

# LARGE SCALE TECTONIC AND MEGA-SCALE SEISMIC ZONING. IMPLICATIONS ON CIVIL ENGINEERING CONSTRUCTIONS. THE CASE OF THE MAGHREB.

Noureddine BEGHOUL\* and Hadj BENHALLOU\*

## ABSTRACT

This study presents substantial arguments that the effect of the regional stress field associated with the mega-scale lateral tectonic variations out weights by far the usually considered effect of sediment amplification and seismic source rupture complexities. Indeed, most of civil engineering hazard assessment studies either use statistical methods, or speak most of the time in term of micro-zonation at the scale of a city (sediment amplification etc.), and over-look the large scale deformation and the tectonic structures in general. Therefore, their results are not really useful practically. This study considers the case of the Maghreb and the overall influence of the regional stress field associated with the existence of the currently active Atlas faults system on the seismic safety of the constructions. From the engineering perspective we argue that the deformation of the Maghreb could be characterised by six mega seismic zoning. Those mega-seismic zoning have been determined on the basis of 1) the nature and styles of deformation and displacements deduced from seismic focal mechanisms; 2) the observed time recurrence of large destructive earthquakes and their spatial-temporal variations; 3) on the basis of the recent satellite and field mapping of mega scale tectonic provinces and structural features such as folds, quaternary faulting, basins etc. It is shown that a correct exposure of low elevated constructions orthogonal to the main components of the regional stress field has a weight four order of magnitudes larger than the usually considered sediment amplification and three orders of magnitudes larger than the effect of the accelerations caused by source complexities along faults planes; and an order of magnitude larger than the effect of the three dimensional resonance phenomena of a valley in a specific geodynamical context. On the basis of those rough but certainly meaningful evaluations a mega-seismic zoning of the Maghreb is provided based on regional stress field and the geodynamical context of the regions. Those results are largely fulfilled by the field observations after the El-Asnam earthquake of October 1980. Therefore, any construction planning should take in account those simple but crucial mega-structural and seismic zonings differences whose effects surprisingly out weight by far the usually considered site effect or sediment amplification. This study is not intended to address the issues of the art associated to constructions which is very important in regions at high seismic risk but we think that the modelling of the structures responses in those seismic prone areas remain incorrectly modelled because the seismotectonic excitation signal remain either poorly understood or poorly quantified. Therefore, the practicability of their results remains expensive or inefficient.

\*University of Sciences and Technology Houari Boumediene, Institute of Earth Sciences, Bab-Ezzouar, Algiers, Algeria.

- Manuscrit déposé le 22 Octobre 2004, accepté après révision le 06 Mai 2006.

**Keywords** - Atlas faults system - Seismic zoning - Sediments amplification - Resonance of a valley - Faults ruptures characteristics - Maximal acceleration- Seismic empirical relations for the Maghreb - Main components of the regional stress tensor.

## TECTONIQUE A GRANDE ECHELLE ET MEGA-ZONATION SEISMIQUE. IMPLICATIONS SUR LA CONCEPTION DES CONSTRUCTIONS ET DES OUVRAGES D'ARTS EN GENIE CIVIL. LE CAS DU MAGHREB

### RÉSUMÉ

Cette étude présente des arguments substantiels que le tenseur de contrainte régional lié aux variations latérales de la tectonique à grande échelle a un effet de loin plus prépondérant sur la stabilité séismique d'une construction que les effets classiques pris en compte jusque là tels ceux liés à l'amplifications des ondes séismiques par les sédiments ou les effets liés aux accélérations dues aux complexités du processus de rupture le long des failles. En effet la quasi totalité des études de génie en hasard séismique utilise des procédés de calculs statistiques diffus ou parle en termes de micro-zonations séismiques à l'échelle d'une ville (amplification par les sédiments, atténuation des ondes, distance de la zone séismogénique active etc.) et néglige un élément capital qui s'avère être de loin le principal facteur contrôlant la stabilité d'une construction: La tectonique et la déformation à grande échelle de la région considérée. Cette étude prend le cas du Maghreb et étudie l'influence globale du champ de contrainte régional lié aux failles actives de l'ensemble du système Atlantique sur la stabilité et la protection séismique des constructions. Pour parachever cet objectif nous présentons des arguments que la déformation tectonique active à grande échelle du Maghreb peut être caractérisée par six méga-zonations séismiques qui ont été déterminées sur la base de 1) la nature et les styles de déformations et déplacements déduits des mécanismes aux foyers; 2) les temps de récurrence observés des séismes historiques destructeurs qui ont eu lieu au Maghreb ainsi que leurs variations spatio-temporelles enfin; 3) sur la base des données d'images satellites, permettant la cartographie des provinces tectoniques et des traits structuraux majeurs tels que les plis, les failles actives quaternaires, les bassins etc. On montre dans cette étude qu'une orientation judicieuse des constructions disposées orthogonalement par rapport à la composante principale du champ de contrainte régional, assure une protection séismique efficace des constructions. En effet la contribution du champs de contrainte régional sur les constructions a un poids  $10^4$  plus important que la prise en compte de l'effet de l'amplification classique des ondes par les sédiments; un poids  $10^3$  plus important que celui des accélérations causées par les complexités du processus de rupture le long des failles; enfin un poids dix fois plus important que l'effet de résonance des ondes à trois dimensions dans une vallée localisée dans un contexte géodynamique particulier. Sur la base de ces ordres de grandeurs très grossiers mais ayant certainement une signification physique extrêmement importante; une zonation séismique à grande échelle pour l'ensemble du Maghreb est présentée basée sur l'orientation du champ de contrainte régional et du contexte géodynamique de la région. Ces résultats sont largement recoupés par les observations sur le terrain suite au dernier séisme d'El-Asnam d'Octobre 1980. Il s'en suit donc que toute construction ou ouvrage d'art devra tenir compte de ces considérations simples mais fondamentales de zonations tectoniques et séismiques à grandes échelles dont l'effet sur les constructions s'avère être à notre grande surprise beaucoup plus important que l'effet de l'amplification des sédiments ou des accélérations. Cette étude n'est pas destinée à expliciter le génie lié à l'art de la construction en régions à haut risque séismique mais nous pensons que la modélisation de la réponse des structures dans ces régions à risques ne se fait pas

LARGE SCALE TECTONIC AND MEGA-SCALE SEISMIC ZONING. IMPLICATIONS ON CIVIL ENGINEERING CONSTRUCTIONS. THE CASE OF THE MAGHREB.

correctement à cause de la méconnaissance du signal d'excitation séismotectonique qui reste soit très mal compris soit mal quantifié. Donc la portée pratique de ces résultats de modélisations reste soit très coûteuse soit inefficace.

**Mots Clés** - Failles liées à l'ensemble du système Atlasique - Zonation séismique - Amplification par les sédiments - Effet de résonance séismique d'une vallée - Caractéristiques des ruptures de failles - Accélération maximale - Relations séismiques empiriques pour le Maghreb - Composantes principales du tenseur régional de contraintes.