

## **QUANTIFICATION DE L'ALLUVIONNEMENT DES RETENUES DES BARRAGES ET EVALUATION DE L'EROSION DES BASSINS VERSANTS ; ETUDE DU CAS DU BARRAGE JOUMINE, NORD DE LA TUNISIE**

**MARZOUGUI Abir<sup>(1)</sup>, BEN MAMMOU Abdallah<sup>(2)</sup>**

Faculté des Sciences de Tunis, Laboratoire de Ressources Minérales et Environnement,  
Département de Géologie, Campus Universitaire 2092 El Manar Tunis TUNISIE.

(1) [marzouguiabir@yahoo.fr](mailto:marzouguiabir@yahoo.fr) (2) [Abdallah.benmammou@fst.rnu.tn](mailto:Abdallah.benmammou@fst.rnu.tn)

### **INTRODUCTION**

Le cycle érosion, transport, sédimentation est particulièrement important pour les milieux méditerranéens et tropicaux même sur des très faibles pentes (Bernoux et al, 2004). Dans ces régions la pluviométrie est marquée par une irrégularité et une intensité importante. Ceci est à l'origine de l'arrachement des mottes et leur fractionnement en agrégats ou en particules élémentaires par l'énergie de la battance des pluies et du ruissellement, ou par éclatement des agrégats lors de l'humectation. Il a été démontré que l'érosion des sols est sélective vis-à-vis des nutriments et des colloïdes. Ceci est net pour le carbone, l'azote et le phosphore associés aux argiles et aux limons jusqu'à 50 microns (Roose, 1984).

La quantification de l'érosion spécifique d'un bassin versant et du transport solide des cours d'eau a fait l'objet de plusieurs études. Dans ce cadre, les scientifiques utilisent une multitude de formules empiriques. Cependant elles présentent des domaines d'application et des conditions de validité souvent restreintes. Il a été admis que la meilleure quantification des apports solides et de l'érosion du bassin versant passe par la mesure de l'alluvionnement des retenues des barrages et la quantification des volumes évacués par les ouvrages de soutirages et d'exploitation.

Dans cette contribution nous avons essayé d'évaluer l'érosion spécifique du bassin versant de l'oued Joumine en établissant un bilan du transport solide durant les années d'exploitation du barrage. L'identification minéralogique et géochimique des alluvions piégées dans la retenue permet d'identifier la qualité des sédiments fournie par le bassin versant.

### **SITE D'ETUDE**

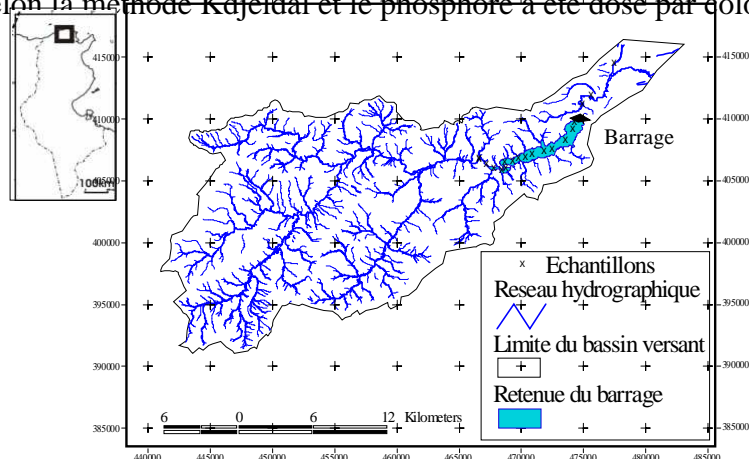
Le barrage Joumine est le deuxième ouvrage hydraulique de stockage construit sur les oueds qui se déversent dans le lac Ichkeul. Il est situé à 8 km de la ville de Mateur et à 45 km de la ville de Bizerte. Le barrage contrôle la plus grande partie du bassin versant (418 Km<sup>2</sup>) drainée par un réseau hydrographique très dense (fig.1). Mis en eau en octobre 1984, l'ouvrage hydraulique fait partie des retenues à usage mixte. A la cote de retenue normale (90 m NGT), le lac s'étend sur 660 ha, avec une capacité de stockage de 130 Mm<sup>3</sup>. Il assure l'irrigation de 1500 ha dans la plaine de Mateur, l'approvisionnement en eau potable de la région de Bizerte et du grand Tunis et le transfert de 19,2 Mm<sup>3</sup> d'eau par le canal Mejerda-Cap Bon.

