

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي.

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET RECHERCHE SCIENTIFIQUE.

جامعة محمد بوضياف- المسيلة.

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF- M'SILA.

كلية العلوم و الهندسة.

FACULTE DES SCIENCES ET SCIENCES D'INGENIEUR.

قسم الهندسة المدنية.

DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL.

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES.

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT.

OPTION: MATERIAUX DE CONSTRUCTION.

Thème:

Comparaison du comportement
rhéologique et mécanique
des bétons ordinaires et
des bétons basiques.

Dirigé par:

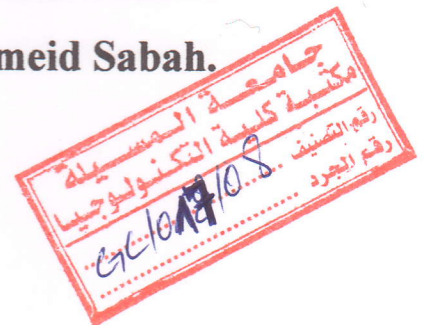
♦ M^{eme} Zeghichi L.

Présenté par:

♦ Khelif Fouzia.

♦ Ameid Sabah.

Promotion : Juin 2008.



Sommaire

| | |
|----------------------------|----|
| Introduction générale..... | 01 |
|----------------------------|----|

Chapitre I : le béton ordinaire.

| | |
|---|----|
| I.1: Introduction..... | 03 |
| I.2. Les composants du béton..... | 03 |
| I.2.1. Les ciments..... | 03 |
| I. 2.1.1. Définition..... | 03 |
| I. 2. 1. 2. Fabrication du ciment portland..... | 03 |
| I.2.1.3. Caractéristiques importantes..... | 03 |
| I.2.1.3.1. Propriétés physiques, chimiques et mécaniques..... | 03 |
| I.2.1.3.2. Mécanismes d'hydratation des potes de ciment..... | 04 |
| I.2.1.3.3.. Hydratation des éléments principaux..... | 04 |
| a. Hydratation du Silicate tricalcique (C_3S)..... | 05 |
| b. Hydratation du Silicate bicalcique (C_2S)..... | 05 |
| c Hydratation d'aluminate tricalcique (C_3A)..... | 05 |
| d. Hydratation d'alumino-ferrite tétracalcique (C_4AF)..... | 05 |
| I.2.1.4.Type de ciment..... | 05 |
| I.2.1.5. Caractéristiques mécaniques garanties | 07 |
| I.2.1.6. Propriétés de ciment | 08 |
| I.2. 2. Gravier | 08 |
| I.2.2.1. Extraction et préparation des matières premières | 08 |
| I.2.3. Sable | 09 |
| I.2.4. L'eau de gâchage | 09 |
| I.2.5. Les adjuvants | 10 |
| I.2.5.1. Définition | 10 |

| | |
|--|----|
| 1.2.5.2. Les différents cas d'application possibles | 10 |
| 1.2.5.3. Classification des adjuvants | 10 |
| a. Les adjuvants modifiant l'ouvrabilité du béton | 10 |
| b. Les adjuvants modifiant la prise et le durcissement | 11 |
| c. Les adjuvants modifiant certaines propriétés du béton | 11 |
| d. Les produits de cures..... | 11 |
| 1.2.5.4. Adjuvant pour béton durcis | 11 |
| 1.2.5.4. Super plastifiant | 11 |
| 1.2.6. Béton | 12 |
| 1.2.6.1. Définition | 12 |
| 1.2.6.2. Structure du béton | 12 |
| 1.2.6.3. Propriétés des bétons | 12 |
| 1.2.6.3.1. Bétons frais | 12 |
| 1.2.6.3.2. Béton durci | 13 |
| 1.2.6.4. Formulation du béton | 15 |
| 1.2.6.4.1. Méthodes de Dreux-Gorisse | 15 |

| |
|--|
| Chapitre II : le béton basique. |
|--|

| | |
|---|----|
| II.1. Définition..... | 16 |
| II.2. LES COMPOSANTS DU BÉTON BASIQUE | 16 |
| II.2.1. Laitier du haut fourneau | 16 |
| II.2.1.1. Historique | 16 |
| II.2.1.2. Définition | 17 |
| II.2.1.3. Processus de fabrication | 17 |
| II.2.1.4. Modes de refroidissement..... | 20 |
| II.2.1.4.1. Refroidissement lent à l'air..... | 21 |
| II.2.1.4.2. Refroidissement rapide à l'eau..... | 22 |
| II.2.2.5. Les caractéristiques générales de laitier | 22 |
| II.2.1.5.1. Le laitier cristallisé (concassé)..... | 22 |
| II.2.1.5.2. Laitier granulé..... | 23 |

