

## **Table des matières**

Remerciements	
Dédicace	
Résumé	
Abstract	
Résumé en arabe	
Table des matières	
Index des figures	
Index des tableaux	
Introduction générale .....	1
Contexte générale de l'étude :.....	1
Objectifs de l'étude : .....	1
Méthodologie du travail : .....	2

## **Première partie : L'étude bibliographique**

### **Chapitre I : Généralité sur le ciment Portland**

I.1. Introduction : .....	3
I.2. Ciments Portland : .....	3
I.2.1-Définition et historique : .....	3
I.2.2.Processus de fabrication : .....	3
I.2.2.1. Elaboration du clinker : .....	4
-L'extraction et la préparation des matières premières : .....	4
-Le séchage et le broyage .....	4
-La cuisson .....	4
I.2.2.2. Le broyage du clinker : .....	5
I.2.3.Principaux constituants .....	6
- Le Clinker .....	6
- Le Gypse .....	7
- Les ajouts minéraux .....	7
I.2.4.Hydratation du Ciment Portland : .....	8
I.2.4.1.Mécanismes de l'hydratation : .....	8

Hydratation de C3S :	9
Hydratation de C3A :	9
Hydratation de C4AF :	9
I.2.4.2.Chronologie de l'hydratation :	10
I.2.4.3.Facteurs influençant le processus d'hydratation :	14
-Influence du rapport e/c :	14
-Influence de la température :	14
-Influence de la pression :	14
-Influence conjuguée de la pression et de la température :	15
-Influence de la composition du ciment :	15
I.2.5.Les caractéristiques du ciment portland :	15
I.2.5.1.La prise (NA230 NF EN 196-3) :	15
I.2.5.2.Le durcissement :	18
I.2.5.3.La Finesse de Mouture (finesse de Blaine - NA231 NF EN196-6) :	20
I.2.5.4.Le Retrait (NA440 NF P15 433) :	22
I.2.5.5.Chaleur d'hydratation (EN196-9 NF P15-436) :	23
-domaine d'application :	23
-Principe :	23
I.2.5.6.Résistance à la compression (NA 234 EN 196-1) :	25
I.3.Généralités sur le température , l'eau et le gypse :	25
I.3.1. La température :	25
I.3.1.1.Résumé :	25
I.3.1.2.Les études sur la température :	26
I.3.2.L'eau :	27
I.3.2.1-Convenance :	27
I.3.2.2.Les essais d'aptitude :	28
I.3.2. Le gypse :	30
I.3.2.1.Composition du gypse :	30
I.3.2.2.Formation du gypse :	32
I.4.Conclusion :	32

## **Deuxième partie : l'étude expérimentale**

### **Chapitre II : Matériaux et méthodologie d'essais**

<b>II .Introduction:</b>	<b>33</b>
<b>II.1.Sable :</b>	<b>33</b>
<b>II.1.1. Sable de dune D'OUED (BOUSAADA):</b>	<b>33</b>
<b>II.1.1.1.Origine du sable :</b>	<b>33</b>
<b>II.1.1.2. Caractéristiques physiques des sables utilisés:</b>	<b>33</b>
<b>II. 1.1.2.1. Masse volumique (absolue) : NF P 18-555</b>	<b>33</b>
<b>II.1.1.2.2. Masse volumique apparente : NF P 18-554</b>	<b>34</b>
<b>a. Masse volumique apparente à l'état lâche :</b>	<b>34</b>
<b>b. Masse volumique apparente à l'état compact :</b>	<b>35</b>
<b>II.1.1.2.3. Porosité : (NF P 18-554)</b>	<b>35</b>
<b>II.1.1.2.4. Compacité :</b>	<b>36</b>
<b>II.1.1.2.5. L'indice des vides :</b>	<b>36</b>
<b>II.1.1.2.6. Equivalent de sable : NF P 18-598</b>	<b>36</b>
<b>a. Equivalent de sable visuel (ESV):</b>	<b>37</b>
<b>b. Equivalent de sable visuel (ESP):</b>	<b>37</b>
<b>II.1.1.2.7. Teneur en eau : NF P 18-555</b>	<b>38</b>
<b>II.1.1.2.8. Degré d'absorption d'eau : NF P 18-555</b>	<b>39</b>
<b>II.1.1.2.9. Analyse granulométrique : (NF P 18-560)</b>	<b>40</b>
<b>II.1.1.2.10. Module de finesse :</b>	<b>42</b>
<b>II.1.1.3. Les Caractéristiques chimiques du sable de Boussaâda :</b>	<b>42</b>
<b>II.2.Gravier :</b>	<b>43</b>
<b>II.2.1. Origine de gravier:</b>	<b>43</b>
<b>II.2.1.1. Classes granulaires:</b>	<b>43</b>
<b>II.2.1.2. Résistance à la compression de la roche d'origine:</b>	<b>43</b>
<b>II.2. 2. Caractéristiques physiques du gravier utilisé:</b>	<b>43</b>
<b>II.2.2.1.Masse volumique apparente:</b>	<b>43</b>
<b>II.2.2.2. Masse volumique absolue :</b>	<b>44</b>
<b>II.2.2.3. La densité absolue :</b>	<b>44</b>
<b>II.2. 2.4. Porosité, compacité et indice des vides : NF P 18-554</b>	<b>45</b>
<b>II.2.2.5. Degré d'absorption d'eau : NF P 18-554</b>	<b>45</b>

