Dévasement des barrages par moyens hydrauliques et valorisation des vases. Cas du barrage d'Oued Fodda

Karima BENHATTAB [*]
Mansour BELHADRI [**]

Résumé

L'objectif de cette étude est de définir une stratégie de lutte contre l'envasement par conséquent la caractérisation physique, mécanique, chimique et rhéologique de cette vase constitue la base essentielle pour l'identification de ces sédiments afin de proposer une solution à cette accumulation de vase. La vase a fait l'objet d'un certain nombre d'expériences de rhéomètrie en cisaillement simple qui ont permis de déterminer le comportement de ce matériau (Herschel Bulkey ou Bingham). Le viscosimètre Engler a permis de déterminer la concentration volumique limite correspondant à l'apparition de la rigidité initiale soit au changement rhéologique de la suspension.

Mots clés : Envasement - Vase - rhéologie - Concentration - Erosion - Rigidité - Viscosité.

Introduction

L'Algérie dispose actuellement de 98 barrages en exploitation dont 43 ayant une capacité de plus de 10 millions de m³. Le taux d'érosion spécifique atteint en Algérie les valeurs les plus importantes d'Afrique du nord dépassant 2000 tonnes/km²/an sur la plupart des bassins versants de l'atlas tellien (Rhiou, Sly, Fodda, Mazfran, Isser, Soummam, etc.), 4000 tonnes/km²/an sur le bassin de l'oued Agrioun qui alimente le barrage d'Ighil Emda.

Le présent travail s'inscrit dans le cadre d'une étude de l'envasement des barrages dont l'objectif est de définir une stratégie de lutte contre ce phénomène. La vase étudiée a été prélevée de la retenue du barrage de Oued Fodda. La mise en eau de ce barrage a eu lieu en 1932.

Il est intéressant d'une part de localiser les zones du bassin versant qui fournissent la majorité des sédiments en vue de lutter contre l'érosion par le reboisement et par des travaux de défense et de restauration des sols (D.R.S), sous forme de banquettes, terrasses, murettes, etc. d'autres part pour remédier à la vase qui se dépose dans la retenue, il est indispensable de connaître plus précisément les lois de comportement de cette vase afin d'aborder sérieusement l'étude de son écoulement réel dans le cas de dévasement.

Choix et caractérisation rhéométrique du matériau

L'étude s'appuie sur trois échantillons en provenance du barrage de Oued Fodda qui est situé à 50km environ de la ville de Chlef. Sa mise en service a été faite en 1932. Le barrage avait une capacité initiale de 228.10^6 m^3.

Les trois échantillons sont plongés dans une quantité d'eau distillée puis laissés au repos pour une bonne imbibition de l'eau dans la fraction solide ; on procède ensuite à une agitation vigoureuse pour l'obtention d'un mélange bien homogène nécessaire à la préparation des concentrations prédéterminées. Les tests sont réalisés à la température ambiante. Les résultats ont été exploités à l'aide du logiciel Carri 50. Des précautions ont été prises face aux difficultés expérimentales dues

[*] Université des Sciences et de la technologie d'Oran, Faculté d'architecture et de Génie Civil, Département d'Hydraulique
[**] Professeur, Université des Sciences et de la technologie d'Oran, Faculté d'architecture et de Génie Civil, Département d'Hydraulique

principalement aux effets perturbateurs tels que le glissement à la paroi, la fracturation, l'évaporation et les inhomogénéités.

Le dispositif expérimental utilisé est un viscosimètre rotatif à deux cylindres coaxiaux type viscosimètre à vitesse contrôlée. Il est important de connaître le comportement du matériau dans la plus large gamme de gradient de vitesse si l'on veut prévoir précisément les écoulements naturels. Notamment un point important est la recherche du seuil de contrainte réel, c'est à dire la contrainte exacte à partir de laquelle un écoulement se produit.

