

Caractérisations physiques et mécaniques du graveleux latéritique de Kolon-Korohouita pour couche de fondation dans le projet de bitumage de la route Torokinkené- Korohouita, Nord-Est de la Côte d'Ivoire

Lydie Marcelle THIEBLESSON^{1*}, Agré Séraphin DJOMO¹ et Assoumou Joseph YOMANFO²

¹ Université Jean LORUGNON GUEDE, Laboratoire des Sciences et Technologies de l'Environnement,
BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

² Université de BONDOUKOU, École Nationale Supérieure d'Architecture et d'Urbanisme (ENSAU),
01 BP V 151 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

(Reçu le 05 Mai 2026 ; Accepté le 08 Juin 2026)

* Correspondance, courriel : thieblesonlydiemarcelle@yahoo.fr

Résumé

Cette étude a pour objectif de caractériser les différents graveleux latéritiques prélevés sur plusieurs sites notés EG15C, EG20C, EG21C, EG26 et EG30A à proximité du projet de bitumage de la route Torokinkené-Korohouita au nord de la Côte d'Ivoire, en vue de les utiliser pour couche de fondation. Les caractérisations physiques concernent l'analyse granulométrique, les limites d'Atterberg et la caractérisation mécanique concerne le CBR (California Bearing Ratio). L'analyse granulométrique a d'abord consisté à séparer les différentes particules granulaires constitutif des graveleux latéritiques par tamisage. Ensuite, sur la fraction fine passée au tamis 0,40mm, la teneur en eau a été mesurée afin déterminer les limites de liquidité et de plasticité du sol. Enfin, l'échantillon de sol a été compacté dans un moule CBR afin de mesurer son aptitude à supporter les charges. Seul, les graveleux latéritiques prélevés sur les sites EG21C et EG30A ont montrés des résultats conformement aux exigences du Cahier des Clauses Techniques et Particulières (CCTP), usuellement utilisées en Côte d'Ivoire pour des sols en couche de fondation. Ils présentent, une granulométrie riche en fines de 9 et 11%, un indice de plasticité de 6,2 et 3,66%, des densités sèches de 2,13 t/m³ et 2,07 t/m³ et du point de vue mécanique, un CBR de 48 MPa et 59 MPa. Ces résultats montrent la grande importance de la caractérisation des matériaux avant toute utilisation.

Mots-clés : *graveleux latéritique, limites d'Atterberg, couche de fondation, CCCTP.*

Abstract

Physical and mechanical properties of the lateritic gravel from Kolon-Korohouita for use as a base course in the Torokinkené-Korohouita road surfacing project, North-East of Côte d'Ivoire

The aim of this study is to characterise the various lateritic gravels sampled from several sites designated EG15C, EG20C, EG21C, EG26 and EG30A near the Torokinkené-Korohouita road surfacing project in northern Côte d'Ivoire, with a view to using them as a base course. The physical characterisations carried out include

particle size analysis and Atterberg limits, whilst the mechanical characterisation involves the CBR (California Bearing Ratio) test. The particle size analysis initially involved separating the various granular particles constituting the lateritic gravels by sieving. Next, for the fine fraction passing through the 0.40 mm sieve, the moisture content was measured to determine the soil's liquid and plastic limits. Finally, the soil sample was compacted in a CBR mould to measure its load-bearing capacity. This involves experimentally determining the bearing capacity indices (IP, CBR). The lateritic gravel samples taken from sites EG21C and EG30A showed a particle size distribution rich in fines, with a content of less than 20% (9% and 11%), a plasticity index of less than 20% (6.2% and 3.66%), dry densities of 2.13 t/m³ and 2.07 t/m³, and, from a mechanical perspective, a CBR greater than 30 MPa (48 MPa and 59 MPa). All these results obtained for the soils at the EG21C and EG30A sites meet the specifications commonly used in Côte d'Ivoire and can be used as a sub-base layer, such as.

Keywords : *lateritic gravel, Atterberg limits, sub-base layer, specifications CCTP.*

