



Cit this: JOWSET, 2017 (02), N°02, 226-232

The siltation of the Meurad dam (Algeria): a century and a half of management

Remini Boualem^{*1}, Mokaddem Fatma Zohra¹

^[1] Département des Sciences de l'Eau et Environnement, Faculté de Technologie, Université Blida1, Blida 9000, Algérie.

* Corresponding author. E-mail address: reminib@yahoo.fr, mokaddem@yahoo.fr

In Algeria, the phenomenon records high values, since twenty dams are threatened by rapid siltation. However, more than 30 dams have a low rate of siltation. Our study focuses on the siltation of the Meurad Dam. On the basis of bathymetric survey data and investigations carried out on the dam site, it appears that the sedimentation rate of the Meurad dam is 0.0053 million m³/year. Currently, the Meurad dam is silted more than 75%. At 150 years old, the Meurad dam is classified as the oldest Algerian dam. The lifespan of the dam can be extended if a desilting was programmed. The extraction of 1 million m³ of silt by dredging technique allows the dam to run several more years.

Received: 16 May 2017

Accepted: 12 December 2017

Available online: 13 December 2017

Keywords:

Meurad dam

Silting

Water

Desilting

Introduction

Dans les régions arides et semi arides, l'érosion des sols enregistrent des valeurs les plus élevées de la planète. Demmak (1982) [1] a estimé que plus de 180 millions de tonnes de sédiments sont érodés annuellement des bassins versants du nord Algérien. Un volume appréciable estimé à 65 millions de m³ se dépose chaque année dans les 74 barrages en exploitation [2]. Il est à rappeler qu'une part de cette masse de terre provienne de sapements des berges des oueds. Un tel phénomène n'a jamais fait l'objet d'une quantification [3-4]. L'envasement se manifeste en périodes de crues et plus particulièrement durant les premières crues d'automne. Dans ce cas, les eaux qui s'écoulent sur des sols secs drainent une quantité appréciable en particules fines arrachées facilement au sol. Durant cette période, les oueds véhiculent une eau de couleur jaunâtre ou noirâtre synonyme de la présence de particules fines dont la concentration dépasse facilement les 100 g/l [5-6]. Aujourd'hui, le phénomène de l'envasement est devenu une menace réelle pour les barrages situés dans les régions arides et pose énormément de problèmes pour les

gestionnaires de barrages. Si aujourd'hui, il existe une vingtaine de barrages qui sont à un stade très avancé en envasement, cependant, il existe des barrages qui sont peu envasés. Notre étude examine l'évolution de l'envasement du barrage de Meurad, un barrage d'une capacité de 1 million de m³, mais qui est en service depuis plus d'un siècle et demi.

Materiel et Méthodes

Situation et caractéristique du barrage de Meurad

Le barrage de Meurad est situé à 45 km à vol d'oiseau à l'ouest d'Alger (fig. 1). Le barrage de Meurad a été construit sur l'Oued Boudjebroune dans la wilaya de Tipaza. D'une capacité de 1 millions de m³, le barrage Meurad réalisé en enrochement a été mis en service en 1860 (fig. 2 et 3). Considéré comme le plus vieux barrage en Algérie, le barrage de Meurad a été construit à l'exutoire du bassin versant de l'oued Djebroune. Avec une hauteur de 30 m et une longueur de 106 m, le barrage de Meurad possède une capacité de 1 million de m³. Le barrage de Meurad est situé à l'exécutoire du bassin versant de l'oued Djebroune d'une superficie de 18 km² qui draine un apport liquide moyen de 1.5 million de m³.

