



REGENERER LES ECOULEMENTS DE L'OUED MINA PAR LE MODELE CEQUEAU

REGENERATE THE FLOWS OF WADI MINA BY THE CEQUEAU MODEL

METOUCHI A.¹, BOUZARA S.¹, LABADI A.²

¹Laboratoire de Géo-Environnement. Faculté des Sciences de la terre, de Géographie et Aménagement du Territoire. Département de géologie. Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene.

²Laboratoire d'aménagements hydrauliques et environnement, Département de Génie Civil et d'Hydraulique, Faculté des Sciences et de la Technologie, Université Mohamed Khider-Biskra

ametouchi@usthb.dz

RESUME

Le bassin versant de l'oued Mina (Algérie) appartient au grand bassin de l'Oued Chelif. Il s'étend sur 6100 km², équipé de huit stations de mesures pluviométriques et contrôlé par quatre stations hydrométriques. Les précipitations représentent l'élément le plus important du climat aussi bien pour les êtres vivants que pour le milieu naturel. Toutes les ressources en eaux superficielles ou souterraines y sont dépendantes. Dans une région où les deux-tiers de la population vit de l'agriculture, la prévision et l'anticipation peuvent être vitaux. Le modèle peut constituer cet outil. Nous présentons ici l'application du modèle Cequeau.

Durant la phase de calibration, faite avec les données d'observation de 1983/1984-1984/1985, les débits ont été reconstitués avec des coefficients de Nash qui varient de 0.90 à 0.97, des coefficients de corrélation de 0.90 à 0.99 et des écarts relatifs de 0.01 à 5.37%. La phase de validation effectuée sur les débits mesurés en 1992/1993-1993/1994 montre des écarts plus élevés et des coefficients plus faibles mais toujours acceptables. Les débits extrêmes

présentent des résidus plus élevés, jusqu'à 7.7%, que nous considérons tout de même tolérables.

Ces résultats attestent du bon ajustement du modèle, qui peut être utilisé comme outil d'analyse ou de prévision.

Mots clés : Modèle, écoulement, Cequeau, bassin versant, Oued Mina.

ABSTRACT

The catchment area of Wadi Mina (Algeria) belongs to the great basin of the Chelif River. It extends over 6100 km², equipped with eight rainfall measuring stations and controlled by four hydrometric stations. Precipitation is the most important element of climate for both human and natural environment. All the resources in the ground or surface waters depend on it. In a region where two-thirds of the population lives from agriculture, forecasts and anticipation can be vital. The model can be this tool. Here we present the application of the Cequeau model.

During the calibration phase, done with 1983/1984-1984/1985 observational data, flows were reconstituted with Nash coefficients ranging from 0.90 to 0.97, correlation coefficients from 0.90 to 0.99 and relative differences from 0.01 to 5.37%. The validation phase carried out on measured flows in 1992/1993-1993/1994 shows higher variances and lower coefficients but remain acceptable. Extreme flows have higher residues, up to 7.7%, which we still consider tolerable.

These results show the good fit of the model, which can be used either as an analytical tool or a forecasting instrument.

Keywords: Model, flow, Cequeau, watershed, Wadi Mina.

INTRODUCTION

La demande en eau est en croissance constante et la marge entre ressources disponibles et besoins à satisfaire va sans cesse en s'amenuisant. Il faudra donc réfléchir en terme d' "optimum", c'est à dire de rechercher des solutions les plus efficaces pour exploiter et répartir au mieux ce capital naturel. Le modèle permet de répondre à cette préoccupation, de manière précise et instantanée.

Nous avons choisi le modèle hydrologique Cequeau qui est un modèle développé à l'Institut National de la Recherche Scientifique -Eau (Québec), en collaboration avec l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (France). C'est un modèle utilisé dans de nombreux pays, aussi bien en Amérique, qu'en Europe et en Afrique. Il peut constituer cet outil de précision pratique, utile dans la planification des prélèvements présents et futurs dans une perspective de développement durable.

Nous avons choisi le bassin versant de l'oued Mina pour appliquer le modèle et régénérer les écoulements de l'oued. L'oued alimente un barrage, le Sidi M'hamed ben Aouda, d'une capacité (initiale) de 235hm³ qui doit répondre à des besoins d'approvisionnement en eau potable de la ville de Relizane et à l'irrigation de périmètres agricoles.

CARACTERISTIQUES DE LA REGION D'ETUDE

Le bassin versant de l'Oued Mina fait partie du grand bassin de l'Oued Chelif, le plus grand du nord de l'Algérie avec une superficie de 44 630km². Le bassin versant de l'oued Mina (fig.1) s'étend sur 6100 km² et possède quatre affluents majeurs: l'Oued Haddad, l'Oued El Abd, l'Oued Taht et l'Oued Medroussa.

La région présente un climat de type aride à semi-aride. Les pluies sont irrégulières et torrentielles et produisent de très fortes crues.

Deux-tiers de la population de la région vit de l'agro-pastoralisme et toutes les ressources en eaux superficielles et souterraines dépendent des précipitations. La prévision et l'anticipation deviennent donc des tâches prioritaires en vue d'une gestion efficiente.

DONNEES UTILISEES

L'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH, Birmandrais) nous a fourni huit (08) stations de mesures pluviométriques et quatre (04) stations hydrométriques de contrôlé (fig.1).

Nous avons choisi la période 1982/1983-1983/1984 pour la phase de calibration et la période 1992/1993-1993/1994 pour la phase de validation. Ces années présentent des mesures complètes et sans lacunes d'observation.

