ENVASEMENT DES BARRAGES : CAS DU BARRAGE DE OUED EL FODDA

Par
Boualem REMINI
Chargé de cours, Institut de Génie Rural, Université de Blida
Ahmed KETTAB
Professeur, Ecole Nationale Polytechnique

Résumé

Le présent article traite du problème de l'alluvionnement des barrages en Algérie et plus particulièrement celui du barrage de Oued El Fodda et les moyens engagés pour lutter contre ce phénomène tel que le soutirage des courants de densité par les vannes de dévasement.

Mots clés : envasement - barrage - soutirage - oued El Fodda.

1 INTRODUCTION

Laissées à leur cours naturel, les rivières transportent progressivement, jusqu'à la mer, des quantités importantes de sédiments arrachés aux versants par ruissellement des eaux de pluie. En aménageant ces cours d'eau par la construction des barrages, on modifie le transit naturel de ces sédiments qui sont piégés dans les eaux calmes des retenues, qu'elles comblent progressivement avec le temps. A terme, cela pose de graves problèmes pour le maintien et la préservation du potentiel hydraulique mobilisé à un prix de revient élevé.

Ce phénomène connu sous le nom "*envasement des retenues*" est, sans aucun doute, la conséquence la plus dramatique de l'érosion des bassins versants et c'est aussi la cause principale de la réduction de la capacité des réservoirs de notre pays, où l'eau, de part son insuffisance et sa mauvaise répartition, constitue un facteur qui entrave notre développement économique.

Il est intéressant de noter que, chaque année, l'infrastructure hydraulique algérienne, est amputée d'une capacité estimée à 20 millions de m^3. Ce qui correspond à la capacité d'un barrage tel que celui de Fergoug (Ouest algérien). En effet, la majorité des barrages algériens 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'abondon d'un aménagement hydraulique, particulièrement lorsqu'il s'agit de réservoirs destinés à l'adduction en eau potable ou à l'irrigation dont les intérêts socio-économiques justifient une garantie de service illimitée.

Parmi les procédés de lutte contre ce phénomène sont schématiquement préconisés deux aspects : *prévention et dévasement.*

Le premier aspect consiste à empêcher l'arrivée des sédiments dans la retenue. Il s'agit du traitement du bassin versant et du lit majeur du cours d'eau. A titre d'exemple, on peut citer quelques méthodes utilisées en Algérie :

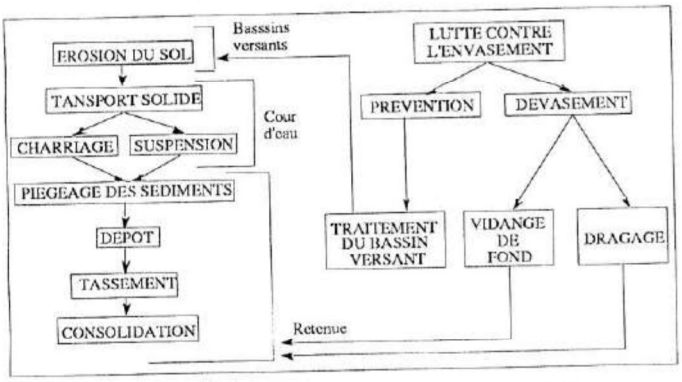
- ▲ Le reboisement, la restauration des sols, la formation des banquettes, la création de petits barrages en gabions dans les talwegs, la création de plages d'épandage, la plantation de cultures suivant les courbes de niveau.
- ▲ La plantation de végétation à longues tiges dans les oueds.

Il est à noter que les tamis qui ont poussé à l'amont des barrages de Bou Hanifia, du Fergoug et de Cheurfas, constituent de véritables pièges à sédiments.

