

Impact des fluctuations hydroclimatiques sur les flux des rivières marocaines.

Snoussi Maria

Université Mohamed V, Faculté des Sciences, Département des Sciences de la Terre.
B.P.1014, Avenue Ibn Battota, Rabat, Maroc.

E.mail: snoussi@fsr.ac.ma (ou ma_snoussi@yahoo.fr)

Haïda Souad

Université Ibn Tofail, Faculté des Sciences, Département de Géologie
PO. Box 133, Kenitra, Maroc.

Niazi Saïda

Université Mohamed V, Faculté des Sciences, Département des Sciences de la Terre.
B.P.1014, Avenue Ibn Battota, Rabat, Maroc.

Résumé

L'analyse de la réponse hydrologique à l'irrégularité inter-annuelle des précipitations dans les bassins versants marocains a montré une baisse sensible des écoulements à partir des années 1970. La relation débits liquides-précipitations montre que l'écoulement fluvial répond de manière désordonnée aux variations des précipitations lors des périodes de sécheresse. Cette irrégularité inter-annuelle se traduit également au niveau des flux solides. Les scénarios futurs des changements climatiques développés pour le Maroc, prévoient une baisse générale des eaux superficielles estimée en moyenne à 15% à l'horizon 2020.

Mot clés (Key words) : Climat (*climate*), variabilité (*variability*), précipitations (*rainfall*), débits liquides (*water discharges*), charges solides (*sediment discharges*), projections futures (future projections)

INTRODUCTION

Au Maroc, à l'instar des pays méditerranéens, les précipitations sont caractérisées par une très forte variabilité saisonnière et inter-annuelle. Les observations des trois dernières décennies montrent des signes annonciateurs d'impacts probables des changements climatiques attendus: fréquence et intensité des sécheresses, inondations inhabituelles et modification de la répartition spatio-temporelle des pluies (MATUHE, 2001). La présente étude tente d'analyser le comportement de quelques rivières marocaines, en réponse à cette variabilité climatique, et d'en prévoir le comportement futur sous l'effet des changements climatiques.

DONNEES

Les données de base utilisées dans cette étude concernent les précipitations, les débits liquides et les concentrations en matières en suspension aimablement mis à notre disposition par la Direction de la Recherche et de la Planification de l'Eau. Ces données concernent les stations représentées dans la figure 1.

