

# CHAPITRE 4

## RESULTATS ET ANALYSES

### 4.1 Introduction

Dans ce chapitre nous présentons les résultats obtenus pour la résistance à la compression, l'indice sclérométrique et la vitesse du son.

L'analyse de ces résultats nous permet d'établir des corrélations entre la résistance à la compression et l'indice sclérométrique et aussi entre la résistance à la compression et la vitesse du son.

### 4.2 Résultats et analyses

Bien qu'il ne soit pas possible de donner une définition claire et exacte de la résistance du béton, et à cause de la variabilité des résultats dans les essais non destructifs, la méthode normalisée ou méthode des éprouvettes cylindriques (ou cubiques) est aussi considérée comme une méthode indirecte et nous allons trouver une variabilité des résultats pour des éprouvettes semblables et il s'ensuit que quel que soit l'essai effectué, on doit interpréter les résultats en termes statistiques. Le simple fait qu'un résultat soit plus élevé qu'un autre ne signifie pas nécessairement que la différence est significative, elle peut aussi être une conséquence de la variabilité naturelle des valeurs ayant une même origine. Miro (2001).

#### 4.2.1 Résistance et densité

Les valeurs de la résistance à la compression et les densités des différents cubes de béton suivant l'âge et les conditions de conservation sont reportés aux tableaux (4.1), (4.2), (4.3), (4.4).

Les figures (4.1), (4.2), (4.3), (4.4) montrent la résistance à la compression en fonction de l'âge de chaque type de béton en prenant en considération les deux conditions de conservation.

**Tableau (4.1) : Résistance à la compression et masse volumique de béton M1**

E/C	Age (jours)	Condition de conservation	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )		Résistance (daN/cm <sup>2</sup> )	
			moy	s	moy	s
0.45	7	Eau	2478.00	09.50	348.66	75.83
	14		2437.00	10.40	369.00	23.30
	28		2455.00	12.58	421.66	22.54
	60		2408.75	11.08	477.50	27.83
	7	Air	2421.00	20.80	216.66	02.08
	14		2389.00	02.88	235.66	02.08
	28		2398.00	25.43	410.00	30.41
	60		2382.50	18.48	448.00	21.79
0.55	7	Eau	2394.00	06.63	138.33	36.17
	14		2410.00	10.40	214.33	04.04
	28		2456.33	18.02	265.00	77.78
	60		2471.00	0.57	360.00	35.35
	7	Air	2361.00	10.40	205.66	33.23
	14		2370.00	02.88	238.00	22.53
	28		2372.33	15.27	249.50	28.99
	60		2373.75	30.65	356.50	09.17
0.65	7	Eau	2430.66	0.57	126.66	30.55
	14		2496.00	02.88	202.66	26.10
	28		2448.66	05.77	208.66	04.50
	60		2491.66	20.20	264.50	23.58
	7	Air	2376.33	14.01	152.33	02.08
	14		2429.00	12.48	174.33	10.44
	28		2398.00	11.48	198.75	08.71
	60		2360.00	08.16	244.00	14.59

**Tableau (4.2) : Résistance à la compression et masse volumique de béton M2**

E/C	Age (jours)	Condition de conservation	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )		Résistance (daN/cm <sup>2</sup> )	
			moy	s	moy	s
0.45	7	Eau	2501.33	2.88	376.33	89.62
	14		2508.33	23.09	451.66	7.63
	28		2435.00	79.4	460	18.02
	60		2543.33	28.43	479.66	26.27
	7	Air	2442.5	45.36	366.66	72.34
	14		2416.66	2.88	326.66	20.81
	28		2445	30.41	382.66	8.50
	60		2360	10	454.33	40.92
0.55	7	Eau	2542.5	31.22	296.25	50.94
	14		2521.66	20.81	388.33	52.99
	28		2531.66	17.55	395	49.24
	60		2510	5	403.33	20.81
	7	Air	2420	22.73	227	13.73
	14		2378.33	12.58	281.66	16.07
	28		2401.66	32.14	297.33	17.21
	60		2364.33	14.01	343.66	9.01
0.65	7	Eau	2468.33	9.57	263.25	5.79
	14		2498.33	7.63	277.66	14.18
	28		2506.66	5.77	286.66	45.09
	60		2500	15	346	5.29
	7	Air	2381.25	6.29	172.75	30.93
	14		2378.33	2.88	185.33	1.52
	28		2351.66	2.88	244	20.42
	60		2356.66	2	327.33	6.11

**Tableau (4.3) : Résistance à la compression et masse volumique de béton M3**

E/C	Age (jours)	Condition de conservation	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )		Résistance (daN/cm <sup>2</sup> )	
			moy	s	moy	s
0.35	7	Eau	2498.33	7.63	452.33	16.56
	14		2544.25	14.79	458.75	83.70
	28		2463.33	27.53	469.33	9.01
	60		2602.66	22.48	572.66	45.23
	7	Air	2453.33	10.40	390.66	8.14
	14		2499	13.52	407.5	9.57
	28		2433.33	18.92	415.33	17.03
	60		2507.5	22.54	519.25	47.5
0.40	7	Eau	2417.33	23.58	414.33	16.07
	14		2486.66	7.63	418.33	55.73
	28		2551.66	2.88	490	43.58
	60		2560	18.02	562.33	18.61
	7	Air	2473.66	3.21	302.33	14.93
	14		2417	8.18	309	31
	28		2400	30	441	11.35
	60		2451.66	22.54	497.66	15

**Tableau (4.4) : Résistance à la compression et masse volumique de béton M4**

E/C	Age (jours)	Condition de conservation	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )		Résistance (daN/cm <sup>2</sup> )	
			moy	s	moy	s
0.35	7	Eau	2526.66	20.81	428.33	79.73
	14		2540	5	530	36.05
	28		2548	13.22	563.33	45.36
	60		2465	25.16	710.66	16.77
	7	Air	2483.33	35.47	335.66	31.72
	14		2466.66	7.63	416.66	52.99
	28		2431.66	12.58	461.66	17.55
	60		2465	32.78	496.66	15.27
0.40	7	Eau	2486.66	16.07	365	18.02
	14		2548.33	15.27	420	18.02
	28		2550	5	511.66	2.88
	60		2570	10.40	660.66	17.78
	7	Air	2463.33	10.40	373.33	10.40
	14		2505	13.22	403.33	7.63
	28		2450	10	407.66	79.41
	60		2470	18.02	498.33	73.71

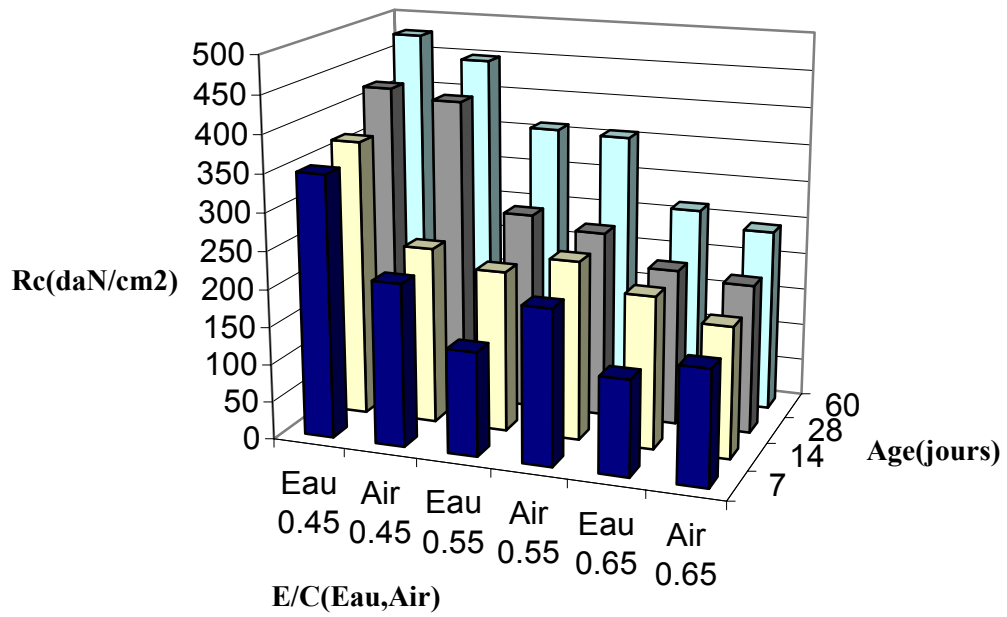


Figure (4.1) : Résistance à la compression de béton M1 en fonction de l'âge (en jours).

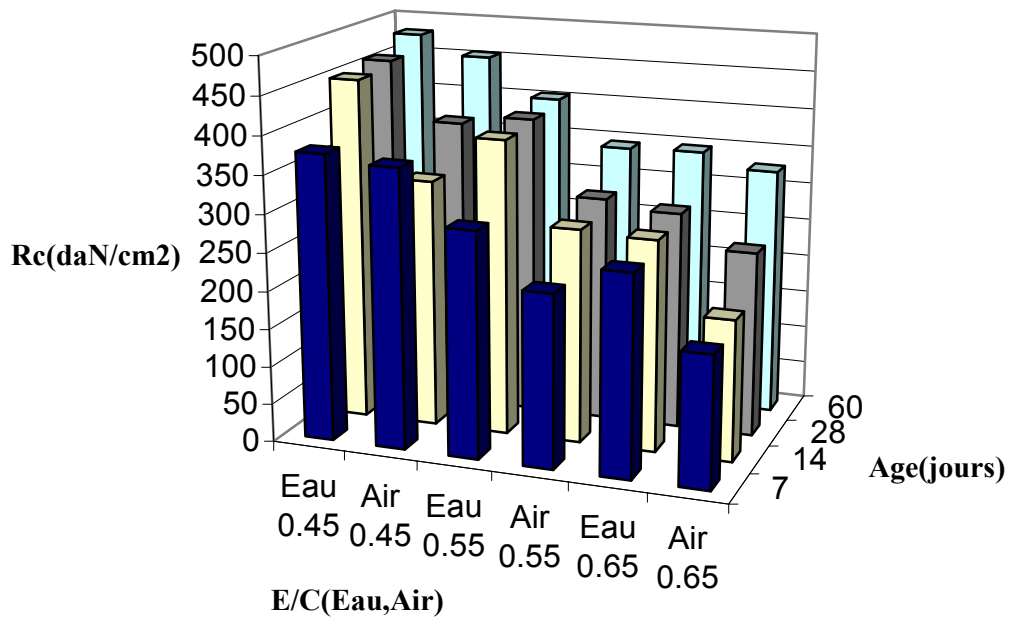


Figure (4.2) : Résistance à la compression de béton M2 en fonction de l'âge (en jours).

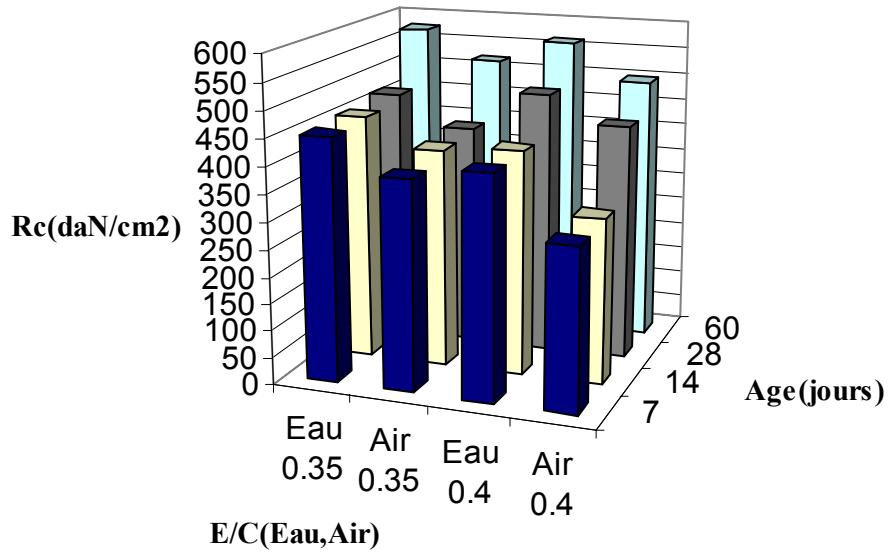


Figure (4.3) : Résistance à la compression de béton M3 en fonction de l'âge (en jours).

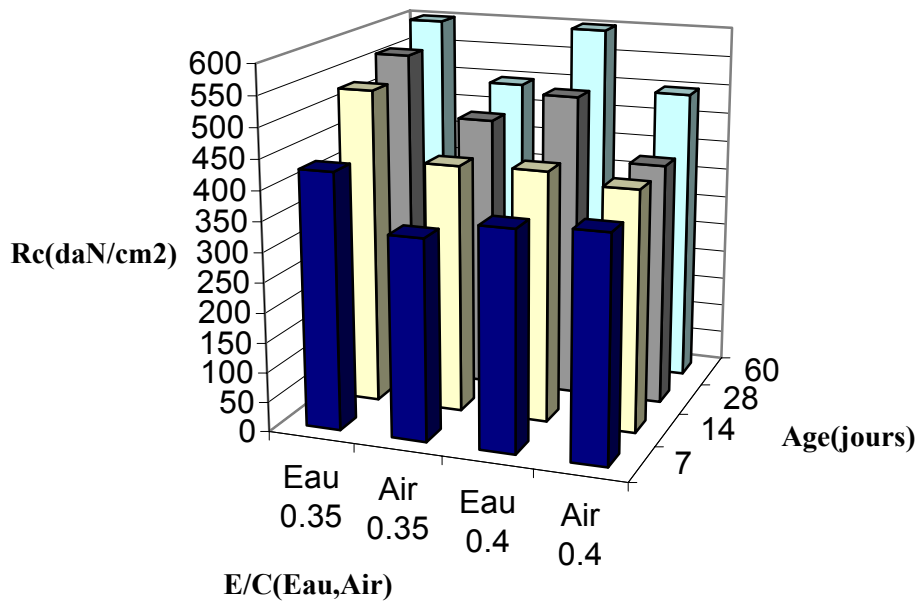


Figure (4.4) : Résistance à la compression de béton M4 en fonction de l'âge (en jours).

## **COMMENTAIRES :**

D'après les résultats obtenus, nous constatons que :

La variation de la résistance à la compression entre les deux conditions de conservation (dans l'eau et dans l'air), est considérable et constante pour tous les bétons. Ceci est montré par des courbes parallèles (ont presque la même allure) pour les deux conditions de conservation dans l'eau et l'air libre, donné dans les figures (4.1), (4.2), (4.3), (4.4).

En comparant les figures (4.1), (4.2) on remarque que l'augmentation du diamètre des grains (d'après l'analyse granulométrique de deux types de granulats 1 et 2) est engendrée par une augmentation de  $R_c$ .

On remarque que l'utilisation d'un adjuvant est engendrée par une augmentation de  $R_c$ . En comparant les figures (4.3), (4.4).

La résistance à la compression diminue avec l'accroissement du rapport E/C Ceci est montré par les courbes des figures (4.1), (4.2), (4.3), (4.4).

### **4.2.2 La vitesse du son**

Les valeurs de la vitesse du son des différents cubes de béton suivant l'âge et les conditions de conservation et la position de mesure, sont reportés au tableaux (4.5), (4.6), (4.7), (4.8), (4.9).

$V_v$  : la vitesse du son entre la face de coulage et la face opposée (mesure verticale).

$V_h$  : la vitesse du son entre les faces de côté (mesure horizontale).

On a pris les mesures dans ces deux positions verticale et horizontale a cause de différentes positions de mesure dans la pratique selon l'élément à tester poteau, poutre éprouvette, ou dalle...

Les figures (4.5), (4.6), (4.7), (4.8), (4.9), (4.10), (4.11), (4.12) montrent la vitesse du son en fonction de l'âge de chaque type de béton en prenant en considération les deux conditions de conservation dans les deux positions de mesure.

Comme exemple la figure (4.13) représente la vitesse du son d'un échantillon du béton M1 (E/C=0.45) en fonction de la position (entre la face de coulage et la face opposée ou bien entre les faces de coté), l'âge et les conditions de conservation du béton, pour voir est ce qu'on peut détecter une variation de la vitesse du son dans le même cube de béton.

**Tableau (4.5) :** la vitesse du son d'un échantillon du béton M1 (E/C=0.45) en fonction de la position, l'âge et les conditions de conservation du béton.

Conservation dans l'eau	la vitesse du son				Conservation à l'air	la vitesse du son			
	position	Vv	position	Vh		position	Vv	position	Vh
7 jours	Haut	3.60	Haut	3.56	7 jours	Haut	3.65	Haut	3.80
	Milieu	3.70	Milieu	3.68		Milieu	3.57	Milieu	3.70
	bas	3.64	Bas	3.89		bas	3.64	bas	3.65
14 jours	Haut	3.90	Haut	3.86	14 jours	Haut	3.85	Haut	3.89
	Milieu	3.80	Milieu	3.90		Milieu	3.81	Milieu	3.85
	bas	3.96	Bas	3.94		bas	3.80	bas	3.81
28 jours	Haut	4.37	Haut	4.37	28 jours	Haut	3.85	Haut	3.94
	Milieu	4.29	Milieu	4.27		Milieu	4.00	Milieu	3.95
	bas	4.24	Bas	4.20		bas	4.02	bas	3.68
60 jours	Haut	4.36	Haut	4.32	60 jours	Haut	4.32	Haut	4.19
	Milieu	4.30	Milieu	4.31		Milieu	4.29	Milieu	4.18
	bas	4.35	Bas	4.29		bas	4.28	bas	4.21



**Tableau (4.6) : la vitesse du son de béton M1**

E/C	Age (jours)	Condition de conservation	la vitesse du son $V_v$		la vitesse du son $V_h$	
			moy	s	moy	s
0.45	7	Eau	3.731	0.078	3.981	0.079
	14		3.969	0.035	3.981	0.043
	28		4.268	0.033	4.360	0.042
	60		4.363	0.082	4.325	0.090
	7	Air	3.650	0.009	3.780	0.034
	14		3.891	0.022	3.859	0.023
	28		4.000	0.123	3.959	0.196
	60		4.295	0.095	4.183	0.048
0.55	7	Eau	3.706	0.150	3.746	0.148
	14		3.960	0.216	3.960	0.078
	28		4.142	0.069	4.143	0.037
	60		4.267	0.095	4.283	0.084
	7	Air	3.773	0.021	3.803	0.009
	14		3.882	0.048	3.824	0.050
	28		3.989	0.174	3.937	0.382
	60		4.189	0.053	4.240	0.059
0.65	7	Eau	3.477	0.096	3.515	0.053
	14		3.898	0.131	3.956	0.107
	28		4.013	0.161	4.007	0.151
	60		4.081	0.048	4.113	0.133
	7	Air	3.450	0.045	3.463	0.043
	14		3.561	0.075	3.685	0.065
	28		3.893	0.086	3.885	0.060
	60		4.041	0.097	4.110	0.072

Tableau (4.7) : la vitesse du son de béton M2

E/C	Age (jours)	Condition de conservation	la vitesse du son $V_v$		la vitesse du son $V_h$	
			moy	s	moy	s
0.45	7	Eau	3.974	0.028	4.009	0.037
	14		4.055	0.095	4.051	0.027
	28		4.263	0.186	4.120	0.121
	60		4.389	0.050	4.350	0.170
	7	Air	3.965	0.014	3.998	0.025
	14		4.022	0.024	4.040	0.034
	28		4.063	0.034	4.091	0.054
	60		4.362	0.074	4.295	0.027
0.55	7	Eau	3.987	0.065	3.973	0.058
	14		3.993	0.137	4.020	0.227
	28		4.180	0.009	4.117	0.005
	60		4.307	0.038	4.347	0.048
	7	Air	3.801	0.059	3.879	0.035
	14		3.935	0.043	3.976	0.035
	28		4.160	0.054	4.143	0.033
	60		4.293	0.078	4.277	0.062
0.65	7	Eau	3.903	0.127	3.957	0.052
	14		4.023	0.095	4.013	0.018
	28		4.123	0.041	4.077	0.008
	60		4.277	0.083	4.257	0.088
	7	Air	3.753	0.097	3.727	0.171
	14		3.806	0.020	3.770	0.070
	28		4.103	0.017	4.098	0.046
	60		4.240	0.085	4.254	0.061

**Tableau (4.8) : la vitesse du son de béton M3**

E/C	Age (jours)	Condition de conservation	la vitesse du son V <sub>v</sub>		la vitesse du son V <sub>h</sub>	
			moy	s	moy	s
0.35	7	Eau	4.165	0.067	4.198	0.017
	14		4.227	0.054	4.263	0.063
	28		4.363	0.147	4.383	0.156
	60		4.589	0.066	4.595	0.055
	7	Air	3.939	0.046	4.166	0.081
	14		4.110	0.048	4.140	0.022
	28		4.220	0.087	4.187	0.112
	60		4.420	0.076	4.430	0.074
0.40	7	Eau	4.215	0.006	4.113	0.147
	14		4.283	0.336	4.223	0.138
	28		4.333	0.041	4.353	0.029
	60		4.550	0.087	4.560	0.080
	7	Air	3.806	0.139	4.118	0.047
	14		4.047	0.034	4.013	0.128
	28		4.310	0.123	4.313	0.042
	60		4.510	0.111	4.523	0.037

**Tableau (4.9) : la vitesse du son de béton M4**

E/C	Age (jours)	Condition de conservation	la vitesse du son V <sub>v</sub>		la vitesse du son V <sub>h</sub>	
			moy	s	moy	s
0.35	7	Eau	4.359	0.080	4.472	0.013
	14		4.387	0.151	4.483	0.048
	28		4.523	0.075	4.553	0.022
	60		4.609	0.116	4.625	0.071
	7	Air	4.125	0.046	4.230	0.052
	14		4.233	0.006	4.270	0.024
	28		4.490	0.040	4.483	0.010
	60		4.577	0.070	4.587	0.037
0.40	7	Eau	4.233	0.056	4.210	0.072
	14		4.300	0.030	4.357	0.029
	28		4.480	0.025	4.493	0.066
	60		4.577	0.055	4.557	0.006
	7	Air	4.179	0.077	4.205	0.165
	14		4.237	0.021	4.243	0.084
	28		4.420	0.097	4.453	0.075
	60		4.512	0.051	4.514	0.103

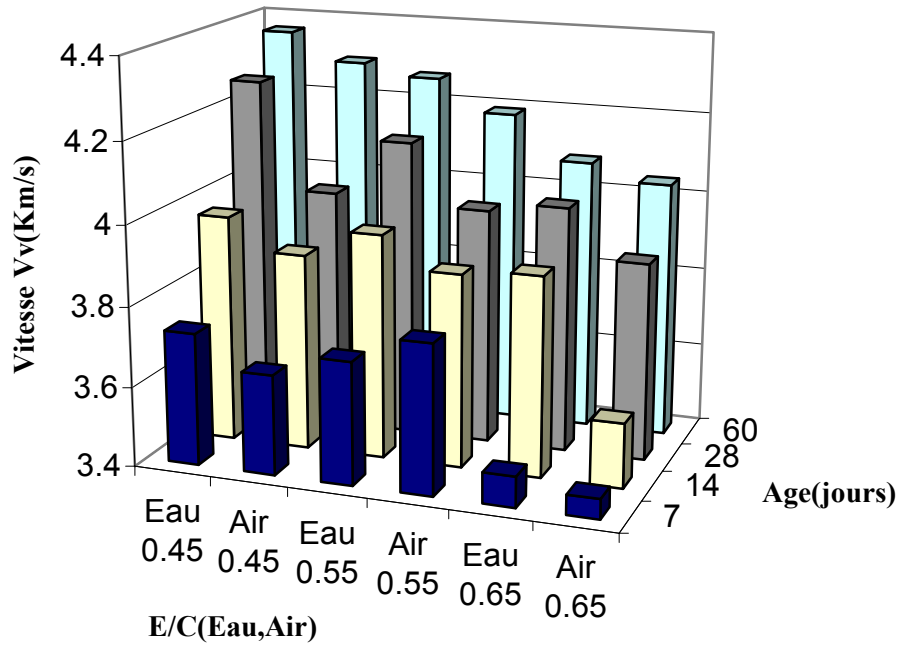


Figure (4.5) : la vitesse du son Vv de béton M1 en fonction de l'âge (en jours).

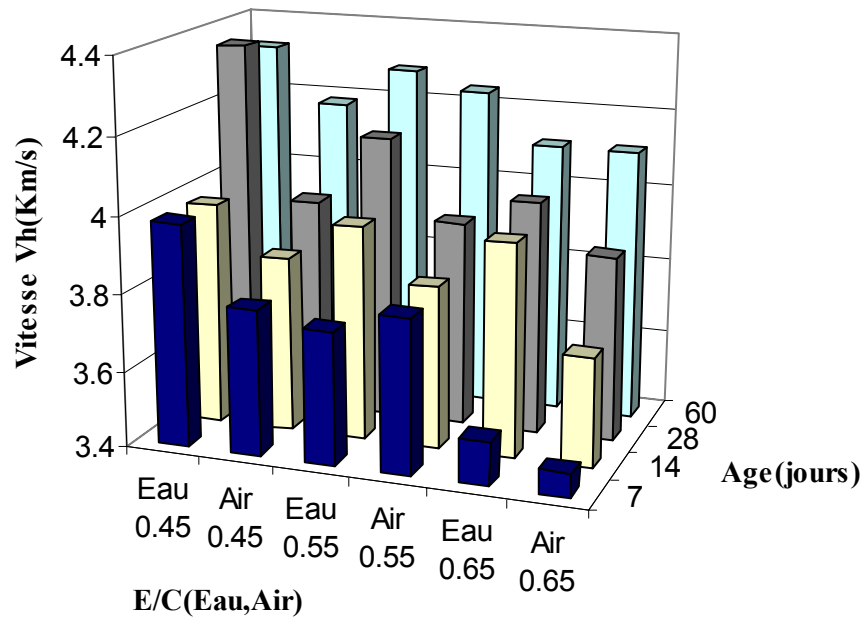


Figure (4.6) : la vitesse du son Vh de béton M1 en fonction de l'âge (en jours).

