

LA TECHNIQUE DU BARRAGE DE CHASSE EN ALGERIE

THE TECHNICAL OF THE EVACUATION DAM ALGERIAN

Boualem REMINI * et J. M. AVENARD **

* Charge de cours, Université de Blida, Lot 253 Baraki, Alger, Algérie

** Professeur, Université de Louis Pasteur, UFR de géographie, Strasbourg, France

Résumé

Suite au phénomène de l'envasement, l'infrastructure hydrotechnique Algérienne est amputée annuellement d'une capacité de $20 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Plusieurs remèdes ont été utilisés pour minimiser la vitesse de sédimentation.

La technique du barrage de chasse, placé à l'amont du barrage à protéger contre l'envasement, peut augmenter considérablement l'efficacité de l'évacuation des sédiments par les pertuis de vidange; cependant, la non maîtrise de la technique du soutirage (appliquée en deux barrages à la fois) risque au contraire d'accélérer l'envasement de la retenue. Ce cas s'est reproduit au barrage de FERGOUG où l'envasement s'est accéléré après avoir construit le barrage de BOUHANIFIA, juste à l'amont de celui de FERGOUG: les manoeuvres des vannes du barrage principal (FERGOUG) se font après dépôt et consolidation au fond de la retenue de quantités élevées de vases provenant du barrage de BOUHANIFIA (grâce aux vannes de chasses).

Mots-clés: Envasement - Barrage de chasse - FERGOUG - BOUHANIFIA- Soutirage - Sédiments

Abstract

Because the sedimentation phenomenon, the Algerian's hydrotechnic infrastructure is yearly amputated to a capacity of $20 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. More remedies are be utilised for minimise this phenomenon. The technical of evacuation dam putted in upper of the one we protect against the sedimentation can increase considerably an efficacy to the evacuation of sediments by the draining sluices; still the no control of the technical of the drawing off (applied in two dams at same time), venture at contrary to accelerate the sedimentation of the reservoir.

This case is reproduced at dam of Fergoug when the sedimentation is accelerated after the construction to the dam of Bouhanifia at upper of Fergoug. The manoeuvrings to gates of principal dam (Fergoug) is doing after that the high quantity to mud issuing to Bouhanifia's dam (grace at the gates of evacuation) are laid and consolidated at bottom of reservoir.

Key words: Sedimentation - Evacuation's dam - Fergoug - Bouhanifia - Drawing off - Sediments.

1-PROBLEMATIQUE

Du fait de la forte accélération de l'envasement qui menace les barrages Algériens, les services d'exploitation pratiquent un soutirage des sédiments par les pertuis de vidange. Le rendement de ces opérations peut être augmenté par la création d'ondes de crues artificielles provenant d'un barrage de chasse construit à l'amont du barrage à protéger. Cependant, la non maîtrise de cette technique peut être néfaste et conduit forcément à un comblement rapide du barrage principal: la construction du barrage de chasse de Bouhanifia, en amont du barrage de Fergoug, avait pour but de minimiser la sédimentation dans ce dernier, mais, finalement, l'envasement a été extrêmement rapide, ainsi que notre étude va tenter de l'expliquer après un rapide rappel sur l'utilisation de la « technique du barrage de chasse ».

2- AMPLEUR DU PHENOMENE DE L'ENVASEMENT

L'Algérie dispose de plus de 107 barrages en exploitation totalisant une capacité de 4,6 milliards de mètres cube et permettant de régulariser un volume annuel de 2 milliards de mètres cubes utilisés pour l'adduction en eau potable, l'industrie et l'irrigation. Or, du fait de l'érosion (pluies de courte durée, de forte intensité, absence du couvert végétal et relief assez jeune etc.), l'Algérie perd annuellement une capacité estimée à 20 millions de mètres cube par le dépôt de sédiments dans les retenues [1].

Le tableau n° 1 permet de se faire une idée sur l'importance du mal qui affecte l'ensemble des barrages [1].

Tableau n°1- Capacités de certains barrages Algériens (source A. N. B.)

Barrage	Année de la mise en eau	Capacité initiale en millions de m ³	Capacité en 1993 en millions de m ³
Oued El Fodda	1932	228	129
Ghrib	1939	280	158
Foum El Gherza	1950	47	24
Hamiz	1935	21	15.5
Bouhanifia	1948	73	49.6
Bougezoul	1934	55	33
Beni Bahdel	1952	63	56

Outre le problème de la diminution de la capacité du réservoir, l'envasement pose le problème de la stabilité des ouvrages. A titre d'information pour le barrage de ZARDEZAS (Est d'Algérie), les services d'hydraulique ont diminué le volume de l'eau claire de 9 milliards de mètres cube en 1990, uniquement pour assurer la sécurité de l'ouvrage. Bien entendu, cela s'est fait au détriment de l'approvisionnement de la population de Skikda et du périmètre du Saf-Saf. Le volume régularisé, qui était de 20 millions de mètres cube, se trouve réduit à environ 10 millions de mètres cube.

Un autre danger présenté par l'envasement est celui du non fonctionnement des organes de vidanges de fond. Le cas du barrage d'Oued El Fodda est à signaler. En effet, la vanne de fond est bloquée depuis 1948 et elle se trouve maintenant sous plus de 40 mètres de

vases, ce qui rend toute opération de vidange impossible à réaliser. L'autre cas à signaler est celui du barrage de Foum El Gherza (Sud Algérien) où la vanne de fond est restée bloquée de 1982 à 1989.

3- LA TECHNIQUE DU SOUTIRAGE

La technique du soutirage peut être un moyen efficace de lutte contre l'envasement des barrages en Algérie, compte tenu de la présence des courants de densité dans l'ensemble des retenues. Son rendement peut atteindre 70% des apports solides totaux qui entrent dans la retenue (70 % des sédiments entrants sont ainsi évacués)[2][3][4].

