



PREVISION DE L'ENVASEMENT DANS LES BARRAGES DU MAGHREB

B. REMINI, W. HALLOUCHE

Département de Génie Rural, Université de Blida Algérie
Chercheurs au laboratoire de recherches en hydraulique souterraine et de surface
LARHYSS, Université de Biskra B.P. 145, R.P., 07000, Biskra, Algérie

INTRODUCTION

La gestion des barrages en exploitation dans la région du Maghreb nécessite une étude prévisionnelle des dépôts des sédiments pour l'actualisation de la courbe hauteur capacité. La prévision de l'envasement est une étape indispensable pour tout projet de faisabilité d'un barrage. Le suivi régulier des apports solides dans un barrage est nécessaire pour un éventuel dévasement de la retenue. Une telle opération nécessite des mesures bathymétriques périodiques (de préférence une période de deux années). Cependant, l'absence de ces mesures exige le recours à des relations empiriques. Mais généralement, les résultats obtenus par ces formules divergent avec les données des mesures. Dans cette étude nous essayons d'obtenir une relation pratique de prévision d'envasement propre à la région du Maghreb en utilisant les données de levés bathymétriques.

DONNEES UTILISEES

Orth F. en 1934 (in Saidi, 1991) est parmi les premiers à avoir étudié la prévision de l'envasement. Il suppose que la capacité résiduelle varie dans le temps en fonction d'une loi à décroissance exponentielle. La formule est largement utilisée en Algérie pour la prévision du volume des dépôts sédimentaires dans une retenue. Saidi (1991), en utilisant 18 levés bathymétriques des barrages algériens, a pu dégager une formule de prévision de l'envasement pour chaque barrage.

Quant à Lahlou A. (2002), en utilisant 55 levés bathymétriques des barrages maghrébins, a établi des relations entre l'érosion spécifique, la lame d'eau ruisselée, la superficie du bassin versant et l'agressivité climatique. Cependant, selon le graphique de Brune G. (1944), les barrages maghrébins ont essentiellement un but d'accumulation maximum (fig.1).

Ceci explique que la part des sédiments qui ne sont pas piégés par la retenue est faible. En d'autres termes, on ne commettra pas de grandes erreurs en calculant l'envasement à partir de l'érosion spécifique.

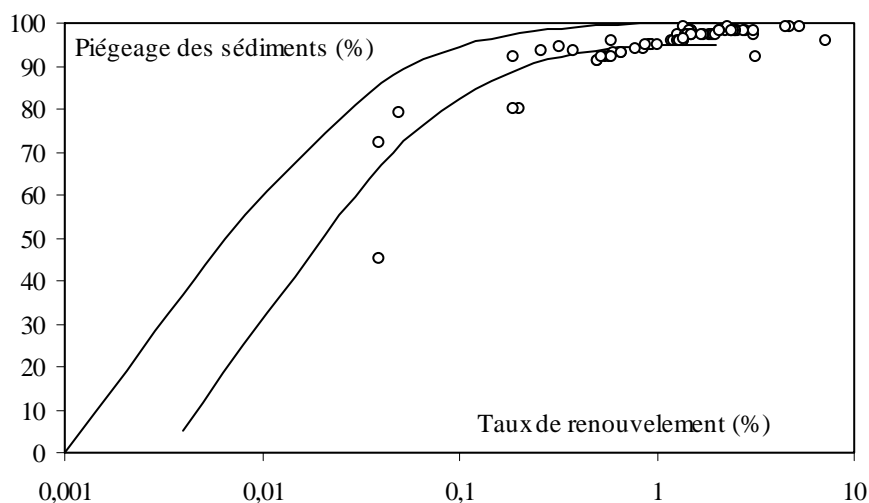


Figure 1 : Efficacité des pièges des sédiments dans les retenues de barrages du Maghreb (90 barrages).

