



Université d'Oran 2  
Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers

**THÈSE**

Pour l'obtention du diplôme de Doctorat « L.M.D »  
En Sciences de la Terre  
Option : Géosciences  
Spécialité : Risques naturels, risques géologiques et gestion

**Étude de l'activité sismique de la baie occidentale de la Méditerranée.  
Contribution à l'évaluation de l'aléa sismique de l'Algérie  
Nord occidentale**

Présentée et soutenue publiquement par :  
**M BELAYADI Ilyès**

Devant le jury composé de :

SEDDIKI Abdelmadjid	Professeur	Université d'Oran 2	Président
NADJI Abdelmansour	Professeur	Université d'Oran 2	Rapporteur
BEZZEGHOUD Mourad	Professeur	Université d'Évora	Co-rapporteur
MACHANE Djamel	Directeur de recherche	CGS, Alger	Examineur
MANSOUR Hamidi	Professeur	Université d'Oran 2	Examineur

Année 2023

# Remerciements

Je tiens à remercier chaleureusement en premier lieu mon directeur de thèse, Monsieur *Abdelmansour NADJI*, Professeur de l'Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed, Chef de l'équipe des risques naturels au *Laboratoire des Géoressources, Environnement et Risques Naturels*, qui a proposé ce sujet et qui m'a guidé et orienté dans toutes les étapes de réalisation de ce travail de recherche. Je lui dois toute reconnaissance pour les nombreuses séances de travail qu'il m'a accordé durant toutes ces années, en guise de conseils et encouragements.

J'adresse mes sincères remerciements à mon co-directeur de thèse, Monsieur *Mourad BEZZEGHOUD*, Professeur de l'Université d'Évora, ' *Departamento de Física da Escola de Ciências e Tecnologia (ECT) et Instituto de Ciências da Terra (ICT)* ', pour m'avoir accueilli à plusieurs reprises au sein de son équipe de recherche, pour ses orientations, ses explications intéressantes, et pour ses interventions en matière d'expertise sismologique, qui m'ont permis de mener à bien ce travail.

Je remercie également, Monsieur *João FONTEILA*, docteur du ' *Departamento de Física da Escola de Ciências e Tecnologia (ECT) et Instituto de Ciências da Terra (ICT)* ' à l'Université d'Évora, pour son accueil respectueux lors de mes séjours à l'Université d'Évora, pour sa disponibilité et pour l'aide qu'il m'a apporté, ainsi que pour ses conseils attentifs, qui m'ont permis la réussite de cette thèse, merci ' *João* '.

Je tiens à remercier également Monsieur *Abdelmadjid SEDDIKI*, Professeur à l'Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed, et membre d'équipe au *Laboratoire Géoressources, Environnement et Risques Naturels*, d'avoir honoré en qualité de président de jury d'examen de notre thèse de doctorat.

J'associe à ces remerciements Monsieur *Djamel MACHANE*, Directeur de Recherche au *Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique (CGS)*, à Hussein Day-Alger, Je tiens à lui exprimer mes profonds remerciements pour avoir honoré en qualité de membre examinateur de ce jury, et pour le temps qui m'a accordé pour évaluer mes travaux de thèse.

Mes sincères remerciements vont également à Monsieur *Hamidi MANSOUR*, Professeur de l'Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed, et membre du *Laboratoire Géoressources, Environnement et Risques Naturels*, pour l'honneur qu'il me fait en examinant le manuscrit de ma thèse, ainsi que pour le suivi et le grand intérêt approuvé dès le début de mon inscription doctorale. Je le remercie pour ses qualités humaines, pour son aide amicale et pour la confiance qu'il m'a témoigné tout au long de ces années à l'Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed.

Je remercie très vivement Madame *Fatiha HADJOU*, Enseignante-Chercheuse à l'Université Oran 2 Mohamed Ben Ahmed, pour toutes nos discussions et pour ses conseils qui m'ont accompagné tout au long de mon cursus. Qu'elle trouve dans ces lignes, ma sincère gratitude et ma profonde considération pour m'avoir soutenu et encouragé pendant les moments difficiles, merci Madame.

Un grand merci aux Enseignants Chercheurs du Laboratoire *GEOREN* de l'Université Oran 2 Mohamed Ben Ahmed, notamment à l'équipe n° 1 des 'Risque naturels'. Je tiens aussi à remercier le personnel administratif de la Faculté des Sciences de la Terre et de l'Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed pour leurs collaborations au fil des années passées.

Je voudrais remercier les chercheurs du *Departamento de Física da Escola de Ciências e Tecnologia (ECT) et Instituto de Ciências da Terra (ICT)* de l'Université d'Évora, je remercie spécialement Professeur *Jose Fernando Borges*, Professeur *Bento Caldeira* et Docteur *Rui Jorge Oliveira* pour leurs accueils chaleureux, leurs gentillesse et pour leurs assistances.

J'adresse mes remerciements les plus sincères à ma famille. Ce travail n'aurait pu être mené à bien sans leur soutien et leur grandiose aide. Leurs attentions et encouragements m'ont accompagné tout au long de ces années. Je suis redevable à ma mère, mes sœurs et mes frères. Je souhaite particulièrement remercier mon beau-frère *Elhadj Sassi*, pour son accompagnement, son soutien et son aide, durant toutes ces années de thèse.

Je remercie mes chers amis, *Amine ZOUAOUI*, *Yakoub BENAÏSSA*, *Hachem ATIA*, *Tahar BACHBACHE*, *Chawki MANAÁ* et *Mohamed-Yacine BENDJDOU* qui m'ont constamment aidé. Merci pour les belles années qu'on a passé ensemble à Oran.

*À la mémoire de mon père*

# SOMMAIRE

---

REMERCIEMENTS	
SOMMAIRE	
LISTES DES FIGURES	
LISTES DES TABELAUX	

## INTRODCUTION GÉNÉRALE

Introduction générale.....	2
----------------------------	---

## CHAPITRE I CONTEXTE GÉODYNAMIQUE, GÉOLOGIQUE ET SISMOTECTONIQUE DU NORD ALGÉRIEN

I.1	Géodynamique du nord Algérien .....	6
I.2	Contexte géologique du nord Algérien.....	10
I.3	Contexte sismotectonique du nord algérien .....	11
I.3.1	Sismicité de l'Algérie .....	12
I.3.1.1	Sismicité historique .....	12
I.3.1.2	Sismicité instrumentale.....	15
I.4	Tectonique du Nord Algérien.....	19

## CHAPITRE II CONTEXTE GÉODYNAMIQUE ET SISMOTECTONIQUE DU NORD- OUEST ALGÉRIEN

II.1	Introduction .....	22
II.2	Contexte géographique et géologique de la zone d'étude .....	22
II.3	Litho stratigraphie du bassin bas Chélif.....	24
II.3.1	Formations anti à synchro nappes (Substratum).....	25
II.3.2	Formations Post-Nappes (Couverture) .....	26
II.4	Géomorphologie de la région d'étude .....	29
II.5	Aperçu tectonique du bassin bas Chélif .....	30

II.5.1	Phase Infra-Crétacée .....	30
II.5.2	Première phase alpine .....	30
II.5.3	Deuxième phase alpine .....	31
II.5.4	Transtension du 1er cycle post-nappe.....	31
II.5.5	Compression du 2 <sup>ème</sup> cycle post-nappe.....	33
II.5.6	Compression pliocène et pléistocène inférieur .....	33
II.5.7	Compression du Pleistocène moyen à l'actuel .....	33
II.6	Les principaux traits structuraux du bas Chélif.....	33
II.7	Cadre sismo-tectonique .....	36
II.8	Conclusion.....	37

### CHAPITRE III

#### SISMICITÉ DE L'ALGÉRIE NORD OCCIDENTALE ENTRE 1790 ET 2016 : CATALOGUE SISMIQUE

Résumé .....	39	
III.1	Introduction .....	40
III.2	Sismicité de la région étudiée.....	40
III.3	Catalogue de la sismicité du Nord Occidentale Algérien.....	42
III.3.1	Bases de Données .....	42
III.4	Homogénéisation des magnitudes .....	44
III.5	Description du catalogue .....	45
III.6	Lacune sismique dans la région Nord Occidentale Algérienne.....	49
III.7	Remarques finales.....	51

### CHAPITRE IV

#### ESSAI D'ÉVALUATION DE L'ALÉA SISMIQUE PAR LA MÉTHODE DÉTERMINISTE DU NORD OUEST ALGÉRIEN

Résumé .....	53	
IV.1	Introduction .....	54
IV.2	Méthode.....	55
IV.3	Évaluation de l'aléa sismique DSHA pour le nord-ouest Algérien.....	57
IV.3.1	Identification des sources séismogène « failles actives ».....	57

IV.3.2	Magnitude maximale de référence.....	59
IV.3.3	Distance Source séismique-Site : Calcul de distance .....	63
IV.3.4	Équation de prédiction du mouvement du sol (GMPE).....	65
IV.4	Calcul Aléa sismique DSHA .....	71
IV.5	Résultats et discussion .....	72
IV.6	Conclusion.....	76

## CHAPITRE V

### ESSAI D'ÉVALUATION DÉTERMINISTE DE L'ALÉA SISMIQUE (DSHA) DU NORD ALGÉRIEN

Résumé .....	79
V.1 Introduction .....	80
V.2 Méthode.....	81
V.2.1 Identification des failles actives.....	82
V.2.1.1 Faille de Ain Temouchent (F1).....	82
V.2.1.2 Faille d'Oran (F2) .....	83
V.2.1.3 Faille de Mascara (F3) .....	85
V.2.1.4 Faille de d'El Asnam (Chéelif) (F4).....	86
V.2.1.5 Faille du Chénoua-Tipaza (F5) .....	88
V.2.1.6 Faille du Sahel (F6).....	88
V.2.1.7 Faille sud de la Metidja (F7).....	89
V.2.1.8 Faille de Zemmouri-Boumerdes (F8).....	90
V.2.1.9 Faille de Beni Ourtilane –Tachaouaft (F9) .....	91
V.2.1.10 Faille d'Ain Smara (F10) .....	93
V.2.2 Estimation de la magnitude maximale (séisme crédible maximum MCE).....	94
V.2.3 Distance Faille –Site.....	96
V.2.4 Relation d'atténuation du mouvement du sol.....	98
V.3 Calcul de l'aléa sismique du Nord Algérien.....	102
V.4 Résultats et discussions .....	103
Hamdache et al., (2012) .....	108
V.5 Conclusion.....	109

## CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion générale .....	111
---------------------------	-----

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	114
-----------------------------------	-----

## ANNEXES

ANNEXE.....	127
-------------	-----

Abréviation des références du catalogue .....	157
---	-----

Résumé : .....	158
----------------	-----

Abstract: .....	159
-----------------	-----

:الملخص .....	160
---------------	-----



# LISTE DES FIGURES

---

**Figure I.1.** Sismicité superficielle et moyenne ( $h < 150$  km,  $M > 4$  ; source NEIC) de l'Atlantique central jusqu'en Méditerranée orientale de 1973 à 2008 ; Source : (Belabbès, 2008). .....6

Figure I.2. Vitesses de convergence à la limite des plaques Afrique et Eurasie en Méditerranée occidentale et Atlantique central d'après le modèle Nuvel-1 (Argus et Gordon, 1991). Sismicité d'après les catalogues Benouar, (1995), et ISC enregistrés entre 1900 et 2004. Les flèches rouges représentent les directions et vitesses principaux et du taux d'expansion sur la ride Medio-Atlantique. Le Pôle de rotation de l'Afrique est situé Lat.18.8°N et Long 20.3°W ; Source : (Belabbès, 2008). .....7

**Figure I.3.** Vitesse de convergence Afrique/ Eurasie le long de la limite de plaques issues du modèle Nuvel 1-A (De Mets et al., 1994), du modèle proposé par Mc Clusky et al., (2003) de celui de Sella et al., (2002) de Calais et al., (2003) et de Serpelloni et al., (2007). En position des pôles de rotation et les ellipses de confiance à 95 %. (1) Nuvel-1A (De Mets et al., 1994) ; (2) Calais et al., (2003), modèle géologique ; (3) Mc Clusky et al., (2003) ; (4) Calais et al., (2003) ; (5) D'Agostino et sevaggi, (2004) ; (6) REVEL (Sella et al., 2002) (7) Serpelloni et al., (2007) ; Source : (Serpelloni et al., 2007). .....8

Figure I.4. Les principales caractéristiques cinématiques et tectoniques à la limite des plaques Afrique-Eurasie, Les taux de déformation sont en mm an/1 d'après (d'après Serpelloni et al., 2007), modifié par Maouche, (2010). .....9

Figure I.5. (A) Carte des unités géologiques composant la chaîne des Maghrébides (Durand-Delga, 1969). (B) carte des unités géologiques composant la chaîne des Maghrébides (Domzig, 2006). .....11

Figure I.6. Carte de sismicité historique du nord Algérien entre 1365 et 1910 : source des événements sismiques (Ayadi et Bezzeghoud, 2015). .....14

Figure I.7. Carte d'intensité maximale observée (MOI\_2014) au nord de l'Algérie d'après (Ayadi et Bezzeghoud, 2015). .....15

Figure I.8. Stations sismologiques couvrant le nord Algérien, réseau de surveillance du CRAAG.....	16
Figure I.9. Sismicité du nord Algérien avec des magnitudes ( $M > 4$ ) pour la période 1900-2018 (Catalogue ISC).....	17
Figure I.10. Les importants séismes historiques et instrumentales qui ont touché le nord Algérien (catalogue : Ayadi et Bezzehjoud, 2015).....	18
Figure I.11. Distribution de la sismicité en profondeur sur un profil Est-Ouest (Maouche, 2010). .....	18
Figure I.12. Distribution des structures plioquaternaires actives dans les bassins Néogènes de l'Atlas Tellien selon Meghraoui, 1988. (1) Pli faille du Murdjajo (2) Pli faille de Tenes Abou El Hassan (3) Bou Kadir (4) Pli faille d'El Asnam (5) Pli faille du Sahel (6) Faille de Kherrata (7) Pli faille de Chott El Hammam. ....	19
<b>Figure I.13.</b> Schéma sismotectonique du nord de l'Algérie montrant les principales structures actives observées dans le Tell (inspiré de Benouar et al., 1994, Boudiaf, 1996, Guiraud, 1977, Meghraoui, 1988, Ayadi et al., 2003) Sources des principaux mécanismes au foyer: Harv.: Harvard CMT catalog, ETHZ: ETH Zürich., INGV: Institut National de Géophysique et Volcanologie (Italie), IAG: Institut Andalou de Géophysique (Grenade, Espagne), USGS: United States Geological Survey, CB: Coca et Buforn, 1994, MK: McKenzie, 1972, D: Dewey, 1990, SH: Shirokova, 1967, BA: Bezzeghoud et al., 1994, Sources : (Domzig, 2006).....	20
<b>Figure II.1.</b> Situation géographique générale du bassin du Bas Chélif (Perrodon, 1957).-----	<b>22</b>
<b>Figure II.2.</b> Situation géographique du bassin du Bas Chélif (d'après Delfautet al., 1973). --	<b>23</b>
<b>Figure II.3.</b> Extrait de la carte géologique de l'Algérie (2eme édition. 1952) feuille Oran— Nord au 1 : 50,0000 et les failles actives sont de Meghraoui et al., (1988).-----	<b>24</b>

<b>Figure II.4.</b> Colonne lithostratigraphique synthétique des dépôts Mio-Plio-Quaternaires de l'Oranie. Etabli à partir des notices des cartes géologiques du Nord-Ouest algérien à l'échelle (1/50000) & (1/100000) et des observations de terrain. (Boukhédimi, 2017) modifie.-----	<b>28</b>
<b>Figure II.5.</b> Carte de répartition des principales unités géomorphologiques du bas chélif. ---	<b>30</b>
<b>Figure II.6.</b> Carte géologique de l'Oranie centrale. La légende donne des informations sur l'âge des formations et des structures (Fenet, 1975) in (Yelles-Chaouche et al, 2004).-----	<b>32</b>
<b>Figure II.7.</b> Tram structural du bassin Bas Chélif occidentale d'après Thomas, (1985) : Source (Roukh, 2020) -----	<b>36</b>
<b>Figure II.8.</b> Carte des séismes survenus dans la région d'Oran entre 1790 et 2015. Les carrés rouges indiquent les séismes historiques exprimés en termes d'intensité ( $III \leq I_0 \leq X$ ), et les cercles bleus indiquent les séismes instrumentaux exprimés en termes de magnitude de durée ( $1 \leq M_d \leq 5,9$ ). Les données proviennent du catalogue des tremblements de terre historiques (Harbi 2009 ; Harbi et al. 2015) et du fichier de données du CRAAG ; Source : (Benbakhti et al., 2018). -----	<b>37</b>
<b>Figure III.1.</b> Les principaux traits structuraux selon Thomas, (1985) et les séismes significatifs survenus dans la région Nord Occidental de l'Algérie (cette étude).....	<b>41</b>
<b>Figure III.2.</b> Distribution spatiale des séismes reportés en Algérie nord occidentale pour la période 1790 – 2016. ....	<b>46</b>
<b>Figure III.3.</b> Histogramme du nombre de séismes en fonction de la magnitude en Algérie nord occidentale pour la période 1790 – 2016.....	<b>47</b>
<b>Figure III.4.</b> Histogramme du nombre de séismes en fonction de la profondeur en Algérie nord occidentale pour la période 1790 – 2016.....	<b>47</b>
<b>Figure III.5.</b> Distribution temporelle de l'énergie sismique libérée en Algérie nord occidentale pour la période 1790 – 2016. ....	<b>50</b>

<b>Figure III.6.</b> Distribution spatiale de l'énergie sismique en Algérie nord occidentale pour la période 1790-2016.....	<b>50</b>
<b>Figure IV.1.</b> Diagrammes montrant quatre étapes de l'analyse déterministe des risques sismiques, (Source : Reiter, 1990).....	<b>56</b>
<b>Figure IV.2.</b> Modèle séismotectonique représentatif du nord-ouest de l'Algérie, avec le système ternaire des failles actives (Nadji, 2010). .....	<b>58</b>
<b>Figure IV.3.</b> Réponse séismotectonique du nord-ouest de l'Algérie (Nadji, 2010), durant la période : 1790 et 2016 éditée par le catalogue de la sismicité régionale de Belayadi et al., (2017).....	<b>59</b>
<b>Figure IV.4.</b> Sélection de la magnitude maximale pour les sources de la famille des failles inverses de direction NE-SW, sismicité : Catalogue de Belayadi et al., (2017). .....	<b>60</b>
<b>Figure IV.5.</b> Sélection de la magnitude maximale pour les sources de la famille des failles normales de direction NW-SE, sismicité : Catalogue de Belayadi et al., (2017).....	<b>60</b>
<b>Figure IV.6.</b> Sélection de la magnitude maximale pour les sources de la famille des failles décrochantes de direction E-W, sismicité : Catalogue de Belayadi et al., (2017).....	<b>61</b>
<b>Figure IV.7.</b> Répartition des sites projet d'évaluation d'aléa sismique, grille carrée de points d'arrêt : 0.2°, qui couvre le nord-ouest de l'Algérie ; relatives aux failles inverses. ....	<b>63</b>
<b>Figure IV.8.</b> Répartition des sites projet d'évaluation d'aléa sismique, grille carrée de points d'arrêt : 0.2°, qui couvre le nord-ouest de l'Algérie ; relatives aux failles normales.....	<b>64</b>
<b>Figure IV.9.</b> Répartition des sites projet d'évaluation d'aléa sismique, grille carrée de points d'arrêt : 0.2°, qui couvre le nord-ouest de l'Algérie ; relatives aux failles décrochantes. ....	<b>64</b>

<b>Figure IV.10.</b> Comparaison des données PGA enregistrées (Tab. IV.4) avec le modèle d'atténuation (PGA) d'Akkar et al., (2013) pour : faille normal et VS30= 750 m/s. ....	69
<b>Figure IV.11.</b> Comparaison des données PGA enregistrées (Tab. IV.4) avec le modèle d'atténuation (PGA) d'Akkar et al., (2013) pour : faille inverse et VS30= 750 m/s. ....	69
<b>Figure IV.12.</b> Comparaison des données PGA enregistrées (Tab. IV.4) avec le modèle d'atténuation (PGA) d'Akkar et al., (2013) pour : faille décrochante et VS30= 750 m/s. ....	70
<b>Figure IV.13.</b> Carte d'aléa sismique déterministe du nord-ouest Algérien en termes d'accélération maximale du sol (PGA), pour les failles inverses de direction NE-SW. ....	73
<b>Figure IV.14.</b> Carte d'aléa sismique déterministe du nord Algérien en termes d'accélération maximale du sol (PGA), pour les failles normales de direction NW-SE. ....	73
<b>Figure IV.15.</b> Carte d'aléa sismique déterministe du nord Algérien en termes d'accélération maximale du sol (PGA), pour les failles décrochantes de direction E-W. ....	74
<b>Figure IV.16.</b> Carte d'aléa sismique déterministe du nord-ouest Algérien en termes des valeurs pondérées de PGA calculées. ....	75
<b>Figure IV.17.</b> Carte d'aléa sismique déterministe du nord-ouest Algérien en termes des valeurs de PGA les plus élevées. ....	76
<b>Figure V.1.</b> Carte morphotectonique de la zone du tremblement de terre de Ain Temouchent (1999 Mw=5.7), les étoiles montrent l'épicentre donné par différents centres sismologiques. La ligne fléchée montre l'orientation du pli. Une ligne noire montre la faille inverse, (sources : Belabbès, 2008).-----	83
<b>Figure V.2.</b> Synthèse structurale montrant les structures géologiques actives de l'Oranie (Thomas, 1985 ; Meghraoui, 1988 ; Benouar et al., 1994 ; Bouhadad, 2001). 1= Formations	

quaternaires, 2= Formations anté-néogènes, 3= Formations néogènes, 4= faille inverse, 5=axe anticlinal, 6= Axe synclinal (source : Bouhadad, 2007).----- **84**

**Figure V.3.** Carte morphotectonique de la région du séisme de Mascara, 1994 (Meghraoui, 1988). Les intensités macrosismiques sont reportées selon Ayadi et al., (2002). Mécanismes au foyer : (a) Mascara, 13/07/1967 ( $M_s=5.1$ , épicode = étoile grise) ; McKenzie(1972). (b) Mascara, 18/08/1994 ( $M_w=5.7$ ) Bezzeghoud et Buforn (1999). Etoiles rouges montrent les localisations épicode du séisme de 1994 (1) USGS, (2) CRAAG, (3) Global CMT, (4) Bezzeghoud et Buforn (1999), (source : Belabbes, 2008).----- **86**

**Figure V.4.** Faille d'El Asnam, du 10 octobre 1980. Les ruptures de surface de 1954 (ligne pointillée) proviennent de Rothé, (1955). Emplacements des épicode d'après Dewey (1991) et mécanismes focaux des séismes de 1954 (Espinoza et Lopez-Arroyo, 1984) et de 1980 (Deschamps et al., 1982), (Source : Bezzeghoud et al., 2017).----- **87**

**Figure V.5.** Carte des structures géologiques récentes et actives de la région Algéroise (Meghraoui, 1988 ; Meghraoui, 1991 ; Boudiaf, 1996 ; Maouche et al., 2004 ; Déverchère et al., 2005). 1- Axe anticlinal, 2- faille inverse, 3- décrochement, 4- faille inverse aveugle. A- faille du Chénoua, B- faille du sud de la Mitidja, C- Faille aveugle du Sahel, D- Failles mises en évidence offshore (source : Bouhadad, 2007) modifié.----- **89**

**Figure V.6.** Modèle tectonique proposé pour la rupture du séisme du 21 mai 2003 et la séquence de répliques associées. S1, S2, S3 sont représentés sur les coupes schématiques avec leurs caractéristiques géométriques et cinématiques respectives (source : Ayadi et al., 2008).----- **91**

**Figure V.7.** Carte sismotectonique des Babors et de l'Est Algérien compilée par Harbi et al. (1999) à partir des travaux précédents de Rothé (1950), Meghraoui (1988), Meghraoui et al., 1996). Les épicode sont tirés des catalogues de Mokrane et al., (1994), de Benouar (1994) et de Harbi (2001). Les mécanismes focaux sont : A, séisme de Béni-Ouartilane du 10/11/2000 (CMT Harvard solution) ; B, Séisme de Laalam du 20/03/2006 (INGV); C, Séisme de Constantine du 27/10/1985 (Deschamps et al., 1991). 1= Décrochement, 2= faille inverse, 3= Faille néotectonique, 4= axe anticlinal, 5= Dépôts plio-quaternaires, 6= Dépôts néogènes, 7= roches volcaniques, 8= formations anté-néogènes, 9- [ $4.0 > M_s > 3.0$ ] 10- [ $5.0 > M_s > 4.0$ ], 11-

[6.0>Ms≥5.0], 12- [Ms>6.0]. Les flèches « a » et « b » indiquent, respectivement, les localités de Béni-ouartilane et de Laalam (source : Bouhedad, 2007) modifié. ----- **92**

**Figure V.8.** Grille de points de dimension 0.2°x 0.2° couvrant le nord Algérien et les failles utilisées dans cette étude : (F1) faille de Ain Temouchent, (F2) faille d’Oran, (F3) faille de Mascara, (F4) Faille de d’El Asnam (Chélif), (F5) faille de Chenoua-Tipaza, (F6) faille du Sahel, (F7) faille du sud Metidja, (F8) faille de Zemmouri-Boumerdes, (F9) faille de Beni Ourtilane-Tachaoufte, (F10) faille de Constantine. ----- **97**

**Figure V.9.** Comparaison des données PGA enregistrées (Tab.IV.4) avec la relation d’atténuation de la zone 1-TAIWAN (Liu et Tsai, 2005).----- **100**

**Figure V.10.** Comparaison des données PGA enregistrées (Tab.IV.4) avec la relation d’atténuation de la zone 2- CHY-Sud-Ouest Taiwan (Liu et Tsai, 2005). ----- **101**

**Figure V.11.** Comparaison des données PGA enregistrées (Tab.IV.4) avec la relation d’atténuation de la zone 3- IWA-Nord Est Taiwan (Liu et Tsai, 2005). ----- **101**

**Figure V.12.** Comparaison des données PGA enregistrées (Tab.IV.4) avec la relation d’atténuation de la zone 4- NTO Centre de Taiwan (Liu et Tsai, 2005).----- **102**

**Figure.V.13.** Carte d’aléa sismique déterministe du nord Algérien en termes d’accélération maximale du sol (PGA). ----- **104**

# LISTE DES TABLEAUX

---

<b>Tableau I.1.</b> Sismicité historique du nord Algérien entre 1365 et 1910, sources : (Ayadi & Bezzeghoud, 2015). .....	<b>12</b>
<b>Tableau III.1.</b> Principaux séismes survenus dans la partie Nord Occidentale Algérienne présentés avec les magnitudes $M_W$ obtenues dans cette étude.....	<b>48</b>
<b>Tableau IV.1.</b> Tableau récapitulatif des magnitudes maximales des trois familles de failles, déterminées à partir du catalogue de Belayadi et al., (2017). .....	<b>62</b>
<b>Tableau IV.2.</b> Coefficients de régression indépendants du modèle GMPE d'Akkar et al, (2013). .....	<b>66</b>
<b>Tableau IV.3.</b> Coefficients de régression dépendants du modèle GMPE d'Akkar et al, (2013) de l'accélération maximale du sol (PGA) pour les distances : épacentrale, hypocentrale et Joyner-Boore. ....	<b>66</b>
<b>Tableau IV.4.</b> Accélération maximale du sol (PGA) de 8 séismes survenu au nord de l'Algérie, source des données : Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique (CGS). .....	<b>67</b>
<b>Tableau V.1.</b> Coefficients de régressions de la longueur de rupture, et de la magnitude du moment sismique ( $M_w$ ), Wells et Coppersmith (1994).....	<b>94</b>
<b>Tableau V.2.</b> Magnitude maximale crédible calculé en utilisant les longueurs des failles, suivant les relations de Wells et Coppersmith (1994).....	<b>95</b>
<b>Tableau V.3.</b> Coefficients des relations d'atténuation pour les composantes horizontales (H) de PGA pour l'ensemble de la région de Taiwan et des trois sous-régions (Liu and Tsai, 2005).....	<b>99</b>



**Tableau V.5.** Comparaisons des valeurs d'accélération maximale du Sol (PGA) de cette étude avec les valeurs (DGA) de Aoudia et al., (2000) et Mourabit et al., (2014) pour les villes sélectionnées.....**106**

**Tableau V.6.** Comparaisons des valeurs d'accélération maximale du Sol (PGA) de cette étude avec les valeurs (PGA) de Peláez et al., (2003) et Peláez et al., (2005) pour les villes sélectionnées..... **107**

**Tableau V.7.** Comparaisons des valeurs d'accélération maximale du Sol (PGA) de cette étude avec les valeurs (PGA) de Peláez et al., (2006) et Hamdache et al., (2012) pour les villes sélectionnées..... **108**

# INTRODUCTION GÉNÉRALE

---

## Introduction générale

Le nord de l'Algérie est caractérisé par une activité sismique importante, essentiellement liée à l'interaction entre les deux plaques africaine et eurasienne, par un mouvement de convergence, selon une direction N-S vers NNO-SSE depuis au moins le début de l'Éocène avec un taux de raccourcissement actuel entre les deux plaques est de 4 à 6 mm/an (Nocquet et Calais, 2004 ; Serpelloni et al., 2007). Cette sismicité est exprimée généralement par des séismes de magnitude modérés à faibles. Cependant l'Algérie n'a pas été épargnée par des tremblements de terre destructeurs. En effet, plusieurs séismes importants ont été recensés, dont nous pouvons citer le séisme d'Alger (1365,  $I_0=X$  et 1716,  $I_0=X$ ), Oran (1790,  $I_0=X$ ), Chlef (1954,  $M_s=6.7$  ; 1980,  $M_w=7.3$ ), Constantine (1985,  $M_w=5.9$ ), Tipaza (1989,  $M_w=5.9$ ), Mascara (1994,  $M_w=5.7$ ), Ain Temouchent (1999,  $M_w=5.7$ ), Beni Ouertilane (2000,  $M_w=5.7$ ), Boumerdes (2003,  $M_w=6.8$ ), ces événements ont engendré des milliers de victimes et de graves dégâts matériels. De ce fait, la modélisation et l'évaluation de leurs risques sont des outils très efficaces pour les chercheurs et les décideurs afin de prévoir et atténuer leurs séquelles.

En effet, l'évaluation de l'aléa sismique aide à choisir les meilleurs plans d'aménagement du territoire ainsi que le développement et la protection des infrastructures, notamment pour les villes connaissant une croissance démographique et économique importante. À cet égard, nous étudions dans cette thèse, dans un premier temps, l'activité sismique de l'Algérie nord occidentale, dans le but de préparer un catalogue de la sismicité, fiable, complet et homogène, regroupant les séismes historiques et instrumentales, qui ont affecté cette région. Ce catalogue constitue un document essentiel pour toutes études portant sur la sismotectonique, l'activité sismique ainsi qu'à l'évaluation de l'aléa sismique spécifique au nord-ouest algérien. Dans un second temps, nous procédons à l'évaluation de l'aléa sismique via l'utilisation de l'approche déterministe, basée sur la mise en valeur de la répartition spatiale des scénarios magnitudes-distance. Cette approche dite 'DSHA' est appliquée à l'égard d'une échelle régionale sous l'égide des travaux en géostructurale menés sur l'ensemble du nord-ouest algérien. Dans ce modeste travail, l'évaluation de l'aléa sismique est effectuée en termes d'accélération maximale du sol (PGA), où des cartes d'aléa déterministe sont vérifiées via les modèles tectoniques et sismiques les plus pratiques en ce vaste domaine où l'effet de cisaillement est dominant.

L'architecture de ce travail est composée de cinq chapitres, dont le premier comprend une présentation du contexte géodynamique, géologique et sismotectonique du nord algérien décrit à la lumière des études géologiques antérieures. En deuxième chapitre, nous avons également présenté le cadre géographique et géologique du nord-ouest algérien, ainsi que les caractéristiques géomorphologiques et l'aspect tectonique et structural du bassin de bas-Chélif, en indiquant, vers la fin de ce chapitre, un aperçu global sur le cadre sismotectonique régional.

Le troisième chapitre est consacré à l'établissement du catalogue de la sismicité régionale du nord-ouest algérien, couvrant la zone occidentale de l'Algérie ; comprise entre les longitudes  $[-2^{\circ}, 1^{\circ}]$  et les latitudes  $[34^{\circ}, 37^{\circ}]$ , pour la période 1790 - 2016 avec la mise à jour du catalogue élaboré jusqu'au début de l'année 2022 ; voir (annexes). Dans ce chapitre, nous présentons l'échantillonnage des données sismiques ; provenant de diverses sources : locales et internationales, utilisées pour compiler les variantes du catalogue édité en termes de publication à renommée. Comme nous signalons l'intérêt de notre initiative concernant la dérivation de relations de conversion entre les différentes échelles de magnitude et leur unification autour de la magnitude du moment sismique ( $M_w$ ) ; sélectionnées pour une meilleure homogénéisation de notre produit 'Catalogue'. Ce dernier est par la suite utilisé pour quantifier l'énergie libérée par les tremblements de terre survenus dans l'Oranais, durant la période allant de 1790 jusqu' à 2016.

Le quatrième chapitre est consacré notamment à l'évaluation d'aléa sismique déterministe pour le nord-ouest algérien, en suivant la méthodologie de (Reiter, 1990). Cette approche a permis d'estimer l'aléa sismique en termes d'accélération maximale du sol (PGA), en fonctions de deux paramètres qui sont respectivement : la magnitude maximale des sources sismiques et la distance épacentrale. Il est à noter que les sources sismogènes sont identifiées par le modèle sismotectonique ; donné par Nadji. A, (2010). Tenant compte des valeurs de l'accélération maximale du sol (PGA) calculées pour la région étudiée dans ce chapitre, et de l'engineering des distances par rapport aux sites considérés on a pu utiliser des courbes d'atténuation des ondes sismiques pour élaborer des cartes d'aléa déterministe 'PGA' pour la zone sus-mentionnée.

En cinquième chapitre, nous avons élargi le champ d'application de cette approche déterministe sur l'ensemble de l'Algérie septentrionale. Dans cette partie, les failles ayant engendré des séismes de magnitude supérieure à  $M \geq 5.5$  sont identifiées, en estimant leurs potentiel sismogènes en termes de magnitude maximale (séisme maximal crédible). La distance hypocentrale entre les failles actives et l'endroit des sites considérés (points d'une grille de dimension  $0.2^\circ \times 0.2^\circ$ ) couvrant la région d'étude. Pour réaliser ce travail le choix de la relation d'atténuation (appropriée) qui répond au modèle sismotectonique régional été décisif est concluant. La relation utilisée pour calculer l'accélération maximale du sol (PGA) en fonction de la magnitude et la distance hypo-centrale a nécessité plusieurs consultations de documents du Génie-civile et des normes parasismiques. Les résultats obtenus sont donnés sous forme d'une carte d'aléa déterministe de synthèse ; en termes de PGA.

En fin, nous venons de présenter l'essentiel de notre travail de thèse de doctorat sous la direction de mes enseignants et responsables que je dois a priori les remercier pour leur grand soutien moral ainsi que pour le financement des stages par le Laboratoire d'affiliation 'GEOREN'. Dieu Merci pour avoir réuni toutes conditions à ma faveur pour arriver au terme de ce modeste travail de recherche.

# CHAPITRE I

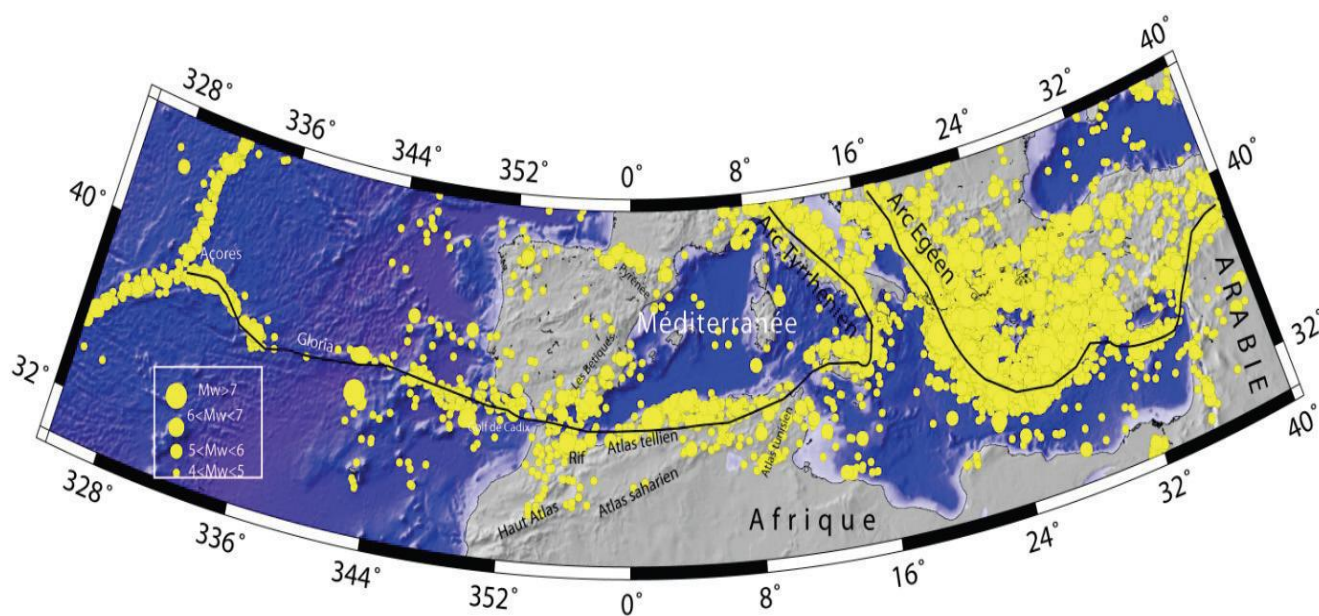
---

## CONTEXTE GÉODYNAMIQUE, GÉOLOGIQUE ET SISMOTECTONIQUE DU NORD ALGÉRIEN

## I.1 Géodynamique du nord Algérien

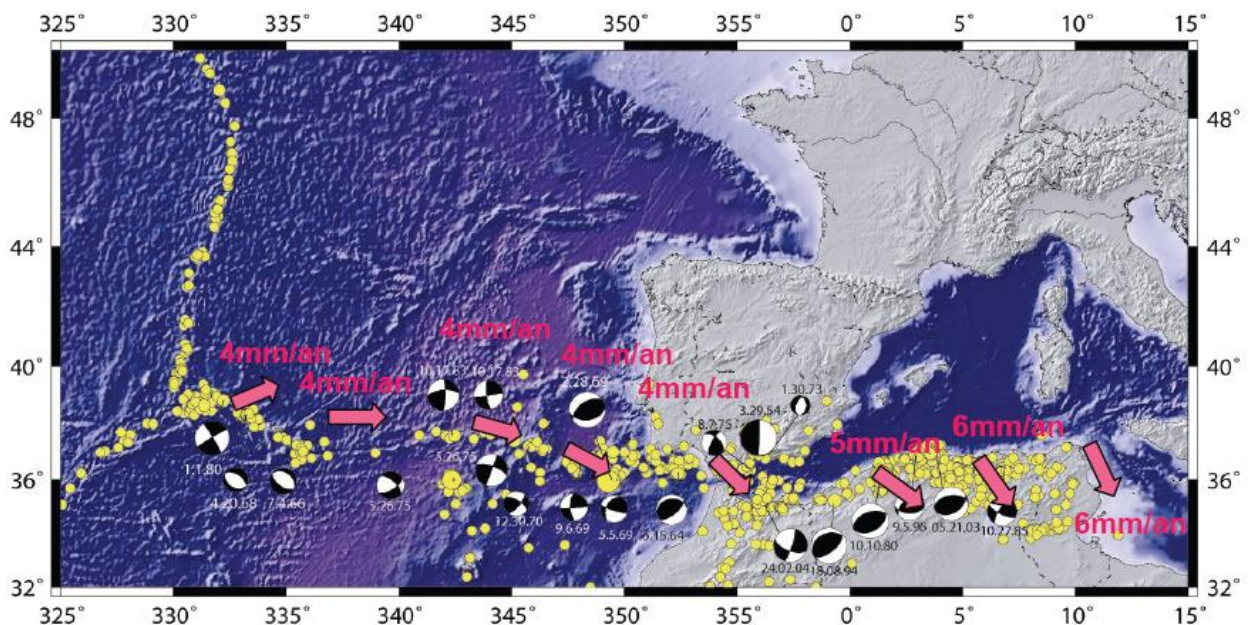
Le nord algérien s'intègre dans un cadre de convergence régional des plaques tectoniques africaine et eurasienne caractérisant la région méditerranéenne depuis le Crétacé (Mckenzie, 1972, Meghraoui et al., 1996, Serpelloni et al., 2007). Ce mouvement de convergence a engendré une importante zone de déformations couvrant la méditerranée occidentale, qui débute au milieu de l'Atlantique au point triple des Açores à l'ouest, passant par le détroit de Gibraltar et se prolonge dans les chaînes des maghrébides, atteignant à l'Est la Sicile.

Dans ce contexte de rapprochement des deux plaques, une activité sismique importante est alignée sur une bande étroite Est-Ouest de ~200 km de large, marquant la limite entre ces deux plaques (Fig.I.1), cette sismicité est enregistrée essentiellement dans l'Atlas tellien (Buforn et al., 1988).



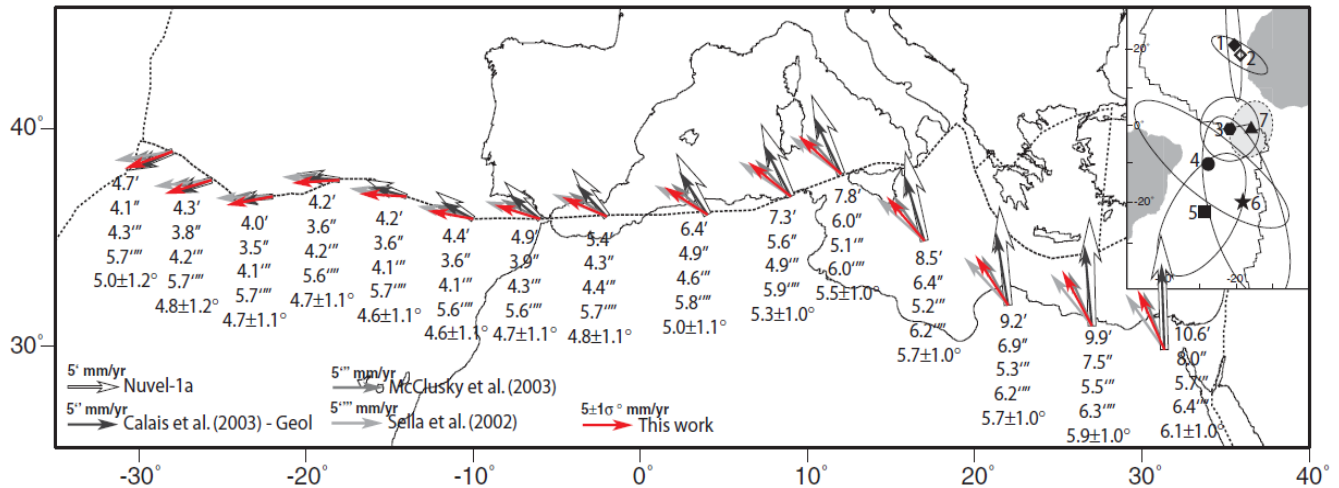
**Figure I.1.** Sismicité superficielle et moyenne ( $h < 150$  km,  $M > 4$  ; source NEIC) de l'Atlantique central jusqu'en Méditerranée orientale de 1973 à 2008 ; Source : (Belabbès, 2008).

La cinématique de ce mouvement a fait l'objet de plusieurs études déterminant la direction et la vitesse de ce rapprochement. Ces études sont basées sur : **i)** des modèles géodésiques (mesure GPS) (Serpelloni et al., 2007, Mc Clusky et al., 2000, Nocquet and Calais, 2004), **ii)** des modèles géologiques et géophysiques tels que : le modèle Nuvel-1 proposé par Argus et Gordon, (1991) et le modèle Nuvel-1A de De Mets et al., (1994). Ces modèles ont montré une cohérence relative de point de vue direction de convergence, Néanmoins, ces derniers ont proposés différentes vitesses de convergence (Belabbès, 2008). Les vitesses de rapprochement entre l'Afrique et l'Eurasie calculées par différents modèles sont illustrées sur les figures (Fig.I.2 et Fig.I.3). Ces figures montrent également la direction de convergence et la position des pôles de rotation utilisée dans les principales études basées sur les mesures GPS et tectonique.



**Figure I.2.** Vitesses de convergence à la limite des plaques africaine et eurasiatique en Méditerranée occidentale et Atlantique central d'après le modèle Nuvel-1 (Argus et Gordon, 1991). Sismicité d'après les catalogues Benouar, (1995), et ISC enregistrés entre 1900 et 2004. Les flèches rouges représentent les directions et vitesses principaux et du taux d'expansion sur la ride Medio-Atlantique. Le Pôle de rotation de l'Afrique est situé Lat.18.8°N et Long 20.3°W ; Source : (Belabbès, 2008).

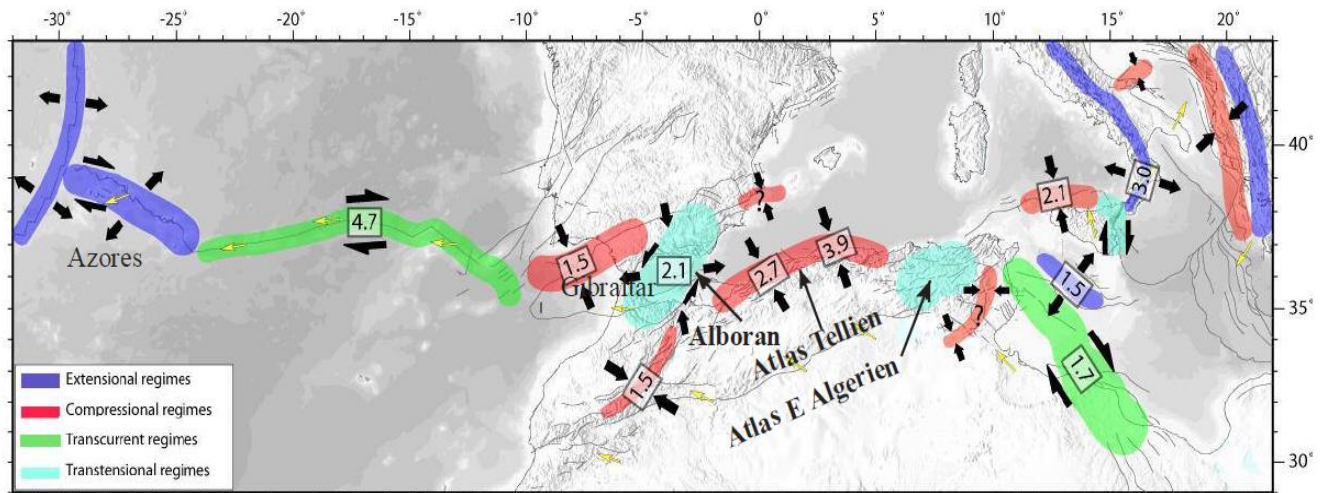




**Figure I.3.** Vitesse de convergence Afrique/ Eurasie le long de la limite de plaques issues du modèle Nuvel 1-A (De Mets et al., 1994), du modèle proposé par Mc Clusky et al., (2003) de celui de Sella et al., (2002) de Calais et al., (2003) et de Serpelloni et al., (2007). En position des pôles de rotation et les ellipses de confiance à 95 %. (1) Nuvel-1A (De Mets et al., 1994) ; (2) Calais et al., (2003), modèle géologique ; (3) Mc Clusky et al., (2003) ; (4) Calais et al., (2003) ; (5) D'Agostino et sevaggi, (2004) ; (6) REVEL (Sella et al., 2002) (7) Serpelloni et al., (2007) ; Source : (Serpelloni et al., 2007).

Il est important de noter que les vitesses de rapprochement estimées par les méthodes géodésiques (De Mets et al., 1994 ; Mc Clusky et al., 2003 ; Sella et al., 2002 ; Serpelloni et al., 2007) présentant des valeurs de vitesse faible par rapport à celles déterminées par les modèles géologiques et tectoniques (Calais et al., 2003, Belabbes, S. 2008). En effet, les valeurs de vitesses de convergence calculées à partir du Modèle Nuvel-1 sont 4 mm/an au niveau du détroit de Gibraltar et 5 mm/an au Nord de l'Algérie. Quant au modèle Nuvel-1A, les vitesses proposées par ce modèle sont 4.5 mm/an au niveau du détroit de Gibraltar et 6.3 mm/an à travers les Bétiques (Espagne) et l'Atlas Tellien (Algérie). Tandis que les vitesses données par les mesures GPS de (Nocquet et calais, 2004 ; Serpelloni et al., 2007) dans la région Tellon-rifaine sont 5 mm/an et 4.7 mm/an dans l'Atlas Tellien et Gibraltar respectivement ; Source : (Belabbes, 2008).

De plus, ce mouvement de rapprochement est exprimé au niveau de la limite des plaques Eurasienne et Africaine par différents régimes tectoniques (Fig.I.4), définies par les études de Mc Kenzie (1972), Bufoin et al., (1988), Meghraoui et al., (1996), Bezzeghoud et Bufoin, (1999), et Bufoin et al., (2004). Ces régimes correspondent à quatre segments, qui sont de l'Ouest vers l'Est les zones suivantes : Les Açores-Gloria, l'Alboran, l'Ouest de l'Algérie et l'Est de l'Algérie - Tunisie. En effet, le segment des Açores-Gloria est caractérisé par un régime extensif de direction (WNW-ESE) (Bufoin et al., 1988), alors que dans le segment Ouest de Gibraltar, on note un régime compressif NW-SE. Dans la zone d'Alboran, le régime tectonique de ce segment est en extension avec une direction E-W et un axe de pression N°170 (Bezzeghoud et Bufoin, 1999, Stich et al., 2006). Dans la zone de l'Atlas tellien, le régime tectonique marquant ce segment est compressif de direction NW-SE, formant des structures en pli-failles et chevauchantes (Mc Kenzie, 1972, Meghraoui, 1988, Bufoin et al., 2004), où les dernières mesures effectuées sur cette région proposent un taux de déformation varie entre 2.7 et 3.9 mm/an à l'ouest et au centre du nord algérien respectivement comme le montre la (Fig.I.3) de Sepelloni et al., (2007).