D'après les résultats de cette analyse, le modèle d'Herschel-Bulkley, sous sa forme unidimensionnelle $\tau = \tau_0 + k\dot{\gamma}$ permet de représenter correctement le comportement visqueux de la vase étudiée. Dans cette expression, τ_o représente le seuil de contrainte, **K** est un paramètre du matériau appelé consistance et n est le coefficient de rhéofluidification.

Les résultats du calage de cette loi sur les expériences faites avec les trois échantillons sont à des concentrations variant dans une large gamme entre [15,35%]pour l'échantillon 1, échantillon 2 et [10,40%] pour l' échantillon 3.

Par contre pour les concentrations inférieures à 15% l'échantillon 1 et l'échantillon 2 ont un comportement Binghamien $\tau = \tau_0 + \eta_p \dot{\gamma}$, avec un η_p : viscosité plastique mais pour l'échantillon 3, ce comportement apparaît lorsque les concentrations sont inférieures à 10%.

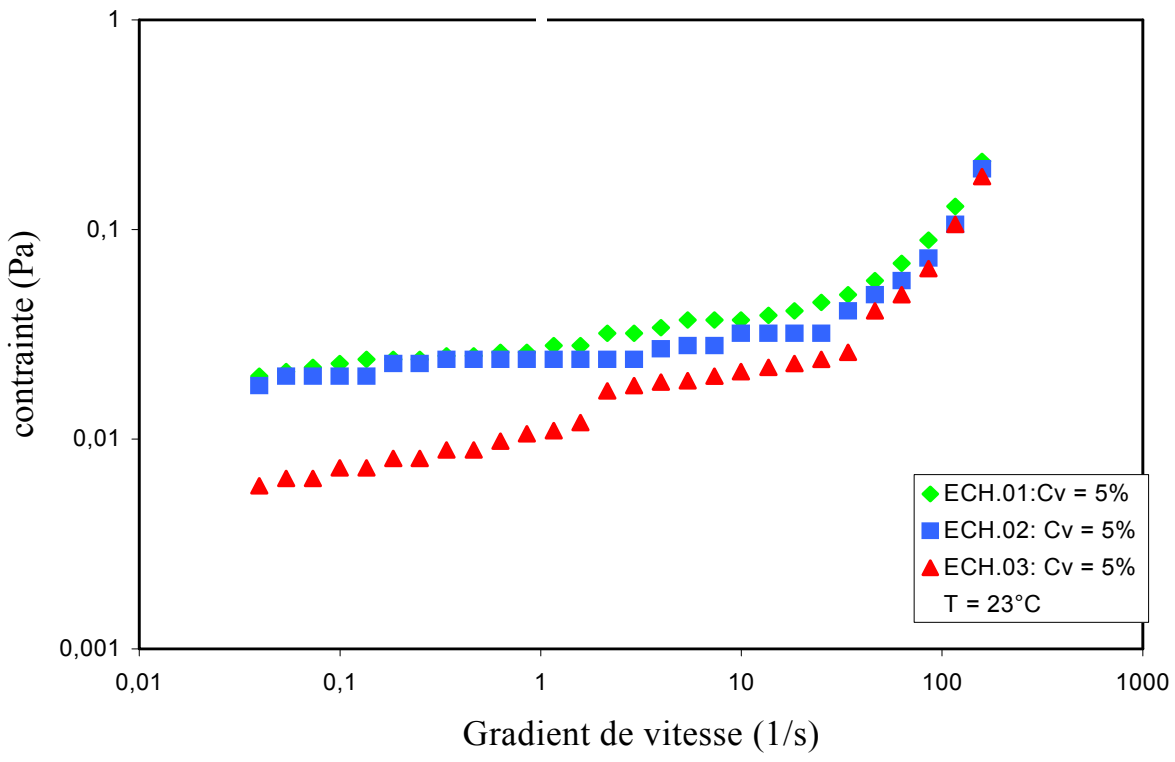

Fig.V-16 : Mélanges eau-échantillons:courbes des régimes permanents et calag d'une loi de Bingham sur les mesures

Paramètres gouvernant l'écoulement

Sur le seuil de contrainte

La représentation de l'évolution du seuil de contrainte en fonction de la concentration en particules solides des trois échantillons étudiés montre que τ_o augmente rapidement.

