

0351



**UNIVERSITE DE M'SILA**

**FACULTE DE TECHNOLOGIE**

**Département de génie civil et d'hydraulique**

**MEMOIRE**

**Présenté pour l'obtention du diplôme  
D'INGENIEUR D'ETAT**

**FILIERE : GENIE CIVIL**

**Option : Matériaux de Constructions**

**THEME**

*L'effet des fillers sur les performances  
des bétons*

**Dirigé par :**

Mr :Rahmouni Z  
Mme :Belwadheh M  
Melle :Tebbal N

**Présenté par :**

Rahal fouaz  
Tebani kheyr



**Promotion : 2010/2011**

# SOMMAIRE

1. Introduction .....	01
2. Objectif.....	02
3. Structure .....	02

## CHAPITRE I : Généralités sur les bétons

I.1 Introduction.....	03
I.2. Principaux avantages et inconvénients du béton .....	04
2.1 Avantages du béton.....	04
2.2 Inconvénients du béton.....	04
I.3. Classification du béton.....	04
I.4 Les bétons hauts performances.....	06
4.1 Définition des BHP.....	06
4.2 La classe des BHP.....	07
4.3 Avantages d'utiliser des BHP.....	07

## CHAPITRE II : Les Constituants du béton

II.1. Le ciment.....	09
II.1.1. Composition des ciments.....	09
1.1.1 Constituants principaux.....	09
1.1.2 Les constituants secondaires .....	11
II.1.2. Types de ciment, composition et désignation normalisée.....	11
II.1.3. Propriétés des ciments.....	12
1.3.1 La prise.....	12
1.3.2. Durcissement.....	12
1.3.3 Retrait et gonflement .....	13
1.3.4 Surface spécifique (finesse Blaine).....	13
1.3.5 Les résistances mécaniques .....	14
II.1.4. La sélection du ciment pour les BHP.....	14
II.1.5. Les ajouts cimentaires pour les BHP.....	15
II.1.6. La fumée de silice.....	15
II.1.7. Béton contenant de la fumée de silice.....	16
II.1.8. Hydratation et développement de la résistance du système fumée de silice.....	16
II.2. Les granulats.....	16
1. Généralités.....	16
2. Classification des granulats.....	17
2.1 Les granulats naturels.....	17
2.2 Les granulats artificiels .....	18
3. Les caractéristiques des granulats.....	18
3.1 Les caractéristiques géométriques .....	18
3.1.1 Classe granulatoire.....	18
3.1.2 Analyse granulométrique.....	19
3.1.3 Courbe granulométrique.....	19
3.1.4 Module de finesse.....	20
3.2 Les caractéristiques physico-chimiques .....	20
3.2.1 La masse volumique absolue.....	20
3.2.2 La masse volumique apparente.....	21

3.2.3 La porosité et la compacité.....	21
3-2-4 La teneur en eau.....	21
3.2.5 Foisonnement.....	22
3.2.6 Propreté des granulats.....	22
3.3 Caractéristiques mécaniques.....	24
II.3 L'eau de gâchage.....	25
II.4 Les adjuvants du béton.....	26
4.1 Définition.....	26
4.2 Classification.....	27
4.3 Les supers plastifiants.....	27
4.3.1 Définition.....	27
4.3.2. Mode d'action.....	27
4.3.3 Influences sur le moment d'addition du SP dans le béton.....	28
4.4. quelques utilisations des principaux adjuvants.....	28

### CHAPITRE III : Formulation du béton

III. Introduction.....	29
II.1 Les trois principes de formulation des bétons ordinaires.....	29
III.2 Quelques méthodes de composition des bétons.....	29
III.2.1 Composition optimale d'un béton courant.....	30
III.2.2 Méthode pratique pour la composition des bétons, méthode dit «DREUX-GORISSE».....	32
2.2.1 Dosage en ciment et en eau.....	32
2.2.2 Dosage en pourcentage des granulats.....	34
2.2.3 Dosage en masse des granulats.....	36
III.2.3 méthode de formulation de l'université de Sherbrooke.....	38