1. Introduction

La circulation des hommes et des biens constitue l'un des facteurs primordiaux de développement socio-économique aussi bien à l'échelle mondiale qu'au niveau de chaque pays. En cela, la construction des routes n'a cessé de se développer au travers différentes civilisation [1]. La route est le mode de transport dominant en Afrique avec plus de 80 % du trafic de marchandises inter-urbain et inter-Etat. Elle est souvent l'unique voie d'accès aux zones rurales [2]. L'aménagement de routes et pistes de bonne qualité requiert l'emploi de matériaux qui répondent aux normes. D'où l'importance de la connaissance préalable des propriétés des matériaux du gisement exploité. Pour la réalisation des projets routiers, le matériau le plus souvent utilisé est le graveleux latéritique, [3 - 5] Cependant, la grande diversité des minéraux se trouvant au sein des sols latéritiques rend leur comportement souvent imprévisible en application routière. Les matériaux latéritiques ont la propriété de s'indurer seulement après humidification et dessèchement successifs. La latérite, vu sa pédogenèse, sa constitution minéralogique et son caractère de matériau résiduel possède un comportement instable lorsqu'elle est compactée en couche de chaussée. Certains emprunts latéritiques sont abandonnés parce qu'ils ne présentent pas de bonnes caractéristiques géotechniques pour une utilisation routière, [6]. Les granites et les latérites sont des matériaux très abondant en Côte d'Ivoire, donc largement exploités lors de la construction des routes en Côte d'Ivoire, [7]. Cependant, en ce qui concerne les couches de chaussée, ces matériaux pour la plupart du temps ne sont pas adaptés. La connaissance de l'état des carrières dans une zone ou un lieu donné joue un rôle important en phase d'étude d'un projet, car le coût de la construction d'une route dépend en grande partie de la disponibilité de matériaux sur le tracé et de leur conformité aux exigences. Les latérites ou sols latéritiques sont une grande famille de sols qui se forment dans les régions tropicales humides et qui résultent d'un processus d'altération particulier. Certaines classes de sols latéritiques sont utilisées en corps de chaussées (couches de base et couches de fondation), en appliquant des règles qui ont été définies par pays, à partir de règles générales d'aptitude des sols au compactage. En Côte d'Ivoire, par exemple, ces règles ont été établies par le Laboratoire du Bâtiment et des Travaux Publics au cours des années 1970, [8]. L'objet de cette étude est d'identifier et de caractériser des graveleux latéritiques empruntés sur différents sites situés entre Kolon et Korohouita à proximité du projet de construction de route et dont les paramètres géotechniques sont conformes aux prescriptions du CCTP, [9].

2. Matériel et méthodes

2-1. Présentation du matériau

Le matériau d'étude est le graveleux latéritique cru (**Figure 1**), choisi pour de sa disponibilité dans la zone. Il existe différents types de graveleux latéritique classé (G1, G2, G3, G4) selon leur taille et leur couleur. Les graveleux latéritiques sont prélevés sur différents sites d'emprunt (EG) situés entre Kolon et Korohouita dans le nord de la Côte d'Ivoire. Ces sites sont notés EG15C, EG20C, EG21C, EG26, EG30A. Les graveleux latéritiques sont soumis à une série d'essais afin de déterminer leurs propriétés physiques et mécaniques. Ces essais incluent l'analyse granulométrique par tamisage (AG), les limites d'Atterberg (LA), l'essai Proctor modifié et l'essai California Bearing Ratio (CBR).



Figure 1 : *Graveleux latéritique*

2-2. Caractérisation physique du graveleux latéritique

La caractérisation physique du graveleux latéritique à consister à faire l'analyse granulométrique et à déterminer les limites d'Atterberg.

2-2-1. Analyse granulométrique

L'analyse granulométrique est réalisée conformément à la norme NF P 94-056. Elle permet de déterminer la taille et les pourcentages pondéraux respectifs des différentes familles de grains constituant l'échantillon. Cela peut se faire par tamisage pour les grains de taille supérieure à 0,063 mm et par sédimentation pour les grains de taille inférieure à 0,063 mm. La **Figure 2** présente le matériel pour la réalisation de cette analyse.



Figure 2 : *Matériel pour l'analyse granulométrique (a-étuve ; b- balance électronique ; c-colonne de tamis ; d- tare)*

Le % du refus cumulé est calculé suivant l'Équation 1.

$$\% \text{Refus} = \frac{me \times 100}{mt} \quad (1)$$

Les pourcentages des refus cumulés, ou ceux des tamisâts cumulés sont représentés sous la forme d'une courbe granulométrique en portant les ouvertures des tamis en abscisse sur une échelle logarithmique et les pourcentages en ordonnée sur une échelle arithmétique. Le paramètre recherché est le pourcentage de fines.

2-2-2. Limites d'Atterberg

L'essai est réalisé conformément à la norme NF P 94-051 afin de déterminer la limite de liquidité et de plasticité. Ces limites sont déterminées sur la fraction de sol passant au travers du tamis 400 μm afin de classer les sols (Tableau 1). La Figure 3 présente le matériel utilisé pour déterminer les limites d'Atterberg. L'indice de plasticité est calculé à partir de l'Équation 2.

$$I_P = W_L - W_P \quad (2)$$

Tableau 1 : Classification des sols en fonction de l'indice de plasticité (NF P 94-051)

Indice de plasticité	Degré de plasticité
$0 < I_p < 5$	Non plastique
$5 < I_p < 15$	Moyennement plastique
$15 < I_p < 40$	Plastique
$I_p > 40$	Très plastique



Figure 3 : Matériel essentiel pour la détermination des limites d'Atterberg

(a- Langue de chat ; b- Outil à rainurer ; c- Spatule ; d- Appareil de Cassagrande)

2-3. Caractérisation mécanique du graveleux latéritique

La détermination des caractéristiques mécaniques passe par la réalisation des essais Proctor modifiés et de CBR.

2-3-1. Essai Proctor modifié

L'essai est réalisé conformément à la norme NF P 94-093. Le principe de l'essai consiste à répartir dans 5 plateaux de malaxage six (06) Kg de matériau. Le matériau contenu dans chaque plaque est humidifié à différentes teneurs en eau (de 2% supérieur ou inférieur à la teneur en eau naturelle) et compacté dans des moules Proctor modifiés. Pour chacune des teneurs en eau, l'essai s'effectue sur cinq (05) couches par moule

dont chacune est compactée à 56 coups et araser après le compactage de la cinquième couche selon un procédé et une énergie conventionnelle. Pour chacune des valeurs de teneur en eau considérées, la masse volumique sèche du matériau est déterminé et la courbe des variations de cette masse volumique est tracée en fonction de la teneur en eau. Il ressort de cette courbe les valeurs de masse volumique apparente sèche (γ_{opt}) et la teneur en eau (ω_{opt}) à l'optimum. La **Figure 4** présente le matériel utilisé pour l'essai de Proctor modifié.