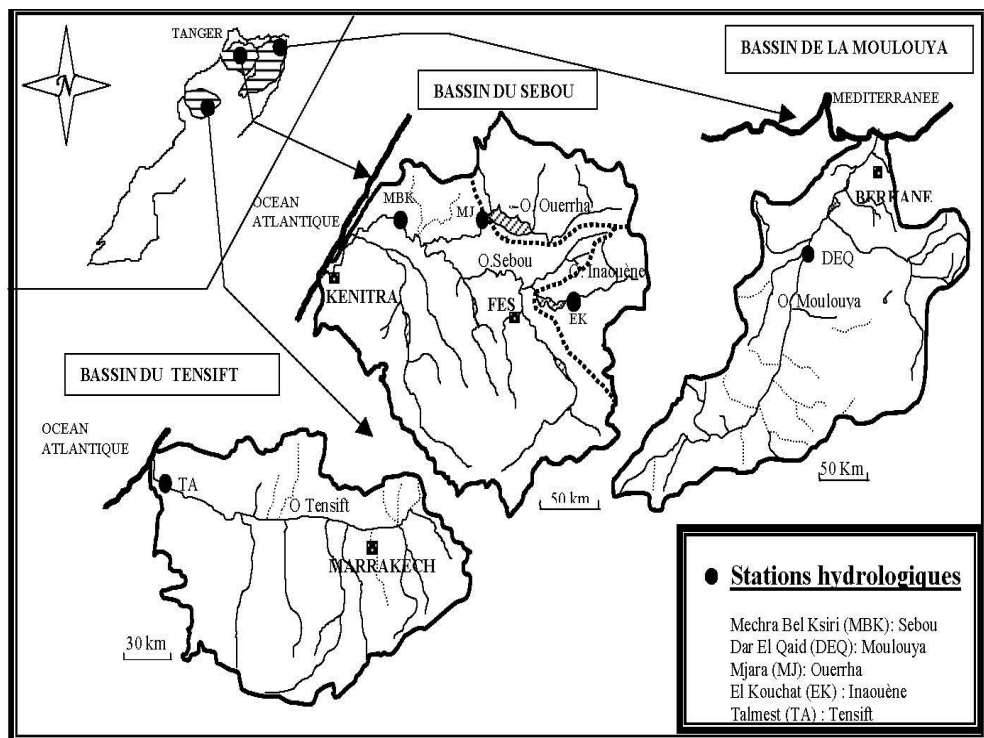


Figure 1 : situation des bassins versants étudiés et des stations hydrologiques

METHODES

Variabilité hydroclimatique

Pour retracer les tendances hydroclimatiques inter-annuelles les bassins versants étudiés, nous avons utilisé les écarts (E_c) des débits moyens annuels (Q_{ma}) au débit moyen inter-annuel (Q_{mi}) (Equation 1) pour chaque station du bassin versant. Chaque valeur (E_{ci}) est ensuite pondérée par la taille du sous bassin correspondant. A partir de ces données, nous avons calculé un coefficient hydroclimatique moyen (Ch_m) pour l'ensemble du bassin versant.

(Equation 2) (Haida et al. 1999; Haida, 2000 ; Snoussi et al. 2001)

$$Ec (\%) = [(Q_{ma} - Q_{mi}) / Q_{mi}] \times 100 \quad (1)$$

$$Ch_m = \sum 1/n (Ec_i \times S_i / S_{ex}) \quad (2)$$

Changements climatiques futurs

Le scénario des changements climatiques utilisé dans cette étude est celui développé pour le Maroc par Jalil (2001). Il est basé sur les Modèles de Circulation Générale (MCG) et le tandem MAGICC-SCENGEN à l'horizon 2020. L'impact de ces changements climatiques sur les eaux superficielles de l'Ouerrha et de la Moulouya, a été estimé à partir de la droite de régression établie entre les précipitations moyennes et les débits liquides.

Variabilité hydroclimatique:

La réponse hydrologique à l'irrégularité pluviométrique inter-annuelle a été analysée à partir des variations de Ch_m depuis plus d'un demi siècle dans deux bassins versants atlantiques : le Sebou au nord et le Tensift au sud (Fig. 2). Il apparaît qu'à partir de 1972, les deux rivières ont connu une baisse sensible de leurs écoulements, avec une tendance plus marquée sur le Tensift que sur le Sebou, et une divergence des tendances. Il semble que ce phénomène s'est manifesté dans l'ensemble des bassins versants marocains à partir des années 1972-1977 selon les régions, (Stockton et al., 1992).

