

VARIATIONS DIMENSIONNELLES DES BÉTONS EXPOSÉS AU FEU

Ahmed. GARGOURI *Technologue*

Abdelmonem MASMUDI *Maître technologue ISET de SFAX*

RESUME : L'objectif de ce travail est l'étude des variations dimensionnelles des éprouvettes en bétons en fonction de la température et du temps d'exposition au feu. Cette étude est faite sur des bétons de différentes natures. Au cours des essais, le poids et les dimensions des éprouvettes sont mesurées. Des résultats expérimentaux du coefficient de dilatation thermique des bétons spéciaux et d'un béton classique B30 sont présentés. Les résultats obtenus ont permis de donner des recommandations pour réussir les joints de dilatations des structures exposées au feu.

ABSTRACT : The objective of this study is to measure the dimensional variations of concrete exposed to fire. In progress of tests, weights and sizes of samples are measured. This study is made on different concretes. Experimental results of thermal dilatation of classical concrete B30 and a special concretes are presented. The results be allowed to give some recommendations and advices to succeed structures exposed to fire.

ملخص : تهدف هذه الدراسة لمتابعة التغيرات القيسية على عينات من الخرسانة الخاصة مع مرور الزمن و كمية الحرارة المتعرضة لها. تم قياس الأضلاع و الأوزان والأحجام قبل و بعد التعرض للحرارة مما مكن من استخراج معيار التمدد الحراري للخرسانة العادية و الخرسانة الخاصة. هذه المعايير تؤدي إلى احتياطات والأخذ بعين الاعتبار إبان دراسة الفاصل الحراري لهياكل البناءات المتعرضة للمخاطر.

1- INTRODUCTION

L'utilisations des bétons dans les travaux de génie civil est devenue de plus en plus importante. Ceci est dû principalement à leurs caractéristiques physiques et mécaniques d'une part, et aux avantages qu'offrent ces bétons du point de vue souplesse architecturale et durabilité d'autre part. Lorsqu'ils sont soumis à des températures élevées, ils produisent des variations dimensionnelles sujet de cette étude.

La connaissance des variations dimensionnelles des bétons spéciaux est utile pour le calcul des ouvrages en béton armé. Les joints de dilatation conçus pour s'opposer au passage des flammes et des gaz doivent tenir compte de ces variations dimensionnelles provoquées par l'élévation des températures en cas d'incendie .

2- EXPERIMENTATION

Trois bétons spéciaux et un béton classique sont étudiés:

- Béton classique B30
- Béton de sable autoplaçant –BSAP
- Béton haute performance -BHP
- Béton de fibres métalliques- BFM

La résistance à la compression de référence de ces bétons est déterminée par des essais sur éprouvettes cylindres 16x32 cm à 28 jours d'âge.

Avant écrasement, Les éprouvettes sont soumises à différentes températures et à des temps d'exposition au feu variables. La dilatation thermique est mesurée pour des températures variant de 100°C à 400°C. Au delà de cette valeur, le matériau subit des transformations granulaires- intrinsèques.

2-1 METHODOLOGIE

Six génératrices équidistantes sont tracées sur chaque éprouvette. Sur chaque génératrice , on fait graver des positions de mesure. Cette méthode nous permet de minimiser les erreurs de mesure, et de ne pas faire intervenir d'autres matériaux tel que le collage des cales en marbre.

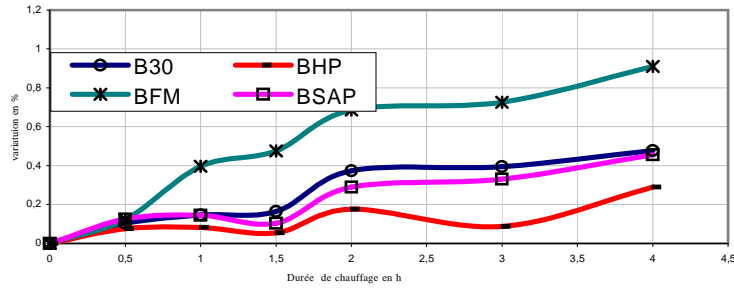
2-2 VARIATION DIMENSIONNELLE

La mesure radiale est effectuée avec un palmer de précision 1/100 mm . La mesure retenue est la moyenne des trois mesures entre deux génératrices directement opposées



