

III . Introduction :

Ce chapitre est consacré aux résultats expérimentaux des différents essais effectués sur des échantillons de béton à base de ciment à différents pourcentage de gypse(1%, 2% , 3% 4% , 5% , 6% , 7% , 8% , 9% , 10%) dans le ciment confectionnés à différents dosage en eau (8,5% ; 10% ; 11,5%) et conservés dans deux milieux à l'air libre et à l'étuve.

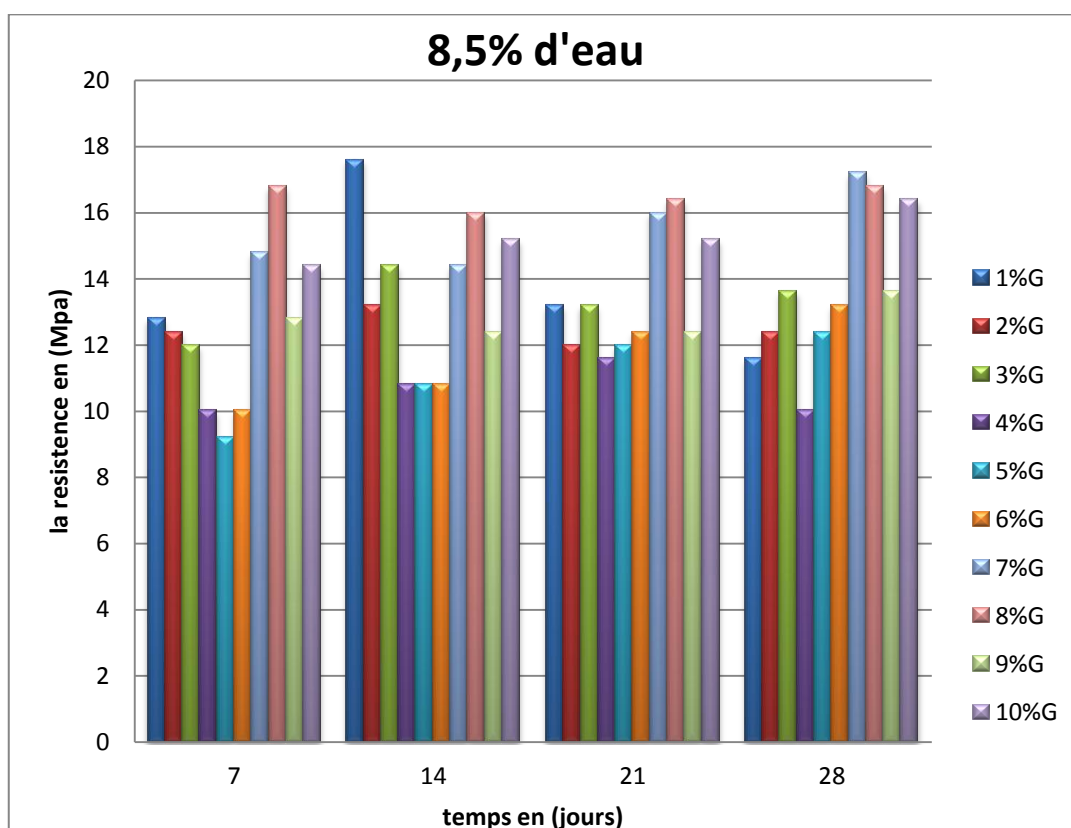
III.1.Présentation des résultats :**III.1.1.Effet de la variation du dosage en gypse et du dosage en eau :****III.1.1.1. Variation du dosage en gypse avec un dosage fixe en eau :**

Les résultats expérimentaux obtenus dans les tableaux et les figures ci- dessous présentent l'effet de la variation du pourcentage de gypse et du dosage de l'eau sur la résistance à la compression du béton.

III.1.1.1.1 Le gypse variable 8,5% d'eau :

A l'air libre					
% d'eau	% de gypse	7j	14j	21j	28j
8,5%	1%	12,8	17,6	13,2	11,6
	2%	12,4	13,2	12	12,4
	3%	12	14,4	13,2	13,6
	4%	10	10,8	11,6	10
	5%	9,2	10,8	12	12,4
	6%	10	10,8	12,4	13,2
	7%	14,8	14,4	16	17,2
	8%	16,8	16	16,4	16,8
	9%	12,8	12,4	12,4	13,6
	10%	14,4	15,2	15,2	16,4

Tableau III.1. Les résistances mécaniques en (Mpa) des bétons du 8.5% d'eau à différents pourcentage de gypse.



FigureIII.1. Evolution de la résistance à la compression des différents bétons à 8,5% d'eau confectionnés à différent pourcentage de gypse.

III.1.1.1.2 Le gypse variable 10% d'eau :

A l'air libre					
% d'eau	% de gypse	7j	14j	21j	28j
10,0%	1%	9,6	15,6	14	10
	2%	11,2	12	11,6	10,8
	3%	14	17,2	15,6	14,8
	4%	12	13,2	11,6	8,8
	5%	10,8	10,4	10,4	10
	6%	14	11,2	12	12,8
	7%	15,2	15,6	15,6	16
	8%	11,6	11,2	12	12,8
	9%	11,6	11,2	12,8	13,2
	10%	13,6	15,6	15,6	16

Tableau III.2. Les résistances mécaniques en (Mpa) des bétons du 10% d'eau à différents pourcentage de gypse.

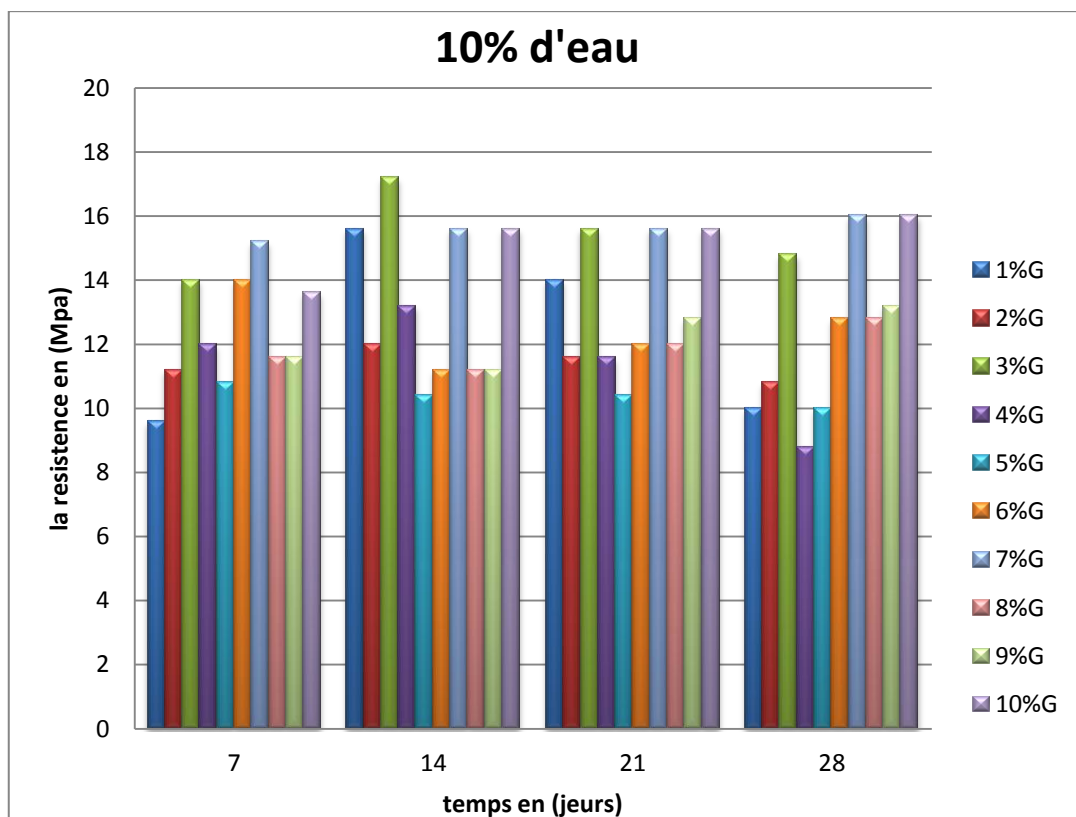


Figure III.2. Evolution de la résistance à la compression des différents bétons à 10% d'eau confectionnés à différent pourcentage de gypse.

III.1.1.1.3 Le gypse variable 11.5% d'eau :

A l'air libre					
% d'eau	% de gypse	7j	14j	21j	28j
11,5%	1%	9,2	10,8	10,8	10,4
	2%	10	12,4	11,2	10,4
	3%	11,2	13,2	12,4	12
	4%	10,4	10,8	9,2	8,4
	5%	10	12,8	12	11,2
	6%	11,6	9,6	10	10,4
	7%	12	10,4	10,8	11,2
	8%	12	11,6	11,6	12
	9%	11,2	10	12,4	12,8
	10%	12,8	14,8	15,2	15,6

Tableau III.3. Les résistances mécaniques en (Mpa) des bétons du 10% d'eau à différents pourcentage de gypse.

