

# IDENTIFICATION ET CARACTERISATION GEOTECHNIQUES DES GRAVELEUX LATERITIQUES DE LA BOUCLE DU FOULADOU

## Introduction

Caractériser un matériau consiste à déterminer ses propriétés physiques et mécaniques. Pour ce faire, on procède généralement à des essais d'identification tels que l'analyse granulométrique, les limites d'Atterberg et à des essais de comportement à savoir l'essai de compactage Proctor Modifié et l'essai de portance CBR.

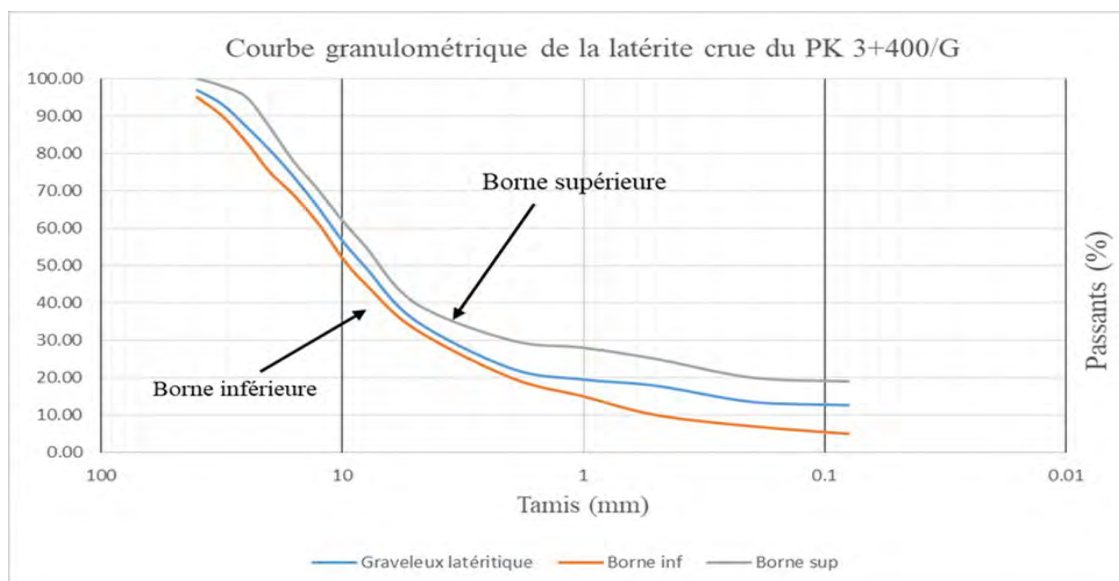
Le quartage des matériaux prélevés dans l'emprunt a précédé la réalisation des différents essais. En effet l'échantillon est divisé en quatre parties égales dont on ne retient que la moitié en réunissant deux quarts opposés. Cette sélection est homogénéisée et un nouveau quartage est effectué. L'opération pouvant se répéter trois ou quatre fois.

## 3.1 Essais d'identification

### 3.1.1 Analyse granulométrique

Cet essai (NF P 94-056) permet ainsi de déterminer la distribution en poids et exprimée en pourcentages des particules minérales de l'échantillon suivant leurs dimensions.

Les résultats de l'analyse granulométrique effectuée sur l'échantillon de graveleux latéritiques naturels de la Boucle du Fouladou (PK 3+ 400/G) sont donnés en annexe, et la courbe granulométrique correspondante (figure 11).



**Figure 11.** Courbe granulométrique de la latérite crue du PK 3+400/G

### Chapitre 3 : Identification et caractérisation géotechnique des graveleux latéritiques de la boucle du fouladou

La courbe se trouve bien dans le fuseau granulométrique prescrit par le CCTP, tandis que le pourcentage de fines qui est égal à 12,66 % est inférieur à 35 %.

Les coefficients d'uniformité ( $C_u$ ) et de courbure ( $C_c$ ) de Hazen sont calculés à partir de la courbe granulométrique (annexe). Les valeurs de  $C_u$  et  $C_c$  sont consignées dans le (tableau 3).

- le coefficient d'uniformité de Hazen ( $C_u$ ) permet d'exprimer l'étalement de la courbe granulométrique ; il est donné par la relation (2) suivante :

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} \quad (2)$$

$d_{60}$  : diamètre effectif des particules qui correspond à 60 % de passant

$d_{10}$  : diamètre effectif des particules qui correspond à 10 % de passant

$C_u < 2$  : la granularité est uniforme ou serrée

$C_u \geq 2$  : la granularité est continue ou étalée.

- le coefficient de courbure de Hazen ( $C_c$ ) permet de décrire la forme de la courbe granulométrique ; il est donné par la relation (3) :

$$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \times d_{60}} \quad (3)$$

$C_u \geq 4$  et  $1 \leq C_c < 3$  : le matériau est bien gradué ou bien classé.

**Tableau 3.** Valeurs des coefficients de Hazen de l'échantillon de graveleux latéritiques du PK 3+400/G

| D10 (mm) | D30 (mm) | D60 (mm) | $C_u$        | $C_c$      |
|----------|----------|----------|--------------|------------|
| 0,08     | 3,8      | 10,2     | <b>127,5</b> | <b>0,1</b> |

D'après les résultats du tableau 3, l'échantillon de graveleux latéritiques du PK 3+400/G a une granularité continue ou étalée car  $C_u$  est supérieur à 2. De même l'échantillon est mal classé.