### CHPITRE IV : Caractéristiques des matériaux

<i>IV.1. Introduction.....</i>	<i>41</i>
IV.2. Sable.....	41
IV.2.1. Origine du sable.....	41
2.2.1. Masse volumique (absolue).....	41
2.2.2. Masse volumique apparente.....	42
2.2.2.1. Masse volumique apparente à l'état lâche.....	42
2.2.2.2. Masse volumique apparente à l'état compact.....	43
2.2.3. Porosité.....	44
2.2.4. Compacité.....	44
2.2.5. L'indice des vides.....	44
2.2.6. Equivalent de sable.....	45
2.2.7. Teneur en eau.....	47
2.2.8. Degré d'absorption d'eau.....	48
2.2.9. Analyse granulométrique.....	49
2.2.10. Module de finesse.....	51
IV.2.2. Propriétés chimiques du sable utilisé.....	51
IV.3 Gravier.....	52
IV.3.1 Origine de gravier.....	52
IV.3.1.1 Classes granulaires.....	52
IV.3.1.2 Résistance à la compression de la roche d'origine.....	52
IV.3.2 Caractéristiques physiques du gravier utilisé.....	52
3.2.1. Masse volumique apparente.....	52
3.2.2. Masse volumique absolue.....	53
3.2.3. La densité absolue.....	53
3.2.4. Porosité, compacité et indice des vides.....	54

3.2.5. Degré d'absorption d'eau.....	55
3.2.6. Teneur en eau.....	56
3.2.7. Analyse granulométrique.....	56
3.3.1. Essai de résistance au choc (Essai Los Angeles).....	57
IV.3.3. Propriétés chimiques du gravier concassé.....	58
IV.4 Ciment.....	59
IV.4.1. Caractéristiques du ciment CPJ-CEM II.....	59
IV.4.1.1. Description.....	59
IV.4.1.2. Caractéristiques mécaniques et physiques du ciment utilisé.....	59
IV.4.1.3. Les caractéristiques chimiques du ciment utilisé.....	60
IV.5. Les fillers.....	60
IV.5.1. Origine du marbre.....	60
IV.5.2. Caractéristiques physiques et chimiques de la poudre de marbre.....	60
IV.6. Les adjuvants.....	61
6.1. Le medaflow.....	61
6.1.1. Description.....	61
6.1.2. Caractéristiques.....	62
6.1.3. Dosage.....	62
IV.7. L'eau de gâchage.....	63
IV.7.1. Caractéristique chimique de l'eau utilisée.....	63

## CHAPITRE V: Technique expérimentales

V.1 Introduction.....	64
V.2 Revue bibliographique des techniques de formulation de béton.....	64
V.2.1 la formulation de la composition des bétons ordinaire.....	64
1- Méthode De Dreux Grosse.....	64
2. Composition des différents bétons ordinaires.....	67
V.2.2- la formulation de la composition des bétons à haute performances.....	68
1. Méthode de formulation de l'université de Sherbrooke.....	68
2. La composition d'un m <sup>3</sup> de béton (BHP).....	69
3. Composition des différents bétons HP.....	69
V.4. Préparation de mélange.....	70
V.5. Confection des éprouvettes.....	71
V.6. Essais sur béton.....	72
V.6.1. Contrôle du béton à haute performance à l'état frais.....	72
6.1.1. Définitions.....	72
6.1.2. Essai d'affaissement au cône d'Abrams "slump-test".....	72
V.6.2. Contrôle du béton à haute performance à l'état durci.....	74
6.2.1. Essai de compression (NF P 18-406).....	74
6.2.2. La méthode employée pour l'évaluation de la porosité.....	75
6.2.3. Critères généraux de durabilité dans les milieux agressifs.....	76
6.2.3.1 La résistance.....	76
6.2.3.2. Le rapport E /C.....	76
6.2.3.3 La nature de ciment et le dosage.....	76
6.2.4. Attaque et action par l'eau de mer.....	77

## CHAPITRE VI: Résultats et interprétations

VI.1 Introduction.....	78
VI.2. L'effet des caractéristiques physiques et mécaniques sur le rendement de béton.....	78
1. L'effet de la masse volumique.....	78
2. L'effet de la porosité et le rapport E/C.....	82
3. Essais de compression simple sur les bétons étudiés.....	87

4. Effet des milieux agressifs sur la durabilité des bétons.....	94
4.1. Evolution des masses volumiques.....	94
4.1. Evolution des mécaniques.....	95
5. la perte au feu.....	96