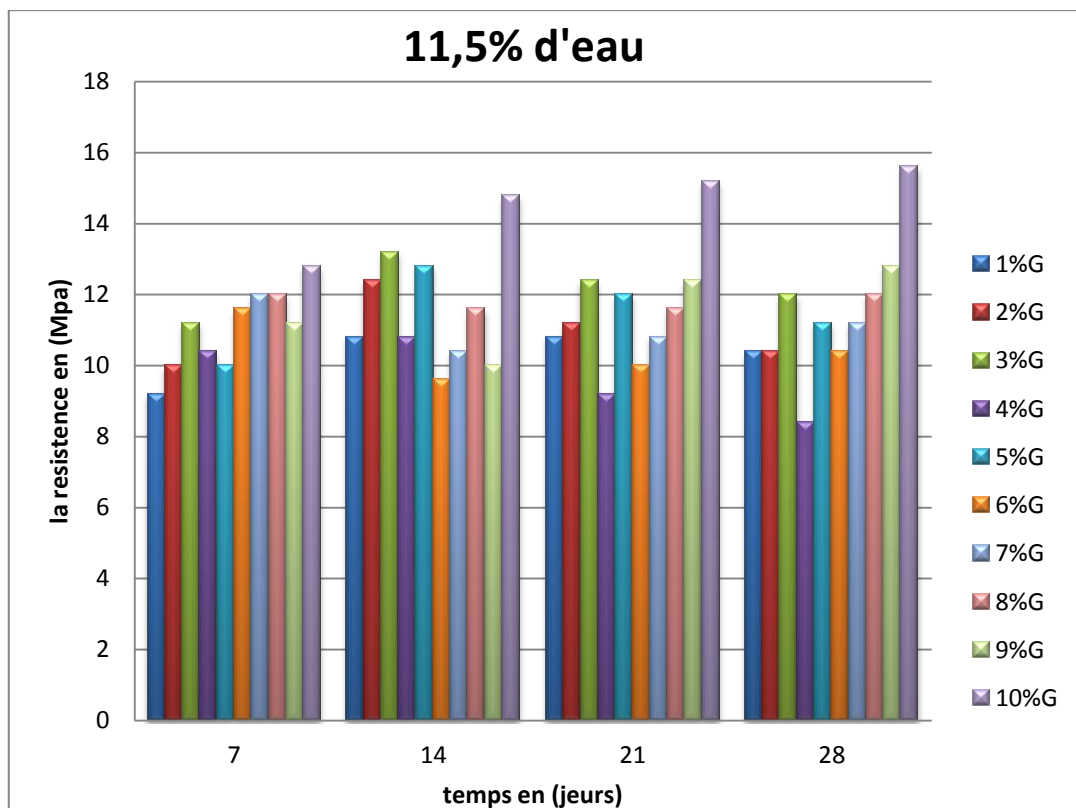


Figure III.3. Evolution de la résistance à la compression des différents bétons à 11,5% d'eau confectionnés à différent pourcentage de gypse.

Commentaire :

D'après les résultats des tableaux et des figures ci-dessus on résulte :

L'incorporation du gypse à des différents dosages en gardant la même quantité d'eau provoque une chute de résistance à long terme cela s'explique par la formation d'étringite qui fait retarder l'évolution de la résistance (la prise) une résistance maximale est constatée pour dosages faibles en gypse.

Les résistances à la compression ont chuté en augmentant la quantité d'eau cela s'explique par la formation d'étringite qui fait retarder l'évolution de la résistance (la prise) et une sur dose en eau.

III.1.1.2. Variation du dosage en eau avec un dosage fixe en gypse :**III.1.1.2.1 L'eau variable de 1% de gypse:**

% de gypse	% d'eau	7j	14j	21j	28j
1%	8,5%	12,8	17,6	13,2	11,6
	10,0%	9,6	15,6	14	10
	11,5%	9,2	10,8	10,8	10,4

Tableau III.4. Les résistances mécaniques en (Mpa) des bétons du 1% de gypse à différents pourcentage d'eau.

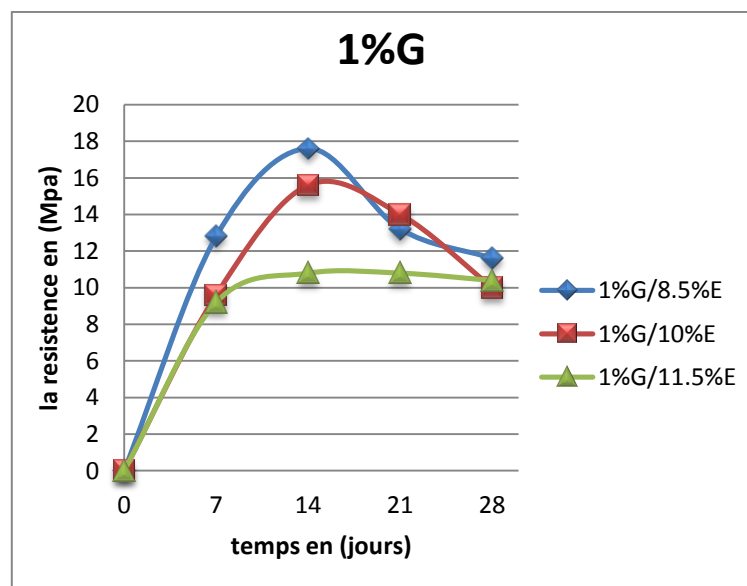


Figure III.4. Evolution de la résistance à la compression des différents dosages en eau (1% de gypse).

III.1.1.2.2 L'eau variable de 2% de gypse:

% de gypse	% d'eau	7j	14j	21j	28j
2%	8,5%	12,4	13,2	12	12,4
	10,0%	11,2	12	11,6	10,8
	11,5%	10	12,4	11,2	10,4

Tableau III.5. Les résistances mécaniques en (Mpa) des bétons du 2% de gypse à différents pourcentage d'eau.

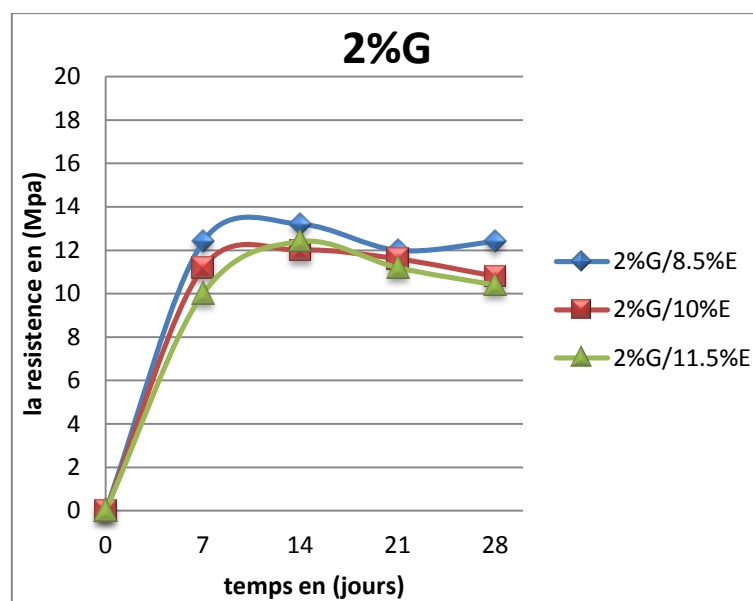


Figure III.5. Evolution de la résistance à la compression des différents dosages en eau (2% de gypse).

III.1.1.2.3 L'eau variable de 3% de gypse:

% de gypse	% d'eau	7j	14j	21j	28j
3%	8,5%	12	14,4	13,2	13,6
	10,0%	14	17,2	15,6	14,8
	11,5%	11,2	13,2	12,4	12

Tableau III.6. Les résistances mécaniques en (Mpa) des bétons du 3% de gypse à différents pourcentage d'eau.

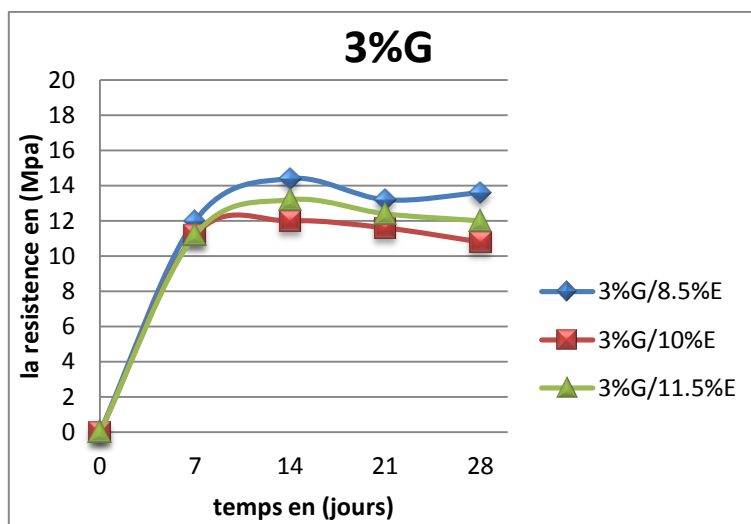


Figure III.6. Evolution de la résistance à la compression des différents dosages en eau (3% de gypse).

III.1.1.2.4 L'eau variable de 4% de gypse:

% de gypse	% d'eau	7j	14j	21j	28j
4%	8,5%	10	10,8	11,6	10
	10,0%	12	13,2	11,6	8,8
	11,5%	10,4	10,8	9,2	8,4

Tableau III.7. Les résistances mécaniques en (Mpa) des bétons du 4% de gypse à différents pourcentage d'eau.

