
Etude du comportement mécanique d'un sédiment de barrage en technique routière

B.SERBAH^{1,2}, M.A. Bourabah¹, S.Bouchemella², N. Abou-Bekr¹ et S. Taibi²

¹ Laboratoire Eau et Ouvrages dans Leur Environnement, Université Abou-Bekr Belkaid, BP 230 -13000 Tlemcen, Algérie.

² Laboratoire Ondes et milieux complexes UMR CNRS 6294, Université Le Havre Normandie, France.

serbahboumediene@gmail.com

RÉSUMÉ. Le dragage des barrages de l'ouest algérien est une activité essentielle pour prolonger la durée vie de ces ouvrages, leur exploitation dans l'irrigation et l'approvisionnement en eau potable. Le sédiment de dragage serait une nouvelle source de matériel pour la construction de routes.

Le but de ce travail consiste, dans un premier temps à l'identification physico-chimique et mécanique des sédiments de dragage du barrage Bakhadda. C'est une étape nécessaire avant toute tentative de valorisation de ce matériau comme constituant des chaussées. La deuxième étape est basée sur la démarche de valorisation envisagée, s'appuie sur des choix de préparation et des formulations simples, Afin de permettre un emploi efficace des sédiments dans une structure de chaussée.

Nous montrons dans cette étude l'influence de l'ajout de liants hydrauliques et aériens (ciment, chaux), sur les caractéristiques mécaniques de ces sédiments de dragage (R_c , R_t , R_{tb} et E), pour la réalisation des couches de chaussées conformément aux recommandations des guides Techniques GTS et GTR (LCPC-SETRA, 2000).

ABSTRACT. Dredging dams of the Algeria west is an essential activity to extend the life of these structures, their exploitation in irrigation and the supply of drinking water. The dredging sediment will be a new source of material for road construction.

The aim of this work is, firstly, to physico-chemical identification and mechanical of the dredged sediments of the Bakhadda's dam. This is a necessary step before any attempt to valorization this material as constituting pavements. The second step is based on the approach of valorization envisaged, relies on choices of preparation and simple formulations, in order to allow efficient use of sediments in a pavement structure.

We show in this study the influence of the addition of hydraulics binders (cement, lime) on the mechanical characteristics of these dredged sediments (R_c , R_t , R_{tb} and E), For the construction of pavement layers in accordance with the recommendations of the GTS and GTR Technical Guidelines (LCPC-SETRA, 2000).

MOTS-CLÉS : Sédiment, liants hydrauliques, comportement mécanique, technique routière.

KEY WORDS: Sediment, Hydraulics binders, Mechanical behavior, Road technique.

1. Introduction

La valorisation des sédiments de dragage en technique routière demeure un véritable enjeu. La quantité des sédiments de la retenue du barrage Bakhadda est plus de 20 Mm^3 , de par leur volume important, une récente opération de dragage issue une quantité de 5 Mm^3 de sédiments et d'un montant de l'ordre de 80 milliards de centimes (HYD 2005). Pour une valorisation de ces sédiments en technique routière, la méthodologie utilisée est divisée en deux phases :

- L'identification physico-chimique et mécanique des sédiments.
- Traitement des sédiments par des liants (ciment, chaux) [Bou2000 , ARBA2004] afin d'étudier leur influence sur les propriétés mécaniques des différentes formulations constituées du sédiment traité qui seront proposées pour une utilisation en couche de chaussée.

2. Identification des matériaux utilisés

Les sédiments naturels SN proviennent de dragage de barrage de Bakhadda. La figure1 et Tableau 1 présentent les caractéristiques géotechniques des sédiments (la granulométrie, limites d'Atterberg, l'essai au bleu de méthylène, la teneur en matière organique et compactages) qui permettent de classer selon la norme NF P11-300 et GTR 2000, comme sol limoneux-argileux très plastique faiblement organique MO < 10%, Classe A3.

Tableau 1. Les Caractérisations physico-chimiques et mécanique des Sédiments SN.

| Propriétés | Sable (%) | Limon (%) | Argile (%) | W_L (%) | W_P (%) | I_p | V_{BS} | MO (%) | W_{OPM} (%) | γ_{dmax} (kN/m^3) |
|-------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-------|----------|--------|---------------|-------------------------------------|
| Sédiment.SN | 12 | 60 | 28 | 60 | 31 | 29 | 5,9 | 7 | 23 | 19 |

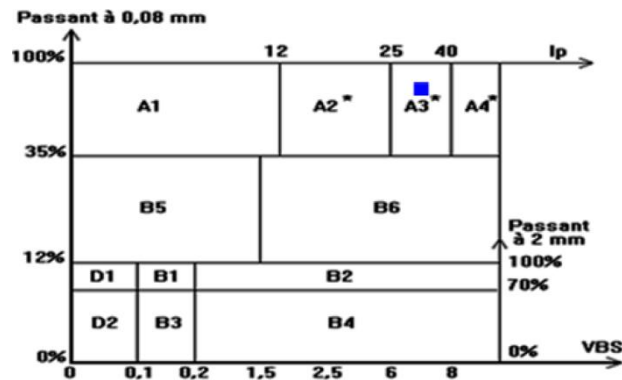


Figure 1. Positionnement des sédiments dans la classification des sols selon la norme NF P11-300.