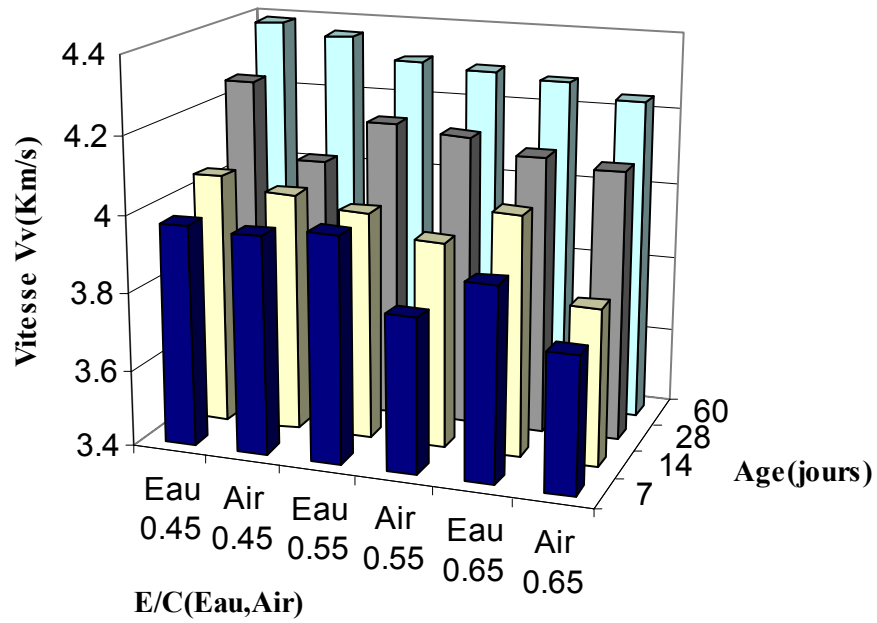


Figure (4.7) : la vitesse du son  $V_v$  de béton M2 en fonction de l'âge (en jours).

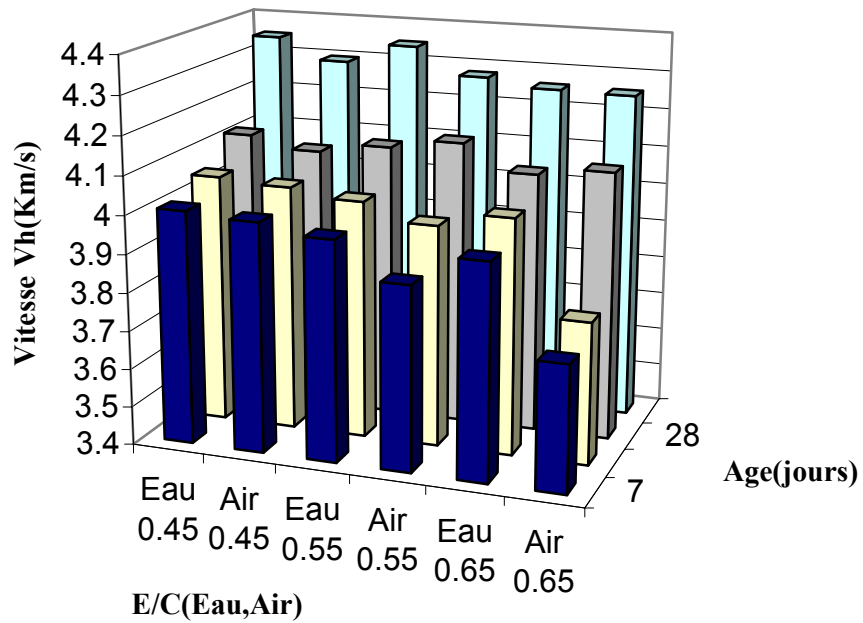


Figure (4.8) : la vitesse du son  $V_h$  du béton M2 en fonction de l'âge (en jours).

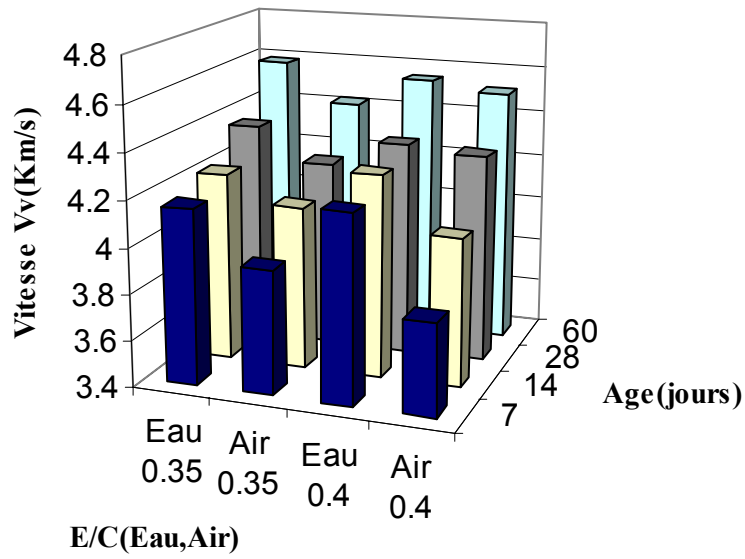


Figure (4.9) : la vitesse du son Vv de béton M3 en fonction de l'âge (en jours).

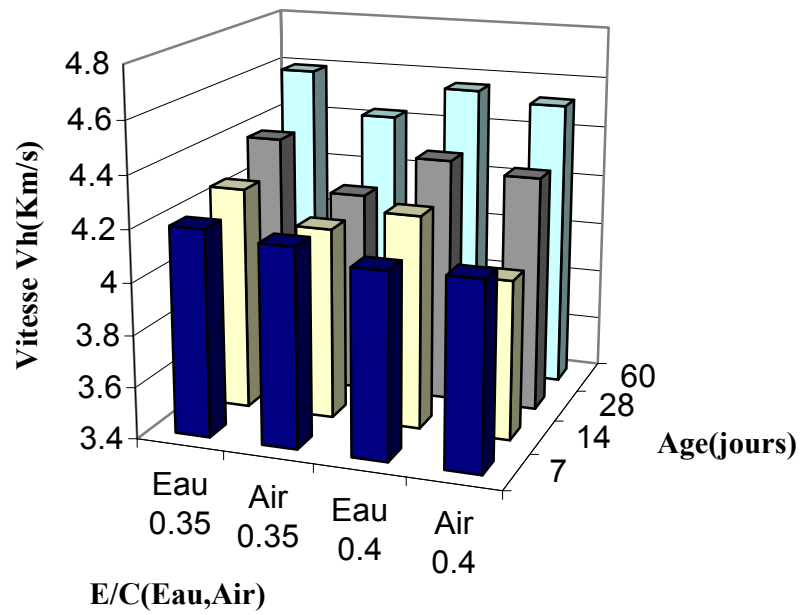


Figure (4.10) : la vitesse du son Vh de béton M3 en fonction de l'âge (en jours).

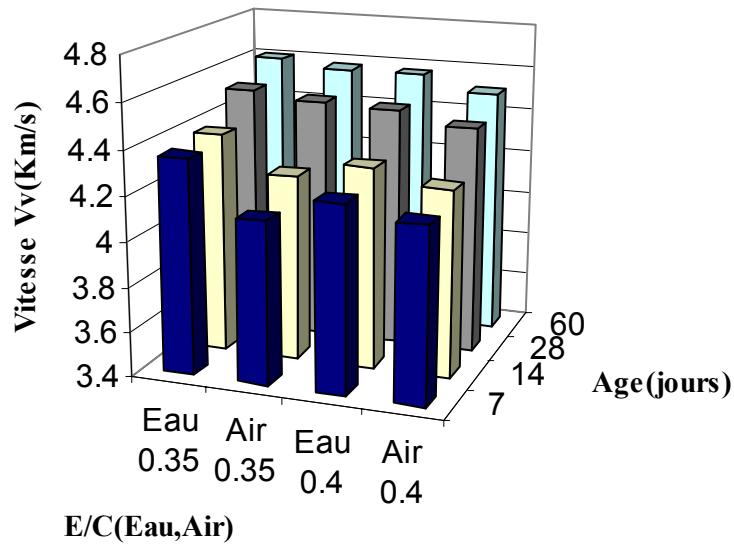


Figure (4.11) : la vitesse du son  $V_v$  de béton M4 en fonction de l'âge (en jours).

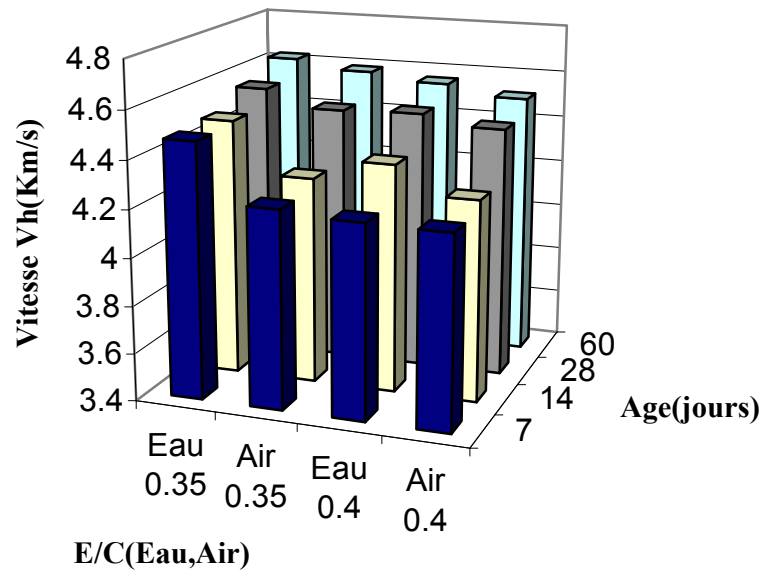


Figure (4.12) : la vitesse du son  $V_h$  de béton M4 en fonction de l'âge (en jours).

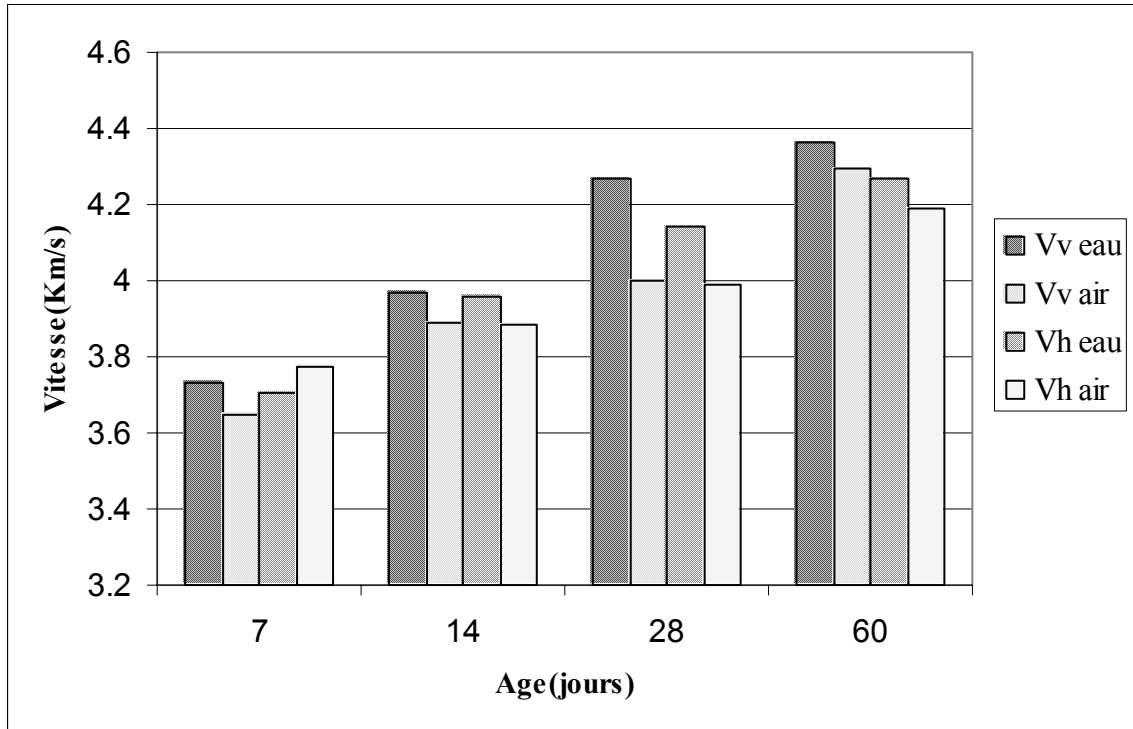


Figure (4.13) : la vitesse du son d'un échantillon du béton M1 (E/C=0.45) en fonction de la position, l'âge et les conditions de conservation du béton.

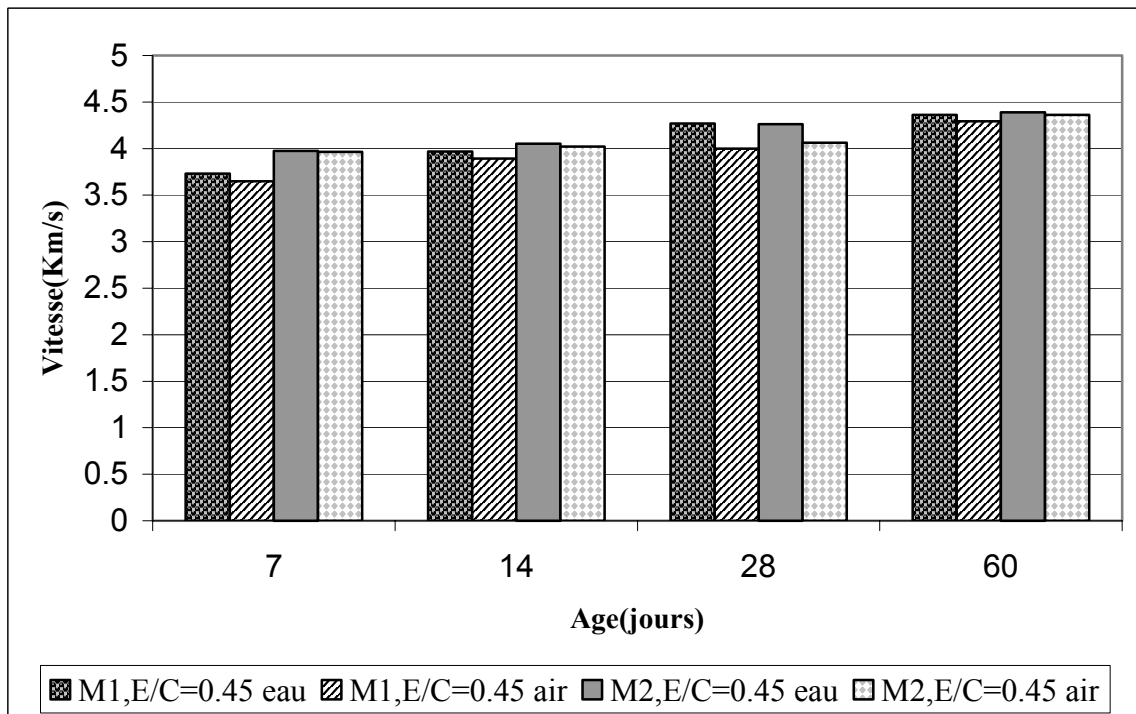
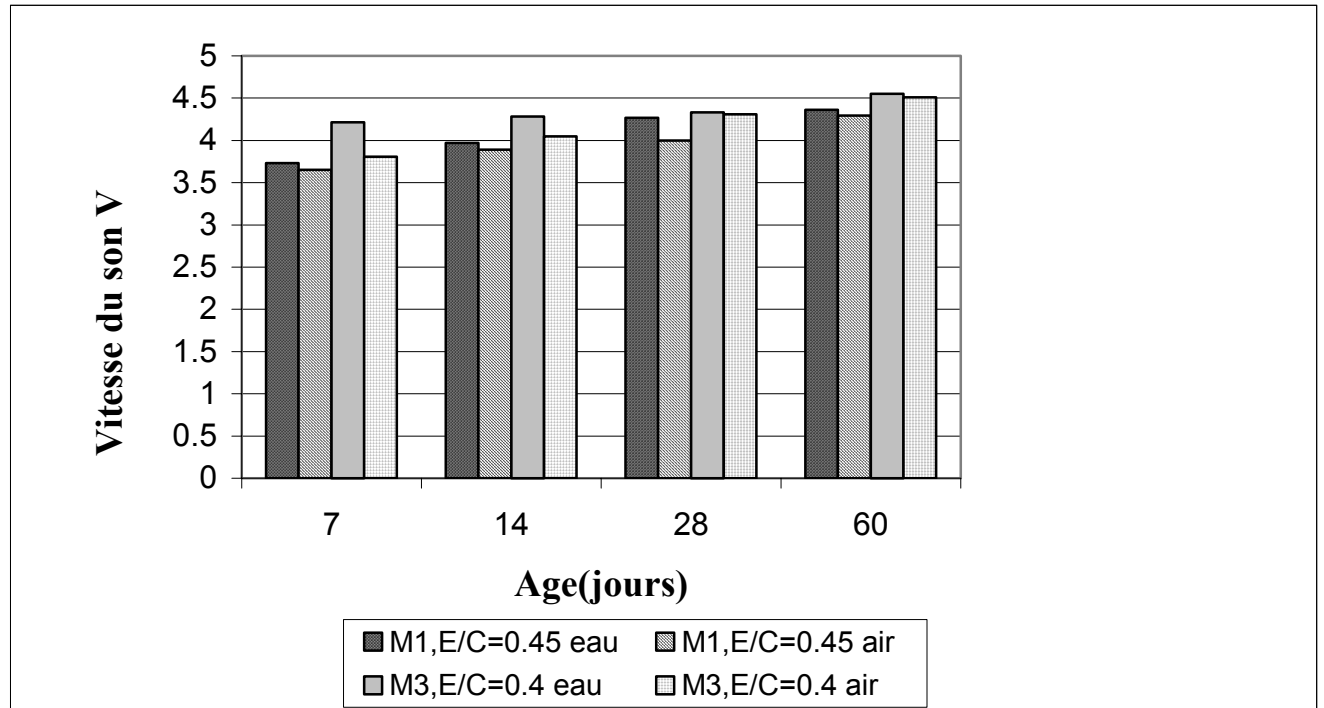


Figure (4.14) : L'influence de type de granulat sur la vitesse du son





**Figure (4.15) :** L'influence de type de ciment sur la vitesse du son

### COMMENTAIRES :

D'après les résultats obtenus, nous constatons que :

La vitesse du son de béton augmente avec l'augmentation de l'âge du béton, le diamètre maximum de l'agrégat et le type de ciment mais diminue avec l'augmentation de la valeur du rapport eau-ciment.

La résistance à la compression du béton conservé à l'eau est plus haute que celle du béton conservé à l'air à une vitesse du son donnée.

Les augmentations de vitesse du son en cas de conservation dans l'eau. Ceci est attribué au fait que les impulsions ultrasoniques voyagent par les pores remplis de l'eau et pas tout autour des bords de pore comme elles font dans un état sec. En conséquence le chemin de voyage diminue et la vitesse de son augmente.

La vitesse du son déterminée à partir des faces de coulage et la face opposée des cubes est inférieure ou égale à celle déterminée entre les faces de côté de chaque cube ayant subi une conservation dans l'eau où la conservation des cubes étaient à l'air libre la figure (4.13).

Ceci s'explique du fait qu'au départ la face de coulage perd une quantité d'eau plus que la face opposée et ne permettant pas une hydratation similaire de même ordre dans tous les faces Mellas (2003).

A partir du tableau (4.5), nous constatons qu'il y a une variation de la vitesse du son entre le haut, le milieu et le bas des différents cubes qui ont subi une conservation dans l'eau et ceux conservés à l'air libre. Mais cette variation est négligeable et elle n'est pas constante des fois la haute supérieure que le milieu et le bas des fois le contraire. Ceci s'explique par la non homogénéité de béton dans les cubes.

Nous concluons que l'estimation de la résistance à la compression en fonction de la vitesse du son représente une certaine fiabilité du moment qu'elle reflète la réalité du comportement de béton suivant l'âge, la position et les conditions de conservation des échantillons utilisés.

#### **4.2.3 L'indice sclérométrique**

Les valeurs de l'indice sclérométrique des différents cubes de béton suivant l'âge et les conditions de conservation et la position de mesure, sont reportés au tableaux (4.10), (4.11), (4.12), (4.13), (4.14).

Rv : l'indice sclérométrique de face de coulage et la face opposée (Face1 et Face2).

Rh : l'indice sclérométrique de face de cotées (Face3 et Face4).

Les figures (4.16), (4.17), (4.18), (4.19), (4.20), (4.21), (4.22), (4.23) montrent l'indice sclérométrique en fonction de l'âge de chaque type de béton en prenant en considération les deux conditions de conservation dans les deux positions de mesure.

Comme exemple la figure (4.24) représente l'indice sclérométrique d'un échantillon du béton M1 (E/C=0.45) en fonction de la position (de face de coulage et la face opposée (Face1 et Face2) ou bien des faces de coté (Face3 et Face4)), l'âge et les conditions de conservation du béton.

**Tableau (4.10) :** l'indice sclérométrique d'un échantillon du béton M1 (E/C=0.45).

Conservation dans l'eau	l'indice sclérométrique				Conservation à l'air	l'indice sclérométrique			
	Rv		Rh			Rv		Rh	
	Face 1	Face 2	Face 3	Face 4		Face 1	Face 2	Face 3	Face 4
7 jours	16.00	19.00	19.00	19.00	7 jours	14.00	15.00	15.00	14.0
	17.00	18.00	19.00	18.00		15.00	16.00	14.00	15.0
	16.00	20.00	18.00	16.00		13.00	14.00	15.00	15.0
	19.00	18.00	16.00	19.00		12.00	15.00	16.00	14.0
	18.00	20.00	20.00	20.00		15.00	14.00	15.00	16.0
	16.00	19.00	19.00	20.00		14.00	15.00	16.00	15.0
14 jours	19.00	20.00	21.00	22.00	14 jours	17.00	19.00	17.00	15.0
	20.00	19.00	22.00	20.00		16.00	20.00	16.00	16.0
	20.00	22.00	19.00	19.00		18.00	21.00	18.00	19.0
	18.00	20.00	19.00	18.00		19.00	16.00	19.00	15.0
	19.00	21.00	23.00	18.00		16.00	19.00	16.00	16.0
	19.00	19.00	22.00	19.00		15.00	16.00	15.00	18.0
28 jours	34.00	35.00	23.00	25.00	28 jours	26.00	29.00	22.00	22.0
	32.00	33.00	24.00	26.00		29.00	28.00	23.00	23.0
	35.00	35.00	25.00	28.00		27.00	26.00	22.00	22.0
	33.00	34.00	28.00	25.00		25.00	25.00	24.00	21.0
	32.00	32.00	25.00	26.00		25.00	30.00	22.00	23.0
	33.00	33.00	27.00	25.00		26.00	27.00	23.00	22.0
60 jours	37.00	39.00	35.00	34.00	60 jours	29.00	32.00	29.00	28.0
	38.00	39.00	34.00	33.00		30.00	30.00	28.00	29.0
	36.00	38.00	36.00	35.00		28.00	31.00	27.00	30.0
	37.00	37.00	35.00	34.00		27.00	28.00	29.00	30.0
	36.00	39.00	33.00	33.00		31.00	29.00	30.00	28.0
	38.00	39.00	34.00	35.00		27.00	29.00	29.00	28.0

Le tableau (4.10) présente les résultats obtenus durant l'étude d'un échantillon du béton M1 (E/C=0.45).

Figure (4.10) montre la variation de l'indice sclérométrique d'un échantillon du béton M1 (E/C=0.45) suivant les positions de mesure dans les cubes, les conditions de conservation et en fonction de l'âge.

