



Cit this: *JOWSET*, 2018 (03), N°01, 298-304

Impact study of climate change on water resources in the Tessaout basin (Morocco)

Z. Echakraoui^{1*}, A. Boukdir¹, H. Ben Said¹, A. Zitouni¹, O.M. Aderoju¹, H.Ikhmerdi¹ and M.R. El Masouhi¹

^[1] Laboratoire de la Génie Industriel, Faculté des sciences et techniques, Université Sultan My Slimane BP : 523, 23000 Beni Mellal, Maroc.

^[2] Agence du Bassin Hydraulique de l'Oum Er-Rbia (ABHOER), Beni Mellal, Maroc.

*Corresponding Author: Tel +212 655883868; e-mail: zhourgat@gmail.com

During the last decades, and due to changes of climatic and environmental conditions, water resources available in Morocco are being limited. They are, moreover, subject to extreme cyclical variations and to soaring water demands because of rapid population growth, improvement of living standards, industrial development and expansion of irrigated agriculture. The Oum Er Rbia River feeds much of Morocco's cities; it eventually provides 50% of the drinking water needs of Greater Casablanca (Metropolis and the economic capital of Morocco house four million inhabitants).

The pressure on these water resources is accompanied by a growing and increasingly serious degradation of their quality on the action area of ABHOER which strongly sustains the image of other regions of Morocco. This is found at the level of average of air temperatures that are continuously growing and also at the level of precipitation with an average potential of water in the area with a significant decrease since forty years.

The purpose of this work is to make a study on the impact of climate change on water resources that exist in the action area of Tessaout , and also to give justifiable results regarding the evolution of climate change by the time unit.

The study of the evolution of rainfall recorded since 1935 and the breaks in time series highlighted two methodologically distinct periods:

- A wet period with high rainfall (1935 - 1979)
- Another dry season and low rainfall (1979 to 1995)

Global warming and rainfall regression are added to the intrinsic conditions of Tessaout basin (especially waterproofing of land and the lack of groundwater reservoir) to increase its vulnerability to water scarcity. This critical situation requires adapting good management methods of meteorological water as the only source of water in this basin.

Received: 30 November 2017

Accepted: 23 March 2018

Available online: 26 March 2018

Keywords:

Climate change
rainfall
groundwater

Introduction

Le Maroc est caractérisé par une variabilité spatiale et temporelle des précipitations très marquante. Le nord-ouest est en moyenne, plus arrosé que le reste du Royaume. Et même sur cette région, le cumul moyen annuel de précipitations varie considérablement. Par exemple, il peut atteindre plus de 800 mm sur les reliefs, alors qu'il ne dépasse pas les 300 mm sur les plaines avoisinantes.

Le Maroc est un pays de la zone subtropicale du Nord-Ouest africain. Il est caractérisé par un climat très différent selon les régions. En effet, les zones littorales bénéficient d'un climat tempéré, alors que le climat est désertique dans le sud et l'est du pays. Le climat marocain comporte beaucoup de nuances :

- Méditerranéen au Nord,
- Océanique à l'Ouest,
- Continental à l'intérieur des terres
- Saharien au Sud.

Les changements climatiques se sont imposés progressivement depuis la conférence tenue à Rio en 1992 où les différents pays de la planète avaient reconnu ce danger. Dans la convention cadre des nations unies sur le climat ; lancée lors de cette conférence ; ces pays s'étaient engagés à faire face à ce changement climatique à travers l'atténuation des émissions en GES et aussi une adaptation des politiques et programmes de développement en vue d'en limiter les impacts négatifs pouvant résulter du réchauffement climatique.

Plus de vingt années après, le changement du climat se confirme avec des impacts notables notamment sur le cycle de l'eau. Cela se retrouve en particulier autour de la méditerranée et en Afrique où ce réchauffement est important et où l'impact sur les ressources en eau accentue et accélère le déficit offre-demande qu'un grand nombre de pays de la région allait connaître logiquement avec la forte croissance de la demande et les pressions de toutes sortes auxquelles les ressources de ces pays ont été soumises ces dernières décennies.

