

EROSION DES SOLS ET ENVASEMENT DES BARRAGES

Par

Abdelmadjid CHADI

DG Adjoint, Agence Nationale des Barrages - Ministère de l'Équipement

Et

Tahar HADJI

Directeur des Grands Aménagements et Infrastructures Hydrauliques au Ministère de l'Équipement
Président du Comité National Algérien des Grands Barrages

Résumé

Du fait de l'érosion, les barrages algériens sont envasés par les sédiments. Leur capacité est réduite et le volume régularisé initialement n'est plus assuré.

L'envasement pose un problème de sécurité de la ressource et de sécurité structurelle. Les luttes contre l'envasement se font grâce à la réalisation de nouveaux barrages, à la surélévation de ceux existants, aux chasses, aux courants de densité et au dragage. L'aménagement des bassins reste un moyen efficace.

Mots clés : barrages - érosion - envasement - sédiments - volume régularisé - surélévation - chasses - gravage - courant de densité.

1 INTRODUCTION

Le développement socio-économique du pays impose une mobilisation de plus en plus importante de nos ressources en eau. Ces ressources sont évaluées à 14,2 Milliards de M^3 , dont près de 90% sont constituées par des eaux superficielles.

Leur mobilisation, nécessite donc la réalisation de nombreux barrages pour créer des capacités de régularisation.

Or, du fait de l'érosion assez sensible de nos bassins versants (pluies courtes et de forte intensité, absence de couvert végétal, des reliefs assez jeunes...), ces capacités sont annuellement amputées d'un volume important, comblé par les sédiments.

Le présent exposé traitera pour le cas de l'Algérie :

- ☐ de l'incidence de la sédimentation,

- ☐ des moyens de lutte contre l'envasement.

Il donnera également un aperçu sur quelques aspects économiques relatifs aux moyens de lutte.

2 INCIDENCE DE L'ENVASEMENT DES RETENUES ALGERIENNES

2.1 La capacité

la capacité est le principal indicateur de valeur d'un réservoir, notamment en Algérie où les apports sont très irréguliers d'une année à l'autre.

Le volume régularisé par un barrage est lié à la capacité et au niveau de défaillance admis. Si la capacité est réduite du fait de l'envasement, cela entraîne une diminution soit du volume fourni annuellement, soit du niveau de garantie de l'approvisionnement avec toutes les conséquences que cela peut avoir. Pour le barrage de Fodda par exemple la capacité initiale qui était de 228 Millions de M^3 n'est plus aujourd'hui que de 130 Millions de M^3 .

Ainsi le barrage de Fodda qui régularisait lors de sa mise en service, un volume annuel de 75,5 Millions de M^3 (en supposant une garde d'envasement prévue de 80 Millions de M^3) ne régularise plus aujourd'hui que 72 Millions de M^3 .

Si on devait toujours soutirer 75,5 Millions de M^3 , ce volume ne serait alors garanti que 6 années sur 10.

D'une manière générale la capacité totale des 79 barrages algériens est de plus de 4 300 Millions de M^3 . Les barrages de plus de 10 Millions de M^3 sont

Algerie EQUIPEMENT

au nombre de 39 et leur capacité totale représente 99% de la capacité totale.

Ces 39 barrages ont un volume de vase de près de 480 millions de M^3 soit 11% de leur capacité.

Le volume de vase représentait au lendemain de l'indépendance 20 % de la capacité totale.

L'évolution de la capacité et de l'envasement depuis 1962 peut être présentée comme suit :

	Capacité Totale Hm ³	envasement Hm ³	%
1962	1 062	219	20,5
1991	4 340	483,2	11,13

La réduction du rapport vase-capacité a été possible grâce à une action multiforme, entreprise par l'administration depuis le début des années 60.

