



**HAL**  
open science

## Évaluation des ressources en eau dans le bassin en maont de l'Oum Er Rbia (Maroc) sur la période 1975-2015 et prospective

Tarik El Orfi, Mohamed El Ghachi, Sébastien Lebaut, Emmanuel Gille

► **To cite this version:**

Tarik El Orfi, Mohamed El Ghachi, Sébastien Lebaut, Emmanuel Gille. Évaluation des ressources en eau dans le bassin en maont de l'Oum Er Rbia (Maroc) sur la période 1975-2015 et prospective. XXXIV ème Colloque international de l'AIC : Changement climatique, Pénurie des ressources en eau, nexus eau/énergie et formes d'adaptation, Jul 2021, Mohammedia, Maroc. pp.164-169. hal-03636180

**HAL Id: hal-03636180**

**<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-03636180>**

Submitted on 9 Apr 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# EVALUATION DES RESSOURCES EN EAU DANS LE BASSIN AMONT DE L'OUM ER RBIA (MAROC) SUR LA PERIODE 1975-2015 ET PROSPECTIVE

El Orfi T.(1), El Ghachi m.(2), Lebaut S.(3) et Gille E.(4)

(1) Laboratoire "DPRP", USMS - Maroc, et Unité de Recherche "LOTERR", Université de Lorraine - France, elorfitarik@gmail.com

(2) Laboratoire "DPRP", USMS - Maroc, elghachi\_mohamed@yahoo.fr

(3) Unité de Recherche "LOTERR", Université de Lorraine - France, sebastien.lebaut@univ-lorraine.fr

(4) Unité de Recherche "LOTERR", Université de Lorraine - France, emmanuel.gille@univ-lorraine.fr

**Résumé :** Le bassin versant de l'Oum Er Rbia amont représente un enjeu fort du point de vue des ressources en eau à l'échelle du Maroc puisqu'il alimente pour une grande part le plus grand périmètre agricole irrigué du Maroc. Pour autant, dans une logique de gestion des écoulements par la grande hydraulique, les volumes d'eau produit dans le bassin sont stockés dans le réservoir du barrage Ahmed El Hansali sans qu'il y ait une réelle connaissance dans l'organisation des écoulements (débits de base, débits de crue) que cela soit du point de vue spatial ou temporel. L'application de méthodes de l'hydrologie analytique, sur les hydrogrammes (1975-2015) produits aux 5 stations hydrométriques implantées à l'amont de la retenue d'eau a permis de calculer les volumes de crue et les volumes de base à l'échelle annuelle. La mise en relation de ces volumes avec les précipitations permet de préciser le comportement hydrologique différencié de chacun des 5 bassins qui est notamment fonction du contexte hydrogéologique induit par la nature géologique des terrains. Les coefficients de corrélation  $R^2$  plus au moins forts entre les écoulements et les précipitations montrent qu'il est possible, dans une certaine mesure, de prévoir les volumes de la ressource en eau future sur la base des projections de valeurs de pluie dans ce secteur du Moyen-Atlas.

**Mots clés :** Oum Er Rbia, ressource en eau, hydrogramme, relation pluie-débit.

**Summary:** The upstream Oum Er Rbia watershed represents a major challenge in terms of water resources on the Moroccan scale since it largely supplies the largest irrigated agricultural area in Morocco. However, in a logic of flow management by large scale hydraulics, the volumes of water produced in the basin are stored in the reservoir of Ahmed El Hansali dam without any real knowledge in the organization of the flows (base flows, flood flows) either from a spatial or temporal point of view. The application of analytical hydrology methods on the hydrographs (1975-2015) produced at the 5 hydrometric stations located upstream of the water reservoir made it possible to calculate flood volumes and base volumes on an annual scale. The relation of these volumes with the precipitations allows to specify the differentiated hydrological behavior of each of the 5 basins which is a function of the geological nature of the grounds and the hydrogeological context. On the other hand, the correlation coefficients  $R^2$  more or less strong between runoff and precipitation show that it is possible, to a certain extent, to forecast the volumes of the future water resource on the basis of projections of rainfall values in this sector of the Middle Atlas.

**Key words:** Oum Er Rbia, water resource, hydrograph, rain-flow relationship.

## Introduction

- Le Maroc, pays de la rive sud de la Méditerranée, est une zone de contact entre milieux écologiques différents, de l'humide montagneux au Saharien. Sur le nord du pays, l'effet de la latitude se manifeste par la prédominance d'un climat méditerranéen, à l'origine de ressources en eau fragiles, menacées de dégradation rapide en cas de sur-prélèvement.