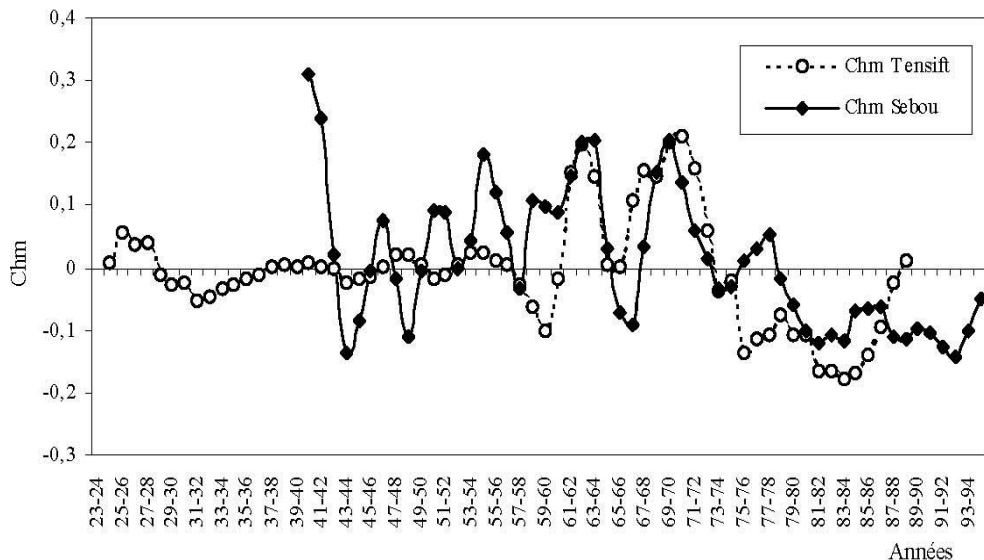


Fig. 2 : Variation inter-annuelle du coefficient hydroclimatique moyen Ch_m des bassins versants du Sebou et du Tensift

Relations débits liquides-précipitations

La relation débits liquides-précipitations a été utilisée dans le bassin versant de l'Ouerrha. La figure 3 montre une très bonne corrélation (0,95) avant les années 80 et une corrélation moins bonne (0,75) entre 1980 et 1992. Les deux droites ont par ailleurs des pentes et un décalage à l'origine différents, traduisant le fait que lors des années de sécheresse, l'écoulement fluvial ne répond plus ou répond de manière désordonnée aux précipitations, du fait probablement de la nature desséchée du sol, de l'importance de l'évaporation et de l'infiltration à cette période. Sibari (2002) a montré en effet que dans l'Inaouène, l'écoulement fluvial correspond à 55% des précipitations tombées en période humide et à seulement 9% des pluies lors des périodes sèches.

