

**VARIABILITES CLIMATIQUES ET RESSOURCES EN EAU  
DANS LE BASSIN VERSANT DE L'OUED INAOUENE (NORD  
DU MAROC)**

**CLIMATE VARIABILITY AND WATER RESOURCES IN THE  
OUED INAOUENE WATERSHED (NORTH MOROCCO)**

**Abdelkader EL GAROUANI**, *Laboratoire de Géosciences et Environnement, Faculté des Sciences et Techniques de Fès, Université Sidi Mohamed Ben Abellah, Route d'Imouzzer, B.P. 2202, Fès, Maroc, e-mail : [el\\_garouani@yahoo.fr](mailto:el_garouani@yahoo.fr)*

**Abdellatif TRIBAK**, *Laboratoire d'analyse géo-environnementale et d'aménagement, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Université Sidi Mohamed Ben Abellah, Route d'Imouzzer, B.P. 59, Fès, Maroc, e-mail : [tribakabdellatif@yahoo.fr](mailto:tribakabdellatif@yahoo.fr)*

**RESUME:** Le cycle hydrologique d'une région donnée est tristement lié aux variabilités climatiques. Elles influent sur la répartition spatio-temporelle de la ressource hydrique et les réserves souterraines. Donc, la connaissance des conditions climatiques s'impose pour définir et évaluer les ressources en eau de la zone d'étude. La recherche sur les tendances hydrologiques de l'Oued Inaouène (Situé au Nord du Maroc) s'exprime par l'étude des apports annuels et la variabilité des débits. La caractérisation du régime hydrologique de l'Oued Inaouène se base, principalement, sur l'étude des variations spatiales et temporelles des débits, de leurs fréquences et sur les particularités extrêmes de l'écoulement. Les mesures des débits présentent des variations importantes de l'amont vers l'aval.

**Mots clefs :** Sécheresse, Pluie-débit, coefficient de ruissellement, nappe phréatique.

**ABSTRACT:** Weather conditions play an important role in the hydrological cycle. They act on the spatial and temporal distribution of water resources and the groundwater reservoir. Indeed, knowledge of weather conditions is required to identify and assess water resources in the study area. Research on hydrological trends in the Oued Inaouene watershed (Located in northern Morocco) is expressed by the study of

annual contributions and variability of stream flows. The characterization of the hydrological regime of the Oued Inaouene catchment is based mainly on the study of spatial and temporal variations in flow, their frequencies and the extremes flow characteristics. Flow measurements exhibit large changes from upstream to downstream.

**Keywords:** Drought, Rainfall-flow, Runoff Coefficient, Groundwater.

## INTRODUCTION

La gravité d'une sécheresse dans une région donnée est fonction à la fois de l'ampleur du déficit et de la longueur de la période de déficit. Les indicateurs de sécheresse peuvent être multiples, avec en premier lieu des déficits pluviométriques, mais également des débits faibles dans les cours d'eau, des niveaux bas des nappes phréatiques, des situations prolongées de stress hydrique de la végétation, ces différents indicateurs étant généralement liés.

La présente étude concerne le bassin versant de l'Oued Inaouène situé entre le Moyen Atlas et le pré-Rif couvrant une superficie de 3320 km<sup>2</sup>. Le climat de la zone est marqué par de forts contrastes saisonniers et des irrégularités très nettes des précipitations. La période de sécheresse des années 1980 a accentué les processus de dégradation des ressources en eau et en sol, et par conséquent, les mouvements migratoires des populations (Sibari *et al.*, 2001 ; Sibari, 2002 ; Tribak, 2002). La ressource en eau fait défaut dans l'ensemble de la région (plus particulièrement dans le pré-Rif) et constitue un facteur de déstabilisation des populations locales. La période de sécheresse a accentué les processus de dégradation, et par conséquent, les mouvements migratoires des populations (Janati, 2005 ; Nejjari, 2002 ; Obda, 2004).

Afin de mieux gérer une telle situation, l'étude des facteurs climatiques et la caractérisation de la sécheresse par l'estimation des indicateurs météorologiques et hydrologiques sont indispensables (El Garouani et Tribak, 2006). Les sécheresses sont plus difficiles à définir que les inondations en termes quantitatifs. En plus, l'état des ressources en eau ne dépend pas uniquement des facteurs météorologiques mais aussi de la manière de gérer cette ressource. Des études sur l'évolution de la fréquence des basses eaux des rivières ont obtenu des résultats assez différents selon l'évolution des précipitations dans le bassin versant (Ducharne *et al.*, 2003 ; Krasovskaia *et al.*, 2003).