Nous avons effectué une collecte de données des levés bathymétriques auprès de l'agence nationale des barrages (ANB). Plus d'une centaine de levés bathymétriques d'une soixantaine de barrages (20 barrages algériens, 25 barrages marocains et 17 barrages tunisiens) répartis sur l'ensemble de la région du Maghreb ont été utilisés. Ces mesures ont été effectuées séparément dans le temps (de la période : 1950-2000) à l'aide d'un matériel simple composé essentiellement d'un échosondeur à ultrason, une barque équipé d'un moteur hors bord et un théodolite. Les anciens levés ont été réalisés à l'aide d'un équipement manuel avec une règle graduée (pour la mesure du toit de vase), une barque et une corde pour fixer les sections transversales.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Relation envasement/apport liquide/superficie du bassin versant.

Nous avons représenté sur les figures 2 et 3 d'une part l'apport solide annuel en fonction de la superficie du bassin versant et l'apport solide annuel en fonction de l'apport liquide d'autre part. Les corrélations ainsi obtenues : $E_v = 0,014.Q^{0,85}$ $E_v = 0,0063.S^{0,66}$ permettent d'estimer le taux d'envasement annuel

d'une retenue de barrage située dans la région du Maghreb. Ces deux relations sont d'un grand intérêt pour l'estimation du volume mort pour les futurs barrages en construction et de déterminer la durée de vie de l'ouvrage.

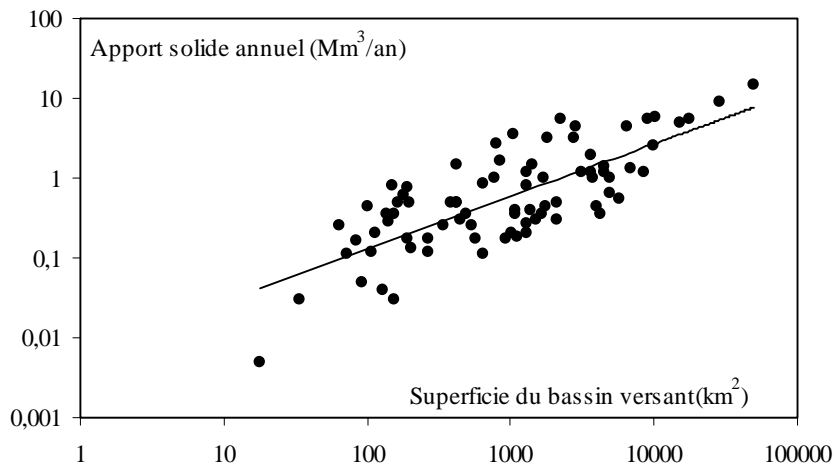


Figure 2 : Relation entre l'apport solide annuel et la superficie du bassin versant

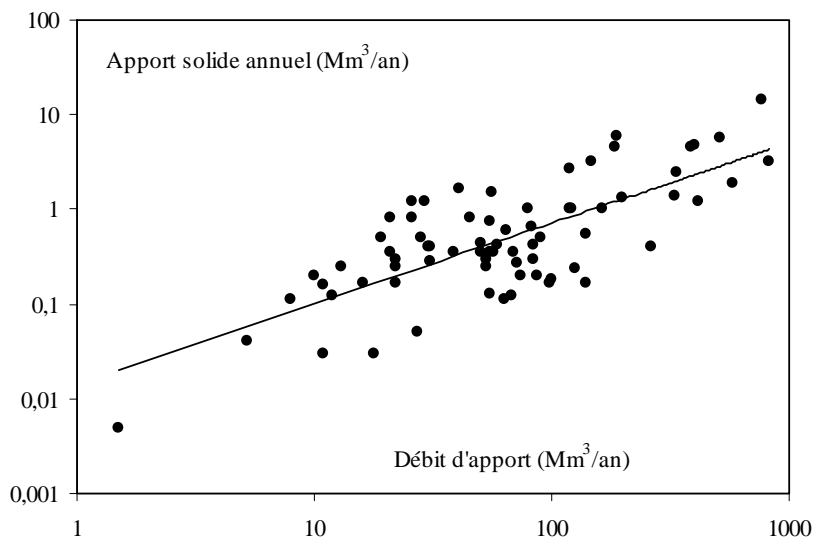


Figure 3 : Relation entre l'apport solide annuel et le débit d'apport
Envasement en fonction du temps d'exploitation d'un barrage