Quant aux données de températures, nous n'avons eu accès qu'à la station de Tiaret auprès de l'Office Nationale de Météorologie (ONM, Dar el beida). Nous avons eu tout de même la période complète de 1911/912 à 2011/2012.

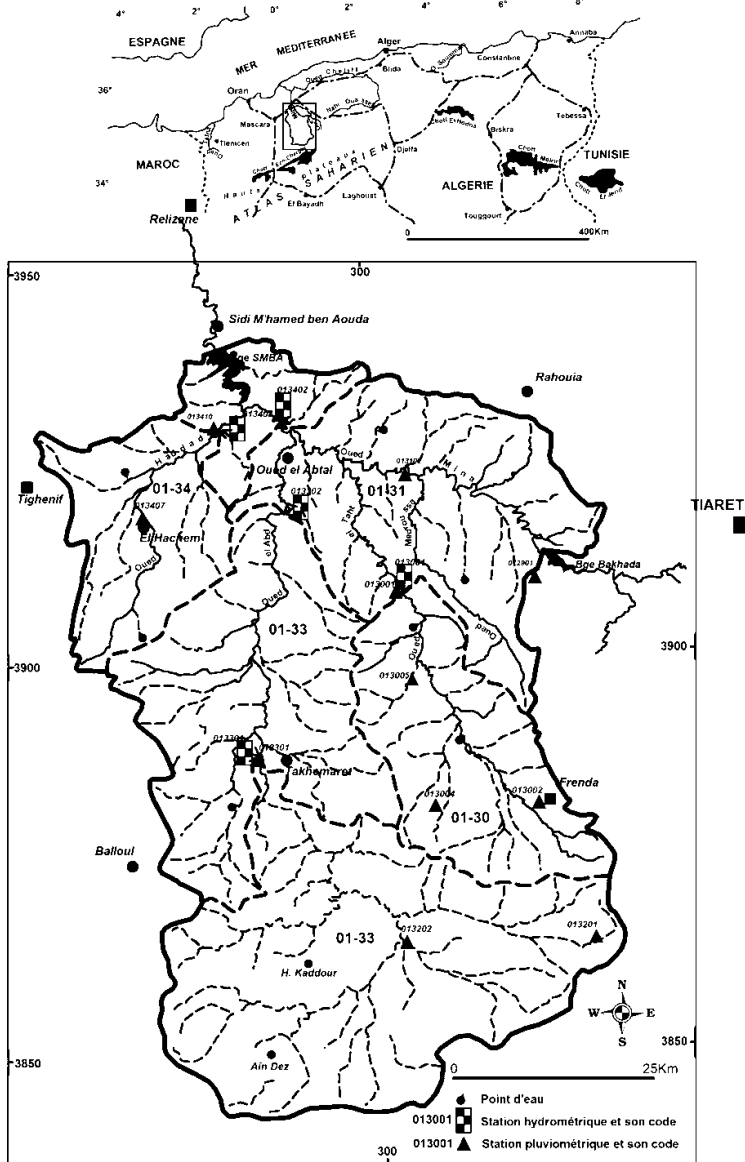


Figure 1 : Localisation du bassin versant de l'O. Mina et position des stations.

LE MODELE CEQUEAU

But d'un modèle

Un modèle hydrologique simule les principaux mécanismes du cycle de l'eau dans un bassin versant : précipitations, ruissellement, infiltration, évapotranspiration,...

Les relations entre les différents mécanismes sont régies par des paramètres particuliers à chaque bassin : réserve utile, temps de transfert, seuil de débordement, ... Les lois sont habituellement déduites par transposition de bassins versants proches et de caractéristiques similaires ou par ajustement et calage sur une série d'observation.

Il convient néanmoins de se fixer une idée de ce qu'il est raisonnable d'attendre de la simulation. L'objectif principal est d'arriver à prévoir un événement à un risque admissible. Un modèle n'est au mieux qu'une représentation acceptable de la relation entre ses entrées et ses sorties. Il dépend entièrement de la qualité de l'information utilisée.

Discrétisation spatiale du bassin dans le modèle Cequeau

Le modèle permet de calculer des débits à n'importe quel endroit du bassin versant. Il permet de suivre aussi bien dans l'espace que dans le temps, la formation et l'évolution des écoulements naturels.

Le modèle s'applique à des bassins de taille quelconque, découpés d'une manière arbitraire en surfaces élémentaires (fig.2). Chaque carreau est localisé avec un système de coordonnées I-J propres à l'utilisateur. Chaque carreau élémentaire (appelé carreau entier ou initial) est supposé représentatif d'une surface homogène. Sur chacune de ces mailles (ou carreaux), on évalue les caractéristiques physiographiques moyennes telles que l'altitude, la pente, l'orientation, la couverture forestière, ...

En fonction du tracé hydrographique des sous-bassins, un second découpage est effectué (en tenant compte des lignes de partage des eaux). Chaque carreau initial peut être subdivisé en un maximum de quatre (4) carreaux, dits partiels et notés A, B, C et D. Chaque carreau partiel sera localisé avec le système de coordonnées I-J du carreau entier auquel il appartient plus la lettre A, B, C ou D, c'est à dire en coordonnées I-J-X.

