



Concours d'accès en 1^{ère} année Doctorat LMD Génie Civil, Option : Matériaux en Génie Civil.

Samedi le 26/02/2022

Epreuve 2 : Technologie des Bétons (Variante N°01)

Durée : 02 h 00, Coefficient : 03

Q1. (2.5 pts) Expliquer les différentes appellations d'eau suivantes utilisées pour la formulation du béton

- Eau efficace
- Eau absorbée
- Eau apparente
- Eau libre
- Eau liée

Q2. (1.5 pts) Quelle est le rôle du béton d'enrobage d'un élément en béton armé et comment peut-on améliorer la qualité de ce béton sur chantier ?

Exercice : (4 pts)

Des mesures des propriétés rhéologiques ont été effectuées à l'aide d'un rhéomètre sur des bétons confectionnés en substituant du ciment par du laitier. Les résultats obtenus sont donnés dans le tableau 1.

1. Que-est-ce que la rhéologie.
2. Expliquer brièvement que-est-ce qu'un essai rhéologique sur des matériaux cimentaires.
3. Représenter séparément l'évolution des paramètres rhéologique des bétons testés en fonction du pourcentage de substitution.
4. Commenter les graphes obtenus.
5. Expliquer, justifier et argumenter l'évolution des paramètres rhéologiques.

Tableau 1 : Résultats obtenus avec le laitier

Bétons	Laitier [%]	$V_{pâte}$ [m³]	$\Phi_{pâte}$	$\Phi^*_{pâte}$	$\Phi_{pâte}/\Phi^*_{pâte}$	τ_0 [Pa]	μ [Pa.s]	Slump [cm]
BES 0	0	0,271	0,446	0,539	0,828	26	56	24
BES 1	10	0,272	0,448	0,528	0,849	80	60	22
BES 2	20	0,273	0,450	0,517	0,869	84	61	23
BES 3	30	0,273	0,451	0,506	0,891	81	62	23
BES 4	40	0,274	0,453	0,496	0,913	67	72	23
BES 5	50	0,275	0,454	0,485	0,936	54	73	22
BES 6	60	0,276	0,456	0,475	0,960	118	104	18

- (Φ) : Concentration volumique solide de la pâte
 (Φ^*) : Compacité de la pâte
 ($\frac{\Phi}{\Phi^*}$)_{pâte} : Concentration solide relative de la pâte
 ($V_{pâte}$) : Volume de la pâte

Problème : (12 pts)

Pour fabriquer des éléments structuraux en béton armé à l'intérieur d'un futur bâtiment d'habitation on va utiliser la méthode de formulation de Dreux-Gorisse. Les caractéristiques visées pour ce béton ordinaire sont les suivantes :

- Résistance caractéristique en compression sur cylindre à 28 jours : $f_{ck} = 30$ MPa (On ajoute 15% pour avoir la résistance souhaitée à 28 jours) ;
- Consistance recherchée pour la mise en œuvre : béton plastique avec une vibration normale (courante) et un affaissement visé de l'ordre de 7,0 cm.
- Les caractéristiques des matériaux à disposition sont :
 - Un ciment CEM I 42,5 de densité 3,1 (on ajoute 20% pour avoir sa classe réelle,) ;
 - Les sables et les graviers, dont l'analyse granulométrique illustrée dans le Tableau 2, seront utilisés.

On va mélanger le sable grossier « S1 » de module de finesse « M_f » (à calculer) et le sable fin « S2 » de module de finesse « M_{f2} » (à calculer) afin d'obtenir un « nouveau sable corrigé » S3, de module de finesse optimal $M_{f-opt}=2,5$.

- Il est à noter que ces derniers sont des granulats concassés de bonne qualité avec une densité absolue de 2,58 pour les deux sables et une densité absolue de 2,63 pour les deux graviers.

Travail demandé :

En utilisant la méthode de formulation de Dreux-Gorisse, déterminer le bilan des quantités de chacun des constituants (masses en kg de C, E, S corrigé, G1 et G2) et la masse volumique théorique de ce béton.

