

## **ESSAI DE MODELISATION DE LA GESTION D'UN BARRAGE EN ZONE ARIDE : CAS DU BARRAGE DE FOU M EL GHERZA W. BISKRA**

### **MODELING A RESERVOIR OPERATION IN ARID REGIONS :FOUM EL GHERZA DAM CASE. W. BISKRA**

**Tebbi F.Z<sup>1</sup> , Dridi. H<sup>2</sup>, Houichi L<sup>3</sup>& Krimil F<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Faculté des sciences. Département des sciences de la terre. Univ. Batna*

<sup>2</sup> *Faculté des sciences de l'ingénieur. Département d'hydraulique Univ. Batna*

<sup>3</sup> *Faculté des sciences. Département des sciences de la terre. Université de Batna*

#### **RESUME**

L'eau joue un rôle très important dans le développement socio-économique, et si une pénurie venait à perdurer, elle pourrait affecter toute l'économie du pays et particulièrement l'agriculture, grande consommatrice d'eau. Les problèmes liés à l'eau sont aptes à devenir plus complexes dans le futur (accroissement de la population, changement climatique, ...). Pour cela, la gestion de l'eau a pour rôle de trouver le bon équilibre entre ressource et usage. Le barrage de Foum El Gherza sur l'oued L'Abiod, situé à 15 km Nord-Est de la ville de Biskra, ce barrage vieux de plus d'un demi siècle et classé comme patrimoine national, a connu une opération de dévasement afin de récupérer près de 70% de sa capacité initiale de 47 hm<sup>3</sup>. Il est destiné spécialement à l'irrigation de 1200Ha de palmeraies dans la Daira de Sidi Okba. ' approche adéquate pour une gestion rationnelle des ouvrages hydrauliques situés en zone aride, passe souvent par une modélisation difficile et complexe. Dans cette étude on propose un outil d'aide à la gestion du barrage de Foum El Gherza en utilisant la programmation dynamique stochastique PDS.

**Mot clés** : Optimisation, Barrage Foum El Gherzan, Irrigation de palmeraies

#### **ABSTRACT**

Water plays a very important role in the socio- economic development of the country and if its shortage endures, that may affect the country's economy, particularity the agriculture, a big user of water. Problem concerning water, are to be very complex in the future (population growth, climate changes, etc...). For this purpose, water management aims

to find the right equilibrium between resources and usage. Foum El Gherza dam over l'Oued El Biod, located at 15km North-East of Biskra, old of more than one half of a century, and classified national heritage, has been subject to a desilting, in order to recover about 70% of its initial capacity of 47 Hm<sup>3</sup>. It is intended especially for the irrigation of 1200Ha of palm groves of Sidi Okba Daira. The adequate approach for a rational management of hydraulic structures located in arid regions often passes by a difficult and complex modeling. In this study, a decision support system is proposed for Foum El Gherza dam, using stochastic dynamic programming (PDS).

**Key words:** optimization - Foum El Gherza dam - Irrigation of palm groves

## **INTRODUCTION**

Il existe plusieurs méthodes d'optimisation de la gestion des réservoirs chacune de ces méthodes est utilisée selon la complexité du système à modéliser. La programmation dynamique stochastique PDS permettant de tenir en compte de l'aléas lié au apports liquides reste la méthode la plus communément utilisée dans la gestion des barrages (Nandalal et al, 2007 ; Labadie, 2004 ; Louks et al, 2005)

Le processus d'optimisation par PDS est basé sur une équation réursive permettant d'optimiser le critère de performance (backward) de Bellman (Bellman, 1957).

Dans cette étude nous allons appliquer la programmation dynamique stochastique au barrage de Foum El Gherza afin de pouvoir gérer les stocks dans le barrage visant deux objectifs contradictoires, maintenir la retenue aussi pleine que possible pour soutenir les étiages vue l'aridité de la zone et satisfaire la demande en eau d'irrigation des palmeraies.

## **APPLICATION DU MODELE**

### **Cas d'étude**

Le barrage de Foum El Gherza est un barrage en béton situé à l'est de la ville de Biskra d'une capacité après dévasement de 32 Hm<sup>3</sup> à la côte de retenue normale égale à 198.90 NGA. Il a été réalisé durant la période 1948-1950 à l'exutoire de l'Oued El Abiod qui draine un bassin versant d'environ 1300 Km<sup>2</sup>.