**Tableau (4.11) : l'indice sclérométrique de béton M1**

E/C	Age (jours)	Condition de conservation	l'indice sclérométrique R <sub>v</sub>		l'indice sclérométrique R <sub>h</sub>	
			moy	s	moy	s
0.45	7	Eau	16.00	1	19.33	0.57
	14		19.33	2.08	22.00	2.64
	28		34.66	3.21	25.66	5.77
	60		37.33	2.08	34.66	0.57
	7	Air	14.66	0.57	15.66	4.72
	14		17.66	4.61	17.00	3.46
	28		26.00	2.64	22.33	5.77
	60		29.00	2	29.00	4.35
0.55	7	Eau	15.33	0.57	17.00	1
	14		18.66	1.15	17.66	1.15
	28		34.33	0.57	24.66	2.30
	60		35.33	2.64	25.66	3.78
	7	Air	13.66	0.57	14.00	0.57
	14		14.66	0.57	14.66	0.57
	28		25.00	1.73	20.66	0.57
	60		26.00	0.57	22.50	1.15
0.65	7	Eau	15.33	1.52	16.66	0.57
	14		18.33	1.52	19.00	1
	28		20.33	4.04	20.66	1.15
	60		28.00	0.57	28.66	2.08
	7	Air	15.00	1.73	16.00	1
	14		19.66	1.52	19.00	1
	28		21.00	1.73	20.00	1
	60		24.00	1.70	23.00	2.7

**Tableau (4.12) : l'indice sclérométrique de béton M2**

E/C	Age (jours)	Condition de conservation	l'indice sclérométrique Rv		l'indice sclérométrique Rh	
			moy	s	moy	s
0.45	7	Eau	34.33	0.57	31.33	1.15
	14		35.66	0.57	31.66	0.57
	28		37.00	1	36.33	2.08
	60		37.66	2.88	39.00	1.52
	7	Air	27.00	1.15	29.00	1
	14		31.50	0.57	30.33	2.51
	28		34.33	1.15	35.00	1
	60		36.00	0.57	37.00	1.15
0.55	7	Eau	30.33	1.15	25.00	2
	14		32.66	1.15	31.33	1.15
	28		33.00	2	33.00	0.57
	60		35.33	0.57	34.00	1
	7	Air	24.66	1.15	21.66	1.52
	14		25.66	1.15	25.00	1.52
	28		27.00	0.57	27.00	1
	60		29.00	2.51	28.66	1.15
0.65	7	Eau	22.33	2.51	18.00	2.64
	14		23.33	0.57	21.00	6.80
	28		28.33	0.57	28.00	0.57
	60		29.00	3	32.00	3.46
	7	Air	18.66	1.52	16.66	2.08
	14		22.33	1.52	20.00	1.73
	28		24.33	0.57	21.33	0.57
	60		25.66	1.15	27.66	1.15

**Tableau (4.13) : l'indice sclérométrique de béton M3**

E/C	Age (jours)	Condition de conservation	l'indice sclérométrique Rv		l'indice sclérométrique Rh	
			moy	s	moy	s
0.35	7	Eau	37.33	0.57	37.33	2
	14		38.33	2.08	39.33	2.51
	28		40.33	2.88	40.00	2.64
	60		42.33	1.52	41.66	1.15
	7	Air	30.00	1.73	31.33	1.52
	14		32.00	1	32.66	2.64
	28		36.00	2.64	37.00	1.52
	60		39.66	4.16	39.00	2
0.40	7	Eau	29.66	1.52	30.00	3.21
	14		33.66	0.57	34.66	1
	28		36.33	6.65	35.33	1.52
	60		40.33	3.07	40.66	1.15
	7	Air	29.33	1.15	30.33	0.57
	14		31.33	1.52	31.33	2.30
	28		33.33	1.52	33.00	3.21
	60		39.00	2	38.00	3

**Tableau (4.14) : l'indice sclérométrique de béton M4**

E/C	Age (jours)	Condition de conservation	l'indice sclérométrique Rv		l'indice sclérométrique Rh	
			moy	s	moy	s
0.35	7	Eau	38.66	1.15	37.66	1.15
	14		40.66	2.88	40.00	3.46
	28		44.33	0.57	44.33	1.15
	60		45.00	2	46.33	1.15
	7	Air	30.66	1.15	28.00	1.73
	14		33.66	0.57	35.00	2.64
	28		40.00	1	41.33	2.08
	60		43.00	1.73	43.33	1.52
0.40	7	Eau	35.33	0.57	30.66	3.21
	14		37.00	1	34.33	1
	28		41.00	1.73	41.33	1.52
	60		42.33	0.57	42.66	1.15
	7	Air	30.00	0.57	29.00	0.57
	14		30.66	1.15	31.66	2.30
	28		39.66	2.88	39.33	3.21
	60		40.66	2.88	40.00	3

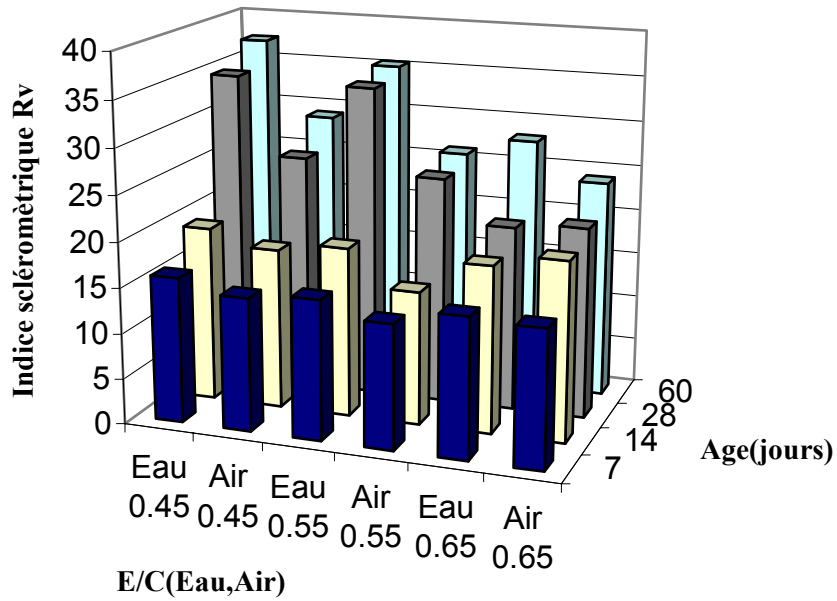


Figure (4.16) : l'indice sclérométrique Rv de béton M1 en fonction de l'âge (en jours).

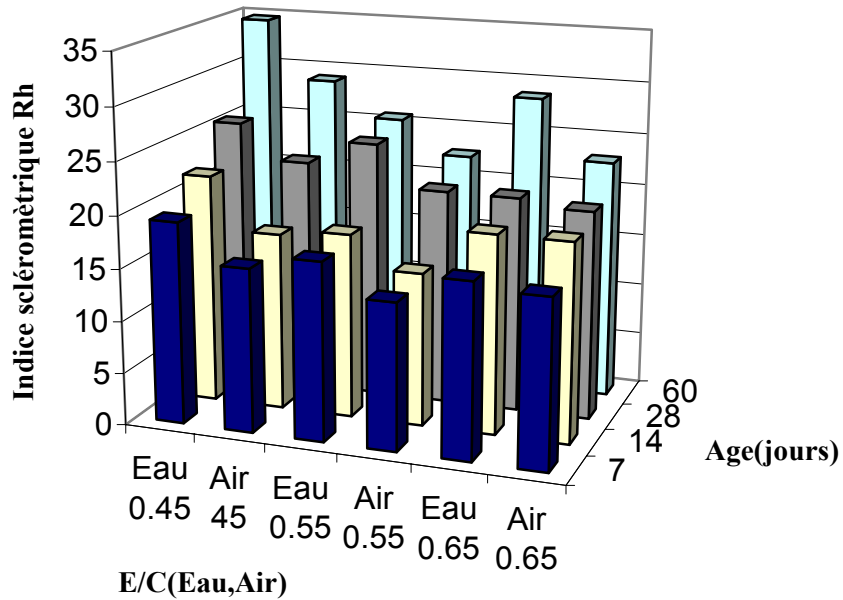


Figure (4.17) : l'indice sclérométrique Rh de béton M1 en fonction de l'âge (en jours).

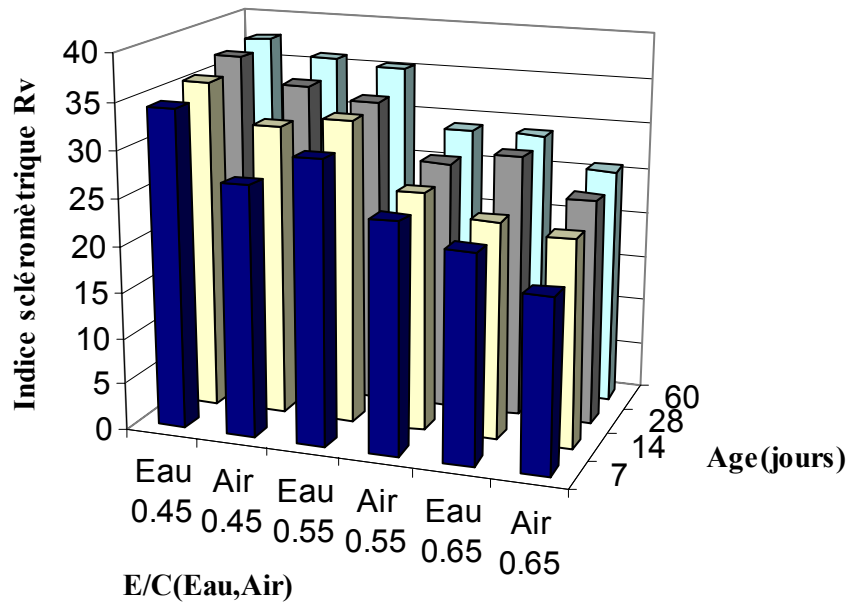


Figure (4.18) : l'indice sclérométrique  $R_v$  de béton M2 en fonction de l'âge (en jours).

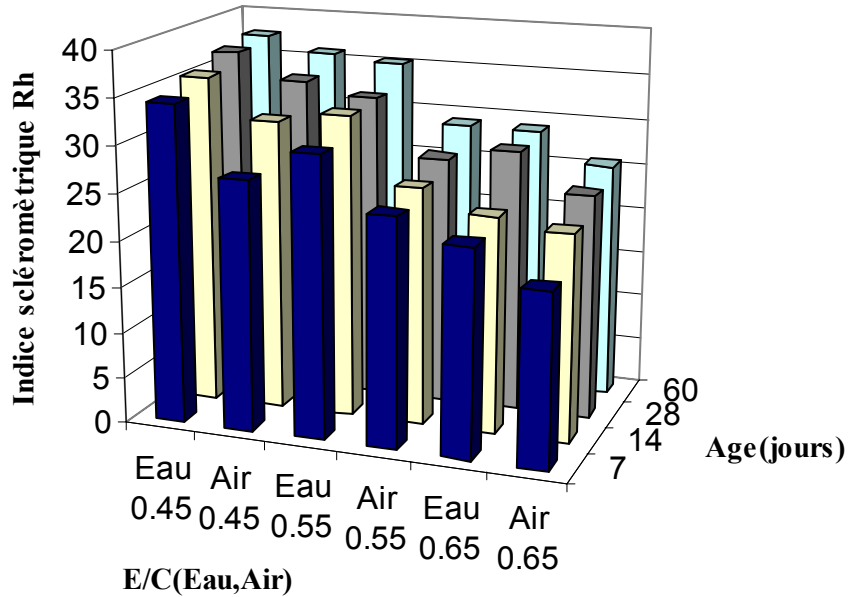


Figure (4.19) : l'indice sclérométrique  $R_h$  de béton M2 en fonction de l'âge (en jours).



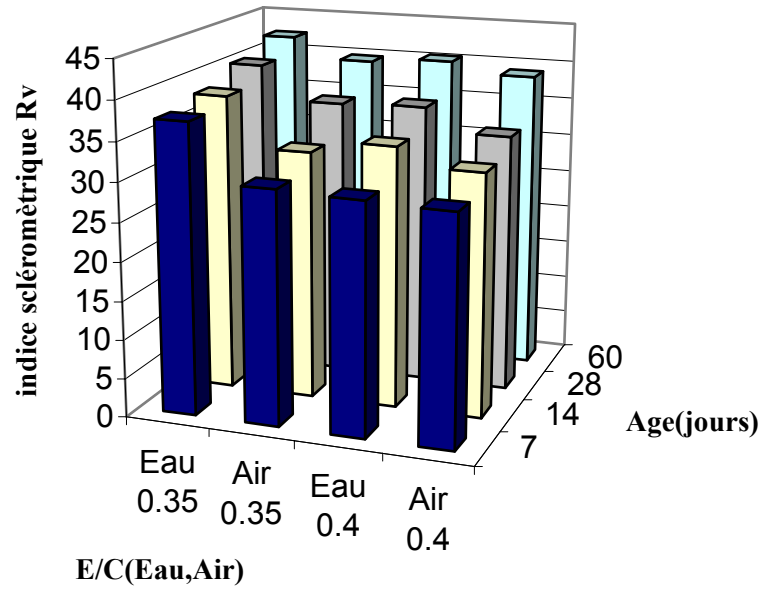


Figure (4.20) : l'indice sclérométrique Rv de béton M3 en fonction de l'âge (en jours).

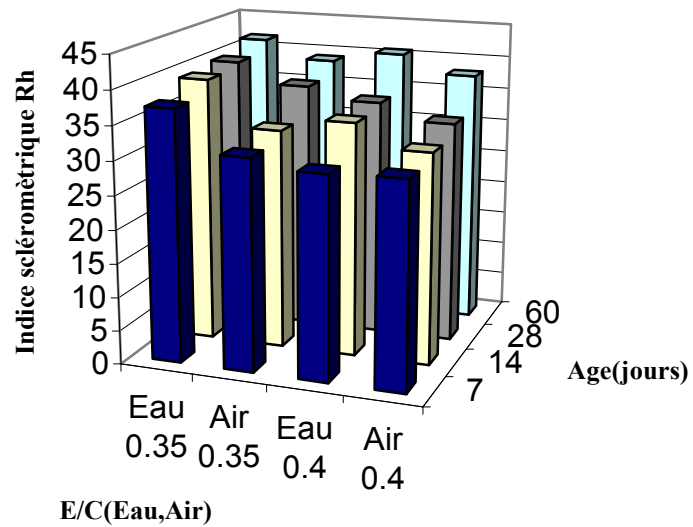


Figure (4.21) : l'indice sclérométrique Rh de béton M3 en fonction de l'âge (en jours).

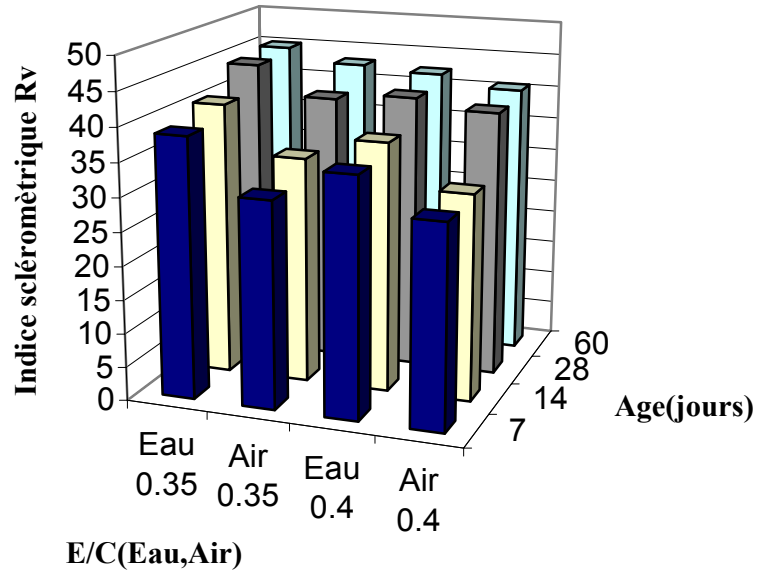


Figure (4.22) : l'indice sclérométrique Rv de béton M4 en fonction de l'âge (en jours).

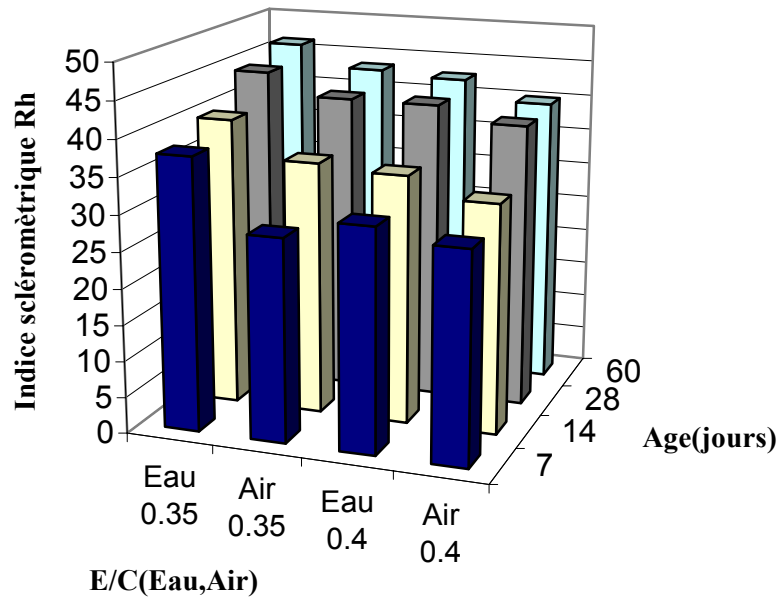
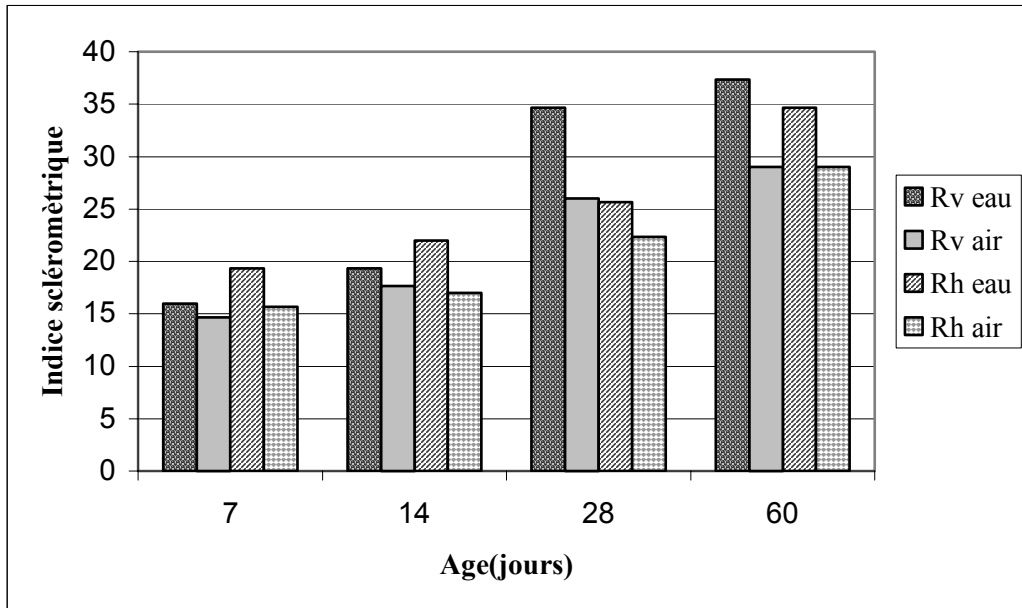
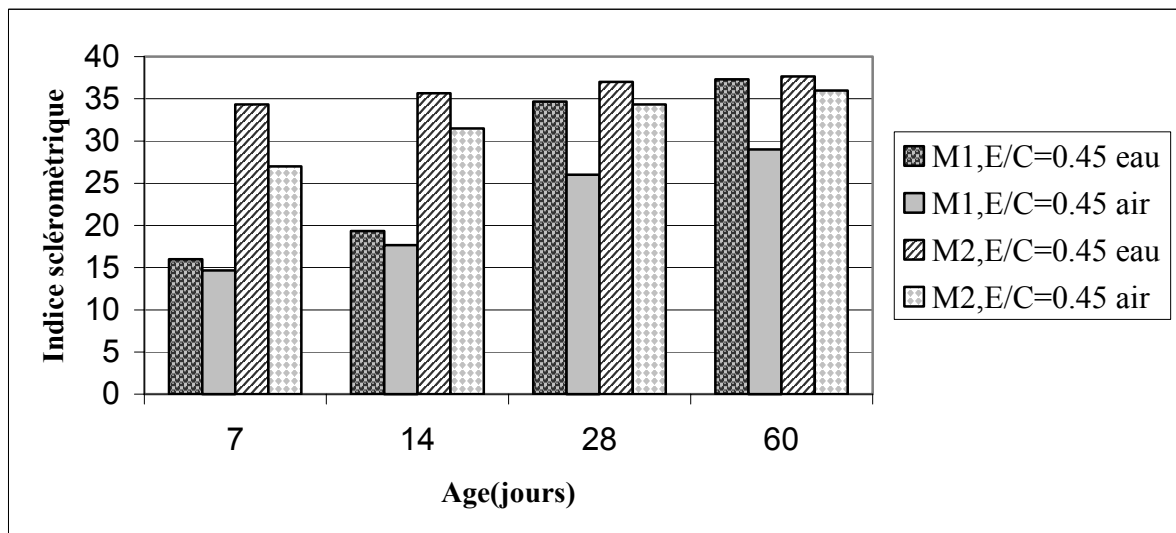


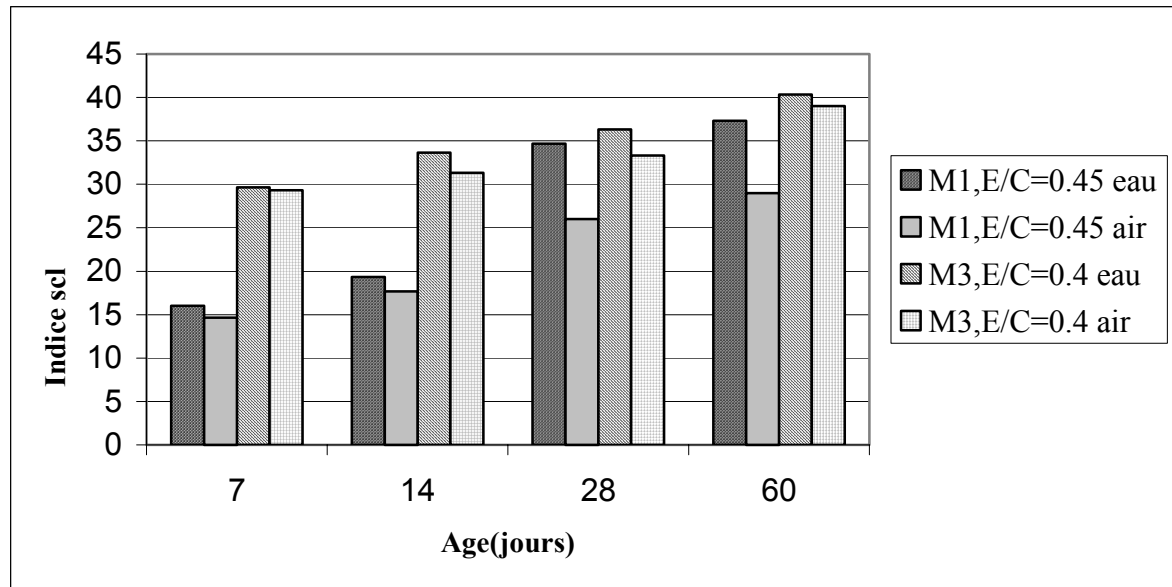
Figure (4.23) : l'indice sclérométrique Rh de béton M4 en fonction de l'âge (en jours).



**Figure (4.24) :** l'indice sclérométrique d'un échantillon du béton M1 ( $E/C=0.45$ ) en fonction de la position, l'âge et les conditions de conservation du béton.



**Figure (4.25) :** L'influence de type de granulat sur l'indice sclérométrique



**Figure (4.26) :** L'influence de type de ciment sur l'indice sclérométrique

### COMMENTAIRES :

D'après les résultats obtenus, nous constatons que

L'indice sclérométrique augmente avec l'augmentation de l'âge du béton, le diamètre maximum de l'agrégat et le type de ciment mais diminue avec l'augmentation du rapport eau-ciment.

La résistance à la compression du béton conservé à l'eau est plus haute que celle du béton conservé à l'air à un indice sclérométrique donné.

Nous concluons que l'estimation de la résistance à la compression en fonction de l'indice sclérométrique représente une certaine fiabilité du moment qu'elle reflète la réalité du comportement de béton suivant l'âge, la position et les conditions de conservation des échantillons utilisés.

Nous constatons que la variation de l'indice sclérométrique entre la face de coulage et la face opposée dans chaque cube est très variable dans le cas de conservation dans l'air, contrairement à la conservation dans l'eau. Ceci s'explique par l'hydratation similaire de même ordre dans toutes les faces dans le cas de conservation dans l'eau, et le contraire dans le cas de conservation à l'air libre, il y a une face qui sera sur la terre et prendra le temps d'hydratation.

Dans cette étude les résultats obtenus montrent que l'indice sclérométrique de la face de coulage est toujours inférieur que celle de la face opposée de chaque cube soit dans le cas de conservation dans l'eau où bien dans l'air comme le montre la figure (4.17). Ceci s'explique d'une part qu'au départ la face de coulage perd une quantité d'eau plus que la face opposée et ne permettant pas une hydratation similaire de même ordre dans les deux faces Mellas (2003) et d'autre part à cause des fois de ségrégation.

