

5-ANALYSE ET DISCUSSION DES RESULTATS

5-1 Introduction

Ce mémoire a pour but d'étudier le comportement des granulats et leur utilisation dans la confection du béton. Les travaux ont donc contribué à l'amélioration des propriétés physiques et mécaniques de ces matériaux et leur influence sur le comportement du béton.

L'étude de la technologie du béton amène à celle de la structure du mélange du béton et des facteurs déterminant la résistance et la durabilité du béton.

Les principaux paramètres de la structure sont :

Le rapport eau/ciment,

La qualité et la quantité du liant,

La qualité et la quantité des agrégats,

La qualité et la quantité de l'ajout.

Si la qualité primordiale recherchée est la résistance mécanique à la compression on devra rechercher un mélange compact, c'est à dire une haute compacité et une faible quantité d'eau de gâchage.

Si on recherche une bonne résistance à la traction, on devra en outre, s'assurer d'une bonne adhérence entre les liants et l'agrégat et d'un parfait enrobage.

Une qualité qui paraît avoir aussi une grande importance est l'étanchéité, c'est elle qui s'oppose au passage des fluides et à la corrosion des armatures.

Le comportement rhéologique et mécanique du béton est le résultat d'une interaction complexe entre ses divers constituants, l'emploi judicieux de ses matériaux dans la construction exige la connaissance de leurs diverses propriétés ; physiques, chimiques, minéralogiques et mécaniques, et qui permet de faire un choix répondant à leur destination. Par ailleurs, il est essentiel que ces matériaux soient malaxés correctement afin de produire un mélange homogène à grande échelle et possédant par conséquent des propriétés uniformes. La principale difficulté est associée à la présence de l'eau dans les granulats. L'humidité des granulats doit être prise en compte lors des calculs de consigne des dosages. Une mauvaise connaissance de cette humidité perturbe à la fois la composition du squelette granulaire et le dosage total en eau. Ainsi, pour évaluer ces propriétés, on doit choisir des moyens adéquats afin de parvenir à une meilleure composition de béton.

Les granulas forment le matériau de remplissage inerte. Le terme «inerte» signifie que les granulas ne réagissent pas avec le liant et ne participent à la résistance du béton que par la compacité qu'ils confèrent à celui-ci. Cette idée de la participation des granulats, uniquement comme produit de remplissage, ne peut plus maintenant être admise telle quelle car il est prouvé

que: «tous les granulats sont réactifs. Ils diffèrent seulement par la nature des réactions auxquelles ils participent, par l'intensité et la vitesse de ces réactions et leurs effets» En terme de volume absolu, les granulats représentent 60 à 85% du volume du béton et sont, par conséquent, le constituant principal. Le type de granulats et le volume qu'ils occupent influencent considérablement les propriétés mécaniques du béton, son dosage et son coût.

Le choix des granulats destinés au béton est plus délicat qu'on pourrait le penser, d'autant plus que ces granulats doivent être aussi bon marché que possible. C'est-à-dire produits à la distance minimale du lieu d'utilisation. Pour qu'un granulat puisse être un bon constituant du béton, il faut donc:

qu'il soit convenable du point de vue pétrographique; qu'il joue bien son rôle de «produit de remplissage»: pour cela, ses caractéristiques géométriques définies dans le chapitre précédent doivent être appropriées à la destination du béton, ce qui implique des spécifications bien adaptées; il serait peu économique d'exiger systématiquement «le meilleur banc de la meilleure carrière»; enfin, une variabilité des caractéristiques constatées compatibles avec les spécifications, ce qui implique des équipements de production relativement perfectionnés.

Dans ce chapitre, on étudie trois types de granulats de la région de Biskra. (Gravier de Ziani, gravier d'El hadjeb et le gravier d'Ain touta).

Ce travail comprend cinq parties :

-1^{ère} partie : consiste à confectionner le Béton avec des éprouvettes (10×10×10) avec les trois graviers et utiliser cinq dosages de ciment HTS (250, 300, 350, 400 et 500) kg /m³ avec le sable de l'Oued et avec deux affaissements fermes (0÷4) cm et plastiques (5÷9) cm.

Aussi, on a utilisé deux méthodes de formulation de béton Skramtaev et Dreux Gorisse .

-2^{ème} partie : c'est de confectionner du béton avec un adjuvant avec différents pourcentages (0.05, 0.25 et 0.5) % toujours avec des éprouvettes (10×10×10) et les trois types de graviers et un dosage de 350 kg/m³, et la méthode de Skramtaev.

-3^{ème} partie : on suit les mêmes étapes de la 2^{ème} partie, sauf qu'on utilise ici un ajout de poudre de carrelage à la place de l'adjuvant.

Dans les trois premières parties, on vise la résistance à la compression.

-4^{ème} partie : on vise la résistance à la traction par fondage à l'aide d'éprouvettes (16×32) avec un dosage de 350 kg/cm³ et les trois types de graviers cités auparavant une composition avec adjuvant et une autre sans adjuvant et une 3^{ème} avec adjuvant + ajout.

-5^{ème} partie : ici, on vise la résistance à la flexion, et on suit les mêmes étapes que la 4^{ème} partie sauf que les éprouvettes dans ce cas sont (10×10×40) cm³

5-2 FORMULATION DU BETON AVEC LA METHODE DE SKRAMTAEV : [49]

5.2.1- Résistance à la compression :

Des figures (5-1) et (5-2), On constate qu'à l'âge de 7 jour la résistance à la compression augmente aux différents dosages de ciment, mais au 28^{eme} jour au 90^{eme} jour, on constate que la résistance à la compression au dosage 350 kg/m³ dépasse celle du dosage 400 kg/m³. Cela est due a la demande en eau de gâchage et due aussi au dépassement du rapport G/S optimum.

Tableau 5-1 Résistances à la compression des bétons à base des granulats de ziani pour des différents dosages de ciments et avec un affaissement ferme (Formulation skramtaev)

| HTS Dosages | Affaissement de béton en cm | E/C | G/S | R _C 7 jour MPA | R _C 28 jour MPA | R _C 90 jour MPA |
|-----------------------|-----------------------------------|------|------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 250 kg/m ³ | 5.5 | 0.76 | 1.74 | 29 | 35 | 41 |
| 300 kg/m ³ | 5.3 | 0.63 | 1.76 | 40 | 48 | 55 |
| 350 kg/m ³ | 5 | 0.54 | 1.86 | 48 | 58 | 65 |
| 400 kg/m ³ | 4.5 | 0.48 | 1.9 | 50 | 55 | 60 |
| 500 kg/m ³ | 4 | 0.38 | 2.1 | 60 | 65 | 70 |

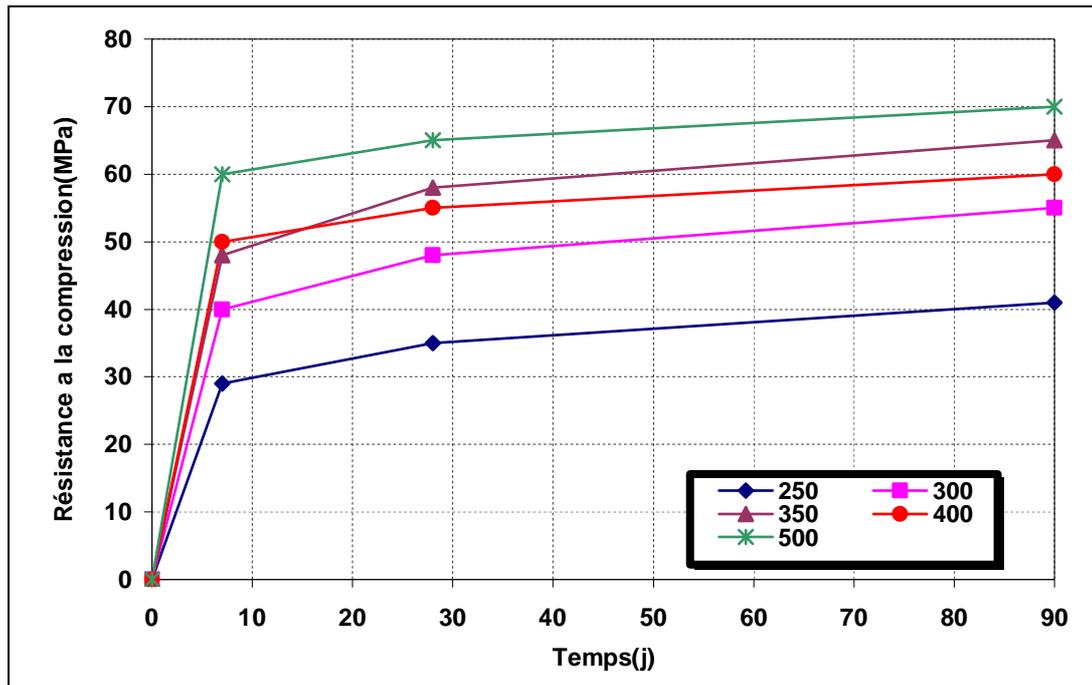


Figure 5.1 :L'évolution de la résistance à la compression en fonction du temps et des différents dosages de ciments

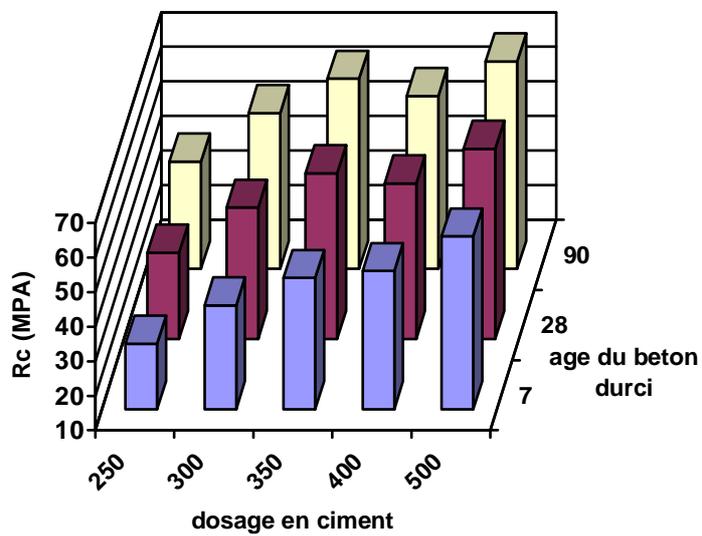


Figure 5.2 :L'évolution de la résistance à la compression en fonction du temps et des différents dosages de ciments

Analyse et discussion des résultats

Des figures (5-3) et (5-4), On constate qu'à l'âge de 90 jour la résistance à la compression augmente au différents dosages de ciment, mais au 7^{ème} jour au 28^{ème} jour, on constate que la résistance à la compression au dosage 350 kg/m³ et la même que celle du dosage 400 kg/m³. Cela est due à la demande en eau de gâchage et due aussi au dépassement du rapport G/S optimum.

Tableau 5-2 Résistances à la compression des bétons à base des granulats de ziani pour des différents dosages de ciments et avec un affaissement plastique (Formulation skramtaev)

| HTS Dosages | Affaissement de béton en cm | E/C | G/S | R _C 7 jour MPA | R _C 28 jour MPA | R _C 90 jour MPA |
|--------------------------|-----------------------------------|------|------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 250 kg/m ³ | 7.1 | 0.85 | 1.77 | 28 | 38 | 44 |
| 300 kg/m ³ | 6.8 | 0.71 | 1.87 | 39 | 47 | 56 |
| 350 kg/m ³ | 6.4 | 0.61 | 1.97 | 43 | 50 | 59 |
| 400 kg/m ³ | 6 | 0.53 | 2.08 | 42 | 50 | 64 |
| 500 kg/m ³ | 5 | 0.43 | 2.26 | 50 | 57 | 70 |

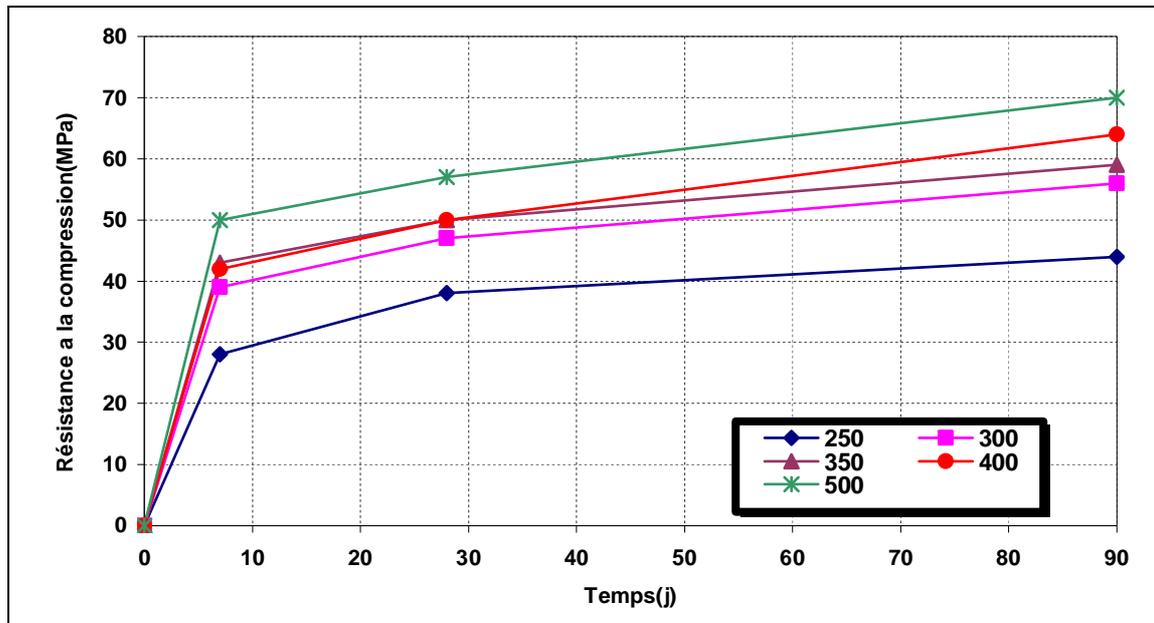


Figure 5.3 : L'évolution de la résistance à la compression en fonction du temps et des différents dosages de ciments

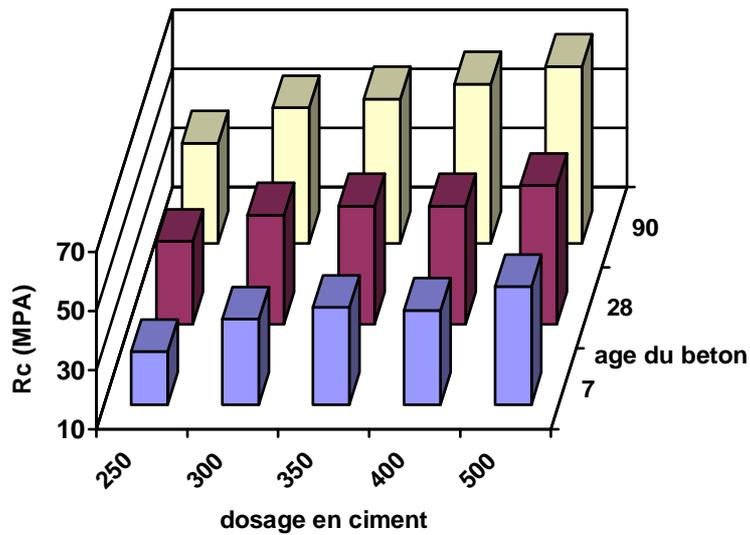


Figure 5.4: L'évolution de la résistance à la compression en fonction du temps et des différents dosages de ciments

Des figures (5-5) et (5-6), On constate qu'à l'âge de 7 jour la résistance à la compression augmente au différents dosages de ciment sauf au dosage de 400 kg/m³ la résistance chute , mais au 28^{eme} jour la résistance chute au dosage de 400 et 500 kg/m³ au 90^{eme} jour, on constate que la résistance à la compression augmente normalement .