Le second aspect utilise, d'une part, l'évacuation des sédiments par vidange de fond et l'emploi des courants de densité par soutirage sélectif et, d'autre part, le dévasement mécanique. Nous en citerons :

- ▼ Les chasses dites à l'espagnole, méthode utilisée pendant les premières crues pour les barrages de moindre importance et à régularisation annuelle. (barrages du Hamiz, de Beni Amrane)
- ▼ Les chasses de dévasement par les vidanges de fond à barrage plein (méthode utilisée sur la plupart des barrages algériens).
- ▼ Le soutirage des courants de densité grâce aux vannet-

PROCESSUS DE L'ENVASEMENT
ET MOYENS DE LUTTE



tes de dévasement (méthode utilisée sur le barrage Ighil Emda, Sidi Mohamed Ben Aouda).

Ces différents moyens de chasses employés seuls, se sont avérés inopérants et insuffisants au regard de l'ampleur des volumes de matériaux solides charriés ou en suspension. Il fallait donc leur associer un système plus fiable qui est le dragage.

Ce procédé est le plus couramment utilisé, notamment lorsque les consignes d'exploitation interdisent toute perte d'eau. (Méthode utilisée sur les barrages de Cheurfas, de Fergoug et de Hamiz).

2 SITUATION DU BARRAGE

Le barrage de l'Oued El Fodda est un barrage poids en béton édifié sur l'Oued du même nom, se situant dans le périmètre du moyen Chellif. Il a pour but l'irrigation et l'alimentation en eau potable.

3 HISTORIQUE DU BARRAGE

Le barrage de l'Oued El Fodda est le premier en date des grands ouvrages modernes construits en Algérie. Sa construction fut commencée en 1928, avec comme maître d'œuvre l'entreprise Dufour.

Suite à un incident qui avait détruit les installations du chantier en 1929, les travaux furent repris par l'entreprise Campenon-Bernard en 1931. La mise en eau eut lieu en 1932.

4 CARACTERISTIQUES DU BARRAGE

Les caractéristiques du barrage de l'Oued El Fodda sont :

- ✔ Barrage poids en béton
- ✔ Volume du corps du barrage 273 000 m^3
- ✔ Côte de la retenue normale 370.5 m
- ✔ Capacité initiale 228 hm^3

5 HYDROLOGIE DU BASSIN VERSANT

a) Caractéristiques physiques du bassin versant

La superficie du bassin versant est de 800 km^2, sa longueur est de 2.48 km, son altitude varie entre 280 et 1985 m, l'altitude moyenne est de 838 m, son relief est vigoureux, son coefficient de ruissellement moyen est de 22%. Au total, on a 55% du terrain crétacé et 45% du terrain essentiellement marneux. Le pourcentage du reboisement est 30%, faible pour une région au relief abrupt. La forêt se trouve d'ailleurs localisée dans les terrains crétacés qui sont les plus résistants à l'érosion.

b) Données climatiques

La température moyenne annuelle est d'environ 15° avec une température minimale égale à 10° et une température maximale égale à 44°

c) Précipitations

La pluviométrie moyenne annuelle est de 600 mm/an.

6 ETUDE DES APPORTS

- ▲ L'apport moyen annuel de l'Oued El Fodda est de 82.76 hm^3.
- ▲ L'apport annuel maximum enregistré a été de 167.055 hm^3 en 1945/1946.
- ▲ L'apport minimum a été de 11.72 hm^3.

La plus forte crue connue a été estimée à 400 m^3/s.

Evaporations

A partir des observations de quatre (04) années, l'évaporation moyenne annuelle est de 6.5 hm^3/an.

Apports Solides

A notre connaissance, il n'existe pas de stations hydrométriques à l'amont du barrage. On a jugé intéressant d'estimer les apports solides à partir des mesures bathymétriques effectuées sur la cuvette. Il ressort de ces dernières que la cuvette reçoit en moyenne chaque année 2.31 hm^3 de sédiments. Le barrage de l'Oued El Fodda est classé parmi les premiers barrages touchés par l'envasement en Algérie.

Le tableau ci-après donne un aperçu sur le taux d'abrasion pour quelques barrages algériens.