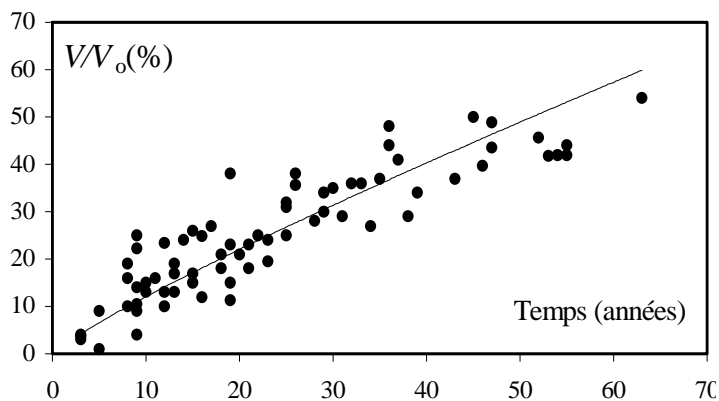
Le dépouillement des données nous a permis de classer deux catégories d'envasement : faible et fort taux de sédimentation. Le seuil correspond environ à 0,9-1% de perte de capacité par année. Partant de cette idée nous avons représenté sur la figure 4 (a et b) l'apport solide annuel en fonction du temps d'exploitation. Nous constatons qu'il existe deux relations :

- Pour les barrages à fort taux d'envasement (figure 4.a) :

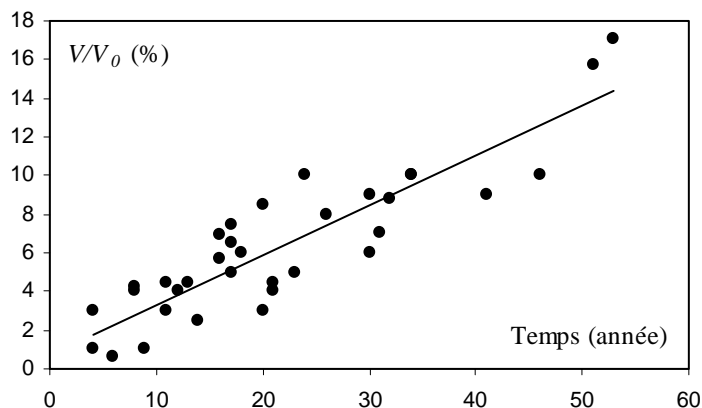
$$V / V_o = 1,6228t^{0,8707}$$

- Pour les barrages à faible taux d'envasement (figure 4.b) :

$$V / V_o = 0,2573t + 0,7472$$



a)

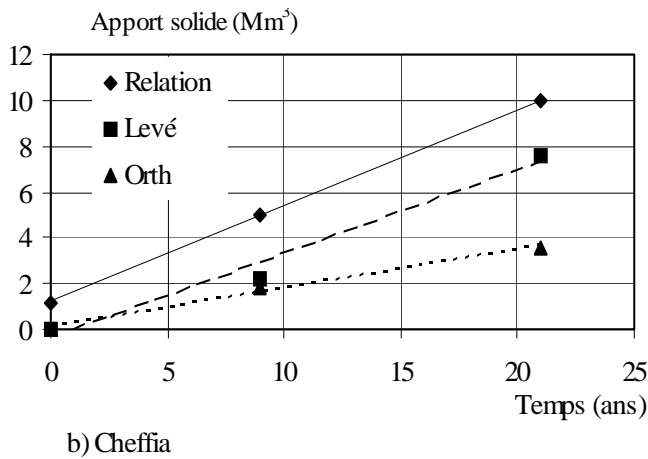
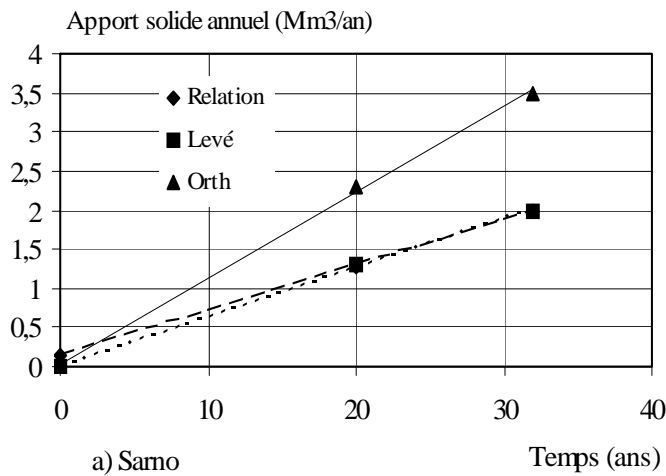