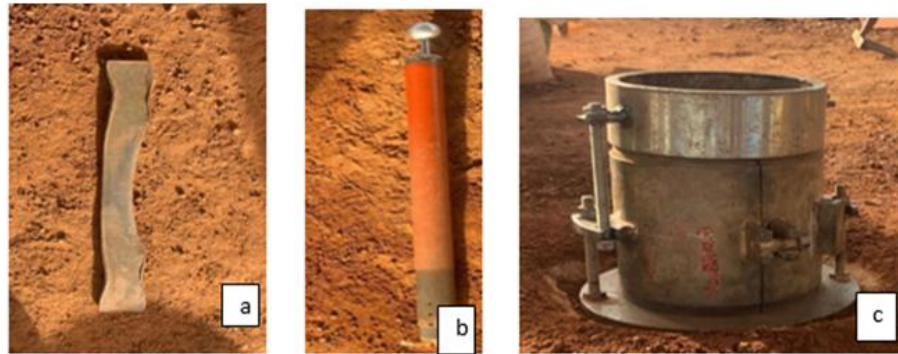


Figure 4 : *Matériel essentiel pour l'essai Proctor (a-Lame à raser ; b- Dame Proctor modifiée ; c- Moule Proctor)*

2-3-2. Essai de CBR

L'essai CBR est réalisé conformément à la norme NF P 94-078. Sa démarche consiste à repartir dans trois (03) plateaux de malaxage six (06) Kilogrammes (6 Kg) de matériau puis les compacter dans trois (03) différents moules CBR. Le compactage s'effectue sur cinq (05) couches de matériau par moule dont chacun est compacté à 56 coups, 25 coups et 14 coups et araser après le compactage de la cinquième couche. L'ensemble moule-matériau (M_t) est pesé, puis la masse du matériau humide (M_h) qui est égale à la différence entre la masse totale M_t et la masse du moule (M_m) est calculé.

$$M_h = M_t - M_m \quad (3)$$

Après 4 jours d'immersion les moules sont retirés de l'eau pour subir le poinçonnement. Une force est alors appliquée sur un poinçon cylindrique pour le faire pénétrer à vitesse constante dans le moule de matériau. Au cours de l'essai, le matériau est poinçonné par un piston de 19,3 cm² de section enfoncée à la vitesse constante de 1,27 mm/min. Les 56 coups représentent la capacité d'énergie (100% d'énergie), fournie pour compacter le matériau, les 25 coups représentent la capacité d'énergie (95% d'énergie) fournie pour compacter le matériau et les 14 coups expriment la capacité d'énergie (90% d'énergie) fournie pour compacter le matériau. La portance est la valeur la plus élevées du moule de 25 coups parmi les deux valeurs de l'enfoncement.

$$CBR_1 = \frac{\text{effort de pénétration à 2.5 mm d'enfoncement(en KN)}}{13.35} \times 100 \quad (4)$$

$$CBR_2 = \frac{\text{effort de pénétration à 5 mm d'enfoncement(en KN)}}{20} \times 100 \quad (5)$$

Pour déterminer l'indice de portance à 95% de l'optimum Proctor, une courbe est tracée avec en ordonnée les densités sèches et en abscisse les indices de portance de l'enfoncement (5 mm pour le matériau cru et 2,5 mm pour le matériau stabilisé). La figure 5 présente le matériel utilisé pour l'essai CBR.

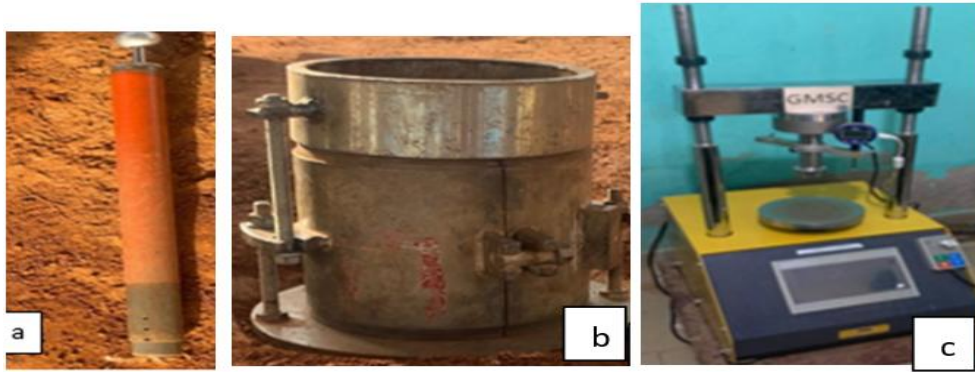


Figure 5 : Matériel essentiel pour le CBR

(a- Dame Proctor modifiée ; b- Moule CBR ; c- Presse CBR)

3. Résultats et discussion

Les résultats issus de la caractérisation physique et mécanique des graveaux latéritiques des différents sites d'emprunts seront présentés et les sites conformes pour la mise en œuvre des couches de fondation du présent projet seront identifiés.

