



Full Length Research Paper

Etude de caractérisation des matériaux de la carrière de Sindia (Sénégal occidental) pour une utilisation en géotechnique routière

Seybatou Diop¹, Momar Samb¹, Fary Diome¹, Meissa Fall²

¹Institut des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar ; BP 5396 Dakar-Fann, (Dakar, Sénégal)

²Laboratoire de Mécanique et Modélisation - UFR Sciences de l'Ingénieur, Université of Thiès (Thiès, Sénégal)

Received October 2014 – Accepted December 2014



*Corresponding author. E-mail: seybdiop@yahoo.fr

Author(s) agree that this article remain permanently open access under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 International License.

Résumé :

Cet article présente les résultats d'une étude de recherche sur la qualité et les conditions d'utilisation de graveleux latéritiques de la carrière de Sindia (région de Thiès) utilisés en géotechnique routière dans la partie occidentale du Sénégal. De faibles valeurs de portance, de la résistance à la compression simple et du module d'élasticité, compatibles à une utilisation en couche de fondation d'une chaussée routière, sont les aspects les plus caractéristiques du matériau cru (brut). Les études expérimentales confirment la pertinence de l'emploi des éprouvettes 10/20 pour les essais d'écrasement et font apparaître qu'un traitement au ciment (avec un mélange voisin de 4 %) permettrait d'améliorer efficacement les propriétés géotechniques de ces matériaux pour une application en couche de base. Un calcul de dimensionnement intégrant les résultats expérimentaux illustre la possibilité d'une utilisation de ces matériaux pour l'élaboration d'une structure de chaussée de type T³⁺ ou T²⁻.

Mots clés : Sénégal ; Latérites ; Géotechnique routière ; Traitement au ciment ; Dimensionnement routier.

Cite this article:

Seybatou Diop, Momar Samb¹, Fary Diome¹, Meissa Fall (2015). Etude de caractérisation des matériaux de la carrière de Sindia (Sénégal occidental) pour une utilisation en géotechnique routière. Revue Cames – Sci. Appl. & de l'Ing., Vol. 1(2), 79-85. ISSN 2312-8712.

1. Introduction

De plus en plus préoccupé par la rareté des matériaux routiers de bonne qualité et la dégradation précoce des routes, l'état du Sénégal a instruit à l'Agence des Travaux et de Gestion des Routes (AGEROUTE-Sénégal) d'élaborer un catalogue de dimensionnement des routes. Ce qui passe par d'une vaste campagne de caractérisation géotechnique des matériaux des différentes carrières exploitées en construction routière dans le pays. Cette présente étude, la première du genre menée par cette agence en collaboration avec l'Institut des Sciences de la Terre (IST), concerne la carrière de Sindia. Elle rapporte les résultats des études expérimentales réalisées sur échantillons prélevés de cette carrière, en vue préciser les propriétés géomécaniques des matériaux. Une telle connaissance est nécessaire pour réglementer les conditions de leur utilisation en construction routière. Les tests ont été effectués au Laboratoire de AGEROUTE-Sénégal en se fondant sur les normes françaises. L'un des principaux résultats est que le matériau brut est juste apte pour une

utilisation en couche de fondation d'une chaussée routière (vis-à-vis des spécifications de AGEROUTE-Sénégal) et nécessite donc un traitement (une amélioration) au ciment pour une application en couche de base.

2. Cadre de l'étude

La **Figure 1** présente un fond de carte géographique montrant le secteur d'étude de la carrière de Sindia. Du point de vue géomorphologique, c'est une zone marquée par la présence de cuirasses latéritiques développées sur les assises (argilites et marnocalcaires) éocènes, suite à l'altération en climat chaud et humide de l'Oligocène au Pliocène [8] et du Quaternaire [9]. Les conditions climatiques sont typiquement sahéliennes (pluviométrie moyenne annuelle de 400mm).

Certains aspects de la qualité des matériaux de cette carrière ou bien d'autres carrières exploitées dans d'autres secteurs de la zone ont déjà fait l'objet de quelques travaux scientifiques, parmi lesquels [1], [2], [4], [5], [6] et [7].

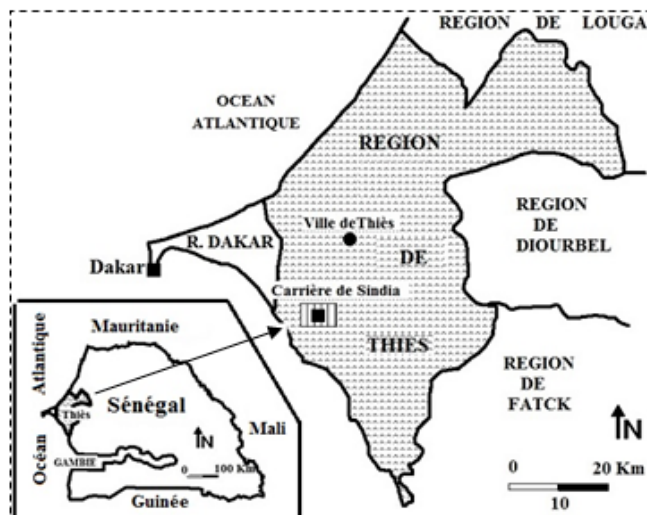


Figure 1. Carte de localisation de la carrière de Sindia.

