

# ÉTUDE DU COMPORTEMENT MÉCANIQUE D'UN SÉDIMENT DE BARRAGE. APPLICATION EN TECHNIQUE ROUTIÈRE

## **MECHANICAL BEHAVIOR OF A DAM SEDIMENT. APPLICATION TO ROAD CONSTRUCTION.**

Boumediene SERBAH<sup>1</sup>, Maghnia A. BOURABAH<sup>2</sup>, Salima BOUCHEMELLA<sup>3</sup>, Joanna Eid<sup>4</sup>, Nabil Abou-Bekr<sup>5</sup> et S. Taibi<sup>6</sup>

<sup>1</sup> *Laboratoire Eau et Ouvrages dans Leur Environnement, Université de Tlemcen, BP 230, 13000, Algeria*

<sup>2</sup> *Laboratoire INFRARES, Département de génie civil, Université de Souk Ahras, Algeria*

<sup>4,6</sup> *Laboratoire LOMC, CNRS UMR 6294, Université Le Havre Normandie, 76058 Le Havre, France*

**RÉSUMÉ** – Le sédiment de dragage de l'ouest algérien (Barrage Bakhadda) serait une nouvelle source de matériel pour la construction de routes. La démarche de valorisation envisagée, s'appuie sur des choix de préparation et des formulations simples. Nous montrons dans cette étude l'influence de l'ajout de liants (ciment, chaux), sur les caractéristiques mécaniques de ces sédiments de dragage ( $R_c$ ,  $R_t$ ,  $R_{tb}$  et  $E$ ), conformément aux recommandations des guides Techniques GTS et GTR (LCPC-SETRA, 2000).

**ABSTRACT** – The dredging sediment of western Algeria (Bakhadda's dam) could be a new source of material for road construction. The research of simple formulations in order to allow efficient use of this sediment in a pavement structure. We show in this study the influence of the addition of hydraulic binders (cement, lime) on the mechanical characteristics of this dredged sediment ( $R_c$ ,  $R_t$ ,  $R_{tb}$  and  $E$ ). The obtained characteristics are compared with the recommendations of the GTS and GTR Technical Guidelines (LCPC-SETRA, 2000).

### 1.Introduction

La valorisation de sédiments de dragage en technique routière demeure un véritable enjeu. La quantité de sédiments de la retenue du barrage Bakhadda est plus de 20 Mm<sup>3</sup>, de par leur volume important, une récente opération de dragage issue une quantité de 5Mm<sup>3</sup> 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 et 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 noté SN proviennent de dragage de barrage de Bakhadda. La figure 1 et Tableau 1 présentent les caractéristiques géotechniques de ces 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 (%)	WL (%)	WP (%)	Ip	VBS	MO (%)	WOPM (%)	$\gamma_{dmax}$ (kN/m <sup>3</sup> )
Sédiment.SN	12	60	28	60	31	29	5,9	7	23	19

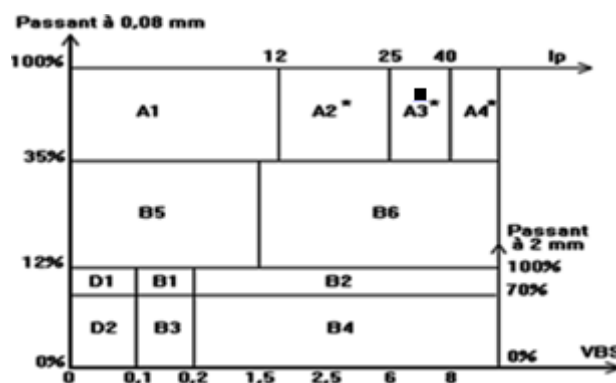


Figure 1. Positionnement des sédiments dans la classification des sols selon la norme NF P11-300.

## 3. Méthodes et résultats

La valorisation du sédiment consiste à déterminer les formulations optimales des mélanges (Tableau 2) 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. Types de formulations étudiées.

Formulations	SN(%)	Chaux (CH en %)	Ciment (C en %)
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.

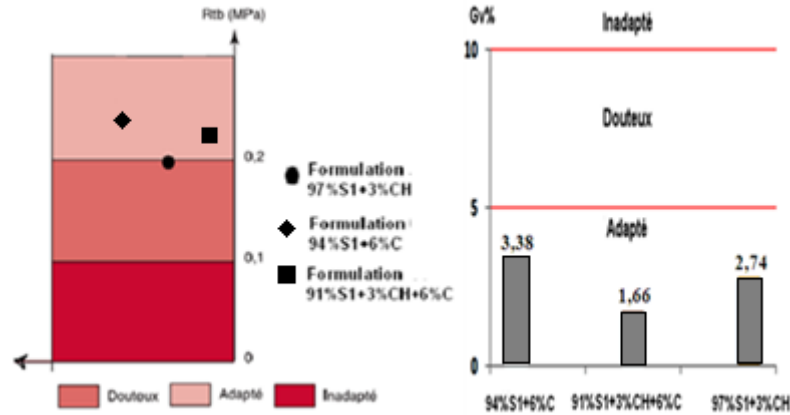


Figure 2. Positionnement des formulations à l'aptitude de sédiment au traitement.