3-1. Granulométrie des graveaux latéritiques

La granulométrie observée du matériau prélevé aux différents sites est présentée sur les courbes granulométriques de la figure 6. Les pourcentages de fine du graveau latéritique sont compris entre 11% et 36% sur l'ensemble des sites d'emprunt. Les fines sont respectivement de 21%, 36%, 9%, 17%, 11% pour les sites EG15C, EG20C, EG21C, EG26 et EG30A. Selon les exigences du CCTP (Cahier des Clauses Techniques et Particulières), le pourcentage d'élément passant au tamis 0,08 doit être inférieur à 20% pour maintenir de bonnes performances mécaniques du matériau en couche de fondation. Les sites d'emprunts EG21C, EG26 et EG30A avec respectivement 9%, 17% et 11% de fines sont donc conformes aux prescriptions du CCTP pour être utilisé en couche de fondation. Par contre, les sites EG15C et EG20C ayant respectivement des pourcentages de fines de 21% et 36% ne sont pas conformes aux prescriptions du CCTP.

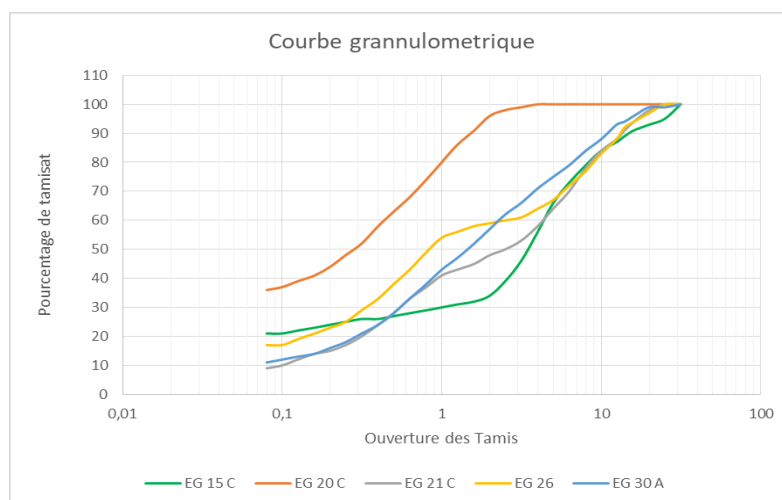


Figure 6 : Courbe granulométrique des échantillons étudiés

3-2. Indice de plasticité du graveleux latéritique

Les résultats des limites d'Atterberg sont consignés dans le tableau II. Le tableau présente les valeurs de la limite de liquidité, de plasticité et l'Indice de plasticité des graveleux latéritiques prélevés sur les différents sites EG15C, EG20C, EG21C, EG26 et EG30A. Les limites de liquidités (LL) sont comprises entre 19,45 % et 42,98 %, celles de plasticité (LP) entre 13,25 % et 20,94 % et les Indices de Plasticité (IP) varient entre 3,66 % et 22,13 %. Les graveleux latéritiques des sites d'emprunts EG20C, EG21C, EG26 et EG30A avec respectivement des indices de plasticité de 14,9%, 6,2%, 11,97% et 3,66% sont conforme aux prescriptions du CCTP qui préconise un indice de plasticité inférieur à 20% pour leur utilisation en couche de fondation.

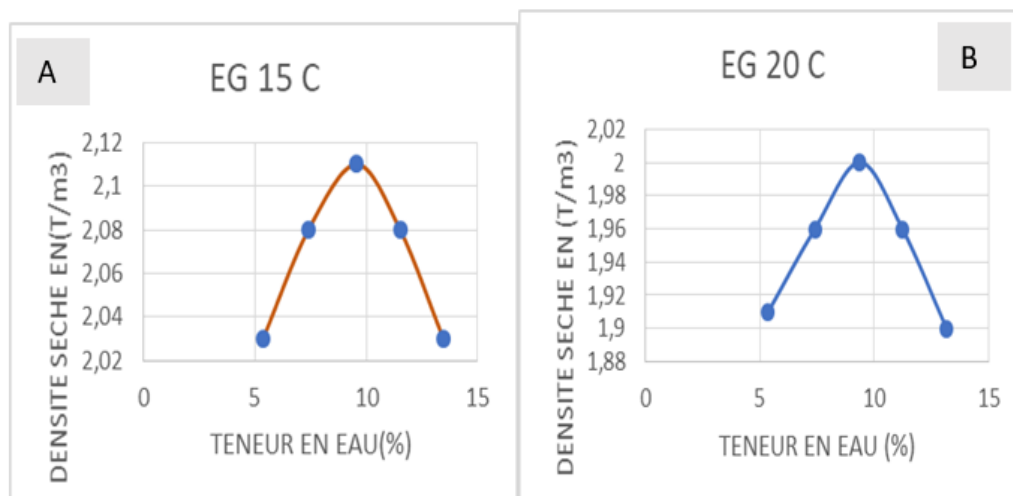
Tableau 2 : Limites de liquidité, de plasticité et indice de plasticité

Emprunts	WL (%)	WP (%)	IP (%)
EG15C	42,98	20,85	22,13
EG20C	35,8	20,94	14,9
EG21C	19,45	13,25	6,2
EG26	25,82	13,85	11,97
EG30A	22,98	19,32	3,66