| | |
|---|----|
| II.2.1.5.2.1. La composition chimique du laitier du haut fourneau..... | 23 |
| II.2.1.5.2.2. La composition minéralogique du laitier de H.F..... | 24 |
| II.2.1.6. Utilisation de laitier | 25 |
| II.2.1.6.1. Utilisation du laitier en cimenterie..... | 26 |
| II.2.1.6.2. Utilisation du laitier dans les bétons et les matériaux de construction..... | 26 |
| II.2.1.6.2.1. Utilisation du laitier granulé brut dans le béton..... | 26 |
| II.2.1.6.2.2. Utilisation du laitier pré broyé dans le béton..... | 26 |
| II.2.1.6.2.3. Utilisation du laitier moulu dans le béton | 26 |
| II.2.1.6.3. Utilisation du laitier dans les travaux routiers..... | 27 |
| II.2.1.6.4. Les principales applications du laitier en infrastructures routières dans la wilaya d'ANNABA..... | 27 |
| II.2.1.7. Méthode d'activation du ciment au laitier | 30 |
| II.2.1.7.1. Activation calcique..... | 30 |
| II.2.1.7.2. Activation par le clinker du ciment portland..... | 30 |
| II.2.1.7.3. L'activation sulfatique..... | 30 |
| II.2.1.7.4. L'activation alcaline..... | 31 |
| II.2.1.7.4.1. L'activation par les alcalis acoustiques (la soude) | 31 |
| II.2.1.7.4.2. L'activation par les sels non silicieux (carbonate de sodium) | 31 |
| II.2.1.7.4.3. L'activation par les sels silicieux (verre soluble)..... | 31 |
| II.2.1.7.5. L'activation mixte (sodo-sulfatique)..... | 32 |
| II.2.1.8. Comportement mécanique des ciments au laitier..... | 32 |
| II.2.1.8.1. Influence de la composition chimique..... | 32 |
| II.2.1.8.1.1. Le module de basicité..... | 33 |
| II.2.1.8.1.2. Le module d'activité..... | 33 |
| II.2.2. Gravier | 34 |
| II.2.3. Sable | 34 |
| II.2.4. L'eau de gâchage | 35 |

| |
|--|
| Chapitre III : Caractéristiques des matériaux et matériels. |
|--|

| | |
|---|----|
| III.1 Introduction..... | 36 |
| III-2. Les caractéristiques des matériaux | 36 |
| III.2.1 Le gravier | 36 |

| | |
|---|-----------|
| a/ Analyse granulométrique..... | 36 |
| a.1 But de l'essai | 36 |
| b/ la Masse volumique absolue..... | 38 |
| b.1 But de la mesure | 38 |
| b.2 Définition de la masse volumique absolue | 38 |
| b.3 Mode opératoire | 38 |
| c/ Masse volumique apparente..... | 38 |
| c.1. Mode opératoire | 38 |
| d/ La porosité et la compacité et l'indice de vide | 39 |
| d.1. La porosité..... | 39 |
| d.2 La compacité | 39 |
| d.3 L'indice de vide | 39 |
| e/ Coefficient d'absorption | 40 |
| III.2.4 Le sable | 41 |
| a/ Analyse granulométrique | 41 |
| a.1 But d'essai | 41 |
| a.2 principe de l'essai | 41 |
| a.3 Mode opératoire | 41 |
| a.4 Module de finesse | 42 |
| b/ La masse volumique absolue et apparente | 43 |
| b.1 La masse volumique absolue | 43 |
| b.2 La masse volumique apparente | 43 |
| c. La porosité, la compacité et l'indice de vide..... | 45 |
| c.1. La porosité | 45 |
| c.2 La compacité | 45 |
| c.3. l'indice de vide | 45 |
| d/ Coefficient d'absorption | 46 |
| f. /Equivalent de sable | 46 |
| f.1 But..... | 46 |
| :f.2 Principe..... | 46 |
| III.3 Le ciment..... | 50 |
| III.3.1 La masse volumique absolue et apparent | 50 |
| a/ La masse volumique absolue | 50 |

