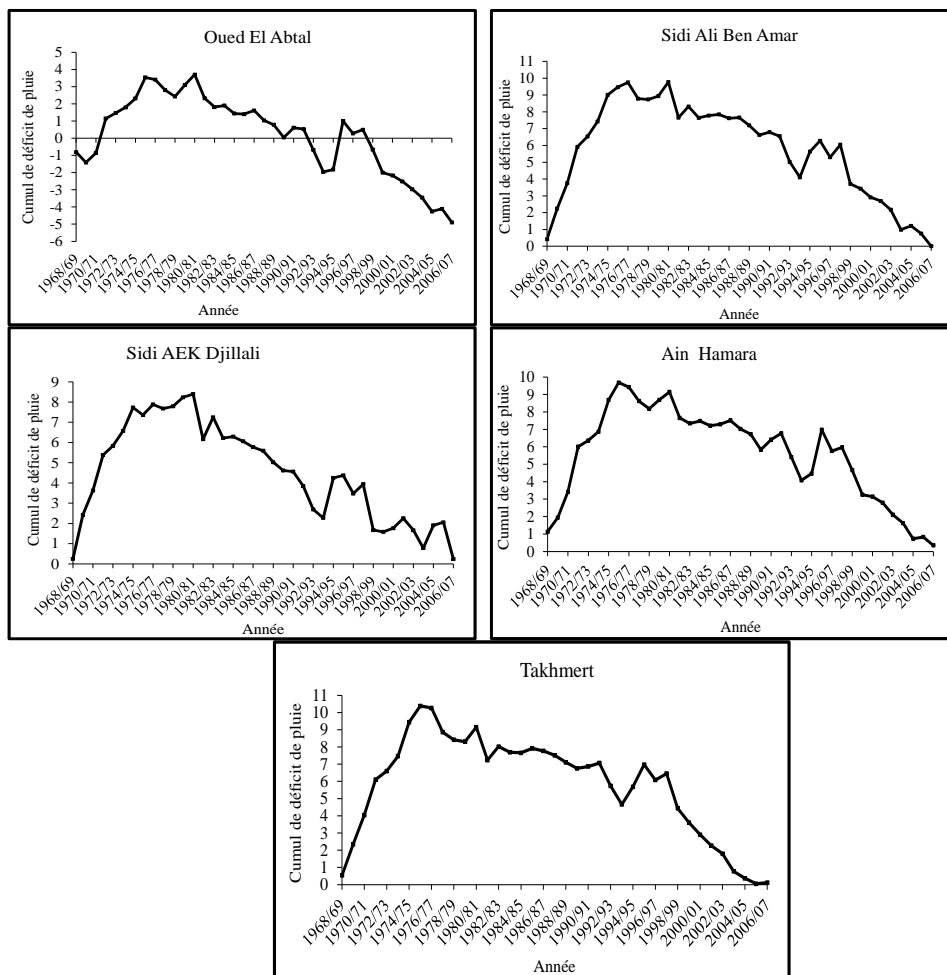


Fig. 3. Cumul de déficit de pluie pour chaque sous bassin au droit des différents stations

Calcul du coefficient d'écoulement standard

Les variations de ce coefficient en fonction des années montrent qu'au cours de l'épisode compris entre 1968 et 1981, le bassin de l'oued Mina a connu un épisode déficitaire très important suivi d'une période excédentaire ne dépassant pas 3 ans consécutifs.

Depuis le milieu des années 70 et jusqu'au milieu des années 80, une période très sèche s'est installée sur ce bassin. Après cette date, on remarque une alternance de valeurs négatives et valeurs positives, reste à préciser qu'à partir de la décennie 2000 une tendance à la baisse de ce coefficient est très apparente.