WL : limite de liquidité ; WP : limite de plasticité ; IP : indice de plasticité

3-3. Compactage du graveleux latéritique

Les résultats du compactage du matériau, sont observés sur la figure 7. Les différentes courbes en forme de cloche avec le sommet arrondi présentent la densité sèche du graveleux latéritique en fonction de la teneur en eau pour les différents sites empruntés. Les résultats montrent que pour EG15C la teneur en eau est de 9,57% pour une densité sèche 2,11 t/m³, EG20C présente 9,37% de teneur en eau pour une densité 2 t/m³, EG21C présente 8,11% de teneur en eau pour 2,13 t/m³ de densité sèche et EG30A montre 7,30% de teneur en eau pour 2,07 t/m³ de densité sèche. En tenant compte des prescriptions du CCTP qui stipule que, la densité sèche des graveleux latéritiques pour être utilisé en couche de fondation doit être comprise entre 1,9 et 2,30 t/m³, ces graveleux latéritiques sont conformes aux prescriptions du CCTP, par conséquent peuvent être utilisés en couche de fondation. Pour qu'un graveleux latéritique puisse être utilisé en couche de fondation, il faudrait en plus des caractéristiques physiques (pourcentage de fines, indice de plasticité et optimum Proctor), déterminer les caractéristiques mécaniques telle que la portance du matériau.



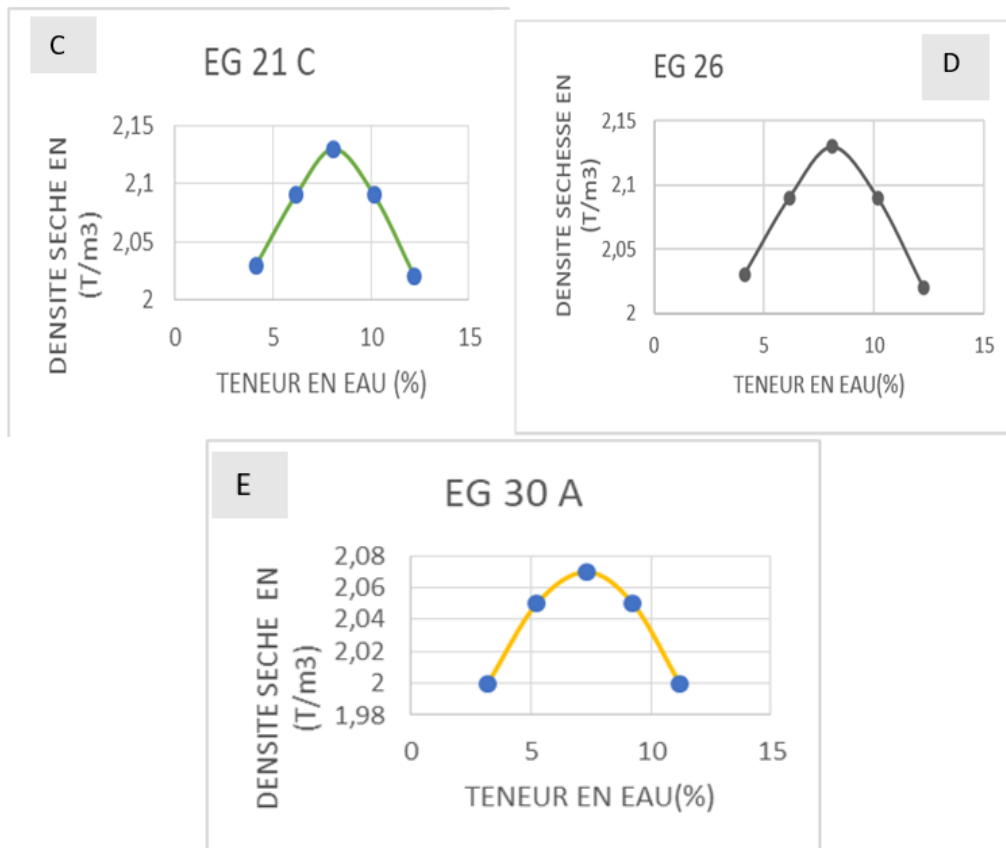


Figure 7 : Courbes Proctor modifié des différents échantillons selon les sites d'emprunts

3-4. Portance (IC) du graveleux latéritique

Les résultats de la portance du graveleux latéritique sont consignés dans le tableau III. Les résultats montrent que le CBR est compris entre 18 MPa et 59 MPa, avec respectivement 38 MPa pour EG15 C, 18 MPa pour EG20 C, 48 MPa pour EG21 C, 28 MPa pour EG26 et 59 MPa pour EG30A. Les prescriptions du CCTP exigent un CBR supérieur ou égale à 30MPa pour les graveleux latéritiques utiliser en couche de fondation. Les sites EG15 C, EG21 C et EG30 A, sont conformes aux prescriptions du CCTP avec pour CBR supérieur 30 MPa. Par contre, EG20 C avec 18 MPa et EG26 avec 28 MPa ont un CBR inférieur à 30 MPa. Ces dernières valeurs ne sont pas conformes aux prescriptions du CCTP. Les courbes CBR sont représentées sur la **Figure 8**.

