

## CARACTÉRISATION MÉCANIQUE DES BÉTONS À BASE DE GRAVIER LATÉRITIQUE ET DU SABLE FIN DE RIVIÈRE DE CERTAINES LOCALITÉS DU MALI CAS DE LA RÉGION DE MOPTI

Oumar ABIBOU\*, Seydou KANTE et Mahamadou Samba SIDIBE

*Département d'Etudes et de Recherche (DER) de Génie Civil à, Ecole Nationale d'Ingénieurs A.B. Touré, ENI-ABT-410, Avenue Van VOLLENHOVEN, BP 242, Bamako, Mali*

---

\*Correspondance, e-mail : [oumar.maiga@cedamali.com](mailto:oumar.maiga@cedamali.com)

### RÉSUMÉ

L'expansion des constructions en dure (béton armé) partout au Mali, a accentué l'utilisation des matériaux locaux, notamment (le gravier latéritique de ramassage, et le sable fin de rivière). Dès lors se pose la problématique de trouver les informations nécessaires sur ces matériaux locaux. Et c'est pour trouver une réponse à cette problématique que cette étude a été menée ; et qui nous a permis de déterminer : les caractéristiques physiques et mécaniques du béton à base de matériaux locaux ; de dégager la bonne composition des bétons à base de ces matériaux, et de déduire les dosages optimums pour des contraintes projetées. Ces informations sont nécessaires aux utilisateurs qui sont les bureaux d'études, dans le cadre de l'élaboration des prescriptions techniques (CPTP et cahier des charges) ; et les entreprises, pour bien estimer les coûts des bétons, et prendre les dispositions adéquates, qui garantissent la qualité des ouvrages en béton à base de matériaux locaux.

Notre étude concerne certaines localités de la région de Mopti ; à savoir : BARBE à (15 km), GOUNDAKA à (16 km), SOKOURA à (16 km). Pour la composition du béton la méthode de Dreux - Gorisse a été utilisée, le mélange a été effectué à la main au laboratoire de génie civil de l'ENI-ABT, sans vibration, en utilisant le dosage 350 kg / m<sup>3</sup> qui est le plus courant au Mali et qui est recommandé pour les structures en Béton Armé, on a aussi utilisé le ciment CEMII/B.M32.5R (ciment du sahel) qui est également très utilisé au Mali, un affaissement de 4 cm a été projeté pour avoir un béton plastique lors d'une vibration courante. Les résultats des essais de compression sur les éprouvettes cylindriques en béton, ont donné une contrainte moyenne de 17.50 MPa à 7 jours et 24.61 MPa à 28 jours ,dans les conditions du laboratoire (mixage à la main, sans vibration et aucune

précaution particulière), toutes choses qui nous ont permis d'élaborer une base de données pour la région, les informations ainsi recueillies pour ces sites, nous ont permis de répondre aux questions posées, et d'améliorer la qualité des bétons dans la localité, après le tri des agrégats, leur lavage, et l'utilisation de bétonnière et de vibreur.

**Mots-clés :** *béton, gravier latéritique, sable fin des rivières.*

## **ABSTRACT**

### **Mechanical characterization of concretes based on lateritic gravel and fine sand from some localities in Mali case of the Mopti region**

The expansion of hard structures (reinforced concrete) throughout Mali has accentuated the use of local building materials, including natural lateritic gravel of pickup and fine sand. Therefore, arises the problem of finding the necessary information on these local building materials. And it was to find an answer to this problem that this study was carried out; and which enabled us to determine : the physical and mechanical characteristics of the concrete made of local building materials; To obtain the correct composition of the concretes based on these materials, and to deduce the optimum dosages for projected stresses. All this information are necessary for the users who are the consulting firms, in the framework of the elaboration of the technical prescriptions (CPTP and specifications); And contractors, to properly estimate the cost of concretes, and make appropriate arrangements, which guarantee the quality of reinforced concrete structures made of local building materials.