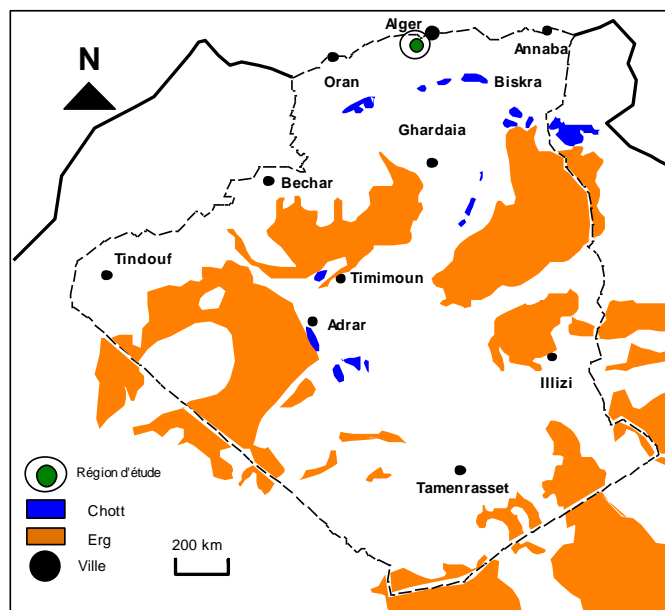


Fig.1 : Localisation des barrages Meurad (Remini, 2016)



Fig. 2 : Une vue du barrage de Meurad (photo. Bensafia, 2012)



Fig. 3 : Lac du barrage de Meurad (photo. Mokeddem, 2016)

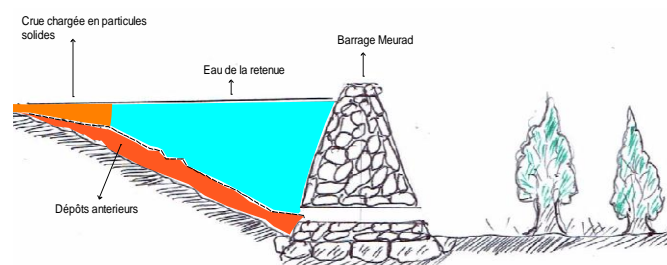
Investigations et données utilisées

Plusieurs missions ont été effectuées sur le site du barrage. Des sorties ont été menées sur le barrage ainsi que le bassin versant d'oued Djebroune. Nous avons constaté que malgré son âge égal à 150 ans, le barrage Meurad est en bon état. Le bassin versant est dans un état excellent avec un boisement très dense et peu de zones d'érosion. Cependant, pour mener à bien notre étude sur l'évolution des dépôts vaseux dans le lac du barrage, l'Agence Nationale des Barrages et Transferts a mis à notre disposition toutes les données nécessaires.

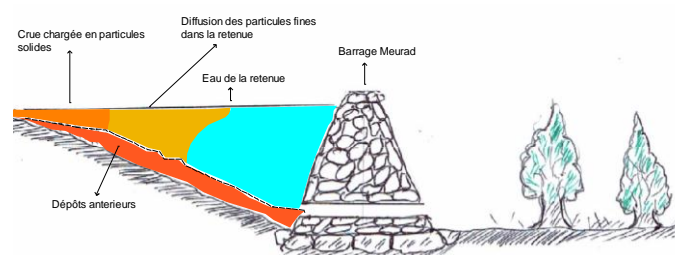
Résultats et discussions

Mécanisme de l'envasement du barrage de Meurad

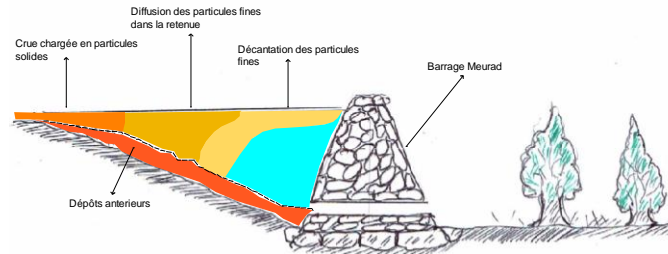
Meurad est l'un des barrages qui a fonctionné durant plus d'un siècle et demi. Malgré sa petite capacité qui avoisine 1 million de m³, ce n'est qu'après l'an 2000, que le taux de comblement a atteint 80% de sa capacité initiale. Ceci veut dire que le transport solide dans l'oued Boudjabroune est faible et contribue peu à l'envasement du barrage. Ce phénomène d'envasement du barrage Meurad se manifeste surtout en périodes de crues et principalement, durant les premières crues d'automne. L'arrivée d'une crue chargée en particules solides dans la retenue en contact avec les eaux claires (Fig.4a) du barrage, et vu la faible concentration en sédiments, les courants de densité ne peuvent pas se former au fond du barrage. Dans ce cas, les particules fines se diffusent dans toute la retenue (Fig.4b, 5 et 6) et se décantent au fond de la retenue (Fig.4c). Crue après crue, les particules fines se décantent et le barrage s'envase (fig. 4d)