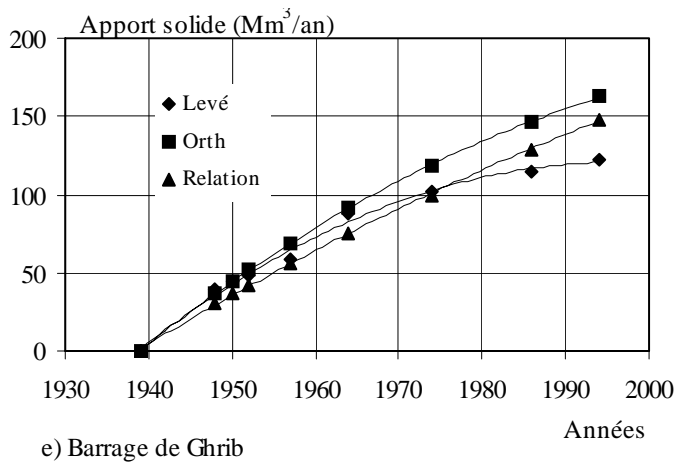
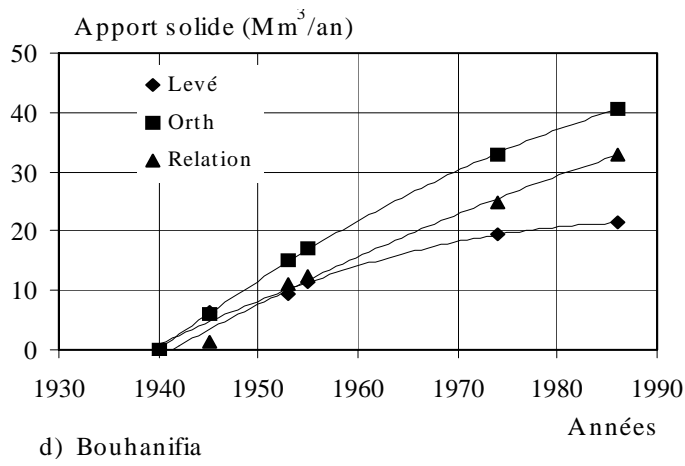
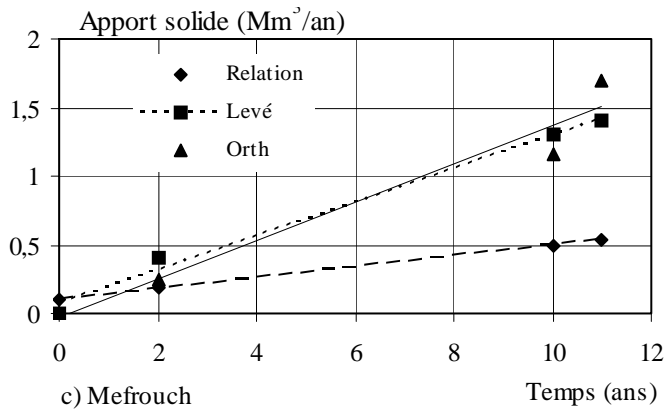
b)

