

**Examen de Matériaux de Construction 2 (GS
522)
Durée 1h30**

Remarque : Le seul document autorisé dans l'examen est celui de la méthode de Dreux-Gorisse

Questions Ouvertes (07 points)

1. Le rapport $\frac{E}{C} = 0.5$ est recommandé pour le gâchage du béton ordinaire et assurer son ouvrabilité. Quelles sont les diverses fonctions de l'eau lors de la fabrication du matériau béton ? pour l'obtention de performances mécaniques optimales, doit-on augmenter ou diminuer ce rapport ? justifier. (2 pts)
2. Quelles sont les propriétés que l'on doit vérifier sur un sable avant de l'utiliser pour la fabrication d'un béton ordinaire ? justifier (2 pts)
3. Dans les pays froids, on doit utiliser pour la mise en place du béton : un accélérateur de prise et un entraîneur d'air ; pourquoi ? (2 pts)
4. Quel adjuvant doit-on utiliser pour éviter un séchage rapide des dalles en béton armé ? (1 pts)

Exercice (13 points)

La réalisation d'une poutre en béton armé, nécessite une résistance à la compression caractéristique f_{c28} égale à 35 MPa. La section de cette poutre est présentée dans la figure 1 à la page 2.

Les constituants utilisés pour la formulation du béton sont comme suit :

- Des granulats de carrière de bonne qualité dont les caractéristiques physiques sont consignées dans le tableau qui suit. Les courbes granulométriques sont représentées dans la figure 2.

Constituants	Mv_{app} (T/m ³)	Mv_{abs} (Kg/m ³)
Sable	1,50	2650
Gravillon (3/8)	1,45	2600
Gravier (8/16)	1,40	2600
Gravier (16/25)	1,35	2550

- Un CEMII/A 42.5, dont le dosage est de 350 kg/m^3 et la classe vraie de ce ciment est $\sigma_{c28} = 50 \text{ MPa}$.

Le béton sera de consistance plastique (affaissement au cône d'Abrams = 7 cm) et sa mise en œuvre nécessite une vibration normale.

1. Les granulats utilisés, conviennent-ils pour réaliser cette poutre, présentée dans la figure 1 ? (3pts)

2. Calculez le dosage en eau nécessaire au mélange du béton. (2pts)

3. Déterminez graphiquement à partir de la figure 2, le pourcentage de chaque granulats. (3pts)

4. Déterminez la composition théorique, massique et volumique d'un (01) m^3 de béton. (3pts)

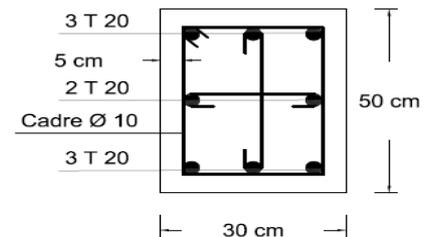


Figure 1. Section de la poutre

4. Si après la confection des éprouvettes au laboratoire, la masse volumique réelle obtenue est égale à $Mv_{réelle} = 2350 \text{ kg/m}^3$. On vous demande alors de déterminer la nouvelle composition massique et volumique. (2pts)

Bon courage
Responsables du cours
MM. A. BEZZAR et F. GHOMARI

Nom et Prénoms :