II.2.2.6. Teneur en eau :	45
II.2.2.7. Analyse granulométrique :	46
II.3.Ciment :	47
II.3.1. Caractéristiques du ciment CPA :	47
II.3.1.1. Description :	47
II.3.1.2. Caractéristiques mécaniques et physiques du ciment utilisé :	47
II.3.1.3. Les caractéristiques chimiques du ciment utilisé:	47
II.4.L'eau de gachage :	48
II.4.1.Caractéristique chimique de l'eau utilisée :	48
II.5.Formulation du béton :	48
II.5.1.Méthode de calcul de la composition du béton :	49
II.5.1.1. Méthode des volumes absolus :	49
II.5.1.2. Présentation de la methode :	50
II.6.Composition du micro béton par la méthode du volume absolue :	52
II.7.Préparation de mélange :	52
II.7.1.Confection des éprouvettes :	53
II.7.2.Essai de compression :	54
II.8.Conclusion :	57

## **Chapitre III : Résultats et discussion**

III . Introduction	58
III.1.Présentation des résultats :	58
III.1.1.Effet de la variation du dosage en gypse et du dosage en eau :	58
III.1.1.1. Variation du dosage en gypse avec un dosage fixe en eau :	58
III.1.1.1.1 Le gypse variable 8,5% d'eau :	59
III.1.1.1.2 Le gypse variable 10% d'eau :	60
III.1.1.1.3 Le gypse variable 11.5% d'eau :	61
III.1.1.2. Variation du dosage en eau avec un dosage fixe en gypse :	62
III.1.1.2.1 L'eau variable de 1% de gypse:	62
III.1.1.2.2 L'eau variable de 2% de gypse:	63
III.1.1.2.3 L'eau variable de 3% de gypse:	63
III.1.1.2.4 L'eau variable de 4% de gypse:	64
III.1.1.2.5 L'eau variable de 5% de gypse:	65

III.1.1.2.6 L'eau variable de 6% de gypse: .....	65
III.1.1.2.7 L'eau variable de 7% de gypse: .....	66
III.1.1.2.8 L'eau variable de 8% de gypse: .....	67
III.1.1.2.9 L'eau variable de 9% de gypse: .....	67
III.1.1.2.10 L'eau variable de 10% de gypse: .....	68
III.1.2.Effet de la température: .....	69
III.1.2.1. Effet de la température sur 1% de gypse: .....	69
III.1.2.2. Effet de la température sur 2% de gypse: .....	70
III.1.2.3. Effet de la température sur 3% de gypse: .....	70
III.1.2.4. Effet de la température sur 4% de gypse: .....	71
III.1.2.5. Effet de la température sur 5% de gypse: .....	71
III.1.2.6. Effet de la température sur 6% de gypse: .....	72
III.1.2.7. Effet de la température sur 7% de gypse: .....	72
III.1.2.8. Effet de la température sur 8% de gypse: .....	73
III.1.2.9. Effet de la température sur 9% de gypse: .....	73
III.1.2.10. Effet de la température sur 10% de gypse: .....	74
III.1.3. Des histogrammes présentent les résultats de la résistance à la compression à différent âges : .....	75
III.1.3.1. Des histogrammes présentent les résultats de la résistance à la compression à 7jours : .....	76
III.1.3.2. Des histogrammes présentent les résultats de la résistance à la compression à 14jours : .....	77
III.1.3.3. Des histogrammes présentent les résultats de la résistance à la compression à 28jours : .....	78
III.2.Conclusion : .....	79
Conclusion générale : .....	80
Bibliographie	