- Les apports en eau de surface se chiffrent en année moyenne en quelques millions de m<sup>3</sup> pour les bassins les plus démunis au sud du Maroc, et en milliards de m<sup>3</sup> pour les bassins les plus favorisés qui sont situés au nord (Bzioui, 2004). La gestion rationnelle et la planification prospective des ressources en eau doivent permettre d'assurer de manière continue, la disponibilité de cette ressource en quantité suffisante et en qualité requise pour l'ensemble des usagers (ABHOER, 2012). La priorité donnée au secteur de l'eau depuis les années 60 a permis de disposer d'un patrimoine d'infrastructures hydrauliques, constitué d'une centaine de barrages de tailles diverses.

- Le bassin de l'Oum Er Rbia dispose d'une quinzaine de grands barrages d'une capacité de stockage totale de 5100 hm<sup>3</sup>. Grâce à cette importante infrastructure le taux de mobilisation des ressources en eau superficielles dépasse 85 % (ABHOER, 2012). Ces barrages ont des objectifs de développement local. Ils permettent de consolider, moderniser ou d'étendre des

périmètres irrigués existants en plus de leur contribution à la protection contre les inondations des zones aval. Sur l'ensemble du bassin de l'Oum Er Rbia et les bassins côtiers atlantiques, les écoulements annuels moyens ont été de 3300 hm<sup>3</sup> sur la période 1940-2008 (ABHOER, 2012). Ces écoulements se produisent généralement sous forme de crues violentes et rapides.

- Évaluer la quantité de l'eau disponible est indispensable à la mise en valeur et à la gestion des ressources en eau, qu'il s'agisse d'eau potable pour les populations, de production agricole, industrielle ou d'énergie. Le but de cette contribution est de mettre en relation les volumes de crue et les volumes de base à l'échelle annuelle pour les cinq stations hydrométriques implantées à l'amont de la retenue d'eau du barrage Ahmed El Hansali en haut bassin de l'Oum Er Rbia avec les précipitations enregistrées entre 1975 et 2015.

## 1. Données et Méthodes

### 1.1. Zone D'étude

- Le bassin versant étudié fait partie du plateau central et du Moyen Atlas au Maroc et représente la partie amont du grand bassin versant de l'oued Oum ErRbia. Il est délimité par le bassin de la Moulouya à l'Est, le bassin du Sebou au Nord, et le bassin du Bouragreg à l'Ouest. Nous retenons comme exutoire la station d'Ahmed El Hansali (Fig.1).

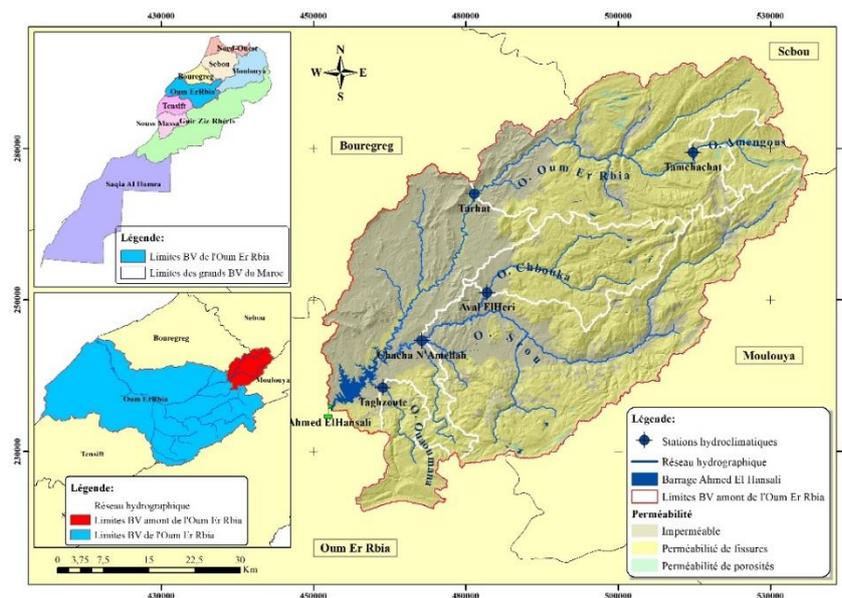


Figure 1. Localisation géographique de la zone d'étude et emplacement des stations de mesures.