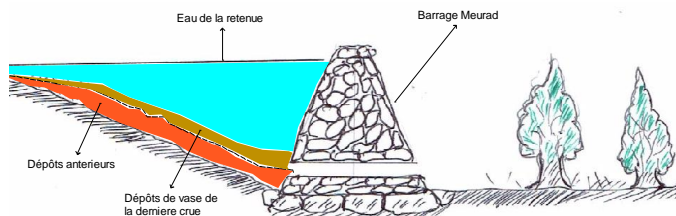
a) Contact : eau clair - eau chargée



b) diffusion des particules fines dans la retenue



c) Début de décantation des particules fines



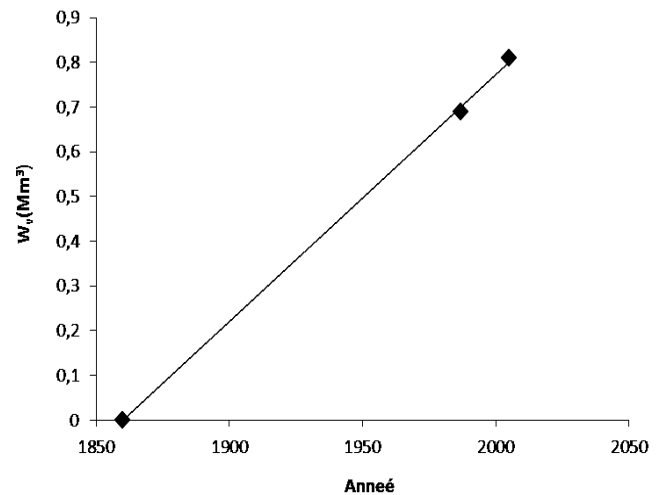
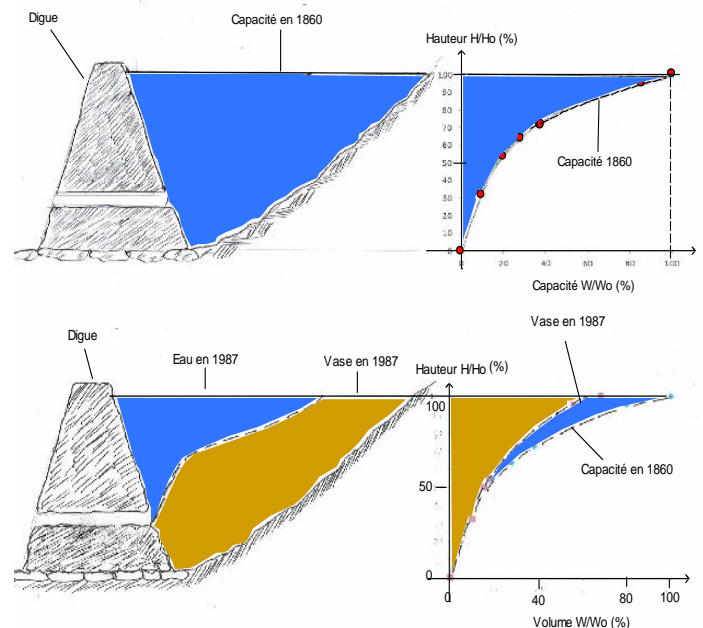
d) la formation de dépôt de vase

Fig. 4 : Mécanisme de l'envasement dans le barrage de Meurad (Schéma exécuté par Remini, 2017)**Fig. 5 :** Une vue générale sur l'arrivée d'une crue dans la retenue du barrage de Meurad (Cliché, ANBT)**Fig. 6 :** Une crue d'automne évacuée par le déversoir du barrage (photo, ANBT)

Evolution de l'envasement dans le barrage de Meurad

Evolution dans le temps

Nous avons représenté sur la figure 7, le volume de vase déposé au fond du barrage en fonction des années d'exploitation. Il est intéressant de constater que l'évolution de l'envasement en fonction du temps du barrage de Meurad suit une loi linéaire. Selon Remini (1997) [7], une telle relation est adoptée par des barrages de faible taux d'envasement. Donc, le barrage de Meurad est classé comme un barrage à faible taux d'envasement. Malgré sa faible capacité, le barrage est en service depuis plus de 1 siècle et demi. Ceci est la conséquence du faible taux d'érosion de son bassin versant.