#### **4.2.4 Relation entre la résistance et les résultats des essais non destructifs**

##### **4.2.4.1 Relation entre la résistance et la vitesse du son**

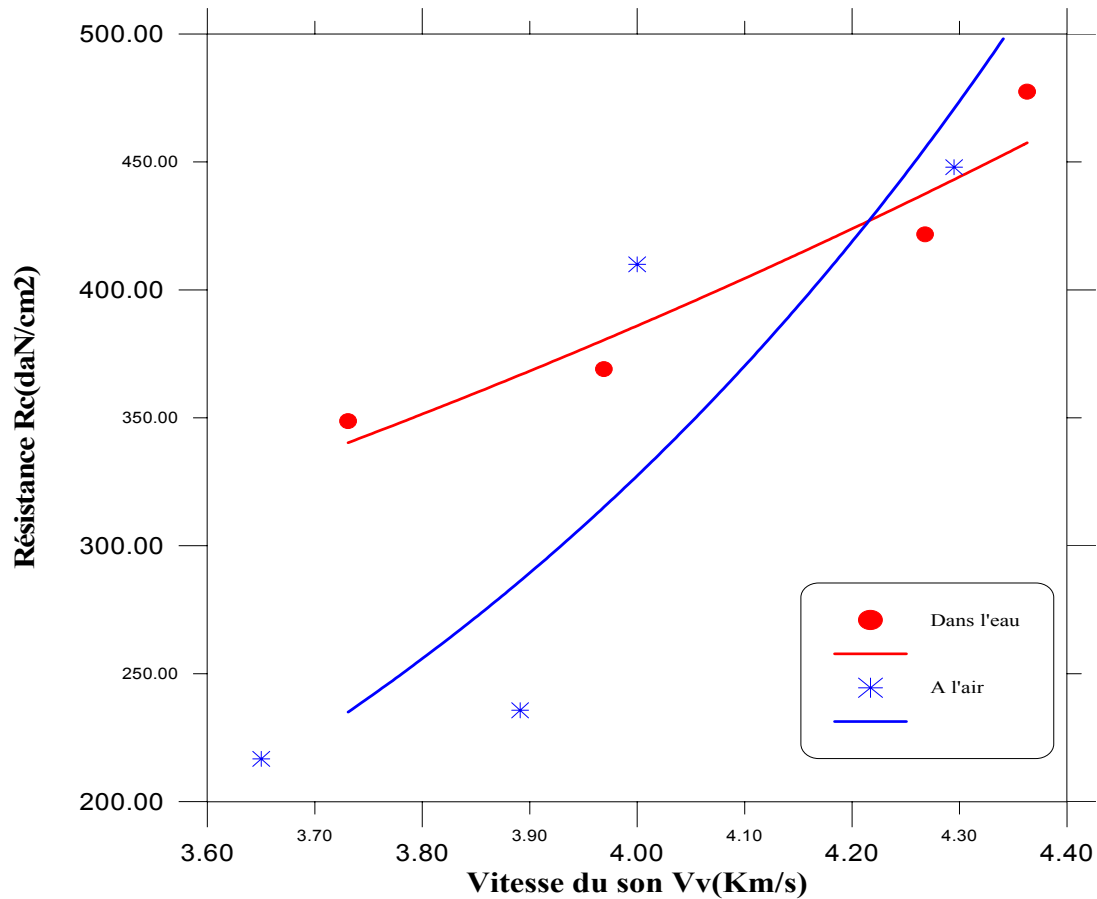
La relation entre la résistance à la compression et la vitesse du son en fonction du temps, pour les mélanges de béton M1, M2, M3 et M4 et dans les deux directions de mesure (horizontale et verticale) pour voir l'influence de différents facteurs : conditions de conservation rapport E/C, type d'agrégat, type de ciment sur les résultats des essais non destructifs.

Les courbes obtenues ont une forme linéaire, exponentielle, logarithmique....

Pour la relation entre la résistance à la compression et la vitesse du son on a choisi que les courbes soient de forme exponentielle pour obtenir une meilleure précision.

##### **a)- Conditions de conservation**

Les figures (4.27), (4.28), (4.29), (4.30) montrent la relation entre la résistance à la compression et la vitesse du son en fonction du temps et les conditions de conservation, pour les mélanges de béton M1 et M2, et dans les deux directions de mesure (horizontale et verticale).



**Figure (4.27) :** Résistance à la compression en fonction de la vitesse du son Vv  
béton M1, E/C=0.45

#### Dans l'eau:

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp (0.468475 * X) * 59.2489$$

$$r=0.959$$

#### A l'air:

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp (1.23218 * X) * 2.36841$$

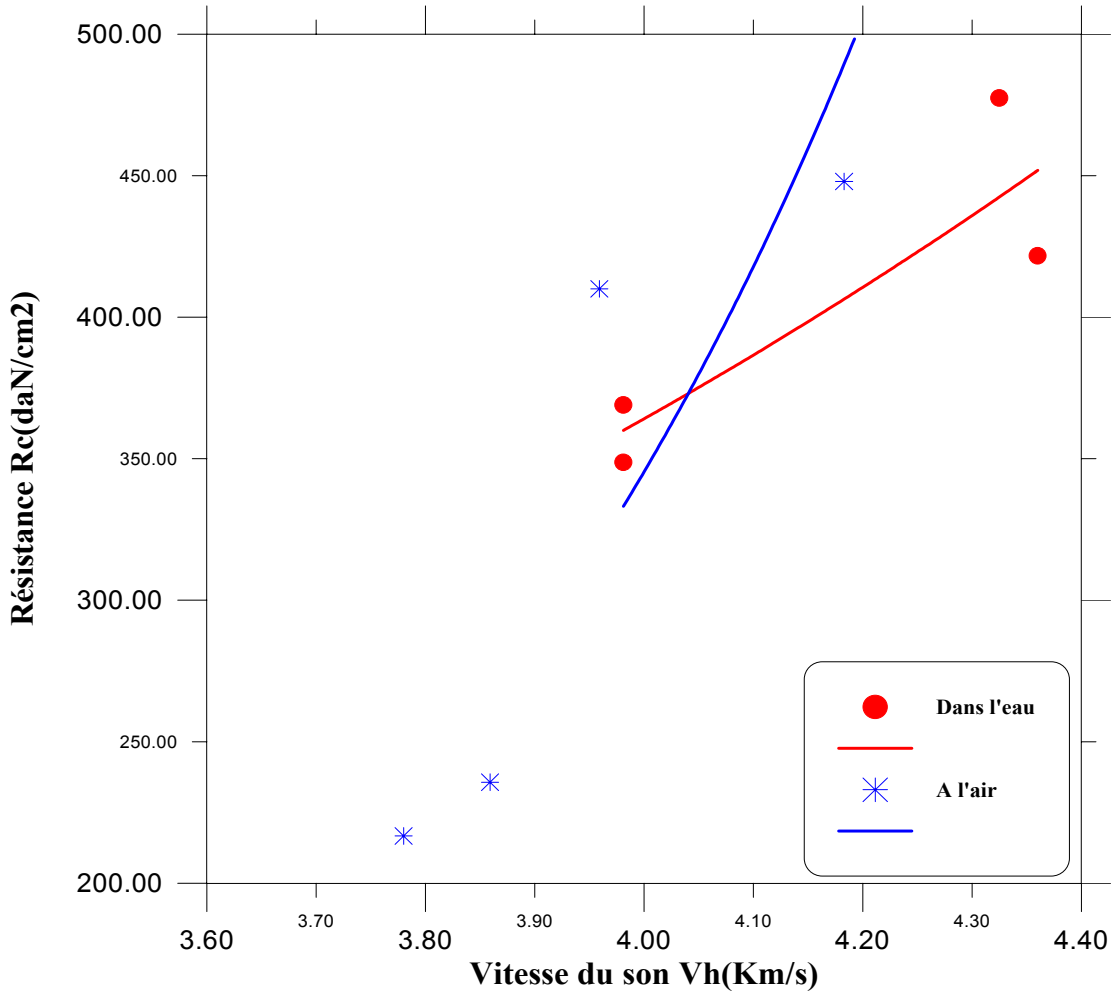
$$r=0.884$$

Où :

Y représente la résistance à la compression

X représente la vitesse du son

r coefficient de corrélation



**Figure (4.28) :** Résistance à la compression en fonction de la vitesse du son Vh  
béton M1, E/C=0.45

**Dans l'eau:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp(0.599994 * X) * 33.0292$$

$$r=0.891$$

**A l'air:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp(1.90504 * X) * 0.169407$$

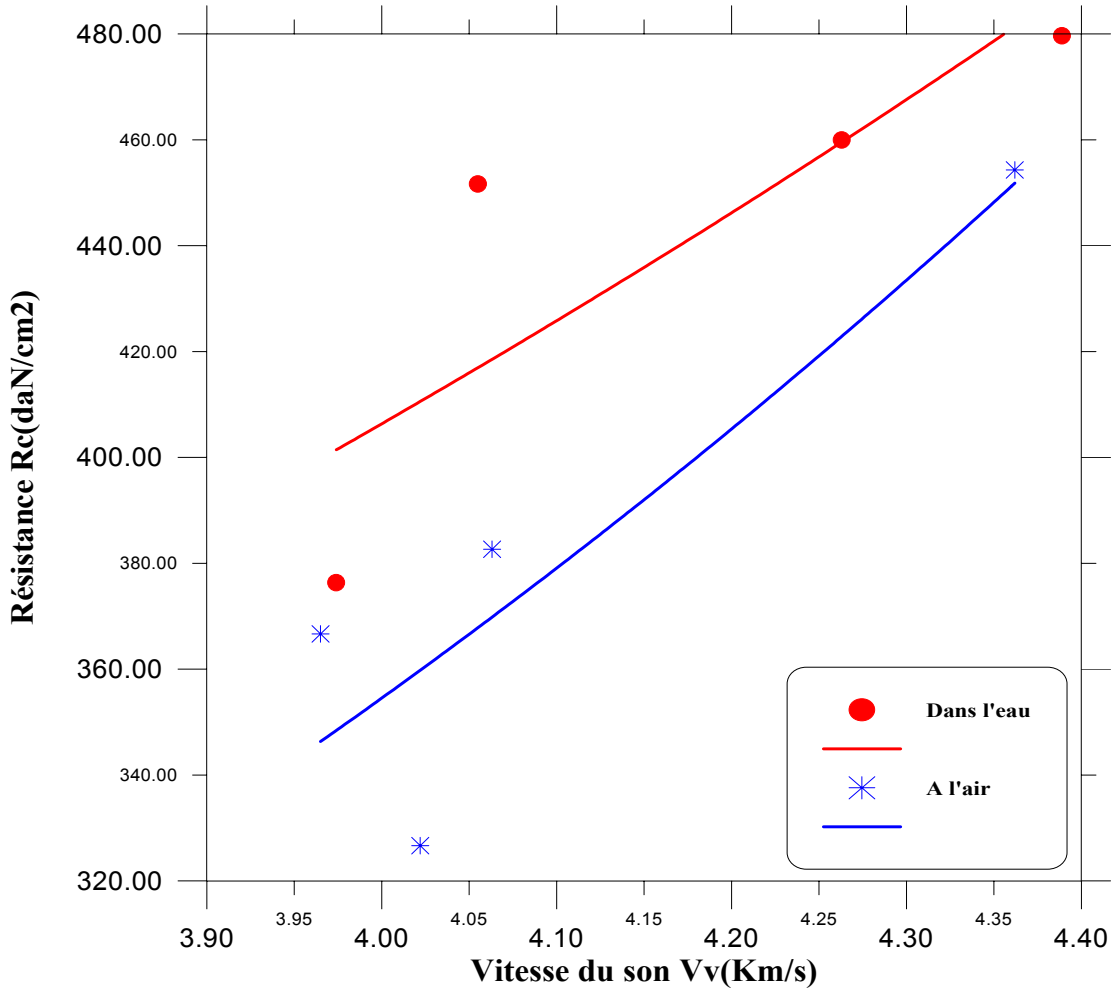
$$r=0.892$$

Où :

Y représente la résistance à la compression

X représente la vitesse du son

r coefficient de corrélation



**Figure (4.29) :** Résistance à la compression en fonction de la vitesse du son Vv  
béton M2, E/C=0.45

**Dans l'eau:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp (0.468013 * X) * 62.5017$$

$$r=0.828$$

**A l'air:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp (0.670035 * X) * 24.3049$$

$$r=0.868$$

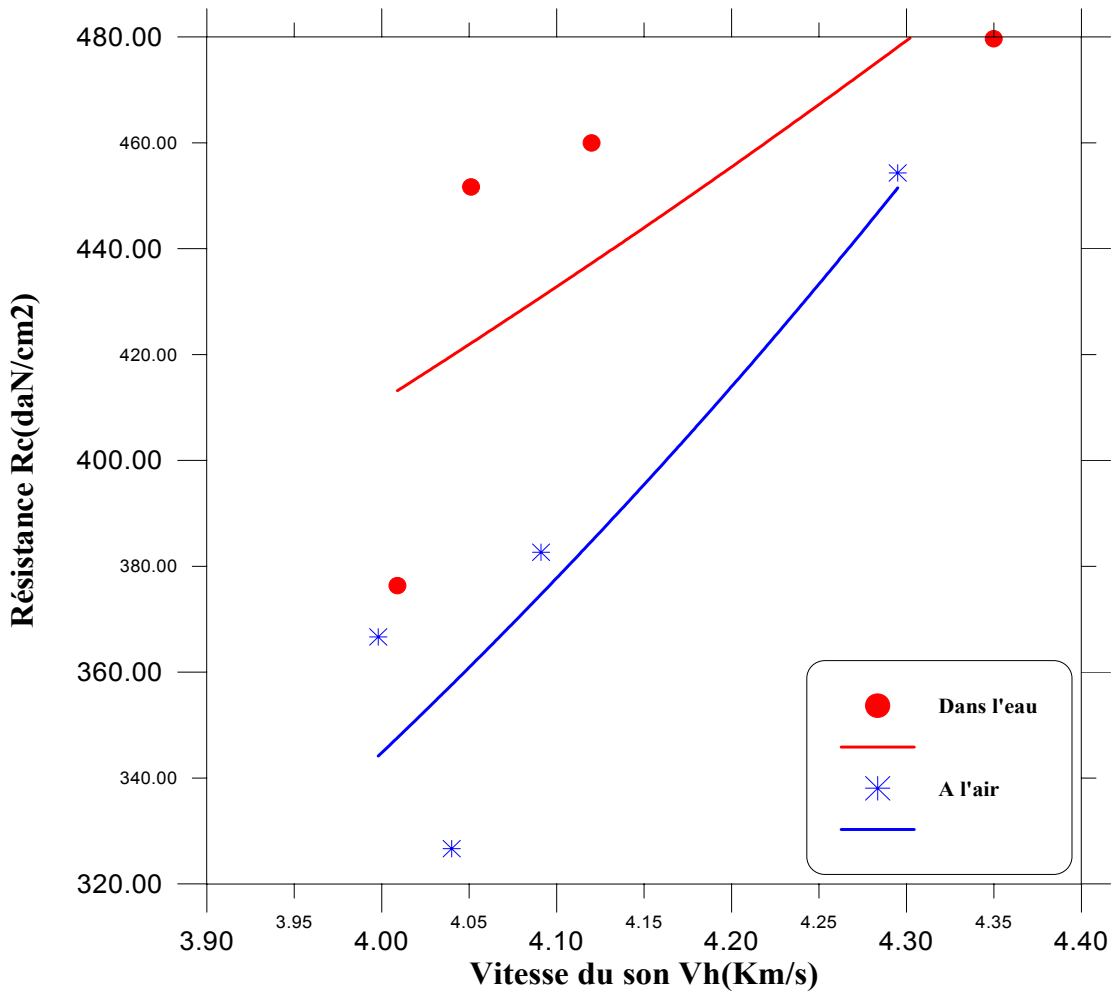
Où :

Y représente la résistance à la compression

X représente la vitesse du son

r coefficient de corrélation





**Figure (4.30) :** Résistance à la compression en fonction de la vitesse du son Vh  
béton M2, E/C=0.45

**Dans l'eau:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp (0.510225 * X) * 53.4325$$

$$r=0.723$$

**A l'air:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp (0.914113 * X) * 8.90386$$

$$r=0.880$$

Où :

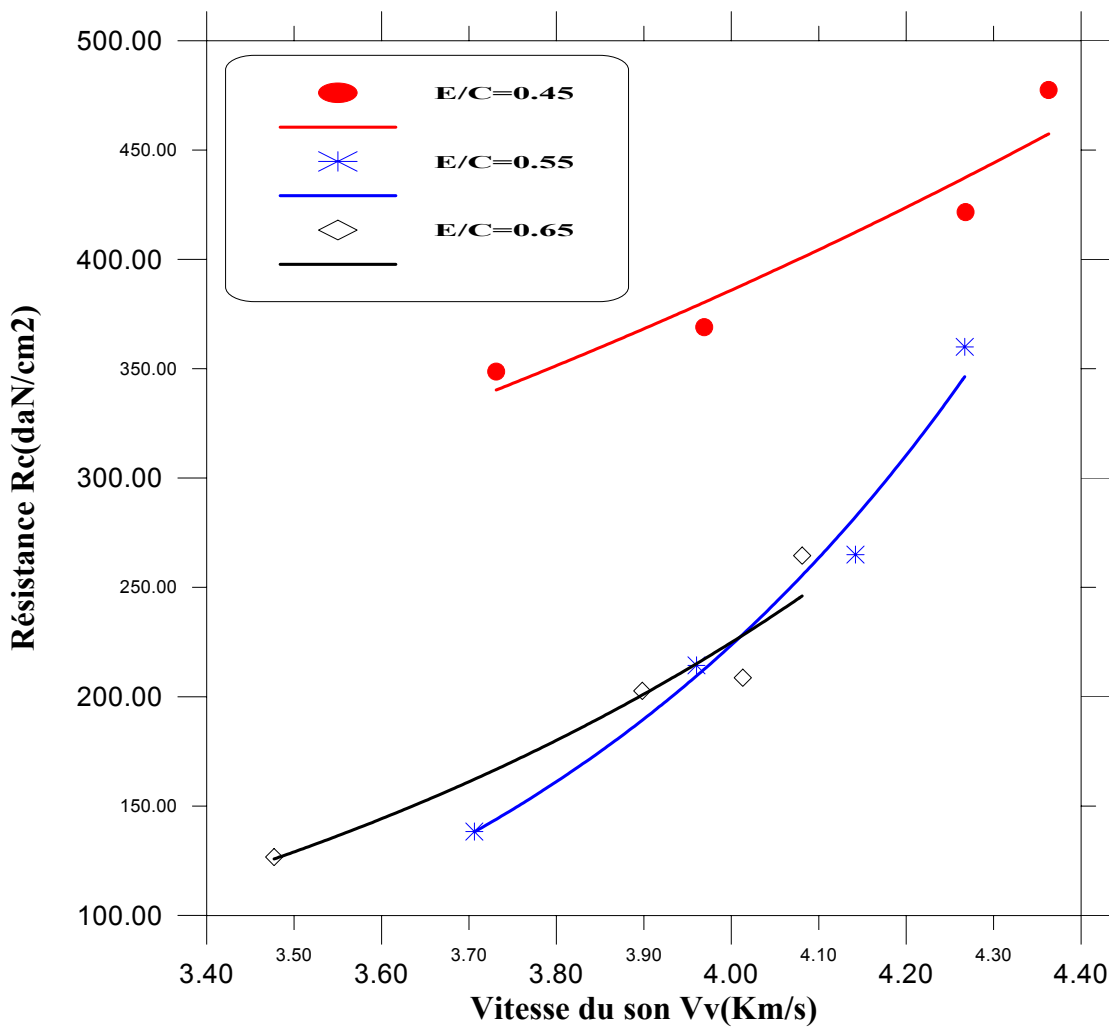
Y représente la résistance à la compression

X représente la vitesse du son

r coefficient de corrélation

**b)- Rapport E/C :**

Les figures (4.31), (4.32), (4.33), (4.34) montrent la relation entre la résistance à la compression et la vitesse du son en fonction du temps et les rapports E/C, pour les mélanges de béton M1 et M2, et dans les deux directions de mesure (horizontale et verticale)



**Figure (4.31) :** Résistance à la compression en fonction de la vitesse du son Vv  
béton M1, conservation dans l'eau

**E/C=0.45:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp (0.468475 * X) * 59.2489$$

$$r=0.959$$

**E/C=0.55:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp (1.63879 * X) * 0.318183$$

$$r=0.994$$

**E/C=0.65:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp (1.11096 * X) * 2.642$$

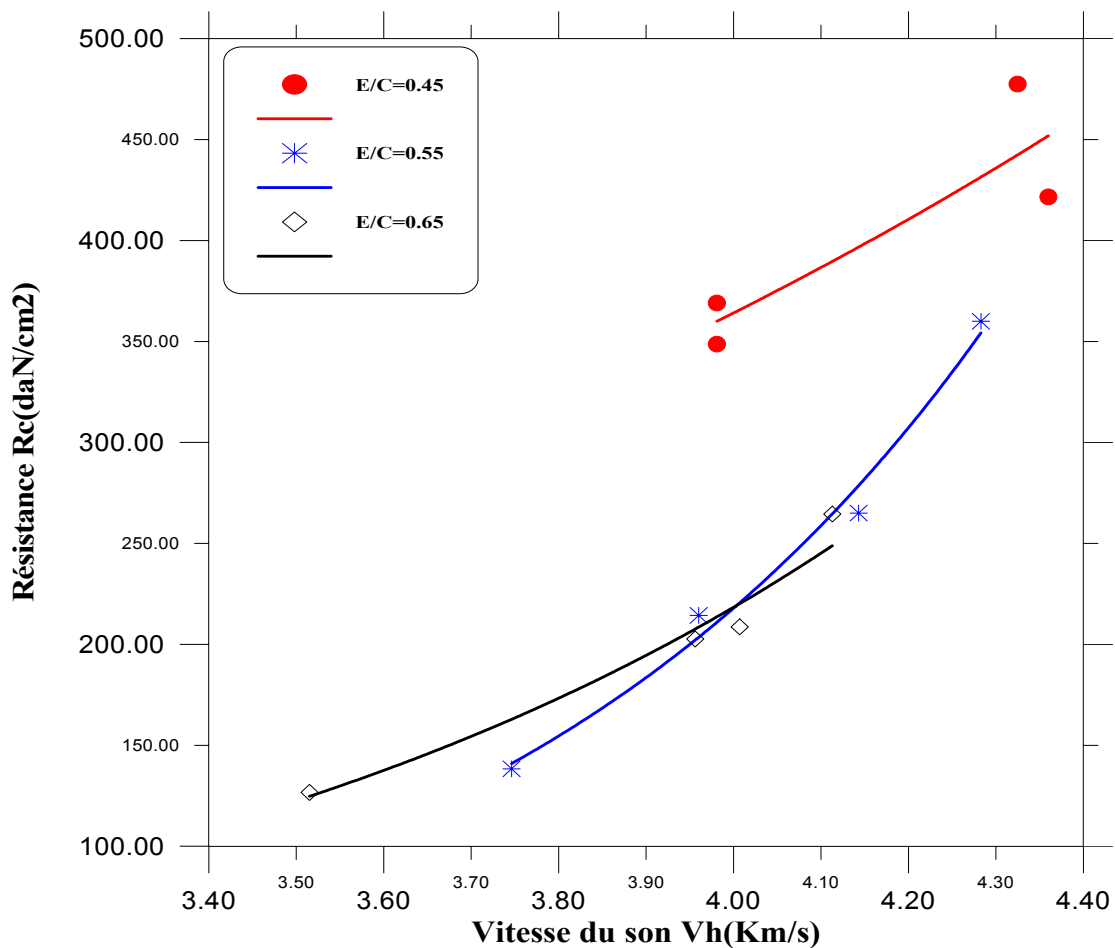
$$r=0.976$$

Où :

Y représente la résistance à la compression

X représente la vitesse du son

r coefficient de corrélation



**Figure (4.32) :** Résistance à la compression en fonction de la vitesse du son Vh  
béton M1, conservation dans l'eau

**E/C=0.45:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp (0.599994 * X) * 33.0292$$
$$r=0.891$$

**E/C=0.55:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp (1.71697 * X) * 0.226779$$
$$r=0.994$$

**E/C=0.65:**

L'équation obtenue est la suivante :