Dans cette recherche on a procédé par la mise au point d'un ensemble d'indicateurs spécifiques pour la description de la sécheresse dans la région d'étude. Cette phase prévoit une première évaluation d'un ensemble d'indices existants dans la littérature, une étude d'adaptation de ces indicateurs à la situation marocaine et enfin la recherche de nouveaux indicateurs capables de la décrire. Dans cette première étape de ce travail, nous proposons de faire l'étude des données pluviométriques et hydrologiques observées sur le bassin d'Inaouène afin de dégager les caractéristiques de la sécheresse météorologique et hydrologique et d'étudier les conséquences de la réduction des précipitations sur l'écoulement.

## **MATERIEL ET METHODE**

### **Région d'étude**

Le travail présenté dans cet article concerne le bassin versant de l'Oued Inaouène qui constitue un affluent principal de l'oued Sebou couvrant une superficie de 3320 km<sup>2</sup>. Il est limité à l'Est par le bassin versant de la Moulouya, au Nord Ouest par les bassins d'Ouargha et Leben et au Sud par le bassin du haut Sebou (Fig. 1). Le climat est marqué par de forts contrastes saisonniers et des précipitations très irrégulières. Le total annuel se situe, selon les stations, entre 400 mm (Ain Boukellal) et 1200 mm (Bab Bou Idir).

Par sa position géographique, le bassin versant de l'Inaouène présente un climat de type méditerranéen à influence océanique. Les précipitations du bassin d'Inaouène montrent une répartition temporelle qui peut être mise en évidence à partir des données recueillies à la station pluviométrique de Bab Marzouka, située en amont du bassin à une altitude de 365 m. L'analyse des séries pluviométriques montre une succession d'années sèches et d'années humides. Le contexte géomorphologique présente une variation topographique importante entre x m y m d'altitude (Fig. 2). De point de vue lithologique de bassin versant est essentiellement marneux dans le versant nord très pauvre en ressources en sous-terraines et calcaire dans versant sud très riches en eau profonde (Fig. 3).

En conséquence des caractéristiques du climat semi-aride, le régime de l'Oued Inaouène qui présente un réseau hydrographique très développé (Fig. 4) montre des variations saisonnières avec une période de crues et une période d'étiage. L'essentiel de l'écoulement correspond à

la période d'octobre à avril qui concentre les 3/4 de l'écoulement annuel. Parmi les crues exceptionnelles observées dans le bassin d'Inaouène, on peut citer la crue du 31/01/1987 où le débit de pointe enregistré à El Kouchat a atteint  $1280 \text{ m}^3/\text{s}$ , de même importance que celle enregistrée à la station de Touba ( $1120 \text{ m}^3/\text{s}$ ) le 27/02/1969 (Sibari *et al.*, 2001).