Fig.1

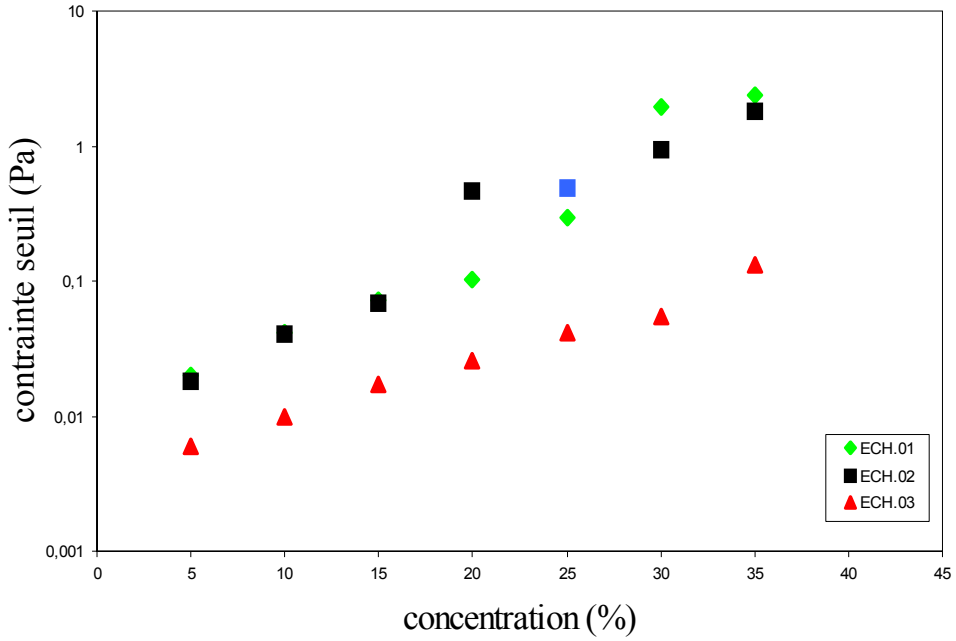

Fig.6 : Détermination des contraintes seuils en fonction de la concentration

Sur la consistance du matériau :

La courbe de l'évolution de la consistance K en fonction de la concentration particules solides pour les trois échantillons étudies **cf. Fig.7** montre que la consistance augmente avec la concentration.

