

**GESTION INTEGREE DES RESSOURCES EN EAU ET DEFIS DU  
DEVELOPPEMENT DURABLE  
MARRAKECH LES 23, 24 ET 25 MAI 2006**

-----  
**L'érodabilité des bassins versants et l'eutrophisation des retenues  
de barrages : Cas de la retenue de barrage Mohamed Ben  
Abdelkrim El Khattabi**



**Présenté par Abderrahmane BOULOU  
Chef de Service Limnologie**

**GESTION INTEGREE DES RESSOURCES EN EAU ET DEFIS DU  
DEVELOPPEMENT DURABLE  
MARRAKECH LES 23, 24 ET 25 MAI 2006**

-----  
**L'érodabilité des bassins versants et l'eutrophisation des retenues de  
barrages : Cas de la retenue de barrage Mohamed Ben Abdelkrim El  
Khattabi**

A.Bouloud, A.Foutlane & O. Benali

**Direction Contrôle de la Qualité des Eaux - ONEP**

Avenue Mohammed Belhassan El Ouazzani BP Rabat Chellah 10002 Rabat -MAROC  
Tél. : 212 37 75 9600/01 - Fax : 212 37 75 91 09 - E-mail : [abouloud2004@yahoo.fr](mailto:abouloud2004@yahoo.fr)

Le Maroc est doté actuellement d'une importante infrastructure des eaux de surface réalisée grâce à la politique des barrages lancée dès les années soixante.

Actuellement, 65% de l'eau potable est produite à partir des ressources superficielles, principalement des retenues de barrages. Les crues enregistrées dans les bassins versants de ces dernières engendrent une dégradation de la qualité des eaux de ces retenues et par conséquent leur exposition au phénomène d'eutrophisation à cause d'apports excessives en matière organique notamment l'azote et le phosphore.

En effet, l'eutrophisation provient à la fois de sources diffuses de nutriments en provenance de l'agriculture et autre mais aussi d'une érosion des sols non couverts par la végétation. Les sédiments transportés vers la retenue sont à l'origine des phénomènes de nitrification et de relargage de phosphore, fer, manganèse... au niveau de l'interface eau-sédiment.

Tel est le cas de la retenue Mohamed Ben Abdelkrim El Khattabi située au sud de la ville d'Al Hoceima et alimentée par l'Oued Nekor. La couverture végétale de son bassin versant étant fortement dégradée (5% seulement sont occupées par des forêts), les apports en matière en suspension sont de l'ordre de 36000 tonnes en 48h expliquant ainsi l'envasement rapide de la retenue et démontrent une érosion extrêmement importante de tout le bassin versant. Il en résulte un apport considérable de matériaux pouvant se sédimenter dans la retenue et une dégradation de la matière organique sous l'interface eau-sédiment favorisant la libération de nutriments, du fer et des teneurs maximales en manganèse de l'ordre de 3 à 5.6mg/l.

Cette dégradation de la qualité des eaux des retenues de barrages touchées par l'eutrophisation influe négativement sur l'ensemble de la chaîne de traitement (préchloration, coagulation, filtration et élimination des goûts et odeurs) devenant ainsi plus complexe et coûteuse.

Pour faire face à cette situation, un programme de surveillance de la qualité de l'eau est élaboré, en étroite collaboration avec l'exploitant des stations de traitement,

couvrant toutes les étapes de traitement depuis la tour de prise d'eau brute jusqu'à la postchloration de l'eau.

Ce programme, basé sur les procédures d'optimisation du niveau de puisement d'eau brute, du choix de la nature et des doses des produits de traitement en fonction de la qualité de l'eau brute, permet d'améliorer les performances des stations et de produire une eau répondant aux normes de potabilité.

L'ONEP mène aussi d'autres actions de restauration de la qualité de l'eau au niveau des retenues de barrages à vocation eau potable touchées par le phénomène d'eutrophisation dont notamment l'introduction de poissons consommateurs d'algues et la destratification artificielle des eaux des retenues.

**Mots clés :** Eutrophisation, érosion, retenues de barrages, apports, bassins versants

## I- INTRODUCTION

La retenue Mohammed Ben Abdelkrim El Khattabi (MBAEK) est située au nord-est du Maroc à 26 km au sud de la ville d'Al Hoceima.