- Sur le bassin de 3380 km<sup>2</sup>, cinq stations hydro-climatiques sont gérées par l'Agence du Bassin Hydraulique de l'Oum Er Rbia (ABHOER). Le contexte climatique est de type semi-aride, avec une pluviométrie moyenne annuelle de l'ordre de 511 mm à l'aval (station de Taghzoute), et 706 mm à l'amont (station de Tanchachai) sur la période 1975-76 / 2014-15.

- L'Oum Er Rbia a pour origine l'oued Fellat qui prend sa source au mont Serroual (2108 m). L'oued Fellat reçoit les apports d'un groupe de sources connues sous le nom « sources de l'Oum ErRbia ». Ce n'est qu'à partir de la confluence de l'oued Fellat avec l'oued Bou Idji que le cours porte le nom d'Oum ErRbia (Bentayeb & Leclerc, 1977). L'écoulement de l'oued Oum ErRbia est pérenne et le débit moyen annuel à la station de Tarhat est de l'ordre de 16 m<sup>3</sup>/s.

### 1.2. Données

- Pour mieux comprendre l'organisation spatio-temporelle des écoulements et leur influence sur le volume des réserves stockés dans le barrage d'Ahmed El Hansali, l'application de méthodes de l'hydrologie analytique, sur les hydrogrammes en QTvar (1975-2015) produits

aux cinq stations hydrométriques implantées à l'amont du bassin a permis de calculer les volumes de crue et les volumes de base à l'échelle annuelle.

- Les données de précipitations et de débits fournies par l'ABHOER à différents pas de temps ont été utilisées pour atteindre les objectifs de notre étude (Tab.1).

Tableau 1. Caractéristiques des stations de mesures.

Station	Cours d'eau	Date de mise en service	Données disponibles	Surface du bassin (Km <sup>2</sup> )	Altitude à l'exutoire (m)	X	Y
Taghzoute	Ouaoumana	1970-71	P et Q	172	628	461400	235500
Chachan'Amellah	Srou	1974-75	P et Q	1423	685	467800	243300
Aval El Héri	Chbouka	1970-71	P et Q	354	830	478500	251200
Tarhat	Oum Er Rbia	1969-70	P et Q	1011	1036	476400	267500
Tamchachat	Amengous	1974-75	P et Q	133	1685	512330	274340

### 1.3. Méthode

- Compte tenu de son importance hydrique, le 2ème fleuve marocain en terme de longueur l'Oum Er-Rbia, a fait l'objet de l'attention des chercheurs de nombreux domaines surtout hydrologique et hydrogéologique (Bentayeb & Leclerc, 1977; Loup, 1962; Moniod et al., 1972; Serbout, 2001) ... Depuis 1996, l'ABHOER applique plusieurs méthodes pour le suivi quantitatif et qualitatif des ressources en eau à l'échelle du grand bassin de l'Oum Er Rbia. Dans cette étude, nous visons l'évaluation des ressources en eau dans le bassin amont de l'Oum Er Rbia, à travers l'application la méthode de l'hydrologie analytique qui consiste à séparer les hydrogrammes en deux phases, débits de crue et débits de base. Nous avons procédé comme suit :

- La sélection des événements de crues pluviales a été faite sur la base des hyétogrammes de l'ensemble des stations retenues. Il existe plusieurs définitions d'un événement hydrologique et dans cette étude, c'est celle de Tardif qui a été retenue. En effet, ils définissent un évènement sur la série chronologique des débits, comme allant d'un creux à une pointe à un creux.

- La revue de la littérature montre que la technique de séparation graphique des hydrogrammes est la plus utilisée (El Adlouni et al., 2011). Cette approche fondée sur la décomposition logarithmique des hydrogrammes (Fig.2) proposée par Roche (1963) a été appliquée dans une feuille "Excel".

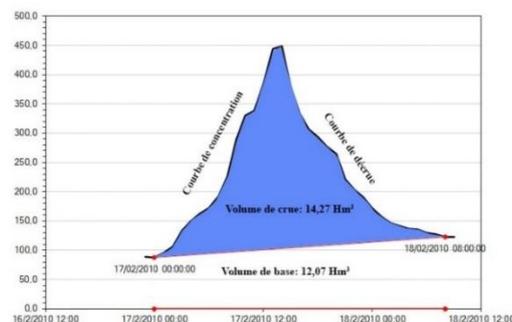


Figure 2. Décomposition d'un hydrogramme de crue, épisode de 17/02/2010 - 18/02/2010 à la station de Tarhat.