**Fig. 7 :** Evolution dans le temps de l'envasement dans le barrage Meurad

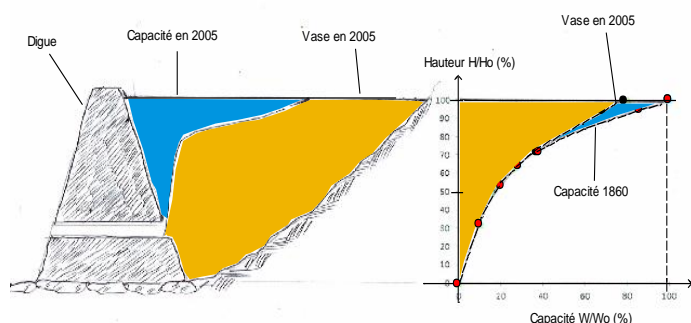


Fig. 8 : Diagramme de l'évolution de la capacité du barrage de Meurad (Schéma exécuté par Remini, 2017)

Tab 1 : Comparatif des résultats obtenus du Barrage de Meurad

Période	Taux d'envasement (Mm ³ /an)	Taux de comblement (% /an)
1860-1987	0.0053	0.53% /an
1987-2005	0.0066	0.66% /an

Evolution suivant la hauteur du barrage de Meurad

Délimitation du lac de barrage Meurad en 3 parties

Selon Remini (1997) [7], l'envasement ne s'effectue pas de la même façon dans toute la retenue. A cet effet, Remini (1997), a subdivisé la retenue d'un barrage en trois zones : la partie basse (zone I), la partie centrale (zone II), et la partie haute (zone III). (fig. 9)

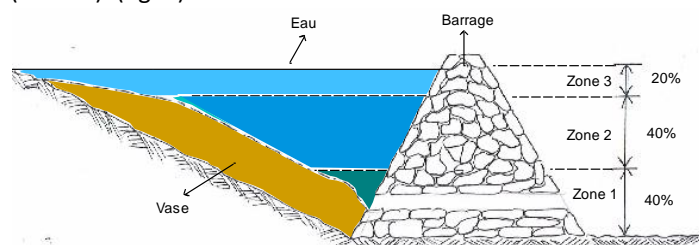


Fig. 9. Délimitation de la retenue de Meurad en trois parties (Schématisé par Remini, 2017)

Evolution de l'envasement dans la partie basse du barrage

Pour avoir une idée sur l'évolution de l'envasement dans la partie basse de la retenue (zone I), nous avons représenté sur la figure 10, le volume de vase en fonction de la hauteur d'eau. Il est intéressant de constater que le point d'intersection a changé de position durant la période 1987-2005. Ceci peut s'expliquer par le dépôt de vase d'un volume égale à 34% de la capacité initiale, soit un volume de 0.34 millions de m³, malgré les manœuvres de la vanne de fond. Durant 18 ans d'exploitation, un volume de vase égal à 0.16 millions de m³ s'est déposé uniquement dans la partie basse. En 2005, la profondeur a atteint les 70 % de la hauteur du barrage.