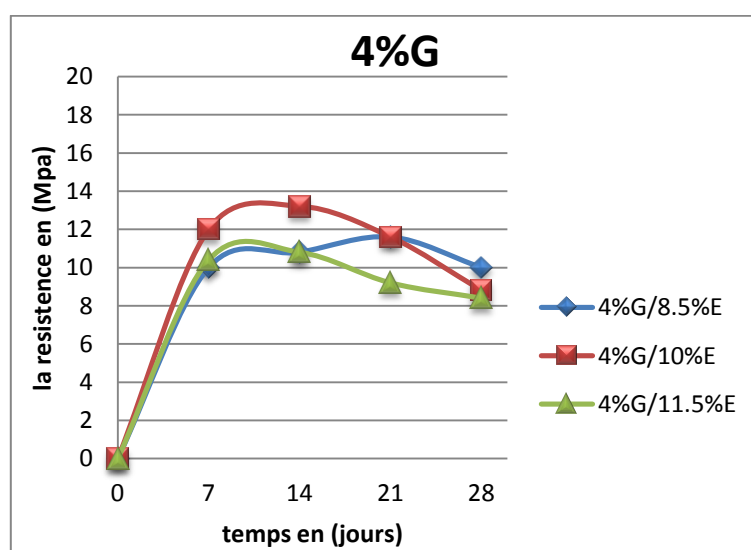


Figure III.7. Evolution de la résistance à la compression des différents dosages en eau (4% de gypse).

III.1.1.2.5 L'eau variable de 5% de gypse:

% de gypse	% d'eau	7j	14j	21j	28j
5%	8,5%	9,2	10,8	12	12,4
	10,0%	10,8	10,4	10,4	10
	11,5%	10	12,8	12	11,2

Tableau III.8. Les résistances mécaniques en (Mpa) des bétons du 5% de gypse à différents pourcentage d'eau.

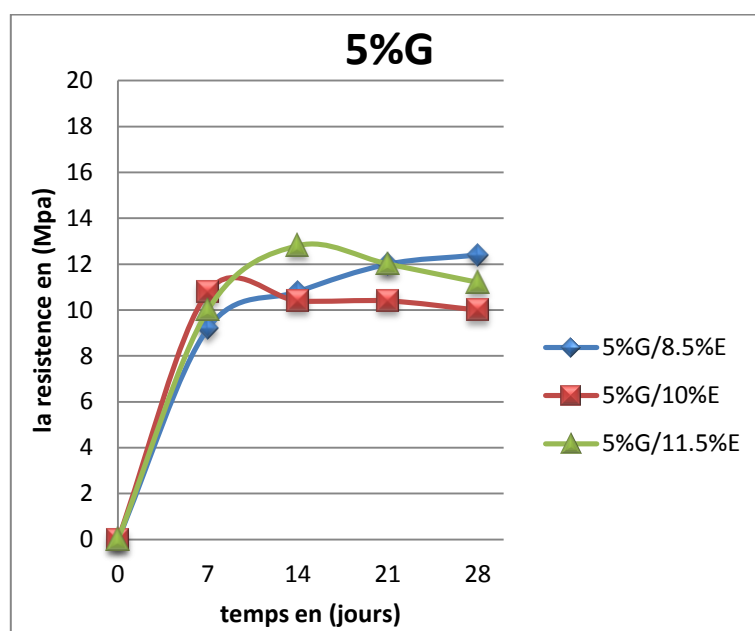


Figure III.8. Evolution de la résistance à la compression des différents dosages en eau (5% de gypse).

III.1.1.2.6 L'eau variable de 6% de gypse:

% de gypse	% d'eau	7j	14j	21j	28j
6%	8,5%	10	10,8	12,4	13,2
	10,0%	14	11,2	12	12,8
	11,5%	11,6	9,6	10	10,4

Tableau III.9. Les résistances mécaniques en (Mpa) des bétons du 6% de gypse à différents pourcentage d'eau.

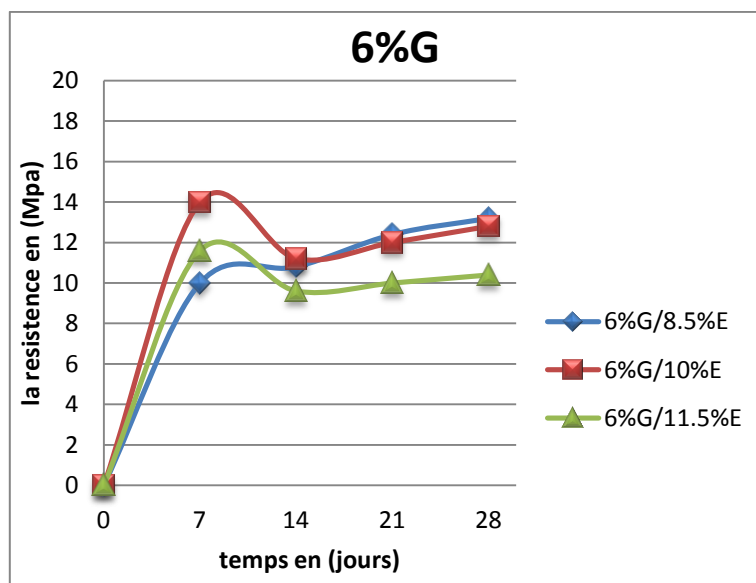


Figure III.9. Evolution de la résistance à la compression des différents dosages en eau (6% de gypse).

III.1.1.2.7 L'eau variable de 7% de gypse:

% de gypse	% d'eau	7j	14j	21j	28j
7%	8,5%	14,8	14,4	16	17,2
	10,0%	15,2	15,6	15,6	16
	11,5%	12	10,4	10,8	11,2

Tableau III.10. Les résistances mécaniques en (Mpa) des bétons du 7% de gypse à différents pourcentage d'eau.

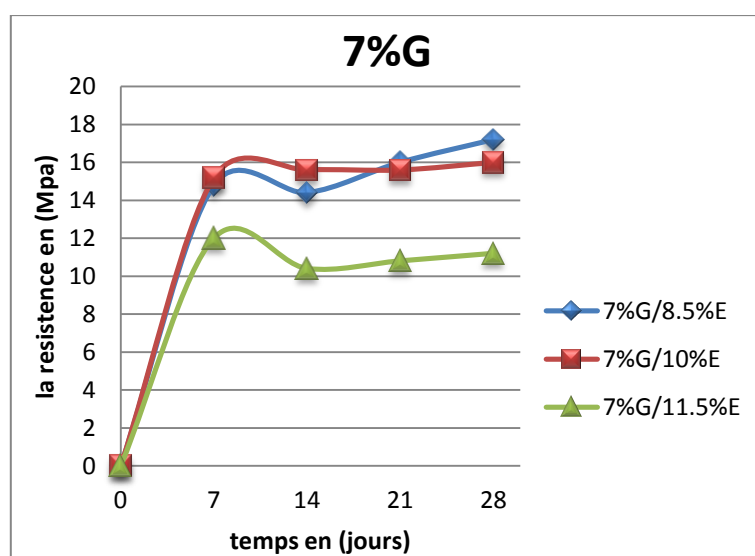


Figure III.10. Evolution de la résistance à la compression des différents dosages en eau (7% de gypse).

III.1.1.2.8 L'eau variable de 8% de gypse:

% de gypse	% d'eau	7j	14j	21j	28j
8%	8,5%	16,8	16	16,4	16,8
	10,0%	11,6	11,2	12	12,8
	11,5%	12	11,6	11,6	12

Tableau III.11. Les résistances mécaniques en (Mpa) des bétons du 8% de gypse à différents pourcentage d'eau.

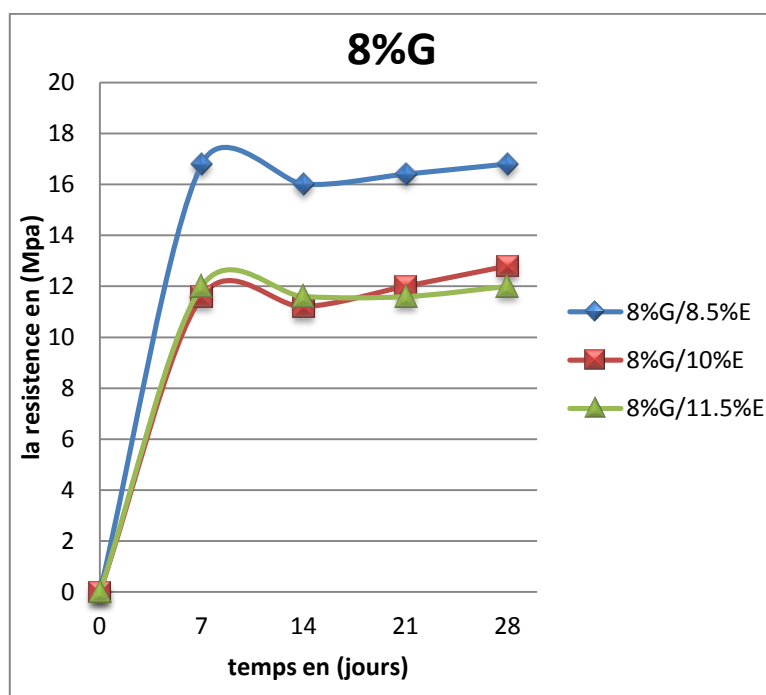


Figure III.11. Evolution de la résistance à la compression des différents dosages en eau (8% de gypse).