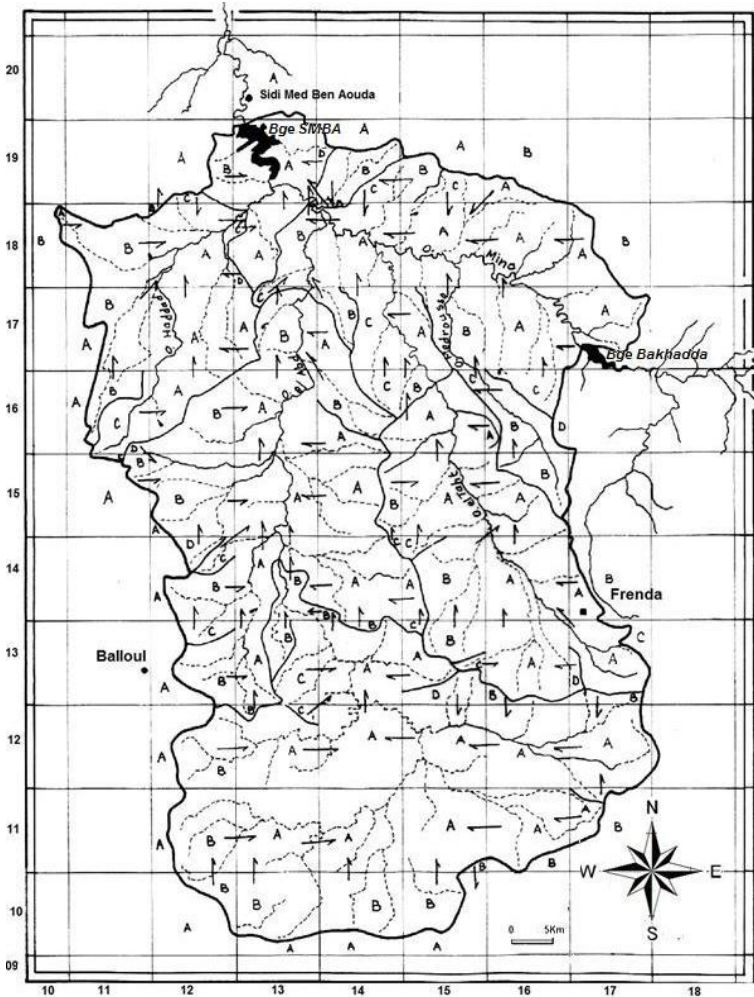


Figure 2 : Discrétisation du BV de l'O. Mina et cheminement des écoulements.

Ce second découpage permet de définir plus précisément le sens d'écoulement de carreau à carreau afin de représenter d'une manière précise le sens d'écoulement et la superficie drainée et ainsi de mieux organiser le cheminement des écoulements. Ces carreaux présenteront les mêmes caractéristiques physiographiques que le carreau entier dont ils sont issus et auront pour seule particularité physique leur superficie qui sera exprimée en pourcentage du carreau entier.

Un carreau partiel (ou CP) peut recevoir de l'eau de plusieurs CP mais le carreau entier (ou CE) auquel appartient CP doit obligatoirement avoir au total moins de six (6) entrées. Par contre, CP ne peut se drainer que dans un seul CP.

Le bassin versant de l'oued Mina est subdivisé en carreaux de 10km de côté (10km x 10km).

Fonctionnement du modèle Cequeau

Le modèle Cequeau est un modèle déterministe discrétisé (ou conceptuel). Il tient compte à la fois des caractéristiques physiques du bassin et de leurs variations dans l'espace. La fonction de discrétisation de l'espace du modèle Cequeau offre par cette possibilité de spatialisation un outil précieux pour évaluer et suivre les modifications apportées au territoire et leur impact sur le comportement du système hydrologique.

Le cycle hydrologique est représenté à l'aide de deux (2) fonctions :

- La fonction **PRODUCTION** du modèle schématise l'écoulement vertical de l'eau. Cette fonction simule les processus physiques associés au transfert vertical de l'eau et transforme les pluies brutes en pluies nettes après soustraction des pertes, c'est à dire de la quantité reprise par évaporation, de celle infiltrée, interceptée par la végétation ou stockée dans les flaques. Elle sert à faire le bilan sur chaque carreau entier et à chaque pas de temps et aboutit à l'obtention d'un volume d'eau disponible pour l'écoulement.
- Pour le cas particulier des précipitations solides, la fonction **fonte des neiges** a été ignorée car cette composante a peu d'importance dans notre cas.
- La fonction **TRANSFERT** traite du mouvement latéral de l'eau en surface. Elle reproduit les écoulements latéraux de l'eau, d'un point quelconque du bassin versant jusqu'à l'exutoire: le ruissellement, l'écoulement hypodermique, vidange des nappes et vidange des lacs. Elle est calculée sur des carreaux fractions des carreaux entiers (carreaux partiels) et transmet cet écoulement de carreau partiel à carreau partiel. C'est là où réside tout l'intérêt du modèle. On peut ainsi simuler des changements du cours de l'eau, des dérivations ou de retenues. L'écoulement est suivi de carreau à carreau jusqu'à l'exutoire.

Données nécessaires au modèle

Données physiographiques à déterminer pour chacun des carreaux entiers :

- Le pourcentage de superficie recouverte par la forêt.
- L'altitude du coin sud-ouest.

Nous n'avons pas tenu compte des paramètres pourcentage de superficie recouverte par les MARAIS, les LACS et les RIVIERES car ils sont peu développés.

Données à déterminer pour chacun des carreaux partiels:

- La superficie en pourcent de surface du carreau entier auquel il appartient.
- Le carreau partiel (ou entier) dans lequel il s'écoule (fig.2).

A- Principe

Le calage d'un modèle consiste à ajuster les paramètres du modèle de telle sorte qu'il permette de calculer et restituer des débits aussi proches que possible des débits mesurés. L'opération consiste à ajuster les paramètres de calcul par essais et erreurs en comparant les résultats après chaque simulation. On modifie les paramètres après chaque simulation et on analyse les nouveaux résultats pour déterminer dans quel sens orienter les modifications.