Fig(1) : Mesure radiale avec palmer

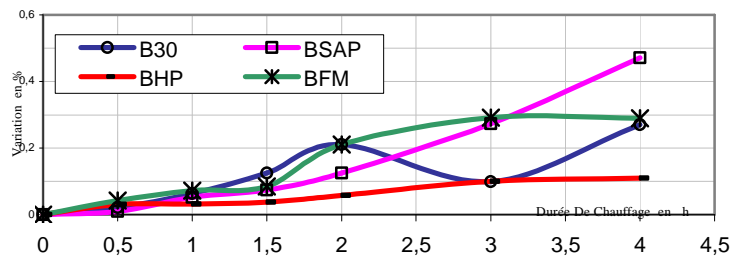
Un exemple de variation de dimension radiale est illustré par la figure (2) pour une température de 200°C et une durée de chauffage de 0,5 à 4 heures.



Fig(2) ;Exemple de variation radiale à 200 °C

La mesure de la hauteur est effectuée avec un pied à coulisse de précision 1/100 mm . La mesure retenue est la moyenne des mesures sur trois génératrices .

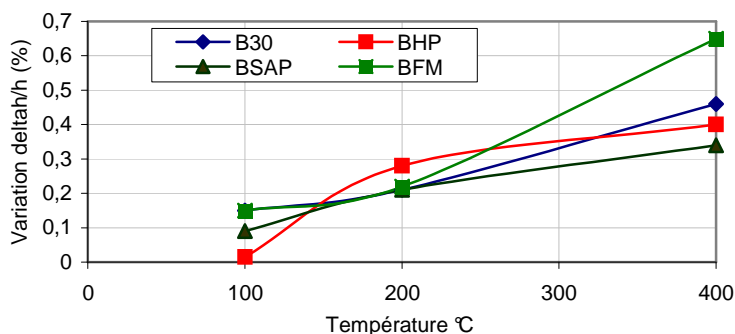
La figure (3) représente La variation de hauteur relative $\Delta h/h$ des éprouvettes pour une température de 100°C en fonction du temps d'exposition au feu



Fig(3) :Exemple de variation de hauteur à 100 °C

On remarque d'après les courbes, que la variation de la hauteur est proportionnelle au temps d'exposition au feu pour une température constante.

La figure (4) représente la variation de hauteur relative $\Delta h/h$ des éprouvettes testées au feu pour les quatre types de béton en fonction de la température pour une durée d'exposition constante de 1.5 heure .



Fig(4) ;Exemple de variation Delta h/h

On remarque d'après les courbes, que la variation de hauteur est proportionnelle à la température pour une durée d'exposition constante.

En dérivant l'équation $(ax_i - y_i)^2 = a^2x_i^2 - 2ax_iy_i + y_i^2$ on obtient $2ax_i^2 - 2x_iy_i = 0$

La minimisation par moindres carrés pour un coefficient de corrélation proche de 1 permet d'avoir la pente $a = \frac{\sum x_i \cdot y_i}{\sum x_i^2} \cdot 0.032$. Ce qui donne le coefficient de dilatation

linéaire pour les bétons testés pendant 1.5 heure d'exposition au feu pour une température allant de 100°C à 400°C

$$a_{B30} = 11 \cdot 10^{-4} / ^\circ\text{C} \quad a_{BHP} = 10 \cdot 10^{-4} / ^\circ\text{C}$$

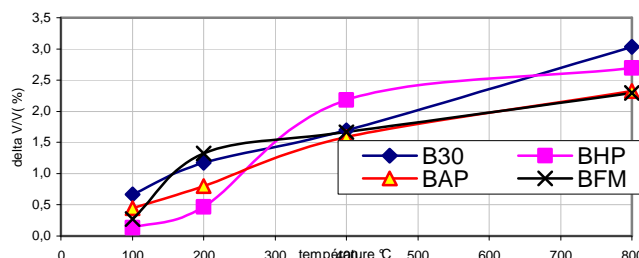
$$a_{BAP} = 9 \cdot 10^{-4} / ^\circ\text{C} \quad a_{BFM} = 15 \cdot 10^{-4} / ^\circ\text{C}$$

Le coefficient de dilatation thermique des bétons testés entre 100 et 400°C comparé à celui entre 0 et 70°C [5] est environ 100 fois plus grand.