Elle est alimentée principalement par l'oued Nekor et fut mise en eau en 1978.

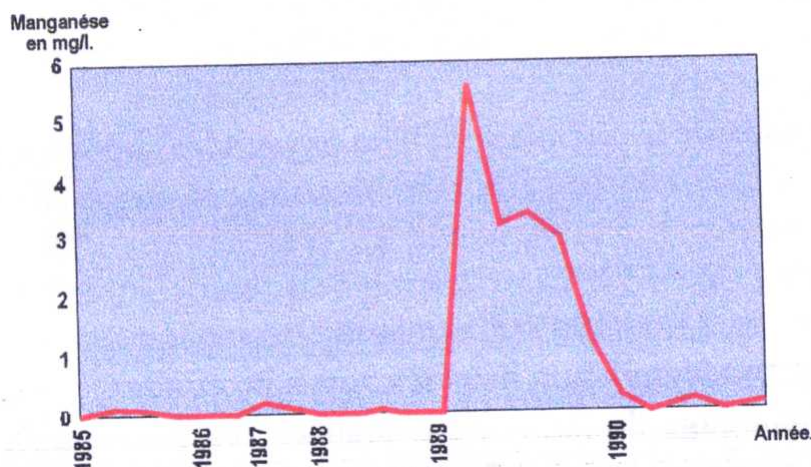
Les eaux de cette retenue sont utilisées depuis 1981 via la station de traitement de l'ONEP pour alimenter en eau potable la ville d'El Hoceima et les centres environnants : Bni Bouyach, Imzouren et Agdir.

Les eaux de la retenue servent aussi pour l'irrigation des terres agricoles situées en aval du barrage.

Touchée par le phénomène d'eutrophisation, la retenue montre un développement considérable d'algues planctoniques et de macrophytes avec un déficit en oxygène dans les couches profondes et goûts et odeurs indésirables.

En effet, l'eutrophisation provient à la fois de sources diffuses de nutriments en provenance de l'agriculture et autre mais aussi d'une érosion des sols non couverts par la végétation. Les sédiments transportés vers la retenue sont à l'origine des phénomènes de nitrification et de relargage de phosphore, fer, manganèse... au niveau de l'interface eau-sédiment.

Les violentes crues que connaît le bassin versant de l'oued Nekor engendre des teneurs excessives en manganèse allant jusqu'à 5,6 mg/l (figure ci-après). Cette dégradation a pour conséquence la perturbation de l'approvisionnement en eau potable de la ville d'El Houceima et des centres environnants.



Profil du manganèse dans la retenue Mohamed Ben Abdelkrim El Khattabi

Suite à ces événements l'ONEP a entrepris une étude d'eutrophisation de la retenue. Au cours de cette étude il a été procédé à l'établissement du diagnostic du phénomène et à la définition des solutions au problème de la dégradation de la qualité des eaux de la retenue compte tenu des caractéristiques et des contraintes de l'aire de l'étude.

## **II-RESULTATS OBTENUS**

### **II.1 Au niveau de la retenue**

La retenue a subi en 11 ans un envasement de 8 Mm<sup>3</sup> soit une moyenne de 0,75 Mm<sup>3</sup> par an. Cette forte sédimentation est observée dès la mise en eau du barrage en 1981.

#### **Analyses physicochimiques de l'eau.**

Pendant la période d'observation, l'analyse des profils verticaux de certains paramètres physico-chimique a permis d'avancer les conclusions suivantes :

- les crues sont responsables de la stratification thermique de la retenue en provoquant un refroidissement des eaux du fond,
- un relargage du fer et du manganèse à partir du sédiment ramené à la retenue par les crues.

#### **Analyse des sédiments**

L'analyse des strates sédimentaires prouve que, dès que le potentiel redox descend en dessous de -120mv au niveau d'une strate, tout le manganèse est véritablement solubilisé et expulsé vers les strates supérieures.

La matière organique apportée par les crues ainsi que celle produite par la retenue se trouve enfouie dans les sédiments ; sa dégradation inachevée continue sous l'interface eau-sédiment où la consommation d'oxygène devient très élevée et le milieu devient rapidement réducteur favorisant la libération du fer et du manganèse.

