

Université Mohammed V – Agdal
Institut Scientifique
DEPARTEMENT DE PHYSIQUE DU GLOBE

LE SÉISME D'AL HOCEIMA DU 24 FEVRIER 2004

Rapport préliminaire de mission
du 3 au 7 mars 2004

Taj-Eddine CHERKAOUI et Mimoun HARNAFI



Mars 2004

1. INTRODUCTION – PRESENTATION DE LA MISSION

1.1 GENERALITES SUR LE SEISME

1.1.1 L'événement du 24 février 2004

A 2h 27mn (heure locale), le mardi 24 février, un fort séisme de magnitude $M_b = 6.1$ (sur l'échelle ouverte de Richter) a touché la province d'Al Hoceima. En quelques secondes, des centaines d'habitations, surtout en zone rurale, cèdent à la secousse. Le tremblement de terre a été ressenti jusqu'à Tétouan au nord-ouest, au-delà de Mélilia et Nador à l'est et jusqu'à Fès vers le sud.

La ville d'Al Hoceima sera elle épargnée. À part quelques fissures constatées sur certains bâtiments, aucun dégât matériel, ni humain, ne sera signalé. L'épicentre du séisme a été localisé à 19 km au sud-ouest de la station balnéaire, quelque part entre Imzouren et Aït Kamra, les deux localités, urbaine et rurale, les plus touchées.

Depuis celui d'Agadir qui avait fait 12.000 morts en 1960, le séisme qui a frappé la région d'Al Hoceima est le plus meurtrier au Maroc. Dernier bilan est de 629 morts et 926 blessés.

1.2. ORGANISATION DE LA MISSION

La mission a été décidée et organisée dans la semaine qui a suivi le séisme, entre le 3 et le 7 mars 2004.

Les membres de l'équipe sont les suivants :

Taj-Eddine CHERKAOUI
Mimoun HARNAFI
Chafik NAKHCHA
Aziz KHIYARI

Institut Scientifique - Sismologue
Institut Scientifique - Physicien
Faculté des Sciences- Rabat - Géologue
Institut Scientifique - Technicien

L'Agence Urbaine de Taza a pris en charge essentiellement le transport de Rabat – Al Hoceima – Rabat et a mis à notre disposition un véhicule et un chauffeur tout le long de la mission.

OBJECTIFS DE LA MISSION

Cette mission avait pour objectifs :

- l'installation d'un petit réseau sismologique composé de trois stations numériques, en plus des cinq stations analogiques déjà installées, dans le but d'une meilleure localisation des répliques et éventuellement des études des mécanismes au foyer (Fig. 1).

En collaboration avec l' 'Institut Cartogràfic de Catalunya de Barcelone ;

- analyse des dommages subits par les constructions dans la zone sinistrée (Aït Kamra, Imzouren, Izemmoûrene...) ;
- l'installation de deux accélérographes pour l'enregistrement des mouvements forts (Fig. 1) ;
- l'analyse de l'amplification des sols en utilisant le City Shark et un sismomètre Lennartz (5s).

