

# INFLUENCE DU TYPE DE SOL SUR LE FACTEUR DE COMPORTEMENT B

S. Yasmine DRAIDI

Ingénieur d'Etat de l'ENTP, Post Graduant à l'ENTP, Alger  
Chargé d'étude au CGS(\*)

H. AFRA

Ingénieur d'Etat de l'ENTP, Docteur ENPC de Paris  
Chargé de Recherche au CGS(\*), Maître de conférence associé à l'ENTP, Alger

## Résumé

*On se propose dans cet article d'étudier, à partir d'une analyse dynamique non linéaire des structures multi-étagées, l'influence du type de sol sur le facteur de comportement des structures en béton armé.*

*L'effet des paramètres tels que la période propre de la structure, la ductilité globale à assurer et le taux d'amortissement sont aussi pris en compte dans la détermination du facteur de comportement.*

*Nous avons pu montrer que pour une même ductilité et dans le domaine des hautes fréquences, le sol ferme donne lieu à un facteur de comportement B plus important que le sol meuble. Par contre, dans le domaine des basses fréquences celui-ci est plus important pour le sol meuble.*

**Mots clés :** facteur de comportement • type de sol • ductilité.

## 1 INTRODUCTION

Pour réduire le risque sismique, il est primordial de recourir à une bonne conception parasismique des structures, où le choix du système structural adéquat, les méthodes de calcul et d'analyse ainsi que le choix du site constituent les fondements de base.

Dans ce cas, pour bien analyser un ouvrage, il faudrait appréhender tous les facteurs pouvant influencer le comportement sismique de celui-ci. A cet effet, les codes parasismiques contiennent des recommandations notamment sur le choix de la conception générale ainsi que sur les caractéristiques du site à bâtir.

La méthode générale utilisée en pratique, consiste en une analyse modale de type élastique où l'on s'intéresse qu'aux maximums des sollicitations s'exerçant sur la structure. L'action sismique est introduite sous la forme d'un spectre de réponse. On admet que les sollicitations post-élastiques sont égales à celles développées dans le modèle élastique fictif, divisées par un coefficient de réduction ou coefficient de comportement unique pour l'ensemble de la structure et il est dépendant des propriétés de cette dernière.

La plupart des codes corrélient les valeurs du facteur de comportement à plusieurs paramètres qui sont censés rendre compte de l'évolution du système structural au cours de son mouvement.

Dans le cadre du règlement parasismique algérien R.P.A.88, le coefficient de comportement B dépend uniquement du type des matériaux constitutifs et du système structural. Or à travers des études paramétriques effectuées précédemment sur des systèmes à un seul degré de liberté [1] et à plusieurs degrés de liberté [2], on a pu montrer que le facteur de comportement B ne dépendait pas uniquement de la nature des matériaux constitutifs et de son système de contreventement mais aussi d'autres paramètres, tels que la période propre de vibration de la structure, la ductilité globale à assurer ainsi que l'amortissement.

Dans ce qui suit, on essaiera d'étudier, dans le cadre du règlement parasismique algérien et pour des systèmes à plusieurs degrés de liberté, l'effet des conditions de sol sur le facteur de comportement B.

## 2 ETAPES D'ANALYSES

En se référant aux travaux antérieurs, plusieurs auteurs ont étudié l'effet du sol comme paramètre pouvant influencer le facteur de comportement. Parmi ces auteurs, on citera Elghadamsi et Mohraz [3], Nas-

(\*) CGS : Centre de Recherche Appliquée au Génie Parasismique.

sar et Krawinkler [4], et Miranda [5]. En se basant sur une analyse statistique des systèmes à un degré de liberté, ils ont montré que les conditions locales du sol peuvent influencer le facteur de comportement, par contre la magnitude ainsi que la distance épicentrale ont un effet négligeable sur celui-ci.

On se propose donc, dans cet article, d'étudier à travers une série de simulations numériques, l'influence du type de sol sur le facteur de comportement B. Cette étude portera sur l'analyse des systèmes à plusieurs degrés de liberté.

Les paramètres, tels que la ductilité globale de la structure  $\mu_g$ , la période fondamentale T et l'amortissement  $\xi$ , ont été retenus pour cette étude.

L'étude a été réalisée pour les deux types de sol considérés dans le R.P.A 88 [6], à savoir le sol meuble et le sol ferme.

Les structures étudiées sont en portiques, implantées en zone de moyenne sismicité, dont le nombre de niveaux varie de 1 à 12 et dont le nombre de travées varie de 3 à 5. En faisant varier la masse et la rigidité du système, ainsi que le nombre de niveaux et de travées, on obtient une gamme de périodes qui varie de 0.1s à 1.93s. Ces structures ont été soumises à 7 accélérogrammes différents.