La pratique de ce moyen de lutte exige une perte d'eau dont la quantité dépend principalement du mode de manoeuvre des vannes.

Nous avons dressé les tableaux des concentrations qui ont été enregistrées pendant certaines opérations de vidanges (tableaux 2 et 3).

Tableau 2- Rapport entre l'eau et les sédiments évacués par les vannes de fond.

Barrage	Rapport eau / sédiments évacués par les vannes de fond
K'sob	4 à 10
Ghrib	4 à 10
Beni Amrane	20 à 50
Ighil Emda	10 à 21
Erraguene	3 à 8
Oued El Fodda	4 à 10

Tableau 3 : Vase évacuée par les vannes de fond de quelques barrages Algériens durant l'année 1991-1992.

Barrage	Volume de vase évacué (densité 1,6) $10^6 m^3$	Volume $10^6 m^3$ d'eau perdue
Fergoug	0,09	0,87
Sidi M'hamed Ben Aouda	0,0162	0,115
Ghrib	0,0287	0,14
Beni Amrane	4,045	228
K'sob	0,14	3,4

4- LA TECHNIQUE DU BARRAGE DE CHASSE

Le rendement des opérations de soutirage peut être augmenté par la création d'ondes de crues artificielles provenant d'un barrage de chasse, réalisé à l'amont du barrage à protéger. Cependant, la non maîtrise de cette technique peut être néfaste et conduire à un comblement

celui de Fergoug avait pour but de minimiser la sédimentation dans ce dernier, mais finalement l'envasement a été extrêmement rapide.

Selon DUQUENNOIS H. [5], l'opération doit comporter deux phases distinctes: le « transport approche » et le « transport de dégravement »:

4-1-Le transport "approche"

Le « transport approche » consiste à remettre en suspension les dépôts de la zone de marnage et à les transporter par ondes de crues artificielles vers l'aval de la retenue. Les silts et argiles réémulsionnés se propagent sous forme d'un courant de densité jusqu'au pied du barrage et seront soutirés par les pertuis de vidange de l'ouvrage. Par contre, les matériaux grossiers se remettent en mouvement et viennent former un nouveau remous solide plus rapproché du barrage que le « delta » primitif. Pour cette classe granulométrique, il n'y a pas évacuation, mais simple transport d'amont en aval.

4-2-Le transport "dégravement"

Le « transport dégravement » permet d'évacuer les matériaux hors de la réserve au moyen de chasses faites avec un coefficient de remplissage décroissant, l'onde de crue artificielle parcourt alors toute la longueur de la retenue et recrée par érosion régressive un chenal dans la masse des sédiments.

Dans cette ultérieure phase, la technique proposée rejoint donc la méthode Espagnole de dévasement, mais avec une efficacité accrue grâce à la possibilité de mettre en oeuvre des débits liquides considérables animés d'une grande puissance hydraulique.

La mise en application de cette technique (« approche » et « dégravement ») nécessite l'équipement du barrage principal d'organes de vidange constitués à la fois par des vannettes, pour le soutirage des courants de densité, et par des vannes de dégravement de grande section. L'auteur de la méthode préconise des vannes de 4 m × 4 m au minimum. Les réservoirs de chasse doivent permettre la libération quasi instantanée d'un débit très important susceptible de provoquer une forte onde de crue et l'écoulement des sédiments dans la retenue de barrage à protéger s'en trouve modifié.

4-3-Principe de la technique (fig. 1)

Le barrage de chasse transforme les faibles débits en provenance de l'oued en ondes à grand débit au moyen des vannes de fond qui provoquent :

- d'une part un courant de densité de concentration élevée (formé par des particules fines filtrées - diamètre inférieur à 2 μ m- provenant de la retenue du barrage de chasse - et des particules remaniées dans la retenue principale),
- d'autre part une érosion régressive des dépôts de sédiments grossiers (sables, graviers) dans les zones II et III, qui sont ainsi transportés vers la zone I.

Les manoeuvres des vannes du barrage principal à protéger doivent être exécutées au moment opportun, sinon toute la masse solide se consolide et les opérations de soutirage deviennent de plus en plus compliquées avec un risque de voir une obturation des vannes.

Cette technique est envisagée surtout pour les réservoirs qui ont atteint un degré avancé de l'envasement. Son inconvénient réside dans le choix du site de l'emplacement du barrage de chasse.