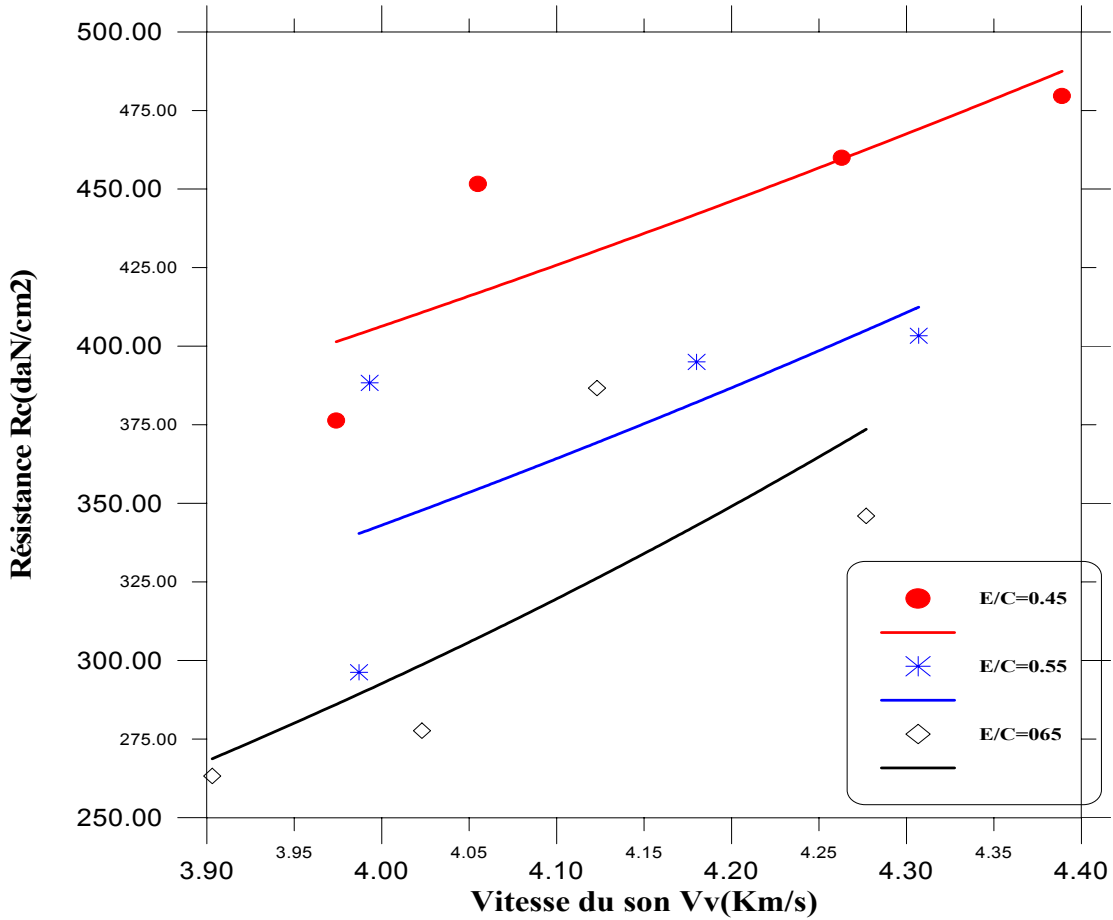
$$Y = \exp (1.15495 * X) * 2.15157$$
$$r=0.987$$

Où :

Y représente la résistance à la compression

X représente la vitesse du son

r coefficient de corrélation



**Figure (4.33) :** Résistance à la compression en fonction de la vitesse du son Vv  
béton M2, conservation dans l'eau

**E/C=0.45:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp (0.468013 * X) * 62.5017$$

$$r=0.830$$

**E/C=0.55:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp (0.599969 * X) * 31.1247$$

$$r=0.641$$

**E/C=0.65:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp (0.880982 * X) * 8.62912$$

$$r=0.770$$

Où :

Y représente la résistance à la compression

X représente la vitesse du son

r coefficient de corrélation

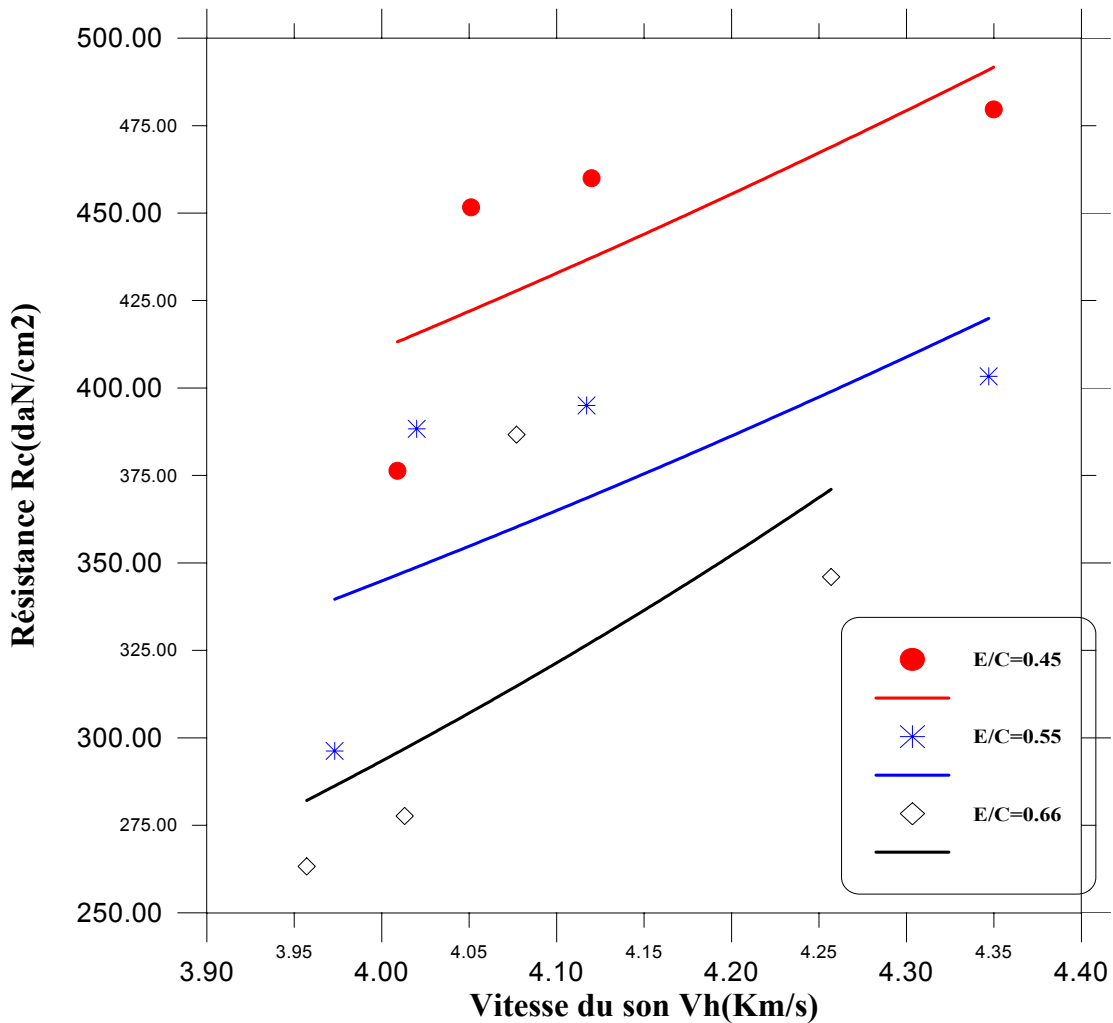


Figure (4.34) : Résistance à la compression en fonction de la vitesse du son Vh  
béton M2, conservation dans l'eau

**E/C=0.45:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp(0.510225 * X) * 53.4325$$

$$r=0.723$$

**E/C=0.55 :**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp (0.567339 * X) * 35.65$$

$$r=0.650$$

**E/C=0.65:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp (0.913711 * X) * 7.58814$$

$$r=0.655$$

Où :

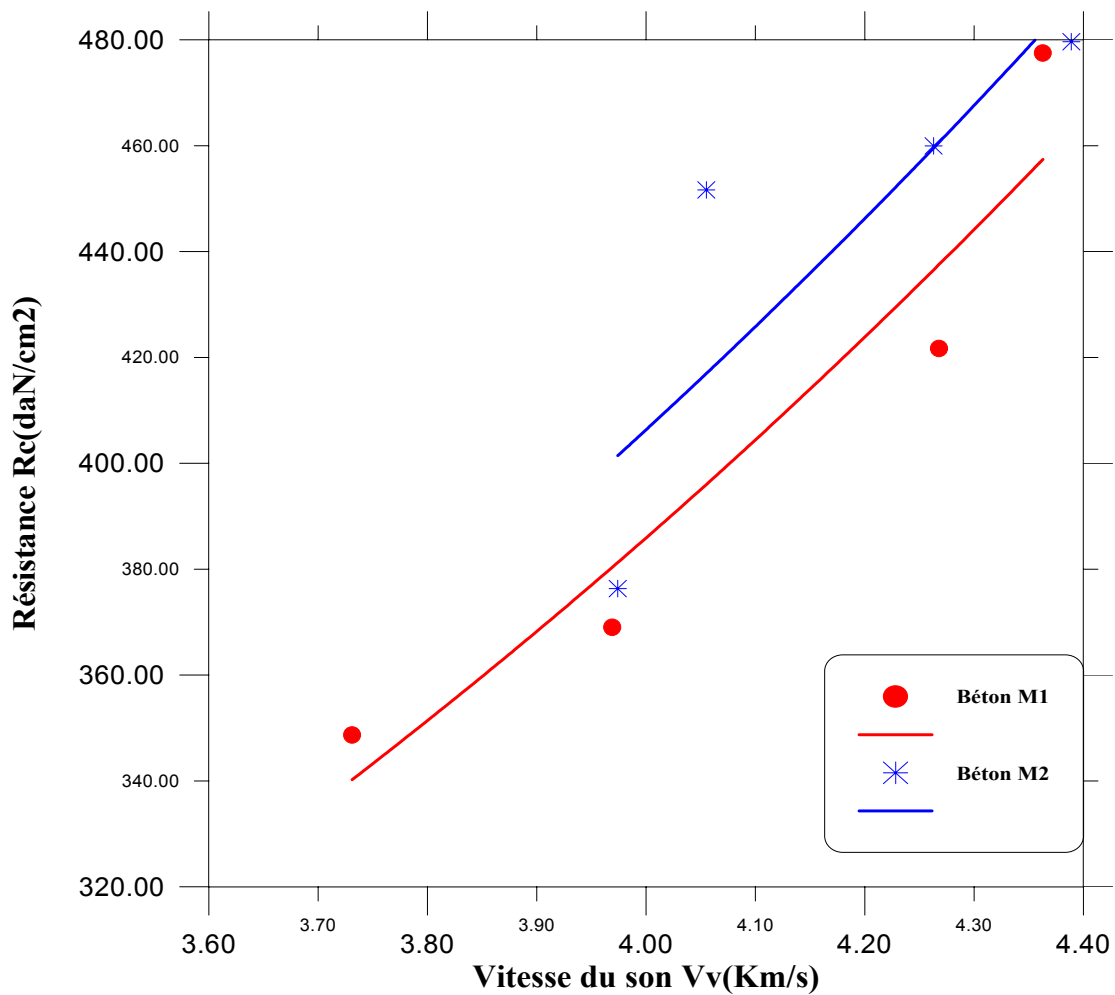
Y représente la résistance à la compression

X représente la vitesse du son

r coefficient de corrélation

### c)- Type d'agrégat :

Les figures (4.35), (4.36) montrent la relation entre la résistance à la compression et la vitesse du son en fonction du temps et les types d'agrégat, pour les mélanges de béton M1 et M2, et dans les deux directions de mesure (horizontale et verticale)



**Figure (4.35) :** Résistance à la compression en fonction de la vitesse du son  $V_v$  béton M1 et M2,  $E/C=0.45$

#### Béton M1 :

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp(0.468475 * X) * 59.2489$$

$$r=0.960$$



**Béton M2 :**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp (0.468013 * X) * 62.5017$$

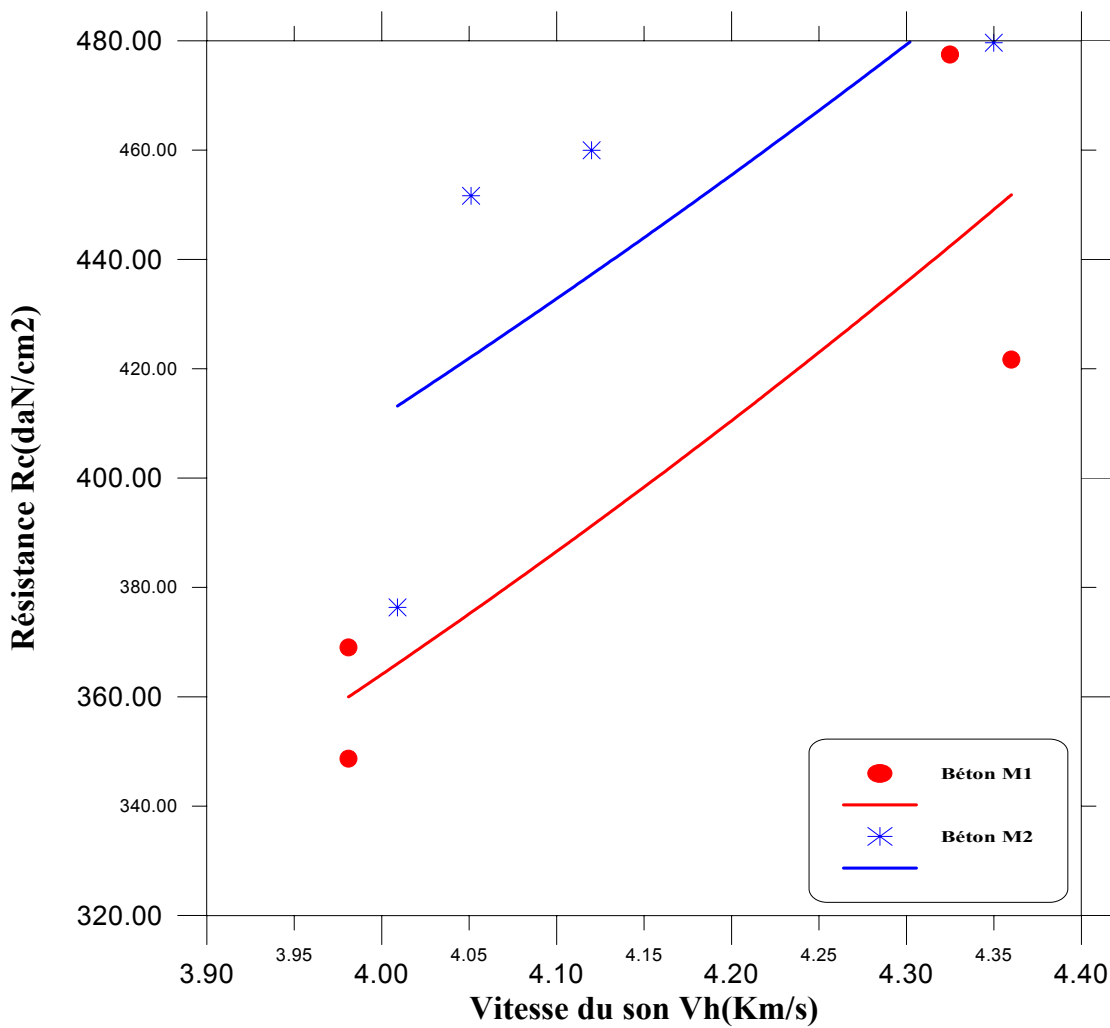
$$r=0.830$$

Où :

Y représente la résistance à la compression

X représente la vitesse du son

r coefficient de corrélation



**Figure (4.36) :** Résistance à la compression en fonction de la vitesse du son Vh  
béton M1 et M2, E/C=0.45

**Béton M1 :**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp (0.599994 * X) * 33.0292$$

$$r=0.891$$

**Béton M2 :**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp (0.510225 * X) * 53.4325$$

$$r=0.723$$

Où :

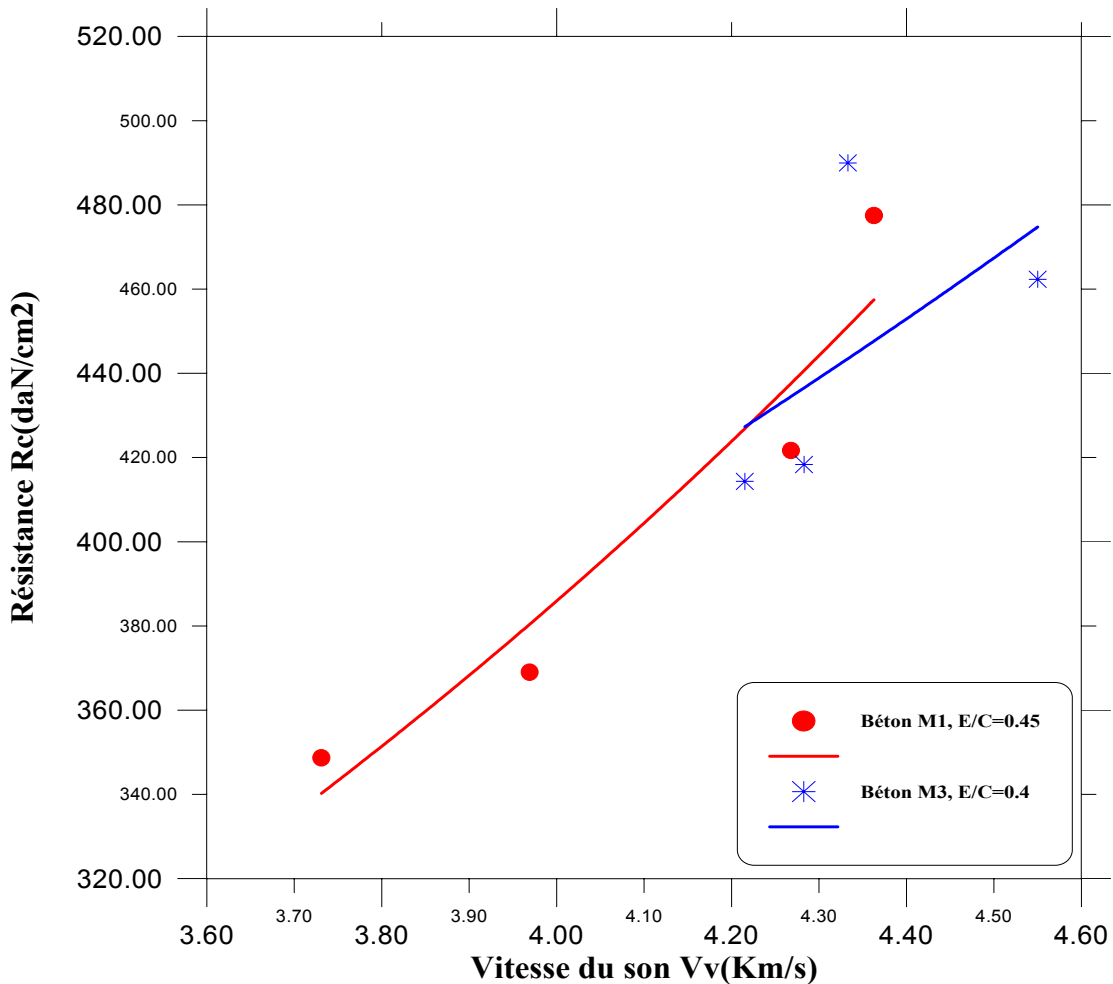
Y représente la résistance à la compression

X représente la vitesse du son

r coefficient de corrélation

**d)- Type de ciment :**

Les figures (4.37), (4.38) montrent la relation entre la résistance à la compression et la vitesse du son en fonction du temps et les types de ciment, pour les mélanges de béton M1 et M3, et dans les deux directions de mesure (horizontale et verticale)



**Figure (4.37) :** Résistance à la compression en fonction de la vitesse du son Vv  
béton M1 et M3

**Béton M1, E/C=0.45 :**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp(0.468475 * X) * 59.2489$$

$$r=0.960$$

**Béton M3, E/C=0.4 :**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp (0.314578 * X) * 113.464$$

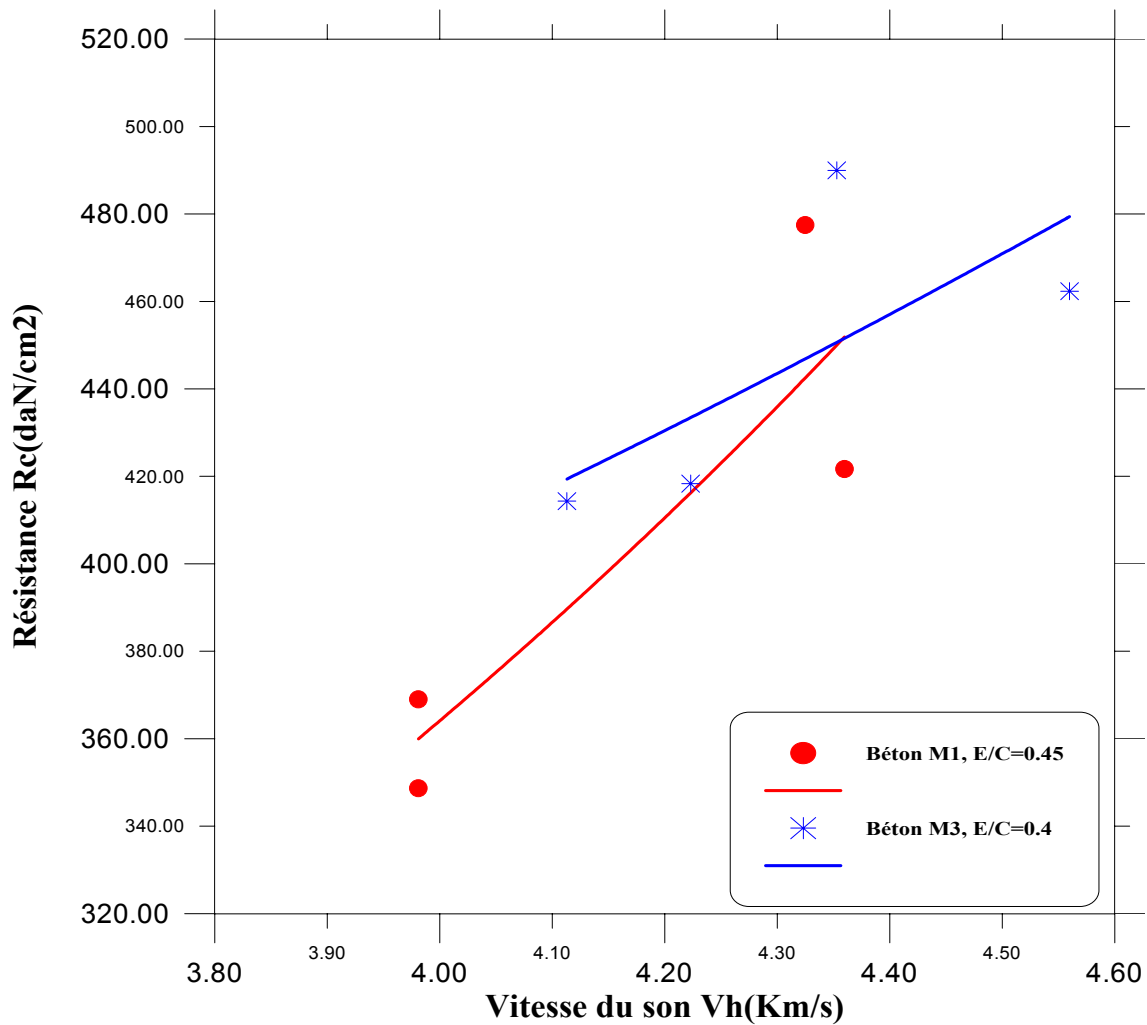
$$r=0.563$$

Où :

Y représente la résistance à la compression

X représente la vitesse du son

r coefficient de corrélation



**Figure (4.38) :** Résistance à la compression en fonction de la vitesse du son Vh  
béton M1 et M3

**Béton M1, E/C=0.45 :**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp (0.599994 * X) * 33.0292$$

$$r=0.891$$

**Béton M3, E/C=0.4 :**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp (0.299308 * X) * 122.451$$

$$r=0.710$$

Où :

Y représente la résistance à la compression

X représente la vitesse du son

r coefficient de corrélation

**COMMENTAIRES :**

Nous remarquons que les courbes qui passent par plus des coordonnées expérimentales, conduit à un bon coefficient de corrélation, à des résultats plus précises et représentent des expressions plus fiables.

Dans les deux directions de mesure (horizontale et verticale) et pour les deux conditions de conservation on voit clairement qu'il n'est y à pas une expression générale représentant la résistance à la compression du béton et la vitesse du son. On remarque aussi qu'il n'est y à pas une grande différence entre les expressions de même condition de conservation ni entre leurs coefficients de corrélation dans les deux directions de mesure ( $Y = \exp (1.23218 * X) * 2.36841$ ,  $r = 0.884$ ) et ( $Y = \exp (1.90504 * X) * 0.169407$ ,  $r = 0.892$ ). Ceci s'explique de fait que les conditions de conservation reflètent comme nous l'avons vu, les résultats des essais de la vitesse du son, en plus ces conditions de conservation ne sont pas appliquées selon les normes à cause de plusieurs facteurs comme l'absence de la chambre d'humidité en cas d'essai de la résistance à la compression ... etc.

Les figures de (4.27) à (4.30) montrent aussi que la résistance à la compression du béton conservé à l'eau est plus haute que celle du béton conservé à l'air à une vitesse du son donnée.

Pour la corrélation entre  $R_c$  et  $V$ , on remarque que les facteurs qui ont une influence significative sur ces courbes sont le diamètre de l'agrégat et le type de ciment selon leurs coefficients de corrélation.

En comparant les résultats de ce travail avec celles de plusieurs chercheurs comme Teodoru (1988) ( $f_c = 0,0259e^{1,612V}$ ), Elvery et Ibrahim (1976) ( $f_c = 0,012e^{2,27V \pm 6,4}$ ) Ravindrajah et al (1988) ( $f_c = 0,060e^{1,44V}$ ) P. Turgut (2004) ( $f_c = 0,3161e^{1,03V}$ ) on trouve qu'il n'y a pas une grande différence. Et en observant le tableau (1.11) on voit clairement que les auteurs de ces expressions ont utilisés des cubes de 100 mm de côté le même cas que ce travail. Ceci s'explique de fait que les dimensions du moules reflètent les résultats des essais de la vitesse de son comme ils reflètent aussi les résultats des essais de la résistance à la compression Neville (1977).