TITRE DES TABLEAUX

PAGE

Tableau I.1 : La teneur des constituants de béton en poids et en volume	93
Tableau I.2 : Conclusion générale	97
Tableau II.1 : Composition minéralogique de ciment	10
Tableau II.2 : Composition chimique de ciment	10
Tableau II.3 : Les cinq principales catégories de ciment	11
Tableau II.4 : Valeurs préconisées pour l'équivalent de sable par DREUX	23
Tableau II.5 : Résistances mécaniques de quelques roches utilisées comme granulat	24
Tableau II.6 : Les limites en % des constituants dans l'eau de gâchage	26
Tableau II.7 : Utilisations des adjuvants	28
Tableau III.1 : Les degrés d'humidité des granulats dans le stock	31
Tableau III.2 : Valeurs approximatives du coefficient granulaire G	33
Tableau III.3 : Correction du dosage en eau selon le diamètre, D du mélange granulaire	34
Tableau III.4 : Valeur correcteur K en fonction du dosage en ciment, de la puissance de la vibration et de l'angularité des granulats	35
Tableau III.5 : Coefficient de compacité ( $\gamma$ )	37
Tableau III.6 : Détermination du dosage en eau	39
Tableau III.7 : Détermination du dosage en gravier	40
Tableau IV.1 : Masse volumique absolue du sable de Boussaada	42
Tableau IV.2 : Masse volumique apparente du sable de Boussaada à l'état lâche	43
Tableau IV.3 : Masse volumique apparente du sable de Boussaada à l'état compact	43
Tableau IV.4 : la porosité, la compacité et l'indice de vides Pour le sable de Boussaada	45
Tableau IV.5 : Equivalant du sable de Boussaada	45
Tableau IV.6 : Comparaison des résultats	46
Tableau IV.7 : Teneur en eau du sable de Boussaada	46
Tableau IV.8 : Degré d'absorption du sable de Boussaada	46
Tableau IV.9 : Analyse granulométrique du sable d'oued (Oued Maitre)	46
Tableau IV.10 : analyse chimique du sable	46
Tableau IV.11 : Masse volumique apparente du gravier	46
Tableau IV.12 : Masse volumique absolue du gravier	46
Tableau IV.13 : la densité du gravier	46
Tableau IV.14 : Porosité, Compacité Et Indice Des Vides	46
Tableau IV.15 : Degré d'absorption d'eau du gravier	46
Tableau IV.16 : Teneur en eau du gravier	46
Tableau IV.17 : Analyse granulométrique du gravier 3/8	46
Tableau IV.18 : Analyse granulométrique du gravier 8/16	46
Tableau IV.19 : Caractéristiques mécaniques du gravier utilisé	46
Tableau IV.20 : Composition chimique du gravier concassé	46
Tableau IV.21 : Caractéristiques du CPI	46
Tableau IV.22 : Caractéristiques chimiques du CPI	46
Tableau IV.23 : Caractéristiques minéralogique du CPI	46
Tableau IV.24 : Caractéristiques physiques de la poudre de marbre	46
Tableau IV.25 : Caractéristiques chimiques de la poudre de marbre	46
Tableau IV.26 : Caractéristiques du MEDAFLOW RE 25	46
Tableau IV.27 : Caractéristiques Chimique D'eau	46
Tableau V.1 : La composition d'un m <sup>3</sup> de béton ordinaire	67

## ملخص:

الخرسانة العادية تتميز بوجود قوة ضاغطة أكبر من 30 ميغاباسكال ، والخرسانة عالية الجودة هي خرسانة خاصة، والتي تتميز بنسبة E/L قيمته الأدنى 0.3 وقوة الضغط أكبر من 50 ميغاباسكال.

مهمتنا في هذا البحث هي دراسة العوامل التالية :

- تأثير مساحيق المعدنية (مسحوق الرخام) على الخرسانة العادية.
  - إمكانية صياغة الخرسانة عالية الجودة مع إضافة نسب مئوية من الرخام يؤدي إلى تناقص في دخان السيليكا.
  - تأثير البيئة الغير ملائمة على سلوك الخرسانة.
- النتائج المحصل عليها تبين أن إضافة نسبة مئوية من الرخام إلى الخرسانة تعطي أفضل قوة ضغط خصوصا بعد 60 يوما.

## Summary:

Ordinary concrete, which features a higher compression strength 30 MPa, and high-performance concrete is a special concrete, which is characterized by a E/L ratio below 0.3 and a compressive strength above 50 MPa .

Our work is to study the following factors:

- the influence of mineral powders (marble powder) in the concrete.
- the possibility of formulating a high-performance concrete with an added percentage of marble running down a silica fume.
- The influence of aggressive environment on the behavior of concrete.

The results showed: that the addition of a percentage of marble gives a good concrete compressive strength after 60 days.