On observe donc un recyclage du fer et du manganèse par dissolution, mobilisation, migration vers les couches supérieures et précipitation.

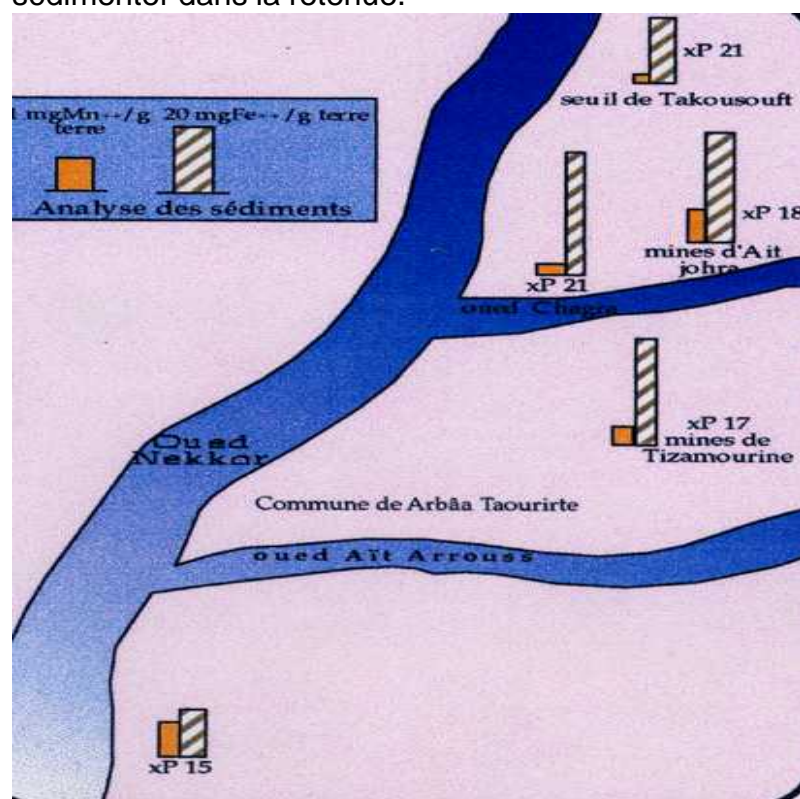


## II.2 Au niveau du bassin versant de l'oued Nekkour

Le bassin versant présente :

- une géomorphologie complexe caractérisée par une région accidentée, avec une altitude moyenne de 1000 environ et des pentes généralement fortes,
- une diversité des formations lithologiques qui par ordre d'importance est représentée par des formations schisteuses gréseuses calcaires et gypseuses ; mais dont 25 % est représentée par le Flysch schisto-gréseux,
- un régime climatique caractérisé par une saison sèche et une humide à pluviométrie très irrégulière et présentant, dès lors, une irrégularité des apports à la retenue essentiellement sous forme de crues brèves et violentes,
- une couverture végétale fortement dégradée, dont 5 % seulement sont occupées par des forêts et une exploitation des sols trop souvent inappropriée.

Tous ces paramètres naturels favorisent malheureusement l'érosion généralisée du bassin du Nekkour. Il en résulte un apport très important de matériaux pouvant sédimenter dans la retenue.



Situation des points des prélèvement et résultats des analyses des sédiments dans une tranche du bassin versant de la retenue

## II.3 Les crues

L'étude trophique des crues de l'oued Nekkour sont toutes eutrophies. Cela signifie que l'eutrophisation, tant de l'oued Nekkour que de la retenue, provient à la fois de sources diffuses de nutriments en provenance de l'agriculture et des villages, mais aussi d'une érosion des sols non couverts par la végétation.

Ces sédiments transportés vers la retenue expliquent les concentrations élevées de fer et du manganèse dans les sédiments.

A titre d'exemple : les apports en matières en suspension de l'ordre de 36 000 tonnes en 48 heures expliquent l'envasement rapide de la retenue et démontrent une érosion extrêmement importante de tout le bassin versant.

Durant les crues, le manganèse est à 98,5 % sous forme particulaire.

L'étude a montré que la concentration en manganèse sous forme soluble est plus élevée durant les crues survenant après une période de sécheresse.

