

### III.1. Introduction

Dans ce chapitre nous présentons les résultats obtenus au cours de cette recherche expérimentale. Les résistances mécaniques à la compression ainsi que les degrés d'hydratation des différentes variantes de mortiers normalisés seront illustrés avec commentaires et interprétations.

### III.2. Formulations des mortiers

Cinq variantes de mortier normalisé ont été formulé, conformément à la norme NF 196-1, en changeant à chaque fois la valeur du rapport E/C, comme indiqué sur le tableau III-1 :

Variante	Ciment (g)	Sable (g)	Rapport E/C	
			E (g)	E/C
CM 0.5	450	1350	225	0,5
CM 0.45	450	1350	202,5	0,45
CM 0.4	450	1350	180	0,4
CM 0.35	450	1350	157,5	0,35
CM 0.3	450	1350	135	0,3

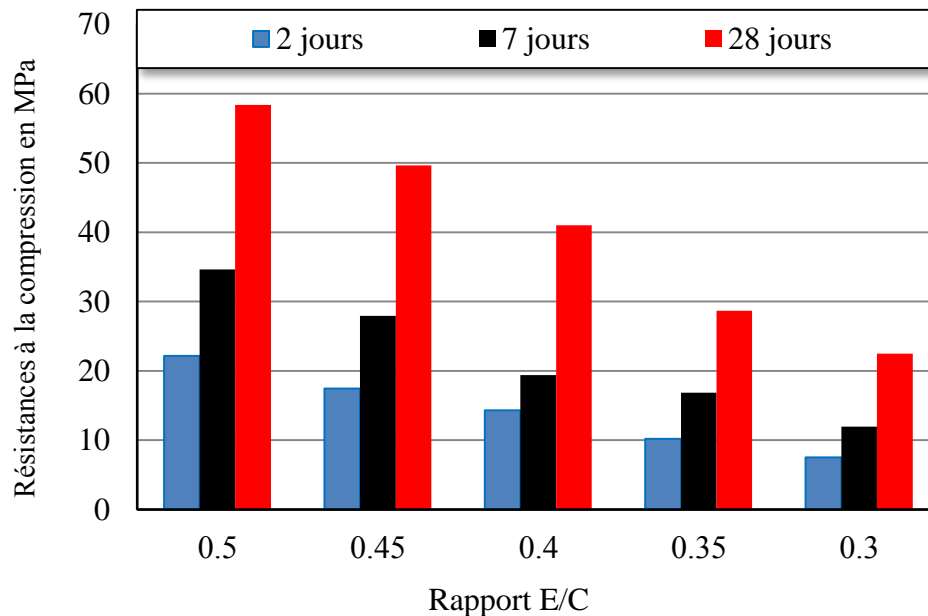
**Tableau III-1.** Variantes de mortiers formulés

### III.3. Résultats et discussion

#### III.3.1. Résistances à la compression

Les valeurs de résistance mécanique à la compression des différentes variantes de mortier, obtenues à 2, 7 et 28 jours sont présentées sur la figure III-1.

A partir de ces résultats on constate bien que la résistance de toutes les variantes augmente avec le temps de cure quelque soit la valeur du rapport E/C. Cependant, et pour la même période de cure, la résistance mécanique à la compression diminue avec la diminution du rapport E/C. Par exemple, la variante avec E/C = 0,3 a abouti à des résistances inférieures à 66,09 %, 65,45 % et 61,48 % par rapport à celle avec un E/C = 0,5 à 2, 7 et 28 jours respectivement.



**Fig. III-1.** Résistances à la compression à 2, 7 et 28 jours en MPa.

Il est très bien connu que l'évolution de résistance mécanique à la compression avec le temps est attribuée à l'avancement d'hydratation du ciment de la matrice [AKL 11]. Dans les conditions normales (quantité d'eau, quantité de ciment, température, etc.) le ciment s'hydrate pour donner naissance aux hydrates responsables à la cohésion et la résistance du matériau. Cependant, dans les cas particuliers, comme le notre, l'insuffisance de la quantité d'eau a probablement influé sur le bon déroulement de ces réactions chimiques d'hydratation ce qui n'a pas permis à une meilleure production des hydrates notamment les C-S-H, d'où des faibles valeurs de résistance mécanique à la compression. Cette chute a été plus remarquable avec la diminution du rapport E/C dans les mortiers.