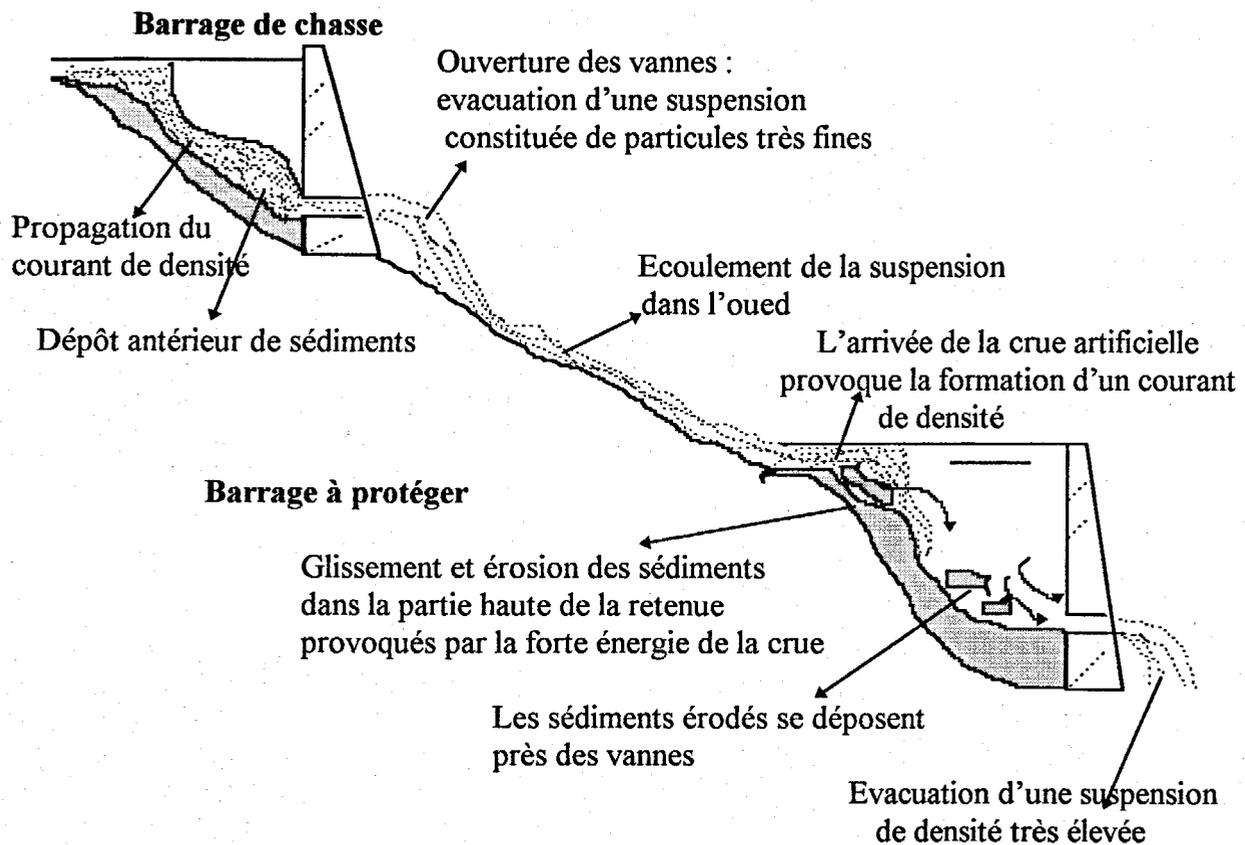


Fig. 1 : Fonctionnement d'un barrage de chasse.

5-IMPACT DU BARRAGE DE BOUHANIFIA SUR L'ENVAISEMENT DU BARRAGE DE FERGOUG.

5-1-Situation des barrages de Fergoug et Bouhanifia

Le barrage de Fergoug est situé au nord ouest de l'Algérie sur l'oued Habra immédiatement en aval du confluent de l'oued El Hammam près de la ville de Mohammadia à environ 80 km d'Oran, et à 60 km en amont se trouve le barrage de Bouhanifia (Fig. 2).

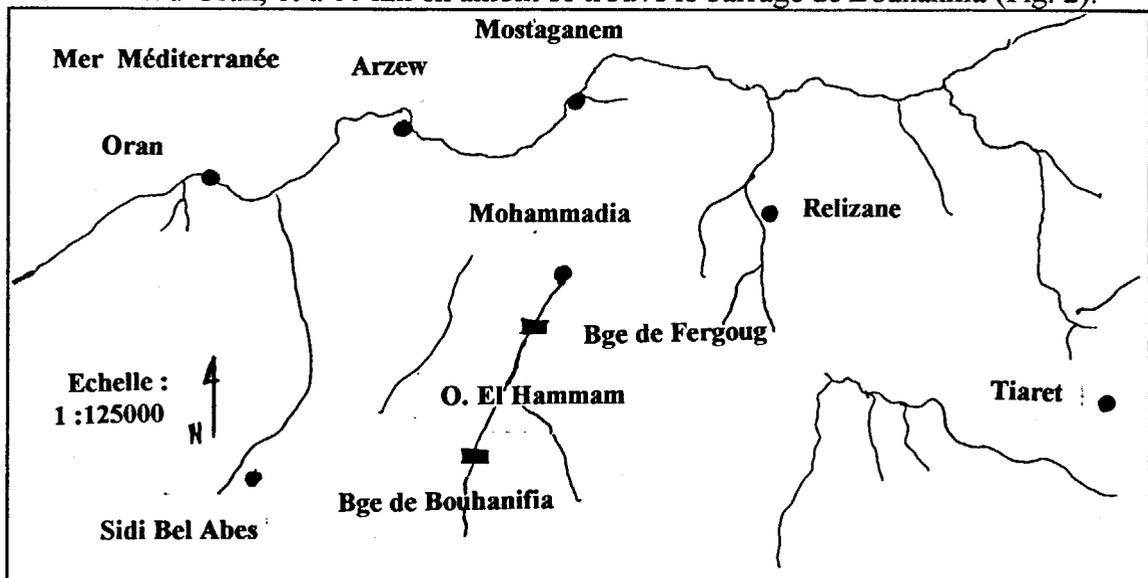


Fig. 2 : Situation des barrages

5-2 Le bassin versant (Fig. 3)

Le bassin versant de l'oued El Hammam au barrage Fergoug présente une forme sensiblement allongée, la superficie est de 7954 km³ pour un périmètre de 446 km. L'oued principal prend sa source à 16 km au sud-ouest de Ras-El-Ma à une altitude de 1200 m suivant une direction sud-ouest nord-est et reçoit ses principaux affluents à la station hydrométrique des trois rivières. Il longe toute la partie des monts des Beni Chougrane, après avoir drainé dans son haut cours les monts de Daya et Saida, et se perd ensuite dans la plaine marécageuse de l'Habra tout en alimentant les nappes aquifères à la base des alluvions et des sables.