### 3.2. Résistances à la traction ( $R_{tb}$ , $R_t$ ) et le module d'élasticité

La résistance à la traction directe est estimée à partir de l'essai brésilien  $R_{tb}$  sur des échantillons compactés à OPM de dimensions  $5 \times 5 \text{ cm}^2$  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  $R_t$  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  $S_0$ . 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  $S_2$  est suffisante.

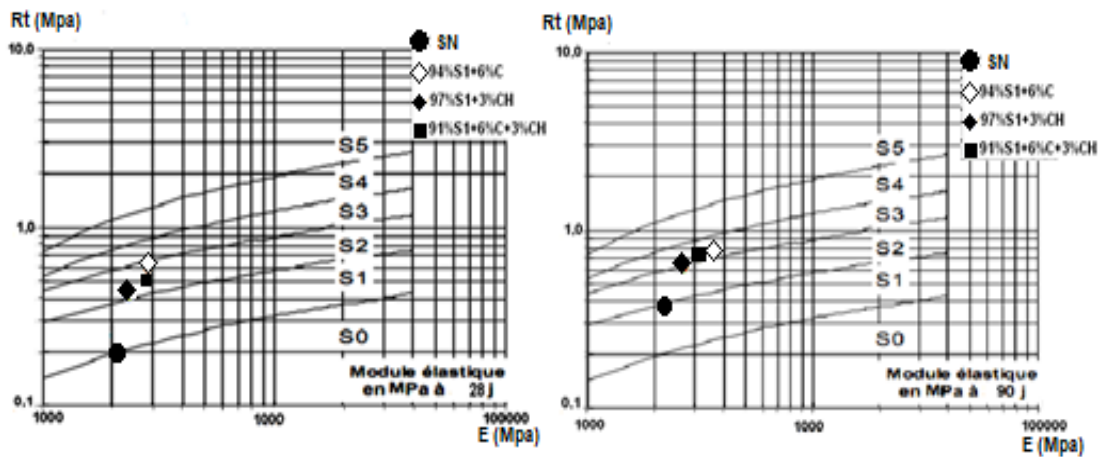


Figure 3. Positionnement des formulations à 28 et 90 j d'âge dans l'abaque de classement du GTS2000.

### 3.3. Influence des liants sur la résistance à la compression simple $R_c$

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  $5 \times 10 \text{ cm}^2$  confectionnées à l'optimum Proctor modifié (OPM). La figure 4 présente les résultats des mesures de  $R_c$  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 ( $R_c \geq 1$  MPa), qui permet autorisant à la circulation des engins sur la couche traitée (GTR, 2000). Les liants influents positivement au sédiment traité et notamment la combinaison et/ou le ciment.

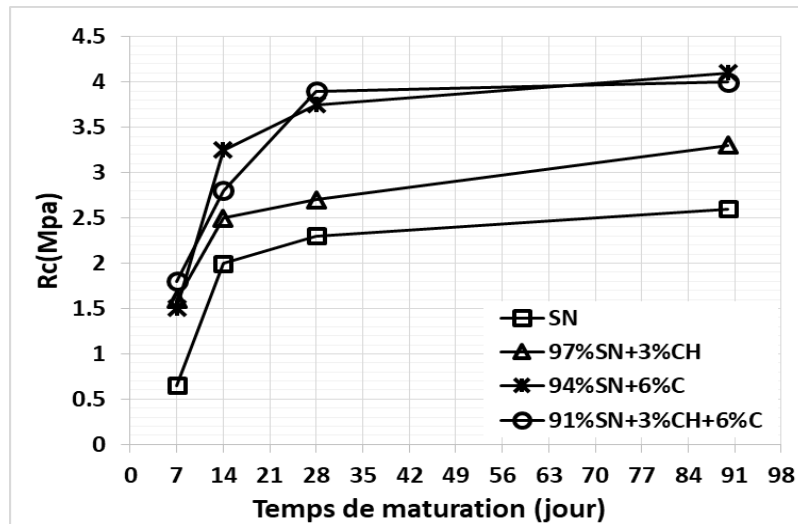


Figure 4. L'évolution de la résistance à la compression simple des formulations étudiées

#### 4. Conclusions

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 deux 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. Références bibliographiques

- American Road Builders Association, ARBA (2004), Lime-Treated soil construction manual "lime stabilization & lime modification" Bulletin, Published by 2004.
- Bourabah M.A. (2012), Comportement Mécanique des sols fins Application à la valorisation des sédiments de barrages en technique routière. thèse université Abou-Bekr belkaid – TLEMCEM.
- Boutouil M, Levacher D, (2000) Traitement et valorisation des vases de dragages par solidification/stabilisation, 6e Journées Nationales Génie Civil- Génie Côtier, Caen, France.
- Hydro-dragage-C.T.Systems ANBT, (2005), rapport technique de levés bathymétriques des barrages en exploitation lots II et III échelon Cheliff et centre.
- GTR Fascicule I, LCPC/SÉTRA, (2000), Guide technique réalisation des remblais et des couches de forme.
- GTS, (2000), 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.
- Norme française, (NF-P 94-100): Matériaux traités à la chaux et/ou aux liants hydrauliques Essai d'évaluation de l'aptitude d'un sol au traitement.
- Norme française, (NF-P 11-300): Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières.
- Norme française, (NF-P 98-232-3) : 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.