Une analyse dynamique non linéaire est effectuée à l'aide du logiciel DRAIN-2D [7].

Le facteur de comportement B est obtenu par l'expression suivante :

$$\frac{1}{2B} = \frac{\lambda_u}{\lambda_e}$$

où :

$\lambda_e$  : est l'accélération du sol pour laquelle la structure atteint son état élastique.

$\lambda_u$  : est l'accélération du sol pour laquelle la structure atteint la rupture.

L'effet du sol est pris en considération par l'intermédiaire du coefficient d'amplification dynamique tel que prescrit dans l'article 3.2.1.3.2 du R.P.A.88. Il est fonction du type de sol, de la période de vibration de la structure et du taux d'amortissement [8].

Les résultats d'analyse selon cette procédure sont donnés dans les figures 1 et 2 pour chaque type de sol étudié, pour des ductilités globales de 2 et 4 et pour un taux d'amortissement de 5% :

Une analyse statistique est ensuite effectuée afin de relier le facteur de comportement B aux différents paramètres retenus, à savoir la ductilité globale de la structure  $\mu_g$ , la période fondamentale T et l'amortissement  $\xi$ , et pour les deux types de sol étudiés.

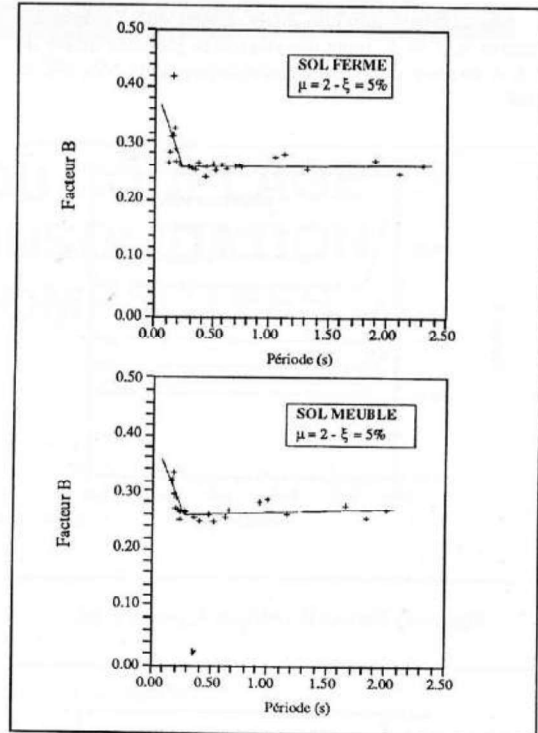


Figure 1 : Facteur de comportement B - Période T, pour  $\mu = 2$  et  $\xi = 5\%$ .

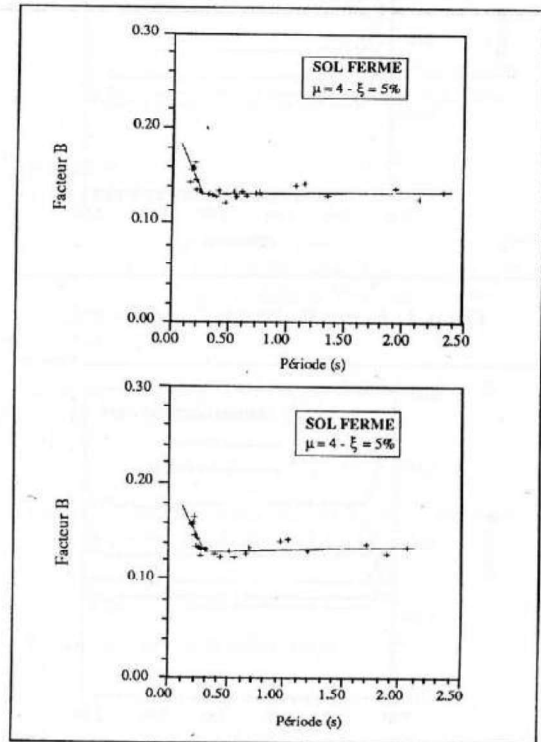


Figure 2 : Facteur de comportement B - Période T, pour  $\mu = 4$  et  $\xi = 5\%$ .

Les résultats de cette analyse sont donnés dans les figures 3, 4 et 5, pour des ductilités globales allant de 2 à 6 et pour des taux d'amortissement de 5%, 8% et 10%.