Les conditions physiques, géomorphologiques et hydro-climatiques sont des facteurs qui favorisent le déclenchement et l'accélération de l'érosion.

Lithologie

La vallée de l'oued El Hammam est barrée en deux points paléogéographiques. Elle est située dans le sillon sud Tellien: région tectonique complexe où la sédimentation a donné des roches imperméables et compressibles (argiles et marnes) ou très perméables et peu cohérentes à l'exception de quelques bancs durs de grès, puddings et sables plus ou moins cimentés, dans la bordure nord (monts des Beni Chougrane). On constate ici la prédominance de marnes de couleurs noire, grise et jaune ocre (sableuse). La bordure est (mont de Saida) est constituée de dolomies surmontant des calcaires. Au centre de la plaine de Ghriss, on trouve un remplissage d'argiles et marne grises et verts. Le sud (monts de Daya) est couvert de marnes et de grès sur un socle rigide allant des monts de Tlemcen à ceux de Saida.

La végétation

Le couvert végétal est d'autant plus efficace qu'il amortit considérablement le rebondissement de la terre lors de l'impact des gouttes d'eau sur le sol, qu'il recouvre une forte proportion du terrain au moment d'une forte précipitation, qu'il ralentit le ruissellement et qu'il participe directement à la pédogenèse. La couverture végétale couvre 60% du bassin versant, à part quelques taches de forêts bien dégradées. Nous constatons la prédominance du maraîchage et des cultures céréalières dans les parties sud et sud-est de notre bassin versant.

Le couvert végétal est pratiquement inexistant sur les zones marneuses et généralement peu dense sur les reliefs.

La situation actuelle des Beni Chougrane se caractérise par l'importance des terres labourables, par une faible couverture végétale apparemment forestière et fruitière et par l'importance des terres de parcours dont une grande partie est dégradée. Cet état de fait se traduit par une mauvaise occupation du sol, un taux de recouvrement très faible et au nivellement progressif du terrain.

Les pentes

Le relief s'élève dans l'ensemble du nord vers le sud, passant de 600-700 m à 900-1000 m, s'avancant des monts de Saida au sud jusqu'au barrage du Fergoug au nord.

Les fortes pentes apparaissent dans la zone des formations relativement résistantes à prédominance gréseuse (bordure sud du bassin versant). Les collines disséquées aux reliefs abrupts apparaissent sur les marnes et contrastent par leur rigidité avec les pentes relativement douces des argiles helvétiques qu'on observe sur la partie nord du bassin.

On peut dire que les différentes classes de pente correspondent à des types de reliefs bien déterminés où la lithologie est très sensible à l'érosion.