Nom du Barrage	Date de mise en service	Oued	(m^3 /Km^2 / an)
Zardezass	1977	Saf-Saf	1.825
Ghrib	1939	Chlef	129
Oued Fodda	1932	Fodda	2.233
Ighil Emda	1954	Agrioum	2.558
Foum El Gherza	1950	El Abiod	· 454
S.M.B.A(*)	1978	Mina	160.41
Bouhanifia	1944	Hammam	118
B.Bahdal	1944	Tafna	106
Mefrouch	1940	Mefrouch	205

(*) Sidi Mohamed Ben Aouda

7 ETUDE DE L'ENVASEMENT

a) Relevés des fonds de la retenue

Jusqu'en 1950 les relevés ont été effectués par sondage à la main pour déterminer un nombre limité de profils en travers.

A partir de 1950 et jusqu'en 1961, les relevés ont été réalisés au moyen d'un appareil à ultra-sons qui enregistre l'écho à vitesse constante produite par un oscillateur à magnéto-suriction.

En 1964, suite à un marché avec la compagnie générale de géophysique (France), le relevé a été fait par l'appareillage Sparker, procédé de sismique réflexion à enregistrement continu.

Les relevés de 1974 et 1986 ont été élaborés par la compagnie de géophysique (France) et traités par Géokart (Pologne) dans le cadre d'un marché signé avec l'A.N.B (Agence Nationale des Barrages en Algérie).

b) Etude des caractéristiques de la vase

b.1/ Analyse granulométrique

La vase se caractérise par l'extrême finesse de ses particules, avec en moyenne :

- 90% d'éléments inférieurs à 10 µ
- 50% d'éléments inférieurs à 1 µ

b.2/ Limite de liquidité

Systématiquement supérieure à 60% et pouvant atteindre 78%.

b.3/ Teneur en eau

De la surface du toit de vase jusqu'à une profondeur de 35 m, elles décroissent régulièrement de 130 à 50%.

b.4/ Densités apparentes

Croissent de 1.40 à 1.60 et même 1.70 au fur et à mesure que l'on s'enfonce dans la vase.

En moyenne, pour 1 m^3 de vase en place, on a une tonne de matière solide et 0.6 tonne d'eau.

c) Origine des sédiments

Schématiquement, le bassin versant est, du moins pour sa surface, constitué par 50% de flysch dans sa partie nord et par 50% de marnes dans sa partie sud (partie amont).

La comparaison de la composition des vases prélevées et celle de la formation géologique fournissait une quantité de matières proportionnelle à la surface qu'elle occupe.

On peut estimer que 80% des apports proviennent des marnes du sud.

La combinaison des caractères géologiques et physiques du bassin versant montrerait donc que seule une partie réduite de la surface du bassin (environ 20%) fournirait l'essentiel des apports solides.

d) Evolution de la vase

L'évolution de la vitesse de l'envasement en fonction du temps (Env. = f(t)) pour le barrage de l'oued El Fodha donnée par la représentation graphique (Figure 1) est divisée en trois phases :

✔ Première phase avec deux sous-périodes :

- 1932-1944 : départ à retenue vide, le remplissage répond à une dynamique telle que les éléments grossiers (graviers, sables) se déposent à l'entrée et que les particules plus fines se sédimentent dans la retenue.
  Lorsqu'une forte accumulation de particules fines s'est produite il peut y avoir apparition de courants de densité, ce qui a pour effet d'entraîner les grains très fins beaucoup plus loin, voire jusqu'au pied de la digue.

- 1944-1948 : les sédiments fins, juste à l'amont de la digue, sont efficacement soutirés par la vanne de fond (freinage de l'accumulation).

✔ Deuxième phase : de 1948 à 1961. La vanne de fond s'étant bloquée, il y a eu remplissage de la fosse, puis accumulation linéaire.

✔ Troisième phase : de 1961 à 1993. La mise en place d'un dévasement par captage des courants de densité (5 vannettes de dévasement dont une à une hauteur supérieure aux quatre autres) a diminué la vitesse de sédimentation.

e) Moyens de lutte contre l'envasement

Le seul moyen utilisé pour lutter contre l'envasement est l'évaluation des courants de densité par les cinq pertuis de dévasement mentionnés ci-dessus.