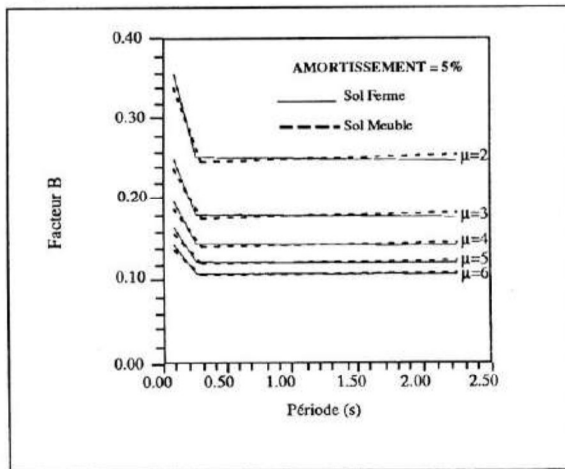


Figure 3 : Facteur B - Période T, pour  $\xi = 5\%$ .

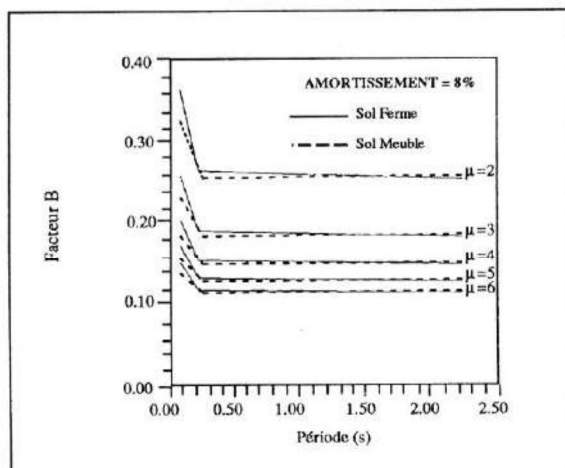


Figure 4 : Facteur B - Période T, pour  $\xi = 8\%$ .

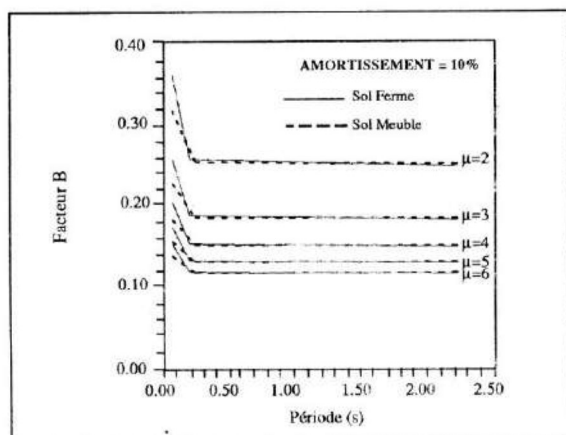


Figure 5 : Facteur B - Période T, pour  $\xi = 10\%$ .

Ainsi, à travers cette étude, le facteur de comportement est simplement déterminé, pour un taux d'amortissement donné, à partir de la période propre de vibration de la structure et de la ductilité globale à assurer, pour chaque type de sol considéré.

De plus, nous avons pu constater, indépendamment de l'excitation sismique, que le facteur de comportement B variait uniformément, en fonction de la ductilité globale  $\mu_g$  à assurer, pour des périodes T supérieures à une certaine période  $T_c$  qui dépend principalement du type du sol.

Par contre, pour des périodes T inférieures à cette période  $T_c$  et pour maintenir une ductilité globale  $\mu_g$  constante, il serait nécessaire de faire varier le facteur de comportement B.

La période  $T_c$  dépend du type de sol et du taux d'amortissement choisi. Ainsi, pour un sol ferme, elle est autour de 0.2s tandis que pour un sol meuble elle est autour de 0.3s.

Par ailleurs, on remarque que pour une même ductilité et dans le domaine des hautes fréquences, le sol ferme donne lieu à un facteur de comportement B plus important que pour le sol meuble. Par contre, dans le domaine des basses fréquences et pour des faibles ductilités celui-ci est plus important pour le sol meuble.

On peut donc déduire de cette analyse que dans la gamme des hautes fréquences, le facteur de comportement pris en compte lors du dimensionnement de la structure est différent, selon que la structure soit édifée sur un sol meuble ou sur un sol ferme. Par contre dans la gamme des basses fréquences l'effet du type de sol sur le facteur de comportement est négligeable.

De plus, pour une même période de vibration T, le facteur de comportement B diminue sensiblement pour une faible augmentation de la ductilité globale  $\mu_g$ . Il y a lieu donc; lors de la conception des projets de construction, d'assurer aux structures conçues un meilleur comportement ductile possible afin de pouvoir exploiter au maximum la capacité d'absorption et de dissipation d'énergie qui se traduit par un faible facteur de comportement B.

### 3 CONCLUSION

La présente étude nous a permis de revoir essentiellement la formule actuelle du facteur de comportement B à travers le règlement parasismique algérien en tenant compte de l'influence du type de sol.