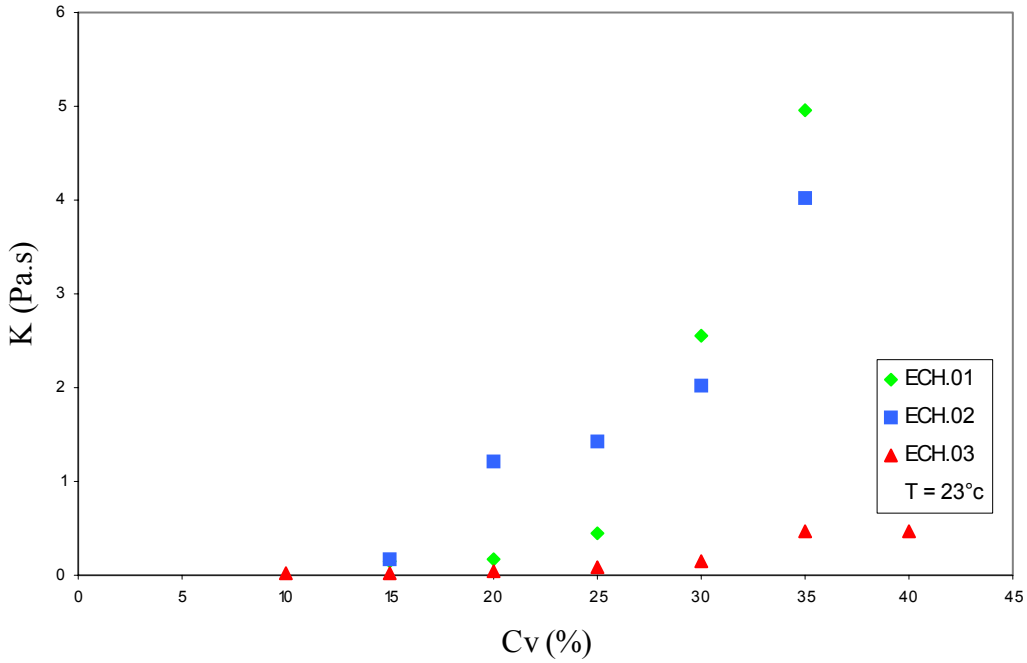

Fig.7: évolution de la consistance K en fonction de la concentration en particules solides pour différents échantillons étudiés

Mesure de la concentration volumique limite :

On constate que la viscosité dynamique η augmente proportionnellement avec la concentration Cv jusqu'à une valeur limite où se produit un changement de pente de la droite due à une augmentation brusque de la viscosité. Cette valeur correspond à la concentration limite Cvlim.

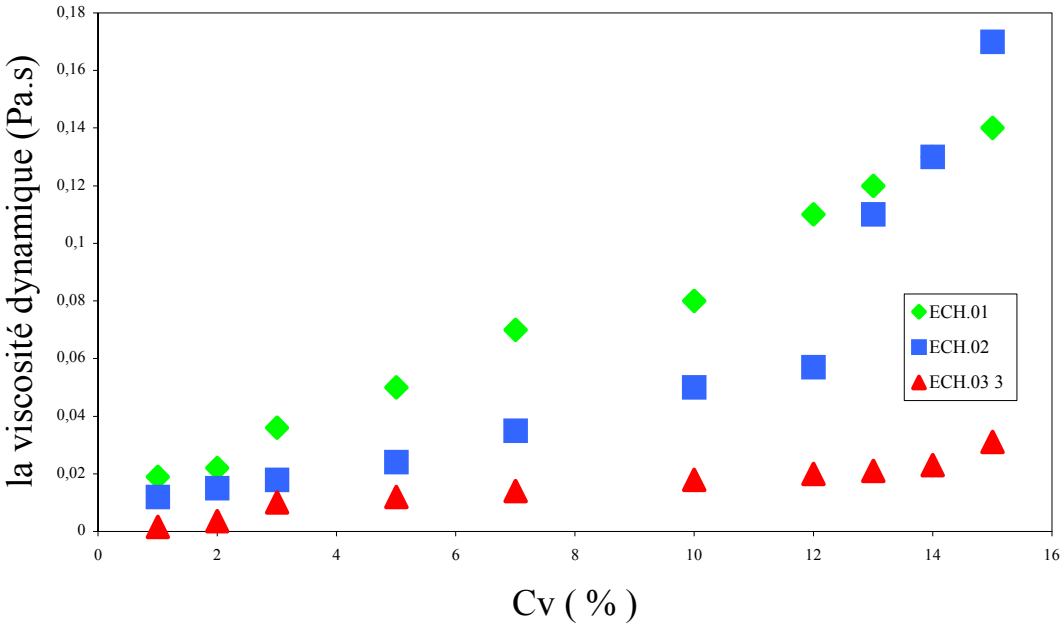

Fig.8: Détermination de la concentration volumique limite des trois échantillons étudiés

Les moyens de lutte contre l'envasement

Pour réduire la vitesse de sédimentation dans la retenue du barrage de Oued Fodda qui a enregistré une forte évolution des dépôts solides depuis l'obturation de la vanne de fond en 1948 (et qui se trouve actuellement sous 45 m de vase) ce dernier a été équipé en 1961 d'un système de soutirage, constitué de cinq vannettes de dévasement, leur diamètre est de 700m. Une quantité de vase évaluée à $21{,}5.10^6$ m³ a ainsi été évacuée durant la période 1964-1994 sur une quantité de $57{,}5.10^6$ m³ de vase arrivée dans la retenue soit un rendement de 37%. On note une nette régression de l'évolution de l'envasement dans le temps.