### **MATERIEL ET METHODES**

La quantification de l'envasement de la retenue du barrage est faite par mesure bathymétrique à l'échosondeur. Les cartes topographiques de la retenue avant la mise en eau du barrage ont permis d'élaborer le Modèle Numérique de Terrain initial (MNT). Les levés bathymétriques par échosondeur et après interpolation ont permis d'élaborer le MNT correspondant à la date des levés bathymétriques. Le volume de sédiments piégé a été déterminé par soustraction des deux MNT initial et final.

Les échantillons prélevés au niveau de la retenue du barrage Joumine ont fait l'objet d'analyse granulométrique, d'une identification minéralogique par diffraction aux RX. L'analyse du

Carbone Organique Total (COT) a été faite par voie chimique (méthode d'Anne), l'azote total est déterminé selon la méthode Kjeldahl et le phosphore a été dosé par colorimétrie.



**Figure 1 : Localisation géographique du barrage Joumine et de son bassin versant.**  
**RESULTATS ET DISCUSSION**

### **Quantification et identification des alluvions piégées par le barrage**

La campagne de mesure de l'envasement de la retenue du barrage Joumine de l'an 2000 a permis d'estimer le volume total envasé à  $10,8 \text{ Mm}^3$  soit  $16,2 \cdot 10^6$  tonnes avec un alluvionnement moyen annuel de  $0,675 \text{ Mm}^3$  soit un tonnage moyen annuel de 0,95 Mt. Les valeurs obtenues sont nettement supérieures aux prévisions de la charge solide moyenne avancées par Kallel en 1990 soit  $0,2835 \text{ Mt/an}$ . Ces volumes nous laisse supposer que le barrage a piégé pratiquement la totalité de la charge solide de l'oued. En effet, depuis sa mise en eau en 1984, les soutirages entrepris n'ont permis d'évacuer que des quantités négligeables de sédiments, malgré le fait que les vannes de dévasement du barrage sont prévues pour permettre de soutirer la moitié des apports solides soit en moyenne  $0,210 \text{ Mm}^3$ .

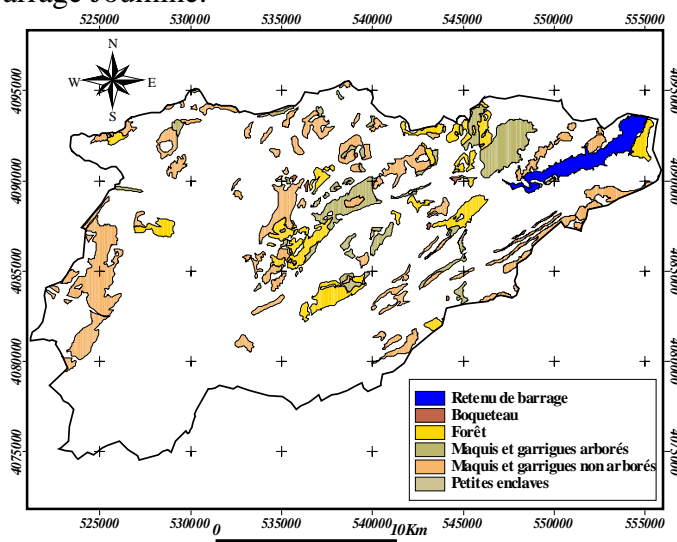
Les analyses granulométriques montrent que les sédiments piégés sont de silteux à silto-argileux. Les minéraux argileux sont formés de l'association classique d'illite, kaolinite smectite avec prédominance du dernier minéral. Le pourcentage du COT de l'azote total et du phosphore total dans les sédiments superficiels et profonds de la retenue du barrage est respectivement de 0,69%, 0,32% et 0,34% du poids total du sédiment sec.