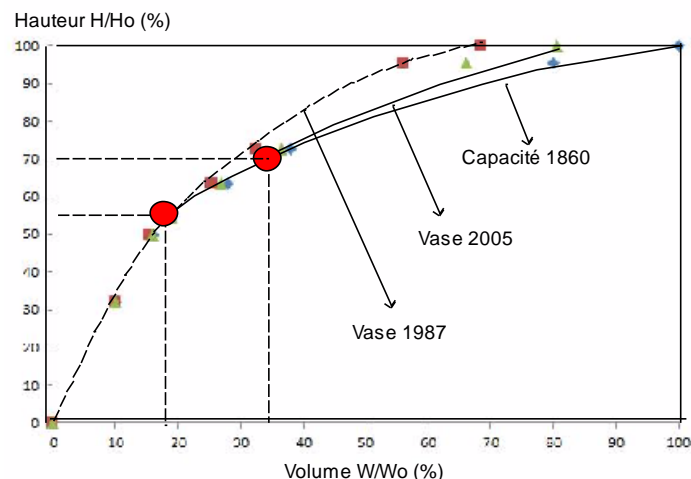


Fig. 10 : Evolution de l'envasement dans la partie basse du barrage de Meurad

Evolution de l'envasement dans la partie centrale du barrage

Comme le montre la figure 11, les dépôts vaseux dans la partie centrale (zone 2) de la retenue évolue linéairement en fonction de la hauteur d'eau durant les périodes d'exploitation : 1860-1987 et 1860-2005. Ceci explique que les particules fines se déposent couche après couche. Le toit de vase dans cette partie évolue parallèlement au lit initial de la retenue. Les dépôts de vase dans la zone 2 ne sont pas perturbés par les manœuvres des vannes ni par l'arrivée des crues.

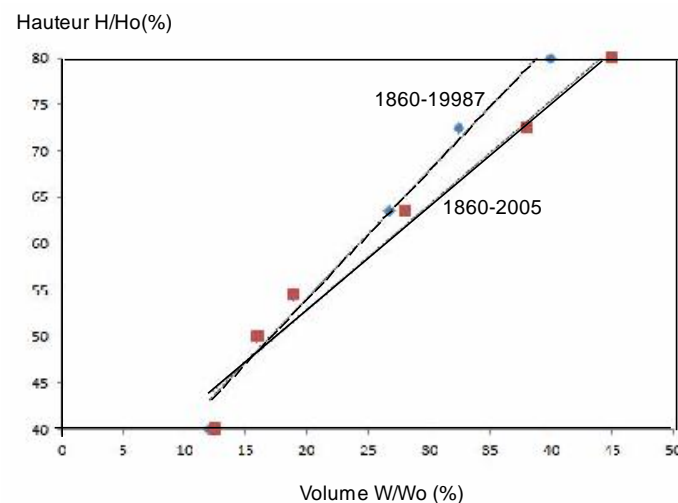


Fig. 11 : Evolution de l'envasement dans la partie centre du barrage de Meurad

Evolution de l'envasement dans la partie haute de la retenue

La figure 12 représentant l'évaluation du volume de vase en fonction de la hauteur d'eau dans la partie haute (zone 3) montre que la fonction est linéaire avec une faible augmentation du volume de vase à la variation des niveaux d'eau provoqués par l'arrivée des crues. Dans cette zone, il y a une majorité des sédiments grossiers déposés par le freinage du charriage.

Généralement, dans cette zone supérieure, une partie de la vase reste à l'air libre.

