

L'ENVASEMENT DES BARRAGES: QUELQUES EXEMPLES ALGERIENS

Par

REMINI Boualem
Maître de conférences
Université de BLIDA
Algérie

RESUME

L'Algérie enregistre une pluviométrie moyenne annuelle évaluée à 100 milliards de m³, sur lesquels les eaux de ruissellement ou écoulements superficiels représentent environ 12,5 milliards de m³, le reste des précipitations se partage entre évaporation et infiltration dans le sol. Aujourd'hui, l'Algérie dispose de plus de 110 barrages en exploitation totalisant une capacité de 4,5 milliards de m³ et permettant de régulariser un volume annuel de 2 milliards de m³ utilisées pour l'A.E.P., l'industrie et l'irrigation. Or du fait de l'érosion assez sensible (pluie de courte durée, de forte intensité, absence du couvert végétal et relief assez jeune ...), l'Algérie perd annuellement une capacité estimée à 20 millions de m³ par le dépôt des sédiments dans les retenues. La majorité des barrages en Algérie ont une durée de vie de l'ordre d'une trentaine d'années. Il est rare cependant, que l'on puisse admettre à l'issue d'une période aussi courte, l'abandon d'un aménagement hydraulique particulièrement lorsqu'il s'agit de réservoirs destinés à l'adduction en eau potable ou l'irrigation dont les intérêts socio-économiques justifient une garantie de service illimitée. Il importe donc, non seulement de prévoir le rythme de comblement de la retenue de façon aussi précise que possible, de manière à prendre les dispositions économiques et sociales qui s'imposent mais aussi et surtout de sauvegarder au maximum l'existence de la retenue en luttant contre ce phénomène.

Nous avons abordé dans cette étude, l'importance de l'envasement dans les retenues de barrages en Algérie, et la mise en évidence du rôle joué par la dégradation du bassin versant amont dans ce comblement, les problèmes posés par ce phénomène sont abordés à partir d'exemples Algériens. La réduction de la capacité de la retenue et l'obturation des organes de vidange sont des menaces qui pèsent lourdement sur la rentabilité des infrastructures hydrotechniques quand ce n'est pas sur la sécurité même de l'ouvrage.

Mots clés: Envasement - Barrage - Algérie - Obturation - Vidange.

INTRODUCTION

Dans de nombreux pays du monde, le transport des sédiments dans le réseau hydrographique des bassins versants et leur dépôt dans les retenues pose aux exploitants des barrages des problèmes dont la résolution ne peut qu'être onéreuse. Non seulement la capacité utile est progressivement réduite au fur et à mesure que les sédiments se déposent dans la retenue mais encore l'enlèvement de la vase est une opération délicate et difficile, qui bien souvent exige que la retenue soit hors service, ce qui est pratiquement impossible dans les pays arides et semi-arides. Dans l'un et l'autre cas, il en résulte des dommages considérables à l'environnement et une mise en péril de l'économie du projet.

REDUCTION DE LA CAPACITE DE LA RETENUE

Cette réduction de la capacité de stockage de l'eau est sans aucun doute la conséquence la plus dramatique de l'envasement: chaque année le fond vaseux évolue et se consolide avec occupation d'un volume considérable de la retenue.

La quantité de sédiments déposés dans les 110 barrages Algériens était évaluée à $560 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ en 1995 soit un taux de comblement de 12,5 %; elle sera de $650 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ en l'an 2000, soit un taux de comblement de 14,5 %. A titre d'exemple, la capacité initiale du barrage de GHRIB (Médéa) était de $280 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ en 1939 et n'était plus que de $109 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ en 1977.

Une projection a été faite pour l'an 2010, d'où il ressort que certains barrages comme par exemple ceux du FERGOUG et des ZARDEZAS finiront par périr si des dispositions radicales ne sont pas prises.

Les barrages de OUED EL FODDA, GHRIB, BOUHANIFIA, K'SOB et FOUM EL GHERZA ne pourront plus garantir les quantités d'eau potable et d'irrigation nécessaires (tableau 1).

Tableau 1. Capacités de certains barrages Algériens en l'an 2010.

Barrages	Capacité initiale (10^6 m^3)	Quantité de vase en 2010 (10^6 m^3)
Fergoug	18	31
Zardezas	31	37
Oued El Fodda	228	82
Ghrib	280	227
K'sob	11,6	11,1
Foum El Gherza	47	39,5

Nous avons étudié l'évolution de la capacité utile de l'eau en fonction de la hauteur dans les retenues des barrages de BOUHANIFIA, FOUM EL GHERZA, OUED EL FODDA, FERGOUG.

a) Barrage de FERGOUG

L'envasement de la retenue du barrage de FERGOUG I (ancien barrage: 1885-1926) a réduit la capacité utile de 27.10^6 m^3 à 14.10^6 m^3 durant les 31 ans d'exploitation, soit un volume de vase égal à 13.10^6 m^3 .