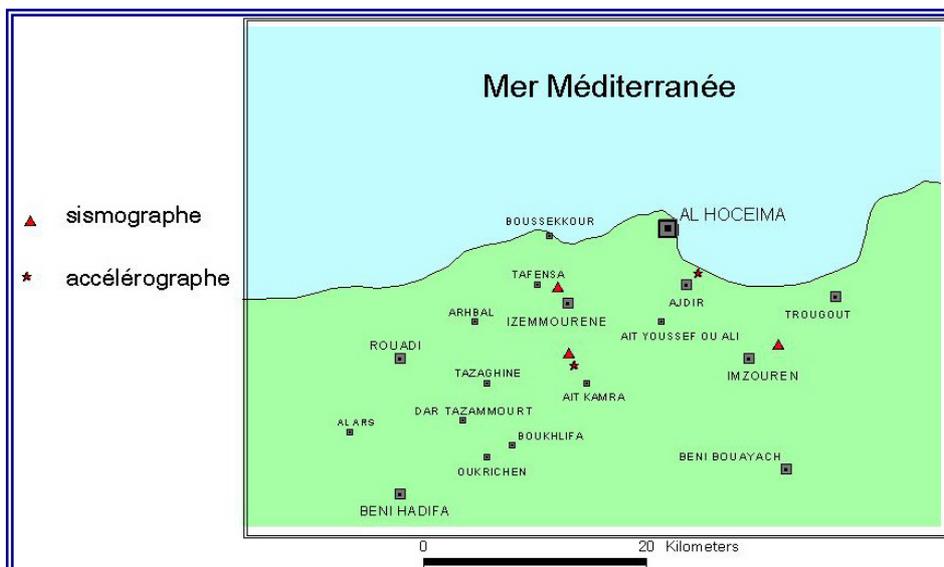


Figure 1 : Emplacement des 3 sismographes et des 2 accélérographes

2. GEODYNAMIQUE, SISMOTECTONIQUE ET GEOLOGIE DE LA REGION D'AL HOCEIMA

2.1. GEODYNAMIQUE

Le Maroc est situé sur une limite majeure entre deux plaques tectoniques : la plaque Eurasienne et la plaque Africaine. Le séisme du 24 février 2004 est lié à un contexte tectonique compressif créé par la remontée nord-ouest de la plaque Africaine contre la plaque Eurasienne. La vitesse de rapprochement de ces deux plaques lithosphériques est de 5 mm/an dans la région [Argus *et al.*, 1989]¹ (Fig. 2).

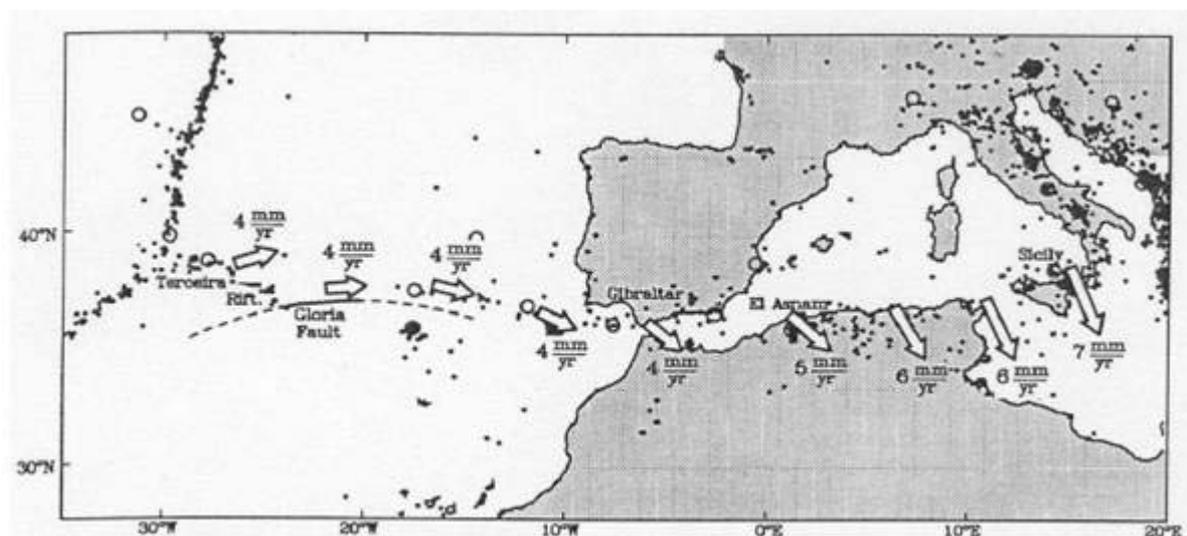


Fig. 2 : Contexte géodynamique de la marge Nord Africaine [Argus *et. Al.*, 1989].