### III.3.2. Avancement d'hydratation et degré d'hydratation

Le tableau III-2 présente les degrés d'hydratation calculé suivant la formule (I-16 :  $\alpha = W_b/Z$ ) et déduites des spectres ATG (Annexe 1) effectués sur les échantillons des mortiers durcis à 2, 7 et 28 jours. Rappelons que :

$W_B = L_{dh} + L_{dx} + 0,41L_{dc}$  selon la formule de Bhatti [BHA 86], et

$Z = 0,24 C_3S + 0,21 C_2S + 0,4 C_3A + 0,37 C_4AF$ , selon la formule de Bogue [MOU 03]. D'où pour notre ciment Z égale à 0,27.

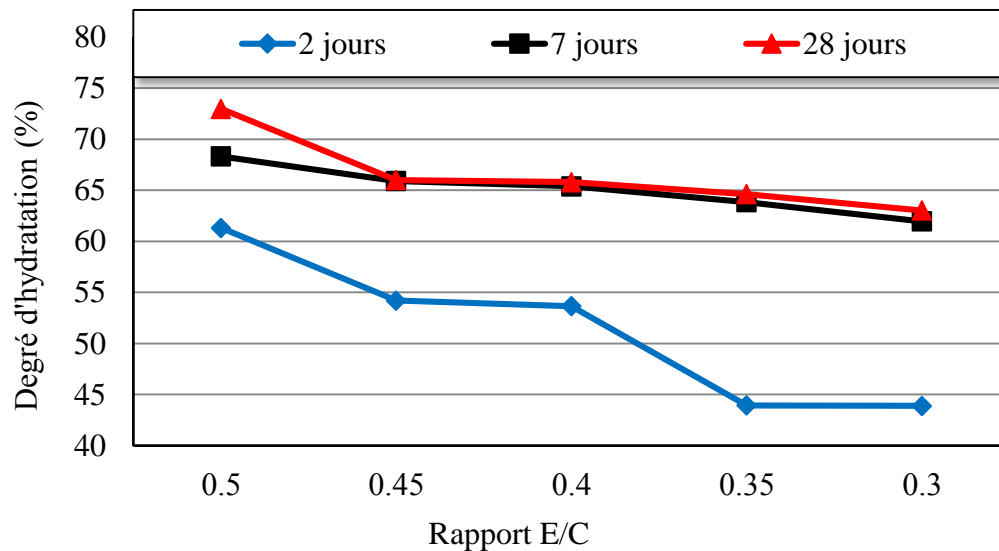
Mortiers	Ldh (%) $\Delta_{100-400^{\circ}\text{C}}$	Ldx (%) $\Delta_{400-600^{\circ}\text{C}}$	Ldc (%) $\Delta_{600-1000^{\circ}\text{C}}$	$W_b$ (%)	Z (%)	Degré d'hydratation $\alpha$ (%)
CM 0,5 A 2j	11,43	3,86	3,09	16,56	0,27	61,32
CM 0,45 A 2j	9,77	4,18	1,67	14,63	0,27	54,20
CM 0,4 A 2j	10,3	3,55	1,55	14,49	0,27	53,65
CM 0,35 A 2j	7,71	3,23	2,25	11,86	0,27	43,93
CM 0,3 A 2j	7,7	3,23	2,25	11,85	0,27	43,9
CM 0,5 A 7j	12,41	4,43	3,92	18,45	0,27	68,32
CM 0,45 A 7j	12,42	4,06	3,21	17,80	0,27	65,91
CM 0,4 A 7j	12,37	4,34	2,31	17,66	0,27	65,4
CM 0,35 A 7j	12,3	4,27	1,63	17,24	0,27	63,84
CM 0,3 A 7j	12,17	3,76	1,95	16,73	0,27	61,96
CM 0,5 A 28j	14,76	4,21	1,72	19,68	0,27	72,87
CM 0,45 A 28j	12,78	3,86	2,89	17,83	0,27	66,02
CM 0,4 A 28j	12,14	4,75	2,14	17,77	0,27	65,8
CM 0,35 A 28j	13,14	3,68	1,54	17,45	0,27	64,63
CM 0,3 A 28j	12,09	3,7	3,00	17,02	0,27	63,04