Ces actions ont concerné **d'une part** : l'augmentation du volume stocké grâce à la réalisation de nouveaux ouvrages. Le nombre total des barrages est ainsi passé à :

	Barrages		
	> 10 Hm ³	< 10 Hm ³	Total
1962	15	8	23
1991	39	40	79

d'autre part :

- ▼ la reconstruction d'anciens barrages (Cheurfas, Fergoug),
- ▼ la surélévation d'anciens barrages (K'Sob, Zardezas),
- ▼ les dragages effectués sur les barrages du Hamiz et Fergoug ainsi que sur le barrage de Cheurfas avant son abandon pour la reconstruction d'un nouveau barrage.
- ▼ les surdimensionnements des ouvrages pour disposer de gardes d'envasement (près de 500 Millions de m^3 pour les seuls barrages mis en service depuis 1985).

2.2 Sécurité des ouvrages

- Le premier problème est sans doute celui du dysfonctionnement des équipements hydromécaniques et essentiellement les organes de vidange de fond. L'envasement peut rendre inopérant ces équipements et une montée rapide du plan d'eau peut avoir des conséquences désastreuses notamment pour les barrages en terres. A ce sujet le cas de Oued Fodda est révélateur. La vanne de vidange n'ayant pu être ouverte, se trouve aujourd'hui sous plus de 40 m de vase et

toute opération de vidange de la retenue est de ce fait impossible. L'opération de réhabilitation de cette vidange est rendue compliquée et onéreuse.

- Par ailleurs la poussée de la vase sur le corps du barrage, si elle n'est pas prise en compte correctement dans les calculs peut mettre en cause la stabilité d'un barrage.

On sait que pour une variation linéaire de la hauteur de la vase, la poussée progresse au carré de la hauteur. Cette poussée est frappante pour le cas du barrage Zardezas où, combinée avec la relaxation de la précontrainte rend la sécurité de l'ouvrage peu sûre.

En effet, Zardezas a été surélevé entre 1970 et 1975 de 12,70 M. L'ouvrage a été précontraint à l'aide de 111 tirants de 515 t de tension utile dont 11 ont subi une rupture en 1979 au moment d'un contrôle de tension.

Les calculs effectués alors pour vérifier la stabilité ont montré que si 85 % des tirants restaient intacts et si la côte de la vase atteignait 175 ; le coefficient de sécurité ne serait plus que de 1,42 pour le cas de charge :

- ▲ Retenue normale
- ▲ Sous pression maximale
- ▲ Séisme

Il a fallu donc baisser le niveau de la retenue normale à 195 pour assurer la sécurité de l'ouvrage.

En 1990, l'Administration a dû rabaisser encore une fois, pour les mêmes raisons, de 2 M, la côte de la retenue normale, soit 193. Ceci correspond à une perte de capacité de 9 Hm³. Bien entendu, cela s'est fait au détriment de la sécurité de l'approvisionnement des populations de Skikda et du périmètre du Saf Saf.

Le volume régularisé qui était de 20 Hm³ se trouve réduit à environ 10 Hm³.

Un autre cas intéressant à signaler est celui de l'ancien barrage du Fergoug. La commission chargée de déterminer les causes de la rupture du barrage survenue en 1927 a noté dans son rapport : "Avant la rupture, le débit évacué par le déversoir a été si élevé qu'il a dû régner près du barrage un courant qui a contrarié la décantation de la vase, de telle sorte que pendant cette période la tranche supérieure du barrage située au-dessus des dépôts était soumise non pas à la poussée de l'eau, mais à celle, plus forte, d'un liquide plus lourd. On n'a pas pu déterminer sa teneur en vase mais d'après les renseignements qu'on possède sur le débit solide de l'Oued El Hammam et d'après les résultats de prélèvements qui ont été opérés les 27 et 28 Novembre, il n'est pas exagéré d'admettre qu'au bord du barrage, l'eau contenait au moins 30% de vase, ce qui donne pour le liquide exerçant la poussée une densité voisine de 1,3".