2.2. SISMOTECTONIQUE

2.2.1. Tectonique régionale et failles actives

Pour Bousquet et Philip [1981]², les phases tectoniques compressives et distensives dont les directions d'allongement et de raccourcissement sont orthogonales reflètent la collision Europe-Afrique qui se fait selon la direction

¹ Argus D.F., Gordon R.G., De Mets C. & Stein S. (1989): Closure of Africa-Eurasia-North America plate motion circuit and tectonics of the Gloria fault. *J. Geophys. Res.*; 94; n° B5; pp: 5585-5602.

² Bousquet J.-C. & Philip H. (1981): Les caractéristiques de la néotectonique en Méditerranée occidentale. In « C.F. Wezel : Sedimentary basins of the Mediterranean margins ». Tecnoprint, Bologna, pp: 389-405.

NNW-SSE. C'est ce qui confirme les déformations observées dans les dépôts messiniens et plio-quaternaires [Hervouet, 1983]³ ; la direction de compression enregistrée par ceux-ci varie de N 140 à N 160.

Des études plus récentes ont mis en évidence la rotation antihoraire de la compression. La compression, NE-SW du Messinien, devient au Quaternaire NW-SE à N-S. des épisodes distensifs NW-SE ou NE-SW sont également observés dans le Saïss et dans les rides prérfaines.

En conclusion, les structures de cette région du domaine rifain sont liées à une compression NNW-SSE. Ceci est compatible avec les mécanismes aux foyers des séismes dans cette région [Hatzfeld et al., 1993]⁴ (Fig. 3).

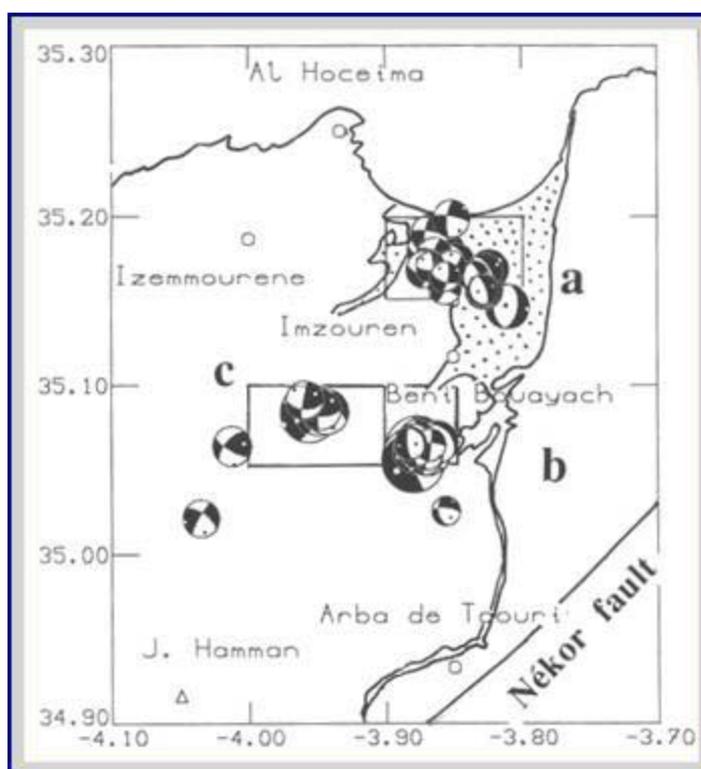


Figure 3 : mécanismes au foyer dans la région d'Al Hoceima [Hatzfeld et al., 1993]

³ **Hervouet Y. (1983)** : Phases compressives quaternaires du Maroc oriental (bordure rifaine). *Ann. Soc. Géol. Nord*, CIII, pp : 407-412.

⁴ **Hatzfeld D., Caillot V., Cherkaoui T.-E., Jebli H. & Medina F. (1993)**: Microearthquake seismicity and fault plane solutions around the Nékor strike slip fault, Morocco. *Earth Planetary Scien. Let.*; 120; pp: 31-41.