La détermination de ces paramètres est délicate et complexe et il convient de s'assurer qu'un paramètre est bien ajusté avant de modifier un autre. C'est une procédure qui exige du bon sens. Ceci permettrait d'éviter de corriger une erreur par une autre même si les résultats peuvent sembler cohérents.

En règle générale, la procédure d'ajustement des paramètres s'effectue en déterminant les constantes liées aux caractéristiques hydrologiques et physiographiques du bassin et les paramètres en relation avec la physique du phénomène.

Les données d'entrée du modèle Cequeau sont des données physiographiques et de drainage, tels l'altitude, le pourcentage de forêts, de lacs et de marais ainsi que le sens de l'écoulement. Le modèle permet de compléter les données disponibles en un nombre réduit de points par l'utilisation de méthodes d'interpolation et combler ainsi les lacunes au moyen de la régression, par la méthode des polygones de Thiessen et par pondération (à chaque carreau entier est attribué les valeurs des trois stations les plus proches, affectées d'un facteur de pondération).

Nous n'avons pas appliqué de correction d'altitude pour les précipitations car il ne se dégage aucun gradient altimétrique (fig. 3) en raison des effets combinés du faible nombre de points de mesures par rapport à l'étendue du bassin et de son hétérogénéité. Pour les températures, nous n'avons eu qu'une seule station.

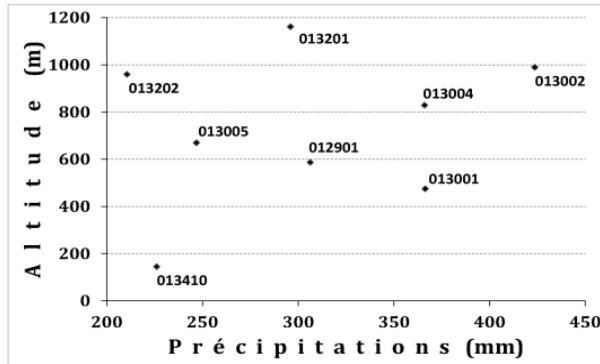


Figure 3 : Variation des précipitations en fonction de l'altitude

Le modèle est très sensible à l'évapotranspiration et les paramètres liés à l'évapotranspiration sont à considérer en premier. Elle est très importante dans nos régions et elle est habituellement estimée par la formule de Thornthwaite. Nous n'avons donc pas jugé utile d'imposer des conditions particulières. Les paramètres de cette partie du modèle ont été déterminés par essais et erreurs à l'exception du paramètre *XLA* (latitude moyenne du bassin versant). Le paramètre *HPOT* (évapotranspiration à taux potentiel) est à surveiller mais *XAA* et *XIT* (exposant de la formule de Thornthwaite et valeur de l'index thermique) sont généralement peu modifiés.

Pour les autres paramètres, on prend les valeurs utilisées pour la simulation de bassins versants où le modèle y a été testé, notamment dans les régions proches à l'exemple du Maroc et de la Tunisie. Il est utile de faire varier fortement les paramètres à modifier pour que son influence se manifeste nettement et il est recommandé de ne modifier de préférence qu'un nombre restreint de paramètres par essai, ceux-ci n'étant pas tous indépendants les uns des autres.

B- Vérification de l'ajustement

La vérification de l'ajustement du modèle se fait par analyse des résultats numériques et graphiques. Elle repose sur l'analyse de la distribution des résidus entre les valeurs mesurés et celles calculés ($Q_o - Q_c$). En fonction de la précision recherchée, on se fixe un seuil de correction entre les débits mesurés et ceux calculés et on arrête la simulation une fois la valeur du coefficient de

corrélation désiré atteinte. Sinon, on peut estimer le degré de l'ajustement par l'analyse graphique des débits calculés par rapport à ceux mesurés.

Quatre critères de calage permettent d'estimer la précision des simulations.

Le coefficient de Nash (NTD) est un critère adimensionnel utilisé même par l'OMM pour l'intercomparaison des modèles hydrologiques:

$$NTD = 1 - \frac{\sum_1^n (qo_i - qc_i)^2}{\sum_1^n (qo_i - \bar{qo})^2}$$

qo_i et qc_i sont les débits observés et les débits calculés du jour i .

\bar{qo} est la moyenne des débits observés

(qo_i) sur les n jours utilisés.

Le coefficient de corrélation (Rho). Rho est par la suite testé pour confirmer la validité de ce coefficient au seuil de confiance de 95%.

$$Rho = \frac{\sum_1^n (qo_i - \bar{qo})(qc_i - \bar{qc})}{\sqrt{\sum_1^n (qo_i - \bar{qo})^2 \sum_1^n (qc_i - \bar{qc})^2}}$$

\bar{qc} est la moyenne des débits calculés (qc_i) sur les n jours.

L'erreur quadratique moyenne relative (ϵ_q) :

$$\epsilon_q = \frac{1}{n} \sum_1^n \left(\frac{qo_i - qc_i}{qo_i} \right)^2$$

L'écart type de l'erreur (σ), équivalent à la racine carré de l'erreur quadratique moyenne.

C- Résultat du calage

Les valeurs des coefficients de corrélation entre les débits mesurés et ceux calculés varient de 0.90 à 0.99. Les valeurs peuvent sembler élevées mais des chiffres comparables ont été trouvés en Tunisie et au Maroc.