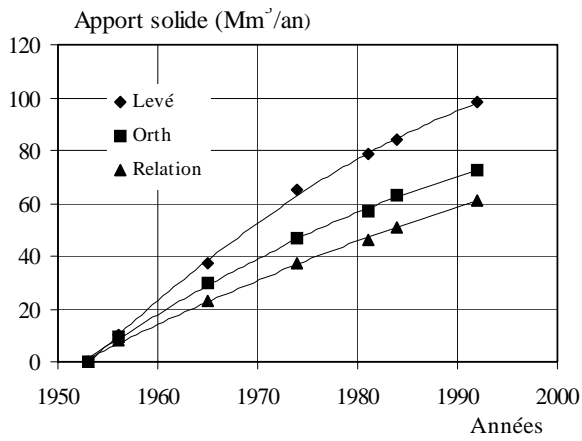
**Figure 4.b : Relation prévisionnelle de l'envasement en fonction du temps pour les barrages du Maghreb à :
(a) fort taux d'envasement, (b) faible taux d'envasement**

Evolution de l'envasement dans les barrages

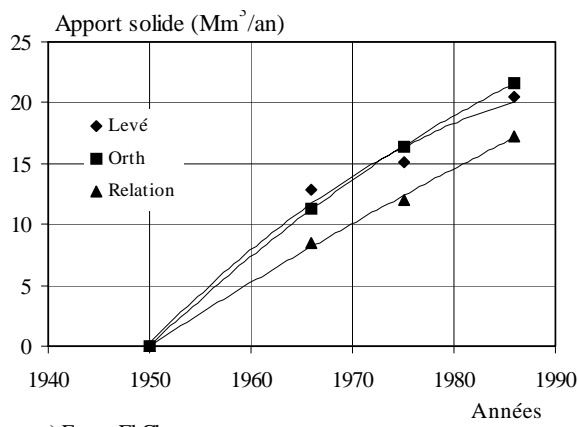
Nous avons jugé utile de faire une étude comparative entre les résultats obtenus par la relation de prévision, les mesures de levés bathymétriques et les résultats donnés par la relation de ORTH. Le choix de cette formule est justifié par le fait qu'elle est la relation la plus utilisée en Algérie. Pour l'application, nous avons choisi les huit barrages suivants : Ighil Emda, Sarno, Mefrouch, Cheffia, Bouhanifia, K'sob, Foum El Gherza et Ghrib. IL est intéressant de constater sur la figure 5 (a à h), représentant l'évolution de l'envasement dans le temps pour les barrages cités ci-dessus, que les résultats obtenus par la relation de prévision se rapprochent beaucoup mieux des mesures de levés bathymétriques que ceux obtenus par la formule de ORTH.



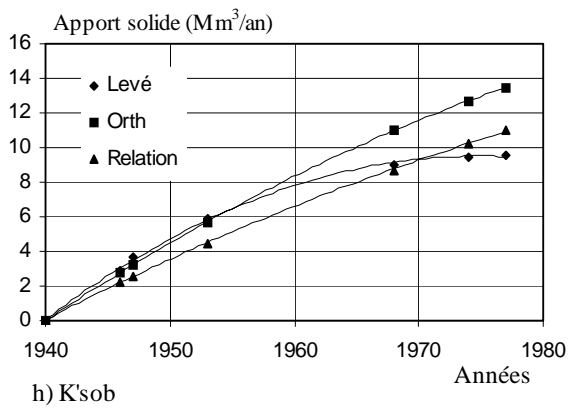




f) Barrage d'Ighil Emda



g) Foum El Gherza



h) K'sob

Figure 5 : Evolution temporelle de l'envasement dans les barrages algériens

Détermination du taux de sédimentation

La comparaison entre le taux de la sédimentation annuelle obtenu par la relation de prévision et celui obtenu par les mesures de levés bathymétriques comme le montre la figure 6 (a, b et c) est jugée très satisfaisante. Pour le cas des barrages algériens, les résultats sont meilleurs que ceux du Maroc et de la Tunisie.