Cet ouvrage d'art a permis à la région de Sidi Okba de garder sa vocation économique basée sur l'agriculture durant un demi-siècle, du fait qu'il a aidé à contrer la sécheresse qui sévit dans la région depuis une vingtaine d'années. Ce barrage a permis en outre l'extension des palmeraies. Il est d'un très grand intérêt économique dans la région puisqu'il permet

d'irriguer plus de 300 000 palmiers dattiers des palmeraies de Sidi Okba, Garta, Seriana et Thouda.

### **Discrétisation des apports et des stocks**

L'application de la PDS nécessite la discrétisation des apports ainsi que les stocks dans la retenue. L'ensemble des stocks de la retenue est rendu discret par la théorie des réservoirs de Moran qui consiste à subdiviser l'état du réservoir en n classes égales ce nombre est choisi en fonction de la demande en eau ainsi que de la capacité de l'ordinateur.

Et afin de faciliter la procédure d'optimisation, les apports seront discrétisés de la même manière que les stocks (Pabiot, 1999).

La retenue est ainsi discrétisée en 128 niveaux avec des classes de 250000m<sup>3</sup>

### **Fréquences d'apports**

Les apports liquides sont établis d'après des réalisations historiques reconstituées par ACP, la probabilité d'un apport est considérée comme étant la fréquence empirique d'apparition des réalisations observées appartenant à une classe déterminée.

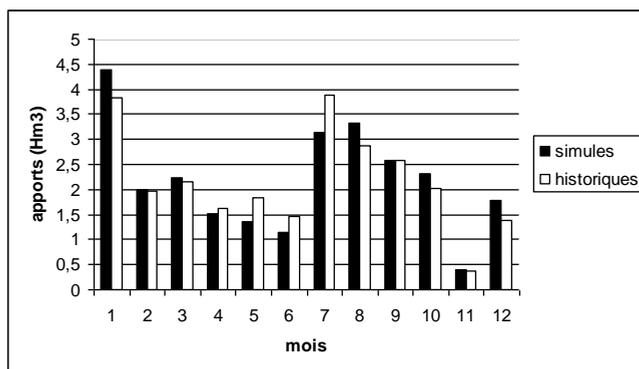


Fig.1. Apports reconstitués par ACP



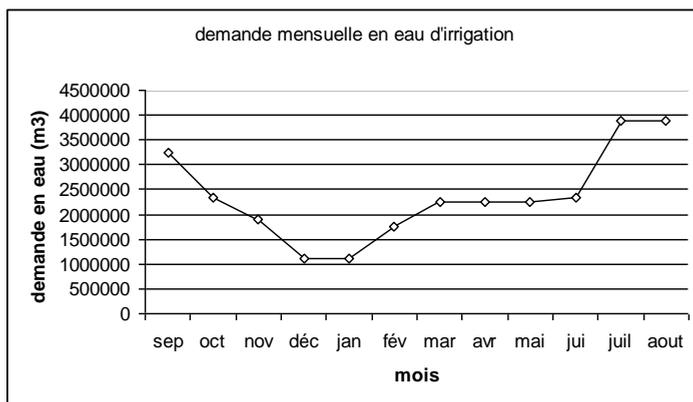


Fig.3. Demande mensuelle en eau des palmeraies

### Choix de la fonction objective

Pratiquement, les objectifs de la gestion d'un barrage sont multiples, et souvent contradictoires (Hubert, 1984).

Dans le cas du barrage de Foum El Gherza l'objectif principal de sa gestion est la satisfaction de la demande en revanche cet ouvrage doit soutenir les étiages. Pour cela, le critère d'optimisation suivant, avec  $C_t$  comme fonction objectif est empruntée à (Lebdi, 2002):

$$C^t = \alpha \left[ \sum_{j=1}^M P_j \times \left( \frac{V^{t+1} - V_{consigne}}{V_{max}} \right)^2 \right] + (1 - \alpha) \left( \frac{L^t - D^t}{D_{max}} \right)^2 \quad (3)$$

Avec:

$V^{t+1}$  Volume d'eau dans la retenue au temps t+1

$P_j$  Probabilité d'apparition de l'apport j

$L^t$  Lâcher au temps t (mois)

$D^t$  Demande au temps t

$\alpha$  Facteur de pondération donnant un poids aux deux termes de l'expression "critère".