Au Maroc, la tendance au réchauffement du climat s'est confirmée avec aussi une irrégularité intra-annuelle et interannuelle des précipitations qui s'est installée depuis les années 70 : plus d'événements extrêmes, un dérèglement du cycle saisonnier. Pour faire face à cette situation et son impact sur le secteur eau au Maroc, des efforts louables ont été consentis avec en particulier une politique de barrages renforcée, une planification de la gestion des eaux structurée

et organisée et aussi des mesures et actions adaptatives mais qui ont été plus réactives qu'anticipatives.

Aujourd'hui, 30 années après les premiers signes forts annonçant cette problématique hydro-climatique vécus lors des sécheresses des années 80, cette instabilité/irrégularité du climat a atteint un seuil dont l'impact sur la gestion des ressources en eau ne permet plus de la considérer sans une véritable anticipation et une planification adéquate. Il y'a un besoin évident d'intégrer de façon structurelle ce changement du climat et ses effets possibles sur la gestion des eaux dans le pays tant au niveau des choix politiques d'utilisation des eaux qu'au niveau de la mise en œuvre de ces politiques.

Situation de la zone d'étude à l'échelle du bassin d'Oum Er Rbia.

Le bassin de l'Oum Er Rbia, s'étendant sur une superficie de 35 000 Km², s'alimente essentiellement dans le domaine atlasique. Le réseau hydrographique du bassin est formé de l'oued Oum Er Rbia et de ses affluents : Tassaout, El Abid, Lakhdar, Derna, Melloul, Ouamana, Srou, Chbouka, Ouirine, Gzef, El Touim et Faragh.

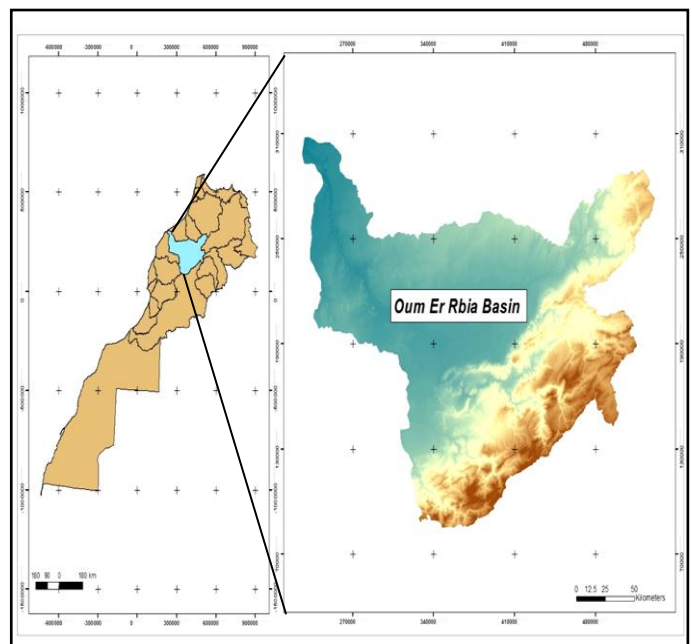


Fig 1: Situation de la zone d'étude à l'échelle du Maroc

Les grands sous- bassins (zones homogènes) selon les études du Plan Directeur d'Aménagement des eaux du bassin et l'étude de la stratégie de la gestion des ressources en eau d'OER:

1. TS (Oued Tessaout).
2. AB (Oued El Abid),
3. HO (Haut Oum Er Rbia),
4. CO (Oum Er Rbia central),
5. BO (Limitrophe OeR-Tensift)

Dans cette étude on va focaliser à étudier le sous bassin Tassouat.