This study concerns some localities in the Mopti region; namely : BERBE at (15 km), GOUNDAKA at (16 km), SOKOURA at (16 km). For the composition of the concrete, the Dreux-Gorisse method was used, the mixing was carried out by hand in the civil engineering laboratory of the ENI-ABT, without vibration, using the 350 kg / m<sup>3</sup> dosage which is the most used in Mali and recommended for Reinforced Concrete structures, cement CEMII / B.M32.5R (Sahel cement) was also used, which is also widely used in Mali, a 4 cm slump has been projected for Concrete during a common vibration. Eight test tube were made and marked with their date of manufacture (for each of the three cities) and then placed in water tanks for a period of (7) and (28) days, in accordance with standards. In the seventh and twenty-eighth day, Three cylindrical specimens were crushed by simple compression, and a cylindrical specimen crushed to traction, (Brazilian splitting test), this allowed us to have the results at the compression of the specimens at (7) and

at (28) days of age, and tensile strength at (7) and (28) days of age. The results of compression tests on concrete cylindrical specimens yielded an average stress of 17.50 MPa at 7 days and 24.61 MPa at 28 days under laboratory conditions (hand mixing, no vibration and no special precautions) All of which allowed us to develop a database for the region of Segou, the information gathered for these sites allows us to answer the questions asked, and to improve the quality of the concretes in the locality, by the sorting of the aggregates, Their washing, and the use of cement mixer and vibrator.

**Keywords :** *concrete, lateritic gravel, fine sand of rivers.*

## I - INTRODUCTION

Aujourd'hui pour le béton confectionné dans les différentes localités du Mali, en dehors de Bamako, où on peut affirmer avoir une certaine connaissance des caractéristiques des granulats (Gravier roulé ou concassé et sable du fleuve), Pour toutes les autres localités du pays, on n'a presque pas d'informations sur les caractéristiques du gravier latéritique de ramassage et le sable fin de rivière, qui sont extraits des différentes carrières de fortune et parsemés à travers le pays. Aussi, les bureaux d'études, désireux de donner des prescriptions techniques garantissant la qualité souhaitée au béton rencontrent d'énormes difficultés liées à la méconnaissance des caractéristiques des agrégats et des prescriptions appropriées pour répondre aux différentes exigences techniques. Quant aux entreprises de réalisation des travaux, elles sont confrontées à deux ou trois types de problèmes : a. Les prescriptions techniques spécifiées dans les Cahiers des clauses Techniques Particulières (CCTP) ne garantissent pas la qualité de l'ouvrage en béton projeté, cependant ce sont ces entreprises qui sont responsables, dans tous les cas en premier lieu, de la qualité des ouvrages qu'elles doivent exécuter conformément aux spécifications des CCTP. b. Comment faire ? C'est à dire quels sont les dosages à faire (composition du béton), pour avoir un ouvrage en béton avec la qualité exigée. c. Comment faire la mise à prix du moment où les informations données dans les CCTP ne tiennent pas compte des particularités des agrégats de la localité, donc ne permettant pas de déterminer les prix appropriés pour avoir un ouvrage de qualité. Des lors, il devient important pour le spécialiste en béton de chercher à solutionner ces problèmes relatifs aux différents bétons confectionnés avec les matériaux locaux notamment à partir (du gravier latéritique de ramassage, et du sable fin de rivière) de telle ou telle localité du pays, étant donné aujourd'hui que les constructions dans ces différentes localités sont en constante progression. Cette étude vise à collecter un ensemble de données sur les bétons

confectionnés à partir des matériaux locaux (gravier latéritique, et sable fin de rivière) de certaines localités du Mali, notamment leurs caractéristiques physiques et mécaniques, sur la composition de, leurs bétons, et sur le dosage qu'il faut pour une qualité du béton projetée à base de ses matériaux. Les objectifs devant être atteints dans cette étude pour les localités concernées sont :

- Évaluer les caractéristiques mécaniques et physiques des différents types de bétons à base de gravier latéritique de ramassage, et du sable fin de rivière ;
- Déterminer le dosage optimum et la composition des bétons à base, du gravier latéritique de ramassage et du sable fin de rivière ;
- Fournir les informations de base nécessaires aux bureaux d'études, pour la rédaction des prescriptions techniques relatives au béton dans ces localités du Mali ;
- Mettre à la disposition des entreprises, et des bureaux d'études, des données leur permettant de bien évaluer le coût des bétons confectionnés, et de prendre les dispositions adéquates pour garantir la qualité des ouvrages en béton qu'elles doivent réaliser.