3. Méthodologie

Un échantillonnage de matériau de graveleux latéritique a été effectué dans la carrière de Sindia pour faire des essais au laboratoire en vue de caractériser les paramètres géotechniques du matériau à l'état brut et après amélioration au ciment de celui-ci. Les travaux ont consisté à des essais normalisés d'identification et de comportement mécanique au laboratoire d'AGEROUTE-Sénégal, selon les détails et procédures de décrits dans le catalogue des normes françaises ([10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21] et [22]).

4. Résultats et Discussions

4.1. Essais sur le matériau brut

Essais d'identification. Les résultats sont récapitulés dans le **Tableau 1**. La teneur en eau naturelle (3%) témoigne d'un faible état d'humidité du terrain. Les résultats de l'analyse granulométrique (**Figure 2**) indiquent un pourcentage de fines inférieur à 20%.

Cette fraction fine est constituée essentiellement de particules minérales associées à la matière organique (environ 6%). Les résultats des essais aux limites d'Atterberg figurés dans le **Tableau 1** ($W_L = 29,9$; $IP = 13,3$) classent cette fraction fine dans la catégorie des argiles inorganiques moyennement plastiques de l'abaque de plasticité de Casagrande. D'autre part, les valeurs de bleu mesurées sont voisines de 1,6 indiquant une faible capacité d'adsorption de celle-ci ; en d'autres termes, on peut admettre la présence d'une faible fraction d'argiles gonflantes au sein des fines. La valeur numérique du diamètre équivalent D_{10} de la fraction 10 – 20 mm est passé de 10,5 mm à 0,6 mm à l'issue de l'essai de compactage, dévoilant ainsi une grande fragmentabilité du matériau ($FR = 17,5$). D'autre part, elle est passée de 10,5 mm à 7 mm après l'essai d'immersion-séchage, témoignant ainsi d'une propension modérée du matériau brut à se dégrader (dégradabilité, $DG = 1,5$).

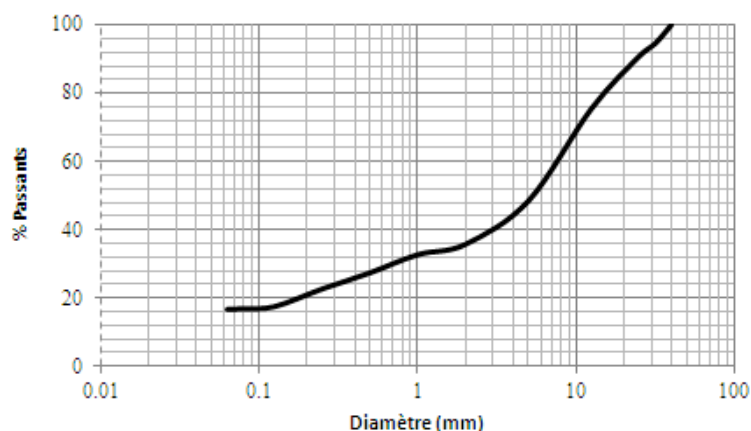


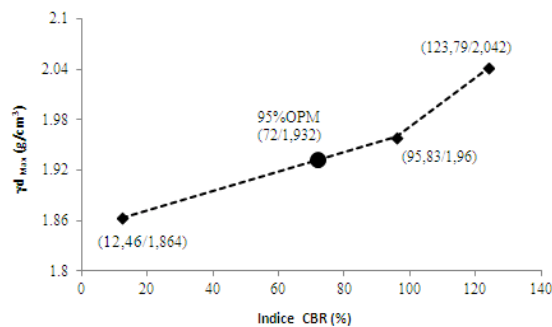
Figure 2. Courbe granulométrique cumulative du matériau.

Tableau 1. Principaux résultats des essais d'identification.

| Type d'essai | Résultats des essais | |
|------------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Teneur en eau | W | 3 % |
| Granulométrie | ϕ Tamis (mm) | % Passant |
| | 2 | 35,8 % |
| Valeur de Bleu de Méthylène | 0,08 | 17,0 % |
| | VBS | 1,6 |
| Limites d'Atterberg | W_L | 29,9 |
| | W_P | 16,6 |
| | I_P | 13,3 |
| | I_C | 2,0 |
| Proctor modifié | γ_d | 2,03(g/cm ³) |
| | W | 9,4 (%) |
| CBR | γ_d à 95% OPM | 1,93 (g/cm ³) |
| | CBR immédiat | 64 |
| | CBR imbibition | 72 |
| Fragmentabilité | FR | 17,5 |
| Dégradabilité | DG | 1,5 |
| Teneur en matière organique | MO | 6,17 (%) |

Essais de comportement mécanique. Les résultats de l'essai Proctor (cf. **Tableau 1**) révèlent que la masse volumique sèche maximale (2,03 g/cm³) est obtenue pour une teneur en eau optimale de 9,4%. Ce qui indique qu'une bonne mise en œuvre du matériau pourrait améliorer sa résistance au cisaillement. La valeur de l'indice de CBR immédiat est de 64. La **Figure 3** donne les caractéristiques de la courbe des essais CBR après immersion (4 jours dans l'eau).