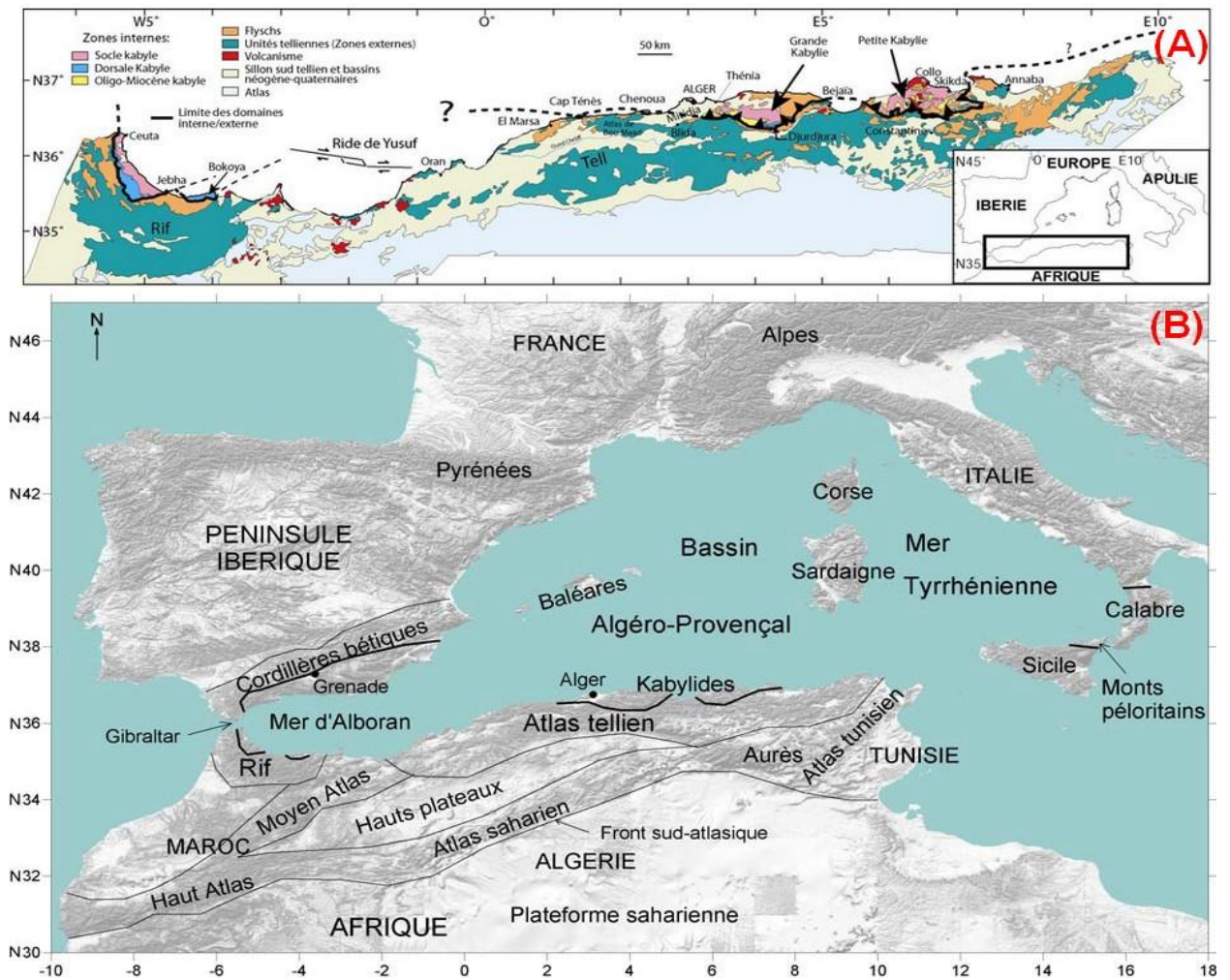


**Figure I.4.** Les principales caractéristiques cinématiques et tectoniques à la limite des plaques Afrique-Eurasie, Les taux de déformation sont en mm an/1 d'après (d'après Serpelloni et al., 2007), modifiée par Maouche, (2010).

## I.2 Contexte géologique du nord Algérien

Le nord algérien fait partie de la chaîne alpine des maghrébides qui s'étend de Gibraltar à la Calabre (Durand-Delga, 1969). Cette région est formée principalement de trois domaines morphostructuraux qui sont du nord au sud, l'Atlas Tellien (le Tell), les Hauts Plateaux et l'Atlas Saharien (Fig.I.5). La configuration géologique actuelle de ces domaines est le résultat de phases extensives et compressives qui ont eu lieu durant le Mésozoïque et le Cénozoïque lors l'ouverture et la fermeture de la mer Méditerranée.

- 1- L'Atlas Tellien est formé par trois grands ensembles géologiques et structuraux caractérisant les traits essentiels de ce domaine. Du nord au sud, on distingue : **i)** une zone interne : formé de socle cristallophylliens métamorphiques d'âge Paléozoïque (Durand-Delga, 1969), ce socle est bordé au sud par les unités Mésozoïques et Cénozoïques de la Dorsale Kabyle. **ii)** Des nappes de flysches composées essentiellement de matériels détritiques d'âge Mésozoïques et Cénozoïques, cet ensemble sédimentaire repose sur la dorsale kabyle et le socle. **iii)** Une zone externe, constituée par des nappes allochtones d'âge Crétacé moyen à Néogène.
- 2- Les Hauts Plateaux : situés entre le Tell et l'Atlas Saharien, Ces derniers sont composés d'un socle Paléozoïque recouvert par des sédiments méso-cénozoïques, formant une structure tabulaire.
- 3- L'Atlas Saharien : ce domaine est représenté par une succession de chaînes de montagnes avec une couverture plissée d'âge mésozoïque-cénozoïque. L'Atlas saharien est limité au Sud par l'accident Sud Atlasique, qui le sépare de la plate-forme saharienne.



**Figure I.5.** (A) Carte des unités géologiques composant la chaîne des des Maghrébides (Durand-Delga, 1969). (B) carte des unités géologiques composant la chaîne des Maghrébides (Domzig, 2006).

### I.3 Contexte sismotectonique du nord algérien

L’Algérie est située le long de la limite des plaques afro-eurasiatiques, ces plaques sont en perpétuel mouvements tectoniques complexes de convergence de direction NW-SE, avec un taux de rapprochement d'environ 4 - 6 mm/an (Mc Kenzie, 1972 ; Anderson et Jackson, 1988 ; Argus et al., 1989 ; De Mets et al., 1990). Ce contexte géodynamique régional a engendré des zones de déformations compressives exprimée par une activité sismique assez importante, marquant la limite entre ces deux plaques qui s’étend des Açores à l’Ouest jusqu’à la mer Égée à l’Est.

### I.3.1 Sismicité de l'Algérie

#### I.3.1.1 Sismicité historique

Durant son histoire, l'Algérie a été touché par plusieurs tremblements de terre historiques (Tab.I.1), dont certains ont été destructeurs, causant des pertes humaines et des dégâts matériels importants. Ces événements historiques ont fait l'objet de nombreux travaux basés sur les récits historiques et les archives, proposées par (Hée, 1950 ; Rothé, 1950 ; Roussel, 1973 ; Benhallou, 1985 ; Ambraseys et Vogt, 1988, Meghraoui, 1988 ; Benouar, 1993 ; Mokrane et al., 1994 ; Harbi, A., 2001 ; Yelles et al., 2002 ; Harbi et al., 2003; Harbi et al., 2006 ; Harbi et al., 2010), ces travaux ont permis l'élaboration des catalogues de sismicité couvrant différentes périodes et régions, comprenant les séismes historiques qui ont affectés l'Algérie, dont les plus importants en termes de dégât sont : Alger (1365,  $I_0 = X$ , Plusieurs victime ; 1716,  $I_0 = X$ , 20000 victimes), Oran (1790,  $I_0 = XI-X$ , 2000 victimes), Blida (1825,  $I_0 = X$ , 7000 victimes), Djidjelli (1856,  $I_0 = VIII$ ) et Gouraya (1891,  $I_0 = X$ , 38 victimes).

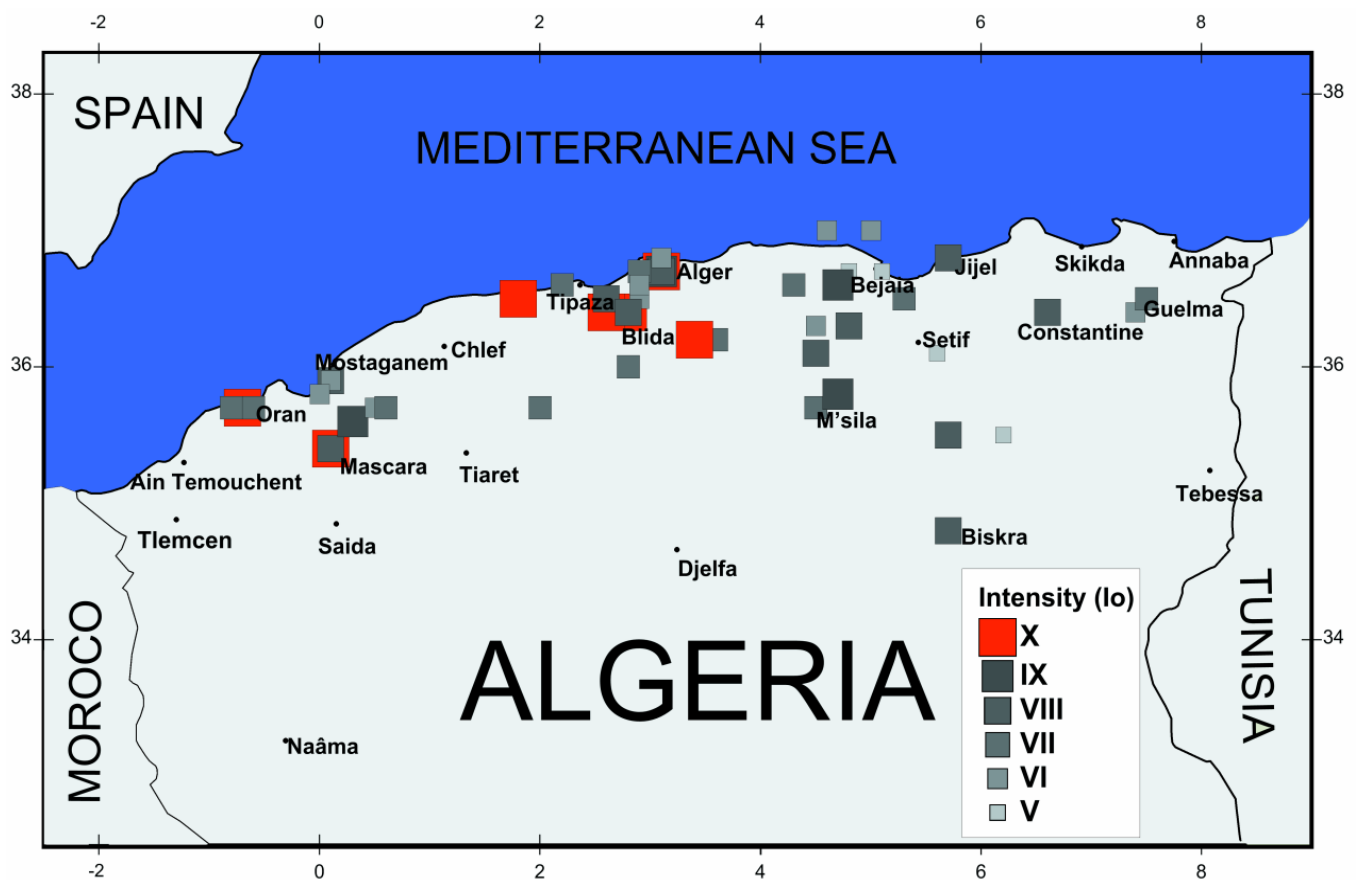
**Tableau I.1.** Sismicité historique du nord algérien entre 1365 et 1910, sources : (Ayadi & Bezzeghoud, 2015).

ID	Date	Heure	Long	Lat	$I_0$	Localisation
1	02/01/1365	19:00:00	3.1	36.7	X	Alger
2	10/03/1673	21:00:00	3.1	36.7	VIII	Alger
3	03/02/1716	02:00:00	3.1	36.7	IX	Alger
4	01/05/1716	00:00:00	3.1	36.7	VIII	Alger
5	01/01/1717	00:00:00	3.1	36.7	VIII	Alger
6	05/08/1717	23:30:00	3.1	36.7	VII	Alger
7	29/11/1722	00:00:00	3.1	36.7	VII	Alger
8	09/10/1790	01:15:00	-0.7	35.7	X	Oran
9	01/03/1819	00:00:00	0.1	35.4	X	Mascara
10	02/03/1825	07:00:00	2.8	36.4	X-XI	Mitidja
11	27/09/1836	00:00:00	-0.6	35.7	VI	Oran
12	04/12/1842	03:00:00	3.1	36.7	VIII	Mitidja
13	18/06/1847	05:40:00	2.9	36.7	VII	Mitidja
14	09/02/1850	00:00:00	4.8	36.3	VIII-IX	Guenzet
15	17/12/1850	12:30:00	7.4	36.4	VI	Héliopolis
16	22/11/1851	09:30:00	0.1	35.4	VIII	Mascara
17	15/05/1854	15:00:00	2.7	36.4	VII	Blida Mounts
18	22/08/1856	11:45:00	5.7	36.8	VIII	Djidjelli

19	09/03/1858	04:30:00	2.2	36.6	VI-VII	Cherchell
20	12/03/1860	00:00:00	5	37	VI	Bejaïa
21	27/09/1860	00:00:00	4.5	36.3	VII	Vallé de Soummam
22	29/03/1861	05:15:00	2.9	36.5	VII	Mitidja
23	27/04/1861	18:00:00	5.7	34.8	VI	Biskra
24	26/07/1861	17:20:00	-0.6	35.7	VII	Oran
25	30/11/1862	00:25:00	5.3	36.5	VI	Takitount
26	25/02/1865	02:14:00	5.1	36.7	V	Bougie
27	02/01/1867	07:13:00	2.6	36.4	X-XI	Mouzaïa ville
28	29/06/1867	20:15:00	2.8	36.4	VI	Mouzaïa ville
29	19/07/1867	16:20:00	5.6	36.1	V	El Eulma
30	01/09/1869	20:15:00	6.2	35.5	V	Batna
31	16/11/1869	12:45:00	5.7	34.8	VIII	Biskra
32	29/07/1872	08:15:00	0.1	35.9	VIII	Mostaganem
33	16/10/1873	22:42:00	2.9	36.6	VI	Blida Mounts
34	28/03/1874	11:12:00	2.2	36.6	VII	Cherchell
35	22/12/1874	14:50:00	4.8	36.7	V	El Kseur
36	23/03/1876	06:34:00	2.6	36.5	VII	El Affroun
37	16/01/1878	19:00:00	0.1	35.9	VI	Mostaganem
38	17/01/1885	00:00:00	5.7	35.5	VIII	N'Gaous
39	30/01/1885	09:30:00	4.5	35.7	VII	M'sila
40	03/12/1885	20:30:00	4.7	35.8	IX	M'sila
41	01/07/1886	09:45:00	5.3	36.5	VII	Babors Mounts
42	02/09/1886	01:24:00	4.6	37	VI	N. Atrouch
43	09/09/1886	15:00:00	3.6	36.2	VII	Aumale
44	08/01/1887	20:00:00	4.5	36.1	VIII	Mansourah
45	29/11/1887	13:30:00	0.3	35.6	IX-X	Al Kalaa
46	06/01/1888	23:40:00	2.6	36.5	VIII	Mitidja
47	21/05/1889	04:15:00	-0.8	35.7	VII-VIII	Oran
48	30/07/1890	00:00:00	0.5	35.7	VI-VII	Relizane
49	15/01/1891	04:00:00	1.8	36.5	X	Gouraya
50	23/10/1891	20:45:00	4.3	36.6	VII	Michelet
51	19/09/1894	06:40:00	6.6	36.4	V	Constantine
52	18/07/1895	23:00:00	3.1	36.8	VI	Alger
53	25/04/1900	18:08:00	-0.6	35.7	VII	Oran
54	23/09/1903	01:55:00	2.8	36	VII	Moudjebour
55	13/01/1901	00:00:00	4.7	36.6	IX	Sidi Aich
56	21/02/1907	15:07:00	2	35.7	VII	Tissemst
57	09/08/1907	01:21:00	0.6	35.7	VI	Relizane
58	07/08/1907	01:18:49	0	35.8	VI	Mostaganem

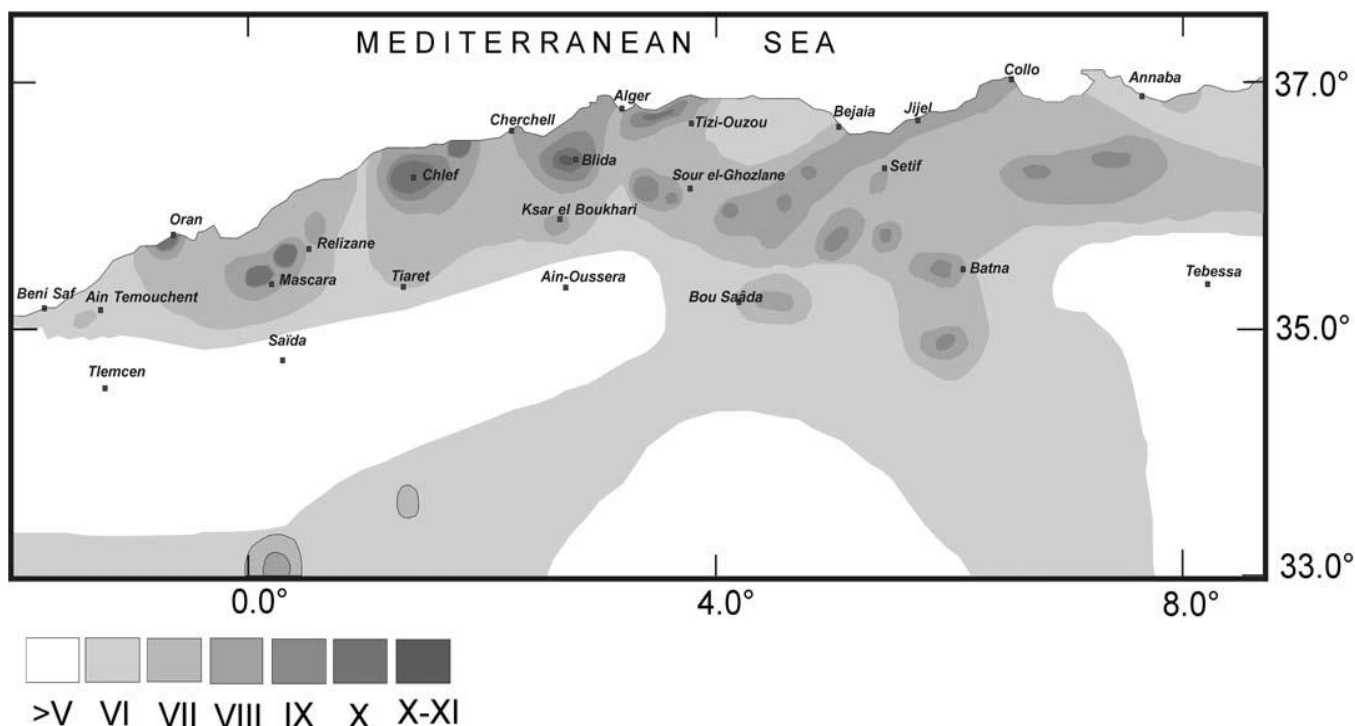
59	16/09/1907	00:00:00	6.6	36.4	VIII	Constantine
60	11/03/1908	00:06:00	2.8	36.4	VIII	Blida
61	17/06/1908	00:24:00	7.5	36.5	VII-VIII	Guelma
62	04/08/1908	02:11:00	6.6	36.4	VIII	Constantine
63	02/02/1910	01:00:00	0.6	35.7	VII	Relizane
64	24/06/1910	13:27:01	3.4	36.2	X	Masqueray

La répartition géographique de ces événements historiques entre 1365 et 1910 (Fig.I.6) à permis de mettre en évidence les régions séismogènes qui sont principalement concentré dans le Tell algérien (voir, Fig.I.5), ainsi que l'évaluation de l'aléa sismique du nord algérien.



**Figure I.6.** Carte de sismicité historique du nord Algérien entre 1365 et 1910 : source des événements séismiques (Ayadi et Bezzeghoud, 2015).

Ces séismes ont été également utilisés pour la réalisation de plusieurs cartes MOI (Maximum Observed Intensity), réalisé par (Bockel, 1970, Roussel, 1973a, b, Bezzeghoud et al., 1996), rappelant que la plus récente carte est celle proposée par Ayadi et Bezzeghoud, (2015) (Fig.I.7) couvrant une période historique et instrimentale comprise entre 1365 et 2013.



**Figure I.7.** Carte d'intensité maximale observée (MOI\_2014) au nord de l'Algérie d'après (Ayadi et Bezzeghoud, 2015).

### I.3.1.2 Sismicité instrumentale

La surveillance sismique a débuté en Algérie en 1910, par la première station sismologique installée à Bouzaréah. Cette surveillance a connu par la suite des améliorations grâce à l'installation des dizaines de stations sismologiques formant un réseau de surveillance moderne. Actuellement, ce réseau est composé de 35 stations téléométrées et de 45 stations digitales (Fig.I.8). Les données acquises du réseau national ont été combiné avec des données du réseau mondial et les événements historiques, afin d'élaborer des catalogues de la sismicité du nord algérien.



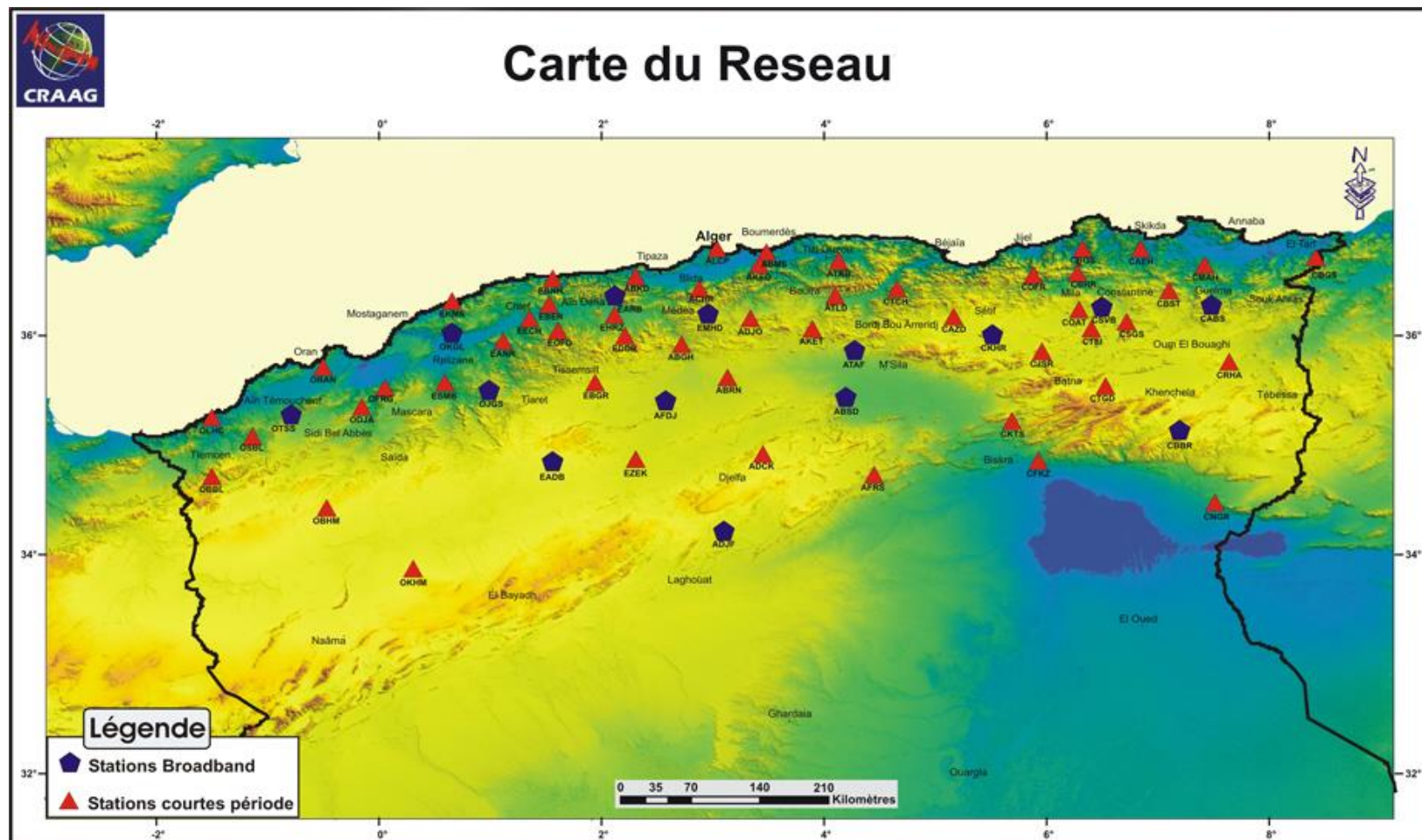
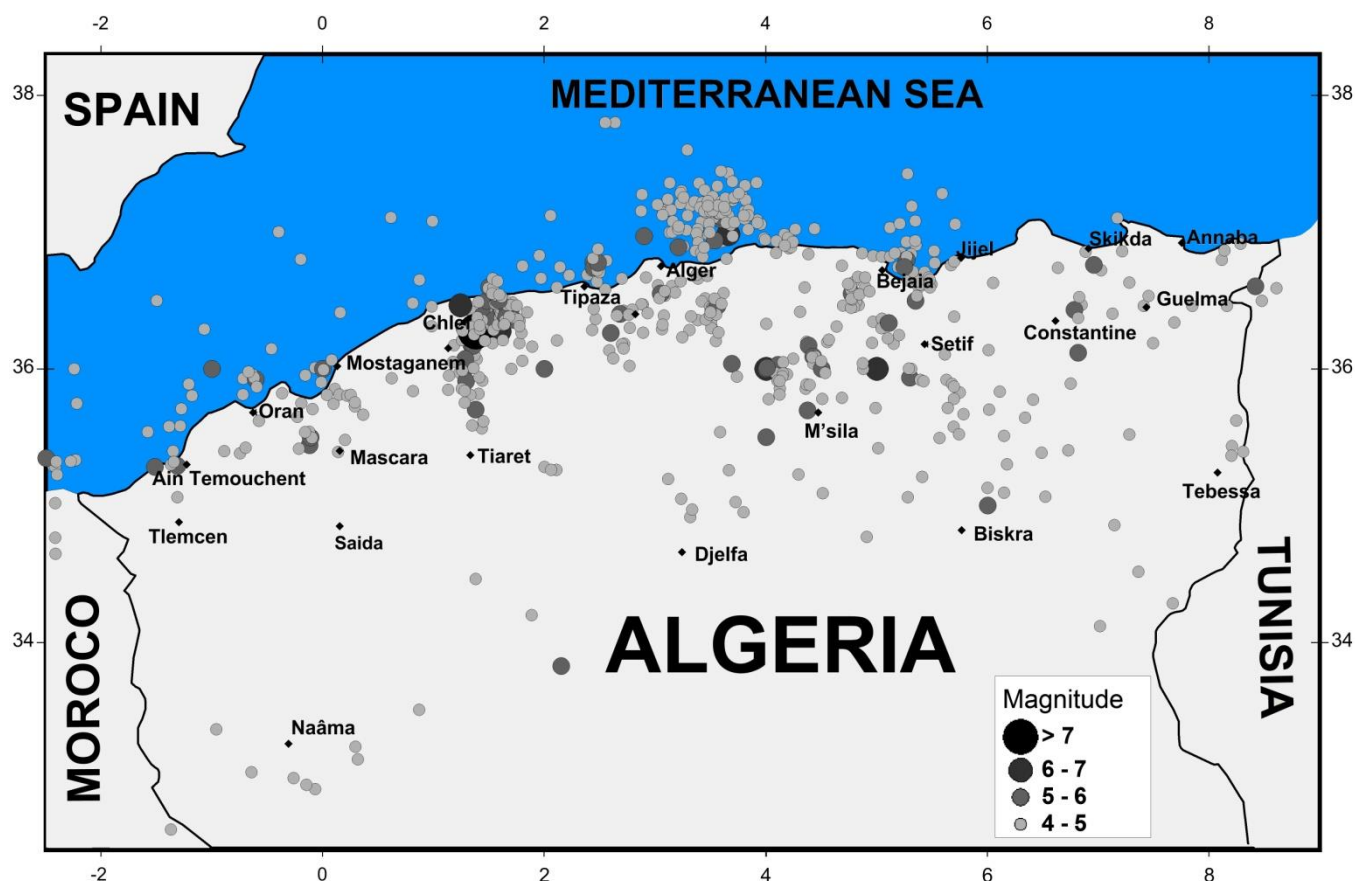


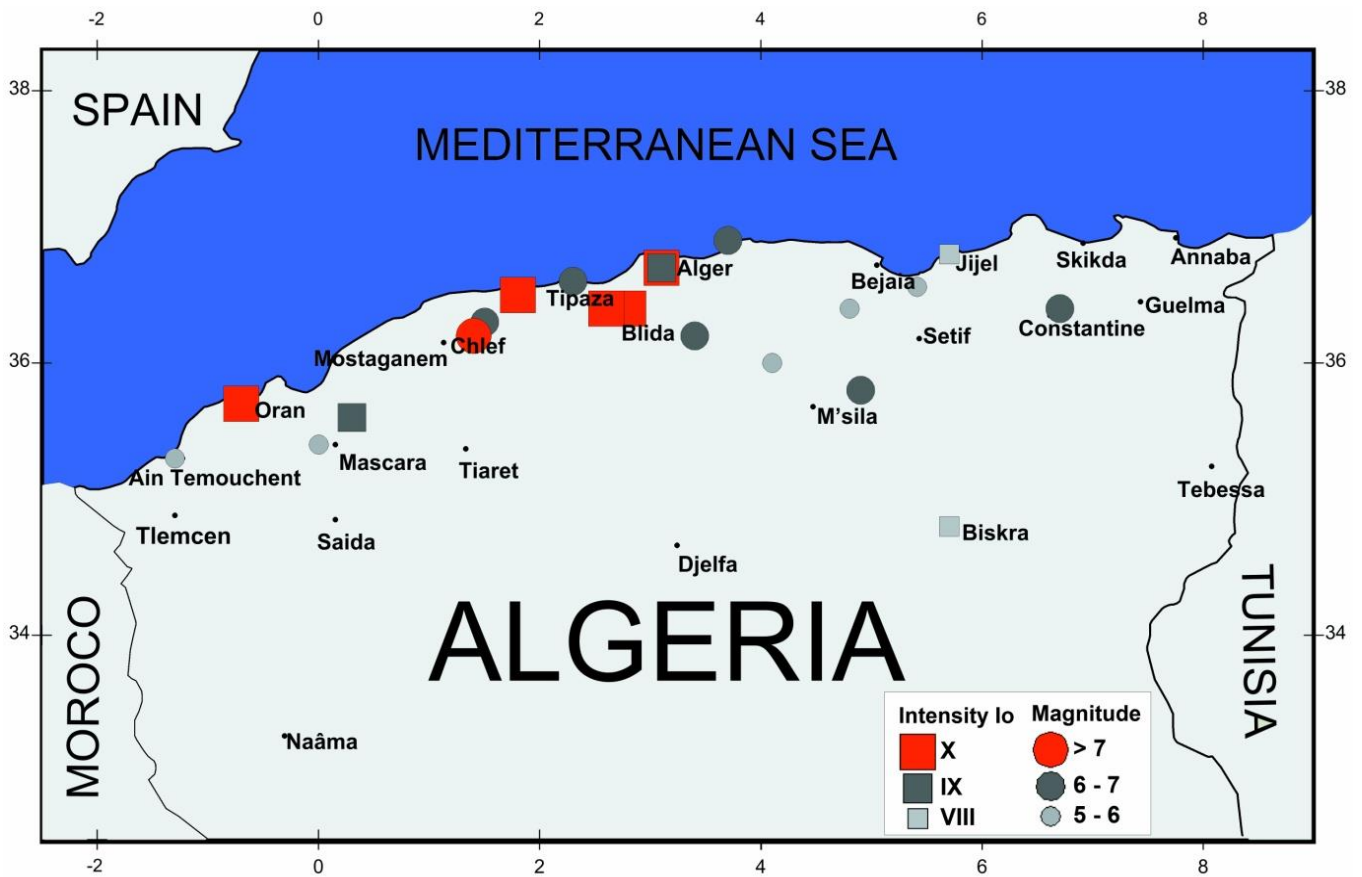
Figure I.8. Stations sismologiques couvrant le nord Algérien, réseau de surveillance du CRAAG.

L'activité sismique du nord algérien en période instrumentale est généralement caractérisée par des magnitudes modérées à faibles, mais parfois très fort. La carte de sismicité (Fig.I.9) montre que les épencentres sont localisés dans la région qui correspond à la chaîne de l'atlas telliens. En allant au sud vers les hauts plateaux et l'atlas saharien (voir, Fig.I.5), la concentration des épencentres devient de plus en plus moins importante.



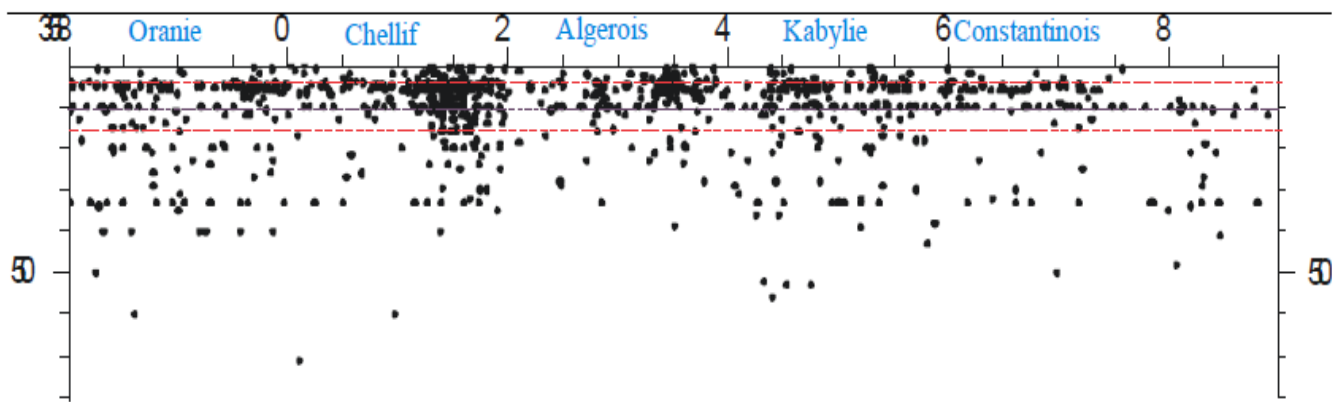
**Figure I.9.** Sismicité du nord Algérien avec des magnitudes ( $M > 4$ ) pour la période 1900-2018 (Catalogue ISC).

Ces dernières décennies, le nord algérien a été touché par des séismes de forte magnitude, dont les plus importants sont ceux d'El Asnam (1980,  $M_s = 7.3$ ) et de Boumerdes (2003,  $M_w = 6.8$ ). Cette région a été également touché par d'autres séismes de magnitude modérée tels que le séisme de Constantine (1985,  $M_w = 5.9$ ), Tipaza « Cheouna » (1989,  $M_w = 5.9$ ), Mascara (1994,  $M_w = 5.7$ ), Ain Temouchent (1999,  $M_w = 5.7$ ), Beni Ourtilane (2000,  $M_w = 5.7$ ), (Fig.I.10), ces événements ont provoqués des dégâts importants.



**Figure I.10.** Les importants séismes historiques et instrumentales qui ont touché le nord Algérien (catalogue : Ayadi et Bezzehjoud, 2015).

Le nord algérien est considéré comme la région la plus active de la méditerranée occidentale, avec une sismicité superficielle (Fig.I.11), de profondeur comprise entre  $0 < h < 30$  km, correspond à des déformations crustales liées au rapprochement entre les deux plaques tectoniques Afrique-Europe.

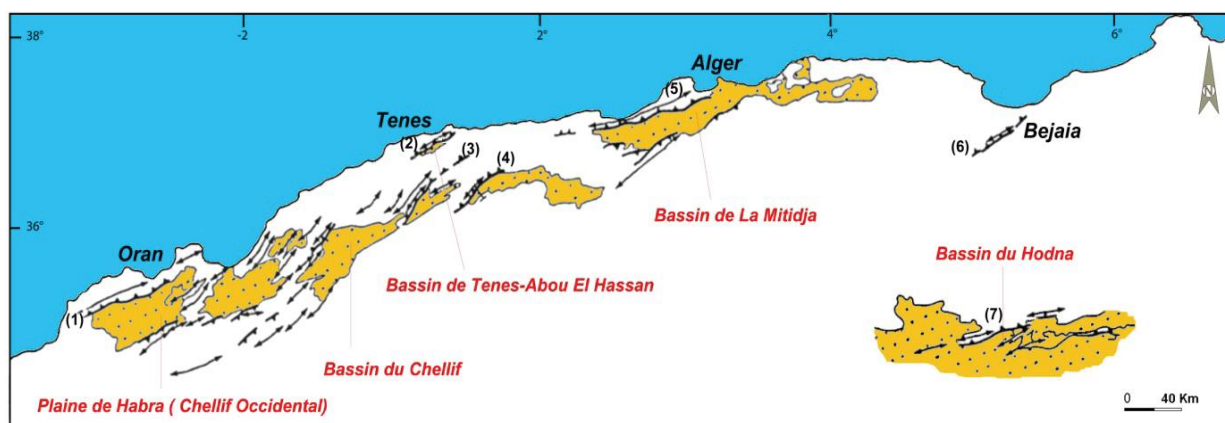


**Figure I.11.** Distribution de la sismicité en profondeur sur un profil Est-Ouest (Maouche, 2010).

## I.4 Tectonique du Nord Algérien

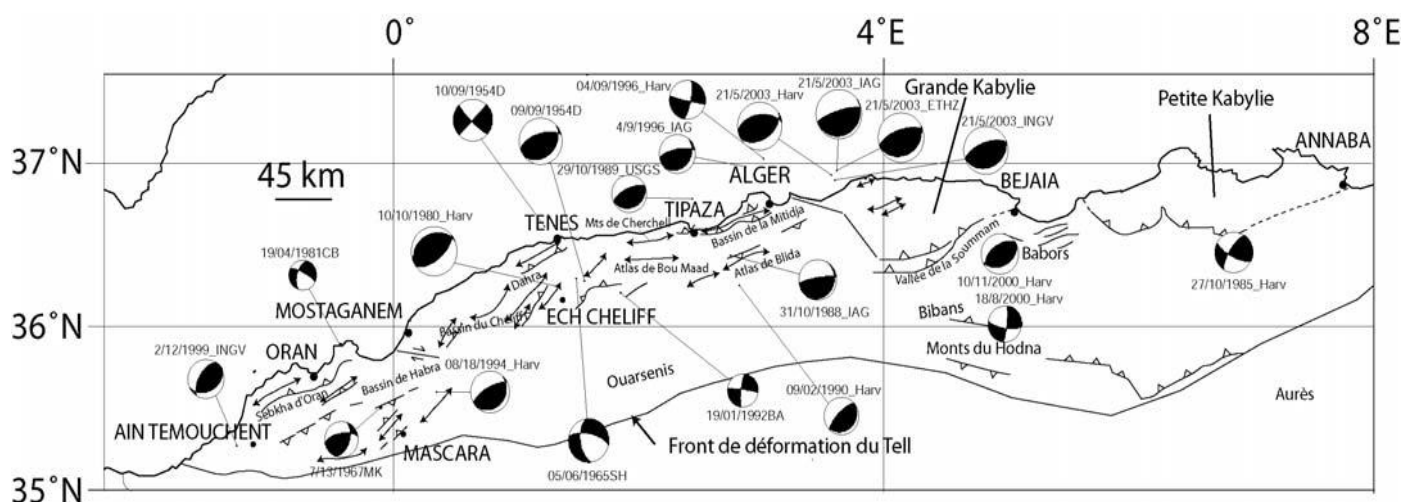
La sismicité du nord algérien est générée par des déformations actives touchant la ceinture atlasique à travers un réseau de failles actives (Meghraoui, 1988). Ces structures actives exprimant les mouvements tectoniques entre les plaques africaine et eurasiatique depuis le Cénozoïque avec un régime compressif de direction de raccourcissement N-S à NW-SE et un cisaillement dextre prédominant.

La sismicité du nord algérien est associée à des failles inverses et des failles liées à des plis de direction principale NE–SW, organisées sous forme de système échelonné tels que : les failles d'El Asnam et de Tipaza (Bezzeghoud et Buforn, 1999 ; Aoudia et al., 2000), ou des failles décrochantes orientées NNW-SSE, caractérisant l'Est algérien. Ces failles affectent les bassins néogènes post-nappes intramontagneux de direction relativement E-O, en marquant leurs limites tels que le bassin du Chélif et le bassin de Mitidja (Fig.I.12). Ces structures actives ont joué en distension lors de l'ouverture de ces bassins durant le Miocène, et en compression au Quaternaire à la fermeture de ces mêmes bassins (Meghraoui et al., 1996). L'analyse de la sismicité indiquant que les régions séismogéniques les plus actives correspondent aux bassins quaternaires (Fig.I.12). Ces bassins sont : le bassin du bas Chélif et le bassin du Chellif à l'Ouest, au centre le bassin de la Mitidja (Tipaza-Alger), à l'Est, les bassins de la Soummam, bassin de Constantine et de Guelma, alors que dans la partie Sud-Est le bassin de Hodna.



**Figure I.12.** Distribution des structures plioquaternaires actives dans les bassins Néogènes de l'Atlas Tellien selon Meghraoui, 1988. (1) Pli faille du Murdjajo (2) Pli faille de Tenes Abou El Hassan (3) Bou Kadir (4) Pli faille d'El Asnam (5) Pli faille du Sahel (6) Faille de Kherrata (7) Pli faille de Chott El Hammam.

L'analyse de la carte sismotectonique du nord algérien (Fig.I.13) a montré une cohérence entre les données disponibles sur les mécanismes aux foyers et le type de faille caractrisant la région d'étude. En effet, les solutions focales indiquant des failles inverses au centre et à l'ouest, et des failles décrochantes dans l'est algérien (Ayadi et al., 2002 ; Bezzeghoud et Buforn, 1999 ; Harbi et al., 1999 ; Buforn et al., 2004). Les mécanismes focaux déterminés pour les séismes survenus au nord algérien, sont aussi en cohérence avec le contexte géodynamique de cette région. En effet, le régime de tectonique compressif déduit des mécanismes focaux est compatible avec les mouvements en raccourcissement N-S à NW-SE entre les plaques africaines et eurasienne.



**Figure I.13.** Schéma sismotectonique du nord de l'Algérie montrant les principales structures actives observées dans le Tell (inspiré de Benouar et al., 1994, Boudiaf, 1996, Guiraud, 1977, Meghraoui, 1988, Ayadi et al., 2003) Sources des principaux mécanismes au foyer: Harv.: Harvard CMT catalog, ETHZ: ETH Zürich., INGV: Institut National de Géophysique et Volcanologie (Italie), IAG: Institut Andalou de Géophysique (Grenade, Espagne), USGS: United States Geological Survey, CB: Coca et Buforn, 1994, MK: McKenzie, 1972, D: Dewey, 1990, SH: Shirokova, 1967, BA: Bezzeghoud et al., 1994, (Source, Domzig, 2006).

## CHAPITRE II

---

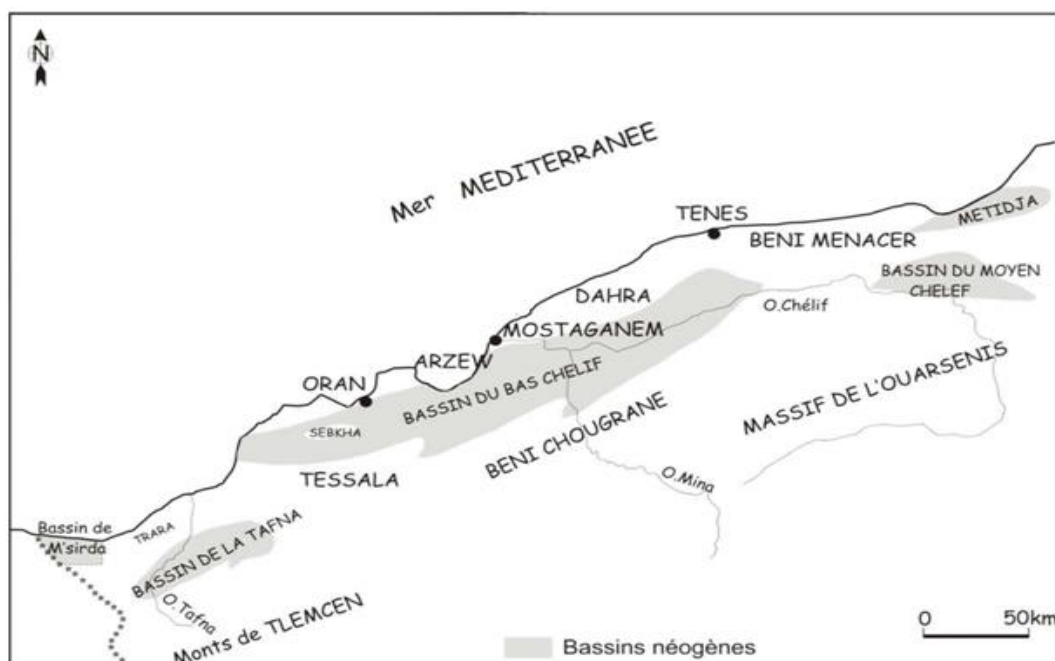
### CONTEXTE GÉODYNAMIQUE ET SISMOTECTONIQUE DU NORD-OUEST ALGÉRIEN

## II.1 Introduction

Dans ce chapitre nous présentons dans premier temps un aperçu sur le cadre géographique et géologique du bassin Bas Chélif. En présentant également les différentes formations géologiques formant son substratum ainsi que sa couverture. Dans ce chapitre nous avons également abordé **i)** la géomorphologie de ce bassin **ii)** une synthèse sur les grandes périodes de l'histoire tectonique qu'a connu cette région, **iii)** les principaux traits structuraux caractérisant le bassin du bas Chélif, **iv)** et un aperçu sismotectonique de ce bassin.

## II.2 Contexte géographique et géologique de la zone d'étude

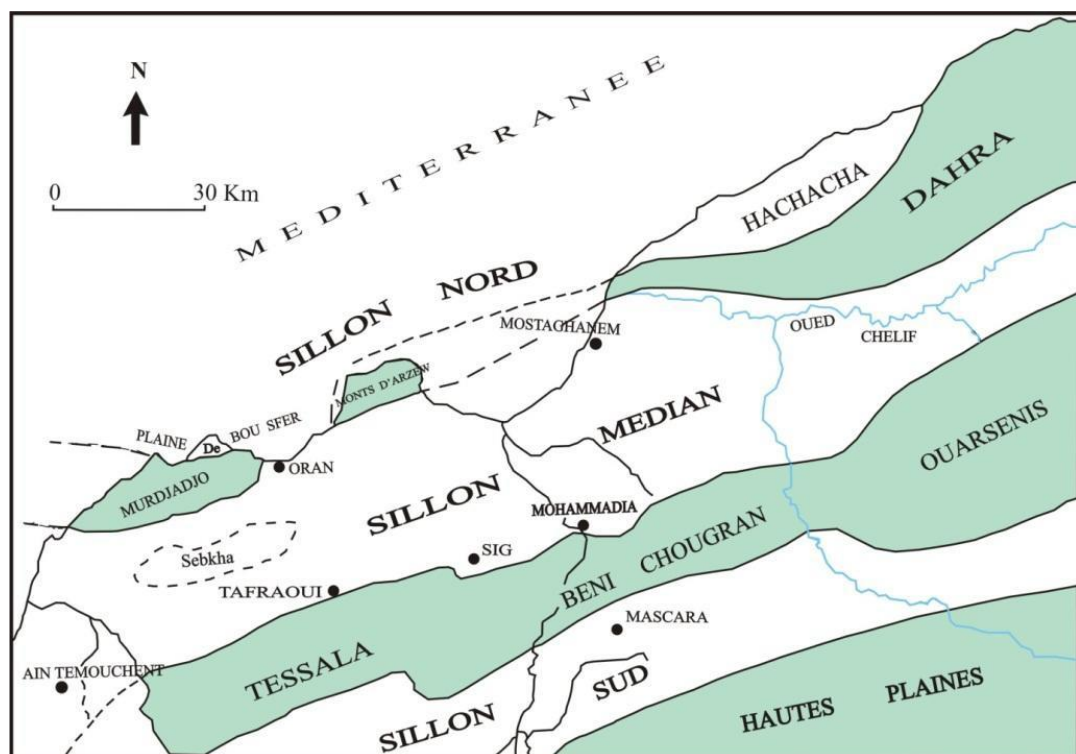
La région étudiée appartient au domaine externe de la chaîne alpine de l'Algérie du nord (Guardia, 1975). Cette région correspond au bassin néogène du Bas Chélif, ce dernier est situé dans la partie médiane de la chaîne Alpine d'Afrique du nord (Thomas, 1985). Ce bassin, fait partie des bassins intra-montagneux syn-orogénique lié aux phases paroxysmales de l'orogénèse alpine (Perrodon, 1957 ; Thomas ,1985). Le bassin du Bas Chélif est limité, au nord par les massifs du Murdjajo, d'Arzew et du Dahra. Au sud par les monts de Tessala, d'Oued Ali, de Beni Chougrane et de l'Ouarsenis. Entre ces deux chaînes, on trouve deux zones déprimées, qui sont les plaines intérieures du Habra et du Mleta. (Fig.II.1).