$V_{consigne}$  volume minimal jugé rassurant pour pouvoir démarrer la gestion du stock en plus. Il est défini à 50% de la médiane des apports annuels soit :  $V_{consigne} = 8500000 m^3$  (34 niveaux de discrétisation).

### Bilan hydrique

Sur un intervalle de temps donné, l'équation générale du bilan hydrique d'une retenue découle de l'application du principe de la conservation des volumes d'eau (Lebdi, 2002). Elle peut s'écrire :

$$V = (V_r + V_p) (V_{ev} + V_{inf} + V_u) \quad (4)$$

Où:

- V : variation du stock
- V<sub>r</sub> : apports liquides à la retenue
- V<sub>p</sub> : apports des pluies directes sur la retenue égales à la lame d'eau précipitée dans le mois par la surface du plan d'eau.
- V<sub>ev</sub> : Volume évaporé
- V<sub>inf</sub> : Volume infiltré
- V<sub>u</sub> : Volume lâché pour l'irrigation

### Simulation

Il s'agit dans cette étape de confronter les résultats de l'optimisation par simulation du fonctionnement du barrage et afin de juger de la qualité de la règle de gestion il faut introduire les indices de performance qui doivent traduire les incidents qui ont eu lieu lors de la simulation.

### Incidents dommageables

Trois types d'incidents peuvent être envisagés (Lebdi, 2002):

- La défaillance du stock : l'eau atteint un niveau inférieur alarmant: le radier d'irrigation (il ne reste que la tranche morte de la retenue).
- La déverse : l'eau se trouve au niveau du réservoir.
- La non satisfaction de la demande : les lâchers d'eau n'arrivent pas à satisfaire les demandes.

Les incidents indiqués ci-dessus peuvent être décrits selon trois indices de performance:

Risque: fréquence d'avoir un incident  $R_i$

Vulnérabilité: l'intensité de cet incident  $V_{ul}$

Résilience: temps de retour à un état normal après un incident  $R_{ES}$

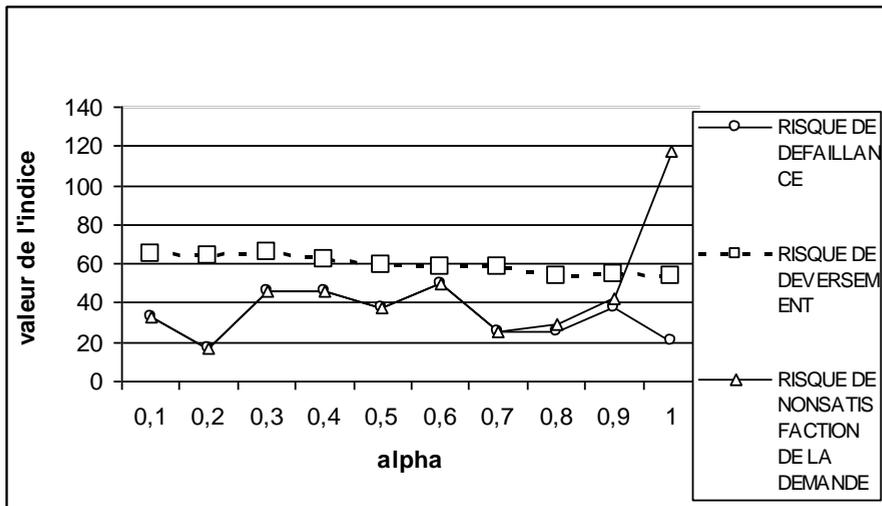


Fig.4. Indice risque-alpha

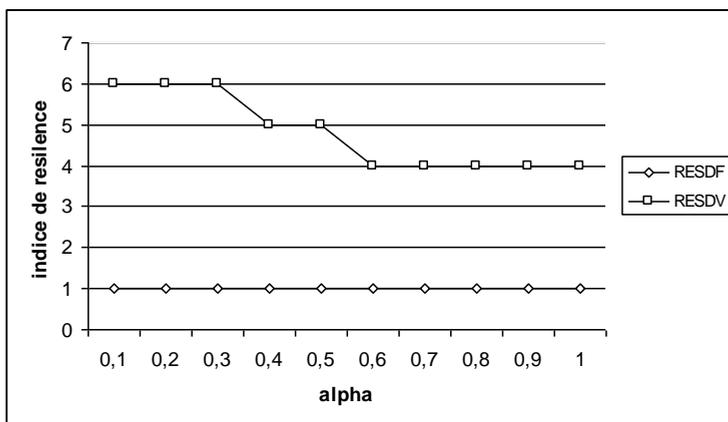


Fig.5. Indice résilience-alpha

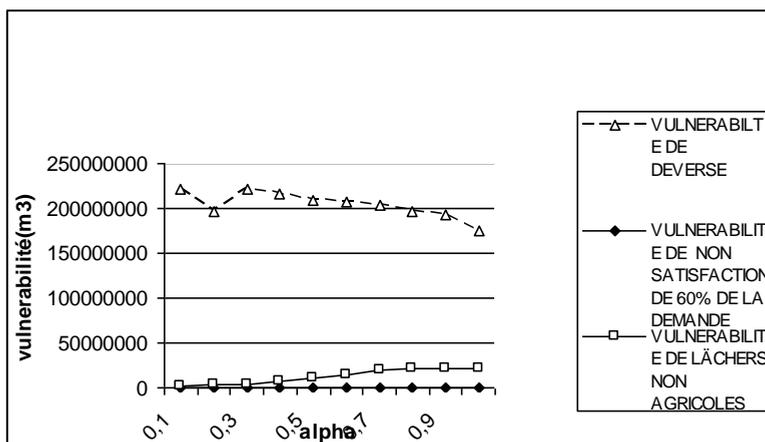


Fig.6. Indice vulnérabilité-alpha

## RESULTATS

Les indices risque de défaillance et de non satisfaction de la demande montrent des minima pour les valeurs de 0.2, 0.5, 0.7, le risque de déversement cependant rejette les règles pour alpha de 0.1 à 0.4

Les indices vulnérabilité vis-à-vis la déverse rejette toutes les règles, celui des lâchers non agricoles rejette les règles pour alpha de 0.2 à 0.9, celui de la non satisfaction de la demande ne rejette aucune règle.

Les indices résilience montrent un minimum pour les valeurs d'alpha de 0.5 à 0.9

D'après ces résultats on peut constater que la règle la moins pénalisante est celle pour alpha égale à 0.5.

## CONCLUSION

La programmation dynamique stochastique nous a permis d'élaborer un outil d'aide à la décision et définir les règles de gestion optimales du barrage de Foum el Gherza, cependant ce barrage connaît une accumulation très accélérée de vase dont il faut tenir compte comme étant un facteur aléatoire.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bellman R. E., 1957, *Dynamic programming*. Princeton University Press, Princeton, New-Jersey,
- Benabdallah, A., 1990, *La phoeniciculture Options Méditerranéennes, Sér. A 1 n O 1 1, - Les systemes agricoles oasiens*, pp106-120

- Hubert, P., 1984, *Eaupuscule 1<sup>ère</sup> Edition, 1984, Ellipses, Paris, France, 220p*
- Labadie, J.,W., M.ASCE, 2004, *Optimal Operation of Multireservoir Systems:State-of-the-Art Review, journal of water resources planning and management .pp93-111*
- Lebdi,F.,Lamaddalena,N.,2002, *Projet water saving in irrigated agriculture (wasia) rapport final, pp219-245.*
- Loucks,D., P., 2005, *Eelco van Beek,. Stedinger,R.M. Dijkman Monique T. Villars, , Water Resources Systems Planning and Management An Introduction to Methods, Models and Applications Studies and Reports in Hydrology Unesco publishing, 700p.*
- Nandalal, K. D. W., Bogardi Janos J., 2007, *Dynamic Programming Based Operation of Reservoirs: Applicability and Limits Cambridge University Press, 144p.*
- Pabiot, F., 1999, *Optimisation de la gestion d'un barrage collinaire en zone semi-aride memoire de fin d'études D.A.A. Physiques des Surfaces Naturelles et Génie Hydrologique, E.N.S.A.R., 115p.*
- Slimani, M. S., Zayani, K., 1998, *Apport d'eau, développement et rendement de jeunes palmiers Deglet Nour dans la parcelle expérimentale d'Atilet-Nefzaoua (Tunisie).*