2.2.2. Activité sismique historique et instrumentale

La ville d'Al Hoceima et ses environs sont parmi les régions les plus sismiques du Maroc ; les cartes de sismicité de la région montrent un important alignement sismique de direction NE-SW (Fig. 4). Nous estimons que la fréquence annuelle d'apparition des séismes d'intensité $\geq V$ MSK est égale à 2,4 [Cherkaoui, 1991]⁵.

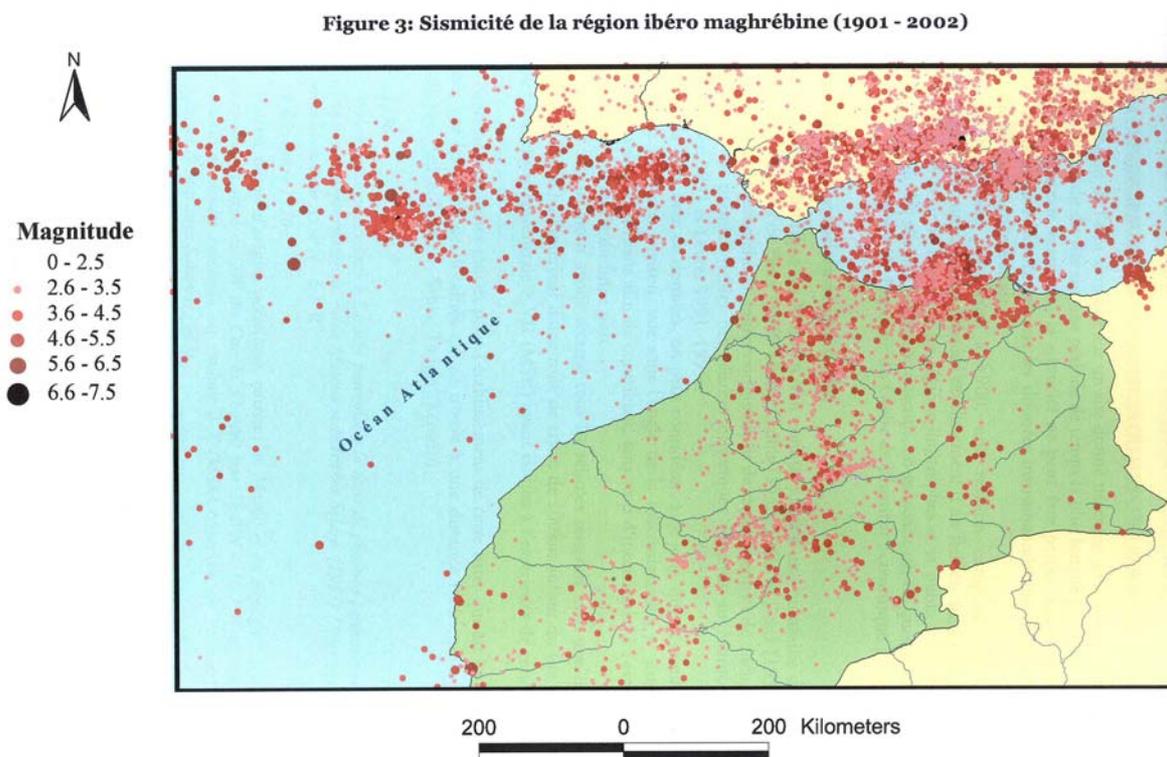


Figure 4 : Carte de sismicité de la région ibéro-maghrébine (1901-2002)

a) Sismicité antérieure à 1900

Les descriptions relatées par les textes historiques relatives à la sismicité ancienne du Maroc, avant 1900, ne sont pas, dans la majorité des cas, suffisamment détaillées pour fixer un épicentre et pour évaluer une intensité. Néanmoins, la région située entre Mélilia et Baddis a connu de

⁵ **Cherkaoui T.-E. (1991):** *Contribution à l'étude de l'aléa sismique au Maroc.* Thèse de l'Université Joseph Fourier; Grenoble; 246p.

nombreux séismes destructeurs par le passé : en 1522 (importants dégâts à Baddis), en 1693 (Al Hoceima), en 1792 d'intensité VIII MSK (Mélilia)...