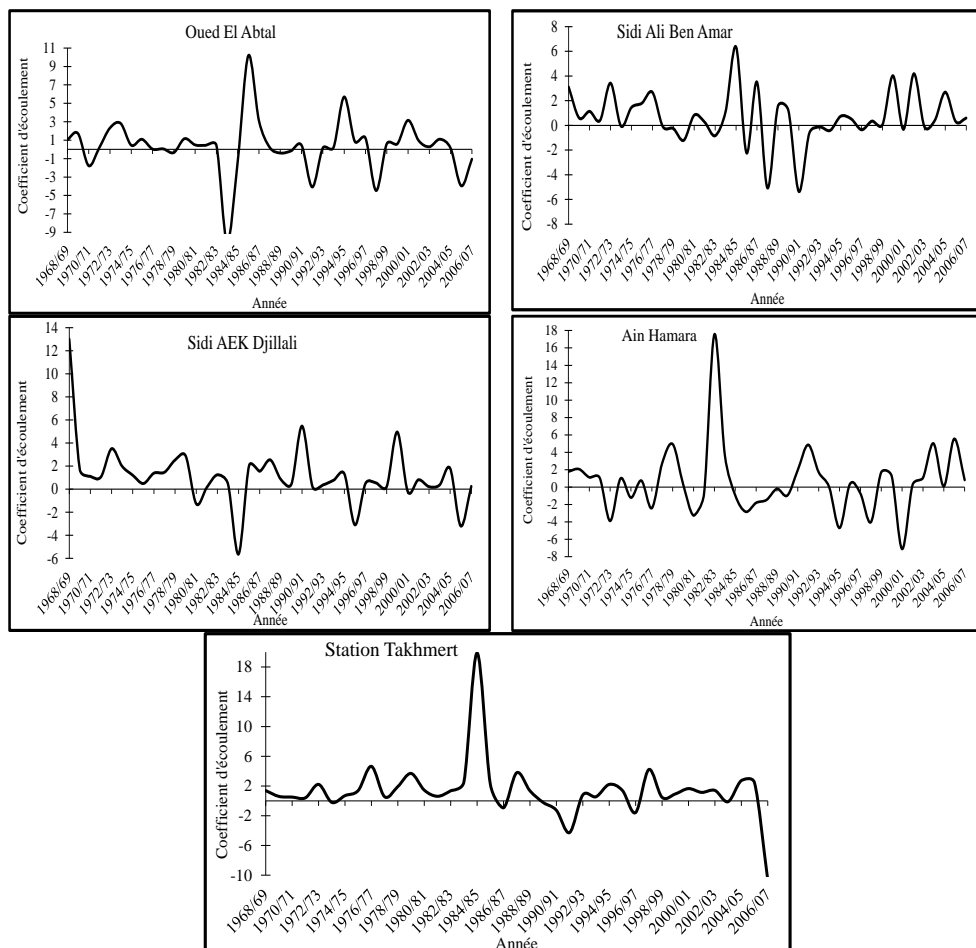


Fig. 4. Coefficient d'écoulement standard pour chaque sous bassin

CONCLUSION

De 1968 à 2007, la variabilité hydroclimatique s'est matérialisée par une alternance d'années humides et sèches au regard de l'évolution des indices pluviométriques et hydrométriques. Par conséquent, le régime hydrologique du bassin de l'oued Mina est directement influencé par celui des précipitations mais subit aussi, avec un effet retard, l'incidence du cumul de déficits pluviométriques répétés. Une évaluation du coefficient d'écoulement standard a bien montré que la baisse des précipitations a eu, et continue d'avoir, des conséquences sur les écoulements des principaux cours d'eau de la région d'étude. A cause de l'effet cumulatif de déficits pluviométriques, les niveaux des nappes phréatiques alimentant les différents cours d'eau sont plus bas. Ainsi la baisse des écoulements au

niveau des cours d'eau est la résultante de la baisse de niveau des nappes (baisse des apports de base) et la baisse des précipitations engendrant d'une façon générale la baisse de ruissellement.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANRH., 2010. *Les changements climatiques et leur impact sur les ressources en eau en Algérie. Assises Nationales sur l'Eau.* ANRH. Alger, 41 p.
- Bekoussa B., Meddi M & Jourde H., 2008., *Forçage climatique et anthropique sur la ressource en eau souterraine d'une région semi-aride : le cas de la plaine de Ghriss (Nord-Ouest algérien).* Sécheresse, vol. 19, n°3, p. 173-184.
- Bergaoui M., 2001. *Caractérisation de la sécheresse météorologique et hydrologique : cas du bassin versant de Siliana en Tunisie.* Science et changement planétaire / Sécheresse 12 : 205-213.
- El Mahi, A., Meddi M., Matari A & Ketrouci K., 2004. *Etat de la pluviométrie en période de sécheresse en Algérie du Nord et sa relation avec le phénomène ENSO.* Acte du colloque « Terre et Eau », Annaba, p. 420-423.
- Lienou G., Mahé G., Paturel J.E., Servat E., Sighomnou D., Ecodeck G.E., Dezetter A & Dieulin C., 2008. *Changements des régimes hydrologiques en région équatoriale camerounaise : un impact du changement climatique en Afrique équatoriale ?* Hydrological Sciences Journal, 53, 4, 789-801.
- Meddi M., 1992 *Hydro-pluviométrie et transport solide dans le bassin-versant de l'Oued Mina (Algérie).* Thèse de doctorat Unique, université Louis Pasteur, Strasbourg, 285 p.
- Meddi M., Meddi H & Assani Ali., 2010. *Variabilité temporelle des précipitations dans les bassins de la Macta et la Tafna, Nord Ouest d'Algérie.* Water Resource Management.
- Meddi M & Hubert P., 2003. *Impact de la modification du régime pluviométrique sur les ressources en eau du Nord-ouest de l'Algérie* Hydrology of die Mediterranean and Semiarid Regions (Proceedings of an international symposium held at Montpellier, April 2003). IAHS Publ. no. 278.

&&&&&