3 ACTIONS ENGAGEES POUR LA LUTTE CONTRE L'ENVASUREMENT

3.1 Barrages de décantation

La meilleure manière d'éviter l'envasement, c'est d'empêcher la vase d'arriver jusqu'au barrage. Cela peut se faire par la création de retenues pour la décantation des apports solides, ce qui revient à construire un autre barrage à l'amont. Cette solution a une seule application en Algérie avec la réalisation du barrage de Boughzoul.

Ce barrage, bien que construit essentiellement pour amortir les crues de l'Oued Cheliff, a permis de retenir depuis sa construction un volume de près de 35 millions M^3 de vase qui auraient pu s'ajouter au 114 millions de M^3 de vase actuellement retenus dans le Ghrib.

Le barrage de Boughzoul a donc réduit l'envasement du Ghrib de près de 24%. Son intérêt, c'est son rendement topographique puisque avec une digue de 13,5 m de hauteur on a pu constituer un stockage de 55 Millions de M^3 mais il n'est pas toujours facile de trouver des conditions aussi favorables.

Un autre cas pourrait être cité, c'est celui de la Daya Sidi Mohamed Ben Ali. En effet, les eaux dérivées de la Mékerra avant d'être rejetées dans la retenue de Sarno sont décantées dans une cuvette naturelle (Daya Sidi Mohamed Ben Ali) qui fait 3 Millions de M^3 de capacité.

3.2 Réalisation d'autres barrages

Devant la réduction des capacités de ses barrages, l'Algérie a été amenée à recourir à la réalisation d'autres retenues.

C'est ainsi qu'après l'envasement du barrage du Sig, édifié sur l'Oued Mekerra en 1856 (capacité de 3,4 Millions de M^3), il avait été décidé de construire en 1882 un nouveau barrage à 20 Km à l'amont. C'est le barrage de Cheurfas mis en service en 1892 avec une capacité de 14,4 Millions de M^3 et des apports solides estimés à 0,26 Millions de M^3 /an. Sa longévité était donc de l'ordre de 50 ans.

Dès 1942 des études avaient été entreprises pour reconstruire un nouveau barrage au niveau du même site avec une capacité bien plus importante, mais devant les difficultés techniques rencontrées, l'Administration a abandonné ce site, pour décider la construction du barrage de Sarno à l'amont de Cheurfas, et sur un affluent de l'Oued Mekerra. Le barrage (Sarno) dont la réalisation a été achevée en 1953 a une capacité de 22 Millions de M^3 et est alimenté par ses apports propres ainsi que par une dérivation de l'Oued Mekerra au niveau de Sidi Bel Abbès.

Devant l'importance de l'envasement du barrage de Cheurfas (malgré un dragage de 10 Millions de M^3) et des problèmes de stabilité de l'ouvrage,

l'Administration a décidé en 1976 de le déclasser et de reprendre les études du barrage qui avaient été abandonnées dans les années 40.

Les travaux ont été lancés en 1988 pour être achevés en 1992. C'est un barrage d'une capacité de 82 Millions de M^3 et de 87 m de hauteur. Il a été réalisé, 50 m à l'amont de l'ancien barrage.

On peut noter également le barrage de Ouizert qui, bien que réalisé pour améliorer la régularisation de l'Oued El Hammam, permet de compenser l'envasement des retenues de Bouhanifia et Fergoug édifiées sur ce même oued. Les deux derniers ouvrages ont vu en effet leur capacité réduite de 89 Millions de M^3 à 54 Millions de M^3 .

Le barrage de Bouhanifia qui contrôlait un bassin versant de 5 685 Km^2 ne contrôle plus depuis la construction du barrage de Ouizert qu'un bassin versant de 3 454 Km^2 ; soit 61%. Le barrage de Ouizert a une capacité totale de 100 Millions de M^3 .