b) Sismicité récente

La région de *l'accident majeur du Nékor* est considérée comme la zone la plus active sismiquement au Maroc. Les épacentres y sont alignés selon la direction générale de la faille de Nékor (NE-SW). Les données de la campagne de microsismicité réalisée en 1989 dans la région ont montré une faible sismicité de cet accident. La sismicité était plutôt concentrée au voisinage des accidents secondaires (ou auxiliaires) subméridiens. Ceux-ci rejouent actuellement (importance du remplissage quaternaire de la plaine du Bas Nékor) et c'est l'accident majeur du Nékor qui "règle" ce jeu (Cherkaoui *et al.*, 1990⁶; Cherkaoui, 1991⁷; Hatzfeld *et al.*, 1993⁸).

Le plus violent séisme enregistré dans la région est celui du 26/5/1994 (M = 5.6, Io = VIII MSK), qui a provoqué la mort de six personnes et des dégâts importants dans la province d'Al Hoceima (El Alami *et al.*, 1998⁹).

3. LE SEISME

3.1. CARACTERISTIQUES

Le séisme de magnitude 6,1 (sur l'échelle ouverte de Richter) qui a durement frappé Al Hoceima et ses environs le 24 février 2004 s'est produit à 2h 27mn 47sec. est localisé à une dizaine de kilomètres au Sud de cette ville (Fig. 5). Les principales caractéristiques du séisme sont les suivantes :

Heure origine : 2h 27mn 47.0sec
 Latitude Nord : 35,190°
 Longitude Ouest : 3,996°
 Profondeur : 2 km
 Magnitude : 6,1

⁶ Cherkaoui T.-E., Hatzfeld D., Jebli H., Medina F. & Caillot V. 1990 - Etude microsismique de la région d'Al Hoceima, *Bull. Inst. Sci., Rabat*, 14, 25-34.

⁷ *Op. Cit.*

⁸ *Op. Cit.*

⁹ El Alami S.O., Tadili B.-A., Cherkaoui T.-E., Medina F., Ramdani M., Aït Brahim L. & Harnafi M. 1998 - The Al Hoceima earthquake of May 26, 1994 and its aftershocks: a seismotectonic study. *Annali di geofisica*, v. 41, n° 4, pp.: 519-537.