Pour le soutirage de vase, la règle générale est d'évacuer les eaux chargées de densité supérieure à 1.070.

A l'arrivée d'une crue dans la retenue, on fait des prélèvements pour mesurer la densité au niveau des quatre vannes et lorsque l'eau atteint la densité de 1.070 on ouvre une vanne, puis éventuellement une seconde et ainsi de suite jusqu'à diminution de la densité que l'on continue de mesurer à intervalle régulier (généralement une heure). On arrête les opérations de soutirage dès que la densité retombe en dessous de 1.070. Grâce à ce dispositif, une quantité de plus de 30 millions de m^3 de vase a pu être évacuée en 25 ans (période 1961-1986).

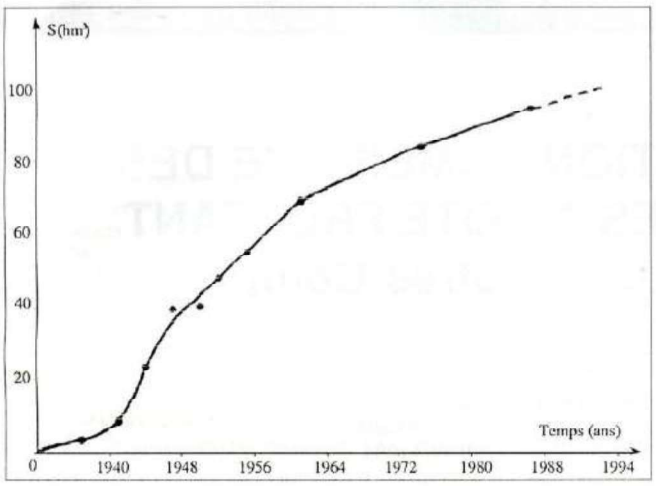


Figure 1 : Barrage de l'Oued Fodda. Courbe : Envasement = F (temps).

Il faut signaler en outre que cette poussée importante de vase risque un jour de destabiliser le barrage ❺

BIBLIOGRAPHIE

[1] PNUD : "*Envasement et dévasement des retenues*". Octobre 1986.

[2] A. Chadi : "*Erosion des sols et envasement des barrages*". Revue Algérie EQUIPEMENT n°5, Juillet 1992.

[3] B. Remini : "*Processus d'envasement des barrages et moyens de lutte*". Revue Algérie EQUIPEMENT n°8, Avril 1993.

[4] *Maîtrise de l'alluvionnement des retenues*. Bulletin 67 CIGB, Janvier 1989.

8 CONCLUSION

La sédimentation du réservoir de l'Oued El Fodda pose de graves problèmes pour l'ouvrage. 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. A titre d'exemple, la capacité initiale, qui était de 228 millions de m^3, n'est plus aujourd'hui que de 130 millions de m^3. L'envasement a rendu inopérant les organes de vidange de fond (et cela depuis 1948) qui se trouvent aujourd'hui sous plus de 40 m de vase et toute opération de vidange de la retenue est de ce fait impossible.

[5] B. Remini, A. Kettab et M. Berkani : "*Impact des rouleaux de recirculation sur l'envasement du barrage de Beni Amrane*". Revue Algérie EQUIPEMENT n° 6, Octobre 1992.

[6] A. Saïdi : "*Erosion spécifique et prévision de l'envasement*". Colloque sur l'érosion des sols et l'envasement des barrages.

[7] B. Remini : "*Etude hydrodynamique du mécanisme d'envasement*". Thèse de Magister, ENP 1990.

☞ POUR ANNONCER VOS SEMINAIRES, RENCONTRES,...

PROFITEZ DU SERVICE (GRATUIT) DE NOTRE RUBRIQUE

RENDEZ-VOUS

➪ POUR INSERER UNE ANNONCE DANS CETTE RUBRIQUE
ECRIVEZ-NOUS DES MAINTENANT.