SOMMAIRE

[Résumé](#_Toc358629895)

[ملخص](#_Toc358629896)

[Abstract](#_Toc358629897)

[Liste des abréviations](#_Toc358629898)

[Liste des tableaux](#_Toc358629899)

[Liste des figures](#_Toc358629900)

Les normes

[Introduction générale:](#_Toc358629902)………………………………………………………………. 01

***PARTIE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHE***

**Chapitre I : les constituants du béton**

[I.1.Introduction](file:///C:\Users\saf\Desktop\kenza%20s7i7a\CH%20I.docx#_Toc390717404)………………………………………………………………………03

I.2.le ciment…………………………………………………………………………..04

I.2.1. Composition des ciments………………………………………………………04

I.2.2 Constituants principaux…………………………………………………...04

I.2.3 les constituants secondaires……………………………………………….06

I.2.4 Types de ciment, composition et désignation normalisée………………...06

I.2.5. Propriétés des ciments…………………………………………………....06

I.2.5.1. La prise …………………………………………………………...06

I.2.5.2. Chaleur d’hydratation …………………………………………....07

I.2.5.3. Retrait et gonflement……………………………………………..07

I.2.5.4. Surface spécifique (finesse Blaine)……………………………….08

I.2.5.5.Les résistances mécaniques………………………………………..08

I.3. LES GRANULATS……………………………………………………………..09

I.3.1 Généralités…………………………………………………………………09.

I.3.2. Classification des granulats……………………………………………….10

I.3.2.1 Les granulats naturels……………………………………………..10

I.3.3.Les granulats artificiels……………………………………………...10

I.3.4. Les caractéristiques des granulats…………………………………………11

I.3.4.1 Caractéristiques géométriques…………………………………….11

I.4.L’eau de gâchage ………………………………………………………………..14

I.5.Les fumées de silice……………………………………………………………...15

I.5.1.principe de fabrication …………………………………………………….15

I.5.2.Les caractéristiques physique et chimique de fumées de silice …………..15

I.5.3. Les caractéristiques techniques…………………………………………...16

I.5.4.Utilisation ……………………………………………………………………...17

I.5.5.Les avantages de la fumée de silice……………………………………………18

I.5.6.Les désavantages………………………………………………………………18

I.6.Conclusion ………………………………………………………………………19

**Chapitre II : les caractéristiques des bétons**

Ⅱ.1.Introduction……………………………………………………………………20

Ⅱ.2.Propriétés du béton……………………………………………………………20

Ⅱ.3.Caractéristiques du béton frais………………………………………………...21

Ⅱ.3.1.L’ouvrabilité…………………………………………………………….21

Ⅱ.4.Caractéristiques du béton durci……………………………………………….24

Ⅱ.4.1.Les essais destructifs…………………………………………………...24

Ⅱ.4.1.1.La résistance en compression…………………………………...24

Ⅱ.4.1.2.La résistance à la traction………………………………………25

Ⅱ.4.2. Essais non destructifs………………………………………………..28

Ⅱ.4.2.1. Essai par scléromètre…………………………………………28

Ⅱ.4.2.2. Essai ultrasonique ……………………………………………29

Ⅱ.5. La déformation des bétons…………………………………………………29

Ⅱ.5. 1. Le retrait………………………………………………………30

Ⅱ.5. 2. Dilatation ……………………………………………………..31

Ⅱ.5. 3. Le fluage ……………………………………………………...31

Ⅱ.5. 4. Élasticité du béton ……………………………………………31

Ⅱ.5. 5. Effet «Poisson» ………………………………………………32

Ⅱ.6. Conclusion………………………………………………………………...32

**Chapitre III :Emploi du B.H.P**

[III.1. Introduction…………………………………………………….](#_Toc390718323)..............33.

III.2.Mise en œuvre des Bétons à Hautes Performances ………………………33

III.3.Application de B.H.P …………………………………………………….34

III.4.Exemple d’applications……………………………………………………35

III.4. 1 Immeubles construits en B.H.P……………………………………35

III.4. 1 .1.Grande Arche…………………………………………………..35

III.4. 1 .2.Nova Scottia-Toronto………………………………………….36

III.4. 1 .3.Le Pacific Tower……………………………………………...36

III.4. 1 .4.Les tours cœur-défenses………………………………………37

III.4. 1 .5.Les tours………………………………………………………38

III.4. 1 .6.Le One Wacker Place…………………………………………39

III.4.1 .7.Le Water Tower Place………………………………………...39

III.4.2. Les ouvrages d’art coulés en B.H.P*…………………………………*40

III.4. 2 .1.Le pont sur l’Elorn……………………………………………40.

III.4. 2 .2.Le pont de joigny*…………………………………………………...*41

III.4. 2. 3. Le pont de Normandie………………………………………42

III.4. 2. 4. Le pont de l’île de Ré………………………………………..43

III.4 .2. 5. Les viaducs de Sylans……………………………………….44

III.4. 2. 6. Pont de Pertuiset……………………………………………44

III.4. 2. 7. Pont sur la Roize……………………………………………45

III.4 .3. Ouvrages off-shore (plates-formes)………………………………….45

III.4.3.1. Plates-formes off-shore de Gulfaks………………………….45

III.4.3.2. Ile du Lion –Terre Adélie (France)…………………………..46

III.4.4. Fondations……………………………………………………………46.