Le test de validité de ces coefficients (si Rho est égal au coefficient théorique) est effectué à l'aide de la variable de Fisher $Z = \frac{1}{2} \log(1 + Rho)(1 - Rho)$. Rho est bien situé dans l'intervalle de confiance (tab. 1). Le test est donc significatif au seuil de confiance de 95%. Ces valeurs sont donc acceptables.

Nous remarquons que les critères évoluent dans le même sens, quand les coefficients de corrélations augmentent, les erreurs quadratiques varient inversement et diminuent, ce qui est logique et un signe d'un bon calage (fig.4).

Tableau 1 : Valeurs des critères de calage.

Code	Oued	NTD	IC à 95%	Rho	IC à 95%	ϵq (%)	σ
013001	El-Taht	0.965	0.971	0.980	0.984	1.50	1.31
013301	El-Abd	0.903	0.890	0.907	0.913	5.37	3.62
013302	El-Abd	0.925	0.911	0.928	0.935	2.77	1.85
013402	Mina	0.978	0.987	0.992	0.998	0.01	0.05

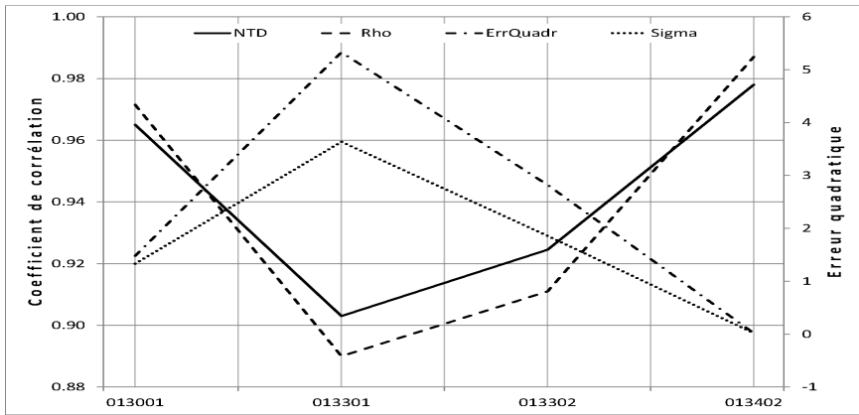


Figure 4 : Variation des critères de calage.

La distribution des résidus se répartit équitablement le long d'une valeur moyenne nulle (zéro), ce qui signifie que les débits s'ajustent d'une manière convenable et qu'ils semblent homogènes (fig.5).

La restitution des débits à l'échelle journalière semble concorder avec les débits mesurés (fig.6). Même les pics sont correspondants et ne sont pas décalés. Ils présentent une légère fluctuation mais ils ne font pas apparaître une tendance marquée vers la surestimation ou la sous-estimation.

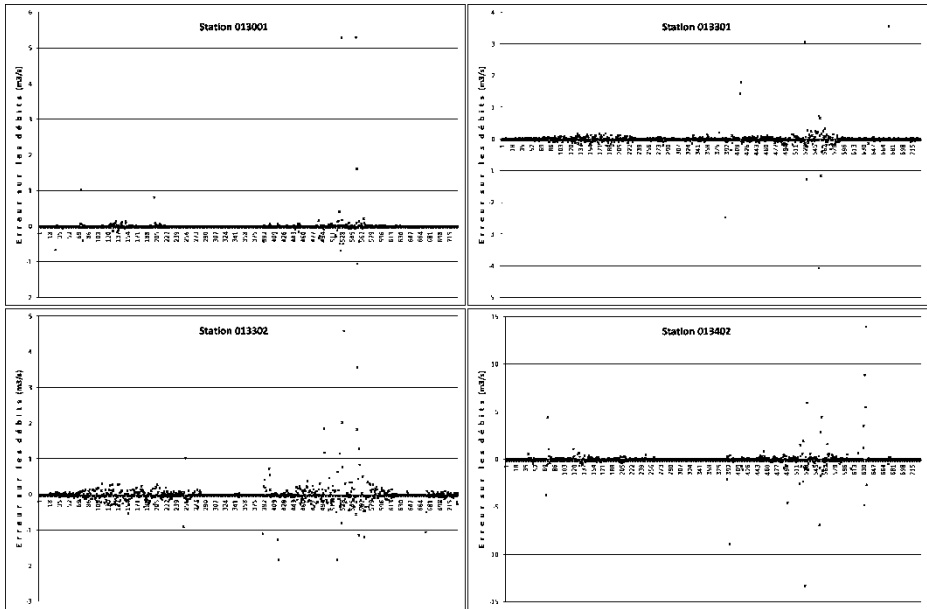
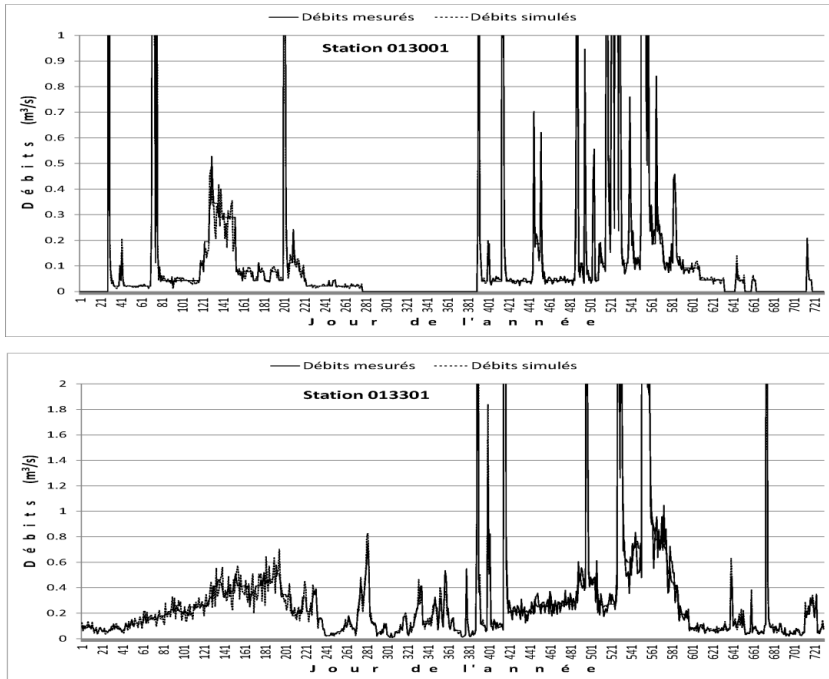