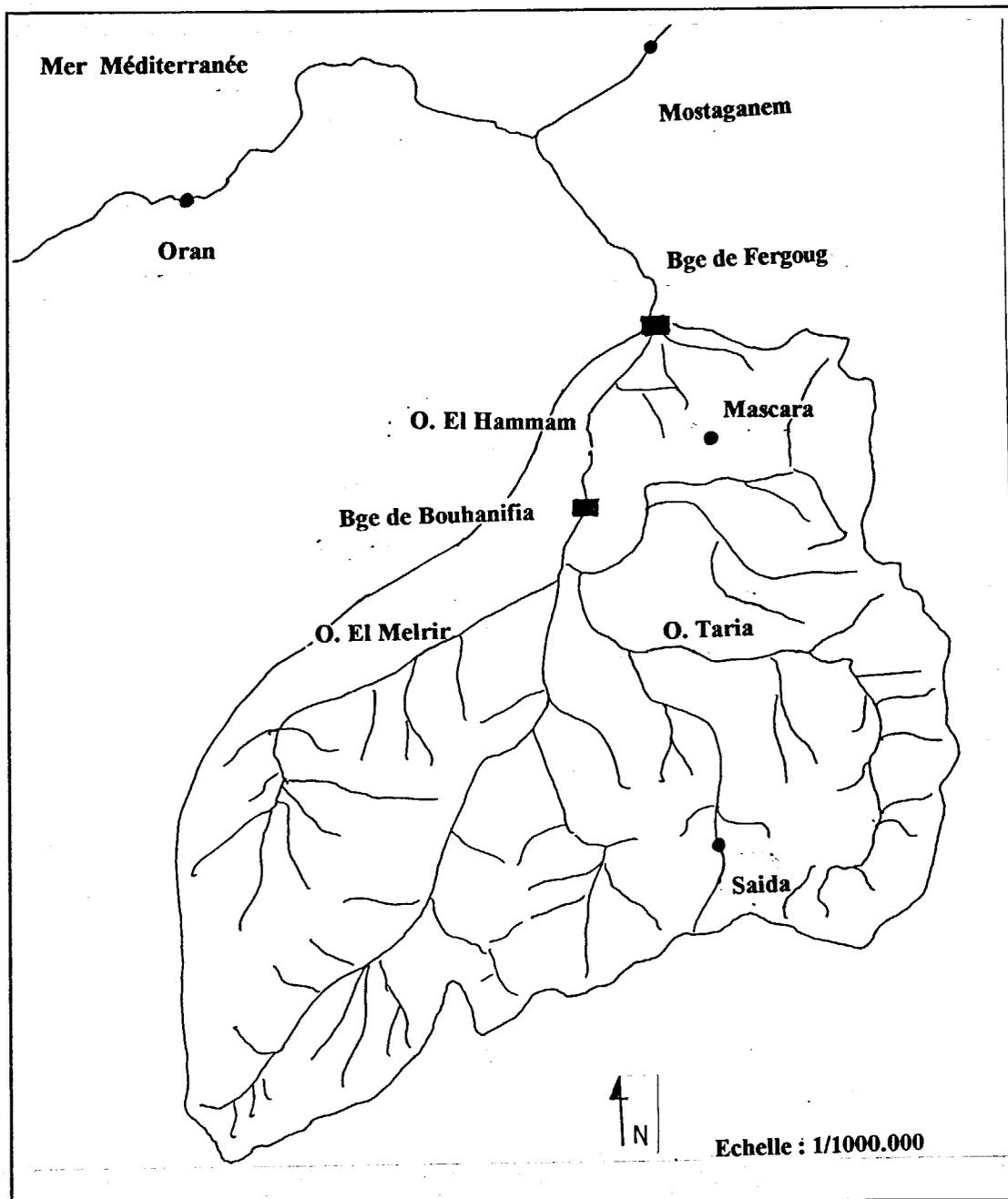


Fig. 3 : Le Bassin versant de l'oued El Hammam

Les caractéristiques climatiques

La hauteur des précipitations diminue rapidement quand on progresse vers le sud du bassin versant. Ainsi, presque la totalité du bassin reçoit en moyenne moins de 500 mm/an, ne dépassant guère 600 mm dans les plaines. Elles varient de 500 à 700 mm dans les monts de Saïda et de 350 à 600 mm dans les monts des Beni Chougrane.

Dans l'ensemble, le régime climatique de la région est caractérisé par une saison froide relativement tempérée, durant laquelle tombent presque toutes les pluies, suivie d'une période sèche avec quelques orages et pluies torrentielles. Ces différents facteurs précités conduisent à une érosion intense du bassin de l'oued El Hammam. Les particules arrivant dans la retenue du barrage de Bouhanifia ont été prises au niveau de la conduite de vidange, à 1 km et à 5 km en amont du barrage, pour subir une analyse géotechnique.

5-3-Conséquences des opérations de chasse du barrage de Bouhanifia sur l'envasement du barrage de Fergoug

Nous considérons que l'accélération de l'envasement dans la retenue de FERGOUG ; avec un taux de comblement de 90 % en 1989, n'est pas due uniquement au dépôt des sédiments provenant du bassin versant de l'oued El Hammam, mais surtout à la mauvaise pratique du soutirage dans le barrage de BOUHANIFIA, réalisé en 1940 à l'amont de celui de FERGOUG dans le but de provoquer des ondes de crues artificielles pour transporter les matériaux solides vers l'aval. [1] Pour confirmer cette hypothèse, nous avons effectué une étude sur les quantités de mixtures évacuées et les apports d'eau au niveau du barrage de FERGOUG durant la période de 1978-1993. Les résultats obtenus sont représentés sur les figures 4 et 5.

Variations mensuelles des apports liquides et solides

Il est intéressant de constater que les quantités importantes d'apports arrivant dans la retenue de Fergoug durant les mois de juin, juillet, août et septembre (saison sèche), ne peuvent provenir que des lâchés effectués au niveau du barrage de BOUHANIFIA (fig. 6). Cette mixture évacuée est en réalité très chargée en particules fines puisque le barrage de BOUHANIFIA joue le rôle d'un « tamis »: les particules grossières restent dans la cuvette et les sédiments fins sont évacués dans l'oued El Hammam, avec une concentration très élevée à la suite d'une mauvaise pratique de la technique du soutirage au niveau du barrage de BOUHANIFIA puisque les manoeuvres des vannes se font après décantation et consolidation des sédiments apportés durant la saison humide.

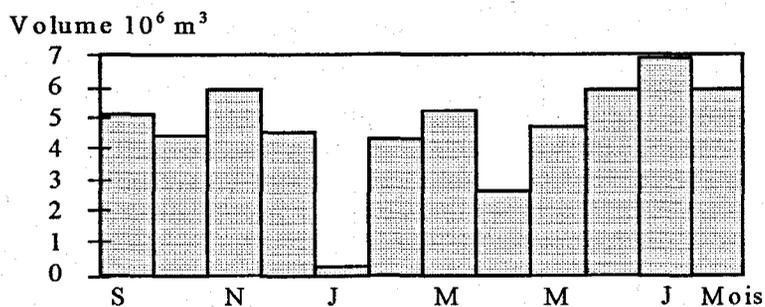


Fig .4- Barrage de Fergoug. Apports liquides mensuels (periode 1978-1993)

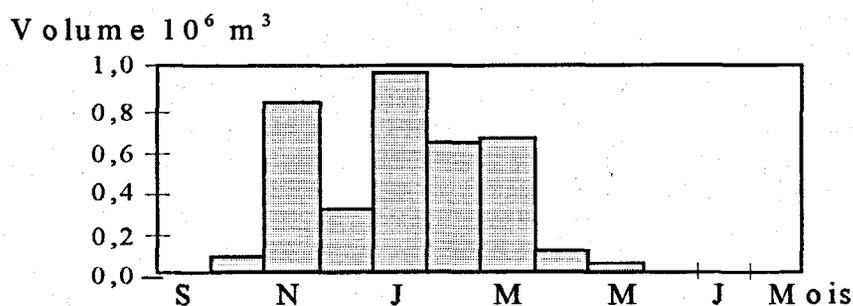


Fig. 5 : Barrage de Fergoug. Quantité mensuelle de suspensions soutirées (période 1978-1993).

