

ANNALYSE NON LINEAIRE DES STRUCTURES PLANES : FLAMBEMENT DES POTEAUX EN BETON A HAUTES PERFORMANCES

Y. BOUAFIA,

Docteur d'Etat, Chargé de cours UMM Tizi Ouzou

H. HAMMOUM,

Magister, Maître-assistant UMM Tizi Ouzou

B. FOURE,

Chef du Service Etude des Structures, CEBTP.

Résumé

Une méthode d'analyse non linéaire des ossatures planes, en béton à hautes performances est développée [1, 2, 3]. La non linéarité est considérée sous ses deux aspects mécanique (comportement non linéaire des matériaux) et géométrique (effet du second ordre dus aux déplacements des nœuds).

La structure est discrétisée en éléments finis (éléments barres). Le chargement est appliqué "pas à pas", jusqu'à la ruine de la structure. Un logiciel est ainsi élaboré et écrit suivant les normes fortran 77 et implanté sur PC. Ce logiciel se caractérise par une gestion dynamique de la mémoire centrale. Dans le présent article, une étude paramétrique a été effectuée pour modéliser le comportement du matériau en compression. Des exemples de poteaux soumis au flambement ont été traités. Les résultats du calcul sont confrontés à des résultats d'essais obtenus par ailleurs.

Mots clés : Structures planes • béton à hautes performances • flambement • calcul non linéaire • ruine • modélisation •

1 INTRODUCTION

Les courbes contraintes-déformations du béton à hautes performances et particulièrement leur branche descendante sont fortement influencées par les conditions d'essai. Leur variation d'allure, lorsque la résistance croît, est

liée à un certain caractère de fragilité. La branche croissante devient plus linéaire et la décroissance après le sommet devient plus rapide.

L'expression analytique convenable pour décrire ces courbes est la loi de Sargin [4 à 71]. Pour modéliser le comportement du matériau en compression, une étude paramétrique a été alors effectuée. Quatre exemples de poteaux soumis au flambement ont été ensuite analysés.

2 MODELISATION

Le béton utilisé est de hautes et très hautes performances. Pour la modélisation du béton en compression, une étude paramétrique a été faite sur la loi de Sargin [8], pour déterminer le coefficient k' caractérisant la branche descendante. Les figures 1 et 2 montrent que ce coefficient doit être pris égal à 0 (caractère fragile du BHP et BTHP [4 à 71]). Les caractéristiques du béton sont données au tableau 1.

	F_{cj} (MP _a)	F_{bo} (MP _a)	ϵ_{bo} ‰	f_{ij} (MP _a)
OG13	58,20	45400	2,40	4,10
OG14	94,50	53400	2,25	6,60
OG16	55,90	45600	2,40	4,10
OG17	81,90	49800	2,25	5,20

Tableau 1 : Caractéristiques du béton.

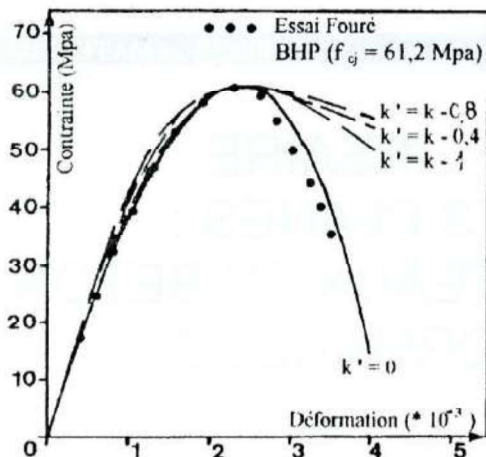


Figure 1 : Loi de comportement du BHP.

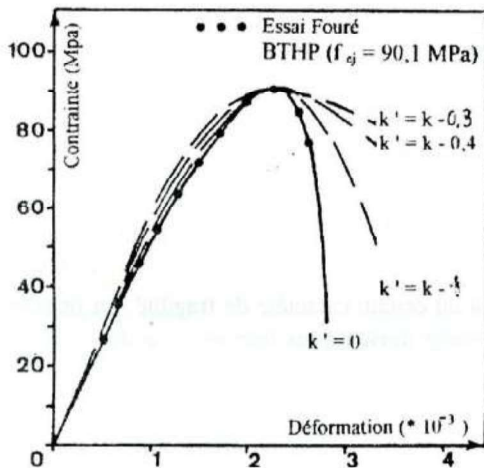


Figure 2 : Loi de comportement du BTHP.

Nous avons effectué le calcul pour quatre poteaux soumis au flambement, poteaux ont une de section transversal et rectangulaire (140x175 mm) pour OG 13 et OG16, (120x140 mm) pour OG14 et OG17 et le même élancement (l/h 3). Ils sont articulés aux deux extrémités et comprimés par une charge axiale N excentrée. Cette excentricité crée un moment le long du poteau dû à la flèche $f=CC'$ (Fig. 3). La composante du moment du second ordre dans la section la plus sollicitée est $M_2=N.f$.

Le moment total est alors :

$$M=N.e+M_2=N.(e+f) \quad (1)$$

Le ferrailage des poteaux et les caractéristiques des aciers utilisés sont donnés au tableau 2.

	Armatures longitudinales	Module E_a (MPa)	Limite élastique f_e (MPa)	Contrainte de rupture f_r (MPa)
OG13	$\phi 12-1,82\%$	205 000	450	660
OG14	$\phi 10-1,86\%$	202 000	520	580
OG16	$\phi 12-1,82\%$	205 000	450	660
OG17	$\phi 10-1,86\%$	202 000	520	580

Tableau 2 : Ferrailage et caractéristiques des aciers.