Tableau 5-3 Résistances à la compression des bétons à base des granulats d Ain touta pour des différents dosages de ciments et avec un affaissement ferme (Formulation skramtaev)

| HTS Dosages | Affaissement de béton en cm | E/C | G/S | R _C 7 jour MPA | R _C 28 jour MPA | R _C 90 jour MPA |
|--------------------------|-----------------------------------|------|------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 250 kg/m ³ | 5.3 | 0.76 | 1.74 | 35 | 42 | 48 |
| 300 kg/m ³ | 5.2 | 0.63 | 1.76 | 45 | 50 | 60 |
| 350 kg/m ³ | 4.5 | 0.54 | 1.86 | 46 | 56 | 64 |
| 400 kg/m ³ | 4 | 0.48 | 1.9 | 45 | 53 | 68 |
| 500 kg/m ³ | 3.5 | 0.38 | 2.1 | 50 | 58 | 68 |

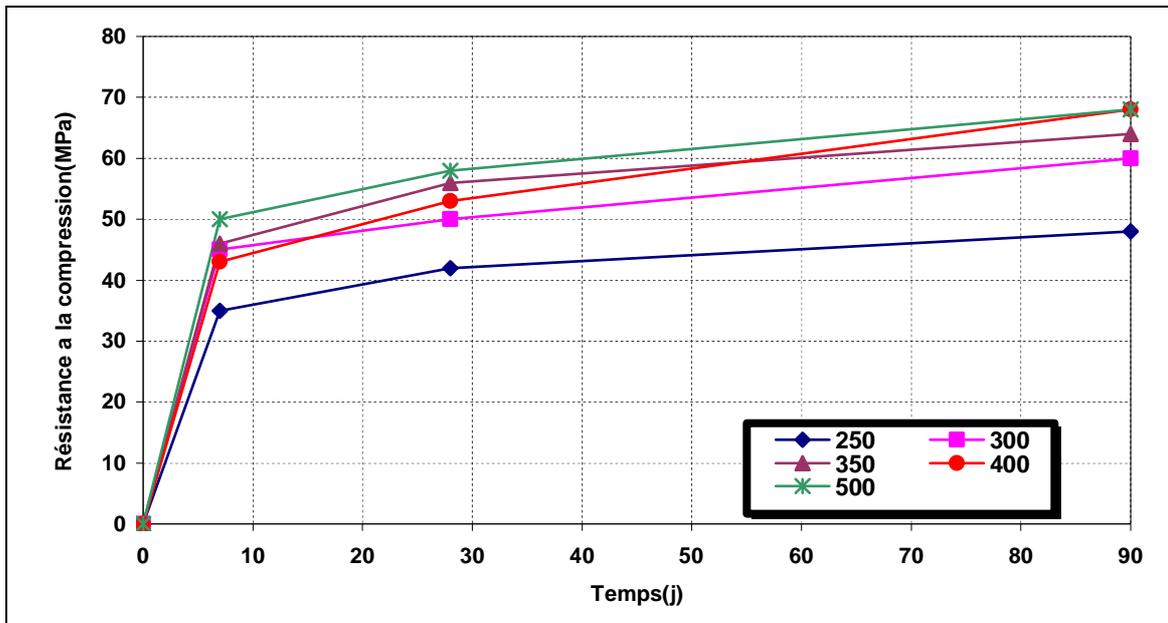


Figure 5.5 : L'évolution de la résistance à la compression en fonction du temps et des différents dosages de ciments

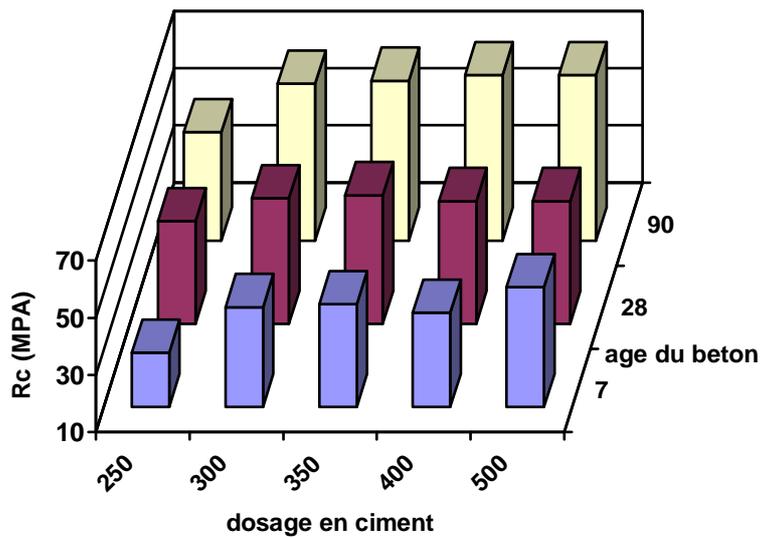


Figure 5.6 : L'évolution de la résistance à la compression en fonction du temps et des différents dosages de ciments

Des figures (5-7) et (5-8), On constate qu'à l'âge de 7 jour la résistance à la compression augmente au différents dosages de ciment, mais au 28^{ème} jour, on constate que la résistance à la compression au dosage 350 kg/m³ dépasse celle du dosage 400 kg/m³. tout cela est due à la demande en eau de gâchage et due aussi au dépassement du rapport G/S optimum.

Tableau 5-4 Résistances a la compression des bétons à base des granulats d Ain touta pour des différents dosages de ciments et avec un affaissement plastique (Formulation skramtaev)

| HTS Dosages | Affaissement de béton en cm | E/C | G/S | R _C 7 jour | R _C 28 jour MPA | R _C 90 jour MPA |
|--------------------------|-----------------------------------|------|------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 250 kg/m ³ | 6.8 | 0.85 | 1.77 | 28 | 35 | 41 |
| 300 kg/m ³ | 6.5 | 0.71 | 1.87 | 32 | 42 | 49 |
| 350 kg/m ³ | 6 | 0.61 | 1.97 | 43 | 50 | 58 |
| 400 kg/m ³ | 5.7 | 0.53 | 2.08 | 40 | 45 | 60 |
| 500 kg/m ³ | 5.5 | 0.43 | 2.26 | 50 | 57 | 62 |

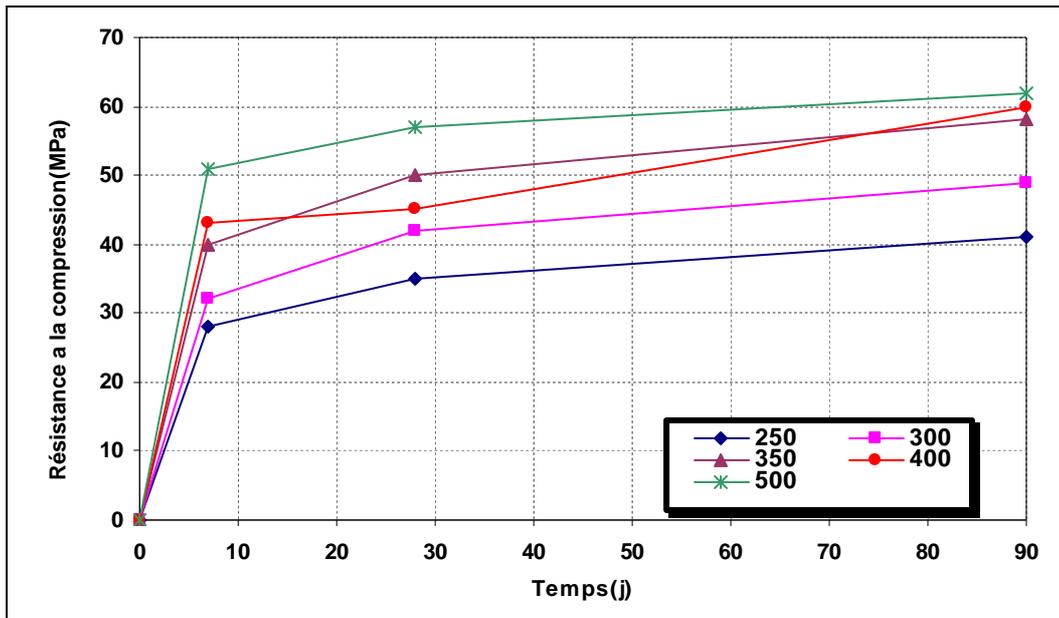


Figure 5.7 : L'évolution de la résistance à la compression en fonction du temps et des différents dosages de ciments

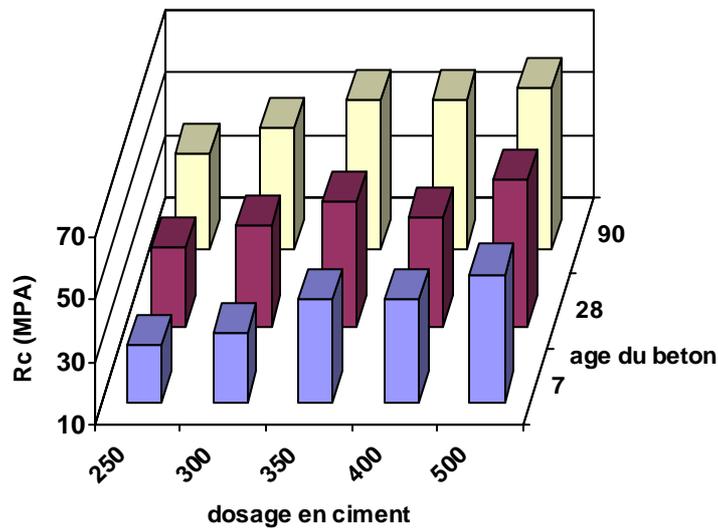


Figure 5.8: L'évolution de la résistance à la compression en fonction du temps et des différents dosages de ciments

Des figures (5-9) et (5-10) On constate qu'à l'âge de 90^{ème} jour la résistance à la compression augmente au différents dosages de ciment, mais au 7 jour au 28^{ème} jour, on constate que la résistance à la compression au dosage 350 kg/m³ dépasse celle du dosage 400 kg/m³ .

Tableau 5-5 Résistances à la compression des bétons à base des granulats d el hadjeb pour des différents dosages de ciments et avec un affaissement ferme (Formulation skramtaev)

| HTS Dosages | Affaissement de béton en cm | E/C | G/S | R _C 7 jour MPA | R _C 28 jour MPA | R _C 90 jour MPA |
|--------------------------|-----------------------------------|------|------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 250 kg/m ³ | 5.8 | 0.76 | 1.74 | 36 | 40 | 45 |
| 300 kg/m ³ | 5.4 | 0.63 | 1.76 | 40 | 49 | 57 |
| 350 kg/m ³ | 4.8 | 0.54 | 1.86 | 45 | 54 | 63 |
| 400 kg/m ³ | 4 | 0.48 | 1.9 | 40 | 50 | 69 |
| 500 kg/m ³ | 3 | 0.38 | 2.1 | 48 | 57 | 72 |

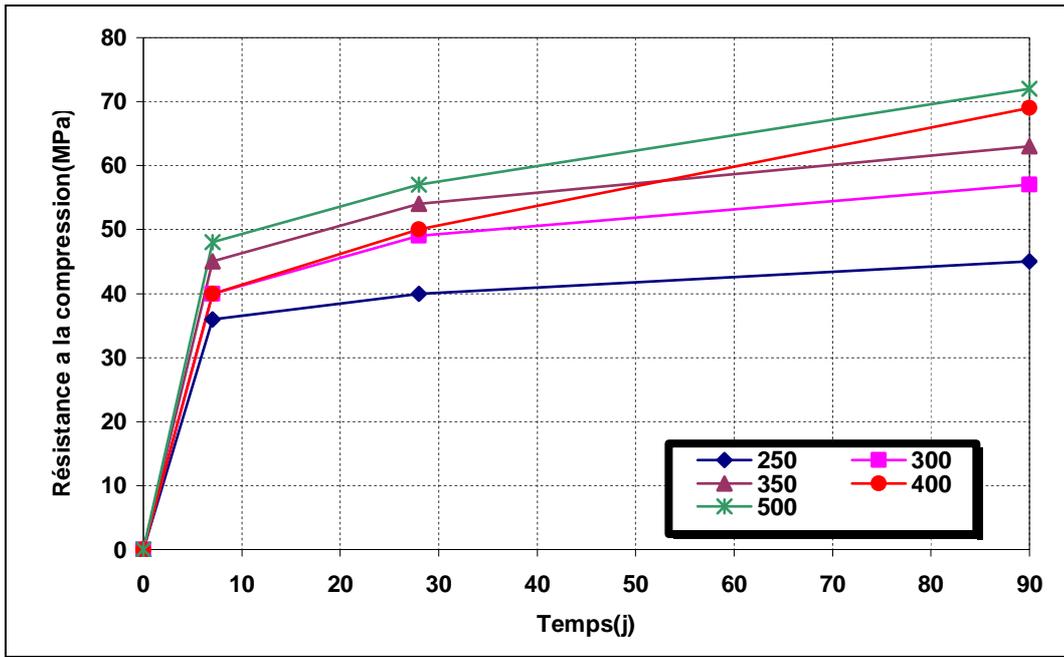


Figure 5.9 : L'évolution de la résistance à la compression en fonction du temps et des différents dosages de ciments

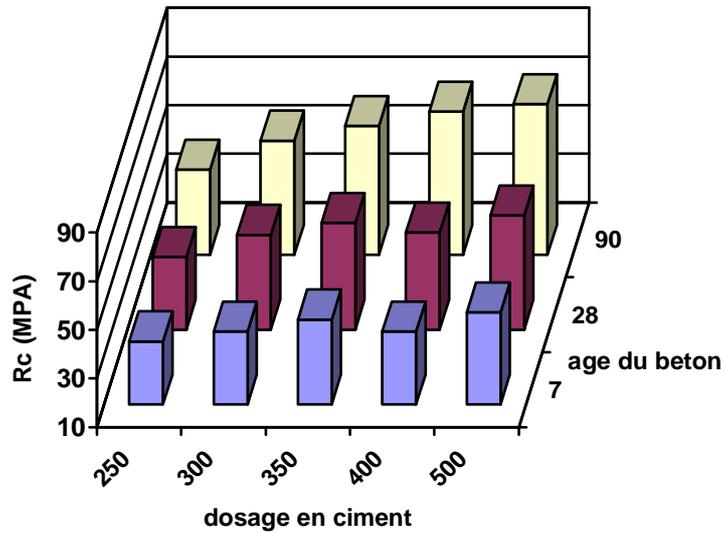


Figure 5.10 : L'évolution de la résistance à la compression en fonction du temps et des différents dosages de ciments

Des figures (5-11) et (5-12) On constate qu'à l'âge de 90^{ème} jour la résistance à la compression augmente au différents dosages de ciment, mais au 7 jour la résistance au dosage 350 et 500 kg/m³ diminue. au 28^{ème} jour, on constate que la résistance à la compression aussi au dosage 350 kg/m³ diminue.