Figure 5 : Répartition des valeurs des résidus autour d'une moyenne 0 (nulle).



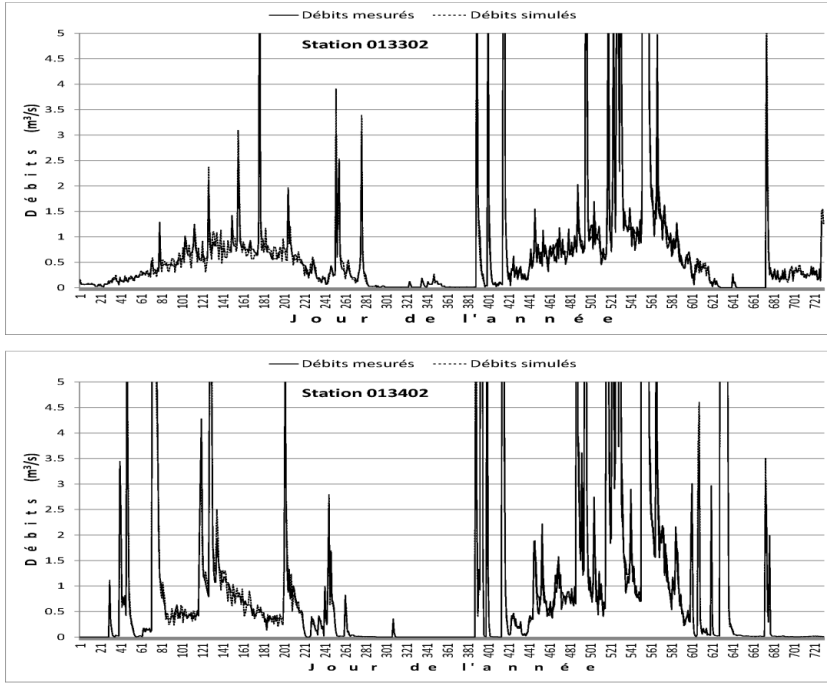


Figure 6 : Débits journaliers mesurés et débits journaliers simulés.

VERIFICATION ET VALIDATION DU MODELE

Cette phase effectuée sur les débits mesurés en 1992-1993/1993-1994, montre des écarts légèrement plus grands que ceux de la phase de calage (fig.7 et tab.2). Ce décalage a été relevé par de nombreux auteurs, notamment en Tunisie et au Maroc. Ils ont signalé que très souvent, le critère d'ajustement du modèle se détériore très sensiblement lorsque l'on passe de la phase de calage à la phase de vérification. Les raisons sont multiples mais nous pensons particulièrement aux prélèvements non contrôlés le long du cours d'eau par les paysans pour l'irrigation des champs. Les paysans riverains de l'oued utilisent directement l'eau pour irriguer leurs champs. En témoigne la présence de nombreuses pompes à moteur installées sur les berges. S'y ajoute également le mauvais entretien de la section pour des raisons sécuritaires ou le changement de végétation naturelle et le déboisement.

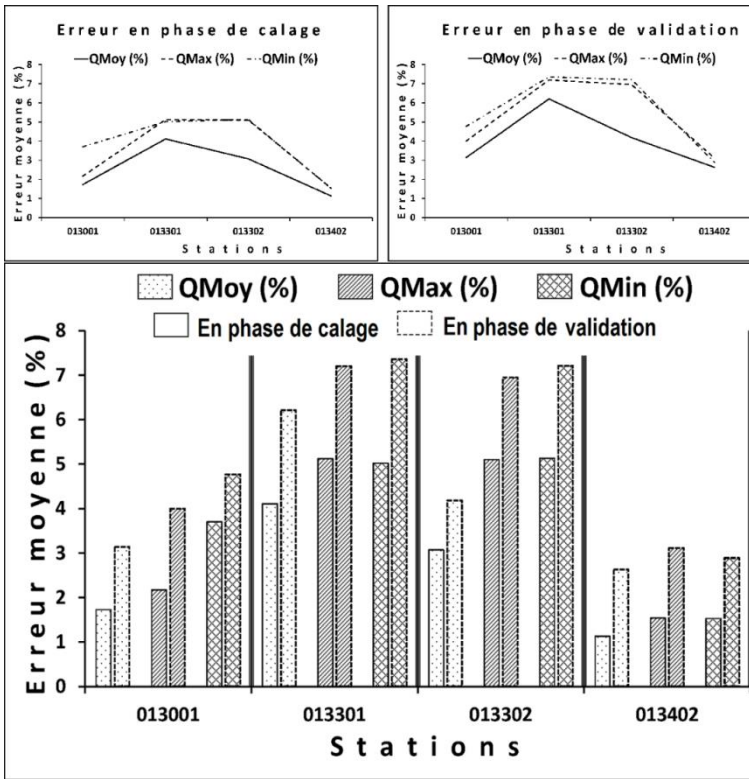


Figure 7 : Erreurs des simulations sur les débits moyens, max et min.