3. Méthodes et résultats

La valorisation du sédiment consiste à déterminer les formulations optimales des mélanges (Tableau2) pour un comportement idéal du sol destiné à la structure de chaussée. Les critères et les études de formulation aboutissant à la détermination du produit de traitement et de son dosage permettant d'obtenir le niveau de performances mécaniques recherché.

Tableau 2. Présente les types de formulations étudiées.

| Formulations | S1 (%) | Chaux CH (%) | Ciment C (%) |
|--------------|--------|--------------|--------------|
| F1 | 97 | 3 | 0 |
| F2 | 94 | 0 | 6 |
| F3 | 91 | 3 | 6 |

3.1. Evaluation de l'aptitude de sédiment au traitement

Les essais d'évaluation de l'aptitude au traitement ont été réalisés selon la norme NF P94-100, ils déterminent l'efficacité vis-à-vis du gonflement volumique Gv et la résistance à la traction brésilienne Rtb de l'association à une teneur en eau adaptée, avec de la chaux et/ou ciment après compactage. La figure 2 présente les résultats du Gv et des Rtb sur les sédiments traités. On remarque que les formulations traitées aux liants satisfont bien aux critères d'aptitude au traitement : faible gonflement volumique $Gv \leq 5\%$ et bon développement des résistances $Rtb \geq 0.2$ MPa.

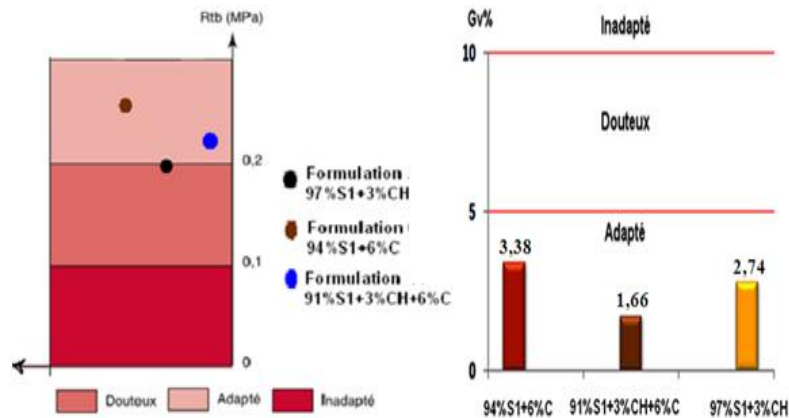


Figure 2. Positionnement des formulations à l'aptitude de sédiment au traitement

3.2. Résistances à la traction (Rtb, Rt) et le module d'élasticité E

La résistance à la traction directe est estimée à partir de l'essai brésilien Rtb sur des échantillons compactés à OPM de dimensions 5×5 cm² selon la norme [NF P 98-232-3]. En outre, les résultats du module d'élasticité de petite déformation mesurés par un appareil ultrasonique sur les mêmes échantillons juste avant les essais de résistance. La figure 3 présente la variation de la résistance à la traction Rt en fonction du module E des sédiments traités à 28j et 90j de maturation. On remarque que la performance mécanique du sédiment SN à 28 j est faible, ce qui nous permet de le classer en classe So. En revanche, les sédiments traités aux liants se situent dans la classe 2 à 28 j et la classe 3 à 90 j. Ces formulations classées peuvent être considérées comme stables et suffisantes pour une utilisation en couche de chaussée (couche de forme) [BOU2012]. D'un point de vue mécanique et économique la classe obtenue S2 est suffisante.