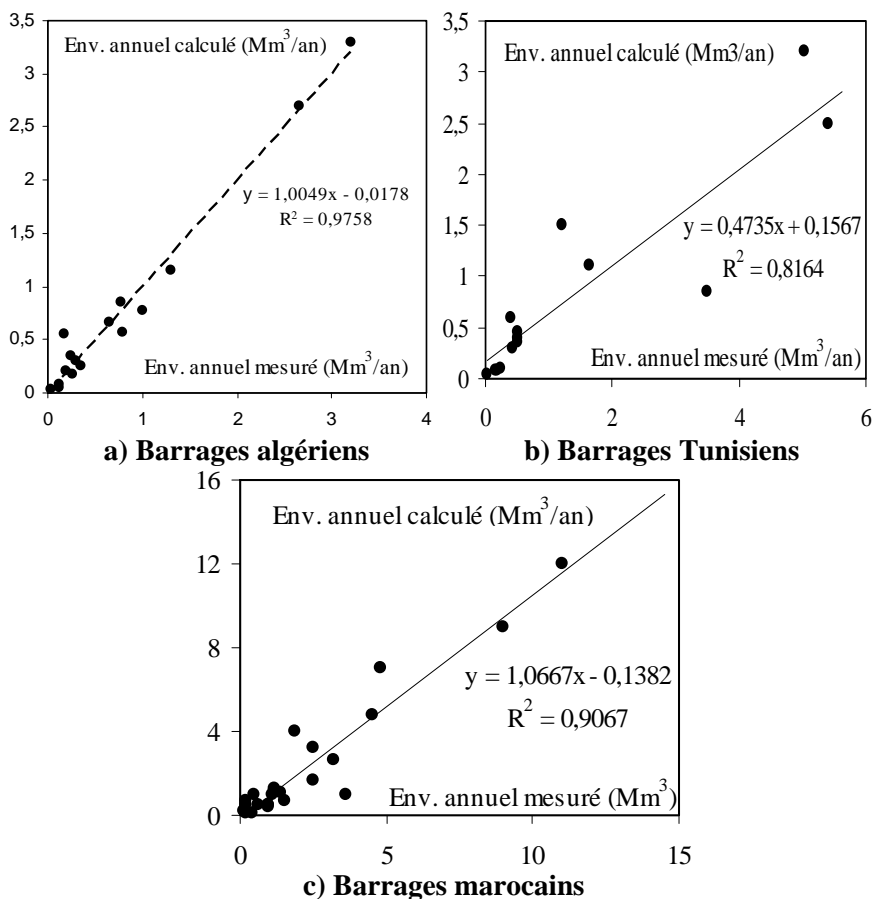


Figure 6 : Comparaison de l’envasement annuel mesuré et calculé

Sur la base de ces résultats, nous avons estimé le taux d’envasement moyen annuel pour les barrages en construction et en projet en Algérie (tableaux 1 et 2).

Nous avons établi une carte de sensibilité à l’envasement (fig. 7) qui montre quatre types de zones d’envasement : la zone de faible taux de comblement

($E < 0,5\%/an$), la zone de moyen taux de comblement ($0,5\%/an < E < 1\%/an$), la zone de fort taux de comblement ($1\%/an < E < 3\%/an$) et la zone de très fort taux de comblement ($E > 3\%/an$). Le taux de comblement s'exprime en $\%/an$ et représente la perte de capacité (en %) d'un barrage suite aux dépôts des sédiments par année. Cette carte est de grande utilité pour les services hydrauliques qui peuvent avoir une idée sur l'état de l'envasement des barrages en exploitation et sur la priorité d'intervention pour lutter contre l'envasement. Ils peuvent avoir une idée sur la vitesse de sédimentation des barrages afin d'en tenir compte lors de la réalisation des barrages.