L'indice portant CBR déterminé à 95% de l'OPM est de 72, une valeur qui est en deçà de la spécification CBR > 80 généralement requise [23] pour une possibilité d'utilisation du matériau cru en couche de base d'une route à trafic modéré. Ces résultats montrent de fait une faible portance du matériau brut, et donc leur possibilité d'utilisation en couche de fondation routière.

**Figure 3. Courbe des essais CBR sur l'échantillon brut après immersion (4 jours dans l'eau).**

Le **Tableau 2** fournit les résultats des essais de comportement mécanique réalisés sur le matériau brut. Les échantillons testés sont 2 éprouvettes (A1 et A2) de dimension 10/20, après 7 jours de cure. Les mesures effectuées diffèrent d'une éprouvette à l'autre, confirmant une distorsion relative au compactage lors de la confection des échantillons. Les valeurs moyennes obtenues sont de $R_C = 0,619$ MPa pour la

détermination de la résistance à la compression simple et $E_C = 359$ MPa pour celle du module d'élasticité. Comparées aux valeurs de résistance à la compression exigées par AGEROUTE-Sénégal pour un emploi en couche de base, ($1,5 \text{ MPa} \leq R_C \leq 3 \text{ MPa}$) il ressort une certaine inaptitude du matériau brut de la carrière étudiée.

Tableau 2. Résultats des essais de comportement mécanique sur deux éprouvettes (A1 et A2).

| Paramètres | Epreuves | |
|--|------------------------------|----------------|
| | A ₁ | A ₂ |
| Compacité | 97,0 % | 97,1% |
| Résistance à la compression simple (R_C) | 0,529 MPa | 0,71 MPa |
| | <i>(Moyenne = 0,619 MPa)</i> | |
| Module d'élasticité (E_C) à 30% | 277 MPa | 441 MPa |
| | <i>(Moyenne = 359 MPa)</i> | |

Ces valeurs s'accordent avec celles obtenues par d'autres auteurs sur cette même carrière ou sur d'autres carrières de latérites du Sénégal occidental, notamment par [1], [6] et [5], dont les études ont montré la nécessité absolue d'un traitement au ciment de ces latérites pour améliorer leur portance. Cet aspect est abordé au paragraphe suivant.

4.2. Essais sur le matériau traité au ciment

Essais de comportement. Les résultats des essais Proctor et CBR réalisés sur les échantillons de matériau traité au ciment (aux doses de 0, 2, 4 et 6%) sont

récapitulés dans le **Tableau 3**, et une comparaison graphique des valeurs apparaît sur la **Figure 5**. On note une évolution irrégulière (en dents de scie) assez proche de la masse volumique sèche $\gamma_{d\max}$ et du CBR immédiat, contrairement à celle du CBR après imbibition qui montre une croissance en fonction de la dose de ciment. Nous observons également que la condition généralement requise pour une utilisation en couche de base (indice CBR > 160 après 7 jours d'imbibition) est réalisée pour un traitement au delà de 4% de ciment.

Tableau 3. Principaux résultats des essais Proctor et CBR sur les échantillons de matériau amélioré.

| Dose de ciment | Essai Proctor modifié | | | Essais CBR | |
|----------------|-----------------------|---------------------------------------|--|--------------|----------------------|
| | W _{OPM} (%) | $\gamma_{d\max}$ (g/cm ³) | $\gamma_{d(95\%OPM)}$ (g/cm ³) | CBR immédiat | CBR après imbibition |
| 0 % | 9,4 | 2,03 | 1,93 | 64 | 72 |
| 2% | 6,0 | 2,14 | 2,03 | 186 | 82 |
| 4% | 8,9 | 2,04 | 1,94 | 110 | 173 |
| 6% | 8,2 | 2,09 | 1,99 | 192 | 255 |

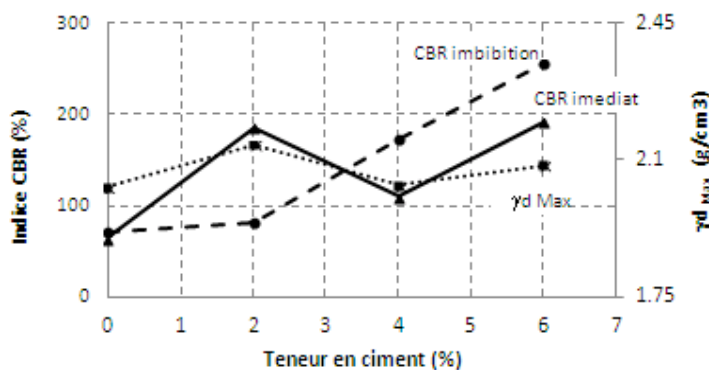


Figure 5. Evolution du CBR et de la densité sèche $\gamma_{d\max}$ en fonction de la dose en ciment de l'échantillon