III.1.1.2.9 L'eau variable de 9% de gypse:

% de gypse	% d'eau	7j	14j	21j	28j
9%	8,5%	12,8	12,4	12,4	13,6
	10,0%	11,6	11,2	12,8	13,2
	11,5%	11,2	10	12,4	12,8

Tableau III.12. Les résistances mécaniques en (Mpa) des bétons du 9% de gypse à différents pourcentage d'eau.

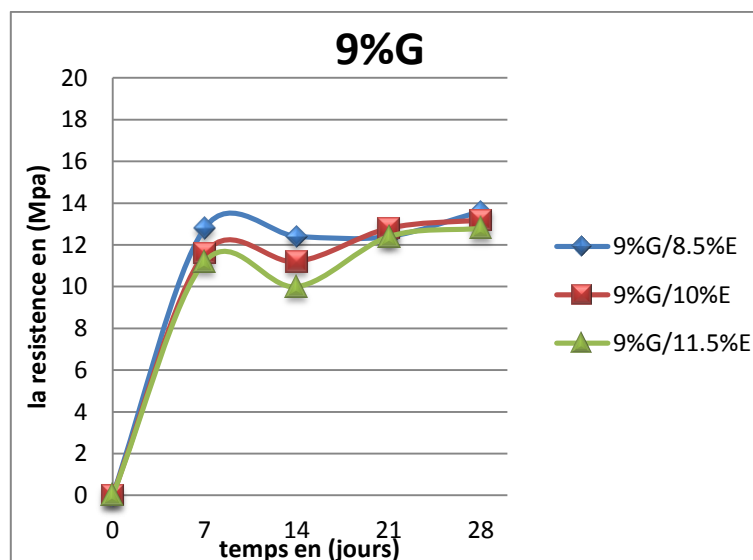


Figure III.12. Evolution de la résistance à la compression des différents dosages en eau (9% de gypse).

III.1.1.2.10 L'eau variable de 10% de gypse:

% de gypse	% d'eau	7j	14j	21j	28j
10%	8,5%	14,4	15,2	15,2	16,4
	10,0%	13,6	15,6	15,6	16
	11,5%	12,8	14,8	15,2	15,6

Tableau III.13. Les résistances mécaniques en (Mpa) des bétons du 10% de gypse à différents pourcentage d'eau.

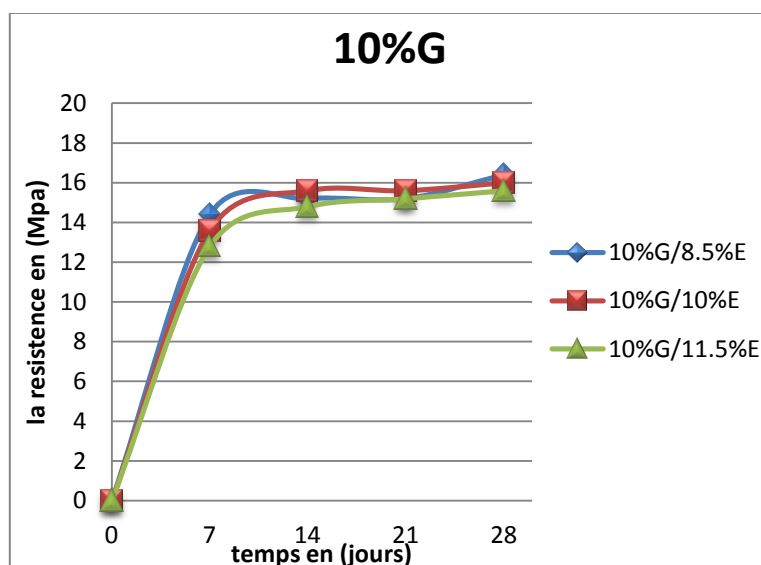


Figure III.13. Evolution de la résistance à la compression des différents dosages en eau (10% de gypse).

Commentaire :

D'après les résultats des tableaux et des figures ci-dessus on résulte :

La variation du pourcentage d'eau affectent de manière significative la résistance.

l'augmentation de la quantité d'eau fait nettement augmenter la résistance cela peut s'expliquer par la le besoin en eau pour l'hydratation.

La variation de la contrainte du compression dépendant à la variation de le rapport E/C

- $E/C < 0,7$: la hydrations de ciment n'est pas complète.
- $E/C > 0,7$: il ya une quantité d'eau qui provoque l'indice de vide a l'intérieur de béton.
- $E/C = 0,7$: la valeur nécessaire de la hydratation total (complet) de ciment.

Comme on l'a vu, l'eau a une **influence directe** sur la résistance initiale du béton à travers le rapport E/C (quantité d'eau/quantité de ciment).

III.1.2.Effet de la température:

Cette étude quantitative systématique a permis de générer de nombreuses données liées à l'influence de la température sur le développement de la résistance des bétons.

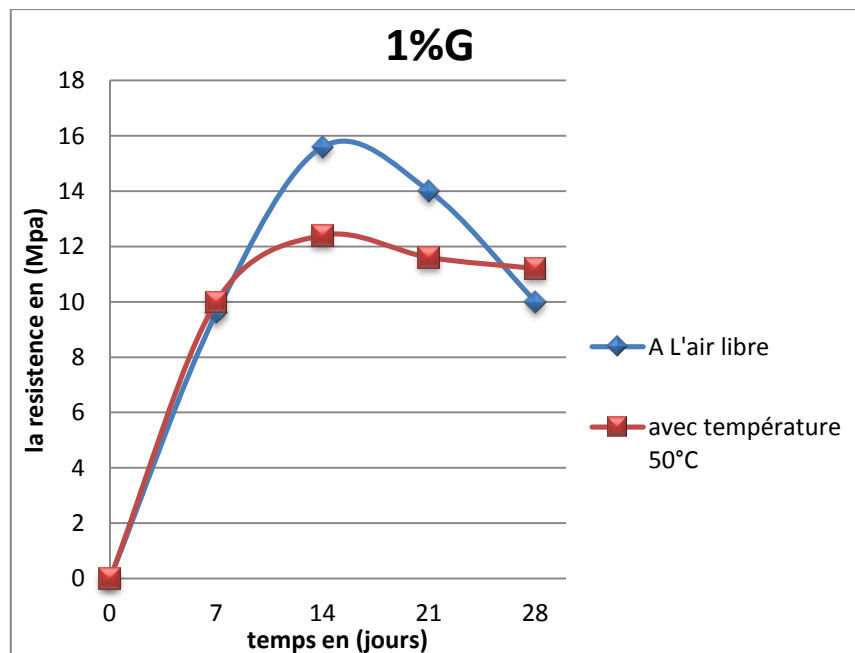
III.1.2.1. Effet de la température sur 1% de gypse:

Figure III.14 : Variation de la résistance en compression du 1% de gypse dans deux milieux à l'air libre et à l'étuve.

III.1.2.2. Effet de la température sur 2% de gypse:

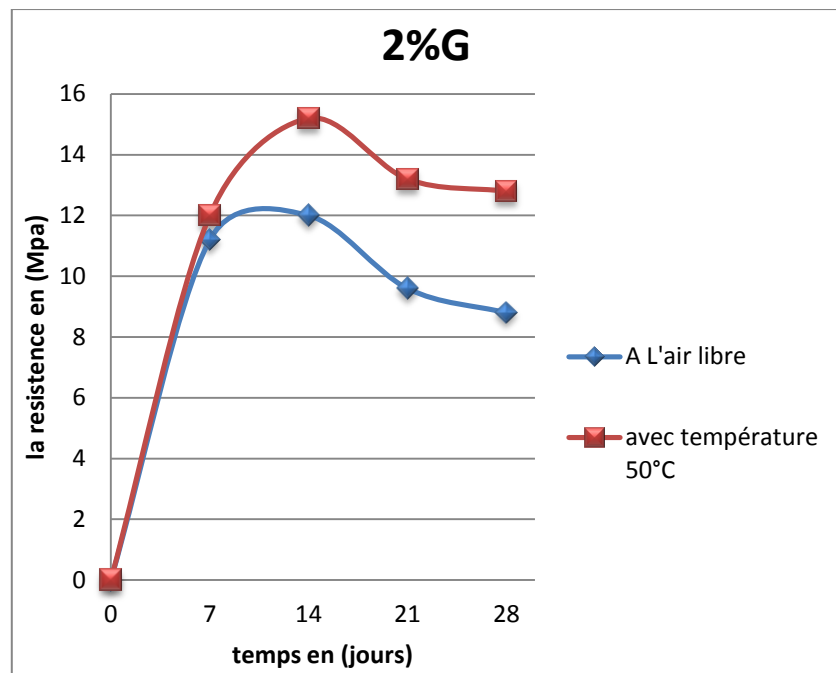


Figure III.15 : Variation de la résistance en compression du 2% de gypse dans deux milieux à l'air libre et à l'étuve.