**Figure II.1.** Situation géographique générale du bassin du Bas Chélif (Perrodon, 1957).

D'après Delfaud et al., (1973), les bassins du Bas Chélif se subdivisent en trois unités géologiques distinctes (Fig.II.2) :

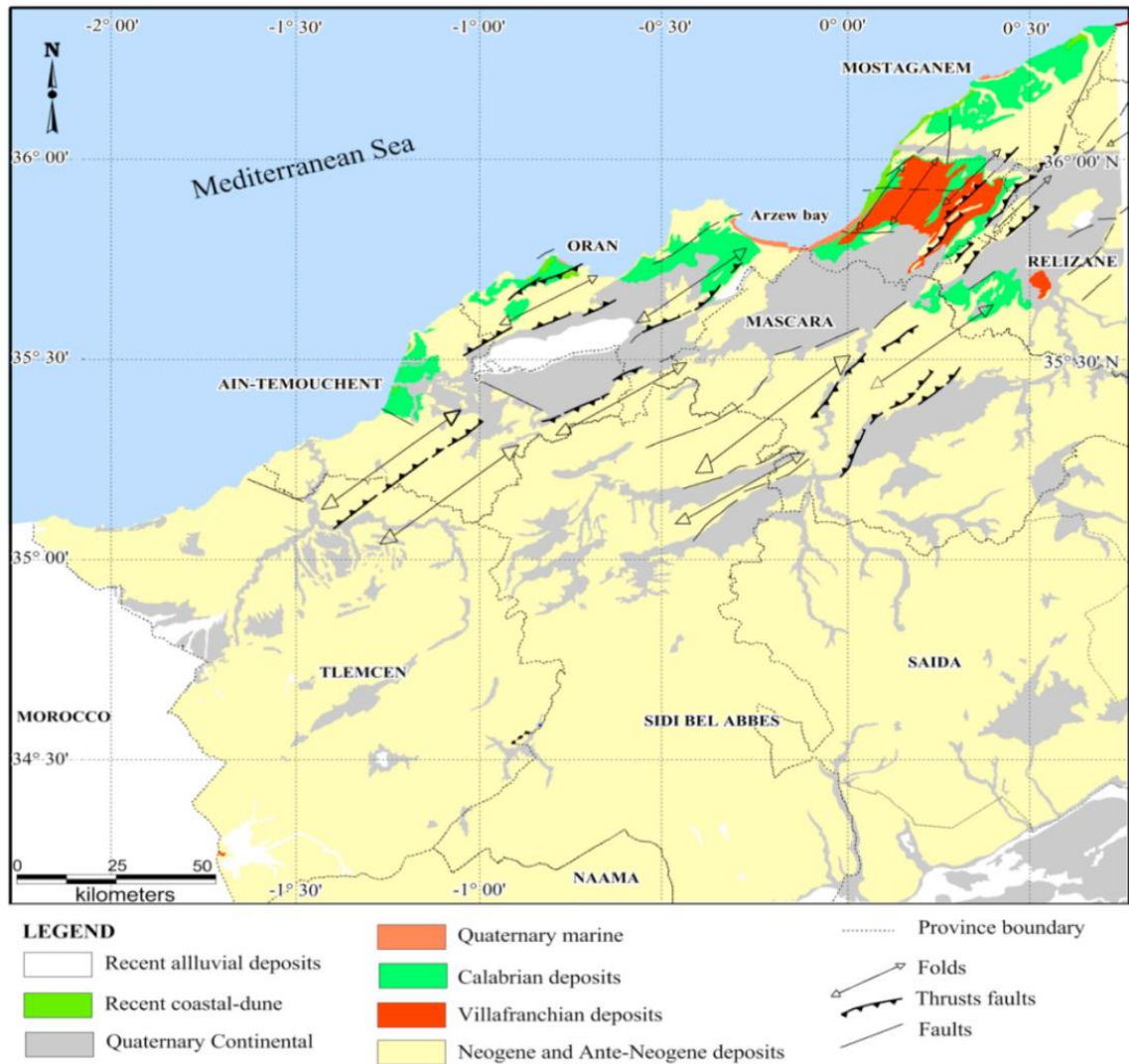
- Un sillon septentrional comprend l'axe du Murdjadjo, les monts d'Arzew et les massifs du Dahra.
- Un sillon méridional median : délimite par deux lignes de reliefs représentés par les monts des Tessala, des Beni-Chougrane et le massif de l'Ouarsenis.
- Un sillon méridional aligne sur Maghnia, Sidi Belabbes et Mascara, se poursuit vers l'Est dans le bassin de Tiaret puis le Sersou.



**Figure II.2.** Situation géographique du bassin du Bas Chélif (d'après Delfaud et al., 1973).

Dans ce bassin, les formations d'âge Mio-plio-quaternaires sont déposées en discordance sur un substratum schisteux d'âge Crétacé (Perrodon, 1957), où le remplissage du bassin s'est effectué tout au long du Mio-Plio-Quaternaire. Le bassin du Bas Chélif a donc pris naissance au Miocène inférieur et a évolué jusqu'au Quaternaire.





**Figure II.3.** Extrait de la carte géologique de l'Algérie (2eme édition. 1952) feuille Oran— Nord au 1 : 50,000 et les failles actives sont de Meghraoui et al., (1988).

### II.3 Litho stratigraphie du bassin bas Chélif

La région d'étude est caractérisée par la présence de deux séries distinctes de formations sédimentaires qui sont :

### II.3.1 Formations anti à synchro nappes (Substratum)

Ces formations d'âge Primaire et Secondaire formant l'autochtone ante-nappe et correspond au substratum où nous distinguons :

- **Formations Paléozoïque :** affleurant dans les massifs des Andalouses, Madagh Cap-Falcon et dans les montagnes des Lions (Djebel Khar) sous forme des schistes violacés, des quartzites blancs et des conglomérats (Ciszak, 1993).
- **Formations Mésozoïque :** les terrains d'âge Mésozoïque reposent sur des formations paléozoïques (Ciszak, 1993), elles sont formées essentiellement par :
  - Des formations triasiques composées de marnes et de gypses, associées aux argiles, présentent sur la plaine de Mléta, à l'ouest et au sud du Djebel Santon, et le long des falaises de Monte-Christo sous forme de diapir.
  - Des formations jurassiques affleurant dans le sud ouest du Maudjajo (Ain keffri), Santa Cruz, Djbel Santon, elles affleurent également au Cap Falcon et sur le sommet de Taffraoui, en présentant trois séries allant du plus ancien à la plus récente suivante :
    - Des bancs calcaires bleu foncé et des schistes jaunes ocres liasiques, surmontant des dolomies massives
    - Des schistes gris schistes gris argentés calcaireux du dogger, reposant sur des schistes de l'ardoisière, fins et noirs.
    - Des schistes rouges et verdâtres, avec des bancs de grès rouge de Malm.

Les formations crétacées présentent sous forme des schist-gréseux, plissé et intercalé par des quartzites du Néocomien, ces terrains forment l'ossature du Murdjadjo, Djbel Santon, et affleurent sur les monts de Tassala.

### II.3.2 Formations Post-Nappes (Couverture)

- **Formations Cénozoïques** : constituant la couverture du bassin bas Chéelif, elles sont représentées par des formations Paléogène (Oligocène) et Néogène (Miocène et Pliocène).
- **Paléogène**
  - **Formations de l'Oligocène** : affleurant au sud de Tafraoui, sous forme de blocs conglomératiques et galets, elles peuvent être observé également en tufs rhyolitiques compacts faiblement marneux. (Abed, 1999).
- **Néogène**
  - **Formations de Miocène** : Le Miocène est subdivisé en deux cycles sédimentaires, attribués respectivement au Miocène inférieur et Miocène supérieur. Le Miocène inférieur correspond à un intervalle de temps allant du Burdigalien supérieur jusqu'au Serravallien terminal (Bessedik et al., 2002), matérialisé par des conglomérats, des grès et des marnes bleues. Alors que le Miocène supérieur englobe le Tortonien et le Messinien (Belkebir, 2008). Le Miocène supérieur occupant presque tout le bassin du bas Chéelif, ce cycle débute par une sédimentation détritique (Conglomérats et grés) qui passe vers le centre du bassin à des marnes bleues. Au Messénien, se manifeste une sédimentation diatomique prenant place au centre du bassin.
  - **Formations de Pliocène** : Le Pliocène est représenté dans le bassin bas Chéelif selon (Perrodon, 1957) par des dépôts suivants : un niveau détritique de base, des marnes bleues et calcaires construits ("Plaisancien") ; Grès marins ("Astien") ; et Grès Continentaux. Les terrains du Pliocène inférieur s'étendent sur une grande aire du bassin du bas Chéelif (Atif et al., 2008), affleurant sous forme de marne bleu au centre du bassin, alors que vers les marges sont réduit pour passer à des marnes sableuses ou gréseuses (Rouchy, 1982).

### ➤ Formations Quaternaire :

Les dépôts quaternaires sont représentés par les formations d'âge Pléistocène et Holocène suivante :

- **Pléistocène**

- **Formations du Pliocène terminal-Calabrien** : Ces formations sont présentes sous forme de grés ou des conglomérats et passant à des grés dunaires souvent entrecoupés par des argiles continentales. Ces formations affleurent au niveau de la forêt de M'sila, Cap Falcon et la corniche de Djbel Khar,

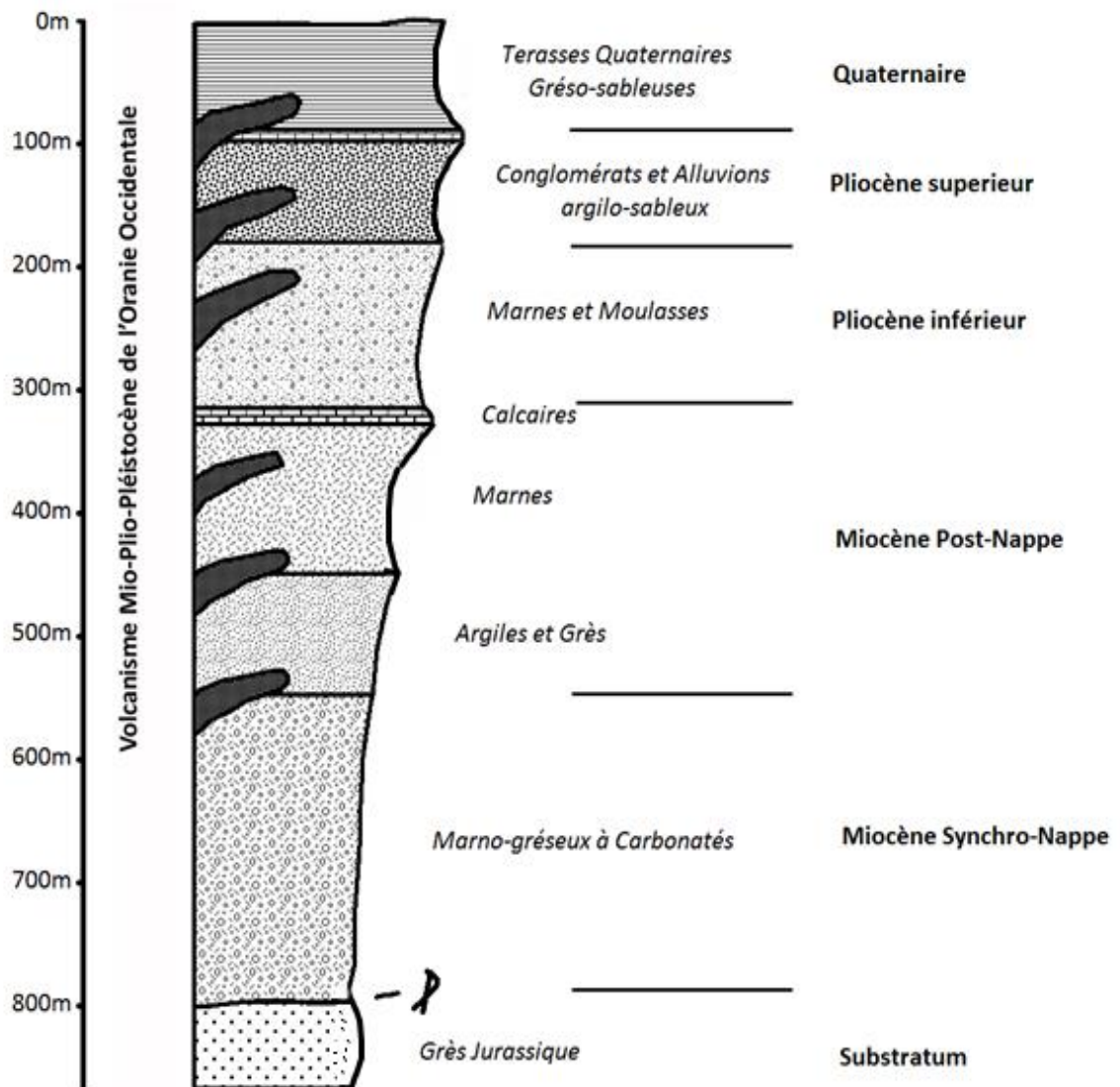
- **Pléistocène Moyen** :

Les formations de Pléistocène Moyen, affleurant au Bouisseville et au Monte-Christo (Mers El Kébir) sous forme de lambeaux de grés de plage conglomératiques à faune banale (Thomas, 1985).

- **Pléistocène supérieur** : Les formations du Pléistocène supérieur sont composées par des limons sableux ou argileux rubéfiés, ces formations se présentent également sous forme de tufs et travertins marquant l'existence d'anciennes sources d'eau douce à Ain El-Beida et Brédéah.

- **Holocène**

Les formations de l'Holocène affleurant sur le littoral, elles sont formées par des sable jaunes consolidés à stratifications entrecroisées d'origine éolienne. Tandis que les dunes récentes jaunâtres, qui sont moins consolidées, affleurent une position médiane par rapport aux anciennes dunes.



**Figure II.4.** Colonne lithostratigraphique synthétique des dépôts Mio-Plio-Quaternaires de l'Oranie. Etabli à partir des notices des cartes géologiques du Nord-Ouest algérien à l'échelle (1/50000) & (1/100000) et des observations de terrain (Boukhédimi, 2017) modifiée.

### II.4 Géomorphologie de la région d'étude

De point de vue géomorphologie, le bassin de bas Chélif est formé selon (Thomas, 1985) de deux zones déprimées constituant les plaines sub littorales au nord, les plaines intérieures au sud, limités par trois chaînes montagneuses représentées par le Tell septentrional, le Tell méridional et les Hauts plateaux (Fig.II.5).

- **Le Tell Septentrional** : correspond aux massifs littoraux qui sont Djbel Murdjadjo, les massifs d'Arzew, ces structures représentent le para-autochtone à schistosité formé par des terrains Paléozoïques et du Mésozoïques. La continuité de ces massifs est interrompue par de petits bassins d'âge Miocène à Plio-Pléistocène, à l'est des massifs d'Arzew s'étend le plateau de Mostaganem, à l'ouest un complexe volcanique de type calco alcalin a été développé au Miocène supérieur.
- **Les Plaines Sublittorales** : Les plaines sub littorales sont représentées par deux zones déprimées qui sont l'Habra et Mléta, elles sont séparées par les ondulations qui encerrent la saline d'Arzew. La plaine de l'Habra trouve un exutoire dans la baie de Mostaganem, alors que la plaine de Mléta constitue un système endoréique.
- **Le Tell Méridional** : Comprenant plusieurs massifs : qui sont d'ouest vers l'est : les monts de Sebba Chioukh ; les monts du Tessala, les monts des Oulad Ali et les monts des Beni Chougrane. Le tell méridional prolonge vers l'est par le massif de l'Ouarsenis, tandis que vers l'ouest il se termine le long de la vallée du Tafna. Cette ligne de relief est formée par des terrains du Miocène anté et synchrone, des formations allochtones et des dépôts post-nappes.
- **La Bordure septentrionale des hauts plateaux** : des assises carbonatées et gréseuses de plate-forme d'âges Mésozoïque forment des axes orographiques orientés NS-SW. On distingue ainsi d'Ouest en Est : les monts de Tlemcen, les monts de Daïa et les monts de Saïda.

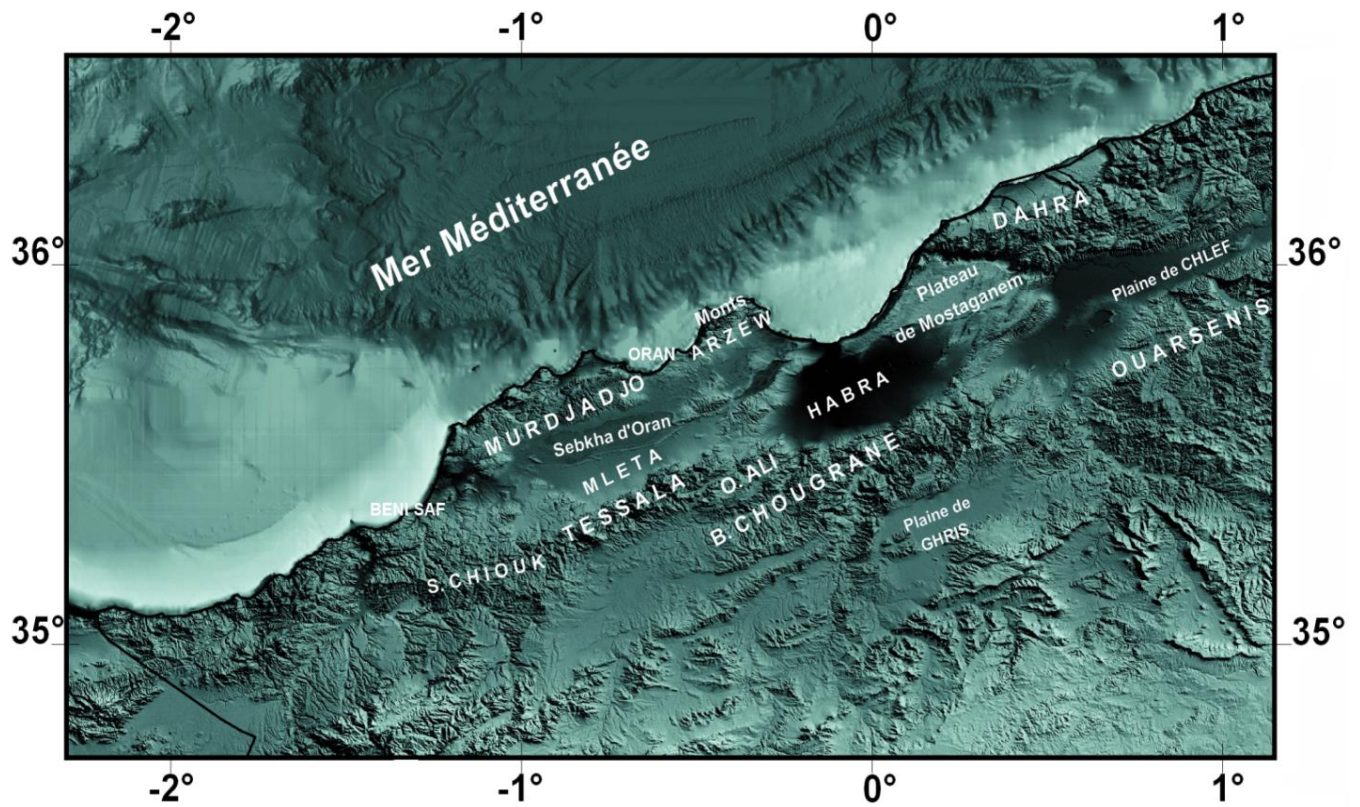


Figure II.5. Carte de répartition des principales unités géomorphologiques du bas chélif.

## II.5 Aperçu tectonique du bassin bas Chélif

Les études géologiques et tectoniques effectuées sur le bassin du bas Chélif mettant en évidence que l'évolution de cette région a connu sept grandes périodes de l'histoire tectonique depuis le dépôt des formations secondaires. Elles sont résumées par Hassani, (1987) comme suit :

### II.5.1 Phase Infra-Crétacée

Cette phase compressive est connue dans le domaine tellien par des plis de direction NE-SW à EW, elle est responsable de l'émersion l'unité paléogéographique allant d'Est en Ouest, depuis les monts d'Arzew jusqu'à Beni-Saf. Selon (Fenet, 1975), cette phase a été restreinte à certains secteurs du Barrémien supérieur et de l'Aptien.

### II.5.2 Première phase alpine

La première phase alpine est le résultat du premier affrontement entre la marge de d'Alboran et la plaque africaine, cette phase est d'âge Lutétien, elle est responsable des phénomènes

tectoniques durant le Miocène, notamment l'épimétamorphisme des massifs littoraux à schistosité.

### **II.5.3 Deuxième phase alpine**

Cette phase se déroule en deux temps : phase S1 et phase S2. La première phase (S1) a touché la zone interne déjà tectonisée avec un raccourcissement important, entraînant une schistosité de flux, cette phase est accompagnée de failles inverses et le chevauchement important vers le sud de l'allochtone des zones internes.

Tandis que la deuxième phase (S2) est caractérisée par une schistosité de fracture et des déformations à grand rayon de courbure avec dépôt d'un Miocène synchro-nappe. Au cours de cette phase (S2) les formations allochtones sont en partie remises en mouvement en chevauchant les zones externes.

### **II.5.4 Transtension du 1er cycle post-nappe**

Les mouvements tectoniques dans cette phase sont exprimés dans les massifs littoraux par des déformations en horsts et graben décrites par Y. Gourinard, (1952). Trois familles de failles normales de direction N20°E, N60°E et N80°E sont distinguées par (Fenet, 1975), où les accidents N 60 et N80 possèdent un jeu décrochant senestre (Fig.II.6).

“ Remarque “ : le bassin occidental du bas Chéelif correspond à une zone de cisaillement sénestre sous l'effet d'une contrainte maximale horizontale. Sigma 1 orienté NE-SW (Thomas, 1985).





### **II.5.5 Compression du 2<sup>ème</sup> cycle post-nappe**

Cette phase correspond à l'épirogenèse messénienne (Fenet, 1975), où le bassin a subi une tectonique synsédimentaire compressive (Thomas, 1985), les plis de direction NE-SW sont associés à des failles inverses orientés selon la direction N 50°E et des failles E-W décrochantes dextre contemporaines du dépôt.

### **II.5.6 Compression Pliocène et Pléistocène inférieur**

Suite à la distension qui a affecté les dépôts volcano-sédimentaires au deuxième cycle post-nappe, le bassin du bas chélif est touché par une phase de compression intra-pliocène, donnant naissance à des plis kilométriques recoupant les fossés miopliocènes, en faisant rejouer aussi les flexures et les failles décakilométriques de direction moyenne N50°E.

### **II.5.7 Compression du Pleistocène moyen à l'actuel**

Durant cette phase, les mouvements de compression sont diminués avec une stabilité de la direction de contrainte de la phase antérieure avec jeu en décrochement dextre.

## **II.6 Les principaux traits structuraux du bas Chélif**

Durant la phase Alpine, le bassin du bas Chélif a subi une importante tectonique polyphasée succédant à la mise en place des nappes, où les grandes lignes structurales (Fig. II.7), se résument en trois grandes directions (Thomas, 1985) qui sont les suivantes :

### **1. La direction N50-N70**

Cette direction correspond à l'allongement du bassin du Bas Chélif, où les structures compressives affectant l'ensemble terrains sédimentaire post nappes et le substratum, correspondent à des plis et des failles inverses associées à 4 faisceaux hectométriques de direction moyenne N50°E qui sont :

- Le faisceau des Béni Chougrane : l'orientation de l'ensemble de ce faisceau est perturbée par des accidents de différentes directions qui sont la faille Est-Ouest de Sidi Bel-Abbès, l'accident N20° de Mascara-Sidi Ali.
- Le faisceau des Tessala-Ouled Ali : ce faisceau est séparé du faisceau de Béni Chougrane par un vaste bombement qui fait ressortir les nappes telliennes. Il se déploie à travers la partie septentrionale du Tell méridional et s'amortit dans la région de Mohammadia le long d'une flexure simple.
- Le faisceau bordier des massifs littoraux : ce faisceau prend naissance au sud des massifs littoraux et se prolonge le long du littoral jusqu'à l'accident de Mascara-Sidi Ali. Il est situé au nord des plaines de la Mléta et de l'Habra.
- Le faisceau du Chélif : il commence à s'organiser le long de l'accident Mascara-Sidi Ali, il se poursuit ensuite le long de la bordure méridionale du Massif du Dahra.

D'après la carte proposée par (Thomas, 1985), à la limite occidentale, les trois premiers faisceaux sont nettement individualisés, alors qu'il est difficile de les séparer, près de la limite orientale de ces derniers.

Les déformations plicatives ont touchées une zone constituée de matériaux plastiques, alors que les secteurs où les séries sont plus rigides tels que les massifs à schistosité, ne sont pas touchés ces déformations.

### 2. La direction N10-30E

Cette direction correspond à un découpage de l'érogène alpine ayant touché le nord Africain, cette direction correspond également à des décrochements senestre déterminant de grands couloirs décrochant que Thomas, (1985) a indiqué :

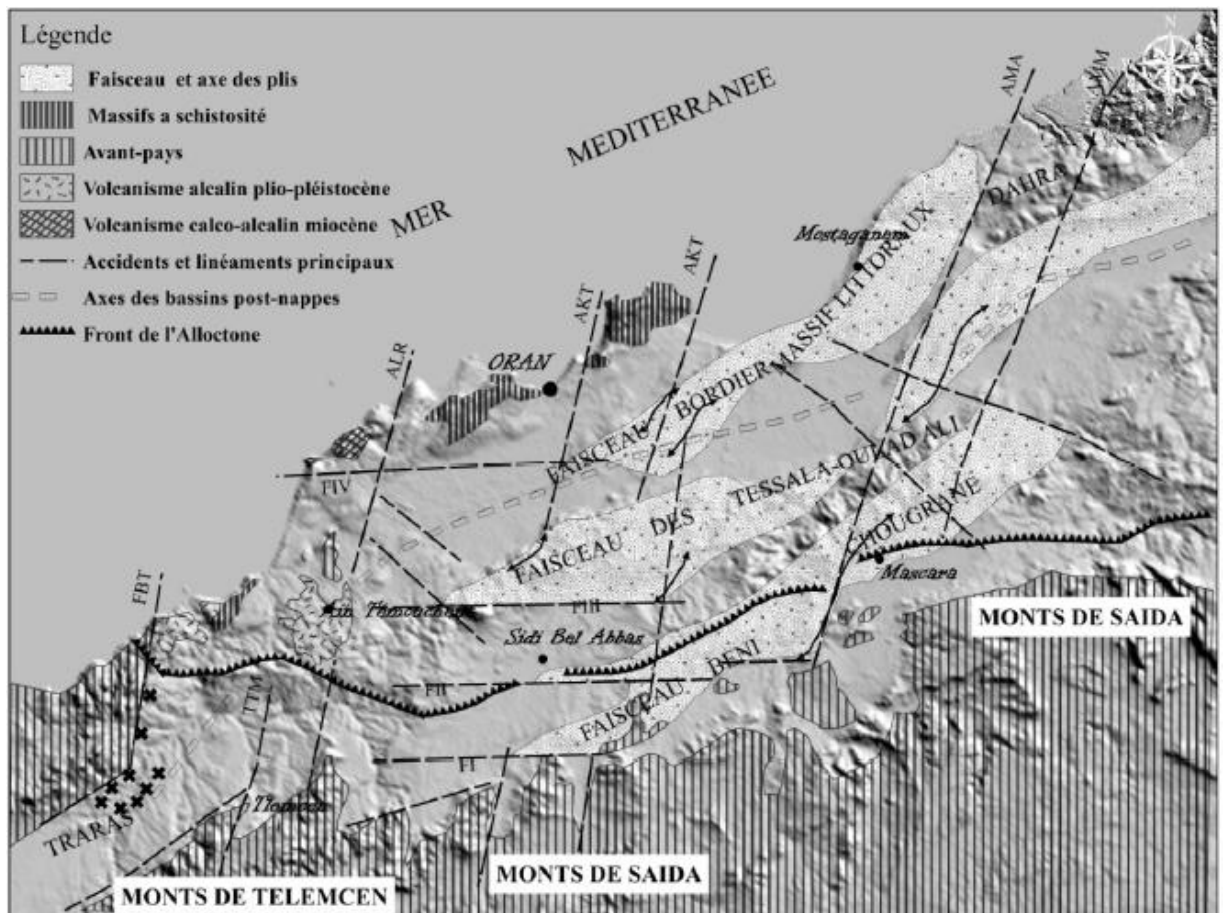
- **Le couloir occidental** : il comprend plusieurs failles sensiblement parallèles tels que **i) La faille bordière du massif des Traras**, constituant l'une des limites du bassin de la Basse Tafna, **ii) La transversale Tafna-Magoura**, le rejeu récent de cette faille est marqué par la morphologie rectiligne et l'orientation de la côte entre

l'embouchure de l'Oued Hallouf et le Cap Figalo. Dans ce couloir, **iii) Le linéament djebel Lindles-djebel Ramlya**, mettant en contacte les marnes pliocènes avec les formations à schistosité de Djbel Lindles et coïncidant avec la limite occidentale du bassin synchro-nappes (Fenet, 1975).

- **Le couloir médian** : englobant plusieurs accidents manifestant dans l'édifice structural Plio-quatenaire dont **i) l'accident du Djebel Khar-Tamzourah (AKT)** provoquant une forte inflexion des structures sur le revers septentrional des monts de Tessala (Fenet, 1975), et **ii) la faille profonde (FAD)** reliant les monts d'Arzew et les monts de Daia et représente par l'alignement des plis disposés en échelons entre les salines d'Arzew et le foret de Belarbi.
- **Le couloir oriental** : correspond à l'axe Béni Chougrane-Dahra, où deux accidents découpant cette zone qui sont **i) L'accident Mascara-Sidi Ali (AMA)** marqué d'une part une inflexion des structures récente stiué au sud est de Mostaganem et au sud Ouest de mascara, et d'autre part, par le décalage des nappes telliennes, **ii) L'accident Magroua-Oued Maoussa (AMM)**: révélée par plusieurs indices dont nous mentionons, une faille séparant l'allochtone et les formations post-nappe entre Cap Kramis et cap Magroua (Versant seprentional du Dahra).

### 3. Les directions E-W et N140E

Ces directions correspondent à des failles associées souvent à des structures plissées, où les accidents majeurs sont orientés en est-ouest et découpant le bassin, qui sont respectivement du sud au nord : les **failles de Ténira (F1)**, **d'Ain Fekan-Bel Abbès (F II)**, de **Bou Djebaa (F III)** et **d'El Touama-Bou Tlélis (F IV)**. Trois Faisceaux prenant naissance le long de ces accidents. Tandis que, les failles de direction N140°E introduisant un décalage dextre touchant les structures orientées NE-SW.



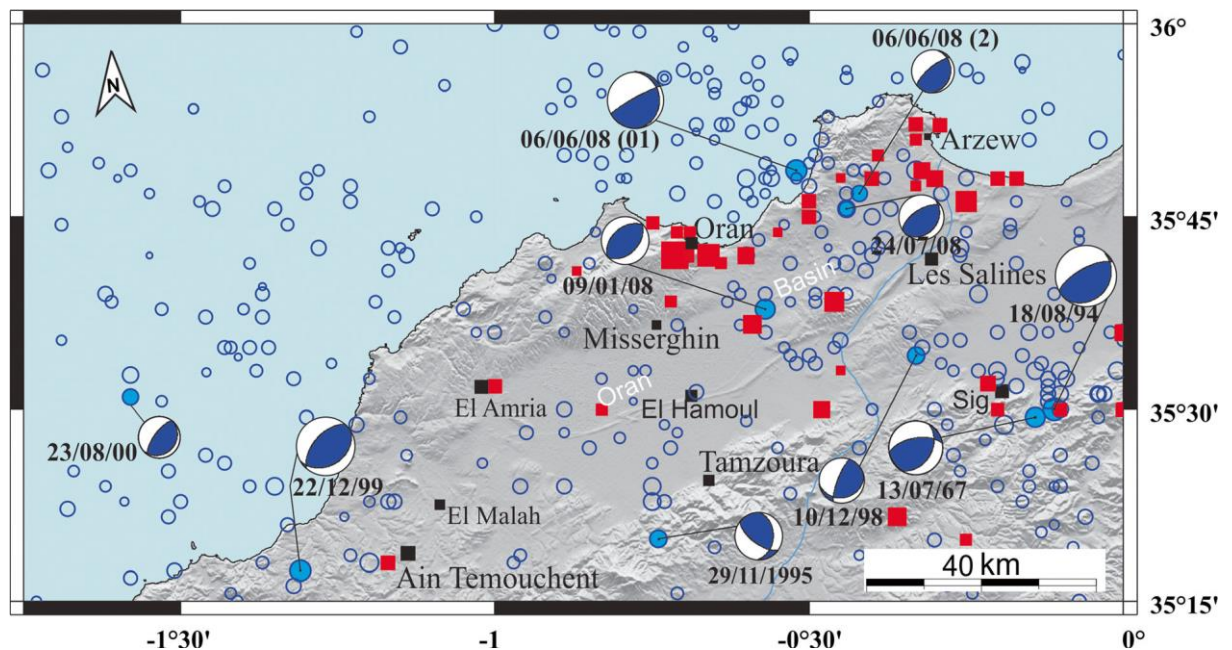
**Figure II.7.** Tram structural du bassin Bas Chélif occidentale d'après Thomas, (1985) : Source (Roukh, 2020).

## II.7 Cadre sismo-tectonique

Faisant partie de l'Atlas occidental de l'Algérie, le nord-ouest algérien est le siège d'une activité sismique assez remarquable, cette sismicité est le résultat des déformations tectoniques engendrés par la convergence actuelle des plaques Africaine et Eurasienne, selon une direction de raccourcissement N-S vers NW-SE (McKenzie, 1972 ; Dewey et al., 1989) avec un taux de rapprochement 4 à 6 mm / an (Nocquet et Calais, 2004 ; Serpelloni et al., 2007). La région qui fait l'objet de cette étude est caractérisée par la présence des structures géologiques actives, représentées par des plis et des plis-failles.

Plusieurs études précisant le schéma structural de cette région ont été réalisé par (Thomas, 1985 ; Meghraoui, 1988 ; Benouar et al., 1994 ; Bouhadad, 2001 ; Belabbes et al., 2009 ; Benbakhti et al., 2018 ; Abbouda et al., 2019). Ces études ont montré que la sismicité est associée à des structures en plis et plis -failles de directions NE-SW affectant les formations

quaternaires, elle est généralement manifestée par des séismes faibles à modérés. Toutefois, des séismes importants se sont produits dans cette région, nous mentionnons les séismes (Oran 1790,  $I_0=IX-X$ ,  $M=6.0-6.5$ ), (Mascara 1994,  $M_w=5.7$ ), (Ain Témouchent 1999,  $M_w=5.7$ ), (Oran 2008,  $M_w=5.5$ ). Notons que, les mécanismes focaux de ces importants tremblements de terre (Fig.II.8) indiquant souvent des failles inverses avec un axe de compression orienté selon la direction NW-SE.



**Figure II.8.** Carte des séismes survenus dans la région d'Oran entre 1790 et 2015. Les carrés rouges indiquent les séismes historiques exprimés en termes d'intensité ( $III \leq I_0 \leq X$ ), et les cercles bleus indiquent les séismes instrumentaux exprimés en termes de magnitude de durée ( $1 \leq M_d \leq 5.9$ ). Les données proviennent du catalogue des tremblements de terre historiques (Harbi 2009 ; Harbi et al., 2015) et du fichier de données du CRAAG ; Source : (Benbakhti et al., 2018).

### II.8 Conclusion

Le bassin du bas chélif présente une géologie assez complexe vue l'interaction des déformations exercées entre les monts du Dahra et de l'Ouersenis très intense, affectant l'ensemble des formations tertiaires et quaternaires, témoinant l'effet d'une néotectonique active régionale. L'activité sismique de cette région est intimement liée à la tectonique actuelle qui caractérise le bassin du bas chélif.

## CHAPITRE III

---

### SISMICITE DE L'ALGÉRIE NORD OCCIDENTALE ENTRE 1790 ET 2016 : CATALOGUE SISMIQUE<sup>1,2</sup>

---

<sup>1</sup>Belayadi, I., Bezzeghoud, M., Nadji, A., and Fontiela, J. (2017). Sismicité de l'Algérie Nord Occidentale entre 1790 et 2016 : catalogue sismique. *Comunicações Geológicas*, 104(1), 5.

<sup>2</sup> Le catalogue est actualisé pour la période 2016-2022 (Voir [ANNEXE](#)).

# SISMICITE DE L'ALGÉRIE NORD OCCIDENTALE ENTRE 1790 ET 2016 : CATALOGUE SISMIQUE

## Résumé

Nous proposons dans cette note, une approche permettant l'établissement d'un catalogue sur la sismicité de l'Algérie nord occidentale, défini par les longitudes  $[-2^{\circ}, 1^{\circ}]$  et les latitudes  $[34^{\circ}, 37^{\circ}]$ . Les données utilisées dérivent de différents catalogues. Ce travail tient compte de l'homogénéisation des magnitudes, en  $M_w$ , par l'utilisation de certaines relations empiriques. Ce catalogue comprend 1101 événements sismiques et constitue une base de données spécifique pour cette région. Le document proposé couvre une période historique et instrumentale entre 1790 et 2016. Le catalogue établi et présenté dans cette étude est caractérisé par la complétude et l'homogénéisation de l'information propre à la sismicité de l'Algérie nord occidentale.

**Mots clés :** Catalogue de sismicité, magnitude, homogénéisation des magnitudes, magnitude du moment sismique  $M_w$ , Algérie.



### III.1 Introduction

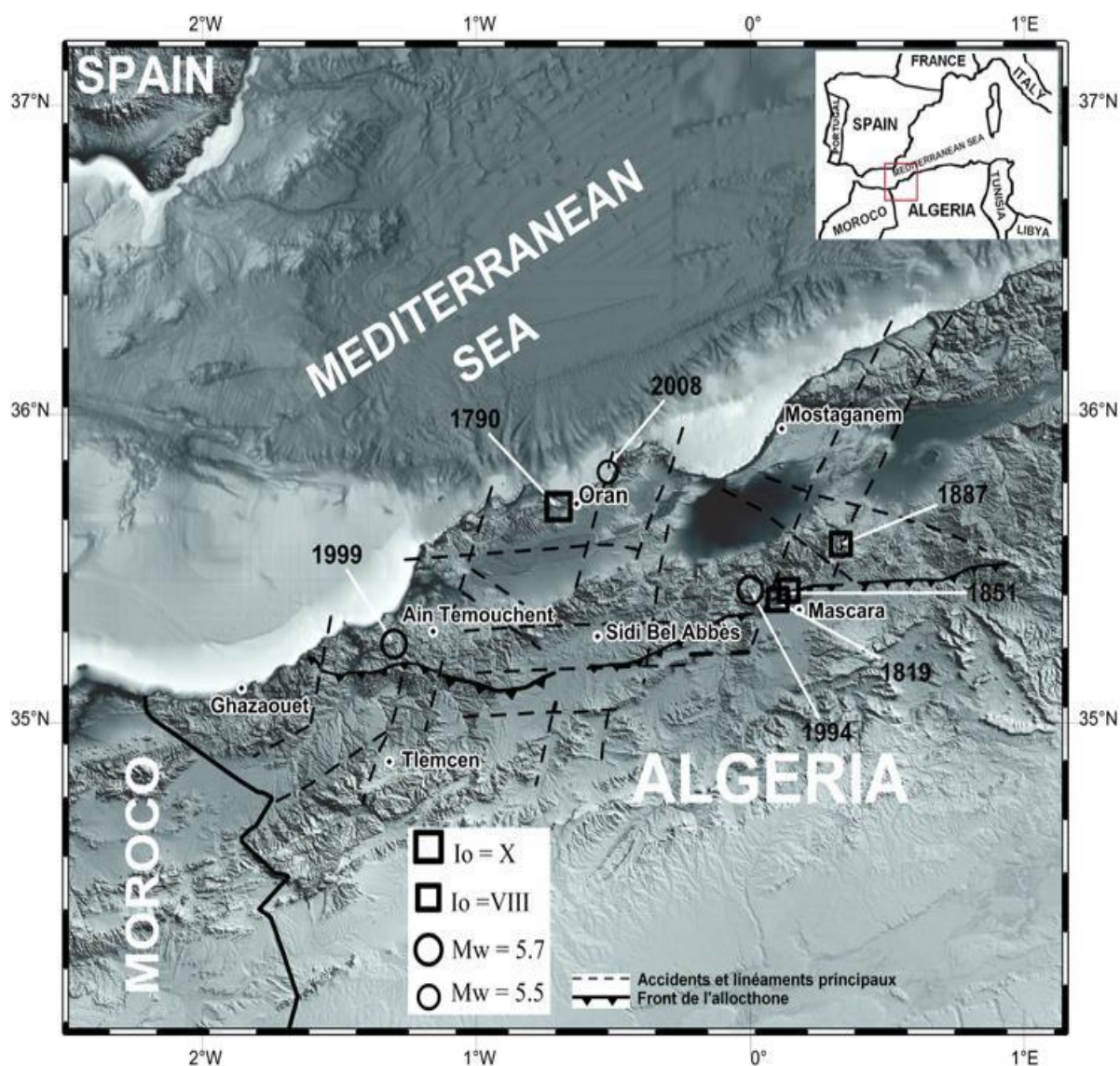
Les catalogues de sismicité représentent une base de données qui permet d'approfondir les études de sismicité, de sismotectonique et permet de contribuer à l'évaluation de l'aléa sismique. Ces études exigent des catalogues fiables, complets et homogènes. Notons que le catalogue des événements sismiques vient toujours en amont de ces études. En Algérie plusieurs catalogues ont été élaborés et publiés : Benhallou, (1985), Mokrane et al., (1994), Benouar (1994), Harbi (2001), Harbi et al., (2010), Yelles et al., (2002), Boughacha et al., (2004), Hamdache et al., (2010). Ces catalogues couvrent différentes régions et périodes. Par ailleurs, aucun catalogue parmi ces derniers, n'a traité la sismicité de l'ouest algérien, de façon spécifique. À cet égard, nous avons trouvé nécessaire d'élaborer un catalogue propre à cette région.

Dans cette étude, le catalogue présenté encadre le nord-ouest algérien, définit par les longitudes  $[-2^{\circ}, 1^{\circ}]$  et les latitudes  $[34^{\circ}, 37^{\circ}]$  (Fig.III.1). Ce catalogue a fait l'objet de deux opérations : **i)** en premier lieu une compilation de données historiques et instrumentales, en utilisant tous les catalogues nationaux et bases de données internationales disponibles avec les magnitudes  $M \geq 2.5$ ; **ii)** en deuxième lieu, nous avons procédé à l'homogénéisation des magnitudes sismiques, par la conversion des différents types de magnitudes en magnitude du moment sismique ( $M_w$ ). Dans ce contexte nous avons utilisé des relations de corrélations qui sont compatible avec la région étudiée. Nous avons adopté cette démarche afin d'établir un catalogue fiable, complet, et homogène.

### III.2 Sismicité de la région étudiée

Historiquement, le nord-ouest Algérien a connu certains séismes importants, comme celui qui a eu lieu le 9 Octobre 1790 ( $I_0=X$ ), dans la région de la ville d'Oran. La région de Mascara a été également touchée par des séismes violents, dont les plus importants ont eu lieu le 1 Mars 1819 ( $I_0=VIII$ ), le 22 Novembre 1851 ( $I_0=VIII$ ), et le 29 Novembre 1887 ( $I_0=IX-X$ ). Plus récemment, l'ouest Algérien a connu des séismes plus ou moins importants, comme celui de Hacine, Mascara (Aout 1994,  $M_w=5.7$ ), celui de Ain Temouchent (Décembre 1999,  $M_w=5.7$ ) et celui d'Oran (Juin 2008,  $M_w=5.5$ ) (Ayadi et Bezzeghoud, 2015). Nous avons reporté les événements cités précédemment dans le cadre

structural de la zone étudiée, comme le montre la figure.III.1. Cette dernière met en évidence les principaux traits structuraux de l'ouest Algérien. Selon Thomas, (1985), trois familles d'accidents doivent être mises en évidence : **i)** la première, de direction NE-SW, est dominée par des failles inverses observées dans la Montagne de Beni Chougrane et dans la région de Sig ; **ii)** la deuxième, aussi dominées par des failles inverses, est de direction NW-SE, celles-ci observées dans les plaines de l'Habra et Mleta ; **iii)** la troisième se caractérise par des failles inverses ou normales réactivées en failles décrochantes de direction E-W.



**Figure III.1.** Les principaux traits structuraux selon Thomas, (1985) et les séismes significatifs survenus dans la région Nord Occidental de l'Algérie (cette étude).

### III.3 Catalogue de la sismicité du Nord Occidentale Algérien

Pour construire le catalogue de la sismicité du Nord Occidentale Algérien, un processus de compilation de données séismologiques a été adopté afin de répertorier tous les événements sismiques qui dérivent des catalogues nationaux et internationaux, couvrant la zone d'étude définie précédemment (Fig.III.1) par les longitudes  $[-2^{\circ}, 1^{\circ}]$  et les latitudes  $[34^{\circ}, 37^{\circ}]$ . Dans cette étude, les données existantes relatives à la sismicité de cette région couvrent la période 1790-2016.

#### III.3.1 Bases de Données

Les bases de données utilisées dans cette étude sont les suivantes :

- 1) Le catalogue de Mokrane et al., (1994) traite la sismicité de l'Algérie. Il a été établi par le Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique (CRAAG, Alger, Algérie). Couvrant une période qui s'étale de 1365 à 1992. Ce catalogue comporte un atlas de cartes isoséistes des séismes survenus en Algérie entre 1910 et 1989 inclus, avec un tableau récapitulatif des séismes historiques et instrumentaux (Mokrane et al., 1994).
- 2) Le catalogue de Benouar, (1994) est compilé pour toute la région du Maghreb, il couvre la période de 1900 – 1990. Une magnitude de surface  $M_s$  est estimée pour 2059 événements sur 7724 séismes. Plusieurs sources ont été utilisées pour compiler ce catalogue, dont les principales dérivent des catalogues réalisés par Mezcua et al., (1983), Karnik, (1988), ainsi que celui publié par l'International Seismological Centre (ISC).
- 3) Le catalogue de l'Instituto Geografico Nacional (IGN) établi par Mezcua et al., (1983) et Martínez Solares et al., (2002) couvre la zone Ibéro-Maghrébine. Dans cette étude, cette base de données est utilisée pour la période 1790-2016. Son utilisation, nous a permis de compléter le nouveau catalogue par des événements historiques et instrumentaux. Le catalogue IGN représente un vrai support concernant la région Ibéro-Maghrébine. Sachant que la principale magnitude utilisée par l'IGN est la magnitude ( $M_bL_g$ ).

4) Le catalogue de Nadji, (2010) a été également utilisé. Ce dernier traite de la sismicité du littoral Oranais et de la Mer d'Alboran pour la période 1790-2007. L'auteur a utilisé plusieurs sources de données sismiques dérivantes de Mokrane et al., (1994) et d'une série de bulletins publiés par le CRAAG, ainsi que certaines données de différentes sources. Le catalogue de l'International Seismological Centre (ISC) est basé sur une compilation de données, pour la période 1926-2013, des institutions internationales telles que l'IGN (Espagne), USGS (USA) et le CRAAG (Algérie).

5) Le catalogue de Hamdache et al., (2010) inclut 923 événements entre 856 et 2008, dont la magnitude est supérieure à 4. Pour élaborer ce catalogue, 5 bases de données ont été utilisées (IGN, CRAAG, ISC, EMSC, NEIC). Ce catalogue couvre le Nord de l'Algérie et la partie orientale Ibéro-Maghrébine, notant que, les magnitudes sont unifiées avec la magnitude du moment sismique  $M_w$ .

6) Le catalogue EMSC utilisé pour cette étude, couvre la période 1998-2012. Dans ce catalogue, nous trouvons plusieurs types de magnitude ( $M_L$ ,  $M_b$ ,  $M_s$ ,  $M_w$ ) pour un seul événement. Ces magnitudes ont été fournies par les institutions suivantes : USGS, ISC, NEIC, CRAAG.

7) Le catalogue de USGS, (2016) couvre la période 1973-2013. Dans ce catalogue, les événements sismiques sont essentiellement présentés en magnitude des ondes de volume  $M_b$ . En plus des catalogues cités, ci-dessus, nous avons utilisés les bulletins du CRAAG, traitant la sismicité du littoral oranais pour la période comprise entre 2008 et 2012. Ces événements sont donnés en magnitude locale ( $M_L$ ).

Le catalogue des événements sismiques, préparé dans cette étude, a été compilé à la lumière des différentes sources de données citées ci-dessus. Ceci nous a permis de construire un catalogue qui définit la sismicité de l'Algérie du nord occidentale. Il faut signaler que ce catalogue ne contient pas d'événements similaires enregistrés par différents catalogues (appelés doublons). Cependant toutes les répliques ont été conservées.

### III.4 Homogénéisation des magnitudes

L'homogénéisation du catalogue consiste à rendre les événements sismiques, comparable entre eux. Il suffit donc de ramener toutes les magnitudes en une seule magnitude  $M_w$ . La procédure qui nous a permis d'unifier les magnitudes est décrite comme suit. Pour convertir les événements historiques enregistrés en intensité ( $I_o$ ), nous avons utilisé la relation établit par (Mezcua, 2002) :

$$M_w = 0,96 + 0,6 * I_o \text{ max [1]}$$

La magnitude des ondes de volume  $M_b$  est liée au moment sismique  $M_o$  par la relation empirique suivante (Johnston, 1996) :

$$\log M_o = 18,28 + 0,679 * M_b + 0,077 * M_b^2 \text{ [2]}$$

D'où la magnitude de moment en utilisant la relation de Hanks et Kanamori (1979) :

$$M_w = 2/3 * \log M_o - 10,7 \text{ [3]}$$

Pour convertir la magnitude de durée  $M_d$  en magnitude de moment  $M_w$ , nous avons utilisé les relations de Rueda et Mezcua (2002) :

$$M_d = 0,91 * M_b L_g + 0,32 \text{ [4]}$$

$$M_w = 0,311 + 0,637 * M_b L_g + 0,061 * M_b L_g^2 \text{ [5]}$$

avec  $(2.5 < M_b L_g < 5.7)$ .

Nous avons converti la magnitude des ondes de surface  $M_s$  en  $M_w$ , en appliquant la relation empirique de (Johnston, 1996) :

$$\text{Log } M_o = 24,66 - 1,883 * M_s + 0,192 * M_s^2 \text{ [6]}$$

avec  $(3,5 < M_s < 7,5)$ .