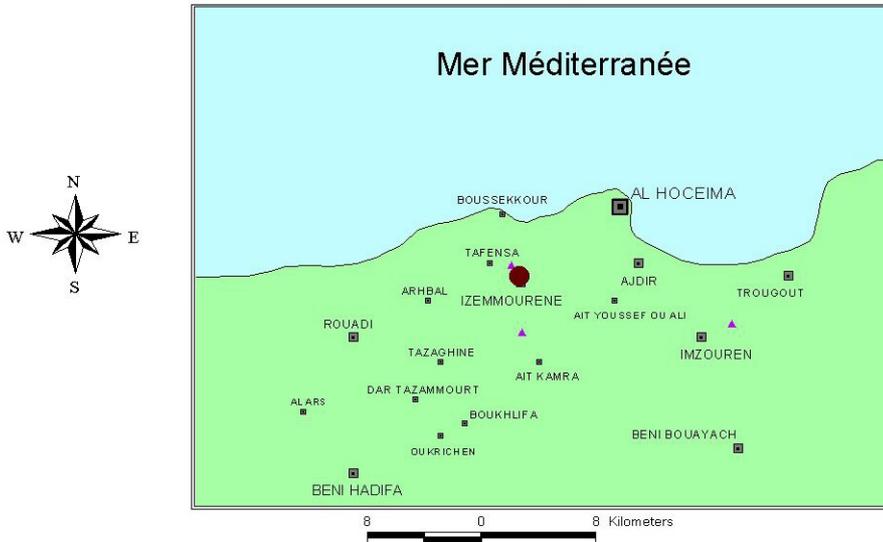
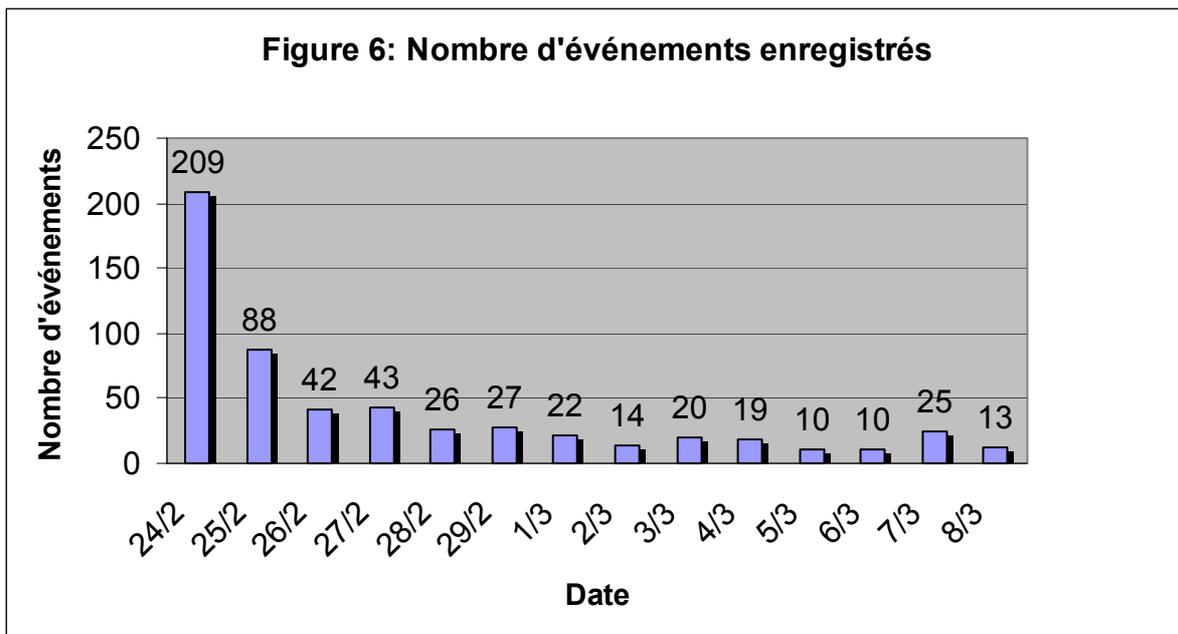


Figure 5 : Localisation du séisme principal du 24 février 2004.

3.2. LES REPLIQUES

Le séisme du 24 février 2004 a été suivi d'un nombre important de répliques durant la première semaine. 209 événements ont été enregistrés le premier jour, avec des magnitudes comprises entre 4,9 et 2,3, ce nombre a chuté le deuxième jour à 88 événements pour se stabiliser à une quinzaines de secousses / jour à partir du début de la deuxième semaine (Fig. 6).



La localisation préliminaire des répliques enregistrées entre le 24/2 et le 9/3 montre une distribution assez diffuse des épicentres autour de la zone épiscopentrale. Plusieurs secousses (7) ont atteint ou dépassé la magnitude 5,0 et ont été violemment ressenties par la population (Fig. 7). Ces répliques ont provoqué l'effondrement de quelques bâtiments fragilisés par le choc principal à Imzouren et Beni Bouayach et causé la mort d'au moins trois personnes.