III.1.2.3. Effet de la température sur 3% de gypse:

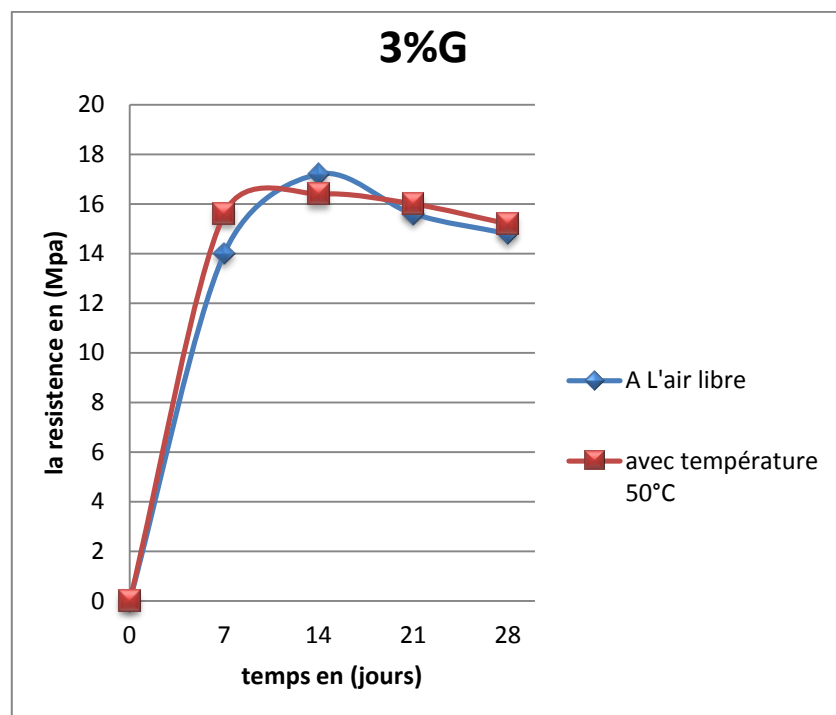


Figure III.16 : Variation de la résistance en compression du 3% de gypse dans deux milieux à l'air libre et à l'étuve.

III.1.2.4. Effet de la température sur 4% de gypse:

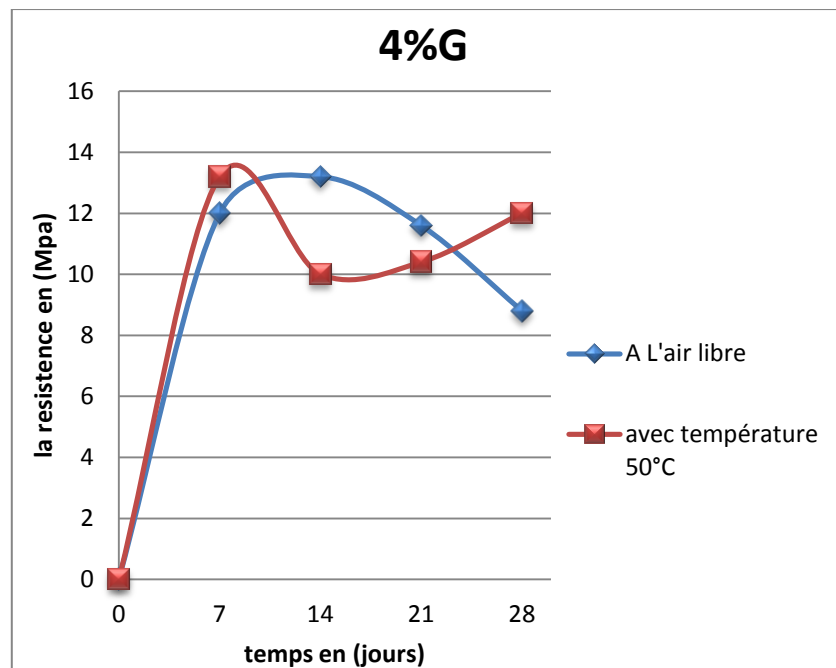


Figure III.17 : Variation de la résistance en compression du 4% de gypse dans deux milieux à l'air libre et à l'étuve.

III.1.2.5. Effet de la température sur 5% de gypse:

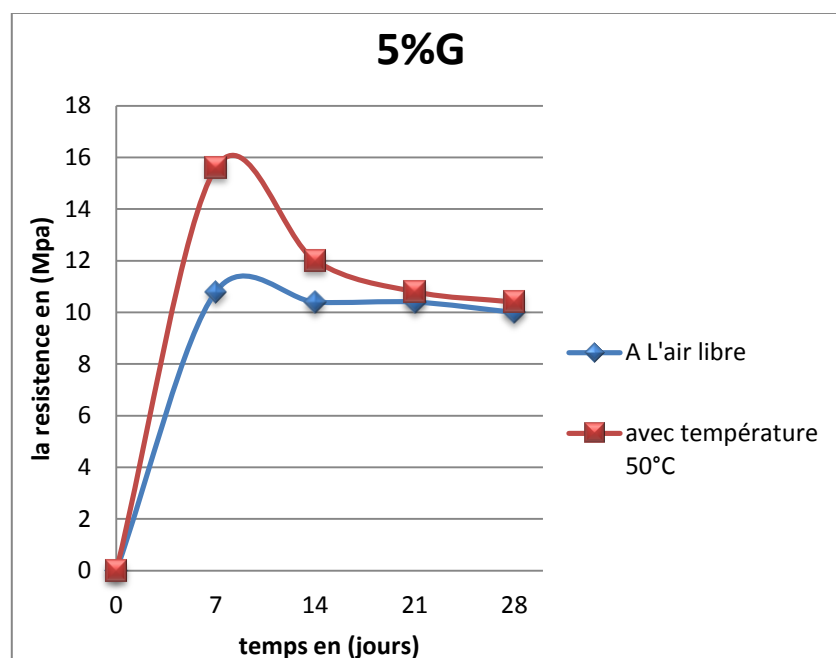


Figure III.18 : Variation de la résistance en compression du 5% de gypse dans deux milieux à l'air libre et à l'étuve.

III.1.2.6. Effet de la température sur 6% de gypse:

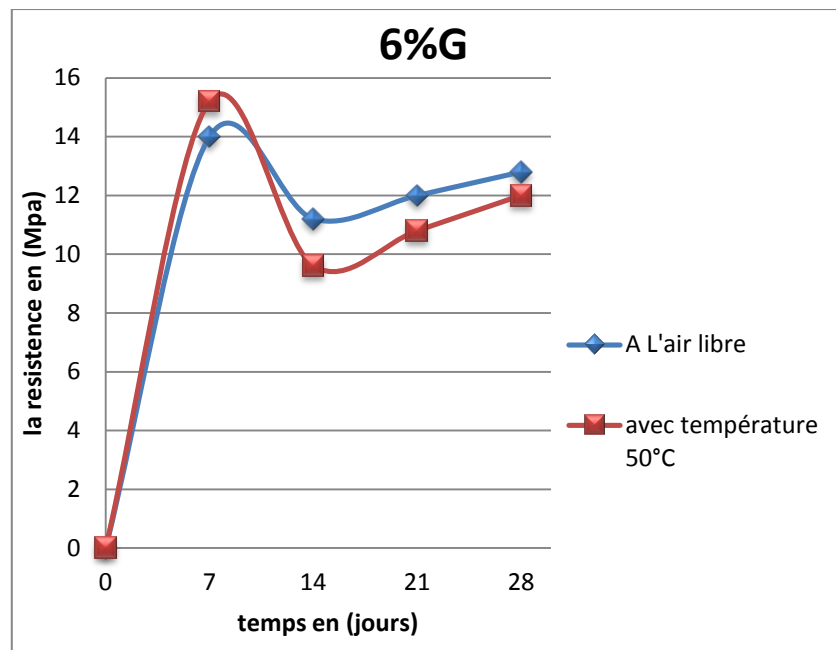


Figure III.19 : Variation de la résistance en compression du 6% de gypse dans deux milieux à l'air libre et à l'étuve.

III.1.2.7. Effet de la température sur 7% de gypse:

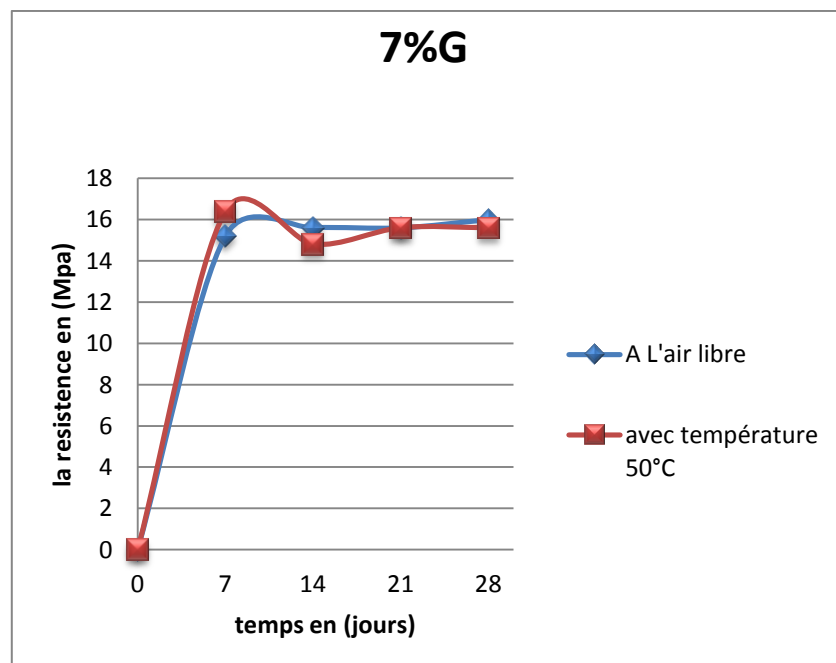


Figure III.20 : Variation de la résistance en compression du 7% de gypse dans deux milieux à l'air libre et à l'étuve.