Pour les lâchées de la vase, la règle générale est d'évacuer les eaux chargées de densité supérieure à 1,07. Cette densité est déterminée en fonction de l'efficacité technique du dévasement et en fonction de données économiques.

Parmi les travaux de dévasement effectivement réalisés, l'extraction à la benne preneuse ; une benne de 1 m³ de capacité donna satisfaction pour le creusement de la fosse désirée. On constata un enfoncement satisfaisant dans les dépôts et un très bon coefficient de remplissage.

Conclusion

La connaissance des caractéristiques physiques, mécaniques, chimiques et rhéologiques est indispensable pour toutes les études de décantation et d'envasement d'une retenue de barrage. La vase contient une grande proportion d'éléments fins. Ces limites de plasticité en particulier et celles de liquidité en général sont facilement atteintes ce qui explique la fréquence de mouvements de masse le long du versant durant les périodes de précipitations.

L'étude chimique et minéralogique montrent que la vase est constituée d'illites, de smectites détritiques, des phytoclastes. Les différentes analyses font également apparaître une proportion importante d'impuretés tels que le quartz détritique, la dolomite, la calcite ainsi qu'une grande quantité de matières organiques.

La caractérisation rhéométrique de la vase a été effectuée à l'aide du viscosimètre à cylindres coaxiaux. Ces caractéristiques sont décrites par les trois paramètres de la loi d'Herschel-Bulkley pour les grandes concentrations. Pour les faibles concentrations, elles sont décrites par la loi de Bingham. Les résultats obtenus montrent que le seuil de contrainte augmente avec la proportion des particules solides. Cette contrainte ou rigidité initiale traduit l'importance des forces de cohésion s'opposant à la remise en mouvement.

Mesurée au viscosimètre Engler, la concentration volumique limite correspond à l'apparition de la rigidité initiale soit au changement rhéologique de la suspension.

Compte tenu des propriétés chimiques importantes de cette vase, on propose la réalisation d'un barrage de décantation. Ce barrage doit pouvoir accumuler la totalité des sédiments de la rivière qu'ils soient en charriage ou en suspension. Cette solution permettra de séparer les matières solides et l'eau claire qui pourra servir à l'irrigation ou à l'alimentation de la station de traitement. Cette séparation sera facilitée par l'ajout de sulfate d'alumine qui permet la floculation et accélère la décantation. La vase récupérée peut être utilisée dans :

- Le domaine agricole par l'addition de matières organiques
- La fabrication de liants hydrauliques
- La fabrication céramique
- La fabrication des granulats légers
- La fabrication de verres.

Il y a lieu de remarquer que la configuration du terrain, les collines dépourvus de végétation sont les causes principales d'un grand déficit d'eau pour améliorer partiellement cette situation, une décision a été prise pour construire des retenues collinaires partout ou les conditions géomorphologique et géologique le permettent. Il faut signaler que cette solution est seulement partielle et que sans l'aménagement radical et complet du territoire contre l'érosion, les retenues construites perdront leurs capacité de stockage et seront hors service dans quelques années, il y a lieu de prévoir le reboisement rapide des montagnes, diminuer la pente des champs par des terrasses, aménager les oueds et y construire des seuils.

Références

Migniot, C. (1989), « Tassement et rhéologie des vases », la houille blanche n°1, P.11-27.

Mignio, C. (1989), « Tassement et rhéologie des vases », la houille blanche n°2, P.95-110.

Remini, B. (1997), « Envasement des retenues de barrages : mécanismes et moyens de lutte par la technique du soutirage », Thèse de doctorat d'état, école nationale polytechnique d'Alger, mars 1997, 342p

Saidi, A (1991) ; « Erosion spécifique et prévision de l'envasement -colloque sur l'érosion des sols et l'envasement des barrages. Alger, 1-3 Décembre 1991, p.204-226