En tenant compte de la teneur en eau des échantillons (W_{OPM}) et de la valeur théorique généralement admise pour la densité des grains solides minérales ($\rho_s = 2,65$ g/cm³), les différents mélanges contiendraient chacun une porosité résiduelle (à l'issue de l'essai Proctor)

voisine de 13 – 14 % ; valeurs obtenues à l'aide de la formule :

$$n = 1 - \frac{\rho_b}{\rho_s} \quad [n = 1 - (\frac{\rho}{\rho_s})^b]$$

où ρ_b équivaldrait ici à la densité sèche $\gamma_{d\max}$.

Tableau 4. Résultats des essais mécaniques réalisés sur 3 différentes éprouvettes de matériau traité aux doses de 2, 4 et 6% et âgés 7 et 28 jours (symboles : R_C : Résistance à la compression simple ; R_{TI} : Résistance à la traction indirecte ; E_C : Module d'élasticité).

| Age | Type d'éprouvette | R _C (MPa) | | | R _{TI} (MPa) | | | E _C à 25°C (MPa) | | |
|----------|-------------------|----------------------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|-----------------------------|------|------|
| | | Teneur en ciment | | | Teneur en ciment | | | Teneur en ciment | | |
| | | 2% | 4% | 6% | 2% | 4% | 6% | 2% | 4% | 6% |
| 7 jours | Dimension 10/20 | 1,953 | 2,186 | 3,605 | 0,181 | 0,2 | 0,291 | 1172 | 2566 | 3359 |
| | Dimension 16/32 | 0,854 | 1,765 | 4,172 | 0,154 | 0,382 | 0,619 | 1577 | 6534 | 5127 |
| | Moule Proctor | 1,801 | 1,287 | 2,165 | 0,235 | 0,402 | 0,680 | - | - | - |
| 28 jours | Dimension 10/20 | 2,306 | 2,849 | 4,575 | 0,152 | 0,256 | 0,360 | 1813 | 2430 | 2431 |
| | Dimension 16/32 | 1,541 | 2,462 | 4,180 | 0,158 | 0,444 | 0,755 | 838 | 6360 | 5341 |
| | Moule Proctor | 2,147 | 1,576 | 2,16 | 0,21 | 0,314 | 0,742 | - | - | - |

Essais mécaniques. Dans le **Tableau 4** sont regroupés les résultats expérimentaux des essais d'écrasement réalisés sur 3 paires (prototypes) d'échantillons de matériau traité, après 7 et 28 jours de cure. Ces spécimens ont été confectionnés, l'un à l'aide du moule

Proctor (M-Proctor) et les deux autres à l'aide d'éprouvettes de dimension 10/20 (Ep 10/20) et 16/32 (Ep 16/32). On constate globalement une augmentation des résistances à la compression simple (R_C) et à la traction indirecte (R_{TI}) proportionnellement à la dose

de ciment et l'âge de l'échantillon. Les valeurs de R_{TI} au bout de 7 jours de cure varient entre un minimum de 0,154 MPa (2% de ciment) et un maximum de 0,680 MPa (6% de ciment). Après 28 jours de cure, elles oscillent entre 0,152 MPa (2% de ciment) et 0,755 MPa (6% de ciment). Il ressort des tests réalisés sur les échantillons traités que :

- Le critère géomécanique d'un « *traitement efficace* » au ciment (condition : $1,5 \text{ MPa} < R_C < 3 \text{ MPa}$ à 7 jours d'âge) est rempli pour des dosages de 2 à 4 % de ciment. Par contre, à la dose de 6% de ciment, la valeur de R_C devient trop élevée, pouvant induire un comportement rigide du matériau avec risque potentiel de rupture sous l'effet des contraintes.

- Un traitement à la dose de 4% de ciment donne une valeur convenable du module d'élasticité E_C de 2566 MPa à 25°C.

La **Figure 6** montre les résultats graphiques de l'évolution des résistances à la compression simple (**Figure 6a**) et à la traction indirecte (**Figure 6b**) en fonction de la dose en ciment des échantillons testés. On y observe en particulier une influence (effet d'échelle) liée à la nature de l'éprouvette utilisée. Il apparaît en particulier que le moule Proctor (M-Proctor ; cf. **Figure 6a**) reflète mal les spécificités des échantillons testés, et par conséquent, le comportement mécanique du matériau amélioré. On note, par contre, une allure d'ensemble similaire des courbes issues des mesures faites sur les éprouvettes 10/20 et 16/32 (c'est-à-dire une augmentation de R_C et R_{TI} de façon proportionnelle à la dose de ciment et de l'âge de l'échantillon) ; l'éprouvette 10/20 apparaissant toutefois beaucoup plus adaptée et fiable pour les tests de performance du matériau étudié.