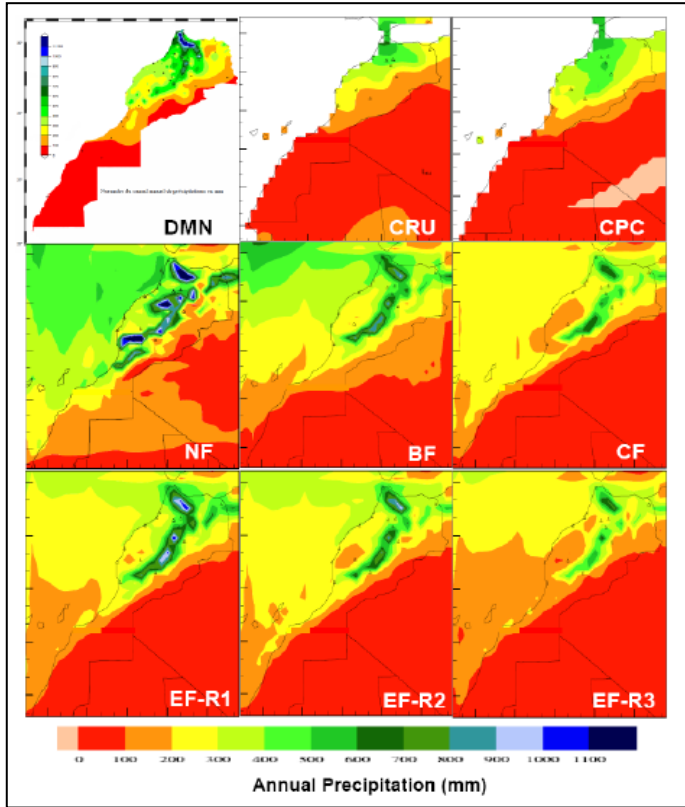


Fig 2: Precipitation annual

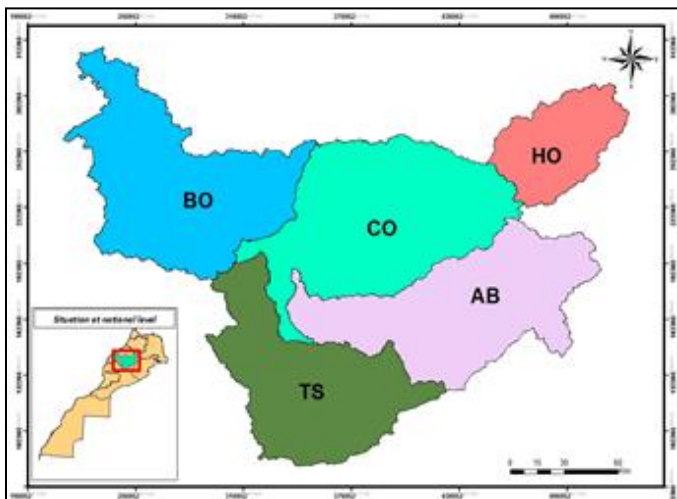


Fig 3 : Les sous- bassins

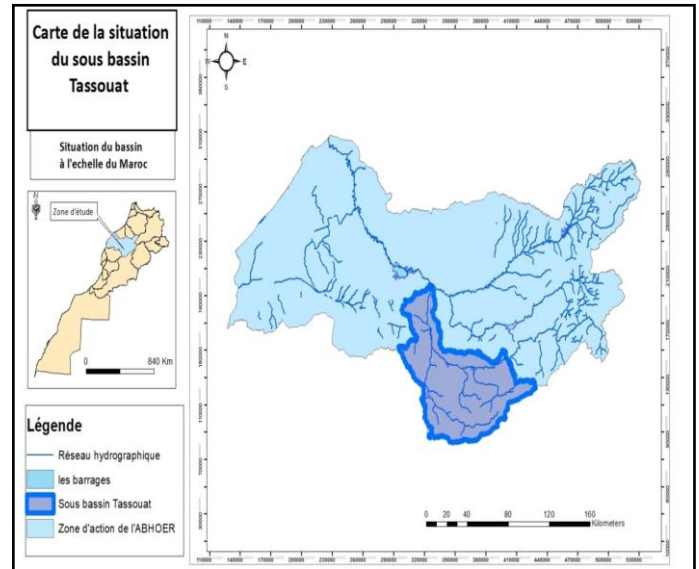


Fig 4 : Situation de la zone d'étude à l'échelle du bassin d'Oum Er Rbia

Situation géologique

Le socle primaire, essentiellement constitué de séries schisteuses très redressées, modelés par l'orogénie hercynienne, a connu dès la fin du Paléozoïque un premier cycle d'érosion. Les couvertures secondaires et paléogènes, déposées en discordance sur une topographie restée très irrégulière, n'apparaissent toutefois qu'en bordure de l'Atlas. Plongeant vers le Nord, elles disparaissent très rapidement, à la seule exception du Trias, ou plutôt du Permo-Trias, plus largement distribué. Cette lacune, mise en évidence par forages profonds, a eu pour effet de faire directement reposer sur les terrains primaires des sédiments postéocènes de caractères continentaux et dulçaquicoles, et cela juste après que les premiers mouvements de l'orogénie tertiaire aient provoqué l'individualisation, au niveau du Haouz, d'un grand fossé de subsidence. Ce fut un bassin d'origine tectonique, induit par le jeu de deux grands systèmes de failles et de flexures :

- Le premier, longeant la montagne à la limite sud de la plaine,
- Le second, prenant par son orientation SW-NE le Haouz en diagonale, et bien marqué en surface, par la flexure d'Assoufid.