Tableau 2 : Erreurs des simulations sur les débits moyens, max et min.

Code	Nom de la stat.	Phase	Qmoy (%)	QMax (%)	Qmin (%)
013001	Kef Mehboula	Calage	1.73	2.17	3.70
		Validation	3.14	4.00	4.77
013301	Takhemaret	Calage	4.11	5.12	5.02
		Validation	6.21	7.20	7.36
013302	Ain Hamara	Calage	3.07	5.10	5.13
		Validation	4.18	6.95	7.21
013402	Oued el Abtal	Calage	1.13	1.54	1.53
		Validation	2.63	3.11	2.89

L'erreur moyenne des débits mensuels reste tout de même admissible au regard de la précision de la mesure elle-même. Elle est 3.28% pour la phase de calage et 4.97% pour celle de la validation (fig.8 et tab.3).

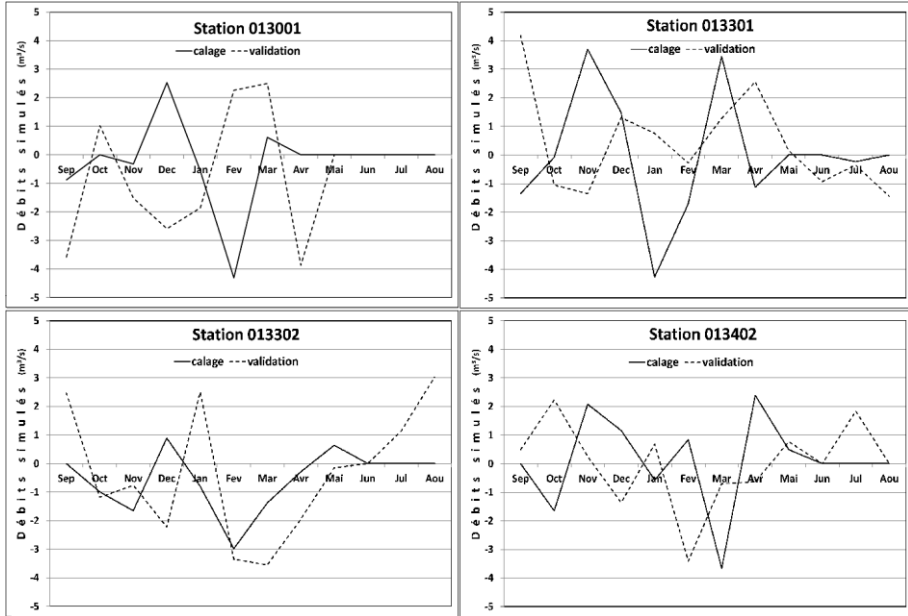


Figure 8 : Distribution des résidus des débits mensuels moyens (m^3/s).

Tableau 3 : Valeurs des résidus des débits mensuels (m^3/s).

	C a l a g e				V a l i d a t i o n			
	013402	013302	013301	013001	013402	013302	013301	013001
S	0.00	0.00	-1.35	-0.88	0.49	2.48	4.18	-3.58
O	-1.65	-0.99	-0.08	0.00	2.23	-1.18	-1.05	1.02
N	2.08	-1.65	3.70	-0.32	0.25	-0.76	-1.35	-1.52
D	1.16	0.89	1.48	2.53	-1.36	-2.22	1.31	-2.59
J	-0.57	-0.80	-4.27	-0.57	0.68	2.51	0.76	-1.86
F	0.84	-2.98	-1.71	-4.31	-3.41	-3.35	-0.28	2.26
M	-3.66	-1.38	3.45	0.61	-0.70	-3.55	1.28	2.50
A	2.39	-0.29	-1.13	0.00	-0.63	-1.95	2.56	-3.87
M	0.49	0.64	0.00	0.00	0.77	-0.15	0.16	0.00
J	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.93	0.00
J	0.00	0.00	-0.23	0.00	1.84	1.14	-0.35	0.00
A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.04	-1.44	0.00

CONCLUSION-RECOMMANDATIONS

Le modèle est tributaire des données pour obtenir des résultats fiables. Plus il y'a de mesures sur le milieu physique, mieux il sera connu et meilleurs seront les résultats. Il faut bien le dire, l'information n'est pas toujours complète, parfois non disponible et souvent non accessible.

Même si la modélisation permet de s'affranchir de nombreuses approximations admises dans les approches empiriques et hypothèses statistiques, elle reste malheureusement dépendante de données. Le modèle permet juste de faire la synthèse des informations sur le bassin.

L'intérêt caractéristique du modèle Cequeau est sa souplesse à s'adapter à des variations de caractéristiques du bassin sans remettre en cause son organisation générale ni procéder à un nouveau réglage complet. On ne modifie que les caractéristiques au niveau des parcelles concernées. Ni les autres paramètres, ni le schéma initial de drainage n'en sont affectés. C'est ce qui a orienté le choix vers ce modèle en plus de sa grande flexibilité et sa faculté à s'appliquer à des bassins complexes.

Les résultats obtenus sont satisfaisants. Le modèle a montré toute son utilité à reconstituer des débits à partir de mesures pluviométriques. Nous avons pu ainsi restituer aussi bien les débits moyens que les extrêmes mais avec moins de précision pour ces derniers. Il faut également souligner que ce modèle a été appliqué avec succès en Tunisie et au Maroc. Il a ainsi montré le caractère régional de la majorité de ses paramètres et se prête dès lors à étendre son application à d'autres bassins.