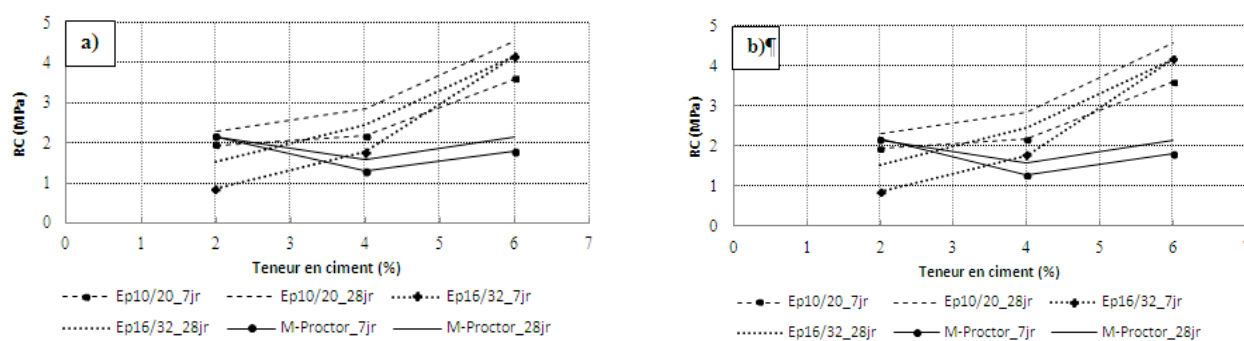


Figure 6. Courbes de variation de la résistance à la compression simple et à la traction indirecte des différents types d'éprouvettes en fonction de la teneur en ciment et de l'âge.

En ce propos, la **Figure 7** met en relation les valeurs numériques du module d'élasticité E_C et la dose de ciment employée sur 2 éprouvettes 10/20 et 16/32 de matériau latéritique amélioré. Elle montre que le module de l'éprouvette 16/32 chute au-delà de la dose

de 4% de ciment, quelque soit l'âge. Par contre, celui de l'éprouvette 10/20 augmente régulièrement avec la dose en ciment, confirmant ainsi une meilleure aptitude de cette dernière aux essais.

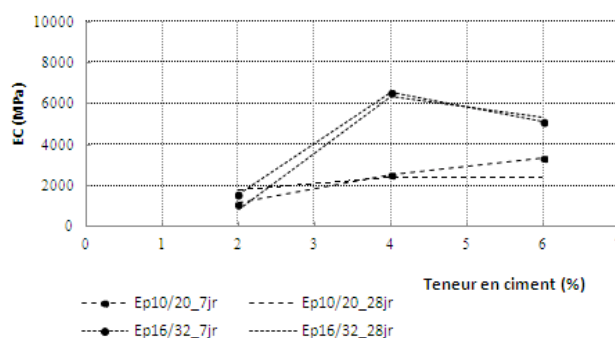


Figure 7. Relation entre valeurs du module d'élasticité et doses en ciment des échantillons testés (éprouvettes 10/20 et 16/32 à 7 et 28 jours d'âge).

Tableau 5. Paramètres d'entrée pour le modèle de dimensionnement routier envisagé.

| Couche | Matériau | Epaisseur (m) | Module E à 25°C (MPa) | Coefficient de Poisson ν |
|---------------------------|--|---------------|-----------------------|------------------------------|
| Revêtement | Béton bitumineux | 0,05 | 2450 | 0,35 |
| | Graveleux latéritiques de Sindia améliorés au ciment | | | |
| Couche de base | GL + 2% ciment | 0,20 | 1172 | 0,25 |
| | GL + 4% ciment | 0,20 | 2566 | 0,25 |
| | GL + 6% ciment | 0,20 | 3359 | 0,25 |
| Couche de fondation | Graveleux latéritiques naturels de Sindia | 0,20 | 359 | 0,35 |
| Plateforme ou sol-support | Plateforme de type PF3 ; CBR = 30 | infinie | 150 | 0,35 |

5. Elaboration d'un modèle de structure de chaussée

La méthode ALIZE 3 a été appliquée pour un dimensionnement routier fondé sur les résultats issus des études expérimentales réalisées sur le matériau de la carrière de Sindia. Les paramètres d'entrée du modèle de la structure envisagée sont récapitulés dans le **Tableau 5**.

Le **Tableau 6** reproduit les résultats du calcul pour cette modélisation. Les résultats démontrent que la valeur de la déformation horizontale à la base du revêtement bitumineux (ϵ_t), celle de la contrainte de traction à la base de la couche de base (σ_t) ainsi que celle de la déformation verticale à la base de la couche de fondation (ϵ_z) sont toutes inférieures aux valeurs admissibles.

Il ressort de l'analyse des résultats du modèle que, suivant la dose en ciment proposée pour le traitement du matériau, la valeur de ϵ_t peut être qualifié de « modérée », celle de σ_t de « moyenne à très importante » et celle ϵ_z de « moyenne à importante ». Nous en déduisons que le modèle de configuration de la structure de chaussée a été correctement dimensionné pour supporter un trafic de type T3⁺ ou T2⁻.