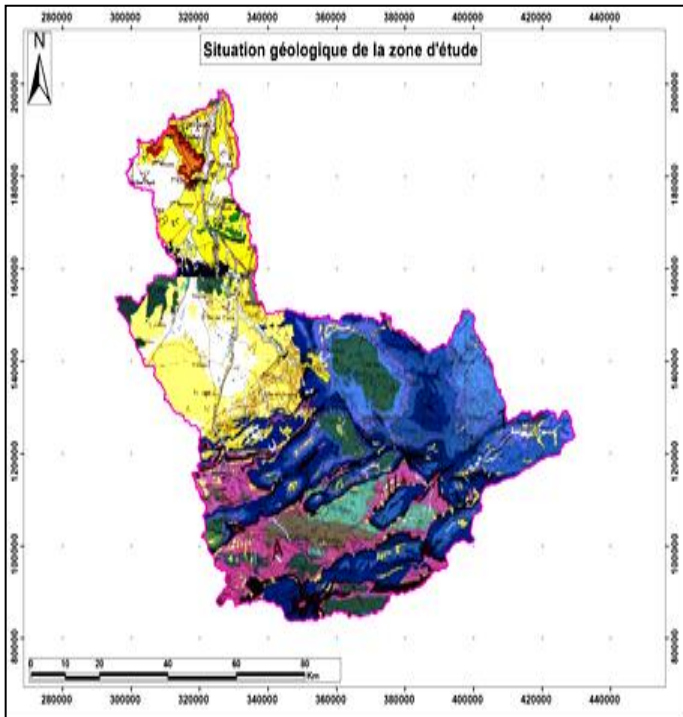


Fig 3 : Situation géologique du sous bassin Tessaout

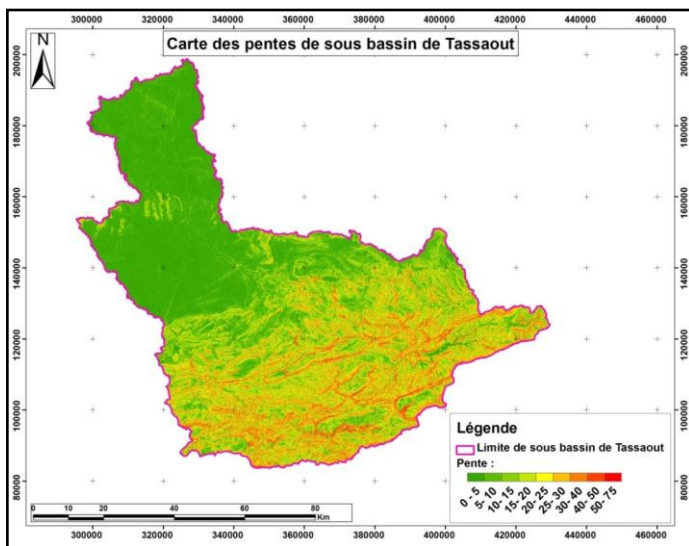


Fig 6 : MNT du sous bassin Tessaout

La nature des alluvions varie du galet libre au conglomérat plus ou moins consolidé, grossier, hétérogène et polygénique, à ciment souvent pélitique, et du grès argileux fin au limon du Quaternaire récent. Les conglomérats abondent essentiellement au pied de la montagne et dans le vaste cône de l'oued Tessaout. Les sédiments gréseux se rencontrent au Nord et au Centre de la plaine. Quant aux lits de galets, ils soulignent les cours actuels ou fossiles des différents oueds. La pétrographie des formations de remplissage n'est pas sans

rapport avec la lithologie actuelle des bassins versants. Ainsi les sédiments, et notamment les ciments, sont-ils plus argileux à l'Ouest (Haouz central et occidental) et plus sableux à l'Est (Haouz oriental).

Ressources en eaux de surface

Les principaux oueds dans le sous- bassins de Tessaout sont l'Oued Lakhdar et l'Oued Tessaout, dont le bassin versant s'étend sur une superficie de 6020 km² à de la confluence de l'Oued Tessaout et l'Oum Er Rbia.

Eaux de surface

En dehors des périodes pluvieuses, les apports d'eau dans la zone proviennent essentiellement :