Suite aux différentes analyses effectuées, nous avons pu constater que le facteur de comportement B dépend du type de sol. En effet :

- Pour le sol ferme, le facteur de comportement B varie uniformément, en fonction de la ductilité globale  $\mu_g$  à assurer, pour des périodes T supérieures à une certaine période  $T_c$  qui dépend principalement du type du sol.

rieures à 0.2s. Par contre, pour des périodes T inférieures à 0.2s et pour maintenir une ductilité globale  $\mu_g$  constante, il est nécessaire de faire varier le facteur de comportement B.

- Pour le sol meuble, le facteur de comportement B est uniforme pour des périodes T supérieures à 0.3s. Par contre, celui-ci variait pour des périodes T inférieures à 0.3s.

Par ailleurs, on remarque que pour une même ductilité et dans le domaine des hautes fréquences, le sol ferme donne lieu à un facteur de comportement B plus important que pour le sol meuble. Par contre, dans le domaine des basses fréquences, l'effet du sol est relativement négligeable.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] S.Y. Daridi & H. Afra : "Contribution à l'étude du facteur de comportement des structures en béton armé", VIème Séminaire Maghrébin de Génie Parasismique. Tunis. Décembre 1995.
- [2] S.Y. Daïdi & H. Afra : "Etude paramétrique du facteur de comportement des structures en béton armé : Contribution à sa quantification dans le cadre du règlement parasismique algérien". 4ème Colloque National de Génie Parasismique. Saint-Rémy-lès-Chevreuse. France. Avril 1996.
- [3] F.E. Elghadamsi & B. Mohraz : "Inelastic Earthquake Spectra". Earthquake Engineering and Structural Dynamics. Vol. 15, pp. 91-104, 1987.
- [4] A.A. Nassar & H. Krawinkler : "Seismic Demands for SDOF and MDOF systems". Report N° 95, The John A. Blume Earthquake Engineering Centre, Stanford University, Stanford, California, 1991.
- [5] E. Miranda : "Site-Dependent Strength Reduction Factors". Journal of Structural Engineering. ASCE. Vol.119, N° 12, 1993.
- [6] "Règles Parasismiques Algériennes. R.P.A. 88". Document Technique Réglementaire. D.T.R. B-C 2-48. Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique 1988.
- [7] A.E. Kanaan & G.H. Powell : "DRAIN-2D, A General Purpose Computer Program for Dynamic Analysis of Inelastic Plane Structures" Report N°. UCB/EERC 73-6. Earthquake Engineering Research Centre, University of California, Berkeley, Ca, April 1973.
- [8] H.C. Shah & T.C. Tsutty : "A Commentary for the Recommended Design Procedure for Algeria", the John A. Blume Earthquake Engineering Center. Stanford University. June 1978.

## Réunions Scientifiques

### ● Congrès Mondial 1997 - Emulsion

Bordeaux - France 23 - 26 Septembre 1997

- ✓ Formulation et fabrication des émulsions.
- ✓ Caractérisation, stabilité à long terme, Rhéologie.
- ✓ Comportement de l'émulsion lors de l'utilisation.
- ✓ Applications dans les domaines industriels.

Information : CME 50 Place Marcel-Pagnol 92100

Boulogne-Billancourt France

Tél : (33-1) 47-61-76-89

Fax : (33-1) 47-61-74-65

Fax : (04) 69-12-99 / (04) 69-60-81

### ● IPER Institut Portuaire du Havre

- ✓ Finances portuaires (12 - 23 mai 1997)

- ✓ Gestion actuelle des ports : concepts et méthodes nouvelles (02 - 13 Juin 1997)

- ✓ Planification et opération portuaires (16 - 27 Juin 1997)

Information : 30, Rue de Richelieu - 76087

Le Havre Cédex

Tél : 02.32.92.59.92

Fax : 02.35.41.25.79

Télex : 779663 F

### ● Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique (CGS)

- ✓ Dynamique des sols et interaction sol-structures (25, 26 et 27 Mai 1997)
- ✓ Dynamique des structures (26, 27 et 28 Octobre 1997)
- ✓ Règles de conception et de calcul des bâtiments en acier CCM 97 (14 et 15 Décembre 1997)

Information : Rue Kaddour Rahim Prolongée (face à la poste BP. 252 Hussein Dey Alger CP. 16 040

Tél : (02) 77.66.73 / (02) 59.90.61

Fax : (02) 77.66.56

Télex : 65 494

### ● Centre Universitaire "Med BOUDIAF" de M'Sila Institut de Génie Civil

Séminaire National sur les thèmes :

- ✓ Matériaux de construction
- ✓ Mécanique des sols 19 et 20 Octobre 1997

Information : Centre Universitaire Med BOUDIAF M'SILA

Fax : (05) 55.18.36