3.3 Surélévation de barrages

La surélévation des barrages permet d'augmenter la capacité de la retenue et donc de compenser les volumes envasés. Cette opération n'est toutefois pas toujours aisée à cause des limites topographiques du site et de la faisabilité technique de l'opération.

3.3.1 Le barrage du Hamiz

Le barrage du Hamiz est l'un des premiers barrages algériens, il a été construit entre 1869 et 1879 en vue de l'irrigation du périmètre de Mitidja Est. Les apports solides au niveau de cet ouvrage sont évalués à 0,27 millions de M^3 /an.

Devant la progression de l'envasement de la retenue et profitant de travaux de consolidation de l'ouvrage, il a été décidé en 1883 de le surélever de 7 m pour porter sa capacité à 23 Millions de M^3 .

L'importance de cet ouvrage pour l'irrigation de Mitidja Est a conduit l'Administration à entreprendre en plus de cette surélévation, des travaux de dévasement (dont il sera question plus loin).

Par ailleurs les apports importants (avant la réalisation du transfert Hamiz - Keddara) ont permis d'effectuer des chasses de sédiments à travers la vidange de fond.

3.3.2 Le barrage du K'sob

C'est un ouvrage multivoute construit en 1939 pour satisfaire les besoins en eau d'irrigation du périmètre du K'sob, l'ouvrage avait une capacité de 11,5 Millions de M^3 pour une hauteur de 32 m au dessus du lit de l'Oued, mais dans le milieu des années 70 la capacité a été réduite à moins de 4 Millions de M^3 , ce

qui ne permettait plus de satisfaire les besoins en eau d'irrigation malgré les apports liquides importants (50 Millions de M^3 /an).

L'Administration a alors décidé de surélever le barrage de 15 m pour porter sa capacité à 39 Millions de M^3 (31 Millions de M^3 en 1975 date d'achèvement des travaux de surélévation). Il y a lieu de noter que la surélévation de ce barrage était envisagée dès le lancement des travaux du barrage en 1939.

3.3.3 Le barrage de Zardezas

Il a été réalisé entre 1927 et 1945 sur l'oued Saf Saf. Sa hauteur de 37 m au dessus du lit de l'oued lui permettait d'assurer un stockage de 14,9 Millions de M^3 . Cette capacité du fait de l'envasement est passée à 10 Millions de M^3 en 1986 et 7,5 Millions de M^3 en 1974. Des travaux de surélévation ont été entrepris par l'Administration pour remédier à cet état de fait. La hauteur du barrage a été portée à 45 m (soit 12,7 m de plus). La capacité ainsi obtenue est de 31 Millions de M^3 .

3.4 Evacuation de la vase

3.4.1 Les chasses

Les chasses ont été utilisées en Algérie essentiellement dans les retenues où les apports sont importants par rapport à la capacité (K'sob - Hamiz) ; mais il n'y a pas beaucoup d'informations sur les résultats obtenus par ces opérations au niveau de ces deux ouvrages.

3.4.2 Evacuation des courants de densité

L'évacuation des courants de densité est considérée par beaucoup d'exploitants comme un moyen efficace pour diminuer le taux d'envasement d'une retenue, bien qu'elle pose un problème d'économie d'eau.

En Algérie cette méthode a été utilisée essentiellement sur les barrages de Ighil Emda et de Fodda.

a) le barrage d'Ighil Emda

L'évacuation des courants de densité est assurée par 16 robinets vannes de dévasement (8 robinets vannes autour de chacun des deux pertuis de fond).

Lorsque la densité de l'eau chargée de vase dépasse 1,02, les robinets de dévasement sont ouverts et le demeurent tant que la densité reste supérieure à cette valeur.

Le volume des sédiments évacués par courants de densité a été évalué à 17,5 Millions de M^3 sur la période 1965 - 1982.