Concernant la retenue du barrage de FERGOUG actuel, la capacité utile se trouve ainsi réduite de 17.10^6 m^3 en 1970 à 12.10^6 m^3 en 1973 et à 4.10^6 m^3 en 1985, ce qui représente respectivement un volume de vase de 5 et 13.10^6 m^3 équivalent en définitif à un taux de comblement de 80 % ce qui a amené les services concernés à dévaser le barrage à partir de l'année 1986, par le procédé de dragage.

b) Barrage de FOUM EL GHERZA

La sédimentation accélérée de la retenue a été évidente dès le début de la réalisation du barrage, le batardeau amont ayant été complètement comblé en deux ans (1948-1950); par la suite, elle a provoqué une montée rapide du toit de vase, soit plus de 35 mètres en 40 années d'exploitation qui représente un volume de vase égal à $18,5.10^6 \text{ m}^3$. Nous estimons la capacité de la retenue en 1995 à 24.10^6 m^3 , soit un comblement de plus de 50 %.

c) Barrage de OUED EL FODDA

Du fait de l'envasement intensif qui affecte la retenue de OUED EL FODDA, la capacité initiale évaluée à 228.10^6 m^3 en 1932 s'est retrouvée à 130.10^6 m^3 en 1986 et 112.10^6 m^3 en 1994. Le toit de la vase près des vannettes est à environ 36 mètres du fond, soit un taux de comblement évalué à 50 % en 1994.

d) Barrage de BOUHANIFIA

C'est dans le but de réduire la vitesse de comblement et ainsi prolonger la durée de vie du barrage de FERGOUG que le barrage de BOUHANIFIA a été réalisé à l'amont. Malheureusement ce barrage s'est retrouvé face à une sédimentation accélérée qui a réduit sa capacité de 73 à 47.10^6 m^3 durant la période 1940-1986, soit une vitesse moyenne de sédimentation égale à $0,56.10^6 \text{ m}^3/\text{an}$. Nous estimons le dépôt des sédiments à 31.10^6 m^3 en 1995, soit un volume d'eau restant de 42.10^6 m^3 et un taux d'envasement de 42 %.

OBTURATION DES ORGANES DE VIDANGE

Un autre danger présenté par l'envasement est celui du non fonctionnement des organes de vidange de fond. Le cas du barrage de OUED EL FODDA (Chleff) peut servir d'exemple: en effet, la vanne de fond a été bloquée depuis 1948 et elle se trouve maintenant sous plus de 40 mètres de vase; toute opération de vidange de la retenue est de ce fait impossible.

Un autre cas à signaler pourrait être celui du barrage de FOUM EL GHERZA (Biskra) où la vanne de fond a été bloquée de 1982 à 1989.

SECURITE DE L'OUVRAGE

Indépendamment du problème de la diminution de la capacité du réservoir, l'envasement pose celui de la stabilité de l'ouvrage: on sait que pour une variation linéaire de la hauteur de la vase, la poussée progresse au carré de la hauteur. La densité de la vase peut atteindre 1,6.

A titre d'exemple, pour le barrage des ZARDEZAS, les services concernés ont diminué le volume de l'eau claire de 9.10^6 m^3 en 1990 uniquement pour assurer la sécurité de l'ouvrage: bien évidemment, cela s'est fait au détriment de l'approvisionnement de la population de la ville de Skikda et du périmètre du Saf-saf. Le volume régularisé qui était de 20.10^6 m^3 s'est trouvé réduit à environ 10.10^6 m^3 .

Un autre exemple à signaler est celui du barrage de FERGOUG I. La commission chargée de déterminer les causes de la rupture survenue en 1927 a noté dans son rapport: «Avant la rupture, le débit évacué par le déversoir a été si élevé qu'il a du régner près du barrage un courant qui a contrarié la décantation de la vase, de telle sorte que pendant cette période, la partie supérieure de la digue 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 dont on n'a pas pu déterminer la teneur en vase, mais d'après les renseignements qu'on possède sur le débit solide de oued El Hammam et d'après les résultats de prélèvement 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 »

ENVASEMENT DES CANAUX D'IRRIGATION

Le dépôt des sédiments dans une retenue de barrage destinée à l'irrigation, pose le problème de comblement du réseau (des canaux) d'irrigation se trouvant à l'aval du barrage, en effet dans les pays arides et semi-arides, l'irrigation se fait généralement par de l'eau chargée en sédiments, c'est ainsi que ces particules fines vont se déposer dans les canaux réduisant leurs sections mouillées et bien sur le débit d'eau véhiculée. Le curage et le nettoyage des canaux devient une opération quotidienne. BOUVARD M. (1983) a indiqué que l'irrigation avec de l'eau chargée aux Etats Unis, en Tunisie et au Niger a provoqué le plus souvent une détérioration rapide du réseau d'irrigation.