**Tableau III-2.** Valeurs des degrés d'hydratation à 2, 7 et 28 jours.

La figure III-2 présente l'illustration de la variation du degré d'hydratation en fonction de la valeur du rapport E/C dans les mortiers durcis à 2, 7 et 28 jours. A partir de ces résultats on constate bien que le degré d'hydratation augmente avec le temps et avec la teneur des variantes en eau (Rapport E/C). Pour toutes les échéances (2, 7 et 28 jours) la variante dont le rapport E/C a été 0,5 le degré d'hydratation a enregistré les valeurs maximales. Même après 28 jours, ce degré n'a pas atteint les 100% ce qui confirme que l'hydratation complète n'est que théorique, malgré que son calcul à travers cette méthode n'est qu'approximative.

Pour les autres variantes, le degré d'hydratation évolue avec le temps mais diminue avec la diminution du rapport E/C. Après 28 jours, la variante avec un E/C égale à 0,4 n'a atteint que

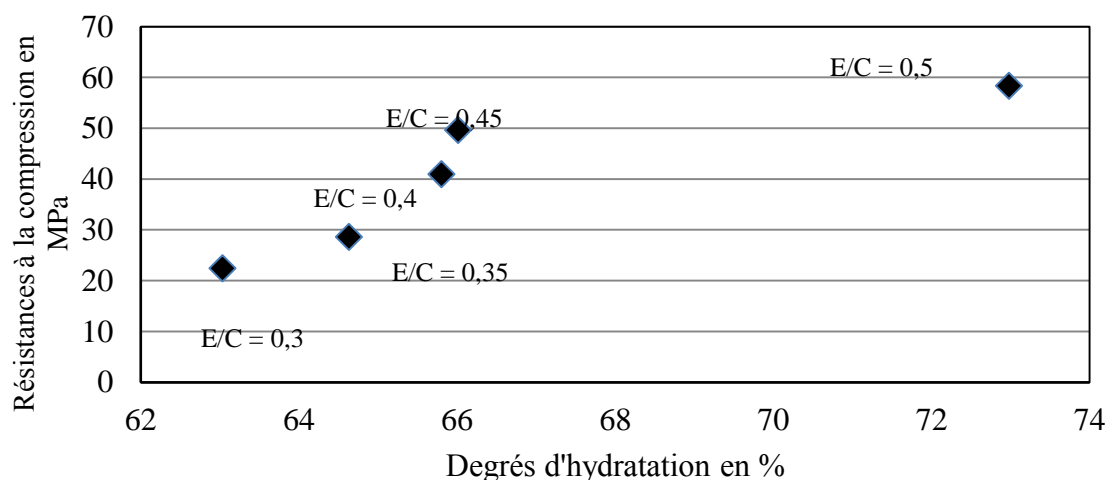
35,33% de celui de la variante avec un E/C égale à 0,5 ce qui est en étroite corrélation avec les résultats obtenus en termes de résistance mécanique. Ces chutes dans les degrés d'hydratation sont probablement dues à un manque d'hydratation dans ces variantes, où la faible quantité d'eau n'a pas permis à tous les grains de ciment de bien s'hydrater.



**Fig. III-2.** Degrés d'hydratation (en %) à 2, 7 et 28 jours.

### III.3.3. Relation entre l'évolution de résistance mécanique et degré d'hydratation

La figure III-3 présente la relation entre les résultats de la résistance mécanique à la compression obtenus à 28 jours et les degrés d'hydratation correspondants. À partir de cette figure, on remarque bien que le degré d'hydratation augmente avec l'augmentation de la résistance mécanique. Ce constat confirme que l'avancement d'hydratation résulte d'une augmentation de la résistance mécanique.



**Fig. III-3.** Corrélation entre résistances à la compression et les degrés d'hydratation à 28 j.