6. Conclusion et perspectives

Les essais réalisés sur les échantillons de latérites de la carrière de Sindia ont permis de préciser les paramètres géotechniques qui déterminent le comportement routier du matériau à l'état naturel et après traitement au ciment. Les résultats confirment la pertinence de l'emploi des éprouvettes 10/20 pour les essais d'écrasement et démontrent que le matériau de cette carrière pourrait être utilisé en couche de fondation routière à l'état brut. Son utilisation en couche de base d'une structure de chaussées à trafic de type T3⁺ ou T2⁻ doit tenir compte d'un traitement au ciment à une dose estimée à environ 4 %. Une perspective intéressante qui s'est dégagée de la confrontation de résultats de cette étude avec ceux obtenus par d'autres auteurs est l'étude géochimique et pédologique des matériaux de la carrière (minéralogie et profils d'altération), afin d'identifier l'origine de la variabilité spatiale des caractéristiques mécaniques souvent constatée au sein de la carrière.

Tableau 6. Résultats de la modélisation du dimensionnement routier envisagé

| Couche | Revêtement | Couche de base | Couche de fondation |
|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|
| Contraintes et déformations | ϵ_t (10 ⁻⁶ mm) | σ_t (MPa) | ϵ_z (10 ⁻⁶ mm) |
| Valeurs admissibles | 181,6 | 0,810 | 559,5 |
| Valeurs obtenues | GL+2%Ciment | 11,3 | 0,439 |
| | GL+4%Ciment | 49,7 | 0,619 |
| | GL+6%Ciment | 60,2 | 0,692 |

RÉFÉRENCES

- [1] Fall M., Tisot J. P. et Cissé I. K. (1995): Comportement mécanique à l'appareil de cisaillement de Casagrande de trois graveleux latéritiques compactés provenant du Sénégal occidental. Bulletin de Géologie de l'Ingénieur, Paris n° 52, p. 59 – 73
- [2] Cissokho I. et Guèye S. M. (2004): Elaboration d'un catalogue de dimensionnement des chaussées souples pour la zone ouest du Sénégal.- Projet de fin d'études, Départ. de génie civil, Ecole Polytechnique Supérieure, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 193 p., Dakar, Sénégal.
- [3] Ngom P. E. S. (2011): Identification des matériaux latéritiques en provenance de Sindia et caractérisation des interfaces dans les structures de chaussée par essai

- de cisaillement a la boîte de Casagrande. Mém. IST, Univ. C. A. Diop, Dakar, n° 222, 48 p., Dakar, Sénégal.
- [4] Fall P. M. (2013): Etude géotechnique du projet de la voie d'accès au complexe scolaire de Keur Massar en pavés autobloquants.- Mém. IST N° 278, FST, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 40 p., Dakar, Sénégal.
- [5] Diop A. (2013): Détermination des caractéristiques physiques et mécaniques des matériaux routiers de couches de chaussée et dimensionnement de la structure de chaussée de la route Tivaouane – Touba Toul – Khombole.- Mém. IST N° 273, FST, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 54 p., Dakar, Sénégal
- [6] Dramé N. (2013): Etude expérimentale de la lithostabilisation et de l'amélioration au ciment des graveleux latéritiques de Lam-Lam et de Mont-Roland pour leur utilisation en construction routière - Mémoire. IST N° 278, FST, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 40 p., Dakar, Sénégal.
- [7] Sène F. (2013): Caractérisation géotechnique du matériau latéritique de Sindia (Sénégal occidental) traité au ciment pour son utilisation en construction routière. Mém. IST N° 279, FST, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 44 p., Dakar, Sénégal.
- [8] Flicôteaux R. (1982): Genèse des phosphates alumineux du Sénégal occidental. Etapes et guide d'altération. Mém. Sci. Geol. Univ. Louis Pasteur, Strasbourg, n° 6, 220 p.
- [9] Nahon, D. (1971): Etude et évolution des cuirasses ferrugineuses quaternaires sur grès : exemple du massif de NDiass (Sénégal occidental). *Bulletin. Service. Carte géol. Alsace. Lorraine.* n°24, p. 219 – 241.
- [10] NF EN 933-1 (Décembre, 1997): Analyse granulométrique par tamisage.
- [11] NF EN 1097-5 (Novembre, 1999): Détermination de la teneur en eau par séchage en étuve ventilé.
- [12] NF P 94-055 (Octobre, 1991): Détermination de la teneur pondérale en matière organique.
- [13] NF P 94-068 (Octobre, 1998): Mesure de la capacité d'adsorption de bleu de méthylène
- [14] NF P 94-051 (Mars, 1993): Détermination des limites d'Atterberg.
- [15] NF P 94-066 (Décembre, 1992): Détermination du coefficient de fragmentabilité.
- [16] NF P 94-067 (Décembre, 1992): Détermination du coefficient de dégradabilité.
- [17] NF EN 13286-2 (Février, 2005): Essai Proctor modifié.
- [18] NF EN 13286-53 (Mai, 2005): Méthode de confection d'éprouvettes par compression axiale.
- [19] NF P 94-078 (Mai, 1997) : Détermination des indices CBR.
- [20] NF EN 13286-41 (Juillet, 2003): Détermination de la résistance à la compression simple.
- [21] NF EN 13286-43 (Septembre, 2003): Détermination du module d'élasticité en compression simple.
- [22] NF EN 13286-42 (Septembre, 2003): Détermination de la résistance à la traction indirecte
- [23] Mbodj O. (2003): Esquisse d'un catalogue de dimensionnement des chaussées pour le Sénégal. Projet de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur de conception de l'Ecole Polytechnique de Thiès/Département de génie civil, 67 p.