Les volumes d'eau utilisés varient entre 12 et 20 fois le volume de vase enlevée, ce qui correspond pour la période 65 - 82 à 210 ou 350 Millions de M^3 soit 12 à 20 Millions de M^3 /an.

b) le barrage de oued Fodda

Le barrage Fodda édifié sur l'oued de même nom a été mis en service en 1932. La capacité initiale de ce barrage de 101 m de haut (au dessus des fondations) est de 228 millions de M^3 . Devant la réduction de cette capacité du fait de l'envasement, l'Administration a décidé en 1957 de percer 5 forages de dévasement (1 forage à la côte 327,5 et 4 autres à la côte 312,5). Ces pertuis étaient opérationnels en 1961.

Selon le rapport : "Envasement et Desenvasement des retenues, PNUD - Octobre 1986", les pertuis fonctionnent correctement mais ne sont pas exploités avec efficacité pour l'évacuation des courants de densité "...". L'ouverture des pertuis de temps en temps permet de dégager les entrées en évacuant un faible volume de vase à forte densité mais sans signification pour le problème de dévasement.

3.4.3 Dragage des retenues

a) Anciens équipements

L'Administration a procédé à un dragage sur 4 barrages : le barrage de Cheurfas (10 Hm^3), le barrage de Sig (2 Hm^3), le barrage du Fergoug (3 Hm^3) et le barrage du Hamiz (4 Hm^3).

Le volume total de 19 Millions de M^3 a été dévasé au moyen d'une drague suceuse à désagregateur "Lucien Dumay" acquise par l'Administration en 1957. La capacité théorique de cette drague est de 340 000 M^3 /mois, mais avec les contraintes de programmation la cadence a été plutôt de 180 à 230 000 M^3 /mois.

Il a fallu en moyenne 5 à 6 volumes d'eau pour 1 volume de vase enlevé, sans compter les chasses que l'on a dû faire, au niveau du Hamiz par exemple, pour évacuer à la mer les matériaux déposés dans le lit de l'oued.

b) Nouveaux équipements

Le barrage du Fergoug achevé en 1970 a eu sa capacité réduite de 18 Millions de M^3 à 3,9 Millions de M^3 en 15 ans. L'importance de cet ouvrage pour l'alimentation en eau potable et industrielle de la région oranaise a conduit l'Administration à procéder à son dévasement.

Les résultats obtenus sont nettement plus intéressants que les premiers dragages :

- Cadence moyenne : 780 000 M^3 /mois contre 180 à 230 000/an lors de l'opération de dévasement à la fin des années 50.
- Volume d'eau : un volume d'eau pour 1 volume de vase, contre 1 volume de vase pour 5 à 6 volumes d'eau.

Il faut noter que sur le Fergoug il avait été envisagé de draguer un volume de 14 Millions de M³ mais l'objectif a été révisé en baisse (4 à 6 Hm³) à cause des problèmes de rejets de la vase. Selon les études réalisées, un volume de 14 Millions de M³ de vase nécessiterait la réalisation de digues de stockage à l'aval du barrage. Le coût de réalisation de ces digues représentait selon les offres reçues 50% du coût total de dévasement. Pour ce cas précis la vase a été rejetée dans l'oued à l'aval du barrage et l'expérience a été positive puisqu'il n'y avait pas eu d'incidence néfaste sur la Macta (avec un volume restitué de 6 Hm³).

Cependant cette solution ne peut être extrapolée pour les cas des autres barrages tels que Zardezas, K'Sob, Hamiz où des aires de stockage nécessitent la réalisation de digues assez coûteuses.

4 CONSIDERATIONS ECONOMIQUES

Les investissements nécessaires pour créer ou récupérer un stockage sont évalués comme suit :

	CAPACITÉ CRÉÉE OU RÉCUPÉRÉE	Prix 1990 10 ³ DA	INVEST. DA/M ³
Réalisation d'un nouveau barrage			
○ Gargar (grande capacité)	450	1100	2,44
○ Cheurfas (moyenne capacité)	82	800	9,75
Surélévations			
○ K'sob	19	439	23,10 (1)
○ Zardezas	19	510	26,84 (1)

(1) Coût de 1975 actualisé à 8% par an + réévaluation due au taux de change dans un rapport de 2,14.