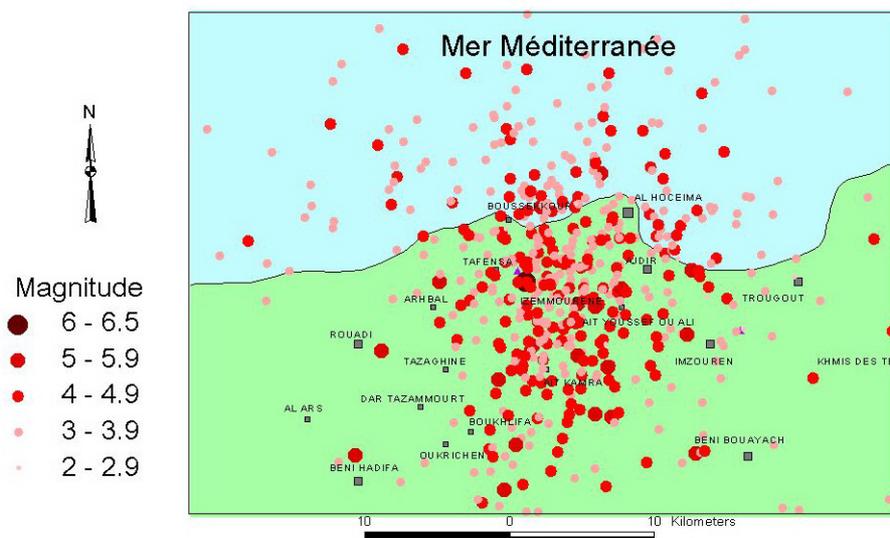


Figure 7 : Localisation des répliques enregistrées entre le 24/2 et le 9/3

3.3. L'EFFET DU SEISME

Les effets d'un tremblement de terre sur les constructions dépendent essentiellement, à intensité égale, de la qualité des édifices. Si rien ne semble pouvoir résister à une intensité maximale (XII de l'échelle MSK 1964), les zones limitées par les isoséistes XI, X et même IX peuvent être soit entièrement ravagées si les bâtiments sont mal conçus – ce qui arrive dans la plupart des pays, même dans les pays dits développés –, soit, lorsque les constructions sont de type parasismique, ne présenter que des dégâts relativement réduits, et en tout cas moins meurtriers.

Pour la délimitation de l'étendu des dégâts, nous avons effectué des visites de terrain des localités d'Al Hoceima, Imzouren, Izemmoûrene, Aït Kamra, Ajdir, Aït Daoud, Beni Bouayach, Sidi Bouafif, Tafensa, Aït Messaoud,

l'aéroport Charif el Idrissi, le Club Med et le barrage Abdelkarim el Khattabi. Nous avons consulté également quelques photosatellitaires prises juste après le séisme.

Le maximum des dégâts a été observé entre **Imzouren** (Photos 1, 2 et 3) et **Aït Kamra** (Photos 4, 5 et 6). **Imzouren**, présentée comme un village, est en fait une ville presque aussi grande qu'Al Hoceima. Distante de seulement 18 km, c'est là que les milliers des marocains résidant à l'étranger originaires de la région ont choisi "d'investir" dans des maisons à deux, trois ou quatre niveaux. Ici, pas de réseau d'assainissement, ni de routes goudronnées. Certains quartiers ont été fortement touchés tandis que d'autres ont été pratiquement épargnés, et dans ces quartiers touchés, certaines constructions se sont bien comportées tandis que d'autres de même type se sont effondrées comme un château de cartes ou ont basculé (Photos 1, 2 et 3). Une trentaine de bâtisses ont été complètement détruites, défaut de construction ou effet de site ? Il est donc important d'identifier les causes multiples des dommages pour l'avenir.