#### 4.2.4.2 Relation entre la résistance et l'indice sclérométrique

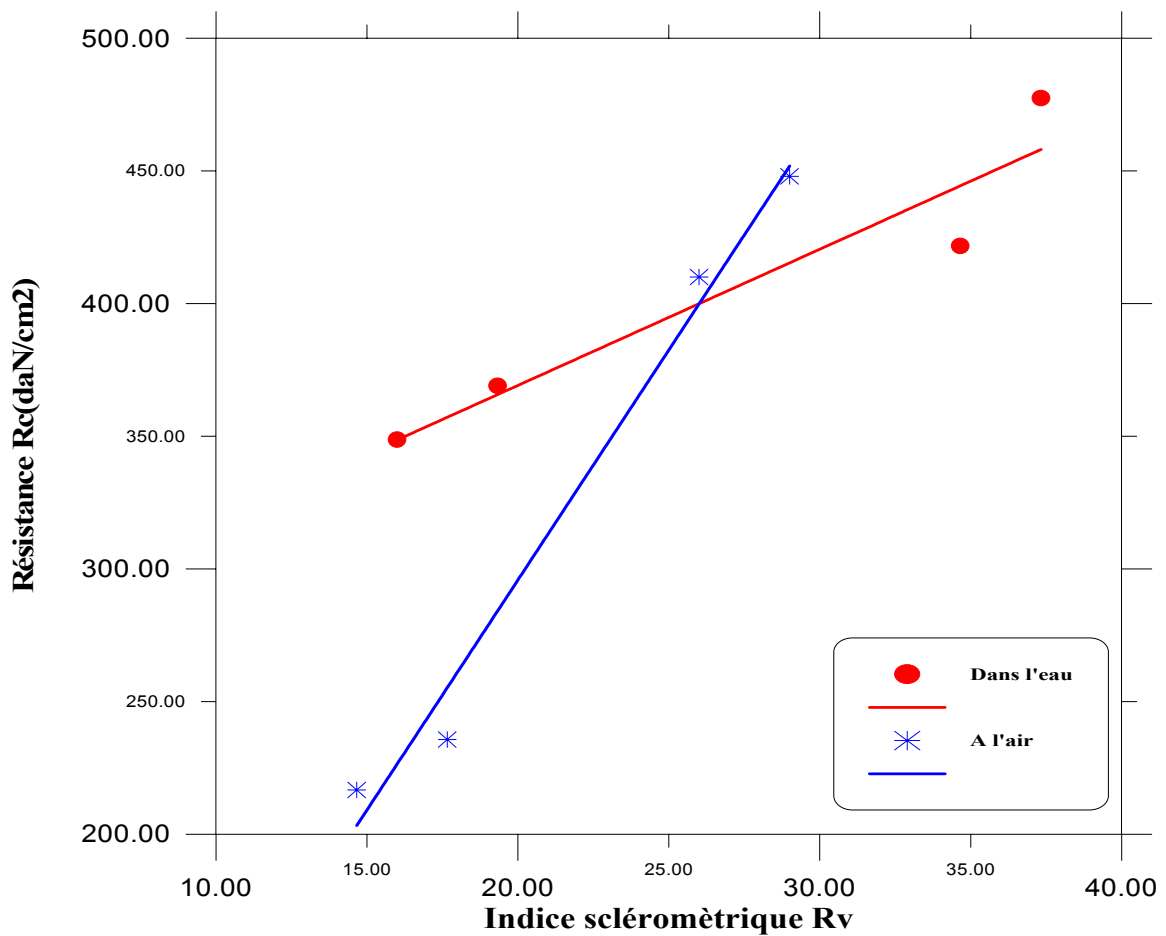
La relation entre la résistance à la compression et l'indice sclérométrique en fonction du temps, pour les mélanges de béton M1, M2, M3 et M4 et dans les deux directions de mesure (horizontale et verticale) pour voir l'influence des différents facteurs : conditions de conservation rapport E/C, type d'agrégat, type de ciment sur les résultats des essais non destructifs.

Les courbes obtenues ont une forme linéaire, exponentielle, logarithmique....

Pour la relation entre la résistance à la compression et l'indice sclérométrique on choisi que les courbes soient de forme linéaire pour obtenir une meilleure précision.

### a)- Conditions de conservation

Les figures (4.39), (4.40), (4.41), (4.42) montrent la relation entre la résistance à la compression et l'indice sclérométrique en fonction du temps et les conditions de conservation, pour les mélanges de béton M1 et M2, et dans les deux directions de mesure (horizontale et verticale)



**Figure (4.39) :** Résistance à la compression en fonction de l'indice sclérométrique  $R_v$ , béton M1, E/C=0.45

#### Dans l'eau:

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 5.13437 * X + 266.45$$

$$r=0.954$$

**A l'air:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 17.3385 * X + -50.9201$$

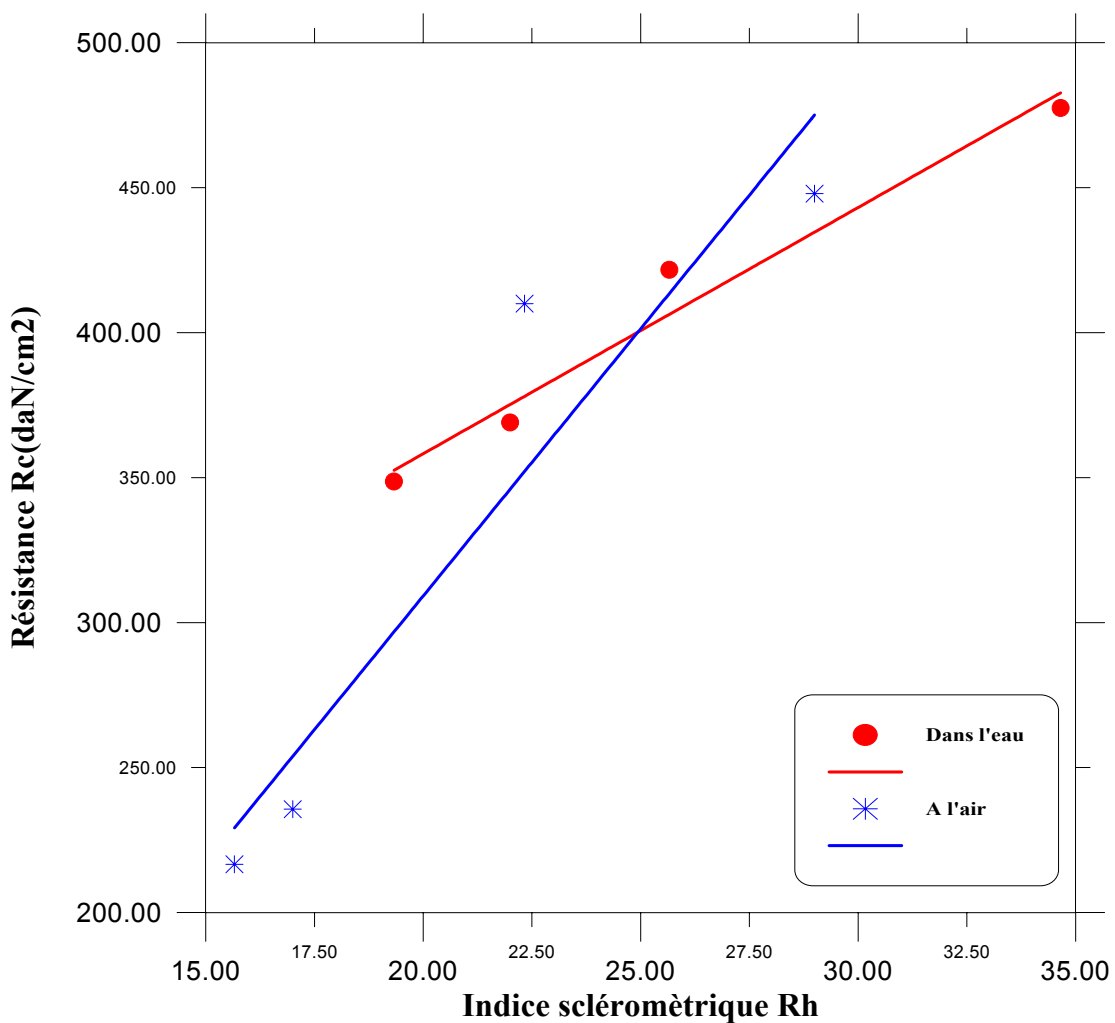
$$r=0.992$$

Où :

Y représente la résistance à la compression

X représente l'indice sclérométrique

r coefficient de corrélation



**Figure (4.40) :** Résistance à la compression en fonction de l'indice sclérométrique Rh, béton M1, E/C=0.45



**Dans l'eau:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 8.49433 * X + 188.343$$

$$r=0.984$$

**A l'air:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 18.4339 * X + -59.4855$$

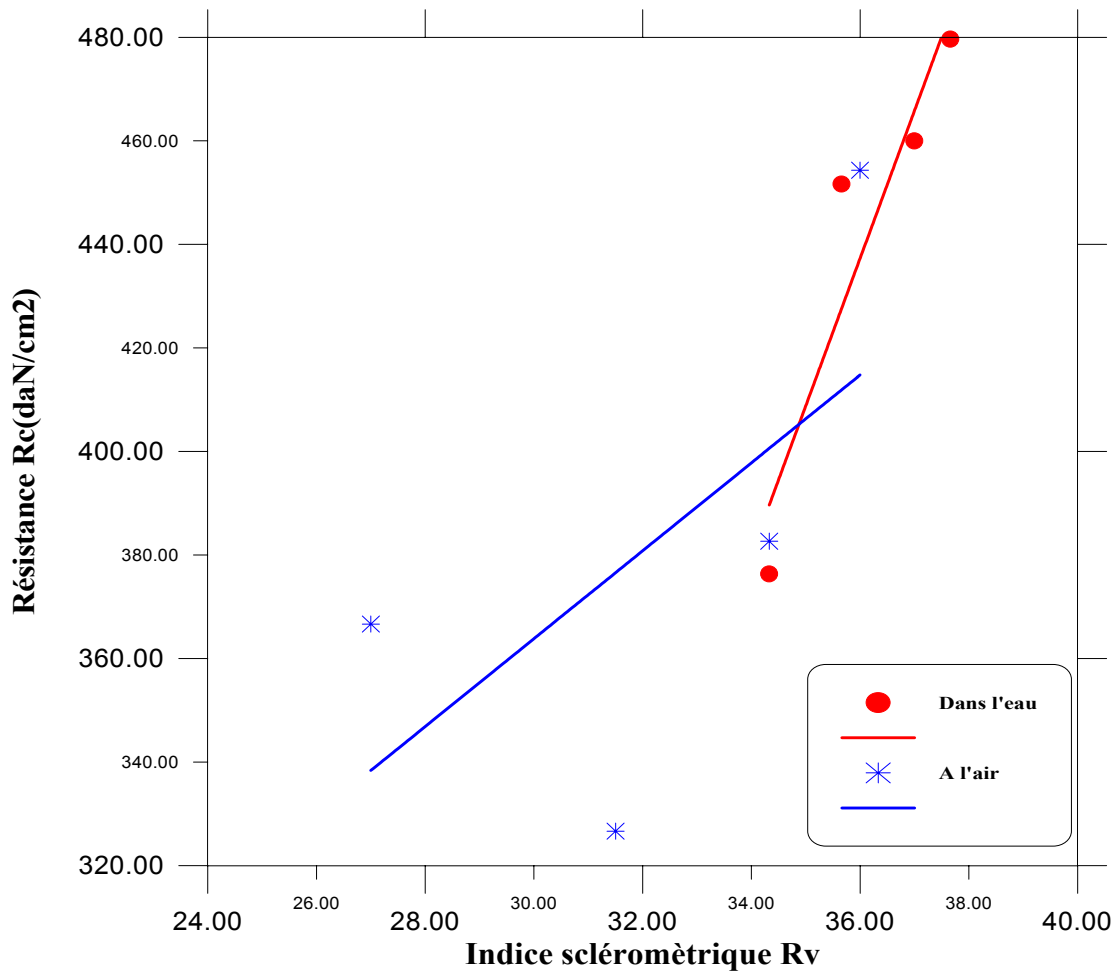
$$r=0.944$$

Où :

Y représente la résistance à la compression

X représente l'indice sclérométrique

r coefficient de corrélation



**Figure (4.41) :** Résistance à la compression en fonction de l'indice sclérométrique Rv, béton M2, E/C=0.45

**Dans l'eau:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 28.5236 * X + -589.571$$

$$r=0.931$$

**A l'air:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 8.48799 * X + 109.2$$

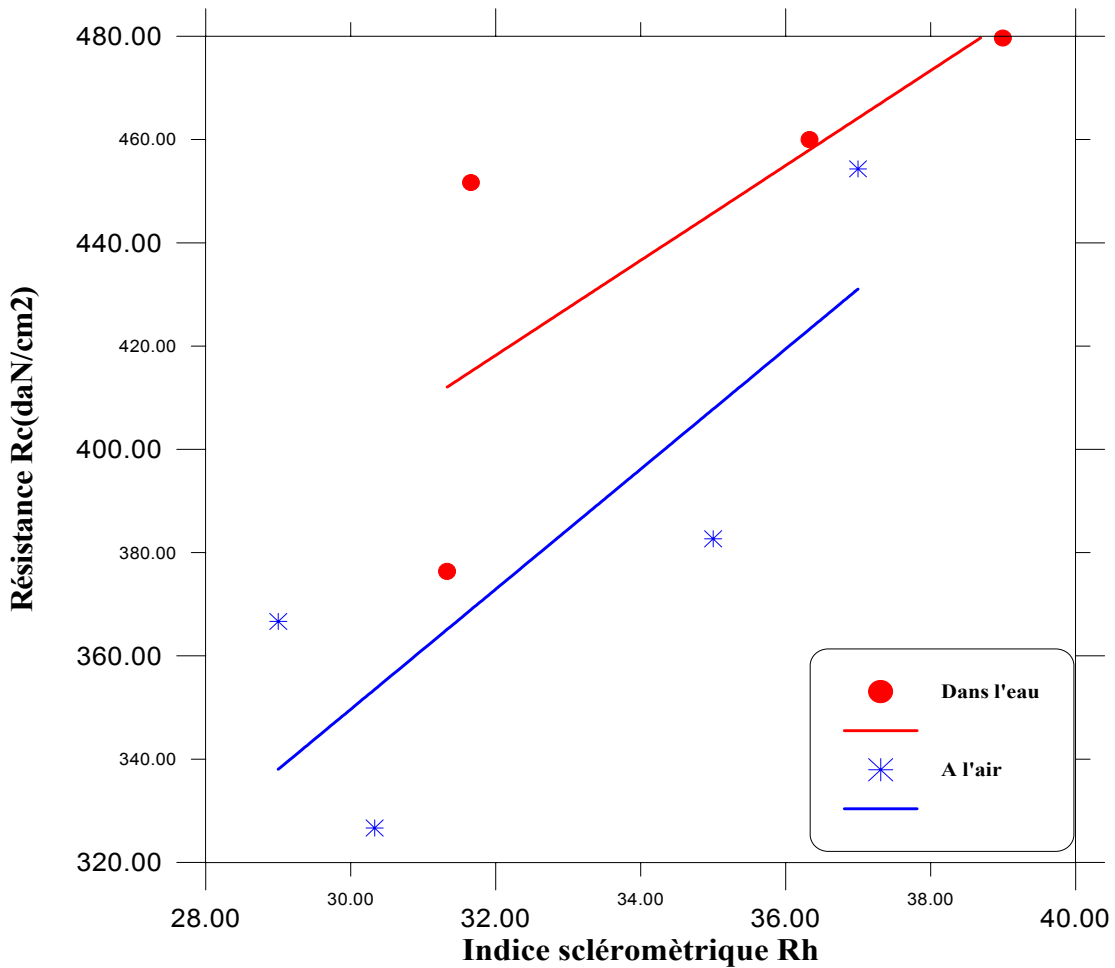
$$r=0.627$$

Où :

Y représente la résistance à la compression

X représente l'indice sclérométrique

r coefficient de corrélation



**Figure (4.42) :** Résistance à la compression en fonction de l'indice sclérométrique Rh, béton M2, E/C=0.45

**Dans l'eau:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 9.1916 * X + 124.067$$

$$r=0.757$$

**A l'air:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 11.6268 * X + 0.841828$$

$$r=0.826$$

Où :

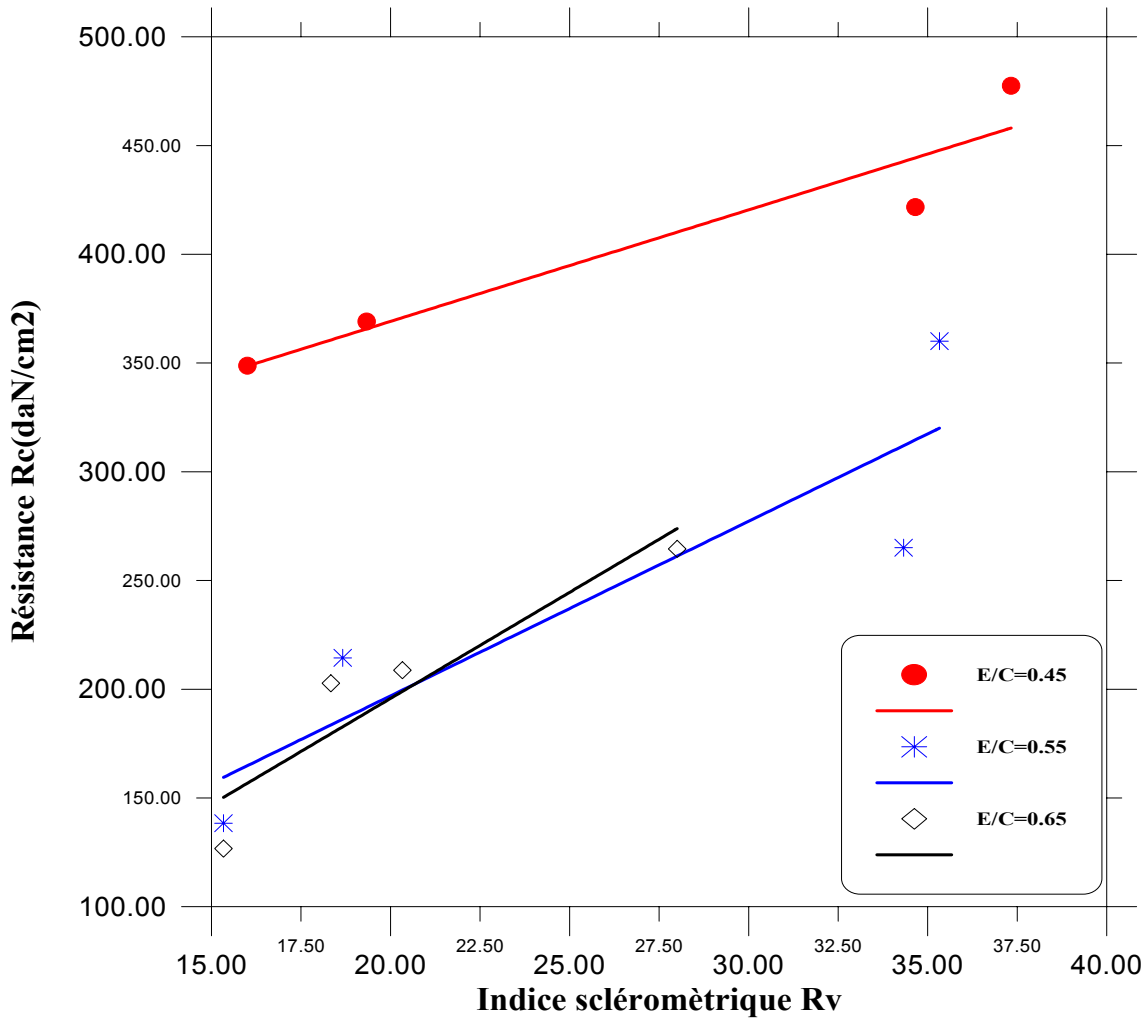
Y représente la résistance à la compression

X représente l'indice sclérométrique

r coefficient de corrélation

**b)- Rapport E/C :**

Les figures (4.43), (4.44), (4.45), (4.46) montrent la relation entre la résistance à la compression et l'indice sclérométrique en fonction du temps et les rapports E/C, pour les mélanges de béton M1 et M2, et dans les deux directions de mesure (horizontale et verticale)



**Figure (4.43) :** Résistance à la compression en fonction de l'indice sclérométrique  $R_v$ , béton M1, conservation dans l'eau

**E/C=0.45:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 5.13437 * X + 266.45$$

$$r=0.954$$

**E/C=0.55:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 8.02955 * X + 36.3493$$

$$r=0.900$$

**E/C=0.65:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 9.75504 * X + 0.666096$$

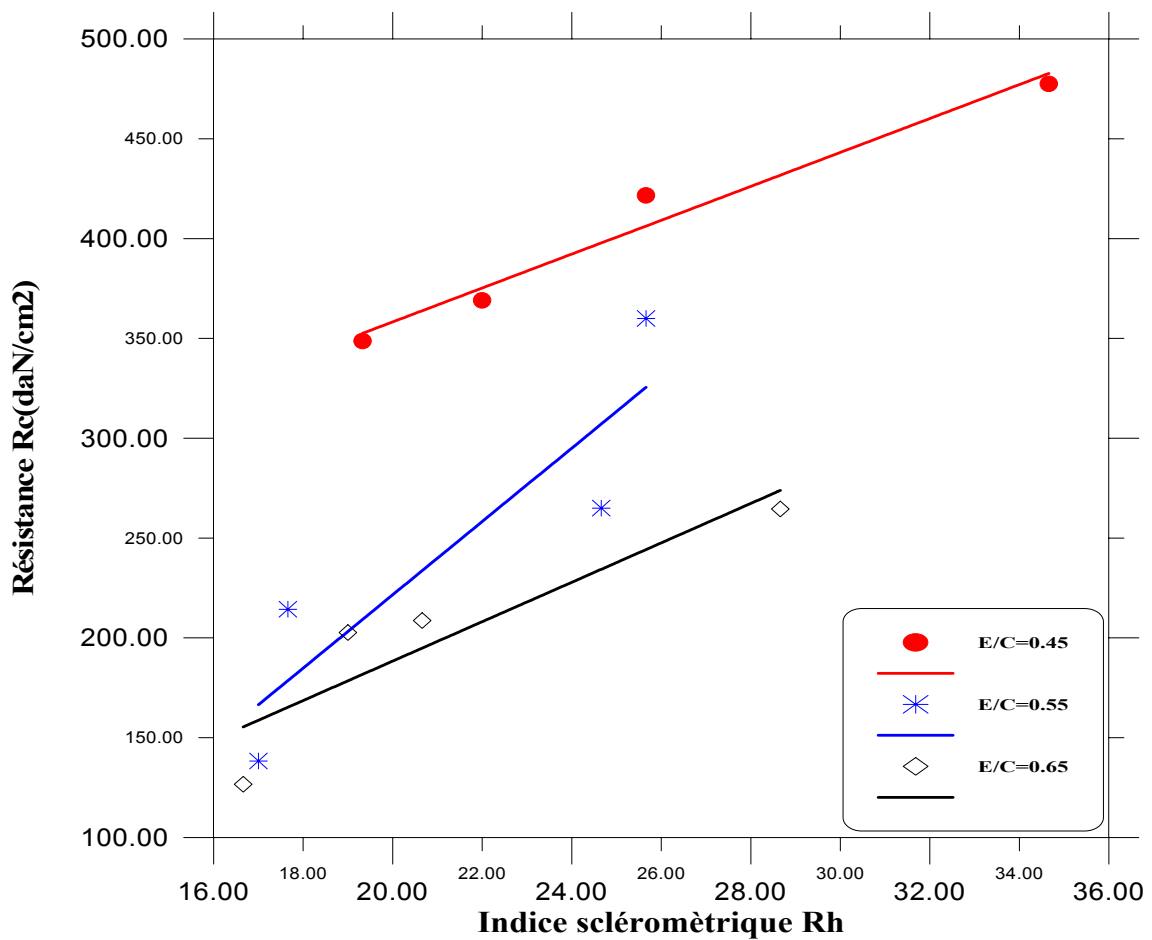
$$r=0.931$$

Où :

Y représente la résistance à la compression

X représente l'indice sclérométrique

r coefficient de corrélation



**Figure (4.44) :** Résistance à la compression en fonction de l'indice sclérométrique Rh, béton M1, conservation dans l'eau