| | |
|---|----|
| b /La masse volumique apparent..... | 50 |
| <i>III.3.2. Analyse chimique des ciments</i> | 51 |
| <i>III.3.3.L'activant de laitier</i> | 51 |
| III.4 L'eau de gâchage | 52 |
| <i>III.4.1. Analyse physico-chimiques de l'eau de la wilaya de M'SILA : (An 2004 10^h 30)</i> | 52 |
| III.4. Adjuvant | 52 |
| <i>a. Description</i> | 53 |
| <i>b. Caractéristiques</i> | 53 |
| <i>c. Propriétés</i> | 53 |
| <i>d. Domaine d'application</i> | 53 |
| <i>e. Dosage</i> | 54 |
| III.5 Détermination de la composition du béton | 54 |
| III.5.1. Exposé de la méthode de Dreux – Gorisse..... | 54 |
| <i>a. Données de base</i> | 54 |
| <i>a.1. Nature de l'ouvrage</i> | 54 |
| <i>a.2. Résistance souhaitée</i> | 55 |
| <i>a.3. Consistance désirée</i> | 55 |
| <i>b. Dimension maximale des granulats</i> | 55 |
| <i>c. Dosage en ciment</i> | 56 |
| <i>c.1. Dosage minimal</i> | 57 |
| <i>d. Dosage en eau</i> | 59 |
| <i>e. Choix du dosage en granulats</i> | 60 |
| III.5.2. Détermination de béton utilisé | 62 |
| <i>a/ Données de base</i> | 62 |
| <i>b/ Dosage en ciment</i> | 62 |
| <i>c/ Dosage en eau</i> | 62 |
| <i>d/ Dosage des granulats</i> | 62 |
| III.6. Confection du béton | 67 |
| III .6.1 : Malaxage | 67 |

| | |
|--|----|
| III .6.2 : Essai sur le béton | 68 |
| <i>a. Sur le béton frais</i> | 68 |
| a.1. Mesure de la consistance | 68 |
| <i>a.1.1. Essai d'affaissement au cône d'Abrams (NFP 18-451)</i> | 68 |
| a.2. Confection des éprouvettes | 69 |
| a.3. Serrage du béton | 69 |
| a.4. Arasement et surfacage des éprouvettes | 70 |
| a.5. la masse volumique | 70 |
| a.6. Conservation des éprouvettes | 71 |
| <i>b. Essai sur le béton durci</i> | 71 |
| b.1. Résistance à la compression | 71 |
| b.2. Résistance à la flexion | 72 |

| |
|---|
| <p>Chapitre IV : représentation interprétation des résultats et conclusion</p> |
|---|

| | |
|---|----|
| <i>IV.1. Introduction</i> | 73 |
| <i>IV.2. Programme des essais effectués</i> | 73 |
| IV.2.1. Confection des éprouvettes et conservation | 73 |
| IV.2.2. Mesures effectuées sur les éprouvettes | 73 |
| IV.2.3. Nombre de mesure | 73 |
| IV.2.4. Age des éprouvettes | 74 |
| <i>IV.3. Représentation des résultats</i> | 74 |
| IV.3.1. Béton frais | 74 |
| <i>IV.3.1.1. Consistance du béton</i> | 74 |
| <i>IV.3.1.2. Masse volumique du béton</i> | 75 |
| IV.3.2. Béton durci | 77 |
| <i>IV.3.2.1. La résistance mécanique à la compression</i> | 77 |
| IV.3.2.2. La résistance mécanique en traction | 79 |
| IV.3.2.3. L'absorption du béton | 80 |
| IV.3.2.4. La masse volumique | 81 |
| Conclusion générale | 83 |

Résumé

L'utilisation du ciment de haut fourneau pour la réalisation des bétons est connu depuis longtemps; vu ses caractéristiques physiques et mécaniques importantes.

Ce travail exprimable s'inscrit dans le cadre de la valorisation du laitier de haut fourneau d'EL HADJAR tout en visant.

- La détermination des caractéristiques du ciment de haut fourneau d'EL HADJAR.
- La possibilité d'utiliser le ciment du laitier activé par (Na_2CO_3) de haut fourneau pour fabriquer des bétons identiques ou meilleurs aux bétons ordinaires (à base de ciment portland composé).
- Remédier à quelques carences du béton à l'état frais (ouvrabilité) par l'utilisation des superplastifiants.

ملخص

إن إستعمال إسمنت خبث الأفران في إنجاز الخرسانة معروف منذ القديم، نظرا لخصائص الخبث الفيزيائية و الكيميائية العالية. هذا العمل التجريبي يدخل في إطار تقييم نفايات صناعة الحديد (الخبث) المتراكمة بمصنع الحجار (عنابة) و هذا بالتركيز على:

- تعيين خصائص إسمنت خبث الأفران بمصنع الحجار.
- دراسة إمكانية إستعمال إسمنت خبث الأفران المنشط بقاعدة (Na_2CO_3) لإنجاز خرسانة مطابقة أو أحسن من الخرسانة العادية (المكونة من إسمنت مركب).
- تحسين بعض خصائص الخرسانة في الحالة الطرية (القوامة) بإستعمال مخفضات الماء.