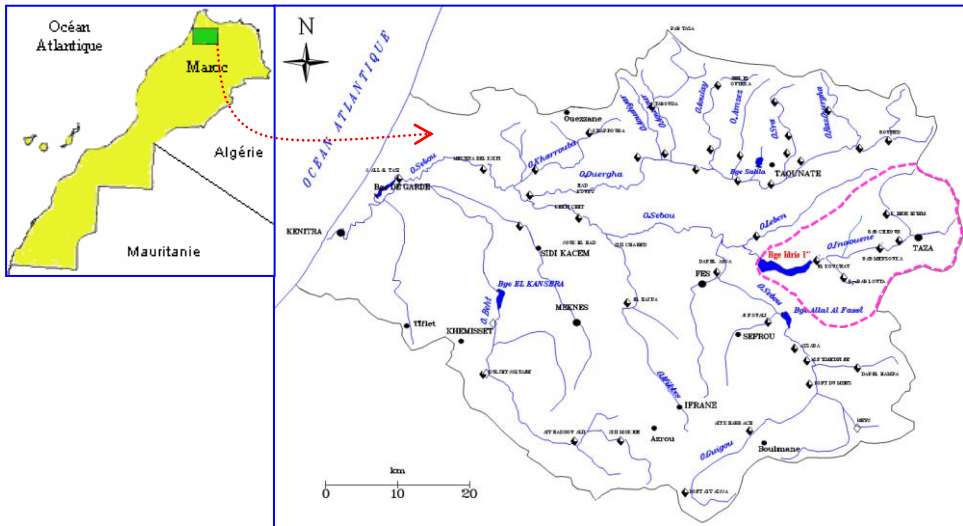


Fig. 1. Situation géographique de la région d'étude

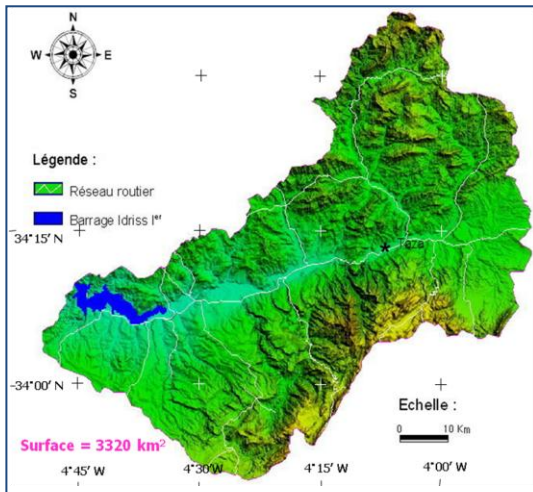


Fig. 2. MNT de la région d'étude

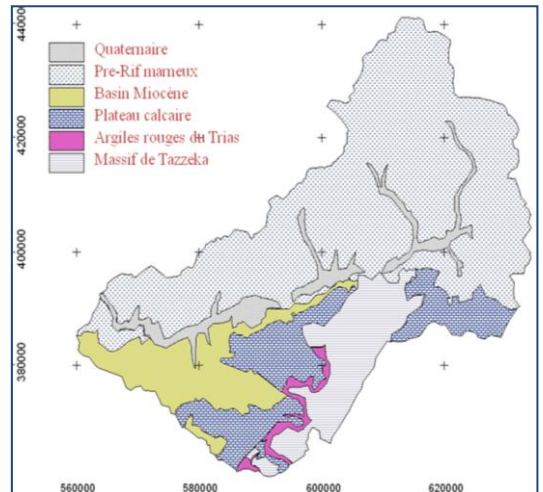


Fig. 3. Carte lithologique du bassin de l'Oued Inaouène

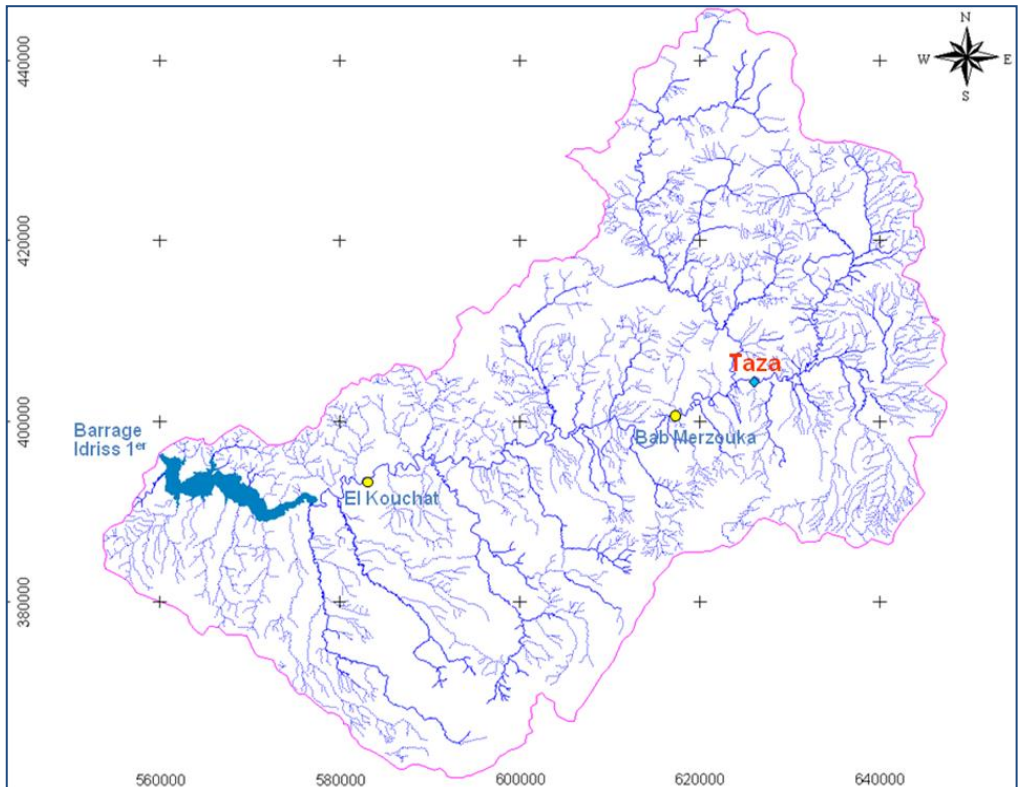


Fig. 4. Réseau hydrographie du bassin versant de l'Oued Inaouène

### Méthodologie

Notre approche dans cette étude repose sur l'utilisation des données météorologiques et hydrométriques relatives à une longue série de mesures des paramètres journaliers, mensuels et annuels, aux deux stations hydrométriques (Bab Marzouka et Idriss 1<sup>er</sup>) situées respectivement en amont et en aval du bassin versant (Fig. 4). Ces données ont été obtenues principalement à partir des annuaires hydrologiques et des dossiers hydrométriques établis à l'Agence du Bassin Hydraulique de Sebou (ABHS). Les apports mensuels au barrage

Idriss 1<sup>er</sup> sont calculés à partir des éléments fournis par les bordereaux d'exploitation de ce barrage (ABHS, 2005a et b).