Données nécessaires :

1) Dosage en ciment : $\sigma'_{28} = G \cdot R_{C28} \left(\frac{C}{E} - 0,5 \right)$ Avec : $G=0,5$

- Il est à noter que le dosage minimal dans notre cas est 302 kg/m³.
- L'abaque permettant d'évaluer le dosage en ciment « C » est donné par la Figure 1.

2) Dosage en eau : Pour $D=20$ mm, la correction du dosage en eau totale égale à zéro.

3) Dosage des granulats :

D'abord, on doit faire la correction du sable en visant un module de finesse optimal ($M_{f-opt}=2,5$). Ensuite, on doit tracer les courbes granulométriques de sable corrigé et de deux graviers, sur le graphique ci-après. Puis, on détermine les coordonnées du point de brisure « A », sachant que :

$$X = \frac{D}{2} \text{ et } Y = 50 - \sqrt{D} + k + k_s + k_p \quad \text{On donne : } k = k_s = k_p = 0$$

En adoptant pour le coefficient de compacité la valeur de 0,825.

Tableau 2 : Analyse granulométrique des sables et graviers utilisés

Tamis (mm)	Tamisât cumulés (%)				
	S1	S2	S3 (Corrigé)	G1	G2
0,08	0,2	0,6	.....	
0,1	0,3	1,1	.....	
0,125	0,4	1,7	.....	
0,16	0,7	4,6	.....	
0,25	3,4	11,7	.....	
0,315	8,4	20,8	.....	
0,63	21,7	79,7	.....	
1,25	32,0	92,6	.....	
2,5	56,5	100	.....	
3,15	69,6		.....	1,3	
4	94,8		.....	5,3	
5	100		.....	47,1	1,2
6,3			.....	86,0	3,2
8			.....	96,7	6,5
10			.....	100	18,5
12,5			.....		41,1
16			.....		86,1
20			.....		100
M_f	.....	.....	2,5	/	/

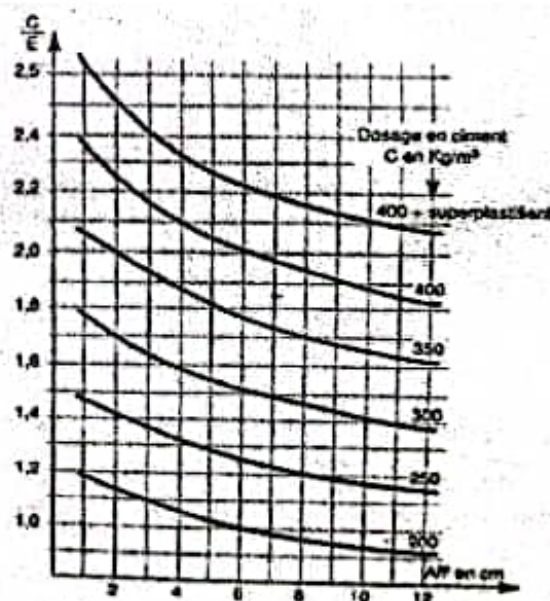


Figure 1 : Abaque permettant d'évaluer approximativement le dosage en ciment

Partie 2 : Exercice (3Pts)

Pour réaliser un test au laboratoire, un volume de ciment de 1 litre a été mélangé de l'eau pour obtenir une pâte de consistance normale ($E/C = 0.22$). On propose les données suivantes :

- La masse volumique apparente du ciment : 1350 kg/m^3 .
 - La masse volumique absolue du ciment : 3200 kg/m^3 .
- 1- Déterminer la quantité de l'eau nécessaire pour le malaxage ?

Pour réduire la quantité d'eau nécessaire de 20%, nous avons utilisé 2,2 % d'un adjuvant superplastifiant qui a une densité égale à 1,2, pour formuler $0,5 \text{ m}^3$ de béton, déduire :

- 2- La nouvelle quantité d'eau ?
- 3- Le volume d'adjuvant superplastifiant utilisé ?



Bon courage