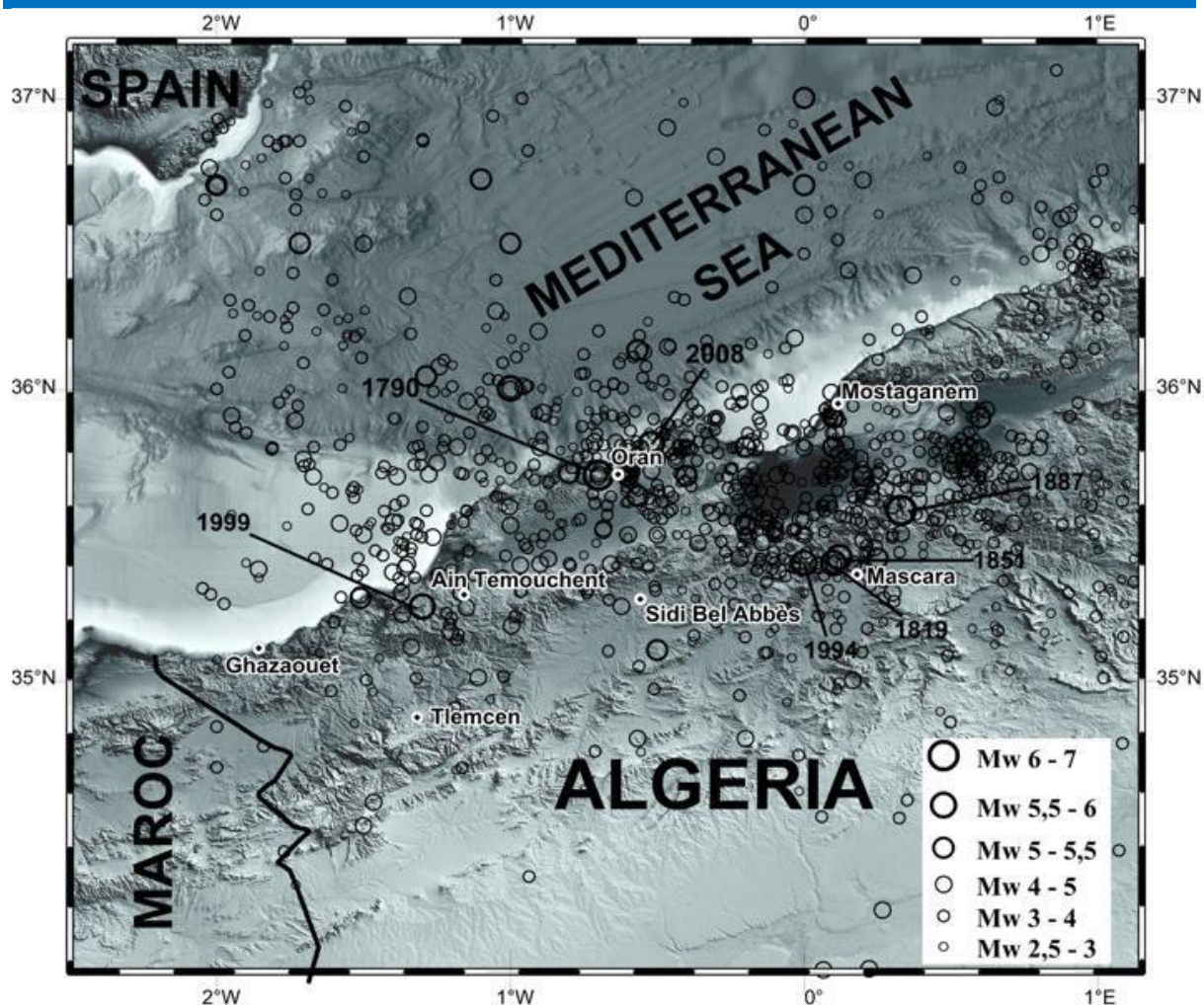
Les magnitudes  $M_L$  données par le CRAAG ont été convertis en  $M_W$  selon la procédure proposée par Peláez et al., (2007), Hamdache et al., (2010), sur la base de Bakun, (1984) et Heaton, (1986).

Il faut noter que cette méthodologie introduit des erreurs associées à la magnitude estimée et les valeurs obtenues ne doivent, en aucun cas, être considérées comme valeurs absolues.

### III.5 Description du catalogue

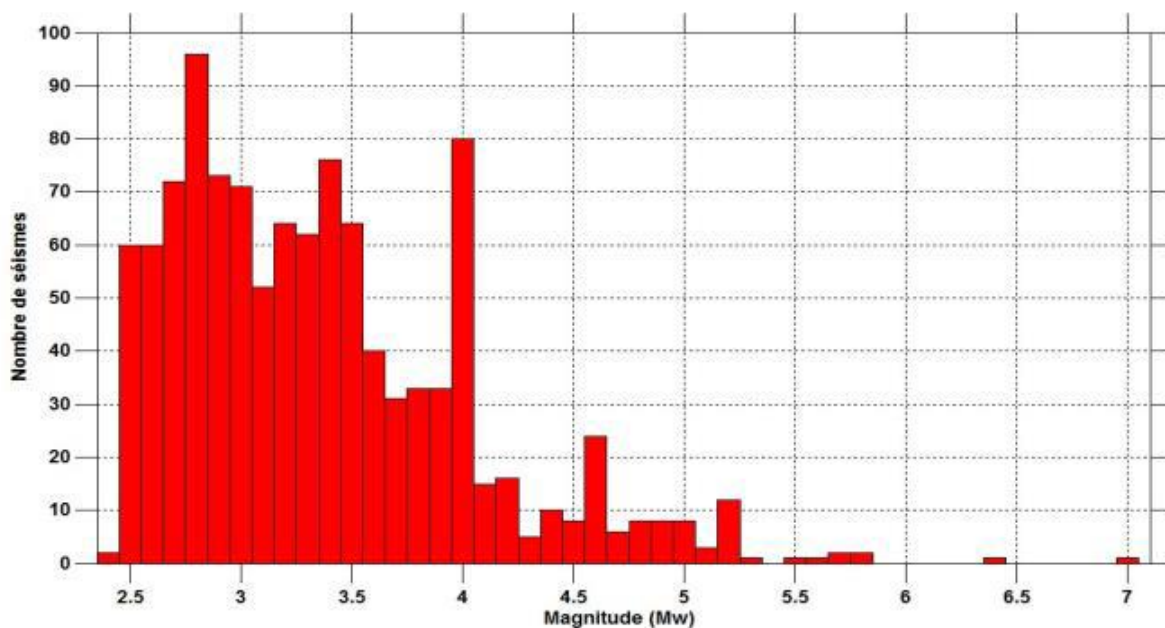
Le catalogue réalisé pour cette région s'étend de 1790 à 2016 et contient 1101 événements sismiques (**Tab.ANNEXE**). Ce dernier comporte plusieurs paramètres essentiels, permettant la description des séismes, qui sont les suivants : la date, l'heure, les coordonnées de l'épicentre (latitude et longitude), la profondeur, l'intensité maximale, la magnitude d'origine et la magnitude calculée dans cette étude ( $M_w$ ), ainsi que la localité. Tous les événements cités dans ce catalogue sont accompagnés de leurs références.

La figure III.2 montre la répartition spatiale de tous les événements reportés dans le catalogue de cette étude (**Tab.ANNEXE**). Cette carte donne une vision générale sur la sismicité de la région pour la période 1790-2016. Nous pouvons remarquer que la sismicité, bien marquée sur la marge de la Méditerranée, est importante. Les épicentres se concentrent plus particulièrement le long du littoral, dans l'Atlas Tellien (Fig.III.2). En allant vers le sud, la fréquence de la sismicité se réduit de manière très significative. Il faut souligner que cette région est caractérisée par une activité sismique assez modérée. La figure III.3 met en évidence les séismes avec une magnitude comprise dans un intervalle 2.5 et 4.6. Il faut noter que la magnitude la plus élevée, due au séisme de 1790 (Oran), est de  $M_w=7.0$ .

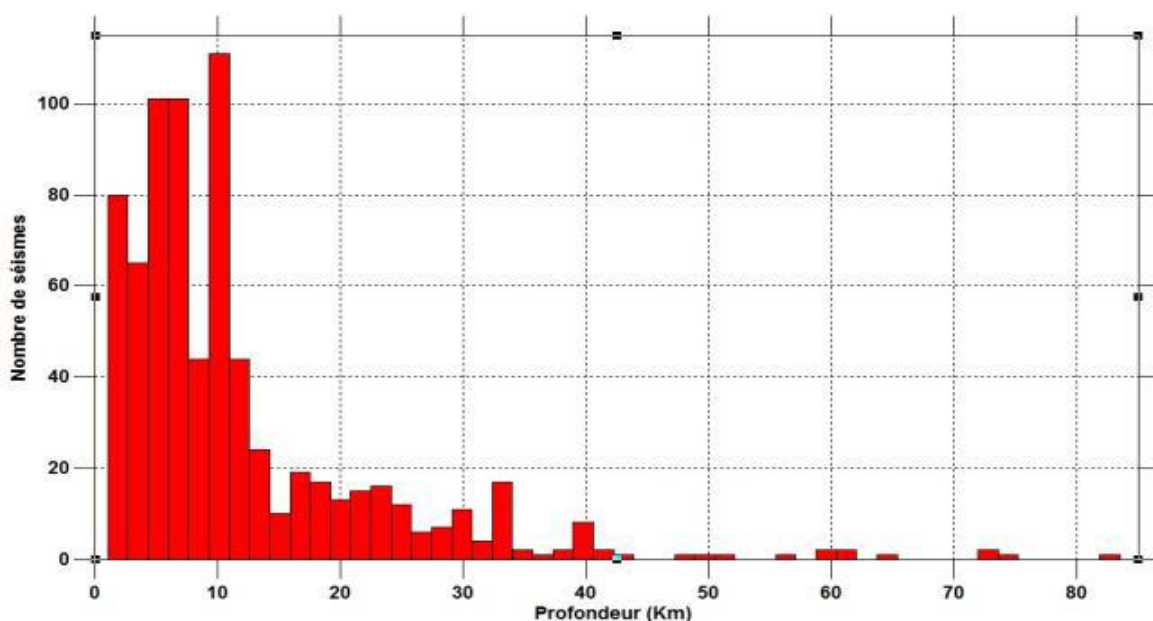


**Figure III.2.** Distribution spatiale des séismes reportés en Algérie nord occidentale pour la période 1790 – 2016.

Quant à la profondeur des séismes, il faut noter qu'elle est superficielle ( $1 < h < 30$  km), en tenant compte non seulement de l'information présentée dans la figure III.4, mais aussi sur la base des études sismologiques détaillées des séismes qui ont eu lieu récemment en Algérie (El Asnam 1980,  $h=12$  km ; Constantine 1985,  $h=10$  km ; Mascara 1994,  $h=10$  km ; Ain Temouchent 1999,  $h=10$  km ; Boumerdes 2003,  $h=10$  km). Signalons que la (Fig.III.4) a été réalisée exclusivement avec les séismes dont la profondeur est connue, et qui sont au nombre de 746. Notons, aussi, que la majorité des hypocentres se localisent dans les 10-15 premiers kilomètres, caractérisant très bien la sismicité du nord de l'Algérie (Fig.III.4).



**Figure III.3.** Histogramme du nombre de séismes en fonction de la magnitude en Algérie nord occidentale pour la période 1790 – 2016.



**Figure III.4.** Histogramme du nombre de séismes en fonction de la profondeur en Algérie nord occidentale pour la période 1790 – 2016.



L'ouest de l'Algérie a été également secoué par des séismes forts (Tab.III.1) assez bien documentés (catalogues cités dans cette étude). En effet, avant 1900, cette région a été touché par des séismes dévastateurs, dont le plus important est celui de d'octobre 1790, qui a touché la ville d'Oran, avec une intensité  $I_0=X$ . Ce séisme a causé plus de 2000 morts et des dégâts considérables ont été enregistrés dans la ville d'Oran et ses environs (Benhallou, 1985 ; Ayadi et Bezzeghoud, 2015). Par ailleurs, le séisme de Mascara, qui a eu lieu en 1887 ( $I_0= IX$ ), a détruit 80 habitations et provoqué 20 victimes (Ayadi et Bezzeghoud, 2015). En 1994, cette même ville (Mascara) a été de nouveau touché par un séisme de  $M_w=5.7$  qui a laissé 1328 familles sans abri et a provoqué 171 morts et 289 blessés (Ayadi et al., 2002). Le séisme d'Ain Temouchent, qui a eu lieu en 1999 ( $M_w=5.7$ ), a causé de graves préjudices à la région d'Ain Temouchent et ses environs conduisant à un bilan de 25 morts et 25000 sans abri (Yelles-Chaouche *et al.*, 2004). Plus, récemment, en 2008, un nouveau séisme de  $M_w=5.5$  a eu lieu à Oran. Malgré la proximité relative du foyer sismique de la ville d'Oran, il n'y a pas eu de dégâts notables (Nadji, 2010).

**Tableau III.1.** Principaux séismes survenus dans la partie Nord Occidentale Algérienne présentés avec les magnitudes  $M_w$  obtenues dans cette étude.

Date	Long	Lat	Mag $M_w$	Max $I_0$	$M_w$
09/10/1790	-0.70	35.70	-	X	7.0
01/03/1819	0.10	35.40	-	VIII	5.8
22/11/1851	0.12	35.42	-	VIII	5.8
29/11/1887	0.33	35.58	-	IX/X	6.4
18/08/1994	0.00	35.40	5.7 $M_w$	VII	5.7
22/12/1999	-1.30	35.25	5.7 $M_w$	VII	5.7
06/06/2008	-0.52	35.80	5.5 $M_w$	-	5.5

### III.6 Lacune sismique dans la région Nord Occidentale Algérienne

Les séismes sont l'expression de la dispersion de l'énergie à travers les ondes sismiques. La quantification de cette énergie sismique a conduit les chercheurs, au premier plan, à définir les différentes grandeurs. Plusieurs relations empiriques énergie-magnitude ont été déterminées. Les plus appropriées étant celles proposées par Gutenberg et Richter (1956) qui expriment l'énergie en ergs à partir de la magnitude  $M_b$  et  $M_s$ , respectivement, donné par les relations suivantes :

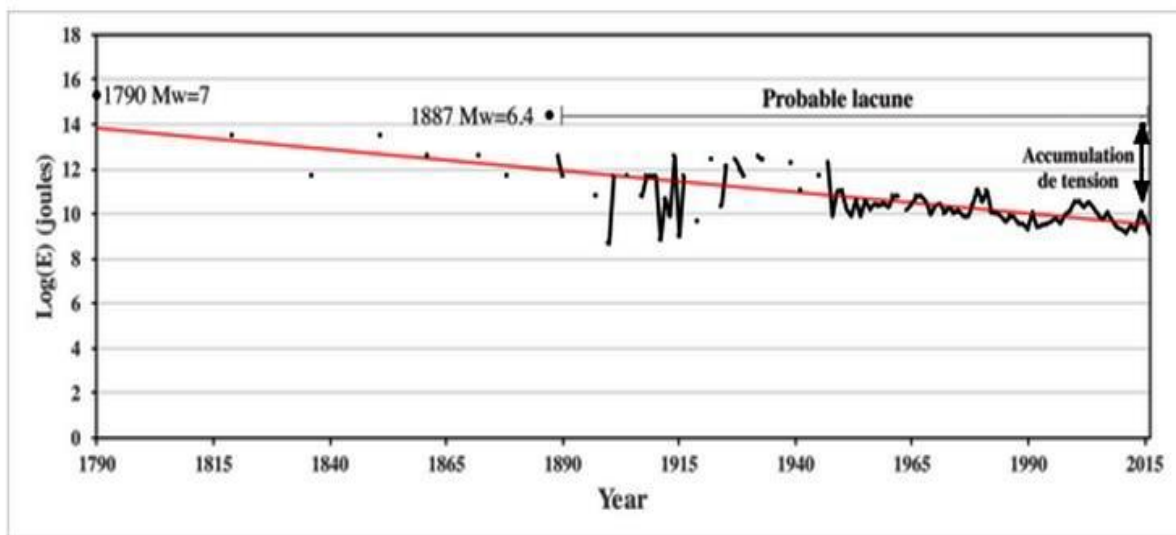
$$\text{Log } E = 5,8 + 2,4 M_b \text{ [7]}$$

$$\text{Log } E = 11,8 + 1,5 M_s \text{ [8]}$$

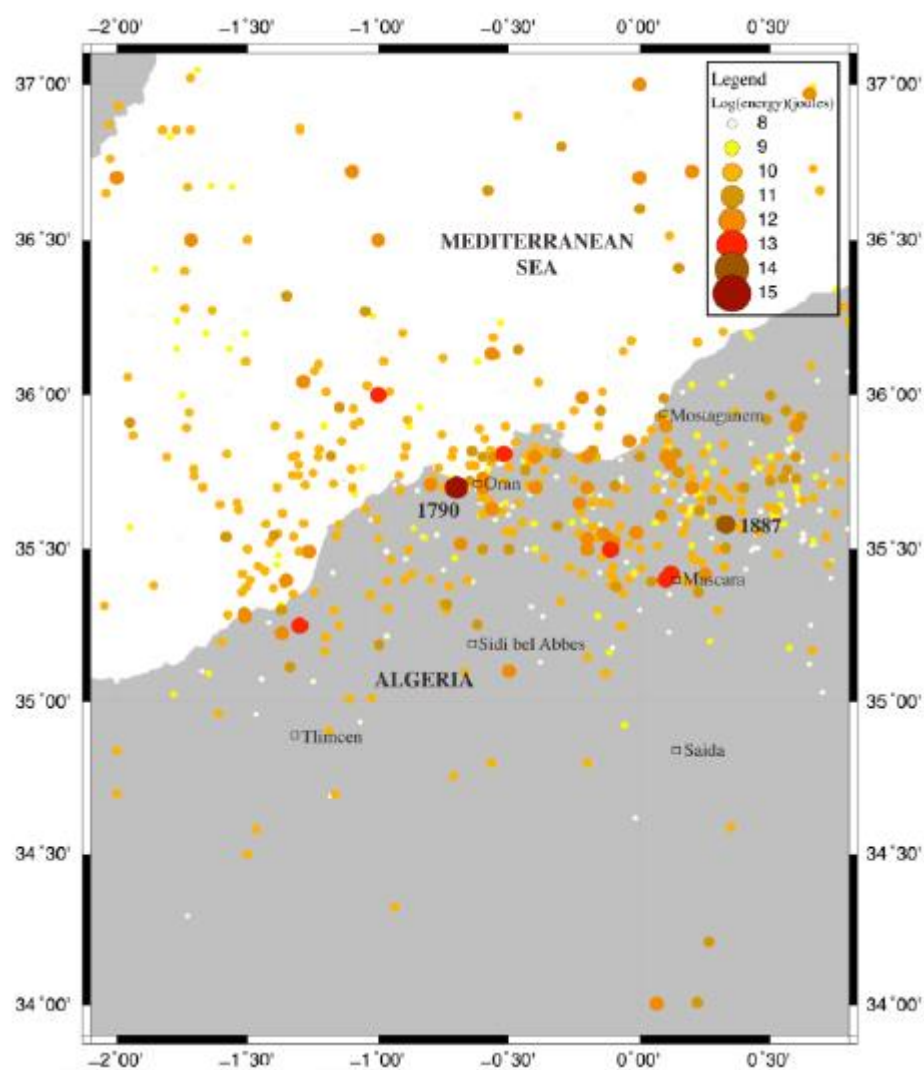
Par ailleurs, la relation établie par Kanamori et Anderson (1975) présente l'énergie, en joule, à partir de la magnitude moment  $M_w$  par la formule suivante :

$$\text{Log } E = 4,8 + 1,5M_w \text{ [9]}$$

Pour la période entre 1790 et 2015 nous avons estimé l'énergie sismique libérée par les tremblements de terre survenus dans l'Oranie avec  $M > 5,5$  (Fig.III.1) sur la base des relations empiriques présentées précédemment et en utilisant les données existantes du catalogue déterminé dans cette étude (**Tab.ANNEXE**). Les résultats exposés dans les (Fig.III.5 et Fig.III.6) montrent clairement que l'Ouest de l'Algérie présente une lacune sismique contrairement aux régions caractérisées par une activité sismique plus intense comme celle de Chlef, du centre et de l'Est algérien (Ayadi et Bezzeghoud, 2015). La distribution temporelle de l'énergie sismique présentée à la figure III.5 montre expressément une diminution progressive et significative de l'impact sismique entre 1790, date de l'occurrence du séisme d'Oran ( $M_w=7.0$ ), et 2016.



**Figure III.5.** Distribution temporelle de l'énergie sismique libérée en Algérie nord occidentale pour la période 1790 – 2016.



**Figure III.6.** Distribution spatiale de l'énergie sismique en Algérie nord occidentale pour la période 1790-2016.

En particulier pour la période instrumentale 1945-2016. Cependant, nous pouvons noter une énergie significative libérée par le séisme de 1887 ( $M_w=6.0$ ) (Tab.III.1), bien qu'elle soit encore insuffisante. Nous pouvons, également, noter que le bilan négatif de l'énergie sismique, observé dans cette région, indique que le processus de déformation en cours est caractérisé par une accumulation de contraintes tectoniques régionales, cette observation devra être confirmée par d'autres types de données (GPS et InSAR) et de méthodologie. La distribution spatiale de cette même énergie sismique présentée à la figure III.6 indique les zones qui ont été fortement secouées par le passé, notamment par le séisme de 1790 (région d'Oran) et celui de 1887 (région de Mascara) (Tab.III.1). Cependant, le relâchement (chute) de ces mêmes contraintes peut se concrétiser à court, moyen ou long terme, par l'occurrence d'un séisme de forte magnitude ou plusieurs séismes de magnitude modérée, afin de rétablir l'équilibre des contraintes dans la région étudiée.

### III.7 Remarques finales

Le catalogue réalisé, dans cette étude (**Tab.ANNEXE**), a été compilé à partir des données historiques et instrumentales et dérive de différents catalogues (Mokrane *et al.*, 1994 ; Benouar, 1994 ; Hamdache *et al.*, 2010 ; Nadji, 2010) ainsi que de certaines bases de données internationales (ISC, IGN, USGS, EMSC). Signalons que les séismes sont accompagnés, parfois, de plusieurs références pour chaque événement.

Dans ce catalogue, les magnitudes sont entièrement transformées en magnitude de moment sismique  $M_w$ . L'homogénéisation des magnitudes a été effectuée à partir de certaines relations empiriques réalisées pour d'autres régions avec l'hypothèse que ces mêmes relations peuvent être appliquées pour la région étudiée. Ainsi, ce travail nous a conduit à élaborer un catalogue, qui encadre le nord-ouest Algérien, et couvre une période qui s'étale de 1790 à 2016. Ce catalogue comporte 1101 événements sismiques et constitue un document de base pour tous travaux concernant l'étude sismotectonique, l'activité sismique ainsi que l'évaluation de l'aléa sismique de la région ouest Algérien.

Finalement, il faut noter que le bilan négatif de l'énergie sismique enregistré dans l'Oranie, entre 1790 et 2016, indique l'existence probable d'une lacune sismique, notamment durant la période instrumentale 1945-2016.

## CHAPITRE IV

---

### ESSAI D'ÉVALUATION DE L'ALÉA SISMIQUE PAR LA MÉTHODE DÉTERMINISTE DU NORD OUEST ALGÉRIEN

# ESSAI D'ÉVALUATION DE L'ALÉA SISMIQUE PAR LA MÉTHODE DÉTERMINISTE DU NORD OUEST ALGÉRIEN

## Résumé

Ce travail consiste à évaluer l'aléa sismique dans le nord-ouest algérien par une approche déterministe. Les paramètres de mouvement du sol ont été calculés en fonction **i)** la magnitude maximale des sources séismogènes identifiées dans l'étude séismo-tectonique de Nadji.A.M, (2010), et **ii)** la distance épacentrale, pour une grille de points avec un espacement  $0.2^\circ$ , couvrant la région étudiée, en utilisant le modèle d'atténuation de Akkar et al., (2013). Les résultats de l'application de cette approche déterministe, sont donnés sous forme de deux cartes d'aléa sismique de synthèse, en termes d'accélération maximale du sol (PGA). La première tient en compte les valeurs pondérées de PGA, avec des valeurs comprises entre 0.11 à 0.17 d'unité (g) et qui peuvent atteindre la valeur de : 0.27 (g), dans la zone qui correspond à la plaine de M'leta, ces valeurs sont en correspondance avec la sismicité modérée de la région étudiée. Soulignons que, les courbes iso-valeurs de l'accélération maximale du sol de cette carte, ont montré une extension remarquable d'orientation Est-Ouest. Cette direction correspond à l'axe de décrochement affectant la région Oranaise qui est représentative du décrochement majeur délimitant la plaque africaine de la plaque eurasiatique in Nadji, (2010). Quant à la deuxième carte de synthèse de l'aléa sismique déterministe, elle a été élaborée en prenant en considération les valeurs de PGA les plus élevées, calculées pour chaque type de failles. Sur cette carte les valeurs de PGA varient entre 0.2 (g) et 0.6 (g), avec une direction atlasique NE-SW des courbes iso-valeurs, accompagnée d'une extension auxiliaire Est-Ouest de ces derniers, remarquée dans la partie orientale de la région étudiée, ces résultats confirment le potentiel séismogènes de ces failles inverses, étudiées par certains auteurs.

**Mots clés :** Aléa sismique, approche déterministe, failles actives, accélération maximale du sol (PGA), Nord-Ouest Algérien.

## IV.1 Introduction

Le nord-ouest de l'Algérie fait partie de la chaîne de Tell Atlas de l'Algérie, cette région a été exposée depuis plusieurs siècles à de nombreux tremblements de terre destructeurs tels que les seismes : (Oran 1790,  $I_0=X$ ), (Mascara 1819,  $I_0=VIII$  ; 1851,  $I_0=VIII$  ; 1887,  $I_0=IX-X$ ). Plus récemment, l'ouest algérien a également connu des séismes importants, comme celui de Hacine, Mascara (Aout 1994,  $M_w=5.7$ ), celui de Ain Temouchent (Décembre 1999,  $M_w=5.7$ ) et celui d'Oran (Juin 2008,  $M_w=5.5$ ) (Ayadi et Bezzeghoud, 2015). Ces séismes expriment la convergence entre les plaques tectoniques africaines et eurasiennes avec un taux de rapprochement d'environ 4-6 mm/an (Anderson et Jackson, 1987).

Les villes du nord-ouest algérien connaissent une croissance démographique et économique importante. De ce fait, l'étude de l'aléa sismique représente une étape importante et nécessaire, afin de prévenir et réduire au maximum les conséquences graves des tremblements de terre dans les grandes agglomérations. Notant que toutes les cartes d'aléas sismiques disponibles pour cette région de Bouhadad et al., (2003), et Refas, (2020) ont été préparées sur la base de l'approche probabiliste.

Dans ce contexte, ce travail a pour but d'évaluer l'aléa sismique dans le nord-ouest de l'Algérie en utilisant l'approche déterministe sur la base des sources séismogènes actives identifiées par Nadji, (2010), où des cartes d'iso-valeur en termes d'accélération maximale du sol ont été réalisées pour la région étudiée.

## IV.2 Méthode

L'évaluation de l'aléa sismique par l'approche déterministe effectuée dans le cadre de cette étude régional est basée sur la méthode déterministe proposée par (Reiter, 1990). Cette démarche reste valable pour les cas où les sources sismiques sont bien localisées dans l'espace et que les valeurs maximales sont déterminées, indépendamment de la courbe d'occurrence des événements enregistrés au sein de la zone étudiée. La résolution de l'aléa sismique nécessite l'introduction de la courbe d'atténuation sismique qui varie en fonction de la distance entre la source et le site considéré et la variable à estimer (PGA). Plusieurs situations peuvent se présenter tels que : la nature du terrain, le type de faille ou des zones séismogènes. Les principales étapes de la résolution des PGA (Fig.IV.1).

La première étape correspond à l'identification et la caractérisation de toutes les sources séismogènes linéaire ou autre « failles ou zones » apte à produire des mouvements notables au niveau du sol. En effet, la caractérisation des failles inclut l'aspect géométrique de la source et son intensité sismique via l'estimation de la magnitude maximale de la source. À savoir que cette étape ne se peut réaliser sans support cartographique de l'ensemble des sources et des zones sismique (carte sismotectonique).

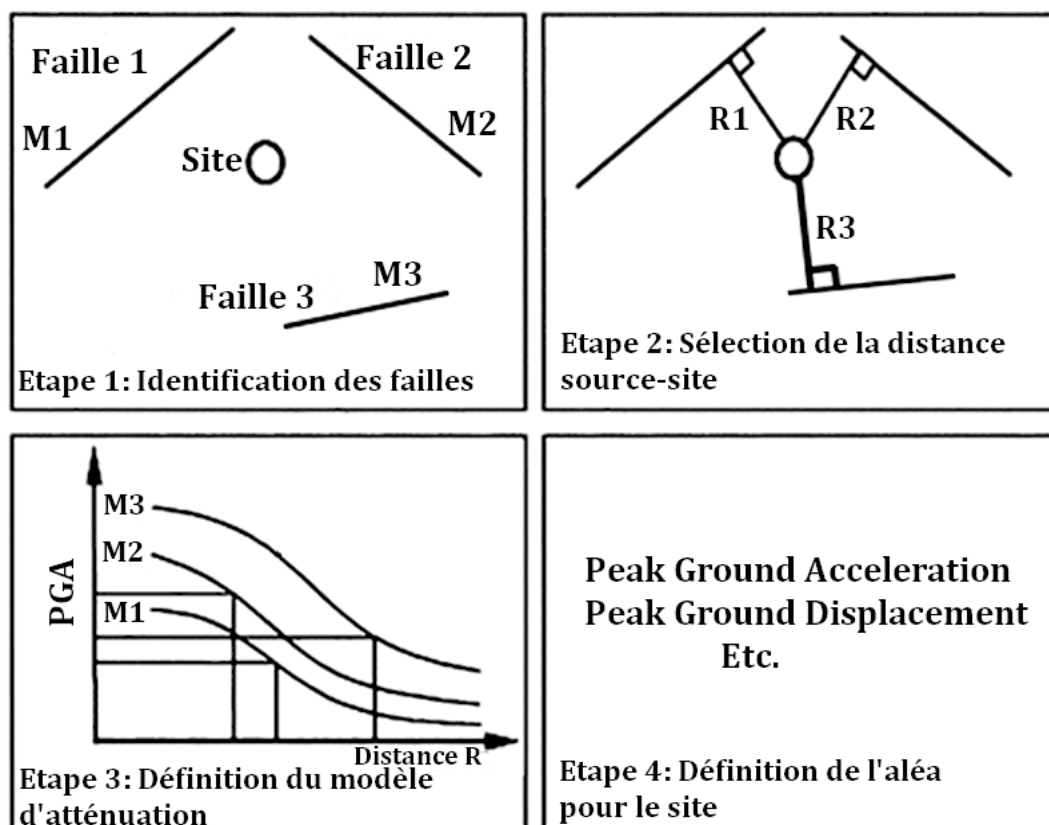
La deuxième étape de la démarche déterministe (DSHA) consiste à mesurer la distance comprise entre la source sismique-site considéré. Pour chaque faille identifiée en mesure la distance perpendiculaire optimale entre la source et le site de référence qui admet un maillage à pas régulier selon l'échelle envisagée. À noter que cette distance mesurée constitue un paramètre clé dans l'évaluation des PGA vis-à-vis aux courbes d'atténuation à références multiples (voir figure IV.1).

Dans la troisième étape de cette démarche, on doit choisir l'abaque d'atténuation des ondes sismique qui répond aux conditions limite du contexte sismique régional étudié. L'objectif de l'utilisation de l'abaque d'atténuation sismique est de déterminer les valeurs PGA (Peak Ground Acceleration) en fonction des distances latérales (source-site) à référence des magnitudes MCE (maximum credible earthquake) correspondantes. On doit souligner que les valeurs des PGA obtenues peuvent être substituées par d'autres valeurs telles que l'intensité ou magnitude sismique.



Le paramètre PGA est décrit le taux d'accélération du mouvement du sol en fonction de la distance (Source-Site). À souligner que comme en cas de manque d'existence d'une relation paramétrique du PGA, on opte au choix d'un abaque d'atténuation approprié qui répond au contexte sismo-tectonique régional.

En dernière étape l'opérateur d'aléa sismique DSHA doit estimer les valeurs de PGA susceptibles d'arrêter les propres accélérations ou intensités les mieux corrélées avec les magnitudes extrêmes des sources sismiques. En effet, les valeurs de PGA contribuent à l'établissement des cartes d'aléa sismique performant pour une région dont les sources sismiques sont bien instaurées ainsi que les valeurs extrêmes en magnitude sismique sont bien documentées.



**Figure IV.1.** Diagrammes montrant quatre étapes de l'analyse déterministe des risques sismiques, (Source : Reiter, 1990), modifié.

### IV.3 Évaluation de l'aléa sismique DSHA pour le nord-ouest Algérien

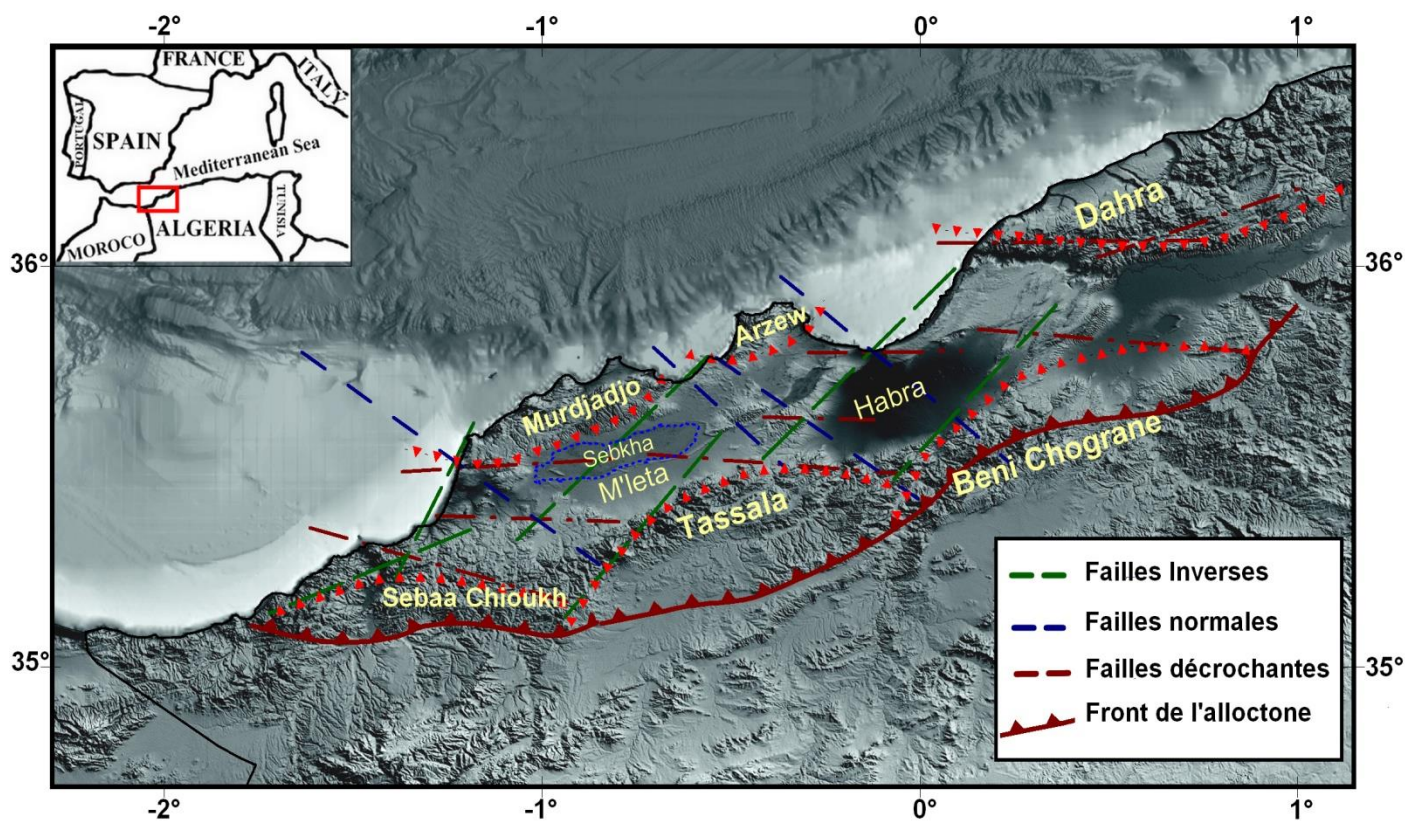
L'évaluation de l'aléa sismique par l'approche déterministe est effectuée pour le nord-ouest algérien, en se basant sur la méthode proposée par (Reiter, 1990) qui est basée sur plusieurs étapes successives et complémentaires :

#### IV.3.1 Identification des sources séismogènes « failles actives »

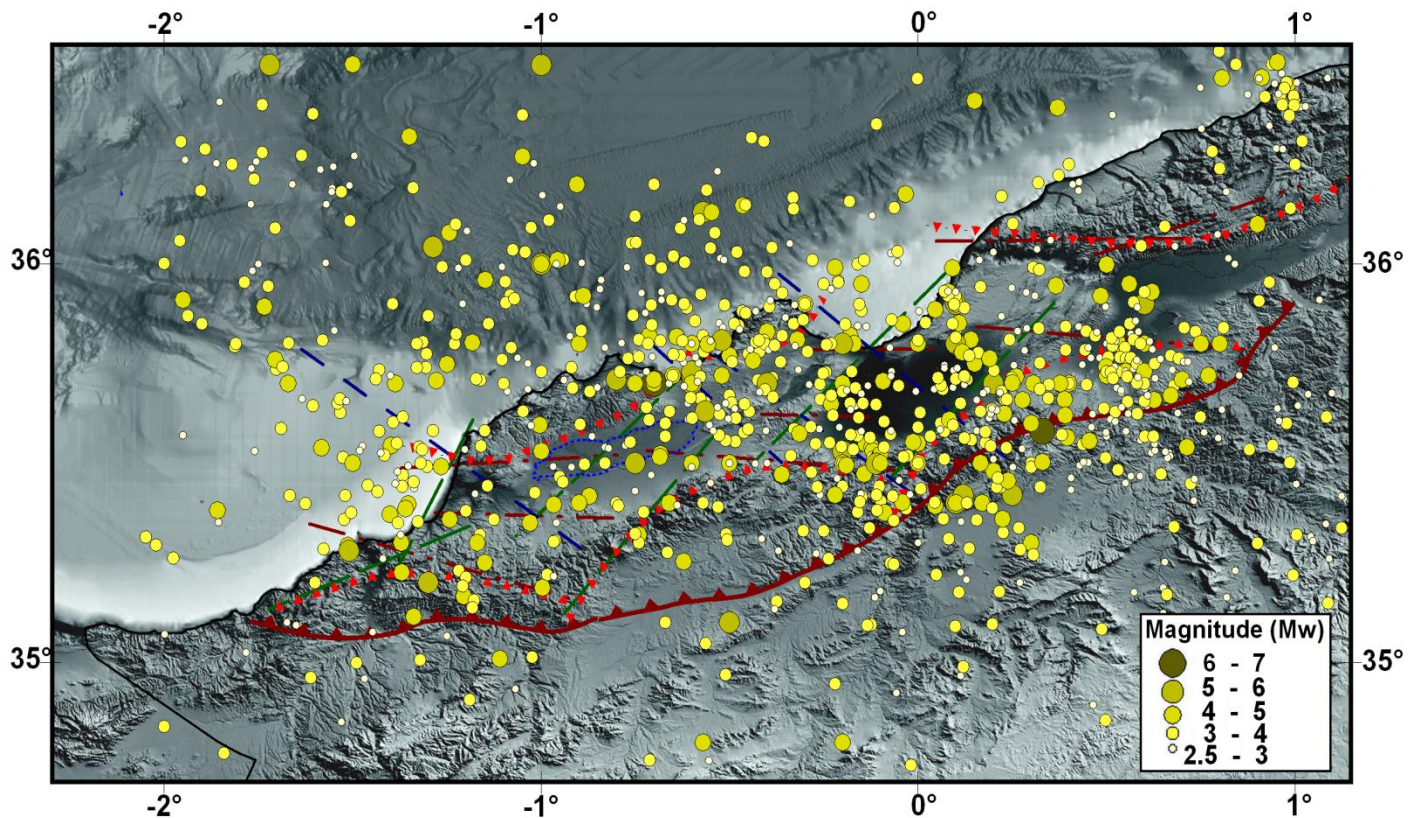
L'identification des sources actives est l'une des premières étapes de l'approche déterministe permettant l'évaluation de l'aléa sismique envisagé. Elle se réalise principalement à la base d'une étude sismotectonique, et par le biais de données d'inventaires des séismes notables ayant affectés la région d'études. Dans cette étude nous avons utilisés plusieurs variantes en relation avec la donnée séismogène (répartition des épacentres, profondeur focale, magnitude, mécanismes focaux et les accidents tectoniques). Ces variantes ont été introduites a priori dans le modèle sismo-tectonique élaboré par Nadji, (2010). Ce modèle (Fig. IV.2) constitue le support fondamental d'information qui a contribué à la collecte et la gestion des données d'acquisition varié entre CRAAG, GEOREN, ICT (Evora), USGS, IGN, ISC. Le modèle qu'on expose est le résultat d'un travail de synthèse qui regroupe à la fois l'optimisation du positionnement des sources séismiques, l'emplacement des accidents tectonique et la trace de fléxurations d'édifices morpho-structuraux répartis sur les terrains de la marge occidentale de l'Algérie.

L'intérêt de ce modèle revient à son pouvoir de mettre en évidence l'existence d'une relation spatio-temporelle entre la répartition d'épicentres séismiques et l'orientation des édifices morpho-structuraux d'étendue régionale. L'analyse cartographique des variantes montrent la présence de trois classes d'alignements en épacentres séismiques. Cette configuration géométrique prouve une répartition conforme avec aux alignements (rectilignes) qui coïncident avec les principales directions structurales d'une extension régionale. On constate que la disposition des alignements s'organise selon trois familles de fractures conformément au mécanisme tectonique de 'Riedel' (cisaillement) ; composé de plusieurs familles de failles actives : **i)** une famille de failles normale (extensive) de direction N140-160, **ii)** une famille d'accidents de type chevauchantes (inverses) de direction moyenne N060, **iii)** et d'une famille de failles à décrochement (vertical) de direction N080-100 (Est-Ouest) (Fig. IV.2).

À une échelle régionale, cette classification correspond au modèle méga-Riedel qui devient prépondérant dans la région occidentale de l'Algérie. Dans ces terrains, la structure qui domine d'avantage est celle de cisaillement, qui implique la confrontation des plaques tectoniques et leurs alternances cinématiques. La géologie régionale, décrite par plusieurs auteurs, confirme l'existence de plusieurs manifestations tectoniques ayant été exercées depuis le Miocène anté-nappe jusqu'à l'actuel.



**Figure IV.2.** Modèle séismotectonique représentatif du nord-ouest de l'Algérie, avec le système ternaire des failles actives (Nadji, 2010).



**Figure IV.3.** Réponse séismotectonique du nord-ouest de l'Algérie (Nadji, 2010), durant la période : 1790 et 2016 éditée par le catalogue de la sismicité régionale de Belayadi et al., (2017).

### IV.3.2 Magnitude maximale de référence

Une magnitude maximale est attribuée à chaque source séismogène discutée antérieurement. En effet, il s'agit d'une valeur extrême de la magnitude attendue par une source séismique. L'étude envisagée souligne que chaque source séismique s'adapte parfaitement avec les données séismiques ; historiques et instrumentales, mentionnées par le catalogue régional de Belayadi et al., (2017).

La méthode conçue dans ce travail est focalisée sur l'ajustement directionnel des segments de failles par l'ajout d'une zone d'ombrage autour de chaque source en tenant en compte de l'écart justifié à de quelques kilomètres près de contour maximal (Fig. IV.4, IV.5 et IV.6). Cette opération servira à mentionner les valeurs extrêmes en magnitude (MCE) spécifique à chaque famille de failles. Ces valeurs sont répertoriées dans le tableau (Tab. IV.1) ci-dessous.

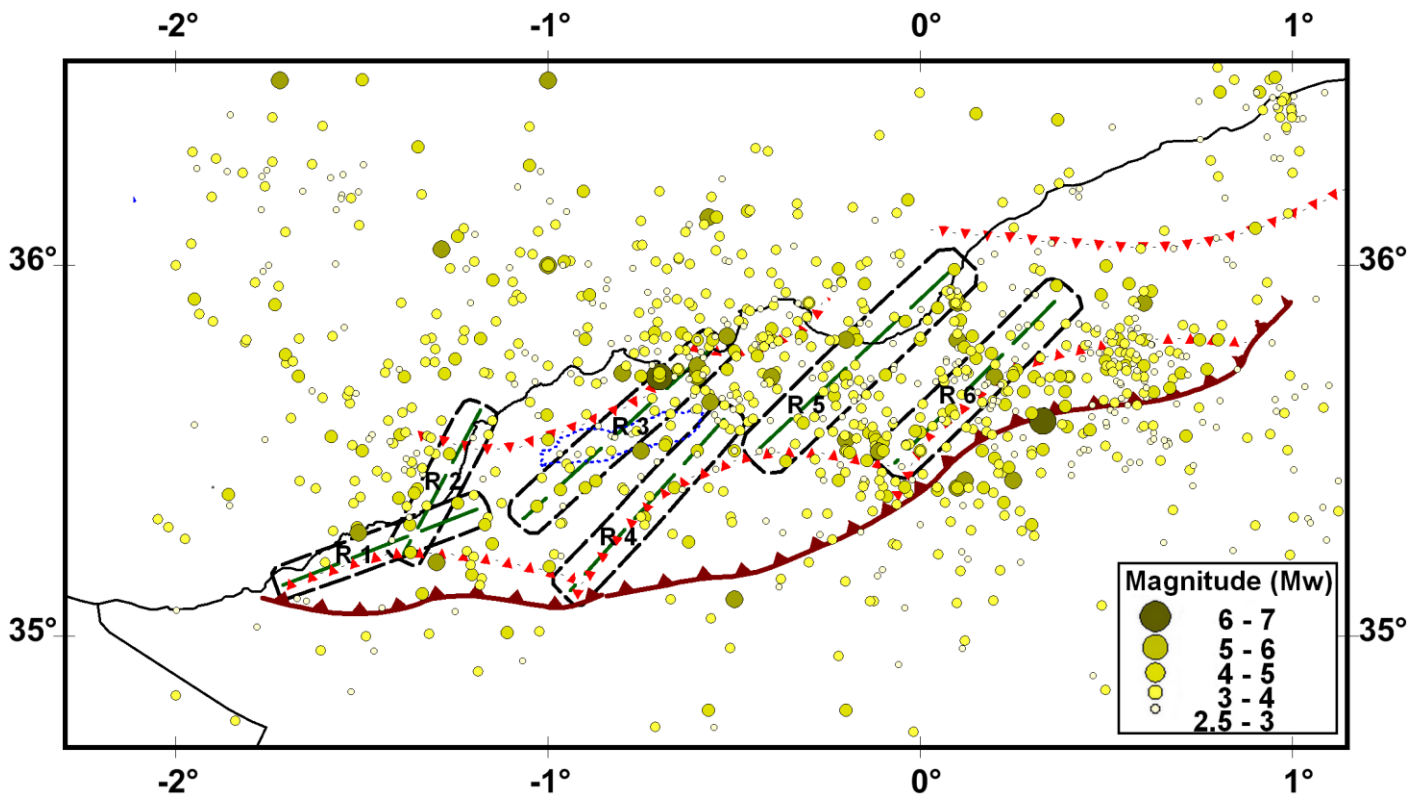


Figure IV.4. Sélection de la magnitude maximale pour les sources de la famille des failles inverses de direction NE-SW, sismicité : Catalogue de Belayadi et al., (2017).