III.1.2.8. Effet de la température sur 8% de gypse:

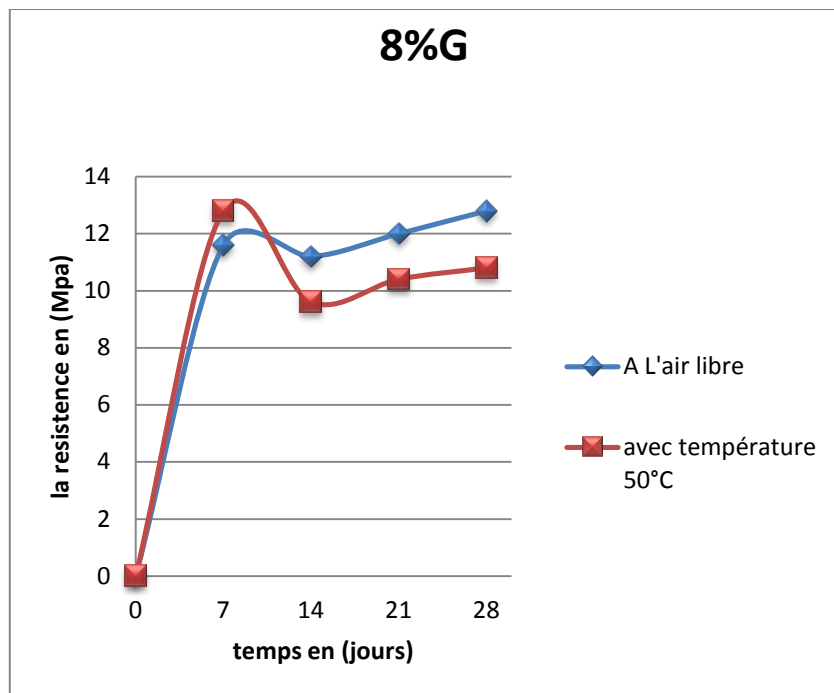


Figure III.21 : Variation de la résistance en compression du 8% de gypse dans deux milieux à l'air libre et à l'étuve.

III.1.2.9. Effet de la température sur 9% de gypse:

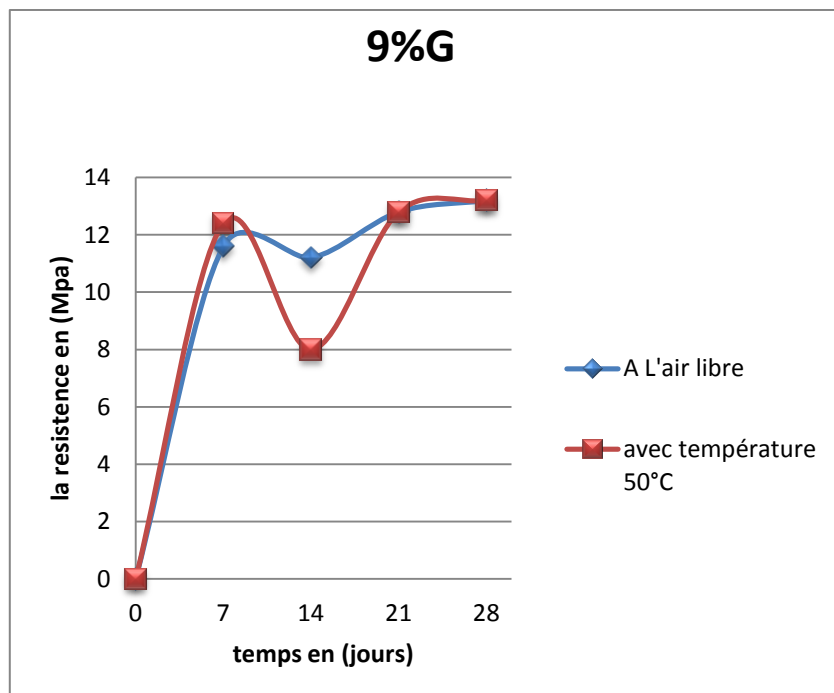


Figure III.22 : Variation de la résistance en compression du 9% de gypse dans deux milieux à l'air libre et à l'étuve.

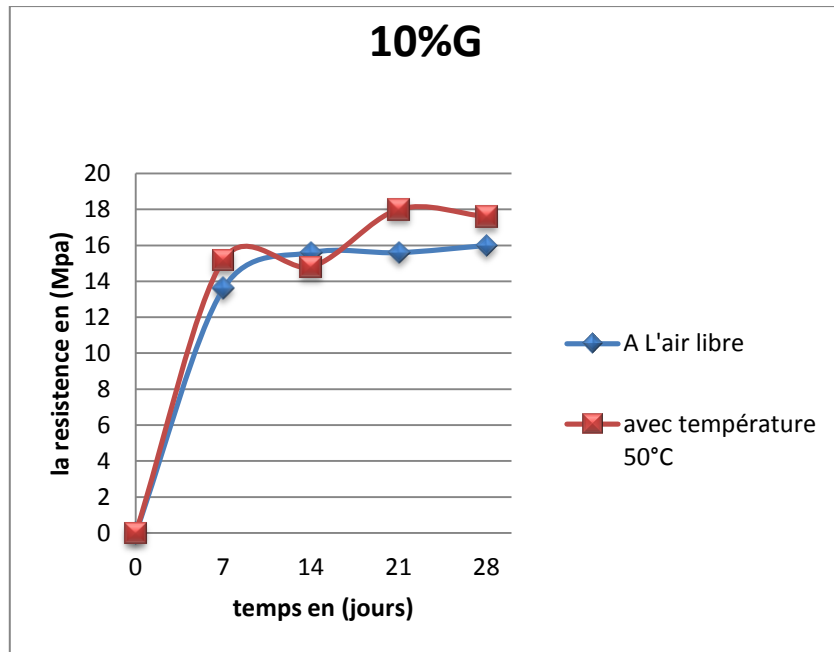
III.1.2.10. Effet de la température sur 10% de gypse:

Figure III.23 : Variation de la résistance en compression du 10% de gypse dans deux milieux à l'air libre et à l'étuve.

Commentaire :

D'après les résultats des tableaux et des figures ci-dessus on résulte :

L'augmentation de la température accélère les réactions chimiques : la prise du béton est plus rapide.

Au vu des résultats obtenus, il semble évident que la température a pour effet d'accélérer significativement l'hydratation du ciment.

Plus la température est élevée, plus la résistance se développe rapidement mais plus vite elle est dégradée.

la consommation plus rapide des grains de ciment génère du C-S-H et de la portlandite en quantités importantes dès les premières heures de la cure, ce qui induit un développement de résistance plus rapide. les sources de sulfates sont épuisées plus rapidement et les phases aluminates. à 50°C et montrent que le développement plus rapide des propriétés mécaniques à haute température doit être associé à une hydratation accélérée.

		avec température 50°C				A L'air libre			
		7j	14j	21j	28j	7j	14j	21j	28j
% de gypse (sur le ciment)	% d'eau (sur la masse)								
1%	8,5%	13,2	16	14	12,8	12,8	17,6	13,2	11,6
	10,0%	10	12,4	11,6	11,2	9,6	15,6	14	10
	11,5%	8,4	14	12,8	8	9,2	10,8	10,8	10,4
2%	8,5%	10,4	15,6	14,4	14	12,4	13,2	12	12,4
	10,0%	12	15,2	13,2	12,8	11,2	12	11,6	10,8
	11,5%	11,2	14	12,4	10,8	10	12,4	11,2	10,4
3%	8,5%	10,8	10,4	10,4	10,4	12	14,4	13,2	13,6
	10,0%	15,6	16,4	16	15,2	14	17,2	15,6	14,8
	11,5%	11,6	10,8	11,2	11,6	11,2	13,2	12,4	12
4%	8,5%	10,4	8,4	10,4	11,2	10	10,8	11,6	10
	10,0%	13,2	10	10,4	12	12	13,2	11,6	8,8
	11,5%	9,6	10,4	12,4	14	10,4	10,8	9,2	8,4
5%	8,5%	8,4	10	10,4	10,8	9,2	10,8	12	12,4
	10,0%	15,6	12	10,8	10,4	10,8	10,4	10,4	10
	11,5%	14,4	10,8	10	10	10	12,8	12	11,2
6%	8,5%	8,4	8,8	8	7,2	10	10,8	12,4	13,2
	10,0%	15,2	9,6	10,8	12	14	11,2	12	12,8
	11,5%	9,6	10,4	10,4	10,4	11,6	9,6	10	10,4
7%	8,5%	16,4	13,2	16	17,2	14,8	14,4	16	17,2
	10,0%	16,4	14,8	15,6	15,6	15,2	15,6	15,6	16
	11,5%	10,4	9,2	10,4	10,8	12	10,4	10,8	11,2
8%	8,5%	16	15,2	16,4	17,2	16,8	16	16,4	16,8
	10,0%	12,8	9,6	10,4	10,8	11,6	11,2	12	12,8
	11,5%	10	8	10	10	12	11,6	11,6	12
9%	8,5%	9,2	8	12,4	12,8	12,8	12,4	12,4	13,6
	10,0%	12,4	8	12,8	13,2	11,6	11,2	12,8	13,2
	11,5%	8,8	12	11,6	12	11,2	10	12,4	12,8
10%	8,5%	11,6	10,4	12,4	12,8	14,4	15,2	15,2	16,4
	10,0%	15,2	14,8	18	17,6	13,6	15,6	15,6	16
	11,5%	9,2	10	12,8	13,2	12,8	14,8	15,2	15,6

Tableau III.14. Tout les résistances mécaniques en (Mpa) des bétons du différents % de gypse à différents pourcentage d'eau dans deux milieux à l'air libre et à l'étuve.