Ailleurs dans le monde plusieurs tentatives de remplacer le gravier concassé et roulé par le gravier de latérite ont été entreprises, comme les travaux de : (K.Muthusamy and N.W.Kamaruzaman) en Malaisie, qui consistaient à remplacer graduellement le pourcentage du gravier concassé par le gravier de latérite, et à déterminer les caractéristiques mécaniques du béton obtenu. Document [1] ; Entre autres travaux ceux des (Joseph O. Ukpata, Maurice E. Ephraim and Godwin A. Akeke) de Cross River Université of Technologie, Calabar, Nigeria. Qui consistaient à utiliser le sable de latérite avec la poudre provenant des roches concassées. : Document [2]. Ces études ont montré qu'il est possible d'utiliser jusqu' à 50 % des dérivés de latérite dans le béton, et obtenir des caractéristiques mécaniques proches de celles du béton ordinaire.

## **II - MÉTHODOLOGIE**

### **II-1. Mode de prélèvement des échantillons et choix des localités et des échantillons**

Le prélèvement des échantillons a été effectué à la main en utilisant les petits matériels (pelles, piques, pioches et sacs),

- a) -Localité 1/ BARBE à 15 KM DE MOPTI ;
- b) - Localité 2 / GOUNDAKA à 16 KM DE MOPTI ;
- c)-Localité 3 / SOKOURA à 16 KM DE MOPTI.

Après le choix des localités basé sur l'abondance des matériaux qu'on trouve dans ces carrières, et leur réputation d'être des « carrière d'exploitation » pour la zone de MOPTI. On a procédé au prélèvement des échantillons, à des profondeurs allant de 1 à 1.5 m. Ces échantillons, ont été mis dans des sacs, et transportés au laboratoire avec beaucoup de soins puis stockés dans un lieu sûr et sec. Nous avons confectionné huit éprouvettes par localité, dont six pour les essais de compression et deux pour les essais de traction (fendage).

### ***II-1-1. Les objectifs des essais***

Nous cherchons principalement à déterminer les caractéristiques physiques et mécaniques, du béton, le dosage qu'il faut, et les contraintes qu'on pourra atteindre ; afin d'obtenir un béton de qualité projeté à la base avec ces matériaux locaux. Et pour atteindre ces objectifs il y a un certain nombre d'essais qu'on a eu à effectuer sur les matériaux et sur le béton. Nous avons consigné les essais et leurs normes dans : (le **Tableau 1**, à la page 4).

**Tableau 1 :** *Les essais qui seront effectués sur les agrégats et sur le béton et leurs normes*

<b>TYPE D'ESSAI</b>	<b>NORME</b>
Poids spécifique	NF-EN. 13 242
Densité apparente	NF-P.18 301
Essai los Angeles	NP-148-573
Essai granulométrique	NF-18. 304
l'affaissement au cône d'Abram	NF-P .18 451
Essai de compression	NF-P-18 406
Essai de fendage	NF-P-18 408

## **II-2. Processus de l'étude**

### ***II-2-1. Formulation du béton***

Pour la composition du béton la méthode de Dreux- Gorisse document [4] page 160 a été utilisée, le mélange a été effectué à la main au laboratoire de génie civil de l'ENI-ABT, sans vibration. La formulation du béton a été faite en utilisant le dosage  $350 \text{ kg} / \text{m}^3$  qui est le dosage courant au Mali et qui est recommandé pour les structures en Béton Armé, en utilisant le ciment CEMII/B.M32.5R (ciment du sahel) qui est également très utilisé au Mali. Un affaissement de 4 cm a été projeté pour avoir un béton plastique avec une vibration courante. Pour calculer la résistance souhaitée, la formule suivante a été utilisée :