Il reste que le degré de précision de la simulation est moindre dans le cas de la station 013301 et à un degré moindre pour la station 013302 en raison sans doute de l'influence d'un système d'écoulement souterrain complexe. Ces stations sont effectivement situées dans une zone de calcaires avec présence de réseaux karstiques contrairement aux stations 013001 et 013402 situées dans une zone de marnes. Notre méconnaissance du réseau d'écoulement dans ces structures particulières et de la loi de vidange de ces réservoirs ne nous a pas permis d'obtenir une plus grande précision pour ces stations.

Globalement, le modèle a montré son efficacité en tant qu'outil d'aide à la décision pour l'anticipation et la gestion des phénomènes extrêmes, notamment les risques d'inondation devenus récurrents. La prévision se révèle, dans ce cas, salutaire. On assiste actuellement à un bouleversement global au niveau mondial et on doit se préparer au changement. Les conséquences du

changement climatique peuvent modifier la fiabilité des systèmes actuels de gestion de l'eau et des infrastructures d'accompagnement. Des procédures d'adaptation aux nouvelles conditions et des pratiques efficaces de gestion des risques qui intègrent les changements hydrologiques doivent être développées.

REFERENCES

- AMBROISE B. (1998). La dynamique du cycle de l'eau dans un bassin versant; Processus, Facteurs, Modèles, HGA, Bucarest, 200 p.
- AYADI M., BARGAOUI Z. (1998). Modélisation des écoulements de l'oued Milane par le modèle Cequeau, Journal des Sciences Hydrologiques, 43 (5).
- BERNIER J. (1985). Prise en compte des incertitudes d'information et des objectifs dans l'estimation des modèles hydrologiques. Rev. Int. des Sc. de l'Eau, Vol. 1, n°1/4.
- BEN NOSRA Y. et ELLEUCH H., (1998/99). Application du modèle CEQUEAU pour l'estimation des apports dans le bassin versant de Merguellil. PFE, Ecole Nationale des Ingénieurs de Tunis.
- BOIS, P., OBLED C. & ZIN I. (2000). Introduction au traitement de données en hydrologie, ENSHM Grenoble, 265 p.
- BOUAICHA R., ROUCHDI M., BOUZIANE A. (2011). Application des sig et de la télédétection a la modélisation hydrologique spatialisée (cas du bassin de Taifine dans le tangérois) . FIG Working Week 2011. Bridging the Gap between Cultures. Marrakech, Morocco, 18-22 May 2011
- DANIEL P. LOUCKS AND EELCO VAN BEEK (2005). Water resources systems planning and management, an introduction to methods, models and applications, studies and reports in hydrology, UNESCO publishing, Italy, 690p.
- FORTIN J.P., CHARBONNEAU R., LEFEVRE J. et GIRARD G. 1971). Proposition et analyse de quelques critères adimensionnels d'optimisation. AIHS-UNESCO-OMM, Varsovie, pp 548-557.
- HORTON R.E. (1933). The role of infiltration in the hydrologic cycle, Eos Trans. AGU, 14, 446-460.
- ISABEL D. and VILLENEUVE J.P. (1986). Importance of the convergence criterion in the automatic calibration of hydrological models. Wat. res. research, vol. 22, n°10, pp 1367-1370.
- METOUCHI A. (2012). Hydrologie du bassin versant de l'oued Mina dans le contexte de changement climatique mondial. Th. doct. état, FSTGAT-USTHB.

- MORIN G., FORTIN J.P., LARDEAU J.P., SOCHANSKA W. et PAQUETTE S. (1981). Modèle Céqueau: manuel d'utilisation. INRS-Eau, rapport scientifique n°93, 449p.
- MORIN G. (1991). Le modèle hydrologique CEQUEAU : exemples d'application. Utilisation rationnelle de l'eau des petits bassins versants en zone aride. Ed. AUPELF-UREE John Libbey Eurotext. Paris, p. 23-39.
- MORIN G., SLIVITZKY M. (1992). Impacts de changements sur le régime hydrologique: le cas de la rivière Moisie, revue des sciences de l'eau, 5, p. 179-195.
- MUNIER S. (2009). Modélisation intégrée des écoulements pour la gestion en temps réel d'un bassin versant anthropisé, Thèse Cemagref, UMR G-EAU.
- NASH J.E. and SUTCLIFFE J.V. (1970). Riverflow forecasting through conceptual model. Journal of Hydrology, vol. 10, n°3, pp 282-290.
- PENMAN H.L. & all (1956). Discussion of evaporation. Netherlands journal of agricultural science, 4, pp 87-97.
- PINHEIRO A., CAUSSADE B. (1994). Sur des modifications apportées au modèle cequeau. Réflexions sur la variabilité spatiale, Xe journées hydrologiques - Orstom.
- SHAW E. M. (1994). Hydrology in Practice, 3d ed., British Library.
- THORNTON C.W.; MATHER J.R. (1957). Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. Publ. in climatology, vol.10, n°3, p.185.
- VEN TE CHOW (1964). Handbook of applied hydrology, a compendium of water-resources technology, Mc-Graw-Hill book company
- VILLENEUVE J.P. et ISABEL D. (1986). Effet des erreurs absolues sur la calibration automatique d'un modèle hydrologique. Rev. int. des sc. de l'eau, vol. 2, n°1, pp 27-29.
- WMO (1986). Intercomparison of models of snowmelt runoff, Operational Hydrology Report No 23, WMO no 646. Secretariat of World Meteorological Organization Geneva, Switzerland.