III.1.3. Des histogrammes présentent les résultats de la résistance à la compression à différant âges :

III.1.3.1. Des histogrammes présentent les résultats de la résistance à la compression à 7 jours :

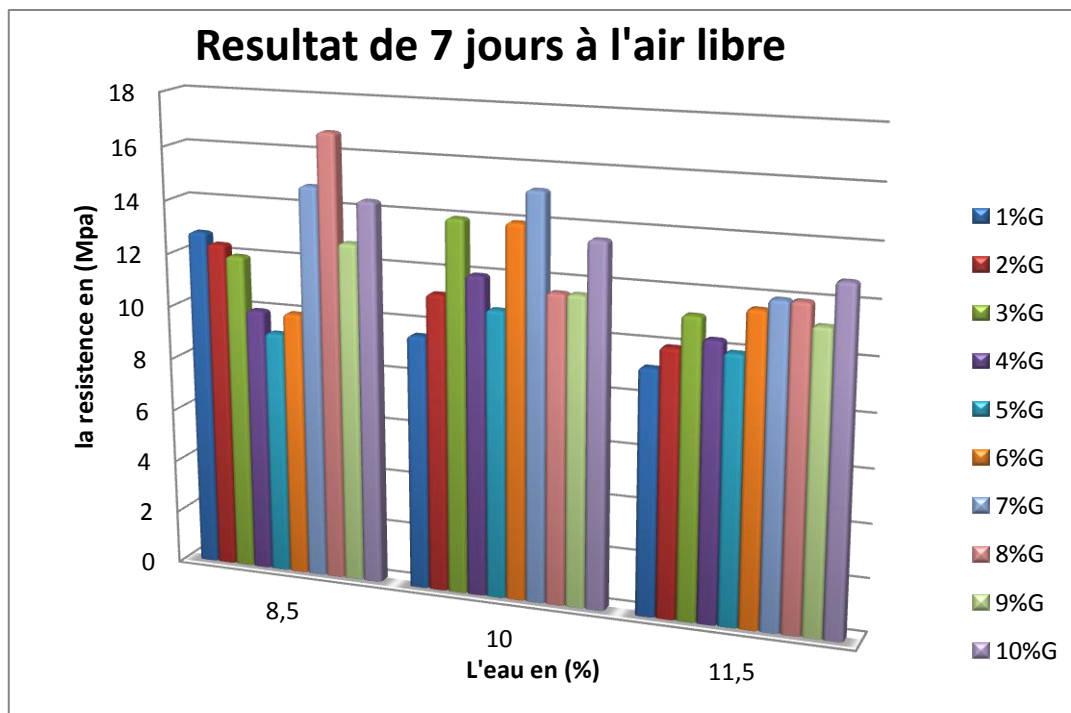


Figure III.24. histogrammes présentent les résultats de résistance à la compression de 7 jours à l'air libre.

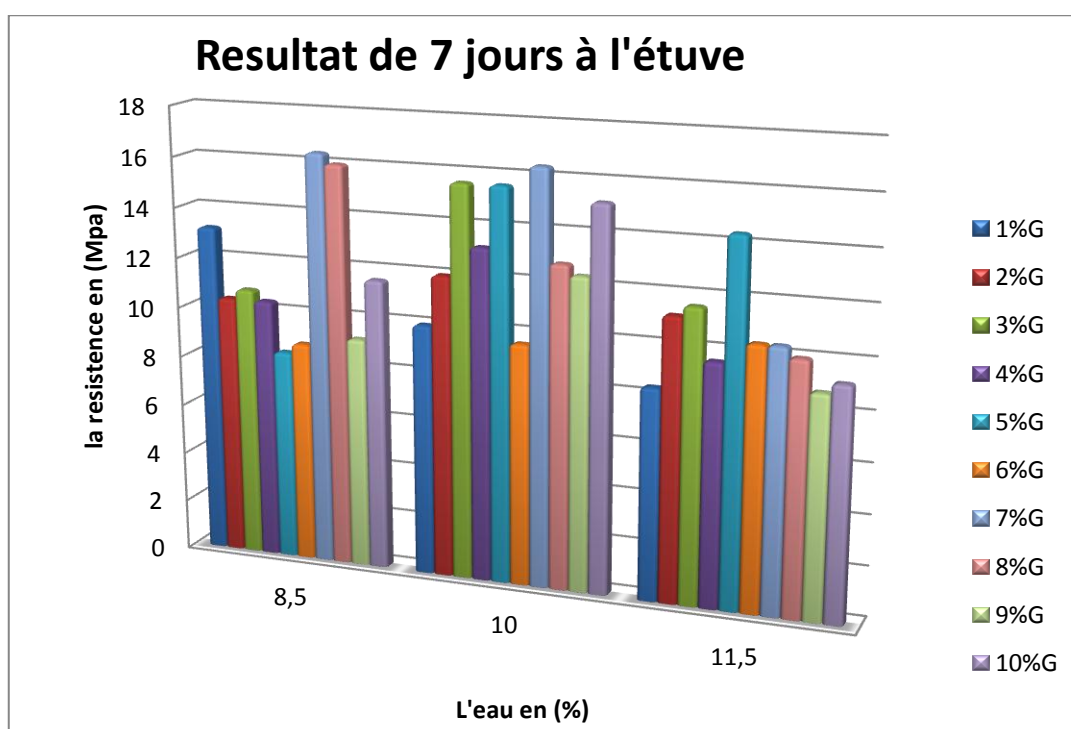


Figure III.25. histogrammes présentent les résultats de résistance à la compression de 7 jours à l'étuve.

III.1.3.2. Des histogrammes présentent les résultats de la résistance à la compression à 14 jours :

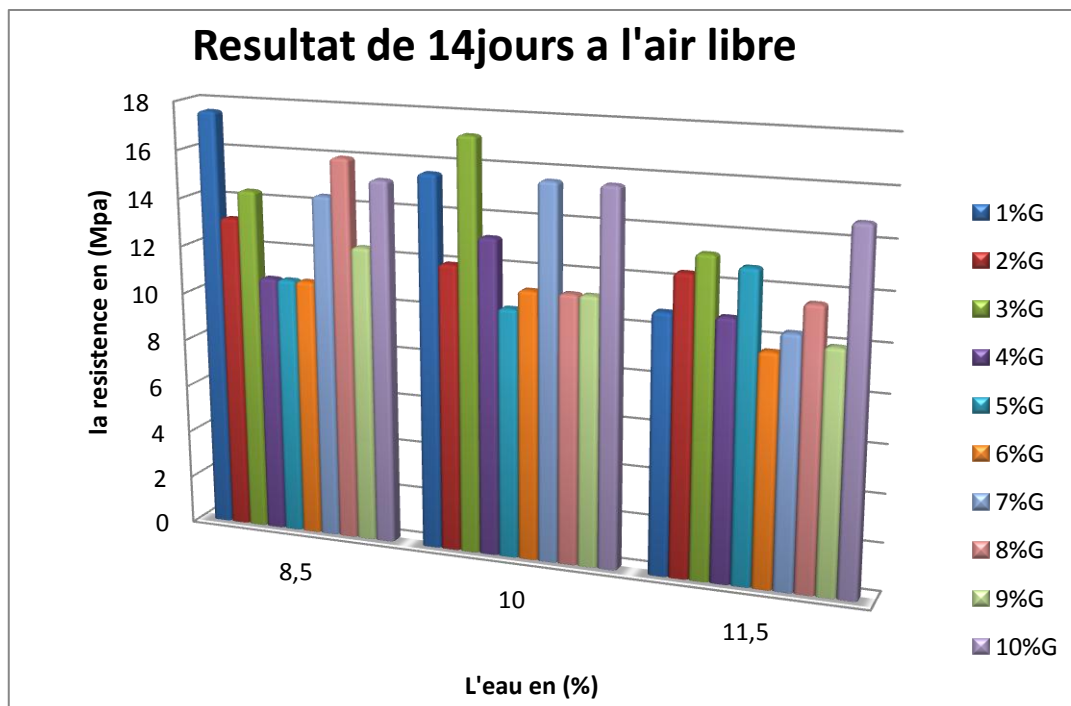


Figure III.26. histogrammes présentent les résultats de résistance à la compression de 14jours à l'air libre.