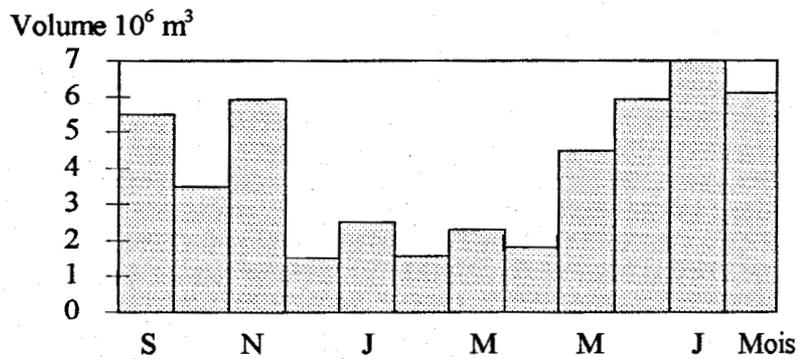


Fig. 6 : Barrage de Bouhanifia. Quantité de suspension mensuelle soutirée.

A l'entrée du réservoir de FERGOUG, les matériaux fins sont drainés sous forme d'un courant de densité jusqu'au pied du barrage, et les travaux de KORSO K. (1984) [6] ont confirmé que les courants de densité se forment dans la retenue de FERGOUG et plus particulièrement dans la branche de l'oued El Hammam.

Durant la même période, soit de juin à septembre, pratiquement aucun soutirage n'a été effectué dans le barrage de FERGOUG, ce qui a favorisé la décantation et accéléré la consolidation des sédiments provenant des lâchés de BOUHANIFIA (fig. 7).

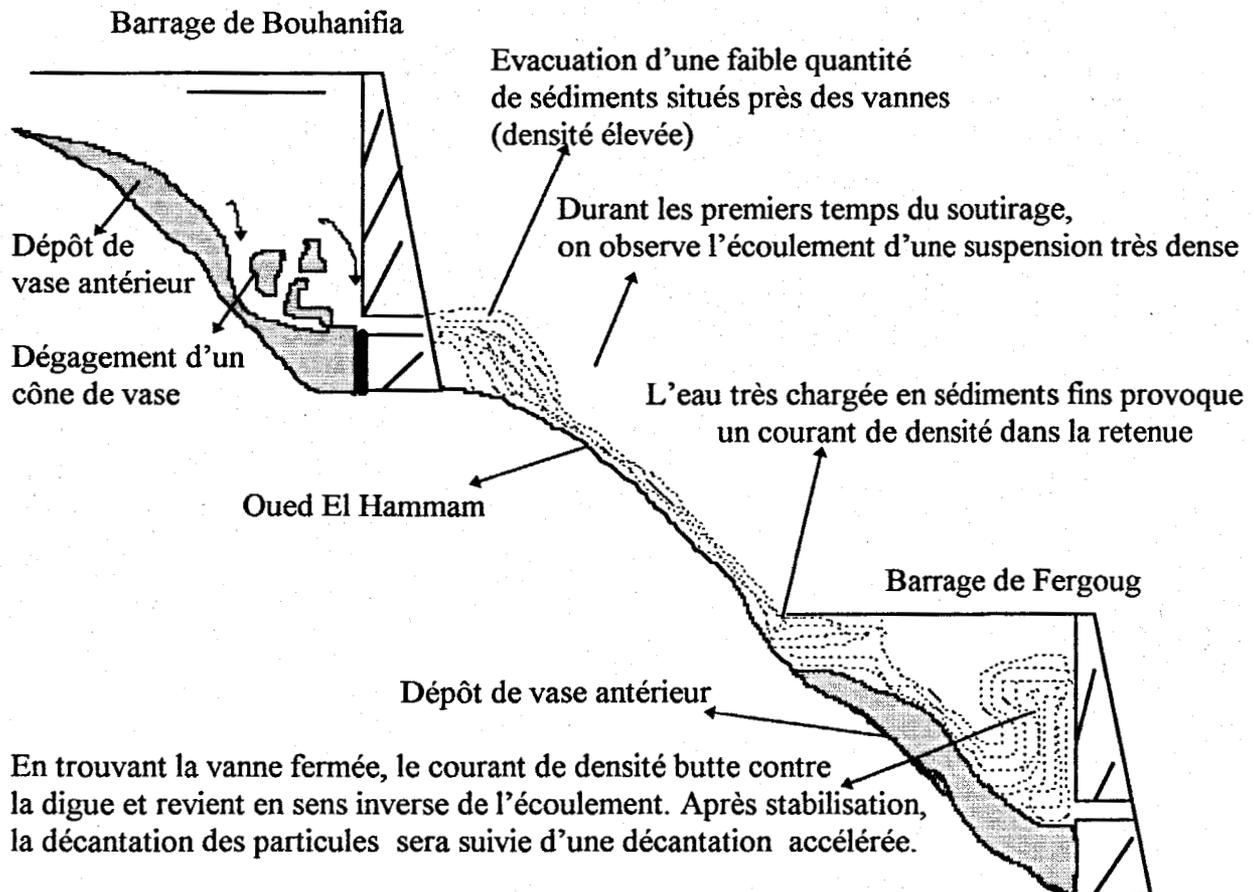


Fig.7 : Pratique de la technique du soutirage dans les retenues des barrages de Bouhanifia et Fergoug pendant la période de juin à septembre

Si nous examinons le soutirage du mois de Janvier, nous remarquons que la quantité soutirée au niveau du barrage de FERGOUG est environ 5 fois plus grande que l'apport liquide, ce qui a engendré uniquement le dégagement d'un cône de vase avec une perte d'eau considérable dans le barrage de FERGOUG et un dépôt accéléré dans la retenue de BOUHANIFIA (fig.8).