### **Erosion spécifique**

Les volumes moyens annuels piégés dans la retenue du barrage permettent d'évaluer l'érosion spécifique au niveau du bassin versant amont de l'oued Joumine à  $2 \cdot 153 \text{ t/km}^2/\text{an}$ . En se basant sur les valeurs moyennes du COT, de l'azote total et du phosphore on a pu estimer les quantités de ces éléments piégés dans les sédiments. Depuis sa mise en eau jusqu'à l'an 2000, le barrage Joumine a retenue  $113,4 \cdot 10^3$  tonnes de carbone organique total,  $51,84 \cdot 10^3$  tonnes d'azote total et  $55,08 \cdot 10^3$  tonnes de phosphore soit respectivement une moyenne annuelle de  $6,3 \cdot 10^3$  tonnes,  $2,88 \cdot 10^3$  tonnes et  $3,06 \cdot 10^3$  tonnes. Il est à signaler que si nous tenons compte du poids de l'eau contenue dans les sédiments, les quantités des éléments nutritifs seront plus faibles. Les travaux de Limam (2002) et de Bel Haj Zekri (2003) ont montré que les microorganismes qui prolifèrent dans la retenue contribuent, en moyenne annuellement, par 611 tonnes d'azote total et 27,95 tonnes de phosphore total. Les quantités érodées sont donc 2 269 tonnes/an d'azote total et 3 032 tonnes/an de phosphore. Mansouri (2001) et Albergel et al. (2004) ont montré que la matière organique des lacs collinaires est de type continentale ligneuse d'origine allochtone : matériel particulaire et/ou amorphe issu de l'érosion des horizons pédologiques. De ce fait nous avons négligé la contribution des microorganismes au taux du COT d'autant plus que la matière organique due à ces derniers n'est pas mature ce qui la rend indécélable par notre méthode analytique. En fin en estime la dégradation spécifique

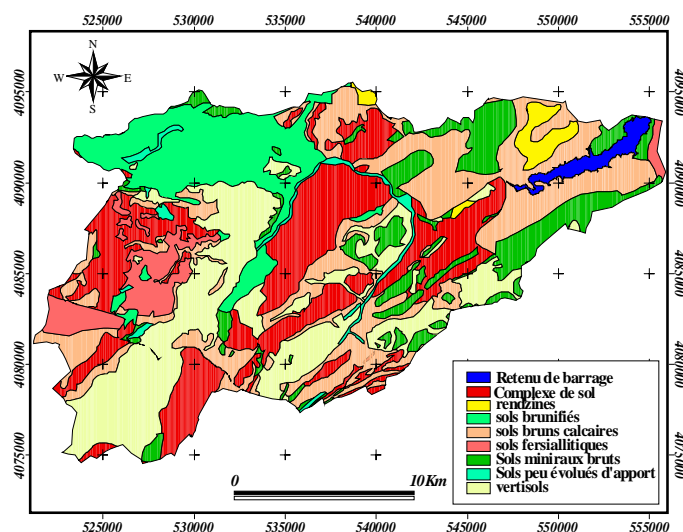
de ces éléments à 15,07 t/km<sup>2</sup>/an de COT, 5,43 t/km<sup>2</sup>/an d'azote total et 7,25 t/km<sup>2</sup>/an de phosphore total.

Les valeurs élevées de l'érosion spécifique du bassin versant de l'oued Joumine sont en liaison directe avec l'état de recouvrement des terrains par la végétation (fig.2). En effet, les sols sont vulnérables au ruissellement et à l'érosion hydrique (Lal, 1983 ; Bep et al., 2004) si leurs surface n'est pas protégée par une litière ou une couverture végétale (Roose, 1981 ; Casenave et Valentin, 1989 ; Bep et al., 1995). Au niveau du bassin versant du barrage Joumine, la surface totale occupée par la forêt ne dépasse pas 73,6 km<sup>2</sup> avec un pourcentage des forêts denses de 7%. Alors que la surface non forestière occupe 76% de la surface totale du bassin versant du barrage Joumine.



**Figure 2 : Carte de répartition du couvert forestier au niveau du bassin versant du barrage Joumine.**

Le bassin versant du barrage Joumine présente une prédominance des sols brunifiés, des vertisols et des sols bruns calcaires (fig.3). L'examen de la carte du risque de l'érosion établie par Gilbert en 1995 montre que les zones à haut risque sont situées au nord ouest et au centre du bassin versant. Ces zones correspondent aux sols brunifiés et aux vertisols ce qui explique la richesse des sédiments piégés en argiles smectitiques et en carbone organique total.