ISSN (Online) : 2312-8712

Editeur en Chef : SG Cames, Prof. Bertrand Mbatchi

Directeur de Publication : Le CAMES

Rédacteur en Chef : Prof. Meissa Fall, Université de Thiès

Rédacteurs : Dr Mapathé Ndiaye – Dr. Adama Dione

Spécialiste PAO : Diarga Diouf, Irempt/Resafad UCAD/Min. Education Sénégal

Génie de l'eau et de l'Environnement – Hydraulique
Génie des Procédés – Géologie Appliquée - Hydrologie
Génie Civil – Infrastructures – Géologie de l'Ingénieur
Génie Electrique – Géologie Minière - Hydrogéologie
Génie Mécanique – Mécanique - Modélisations
Electronique – Automatismes -Génie Informatique
Etc.

Comité Internationale de lecture

1. Prof. **Yves BERTHAUD**, Directeur de l'UFR Ingénierie - Université de la Sorbonne - Pierre et Marie Curie (Paris VI) - yves.berthaud@gmail.com (*Mécanique*)
2. Prof. **Fabrice GATUINGT**, - ENS Cachan / Département/Secteur Génie Civil LMT - 61 Avenue du président Wilson 94230 CACHAN (Tél : 33 (0)1 47 40 53 69 - Fax : 33 (0)1 47 40 74 65) - fabrice.gatuingt@dgc.ens-cachan.fr (*Génie Civil*)
3. Prof. Emeritus **Tuncer B. EDIL**, University of Wisconsin-Madison - 2226 Engineering Hall / 1415 Engineering Drive - Madison, WI 53706-1691 - Tel: 608/262-3225 - edil@engr.wisc.edu (*Geotechnical Engineering*)
4. Prof. **Dante FRATTA**, Associate Professor, University of Wisconsin-Madison - 2208 Engineering Hall - 1415 Engineering Drive / Madison, WI 53706-1691 - Tel: 608/265-5644 - fratta@wisc.edu (*Civil and Environmental Engineering*)
5. Prof. **James M. TINJUM**, - University of Wisconsin-Madison - 2214 Engineering Hall - 1415 Engineering Drive / Madison, WI 53706-1691, Tel: 608/262-0785 - tinjum@epd.engr.wisc.edu (*Civil and Environmental Engineering*)
6. Prof. **Serigne FAYE**, Département de Géologie - Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal) - sfaye@ucad.sn (*Hydrogéologie*)
7. Papa Malick NGOM, Département de Géologie - Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal) - papam.ngom@ucad.edu.sn (*Géologie - Géologie de l'Ingénieur*)
8. Dr **Ayité Sénah Akoda AJAVON**, Maître de Conférences des Universités, ENSI - Université de Lomé - Lomé TOGO - asajavon@yahoo.fr (*Génie Electrique*)
9. Dr. **Farid BENBOUDJEMA**, Maître de conférences HdR - ENS Cachan / Département/Secteur Génie Civil LMT - 61 Avenue du président Wilson 94230 CACHAN (Tél : 33 (0)1 47 40 53 69 - Fax : 33 (0)1 47 40 74 65) <http://www.lmt.ens-cachan.fr/benboudjema> - farid.benboudjema@dgc.ens-cachan.fr (*Génie Civil*)
10. Prof. **Salif GAYE**, Directeur de l'IUT - Université de Thiès (Sénégal) - sgaye@univ-thies.sn (*Génie Mécanique*)
11. Prof. **Claude LISHOU**, ESP-Dakar (Université Cheikh Anta Diop de Dakar) - claudelishou@gmail.com (*Informatique*)
12. Prof. **Codou MAR**, ESP-Dakar (Université Cheikh Anta Diop de Dakar) - cgmare@gmail.com (*Génie Chimique et Biologie Appliquée*)
13. Prof. **Joseph BATHIEBO** - Unité de Formation et de Recherche en Sciences Exactes et Appliquées (U.F.R. S.E.A.) - Tel.: +226 76 65 09 42 / jbathiebo@univ-ouaga.bf; djbathiebo@gmail.com (*Génie Civil*)
14. Dr **Félix Adangba AMARI**, Professeur de Génie Civil - Département Bâtiment & Urbanisme / Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny (INP-HB) de Yamoussoukro BP 1093 Yamoussoukro - Tel: (225) 07 87 52 99 / amarifelixad@yahoo.fr (*Génie Civil*)
15. Prof. **Francois TSOBNANG**, 2iE, Institut international d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement - ftsobnang@gmail.com (*Matériaux et Physique de l'Ingénieur*)
16. Dr **Roger Marcelin FAYE**, Maître de Conférences - Ecole Supérieure Polytechnique - B.P 5085 Dakar-Fann SENEGAL / roger.faye@ucad.edu.sn (*Génie Electrique*)