Tableau 3 : Indice de portance (IC) du graveleux latéritique

IC (%)	EG 15 C	EG 20 C	EG 21 C	EG 26	EG 30 A
100	67	27	114	38	70
95	38	18	48	28	59
90	13	13	37	18	32

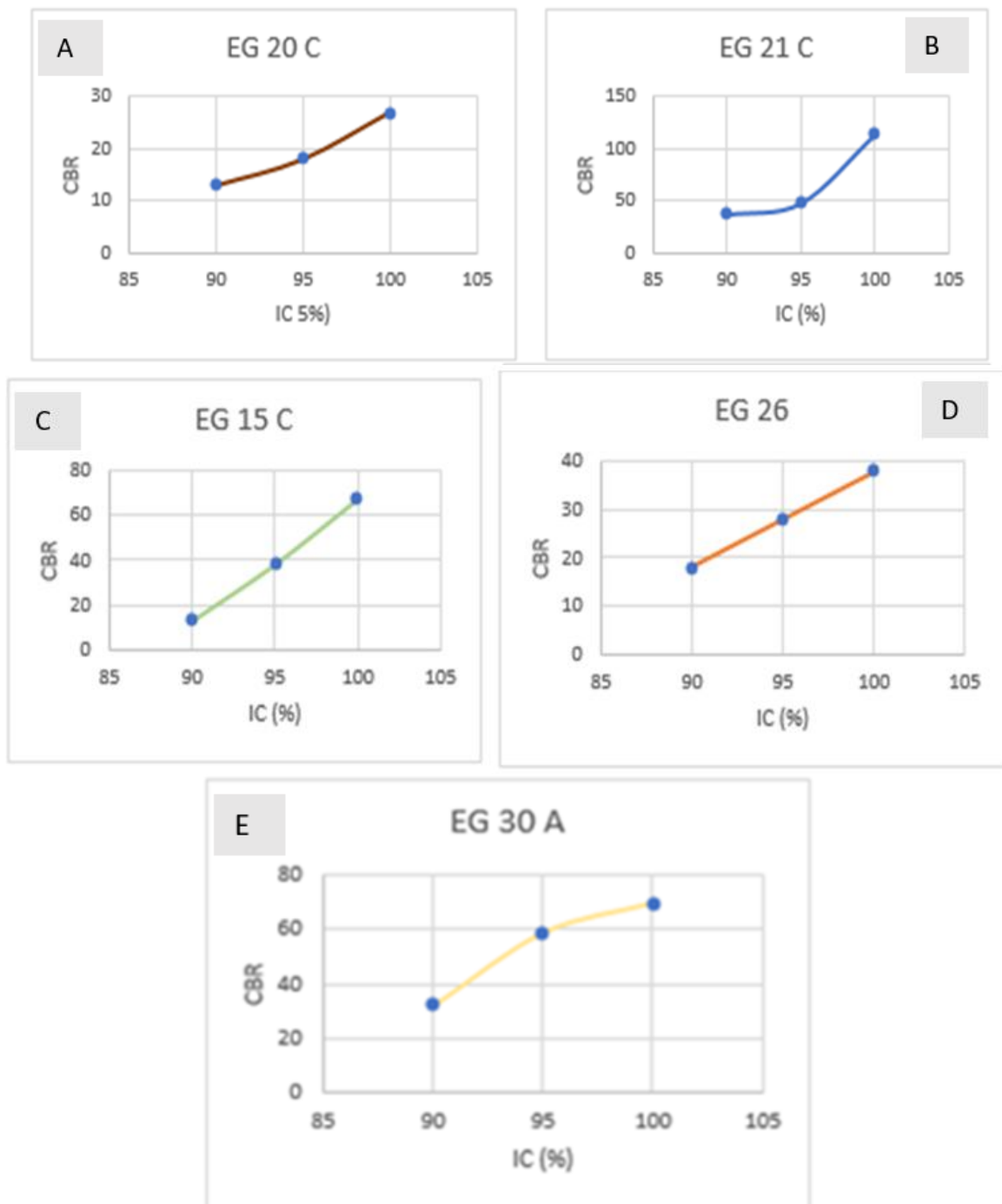


Figure 8 : Courbes de CBR

4. Synthèse des résultats

Le **Tableau 4** présente la synthèse des résultats des caractéristiques physiques et mécaniques des graveaux latéritiques prélevés sur les différents sites.

Tableau 4 : Synthèse des résultats des caractéristiques physiques et mécaniques des graveaux latéritiques

Sites d'emprunt	Granulométrie	LL	IP	Proctor		CBR Cru
	Fine (%)	LL (%)	IP (%)	Dsmax	Wopm (%)	
EG15C	21	42,98	22,13	2,11	9,57	38
EG20C	36	35,8	14,9	2	9,37	18
EG21C	9	19,45	6,2	2,08	7	48
EG26	17	26	12	2,13	8,11	28
EG30A	11	23	4	2,07	7,3	59

LL : limite de liquidité ; Ip : indice de plasticité ; CBR : California Bearing Ratio ; Dsmax : densité sèche maximale ; Wopm : teneur en eau optimale.