- La caractérisation de chaque hydrogramme de crue pluviale par plusieurs variables statistiques sont estimées : la durée de la crue, le temps de montée et de descente, et le volume de crue et de base.

## 2. Résultats

### 2.1. Relation entre la lame d'eau précipitées et les lames d'eau écoulées

L'application de la méthode de Thiessen pour la spatialisation des données pluviométrique des stations disponibles pour calculer la lame d'eau précipitée pour chaque sous bassin (Roche, 1963), puis la détermination des coefficients de corrélation entre ces lames et les lames d'eau écoulées nous a permis d'évaluer la relation entre ces deux paramètres importants (Fig.2).

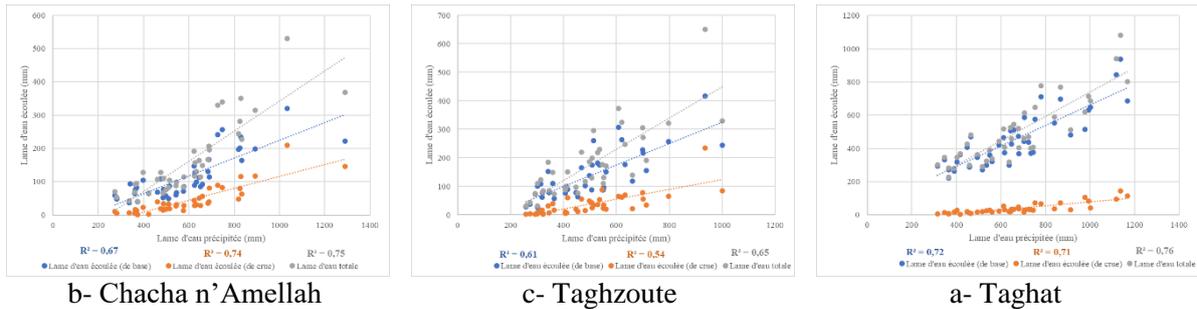


Figure 2. Corrélation entre les lames d'eau précipitées et écoulées pour trois sous bassin représentatives.

Ces relations varient en fonction des caractéristiques du bassin : sol, pente, couverture végétale, réseau hydrographique... La plupart de ces caractéristiques ne peuvent pas être définies de façon simple. Globalement, à l'échelle annuelle on enregistre une bonne adéquation entre les lames d'eau précipitées et écoulées (de base, de crue et totale). Pour l'écoulement de base R<sup>2</sup> dépasse 0.7 pour les stations de Tarhat et Tamchachat. Alors que pour les lames écoulées de crue R<sup>2</sup> égale à 0.78 pour la station d'Aval El Héri comme une valeur maximale. Concernant les lames écoulées totales, les deux stations d'Aval El Héri et Taghzoute témoignent des faible R<sup>2</sup> : 0.67 et 0.65.

Mis à part le sous bassin d'Oum Er Rbia (st Tarhat) alimenté par les fameuses sources de l'Oum Er Rbia, qui contribuent à la régulation et la pérennité de l'écoulement pendant toute l'année, environ 70% des précipitations qui tombe sur les autres sous bassin s'évapore (théoriquement la lame d'eau évaporée dépasse le déficit d'écoulement déduit), s'intercepte (le couvert forestier représente 53% de la superficie du bassin d'Aval el Héri) ou s'infiltré (plus que 95% du substratum de Taghzoute et Tamchachat représente des calcaires fissuré), le 30% restant alimente les écoulements superficiels, dont 24% alimente les écoulements de base et 6% les écoulement de crue (Fig.3).

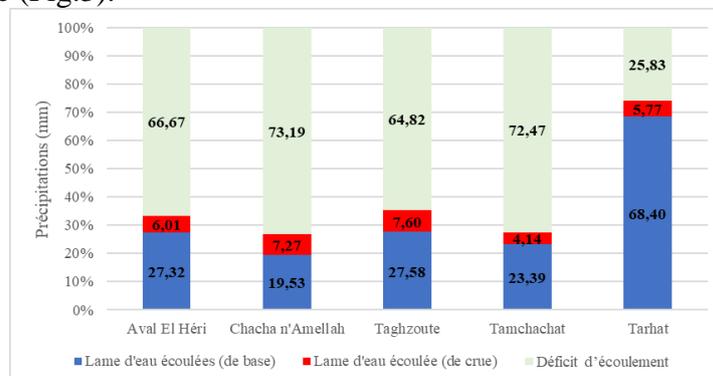


Figure 3. Répartition des précipitations à l'alimentation des écoulements.