$$\sigma'_{28} = \sigma'n + 15\% \quad (1)$$

avec,  $\sigma'_{28}$  = résistance moyenne à viser à 28 jours ;  $\sigma'n$  = résistance nominale à 28 jours Et la formule ;

$$\sigma'_{28} = G\sigma'_c \left( \frac{C}{E} - 0.5 \right) \quad (2)$$

$\sigma'_c$  = résistance nominale à 28 jours en bars du ciment, C= dosage en ciment en (en kg / m<sup>3</sup>), E=dosage en eau totale sur matériaux secs (en litre pour 1 m<sup>3</sup>), G = coefficient granulaire (**Tableau XXI**), l'utilisation des **Tableaux XXI** et du graphique **Fig-45** du Document [4] permettent de réajuster le dosage en ciment. La consistance désirée se vérifie en utilisant le **Tableau XIX** du Document [4] la dimension maximale des granulats sera réajustée en utilisant le **Tableau XX** du Document [4] et en tenant compte des sections de la pièce à bétonner.

### II-2-2. Tracé de la courbe granulaire de référence

$$Y = 50 - \sqrt{D} + K + K_s \quad (3)$$

$$K_s = 6 * M_f - 15 \quad (4)$$

Y, étant l'ordonnée du point de brisure (sur la courbe granulaire de référence) qui donne le pourcentage du sable et du gravier, D- étant le diamètre maximum des granulats (gravier) ; Si le module de finesse du sable est fort on utilise Ks, K- est un terme correcteur qui dépend du dosage en ciment, du serrage et de la forme des granulats. **Voir Tableau XXIV** du document [4], Mf - étant le module de finesse du sable. Cette méthode (de Dreux- Gorisse) permet d'ajuster au mieux la composition du béton à l'aide des gâchées et en confectionnant des éprouvettes en fonctions des qualités souhaitées et des matériaux utilisés. Après la fixation de la résistance souhaitée, nous avons déterminé la consistance, (L'ouvrabilité) dans le (**Tableau XIX**) du Document [4], puis la dimension maximale des granulats dans le (**Tableau XX**) du Document [4], ensuite on évalue le dosage en ciment, et le dosage en eau qui sera réajusté (**Figure 4**) et (**Figure 5**) du Document [4]. Avec le tracé de la courbe granulaire de référence, on détermine le point de brisure dont la position nous donne les pourcentages du gravier et du sable qui rentrent dans la composition du béton projeté.

### II-2-3. Dosage des granulats

La courbe granulaire de référence doit être tracée sur le même graphique que les courbes granulométriques des granulats composants, on trace alors les lignes de partage entre chacun des granulats en joignant 95 % du gravier à 5 % du sable, ensuite on joint 95 % du sable à 5 % du gravier. On lira alors sur la courbe de référence au point de croisement entre les lignes de partage, le pourcentage en volume de chacun des granulats  $g_1$ ,  $g_2$ ,  $g_3$  sera déterminé par la suite.

#### II-2-3-1. Dosage en Eau

$$\frac{C}{E} = \frac{\sigma'_{28}}{G\sigma'_c} + 0.5 \quad (5)$$

avec,  $\sigma'_{28}$  = résistance moyenne à viser à 28 jours,  $\sigma'_c$  = résistance nominale à 28 jours en bars du ciment,  $C$  = dosage en ciment en ( $\text{kg} / \text{m}^3$ ),  $E$  = dosage en eau totale sur matériaux secs (en litre pour 1  $\text{m}^3$ ),  $G$  = coefficient granulaire (**Tableau XXI**), les (**Tableaux XXII, XXIII**) et la (**Figure 46**) du (**Document 4**) permettent de corriger le dosage en eau en fonction de  $D$ -(**diamètre maximum de granulats**), ou de leur volume apparent.