Tableau 1 : Prévision de l'envasement dans les barrages en projet

Barrage	Capacité (10 ⁶ m3)	Env annuel (10 ⁶ m3)	Barrage	Capacité (10 ⁶ m3)	Env annuel (10 ⁶ m3)
Sikkak	34	0,1-04	KR AIda	43,5	0,1-0,45
S. Takia	39	0,13-0,45	KHMezatig	15,5	
Prise Djer	0,5	0,002-0,006	Maamar	8	0,08
Der Nador	0,5	0,002-0,006	Tafarhit	4,8	0,05
Bouhalloufa	110	0,4 -1,3	Ras Zebar	29	0,3
Demaa Aval			Tilidjen	3,5	0,035
Syst. Chellef	180	0,6-2	Mellegue	187	1,9
Kramis	60	0,2-0,7	S. Nadjem	53	0,5
Rosfa	58	0,2-0,7	Haricha	74	0,75
Kissir	49	0,16-0,6	Chihani	10	0,1
Mazafran	100	0,35-1,2	Encouch	21	0,2
Lag	40	0,13-0,45	Taarist	7	0,07
Kef Eddir	156	0,5-1,9	K'seub	9	0,09
Taourira	85	0,3-1	Nadjadj	45	0,45
Djidioua	105	0,35-1,3	Tazrout	19,6	0,2
Azrou	71	0,25-0,85	Barek	29,7	0,3
Bouadjoul	7,3	0.024-0.09	Kraicia		
Tabnout	265	0,9-3	S. Khellifa	150	1,5
Irdjane	71	0,25-0,85	FRaha	18,5	0,2
Boussaiba	174	0,6-2	Boumachi		
Zhour	33	0,1-0,4	A. Tamizer	71	0,7
Boulatane	30	0,1-0,35	Bouhamoud	41	0,4
Renem	40		Halliken	22	0,2
Djerda	52	0,17-0,6	Saf Saf	31	0,3
Mediana	24	0,08-0,3	Mahouan	180	1,8
Bougous	60	0,2-0,7			
S.Nacer	33	0,1-0,4			
SMB Brahim	49	0,16-0,6			

Tableau 2 : Prédiction de l'envasement dans les barrages en construction

Barrages	Capacité (10 ⁶ m ³)	Env annuel (10 ⁶ m ³)
K. Meddouar	70	0,23-0,84
SMB Taiba	75	0,24-0,9
K. Accelerando	630	2-7,5
Sidi Moussa	0,7	0,002-0,008
Hamouda	0,5	0,001-0,006
O. Hammam	2,7	0,009-0,03
Falit	4,9	0,016-0,06
O. Bouziane	1,5	0,005-0,02
Sid FRedj	1,8	0,006-0,02
Bieta	2,15	0,007-0,026
Bouatrous	0,5	0,0016-0,006
O. M' Ghila	3	0,01-0,036
Seddaoua	0,38	0,0012-0,004
Tememet	0,43	0,0014-0,005
Benzegouan	0,38	0,0012-0,004