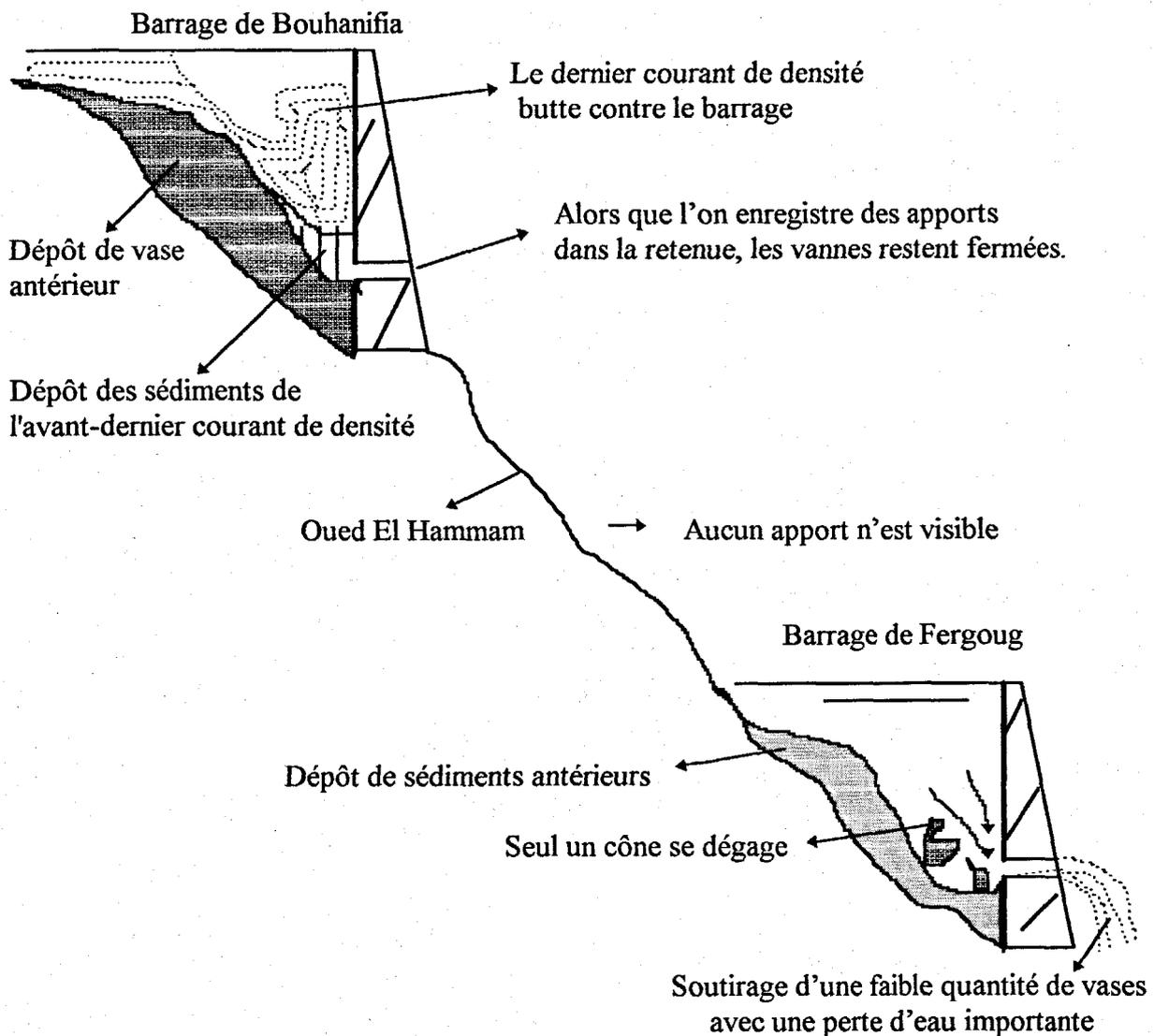


Fig. 8 : Pratique de la technique du soutirage dans les retenues des barrages de Bouhanifia et Fergoug pendant le mois de janvier.

Variations annuelles des apports liquides et solides

Les apports liquides annuels et la suspension soutirée annuellement au niveau du barrage de FERGOUG sont représentés sur les figures 9 et 10. Ces apports ne proviennent que des lâchés du barrage de BOUHANIFIA (fig. 11). Nous avons analysé la pratique de la technique du soutirage au barrage de FERGOUG durant 4 années successives (1981-1985). Il en ressort que pendant l'année 1981-1982, aucun soutirage n'a été effectué, ce qui a provoqué un dépôt important de sédiments dans la retenue. Le soutirage de l'année 1982-1983 a donc été moins efficace en raison de la nécessité du dégagement d'un cône de vase au pied du barrage. L'opération a été répétée au cours de l'année 1983-1984 durant laquelle il n'y avait pratiquement pas de soutirage des sédiments drainés par les courants de densité (provoqués

par les fortes crues artificielles provenant du barrage de BOUHANIFIA), qui sont restés piégés sur le fond de la retenue. Plus de $10 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ de suspensions ont été évacuées durant l'année 1984-1985, ce qui a certainement provoqué une érosion de la vase située dans un rayon faible à proximité de la vanne.

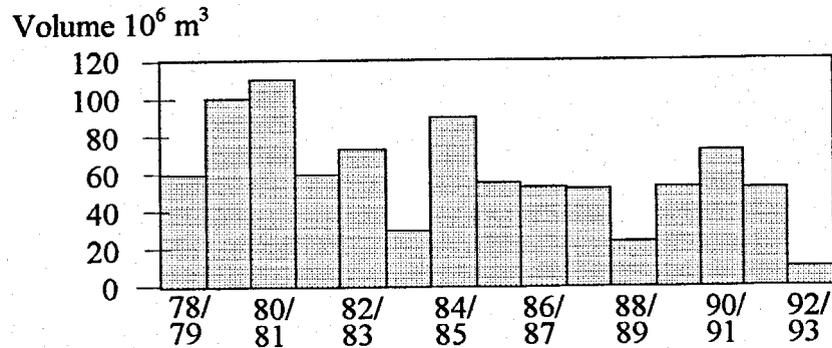


Fig.9 : Barrage de Fergoug. Variation des apports liquides (période 1978-1993).