#### II-2-3-2. Détermination du volume des granulats

On choisira dans le (**Tableau XXV**) du document (4), une valeur convenable de la compacité  $\gamma$  en fonction de  $D$ , de la consistance et de l'efficacité du serrage. Si ( $C$ ) est le dosage en ciment, le volume absolu des grains de ciment est :

$$V = C / 3.1 \quad (6)$$

(En admettant une masse spécifique de 3.1 pour les grains de ciment), le volume absolu de l'ensemble des granulats est :

$$V = 1000\gamma - V_c \quad (7)$$

avec,  $\gamma$  le rapport à un mètre cube du volume absolu des matériaux solides (ciment et granulats) réellement contenues dans un mètre cube de béton frais en œuvre, on choisira une valeur approximative de  $\gamma$  dans le (**Tableau XXV**) du Document [4], les volumes absolus de chacun des granulats sont par la suite :

$$V_1 \geq g_1 \times V; v_2 \geq g_2 \times V; v_3 \geq g_3 \times V \quad (8)$$

avec,  $g_1$ ,  $g_2$ ,  $g_3$  le pourcentage en volume de chacun des granulats déduit du tracé de la courbe de référence.

#### *II-2-3-3. Détermination du poids total des granulats*

Si les masses spécifiques de chacun de ces granulats sont  $w_1$ ,  $w_2$ ,  $w_3$ , les masses de chacun d'eux seront :

$$P_1 = v_1 \times w_1; p_2 = v_2 \times w_2; p_3 = v_3 \times w_3 \quad (9)$$

#### *II-2-3-4. Détermination du volume de béton pour les éprouvettes Apres*

Avoir calculé les quantités par  $m^3$ , afin de continuer les essais du béton à la compression et à (l'essai brésilien), nous avons confectionnés des éprouvettes cylindriques (16 x 32) dont le volume de chacune est de :  
Veprouvette =  $7.6.10^{-3} m^3$  (avec une approximation de 15 %)



### III - LA COLLECTE DES DONNÉES POUR LA RÉGION DE MOPTI

**Tableau 2 :** Les caractéristiques mécaniques des granulats des trois villes de la région de Mopti

Caractéristiques des granulats								
Villes de prélèvement des échantillons		Poids spécifique	Densité apparente	Coefficient los Angeles %	Classe granulaire	type	Module de finesse	Masse spécifique du ciment
Barbe	Gravier	2.60 g / cm <sup>3</sup>	1.58	35	5 / 25	Roulé ramassé		3.1
	Sable	2.64 g / cm <sup>3</sup>	1.46		0 / 10	De rivière	2.79	
Goundaka	Gravier	2.69 g/cm <sup>3</sup>	1.57	35	5 / 25	Roulé ramassé		
	Sable	2.65 g/cm <sup>3</sup>	1.55		0 / 6.3	De rivière	1.0	
Sokoura	Gravier	2.85 g / cm <sup>3</sup>	1.61	35	1 / 25	Roulé ramassé		
	Sable	2.64g / cm <sup>3</sup>	1.59		0 / 2.55	De rivière	1.0	

**Tableau 3 :** Les quantités des matériaux pour les échantillons des trois villes de la région de Mopti

Nom des villes	Sable			Gravier			Ciment	eau	Affaissement
	%	Kg / M <sup>3</sup>	litre / M <sup>3</sup>	%	Kg/ M <sup>3</sup>	litre / M <sup>3</sup>	kg	litre	cm
Barbe	39	734	502	61	1130	710	350	186	4
Goundaka	24	453	292	76	1455	927	350	188	4
Sokoura	31	660	460	69	1238	775	350	180	4

### III-1. Préparation des éprouvettes aux essais

Les huit éprouvettes confectionnées pour chaque ville, ont été marquées avec leur date de confection, puis placées dans des cuves à eau pour une durée de (7) sept jours et (28) jours, conformément aux normes. Au septième jour trois éprouvettes cylindriques ont été écrasées à la compression simple, et une éprouvette cylindrique en béton écrasée à l'essai brésilien, cela nous a permis d'avoir les résultats à la compression des éprouvettes à (7) jours d'âge, et la résistance à la traction à (7) jours d'âge. Puis au vingt huitième jour, nous avons procédé à l'écrasement à la compression des trois autres éprouvettes cylindriques en, et la quatrième éprouvette cylindrique en béton à la traction ou essai brésilien (fendage). On a ainsi obtenu les résultats à la compression à (28 jours), et la résistance à la traction à (28 jours), et tous ces résultats reportés dans les *Tableaux* qui suivent.