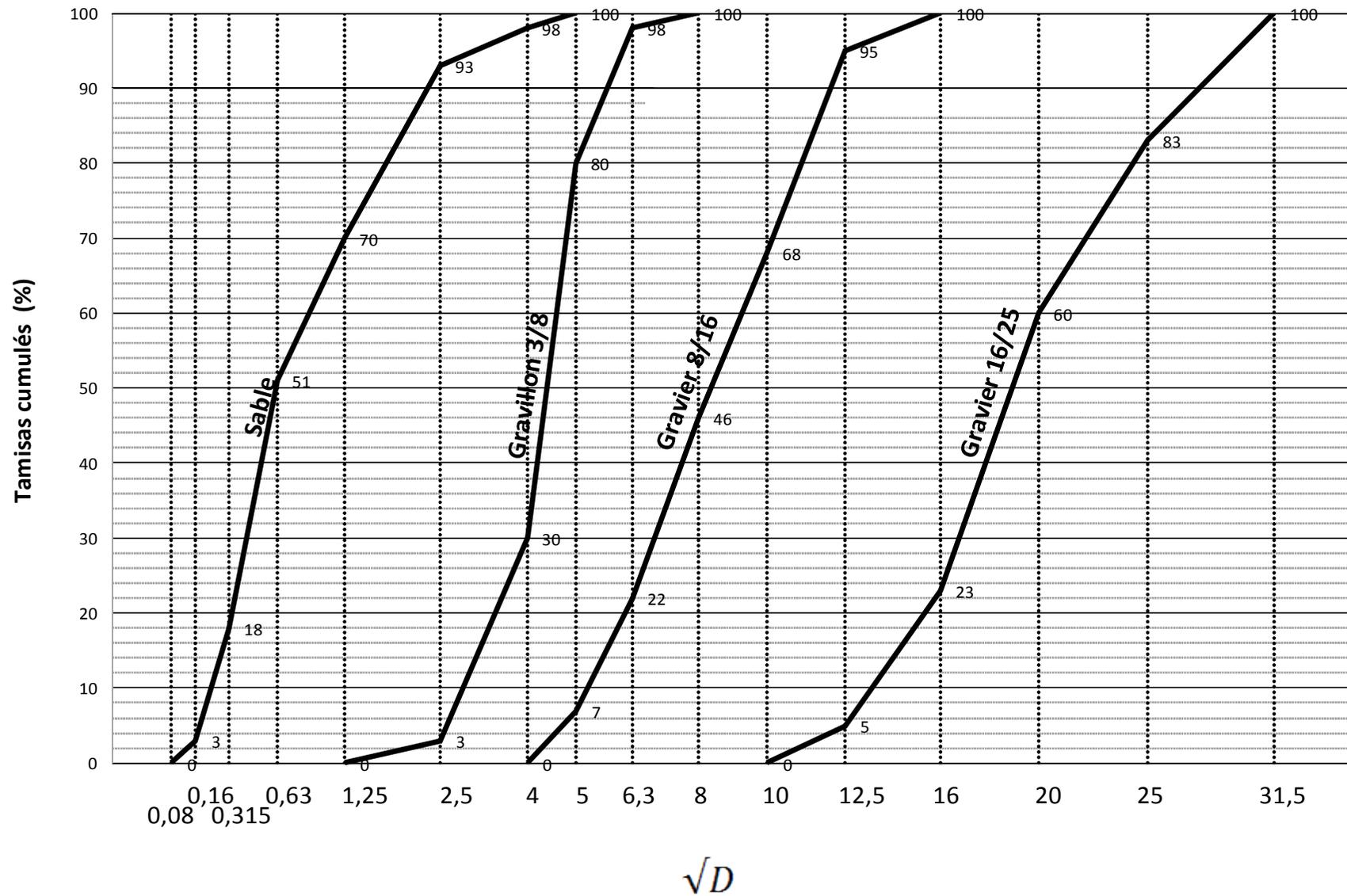


Figure 2 : Courbes granulométriques du sable et graviers.

**Correction examen de Matériaux de Construction 2
(GS 522)**

Questions ouvertes : (07 points)

1. Le rapport $\frac{E}{C} = 0.5$ permet :

i. L'hydratation des grains de ciment,

0,75 pt.

ii. Le mouillage des granulats et des parois du malaxeur

0,75 pt.

iii. Assurer l'ouvrabilité du béton lors de sa mise en place

0,5 pt.

2. Pour la fabrication d'un béton ordinaire, on doit vérifier que le sable :

0.75

i. Soit Propre (éléments fins $\leq 15\%$),

0.5 pt.

ii. Contient des fines qui ne soient pas gonflantes (argile, matière organique humifiée),

0.75

iii. Présente un module de finesse qui s'approche de 2.5 (Mf préférentiel).

3. On utilise pour la mise en place du béton à l'état frais dans un milieu à faibles températures un accélérateur de prise afin d'éviter le changement d'état de l'eau de son état liquide à son état solide (glace) pendant la période dormante.

1 pt.

L'entraîneur d'air est utilisé pour permettre la création de millions de petites bulles d'air réparties dans la masse du béton durci. L'eau, à la température inférieure ou égale à 0°C , se transforme en glace et ce changement d'état s'accompagne d'un gonflement important (9%), créant des contraintes élevées pouvant engendrer des fissures dans la masse du béton. Ce volume d'air occlus est un vase d'expansion, permettant à ce changement d'état de contenir les contraintes dues au gonflement.

1 pt.

4. Pour éviter le séchage rapide des dalles en béton armé, on utilise comme adjuvant les produits de cure à base de cire.

1 pt.