- Des lâchers d'eau à partir des barrages Hassan 1er (province d'Azilal) et My Youssef (province d'Al Haouz) situés en amont du bassin de l'Oued Tessaout pour assurer les besoins d'eau exprimés pour l'irrigation et l'AEPI dans la Province.
- Des transferts d'eau à partir du barrage Bin El Ouidane via le Canal T2;
- Des déversés et des turbinages exclusifs au niveau de ces retenues de barrages amont ;
- Des apports du bassin intermédiaire situé entre les barrages Hassan 1er et Moulay Youssef et la confluence de l'Oued Tessaout- Oum Er-Rbia ;

Eaux souterraines

Nappe de la Tessaout Aval :

La nappe de la Tessaout aval constitue la prolongation vers l'Ouest du système aquifère multicouche des nappes du Tadla et couvre une superficie de 1 100 km² entre l'Oum Er Rbia au Nord, l'Oued El Abid à l'Est (nappe des Beni Moussa), le piémont atlasique au Sud-Est, le massif des Jbilet au Sud-Ouest, la nappe de la Bahira à 10 km à l'Ouest de l'Oued Tessaout et l'anticlinal de Mizoua au Nord-Ouest. L'Ouest. Le secteur est drainé par l'Oued Tessaout entre la percée des Jbilet et la confluence avec l'OER à Bissi Bissa, régularisé par le barrage Moulay Youssef (190 Mm³). Il correspond aux périmètres irrigués du secteur Tessaout aval de l'ORMVA du Haouz, dont 44 000 ha en Grande Hydraulique, alimentés principalement par le canal T2.