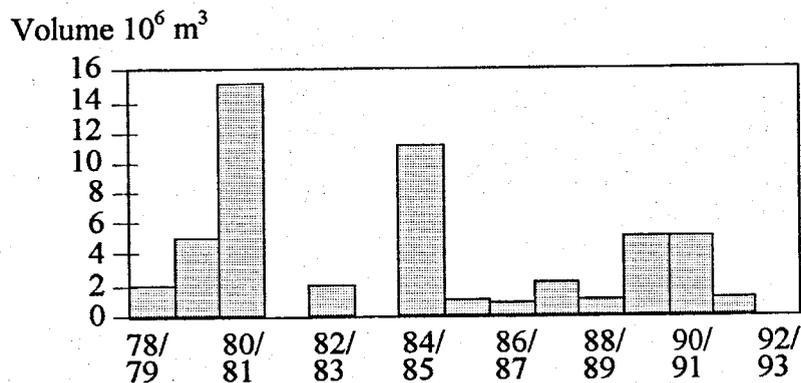


Fig. 10 : Barrage de Fergoug. Quantité de suspensions soutirées (période 1978-1993).

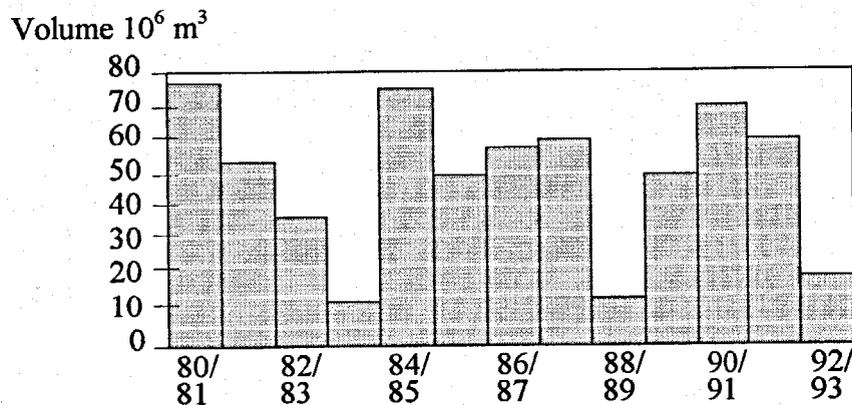


Fig. 11 : Barrage de Bouhanifia. Quantité annuelle de suspensions soutirées (période 1980-1993).

CONCLUSION

Le barrage de Fergoug est destiné à l'adduction en eau potable et à l'irrigation. Il régularise un volume de 9,3 millions de mètres cube par an, envasé actuellement (en 1997) à 80 %. La majorité des sédiments proviennent du barrage de Bouhanifia et se sont consolidés au fond de la retenue suite à la non ouverture des vannes au moment de l'arrivée des crues artificielles.

La création d'ondes de crues artificielles provenant d'un barrage de chasse est un moyen efficace d'éroder la vase et de la transporter jusqu'aux vannes du barrage principal à protéger pour pouvoir ensuite la soutirer par les pertuis de vidange de ce dernier. Cependant, au delà de la difficulté de bien choisir le site de ce barrage de chasse, il est indispensable que la technique du soutirage soit parfaitement maîtrisée. En effet, pour avoir une bonne efficacité, il faut que:

- le barrage principal soit équipé de vannes de grandes dimensions (par exemple 4 . 4 m), pour permettre l'évacuation d'un maximum de sédiments;
- les manoeuvres des vannes du barrage principal se fassent juste après l'arrivée de la crue artificielle.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] REMINI B., 1997. Envasement des retenues de barrages en Algérie: importance, mécanisme et moyen de lutte par la technique du soutirage. *Doctorat d'état, Ecole Nationale Polytechnique d'Alger*, mars 1997, 342 p.
- [2] REMINI B., AVENARAD J. M. et KETTAB A., 1997. La technique du soutirage en Algérie: un moyen de lutte contre l'envasement des retenues de barrages. *Revue Technique Sciences et Méthodes n° 3*, mars, pp. 69-76.
- [3] REMINI.B et al., 1995. Soutirage des sédiments par les vannes de fond. *Communication présentée au 2^{ème} colloque Nature, climat environnement: « L'eau: une réalité, une urgence, un défi »*. Association pour la recherche sur le climat et l'environnement (A. R. C. E) Oran, 24-25 Dec. 1995, 5 p. et 5 fig.
- [4] REMINI.B et al., 1994. L'évolution de l'envasement et l'évacuation des sédiments par les vannes de fond dans le barrage d'IGHIL EMDA (Algérie). *In: Actes du premier Séminaire National d'hydrologie (5-7 Décembre 1994)*, C.U Biskra. Institut d'hydrologie p 19-38, 11 fig.
- [5] DUQUENNOIS H., 1957. Lutte contre la sédimentation des barrages réservoirs - barrage d'IGHIL EMDA. *Electricité et gaz d'Algérie. Compte rendu N° 4, Année 1956-1957*. 22 p.
- [6] KORSO K., 1986. Contribution à l'analyse du processus de la sédimentation dans la retenue du barrage de FERGOUG. *Thèse de Magister. U.S.T.O.* 141 pages.

**RESEAU
EROSION**



Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION

Pour citer cet article / How to cite this article

Remini, B.; Avenard, J. M. - La technique du barrage de chasse en Algérie / The technical of the evacuation dam algerian, pp. 333-344, Bulletin du RESEAU EROSION n° 17, 1997.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : beep@ird.fr