5. Discussion

5-1. Influence de la granulométrie des graveaux latéritiques

Les résultats de l'analyse granulométrique des graveaux latéritiques provenant des emprunts des sites EG21C, EG26, EG30A, situés entre Kolon et Korohouita montrent respectivement des proportions en particules fines de 9, 17 et 11%, inférieures à 20 %, conforme aux CCTP qui exige moins de 20% de fines dans les matériaux crus destinés aux couches de fondations. Ces valeurs obtenues sont en conformité avec celles des graveaux latéritiques du Sénégal obtenue par [10] dont la moyenne est de 16,88%. Les pourcentages de fines des graveaux latéritiques prélevés aux EG15C et EG20C, sont respectivement de 21 et 36%. Ces pourcentages de fine sont supérieur à 20%, alors non conformes aux exigences du CCTP pour une utilisation en couches de fondation. Ces résultats peuvent être comparés à ceux de [11, 12] qui ont obtenu respectivement pour les sols latéritiques de Grand-Lahou des proportions de fine de 50 % et pour celle de Samo 34% et inférieur à 35% pour des emprunts de Saaba et de Kamboinsé au Burkina Faso. Ces sols latéritiques peuvent être utilisable en assise de chaussée selon le [13] et non en couche de fondation.

5-2. Influence de l'état des graveaux latéritiques

Les limites d'ATTEBEG ont permis de déterminer l'indice de plasticité (IP) de chaque emprunt. En géotechnique routière ce paramètre permet d'évaluer la plasticité d'un sol fin, principalement les argiles et limons, ce qui permet de prédire son comportement mécanique et sa sensibilité à l'eau. L'IP permet de distinguer les sols plastiques (argileux) des sols non plastiques (sableux ou graveaux). Un IP élevé indique un sol très plastique, susceptible de se déformer sous charge ou de gonfler avec l'eau. Les indices de plasticité des sites EG15C, EG20C, EG21C, EG26 et EG30A sont respectivement égale à 22,13 ; 14,9 ; 6,2 ; 12 et 4%. Les emprunts EG20C, EG21C, EG26 et EG30A pour des IP égale à 14,9 ; 6,2 ; 12 et 4% sont en conformité aux prescriptions du CCTP qui préconise un indice de plasticité inférieur à 20% pour leur utilisation en couche de fondation. Ces valeurs sont conformes aux travaux de [10], qui ont trouvé l'indice de plasticité des graveaux latéritique du Sénégal compris entre 8 et 18,22%, et [14] un IP de 10%. Ces sols latéritiques peuvent être utilisés en couche de fondation. L'emprunt EG15C, avec un IP supérieur à 20 %, conforme aux travaux de [11, 15] avec un IP de 23 et 21,9% sont non conformes aux exigences du CCTP. Il en ressort que la majorité des sols présentent de très bonnes caractéristiques au niveau de la plasticité.

5-3. Influence de la densité sèche des graveleux latéritiques

Une densité sèche élevée indique que le matériau est bien compacté, ce qui réduit les risques de tassement différentiel et influence directement la portance, la durabilité et la stabilité du matériau mis en œuvre. Les résultats de la densité sèche indiquent qu'EG15C présente une densité sèche de $2,11 \text{ T/m}^3$, EG 20 C indique 2 T/m^3 , EG 30 A $2,07 \text{ T/m}^3$ et pour EG21 C et EG 26, une densité sèche de $2,1 \text{ T/m}^3$. En tenant compte des prescriptions du CCTP, la densité sèche des graveleux latéritiques pour couche de fondation doit être comprise entre 1,9 et $2,30 \text{ T/m}^3$. Les résultats des densités sèches obtenus des différents sites d'emprunts sont donc conformes aux travaux de [11] sur les sols latéritiques de Samo et Grand Lahou pour des densités sèches respectives de 1,89 et 1,88 et conforme aux prescriptions du CCTP.

5-4. Influence du compactage sur graveleux latéritiques

Au niveau des paramètres de compactage, les emprunts EG15C, EG21C et EG30A indiquent respectivement des valeurs CBR de 38, 48 et 59%. Les emprunts EG20C et EG26 indiquent des valeurs CBR de 18 et 28%. Les CBR des emprunts EG15C, EG21C et EG30 sont supérieurs à 30 (indice $\text{CBR} \geq 30$) donc conformes aux recommandations du CCTP. Ces valeurs sont conformes à celles de [12], pour la couche 1 de Kamboinsé au Burkina Faso qui a un CBR de 49%. Cependant, ces résultats ne concordent pas avec ceux de [16] qui donnent des valeurs CBR insuffisantes du matériau brut limite son utilisation en couche de base.

6. Conclusion

Cette étude a été réalisée sur les graveleux latéritiques prélevés sur les sites nommés EG15C, EG20C, EG21C, EG26 et EG30A, tous situés à proximité du projet de bitumage de Torokinkené-Korohouita dans la localité du Nord-Est de la Côte d'Ivoire, précisément dans la région du Tchologo (Kong). Il a été question de réaliser des essais géotechniques sur ces sols afin de les utiliser en couche de fondation dans ce projet de bitumage. La granulométrie, la densité, les limites de liquidité, de plasticité et indice de plasticité ainsi que les valeurs CBR et indice CBR ont été déterminés. A l'issue de cette campagne géotechnique, cette étude a permis d'identifier les emprunts EG21C et EG30 conforme pour être utilisés comme couche de fondation conformément aux exigences du CCTP. Aussi, la proximité de ces sites est un avantage, car avec le tracé du projet, elle permettra à l'entreprise exécutante de gagner un énorme temps lors de l'approvisionnement de la couche de fondation. Cependant, les sites EG20C et EG26 tout aussi à proximité du projet, ne peuvent être utilisés en couche de base qu'après une stabilisation à 3% de ciment.