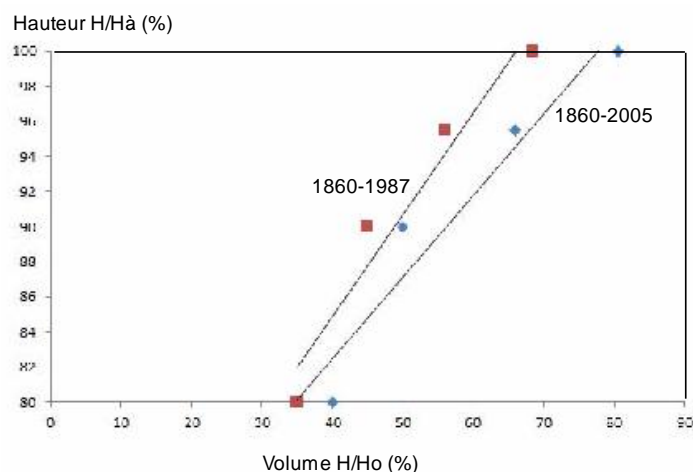


Fig. 12 : Evolution de l'envasement dans la partie haute du barrage de Meurad

Les moyens de lutte contre l'envasement dans le barrage de Meurad

Moyens permanents de lutte contre l'envasement : Manœuvres de la vanne de fond

La manœuvre périodique des vannes de fond d'un barrage est une méthode de dévasement très ancienne. Cependant, elle permet d'évacuer les matériaux déposés dans la partie basse du barrage. Pour les petits barrages, cette technique peut avoir un bon rendement. En plus, la manœuvre périodique des pertuis de vidange au moment de l'arrivée des crues est indispensable. Un retard de l'ouverture de la vanne engendre l'obturation de cette dernière suite à la consolidation de la vase. Si aujourd'hui, le barrage de Meurad est en service depuis plus de 1 siècle et demi, c'est grâce à l'état du bassin versant d'oued Djebroune qui se trouve en bon état avec un boisement dense et peu de zones d'érosion (fig. 13). Cependant, la bonne gestion des manœuvres de la vanne de fond a beaucoup contribué au ralentissement de l'envasement (fig. 14).

Nous avons représenté par les figures 15 et 16, les apports annuels au barrage de Meurad ainsi que les quantités évacuées par la vanne de fond durant la période : 1997-2015. Il est intéressant de constater que durant cette durée d'exploitation (18 ans), l'oued Djebroune a drainé 12.5 million de m³ d'eau au barrage. Tandis que les manœuvres de la vanne de fond a permet d'évacuer vers l'aval, un volume de suspension égal à 0.85 millions de m³. L'année de 1999 était l'année la plus arrosée au niveau du bassin versant d'oued Djebroune, puisqu'elle a permet de drainer un volume d'eau égal à 1.7 millions de m³. Cependant, grâce à la vanne de fond, un

volume de suspension égal à 0.3 millions de m³ a été évacué. En 2009, les crues ont ramenés au barrage un volume d'eau de 0.66 millions de m³. Par contre, seulement une quantité d'eau chargée égale de 0.009 millions de m³ a été soutirée par les pertuis de vidange. En plus des pertes d'eau par évaporation et infiltrations, le taux de remplissage du lac a atteint 97.5%, soit un volume d'eau stockée égale à 0.195 millions de m³ (fig. 17).

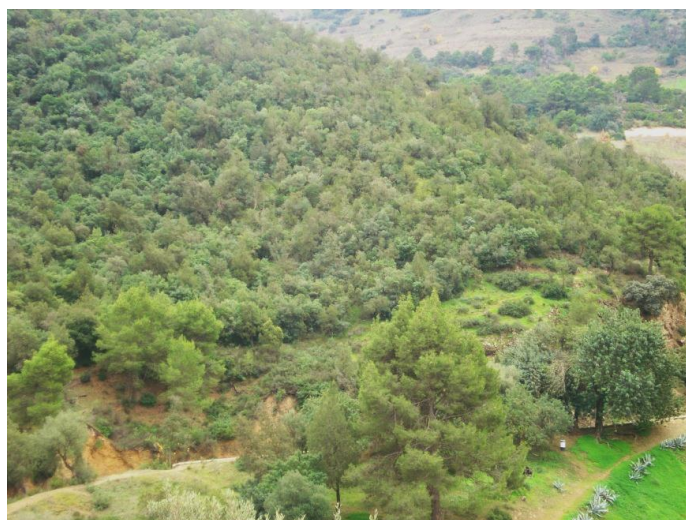


Fig. 13 : Une partie du bassin versant d'oued Djebroune (Photo. Bensafia, 2012)



Fig. 14 : Vanne de fond du barrage de Meurad (Photo. ANBT)

Un apport de 1.24 millions de m³ a rempli le barrage durant l'année 2011. Par contre, un volume d'eau chargée égale à 0.07 a été évacué par la vanne de fond. En plus des pertes provoquées par l'évaporation des eaux du lac et les infiltrations, le volume stocké au mois du décembre 2011 avoisine 0.137 millions de m³ (fig. 17). En l'an 2012, seulement, un volume de 0.019 millions de m³ a été soutiré par la vidange de fond. Malgré, un apport de 1.1 millions de m³, la quantité stockée dans le barrage est de 0.106 millions de m³, soit un taux de remplissage égal à 53% (fig. 17). Durant toute l'année