Tableau 5-6 Résistances à la compression des bétons à base des granulats d el hadjeb pour des différents dosages de ciments et avec un affaissement plastique (Formulation skramtaev)

| HTS Dosages | Affaissement de béton en cm | E/C | G/S | R _C 7 jour MPA | R _C 28 jour MPA | R _C 90 jour MPA |
|--------------------------|-----------------------------------|------|------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 250 kg/m ³ | 7.4 | 0.85 | 1.77 | 21 | 30 | 43 |
| 300 kg/m ³ | 7 | 0.71 | 1.87 | 35 | 40 | 55 |
| 350 kg/m ³ | 6.6 | 0.61 | 1.97 | 37 | 43 | 57 |
| 400 kg/m ³ | 6 | 0.53 | 2.08 | 38 | 47 | 60 |
| 500 kg/m ³ | 5.5 | 0.43 | 2.26 | 40 | 48 | 62 |

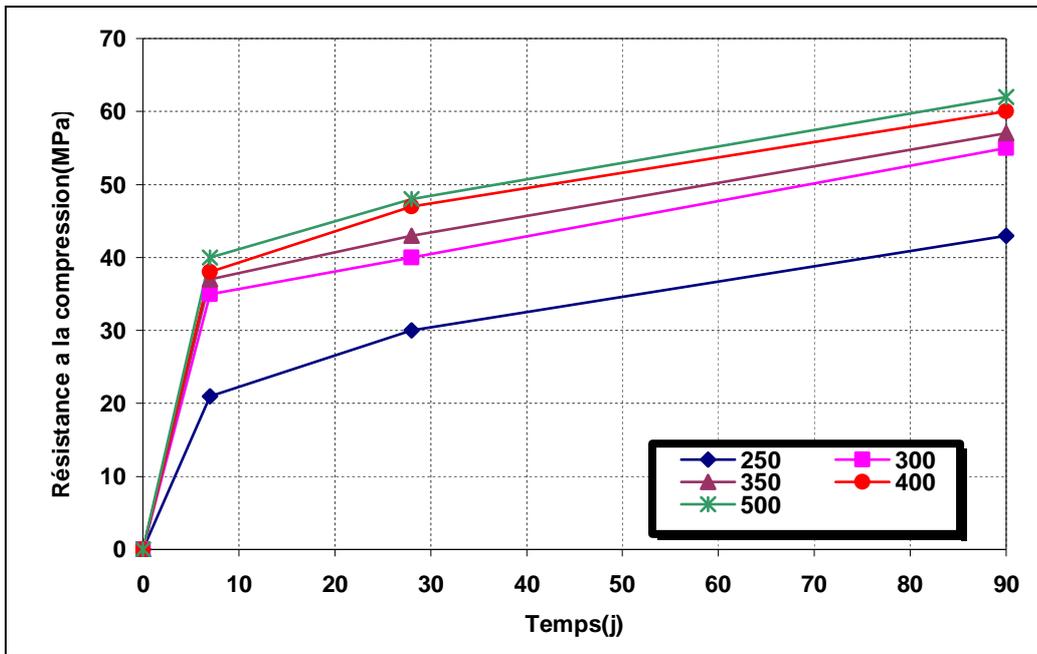


Figure 5.11 : L'évolution de la résistance à la compression en fonction du temps et des différents dosages de ciments

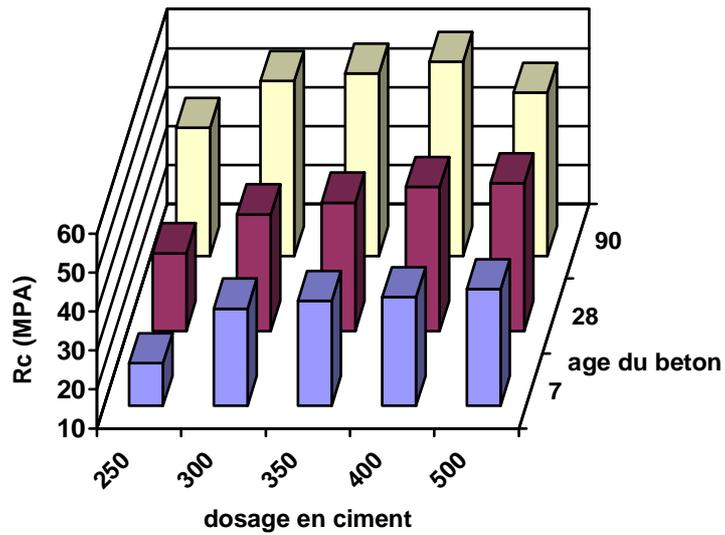


Figure 5.12 : L'évolution de la résistance à la compression en fonction du temps et des différents dosages de ciments

5.2.2-Effet du rapport E/C sur la résistance à la compression du béton a 28 jours :

Les résultats présentes par les courbes dans les figures (5-13) et (5-14) montrent au premier lieu que le rapport E/C est élevée , ce qui résulte que le gravier d 'Ain Touta à une meilleur résistance a la compression que le gravier d' Ehdjeb et de ziani .

Quand le rapport E/C est faible, la résistance à la compression est plus élevée ce qui implique que le gravier de ziani donne une meilleur résistance à la compression puis celui d Ain Touta et d Ehdjeb .plus le dosage du ciment est élevée , plus la quantité d'eau diminue, ce qui n'est pas économique et cela peut engendrer une faible etanchienite , qui donne une perméabilité, qui peut avoir un effet sur la durabilité.

On constate que le rapport optimale E/C = 0.54 au dosage du béton 350kg/m³ pour le béton ferme et pour le béton plastique E/C = 0.61 donnent la résistance à la compression la plus élevée du ziani puis celui d' Ain Touta et d'Ehdjeb en dernier.

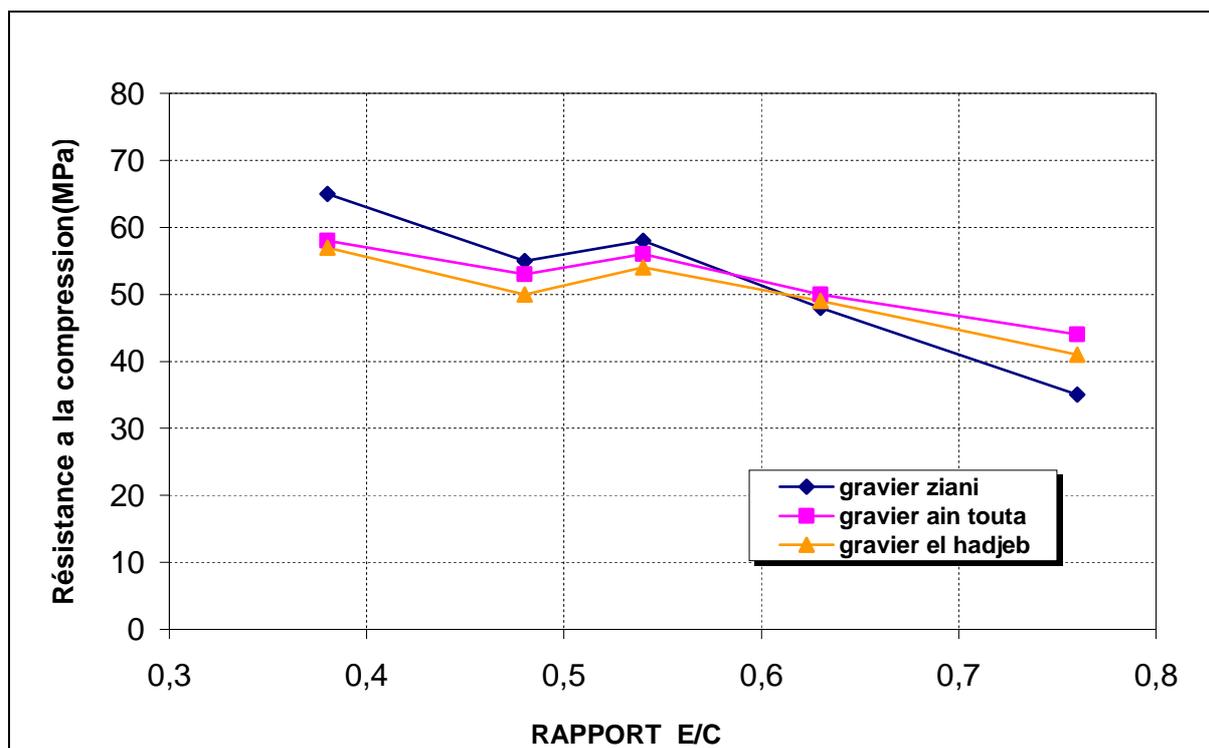


Figure 5.13 : L'évolution de la résistance à la compression du béton ferme en fonction du rapport E/C des différents graviers.

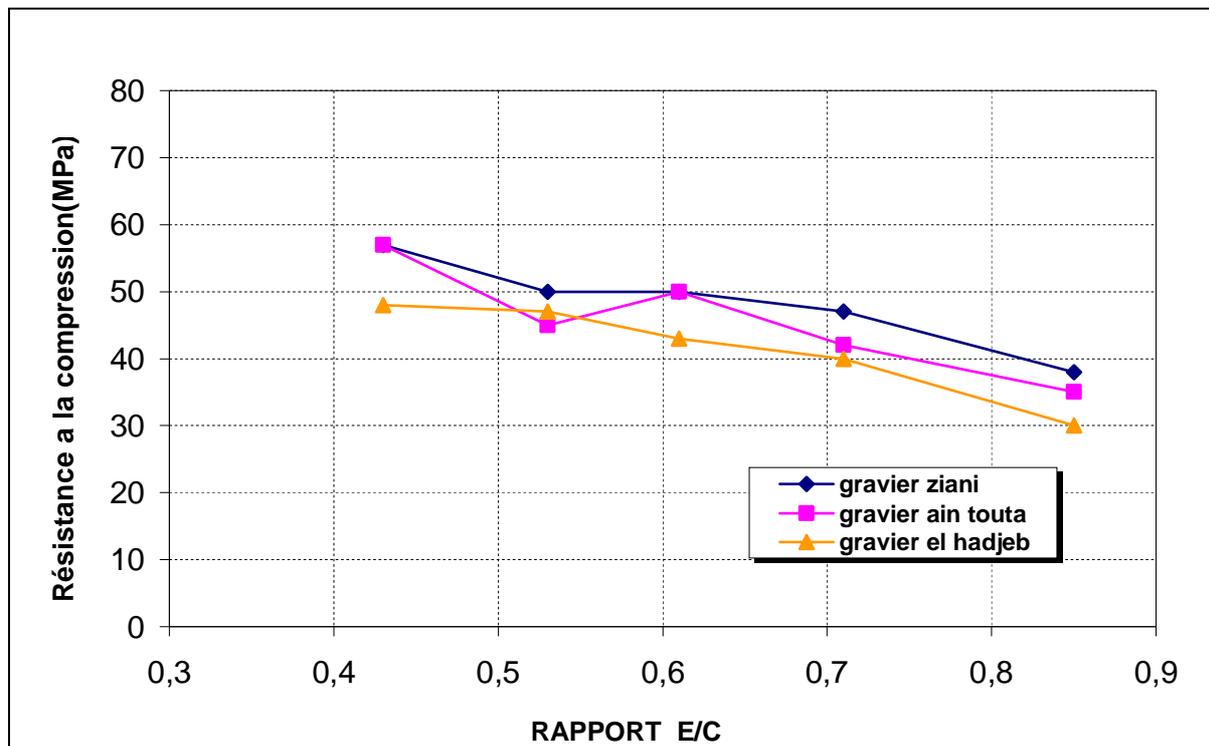


Figure 5.14 :L'évolution de la résistance à la compression du béton plastique en fonction du rapport E/C des différents graviers.

5.2.3-Influence de la granularité sur la qualité du béton :

La proportion relative de sable et de gravier doit être telle que le béton présente une homogénéité satisfaisante sans aucun risque de ségrégation. L'influence sera jugé par le rapport G/ S. Il a été constaté selon les figures (5.15) (5.16) que :

a) Plus G/S est élevé, plus le béton présentera des résistances mécaniques élevées mais par contre présente des difficultés de mise en oeuvre par manque d'ouvrabilité

b) Pour un béton plastique : riche en mortier , de bonne ouvrabilité donnant des paramètres de bonne apparence avec mise en oeuvre facile mais ne permettant pas des résistances exceptionnelles on prendra

$$1.7 < G/S < 1.8$$

C) Pour un béton normal : du béton armé courant, de plasticité variable en fonction du dosage en eau, mise en oeuvre facile et donnant de bonnes résistances

$$1.8 < G/S < 1.9$$

c) Pour un béton à forte compacité de consistance ferme présentant des résistances élevées mais sujettes à ségrégation

$$2 < G/S < 2.1 \text{ et exceptionnellement } 2.2$$

La tendance actuelle est de ne pas dépasser en générale des valeurs de G/S de 1.7 à 1.8 léger sacrifice de la résistance au profit de l'ouvrabilité.

Cette recommandation est respectée dans les formulations

Partant de ces principes on peut dire que les granulats présentent des performances suffisantes qui permettent d'obtenir des résistances élevées du béton à condition que sur chantier on respecte la formulation proposée par le laboratoire.

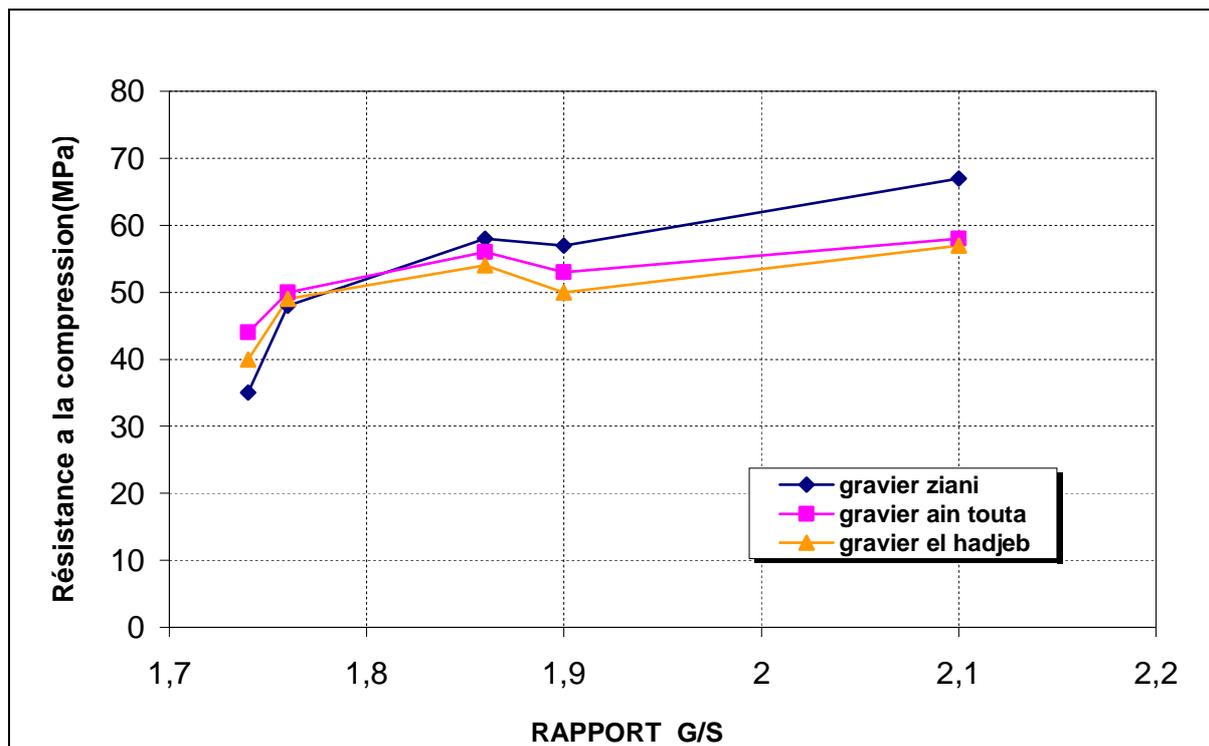


Figure 5.15 :L'évolution de la résistance à la compression du béton ferme a 28 jours en fonction du rapport G/S des différents graviers.

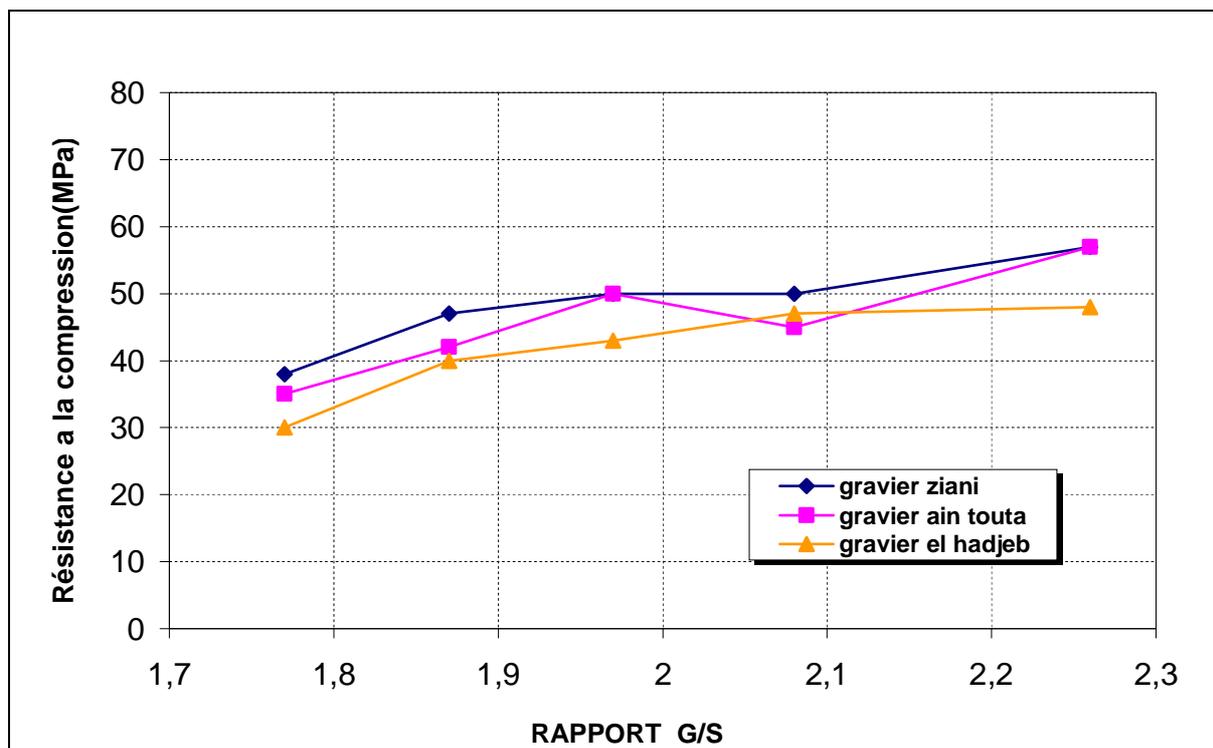


Figure 5.16 :L'évolution de la résistance à la compression du béton plastique a 28 jours en fonction du rapport G/S des différents graviers.