MOYENS DE LUTTE CONTRE L'ENVASEMENT UTILISES EN ALGERIE

La majorité des barrages en Algérie ont une durée de vie de l'ordre d'une trentaine d'année. Il est rare cependant, que l'on puisse admettre à l'issue d'une période aussi courte, l'abondance d'un aménagement hydraulique particulièrement lorsqu'il s'agit de réservoirs destinés à l'adduction en eau potable ou l'irrigation dont les intérêts socio-économiques justifient une garantie de service illimitée. Il importe donc, non seulement de prévoir le rythme de comblement de la retenue de façon aussi précise que possible, de manière à prendre les dispositions économiques et sociales qui s'imposent mais aussi et surtout de sauvegarder au maximum l'existence de la retenue en luttant contre ce phénomène utilisés en Algérie. Nous pouvons citer:

a) le reboisement, la restauration des sols la formation des banquettes, la plantation de végétation à longues tiges dans les oueds. Il est à noter que les tamaris qui ont poussé à l'amont des barrages de Bouhanifia, du Fergoug, de Cheurfas constituent de véritables pièges à sédiments.

Dans le cadre de la protection des bassins, un programme spécial a été lancé par les services des forêts. Il s'agirait de traiter une superficie de 1,5 millions d'hectares d'ici l'an 2010. Soit un rythme de réalisation de 67000 ha/an. Les coûts sont évalués à environ 16 milliards de DA.

b) Réalisation de barrage de décantation

Il existe un cas en Algérie, c'est le cas du barrage de Boughezoul qui est exploité partiellement comme bassin de décantation du barrage de Ghrib. Ce barrage a permis de retenir depuis sa création environ $35 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ de vase. Il réduit l'envasement de Ghrib de près de 24 %.

c) Surélévation des barrages:

Cette technique a été réalisée sur cinq barrages: Fergoug, Mefrouch, Bakhada, K'sob, Zardézas. La surélévation des barrages permet d'augmenter la capacité de la retenue et donc de compenser la valeur envasée.

- Barrage du Hamiz (wilaya de Boumerdes)

Barrage construit en 1879 en vue de l'irrigation du périmètre de Mitidja est. L'envasement accéléré de la retenue a permis à l'administration en 1883 de surélever de 7 m pour porter sa capacité à $23 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

- Barrage des Zardézas

Il a été mis en eau en 1945, sa hauteur de 37 m lui permet d'assurer un volume de $14,9 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Du fait de l'envasement accéléré, la capacité du barrage est passé de $7,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ en 1974. En 1977, la hauteur du barrage a été portée à 45 m (12, 5 m de plus). Le volume ainsi obtenu est de $31 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

- Barrage de K'sob

Barrage de capacité de $11,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ pour une hauteur de 32 m, construit en 1939 pour l'irrigation du périmètre de K'sob. Du fait de la progression de l'envasement de la retenue, la capacité a été réduite à moins de $4 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. En 1975, la hauteur du barrage a été portée à 43 m (15 m de plus) pour porter sa capacité à $31 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

d) Chasses dites à l'Espagnole

Méthode utilisée pendant les premières crues pour les barrages de moindre importance (tel que barrage du barrage Hamiz, Beni Amrane, K'sob,...).

Cette méthode est efficace quand elle est possible. Elle consiste à vider complètement le barrage au début de l'automne et à le laisser vide, toutes vannes ouvertes, jusqu'aux premières pluies. La première crue enlève sans difficulté les vases de l'année non encore consolidées.

e) Soutirage des courants de densité

Le soutirage des courants de densité a donné des résultats spectaculaires en Algérie. Cette méthode est utilisée aux barrages d'Ighil Emda et Oued El Fodda.

- Barrage d'Ighil Emda

Le barrage d'Ighil Emda est de capacité $156 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ à la cote 532 m au-dessus du niveau de la mer. Il a été mis en eau en 1953.

Notons que près de 50 % de vases ont été soutirés grâce au système de soutirage à savoir sur $88.773.564 \text{ m}^3$ d'apports solides jusqu'à l'année 84. Seulement $45.657.458 \text{ m}^3$ ont réussi à se décanter et se consolider alors que $43.116.106 \text{ m}^3$ ont été soutirés.

- Barrage de Oued El Fodda

Il a été mis en service en 1932 avec une capacité initiale de 28 M de m^3 . Devant la progression de l'envasement de la retenue et ce qui a entraîné le blocage de la vanne de fond, le barrage a été percé de 04 vannettes de dévasement (opérationnelles en 1961). Ce système a permis d'évacuer de 1961 jusqu'à 1993 environ 12 M de m^3 de vase.