### **III CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS DE L'ETUDE**

Les résultats de cette étude montrent que la forte dégradation de la qualité des eaux de la retenue Mohammed ben Abdelkrim El Khattabi provient de la forte érosion du bassin versant de l'oued Nekkour qui engendre un très fort envasement.

L'origine du manganèse se situe essentiellement dans la zone du Flysch schisto-gréseux.

Afin de limiter cette érosion et par la suite l'apport du manganèse, l'étude a proposé la réalisation des travaux suivants :

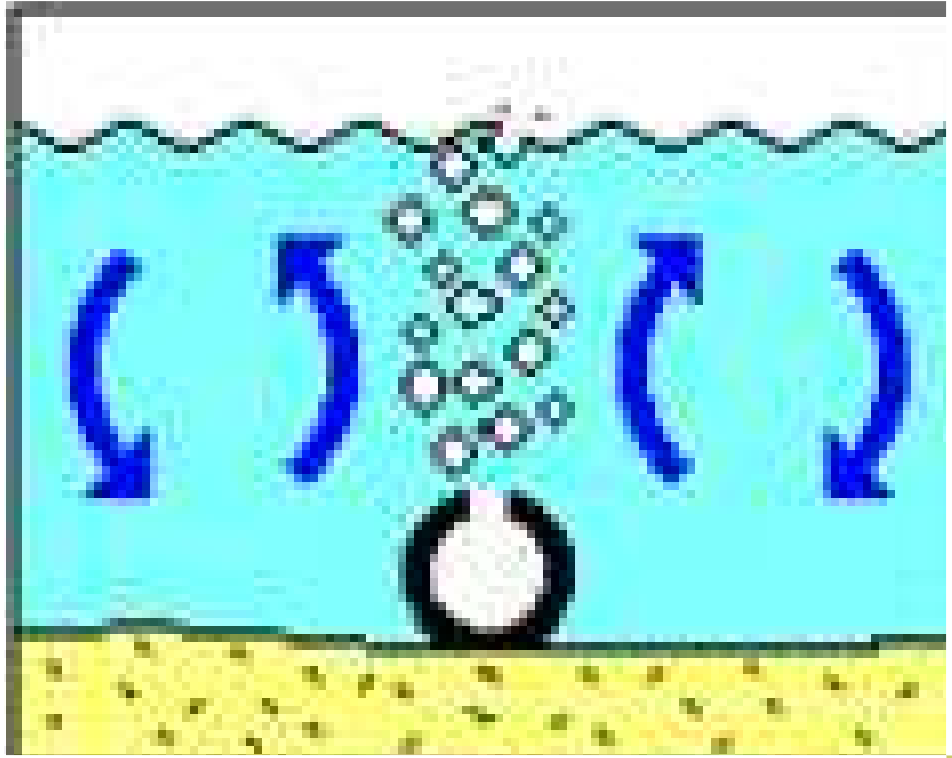
#### **A- Au niveau de la retenue :**

- . un désenvasement rapide des prises d'eau ainsi que celui de la vanne de fond,
- . une introduction mesurée de poissons phytoplanctonophages dans la retenue pour apporter le chaînon trophique manquant et réguler la production planctonique.



Type de poisson préconisé : la carpe argentée de Chine

- . une destratification par bullage d'air comprimé à partir du fond afin de maintenir des conditions aérobies au fond du lac. Le fer et le manganèse seraient maintenus sous forme oxydés et donc insolubles dans l'eau.