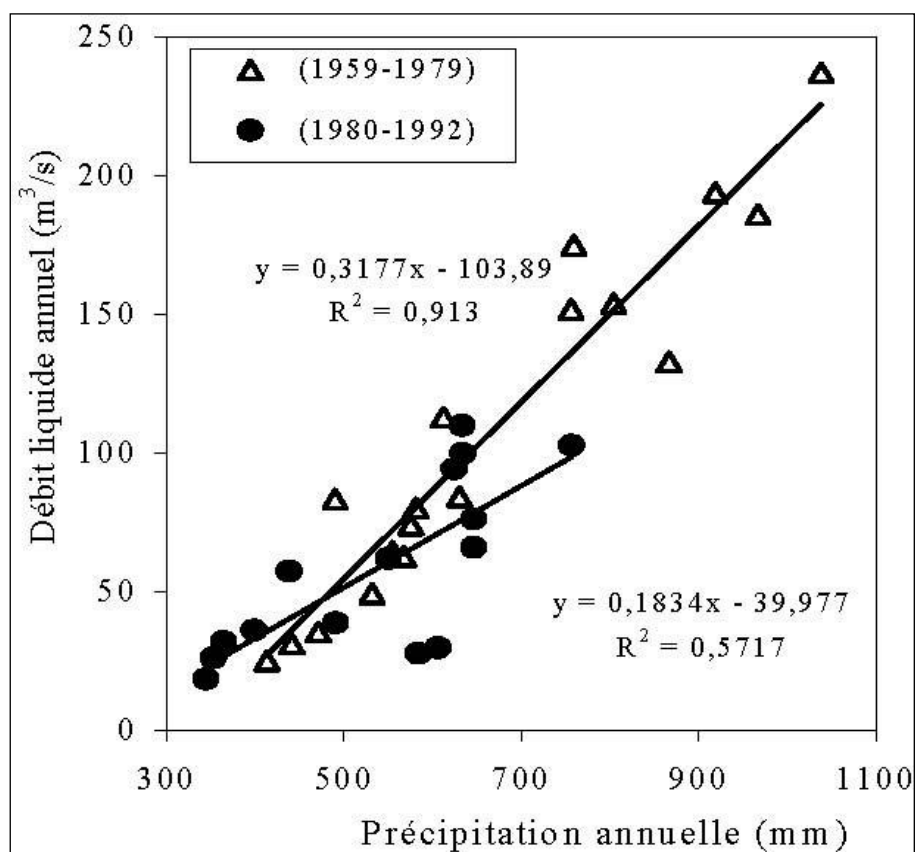


Fig. 3 : Relations débits liquides- précipitations à la station Mjara sur l'Ouerrha

Relations débits liquides-concentration en MES

A partir de la classification hydroclimatique du Sebou (Haida et al., 1999), un cycle humide (1968-1971) et un cycle sec (1971-1973) ont été choisis pour étudier les relations débit liquide-concentration en MES du Sebou à Mechra Bel Ksiri (Fig.4). Les droites de corrélations reproduisent en quelque sorte à une échelle de temps plus longue le schéma classique saisonnier. On peut noter que lors des années humides, l'écoulement dilue la charge solide jusqu'à la valeur de débit maximum de 2000m³/s qui correspond à la capacité de transport maximale du Sebou au-delà de laquelle le cours quitte son lit majeur et provoque des inondations dans la plaine (DRPE, 1970).

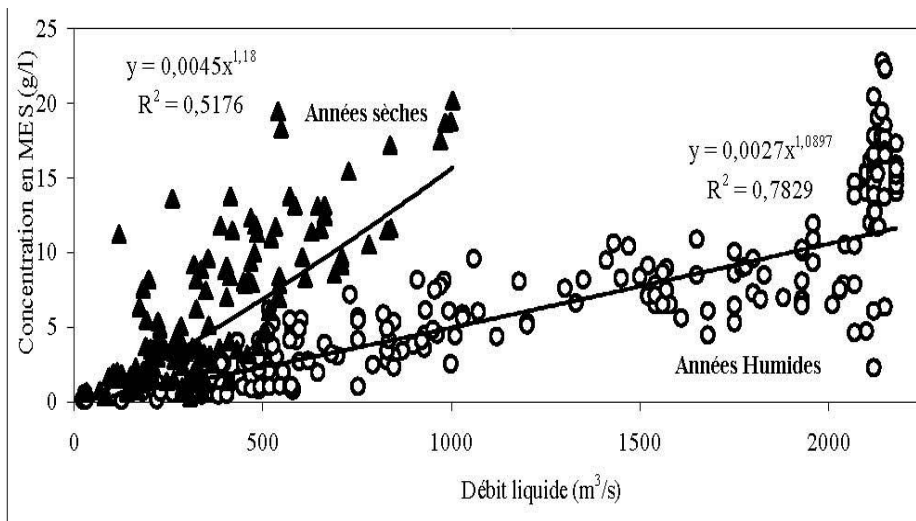


Fig. 4 : Relations débits-concentration en MES à la station Mechra Bel Ksiri sur le Sebou

PROJECTIONS FUTURES

Les projections du climat du Maroc à l'horizon 2020, prévoient pour l'ensemble du pays une tendance à la réduction moyenne du volume annuel des précipitations de l'ordre de 4% en 2020 par rapport à l'an 2000 (MATUHE, 2001). Sur la base de ces données générales et des résultats détaillés par Jalil (2001), nous avons tenté d'estimer, à partir des relations débits liquides-précipitations, les baisses conséquentes des apports liquides superficiels en 2020. Les résultats donnés dans le tableau 1 ne sont que des estimations à prendre avec beaucoup de précaution; ils sont néanmoins du

même ordre de grandeur que ceux avancés par Sinan (2001) pour l'ensemble des eaux superficielles du Maroc et dont la baisse générale est estimée en moyenne de l'ordre de 15%. Sur le plan spatial, on peut noter que l'impact des changements climatiques serait plus sévère sur les rivières atlantiques que sur la Moulouya d'obédience méditerranéenne.