5.3-FORMULATION DU BETON AVEC LA METHODE DE FORMULATION DREUX GORISSE : [10]

5.3.1-Résistance à la compression :

Des figures (5-17) et (5-18) On constate qu'à l'âge de 90^{ème} jour la résistance à la compression augmente aux différents dosages de ciment, mais au 7 jour la résistance chute au dosage 500 kg/m³. Au 28^{ème} jour, on constate que la résistance à la compression au dosage 350 kg/m³ dépasse celle de 400 kg/m³.

Tableau 5-7 Résistances à la compression des bétons à base des granulats de ziani pour des différents dosages de ciments et avec un affaissement ferme (Formulation dreux gorisse)

| HTS Dosages | Affaissement de béton en cm | E/C | G/S | R _C 7 jour MPA | R _C 28 jour MPA | R _C 90 jour MPA |
|--------------------------|-----------------------------------|------|------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 250 kg/m ³ | 6.1 | 0.75 | 1.42 | 35 | 44 | 46 |
| 300 kg/m ³ | 6.5 | 0.62 | 1.42 | 46 | 51 | 60 |
| 350 kg/m ³ | 5 | 0.54 | 1.42 | 49 | 59 | 63 |
| 400 kg/m ³ | 4.1 | 0.47 | 1.42 | 50 | 55 | 68 |
| 500 kg/m ³ | 3.8 | 0.38 | 1.42 | 55 | 64 | 70 |

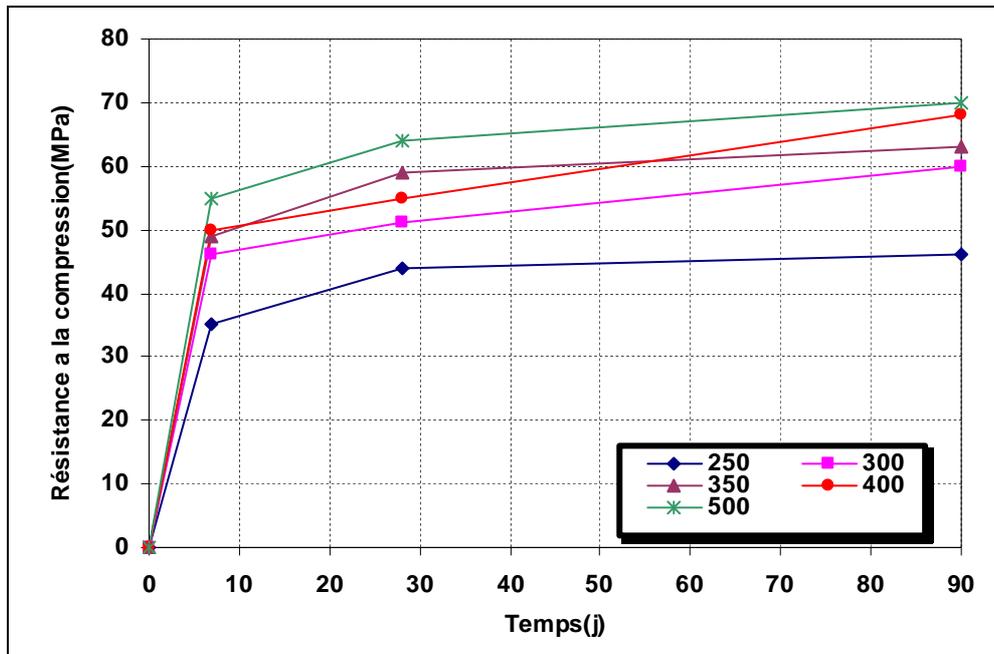


Figure 5.17 : L'évolution de la résistance à la compression en fonction du temps et des différents dosages de ciments

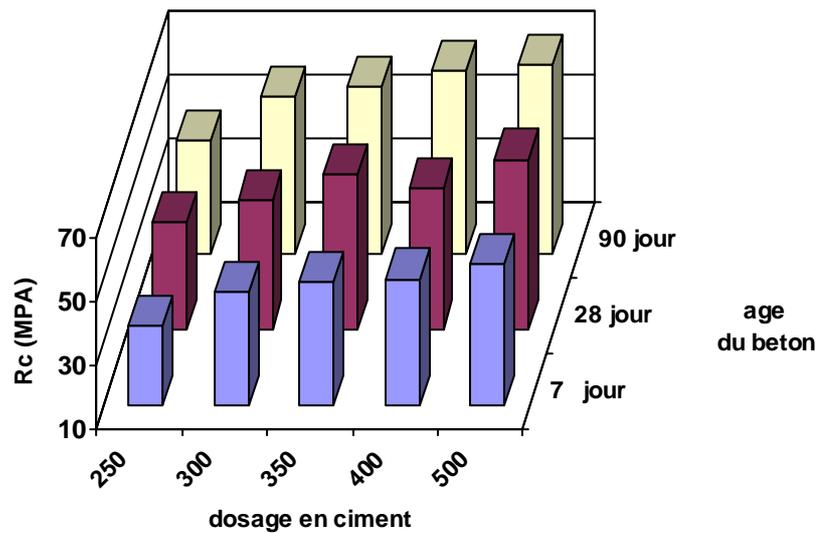


Figure 5.18 : L'évolution de la résistance à la compression en fonction du temps et des différents dosages de ciments

Des figures (5-19) et (5-20), On constate qu'à l'âge de 7 jour la résistance à la compression augmente au différents dosages de ciment, mais au 28^{eme} jour au 90^{eme} jour, on constate que la résistance à la compression au dosage 350 kg/m³ dépasse celle du dosage 400 kg/m³.

Tableau 5-8 Résistances à la compression des bétons à base des granulats de ziani pour des différents dosages de ciments et avec un affaissement plastique (Formulation dreux gorisse)

| HTS Dosages | Affaissement de béton en cm | E/C | G/S | R _C 7 jour MPA | R _C 28 jour MPA | R _C 90 jour MPA |
|--------------------------|-----------------------------------|------|------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 250 kg/m ³ | 7.4 | 0.88 | 1.42 | 23 | 28 | 33 |
| 300 kg/m ³ | 6.5 | 0.73 | 1.42 | 31 | 38 | 42 |
| 350 kg/m ³ | 6 | 0.62 | 1.42 | 38 | 48 | 56 |
| 400 kg/m ³ | 5.6 | 0.55 | 1.42 | 40 | 45 | 52 |
| 500 kg/m ³ | 5 | 0.44 | 1.42 | 50 | 58 | 64 |

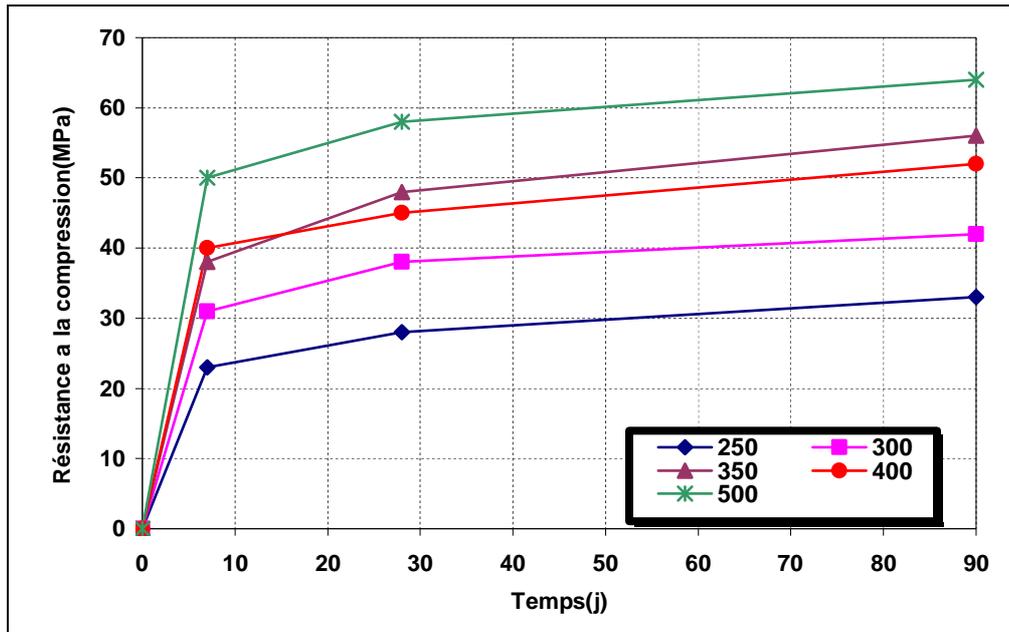


Figure 5.19 : L'évolution de la résistance à la compression en fonction du temps et des différents dosages de ciments

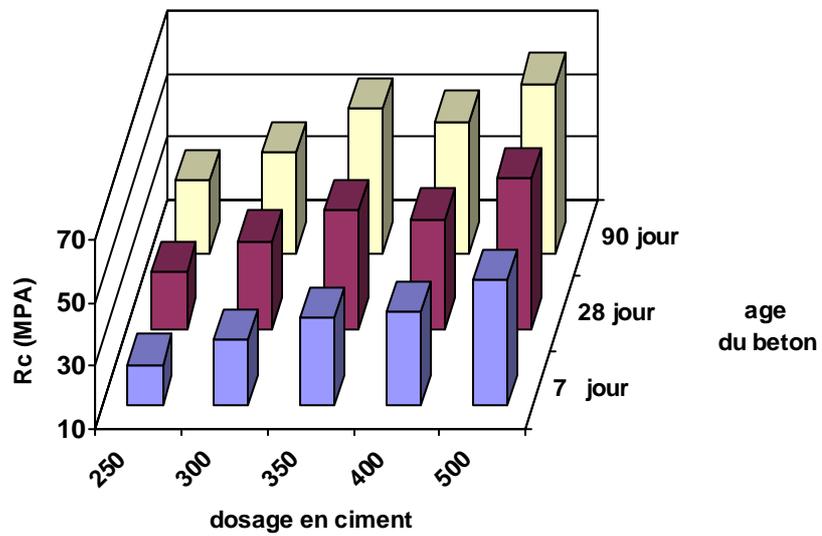


Figure 5.20 : L'évolution de la résistance à la compression en fonction du temps et des différents dosages de ciments

Des figures (4-21) et (4-22) On constate qu'à l'âge de 90^{ème} jour la résistance à la compression augmente au différents dosages de ciment, mais au 7 jour au 28^{ème} jour, on constate que la résistance à la compression au dosage 350 kg/m³ dépasse celle du dosage 400 kg/m³ .

Tableau 5-9 Résistances à la compression des bétons à base des granulats d el hadjeb pour des différents dosages de ciments et avec un affaissement ferme (Formulation dreux gorisse)

| HTS Dosages | Affaissement de béton en cm | E/C | G/S | R _C 7 jour MPA | R _C 28 jour MPA | R _C 90 jour MPA |
|--------------------------|-----------------------------------|------|------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 250 kg/m ³ | 6.3 | 0.75 | 1.61 | 40 | 45 | 51 |
| 300 kg/m ³ | 5.9 | 0.62 | 1.61 | 48 | 56 | 60 |
| 350 kg/m ³ | 5 | 0.54 | 1.61 | 50 | 58 | 65 |
| 400 kg/m ³ | 4.3 | 0.47 | 1.61 | 45 | 55 | 62 |
| 500 kg/m ³ | 3.7 | 0.38 | 1.61 | 52 | 60 | 68 |

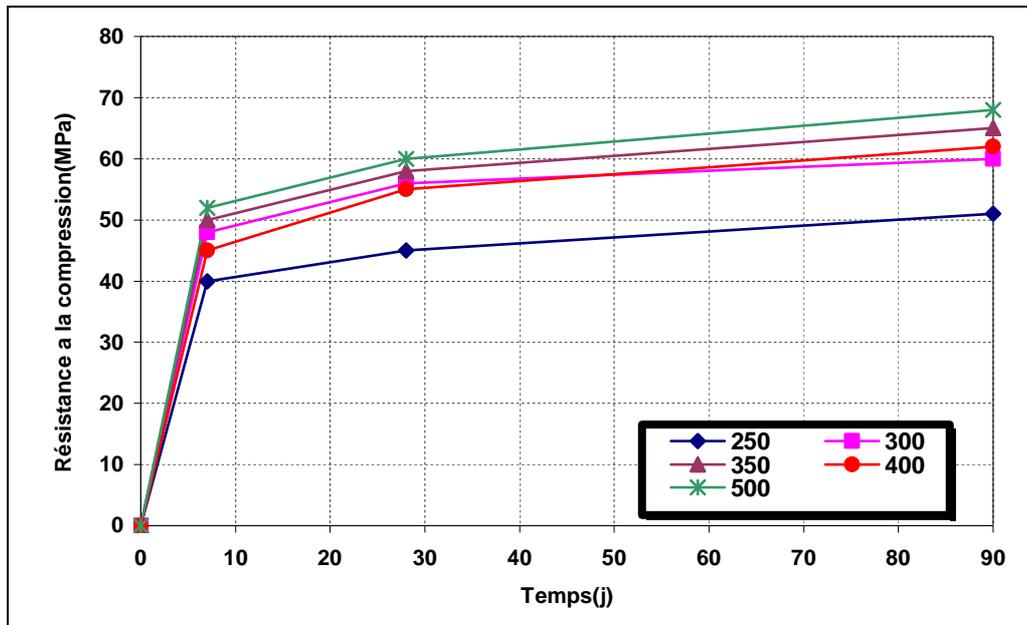


Figure 5.21 : L'évolution de la résistance à la compression en fonction du temps et des différents dosages de ciments

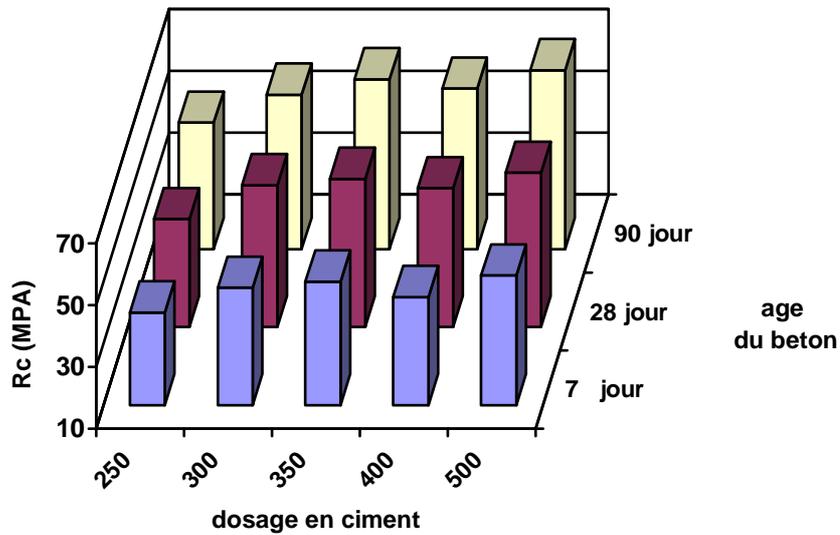


Figure 5.22 : L'évolution de la résistance à la compression en fonction du temps et des différents dosages de ciments

Des figures (5-23) et (5-24), On constate qu'à l'âge de 7 jour la résistance à la compression augmente au différents dosages de ciment, mais au 28^{eme} jour au 90^{eme} jour, on constate que la résistance à la compression au dosage 350 kg/m³ dépasse celle du dosage 400 kg/m³.