Exercice

1. Les granulats utilisés, conviennent-ils pour réaliser cette poutre ?

Le diamètre maximal correspond au point d'intersection du plus granulat 16/25 avec la droite horizontale qui passe par $T_c = 92\%$

$$\sqrt{31,5} \longrightarrow 19,36 \text{ cm sur la figure 2}$$

$$\sqrt{D_{max}} \longrightarrow 18,14 \text{ cm}$$

0.5 pt.

$$\sqrt{D_{max}} = (18,14 \times \sqrt{31,5}) / 19,36 \quad D_{max} = 27,65 \text{ mm}$$

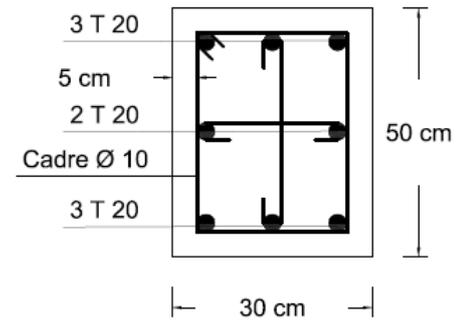


Figure 1. Section de la poutre

	Caractéristiques de la poutre	Résultats	Dmax	Observation
0.25 pt.	$e_v = (300 - 2 \times 50 - 3 \times 20 - 3 \times 10) / 2$ $e_v = 55 \text{ mm}$	$e_v / 1,5 = 36,66 \text{ mm}$	27,65 mm	Condition vérifiée
0.25 pt.	$e_h = (500 - 2 \times 50 - 3 \times 20 - 3 \times 10) / 2$ $e_h = 155 \text{ mm}$	$e_h = 155 \text{ mm}$	27,65 mm	Condition vérifiée
0.25 pt.	$c = 50 \text{ mm}$	$C = 50 \text{ mm}$	27,65 mm	Condition vérifiée
0.5 pt.	$r = 55 \times 155 / 2 \times (55 + 155)$ $r = 20,29 \text{ mm}$	$1,2 \times r = 24,34 \text{ mm}$	27,65 mm	Condition Non vérifiée
0.25 pt.	$h_m = 300 / 5 = 60 \text{ mm}$	$h_m = 60 \text{ mm}$	27,65 mm	Condition vérifiée

0.5 pt. Pour bétonner ce poteau, nous ne pouvons pas utiliser le Gravier 16/25 puisque la condition sur le rayon de la plus petite maille de la section n'est pas vérifiée

0.5 pt. Pour formuler notre béton nous utilisons donc le sable, le gravillon (3/8) et le gravier (8/16).
Le D_{max} correspond par conséquent aux granulats (8/16) et il vaut 12,5 mm.

2. Calculez le dosage en eau utile pour ce béton.

$$\frac{C}{E} = \frac{f_{cm}}{G \times \sigma_{c28}} + G$$

0.5 pt. Résistance moyenne à 28 jours $f_{cm} = f_{c28} \times 1,15 = 35 \times 1,15 = 40,25 \text{ MPa}$

0.5 pt. Selon le Tableau G = 0,45

$$\sigma_{c28} = 50 \text{ MPa}$$

$$\frac{C}{E} = 2,24$$

0.5 pt. $E = \frac{350}{2,24} = 156,25 \text{ Litres}$

0.5 pt. Une correction est nécessaire puisque le $D_{max} = 12,5 \text{ mm}$ cette correction est de 4 % selon l'abaque 3.

$$E = 156,25 \times 1,04 = 162,5 \text{ litres}$$

3. Déterminez graphiquement à partir de la figure 2 le pourcentage de chaque granulat.

Détermination de la courbe du mélange OAB

0.25 pt.

$$X = D/2 \text{ si } D \leq 20 \text{ mm} \quad X_A = \frac{12,5}{2} = 6,25 \text{ mm}$$

$$\text{Calcul de } Y_A = 50 - \sqrt{D} + K + K_s + K_p$$

0.25 pt.

$$D = 12,5 \text{ mm}$$

$$K = 2 \quad \text{dosage } 350 \text{ kg vibration Normale et granulats concassés}$$

$$K_s = 6 \times M_f - 15$$

0.25 pt.

$$M_f = (97+82+49+30+7+0)/100 = 2,65$$

0.25 pt.

$$K_s = 6 \times 2,65 - 15 = 0,9$$

0.25 pt.

$$K_p = 0$$

0.25 pt.

$$Y_A = 49,36 \%$$

0.25 pt.