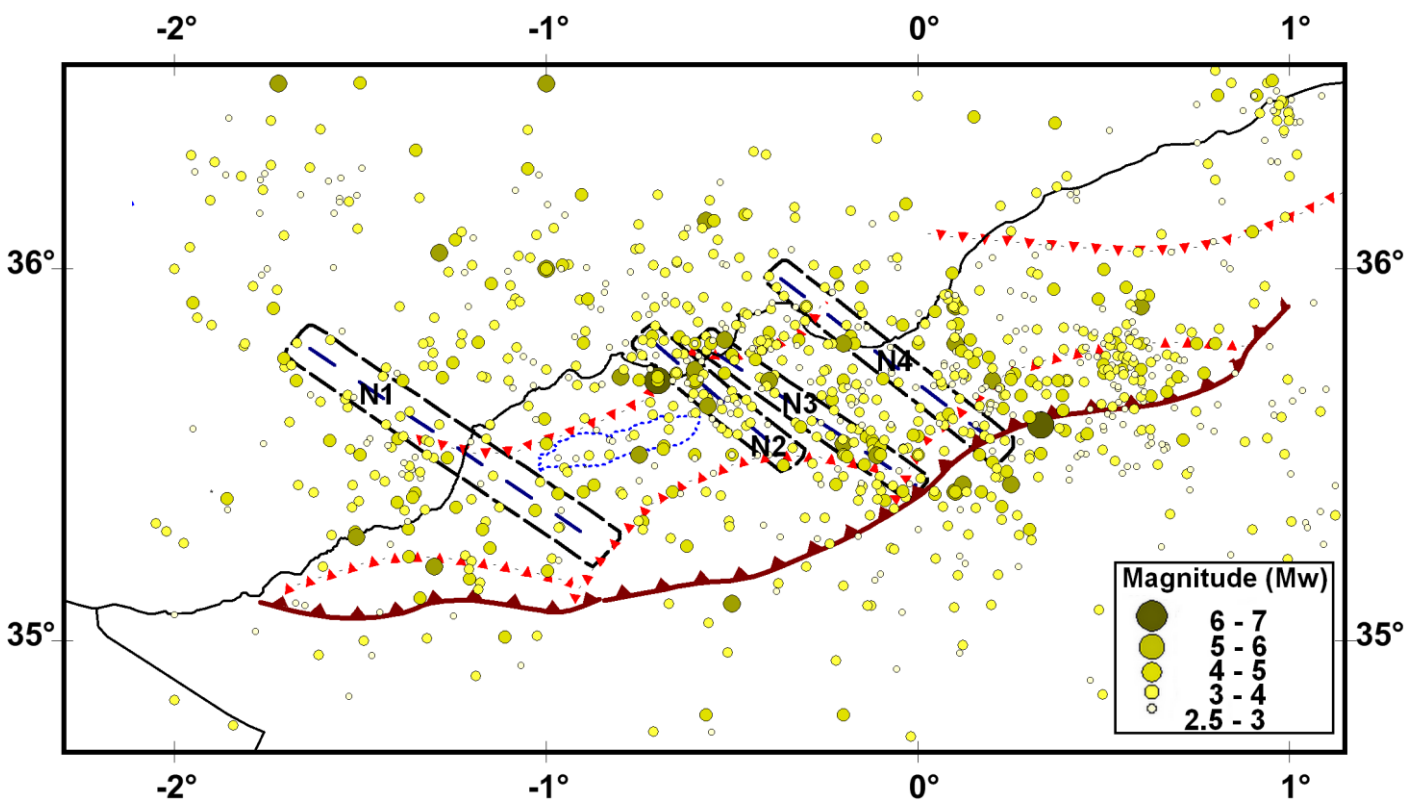
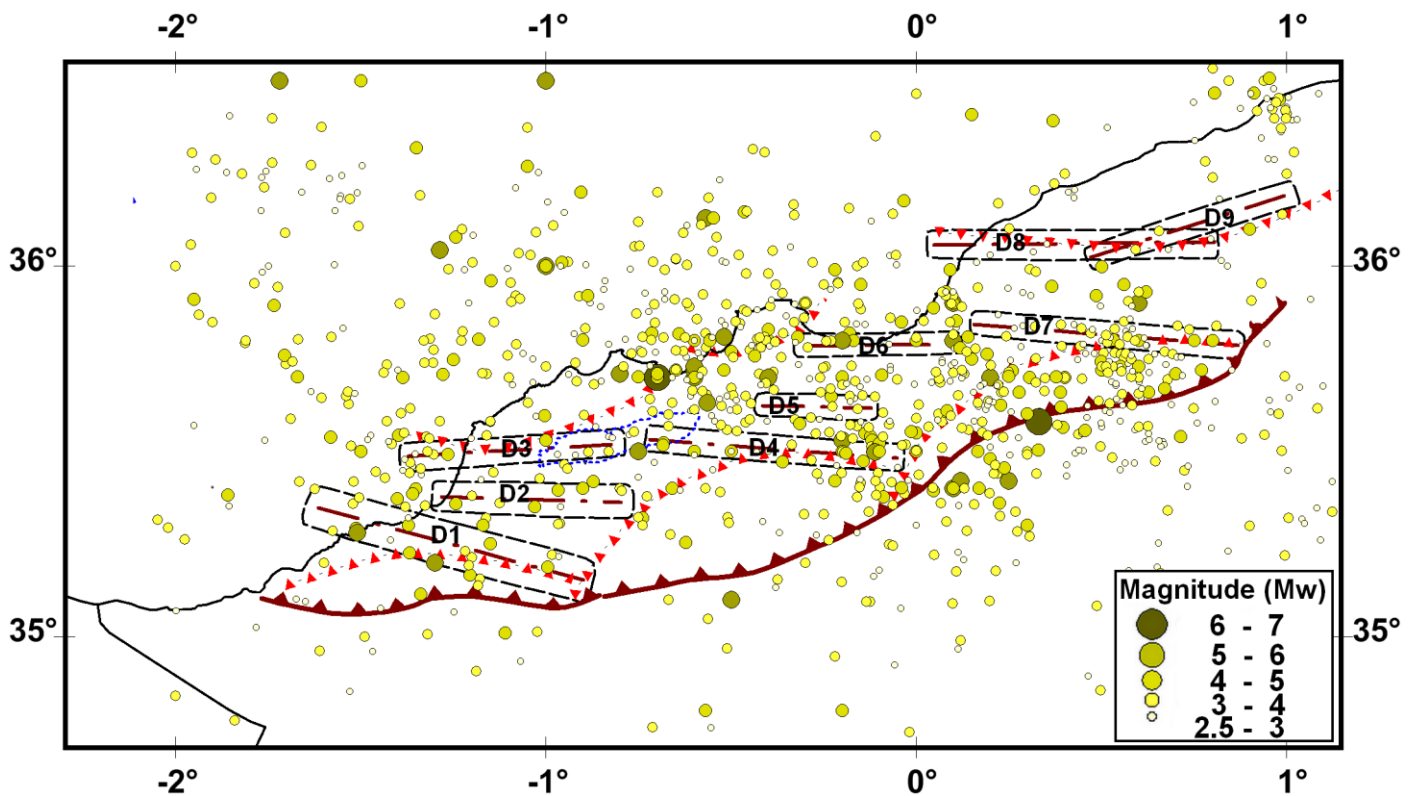


Figure IV.5. Sélection de la magnitude maximale pour les sources de la famille des failles normales de direction NW-SE, sismicité : Catalogue de Belayadi et al., (2017).



**Figure IV.6.** Sélection de la magnitude maximale pour les sources de la famille des failles Décrochantes de direction E-W, sismicité : Catalogue de Belayadi et al., (2017).

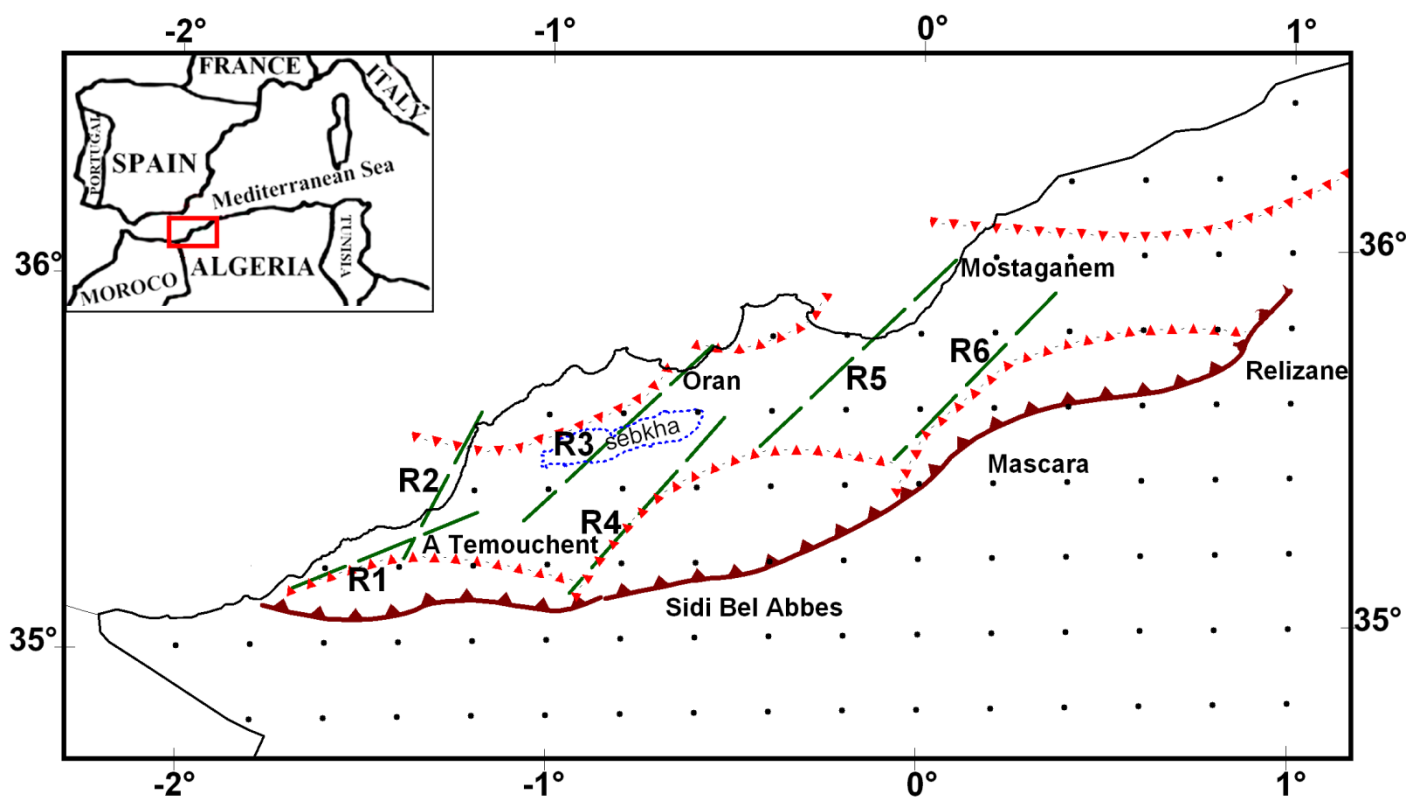
Le tableau 1 montre le potentiel séismogène des sources actives dans le nord-ouest Algérien. Nous constatons que la source R3 de la famille des failles inverses a un potentiel séismogène important avec une magnitude maximale de ( $M_w=6.5$ ), elle correspond au séisme d'Oran (1790), rappelant que ce dernier est le plus important séisme survenu dans la région étudié. Concernant la famille des failles normales, la magnitude maximale la plus importante correspond à celle sélectionnée près de la source N3 de valeur ( $M_w=5.7$ ). Pour la famille des failles décrochantes, les sources D1 et D4 ont un potentiel séismogène de magnitude ( $M_w=5.7$ ), elle correspond à la magnitude des séismes de Ain Temouchent (1999) et le séisme de Mascara (1994) respectivement.

**Tableau IV.1.** Tableau récapitulatif des magnitudes maximales des trois familles de failles, déterminées à partir du catalogue de Belayadi et al., (2017).

Familles de failles	Sources	Types de faille	$M_{\max}$ Observé
NE-SW	R1	Inverse	4.9 (5)
	R2	Inverse	4.9 (5)
	R3	Inverse	6.5
	R4	Inverse	4.7
	R5	Inverse	5.2
	R6	Inverse	5.7
NW-SE	N1	Normale	4.9 (5)
	N2	Normale	5.3
	N3	Normale	5.7
	N4	Normale	5
E-W	D1	Décrochante	5.7
	D2	Décrochante	4.1
	D3	Décrochante	4.9 (5)
	D4	Décrochante	5.7
	D5	Décrochante	4.8
	D6	Décrochante	5.2
	D7	Décrochante	4.6
	D8	Décrochante	4.6
	D9	Décrochante	4.6

### IV.3.3 Distance Source sismique-Site : Calcul de distance

Pour l'approche déterministe, la mesure de la distance entre les sources actives et les sites est une étape essentielle pour estimer l'aléa sismique. À noter qu'il existe plusieurs types de distances, telles que la distance Joyner-Boore (R-JB), la distance épacentrale (R-epic), la distance hypocentrale (R-hypo). Dans ce travail, nous avons considéré que les sites choisis constituent les points marqués et qui représente la grille de la couverture de différentes zones comprise entre les longitudes  $[-2.2^{\circ}-1^{\circ}]$  et les latitudes  $[35^{\circ}-36.4^{\circ}]$ , avec lesquels nous avons estimé l'accélération du sol en PGA. Notre maillage est unifié par un espacement régulier de  $0.2^{\circ}$  en latitude et  $0.2^{\circ}$  en longitude. Par la suite, nous avons opté à mesurer la distance épacentrale (source-site), distance optimale entre les sites et les sources actives identifiés précédemment (Fig. IV.7, IV.8 et IV.9).



**Figure IV.7.** Répartition des sites projet d'évaluation d'aléa sismique, grille carrée de points d'arrêt :  $0.2^{\circ}$ , qui couvre le nord-ouest de l'Algérie ; relatives aux failles inverses.



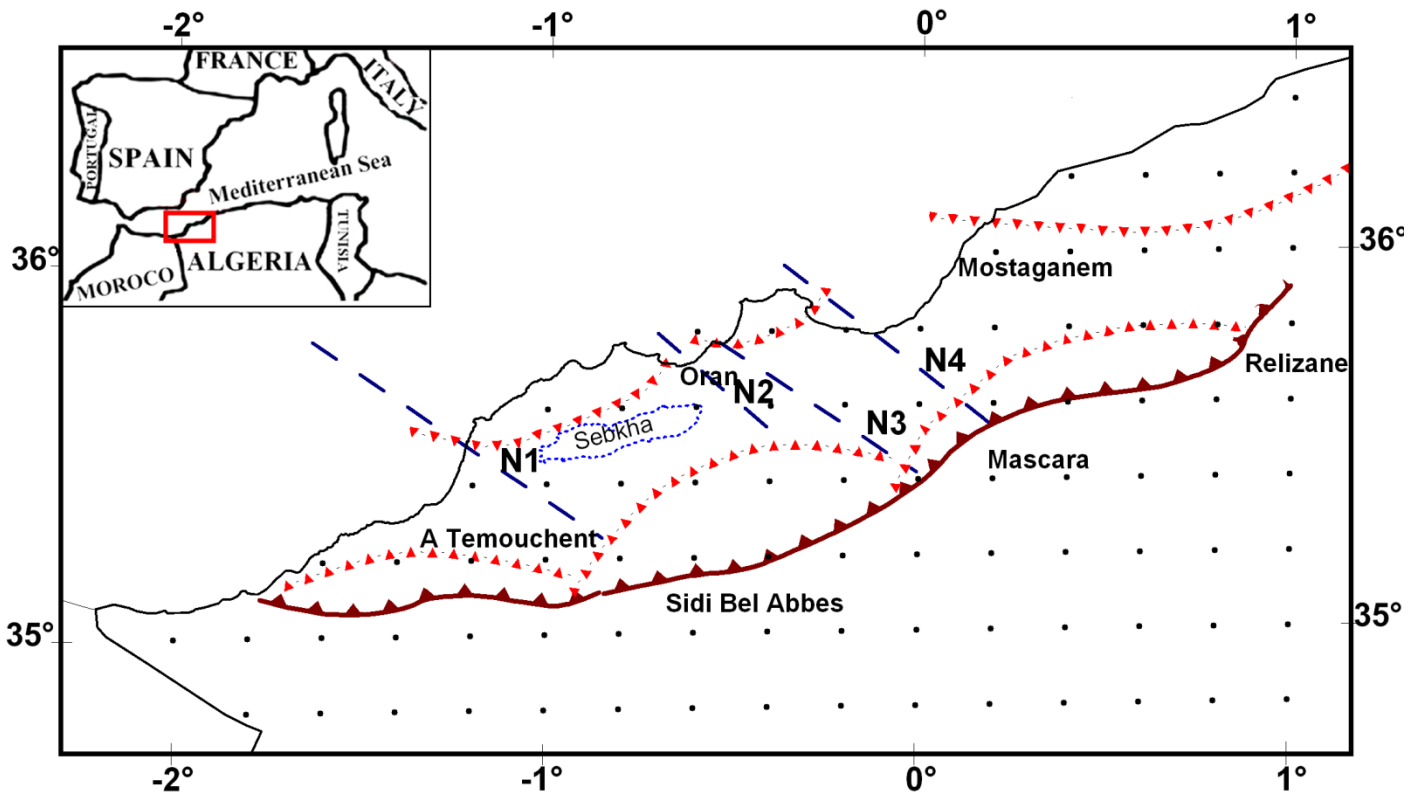


Figure IV.8. Répartition des sites projet d'évaluation d'aléa sismique, grille carrée de points d'arrêt :  $0.2^\circ$ , qui couvre le nord-ouest de l'Algérie ; relatives aux failles normales.

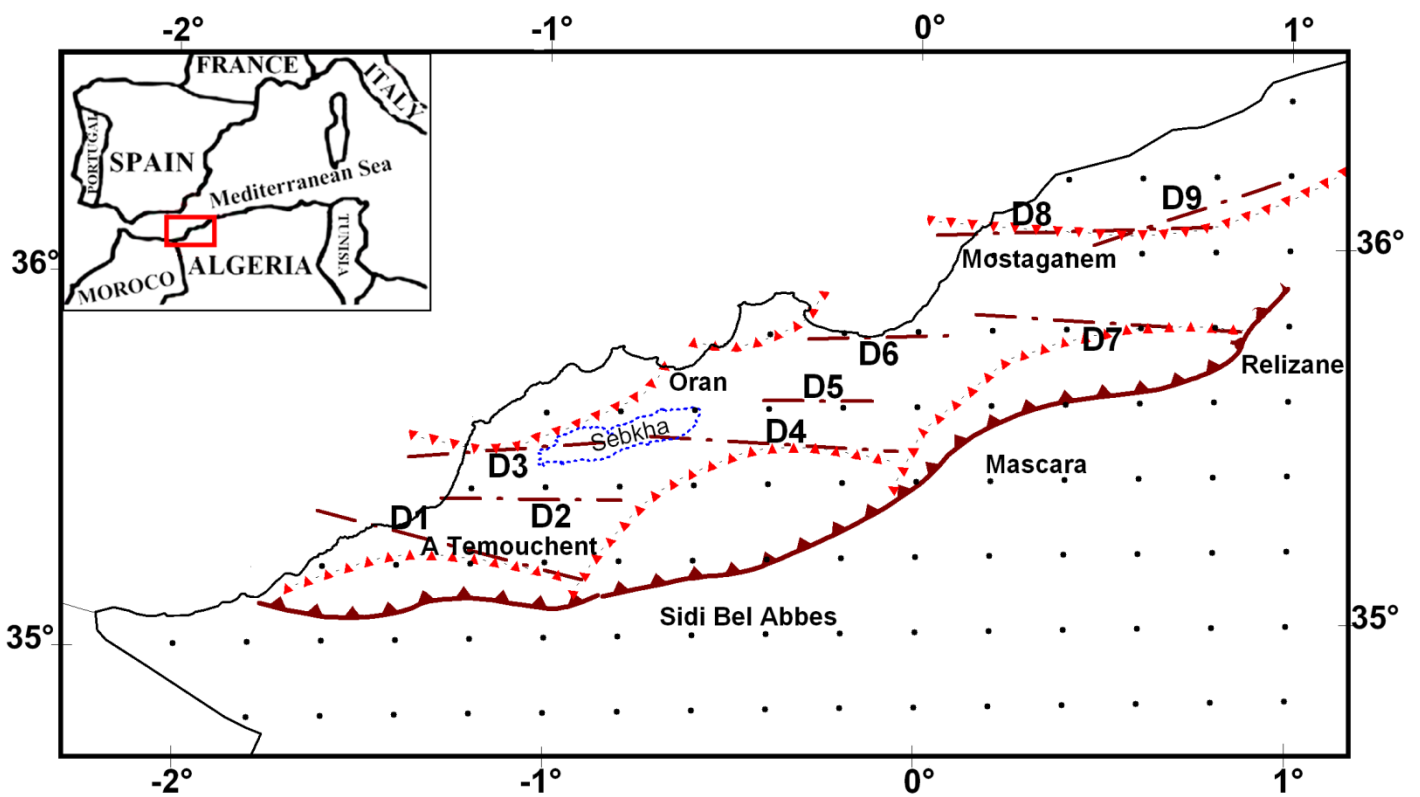


Figure IV.9. Répartition des sites projet d'évaluation d'aléa sismique, grille carrée de points d'arrêt :  $0.2^\circ$ , qui couvre le nord-ouest de l'Algérie ; relatives aux failles décrochantes.

### IV.3.4 Équation de prédiction du mouvement du sol (GMPE)

L'évaluation de l'aléa sismique requies des équations d'atténuation du mouvement du sol exprimant l'aléa sismique en termes : d'accélération maximale du sol (PGA), en fonctions de la magnitude, la distance et des variables liées aux conditions géologiques et structurales des sites envisagés.

Comme l'activité séismique dépend de plusieurs sources d'informations et d'acquisition difficiles à obtenir, nous avons opté à choisir dans la panoplie des courbes d'atténuation la plus commode à notre contexte sismogène. En connaissance de cause notre choix a été orienté vers la relation d'Akkar et al., (2013), qui fait intégrer toute les variantes sismo-tectoniques cités précédemment.

Le choix du modèle suscitée d'Akkar et al., (2013) composé de plusieurs relations (1), (2), (3), a été valorisé grâce aux recommandations postulées par Louami et al., (2018). Ce modèle d'atténuation est plus approprié pour une meilleure valorisation de l'aléa sismique du nord algérien. Néanmoins, un test de cohérence du modèle d'Akkar et al., (2013) avec le contexte sismotectonique global arrêté, jusqu'ici sur le nord algérien, vient d'être conçu en conséquence pour notre étude.

Quant à ce modèle on doit rappeler qu'il s'intègre à la dernière génération des modèles traitant les accélérations du sol. À savoir que ce dernier dérive de la même catégorie des mouvements sol sis en europe et au Moyen-Orient ; très spécifique aux tremblements de terre superficiels (profondeurs focales inférieures à 30 km). Notons que ce modèle reste valide pour les magnitudes du moment sismique comprises entre ( $M_w=4$ ) et ( $M_w=8$ ) et pour trois types de distance : épacentrale ( $R_{epi}$ ), hypocentrale ( $R_{hyp}$ ) et Joyner-Boore ( $R_{JB}$ ), allant jusqu'à au moins 200 km.

L'avantage de ce modèle est d'être applicable pour les trois (3) types de familles de failles (normale, inverse et décrochante) ainsi que pour les trois 3 catégories de sol (roche, sol raide et sol mou). Ces classes de sol ont été définies en fonction des vitesses d'onde de cisaillement  $V_{S30}$  qui varient entre 150 et 1200 m / s.

$$\ln(Y_{REF}) = \ln[Y_{REF}(M_w, R, Sof)] + \ln[S(V_s, PGA_{REF})] + \epsilon O \quad (1)$$

$$\ln(Y_{REF})$$

$$= \begin{cases} a_1 + a_2 + (M_w - c_1) + a_3(8.5 - M_w)^2 + [a_4 + a_5(M_w - c_1)]\ln(\sqrt{R^2 + a_6^2}) + a_8 F_n + a_9 F_r + S \\ \text{for } M_w \leq c_1 \\ a_1 + a_7 + (M_w - c_1) + a_3(8.5 - M_w)^2 + [a_4 + a_5(M_w - c_1)]\ln(\sqrt{R^2 + a_6^2}) + a_8 F_n + a_9 F_r + S \\ \text{for } M_w > c_1 \end{cases} \quad (2)$$

$$\ln(S) = \begin{cases} b_1 \left( \frac{V_{S30}}{V_{REF}} \right) + b_2 \ln \left[ \frac{PGA_{REF} + c(V_{S30}/V_{REF})^n}{(PGA_{REF} + c)(V_{S30}/V_{REF})^n} \right] \text{ For } V_{S30} \leq V_{REF} \\ b_1 \ln \left[ \frac{\min(V_{S30}, V_{con})}{V_{REF}} \right] \text{ For } V_{S30} > V_{REF} \end{cases} \quad (3)$$

NB : Relations (1), (2) et (3) données par les travaux d'Akkar et al., (2013).

Où : ( $M_w$ ) : magnitude du moment sismique

R : distance source-site (km)

FN : Faille normale

FR : Faille inverse

$c_1$  : Magnitude de pivotement ( $M_w=6.75$ )

$V_{S30} (V_{REF}) = 750$  m/s

$V_{CON} = 1000$  m/s

**Tableau IV.2.** Coefficients de régression indépendants du modèle GMPE d'Akkar et al, (2013).

$a_2$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$c_1$	c	n
0.0029	0.2529	7.5	-0.5096	6.75	2.5	3.2

**Tableau IV.3.** Coefficients de régression dépendants du modèle GMPE d'Akkar et al, (2013) de l'accélération maximale du sol (PGA) pour les distances : épacentrale, hypocentrale et Joyner-Boore.

Coefficients	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_8$	$a_9$	$b_1$	$b_2$
PGA ( $R_{JB}$ )	1.85329	0.0029	-0.02807	-1.23452	-0.1091	0.0937	-0.41997	-0.28846
PGA ( $R_{epi}$ )	2.52977	0.0029	-0.05496	-1.31001	-0.1091	0.0937	-0.41997	-0.28846
PGA ( $R_{hypo}$ )	3.26685	0.0029	-0.04846	-1.47905	-0.1091	0.0937	-0.41997	-0.28846

Dans l'objectif de tester l'adaptation du modèle d'atténuation d'Akkar et al., (2013) avec le contexte sismotectonique du nord algérien, nous avons comparé les valeurs de PGA prédites de ce dernier et les accélérations maximales du sol (PGA) enregistrés (Tab. IV.4), provenant du Centre Génie Parasismique (GCS), pour 8 tremblements de terre survenu au nord algérien entre 1999 et 2016, avec des magnitudes comprises entre ( $M_w=4.7$ ) et ( $M_w=6.8$ ). Signalons que le tableau (Tab.IV.4) contient des données sur l'accélération maximale horizontale pour les deux directions (Nord-Sud) et (Est- Ouest), la distance épacentrale, ainsi que d'autres informations importantes tels que la magnitude, la profondeur et la station d'enregistrement.

**Tableau IV.4.** Accélération maximale du sol (PGA) de 8 séismes survenu au nord de l'Algérie, source des données : Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique (CGS).

ID/Séisme	Date	Y	X	h (km)	Magnitude ( $M_w$ )	Distance (km)	PGA (g)		Référence /station	
							E-W	N-S		
1/AinTémouchent	22/12/1999	35.12	-1.19	10	5.7	82	0.008	0.006	Oran	
							21	0.057	0.016	Ain Tolba
							14	0.035	0.066	Ain Kihal
							32	0.015	0.017	Beni-Saf
2/Béni-Ourtilane	10/11/2000	36.17	4.69	10	5.7	27	0.03	0.022	Bougaa	
							21,7	0.02	0.04	Sidi Aich
							66	0.005	0.006	Taksebt
3/Zemmouri	21/05/2003	36.83	3.65	10	6.8	106.5	0.03	0.03	Tipaza	
							117	0.1	0.07	Hammam Righa
							139	0.03	0.026	Miliana
							95	0.16	0.09	El Afroun
							77	0.05	0.04	Blida
							48	0.31	0.16	Kouba
							45	0.27	0.23	Hussein Dey
							40	0.52	0.46	Dar El Beida
							22	0.31	0.26	Keddara
41	0.2	0.19	Tizi ousou							
4/Oran	09/01/2008	35.73	-0.4	11	4.7	26.1	0.025	0.022	GPIZ	
							12.2	0.028	0.033	LNTP
							50.9	0.017	0.024	MHDA
							16.6	0.041	0.079	PTT
							54.2	0.002	0.002	SFSF
							7.8	0,019	0.024	USTO

5/Oran	06/06/2008	36.06	0.64	8	5.4	43.7	0.042	0.04	BLIS
						60.2	0.023	0.028	BOUZ
						33.9	0.062	0.06	GPIZ
						65.4	0.007	0.009	HBOU
						67.2	0.018	0.019	MHDA
						58.7	0.034	0.033	OSEB
						19	0.048	0.056	PTOR
						76.6	0.007	0.005	SFSF
						51.1	0.025	0.03	SIGM
						17.9	0.054	0.05	USTO
6/Bougirat	22/05/2014	35.73	0.18	10	4.9	23	0.001	0.0197	Mostaganem
						68	0.002	0.0024	Oran
						58	0.003	0.0027	Gdyel
						61	0.005	0.0052	Oued Tlilet
						21,5	0.016	0.0206	Mohammadia
						114	0.002	0.002	Chlef
						50	0.007	0.0048	Sig
7/Alger	01/08/2014	36.85	3.20	10	5.3	16	0.072	0.058	Alger
						30.9	0.032	0.038	Staoueli
						18.4	0.131	0.137	Kouba
						26.3	0.055	0.084	Boumerdes
						41	0.021	0.024	Boufarik
						110	0.003	0.006	Ain Defla
						51	0.046	0.038	Tablat
						47.5	0.118	0.099	Lakhdaria
8/Mihoub	29/05/2016	36.38	34.53	10	5.2	19	0.173	0.177	Tablat
						26	0.072	0.054	Benislmane
						32	0.005	0.006	Bouira
						60	0.006	0.006	Boufarik
						59	0.005	0.006	Sebala
						48	0.013	0.01	Dar El beida
						70	0.01	0.007	Medéa

Les figures (Fig. IV.10, IV.11, IV.12) ci-dessous, montrent la comparaison entre les valeurs PGA enregistrés (Tab. IV.4) et les valeurs prédites par le modèle d'Akkar et al., (2013). Les données enregistrées sont représentées par des points, ces derniers sont projetés sur les courbes d'atténuation GMPE d'Akkar et al., (2013) pour les magnitudes du moment sismique ( $M_w= 4.5$ ,  $M_w= 5.5$ ,  $M_w= 6.5$  et  $M_w= 7.5$ ), cela pour trois types de failles (normale, inverse, et décrochante), considérant que le milieu est rocheux, en absence des données sur le type sol dans les quels les enregistrements du PGA ont été effectué.

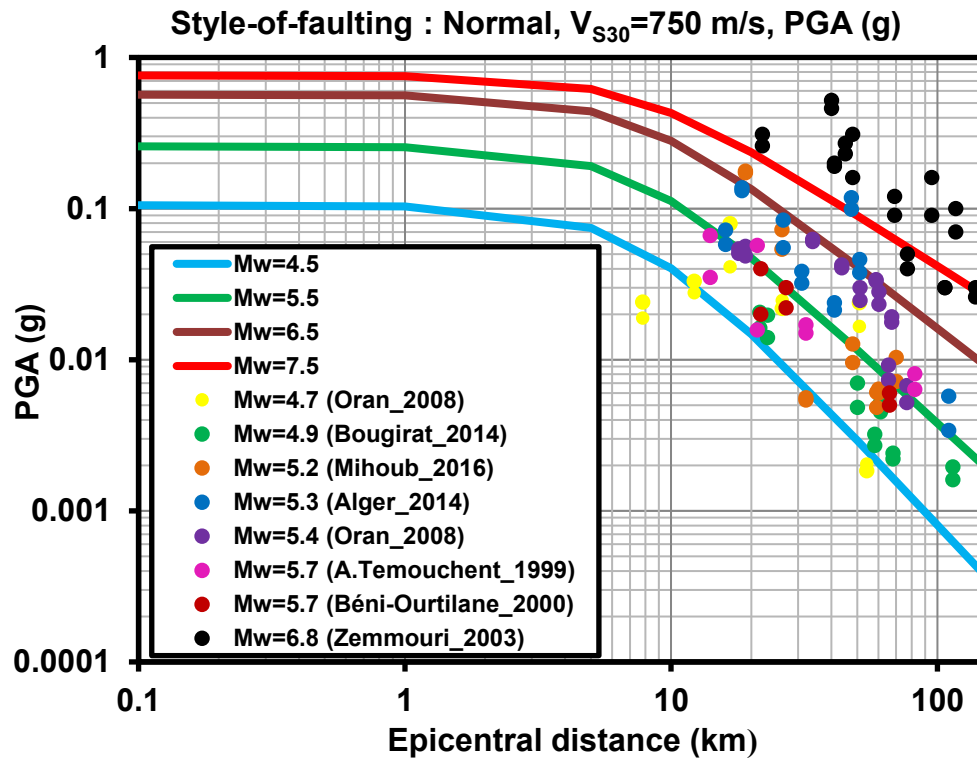


Figure IV.10. Comparaison des données PGA enregistrées (Tab. IV.4) avec le modèle d'atténuation (PGA) d'Akkar et al., (2013) pour : faille normal et  $V_{S30}=750$  m/s.

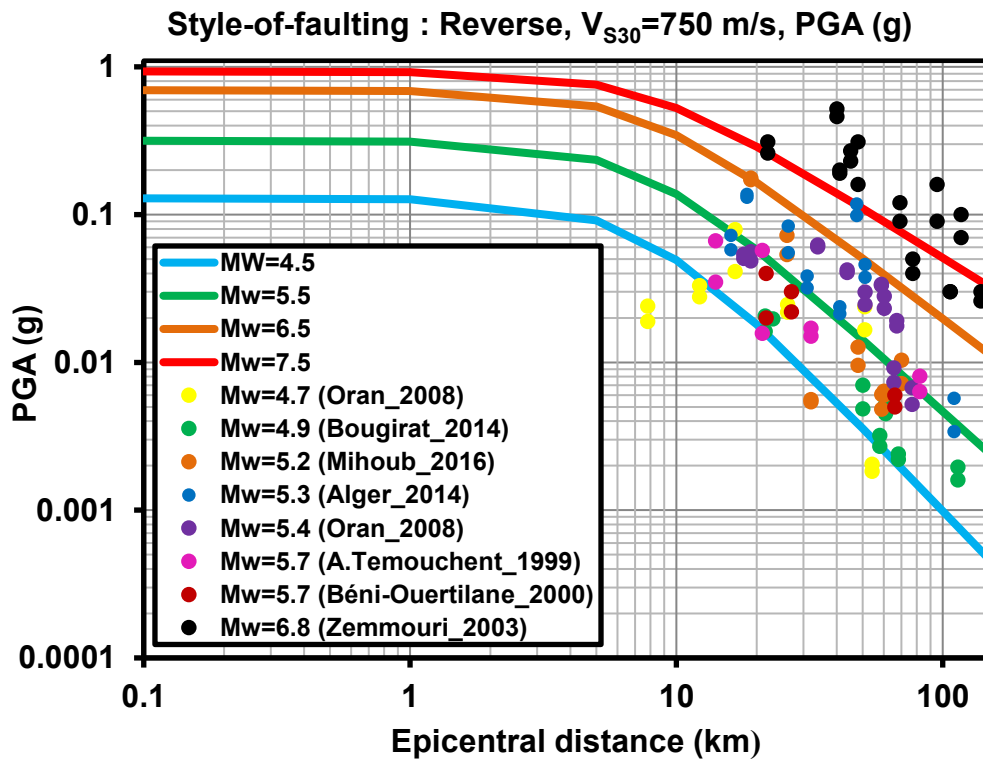
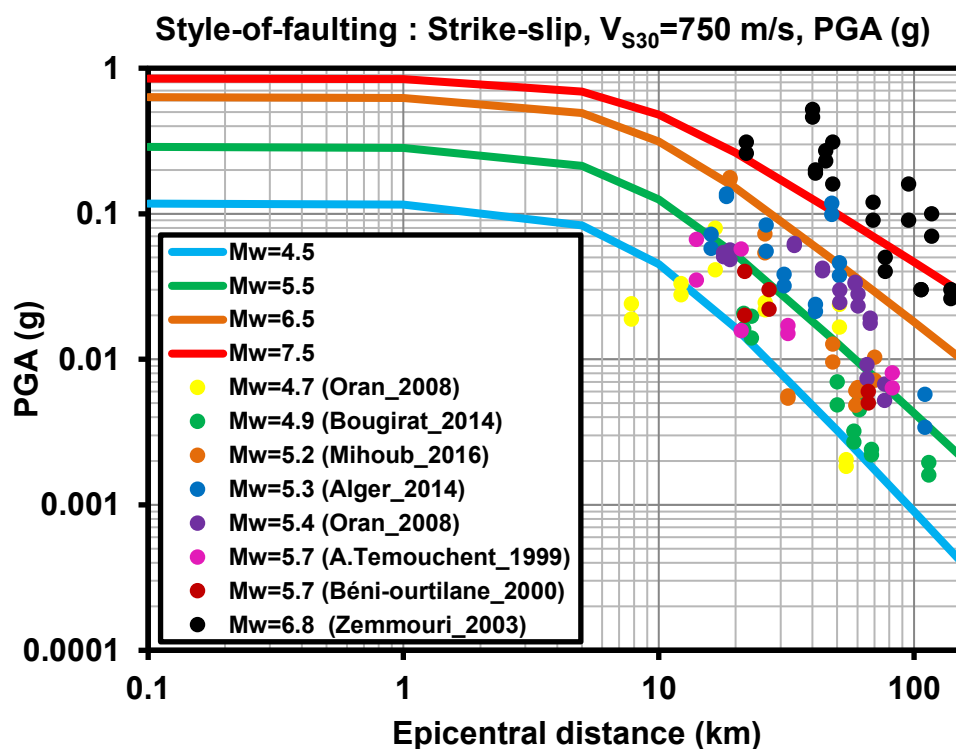


Figure IV.11. Comparaison des données PGA enregistrées (Tab. IV.4) avec le modèle d'atténuation (PGA) d'Akkar et al., (2013) pour : faille inverse et  $V_{S30}=750$  m/s.



**Figure IV.12.** Comparaison des données PGA enregistrées (Tab. IV.4) avec le modèle d'atténuation (PGA) d'Akkar et al., (2013) pour : faille décrochante et  $V_{S30}=750$  m/s.

La distribution des points représentant les valeurs d'accélération maximale du sol n'est pas aléatoire. En effet, sur les figures (Fig. IV.10, IV.11, et IV.12) nous constatons une concentration de ces points pour les séismes : d'Oran (2008,  $M_w=4.7$ ) et Bougirat (2014,  $M_w=4.9$ ) autour de la courbe d'atténuation de la magnitude ( $M_w=4.5$ ). De même, les mouvements forts du sol pour les séismes : Ain Temouchent (1999,  $M_w=5.7$ ), Béni-Ouertinale (2000,  $M_w=5.7$ ), Oran (2008,  $M_w=5.4$ ), Alger (2014,  $M_w=5.3$ ), et Mihoub (2016,  $M_w=5.2$ ) sont concentrés autour des courbes d'atténuation de magnitude ( $M_w=5.5$ ).

Cependant, il est à noter que quelques points correspondent aux valeurs PGA enregistrées pour le séisme de Boumerdes (2003,  $M_w=6.8$ ) sont supérieures aux valeurs prédites par le modèle d'Akkar et al., (2013), cela probablement dû aux effets d'amplifications des mouvements du sol dans la région de Boumerdes et le bassin de Mitidja dit : résonance vibratoire.

Malgré le nombre très réduit des données d'accélération maximale du sol utilisés pour tester les relations d'atténuation pour les 3 types de failles, les figures (Fig. IV.10, IV.11, et IV.12) ont montrées un comportement d'atténuation du tremblement de terre qui est cohérent avec le

modèle d'atténuation d'Akkar et al., (2013). Par conséquent, nous considérons que ce modèle s'adapte bien avec le contexte sismotectonique décrit précédemment.

#### IV.4 Calcul Aléa sismique DSHA

Le calcul de l'aléa sismique du nord-ouest algérien est effectué sur une grille de points de dimension  $0.2^\circ \times 0.2^\circ$  couvrant la région étudiée, soulignons que ces points représentatifs des sites, avec lesquels les mouvements du sol en termes d'accélération maximal du sol (PGA) sont estimés suivant les étapes ci-dessous :

- 1- Toutes les sources sismiques sont identifiées, en se basant sur le modèle sismotectonique élaboré par Nadji, (2010), où 3 familles de faille ont été mises en évidence (Normale, inverse et décrochante).
- 2- La magnitude maximale ( $M_{max}$ ) est déterminité pour les sources sismiques, en prenant en compte la magnitude du fort séisme historique ou instrumentale observé dans le catalogue Belayadi et al., (2017) et survenu sur un rayon à quelques km de la source sismique.
- 3- La distance épacentrale (R) la plus courte entre les points de la grille est les sources séismogéniques identifiés précédemment est mesuré.
- 4- Les valeurs de l'accélération maximale du sol (PGA) sont évaluées pour chaque site de la grille, en fonction de la magnitude Maximale ( $M_{max}$ ) et la distance épacentrale mesurée, en utilisant le modèle d'atténuation d'Akkar et al., (2013) ; en supposant que le milieu soit rocheux.

Les étapes suscitées ont été traitées de la même façon pour tous les cites envisagés, soulignons que les valeurs d'accélération du sol la plus élevées au centre de chaque grille ( $0.2^\circ \times 0.2^\circ$ ) sont sélectionnés afin de préparer 3 cartes d'aléa déterministe pour les aux 3 familles de failles du modèle sismotectonique de la région d'étude ; proposé in Nadji, (2010).

Par conséquence, deux cartes synthétiques de l'aléa seismique déterministe ont été élaborées pour le nord-ouest algérien, en tenant en compte des valeurs pondérées de PGA ainsi que les valeurs les plus élevées calculées au niveau des sites.



## IV.5 Résultats et discussion

L'évaluation de l'aléa sismique du nord-ouest algérien a été réalisée suivant une approche déterministe pour 3 types de sources séismogéniques (inverse, normale et décrochante) identifiées antérieurement. Soulignons que les mouvements du sol ont été calculés en termes d'accélération maximale du sol (PGA), en fonction la magnitude maximale et la distance la plus courte, mesuré entre les sources séismiques et les sites espacés à  $(0.2^\circ \times 0.2^\circ)$  couvrant l'ensemble de la région. L'évaluation de l'aléa DSHA a été effectuée en utilisant le modèle d'atténuation d'Akkar et al., (2013) et en supposant que le milieu soit rocheux.

Les résultats de cette étude sont représentés sous forme de cartes d'aléa déterministe montrant la répartition spatiale des valeurs de l'accélération maximale du sol (PGA). Ces cartes d'aléa montrent l'existence d'une distinction évidente dans le tracé des courbes iso-valeurs de PGA. Ces cartes d'aléa (Fig. IV.13, IV.14 et IV.15) sont établies respectivement pour chaque type de faille (inverse, normale et décrochante). En conséquence, deux cartes de synthèse ont été élaborées (Fig. IV.16) et (Fig. IV.17) en prenant en compte les valeurs de PGA moyennes et les valeurs les plus élevées calculées pour chaque type de faille.

La figure (Fig. IV.13) représente la carte d'aléa déterministe préparé en prenant en compte les failles inverses de direction NE-SW, notons que les valeurs de PGA varient entre 0.05 et 0.65 (g). Sur cette carte, nous constatons deux zones d'accélération du sol très élevé, correspond à la plaine de Habra où les valeurs de PGA comprise entre 0.2 et 0.65 (g), et la plaine du Mleta avec les valeurs allant de 0.15 (g) jusqu'à 0.30 (g) ont été observées, soulignons que les courbes d'iso-valeurs de PGA sont orientées selon la direction NE-SW, suivant la même direction que les sources séismiques de la famille des failles inverses.

En ce qui concerne les failles normales, la figure (Fig. IV.14) révèle deux zones d'accélérations maximale du sol de direction NW-SE qui sont : **i**) la partie orientale du bassin du bas Chélif couvrant les monts d'Arzew et la plaine de Habra où les valeurs de PGA varient entre 0.04 et 0.22 (g), **ii**) la limite occidentale de la plaine de Mleta avec des valeurs de PGA comprise entre 0.04 et 0.12 (g).

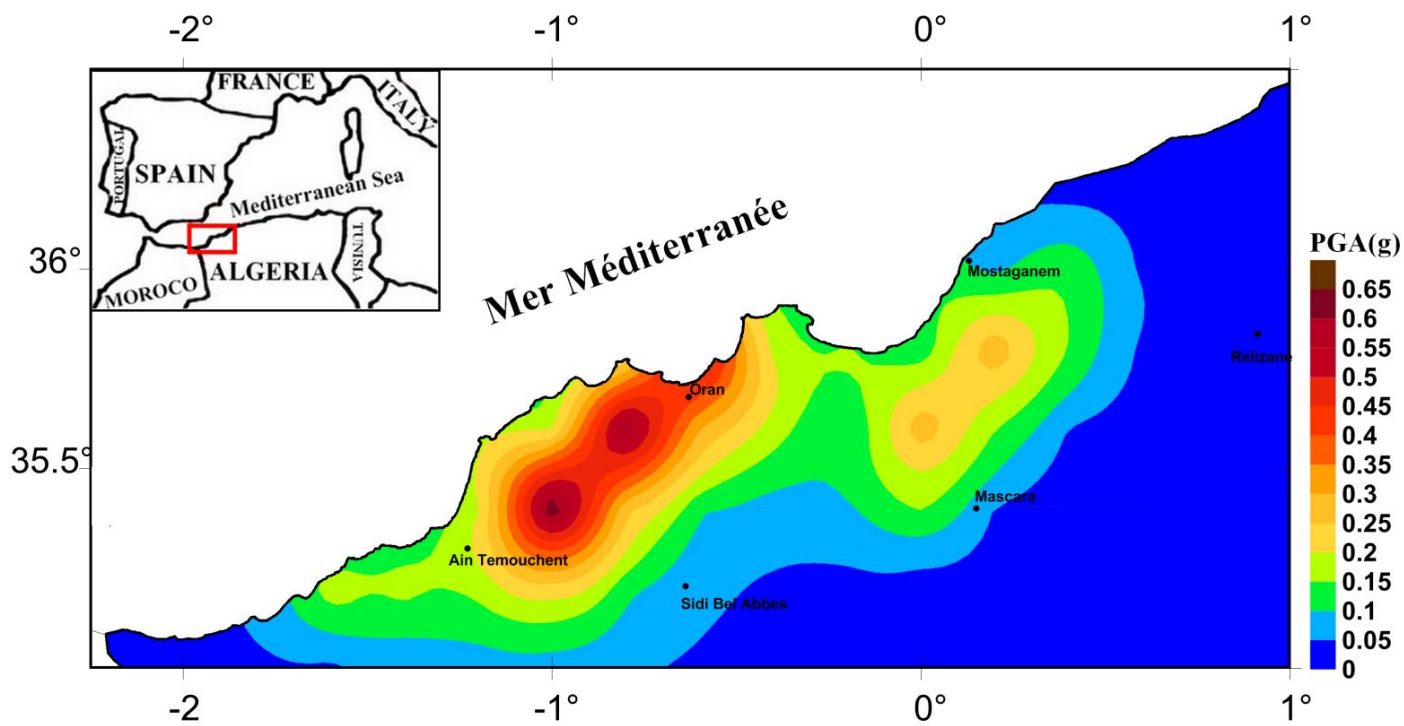


Figure IV.13. Carte d'aléa sismique déterministe du nord-ouest Algérien en termes d'accélération maximale du sol (PGA), pour les failles inverses de direction NE-SW.

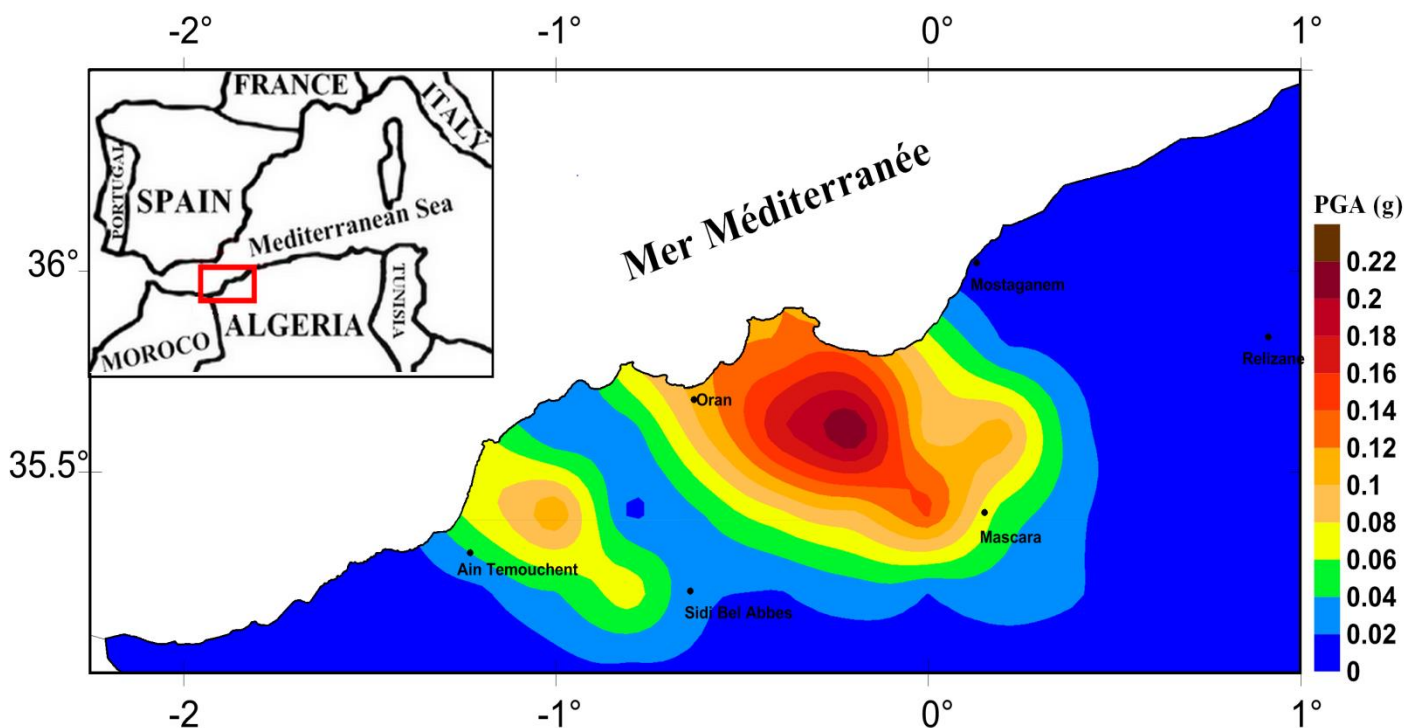
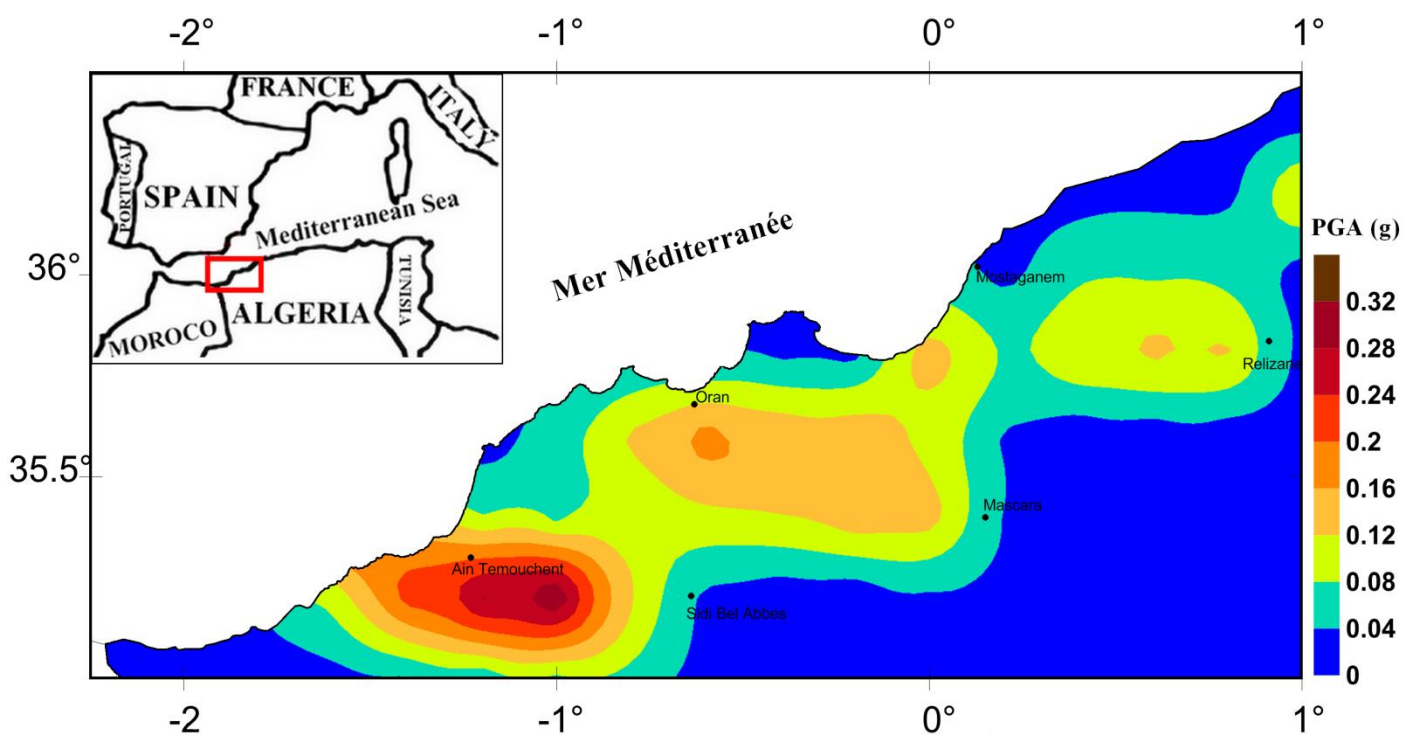


Figure IV.14. Carte d'aléa sismique déterministe du nord Algérien en termes d'accélération maximale du sol (PGA), pour les failles normales de direction NW-SE.