## 2.2. Evolution spatio-temporel des volumes des écoulements totaux

Selon les scénarios les plus ambitieux, le bassin méditerranéen verra une augmentation des températures de 1,5 à 2°C à l'horizon 2100 (GIEC, 2019) ce qui accroîtra l'aridité, la fréquence, l'intensité, la durée des événements chauds et des sécheresses. Les modèles climatiques indiquent clairement une tendance vers une réduction des précipitations dans les décennies à venir (MedECC, 2018), ces contraintes climatiques entraînerait un effet négatif sur la disponibilité des ressources en eau dans le bassin méditerranée auquel appartient le Maroc. Donc, une gestion efficace des ressources en eaux nécessite une connaissance quantitative précise de celle-ci. Les informations sur la variation spatio-temporelle des volumes sont fondamentales.

Durant les périodes sèches les volumes d'eau diminuent à cause des faibles taux des précipitations, les années 1994-95 et 2007-08 témoignent des faibles volumes. Tandis que les périodes humides les volumes d'eau augmentent à cause de la disponibilité des précipitations, les années 1995-1996 et 2009-2010 témoignent des volumes importants. La station de Chacha n'Amellah enregistre en 1994-95 un volume total de 57,5 hm<sup>3</sup> (dont 56 hm<sup>3</sup> est un volume de base et 1,5 hm<sup>3</sup> est un volume de crue) et en 2009-10 elle enregistre un volume total de 754,5 hm<sup>3</sup> (dont 456 hm<sup>3</sup> est un volume de base et 298,5 hm<sup>3</sup> est un volume de crue) (Fig.4).

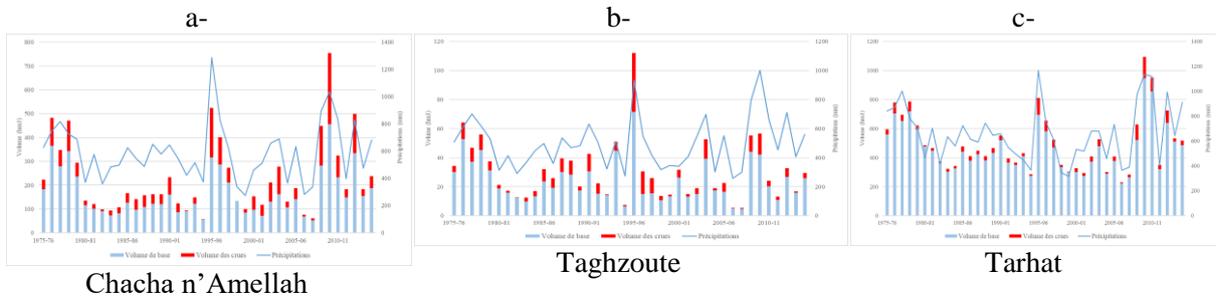


Figure 4. Évolution des précipitations et des volumes des écoulements pour trois sous bassin représentatives.

A l'échelle spatiale, les volumes totaux changent en fonction de l'importance des sous bassins. Le bassin d'Oum Er Rbia reste le plus important avec 498 hm<sup>3</sup> ce qui représentent 58% de la totalité des écoulements dans la zone d'étude (Tab.2). Pour les autres sous bassins, les phases des crues contribuent par d'environ 20% dans le volume total des écoulements (Fig.5).

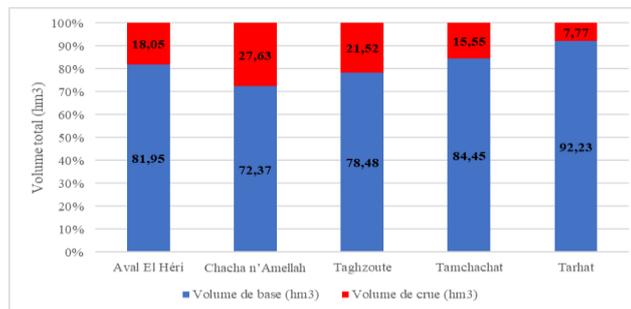


Figure 5. Contribution des volumes de crue à l'alimentation des écoulements.

Tableau 2. Volumes moyens annuels au niveau des stations de mesures.