2013, la vanne de fond n'a pas été manœuvrée, malgré un apport d'eau au barrage égal à 0.64 millions de m^3 a été enregistré. Au mois de décembre 2013, le volume stocké dans le barrage est évalué à 0.18 millions de m^3 , soit un taux de remplissage égal à 91.5% (fig. 17). L'année 2014 a été considérée comme une année sèche. Seulement un apport de 0.09 millions de m^3 a été drainé par l'oued Djebroune. Cependant, durant le mois de février 2014, un volume de 0.46 millions de m^3 de suspension (soit une quantité de 10000 m^3 de vase) a été évacué par la vanne de fond (fig. 17 et 18). Cependant, l'évaporation a consommé l'ensemble du volume stockée dans la retenue, soit le volume évaporé estimé à 0.185 millions de m^3 . Au mois d'Avril de l'an 2014, le barrage était complètement vide (fig. 18). Un volume de 0.8 millions de m^3 de vase s'est déposé dans le barrage. En l'an 2015, malgré un apport de 0.38 millions de m^3 d'eau, un volume de 0.13 millions de m^3 a été évacué par la vanne de vidange. Le remplissage du barrage débute au début de mois de janvier 2015 (fig. 17). Au mois de février, le volume stocké a atteint 0.11 millions de m^3 d'eau.

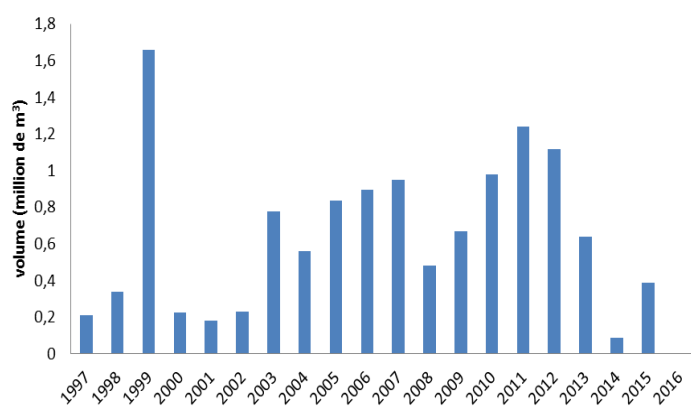


Fig. 15 : Les apports du barrage de Meurad durant la période 1997-2016 (Données ANBT)

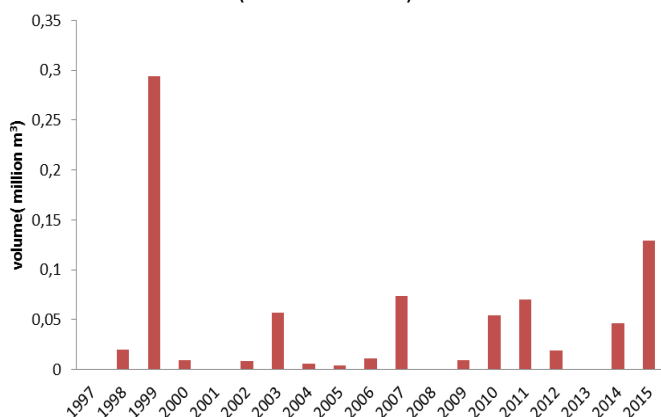


Fig. 16 : Les lâchers du barrage de Meurad par la vanne de fond durant la période : 1997-2015 (Données ANBT)



Fig. 17 : Variation de la capacité du barrage de Meurad (Source Google Earth)

Dévasement occasionnel du barrage de Meurad : Technique de dragage

Malgré une légère augmentation du taux d'érosion du bassin versant du barrage Meurad durant la période : 1987-2005, son état d'envasement a atteint un comblement de 80% en 2015. Aujourd'hui avec une capacité d'eau égale à 0.2 millions de m^3 , le dévasement du barrage est devenu une nécessité. L'extraction de 0.8 million de m^3 de vase par la technique de dragage exige une durée de 6 mois de dévasement. Cependant cette opération exige un ou deux bassins pour le stockage de la vase évacuée. Il est à préciser qu'aujourd'hui, avec un taux d'envasement moyen annuel égal à 0.0066 million de m^3 /an, le barrage pourra fonctionner jusqu'à 2035.