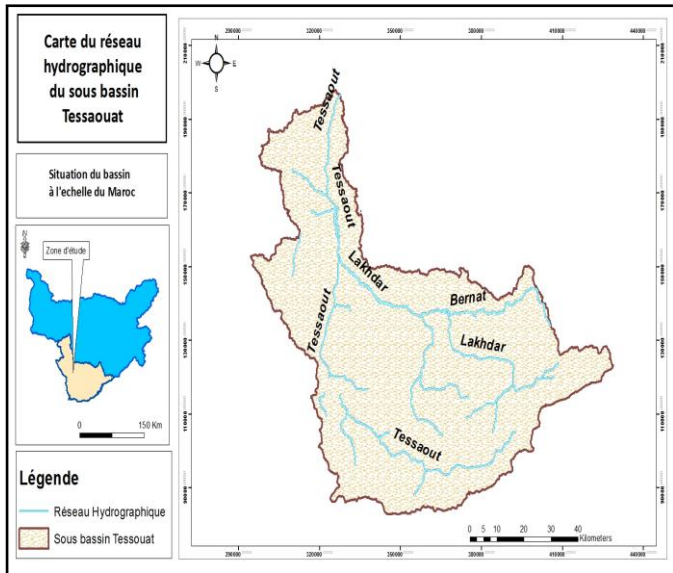


Fig 4 : Le réseau hydrographique du sous- bassins de Tessaout

Mise en évidence du changement climatique

Pour mettre en évidence les changements climatiques que connaît une région, l'analyse de la pluviométrie et des températures mesurées dans les différentes stations météorologiques se fait généralement par périodes bornées par des années bien définies.

Les trois critères d'appréciation de la qualité d'un réseau pluviométrique sont :

- La répartition : Le réseau doit être spatialement homogène pour ne pas favoriser une région particulière.
- La densité : les stations doivent alors couvrir le bassin de l'amont à l'aval. Pour que ces stations assurent des interprétations aussi correctes que possible.
- La durée : le choix porte sur celles qui enregistrent les périodes de mesures les plus longues (de 25 à 50 ans).

Les données pluviométriques collectées auprès de l'agence du bassin de l'Oum Er Rbia ayant subi en principe des vérifications préalables avant d'être fournies aux utilisateurs.

Les aspects tâches étudiés effectuées pour cette analyse pluviométrique et présentées comme suit :

- La collecte des données, l'analyse et la critique des données,
- Le comblement des données,
- L'homogénéisation des données pluviométriques,
- L'établissement des cartes des isohyètes interannuelles.

Paramètres climatiques

L'indice xérothermique de Gausson montre que la période humide s'étend d'Octobre à Mars.

Indice de pluviométrie

L'indice annuel de pluviométrie ou de pluviosité pour une station donnée se définit comme le rapport entre la pluie annuelle à la pluie moyenne. Cet indice, sans échelle, simple à calculer, donne la possibilité de comparer la pluviométrie dans le temps et l'espace. Il aide à déceler d'éventuelles anomalies.

$$I_p(j, i) = \frac{P_{ij}}{P_j}$$

avec :

- $I_p(j, i)$: Indice de pluviométrie ou de pluviosité de la station j pour l'année i ;
- P_{ij} : Pluie de l'année i pour la station de référence j ;
- P_j : Pluie moyenne de la station de référence j.

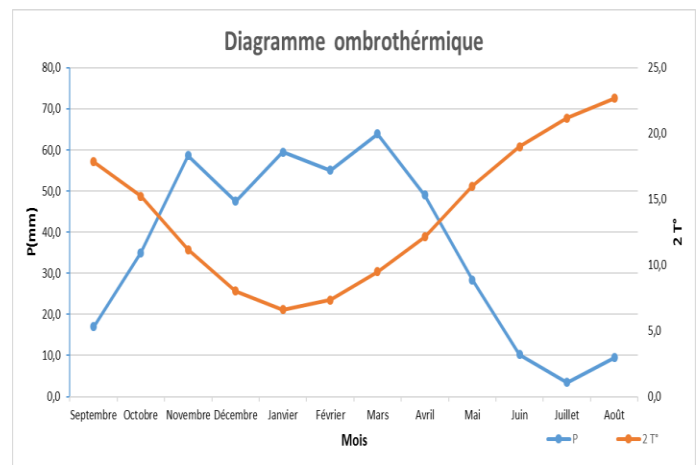


Fig 5 : L'indice xérothermique de Gausson

L'écart entre les indices pluviométriques des différentes stations reste raisonnable si bien qu'on peut admettre, pour des besoins de comparaisons et de détermination d'ordres de grandeur, que l'indice de pluie moyen d'une année donnée traduit le niveau pluviométrique du sous bassin Tessaout cette même année.