Tableau 1 : Projections à l'horizon 2020 des réductions des précipitations (selon Jalil, 2001) et estimation des réductions correspondantes des apports liquides de quelques rivières.

Rivière	Description (sortie MCG prise en compte)	Réductions des précipitations (mm)	Réduction des apports liquides(%)
Ouerrha	ECHAM4 (Humide)	15.8	6
	UKTR (Sec)	44	14
Moulouy	ECHAM4 (Humide)	7.5	12
	UKTR (Sec)	0	-
Tensift *	CSIRO-TR (moyen)	4.3	15

*Et moyenne pour l'ensemble des eaux superficielles du Maroc d'après Sinan (2001)

CONCLUSION

L'analyse des données de précipitations, de débits liquides et de la charge solide sur une longue période dans certains bassins versants marocains, a permis de faire ressortir d'une part les tendances hydroclimatiques du dernier siècle, et d'autre part la réponse hydrologique des écoulements de surface à cette variabilité climatique. Si les projections des changements climatiques annoncées se confirmaient, le stress hydrique que connaît le Maroc actuellement serait encore plus accentué. Cette nouvelle donnée devrait impérativement être intégrée dans la planification et la gestion des ressources en eau à moyen et long terme.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DRPE (1970) Projet Sebou. *Rapport général*. Développement Régional du Sebou. L'érosion, **10**, Rabat, 1-55.
- Haida, S. (2000) Transport de matières et bilan de l'érosion mécanique et de l'altération chimique dans un bassin versant de zone semi-aride : Impact des variations climatiques et des activités humaines. *Thèse Doc. D'Etat*, Univ. Ibn Tofail, Kénitra, 267p.

- Haida, S., Snoussi, M., Latouche, C. et Probst, J.L. (1996) – Géodynamique actuelle dans le bassin de l'Oued Tensift (Maroc) : Erosion mécanique et bilan des Transport solide fluviaux. *Sci. Géol., Bull.*, **49**, 1-4, Strasbourg, pp. 7-23.
- Haida, S., Probst, J.L., Ait Fora, A. et Snoussi, M. (1999) - Hydrologie et fluctuations hydroclimatiques dans le bassin versant du Sebou entre 1940 et 1994. *Sécheresse*, **3**, vol.10, 221-226.
- IPCC, (2001) Troisième rapport du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat.
- Jalil, M. (2001) Etude « Vulnérabilité du Maroc face aux impacts des changements climatiques » Premier diagnostic ; volet Climat. *Rapport provisoire*, vol. **2**, Tome **1**. 36p.
- MATUHE (2001): Communication Nationale Initiale à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, Octobre 2001. *Document* du Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Urbanisme, de l'Habitat et de l'Environnement, Rabat, 99p.
- Sibari, H., Haida, S. et Ait Fora, A. (2001)- Typologie des crues et érosion mécanique dans un bassin versant de zone semi-aride : bassin versant de l'Inaouène, Maroc. *Sécheresse*, **3**, vol.12, 187-193.
- Sinan, M. (2001) Etude « Vulnérabilité du Maroc face aux impacts des changements climatiques » Premier diagnostic; Secteur Eau. *Rapport provisoire*, vol. **2**, Tome **4**. 72p.
- Snoussi, M. Haida, S. et Imassi, S. (2001): Effects of the construction of dams on the Moulouya and the Sebou rivers (Morocco). *Region. Environ. Change*. Springer-Verlag.
- Stockton, C.W., Debbagh, A. et Allali, A. (1992) La sécheresse au Maroc et sa relation avec El Moubarak. *Actes du Séminaire « Economie d'Eau et Irrigation des Agrumes »*, Taroudant, 5-6 juin 1992. pp. 21-47.