Tableau 5-10 Résistances à la compression des bétons à base des granulats d el hadjeb pour des différents dosages de ciments et avec un affaissement plastique (Formulation dreux gorisse)

| HTS Dosages | Affaissement de béton en cm | E/C | G/S | R _C 7 jour MPA | R _C 28 jour MPA | R _C 90 jour MPA |
|--------------------------|-----------------------------------|------|------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 250 kg/m ³ | 7.5 | 0.88 | 1.61 | 28 | 36 | 43 |
| 300 kg/m ³ | 6.5 | 0.73 | 1.61 | 32 | 42 | 48 |
| 350 kg/m ³ | 6 | 0.62 | 1.61 | 38 | 50 | 60 |
| 400 kg/m ³ | 5.6 | 0.55 | 1.61 | 40 | 45 | 60 |
| 500 kg/m ³ | 5.2 | 0.44 | 1.61 | 48 | 59 | 69 |

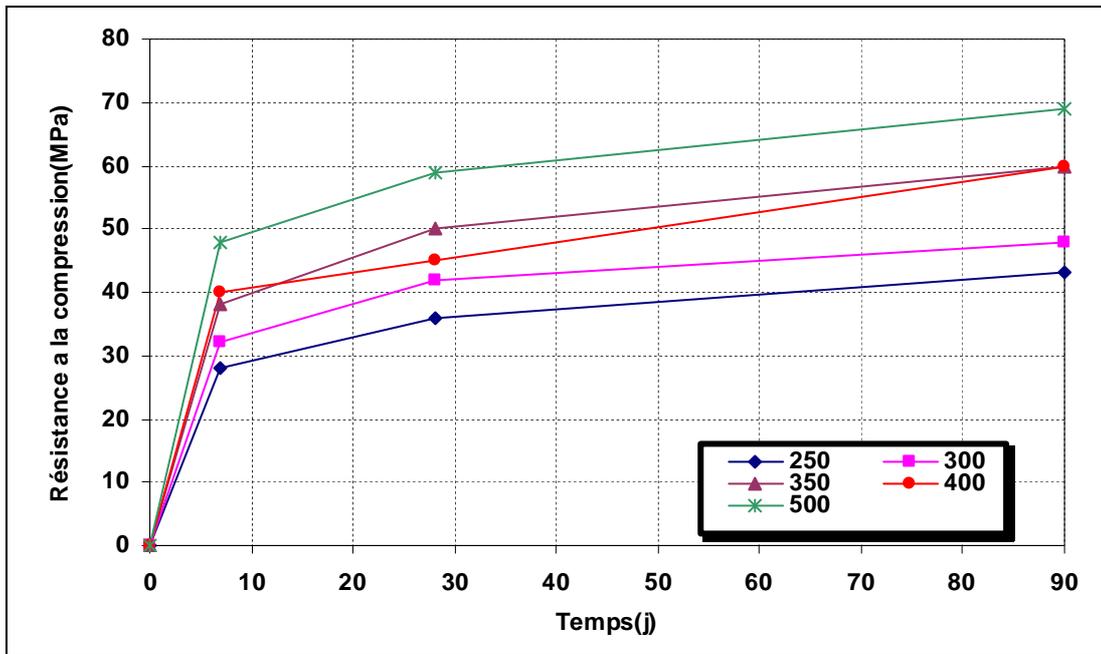


Figure 5.23 : L'évolution de la résistance à la compression en fonction du temps et des différents dosages de ciments

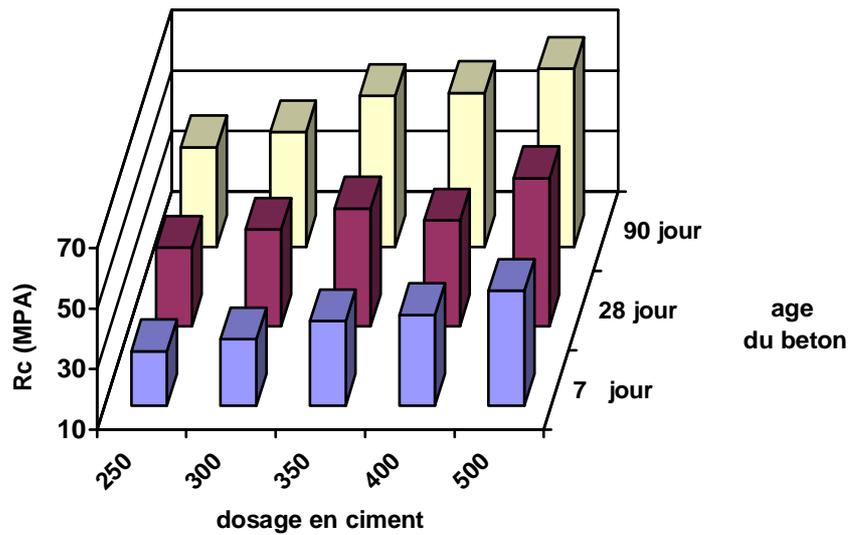


Figure 5.24 : L'évolution de la résistance à la compression en fonction du temps et des différents dosages de ciments

Des figures (5-25) et (5-26), On constate qu'à l'âge de 7 jour et au 28^{ème} jour la résistance à la compression chute au dosage 400 kg/m³, mais au 90^{ème} jour, on constate que la résistance à la compression au dosage 350 kg/m³ est la meilleur de 80 MPA .

Tableau 5-11 Résistances à la compression des bétons à base des granulats d Ain touta pour des différents dosages de ciments et avec un affaissement ferme (Formulation dreux gorisse)

| HTS Dosages | Affaissement de béton en cm | E/C | G/S | R _C 7 jour MPA | R _C 28 jour MPA | R _C 90 jour MPA |
|--------------------------|-----------------------------------|------|------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 250 kg/m ³ | 7.6 | 0.75 | 1.61 | 40 | 52 | 62 |
| 300 kg/m ³ | 7 | 0.62 | 1.61 | 45 | 57 | 70 |
| 350 kg/m ³ | 6 | 0.54 | 1.61 | 55 | 65 | 80 |
| 400 kg/m ³ | 5.5 | 0.47 | 1.61 | 50 | 60 | 76 |
| 500 kg/m ³ | 5.2 | 0.38 | 1.61 | 60 | 65 | 76 |

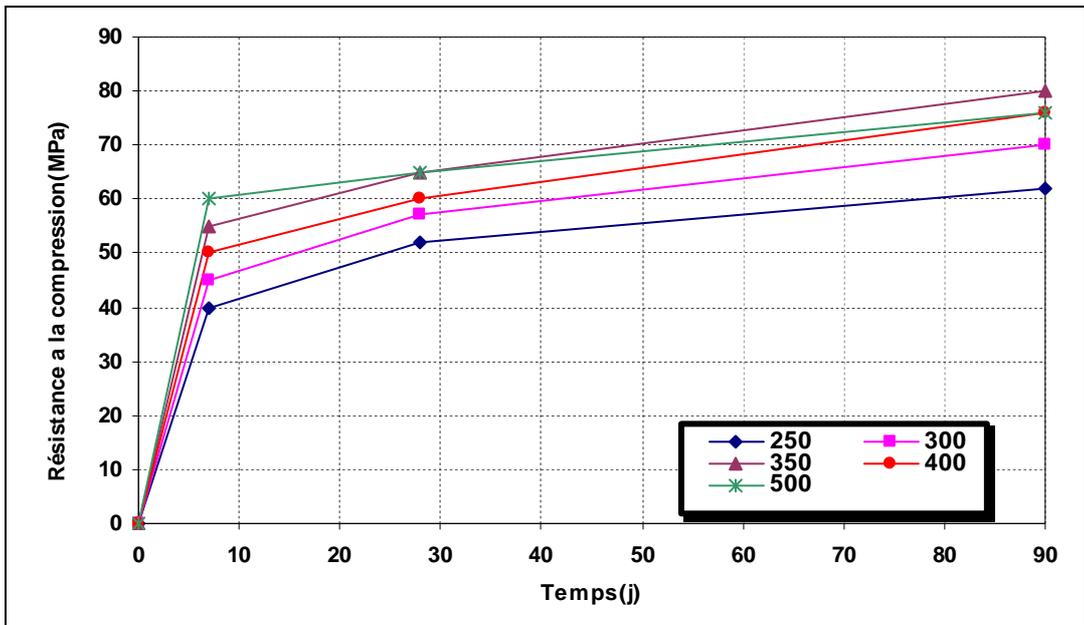


Figure 5.25 : L'évolution de la résistance à la compression en fonction du temps et des différents dosages de ciments

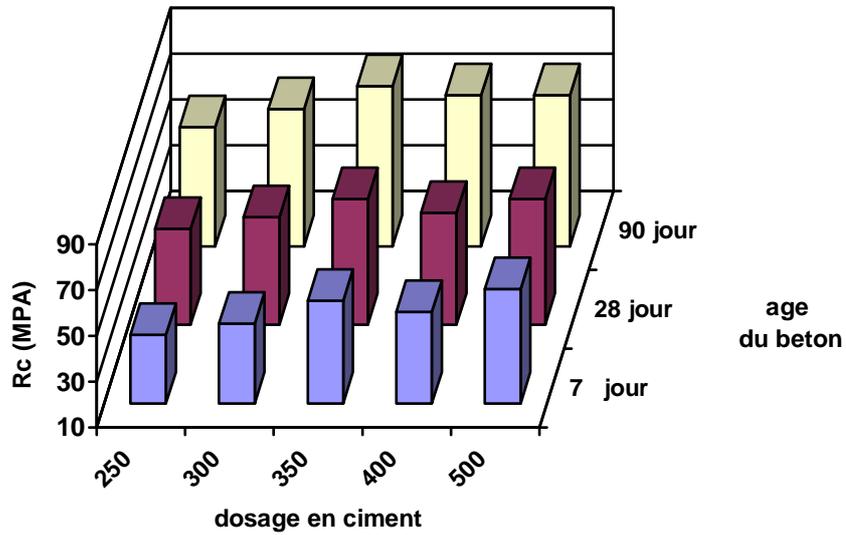


Figure 5.26 : L'évolution de la résistance à la compression en fonction du temps et des différents dosages de ciments

Des figures (5-27) et (5-28), On constate qu'à l'âge de 7 jour et au 28^{ème} jour la résistance à la compression chute au dosage 400 kg/m³, mais au 90^{ème} jour, on constate que la résistance à la compression augmente au différents dosages de ciment.

Tableau 5-12 Résistances à la compression des bétons à base des granulats d Ain touta pour des différents dosages de ciments et avec un affaissement plastique (Formulation dreux gorisse)

| HTS Dosages | Affaissement de béton en cm | E/C | G/S | R _C 7 jour MPA | R _C 28 jour MPA | R _C 90 jour MPA |
|--------------------------|-----------------------------------|------|------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 250 kg/m ³ | 7.7 | 0.88 | 1.61 | 23 | 30 | 40 |
| 300 kg/m ³ | 7 | 0.73 | 1.61 | 32 | 43 | 55 |
| 350 kg/m ³ | 6.2 | 0.62 | 1.61 | 40 | 50 | 61 |
| 400 kg/m ³ | 5.7 | 0.55 | 1.61 | 35 | 48 | 61 |
| 500 kg/m ³ | 5 | 0.44 | 1.61 | 46 | 58 | 68 |

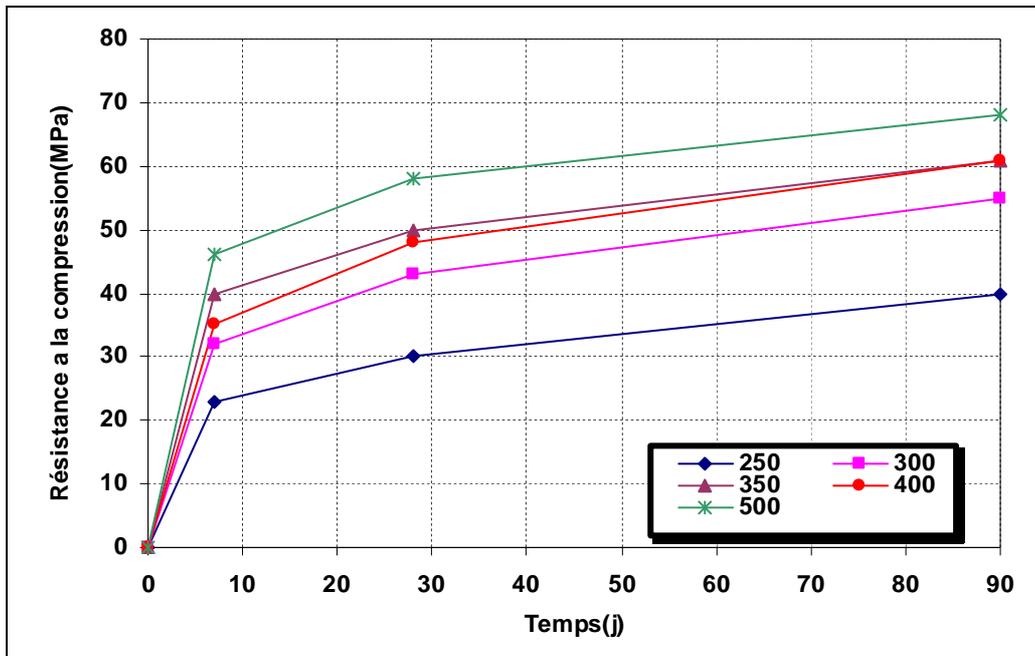


Figure 5.27 : L'évolution de la résistance à la compression en fonction du temps et des différents dosages de ciments

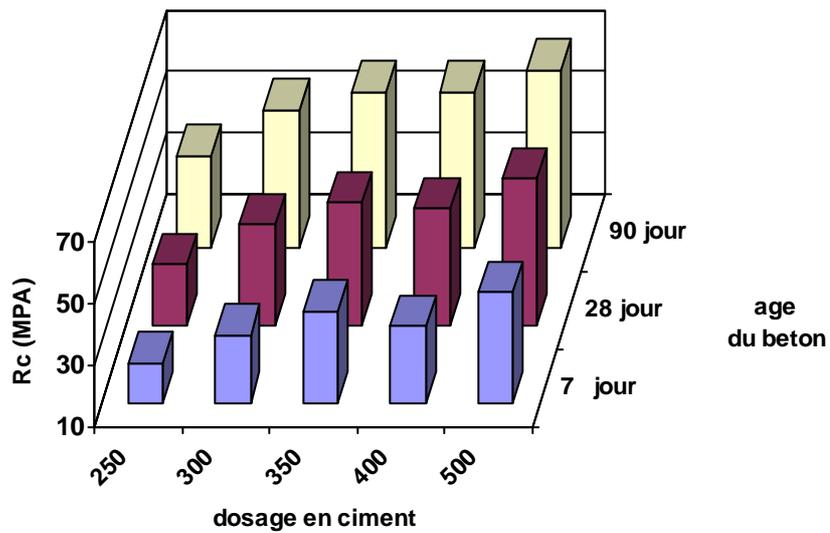


Figure 5.28 : L'évolution de la résistance à la compression en fonction du temps et des différents dosages de ciments

5.3.2- Effet du rapport E/C sur la résistance à la compression du béton a 28 jours :

Les résultats présentes par les courbes dans les figures (5-29) et (5-30) montrent au premier lieu que le rapport E/C est élevée , ce qui résulte que le gravier d'Ehdjeb a une meilleur résistance à la compression que le gravier d'Ain Touta et de ziani .

Quand le rapport E/C est faible, la résistance à la compression est plus élevée ce qui implique que le gravier de ziani donne une meilleur résistance a la compression puis celui d'Ain Touta et d'Ehdjeb .plus le dosage du ciment est élevée , plus la quantité d'eau diminue, ce qui n'est pas économique et cela peut engendrer une faible etanchienite , qui donne une perméabilité, qui peut avoir un effet sur la durabilité.

On constate que le rapport optimale E/C = 0.54 au dosage du béton 350kg/m^3 pour le béton ferme et pour le béton plastique E/C = 0.62 donnent la résistance a la compression la plus élevée d'Ain Touta puis celui du ziani et d' Ehdjeb en dernier.