Par ailleurs, une troisième carte d'aléa déterministe a été préparée pour les failles décrochantes de direction E-W (Fig.IV.15). Notant que cette carte a mis en évidence 3 zones d'accélération maximales du sol, dont la plus importante est la région de Ain Temouchent, où les valeurs de PGA sont comprises entre 0.12 et 0.32 (g). Une deuxième zone correspond à la partie centrale du bassin du bas Chélif, couvrant à la plaine de Harba et les monts de Béni Chougran, avec des valeurs de PGA variant entre 0.08 et 0.16 (g) et peuvent atteindre 0.20 (g). Pour la 3ème zone, situé près la région de Relizane, les valeurs de PGA sont comprises dans l'intervalle de 0.08 et 0.12 (g). Il est à noter que les courbes de PGA de cette carte (Fig.IV.15) ont une direction E-W suivant la direction de famille des failles décrochantes identifiées par Nadji, (2010).

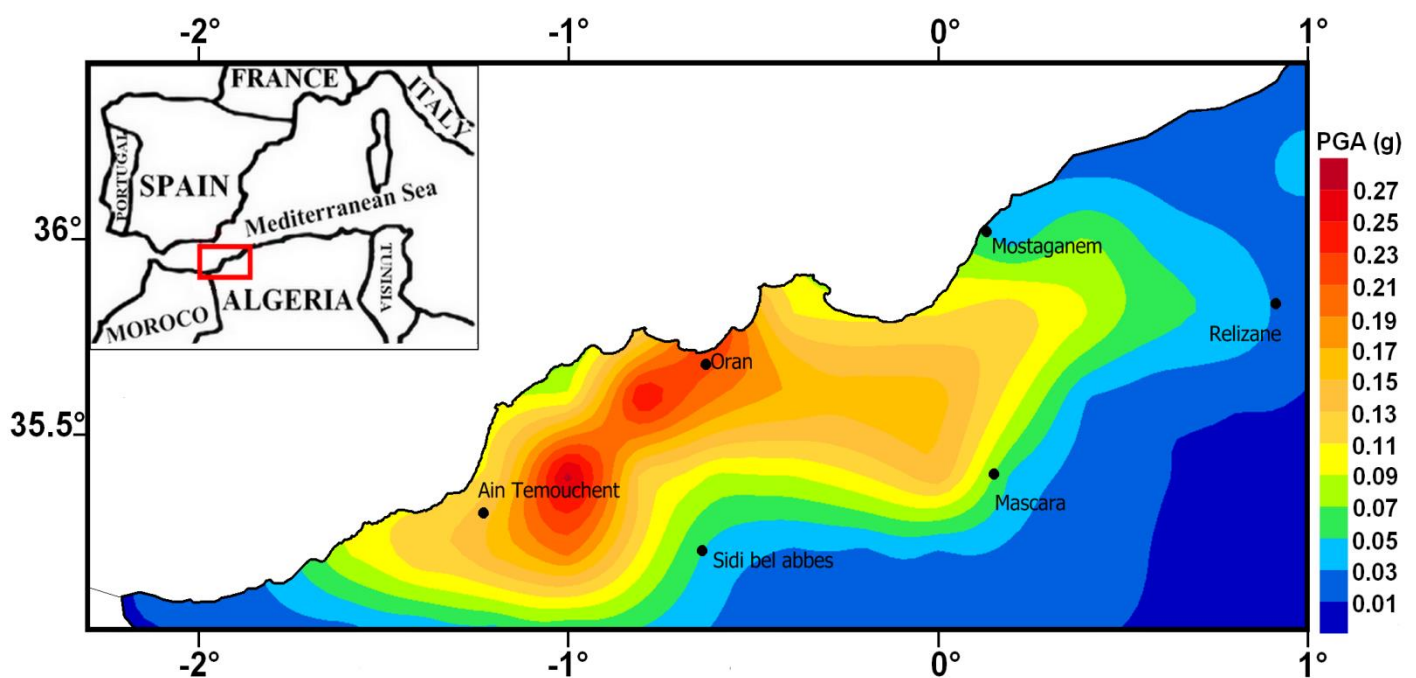


**Figure IV.15.** Carte d'aléa sismique déterministe du nord Algérien en termes d'accélération maximale du sol (PGA), pour les failles décrochantes de direction E-W.

La carte synthétique d'aléa sismique déterministe DSHA a été élaboré par les valeurs pondérés des accélérations du sol PGA (Fig. IV.16), qui représente des vibrations des terrains sur l'ensemble de la région littorale de l'ouest algérien. La résolution géométrique du tracé d'aléa est effectué par le programme de cartographie spécialisé SIG, qui nous a permis d'obtenir une configuration d'aléa adapter à la valeur moyenne des PGA, qui reflète effectivement l'activité sismique décrochante des failles actives sur l'ensemble du littoral

Oranais. En effet, la répartition des valeurs PGA comprise entre 0.11 à 0.17 (g), ont une dominance remarquable sur la région d'étude, qui souligne une extension Est-Ouest, qui correspond à l'axe décrochant (sismotectonique), représentatif du dernier mouvement d'un cisaillement contemporain au décrochement majeur qui délimite la plaque africaine de la plaque euroasiatique.

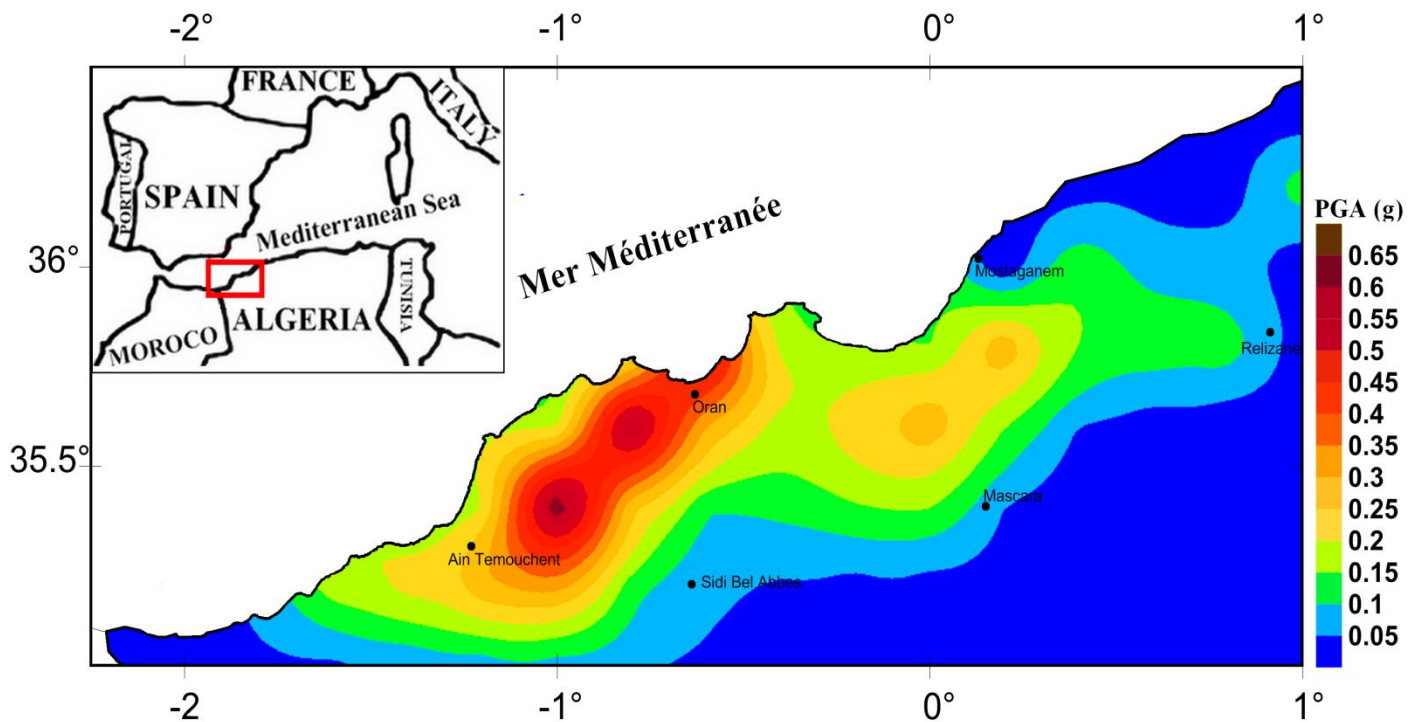
L'observation géodynamique qui repose sur les données structurales du substratum régional montre que l'exercice des contraintes tectoniques est la fracturation à l'échelle régional suit parfaitement le modèle du Riedel, (1927). Ce modèle s'applique convenablement en zone de cisaillement dominant comme le cas de l'oranie.



**Figure IV.16.** Carte d'aléa sismique déterministe du nord-ouest Algérien en termes des valeurs pondérées de PGA calculées.

D'autre Part, la méthode déterministe impose l'utilisation des valeurs extrême en PGA (Fig.IV.17), dont la cartographie thématique montre une orientation des courbe iso-valeurs de PGA qui converge vers une tendance NE-SW, conformément au failles inverse. En effet, cette carte indiquant deux zones d'accélération maximale du sol (PGA) élevées, qui sont la zone couvrant les massifs littoraux et la plaine de Mleta, avec des valeurs de PGA comprise entre 0.2 et 0.6 (g), et ainsi que la zone correspond à la plaine Habra, et les monts de Béni Chougrane, où les valeurs de PGA varient entre 0.1 et 0.3 (g).

Ces résultats (Fig. IV.17), confirmant le potentiel sismogène des failles inverses étudiées par certains auteurs : (Meghraoui, 1988, Benouar et al., 1994 ; Bouhadad, 2001 ; Belabbes et al., 2009 ; Benbakhti et al., 2018 ; Abbouda et al., 2019), qui ont montrés que la sismicité récente de la région étudiée est associée essentiellement à des structures en plis et plis -failles ineverses de directions NE-SW affectant les formations quaternaires.



**Figure IV.17.** Carte d'aléa sismique déterministe du nord-ouest Algérien en termes des valeurs de PGA les plus élevées.

De ce fait, on vient de distinguer entre deux situations concernant la tendance des courbes PGA qui sont vérifiées que le cas le plus adéquat correspond à celui qui tient compte des valeurs pondérées vu le contexte structural et les valeurs modérées des intensités, magnitudes et accélérations.

## IV.6 Conclusion

L'évaluation de l'aléa sismique de l'Algérie nord occidentale présentée dans cette étude a été réalisée par une l'approche déterministe, en fonction de la magnitude maximale et la distance épacentrale, où deux cartes d'aléa déterministe en termes d'accélération maximale du sol (PGA) ont été élaborés.

Pour la première carte (Fig. IV.18), nous avons pris en considération les valeurs pondérées de PGA. Ces valeurs sont variées entre 0.11 à 0.17 d'unité (g) sur l'ensemble de la région étudiée. Cependant, nous avons noté des valeurs qui peuvent atteindre 0.27 (g), dans la zone qui correspond à la plaine de M'leta. Ces valeurs reflètent la sismicité modérée enregistré dans le nord-ouest algérien, qui correspond à une zone de décrochement qui est représentative du décrochement majeur délimitant la plaque africaine de la plaque eurasiatique Nadji, (2010). Quant à la deuxième carte d'aléa sismique déterministe (Fig.IV.17), elle a été élaborée tenant en compte les valeurs de PGA les plus élevées, calculées pour les 3 sources séismogènes utilisées dans ce travail. Sur cette carte les valeurs de PGA varient entre 0.2 (g) et 0.6 (g), notons que les courbes iso-valeurs ont une direction atlasique NE-SW, avec une extension auxiliaire Est Ouest, distinguée dans la partie orientale de la région étudiée. Soulignons que, ces résultats ont confirmé le potentiel séismogènes des failles inverses, étudiées par plusieurs auteurs.

## CHAPITRE V

---

### ESSAI D'ÉVALUATION DÉTERMINISTE DE L'ALÉA SISMIQUE (DSHA) DU NORD ALGÉRIEN

# ESSAI D'ÉVALUATION DÉTERMINISTE DE L'ALÉA SISMIQUE (DSHA) DU NORD ALGÉRIEN

## Résumé

Cette partie présente les résultats de l'évaluation de l'aléa sismique du nord algérien par l'approche déterministe. Les failles qui ont engendré des séismes de magnitude supérieure à ( $M \geq 5.5$ ) et qui peuvent produire des séismes importants sont utilisées dans ce travail. Les paramètres du mouvement du sol sont calculés en fonction de la distance hypocentrales et la magnitude maximale crédible, en utilisant la relation d'atténuation du mouvement du sol de liu et Tsai, (2005), notant que l'adaptation de cette dernière avec le contexte sismotectonique de l'Algérie du nord a été testée dans cette étude. Une carte déterministe en termes d'accélérations maximale du sol (PGA) a été élaborée, montrant que le risque sismique est élevé au tour des bassins Néogènes, notamment le bassin du Chélif et le bassin du Mitidja avec des valeurs PGA comprise entre 0.6 (g) et 1.15 (g.) Il faut noter que dans cette étude nous n'avons pas pris en considération les effets de site et les incertitudes épistémiques.

**Mots clés :** Aléa sismique, approche déterministe, failles actives, accélération maximale du sol (PGA), Nord Algérien.



## V.1 Introduction

L'Algérie est située dans une zone de convergence entre les plaques Africaine et Eurasiatique. Les mouvements de rapprochement entre ces deux plaques ont engendré une activité sismique importante, notamment au nord algérien. Cette zone est l'une des plus actives en Méditerranée occidentale. Au cours de son histoire, le nord algérien a été touché par plusieurs séismes destructeurs. Nous pouvons citer en particulier, les séismes d'Alger (1365,  $I_0=X$  et 1716,  $I_0=X$ ), d'Oran (1790,  $I_0=X$ ), de Chlef (1980,  $M_w=7.3$ ), Constantine (1985,  $M_w=5.9$ ), Chenoua (1989,  $M_w=5.9$ ), Mascara (1994,  $M_w=5.7$ ), Ain Temouchent (1999,  $M_w=5.7$ ), Beni Ouertilane (2000,  $M_w=5.7$ ), Boumerdes (2003,  $M_w=6.8$ ). Rappelant que ces événements ont provoqué des dégâts matériels et économiques importants, ainsi que plusieurs milliers de morts.

De ce fait, il faut souligner l'importance et la nécessité d'évaluer le risque sismique, afin de réduire les dégâts socio-économiques causées par les tremblements de terre. En effet, le risque sismique pourrait être évalué par une approche probabiliste (PSHA), déterministe (DSHA) ou Neo-déterministic (NDSHA). Plusieurs cartes de risque sismique ont été établies pour le nord algérien, en utilisant comme paramètres de risque sismique, soit l'intensité maximale observée (MOI), Bockel (1970), Roussel (1973a, b), Bezzeghoud et al., (1996), Ayadi et Bezzeghoud, (2015), soit l'accélération maximal du sol, selon l'approche probabiliste, pour des périodes de retour allant jusqu'à 475 ans Hamdache et al., (1998), Hamdache et al., (1998a), Hamdache et al., (1998b), Peláez et al., (2003), Peláez et al., (2005), Peláez et al., (2006), Hamdache et al., (2007), Hamdache et al., (2012), ou en termes de vitesse maximale (Veloc), déplacement maximal (Displ) et design ground acceleration (DGA), suivant une approche néo-déterministe utilisé par plusieurs auteurs (ex : Aoudia et al., 2000 ; Mourabit et al., 2014).

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'aléa sismique du nord algérien par une approche déterministe, où l'accélération maximale du sol (PGA) est calculée à partir des scénarios magnitudes-distance clairement identifié. La présente étude est basée sur **i)** l'identification des failles actives qui ont engendré des séismes de magnitude supérieure à ( $M \geq 5.5$ ), ainsi que l'estimation de leur potentiel sismogène ; **ii)** le calcul de la distance hypocentrale entre ces failles et les points de grille de dimension de  $0.2^\circ \times 0.2^\circ$  couvrant la zone d'étude ; **iii)**

l'estimation de l'accélération maximal du sol, en utilisant un modèle d'atténuation des mouvements du sol approprié au contexte sismo-tectonique du nord algérien. Signalons que, l'évaluation de l'aléa sismique se fait à l'échelle régionale, où le milieu est considéré homogène du point de vue géologique. Les résultats de cette approche méthodologique sont représentés par une carte d'accélération maximale du sol couvrant le nord algérien.

## V.2 Méthode

L'évaluation de l'aléa sismique par l'approche déterministe effectué dans cette étude est basée sur la méthode proposée par (Reiter, 1990), cette démarche comprend les étapes successives suivantes (Fig.IV.1) :

La première étape correspond à l'identification et la caractérisation de toutes les failles actives capables de produire un mouvement important du sol. La caractérisation des failles inclut la définition de la géométrie et la capacité sismogène de ces derniers, en estimant la magnitude maximum (séisme crédible maximum ou maximum credible earthquake MCE).

La deuxième étape concerne la sélection d'un paramètre de distance source-site pour chaque faille identifiée en première étape. Dans la plupart des études déterministes (DSHA), la distance la plus courte entre les failles actives et le site d'intérêt est sélectionnée. Signalons que la distance hypocentrale est utilisée dans cette étude.

La troisième étape, consiste à choisir une relation d'atténuation du mouvement du sol pour estimer l'accélération maximale du sol en fonction de la magnitude et la distance. Sachant qu'il est préférable de choisir une relation établie, pour un contexte sismotectonique similaire à celui caractérisant la région étudiée.

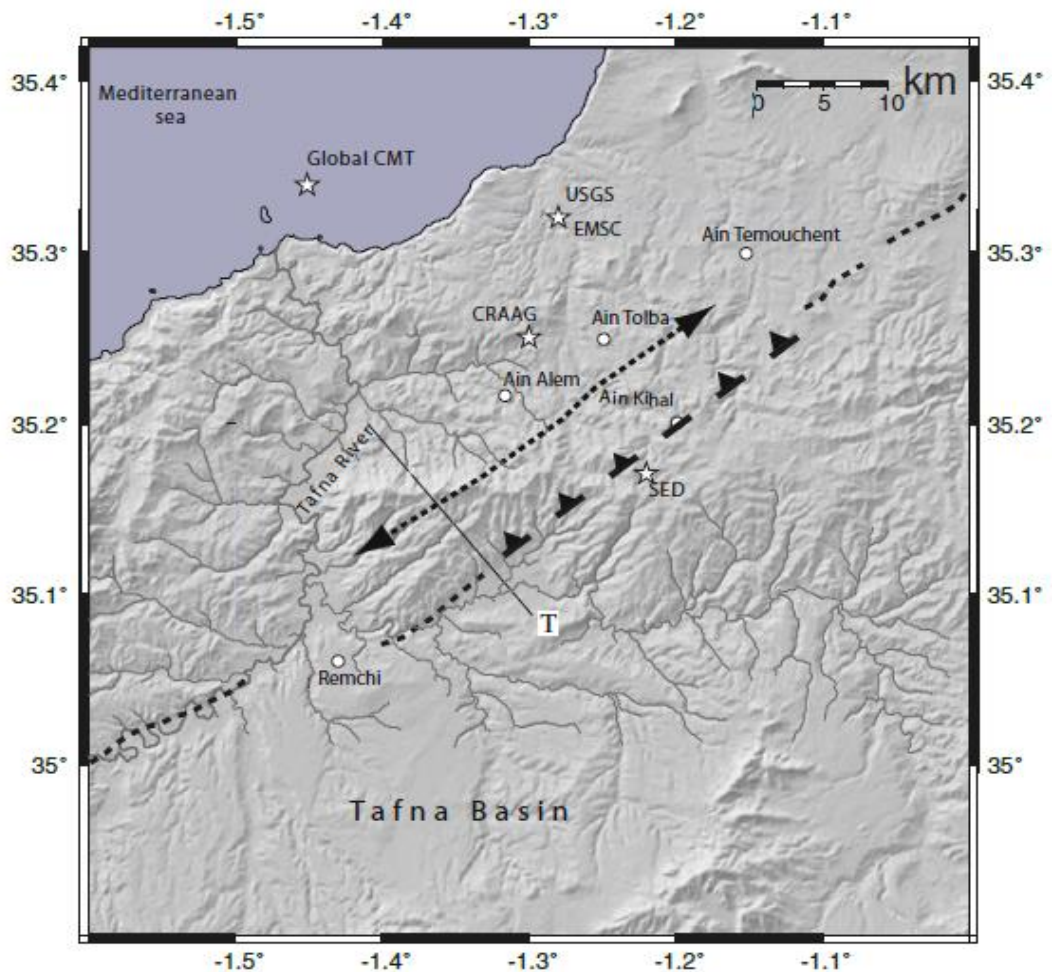
La quatrième étape permet de calculer les accélérations maximales du sol (PGA) susceptibles d'être induites par les séismes crédibles maximum (MCE) des failles identifiées en première étape sur un site donné, en utilisant la relation d'atténuation sélectionnée en troisième étape, l'aléa sismique peut être représenté par une carte d'accélération maximale du sol (PGA) couvrant la zone d'étude.

## V.2.1 Identification des failles actives

L'identification des structures actives représente l'une des premières étapes d'approche pour l'évaluation de l'aléa sismique. Dans cette étude, nous avons pris en considération uniquement les failles actives qui ont engendré des séismes historiques et instrumentales de magnitude ( $M \geq 5.5$ ). Les principales structures actives répertoriées dans le nord algérien sont décrites ci-après :

### V.2.1.1 Faille de Ain Temouchent (F1)

La faille de Ain Temouchent est la source du séisme du 22 décembre 1999 de magnitude ( $M_w=5.7$ ). Ce séisme a engendré des dégâts considérables dans la région de Ain Temouchent. Notons que cette région est caractérisée par une faible activité sismique. Ce séisme est associé à une faille aveugle (Blind fault) de type inverse de direction NE-SW, cette dernière n'a pas laissé des traces visibles à la surface, lors du séisme de 1999 (Bouhadad, 2007). Cependant, Belabbès et al., (2009) ont étudié les déformations de surface en s'appuyant sur l'interférométrie radar (InSAR), où l'étude de la zone de déformation co-sismique de ce séisme suggère que le choc principal est associé à une rupture de direction  $N57^\circ$  et d'une longueur de 20 km avec un pendage de  $32^\circ$  orienté au Nord-Ouest. Par ailleurs, ces résultats ont été confortés par des investigations de terrain montrant un anticlinal asymétrique à vergence nord associé à une faille inverse aveugle de pendage Nord-Ouest (Belabbès et al., 2009).

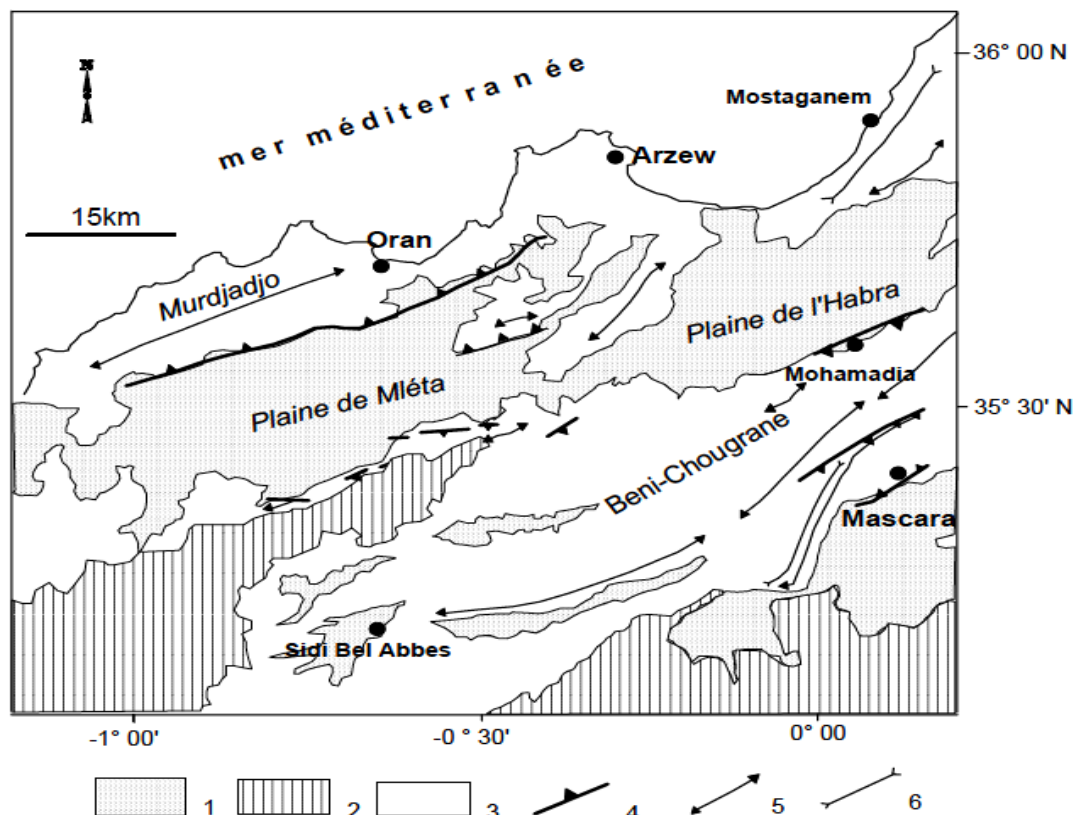


**Figure V.1.** Carte morphotectonique de la zone du tremblement de terre de Ain Temouchent (1999  $M_w=5.7$ ), les étoiles montrent l'épicentre donné par différents centres sismologiques. La ligne fléchée montre l'orientation du pli. Une ligne noire montre la faille inverse, (Sources : Belabbes, 2008).

### V.2.1.2 Faille d'Oran (F2)

La faille d'Oran représente la limite nord-ouest du bassin bas Chéiff, elle est associée à la structure plissée du Murdjadjo (Meghraoui, 1988), Cette faille limite l'anticlinale asymétrique du Murdjadjo au nord et le bassin de Mleta au sud, ce dernier est comblé essentiellement par des formations quaternaires, tandis que la structure du Murdjadjo est formé de substrats crétacé-jurassique, surmonté par des dépôts miocènes. La faille d'Oran touche le flanc Sud Est de l'anticlinal du Murdjadjo, elle s'étend sur environ 32 km selon une direction NE-SW avec un prolongement de 60° vers Nord-Ouest (Bouhadad, 2001). Cette dernière

présente une analogie avec le pli faillé d'Oued-Fodda (El Asnam) qui a produit le tremblement de terre d'El-Asnam du 10 octobre 1988 selon Meghraoui, (1988).



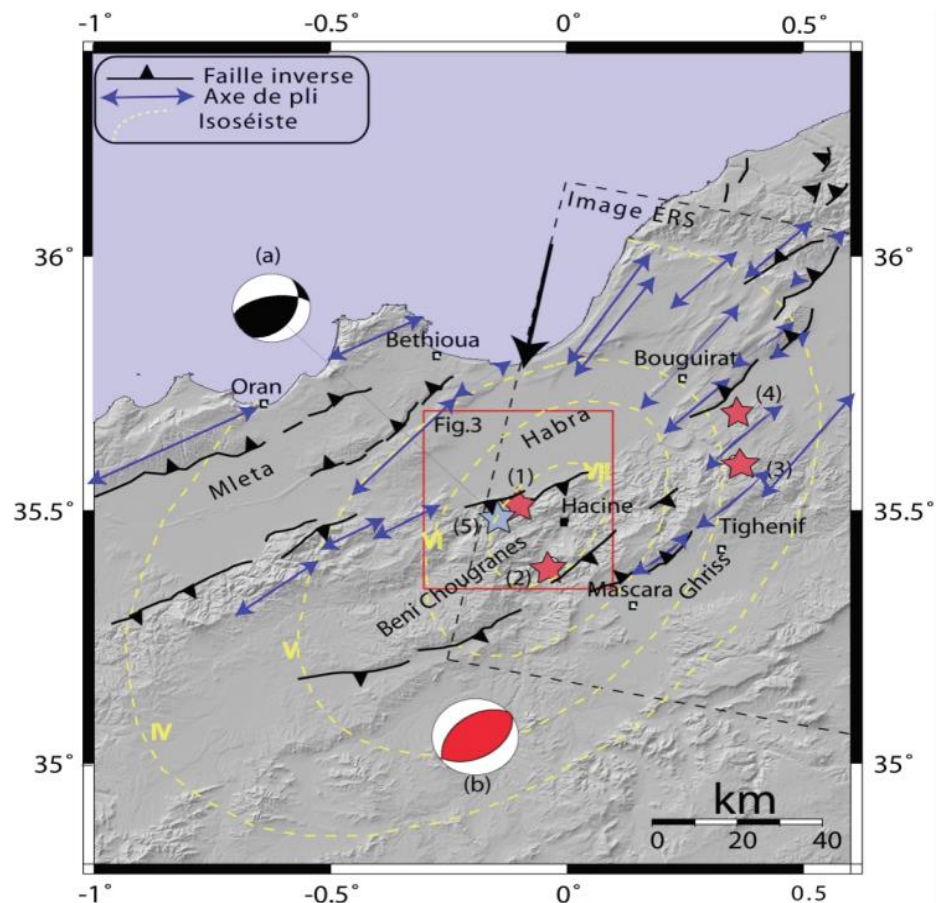
**Figure V. 2.** Synthèse structurale montrant les structures géologiques actives de l'Oranie (Thomas, 1985 ; Meghraoui, 1988 ; Benouar et al., 1994 ; Bouhadad, 2001). 1= Formations quaternaires, 2= Formations anté-néogènes, 3= Formations néogènes, 4= faille inverse, 5=axe anticlinal, 6= Axe synclinal, Source : (Bouhadad, 2007).

Le décalage de la configuration du cours d'eau, le soulèvement des terrasses marines le long de la côte d'Oran et la forte subsidence dans la plaine quaternaire de Mléta constituent des traces d'activité tectonique récente de faille (Bouhadad, 2001). Notons que cette faille a été considérée comme source probable du séisme survenu le 09 octobre 1790 d'intensité ( $I_0 = IX-X$ ) (Bouhadad, 2001). Cependant une étude récente et détaillée de ce séisme élaboré par Buforn et al., (2019) basé sur l'analyse des documents contemporains originaux a conclu que la rupture correspond à un événement complexe à mouvement inverse, associée au système de faille NE-SW près de la côte nord-ouest d'Oran, comme il a été signalé par (Benbakhti et al., 2018 ; Guessoum et al., 2018). Ce système comprend des failles en échelon qui se prolongent peut-être au large, elles peuvent être la structure responsable du séisme d'Oran, ce qui

expliquerait la génération du tsunami qui a touché la cote d'Oran et le Sud Est de l'Espagne. Par conséquent un épicerne macrosismique de coordonnées 35.9° N, 0.6° W a été proposé par Buform et al., (2019), avec une intensité maximale attribuée à la ville d'Oran ( $I_0 = IX - X$ ) et une magnitude entre ( $M = 6-6.5$ ).

### V.2.1.3 Faille de Mascara (F3)

La région de mascara situé sur la bordure méridionale des monts des Beni Chougrane, a été touchée par un séisme le 18 août 1994 de magnitude ( $M_w = 5.7$ ). Ce séisme a causé d'importants dégâts matériels et humains (Benouar et al., 1994), les dommages maximaux ont été observés près du village de Hacine, avec une intensité macrosismique ( $I_0 = VII$ ) (Ayadi et al., 2002). Les mécanismes au foyer proposés par Harvard (Global Centroid-Moment-Tensor-GCMT), ainsi que l'étude de la source sismique et du processus de rupture (Bezzeghoud et Buform, 1999 ; Thio et al., 1999) montrent que ce séisme est associé à une faille inverse, avec un plan de faille orienté NE-SW. Selon Ayadi et al., (2002), ces mécanismes focaux semblent être en bon accord avec les observations tectoniques de Thomas (1976, 1985) et la carte macroséismique, où les courbes isoséistes sont allongées suivant la direction NE-SW. Cette faille a fait l'objet de l'étude des déformations de surface liées au séisme de 1994 par Belabbas, (2008), afin de mieux caractériser la rupture et pour mieux définir la source sismique. En effet les résultats de ce travail confirment la direction de la faille sismique probable obtenue à l'aide des mécanismes au focaux (GCMT ; Bezzeghoud et Buform, 1999) et la forme des isoséistes. La faille est orientée selon la direction NE-SO, avec un pendage vers le Nord-Ouest. Ces paramètres sont en accord avec les caractéristiques des structures actives de la partie Ouest de l'Atlas Tellien où les séismes sont associés à des failles de direction globale NE-SO (Meghraoui, 1988, in Belabbas, 2008).



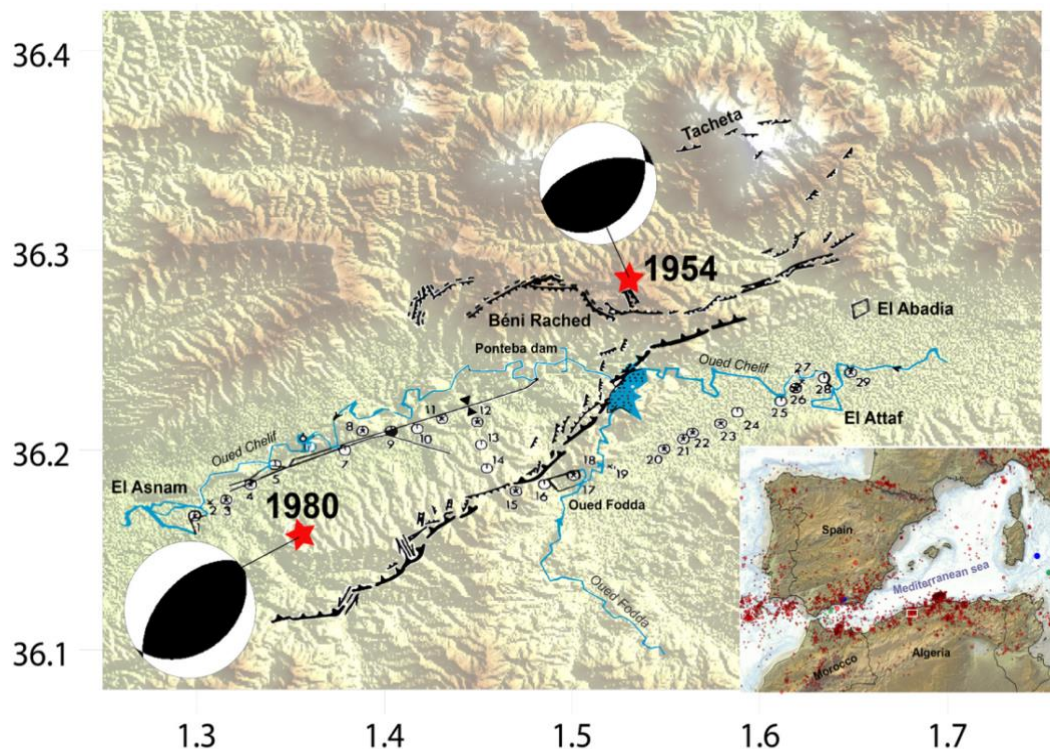
**Figure V.3.** Carte morphotectonique de la région du séisme de Mascara, 1994 (Meghraoui, 1988). Les intensités macrosismiques sont reportées selon Ayadi et al., (2002). Mécanismes au foyer : (a) Mascara, 13/07/1967 ( $M_s=5.1$ , épicentre = étoile grise) ; McKenzie (1972). (b) Mascara, 18/08/1994 ( $M_w=5.7$ ) Bezzeghoud et Buforn (1999). Etoiles rouges montrent les localisations épacentrales du séisme de 1994 (1) USGS, (2) CRAAG, (3) Global CMT, (4) Bezzeghoud et Buforn (1999), (source : Belabbes, 2008).

#### V.2.1.4 Faille de d'El Asnam (Chélif) (F4)

La faille d'El Asnam a été la source du violent tremblement de terre qui a eu lieu le 10 Octobre 1980 de magnitude ( $M_s=7.3$ ) (Ouyed et al., 1981, Meghraoui et al., 1988). Cet événement est le plus important séisme survenu au nord algérien en période instrumentale avec une intensité ( $I_0=IX$ ). La faille d'El Asnam est associée à un anticlinal asymétrique présentant un flanc redressé à fort pendage vers le Nord-Ouest. Elle est de type inverse, composée de 3 segments qui font ensemble 48 km de longueur (Ouyed et al., 1981, Meghraoui, 1988), suivant la direction NE–SW, avec un pendage de 50–60° vers le Nord-Ouest. Le séisme d'El Asnam de 1980 a laissé apparaître des ruptures de surface de 36 km avec un rejet verticale de 6 mètres

(Ouyed et al., 1981, Philip et Meghraoui, 1983, Meghraoui, 1988). Ces ruptures étaient de deux catégories : **(i)** déplacement en faille inverse, accompagné d'une composante en décrochement senestre, **(ii)** déplacement en failles normales, induites, secondaires, sur le compartiment chevauchant (failles d'extrados) (Bezzeghoud et al., 1995 ; Bouhadad, 2007).

Les répliques succédant le choc principal analysé par Ouyed (1981) et Yielding et al., (1989) montrent que la profondeur de la rupture est d'environ 10 km, signalons que ces derniers s'étendait sur une longueur d'environ 40 km suivant la direction NE-SW (Ouyed et al., 1981). La faille d'El Asnam a fait l'objet des études de paléosismologie par Meghraoui (1988), Meghraoui et al., (1988), et Meghraoui et Doumaz, (1996). Ces études ont montré que les valeurs de raccourcissement sont de 2,2 mm / an dans la partie orientale du bassin de Cheliff (Meghraoui et al., 1996). La période de récurrence de séismes majeurs sur cette faille est entre 300 et 500 ans. Ces valeurs ont été obtenues en utilisant la datation effectuée par Meghraoui et al., (1988) sur les dépôts d'inondation générés par l'obstruction de l'Oued Fodda après le séisme de 1980.



**Figure V. 4.** Faille d'El Asnam, du 10 octobre 1980. Les ruptures de surface de 1954 (ligne pointillée) proviennent de Rothé, (1955). Emplacements des épicentres d'après Dewey (1991) et mécanismes focaux des séismes de 1954 (Espinoza et Lopez-Arroyo, 1984) et de 1980 (Deschamps et al., 1982), (Source : Bezzeghoud et al., 2017).



### V.2.1.5 Faille du Chénoua-Tipaza (F5)

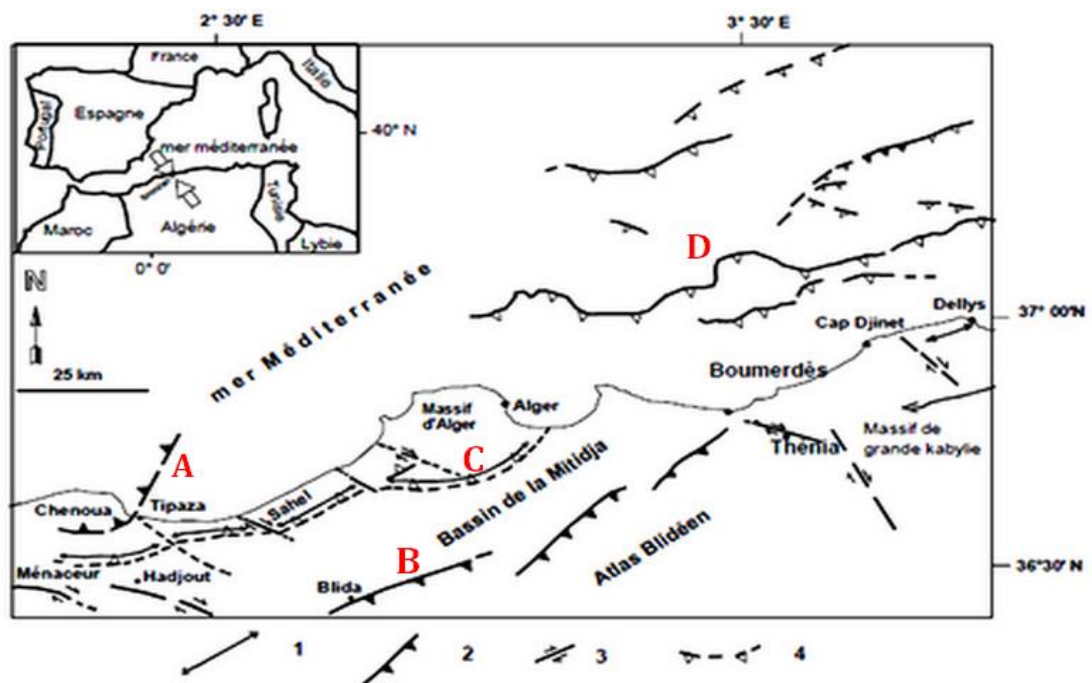
La région de Chénoua-Tipaza a été touchée par un séisme de magnitude ( $M_w=5.9$ ) le 29 octobre 1989. L'épicentre de cet événement a été localisé par le CRAAG sur la structure plissée du Chénoua, où son flan nord est formé par des formations paléozoïques, tandis que le flan sud est composé par des unités mésozoïques et tertiaires. Ce pli est asymétrique, il est associé à une faille qui le limite du côté Sud-Est, cette dernière est la source du tremblement de terre qui a eu lieu en 1989 (Bounif et al., 2003). Les répliques du séisme de 1989 ( $M_w=5.9$ ) étudiées par Bounif et al., (2003) ont montrées que la faille est orientée selon la direction NE-SW. Le plan de cette faille se prolonge vers Nord-ouest (Meghraoui, 1991 et Bounif et al., 2003). Le mécanisme focal obtenu par Bounif et al., (2003) pour cet événement correspond à une faille inverse de 15 km de longueur. L'occurrence de l'événement qui a touché la région du mont Chénoua-Tipaza en 1989 a engendré des ruptures de surface co-séismiques avec 4.0 km de longueur de faille et 7.0 cm de déplacement vertical apparues au sud du mont Chénoua (Meghraoui, 1991).

### V.2.1.6 Faille du Sahel (F6)

La faille du Sahel représente la limite entre le bassin du Mitidja au sud et l'anticlinale du Sahel au nord (Fig.V.5). Cette limite est marquée par un escarpement morphologique important Meghraoui, (1988 et 1991). Cet escarpement coïncide avec une rupture de pente entre les deux flancs de l'anticlinal du Sahel, la répartition en gradins des terrasses marines sur le flanc nord et celles alluviales sur le flanc sud, ainsi que la distribution du réseau hydrographique attestent d'une déformation tectonique récente importante (Maouche, 2010). Cette bordure est associée au pli-faille du Sahel d'Alger, elle à fait l'objet de nombreuses études, montrant son potentiel sismogène (Meghraoui, 1988 et 1991, Boudiaf, 1996 ; Maouche et al., 2011 et Heddar et al., 2013), Elle s'étend d'Ouest en Est sur environ 80 km (Meghraoui, 1988). Cette faille est de type inverse, formée de plusieurs segments aveugles de direction de NE-SW à EW, elle se prolonge vers le Nord (Maouche et al., 2011). Cette dernière est responsable d'une activité sismique importante dans la région d'Alger, où des séismes importants se sont produits dont les plus importants sont les séismes d'Alger (1365,  $I_0=X$  ; 1716,  $I_0=X$ ) et Douéra (1924,  $M_s=5.6-I_0=IX$ ).

### V.2.1.7 Faille sud de la Mitidja (F7)

La faille de Blida (sud Mitidja) représente la limite entre le bassin de Mitidja au nord et l'atlas de Blidéen au sud (Fig.V.5). Cette limite correspond à une rupture de pente marquant la bordure sud du bassin de la Mitidja. Cette faille est constituée de quatre principaux segments, qui sont d'Ouest en Est, **i)** la faille de Menaceur–Sidi Yahia, **ii)** la faille de Hadjout–Meurad, **iii)** la faille d'Oued Djer–Lalla Aïcha et **iv)** la faille d'Ouled Yaïch–Bouinan (Boudiaf, 1996). Il s'agit d'un système de failles inverses en échelon, à vergence Sud et de direction E-W puis NE-SW, qui s'étend sur longueur totale de 100 km depuis Thenia à l'Est jusqu'à Ménaceur à l'Ouest. Cette bordure est caractérisée par la présence des indices montrant les déformations qui ont affecté les formations plio-quaternaires. Ces dernières correspondent à des décrochements dextres ou à des chevauchements vers le nord (des niveaux créacés) sur les niveaux plus récents du Miocène et du Plio-Quaternaire (Boudiaf, 1996). Cette dernière peut être considérée comme la principale source sismogène de la région Sud Mitidja, cette région a été affectée par des séismes importants tels que les séismes de Blida du (1825,  $I_0=X$ ), Mouzaïa (1867,  $I_0=IX$ ) et Oued Djer (1988,  $M_s=5.4$ ).



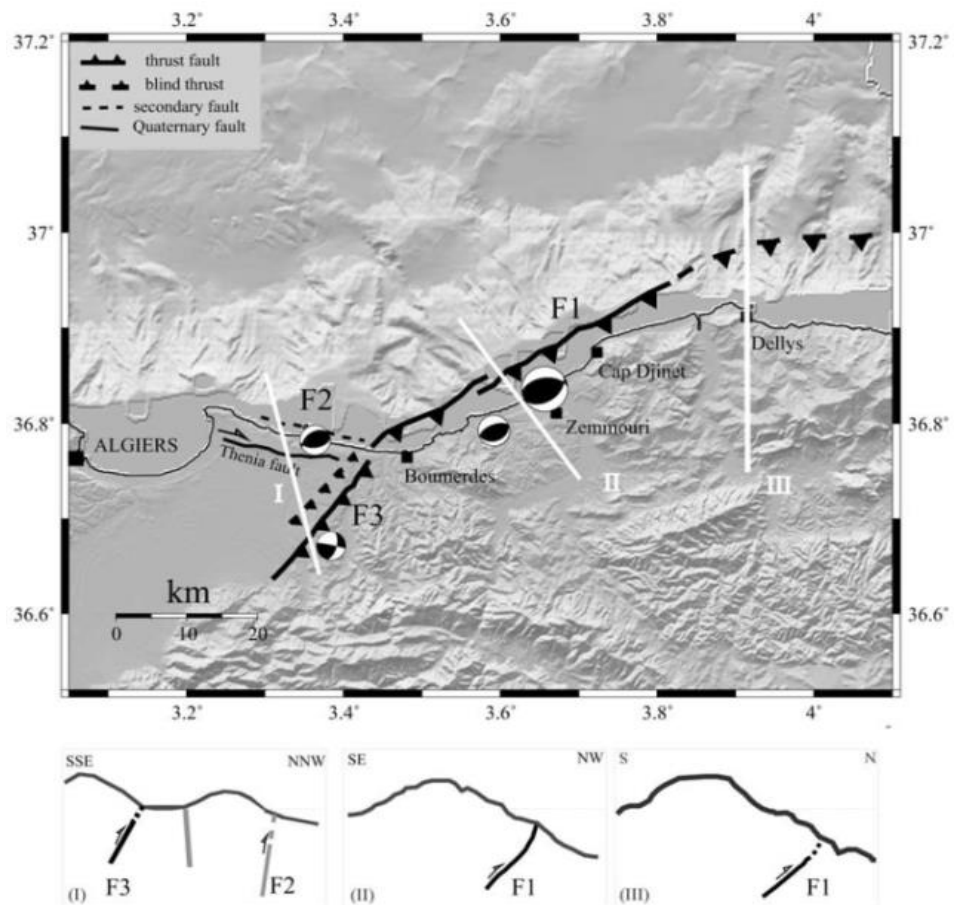
**Figure V.5.** Carte des structures géologiques récentes et actives de la région Algéroise (Meghraoui, 1988 ; Meghraoui, 1991 ; Boudiaf, 1996 ; Maouche et al., 2004 ; Déverchère et al., 2005). 1- Axe anticlinal, 2- faille inverse, 3- décrochement, 4- faille inverse aveugle. A- faille du Chénoua, B- faille du sud de la Mitidja, C- Faille aveugle du Sahel, D- Failles mises en évidence offshore (source : Bouhadad, 2007) modifiée.

### V.2.1.8 Faille de Zemmouri-Boumerdes (F8)

Cette faille est la source du séisme qui a secoué la région de Boumerdes le 21 mai 2003 de magnitude ( $M_w=6.8$ ) avec un épicode proche de la côte (Bounif et al., 2004), cet événement est le plus violent séisme survenu au nord algérien après le séisme d'El Asnam de 1980. Il a causé d'importants dégâts notamment dans la région de Boumerdes, Alger, Tizi-Ouzou et Bouira. Ce séisme a engendré le soulèvement de la cote sur 50 km, d'une moyenne de 55 cm avec un maximum de 85 cm (Meghraoui et al., 2004). Ce séisme a également induit un tsunami, qui a été enregistré par plusieurs marégraphes (Alasset, 2006).