**E/C=0.45:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 8.49433 * X + 188.343$$

$$r=0.984$$

**E/C=0.55:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 18.3597 * X + -145.637$$

$$r=0.899$$

**E/C=0.65:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 9.87254 * X + -9.12214$$

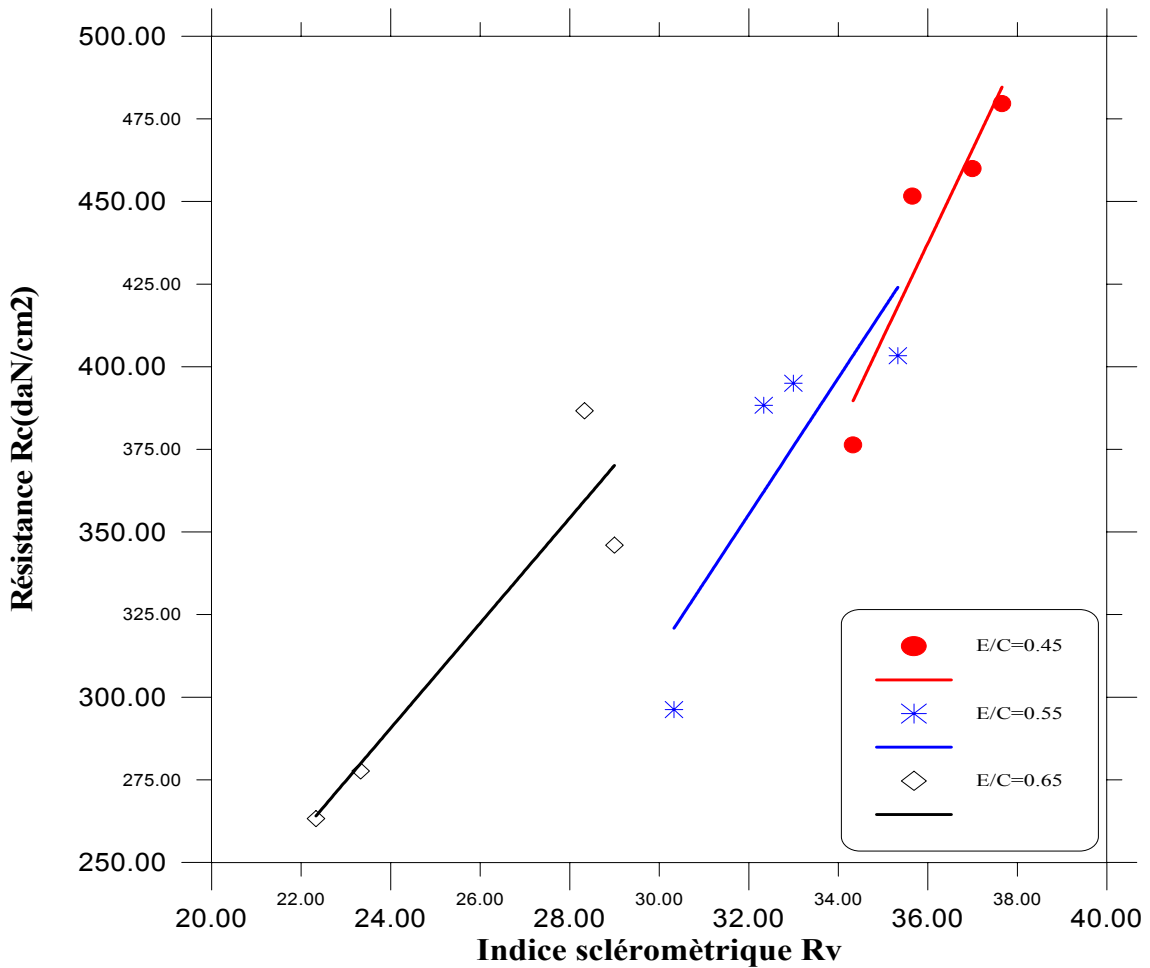
$$r=0.908$$

Où :

Y représente la résistance à la compression

X représente l'indice sclérométrique

r coefficient de corrélation



**Figure (4.45) :** Résistance à la compression en fonction de l'indice sclérométrique Rv, béton M2, conservation dans l'eau

**E/C=0.45:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 28.5236 * X + -589.571$$

$$r=0.931$$

**E/C=0.55:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 20.6267 * X + -304.745$$

$$r=0.850$$

**E/C=0.65:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 15.9042 * X + -91.1$$

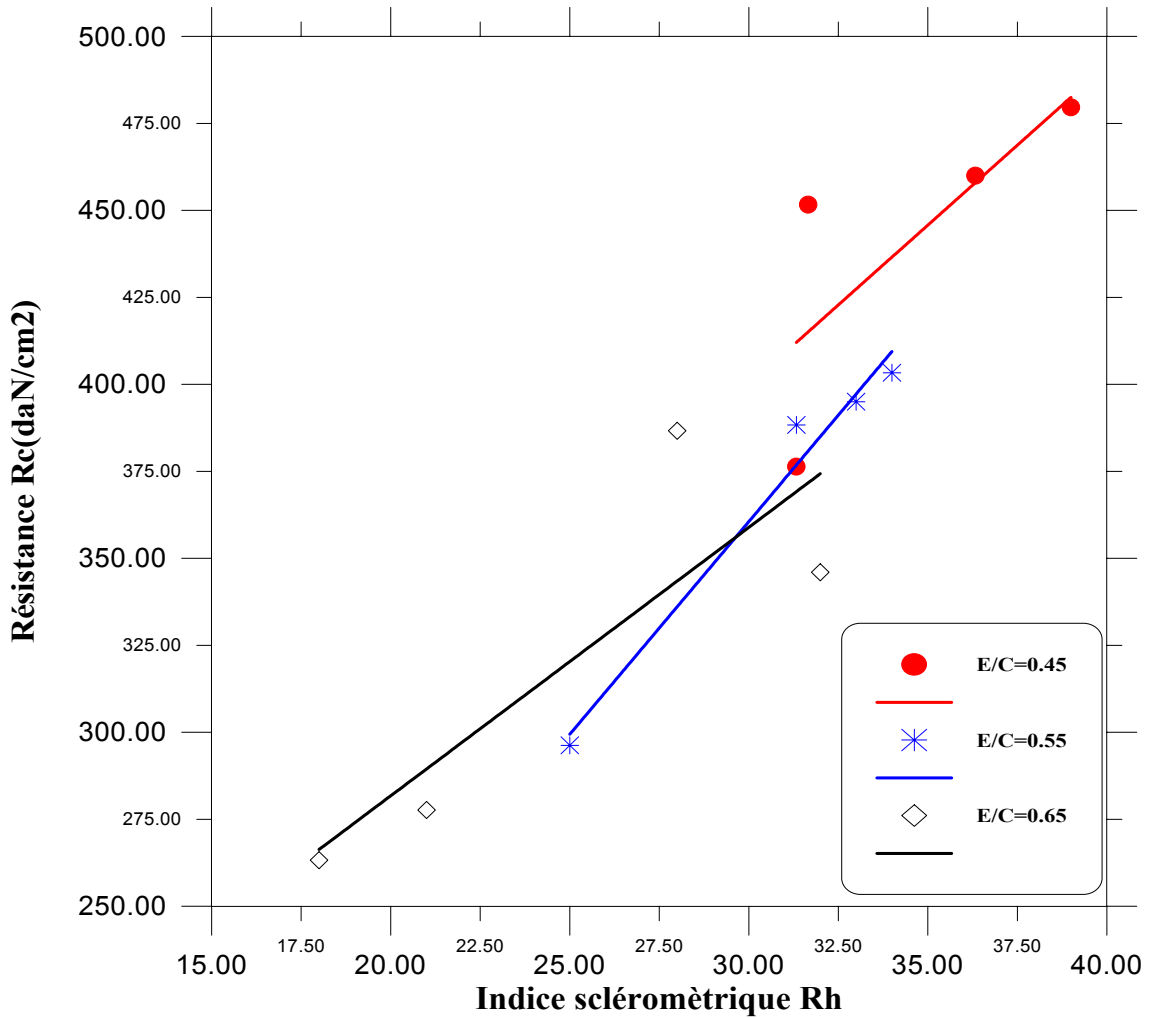
$$r=0.932$$

Où :

Y représente la résistance à la compression

X représente l'indice sclérométrique

r coefficient de corrélation



**Figure (4.46) :** Résistance à la compression en fonction de l'indice sclérométrique Rh, béton M2, conservation dans l'eau

**E/C=0.45:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 9.1916 * X + 124.067$$

$$r=0.757$$



**E/C=0.55:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 12.2259 * X + -6.2262$$

$$r=0.987$$

**E/C=0.65:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 7.71473 * X + 127.453$$

$$r=0.850$$

Où :

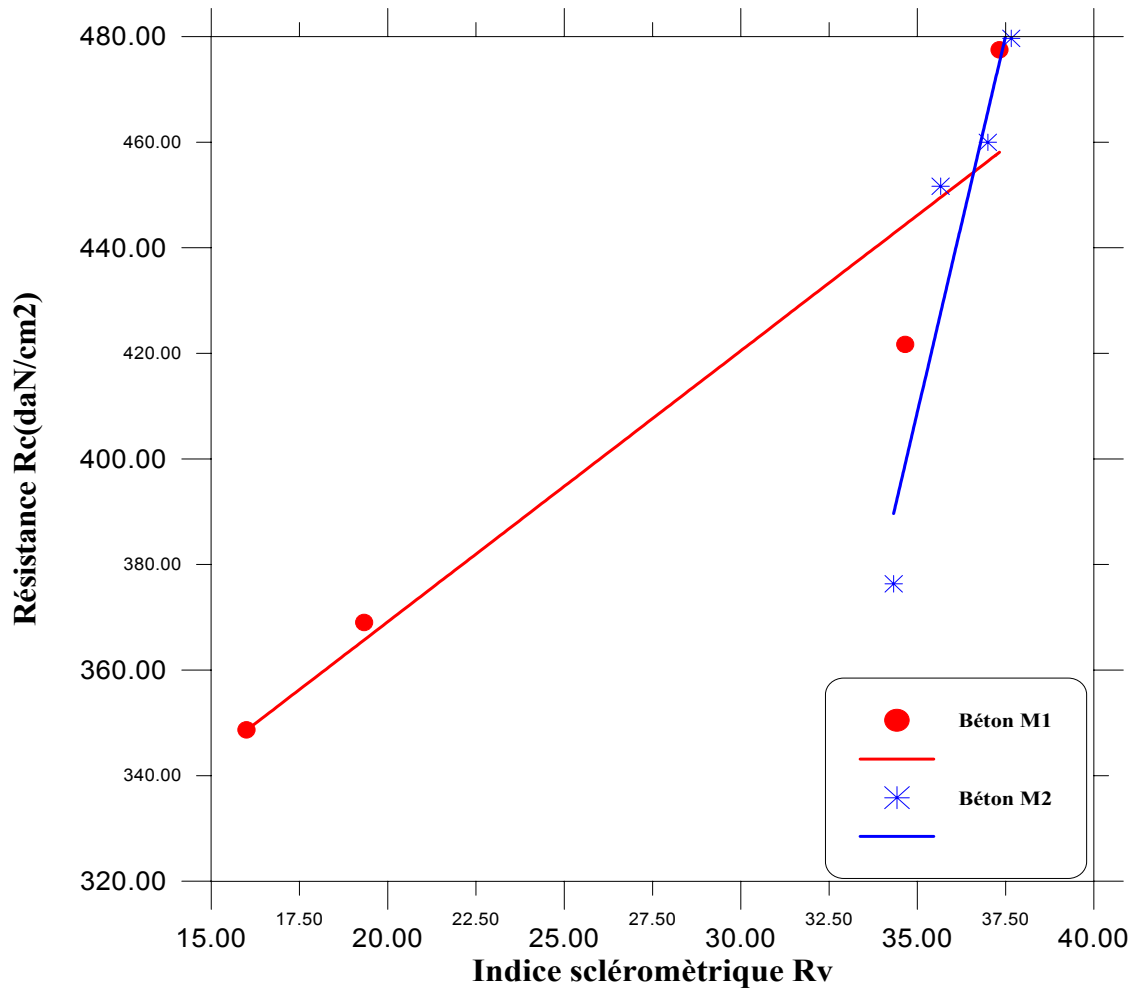
Y représente la résistance à la compression

X représente l'indice sclérométrique

r coefficient de corrélation

**c)- Type d'agrégat :**

Les figures (4.47), (4.48) montrent la relation entre la résistance à la compression et l'indice sclérométrique en fonction du temps et les types d'agrégat, pour les mélanges de béton M1 et M2, et dans les deux directions de mesure (horizontale et verticale)



**Figure (4.47) :** Résistance à la compression en fonction de l'indice sclérométrique Rv, béton M1 et M2, E/C=0.45

**Béton M1:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 5.13437 * X + 266.45$$

$$r=0.954$$

**Béton M2:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 28.5236 * X + -589.571$$

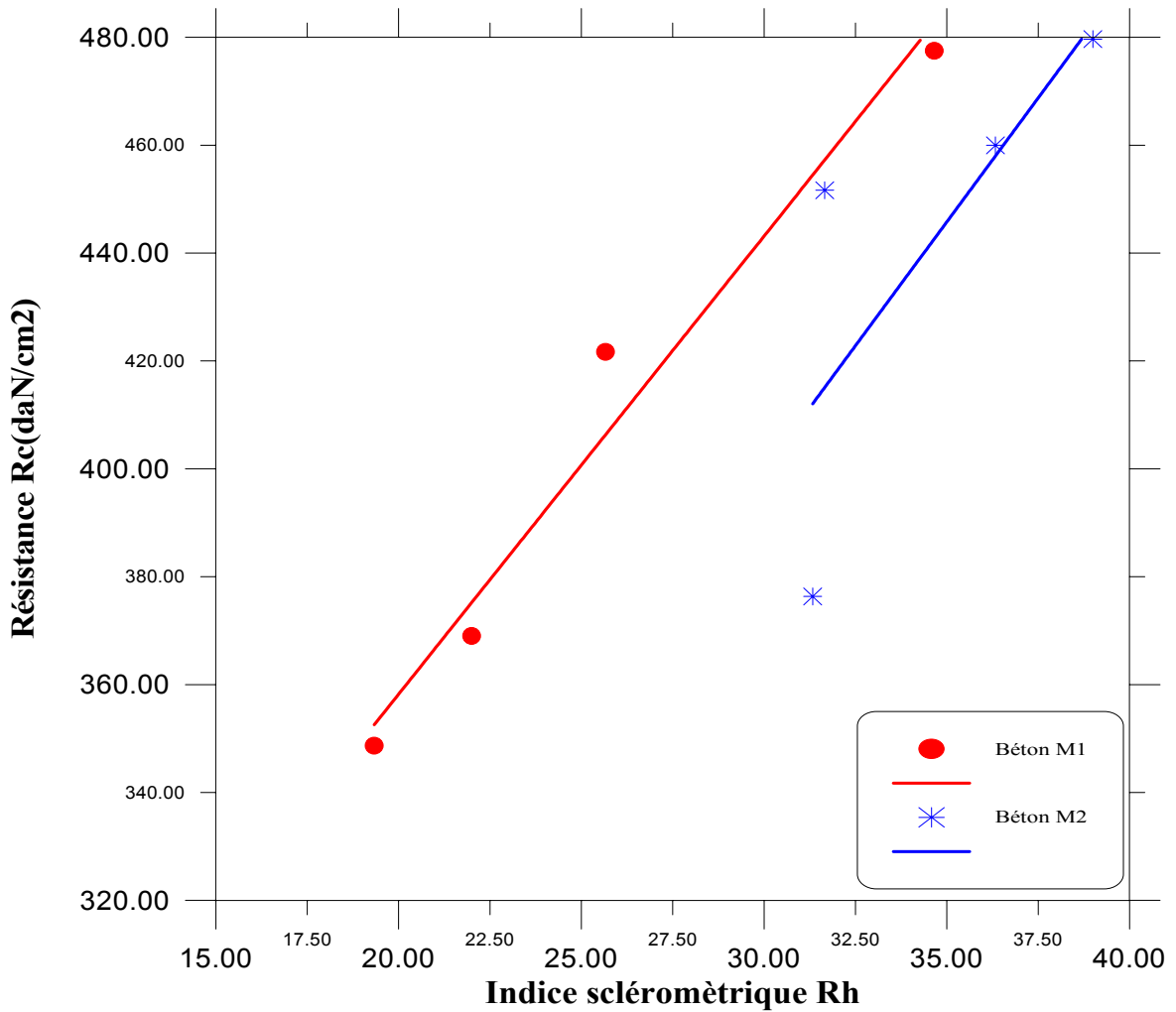
$$r=0.931$$

Où :

Y représente la résistance à la compression

X représente l'indice sclérométrique

r coefficient de corrélation



**Figure (4.48) :** Résistance à la compression en fonction de l'indice sclérométrique Rh, béton M1 et M2, E/C=0.45

**Béton M1:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 8.49433 * X + 188.343$$

$$r=0.984$$

**Béton M2:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 9.1916 * X + 124.067$$

$$r=0.757$$

Où :

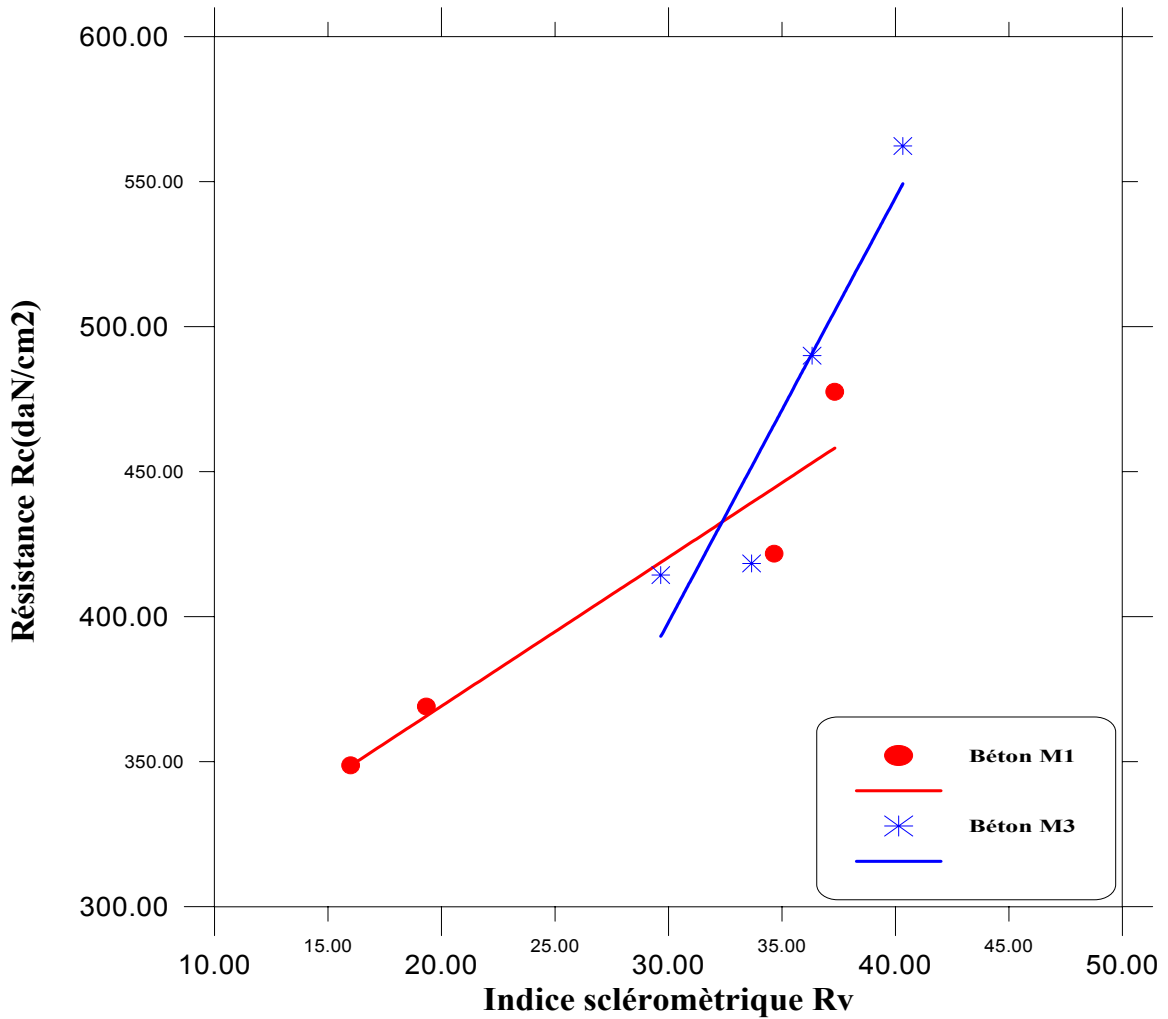
Y représente la résistance à la compression

X représente l'indice sclérométrique

r coefficient de corrélation

**d)- Type de ciment :**

Les figures (4.49), (4.50) montrent la relation entre la résistance à la compression et l'indice sclérométrique en fonction du temps et les types de ciment, pour les mélanges de béton M1 et M3, et dans les deux directions de mesure (horizontale et verticale)



**Figure (4.49) :** Résistance à la compression en fonction de l'indice sclérométrique béton M1 et M3

**Béton M1, E/C=0.45:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 5.13437 * X + 266.45$$

$$r=0.954$$

**Béton M3, E/C=0.4:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 14.6351 * X + -40.9069$$

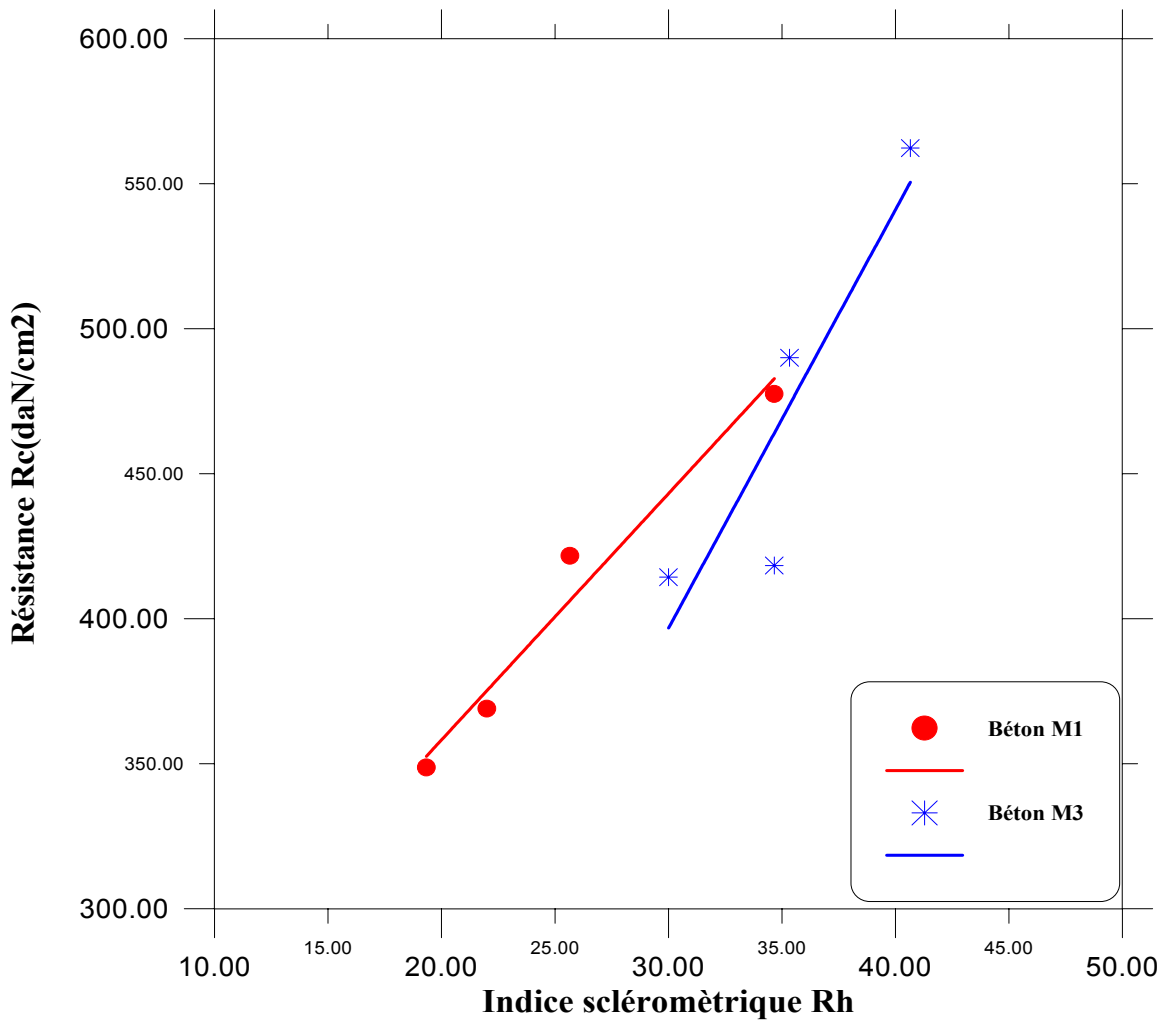
$$r=0.940$$

Où :

Y représente la résistance à la compression

X représente l'indice sclérométrique

r coefficient de corrélation



**Figure (4.50) :** Résistance à la compression en fonction de l'indice sclérométrique béton M1 et M3

**Béton M1, E/C=0.45:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 8.49433 * X + 188.343$$
$$r=0.984$$

**Béton M3, E/C=0.4:**

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 14.4222 * X + -35.8741$$
$$r=0.900$$

Où :

- Y représente la résistance à la compression
- X représente l'indice sclérométrique
- r coefficient de corrélation

**COMMENTAIRES :**

Nous remarquons que les courbes qui passent par plus des coordonnées expérimentales, conduit à un bon coefficient de corrélation, à des résultats plus précises et représentent des expressions plus fiables.