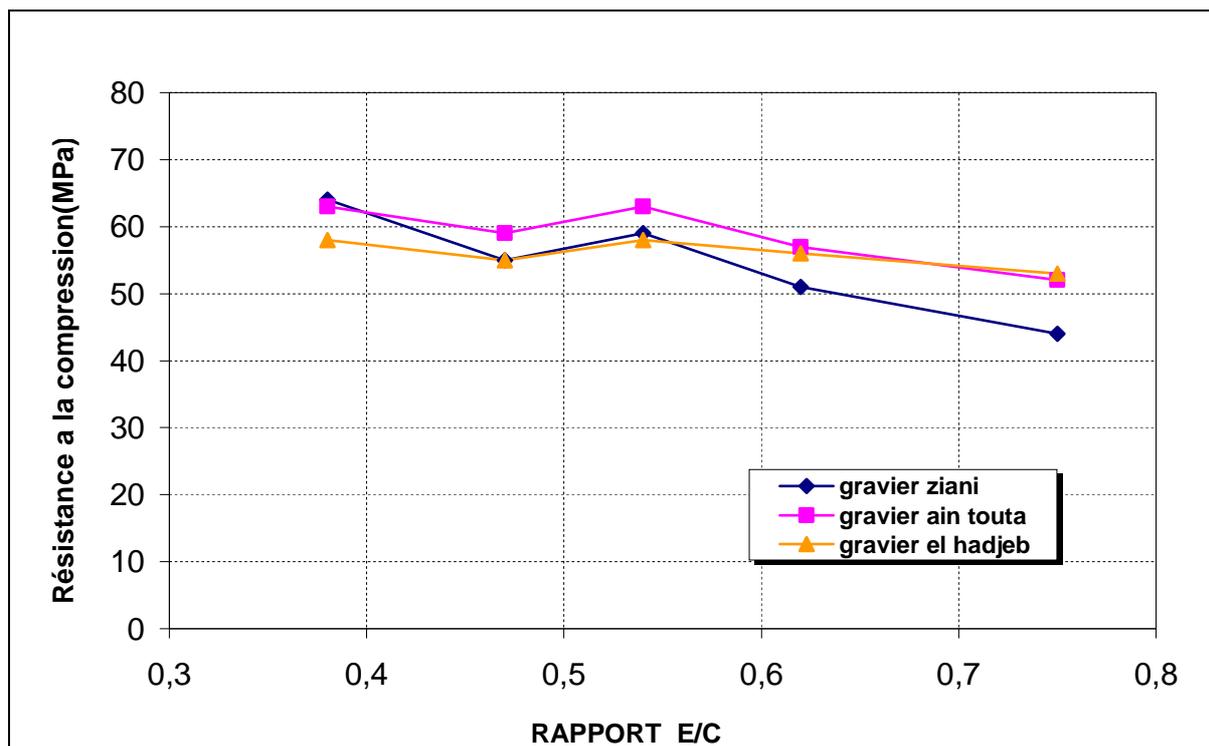


Figure 5.29:L'évolution de la résistance à la compression du béton ferme en fonction du rapport E/C des différents graviers.

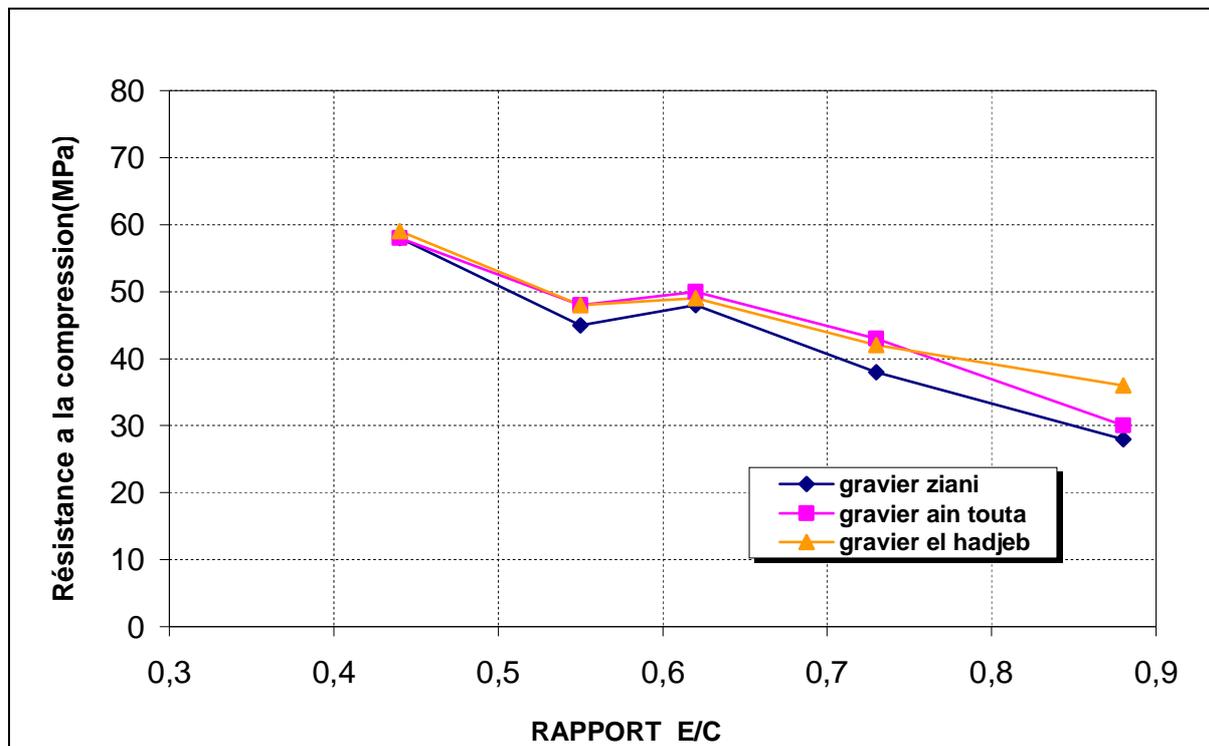


Figure 5.30 :L'évolution de la résistance à la compression du béton plastique en fonction du rapport E/C des différents graviers.

5.3.3- Influence de la granularité sur la qualité du béton :

La proportion relative de sable et de gravier doit être telle que le béton présente une homogénéité satisfaisante sans aucun risque de ségrégation. L'influence sera jugé par le rapport G/ S. Il a été constaté selon les résultats des tableaux (5-7,....., 5-12) que :

Le G/ S est constant pour le gravier du ziani G/ S=1.42 que ça soit ferme ou plastique et toujours constant aussi pour le gravier d Ain touta et d Elhadjeb G/ S=1.61

On peut dire que les granulats présents des performances suffisantes qui permettent d'obtenir des résistances élevées du béton à condition que sur chantier on respecte la formulation proposée par le laboratoire.

5.4- COMPARAISON ENTRE LA METHODE DE SKRAMTAEV ET LA METHODE DE DREUX GORISSE :

Du tableau 5-13 on constate que les résultats des deux méthodes son fiable que ce soit pour le béton ferme ou plastique et aussi pour les différents granulats.

La méthode de Dreux Gorisse , pour assure la même résistance du béton , exige beaucoup plus de liant que la méthode de Skramtaev , on pourrait dire que cette méthode assure surtout l'ouvrabilité désirée.

Quand à la méthode de Skramtaev, elle assure généralement la résistance voulue mais pour ce qui est de l'ouvrabilité elle exige toujours des corrections du dosage en eau ce qui influe sur le dosage des autres composants.

Tableau 5-13 comparaison entre la méthode de skramtaev et la méthode de dreux gorisse

| | Affaissement de béton | R _C 28 jour MPA gravier ziani | R _C 28 jour MPA gravier ain touta | R _C 28 jour MPA gravier el hadjeb |
|---------------------------------|-----------------------|--|--|--|
| Méthode de Skramtaev | Ferme | 58 | 56 | 54 |
| | plastique | 50 | 50 | 43 |
| Méthode de Dreux Gorisse | Ferme | 59 | 63 | 58 |
| | plastique | 48 | 50 | 49 |

5.5- RESISTANCE DU BETON AVEC L'AJOUT D'UN SUPER PLASTIFIANT :

L'utilisation du super plastifiant permet la confection des bétons de maniabilité normale, mais ayant une résistance élevée en raison d'une réduction substantielle du rapport E /C (eau /ciment).

Dans le cadre de notre étude le super plastifiant utilisé est un plastifiant de type (PLASTACRYL 85 GRANITEX) qui à été incorporé sur les trois graviers de ziani ,d'Ain Touta et d'El Hadjeb respectivement avec le dosage de 350kg/m³ .

Tableau 5-14: Influence de l'ajout d'un super plastifiant sur la résistance des bétons à base d'agrégats de ziani.

| HTS Dosages | % de super plastifiant | R _C 7 jour MPA | R _C 28 jour MPA | R _C 90 jour MPA |
|-----------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 350 kg/m ³ | 0.05 | 45 | 65 | 73 |
| | 0.25 | 46 | 72.50 | 76 |
| | 0.5 | 46 | 62 | 68 |

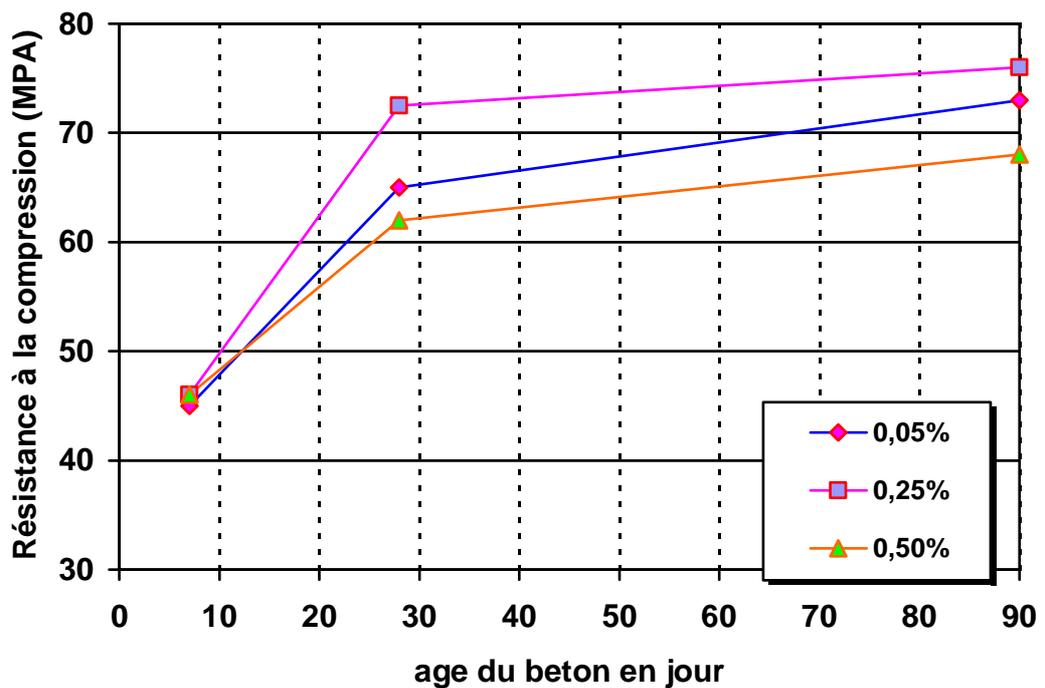


Figure 5-31 : Effet de l'ajout du super plastifiant sur la résistance des bétons à base d'agrégats de ziani.

On constate de la Figure (5-31) que la résistance à la compression au différents pourcentages d'adjuvant au 7^{ème} jour est la même, mais au 28^{ème} jour et au 90^{ème} jour on voit que le meilleur pourcentage d'adjuvant est de 0.25% qui donne la résistance à la compression la plus élevée, par rapport au pourcentage d'adjuvant 0.05% et 0.5% .on remarque qu'il y a une léger diminution de la résistance à la compression.

Tableau 5-15: Influence de l'ajout d'un super plastifiant sur la résistance des bétons à base d'agrégats d Ain Touta.

| HTS Dosages | % de super plastifiant | R _C 7 jour MPA | R _C 28 jour MPA | R _C 90 jour MPA |
|-----------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 350 kg/m ³ | 0.05 | 31 | 56.50 | 60 |
| | 0.25 | 35 | 58 | 65 |
| | 0.5 | 39 | 49 | 59 |

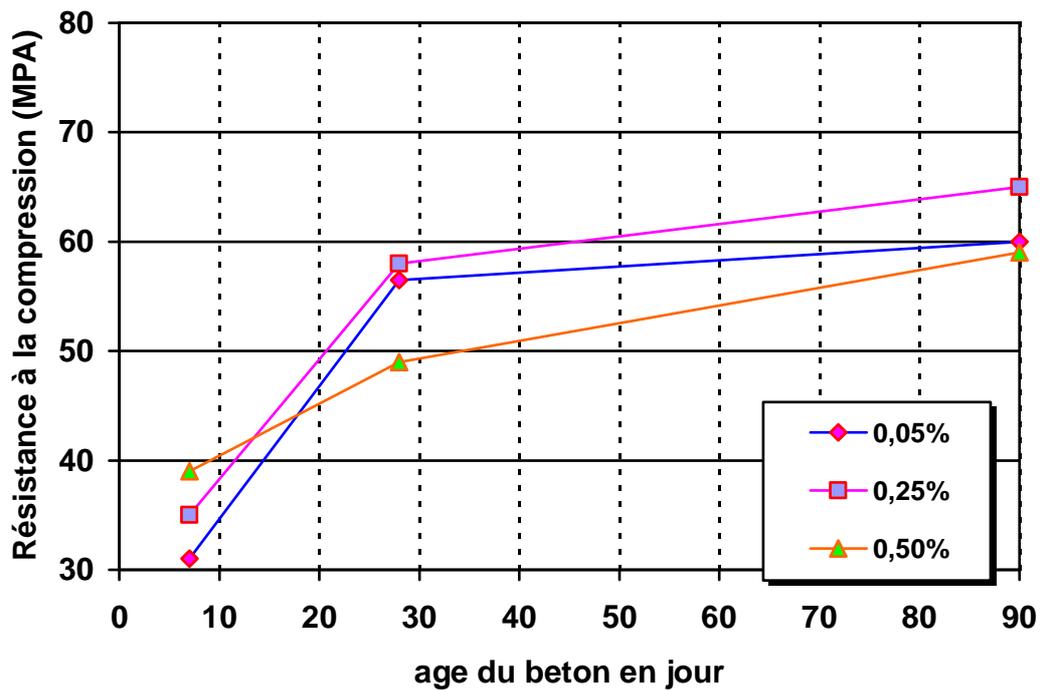


Figure 5-32 : Effet de l'ajout du super plastifiant sur la résistance des bétons à base d'agrégats de d Ain Touta.

On constate de la Figure (5-32) que le pourcentage 0.5% d'adjuvant au 7^{ème} jour a une valeur plus élevée que les pourcentages 0.25% et 0.05% respectivement, mais au 28^{ème} jour et au 90^{ème} jour en voie augmentation de la résistance à la compression.

Tableau 5-16: Influence de l'ajout d'un super plastifiant sur la résistance des bétons à base d'agrégats d El Hadjeb.

| HTS Dosages | % de super plastifiant | R _C 7 jour MPA | R _C 28 jour MPA | R _C 90 jour MPA |
|-----------------------|------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 350 kg/m ³ | 0.05 | 36 | 59.50 | 61 |
| | 0.25 | 44 | 65 | 70 |
| | 0.5 | 51 | 62 | 70 |

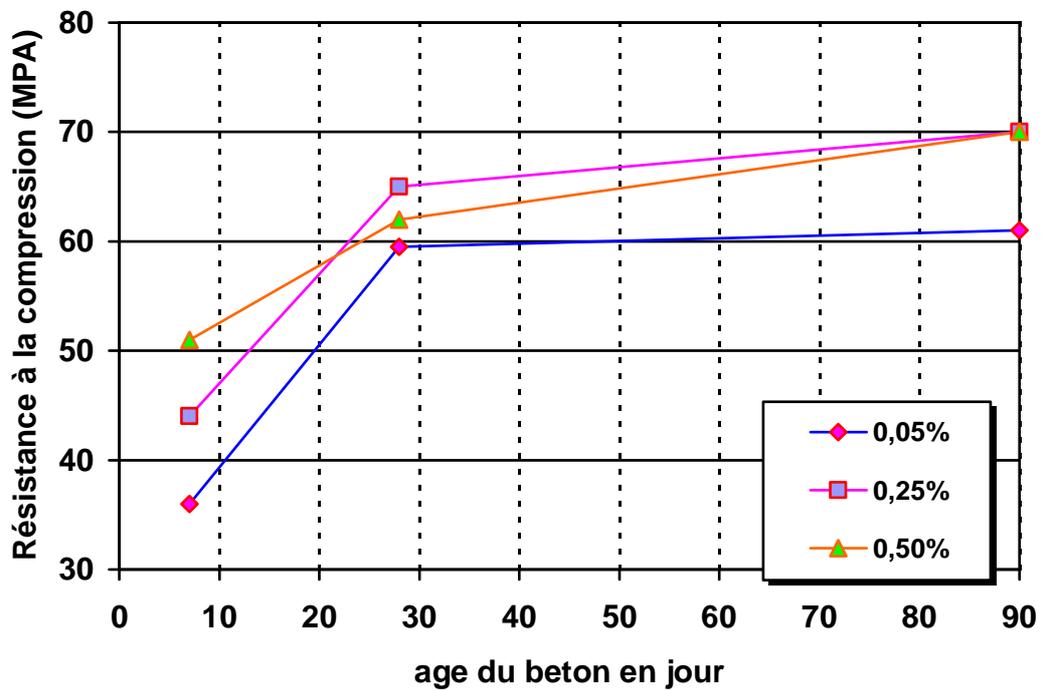


Figure 5-33 : Effet de l'ajout du super plastifiant sur la résistance des bétons à base d'agrégats de d El Hadjeb.