### IV - LES RÉSULTATS DES ESSAIS (POUR LA RÉGION DE MOPTI-LES VILLES DE –BARBE, GOUNDAKA, ET SOKOURA) A 7 ET A 28 JOURS EN COMPRESSION ET AU FENDAGE (TRACTION)

**Tableau 4 :** *Les résultats des essais de compression et de fendage sur éprouvette Cylindriques pour les trois villes*

Ville de prélèvement	Echantillons	Poids en g 7j / 28jours	Dimensions cm / section cm <sup>2</sup>	Force en (daN) 7j / 28 j	Contrainte en MPa 7 jours	Contrainte en MPa 28 jours
Barbe	N°1	15100 / 15100	16-32 / 200	38000 / 54000	19.00	27.00
	N°2	15090 / 15090		37000 / 52000	18.50	26.00
	N°3	15060 / 15080		36000 / 50000	18.00	25.50
	N°4 FENDAGE	15080 / 15100		13664 / 16880	1.70	2.1
Goundaka	N°1	15400 / 15480	16-32 / 200	38000 / 50000	19.00	25.00
	N°2	15400 / 15170		36000 / 48000	18.00	24.00
	N°3	15350 / 15200		37000 / 49000	18.50	24.50
	N°4 FENDAGE	15390 / 15300		9967 / 11012	0.99	1.37
Sokoura	N°1	15680 / 15750	16-32 / 200	32000 / 48000	16.00	24.00
	N°2	15740 / 15740		30000 / 45000	15.00	22.50
	N°3	15700 / 15760		31000 / 46000	15.50	23.00
	N°4	15730 / 15760		13986 / 15995	1.74	1.99

**Tableau 5 : Récapitulatif des résultats pour les villes de la région Mopti**

Carrières	Poids spécifique Des agrégats	Densité apparente	Classe granulaire	Rapport Gravier Sable	Contrainte moyenne de compression à 7 jours MPa	Contrainte moyenne de traction à 7 jours MPa	Contrainte moyenne de compression à 28 jours MPa	Contrainte moyenne de traction à 28 jours MPa
Barbe	2.60 g / cm <sup>3</sup>	1.58	5 / 25	1.59	18.50	1.70	26.17	2.1
	2.64 g / cm <sup>3</sup>	1.46	0 / 10					
Goundaka	2.769 g / cm <sup>3</sup>	1.57	5 / 25	3.13	18.50	0.99	24.50	1.37
	2.65 g / cm <sup>3</sup>	1.55	0 / 6.3					
Sokoura	2.85 g / cm <sup>3</sup>	1.61	1 / 25	2.20	15.50	1.74	23.17	1.99
	2.64 / cm <sup>3</sup>	1.59	0 / 2.55					