Le déficit le plus important enregistré durant toute la période d'observation est respectivement de -251,7 et -201,1 mm à Bab Marzouka et Idriss 1<sup>er</sup>. Pour mettre en évidence des épisodes de sécheresse nous avons dégagé les tendances en calculant le cumul des indices d'écart proportionnel à la moyenne  $(P/P_m)-1$  (indice de pluviosité) d'années successives sur toute la période d'observation au niveau de la station Bab Marzouka (Fig. 5). On constate des périodes à tendance sèche et des périodes à tendance humide.

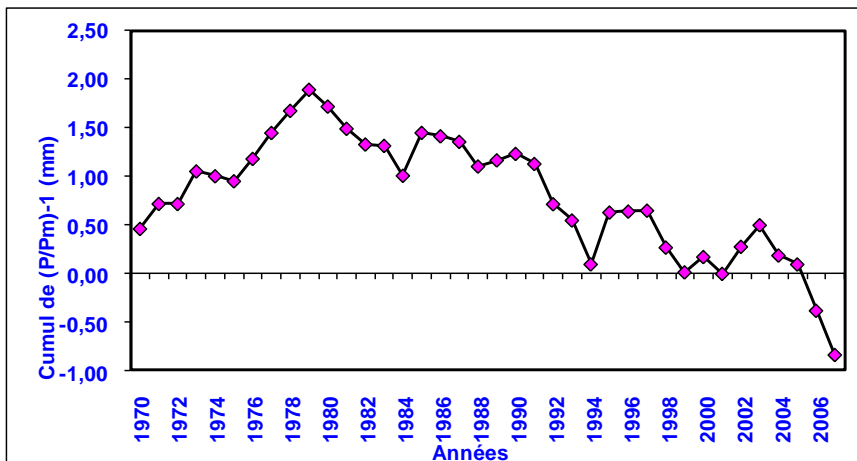


Fig. 5. Indices de pluviosité au niveau de la station de Bab Marzouka

L'analyse de l'aspect hydrologique en termes d'identification et de caractérisation est effectuée sur les apports d'eau observés au barrage Idriss 1<sup>er</sup>. Les variations des écarts par rapport à la moyenne des apports montrent qu'il y a plus d'années sèches que d'années humides (66 % d'années sèches) (Fig. 4). De même, la figure 5 montre la chronologie des pluies et des apports d'eau et permet de faire une comparaison entre les deux séries. Le long de la série chronologique, il apparaît que les fluctuations au cours des années hydrologiques par rapport aux deux variables sont presque les mêmes.