Le coût du M³ d'eau régularisé pour les nouveaux barrages est très variable d'un ouvrage à un autre, il est de 0,85 DA pour le barrage du Gargar et 1,80 DA pour le barrage de Cheurfas, (taux d'actualisation 8%).

Pour les différents taux d'actualisation ce coût est de :

	8 %	10 %	12 %
Barrage Gargar	0,85	1,10	1,38
Barrage Cheurfas	1,80	2,33	2,92

Pour les surélévations de K'Sob et Zardezas, les simulations effectuées ont montré que des volumes régularisés par ces ouvrages ont évolué comme suit après leur surélévation.

Barrages	Avant surélévation		Après surélévation		gain de V.R.
	Cap.	V.R.	Cap.	V.R.	
K'sob	3,6	7,5	31	26	18,5
Zardezas	9,6	13,0	36,4	23	10,0

Avec ces gains de volumes régularisés et les coûts d'investissements ci-dessus, nous aurons un coût du

mètre cube régularisé qui varie selon le taux d'actualisation comme suit :

Barrages	Coût DA / M ³ pour :		
	8 %	10 %	12 %
K'sob	2,39	3,06	3,81
Zardezas	5,32	6,76	8,47

Quant au dévasement, si l'on considère la drague qui a été utilisée sur le barrage du Fergoug avec les données suivantes :

- ❖ Investissement pour l'achat de la drague 76,8 Millions de DA (coût 90).
- ❖ Frais annuels d'exploitation et d'entretien 15%.
- ❖ Durée de vie de la drague 72 mois avec 2x8 H et 9 mois par an de dévasement pendant 8 ans.
- ❖ Dragage de 7.000.000 M³/an.
- ❖ Volume total à draguer pour amortir la drague 56 HM³.

Si on choisit les barrages suivants pour le dévasement :

- Fergoug 7
- Zardezas 10
- Bouhanifia 22
- Hamiz 7

T o t a l 56

Le gain de volume régularisé serait de 20 Millions de M³ pour les cinq barrages.

Le dévasement de ces retenues donnerait un coût du M³ d'eau régularisé gagné de :

	8 %	10 %	12 %
Coût DA/M ³	2,05	2,52	3,02

Tableau récapitulatif :

Désignation	8 %	10 %	12 %
1 Nouveau Barrages			
- Gargar	0,85	1,10	1,38
- Cheurfa	1,80	2,33	2,92
2 Surélévations			
- K'sob	2,39	3,06	3,81
- Zardezas	5,32	6,78	8,47
3 Dragage	2,05	2,52	3,02

5 CONCLUSIONS

5.1 Le problème de l'évaluation du taux de sédiments

Le taux de sédiments est un élément très important dans la conception du barrage puisque, c'est d'après son évaluation que l'on détermine les moyens de lutte contre l'envasement. S'il est difficile aujourd'hui d'avoir une idée précise des taux d'envasement pour les nouveaux barrages, par contre pour les anciens barrages les levés bathymétriques effectués nous donnent des indications précieuses. Ainsi donc si l'on prend le cas de oued Fodda ; le taux admis lors de la réalisation du barrage était de 500 000 M³/an ; or si l'on prend les différents levés bathymétriques les résultats se présentent comme suit :

1974 capacité 143
1986 capacité 132

- ▲ Apports solides sur 12 ans (1774 - 1786), 11 millions de M³ soit 0,9 millions de M³/an.
- ▲ Apports solides depuis la mise en service du barrage (jusqu'à 1986) 96 millions de M³ soit 1,8 millions de M³/an.
- ▲ Apports solides depuis la mise en service jusqu'à 1974, 85 Millions de M³ soit 2,02 Hm³ /an.