III.4.5. Tunnels……………………………………………………………….46

III.4.5.1. Tunnel sous la Manche (France et Angleterre)………………47

III.5. Conclusion ……………………………………………………………...47

**Chapitre IV : Formulation du béton**

IV.1.Introduction……………………………………………………………..49

IV.2.Principe fondamental……………………………………………………49

IV.3.La composition du Béton………………………………………………50

IV.4.Critères en fonction de la destination du béton…………………………50.

IV.5.L’approche de la formulation……………………………………………50.

IV.5.1Dosage en ciment………………………………………………..50

IV.5.2. Choix de granulats……………………………………………..52

IV.6.Méthode de féret…………………………………………………………53

IV.7.Méthode de BOLOMEY………………………………………………..54

IV.8.METHODE D’ABRAMS………………………………………………54.

IV.9.Méthode de VALLETTE……………………………………………….55

IV.11.Etude théorique de CAQUOT…………………………………………56

IV.12.1.Choix de l’affaissement ………………………………………56

IV.12.2.Choix de la dimension maximale du granulat………………. .56

IV.12.2.Choix de la dimension maximale du granulat………………...56

IV.12.3.Estimation du dosage en eau………………………………….56

IV.12.4.Choix du rapport eau/ciment………………………………….57

IV.12.5.Calcul du dosage en ciment ………………………………….57

IV.12.6.Estimation du dosage en gros granulat ………………………57

IV.12.7.Estimation du dosage en granulats fins……….………………57

IV.12.8.Ajustement des propositions ………………………………....57

# IV.13.Méthodes de G.Dreux ……………………………………………….58

IV.13.1.Dimensionmaximaledesgranulats…………………………….58 IV.13.Conclusion…………………………………………………………….62

# Chapitre V : Essais sur le béton

# V.1.Introduction…………………………………………………………..63

# V.2.Choix des matériaux………………………………………………….63

# V.3. ciment………………………………………………………………..64

# V.3.1.Origine…………………………………………………………..64

# V.3.2.Les essais sur les ciments……………………………………….64

# V.3.2.1.Les caractéristiques physiques…………………………….64

# V.3.2.1.1Détermination de la masse volumique apparente

# (EN 197-1):……………………………………………………………....64

# V.3.2.1.2.Détermination de la masse volumique

# Absolue (EN 197-1) [27]………………………………………………….65

# V.3.3.Essai sur la pâte du ciment……………………………………….66

# V.3.3.1.Essai de consistance ………………………………………66

# V.3.3.2.Mesure des temps de début et fin de prise

# (NF EN 196-3) [29]………………………………………………………69

# V.4.Les granulats…………………………………………………………..71

# V4.1.Sable…………………………………………………………….71

# V.4.1.1.Origine……………………………………………………..71

V.4.1.2.Les essais sur le sable…………………………………...72

V.4.1.2.1.Les caractéristiques physiques…………………………...72

V.4.1.2.2.L’équivalant de sable [28]……………………………….72

# V.4.1.2.3.Analyse granulométrique……………………………..77

# V.5.Le gravier……………………………………………………………..80

# V.5.1.Origine……………………………………………………….......80

# V.5.1.1.Les caractéristiques physiques……………………………….80

# V.6.L’eau de gâchage……………………………………………………..81

# V.7.Formulation du béton témoin…………………………………………81

# V 7.Fabrication des échantillons………………………………………….84

V.7.1.Démoulage et conservation des éprouvettes…………………..87

# V.7.2.Surfaçage des éprouvettes……………………………………..88

# V.8.Essai sur béton durci…………………………………………………89

# V.8.1.Détermination de la résistance à la compression (fcj) [28]…..89

# V.8.2.Détermination de la résistance à la traction par flexion………91

# IV.9.Conclusion…………………………………………………………..94

**Chapitre VI: Résultats et interprétation**

Ⅵ.1.Les essais sur les ciments……………………………………………….95

Ⅵ.1.1.Déterminations des caractéristiques physiques…………………..95

Ⅵ.2.Les essais sur Le sable…………………………………………………95

Ⅵ.2.1.Déterminations des caractéristiques physiques………………….95

V.2.2.Analyse granulométrique…………………………………………96

Ⅵ.3.Les essais sur Le gravier ………………………………………………97

Ⅵ.3.1.Déterminations des caractéristiques physiques …….…………...97

Ⅵ.3.2.Analyse granulométrique………………………………………...98

Ⅵ.3.2.1.Gravier 3/8……………………………………………..…98

Ⅵ.3.2.2.Gravier 8/15……………………………………………..99

V.3.2.3.Gravier 15/25 …………………………………………..100

Ⅵ.4.Les essais sur le béton durci ………………………………………..101

Ⅵ.4.1.Caractérisation des bétons utilisés…………………………….101

Ⅵ.4.2.La composition d’un béton a haut performance………………101

Ⅵ.5.Propriétés du béton durci……………………………………………101

Ⅵ.5.1.Résistance en compression simple ……………………..………101

Ⅵ.6.Module d’élasticité…………………….............................................111