3 CONFRONTATION DES RESULTATS

L'évolution de la flèche à mi-hauteur des poteaux en fonction de l'effort N est donnée aux Figures 3, 4, 5 et 6. Les comparaisons des charges de ruptures calculées et obtenues lors des essais sont données, respectivement, sur chacune de ces figures.

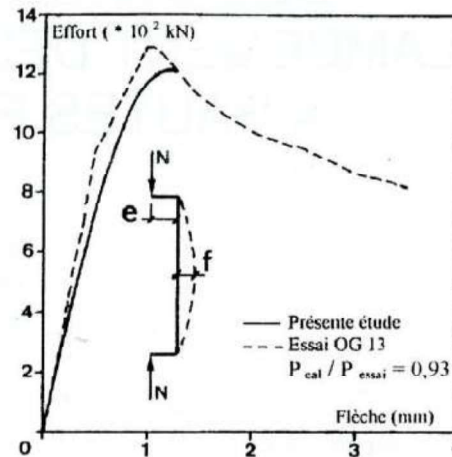


Figure 3 : Evolution de la flèche à mi - hauteur en fonction de l'effort N (essai OG13)

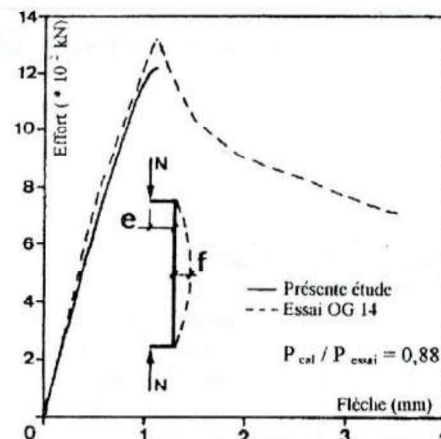


Figure 4 : Evolution de la flèche à mi - hauteur en fonction de l'effort N (essai OG14)

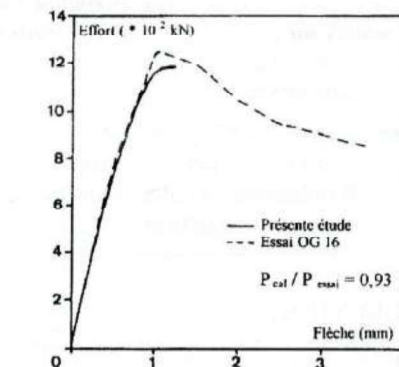


Figure 5 : Evolution de la flèche à mi - hauteur en fonction de l'effort N (essai OG16)

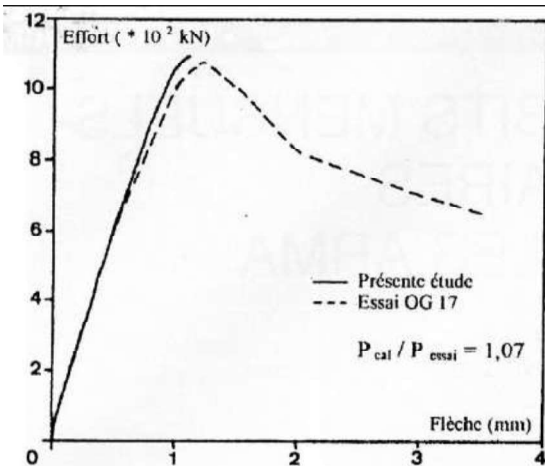


Figure 6 : Evolution de la flèche à mi – hauteur en fonction de l'effort N (essai OG17)

4 CONCLUSION

Il a été pris en considération le caractère fragile du comportement post-rupture du béton à hautes performances. Le phénomène de flambement est traité dans l'analyse non linéaire, jusqu'à rupture, des structures en béton et ce en tenant compte des lois de comportement réelles des différents matériaux. La confrontation essai I calcul est satisfaisante pour les quatre exemples de poteaux traités.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Y. BOUAFIA, HAMMOUM, H., "Calcul non linéaire des ossatures planes en béton armé et béton précontraint", 1^{er} partie, Algérie Equipement, à paraître.
- [2] Y. BOUAFIA, H. HAMMOUM, "Calcul non linéaire des ossatures planes en béton armé et béton précontraint", 2^{ème} partie, Algérie Equipement, à paraître.
- [3] H. HAMMOUM, "Simulation numérique du comportement non-linéaire des ossatures planes", Thèse de magister, Université de Tizi-ouzou, mars 1998.
- [4] B. FOURE, "Béton à haute résistance" Rapport interne CEBTP, index 06, novembre 1985.
- [5] B. FOURE, "Synthèse sur les propriétés mécaniques des BHP", Rapport interne CEBTP, juillet 1988.
- [6] L. NORMAND, "Fragilité des éléments comprimés en béton à haute et très haute performances en pourcentages minimaux d'armatures", Mémoire d'Ingénieur Université Blaise Pascal, Clermont Ferrand II, 1989.
- [7] V. BRUNO, "Etudes des B.H.P.", Mémoire de DEA, INSA de Lyon, 1994.
- [8] M. SARGIN, "Stress-strain relationship for concrete and the analysis of structural concrete sections", Phd Thesis, University of Waterloo, Waterloo-Ontario-Canada, 344 p march 1968.