Après la construction graphique

$$\text{Le pourcentage du sable} = 33 \%$$

0.25 pt.

$$\text{Le pourcentage du gravillon } 3/8 = 45 - 33 = 12 \%$$

0.25 pt.

$$\text{Le pourcentage du gravier } 8/16 = 100 - 45 = 55 \%$$

4. Déterminez la composition massique et volumique de 1 m³ de béton.

TABLEAU N°8

Plasticité	Serrage	Affaissement A (cm)
Béton très ferme	Vibration puissante	0 à 2
Béton ferme	Bonne vibration	3 à 5
Béton plastique	vibration courante	6 à 9
Béton mou	Piquage	10 à 13
Béton très mou	Piquage léger	13 à 15
Béton liquide (fluide)		≥ 16

A=7 cm: béton plastique

Evaluation de l'ouvrabilité par rapport à l'affaissement au cône.

TABLEAU N°9

Consistance	Serrage	γ coefficient de compacité						
		D=4	D=8	D=12,5	D=20	D=31,5	D=50	D=80
Molle	Piquage	0,750	0,780	0,795	0,805	0,810	0,815	0,820
	Vibration faible	0,755	0,785	0,800	0,810	0,815	0,820	0,825
	Vibration normale	0,760	0,790	0,805	0,815	0,820	0,825	0,830
Plastique	Piquage	0,760	0,790	0,805	0,815	0,820	0,825	0,830
	Vibration faible	0,765	0,795	0,810	0,820	0,825	0,830	0,835
	Vibration normale	0,770	0,800	0,815	0,825	0,830	0,835	0,840
Forme	Vibration puissante	0,775	0,805	0,820	0,830	0,835	0,840	0,845
	Vibration faible	0,775	0,805	0,820	0,830	0,835	0,840	0,845
	Vibration normale	0,780	0,810	0,825	0,835	0,840	0,845	0,850
	Vibration puissante	0,785	0,815	0,830	0,840	0,845	0,850	0,855

γ = 0,815

γ_{corrigé} = 0,815 - 0,03 = 0,785

NOTA (simplifié) :
 Ces valeurs sont convenables pour des granulats roulés, sinon il conviendra d'apporter les corrections suivantes :
 Sable roulé et gravier concassé = - 0,01
 Sable et gravier concassés = - 0,03
 Pour des granulats légers on pourra diminuer de 0,03 les valeurs de γ qui correspondent dans ce tableau à des granulats légers ordinaires.

0.25 pt.

0.25 pt.

0.25 pt.

Volume absolu du ciment : $V_{\text{ciment}} = \frac{\text{Masse du ciment}}{\text{Masse absolu du ciment}} = \frac{350}{3,1} = 112,90 \text{ l/m}^3$

Volume absolu des granulats: $V_{\text{granulats}} = V_{\text{Sable}} + V_{\text{gravillon}} + V_{\text{Gravier}} = 1000 \cdot \gamma - V_{\text{ciment}}$

0.5 pt.

$V_{\text{granulats}} = V_{\text{Sable}} + V_{\text{gravillon}} + V_{\text{Gravier}} = (1000 \times 0,785) - 112,9$

$V_{\text{granulats}} = V_{\text{Sable}} + V_{\text{gravillon}} + V_{\text{Gravier}} = 672,1 \text{ litres}$

0.25 pt.

$V_{\text{Sable}} = V_{\text{granulats}} \times \% \text{ Sable} = 672,1 \times 33 \% = 222 \text{ litres}$

0.25 pt.

$V_{\text{gravillon}} = V_{\text{granulats}} \times \% \text{ Gravillon} = 672,1 \times 12 \% = 81 \text{ litres}$

0.25 pt.

$V_{\text{Gravier}} = V_{\text{granulats}} \times \% \text{ Gravier} = 672,1 \times 55 \% = 370 \text{ litres}$

	V _{abs} (litres)	Mv _{abs} (Kg/l)	Masse (kg)	Mv _{abs} (Kg/l)	V _{app} (litres)
Sable	222	2,65	588,3	1,50	392,2
Gravillon 3/8	81	2,60	210,5	1,45	145
Gravier 8/16	370	2,60	962	1,40	687

0.5 pt.

0.5 pt.

5. Si après la confection des éprouvettes au laboratoire, la Masse Volumique réelle obtenue est de l'ordre $Mv_{réelle} = 2350 \text{ kg/m}^3$ que faut-il faire ?

0.5 pt. $Mv_{théorique} = 350 + 588,3 + 210,5 + 962 = 2111 \text{ kg/m}^3$

Après confection des éprouvettes au laboratoire, la Masse Volumique réelle obtenue $Mv_{réelle} = 2350 \text{ kg/m}^3$, or la masse volumique théorique calculée $Mv_{théorique} = 2111 \text{ kg/m}^3$

$Mv_{réelle} > Mv_{théorique}$: La composition étudiée donne moins d'un 1 m^3

La Masse des granulats **en moins dans le mélange** = $(2350 - 2111) = + 239 \text{ kg} > 0$

0.5 pt.