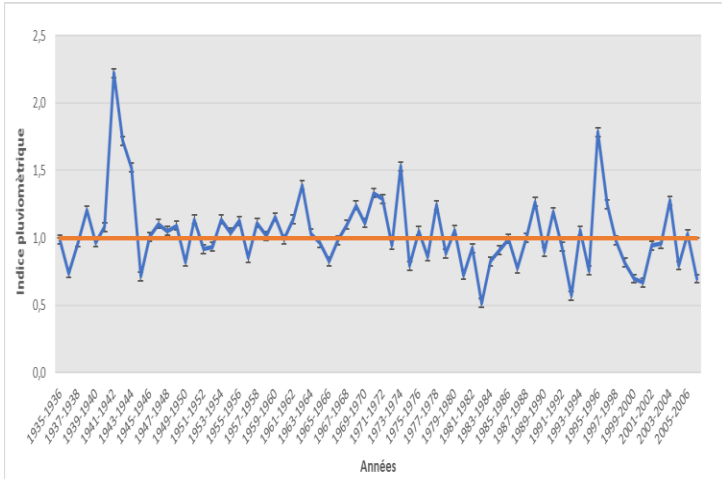


Fig 6: l'indice de pluviométrie

Cette figure montre que la zone étudiée est globalement homogène, en ce qui concerne les alternances des périodes sèches et humides. Cependant entre les années hydrologiques 1979/1980 et 1994/1995, la région de OER a connu une longue période de sécheresse : il s'agit de la période de sécheresse la plus longue depuis 1936.

Résultats et discussions

L'étude du changement climatique sur le sous bassin versant de Tessaout a été réalisée par analyse statistique et cartographique des données collectées auprès de l'ABHOER après leur traitement et homogénéisation.

L'étude de l'évolution de la pluviométrie enregistrée depuis 1935/36 ainsi que des ruptures des séries chronologiques a mis en lumière deux périodes météorologiquement distinctes :

- Une période humide avec une forte pluviométrie (1935/36 - 1979/80),
- Et une autre période sèche et de faible pluviométrie (1979/80 à 1994/95), durant laquelle 58% de la période sont des années sèches.

La comparaison entre les isohyètes des cartes affirme montre la dégradation de la pluviométrie durant les 27 dernières années causées principalement par le réchauffement global de la terre qui a entraîné la succession des années sèches sur l'ensemble du bassin versant qui s'étend entre 1980 et 1995. On voit bien sur ces cartes que la pluviométrie passe d'un intervalle de [275 – 1025] mm sur la période de 1935 à 1980 à un intervalle [175 – 625] mm sur la période 1980 à 2007.