## V - INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS POUR LES VILLES DE MOPTI

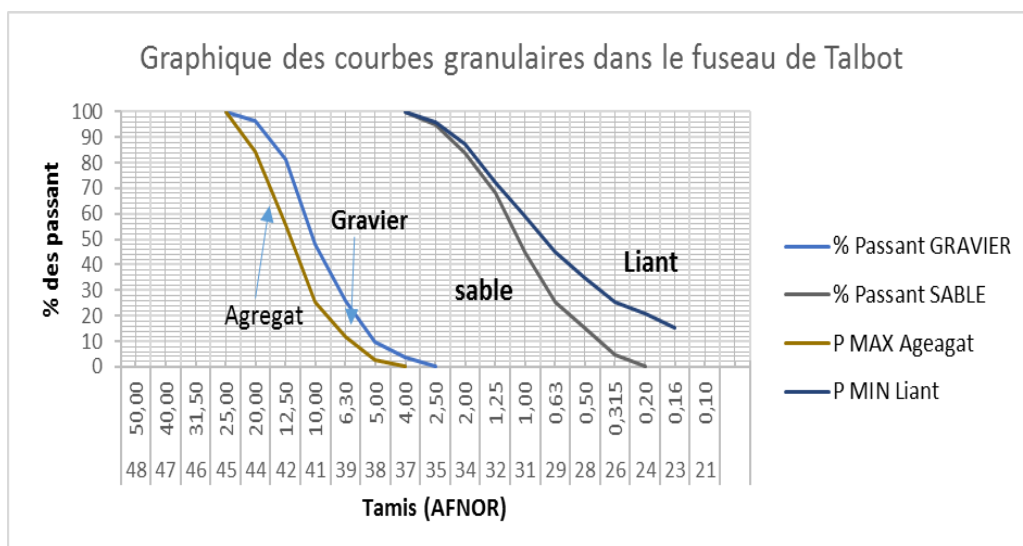
Les résultats des essais de compression sur les éprouvettes cylindriques en béton, ont donné une contrainte moyenne de 17.50 MPa à 7 jours et 24.61 MPa à 28 jours dans les conditions du laboratoire (mixage à la main, sans vibration et aucune précaution particulière, ceux-ci nous permettent de confirmer que l'utilisation de ces matériaux locaux donne des bétons de bonne qualité, et pour améliorer davantage la qualité de ces bétons, nous suggérons aux utilisateurs de : trier les agrégats, de les laver ,et l'utilisation de bétonnière et de vibreur le mélange. On a aussi dressé le fuseau de Talbot dans lequel les courbes des analyses granulométriques doivent s'insérer pour répondre aux critères de l'emploi du béton. Aussi la représentation des Gravier en (%), et du sable S en (%) dans un repère orthogonal nous permettent de dresser le graphique de la **Figure 2**, où l'on peut déduire la compacité agrégats, liants, la contrainte à projeter, pour un pourcentage quelconque du gravier G (%) et du sable S (%). La **Formule** donnant le fuseau de Talbot

$$P = 100 \times (d / d_{max})^n \quad (10)$$

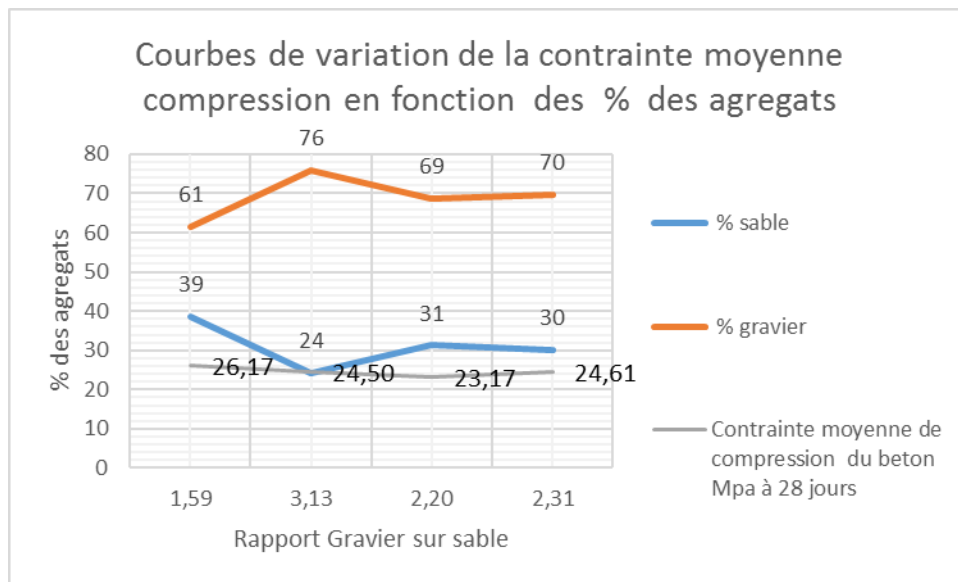
Pour déterminer le fuseau de Talbot on applique la **Formule** :

Où P désigne : le pourcentage des passants ;

- d- désigne : le diamètre minimum ;
- dmax désigne : le diamètre maximum ;
- Et n désigne un exposant qui varie de (0.11 à 0.33).