### 3.1.2 Détermination des limites d'Atterberg

Les limites d'Atterberg (NF P 94-051) sont des seuils conventionnels qui correspondent au changement de consistance d'un échantillon de sol en présence d'eau. Elle se mesure sur la fraction de sol passant au tamis de 400 µm. Ces limites sont la limite de liquidité  $W_L$  et la limite de plasticité  $W_P$  :

- la limite de liquidité  $W_L$  est la teneur en eau correspondant au passage de l'échantillon de l'état liquide à l'état plastique ;
- la limite de plasticité  $W_P$  est la teneur en eau correspondant au passage de l'échantillon de l'état plastique à l'état solide avec retrait.

L'indice de plasticité  $I_P$  est la différence entre  $W_L$  et  $W_P$  ; il est donné par la relation (4) :

$$I_P = W_L - W_P \quad (4)$$

Le degré de plasticité du sol en fonction de  $I_P$  est donné par le tableau 4. Les valeurs des limites d'Atterberg de l'échantillon de graveaux latéritiques sont consignées dans le tableau 5. L'indice de plasticité  $I_P$  est égal à 10 et correspond ainsi à un matériau peu plastique. Cette valeur est inférieure à 15 et satisfait aux exigences du CCTP.

**Tableau 4.** *Degré de plasticité du sol en fonction des valeurs de l'indice de plasticité (Philipponat et Hubert, 2003)*

| $I_P$          | Degré de plasticité du sol |
|----------------|----------------------------|
| <b>0 à 5</b>   | Sol non plastique          |
| <b>5 à 15</b>  | Sol peu plastique          |
| <b>15 à 40</b> | Sol plastique              |
| <b>&gt; 40</b> | Sol très plastique         |

**Tableau 5.** *Valeurs des limites d'Atterberg de l'échantillon de graveaux latéritiques du PK 3+400/G*

|                                              |           |
|----------------------------------------------|-----------|
| <b>Limite de liquidité <math>W_L</math></b>  | <b>22</b> |
| <b>Limite de plasticité <math>W_P</math></b> | 12        |
| <b>Indice de plasticité <math>I_P</math></b> | 10        |

### 3.2 Essais de comportement

L'étude du comportement des graveleux latéritiques est essentielle pour leur utilisation en technique routière. L'essai Proctor Modifié (NF P94-093) permet d'apprécier l'aptitude au compactage d'un matériau, tandis que sa portance est évaluée grâce à l'essai (CBR NF P94-078). Dans le cadre de cette étude, ces essais ont été réalisés sur les échantillons des deux mélanges suivants : mélange 1 (S1+S2+S3+S7) et mélange 2 (S4+S6+S8).

Les valeurs du poids volumique sec maximal  $\gamma_{dmax}$ , de la teneur en eau optimale  $w_{OPM}$  et de l'indice CBR, à 95% de l'OPM, sont données dans le tableau 6.

**Tableau 6.** *Résultats des essais Proctor Modifié et CBR des mélanges d'échantillons de graveleux latéritiques du PK 3+400/G*

| Emprunt PK 3+400/G            | $\gamma_{dmax}$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $w_{OPM}$ (%) | CBR à 95% OPM |
|-------------------------------|--------------------------------------|---------------|---------------|
| <b>Mélange1 (S1+S2+S3+S7)</b> | 18,55                                | 12,1          | 61            |
| <b>Mélange2 (S4+S6+S8)</b>    | 19,35                                | 11,5          | 69            |

Les valeurs de  $\gamma_{dmax}$  et d'indice CBR obtenues ne satisfont pas aux spécifications pour l'utilisation des graveleux latéritiques naturels de la Boucle du Fouladou en couche de base. Toutefois ces matériaux sont aptes à une amélioration au ciment.

**Tableau 7.** *Paramètres géotechniques des graveleux latéritiques de la boucle du fouladou du PK 3+400/G et spécifications du CCTP*

|                                                                                              | ANALYSE<br>GRANULOMETRI-<br>QUE |            |              | LIMITES<br>D'ATTER-BERG |                | PROCTOR<br>MODIFIE                        | CBR à 95 % OPM                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------|--------------|-------------------------|----------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|                                                                                              | D <sub>max</sub><br>(mm)        | % passants |              | W <sub>L</sub>          | I <sub>p</sub> | γ <sub>dmax</sub><br>(kN/m <sup>3</sup> ) |                                                   |
|                                                                                              |                                 | < 2<br>mm  | < 0,08<br>mm |                         |                |                                           |                                                   |
| <b>Paramètres<br/>géotechniques<br/>des graveleux<br/>latéritiques<br/>du PK<br/>3+400/G</b> | 40                              | 22,49      | 12,66        | 22                      | 10             | 18,55                                     | 61                                                |
|                                                                                              |                                 |            |              |                         |                | 19,35                                     | 69                                                |
| <b>Spécifications<br/>du CCTP<br/>pour la<br/>couche de<br/>base</b>                         | ≤ 50                            | -          | ≤ 35         | -                       | ≤ 15           | ≥ 21,00                                   | ≥ 60 (apte pour<br>une amélioration<br>au ciment) |

### **Conclusion**

Les paramètres géotechniques des graveaux latéritiques naturels de la boucle du Fouladou du PK 3+400/G, ne satisfont que partiellement aux exigences du CCTP, en ce qui concerne la granularité et la plasticité. Les critères d'aptitude au compactage et de portance ne sont pas satisfaits pour une utilisation de ces matériaux naturels en couche de base. Mais leurs valeurs d'indice CBR étant supérieures à 60, ils sont aptes à une amélioration au ciment pour permettre leur utilisation en couche de base.

---

**Chapitre 4. COMPORTEMENT  
MECANIQUE DES GRAVELEUX  
LATERITIQUES DE LA BOUCLE DU  
FOULADOU AMELIORES AU CIMENT**

---