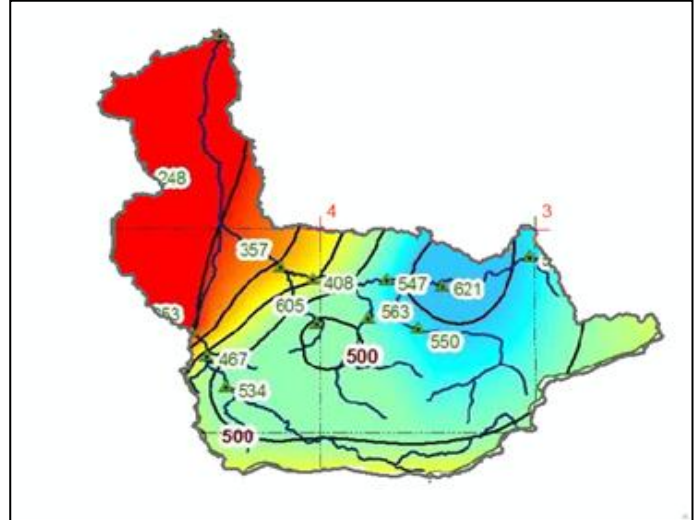


Fig 7: les isohyètes et Les moyennes annuelles 1935-1980

Les calculs de la pluviométrie moyenne interannuelle totale sur l'ensemble du bassin versant sur les deux périodes (de 1935 au 1980 et de 1980 au 2007) montrent que le taux de la dégradation de la pluviométrie sur le bassin OER est en moyenne de l'ordre de 0.55 % par an (15 % durant les 27 dernières années).

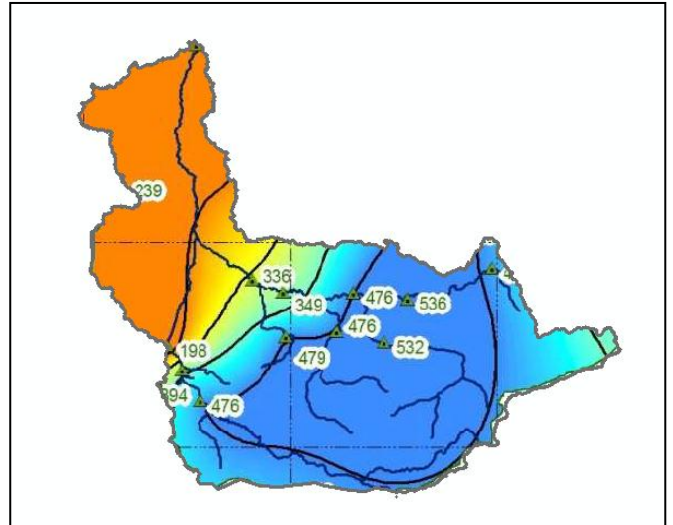


Fig 8: Les isohyètes et Les moyennes annuelles 1980-2007

Le réchauffement climatique et la régression pluviométrique s'ajoutent aux conditions intrinsèques du bassin de Tessaout (notamment l'imperméabilité des terrains et l'absence de réservoir d'eau souterraine) pour augmenter sa vulnérabilité à la pénurie d'eau.

Cette situation critique oblige à adapter des bonnes méthodes de gestion des eaux météorologiques en tant que seule source d'eau au niveau de ce bassin versant.

Références bibliographiques

1. G Wang, J Zhang, Journal of Mitig Adapt Strateg Glob Change, **2015**, DOI 10.1007/s11027-015-9664-x.
2. Y Trambly, W Badi, Journal of a Global and Planetary Change , **2012**, 82-83 and 104–114.
3. J Schilling, P. Freier, Climate change, Journal of Agriculture, Ecosystems and Environment, **2012**, 156 (2012) 12– 26.
4. Ou T, Chen D, Linderholm H W, Journal of Meteorology & Oceanography **2013**,65.51393-1399.
5. L YLi, W Zhou, Journal of Acta Meteorologica Sinica (in Chinese), **2014** ,72.2 277-290
6. A Voltaire Sanchez-Gomez E Journal of Climate Dynamics, **2013**, 40.9-102091-2121.
7. IPCC (2007) Climate change: the physical science basis. Cambridge University Press, Cambridge, UK, **2007**
8. IPCC (2008) Climate Change and Water. UK. Cambridge University Press, Cambridge, **2008**
9. IPCC (2013) Climate change: the physical science basis. Cambridge University Press, Cambridge, **2013**
10. IPCC (2014) Climate change: impacts, adaptation, and vulnerability. Cambridge University Press, **2014**