La composition pondérale finale après correction

Constituants	Kg (pour 1m^3 de béton)
Ciment	350
Eau	162,5 litres
Sable	$588,3 + 239 \times 33\% = 667,2 \text{ kg}$
Gravillon (3/8)	$210,5 + 239 \times 12\% = 239,2 \text{ kg}$
Gravier (8/16)	$962 + 239 \times 55\% = 1093,5 \text{ kg}$

1 pt.

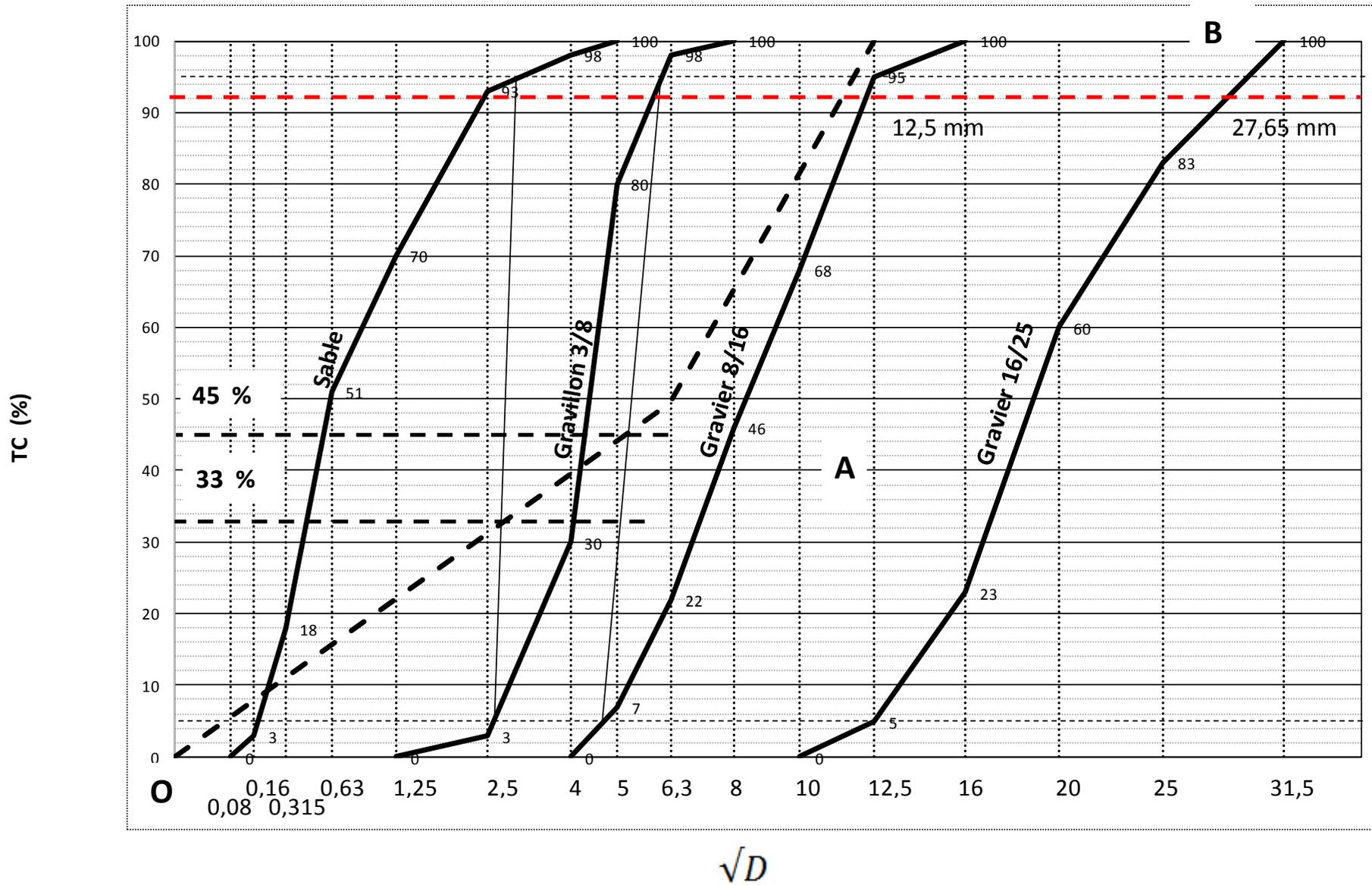


Figure 1 : représentation des courbes granulométrique (0,75 point pour la construction correcte du graphique)