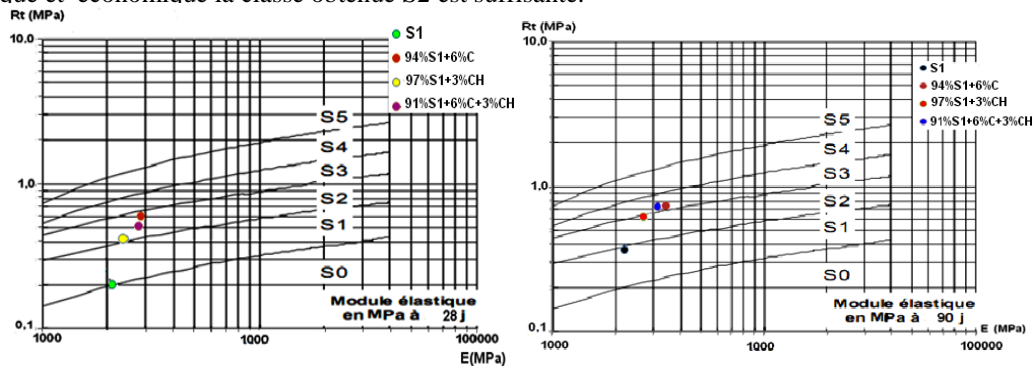


Figure 3. Positionnement des formulations à 28 et 90 j d'âge dans l'abaque de classement du GTS2000.

3.3. Influence des liants sur la résistance à la compression simple RC.

Les essais de compressions simples ont été réalisés selon la norme NFP 98.232.1. La résistance à la compression simple a été mesurée sur des éprouvettes de 5×10 cm² confectionnées à l'optimum Proctor modifié (OPM). La figure 4 présente les résultats des mesures de RC réalisée sur des échantillons de différents d'âges de maturation 7, 14, 28 et 90j. On constate que la résistance à la compression des sédiments traités augmente en fonction de liants et le temps de maturation $RC \geq 1$ MPa, autorisant la circulation des engins sur la couche traitée [GTR 2000]. Les liants influent positivement au sédiment traité et notamment la combinaison et/ou le ciment.

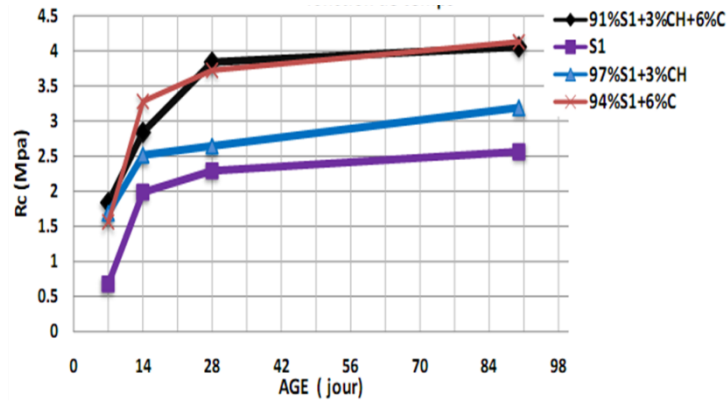


Figure 4. L'évolution de la résistance à la compression simple des formulations étudiées

4. Conclusion

La méthode générale de valorisation des sédiments de dragage décrite dans cette étude est encourageante quand à la gestion de ces sédiments en technique routière. En effet, les trois liants testés permettent d'envisager l'utilisation du sédiment traité pour constituer une couche de chaussée : Aptitude au traitement vérifiée, excellente pérennité des traitements et gonflement non préjudiciable, bonnes résistances à la compression simple et la résistance à l'immersion qui se situent au minimum en Zone 2 à 90 jours.

5. Bibliographie

- [ARBA2004] American Road Builders Association, Lime-Treated soil construction manual "lime stabilization & lime modification" Bulletin, Published by 2004.
- [BOU2012] Bourabah Maghnia Asmahane, Comportement Mécanique des sols fins Application a la valorisation des sédiments de barrages en technique routière. thèse 2012 UNIVERSITE ABOU-BEKR BELKAID – TLEMCEM
- [BOU 2000] Boutouil M, Levacher D , Traitement et valorisation des vases de dragages par solidification/stabilisation, 6e Journées Nationales Génie Civil- Génie Côtier, Caen, France, 17-19Mai 2000.
- [HYD 2005] hydro-dragage- C.T.Systems ANBT, rapport technique de levés bathymétriques des barrages en exploitation lots II et III échelon Cheliff et centre Février 2005.
- [GTR 2000] GTR Fascicule I , LCPC/Sétra , Guide technique réalisation des remblais et des couches de forme 2000.
- [GTS 2000] GTS, Guide technique de Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques Application à la réalisation des remblais et des couches de forme ,2000.
- [NF P 94-100] Norme française : Matériaux traités à la chaux et/ou aux liants hydrauliques Essai d'évaluation de l'aptitude d'un sol au traitement.
- [NF P 11-300] Norme française : Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières.
- [NF P 98-232-3] Norme française : Détermination des caractéristiques mécaniques des matériaux traités aux liants hydrauliques Partie 3 : Essai de compression diamétrale sur les matériaux traités aux liants hydrauliques et pouzzolaniques.