	Taghzoute	Chacha n'Amellah	Aval El Héri	Tarhat	Tamchachat
Volume de base (hm <sup>3</sup> )	23,7	165,5	61,3	459,3	20,1
Volume de crue (hm <sup>3</sup> )	6,5	63,2	13,5	38,7	3,7
Volume total (hm <sup>3</sup> )	30,2	229,6	74,8	498	23,6

## Conclusions et Discussion

Les faibles coefficients de corrélation entre les moyennes des précipitations et les volumes extraits (de base, de crue et total) pour les deux sous bassin de Chbouka (st d'Aval El Héri) et Ououmana (st de Taghzoute) sont généralement dû à l'omniprésence des formations calcaires, ces formations recouvrent 87% de la superficie du bassin de Chbouka et 95% de la superficie du bassin de Ououmana. Ces deux cours d'eau drainent des formations caractérisées par une perméabilité de fissures qui permet à l'eau de s'infiltrer pour alimenter la nappe sous terrain. Pour le sous bassin d'Amengous (st de Tamchachat) l'incohérence entre la pluviométrie et les volumes d'eau est dû essentiellement à la présence de la neige pendant la période hivernale.

Le défi que constitue l'irrégularité spatio-temporelle des précipitations et les effets des changements climatiques sur la ressource en eau, impose la gestion de cette ressource rare à partir de la construction des grands barrages pour le stockage des apports pendant les années humides. À l'échelle du bassin versant de l'oued Oum Er Rbia, plusieurs barrages ont été construits dont le barrage d'Ahmed El Hansali. Depuis 2002, Ahmed El Hansali reçoit un volume annuel moyen égale à 836,4 hm<sup>3</sup>, dont 142 hm<sup>3</sup> est d'origine des crues (d'environ 17%). Trois bassins alimentent en permanence le barrage, le bassin d'Oum Er Rbia (inclus Amengous) est le plus important avec un volume annuel moyen égal à 543,6 hm<sup>3</sup>, qui représentent 65% des apports, suivi par le bassin de Srou (inclus Chbouka) avec un volume annuel moyen égal à 274,7 hm<sup>3</sup>, qui représente 32% des apports, et enfin le bassin de Ououmana avec un volume annuel moyen égal à 27 hm<sup>3</sup> et qui représente 3% des apports.

## Bibliographie

- ABHOER. (2012). Projet de Plan Directeur d'aménagement Intégré des Ressources en Eau du Bassin de l'Oum Er Rbia et des bassins côtiers atlantiques (p. 19) [Rapport de synthèse]. *Agence du Bassin Hydraulique de l'Oum Er Rbia*.
- Bentayeb, A., & Leclerc, C. (1977). Ressources en Eau du Maroc, Tome III, Domaine atlasique et Sub-atlasique: Vol. III (*Editions du service géologique du Maroc*).
- Bzioui, M. (2004). Rapport national 2004 sur les ressources en eau au Maroc (p. 94). UN WATER-AFRICA.
- El Adlouni, S., Thiombiano, A. N., St-Hilaire, A., El-Jabi, N., & Caissie, D. (2011). Caractérisations des hydrogrammes de crues pluviales sur des petits bassins versants forestiers.
- GIEC. (2019). Réchauffement planétaire de 1,5°C (p. 110) [Rapport spécial du GIEC].
- Loup, J. (1962). L'Oum er Rbia. Etudes sur une grande rivière des montagnes marocaines. *Revue de Géographie Alpine*, 50(4), 519-555. <https://doi.org/10.3406/rga.1962.1002>
- MedECC. (2018). Les risques liés aux changements climatiques et environnementaux dans la région Méditerranée. *Mediterranean Experts on Climate and environmental Change*. [https://www.medecc.org/wp-content/uploads/2018/12/MedECC-booklet\\_FR.pdf](https://www.medecc.org/wp-content/uploads/2018/12/MedECC-booklet_FR.pdf)
- Moniod, F., dir., Roche, M., & réd. (1972). Etude hydrologique de l'Oum Er Rbia. 501.
- Roche, M. (1963). Hydrologie de surface (ORSTROM).
- Serbout, R. (2001). Le bassin versant de l'oued Oum er Rébia en amont de Déchra el Oued (moyen-Atlas): Contribution à l'étude des phénomènes hydro-climatiques [These de doctorat, Nice]. <https://www.theses.fr/2001NICE2043>