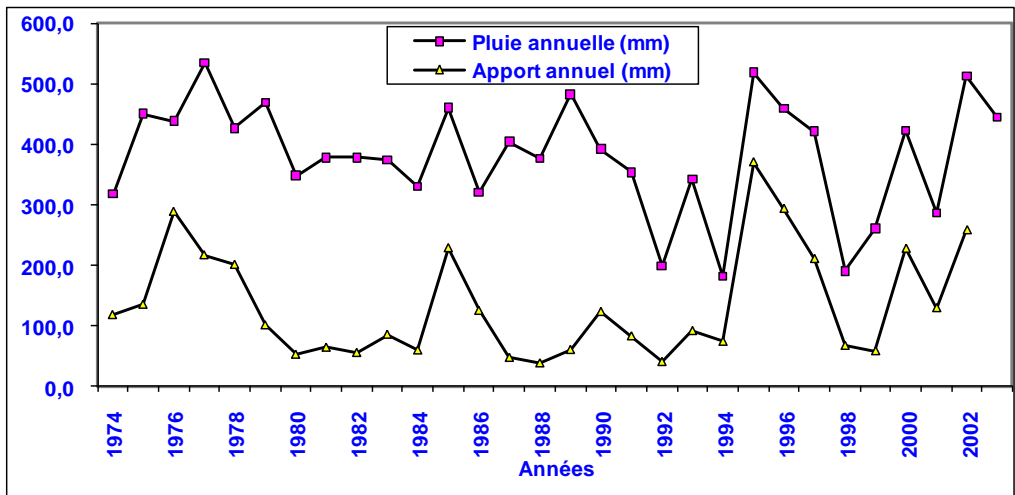


Fig. 6 : Variations des précipitations et des apports annuels au niveau du barrage Idriss 1<sup>er</sup>

## CONCLUSION

L'analyse des tendances hydrologiques dans le bassin versant de l'Oued Inaouène est basée sur l'étude des apports annuels et la variabilité des débits. Les mesures des débits disponibles de la période commune aux deux stations Bab Merzouka et Idriss 1<sup>er</sup> présentent des variations très importantes. Ces débits décroissent dans le bassin de l'amont vers l'aval en engendrant ainsi un décalage hydrologique saisonnier entre ces différentes stations. Ceci peut être lié à la variabilité des conditions climatiques, et aux caractéristiques géomorphologiques et d'occupation du sol.

De point de vue répercussions sur les ressources en eau souterraines, on a constaté un déficit dans le bilan de la nappe de Taza de l'ordre de  $6.6 \text{ M m}^3/\text{an}$ . En l'absence d'une carte piézométrique complète de la région d'étude, ce bilan a été déterminé à partir de l'historique piézométrique relevé au niveau du piézomètre de contrôle 762/16. Entre 1998 et 2003, le niveau de la nappe a passé de 550 m à 530 m, soit une baisse moyenne annuelle d'environ 4 m pour une extension latérale de  $110 \text{ km}^2$  et un coefficient d'emmagasinement de 1,5%. A titre de comparaison avec la nappe de Fès-Meknes, cette dernière connaît une baisse continue de ses niveaux depuis le début des années 80. Cette baisse est d'environ 2 m/an.



**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- A.B.H.S. (Agence du Bassin Hydraulique de Sebou) (2005a) *Annuaire hydrologique du bassin du Sebou (Zone de l'Inaouène) : 1973-2003*. Rapport, Fès, Maroc.
- A.B.H.S. (Agence du Bassin Hydraulique de Sebou) (2005b) *Bilan hydraulique du barrage Idriss 1<sup>er</sup> : Situation 1983-2004*. Rapport, Fès, Maroc.
- Ducharne A, Théry S, Viennot P, Ledoux E, Gomez E, Déqué M. (2003) *Influence du changement climatique sur l'hydrologie du bassin de la seine*. Vertigo, 4(3), Décembre 2003.
- EL GAROUANI A, TRIBAK A. (2006) *Relation entre hydrologie et climat dans le bassin versant de l'Oued Innaoune (pre-Rif Marocain)*. Red Books, International Association of Hydrological Sciences Publication, n° 308, 2006, 447-453 pp.
- Janati M. (2005) *Le déficit pluviométrique et son impact sur les ressources en eau superficielles dans le bassin de Sebou*. Thèse d'État, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fès, Maroc.
- Krasovskaia I, Gottschalk L, Leblois E, Sauquet E. (2003) *Dynamics of river flow regimes viewed through attractors*. Nordic Hydrology, 34, 461-476
- Nejjari A. (2002) *La sécheresse, l'eau et l'homme dans le bassin versant du haut Sebou (Moyen Atlas septentrional)*. Thèse de Doctorat, Université de Metz, Metz, France.
- Obda K. (2004) *Indigences extrêmes des écoulements des Oueds méditerranéens cas des oueds Nekor, et du haut Sebou*. Thèse d'État, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fès, Maroc.
- Sibari H, Haida S, Ait Fora A. (2001) *Etude du fonctionnement hydrologique d'un bassin versant méditerranéen (exemple du bassin versant de l'Inaouène : Maroc)*. Revue Marocaine de Génie Civil, 95, Septembre-Octobre.
- Sibari H. (2002) *Etude hydrologique et hydrochimiques des crues du bassin versant d'Inaouène (Maroc)*. Thèse de doctorat, Kenitra, Maroc.
- Tribak A. (2002) *Contraintes du milieu et fragilité d'un espace montagnard marocain : les montagnes du pré-Rif oriental*. Annales de Géographie, 625, 227-245. Armand Colin, France.

&amp;&amp;&amp;&amp;