On constate de la Figure (5-33) que le pourcentage 0.5% d'adjuvant au 7^{ème} jour a une valeur plus élevée que les pourcentages 0.25% et 0.05% respectivement, mais au 28^{ème} jour et au 90^{ème} jour en voie augmentation de la résistance a la compression .mais en remarque que le pourcentage de 0.5% et plus élevée que celui de 0.05%.

5.6- EFFET D'AJOUT DE FILLER(POUVRE DE CARRELAGE) SUR LA RESISTANCE DU BETON :

La très grande surface spécifique de la poudre de carrelage, qui doit être mouillée, augmente le besoin en eau en sorte que, dans les bétons de faible rapport eau / liant, il est nécessaire d'utiliser un super plastifiant .De cette façon, il est possible de conserver à la fois le rapport eau /ciment spécifié et la maniabilité nécessaire

Tableau 5-17: Influence de l'ajout de filler sur la résistance des bétons à base d'agrégats de ziani.

| HTS Dosages | % filler | R _C 7 jour MPA | R _C 28 jour MPA | R _C 90 jour MPA |
|-----------------------|----------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 350 kg/m ³ | 8 | 49.5 | 67 | 70 |
| | 15 | 49.5 | 64 | 67 |

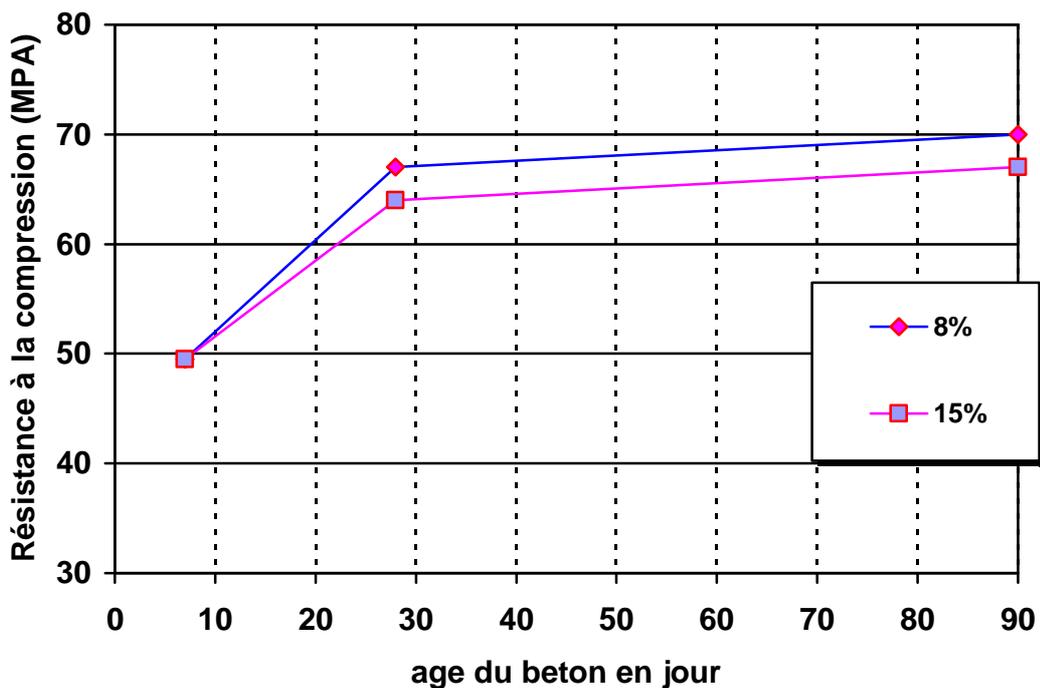


Figure 5-34 : Effet de l'ajout de filler sur la résistance des bétons à base d'agrégats de ziani
Tableau 5-18: Influence de l'ajout de filler sur la résistance des bétons à base d'agrégats d'El Hadjeb.

| HTS Dosages | % filler | R _C 7 jour MPA | R _C 28 jour MPA | R _C 90 jour MPA |
|-----------------------|----------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 350 kg/m ³ | 8 | 47 | 68 | 71 |
| | 15 | 47 | 58 | 66 |

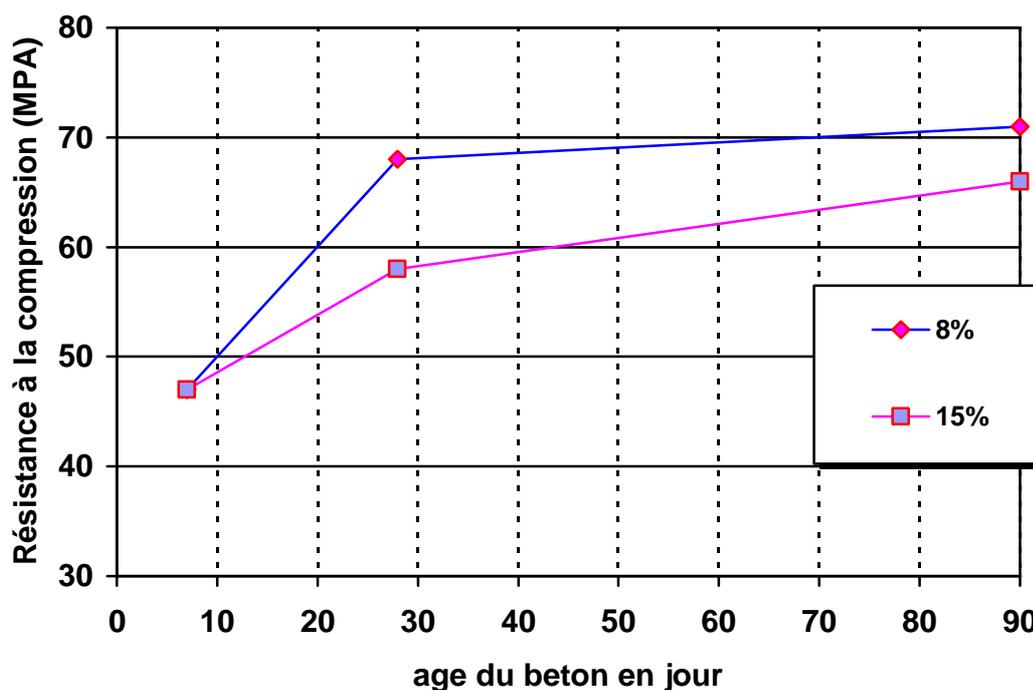


Figure 5-35 : Effet de l'ajout de filler sur la résistance des bétons à base d'agrégats d'El Hadjeb.

Tableau 5-19: Influence de l'ajout de filler sur la résistance des bétons à base d'agrégats d'Ain Touta.

| HTS Dosages | % filler | R _C 7 jour MPA | R _C 28 jour MPA | R _C 90 jour MPA |
|-----------------------|----------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 350 kg/m ³ | 8 | 46 | 65 | 70 |
| | 15 | 45 | 61 | 67 |

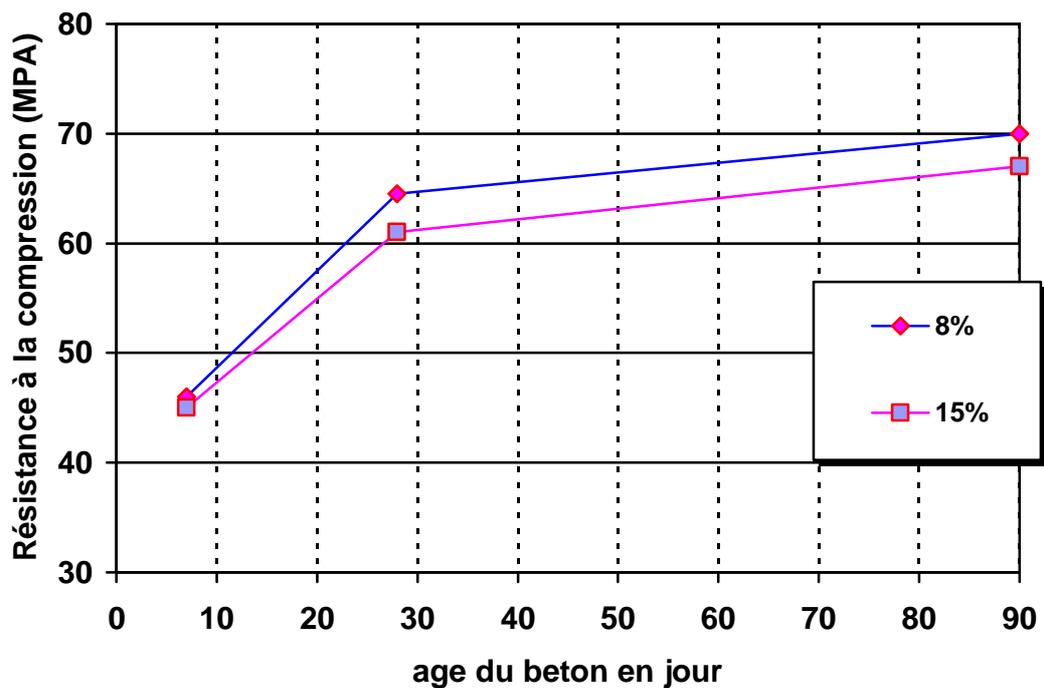


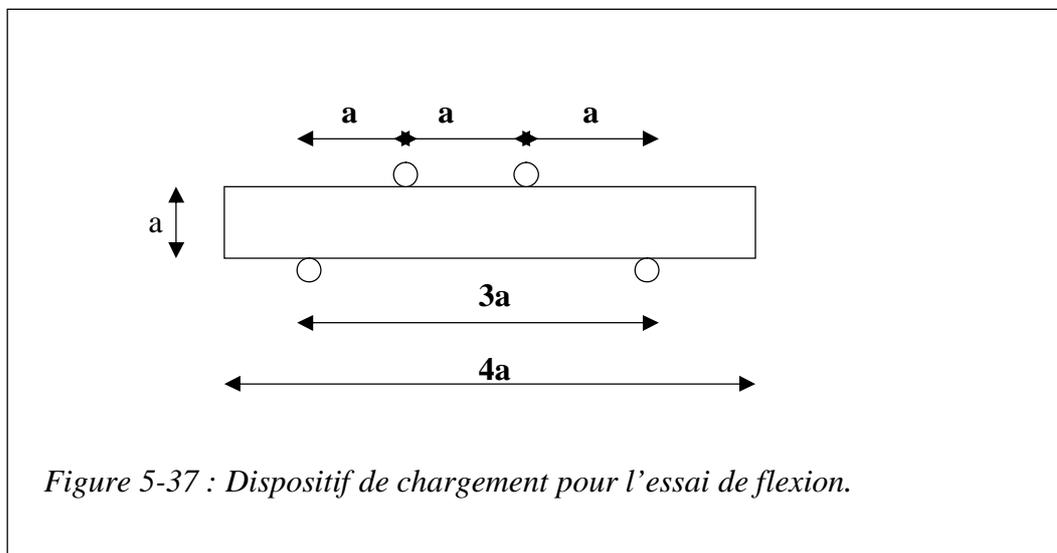
Figure 5-36 : Effet de l'ajout de filler sur la résistance des bétons à base d'agrégats d'Ain Touta

Les Figure (5-34) (5-35) (5-36) représentent l'effet de l'ajout de filler sur la résistance du béton à base des trois agrégats étudiés, on distingue que le pourcentage de filler de 8% donne de meilleurs résistances a la compression par rapport au pourcentage de 15% .on dit qu'au delà du pourcentage de 8% il y a une diminution de résistances a la compression.

On constate que la présence de filler (poudre de carrelage) dans les bétons à base de différents types d'agrégats concassés influe de façon significative les propriétés mécaniques de ces derniers et d'une manière analogue que pour les bétons conventionnels. Cette action particulière est due au fait que les grains de filler ont un diamètre environ 100 fois plus petit que celui des plus petits grains de ciment, et que cette finesse des grains diminue le ressuage puisque aucune eau de ressuage n'est piégée sous les gros granulats. Par conséquent, la porosité habituellement observée à l'interface gros granulat-pâte de ciment hydraté est réduite comparée à celle observée dans un béton sans fumée de silice ce qui entraîne une amélioration tant de la résistance que de la perméabilité.

5.7- RESISTANCE A LA FLEXION DES BETONS :

Dans cet essai un prisme de béton non armé de $(10 \times 10 \times 40)$ cm³ est soumis à un effort de flexion par application jusqu'à rupture (voir photo 5-1) d'une charge en deux points symétriques. Les points d'application de la charge étant placés aux tiers de la portée [50] (voir figure 5-37).



La résistance à la flexion est donnée par la formule suivante : $R_f = \frac{3.F}{a^2} (MPa)$

F : la charge de rupture (en newtons).

a : cote de la section carrée de l'éprouvette (mm).

Analyse et discussion des résultats

Dans le cadre de cette étude, on a effectué cet essai sur les bétons a bases des trois granulats qui font l'objet de ce projet dosées à 350 kg/m^3 après 7 jours et 28 jours de cure dans l'eau à 22°C , les résultats sont portés sur les tableaux (5-20) (5-21) (5-22).



Photo 5-1 : rupture des éprouvettes « essai de flexion ».

Tableau 5-20: Influence de l'ajout de filler et de super plastifiant sur la résistance des bétons a la flexion à base d'agrégats d El Hadjeb.

| HTS Dosages | 8% filler 0.25 % adj | R_C 7 jour MPA | R_C 28 jour MPA |
|----------------------|-------------------------|---------------------|----------------------|
| 350 kg/m^3 | Sans adj | 5.1 | 7.05 |
| | avec adj | 7.05 | 7.05 |
| | Ajout+adj | 6 | 6.9 |

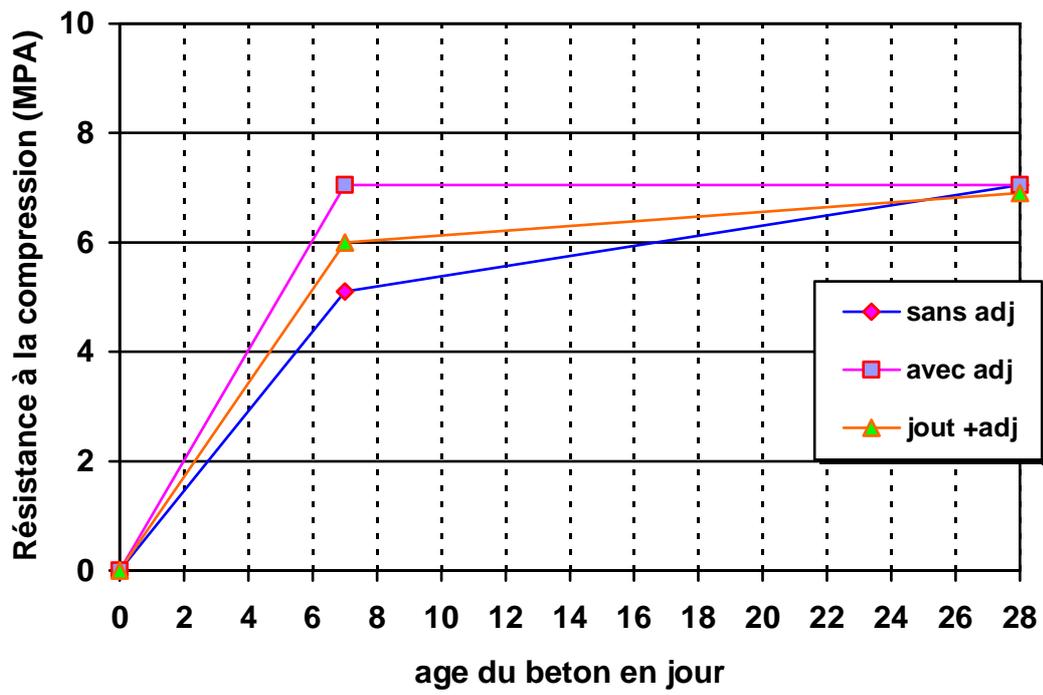


Figure 5-38 : Effet de l'ajout de filler et de super plastifiant sur la résistance des bétons à base d'agrégats d'El Hadjeb.