- Barrage de Foum El Gherza

Grâce à la vanne de fond $600\,000 \text{ m}^3$ de vase ont été évacuées de 1989 jusqu'à 1993. Notons que de 1982 jusqu'à 1989, la vanne a été bloquée par la vase.

f) Dragage des barrages

A travers l'expérience algérienne, le dragage s'est avéré une solution sure mise à part les difficultés de mise en dépôt et le coût. Jusqu'à maintenant, l'Algérie a procédé à un dragage sur quatre barrages:

Le barrage des Cheurfas ($10 \cdot 10^6 \text{ m}^3$), le barrage de Sig ($2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$), barrage de Fergoug et Hamiz.

L'Algérie a acquit en 1989 un matériel complexe de dragage à savoir une drague suceuse refouleuse baptisée « Rezoug Youcef ».

Cette drague, d'un poids total de 300 t est conçue pour refouler à une hauteur de 28 m dans une conduite de 700 mm avec un débit maximum de mixture (vase + eau) de 1600 l/s et pour draguer à une profondeur de 3 à 16 m.

Le tableau 2 résume le volume total de vase extrait du barrage de Fergoug jusqu'à 1992.

Tableau 2. Vase évacuée par le dragage 1992

Barrage	Fergoug
Capacité théorique du barrage	18 M de m^3
Capacité avant dévasement	3,9 M de m^3
Volume de vase	14,1 M de m^3
Volume dévasé ($d = 1,6$)	6,5 M de m^3
Profondeur maximale de dévasement	16 m
Quantité d'eau utilisée	7 M de m^3

CONCLUSION

L'importance du transport solide en Algérie se traduit par un comblement rapide des retenues diminuant considérablement leur durée de vie.

Il importe donc, non seulement de prévoir le rythme de comblement de la retenue de façon aussi précise que possible de manière à prendre les dispositions économiques et sociales qui s'imposent mais aussi et surtout de développer certaines techniques d'études pour améliorer les méthodes de lutte contre l'alluvionnement.

Notre intention était, dans cette présentation rapide de donner une idée sur l'ampleur de ce phénomène particulièrement spectaculaire en Afrique du Nord. Il est devenu actuellement une réelle menace pour l'infrastructure hydrotechnique, tant au niveau de la réduction rapide de la capacité utile du barrage qu'à celui de la sécurité de l'ouvrage lui-même. Ce phénomène doit être une partie prenante dans la préparation d'un projet de faisabilité d'un barrage en Algérie.

REFERENCES

GRAF.W.H -1983- « The hydraulics of réservoir sédimentation ».Water power et deam construction .April. pp. 45-52.

TOUAT M.-1991- Contribution à l'étude de la sédimentation des barrages en Algérie. Actes du colloque sur l'érosion des sols et l'envasement des barrages. Alger 1-3 décembre. 7 pages.

SAIDI -1991- Erosion spécifique et prévision de l'envasement des barrages. Actes du colloque sur l'érosion des sols et l'envasement des barrages. Alger 1-3 décembre.pp.204-226.

HEUSH.B et MILLIES.L -1971-Une méthodologie pour estimer l'écoulement et l'érosion dans un bassin: application au Maghreb. Revue mine et géologie (Rabat) N° 99. PP. 21-30.

CHADI A. -1990-«L'envasement des retenues de barrages ».Séminaire :Stratégie de gestion des eaux. Horizon 2010.Alger 28- 29 et 30 Mai. 7 pages.

HADJI.T et CHADI.A -1991- Quelques aspects sur l'envasement des retenues Algériennes. Colloque sur l'érosion des sols et l'envasement des barrages. Alger les 1,2 et 3 Décembre. 18 pages.

BOUVARD M. -1983- Ouvrages de dérivation et transport solide. Revue la Houille blanche N° ¾ pp.247-253.

REMINI B., KETTAB A., HIHAT H. 1995-. Envasement du barrage d'IGHIL EMDA (Algérie). Revue Internationale de l'eau: La Houille Blanche n° 2/3, pp.23-28

REMINI B. , AVENARD J-M. , KETTAB A. - 1996 - Le barrage d'IGHIL EMDA (Algérie) I- Les courants de densité dans la retenue. Les Annales Maghrébines de l'Ingénieur, Tunis, avril, Vol. 10 ., 9 fig., 7 photos, pp.53-67.

REMINI B. , AVENARD J-M. , KETTAB A. - 1994 - Mesures de l'envasement dans la retenue du barrage d'IGHIL EMDA (Algérie). Revue Marocaine de Génie Civil, . 14 p., 6 fig., 4 photos.