**Figure 1** : Variation des courbes granulométriques dans le fuseau de Talbot



**Figure 2 :** *Courbes de variation de la contrainte moyenne de compression en fonction des % des agrégats*

## VI - CONCLUSION

Au vu des résultats des essais menés sur les échantillons de Mopti, nous pouvons assurer que pour des études préliminaires, (établissement des devis, calcul de pré-dimensionnement pour les structures en BA (utilisant le gravier latéritique et le sable fin de la zone, pour les ouvrages ordinaires ; une contrainte caractéristique du béton ( $f_{ck} = 20$  MPa) peut être utilisée sans crainte, cette contrainte qui a été atteinte sans précautions particulières, (vibration, trie des matériaux, ajout des adjuvants), est susceptible d'être améliorée, quand les dispositions particulières seront prises. Avec l'abondance de ces matériaux au Mali et dans les pays tropicaux, cette étude permettra de mieux vulgariser l'utilisation des matériaux locaux, qui entrainera une baisse du coût de la construction en dur.

## RÉFÉRENCES

- [1] - [http://www.researchgate.net/profile/Khairunisa\\_Muthusamy/publication/n/272821080\\_Assessment\\_of\\_Malaysian\\_Laterite\\_Aggregate\\_in\\_Concrete/links/54effaa30cf25f74d72344ed.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Khairunisa_Muthusamy/publication/n/272821080_Assessment_of_Malaysian_Laterite_Aggregate_in_Concrete/links/54effaa30cf25f74d72344ed.pdf), *International Journal of Civil & Environmental Engineering IJCEE IJENS*, Vol. 12, N° 04 (Article) Consulté le 05 12

- [2] - [http://www.researchgate.net/publication/264543770\\_Compressive\\_strength\\_of\\_concrete\\_using\\_lateritic\\_sand\\_and\\_quarry\\_dust\\_as\\_fine\\_aggregate](http://www.researchgate.net/publication/264543770_Compressive_strength_of_concrete_using_lateritic_sand_and_quarry_dust_as_fine_aggregate) Joseph O. Ukpata<sup>1</sup>, Maurice E. Ephraim<sup>2</sup> and Godwin A. Akeke<sup>1</sup> <sup>1</sup>Department of Civil Engineering, Cross River University of Technology, Calabar, Nigeria <sup>2</sup> Department of Civil Engineering, Rivers State University of Science and Technology, Port Harcourt, Nigeria (Article), Consulté le 05 12 2015
- [3] - Granulas, sols, ciments et bétons (R. DUPAIN ; R. LANCHON al) 3<sup>e</sup> édition CASTEILLA
- [4] - NOUVEAU GUIDE DU BETON (Georges DREUX. 1981) (livre)
- [5] - L'effet de l'eau sur la résistance des bétons latéritiques, Adepegba D. (Article), *Journal of Testing and Evaluation*, (3) (1975) 1 - 5
- [6] - Résistance d'un poteau centré en BA avec à base de latérite. Adepegba D. (Article), *Journal of Testing and Evaluation*, (5) (1977) 1 - 7
- [7] - F. LASISI et OSUNADE, Facteurs affectant la Propriétés de résistance et de fluage du béton latéritique. (Article), *Bâtiment et environnement*, 20 (2) (1985) 133 - 138
- [8] - U. DE S. JAYAWARDENA et D.M.S. DISSANAYAKE. Utilisation de la poussière de la carrière au lieu du sable de la rivière pour l'avenir Constructions au Sri Lanka. Document IAEG n ° 38, Société géologique de Londres, U.K. (Article), (2006)
- [9] - N. N. OSADEBE et T. U. NWAKONOBI, Structure structurelle. Caractéristiques du béton postérieur à Optimum Mix Proportion. Nigerian, *Journal of Technology*, Nsukka, Nigeria, 26 (1) (2007) 12 - 17. (Article)
- [10] - B. MAKASA, Utilisation et amélioration de Gravillons latéritiques dans les bases routières. Institut international Pour l'étude aérospatiale et les sciences de la terre (ITC), Delft, Pays-Bas, <Http://www.itc.nl>. (Article), (1998)