Plusieurs études ont été réalisées par Meghraoui et al., (2004), Bounif et al., (2004), Delouis et al., (2004), Yelles et al., (2004), Semmane et al., (2005), Alasset et al., (2006), Ayadi et al., (2008), Belabbès et al., (2009), Santos et al., (2014) pour déterminer les caractéristiques de la faille responsable de ce séisme. Ces études, se sont basées sur des données sismologiques, géodésiques, et des techniques InSAR. Les résultats de toutes ces études convergent vers une faille inverse de direction NE-SW, avec un pendage vers SE. Signalons que les valeurs de direction varie entre ( $N50^\circ$  à  $N 65^\circ$ ), tandis que les valeurs de pendage sont dans l'intervalle ( $40^\circ$  à  $50^\circ$ ).

L'étude des répliques réalisées par Ayadi et al., (2008) a permis de mieux contraindre la géométrie de la faille, où quatre principaux segments ont été mis en évidence (Fig.V.6), dont la faille principale S1 est de direction  $N60^\circ$  avec un pendage de  $45^\circ$  vers Sud Est. Selon Belabbès et al., (2009), la faille n'a pas rompu la surface le long du littoral mais probablement au large au fond de la mer. Cependant, des enquêtes détaillées sur le terrain, effectuées après le séisme ont indiqué l'apparition des fissures de surface de direction  $N 95^\circ-100^\circ$  et de 2 à 3 km observées le long de la faille de Thenia (Belabbès et al., 2009). Ainsi, des déformations induites ont été enregistrés dans les plaines alluviales le long de la côte, correspondant essentiellement au phénomène de liquéfaction et des effondrements de sol dans certain zones (Bouhadad, 2007).

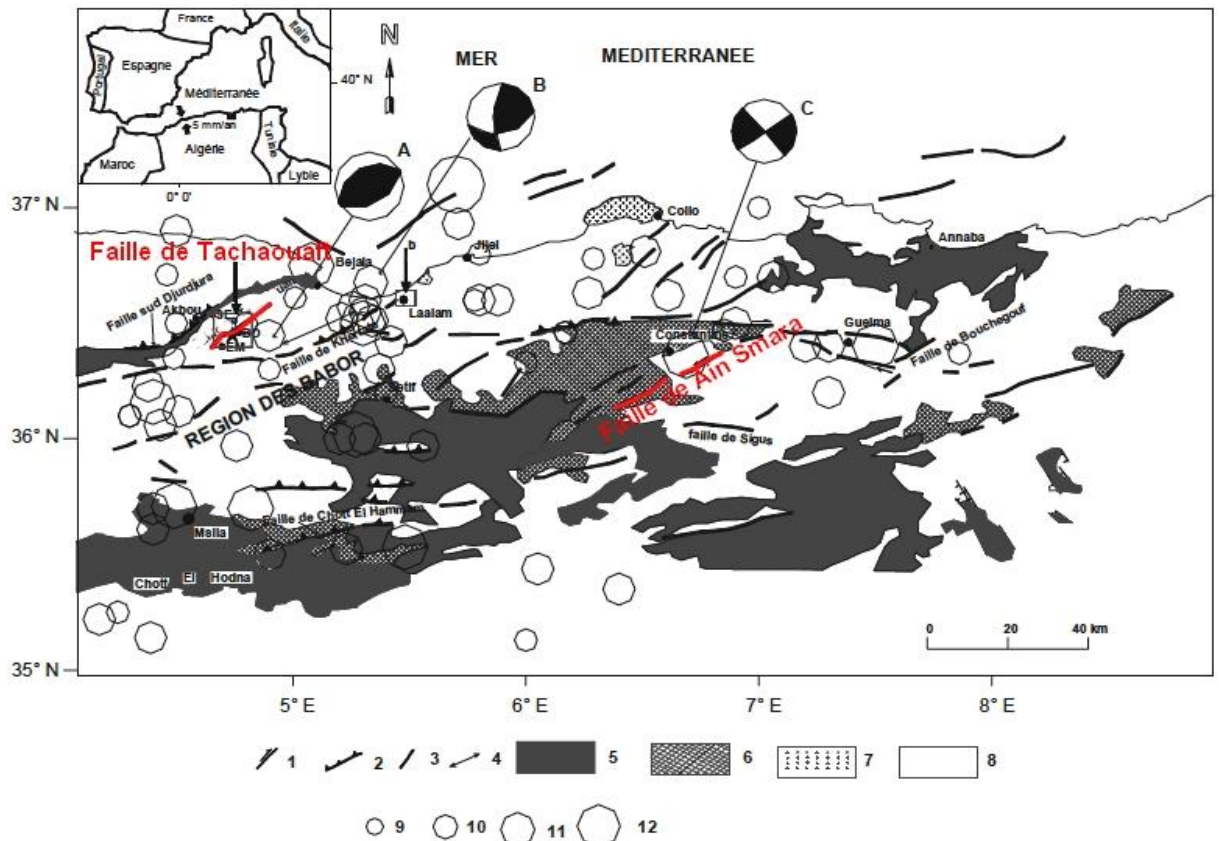


**Figure V.6.** Modèle tectonique proposé pour la rupture du séisme du 21 mai 2003 et la séquence de répliques associées. S1, S2, S3 sont représentés sur les coupes schématiques avec leurs caractéristiques géométriques et cinématiques respectives (source : Ayadi et al., 2008).

### V.2.1.9 Faille de Beni Ourtilane –Tachaouaft (F9)

La faille de Tachaouaft est l'une des principales sources sismiques dans la région de Babors. Cette faille est la source du séisme du 10 novembre 2000 de magnitude ( $M_w=5.7$ ) et d'intensité ( $I_0=VII$ ) (Bouhadad et al, 2003). Notons que cet événement est le plus important séisme survenu dans la région Beni-Ourtilan. La région de Tichi-haf a fait l'objet d'une étude géologique élaboré par Coyne et Bellier (1996) montrant le chevauchement des marnes Crétacé sur le calcaire Jurassique en suggérant que cette faille est inverse, avec un pendage de  $40^\circ$  vers le Sud-Est. Cette dernière a été mentionnée comme étant une faille active sur la carte des failles actives de l'Algérie du nord (Meghraoui et al., 1996). Cependant, en absence des indices clairs de déformation sur les formations Quaternaires, Bouhadad et al., (2003) ont effectué une analyse géomorphologique réalisée à travers des modèles numériques d'altitude (DEM). Cette analyse a permis d'identifier un escarpement lié à cette faille, notamment entre les localités de

Tachaouaft et d'Aguemoune où les fissures dues au séisme ont été observées. Le mécanisme au foyer proposé par GCMT (Fig.V.7) correspond à une faille inverse de direction NE-SO de 20 km de longueur, avec une profondeur moyenne de 10 km. Ces paramètres sont en bon accord avec les observations sismotectoniques.



**Figure V.7.** Carte sismotectonique des Babors et de l'Est Algérien compilée par Harbi et al. (1999) à partir des travaux précédents de Rothé (1950), Meghraoui (1988), Meghraoui et al., 1996). Les épicentres sont tirés des catalogues de Mokrane et al., (1994), de Benouar (1994) et de Harbi (2001). Les mécanismes focaux sont : A, séisme de Béni-Ouartilane du 10/11/2000 (CMT Harvard solution) ; B, Séisme de Laalam du 20/03/2006 (INGV) ; C, Séisme de Constantine du 27/10/1985 (Deschamps et al., 1991). Les flèches « a » et « b » indiquent, respectivement, les localités de Béni-ouartilane et de Laalam (source : Bouhedad, 2007) modifiée.

### V.2.1.10 Faille d'Ain Smara (F10)

La faille d'Ain Smara est la source du séisme de 27 octobre 1985, cet événement s'est produit près de Constantine. Ce séisme est de magnitude ( $M_s=6.0$ ) et d'intensité maximale observée  $I_0=VIII$ . Ce dernier est le plus violent séisme enregistré dans la région orientale de l'Atlas Tellien en période instrumentale. Il a fait l'objet de diverses études Bounif et al., (1987), Bounif (1990), Deschamps et al., (1991), Benouar (1994), Bounif et Dorbath (1998), Ousadou et al., (2013). Le mécanisme focal principal obtenu par Deschamps et al., (1991) montre que la faille est décrochante sénestre suivant une direction  $N217^\circ$  et de plongement  $84^\circ$  vers le Nord-ouest. Ce séisme a engendré des ruptures de surface en échelon de 4.5 km de longueur le long de la faille d'Ain Smara. Ces ruptures ont touché trois zones différentes, dont celles qui ont été observées entre Kef Tassenga et Koudiat Ben Ghorara sont les plus importantes, avec 3.8 km de longueur est de direction  $N^\circ55^\circ$ . Les répliques suivant le choc principal de ce séisme ont été étudié par Bounif et al., (1987), cette étude a permis de définir une zone de rupture de 30 km, allongé selon la direction NE-SW, avec une distribution presque quasi verticale. L'analyse de la distribution des répliques a permis l'identification de trois segments composant la faille d'Ain Smara, avec des orientations  $N20^\circ E$  pour les segments nord et sud et  $N50^\circ E$  pour le segment central (Bounif et al., 1987). Une étude récente faite par Ousadou et al., (2013) basé sur la relocalisation des répliques et les mécanismes aux foyers de 138 répliques ont permis de mieux définir les différents segments activés. La plupart des mécanismes ont montré un décrochement senestre comparable avec le mécanisme de choc principal. Sur la base de la géométrie et l'emplacement du choc principal Ousadou et al., (2013) proposent que le segment central  $N210^\circ - 215^\circ$  de 14 km de long et 10 km de large entre la profondeur de 5 et 15 km de profondeur, correspond à la rupture principale. Cette hypothèse est en accord avec les solutions focales obtenues par l'inversion des ondes télésismiques et par les valeurs de moment sismique (Deschamps et al., 1991).

### V.2.2 Estimation de la magnitude maximale (séisme crédible maximum MCE)

Le séisme crédible maximum (Maximum credible earthquake, MCE) est le plus grand tremblement de terre semble capable de se produire le long d'une faille donnée. Une magnitude maximale est désignée pour les failles actives identifiées dans cette étude, en utilisant la relation entre la magnitude du moment sismique ( $M_w$ ) et la longueur de rupture de faille à la surface (surface rupture length SRL), proposée par Wells et Coppersmith (1994). (Tab.V.1).

**Tableau V. 1.** Coefficients de régressions de la longueur de rupture, et de la magnitude du moment sismique ( $M_w$ ), Wells et Coppersmith (1994).

Equation	Type de faille	Coefficients et Erreur standard		Écart type s
		a (sa)	b (sb)	
$M=a+b*\log (SRL)$	Décrochement	5.16 (0.13)	1.12 (0.08)	0.28
	Inverse	5.00 (0.22)	1.22 (0.16)	0.28
	Normal	4.86 (0.34)	1.32 (0.26)	0.34
	Tout type	5.05 (0.10)	1.16 (0.07)	0.28

#### SRL : surface rupture length (km)- rupture de surface

Il faut signaler que la longueur de rupture à la surface est dérivée des longueurs des failles prises en considération dans cette étude et décrites précédemment. En adoptant les relations ci-dessus, les valeurs de la magnitude maximale crédible calculées sont répertoriées dans le (Tab.V.2).

**Tableau V.2.** Magnitude maximale crédible calculé en utilisant les longueurs des failles, suivant les relations de Wells et Coppersmith (1994).

ID	Nom de la faille	Type de Faille	Profondeur	Longueur (km)	MCE ( $M_w$ )
F1	Faille Ain Temchouchent	Inverse	10	20	6.6
F2	Faille d'Oran	Inverse	10	30	6.8
F3	Faille de Mascara	Inverse	10	20	6.6
F4	Faille El Asnam (Chélif)	Inverse	10	50	7.6
F5	Faille Chenoua-Tipaza	Inverse	10	15	6.4
F6	Faille Sahel nord Metidja (Alger)	Inverse	10	80	7.2
F7	Faille Sud Metidja (Alger)	Inverse	15	100	7.5
F8	Faille Zemmouri-Boumerdes	Inverse	10	50	7.1
F9	Faille Beni Ourtilane-Tachaouaft	Inverse	10	20	6.6
F10	Faille Ain smara (Constantine)	Décrochante	10	30	6.8

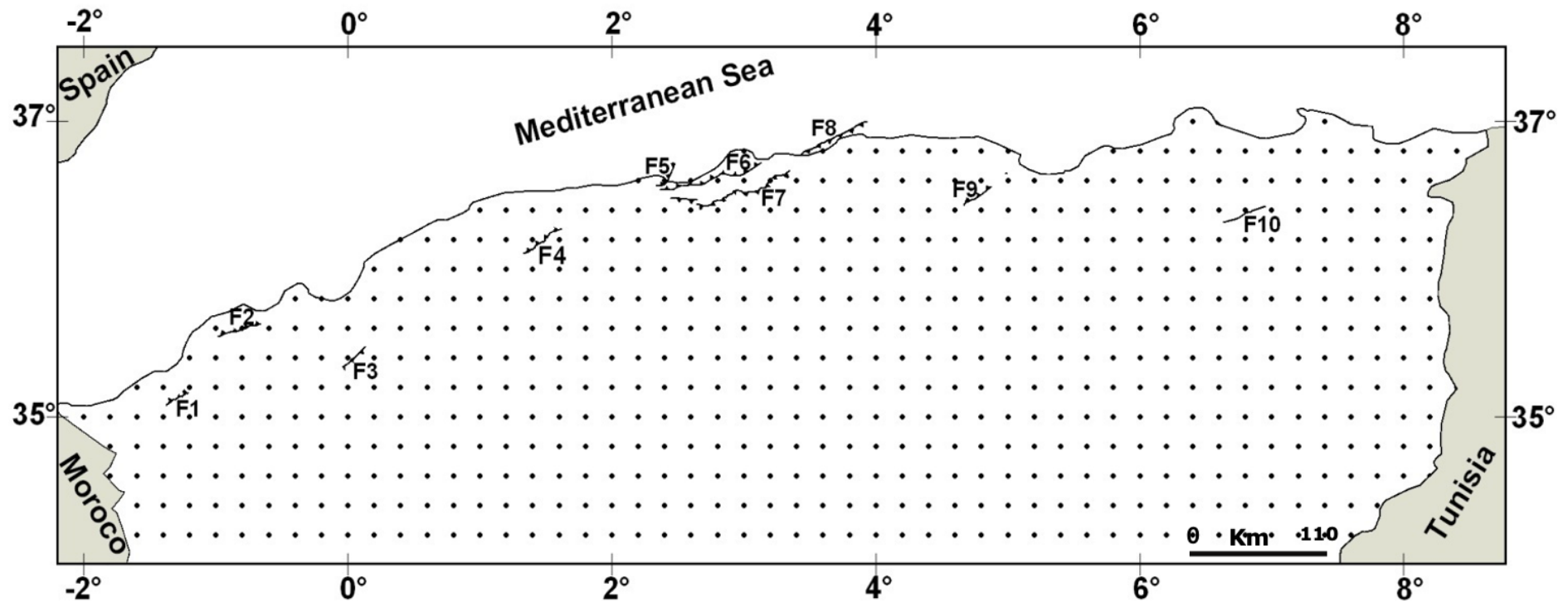
Le potentiel sismogène des failles à été estimé comme le montre le (Tab.V.2). Nous pouvons remarquer que la faille de Chélif a un potentiel sismogène très important avec une magnitude maximale de ( $M_w=7.6$ ). Par ailleurs, la faille du Sahel, la faille sud de la Metidja qui bordent le bassin de Mitidja au nord et au sud, ainsi que la faille de Zemmouri présentent des valeurs de magnitudes maximales estimé de ( $M_w=7.2$ ), ( $M_w=7.5$ ) et ( $M_w=7.1$ ) respectivement, sachant que ces failles ont été à l'origine d'importants séismes historiques et instrumentale. La faille d'Oran et la faille d'Ain Smara, ont un potentiel sismogène important avec une magnitude maximale ( $M_w=6.8$ ). En ce qui concerne la faille d'Ain Temouchent, la faille de Mascara, et la faille de Tachaouaft la magnitude maximale est ( $M_w=6.6$ ) pour ces 3 failles. Ces dernières ont été à l'origine des séismes modérés, tels que le séisme d'Ain Temouchent (1999,  $M_w=5.7$ ), le séisme de Mascara (1994,  $M_w=5.7$ ), et le séisme de Béni-Ouartilane (2000,  $M_w=5.7$ ). Pour la Faille Chenoua-Tipaza, la magnitude maximale calculée est de ( $M_w=6.4$ ).



### V.2.3 Distance Faille –Site

Dans le but d'établir une carte d'aléa déterministe du nord algérien, nous avons considéré une grille en coordonnées géographiques avec des points uniformément répartis. La zone d'étude a été divisée en petites grilles, chaque grille ayant une dimension de  $0.2^\circ$  de latitude et  $0.2^\circ$  de longitude (Fig.V.8).

Il est important de signaler que chaque point de cette grille est considéré comme site pour lequel nous allons calculer les paramètres de mouvement du sol. La distance hypocentrale la plus courte entre les points de grille et les failles identifiées est calculée pour un rayon de 300 km. Notant que nous avons attribué des valeurs de profondeur entre 10 et 15 km aux failles utilisées dans cette étude, car le nord algérien est caractérisé par des séismes superficiels, où la majorité des séismes ont une profondeur inférieure à 15 km.



**Figure V.8.** Grille de points de dimension  $0.2^\circ \times 0.2^\circ$  couvrant le nord Algérien et les failles utilisées dans cette étude : (F1) faille de Ain Temouchent, (F2) faille d'Oran, (F3) faille de Mascara, (F4) Faille de d'El Asnam (Chélif), (F5) faille de Chenoua-Tipaza, (F6) faille du Sahel, (F7) faille du sud Metidja, (F8) faille de Zemmouri-Boumerdes, (F9) faille de Beni Ourtilane-Tachauoufte, (F10) faille de Constantine.

### V.2.4 Relation d'atténuation du mouvement du sol

L'évaluation du risque sismique nécessite des modèles d'atténuation du mouvement du sol, ces derniers expriment les valeurs des paramètres du mouvement de sol prévu sur un site, en fonction de la magnitude, la distance et l'atténuation anélastique. Sachant que le choix de la relation d'atténuation est déterminant pour l'estimation de l'aléa sismique, aucune équation de prédiction de l'accélération maximale du sol (PGA) n'a été élaborée pour le nord algérien. En effet, en absence d'une relation d'atténuation spécifique à la région d'étude, nous n'avons qu'à choisir une relation développée à partir des données de régime tectonique similaire au contexte nord algérien.

Dans cette étude, notre choix s'est porté sur les relations de Liu and Tsai, (2005) équation (1), Ces relations sont élaborées pour la région de Taiwan (TWN) et trois sous-régions : CHY au Sud-ouest, IWA au Nord-ouest, et NTO au centre de Taiwan. Ces relations sont développées pour prédire les composantes horizontales et verticales de l'accélération maximale du sol (PGA) et de la vitesse maximale du sol (PGV) pour les séismes peu profonds dont leur profondeur ne dépasse pas 30 km dans la région de Taiwan.

$$\ln Y = a \ln (X+h) + b X + c M_w + d \pm r$$

Où : Y : paramètre de mouvement du sol (cm/ s<sup>2</sup>)

X : distance hypocentrale (km)

M<sub>w</sub> : magnitude du moment

a : coefficient d'étalement géométrique

b : coefficient d'atténuation anélastique

c : coefficient de magnitude

d e constante

h : coefficient de saturation de distance, et

r : écart type.

Le domaine de validité de ces relations en magnitude est compris entre (M<sub>w</sub> 4) et (M<sub>w</sub> 7.7), avec une distance hypocentrale allant du 5 au 300 km.

**Tableau V.3.** Coefficients des relations d'atténuation pour les composantes horizontales (H) de PGA pour l'ensemble de la région de Taiwan et des trois sous-régions (Liu and Tsai, 2005).

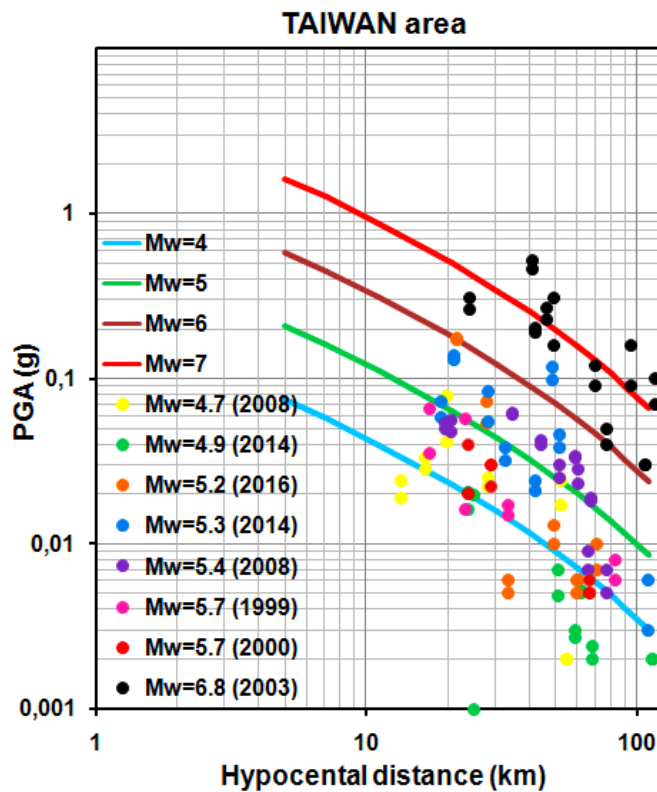
Zone	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>h</i>	$\sigma$
ZONE 1-TWN	-0,852	-0,0071	1,027	1,062	1,24	0,719
ZONE 2-CHY	-1,322	-0,0071	1,445	0,979	0,96	0,638
ZONE 3-IWA	-0,708	-0,0071	0,964	0,781	0,18	0,709
ZONE 4-NT0	-0,898	-0,0074	1,03	1,287	3,48	0,725

De point de vue géodynamique, la région de Taiwan est située à la limite entre la plaque de la mer des Philippines à l'Est et la plaque de l'Eurasie à l'Ouest, avec un taux de convergence de  $\sim 80$  mm/an, avec une direction de  $\sim N118E$  (Seno, 1977, Yu et al., 1997). Les mécanismes focaux pour la majorité des tremblements de terre présentent un modèle de type inverse, indiquant un champ de contraintes de compression due à la collision des deux plaques (Yih-Min Wu et al., 2008). En faisant la comparaison entre la région de Taiwan et le nord algérien, nous avons constaté que les deux régions appartiennent à un domaine de convergence. Cependant, la vitesse de raccourcissement est très rapide à Taiwan par rapport au contexte Nord algérien. Nous pouvons également signaler la prédominance des failles inverses dans les deux régions.

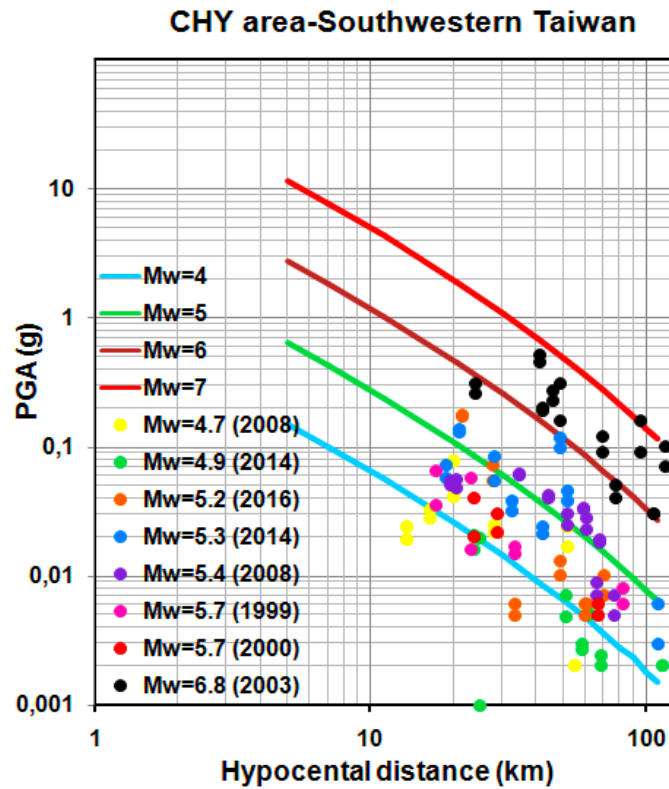
Afin de tester la validité et la cohérence du modèle d'atténuation de Liu and Tsai, (2005) avec le contexte sismotectonique du nord algérien, nous comparons les valeurs d'accélération maximale du sol (PGA), enregistrées par le Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique (CGS) (Tab.IV.4, page 67) avec les valeurs de PGA prédites par les relations d'atténuation de Liu and Tsai, (2005).

Les figures (Fig.V.9, Fig.V.10, Fig.V.11, et Fig.V.12) ci-dessous, montrent la projection des valeurs PGA enregistrés pour 8 séismes qui ont touché le nord algérien (Tab. IV.4, page 67) représentées par des points, sur les courbes d'atténuation de ce modèle, pour les magnitudes du moment sismique ( $M_w=4$  ;  $M_w=5$  ;  $M_w=6$  et  $M_w=7$ ), en supposant que le milieu est rocheux.

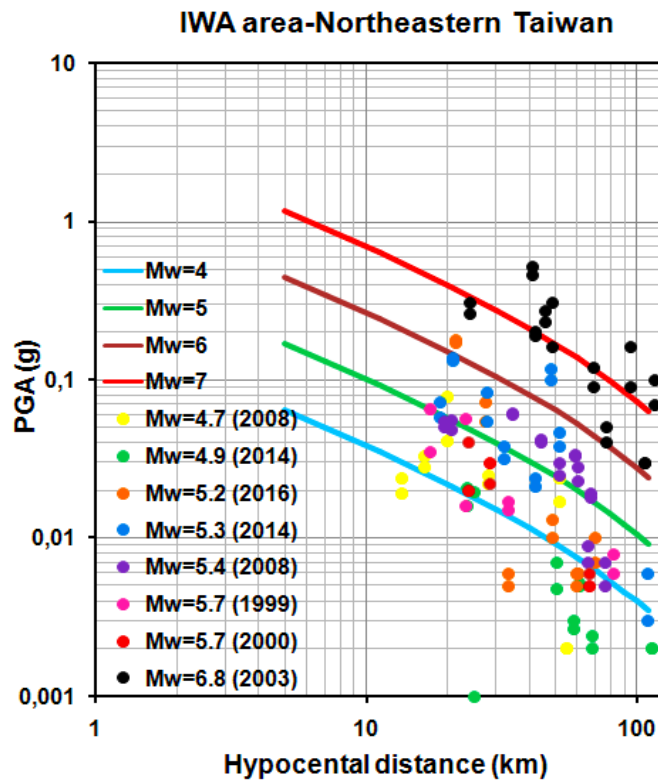
Sur les figures (Fig.V.9, Fig.V.10, Fig.V.11, et Fig.V.12) nous pouvons remarquer une distribution des points correspond aux valeurs de PGA enregistrées pour : **i)** le séisme d’Oran (2008,  $M_w=4.7$ ), entre les courbes d’atténuations des magnitudes ( $M_w=4$ ) et ( $M_w=5$ ), **ii)** les séismes d’Oran (2008,  $M_w=5.4$ ), Alger (2014,  $M_w=5.3$ ), et Mihoub (2016,  $M_w=5.2$ ) autour de la courbe d’atténuation du magnitude ( $M_w=5$ ), et **iii)** le séisme de Boumerdes (2003,  $M_w=6.8$ ) autour de la courbe d’atténuation du magnitude ( $M_w=7$ ). On peut également remarquer que les valeurs de PGA enregistrées ont montré certain correspondance avec les valeurs prédites par le modèle d’atténuation de Liu and Tsai, (2005). Cependant, nous constatons que les accélérations du sol des séismes de Bougirat (2014,  $M_w=4.9$ ), Ain Temouchent (1999,  $M_w=5.7$ ), et de Béni-Ouertinale (2000,  $M_w=5.7$ ), sont plus ou moins inférieure par rapport aux valeurs de PGA prédites par le GMPE de Liu and Tsai, (2005).



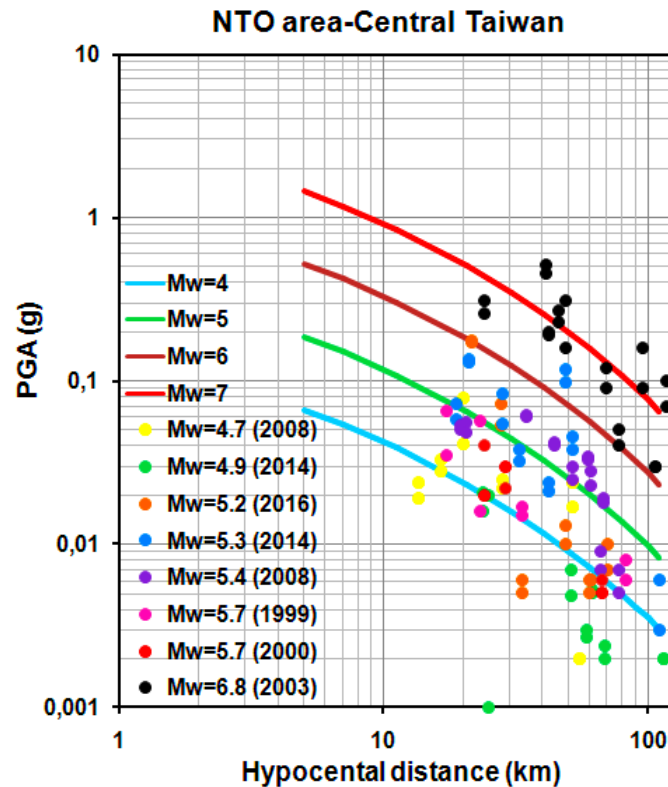
**Figure V.9.** Comparaison des données PGA enregistrées (Tab.IV.4) avec la relation d'atténuation de la zone 1-TAIWAN (Liu et Tsai, 2005).



**Figure V.10.** Comparaison des données PGA enregistrées (Tab.IV.4) avec la relation d'atténuation de la zone 2- CHY-Sud-Ouest Taiwan (Liu et Tsai, 2005).



**Figure V.11.** Comparaison des données PGA enregistrées (Tab.IV.4) avec la relation d'atténuation de la zone 3- IWA-Nord Est Taiwan (Liu et Tsai, 2005).



**Figure V.12.** Comparaison des données PGA enregistrées (Tab.IV.4) avec la relation d'atténuation de la zone 4- NTO Centre de Taiwan (Liu et Tsai, 2005).

Malgré le nombre très réduit des données d'accélération du sol (PGA) utilisés pour tester l'adaptation du modèle de Liu et Tsai (2005) avec le contexte nord algérien, dans l'ensemble, toutes ces figures (Fig.V.9, Fig.V.10, Fig.V.11, et Fig.V.12), ont montré certaine cohérence entre les valeurs de l'accélération du sol enregistrées pour les séismes mentionnés dans le (Tab.IV.4) et les courbes d'atténuation.

À travers ce teste nous pouvons considérer que le modèle d'atténuation du Liu et Tsai (2005) est utilisable pour le nord algérien. Dans cette étude, nous avons choisi la relation élaborée pour le Nord Est de Taiwan (zone 3-IWA). Cette dernière, non seulement a montré une adaptation avec les accélérations maximale du sol des séismes utilisés pour tester ce modèle d'atténuation, mais elle donne des valeurs de mouvement du sol plus faible à des distances proches de la source sismique par rapport aux autres relations.

### V.3 Calcul de l'aléa sismique du Nord Algérien

Afin d'évaluer l'aléa sismique par la méthode déterministe pour le nord algérien, en premier lieu nous avons identifié les sources séismogènes qui ont engendrés des séismes de

magnitude supérieure à ( $M \geq 5.5$ ). En utilisant les relations entre la magnitude du moment sismique ( $M_w$ ) et la longueur de rupture de faille à la surface (surface rupture length, SRL) proposés par Wells et Coppersmith. (1994), la magnitude maximale (séisme crédible maximum) est calculée pour les failles identifiées. La zone d'étude a été divisée en petites grilles de dimension de  $0.2^\circ \times 0.2^\circ$  où la distance hypocentrale la plus courte entre les points de cette grille et les failles a été calculée pour un rayon de 300 km. En se basant sur les distances et les magnitudes maximales attribuées aux différentes sources sismogènes, les paramètres du mouvement du sol ont été calculés en adoptant les relations de Liu et Tsai (2005) comme modèle d'atténuation. En prenant en compte la valeur d'accélération maximale du sol la plus élevée de chaque point de la grille, et par interpolation entre ces derniers, une carte de contour (d'iso-valeur) en termes de l'accélération maximale du sol (PGA) couvrant le nord algérien a été élaborée.

#### V.4 Résultats et discussions

L'accélération maximale du sol (PGA) a été évaluée avec l'approche déterministe en fonction de la magnitude maximale (séisme crédible maximum MCE) et la distance hypocentrale. Cela pour chaque point de grille de dimensions  $0.2^\circ \times 0.2^\circ$  couvrant le nord algérien. La variation spatiale des valeurs de (PGA) obtenus sont représentées sur la figure (Fig.V.13).

La carte d'aléa déterministe (DSHA) (Fig.V.13), révèle des zones d'accélération maximale du sol (PGA) extrêmement élevé, dans la partie centrale du nord algérien, autour de la région de Chlef, la région d'Alger, Boumerdes, Blida et Tipaza, avec des valeurs qui dépassent 0.60 (g) et qui peuvent atteindre 1.15 (g) à proximité de la zone affectée par la faille d'El Asnam. Dans la partie ouest, nous distinguons trois régions d'accélération maximale au sol élevé, qui sont la région d'Oran, Mascara et Ain Temouchent, où nous avons obtenu des valeurs de PGA comprises entre 0.30 et 0.55 (g). Alors que pour la partie orientale, dans la région de Constantine, l'accélération maximale du sol pour cette région variée entre 0.35 (g) et 0.50 (g), tandis que pour la région de Beni Ouertlane et Bejaya, la valeur de (PGA) peut atteindre 0,40 (g). Cette carte (Fig.V.13) révèle également que les régions à fortes accélérations maximales du sol correspondent aux bassins Néogène, du Chélif, de la Mitidja, du bas Chélif, ainsi que le bassin de Constantine.



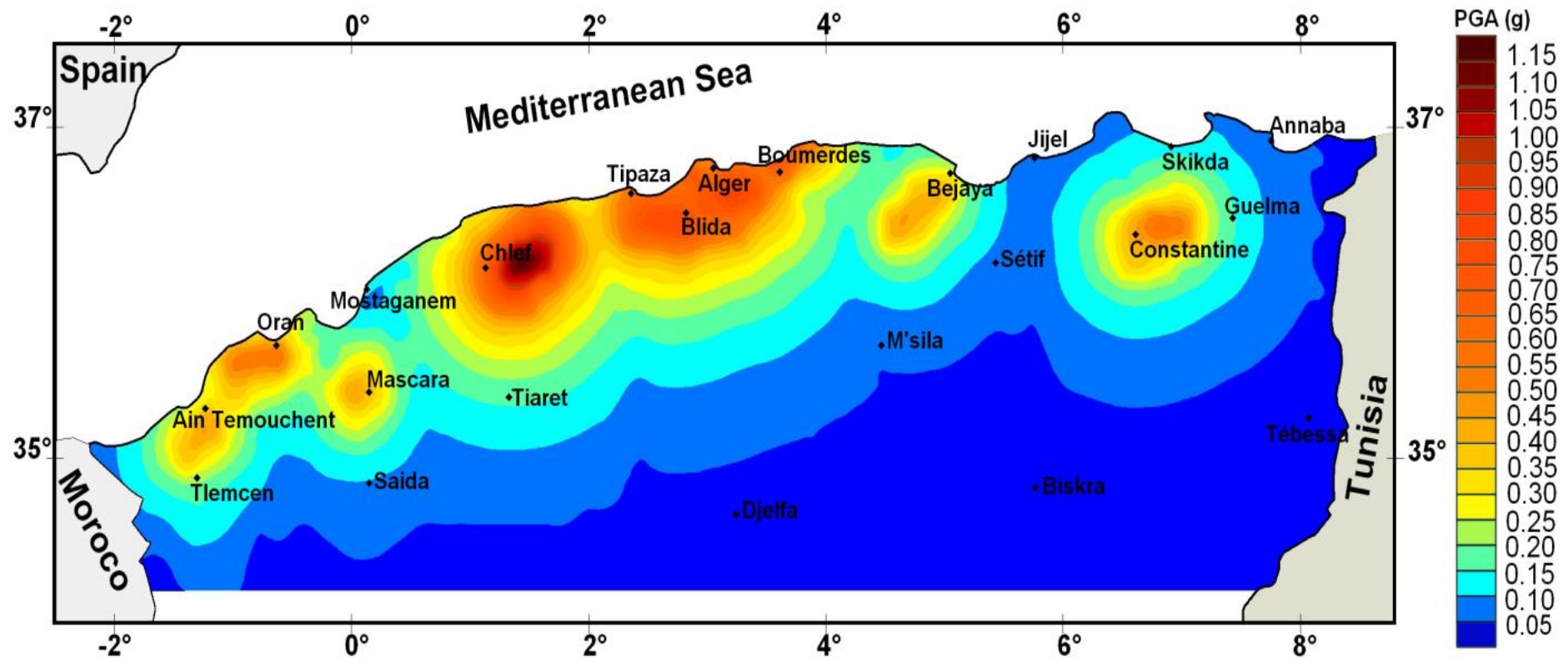


Figure.V.13. Carte d'aléa sismique déterministe du nord Algérien en termes d'accélération maximale du sol (PGA).

Pour valider les résultats de ce travail, nous avons effectué des comparaisons entre les résultats de cette étude et ceux des études précédentes réalisées par les méthodes, néo-déterministe (NDSHA), probabiliste (PSHA), et l'intensité maximale observée (MOI) pour 13 villes.

L'Algérie a fait l'objet de deux études néo-déterministes (NDSHA) réalisées par Aoudia et al., (2000) sur le nord de l'Algérie et Mourabit et al., (2014) couvrant l'Afrique du Nord, signalons que l'évaluation de l'aléa sismique dans ces études est basée sur le calcul de sismogrammes synthétiques, où des cartes en termes de maximum velocity ( $V_{max}$ ), maximum displacement ( $D_{max}$ ), et design ground acceleration (DGA) ont été préparées. Dans ce travail, nous comparons nos résultats en termes de PGA avec les valeurs de DGA des études précédentes NDSHA, en supposant que ces deux paramètres sont équivalents selon Zuccolo et al., (2011). En effet, les valeurs de DGA calculées par Aoudia et al., (2000) et Mourabit et al., (2014) sont en bon accord avec les valeurs de PGA de ce travail (Tab.V.4), cela pour les villes de Chlef, Alger, Boumerdes et Blida, où nous avons obtenues respectivement les valeurs de PGA suivantes 0.64 (g), 0.60 (g), 0.63 (g) et 0.74 (g) tandis que les valeurs de DGA prédite par Aoudia et al., (2000), sont dans l'intervalle de 0.40 et 0.60 (g) pour ces 4 villes. Quant à l'étude de Mourabit et al., (2014), les valeurs de DGA estimé sont comprises dans les intervalles de 0.60-0.63 (g), 0.30-0.61 (g), 0.30-0.62 (g) et 0.30-0.60 (g) pour les villes de Chlef, Alger, Boumerdes, et Blida, respectivement. De plus, les valeurs de PGA calculées par la Méthode DSHA pour les villes d'Oran, Ain Temouchent et Mascara sont 0.33 (g), 0.43 (g) et 0.36 (g), ces valeurs sont en cohérences avec les valeurs DGA de Aoudia et al., (2000) comprise entre 0.40 et 0.60 (g) pour Oran et Ain Temouchent, elles sont dans l'intervalle de 0.20 à 0.40 (g) pour Mascara. Cependant, nos résultats pour ces villes ne sont pas en correspondance avec les valeurs DGA estimé par Mourabit et al., (2014) qui proposent des valeurs de DGA inférieurs par rapport à nos résultats et aux résultats de Aoudia et al., (2000). Par ailleurs, l'accélération maximale du sol (PGA) de cette étude sont plus élevées par rapport aux valeurs DGA prédite par Aoudia et al., (2000) et Mourabit et al., (2014) pour les villes de Bejaya et Constantine, alors que pour Mostaganem, Bouira et Sétif ces derniers sont en correspondance uniquement avec les valeurs de DGA de Morabit et al., (2014).

**Tableau V.4.** Comparaisons des valeurs d'accélération maximale du Sol (PGA) de cette étude avec les valeurs (DGA) de Aoudia et al., (2000) et Mourabit et al., (2014) pour les villes sélectionnées.

Ville	PGA (g) (DSHA) Cette étude	DGA (g) (NDSHA)	
		Aoudia et al., (2000)	Morabit et al., (2014)
Ain Temouchent	0.33	0.40-0.60	0.02-0.04
Oran	0.43	0.40-0.60	0.08-0.15
Mascara	0.36	0.20-0.40	0.08-0.15
Mosataganem	0.10	0.20-0.40	0.08-0.15
Chlef	0.64	0.40-0.60	0.60-0.63
Tipaza	0.55	0.40-0.60	0.15-0.30
Blida	0.73	0.40-0.60	0.30-0.60
Alger	0.60	0.40-0.60	0.30-0.61
Boumerdes	0.63	0.40-0.60	0.30-0.62
Bouira	0.18	0.20-0.40	0.15-0.30
Bejaya	0.30	0.05-0.10	0.04-0.08
Sétif	0.08	0.10-0.20	0.04-0.08
Constantine	0.43	0.10-0.20	0.04-0.08

D'autre part, nous avons testé nos résultats déterministes avec ceux des études de Peláez et al., (2003, 2005, 2006) et Hamdache et al., (2012) basés sur une approche probabiliste, afin d'évaluer l'aléa sismique dans le nord de l'Algérie en termes d'accélération maximale du sol (PGA) et d'accélération spectrale (SA), pour une probabilité de dépassement de 39.3% et 10% en 50 ans, et des périodes de retour de 100 et 475 ans. Bien qu'il ne soit pas facile d'effectuer une analyse comparative à cause de la différence entre les deux méthodes probabiliste et déterministe. Cependant, les résultats de ces études ont mis en évidence les mêmes régions qui présentent des valeurs plus élevées de l'aléa sismique, comme la région de Chlef, ainsi que la région d'Alger, Boumerdes, Blida et Tipaza, mais avec des variations de PGA, où les valeurs calculées de PGA dans cette étude DSHA sont plus élevées que celles obtenues par les études probabilistes (Tab.V.5). En effet, pour la ville de Chlef, Peláez et al., (2003) ont estimé les valeurs maximales de (PGA) 0.393 (g) et 0.460 (g) pour le pire scénario (worst case) et 0.416 (g) selon Peláez et al., (2005), Alors que nos résultats pour cette région donnent des valeurs (PGA) de 0.640 (g). Quant à la ville d'Alger, Blida et Tipaza Peláez et al., (2003) ont donnée respectivement des valeurs de PGA 0.164 (g), 0.219 (g) et 0.240 (g) pour une période de retour de 475 ans et les valeurs de PGA 0.197 (g), 0.255 (g), 0.240 (g) pour le pire scénario, tandis que

Peláez et al., (2005) ont rapporté les valeurs de PGA 0.229 (g), 0.315 (g), 0.240 (g) pour ces villes respectivement, alors que dans cette étude nous avons obtenu des accélérations maximales du sol PGA de 0.600 (g), 0.730 (g) et 0.550 (g) pour Alger, Blida et Tipaza. Il est important à noter que Peláez et al., (2003, 2005) n'ont pas pris en considération les caractéristiques du sol pour calculer l'aléa sismique.

**Tableau V.5.** Comparaisons des valeurs d'accélération maximale du Sol (PGA) de cette étude avec les valeurs (PGA) de Peláez et al., (2003) et Peláez et al., (2005) pour les villes sélectionnées.

Ville	Cette étude	Peláez et al., (2003)		Peláez et al., (2005)
	(DSHA)	PSHA		
	PGA (g)	PGA (g)	PGA-Worst case (g)	PGA (g)
Ain Temouchent	0.330	0.094	0.114	0.08-0.16
Oran	0.429	0.138	0.180	0.148
Mascara	0.356	0.159	0.185	0.184
Mosataganem	0.100	0.123	0.16-0.24	0.132
Chlef	0.640	0.393	0.460	0.418
Tipaza	0.550	0.16-0.24	0.16-0.24	0.240
Blida	0.730	0.219	0.255	0.315
Alger	0.600	0.164	0.197	0.229
Boumerdes	0.630	0.08-0.16	0.08-0.16	0.16-0.24
Bouira	0.180	0.131	-	0.139
Bejaya	0.300	0.117	0.144	0.08-0.16
Sétif	0.080	0.223	0.247	0.206
Constantine	0.430	0.137	0.191	0.124

Dans ce contexte, les résultats obtenus dans cette étude, ont été également testé avec celles de Peláez et al., (2006) et Hamdache et al., (2012), ces derniers ont calculé l'aléa sismique en termes de PGA et d'accélération spectrale (SA). Dans les travaux de Hamdache et al., (2012) le calcul de l'aléa sismique est effectué pour trois types de sols différents (roches, sols rigides et sols mous). La comparaison des valeurs PGA de ce travail avec ceux de Peláez et al., (2006) et Hamdache et al., (2012) pour les villes sélectionnées au nord algérien sont indiquées dans le (Tab.V.7), On constate que l'accélération maximale du sol obtenu par l'approche déterministe de la présente étude pour les importantes villes du nord Algérien (Tab.V.6) sont plus élevés par rapports aux valeurs PGA de Peláez et al., (2006) et de Hamdache et al., (2012) pour les différents types de sol. Il est important de noter que les variations et les différences entre

l'accélération maximale du sol calculé dans cette étude (DSHA) et les valeurs de PGA rapportés dans les études probabilistes (PSHA) de Peláez et al., (2003, 2005, 2006) et Hamdache et al., (2012) peuvent être expliquées par le choix de la loi d'atténuation et surtout par les différences fondamentales entre les deux approches.

**Tableau V.6.** Comparaisons des valeurs d'accélération maximale du Sol (PGA) de cette étude avec les valeurs (PGA) de Peláez et al., (2006) et Hamdache et al., (2012) pour les villes sélectionnées.

Ville	Cette étude (DSHA)	Peláez et al., (2006)	Hamdache et al., (2012)		
	PGA (g)		PGA (g)		
			PGA (g)	Rock	Stiff Soil
A. Temouchent	0.330	0.08-0.16	-	-	-
Oran	0.429	0.148	0.147	0.156	0.158
Mascara	0.356	0.184	0.183	0.195	0.198
Mosataganem	0.100	0.132	0.132	0.139	1.410
Chlef	0.640	0.418	0.416	0.443	0.450
Tipaza	0.550	-	0.239	0.255	0.259
Blida	0.730	0.315	0.314	0.334	0.339
Alger	0.600	0.229	0.228	0.242	0.246
Boumerdes	0.630	-	0.172	0.183	0.186
Bouira	0.180	0.139	0.138	0.148	0.15
Bejaya	0.300	-	0.114	0.119	0.122
Sétif	0.080	0.206	0.207	0.22	0.224
Constantine	0.430	0.129	0.128	0.136	0.138

Par ailleurs, nous signalons la possibilité de comparer les résultats de la présente étude, avec la carte d'intensité maximale observée (MOI\_2014) de Ayadi et Bezzeghoud (2015) (Fig.I.7, page 15), cette dernière est préparée en utilisant des données macrosismiques couvrant la période entre 1365 et 2013, dont l'intensité supérieure ou égale à ( $I_0=V$ ). Il est important de souligner que des similitudes apparaissent entre la carte (MOI\_2014) et la carte déterministe de cette étude de point de vue répartition spatiale de risque sismique, où la forme et l'allure des courbes iso-

valeur d'intensité ( $I_0$ ) correspond pratiquement au même aspect de la carte (DSHA), pour les régions présentant des accélérations maximales de sol (PGA) très élevés, notons qu'elles sont contournées par des courbe iso-intensités supérieure à ( $I_0 = VIII$ ). Signalons que ces régions ont connu de forts tremblements de terre qui ont causés de gros dégâts, tels que les séismes d'El Asnam–Chlef (1954,  $I_0 = X$  et 1980,  $I_0 = IX$ ), Alger (1365,  $I_0 = X$  et 1716,  $I_0 = X$ ), Boumerdes (2003,  $I_0 = X$ ), Tipaza (1989,  $I_0 = VIII$ ), Oran (1790  $I_0 = IX-X$ ), Mascara (1819,  $I_0 = X$ , 1994,  $I_0 = VII$ ), Ain Temouchent (1999,  $I_0 = VII$ ), Beni Ouertilane (2000,  $I_0 = VII$ ), Constantine (1985,  $I_0 = VIII$ ).

## V.5 Conclusion

L'évaluation de l'aléa sismique du nord algérien par l'approche déterministe (DSHA) a été réalisée en termes d'accélération maximale du sol (PGA). Cette étude a montré que l'aléa sismique est élevé au tour des bassins néogènes, notamment le bassin du Chéelif et le bassin du Mitidja. Ces derniers sont susceptibles à des séismes forts, vu la présence des failles actives avec un potentiel sismogène important.

Il convient de souligner que ces résultats sont analogues avec celles des études précédentes, notamment pour les régions présentant des niveaux d'aléa élevé. En effet, nous avons obtenu des résultats significatifs d'accélération maximale du sol (PGA), comparables avec les valeurs design ground acceleration (DGA) calculées par la méthode néo-déterministe (NDSHA) par Aoudia et al., (2000), Mourabit et al., (2014), notamment pour la partie centrale du nord algérien, autour de la région de Chlef, la région d'Alger, Boumerdes, Blida et Tipaza. Tandis que nos estimations déterministes de PGA sont supérieures par rapport aux valeurs de PGA des études probabilistes (PSHA) de Peláez et al., (2003, 2005, 2006) et Hamdache et al., (2012). Notons que dans cette étude, seules les failles qui ont causé des séismes historiques et instrumentales de magnitude supérieure à 5.5 sont prises en considération. Par conséquent, pour affiner l'évaluation de l'aléa sismique, il est indispensable de disposer de données plus détaillées sur les failles actives.