**Figure 3 : Carte**

**pédologique du bassin versant du barrage Joumine.**

## CONCLUSION

Il ressort de l'étude que la mesure de l'envasement permet d'estimer l'érosion spécifique à 2153 t/km<sup>2</sup>/an. L'examen de la carte de vulnérabilité à l'érosion permet de situer les zones les plus exposées à l'érosion, il s'agit des vertisols. L'identification minéralogique, granulométrique et de la matière organique montre que le matériel piégé est de nature silteux à silto-argileux dont la fraction argileuse est dominée par les smectites. Ce type d'argile est associé aux sols vulnérables à l'érosion. Les valeurs moyennes du carbone organique total (0,69%), de l'azote total (0,32%) et du phosphore (0,34%), nous ont permis d'estimer les quantités de ces éléments érodés à partir du bassin versant soit respectivement 15,07 t/km<sup>2</sup>/an, 5,43 t/km<sup>2</sup>/an et 7,25 t/km<sup>2</sup>/an. Ces éléments seraient liés en grande partie aux sols vertiques. Des analyses complémentaires s'imposent pour confirmer l'origine de cette matière organique.

## REFERENCES

- Albergel J., Mansouri T., Patrick Z., Ben Mammou A., Abdeljaoued S., 2004.** Matière organique dans les sédiments des barrages collinaires en zones méditerranéenne semi-aride de Tunisie. Bull. du Réseau Erosion, 22. Gestion de la biomasse, Erosion et séquestration du carbone. Actes 1-Erosion du Carbone. Montpellier. pp 468-480.
- Bel Haj Zekri S., 2003.** Contribution du milieu et recherche des cyanoprocaryotes et de leurs potentiel toxique dans les retenues des barrages Joumine et Sejnane. D.E.A. Ins. Nat. Agr. Tunis. 115p.
- Bep Aziem B., Boli Z., Roose E., 2004.** Influence du labour, du fumier et de l'âge de la défriche sur le stock de carbone du sol et les pertes de C par érosion et drainage dans une rotation intensive Coton/maïs sur sol ferrugineux tropical sableux du Nord Cameroun (Mbissiri, 1995). « erosion and carbon dynamics », pp 176-192.
- Bernoux M., Feller C., Cerric C., Eschenbrenner V., Cerric E., 2004.** Soil carbon sequestration. In « erosion and carbon dynamics », Roose E., Lal R., Feller C., Barthès B., Stewart B., Ed. CRC publisher. pp 29-42.
- Casenave A., Valentin C., 1989.** Les états de surface de la zone sahélienne. Influence sur l'infiltration. Edit. Orstom. Paris, 229p.
- Gilbert S., 1995.** Cartographie de l'érosion à l'aide d'un système d'information géographique, application au bassin versant de l'oued Joumine (Nord de la Tunisie). PFE. Fac. Sci. Tunis. 91p.
- Kallel R., 1990.** Hydrologie du lac Ichkeul. B.I.R.H., 43p. Annexe.
- Lal R., 1983.** No-till farming. Soil and water conservation and management in the humid tropics. Ibadan, IITA, Monograph 2, 64p.
- Limam A., 2002.** Contribution à l'étude des conditions du milieu et des peuplements phytoplanctoniques des eaux dans les eaux de la retenue du barrage Joumine en relation avec le réseau de distribution. D.E.A. Ins. Nat. Agr. Tunis. 107p.
- Mansouri T., 2001.** Modélisation spatialisée des écoulements et du transport solide des bassins versant des lacs collinaires de la Dorsale tunisienne et du Cap Bon. Thèse Doc. Géologie. Université de Tunis El Manar. Fac. Sc. Tunis, 286p.
- Roose E., 1981.** Dynamique actuelle des sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique occidentale. Etude expérimentale des transferts hydrologiques et biologiques de matière de sous végétation naturelles ou cultivées. Orstom Paris, coll. Travaux et documents, N° 130, 569p.

**Roose E., 1984.** Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES) FAO, Rome (ITA). Bulletin Pédologique de la FAO (ITA), N° 70, 438 p