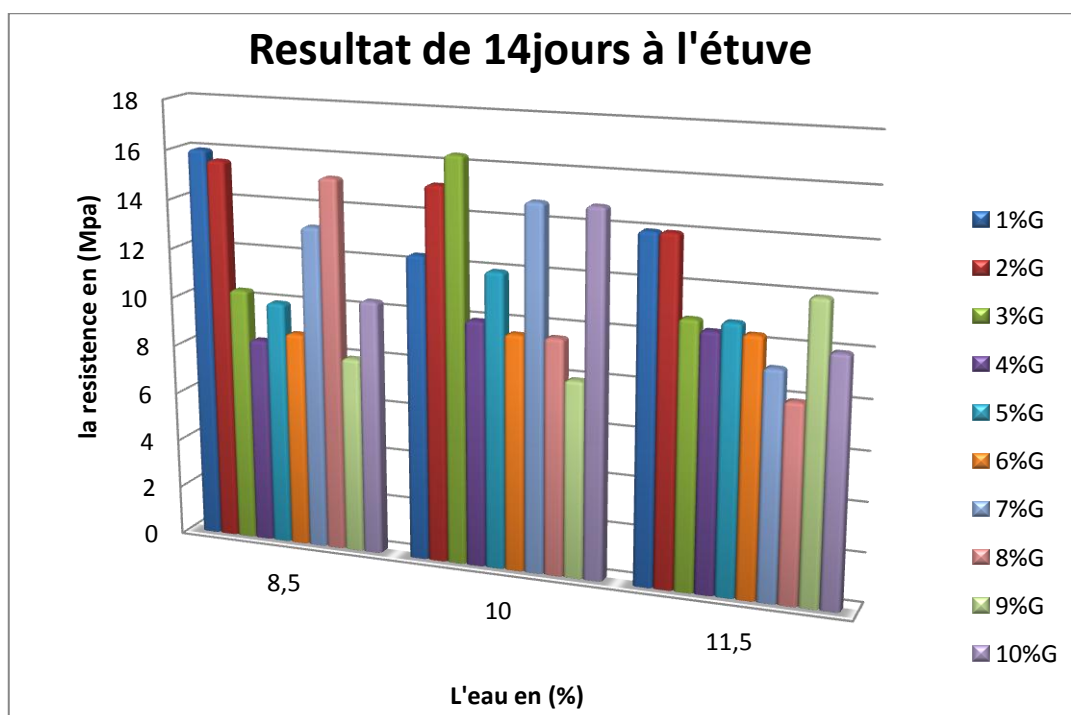


Figure III.27. histogrammes présentent les résultats de résistance à la compression de 14jours à l'étuve.

III.1.3.3. Des histogrammes présentent les résultats de la résistance à la compression à 28 jours :

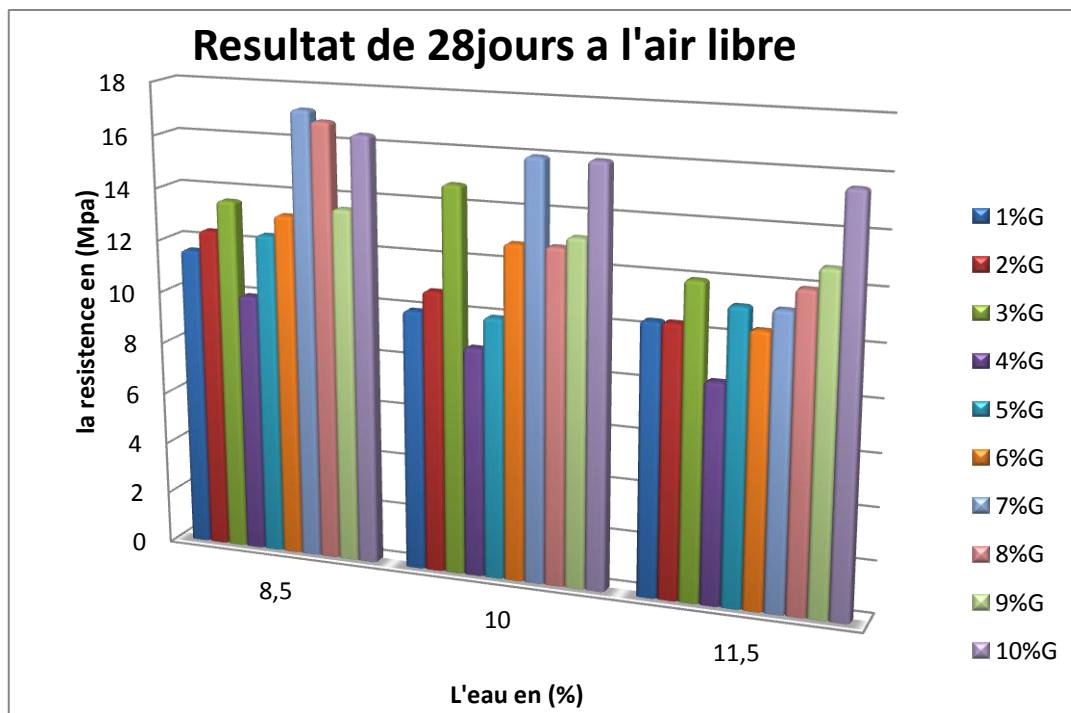


Figure III.28. histogrammes présentent les résultats de résistance à la compression de 28jours à l'air libre.

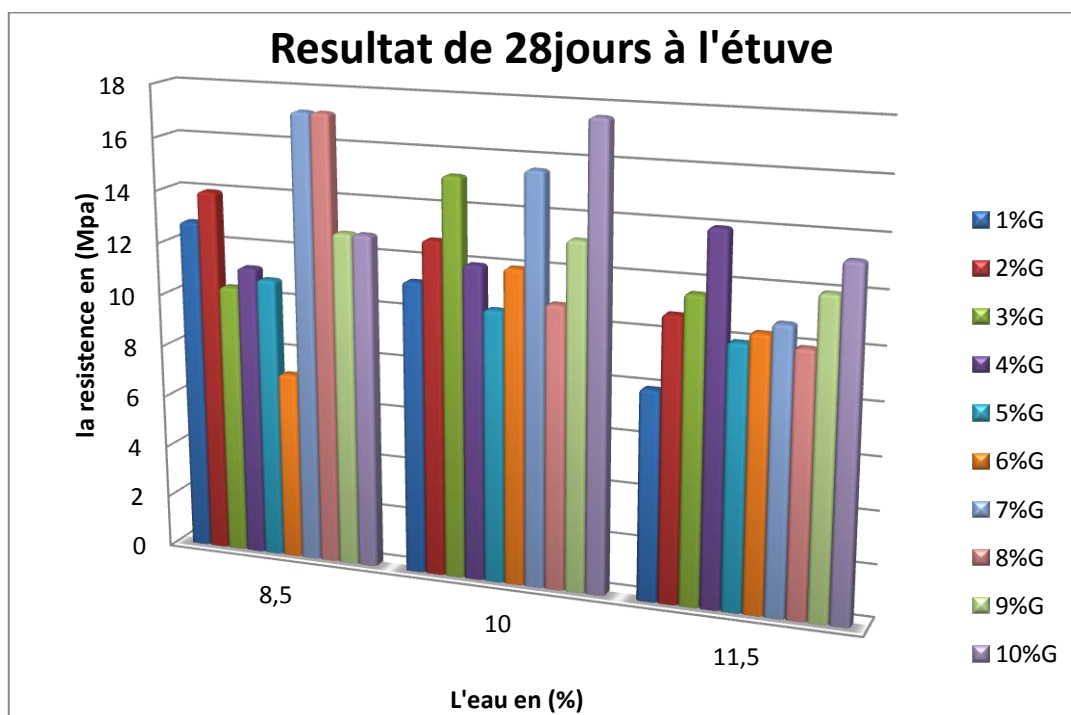


Figure III.29. histogrammes présentent les résultats de résistance à la compression de 28jours à l'étuve.

III.2.Conclusion :

- ❖ Les résultats obtenus montrent que le dosage en gypse dans un ciment ; en tant que régulateur de prise, n'a aucun effet sur les résistances des bétons mais peut perturber l'hydratation normale du ciment.
- ❖ Le ternaire(gypse , eau, température) influe sur la prise du ciment et par conséquent sur la résistance aux jeunes âges.
- ❖ L'addition du sulfate n'a d'effet ni sur la quantité de C3A et de C3S qui participent à la réaction initiale, ni sur le début de la phase dormante.
- ❖ l'effet retardateur du sulfate de calcium n'est pas basé sur l'inhibition des réactions chimiques, mais sur les produits de réaction avec ou sans sulfate.
- ❖ Si l'ajout de sulfate est inadéquat, il y aura formation de monosulfate.
- ❖ Si par contre l'apport est trop important, il y aura précipitation du gypse secondaire. En présence de sulfates alcalins comme K_2SO_4 il y aura formation de syngénite.
- ❖ $[K_2.Ca(SO_4)_2.H_2O]$ sous forme de cristaux plats et allongés qui peuvent créer le même phénomène de fausse prise que le gypse secondaire.

- ❖ L'ajout d'eau a énormément d'effets néfastes qui sont listés ici :
 - Le béton est plus poreux, car l'eau a laissé des vides en ressuant.
 - Création de vides internes, car l'eau en excès remonte dans la paroi et laisse des tunnels vides. Des fissures vont alors se créer et les éléments perdront encore en résistance.
 - Plus il y a d'eau plus le phénomène de dessiccation sera important et donc beaucoup d'eau sera évaporée. Il manquera donc de l'eau pour la prise et le béton ne sera pas fini ce qui impliquera une nouvelle perte de résistance.
- ❖ Plus la température est élevée, plus la résistance se développe rapidement mais plus vite elle est dégradée.
- ❖ la consommation plus rapide des grains de ciment génère du C-S-H et de la portlandite en quantités importantes dès les premières jours de la cure, ce qui induit un développement de résistance plus rapide.
- ❖ les sources de sulfates sont épuisées plus rapidement et les phases aluminates.
- ❖ à 50°C et montrent que le développement plus rapide des propriétés mécaniques à haute température doit être associé à une hydratation accélérée.