Notons que le coefficient de corrélation varie de 0.91 à 0.98.

2.3 VARIATION VOLUMIQUE

La variation de volume relative $\Delta V/V$ des éprouvettes testées au feu pour les quatre types de béton est illustrée par la Fig (5) .



Fig(5) :Variation volumique des éprouvettes pour une exposition de 1.5 h

La minimisation par moindres carrés pour un coefficient de corrélation proche de 1, permet de donner le coefficient de dilatation volumique pour les bétons testés pendant 1.5 heure d'exposition au feu et pour une température allant de 100°C à 400°C

$$a_{B30} = 4,7 \cdot 10^{-3} / ^\circ\text{C}$$

$$a_{BHP} = 4,7 \cdot 10^{-3} / ^\circ\text{C}$$

$$a_{BAP} = 4 \cdot 10^{-3} / ^\circ\text{C}$$

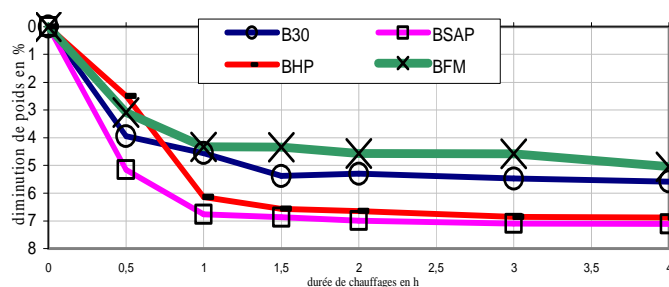
$$a_{BFM} = 4,6 \cdot 10^{-3} / ^\circ\text{C}$$

Remarque : Les variations dimensionnelles (variation radiale et la variation de la hauteur sont traités en 2.2)

La variation volumique est une variation du volume total de l'éprouvette calculée par $V = \pi x R^2 x h$

2.4 VARIATION DU POIDS

Pour chaque température, la masse de chaque éprouvette est mesurée avant et après chauffage. La fig (6) représente la variation de la masse pour les quatre bétons à 800°C pour des durées de chauffage de 0.5 heure à 4 heures.



Fig(6) :Variation du poids à 800°C

La chute des masses se produit durant la première heure de chauffage pour tous les bétons. Cette chute est due principalement à l'évaporation de l'eau liée au béton. La diminution est d'environ 4% pour le BFM et 7% pour le BSAP. Peu de variation est observée entre 1 et 4 heures de chauffage

3- CONCLUSION

Le coefficient de dilatation volumique pour les bétons testés montre qu'il est de l'ordre de $4.10^{-3}/^{\circ}\text{C}$. A haute température, la variation volumique est importante au début de chauffage et tend à se stabiliser en fonction du temps. Le béton à hautes performances, le BFM et le BSAP présentent sensiblement le même coefficient de dilatation thermique. Cependant, le B30 présente un coefficient légèrement supérieur.

Ces résultats montrent l'intérêt de connaître le comportement des bétons pour des températures supérieures à 100°C . La conception des joints de dilatation doit tenir compte des variations dimensionnelles provoquées par l'élévation des températures en cas d'incendie. Ces variations sont importantes et elles sont environ 100 fois plus grandes entre 100°C et 400°C que pour celle obtenues entre 0 et 70°C .

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] François Delarrard, Bulletin du LPC
- [2] George Dreux & Jean Festa ,1995,Nouveau guide du béton, Eyrolles
- [3] Jaques Baron & Raymond Sautery 1982, Le béton hydraulique connaissance et pratique, Presse ENPC
- [4] Masmoudi A & Ben Jdidia.M ,2004 , Formulation des bétons de sable autoplacant ,actes du colloque MS² , LGC de l'ENIT Hammamet
- [5] Ben Jdidia.M & Masmoudi A , 2002 ,Influence de la température sur le comportement des bétons ,Annales de l'équipement Volume XII-N°2 2^{ème} semestre
- [6] loads.C.Ben Amor et J.L.Clement 1996,Behaviour of HPC under thermal and moisture 4th international symposium of HPC Paris.
- [7] Adam.M.Neville 2000 , Propriétés des bétons : Eyrolles
- [8] Baron & Olivier 1996, Les bétons .Bases de données pour leur formulation: Eyrolles