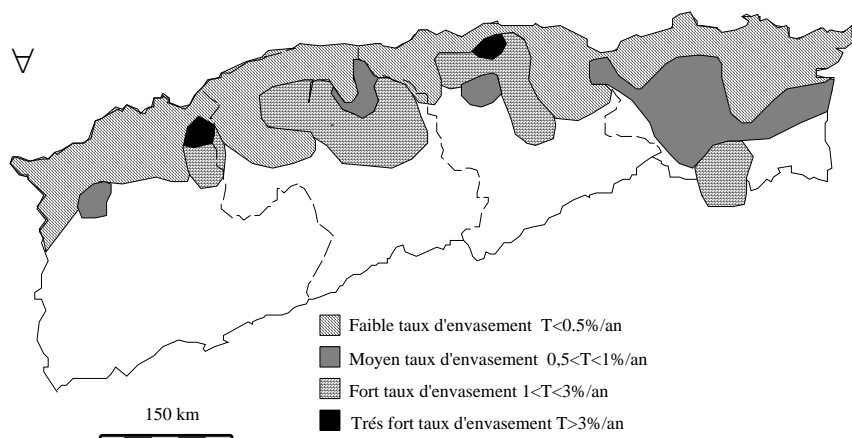


Figure 7 : Carte de sensibilité à l'envasement des barrages

Durée de vie des barrages

Nous avons pu établir un abaque pratique d'évaluation de la durée de vie des barrages situés dans la région du Maghreb (fig. 8). Connaissant le taux de renouvellement d'un barrage (qui est le rapport entre la capacité initiale du barrage et l'apport annuel) pour les différentes concentrations annuelles, nous pouvons avoir une idée sur la durée d'exploitation d'un barrages.

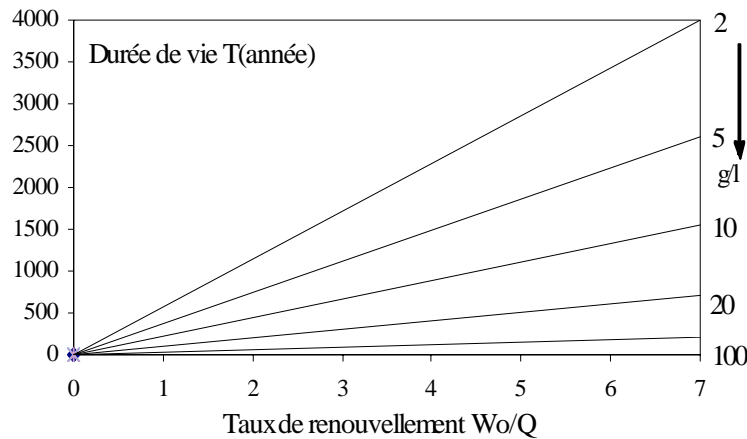


Figure 8 : Abaque pour la détermination de la durée de vie des barrages

CONCLUSION

La prévision des dépôts des sédiments dans une retenue de barrage, situé dans la région du Maghreb, est extrêmement importante pour les ingénieurs et les gestionnaires de barrages. La relation prévisionnelle obtenue, applicable pour la région du Maghreb, donne des résultats très encourageants. Grâce à cette relation, nous estimons le volume des dépôts sédimentaires et nous déduisons la durée de vie de l'ouvrage.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BADRAOUI A., HAJJI A. (2001).Envasement des retenues de barrages. Revue la Houille Blanche n° 6/7, pp 72 - 75.
- BOUZID A. (1991). L'expérience de la Tunisie dans la protection des sols et des barrages. Séminaire national sur l'érosion et l'envasement des barrages, Alger.
- BRUNE G.M. (1953). Trapp efficiency of rservoirs. Transactions of the américain geophysical union, vol. 34, n°3, pp. 407 - 418.
- CEMAGREF (1982). Apports solides annuels moyens des petits bassins versants. Informations techniques, cahier 45, n° 6, 2p.
- HALLOUCHE W., REMINI B. (à paraître).La sédimentation dans les barrages du Maghreb, Larhyss/Journal.
- LAHLOU A. (1995). Etude actualisée de l'envasement des barrages au Maroc. Revue des sciences de l'eau, n° 6, pp. 337-356.
- LAHLOU A. (2002). Nécessité d'une gestion appropriée du bipole / eau-

sédiments en Afrique du nord. Actes du colloque international sur l'eau, Chlef 5 et 6 février, pp. 320-325.

RAIS S., ABIDI M. (1989). Prévission du transport solide sur un bassin versant. Application à l'envasement d'une retenue. Revue la Houille Blanche n° 3/4, pp. 296-300.

REMINI B., HALLOUCHE W. (2003). Les barrages du Maghreb s'envasent. 5° symposium int. de l'eau. Cannes 23 à 27 juin.

SAIDI A. (1991). Erosion spécifique et prévission de l'envasement des barrages. Séminaire sur l'érosion et l'envasement des barrages, Alger.