Références

- [1] - M. ANASTASIOS and K. FOTINI, "On the Track of Road Evolution", *Journal of Infrastructure Développement*, 6 (1) (2014) 1 - 15
- [2] - L. AHOUE, R. ELANGA, S. BOUYILA, M. NGOULOU et E. KENGUE, "Amélioration des Propriétés géotechniques de la latérite par ajout de la grave alluvionnaire concassée 0/31,5 (Congo)", *Revue RAMReS, Sciences Appliquée et de l'Ingénieur*, 3 (1) (2018) 1 - 6
- [3] - B. DIARRASSOUBA, B. FOFANA et A. L. TANO, "Exploitation artisanale des carrières Gravier à Bouaké, étude sociodémographique et environnementale d'une Activité en expansion", *Journal of Tropical Geography*, Vol. 4, (2) (2017) 11 - 21
- [4] - A. BABOU et H. CHERFAOUI, "Caractérisation de granulats (gravier et sable) dans la Région de Ouargla (Algérie)", *Mémoire de Master Ouargla, Algérie*, (2023) 67 p.

- [5] - M. BENDIXEN, L. L. VERSEN, J. BEST, D. M. FRANKS, C. R. HACKNEY, M. L. EDGARDO and L. S. TUSTING, "Sand, gravel, and UN Sustainable Development Goals: Conflicts, synergies, and pathways forward", *One Earth*, 4 (8) (2021) 1095 - 1111
- [6] - K. NIANGORAN, L. THIEBLESSON, B. KOUAKOU et K. KOUADIO, "Contribution à l'amélioration D'un Graveleux Latéritique Naturel de Type G3 par la méthode de Litho-Stabilisation", *European Journal of Scientific Research ISSN 1450-216X / 1450-202X Vol. 155 No 2 January, (2020) 210 - 227 p.* <http://www.europeanjournalofscientificresearch.com>
- [7] - M. KANAZOE, "Amélioration Des Graveleux Latéritiques Avec du Granite Concassé De Classes Granulaires (0/20; 0/31.5; 5/20)", Mémoire de Master en ingénierie de l'eau et de l'environnement (2iE), Ouagadougou, Burkina Faso, (2011) 106 p.
- [8] - LBTP, "Critères d'utilisation des graveleux latéritiques naturels en couche de base et couche de foundation", Rapport interne du Laboratoire du Bâtiment et des Travaux Publics, Abidjan, Côte d'Ivoire, (1977) 52 p.
- [9] - Z. BOHI, "Caractérisation des sols latéritiques utilisés en construction routière, cas de la région de l'Agneby, Côte d'Ivoire", Mécanique des matériaux [physics.class-ph]. Ecole des Ponts ParisTech, Français, (2008) 144 p.
- [10] - M. NDIAYE, J. P. MAGNAN, L. CISSÉ et A. MBENGUE, "Caractérisation géotechnique des graveleux latéritiques du Sénégal", Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur — Champs-sur-Marne, (2018) 8 p.
- [11] - K. P. KOUASSI, A. KONIN, Y. D. S. R. ATTO et A. GREHOA, "Caractérisation géotechnique des Sols de Grand-Lahou et de Samo en construction routière", *Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences*, Section D, Vol. 10, N° 2 (2020) 160 - 170 p.
- [12] - M. MBENGUE, "Caractérisation géo-mécanique des sols bruts et traités pour une meilleure utilisation en construction routière, cas des emprunts de Saaba et de Kamboinsé au Burkina Faso", Mécanique des solides [physics.class-ph], Normandie Université; Institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement, (2023), Français. <NNT: 2023NORMLH08>. <tel-04251025>
- [13] - CEBTP, "Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux", Centre expérimental de recherches et d'études du Bâtiment et des Travaux publics, Paris, France, (1984)
- [14] - P. NSHIMIYIMANA, N. FAGEL, A. MESSAN, D. O. WETSHONDO, L. COURARD, "Physico-chemical and mineralogical characterization of clay materials suitable for production of stabilized compressed earth blocks", *Construction and Building Materials*, <10.1016/j.conbuildmat.2020.118097>. <hal-03489881>, 241 (2020) 118097 p.
- [15] - A. ALI, R. BENELMIR, J. L. TANGUIER et A. TODJIBAL, "Caractéristiques mécaniques de l'argile de Ndjamena stabilisée par la gomme arabique" Université Henri Poincaré, Laboratoire d'Etudes et de Recherches sur les Matériaux Bois (LERMAB), 54500 Vandoeuvre - Lès-Nancy, *France Afrique SCIENCE*, 13 (5) (2017) 330 - 341 330 ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.info>
- [16] - F. DIOME, S. DIOP et M. SAMB, "Caractérisation géotechnique des graveleux latéritiques des carrières de lam-lam et mont-rolland (sénégal occidental) pour une utilisation en construction routière", Notes Africaines, Université Cheick Anta Diop de Dakar, Institut Fondamental d'Afrique Noire Cheick Anta Diop, Sénégal N° 211-212 (2017) 58 p.