Evacuation de 10000m³ de vase en 2014 (Photo. ANBT)

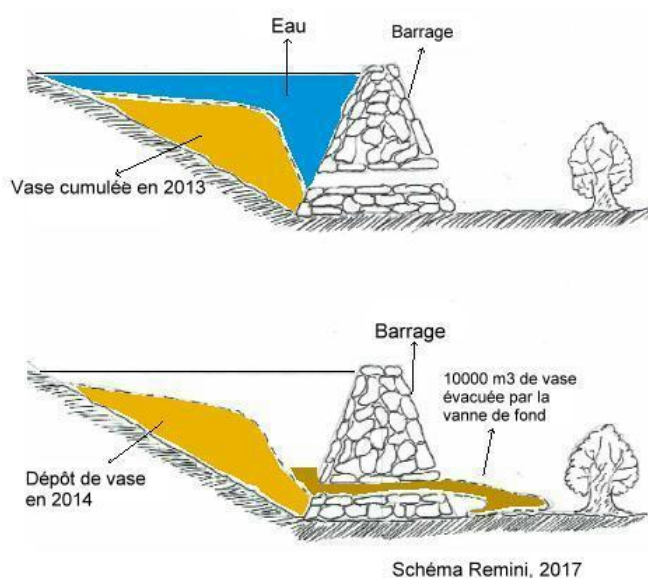


Fig. 18 : Dévasement du barrage de Meurad (Schématisé par Remini, 2017)

Conclusion

Le barrage de Meurad considéré comme le vieux barrage de l'infrastructure hydrotechnique algérienne puisqu'il a été mis en service en 1860. Le barrage est actuellement envasé à plus de 80% de sa capacité initiale. Avec un taux de comblement annuel égal à 0.66%/an, sa durée de vie ne dépassera pas l'an 2035. Si aujourd'hui, cet ouvrage a fonctionné plus d'un siècle et demi, c'est grâce au boisement très dense de son bassin versant et aussi la bonne gestion des manœuvres des pertuis de vidange. En plus de sa fonction comme ouvrage d'irrigation, le barrage peut être classé comme un patrimoine hydraulique

vu son âge et sa construction originale. Avec une expérience d'un demi-siècle acquise par l'Agence Nationale des Barrages dans le domaine de dévasement des barrages, l'ouvrage hydraulique de Meurad sera à l'abri.

Remerciements

Nous tenons à remercier vivement, l'Agence Nationale des Barrages et Transferts (ANBT) et plus particulièrement la direction de maintenance des barrages. Sans oublier le directeur et le personnel du barrage de Meurad qui nous ont beaucoup aidés lors de nos missions sur le site. Sans le concours de l'ANBT, cette modeste étude n'aurait pas lieu.

Références bibliographiques

1. A Demmak A, *Contribution à l'étude de l'érosion et des transports solides en Algérie Septentrionale*, **1982**. Thèse de Docteur Ingénieur, Université Pierre et Marie Curie, Paris XI.
2. B Rimini, *Une nouvelle approche de gestion de l'envasement des barrages*. **2017**, *Larhyss Journal*, 31, 51-81
3. B Remini, D Bensafia, 2016. *Envasement des barrages dans les régions arides- Exemples Algériens*. **2016**. *Larhyss Journal*, 27, 63-90.
4. B Remini, D Bensafia, M Maazouz. *Silting of Foun El Gherza Reservoir*, **2015**. *GeoScience Engineering*, LXI , 1, 1, 1-9.
5. B Remini, H Benfetta. *Le barrage réservoir de Gargar est-il menacé par l'envasement ?*, **2015**, *Larhyss Journal*, 24, 175-192.
6. B Remini, D Bensafia, T Nasroun. *Impact of sediment transport of the Chellif River on silting of the Bougezoul reservoir (Algeria)*, **2015**, *J. Water Land Develop.*, 24, 35-40.
7. B Remini, *Envasement des retenues de barrages en Algérie: importance, mécanismes et moyen de lutte par la technique de soutirage*, **1997**, Thèse de Doctorat d'Etat en Hydraulique, Ecole Nationale Polytechnique d'Alger, 34.