Il serait intéressant de connaître les raisons de la réduction de l'apport solide annuel. Y a-t-il un lien avec le procédé d'exploitation du barrage, du fait de l'utilisation pendant ces dernières années des pertuis de dévasement pour assurer les lâchers d'irrigation ?

Autre exemple, le barrage de Béni Bahdel où des levés bathymétriques effectués en 1974 et 1986 ne laissent apparaître aucune diminution de la capacité.

5.2 Le choix du moyen de lutte contre l'envasement

- Les chasses et l'utilisation des courants de densité, si elles constituent un moyen souvent efficace pour l'évacuation des sédiments, il n'en demeure pas moins qu'elles sont consommatrices de quantités importantes d'eau souvent plus de 10 M³ d'eau pour 1 M³ de vase, ce qui est une contrainte majeure pour un pays comme l'Algérie. De plus, l'aménagement de plus en plus important des oueds, fait que le problème est seulement transféré (cas de Ouizert, Bouhanifia et Fergoug).
- La réalisation de nouveaux barrages est une solution intéressante, lorsque les conditions techniques le permettent (existence d'un site faisable). Avec le développement des techniques, les possibilités sont plus larges. Dans ce cadre on peut citer le cas de Cheurfas, autrefois abandonné, et aujourd'hui réalisé dans de bonnes conditions. De nouveaux barrages sont envisagés par l'Administration à l'amont de Fodda (Koudiat Rosfa) ; du K'Sob (Zerazria).

- Les surélévations ont constitué en Algérie, des solutions seulement pour les barrages en béton (K'Sob et Zardezas), pour les barrages en terre ou en enrochement, les surélévations sont réalisées par le réhaussement des seuils d'évacuateurs de crues (cas de Bakhadda déjà réalisé, et Ghrib envisagé).

- L'évolution des techniques de dragage et notamment la réduction du rapport Eau - Vase qui n'est plus que de 1 M³ d'eau pour 1 M³ de vase (cas du Fergoug devasé en 1990), semble une solution attrayante particulièrement pour les retenues moyenne.

On voit donc que l'Ingénieur a devant lui, un éventail de solutions, assez large pour déterminer le moyen le plus approprié pour lutter contre l'envasement des retenues. Et aucune solution ne constitue a priori, la marche à suivre.

Il envisage les moyens de lutte en fonction de l'état de l'érosion du bassin versant du barrage. Cet état pouvant être la situation actuelle ou celle découlant d'un programme d'aménagement du bassin.

L'aménagement des bassins versants reste sans doute le moyen le plus efficace, pour lutter contre l'envasement. Mais les travaux ne peuvent généralement se justifier économiquement s'ils sont réalisés seulement pour protéger les barrages contre l'envasement, ils ne peuvent être retenus que dans une stratégie de développement global.

Les services de forêts en Algérie, ont préparé et préparent encore des schémas directeurs pour l'aménagement des bassins versants des barrages.

Selon une évaluation de ces mêmes services, les superficies des bassins versants des barrages à traiter varient entre 10 et 50% de la superficie totale des bassins versants des barrages en exploitation, ce qui représente près d'un million et demi d'hectare. Il y a lieu de noter que le rythme de reboisement enregistré à ce jour est de 50 000 Ha/an. Cette opération de longue haleine concernerait surtout les petits bassins versants ou les barrages récemment construits, avec des gardes d'envasement de 30 à 50 ans ①

6 BIBLIOGRAPHIE

- [1] Méthodes de calcul de la sédimentation dans les lacs réservoirs P H I Janvier 86.
- [2] Envasement et désenvasement des retenues. P N U D Octobre 1986.
- [3] Documents de XIX Congrès International des Grands Barrages "Eléments de Technologie des Barrages Algériens" 1952.
- [4] Réparation et confortement des grands barrages en exploitation - Etude Lahmeyer 1984.
- [5] Rapport du IV Congrès International des Grands Barrages.