Photos 1 et 2 : Imzouren



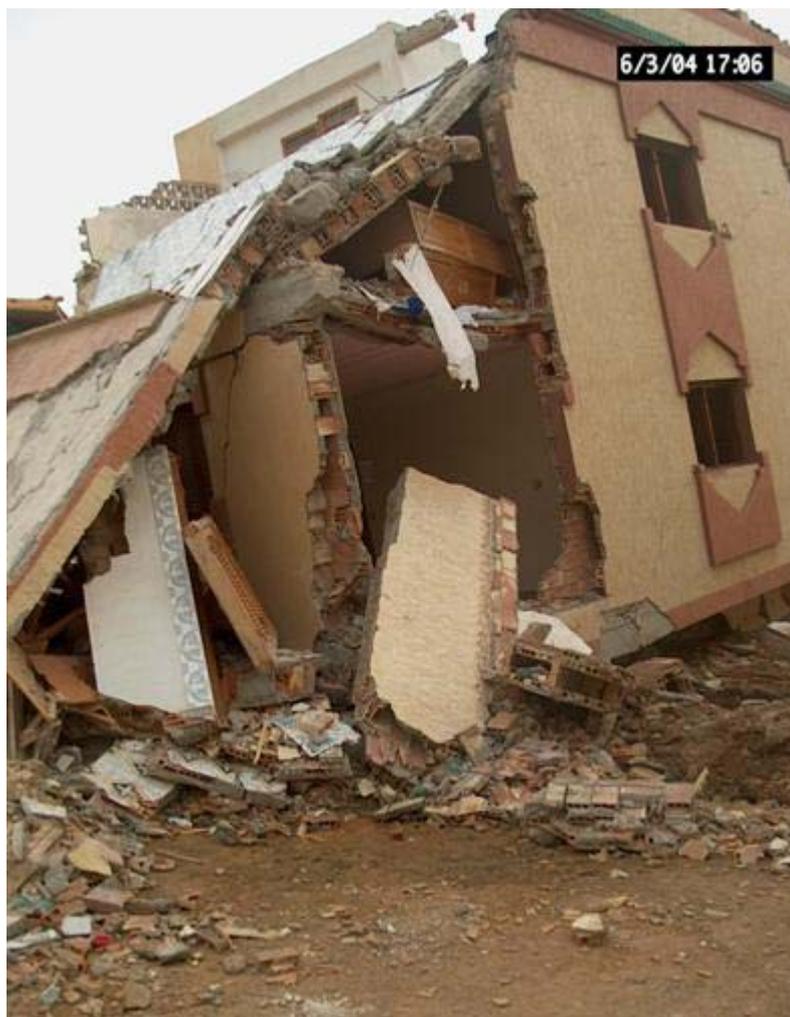


Photo 3 : Imzouren

Aït Kamra, Aït Messaoud et Aït Daoud, plutôt que des villages, il s'agit d'un ensemble très dispersé de maisonnettes en pisé, très peu sont construites en dur. La plupart ont, certes, été détruites mais le tout ne forme pas des villages, ni des agglomérations compactes et homogènes. L'effet visuel est moins spectaculaire qu'à Imzouren. Les briques en pisé sont encore entières. Ce qui explique en partie le taux de décès élevé enregistré en milieu rural. À la différence du béton, les constructions en pisé tombent d'un coup ne laissant aucun espace pour permettre une éventuelle aération. La plupart sont donc morts par asphyxie.



Photos 4 et 5 : Aït Kamra



Photo 6 : Maissonnette restée intacte à Aït Kamra

A **Izemmoûrene, Tafensa et Beni Bouayach**, les dégâts sont moins importants, les constructions se sont mieux comportées que dans les autres localités citées plus haut.

A **Al Hoceima**, les dégâts sont moins visibles, quelques fissurations dans les façades de quelques immeubles, même constat à l'aéroport **Charif el Idrissi**.

Au **barrage Abdelkrim el Khettabi**, on ne signale aucune anomalie.

Au **Club Méditerranée**, nous n'avons pas constaté de dégâts dans les constructions, mais nous avons relevé des fissurations dans le sol (Photo 7).



Photo 7 : Club Méditerranée

Remerciements

La mission d'Al Hoceima a pu avoir lieu grâce à l'intervention de l'Agence Urbaine de Taza qui a mis à notre disposition un véhicule, un chauffeur et le carburant. Nos remerciements vont à MM. Horache K., Directeur de l'Agence de Taza, El Morabit A., Chef de l'antenne d'Al Hoceima de l'Agence Urbaine et El Ouardani M., Directeur de l'Inspection Régionale de l'Aménagement du Territoire.

Nos remerciements vont également à MM. El Ouardani A. et Ben Ali H. pour leur chaleureux accueil et leur hospitalité pendant toute la durée de la mission.

Nous remercions vivement M. Rahioui S. notre chauffeur permanent et infatigable.