Volume 1 - N° 2 :

1. **Konaté, P. Yoboue, E. Soro, O. Asseu, P. Tety, X. Lin-Shi (2015)**. Implementations of a reduced-order Estimator for an Asynchronous Machine drive system. *Revue Cames – Sci. Appl. & de l’Ing.*, Vol. 1(2), pp. 37-45. ISSN 2312-8712.
2. **Mahamane Djoudou (2015)**. Préparation et Calcul du Modèle Numérique de Terrain (MNT) de la région lacustre de la rive gauche du Delta intérieur du Niger au Mali : Estimation de sa Précision. *Revue Cames – Sci. Appl. & de l’Ing.*, Vol. 1(2), 46-56. ISSN 2312-8712.
3. **Makhaly Ba, Babacar Diop, Oumar Kamara (2015)**. Etude comparative des caractéristiques des bétons hydrauliques et des bétons bitumineux à base de granulats de basaltes de Diack et de quartzites de Bakel. *Revue Cames – Sci. Appl. & de l’Ing.*, Vol. 1(2), 57-64. ISSN 2312-8712.
4. **Adama Dione, Meissa Fall, Yves, Berthaud, Farid Benboudjama, Alexandre Michou (2015)**. Implementation of Resilient Modulus - CBR relationship in Mechanistic-Empirical (M. -E) Pavement Design. *Revue Cames – Sci. Appl. & de l’Ing.*, Vol. 1(2), 65-71. ISSN 2312-8712.
5. **Seyni Ndoye, Mamadou Issa Ba, Serigne Faye (2015)**. Hydrodynamique de la nappe côtière du Saloum (Sénégal) : étude par modèle numérique. *Revue Cames – Sci. Appl. & de l’Ing.*, Vol. 1(2), 72-78. ISSN 2312-8712.
6. **Seybatou Diop, Momar Samb, Fary Diome, Meissa Fall (2015)**. Etude de caractérisation des matériaux de la carrière de Sindia (Sénégal occidental) pour une utilisation en géotechnique routière. *Revue Cames – Sci. Appl. & de l’Ing.*, Vol. 1(2), 79-85. ISSN 2312-8712.
7. **Moustapha Diène, Cheikh Hamidou Kane, Déthié Sarr (2015)**. Overview of the aquifer system in the Senegalese and Mauritanian sedimentary basin. *Revue Cames – Sci. Appl. & de l’Ing.*, Vol. 1(2), 86-91. ISSN 2312-8712.
8. **Mapathé Ndiaye, Mohamadou Moustapha Thiam, Seydou Coulibaly, Oustasse Abdoulaye Sall (2015)**. Astronomical Calibration of the Danian Formation of Ndayane : Paleogeographic and Paleoclimatic Implications. *Revue Cames – Sci. Appl. & de l’Ing.*, Vol. 1(2), 92-96. ISSN 2312-8712.
9. **Ouoba S., Cherblanc F., Bénét J.-C., Koulidiati J. (2015)**. Modélisation numérique des mécanismes d’atténuation naturelle des polluants organiques volatiles dans les sols du Burkina Faso : application au trichloréthylène (TCE). *Revue Cames – Sci. Appl. & de l’Ing.*, Vol. 1(2), 97-103. ISSN 2312-8712.
10. **S. Gueye, I. Gueye, L. Thiaw, G. Sow, A. Ndiaye, M. Thiam (2015)**. Conception d’un régulateur solaire avec commande MPPT. *Revue Cames – Sci. Appl. & de l’Ing.*, Vol. 1(2), 104-108. ISSN 2312-8712.
11. **Fagla B. F. Z., Gradeck M., Baravian C., Vianou A., Dègan G., Lebouché M. (2015)**. Etude Thermique Expérimentale des Suspensions Newtoniennes en Solutions du Glucose et de l’Eau en Ecoulement dans une Conduite Horizontale à Section Constante. *Revue Cames – Sci. Appl. & de l’Ing.*, Vol. 1(2), 109-121. ISSN 2312-8712.
12. **Fagla B. F. Z., Gradeck M., baravian C., vianou A., lebouche M. (2015)**. Etude Thermique Expérimentale des Suspensions Non-Newtoniennes en Solution de Carboxyméthylcellulose en Ecoulement dans une Conduite Horizontale à Section Constante. *Revue Cames – Sci. Appl. & de l’Ing.*, Vol. 1(2), 122-133. ISSN 2312-8712.