Tableau 4-21: Influence de l'ajout de filler et de super plastifiant sur la résistance des bétons a la flexion à base d'agrégats d Ain Touta.

| HTS Dosages | 8% filler 0.25 % adj | R _C 7 jour MPA | R _C 28 jour MPA |
|-----------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 350 kg/m ³ | Sans adj | 6 | 6 |
| | avec adj | 6.4 | 6.9 |
| | Ajout+adj | 5.1 | 5.8 |

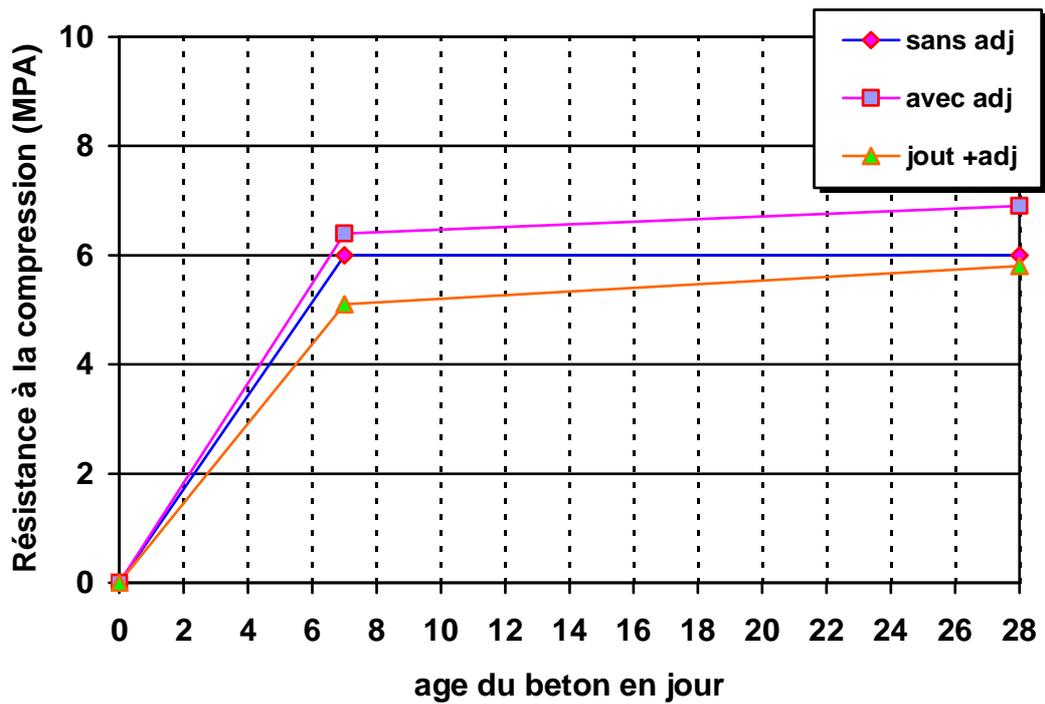


Figure 5-39 : Effet de l'ajout de filler et de super plastifiant sur la résistance des bétons à base d'agrégats d Ain Touta.

Tableau 5-22: Influence de l'ajout de filler et de super plastifiant sur la résistance des bétons a la flexion à base d'agrégats de ziani.

| HTS Dosages | 8% filler 0.25 % adj | R _C 7 jour MPA | R _C 28 jour MPA |
|-----------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 350 kg/m ³ | Sans adj | 5.1 | 6.9 |
| | avec adj | 5.4 | 7.5 |
| | Ajout+adj | 3.6 | 6.45 |

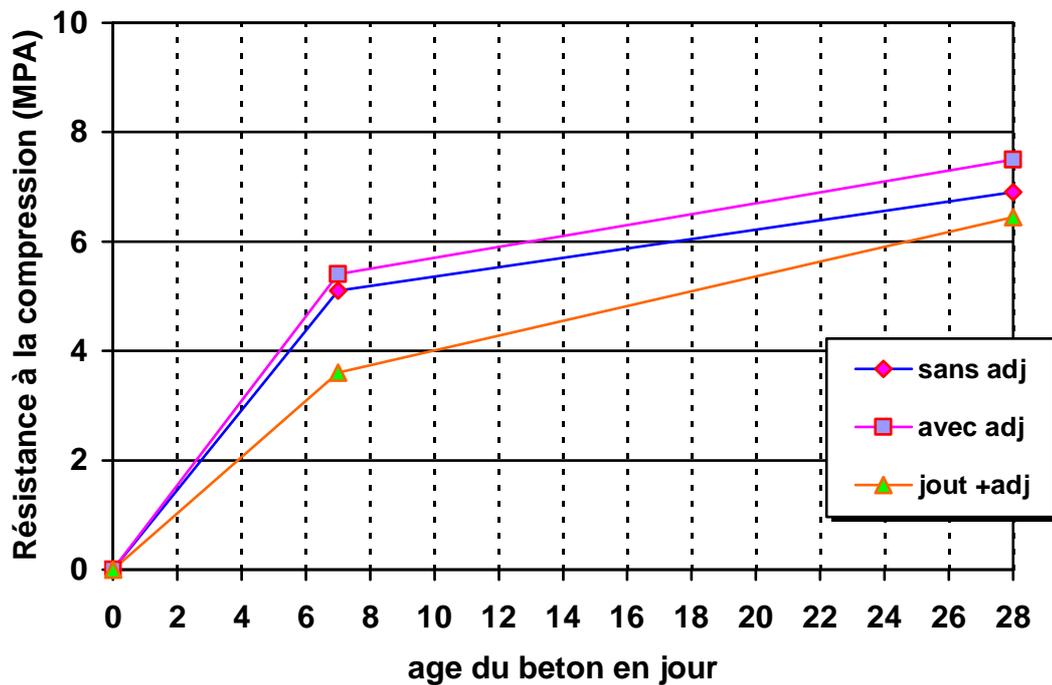


Figure 5-40 : Effet de l'ajout de filler et de super plastifiant sur la résistance des bétons à base d'agrégats de ziani .

5.8- RESISTANCE A LA TRACTION

Afin de déterminer la résistance en traction du matériau, l'essai Brésilien (ASTM C 496) a été utilisé. Il consiste à appliquer une charge sur un cylindre de béton couché de manière à le diviser en deux prismes semi-circulaires (voir photo 5.2). La figure 5-41 montre la répartition des contraintes dans la section de béton de même que l'équation servant à déterminer la résistance en traction du matériau.

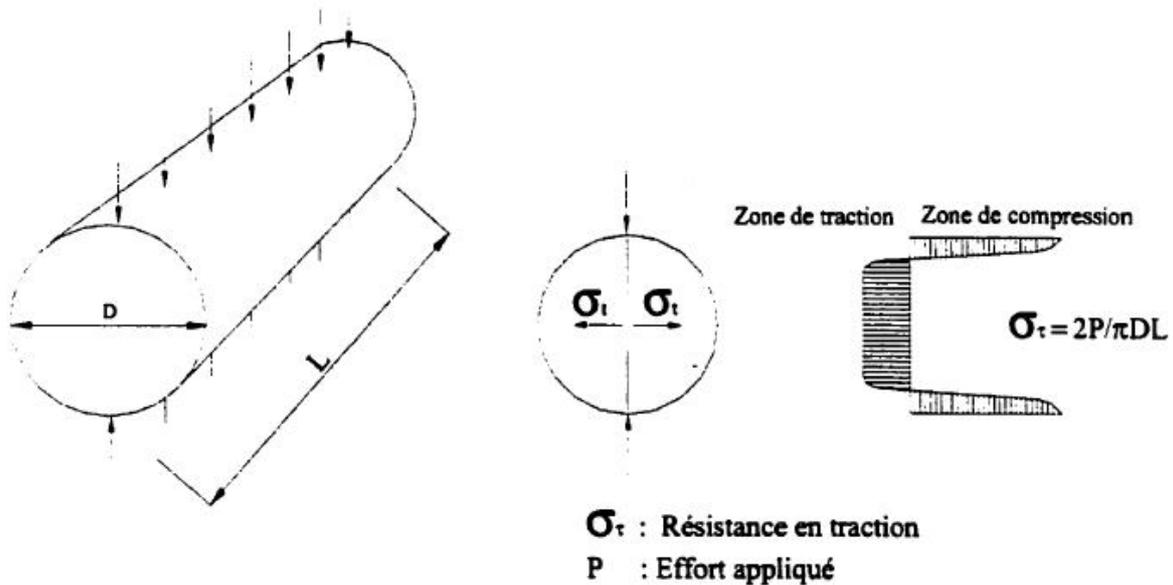


Figure 5-41 Distribution des contraintes lors de l'essai Brésilien.

Lors de l'essai, le même taux de charge que celui utilisé lors de l'essai de compression est appliqué. Pour ce qui est de la cure des échantillons, la même procédure que celle mentionné pour les résistances à la compression est utilisée.



Photo 5-2 : rupture des éprouvettes « l'essai brésilien ».

Les résultats de l'essai effectué sur des bétons à base des agrégats de ziani ,d'Ain Touta et d'El Hadjeb respectivement avec le dosage de 350kg/m^3 . sont présentés dans les tableaux 5-23 5-24 5-25 et qui ont bien démontré l'influence de type des granulats sur les propriétés mécaniques.

Tableau 5-23: Influence de l'ajout de filler et de super plastifiant sur la résistance des bétons a la traction à base d'agrégats d El Hadjeb.

| HTS Dosages | 8% filler 0.25 % adj | R _C 28 jour MPA |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 350 kg/m ³ | Sans adj | 3.02 |
| | avec adj | 3.23 |
| | Ajout+adj | 2.61 |

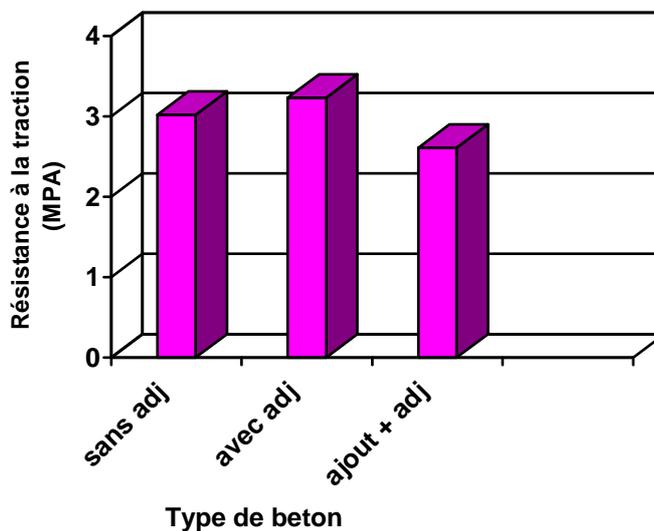


Figure 5-42 : Résistance à la traction (Essai Brésilien) des bétons à base des agrégats d El Hadjeb.

Tableau 5-24: Influence de l'ajout de filler et de super plastifiant sur la résistance des bétons à la traction à base d'agrégats d Ain Touta.

| HTS Dosages | 8% filler 0.25 % adj | R _C 28 jour MPA |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 350 kg/m ³ | Sans adj | 3.61 |
| | avec adj | 3.98 |
| | Ajout+adj | 3.61 |

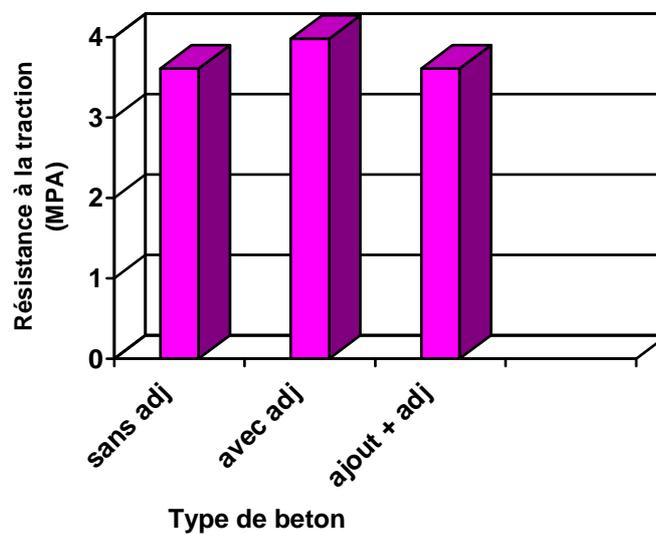


Figure 5-43 : Résistance à la traction (Essai Brésilien) des bétons à base des agrégats d Ain Touta

Tableau 5-25: Influence de l'ajout de filler et de super plastifiant sur la résistance des bétons a la traction à base d'agrégats de ziani .

| HTS Dosages | 8% filler 0.25 % adj | R _C 28 jour MPA |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 350 kg/m ³ | Sans adj | 3.61 |
| | avec adj | 4.22 |
| | Ajout+adj | 3.11 |

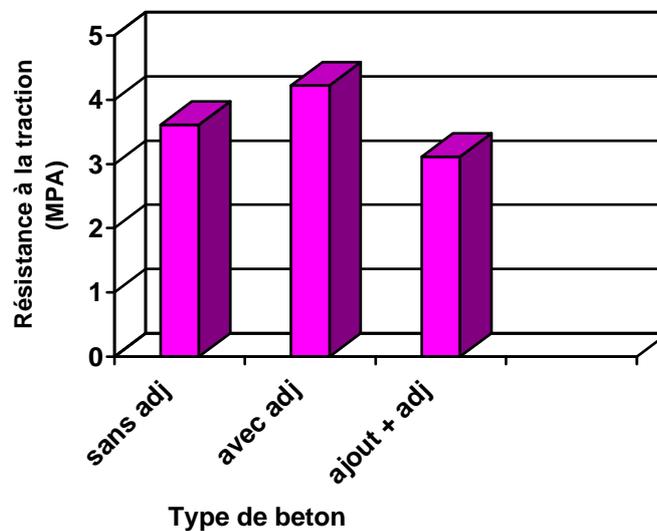


Figure 5-44 : Résistance à la traction (Essai Brésilien) des bétons à base des agrégats de ziani.

Pour la résistance à la traction par fondage et à la flexion , on constate des figures (5-38), (5-39), (5-40) ,(5-42) ,(5-43) et(5-44) respectivement qu'avec un dosage de béton de 350kg/m³ ,il y a une légère augmentation de la résistance que se soit à la traction ou à la flexion avec un ajout de super plastifiant . Et une légère diminution de la résistance avec l'ajout de filler + super plastifiant et cela est due à l'ajout de filler qui a un effet néfaste.

La meilleur résistance est celle du béton à base da gravier de ziani par rapport au gravier d'Ain Touta et d'El Hadjeb.

5.9- CONCLUSION :

Le programme expérimental réalisé dans le cadre de ce projet a pour but de formuler et d'étudier un béton a base des granulats de la région de Biskra. La formulation du béton avec deux méthodes et deux affaissements fermes et plastiques avec cinq dosages de ciment. Nous avons étudié l'effet des granulats sur les caractéristiques mécaniques et hygrométriques du béton.

Les résultats de ce programme nous ont permis de dégager les principales conclusions suivantes :

- On a des difficultés d'ouvrabilités du béton avec un affaissement ferme, mais muni de forte résistance à la compression par rapport au béton plastique.
- Parmi les dosages des bétons étudiés, on constate que le dosage de 350 kg/m³ donne les meilleures résistances à la compression avec un rapport E/C et G/S optimale pour les deux méthodes utilisées.
- * Par la notion du besoin en eau, paramètre spécifique pour chaque granulat, nous avons pu caractériser chaque type de granulat et par la suite son influence sur les propriétés du mélange en béton.
- Lors de la formulation des bétons on remarque que la méthode de Skramtaev et plus facile et plus rapide que celle de Dreux Gorisse .

- La méthode de Dreux Gorisse , pour assurer la même résistance du béton , exige beaucoup plus de liant que la méthode de Skramtaev , on pourrait dire que cette méthode assure surtout l'ouvrabilité désirée.
- * Le paramètre besoin en eau E pour la composition du mélange du béton prenant en considération ce paramètre exige de correction du dosage en eau , pour les méthodes Skremtaev et de Dreux qui nécessite des corrections.
- Les super plastifiants contribuent à l'amélioration de la maniabilité et de la résistance des bétons pour les trois granulats étudiés.
- Le contrôle de la maniabilité des bétons d'un super plastifiant est difficile, d'où l'utilisation d'un retardateur de prise est nécessaire.
- L'effet filler de la poudre de carrelage a contribué à l'amélioration de la maniabilité et de résistances mécaniques à la compression, alors qu'il y a une diminution de la résistance à la traction et à la flexion avec l'ajout d'un (super plastifiant + filler).
- L'addition de la poudre de carrelage a donné un effet bénéfique à un dosage de 8% du poids de ciment.
- Lors de cette étude on peut conclure que les granulats de ziani viennent au premier lieu du point de vue résistance mécanique, puis viennent au deuxième lieu les granulats d'AinTouta et enfin ceux d'EL hadjeb.