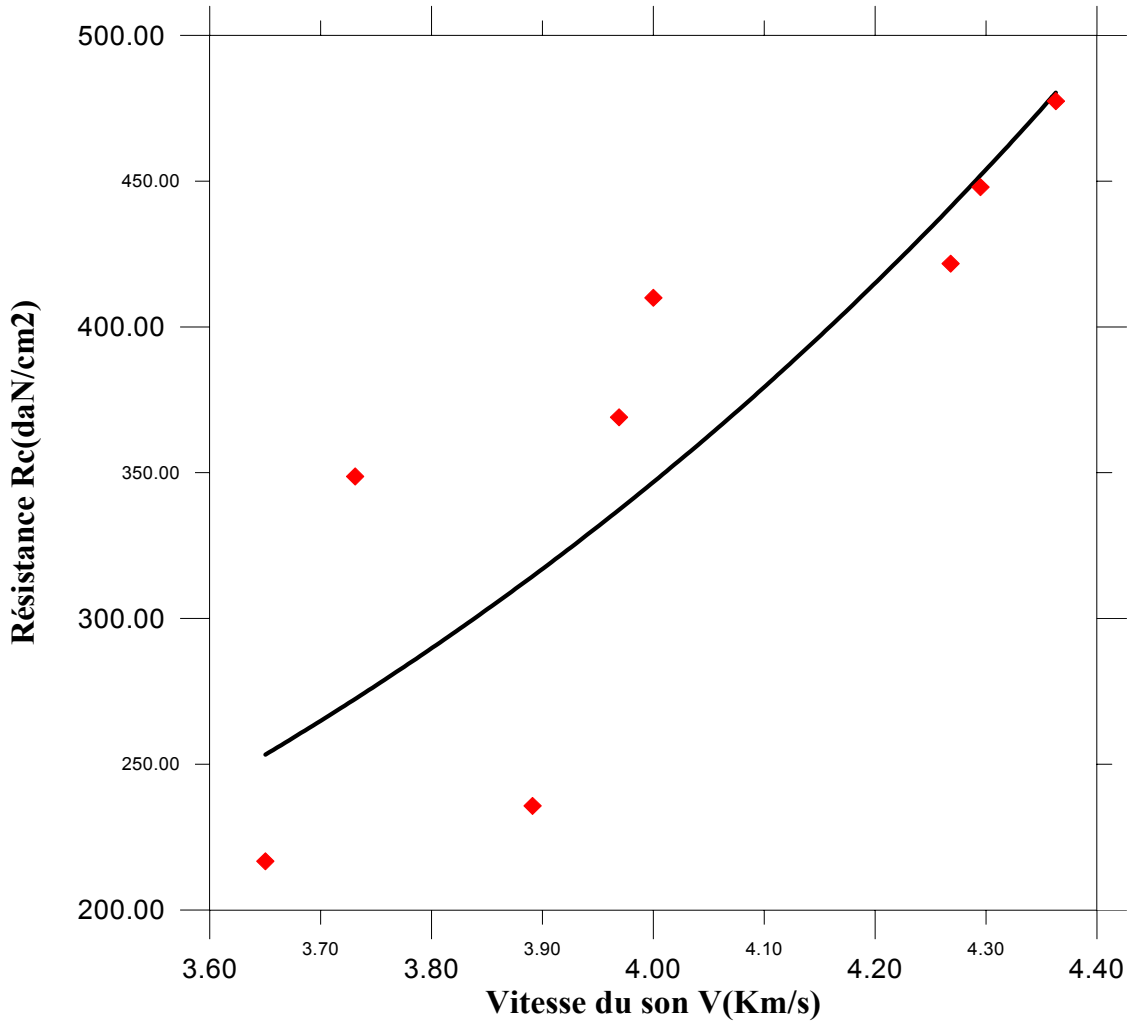
En comparant les courbes obtenue dans notre travail avec celle proposée par le fabricant du marteau (Proceq-Digi Schimdt) on remarque que cette dernière donne la résistance à la compression inférieure que celle obtenue en ce travail.

Pour la corrélation entre  $R_c$  et R, on remarque que les facteurs qui ont une influence significative sur ces courbes sont également le diamètre de l'agrégat et le type de ciment.

Les figures de (4.39) à (4.50) montrent aussi que la résistance à la compression du béton conservé à l'eau est plus haute que celle du béton conservé à l'air à un indice sclérométrique donné.

#### 4.2.4.3 L'expression combinée de la vitesse du son et l'indice sclérométrique

Pour obtenir une expression qui combine la vitesse du son et l'indice sclérométrique et donne la résistance à la compression on fait des courbes avec les résultats de notre étude mais sans prendre compte les matériaux qui constituent le béton ni les conditions de conservation de ce béton, puis on choisi l'expression qui a une bonne corrélation avec celle des figures (4.53) et (4.56).



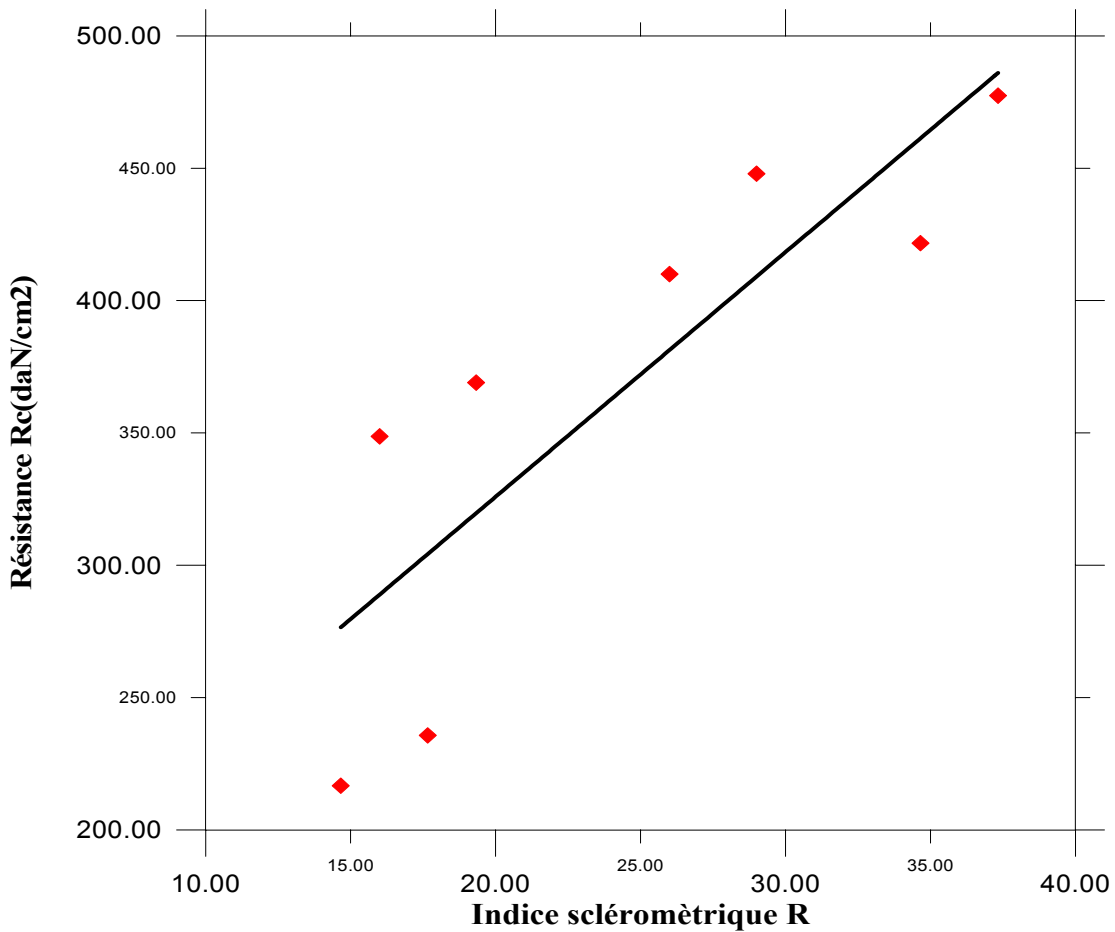
**Figure (4.51) :** Résistance à la compression en fonction de la vitesse du son, conservation dans l'eau et l'air

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp(0.897849 * X) * 9.55703$$

$$r=0.811$$





**Figure (4.52) :** Résistance à la compression en fonction de l'indice sclérométrique, conservation dans l'eau et l'air

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 9.24324 * Z + 141.004$$

$$r=0.844$$

L'expression combinée de la vitesse de son et l'indice sclérométrique :

$$Y = \exp(0.897849 * X) * 9.55703$$

$$Y = 9.24324 * Z + 141.004$$

$$Y = \exp(0.897849 * X) * 4.78 + 4.62 * Z + 70.502$$

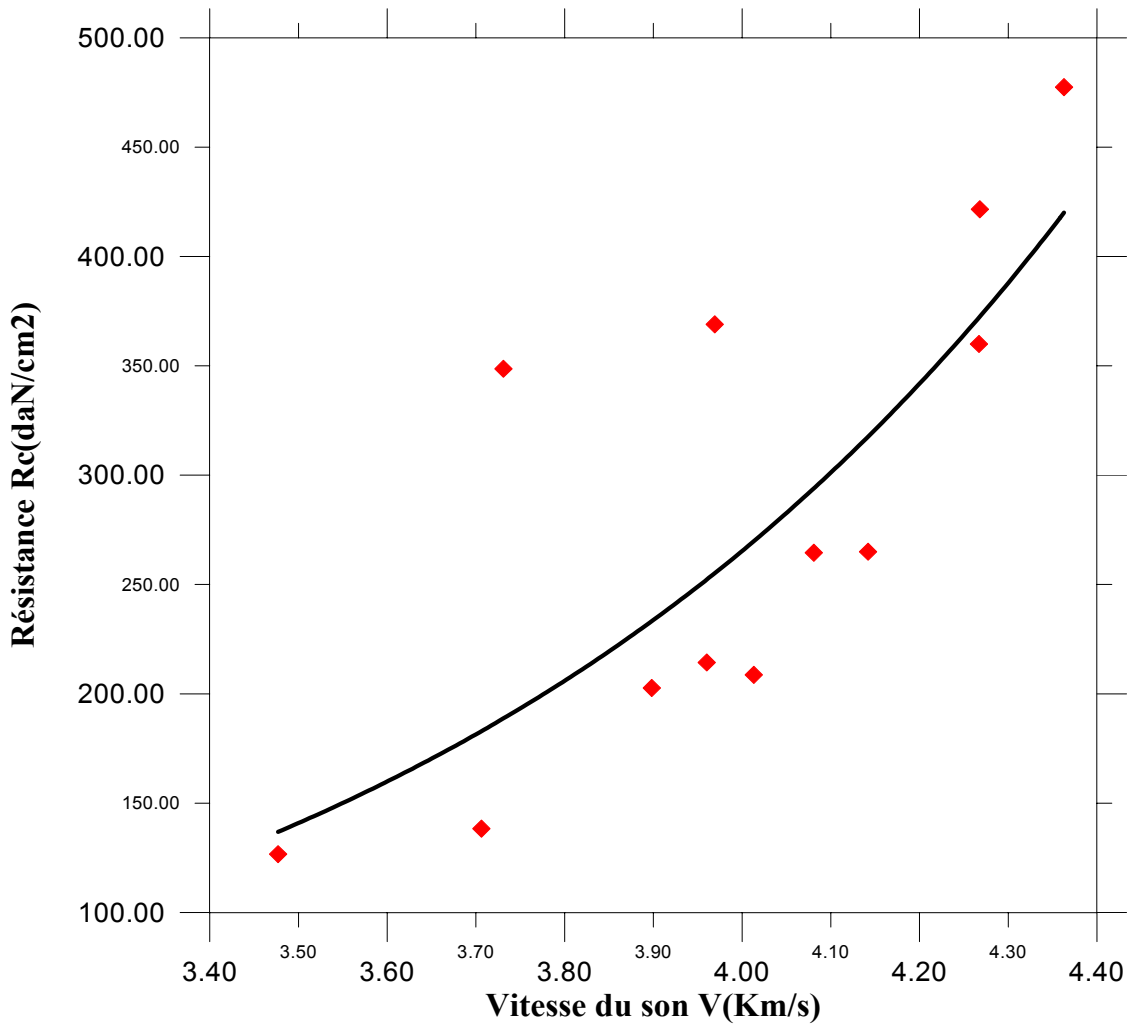
Où :

Y représente la résistance à la compression

X représente la vitesse de son

Z représente l'indice sclérométrique

$$\mathbf{Rc = \exp(0.897849 * V) * 4.78 + 4.62 * R + 70.502}$$

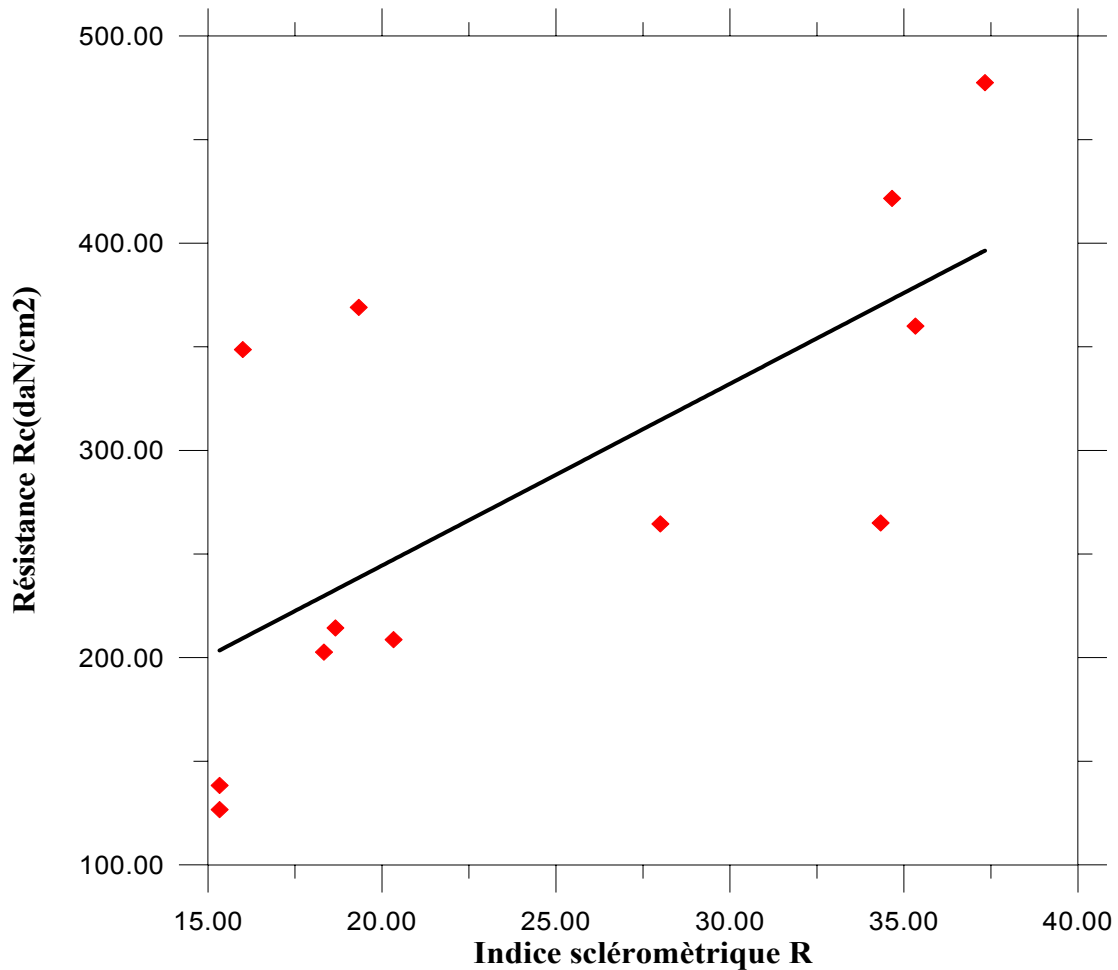


**Figure (4.53) :** Résistance à la compression en fonction de la vitesse du son béton M1 et différent E/C

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp (1.26616 * X) * 1.67574$$

$$r=0.777$$



**Figure (4.54) :** Résistance à la compression en fonction de l'indice sclérométrique béton M1 et différent E/C

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 8.77087 * X + 68.9539$$

$$r=0.700$$

L'expression combinée de la vitesse de son et l'indice sclérométrique :

$$Y = \exp(1.26616 * X) * 1.67574$$

$$Y = 8.77087 * Z + 68.9539$$

$$Y = \exp(1.26616 * X) * 0.83787 + 4.38 * Z + 34.477$$

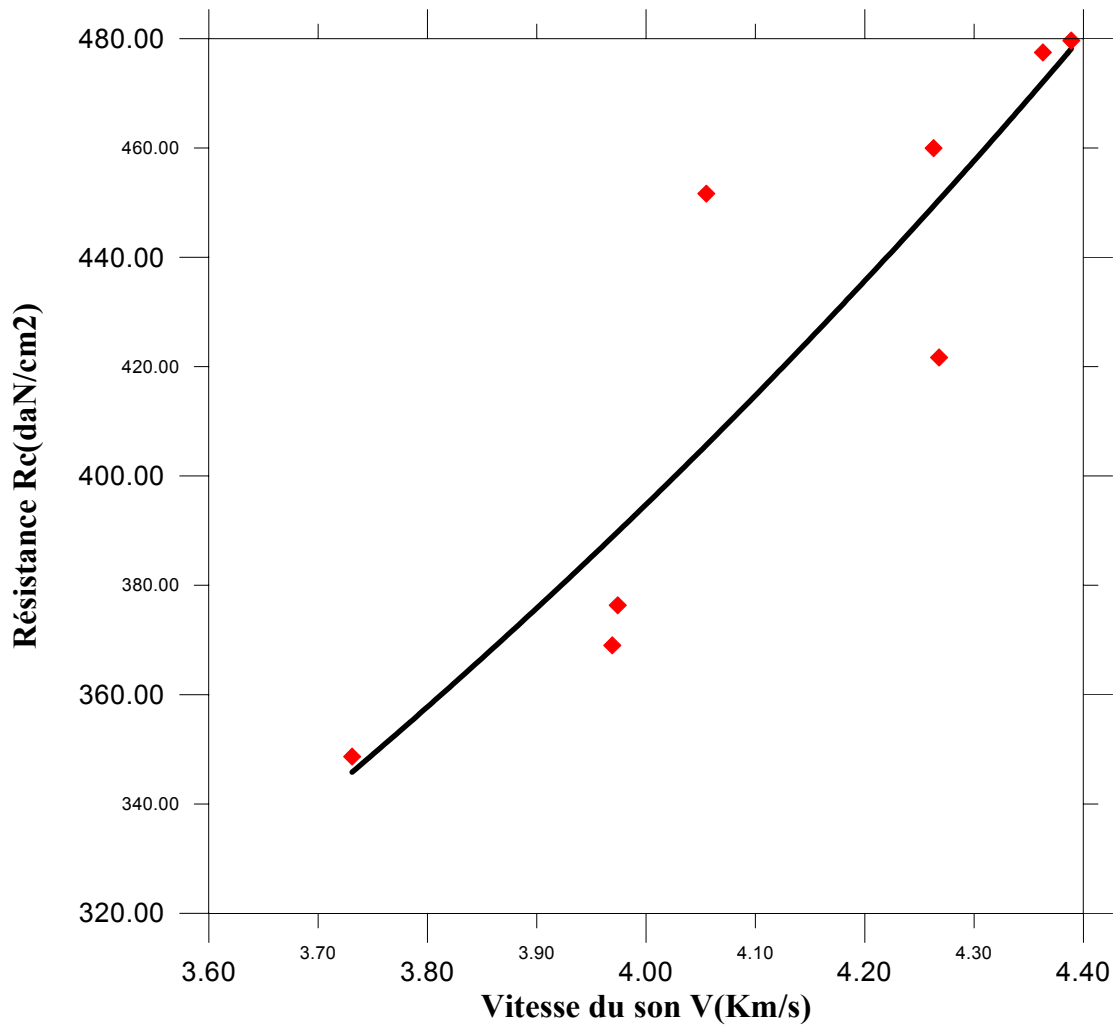
Où :

Y représente la résistance à la compression

X représente la vitesse de son

Z représente l'indice sclérométrique

$$Rc = \exp(1.26616 * V) * 0.83787 + 4.38 * R + 34.477$$

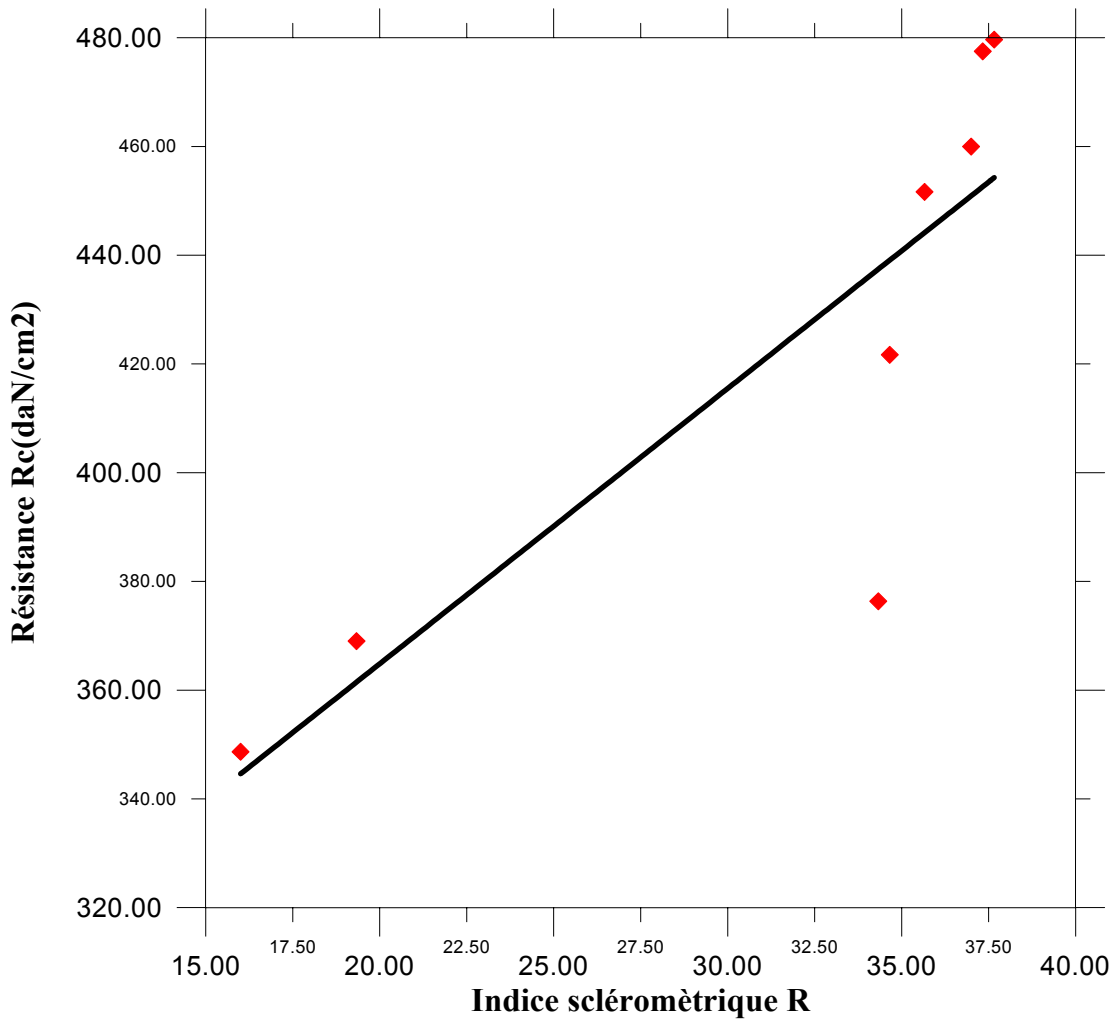


**Figure (4.55) :** Résistance à la compression en fonction de la vitesse du son  
béton M1 et M3

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = \exp(0.492507 * X) * 55.0555$$

$$r=0.902$$



**Figure (4.56) :** Résistance à la compression en fonction de l'indice sclérométrique béton M1 et M3

L'équation obtenue est la suivante :

$$Y = 5.06354 * X + 263.576$$

$$r=0.842$$

L'expression combinée de la vitesse du son et l'indice sclérométrique :

$$Y = \exp(0.492507 * X) * 55.0555$$

$$Y = 5.06354 * Z + 263.576$$

$$Y = \exp(0.492507 * X) * 27.525 + 2.53Z + 131.788$$

Où :

Y représente la résistance à la compression

X représente la vitesse du son

Z représente l'indice sclérométrique

$$Rc = \exp(0.492507 * V) * 27.525 + 2.53R + 131.788$$

### **4.3 Conclusion**

Nous concluons que l'estimation de la résistance à la compression en fonction de la vitesse du son et l'indice sclérométrique représente une certaine fiabilité du moment qu'il reflète la réalité du comportement de béton suivant l'âge, la position et les conditions de conservation des échantillons utilisés.

En examinant les corrélations des différentes courbes trouvées par cette étude il n'y a pas une formule générale représentant la résistance à la compression du béton en employant La méthode combinée d'essai de la vitesse du propagation de son et l'indice de rebondissement. Alors les résultats de la méthode combinée d'essai de la vitesse de la propagation de son et l'indice sclérométrique et aussi les corrélations de chaque courbe ont dépendu principalement des matériaux qui constituent le béton et des conditions de conservation de ce béton.

Les courbes de corrélation données par ce travail prouvent que l'évaluation fiable de la résistance in-situ peut seulement être obtenue si la corrélation entre la résistance à la compression et la mesure d'essai non destructif pour le même genre de béton est correctement établie.