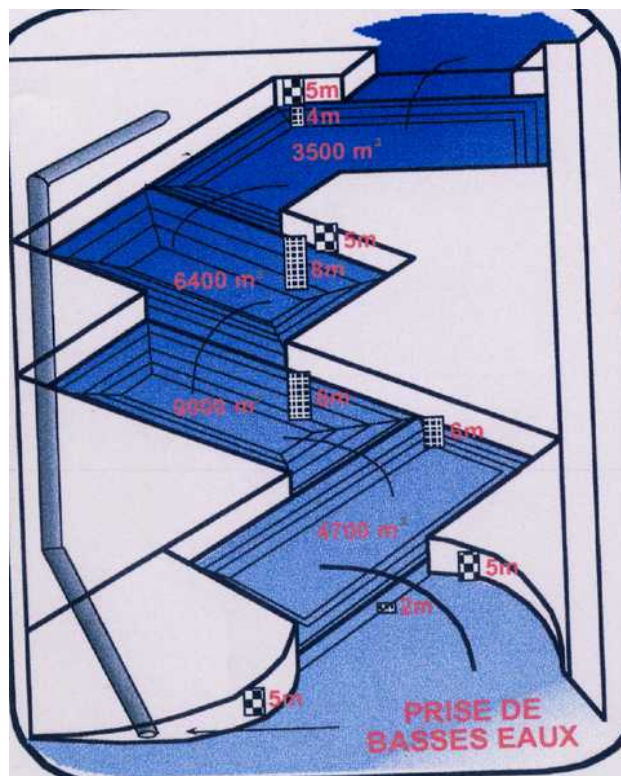


Système de destratification artificielle proposé au niveau de la retenue

- Le faucardage avant la période de floraison est aussi préconisé afin d'éliminer d'une part, une biomasse importante putrescible, et d'autre part, une quantité non négligeable de nutriment et de manganèse.

**B- Au niveau du bassin versant**

- Construction des petits barrages sur les oueds latéraux,
- reboisement rapide de la zone du Flysch inexploitée par l'agriculture,
- dans le reste du bassin versant et en fonction de l'altitude, il set a été recommandé d'entreprendre un reboisement rapide en terrasses d'une forêt mixte ainsi q'un repeuplement de la strate arbustive herbacée,
- dans le lit de l'oued Nekkour, il a été recommandé de construire un décanteur de grande capacité permettant de créer, durant des crues normales, la rétention des matières sédimentables en provenance de l'amont.



Type de décanteur recommandé à installer sur l'oued Nekkor

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**PROJET MAROC/ PNUD/ OMS** : << Protection de la Qualité des Eaux des Lacs Réservoirs >> MOR/RCE 001 : Table ronde sur l'eutrophisation et l'eau potable au Maroc (Rabat les 16 et 17 Juin 1981).

**L. LANDNER et U.WAHLGREN** : << Eutrophisation des lacs et réservoirs en climats chauds >> (1986).

**H. ABOUZAIID et A. FOUTLANE** : << Eutrophisation de quelques lacs réservoirs du Maroc >>. Revue du Laboratoire de génie civil, n° 14 (octobre 1986).

**H. ABOUZAIID, A. FOUTLANE et BOURCHICH** : << Qualité de l'eau de la retenue Al Massira au Maroc >>, Naturaliste canadien. (Revu. Ecol. Syst.) 114 pp : 389-396(1987)

**ONEP. 1987** : << Lutte contre l'eutrophisation de la retenue Sidi Mohammed Ben Abdellah. Introduction de la carpe argentée de Chine >>.



**H. ABOUZAIID, A.FOUTLANE, A. BERRADA, L. BOURCHICH et A. BOULLOUD :** <<Effet de l'introduction d'un poisson phytoplanctonophage sur la qualité de l'eau de la retenue Sidi Mohammed Ben Abdellah >>. Actes du colloque Européen sur la gestion de l'eau, Paris, pp. 187-197(4-6 Décembre 1990).

**ONEP. 1991 :** << Contrôle de la pollution des eaux. Lutte contre l'eutrophisation du lac –réservoir Sidi Mohammed Ben Abdellah >>.

**ONEP. 1996 :** << Lutte contre les conséquences de l'eutrophisation sur la qualité de l'eau des retenues de barrages. Résultats de l'introduction des poissons consommateurs d'algues>>.

**E. LEFEBRE, F. NAULEAU :** <<Traitement de potabilisation des eaux de barrages et de réservoirs eutrophisés>>. Revue Techniques, Sciences et Méthodes (TSM), édition n°12-Décembre 1998.

**L. ECHIHABI, A. FOUTLANE, L. BOURCHICH ET A. BOULLOUD :** << Lutte biologique contre l'eutrophisation des retenues de barrages marocaines >>Revue Techniques, Sciences et Méthodes (TSM), édition n°12-Décembre 1998.

**A. FOUTLANE, L. BOURCHICH ET A. BOULLOUD :** << Destratification artificielle de la retenue de barrage Sidi Mohammed Ben Abdellah >>. (Eastern Mediterranean Health Journal, Volume 5, N° 4, 1999).