Les résultats que nous présentons dans ce travail peuvent aider ceux qui veulent entreprendre des études approfondies et détaillées de l'aléa sismique déterministe du nord algérien, en prenant en compte les effets de site notamment dans les bassins sédimentaires, et en tenant en compte l'identification et la quantification de l'ensemble des incertitudes apparaissant dans l'estimation déterministe.

# CONCLUSION GÉNÉRALE

---

## Conclusion générale

Ce travail de recherche comprend l'étude de la sismicité du nord-ouest algérien, qui représente une contribution spécifique à l'évaluation de l'aléa sismique déterministe de la marge nord occidentale de l'Algérie.

L'étude de l'activité sismique de l'Algérie nord occidentale nous a permis d'élaborer un catalogue de sismicité le plus complet possible du nord-ouest algérien, pour la zone comprise entre les longitudes  $[-2^{\circ}, 1^{\circ}]$  et les latitudes  $[34^{\circ}, 37^{\circ}]$ , et couvre la période d'observation sismique qui s'étale entre 1790 et 2016 avec la mise à jour du catalogue édité jusqu'à l'an 2022, voir (annexes). Ce dernier a été compilé par des données historiques et instrumentales provenant de diverses sources nationales et internationales. Ce catalogue contient des séismes avec des magnitudes  $M \geq 2.5$  homogénéisé en magnitude du moment sismique ( $M_w$ ). Le document ici proposé contient les informations fondamentales nécessaires à toute étude : d'activité sismique, sismotectoniques, ainsi que l'évaluation de l'aléa sismique sous l'approche déterministe de la région du nord-ouest algérien.

Le catalogue qui a fait l'objet d'une publication à renommée a été utilisé pour évaluer l'énergie sismique libérée vers la surface de la zone susmentionnée, où un bilan négatif entre la période entre 1790 et 2015 a été enregistré. Ce bilan revient à l'activité sismique de la région nord-ouest de l'Algérie, qui est caractérisée par une sismicité modérée, liée généralement à un contexte géodynamique régionale ; où on note l'existence d'un cisaillement profond directionnel parcourant d'Est en Ouest les plaines de la région Oranaise (Nadji, 2010).

Cependant, il existe d'autres considérations, telle que le signe évocateur de présence d'une lacune sismique dans l'ouest algérien, contrairement à ce que se passe aux régions voisines du centre et à l'extrême Est de l'Algérie ; qui sont caractérisées par une activité sismique plus importante. Cette lacune devra être confirmée par d'autre méthodologie, géodésique utilisant des données fiables de (GPS) et d'interférométrie (InSAR).

En perspective, le catalogue réalisé doit faire l'objet d'un travail supplémentaire de point de vue **i)** complétude, notamment pour la sismicité antérieur à 1900, afin d'ajouter des séismes qui ne sont éventuellement pas mentionnée auparavant dans les différentes sources utilisées pour compiler ce dernier, **ii)** une réévaluation des séismes historiques, comme ils l'ont fait Buforn et al., (2019), en étudiant le séisme d'Oran 1790, **iii)** l'élaboration des relations empiriques entre



la magnitude du moment sismique et les différents types de magnitudes, compatibles avec le contexte sismotectonique du nord algérien, dans le but de réduire les erreurs de conversion.

Dans ce travail de thèse, un essai d'évaluation de l'aléa sismique de l'Algérie nord occidentale a été élaboré, sous l'égide d'approche déterministe (DSHA) ; basée sur le calcul de l'accélération maximale du sol (PGA), pour les différents types de sources séismogènes (inverse, normale et décrochante) affectants cette région. En tenant compte des magnitudes maximales ( $M_{max}$ ), de la distance épacentrale mesurée et du modèle d'atténuation d'Akkar et al., (2013) sélectionné parmi d'autres nous avons entrepris ce travail fastidieux. Signalons que la cohérence de ce dernier avec le contexte géodynamiques et sismotectonique caractérisant le nord algérien a été très favorable pour expliquer le mécanisme d'une déformation profonde.

Les résultats de l'application de cette approche déterministe sont donnés sous forme de cartes thématiques représentatives de l'évolution des valeurs d'aléa, en termes l'accélération maximale du sol : PGA, en fonction de la répartition latérale des trois types de failles (inverse, normale et décrochante). En conséquence, deux cartes d'aléa de synthèse ont été élaborées, dont la première tient en compte les valeurs pondérées de PGA calculées qui est jugée très représentative par rapport à la chronologie de limite de plaque tectonique (décrochante & transtensive) conformément au modèle de Thomas (1985) et au modèle de Nadji (2010). Cette carte nous a permis de mettre en évidence ; que les valeurs de PGA comprise entre 0.11 à 0.17 d'unité (g) peuvent atteindre la valeur de : 0.27 (g), dans la zone qui correspond à la plaine de M'leta. Ces valeurs reflètent effectivement l'activité d'une sismicité modérée sur toute la région. De même, nous pouvons souligner une extension remarquable d'orientation Est-Ouest des courbes iso-valeurs de l'accélération maximale du sol. Cette direction correspond à l'axe de décrochement affectant la région Oranaise qui est représentative **du décrochement majeur délimitant la plaque africaine de la plaque eurasiatique in Nadji (2010)**. Alors que, la deuxième carte de synthèse de l'aléa sismique déterministe a été élaborée en prenant en considération les valeurs de PGA dont les valeurs les plus élevées, par chaque type de failles, ont été introduit pour élaborer la carte de synthèse. Cette carte, des valeurs maxima de PGA varient amplement entre 0.2 (g) et 0.6 (g) avec une des courbes de PGA à tendance atlasique 'NE-SW', et une extension auxiliaire 'Est-Ouest' qui est notamment remarquée dans la partie orientale de la région étudiée, en confirmant ainsi que le potentiel séismogènes de ces failles étudiées par certains auteurs : (Meghraoui, 1988, Benouar et al., 1994 ; Bouhadad, 2001 ; Belabbes et al., 2009 ; Benbakhti et al., 2018 ; Abouda et al., 2019), qui ont montrés que la

sismicité récente de la région étudiée est associée essentiellement à des structures en plis et plis-failles de directions NE-SW affectant les formations quaternaires.

Par ailleurs, dans ce travail de thèse dont l'objectif été assigné notamment à l'évaluation de l'aléa sismique via l'approche déterministe (DSHA) en termes d'accélération maximale du sol (PGA) pour caractériser le mouvement de la couverture néogène du bas-Chélif en cette zone marginale de l'Ouest algérien. Cette carte nous a permis de mettre en évidence que l'aléa sismique est peu-élevé au tour des bassins néogènes, notamment dans le bassin du Chélif et le bassin du Mitidja, où les limites du bassin sont des accidents et des flexures tectoniques d'envergure telles que les failles inverses et pli-failles de direction NE-SW à E-W, signalons ainsi que ces failles représentent les principales sources séismiques enregistrées grâce aux données sismologiques nationales et étrangères en cette province occidentale du nord algérien. Soulignons que les résultats DSHA de cette étude sont en bon accord avec celles des études néo-déterministe (NDSHA) de Aoudia et al., (2000), Mourabit et al., (2014), notamment pour la partie centrale du nord Algérien, correspond aux bassins du Chélif et du Mitidja.

Les résultats de calcul de l'aléa sismique dans cette étude, ne reposent que sur deux paramètres, qui sont la magnitude maximale et la distance hypo-centrale. Par conséquent, une étude qui prend en considération le type de sol, le type des failles actives, ainsi que l'estimation les incertitudes épistémiques sera recommandée, afin d'obtenir des résultats plus fiables, aidant à la prévention des dégâts désastreuses des tremblements du terre majeurs qui pourraient survenir dans le nord algérien.

L'évaluation de l'aléa déterministe du nord-ouest algérien, ainsi que pour l'ensemble du nord algérien, peuvent faire l'objet de futurs travaux de recherches plus détaillées, en utilisant des études sismotectoniques de haute résolution en termes d'identification des sources séismogènes, et en prenant en considération plus de paramètres tels que, le type de sol, les effets de site, et les incertitudes épistémiques. La définition de stratégie à la prévention séismique nécessite l'existence d'une cartographie d'aléa sur laquelle sont placés les variantes et les taux des conséquences potentielles d'un éventuel tremblement de terre. En ce contexte, le Génie-civile trouvera tous les éléments architecturaux pour faire amélioration et actualiser le code parasismique, dans le but de concevoir et construire des infrastructures résistant aux tremblements de terre, conformément aux règles de construction et d'aménagement des territoires.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- Abbouda, M., Maouche, S., Bouhadad, Y., Belhai, D., Neotectonics and active tectonics of the Dahra- Lower Cheliff Basin (Tell Atlas, Algeria): Seismotectonic implication, *Journal of African Earth Sciences*, Volume 153, 2019, Pages 250-267, ISSN 1464-343X, <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2019.02.023>
- Abbouda, M.; Bouhadad, Y.; Benfedda, A. and A. Slimani. 2018. Seismotectonic and seismological aspects of the Mostaganem (Western Algeria) May 22, 2014 (Mw 4.9) seismic event. *Arab. J. Geosci.* 11, 57 (DOI : <https://doi.org/10.1007/s12517-018-3404-y>).
- Abed, Ahmed. *Livret des substances utiles : non métallique de l'Algérie, wilaya d'Oran 31*. Boumerdes: Service géologique de l'Algérie; 1999. 32p.
- Akkar, S., Sandikkaya, M.A. & Bommer, J.J. Empirical ground-motion models for point- and extended-source crustal earthquake scenarios in Europe and the Middle East. *Bull Earthquake Eng* 12, 359–387 (2014). <https://doi.org/10.1007/s10518-013-9461-4>.
- Alasset, P. J., Hébert, H., Maouche, S., Calbini, V., & Meghraoui. M. (2006), The tsunami induced by the 2003 Zemmouri earthquake (Mw = 6.9, Algeria); modelling and results, *Geophysical Journal International*, 166, 213-226.
- Ambraseys, N., J. Vogt, Material for the investigation of the seismicity of the region of Algiers, *Eur. Earthq. Eng.* 3 (1988) 16–29.
- Anderson, H. and Jackson, J. (1987) Active Tectonics of the Adriatic Region. *Geophysical Journal International*, 91, 937-983. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-246X.1987.tb01675.x>
- Aoudia, A., Vaccari, F., Suhadolc, P. et al. Seismogenic potential and earthquake hazard assessment in the Tell Atlas of Algeria. *Journal of Seismology* 4, 79–98 (2000) <https://doi.org/10.1023/A:1009848714019>.
- Argus DF, Gordon RG, De Mets C, Stein S (1989) Closure of the Africa–Eurasia–North America plate Motions circuit and tectonics of the glauria fault. *J Geophys Res* 94:5585–5602
- Argus, D.F. and Gordon, R.G. (1991). No-net-rotation model of current plate velocities incorporating plate motion model NUVEL-1. *Geophysical Research Letters* 18: doi: 10.1029/91GL01532. issn: 0094-8276.
- Di Agostino A.N., et Selvaggi, G., 2004, Crustal motion along the Eurasia-Nubia plate boundary in the Calabrian Arc and Sicily and active extension in the Messina Straits from GPS measurements: *Journal of Geophysical Research*.

- Atif K. F. T., Bessedik M., Belkebir L., Mansour B. & Saint Martin J.-P. 2008. — Le passage Mio-Pliocène dans le bassin du Bas Chélif (Algérie). *Biostratigraphie et paléo environnements. Geodiversitas* 30 (1) : 97-116.
- Ayadi, A., Oussadou-Ayadi, F., Bourouis, S. and Benhallou, H., 2002. Seismotectonic and seismic quietness of the Oranie region (Western Algeria): The Mascara earthquake of August 18th 1994, Mw=5.7, Ms=6.0. *Journal of Seismology*, 6:13-23, 2002.
- A. Ayadi, S. Maouche, A. Harbi, M. Meghraoui, H. Beldjoudi, F. Oussadou, A. Mahsas, D. Benouar, A. Heddar, Y. Rouchiche, A. Kherroubi, M. Frogneux, K. Lammali, F. Benhamouda, A. Sebaï, S. Bourouis, P.J. Alasset, A. Aoudia, Z. Cakir, M. Merahi, O. Nouar, A. Yelles, A. Bellik, P. Briole, O. Charade, F. Thouvenot, F. Semmane, A. Ferkoul, A. Deramchi, S.A. Haned, Strong Algerian earthquake strikes near capital city, *EOS Trans. AGU* 84 (50) (2003) 561–568.
- Ayadi, A., Dorbath, C., Oussadou, F., Maouche, S., Chikh, M., Bounif, M., Meghraoui, M., 2008. Zemmouri earthquake rupture zone (Mw 6.8, Algeria): Aftershocks sequence relocation and 3D velocity model. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 113.
- Ayadi A., Bezzeghoud M., 2015. Seismicity of Algeria from 1365 to 2013: Maximum Observed Intensity Map (MOI2014). *Seismological Research Letters*, 86(1): 236-244. doi: 10.1785/0220140075.
- Bakun, W. H., 1984. Seismic moments, local magnitudes, and coda duration magnitudes for earthquakes in central California. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 74 : 439–458.
- Belabbès, S., 2008, Caractérisation de la déformation active par l'Interférométrie Radar (InSAR) : Failles sismiques aveugles et cachées de l'Atlas Tellien (Algérie) et du Rif (Maroc) le long de la limite des plaques Afrique-Eurasie. Thèse de Doctorat, Université Louis Pasteur-Strasbourg I, pp 199.
- Belabbès, S., Meghraoui, Çakir, Z., Bouhadad, Y., 2009. InSAR analysis of a blind thrust rupture and related active folding: The 1999 Ain Temouchent earthquake (Mw 5.7, Algeria) case study. *J Seismol* (2009) 13:421–432. DOI: 10.1007/s10950-008-9135-x.
- Belabbès, S., Wicks, C., Çakir, Z., Meghraoui, M., 2009. Rupture parameters of the 2003 Zemmouri (Mw 6.8), Algeria, earthquake from joint inversion of interferometric synthetic aperture radar, coastal uplift, and GPS. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 114.
- Belayadi, I., Bezzeghoud, M., Nadji, A., and Fontiela, J. (2017). Sismicité de l'Algérie Nord Occidentale entre 1790 et 2016 : catalogue sismique. *Comunicações Geológicas*, 104(1), 5.

BELKEEBIR L., LABDI A., MANSOUR B., BESSEDIK M. & SAINT MARTIN J.-P. (2008) - Biostratigraphie et lithologie des séries serravallo-tortonniennes du massif du Dahra et du bassin du Chélif (Algérie). Implications sur la position de la limite serravallo-tortonienne. *Géodiversitas*, Paris, 30 (1), p.9-19.

Benbakhti, I.M., Maouche, S., Belhai, D. *et al.* Characterizing the active tectonics in the Oran region (Algeria) and recasting the 1790 earthquake. *J Seismol* 22, 1549–1561 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10950-018-9784-3>.

Benfedda, A., Bouhadad, Y., Boughacha, M.S., Guessoum, N., Abbas, K., Bezzeghoud, M., The Oran January 9th (Mw 4.7) and June 6th, 2008 (Mw 5.4) earthquakes: Seismological study and seismotectonic implication, *Journal of African Earth Sciences* (2020), doi: <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2020.103896>.

Benhallou, H., 1985. *Les Catastrophes Séismiques de la Région d'Echeliff dans le contexte de la Séismicité Historique de l'Algérie*. Thesis, University of Algiers, 141.

Benouar, D., The seismicity of Algeria and adjacent regions during the twentieth century, PhD thesis, Imperial College of Science, Technology and Medicine, University of London, 1993, 712 p.

Benouar, D., Aoudia, A., Maouche, S. and Meghraoui, M., 1994. The 18 August 1994 Mascara (Algeria) earthquake- a quick-look report. *Terra Nova*, 6, pp. 634-637.

Benouar, D., 1994, Material for the investigation of the seismicity of Algeria 44d adjacent region during the twentieth century. *Annali di Geofisica*, XXXVII, N4.1994., pp860.

Benouar, D., 1994. An earthquake catalogue for the Maghreb region 20°-38°N, 10°W-12°E for the period 1900–1990. *Annali di Geofisica*, 37 : 511–528.

Bessedik M. Belkebir L. Mansour B. 2002. Révision de l'âge Miocène inférieur (au sens des anciens auteurs) des dépôts du bassin du Bas Chelif (Oran, Algérie) : conséquences biostratigraphique et géodynamique. *Mémoires des Services Géologiques d'Algérie*, 11, 167 156

Bezzeghoud M., D. Dimitrov, J.C. Ruegg and K. Lammali, 1995. Faulting mechanism of the El Asnam (Algeria) 1954 and 1980 earthquakes from modelling of vertical movements. *Tectonophysics*, 249, 249-266.

Bezzeghoud, M., A. Ayadi, A. Sébaï, M. Aït Messaoud, A. Mokrane, and H. Benhallou (1996). Seismicity of Algeria between 1365 and 1989: Map of maximum observed intensities (MOI), in *Advances en Geofisica y Geodesia*, Vol. 1, IGN, Madrid, Spain, 107–114.

Bezzeghoud, M. and Buforn, E., 1999, Source parameters of the 1992 Mellila (Spain, Mw = 4.8), 1994 Al Hoceima (Marocco, Mw = 5.8), and the Mascara (Algeria, Mw = 5.7) earthquakes and seismotectonic implications, *Bull. Seism. Soc. Am.* 99, 359–372.

- Bezzeghoud, M ; Ayadi, A ; Caldeira, B ; Fonteila J ; Borges JF., 2017. Los mayores sismos en Argelia en la época moderna: las fallas de El Asnam y Zemmouri-Boumerdès. *Física de la Tierra*, 29 (2017), 183-202.
- Bockel, (1970). Map of Maximum Observed Intensities, IMPGA, Algiers, Algeria (unpublished document).
- Boudiaf, A., 1996. Etude sismotectonique de la région d'Alger et de la Kabylie : Utilisation des modèles numériques de terrain (MNT) et de la télédétection pour la reconnaissance des structures tectoniques actives : Contribution à l'évaluation de l'aléa sismique. Université de Montpellier II. Thèse de doctorat : 274 p.
- Boukhedimi, M, 2017. La néotectonique du nord-ouest algérien et ses conséquences sur la répartition spatiale de la sismicité et du volcanisme et l'hydrothermale récents de l'Oranie. Université USTHB. Thèse de doctorat : 161 p.
- Boughacha, M., Ouyed, M., Ayadi, A., Benhallou, H., 2004. Seismicity and seismic hazard mapping of northern Algeria: Map of Maximum Calculated Intensities (MCI). *Journal of Seismology*, 8 (1): 1-10, <https://doi.org/10.1023/B:JOSE.0000009513.11031.43>.
- Bouhadad, Y., 2001. The Murdjajo, Western Algeria, fault-related fold: Implication for seismic hazard. *Journal of seismology*, 5, 541-558.
- Bouhadad, Y., Nour, A., Laouami, N and Belhai, D., 2003. The Beni-Ourtilane- Tachouaft fault and Seismotectonic aspects of the Babors region (NE of Algeria), *J. Seismol.* 7, 79–88.
- Bouhadad, Y ; Laouami, N ; Nour, A. ; Slimani, N. ; Belhai, D., 2003b. Estimation of seismic hazard based on seismic potential of active faults : case study of the Oran region (Algeria). Proceedings of the international conference in earthquake engineering, Skopje earthquake - 40 years of European Earthquake Engineering (SE 40EEE), Skopje & Ohrid (Republic of Macedonia), paper 10 (CD-ROM), 26 to 29 August 2003.
- Bouhadad, Y., 2007. Dynamique récente et actuelle de quelques tronçons de la chaîne tellienne : Géologie des failles actives et aléa sismique. Doctorat en Sciences. Thesis, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, 242 pp.
- Bounif MA., Haessler H., Meghraoui M., 1987. The Constantine (Northeast Algeria) earthquake of October 27, 1985; surface ruptures and aftershock study. *Earth Planet Sci Lett* 85 :451–460. doi : 10.1016/0012-821X (87)90140-3.
- Bounif MA (1990). Etude sismotectonique en Algérie du nord : contribution à l'étude d'un tronçon de la chaîne tellienne à partir des répliques du séisme de Constantine du 27 octobre 1985, Magister Thesis, USTHB, Alger, p 155.
- Bounif MA., Dorbath C., 1998. Three-dimensional velocity structure and relocated aftershocks for the 1985 Constantine, Algeria ( $M_s=5.9$ ) earthquake. *Annali di Geofisica* 41 (1) :93–104.

- Bounif, A., M. Bezzeghoud, L. Dorbath, D. Legrand, A. Deschamps, L. Rivera, and H. Benhallou (2003), Seismic source study of the 1989 October 29, Chenoua (Algeria) earthquake from aftershocks, broad-band and strong motion records, *Ann. Geophys.*, 46 625-646.
- Bounif, A., et al. (2004), The 21 May 2003 Zemmouri (Algeria) earthquake Mw 6.8: Relocation and aftershock sequence analysis, *Geophys. Res. Lett.*, 31, L19606, doi:10.1029/2004GL020586.
- Buform, E., Udias, A., et Colombas, M.A., 1988, Seismicity, source mechanisms and tectonics of the Azores-Gibraltar plate boundary: *Tectonophysics*, v. 152, p. 89-118.
- Buform, E., Bezzeghoud, M., Udias, A. et al. Seismic Sources on the Iberia-African Plate Boundary and their Tectonic Implications. *Pure appl. geophys.* 161, 623–646 (2004). <https://doi.org/10.1007/s00024-003-2466-1>.
- Buform, E.; Coca, P.; Bezzeghoud, M.; Udías, A.; Bouhadad, Y.; Mattesini, M., 2019. "The destructive 1790 Oran (NW Algeria) earthquake in a region of low seismicity". *Tectonophysics*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2019.03.008>.
- Calais E, DeMets C, Nocquet J-M (2003) Evidence for a post-3.16-Ma change in Nubia-Eurasia-North America plate motions? *Earth and Planetary Science Letters* 216, 81-92.
- Coca, P., and Buform, E. (1994), *Mecanismos focales en el sur de España: periodo 1965-1985*, Estudios Geológicos, Madrid, 50(1-2), 33-45.
- Coyne et Bellier, 1996. Barrage de Tichi-Haf, rapport N°2, structure géologique et perméabilité : Hypothèses pour le voile d'étanchéité. Bilan des connaissances en octobre 1996, rapport technique, 33 pages.
- Ciszak R (1993). Évolution géodynamique de la chaîne tellienne en Oranie (Algérie occidentale) pendant le Paléozoïque et le Mésozoïque vol 20. Laboratoire de géologie sédimentaire et Paléontologie. Thèse de doctorat, Université Paul Sabatier, 513p.
- CRAAG-Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et de Géophysique.
- Delouis, B., M. Vallée, M. Meghraoui, E. Calais, S. Maouche, K. Lamalli, A. Mahsas, P. Briole, F. Benhamouda, and A. Yelles (2004), Slip distribution of the 2003 Boumerdes-Zemmouri earthquake, Algeria, from teleseismic, GPS, and coastal uplift data, *Geophys. Res. Letters* 31, L18607, doi :10.1029/2004GL020687.
- Delfaud J et Thomas G (1972) Les grandes lignes de la stratigraphie du quaternaire oranais-C.R. Acad. Sci., Paris, D, 274, 3341-3344.
- De Mets, C., Gordon, R.C., Argus, D.F. and Stein, S., 1990, Current plate motion, *Geophys. J. Intern.* 101, 425–478.

- De Mets C, Gordon RG, Argus DF, Stein S (1994). Effect of recent revisions to the geomagnetic reversal time scale on estimates of current plate motions *Geophysical research letters* 21:2191-2194
- Deschamps A., Gaudemer, Y. and A. Cisternas (1982). The El Asnam, Algeria, earthquake of 10 October 1980: multiple- source mechanism determined from long-period records. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 72(4), 1111-1128.
- Deschamps A., Bezzeghoud M., Bounif A., 1991, Seismological study of the Constantine (Algeria) earthquake (27 October 1985), Publication IGN., Série Monographia, no. 8, pp 163–173.
- Deschamps, A., Bezzeghoud, M. and Bounif, A. 1991. Seismological study of the Constantine (Algeria) earthquake (27 october 1985). In Mezcuca, J., A. Udias (eds), *Seismicity, Seismotectonics and Seismic Risk of the Ibero-Maghrebian Region* (Publ. Inst. Geogr. Nac. Madrid) 8, 163-173.
- Deverchère, J.; Yelles, K.; Domzig, A.; Mercier de Lépinay, B.; Bouillin, J.P; Gaullier, V.; Bracène, R.; Calais, E.; Savoye, B.; kherroubi, A., Le Roy, P.; Pauc, H.; Dan, G., 2005. Active thrust faulting offshore Boumerdes, Algeria, and its relations to the 2003 Mw 6.9 earthquake., *Geophys. Res., Let.* 32., L04311.
- Dewey, J.F., Helman, M.L., Turco, E., Hutton, D.H.W., Knott, S.D., 1989. Kinematics of the western mediterranean. In: Coward, M.P., Dietrich, D., Park, R.G. (Eds.), *Alpine Tectonics*. Geological Society, London, pp. 265–283.
- Dewey, J.W. (1991). The 1954 and 1980 Algerian earthquakes: implications for the characteristic displacement model of fault behavior, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 81(2), 446- 467.
- Domzig A (2006) Déformation active et récente, et structuration tectono-sédimentaire de la marge sous-marine algérienne, PhD Dissertation, Brest (UBO) University, Institut Universitaire Européen de la Mer, Brittany, France, 333 pp.
- Durand-Delga M. (1969). Mise au point sur la structure du Nord-Est de la Berbérie. *Publ. Serv. Géol. Algérie*, n°39, 89-131.
- Espinosa, A.F. and A. López-Arroyo. (1984). Inconsistencies in the Modified Mercally Intensity scale, El Asnam, Algeria, earthquake, *Proc. Conf. Int. sur la Microzonation sismique, Ech Cheliff, Algeria*, 10-12 October 1984, 51-65.
- Fenet, B., (1975). Recherche sur l'alpinisation de la bordure septentrionale du bouclier africain à partir de l'étude d'un élément de l'orogénèse Nord-Maghrebines : Les monts djebel Tessala et les massifs du littoral oranais. Thèse, Sci., Univ., Nice. P 301.
- GCMT, Global Centroid Moment Tensor catalog, [www.globalcmt.org/CMTsearch.html](http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html).



- Gourinard Y (1952) Carte géologique détaillée de l'Algérie. Feuille Oran (159) 2<sup>ème</sup> édition, Serv. Carte Géol, Alger, Algérie.
- Grandjean, (1954). Séismes d'Algérie de 1940 à 1950 inclus. Extraits des « annales de l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg », Tome VII, 3<sup>ème</sup> partie : Géophysique.
- Guardia P (1975) Géodynamique de la marge alpine du continent africain d'après l'étude de l'Oranie nord-occidentale. Thèse de doctorat en géologie. Université de Nice (France). 289p.
- Guessoum, N., Benhamouche, A.A., Bouhadad, Y. *et al.* Field evidence of Quaternary seismites in the Mostaganem-Relizane (western Algeria) region: seismotectonic implication. *Arab J Geosci* 11, 641 (2018). <https://doi.org/10.1007/s12517-018-4009-1>.
- Guiraud, R., 1977, Sur la néotectonique des régions ouest constantinoises, Bull. Soc. Geol. (France) 7, t. XIX, pp. 645–650.
- Gutenberg, B., Richter, C. F., 1956. Earthquake magnitude, intensity, energy and acceleration. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 46: 105-145.
- Hamdache, M., Bezzeghoud, M., Mokrane, A., 1998. Estimation of seismic hazard parameters in the northern part of Algeria. *Pure Appl. Geophys.* 151, 101– 117.
- Hamdache, M., 1998a. Seismic hazard assessment for the main seismogenic zones in north Algeria. *Pure Appl. Geophys.* 152, 281– 314.
- Hamdache, M., 1998b. Seismic hazard estimation in northern Algeria. *Nat. Hazards* 18, 119– 144.
- Hamdache, M., Peláez, J.A., Mobarki, M., Bellalem, F., and Lopez Casado, C. (2007). Seismic parameters estimation in Northern Algeria. *Bulletin du Service Géologique National* 18, 205-217.
- Hamdache, M., Peláez, J. A., Tadili A., López Casado, 2010. Unified Catalog of Main Earthquakes for Northern Algeria from A.D. 856 to 2008, *Seismological Research Letters*, 81(5): 732-739.
- Hamdache, M., Peláez, J.A., Talbi, A. et al. Ground-Motion Hazard Values for Northern Algeria. *Pure Appl. Geophys.* 169, 711–723 (2012).
- Hanks, T., Kanamori, H., 1979. A moment magnitude scale. *J. Geophys. Res.*, 84: 2348-2350.
- Harbi, A., Maouche, S. and Ayadi, H., 1999, Neotectonics and associated seismicity in the Eastern Tellian Atlas. of Algeria, *L Seismol.* 3, 95-104.
- Harbi, A., 2001. Analyse de la sismicité et mise en évidence d'accidents Actifs dans le Nord-Est Algerien. Mémoire de Magister, USTHB, Alger.

- Harbi, A., Maouch, S., and Benhallou, Hadj., 2003. Re-appraisal of seismicity and seismotectonics in the north-eastern Algeria Part II: 20th century seismicity and seismotectonics analysis. *Journal of Seismology* 7 : 221–234.
- Harbi, A., 2006, Evaluation de l'Aléa Sismique en Algérie du Nord par la Modélisation de l'Input Sismique dans les Zones Urbaines et l'Etablissement d'un Catalogue, USTHB, 222 pp.
- Harbi A (2009) Compling an earthquake catalogue for Algeria: sources and method. *Cahier du Centre Européen de Géodynamique et de Seismology* 28 :23–30.
- Harbi, A., Antonella, P., and Giuliano F.P., 2010. Seismicity of Eastern Algeria: a revised and extended earthquake catalogue, *Nat Hazards*, DOI 10.1007/s11069-009-9497-6.
- Harbi A, Sebai, Benmedjber M, Ousadou F, Rouchiche Y, Grigahcene A, Aini D, Bourouis S, Maouche S, Ayadi A (2015) The Algerian homogenized macroseismic database (267–1989): a deeper insight into the Algerian historical seismicity. *Seismol Res Lett* 86(06) :1705–1716.
- Hassani, Moulay Idris. Hydrogéologie d'un bassin endoréique semi-aride, le bassin versant de la grande sebkha d'Oran (Algérie). Thèse de Doctorat 3e cycle : Géologie Appliquée, Option : Hydrogéologie. Université Grenoble, 1987, 304p.
- Havard (solutions CMT Centroid-Moment-Tensor).
- Heaton, T. H., Tajima, F., Mori, A. W., 1986. Estimating ground motions using recorded accelerograms. *Surveys in Geophysics*, 8: 25–83.
- Heddar, A., Authemayou, C., Djellit, H., Yelles, A., Déverchere, J., Gharbi, S., Boudiaf, A., Lanoe, B.V.V., 2013. Preliminary results of a paleoseismological analysis along the Sahel fault (Algeria): New evidence for historical seismic events. *Quaternary international* 302, 210–223.
- Hée, A, Catalogue des séismes algériens de 1850 à 1911, *Ann. IPG Strasbourg VI* (1950) 41–49.
- International Seismological Centre, On-line Bulletin, <http://www.isc.ac.uk>, Internatl. Seis.C ent, Thatcham, United Kingdom, 2016.
- Johnston, A. C., 1996. Seismic moment assessment of earthquakes in stable continental regions I. Instrumental seismicity. *Geophysical Journal International*, 124: 381-414.
- Kanamori H., Anderson, D. L., 1975. Theoretical basis of some empirical relations in seismology. *Bull. Seisrn. Soc. Am.*, 65(5): 1073-1095.

- Karnik, V., 1988. Compilation and processing of historical data: summary remarks, *In: Lee, W.H.K., Meyers, H., Shimazaki, K. (Eds.) Historical Seismograms and Earthquakes of the World*, Academic Press, Inc., 513.
- K.-S. Liu and Y.-B. Tsai. 2005. Attenuation relationships of peak ground acceleration and velocity for crustal earthquakes in Taiwan. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 95(3):1045\_1058, Jun 2005. doi: 10.1785/0120040162.
- Laouami, N., Slimani, A. & Larbes, S. Ground motion prediction equations for Algeria and surrounding region using site classification based H/V spectral ratio. *Bull Earthquake Eng*16, 2653–2684 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10518-018-0310-3>
- Maouche, S. ; Harbi, A. ; Hadoum, H. 2004. sismotectonique de l'Algérois et les zones limitrophes. *Mém., Serv., Géol. Algérie.*, n°12.
- Maouche, S., 2010. Tectonique active et géodynamique de long de l'Atlas Tellien étude des soulèvements côtiers. Thèse de doctorat, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, 300 pp.
- Maouche, S., Meghraoui, M., Morhange, C., Belabbes, S., Bouhadad, Y., Haddoum, H., 2011. Active coastal thrusting and folding, and uplift rate of the Sahel Anticline and Zemmouri earthquake area (Tell Atlas, Algeria). *Tectonophysics* 509, 69–80.
- Martínez Solares, J. M., Mezcua, J., 2002.*Seismic Catalog of the Iberian Peninsula (880 B.C.–1900)*. IGN, Madrid, 256.
- Mc Clusky S et al. (2000) Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 105:5695-5719.
- Mc Clusky S, Reilinger R, Mahmoud S, Ben Sari D, Tealeb A (2003). GPS constraints on Africa (Nubia) and Arabia plate motions. *Geophysics Journal International* 155, 126-138.
- Mc Kenzie, D. (1972). Active tectonics of the Mediterranean region; *J.R. Ast. Soc.London*, 30,109-185.
- Meghraoui, M., 1988, Géologie des zones sismiques du nord de l'Algérie : Paléosismologie, tectonique active et synthèse sismotectonique ; PhD dissertation, Orsay University – Paris XI, .356 p.
- Meghraoui, M. ; Philip, H. ; Albarede, F. ; Cisternas, A., 1988. Trenches investigations through the trace of the 1980 El-Asnam thrust fault: evidence for paleoseismicity. *Bul. Seism. Soc. Am.* 78, 2, 979- 999.
- Meghraoui, M., (1991). Blind reverse faulting system associated with the Mont Chenoua-Tipasa earthquake of 29 October 1989 (north-central Algeria). *Terra Nova*, 3: 84-93.

- Meghraoui, M. et Doumaz, F., 1996. Earthquake-induced flooding and paleoseismicity of the El Asnam (Algeria) fault-related fold, *J. Geophys. Res.* 101, 17617- 17644.
- Meghraoui, M ; Morel, J.L. ; Andrieux, J. & Dahmani, M., 1996. Tectonique plioquaternaire de la chaîne tello-rifaine et de la mer d'Alboran. Une zone complexe de convergence continent –continent. *Bull., Soc, Géol., Fr.*, 1,141-157.
- Meghraoui, M., Maouche, S., Chemaâ, B., Cakir, Z., Aoudia, A., Harbi, A., Alasset, P.J., Ayadi, A., Bouhadad, Y., Benhamouda, F., 2004. Coastal uplift and thrust faulting associated with the Mw=6.8 Zemmouri (Algeria) earthquake of 21 May 2003. *G.R.L.*, vol 31, L19605, doi:10.1029/2004GL020466.
- Mokrane, A., Ait Messaoud, A., Sebai, A., Menia, N., Ayadi, A. and Bezzeghoud, M., 1994. Les séismes en Algérie de 1365– 1992, CRRAG, Alger, Bezzeghoud, M. and Benhallou, H. (eds), pp. 227.
- Mezcua, J., 2002. *Seismic Engineering Course*. Madrid, Universidad Politécnica de Madrid.
- Mezcua, J., Martínez Solares, J. M., 1983. Seismicity of the Ibero- Maghrebian region. *IGN Report.*, Madrid, 303.
- Mourabit, T., Abou Elenean, K.M., A. Ayadi, D. Benouar, A. Ben Suleman, M. Bezzeghoud et al. Neo-deterministic seismic hazard assessment in North Africa. *J Seismol* 18, 301–318 (2014). <https://doi.org/10.1007/s10950-013-9375-2>.
- Nadji, A. M., 2010. *Etude sismotectonique du littoral oranais – contribution à l'aléa sismique*. Thèse de doctorat, University Oran Es-senia, 332.
- Nocquet, J-M., Calais, E., 2004, Geodetic measurements of crustal deformation in the Western Mediterranean and Europe. In: Nocquet J.-M, Calais E. (eds) *Pure and Appl Geophys* 161(3):661–668. DOI 10.1007/s00024-003-2468-z.
- Ousadou, F., Dorbath, L., Dorbath, M., Bounif, M.A and Benhallou, H., 2013. The Constantine (Algeria) seismic sequence of 27 October 1985: a new rupture model from aftershock relocation, focal mechanisms, and stress tensors. *J. Seismol.* 17 :207-222. DOI 10.1007/s10950-012-9320-9.
- Ouyed, M. ; Meghraoui, M. ; Cisternas, A. ; Deschamps, A. ; Dorel, J., Frechet, J. ; Gaulon, R. ; Hatzfeld, D. ; Philip, H. 1981. Seismotectonics of the El Asnam earthquake: *Nature*, 292,26-31.
- Peláez, J.A., Hamdache, M., and López Casado, C. (2003). Seismic hazard in northern Algeria using spatially smoothed seismicity. *Tectonophysics* 372, 105-119.
- Peláez, J.A., Hamdache, M., and López Casado, C. (2005). Updating the probabilistic seismic hazard values of northern Algeria with the 21 May 2003 M 6.8 Algiers earthquake included. *Pure Appl. Geophys.* 162, 2163-2177.

- Peláez, J.A., Hamdache, M., and López Casado, C. (2006). Seismic hazard in terms of spectral accelerations and uniform hazard spectra in northern Algeria. *Pure Appl. Geophys.* 163, 119-135.
- Peláez, J. A., Chourak, M., Tadili, B. A., Aït Brahim, L., Hamdache, M., López Casado, C., Martínez Solares, J. M., 2007. A catalog of main Moroccan earthquakes from 1045 to 2005. *Seismological Research Letters*, 78: 614-621.
- Philip, H. & Meghraoui, M., 1983, Structural analysis and interpretation of the surface deformations of the El-Asnam earthquake of October 1980. *Tectonics*, 2, 17-49.
- Perrodon, A., 1957. Etude géologique des bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie occidentale. Bulletin N°0. vol. 12 Service de la Carte géologique de l'Algérie, Algérie.
- Refas, S., 2020. *Cartographie et prévention des risques naturels : Evaluation de l'aléa sismique pour une meilleure gestion des catastrophes naturelles dans l'Oranie (Tell Occidental-Algérie)*. Thèse de doctorat, Université MUSTAPHA Stambouli Mascara, 171.
- Reiter, L., 1990. Earthquake Hazard Analysis Issues and Insights. Columbia University Press, New York.
- Riedel, W. (1929) Zur mechanik geologischer brucherscheinungen. *Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paleontologie B*, 354-368.
- Roukh, 2020, Cartographie algébrique d'aléa multirisque du Littoral Oranais, NO de l'Algérie Risques : (Sismique, glissement de terrain, inondation). UniversitéOran2, Mohamed Ben Ahmed, Algérie, 289 pp.
- Rothé, J.P., 1950, Les séismes de Kherrata et la sismicité de l'Algérie. Publication du service des cartes géologiques de l'Algérie, 40 pp.
- Rothé, J.P. (1955). Le tremblement de terre d'Orléanville et la sismicité de l'Algérie, *Nature (Paris)*, 3237,1-9.
- Rouchy J.-M. (1982) - La genèse des évaporites messiniennes de Méditerranée. *Mém. Mus. Nat. Hist. Nat., Paris, sér. C, t. 50*, 267 p.
- Roussel, J. (1973a). Les zones actives et la fréquence des séismes en Algérie 1716–1970, *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.* 64, no. 3, 11–227.
- Roussel, J. (1973b). L'activité sismique en 1951 à 1970, *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.* 64, nos. 3/4, 185–210.
- Rueda, J., Mezcuca, J., 2002. Study of the 23 September 2003, Pego (Alicante) earthquake. Obtaining a mbLg-Mw relationship for the Iberian Peninsula. *Revista de la Sociedad Geológica d'España*, 15: 159-173.

- Santos, R., Caldeira, B., Bezzeghoud, M. *et al.* The Rupture Process and Location of the 2003 Zemmouri–Boumerdes Earthquake (Mw 6.8) Inferred from Seismic and Geodetic Data. *Pure Appl. Geophys.* **172**, 2421–2434 (2015). <https://doi.org/10.1007/s00024-014-0978-5>.
- Sella, G. F., Dixon, T. H. & Mao, A., 2002. REVEL: a model for Recent plate velocities from space geodesy, *J. Geophys. Res.*, 107(B4), doi:10.1029/2000JB000033.
- Semmane, F., M. Campillo and F. Cotton (2005), Fault location and source process of the Boumerdes, Algeria, earthquake inferred from geodetic and strong motion data, *Geophys. Res. Letters*. 32, L01305, doi:10.1029/2004GL021268.
- Seno, T., 1977. The instantaneous rotation vector of the Philippine Sea plate relative to the Eurasian plate., *Tectonophysics*, 42, 209-226.
- Serpelloni, E., G. Vannucci, S. Pondrelli, A. Argnani, G. Casula, M. Anzidei, P. Baldi and P. Gasperini (2007), Kinematics of the Western Africa-Eurasia plate boundary from focal mechanisms and GPS data, *Geophys. J. Int.* 169, 1180–1200 doi: 10.1111/j.1365-246X.2007.03367. x.
- Shirokova, E.J. (1967), General features in the orientation of principal stresses in earthquakes foci in the Mediterranean Asian seismic belt, *Izv. Earth Phys.*, 1, 12-22.
- Stich, D., Serpelloni, E., Mancilla, F. de L., and Morales, J. (2006), Kinematics of the Iberia-Maghreb plate contact from seismic moment tensors and GPS observations, *Tectonophysics*, doi: 10.1016/j.tecto.2006.08.004.
- Thio, H.K., Song, X., Saikia, C.K., Helberger, D.V. and Woods, B.B., 1999, Seismic source and structures estimation in the western Mediterranean using a sparse broadband network, *J. Geophys. Res.* 104(B1), 845–861.
- Thomas, G., 1976, Mise en évidence de décrochements dextres Est- Ouest d'âge Quaternaire en Algérie nord-occidentale, *C.R. Acad. Sc. Paris* 283(D), 893–896.
- Thomas, G., 1985. Géodynamique d'un bassin intramontagneux : Le bassin du bas Cheliff occidental (Algérie) durant le Mio-Plio- Quaternaire, Thèse des Sciences, Univ. De Pau, pp. 594.
- USGS, 2016. *U.S. Geological Survey online catalog*; [http://neic.usgs.gov/neis/epic/epic\\_global.html](http://neic.usgs.gov/neis/epic/epic_global.html).
- Wells, D.L. and Coppersmith, K.1., 1994, updated empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture area, and surface displacement, *Bull. Seism. Soc. Am.* 84,974-1002.
- Yelles, A. K., Deramchi, A., Ferkoul, A, Aoulaiche, K., 2002. *Les séismes en Algérie de 1992 à 2001. C.R.A.A.G Publication*, 216.

- Yelles-Chaouche, A., Djellit, H., Beldjoudi, Bezzeghoud, H. M., and Buforn, E., 2004. The Ain Temouchent (Algeria) Earthquake of December 22nd, 1999. *Pure Appl. Geophys.*, 161 : 607-621, <https://doi.org/10.1007/s00024-003-2465-2>.
- Yelles, K., Lammali, K., Mahsas, A., Calais, E. & Briole, P., 2004. Coseismic deformation of the May 21st, 2003 earthquake, Algeria, from GPS measurements, *Geophys. Res. Lett.*, 31, L13610, doi:10.1029/2004GL019884.
- Yielding, G.; Ouyed, M; King, GCP; Hatzfeld, D., 1989. Active tectonics of the Algerian Atlas Mountains- evidence from aftershocks of the 1980 El Asnam earthquake. *Geophys. J. Inter.* 99, 761-788.
- Yih-Min Wu, Li Zhao, Chien-Hsin Chang, Ya-Ju Hsu; Focal-Mechanism Determination in Taiwan by Genetic Algorithm. *Bulletin of the Seismological Society of America*; 98 (2): 651–661. doi: <https://doi.org/10.1785/0120070115>.
- Yu, S.-B., H.-Y. Chen, and L.-C. Kuo, (1997) Velocity field of GPS stations in the Taiwan area., *Tectonophysics*, 274, 41-59.
- Zuccolo, E., Vaccari, F., Peresan, A. et al. Neo-Deterministic and Probabilistic Seismic Hazard Assessments: a Comparison over the Italian Territory. *Pure Appl. Geophys.* 168, 69–83 (2011). <https://doi.org/10.1007/s00024-010-0151-8>.

**Tableau Annexe : Catalogue des séismes de la région ouest de l'Algérie pour la période 1790-2022.**

ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
1	09/10/1790	01:15:00	-0,70	35,70	-	X	-	7	ORAN.ALG	SSIS/RT/MOK /IGN
2	01/03/1819	00:00:00	0,10	35,40	-	VIII-X	-	5,8	MASCARA.ALG	RT/SSIS/ MOK /IGN
3	27/09/1836	00:00:00	-0,60	35,70	-	VI	-	4,6	ORAN.ALG	SSIS/MOK/IGN
4	22/11/1851	09:30:00	0,12	35,42	-	VIII	-	5,8	MASCARA.ALG	RT/MOK/IGN
5	26/07/1861	17:20:00	-0,60	35,70	-	VII	-	5,2	ORAN.ALG	SSIS/MOK/IGN
6	29/07/1872	08:15:00	0,10	35,90	-	VII-VIII	-	5,2	MOSTAGANEM.ALG	SSIS/RT/MOK /IGN
7	16/01/1878	19:00:00	0,08	35,93	-	VI	-	4,6	MOSTAGANEM	RT/MOK
8	29/11/1887	13:30:00	0,33	35,58	-	IX-X	-	6,4	EL BORDJ – NE MASCARA	RT/MOK/IGN
9	21/05/1889	04:15:00	-0,80	35,71	-	VII-VIII	-	5,2	NW ORAN.ALG	RT/MOK/IGN
10	07/30/1890	00:00:00	0,50	35,72	-	VI-VII	-	4,6	RELIZANE.ALG	RT/MOK/IGN
11	23/10/1897	07:20:00	-0,60	35,70	-	V	-	4	ORAN.ALG	IGN
12	25/04/1900	18:00:00	-0,65	35,72	-	VI-VII	-	4,6	ORAN.ALG	VA/MOK/IGN
13	09/03/1901	22:26:00	0,55	35,73	-	VI	-	4,6	RELIZANE. ALG	BEN/HAM
14	23/08/1904	05:59:00	0,10	35,40	-	V	-	4	MASCARA.ALG	BEN/SSIS/ IGN /HAM
15	07/08/1907	01:18:49	0,00	35,80	-	VI	-	4,6	NOISY- SW MOSTAGANEM	SSIS/MOK/HAM
16	09/08/1907	01:21:00	0,40	35,70	-	VI	4,6 Ms	4,6	W REALIZANE.ALG	BEN/IGN
17	29/06/1909	05:45:00	0,60	35,73	-	VI	-	4,6	RELIZANE. ALG	SSIS/IGN / BEN /MOK
18	02/02/1910	01:00:00	-0,60	35,72	-	VII	-	5,2	ORAN. AL	SSIS/IGN/ BEN /MOK
19	10/01/1911	21:30:00	0,40	35,70	-	IV	-	3,4	W RELIZANE.ALG	IGN/ BEN
20	24/07/1912	18:07:00	-0,40	35,70	-	VII	-	5,2	ARZEW-NE ORAN	RT/SSIS/BEN /MOK
21	25/07/1912	18:31:25	-0,30	35,90	-	III	-	2,8	ARZEW-NE ORAN	IGN/BEN
22	31/07/1912	10:50:00	-0,30	35,90	-	V	-	4	ARZEW-NE ORAN	IGN/BEN
23	02/08/1912	15:40:00	-0,30	35,90	-	IV	-	3,4	ARZEW-NE ORAN	IGN/BEN
24	15/08/1912	23:10:00	-0,60	35,70	-	IV	-	3,4	ORAN.ALG	IGN/BEN
25	18/09/1912	20:45:00	-0,30	35,90	-	IV	-	3,4	ARZEW-NE ORAN	IGN/BEN
26	22/10/1912	03:57:00	0,10	35,90	-	III	-	2,8	ARZEW-NE ORAN	IGN/BEN
27	08/01/1913	20:36:58	-0,60	35,72	-	VII	-	5,2	ARZEW-NE ORAN	KV/IGN
28	09/01/1913	00:00:00	-0,60	35,70	-	III	-	2,8	ORAN.ARG	BEN
29	10/01/1913	06:30:00	-0,60	35,70	-	III	-	2,8	ORAN.ARG	BEN
30	26/02/1913	03:51:04	-0,60	35,73	-	V-VII	4,2 Ms	5,2	ARZEW-NE ORAN	RT/SSIS/MOK /BEN/IGN
31	31/08/1913	12:00:00	0,60	35,70	-	III	-	2,8	RELIZANE.ALG	IGN/BEN
32	10/06/1914	16:25:00	-0,43	35,78	-	III	-	2,8	ST.CLOUD.ALG	IGN/BEN
33	16/04/1915	16:45:00	-0,50	35,50	-	III	-	2,8	TIELAT.ALG	IGN/BEN



ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	Mw Calculé	Localisation	Référence
34	16/04/1915	16:25:00	-0,50	35,50	-	VI	-	4,6	TIELAT.ALG	IGN/BEN
35	22/01/1916	01:25:06	-0,60	35,70	-	IV	3,7 Ms	3,4	ORAN.ALG	IGN/BEN
36	28/04/1919	21:05:00	0,77	35,72	-	V	-	4	E RELIZANE.ALG	IGN/BEN
37	06/05/1919	03:35:08	-1,75	36,00	-	III	-	2,8	MER MEDITERRANEE	IGN/BEN
38	26/06/1919	19:00:19	-1,10	36,72	-	-	4,6 Ms	5,1	MER MEDITERRANEE	BEN/IGN
39	30/12/1919	00:30:00	0,60	35,70	-	IV	-	3,4	RELIZANE.ALG	IGN/BEN
40	09/05/1922	07:25:10	-1,50	34,50	-	V	-	4	E. SEBDOU. SW TLEMCEM	BEN/IGN
41	24/03/1924	01:50:30	0,00	37,00	-	VI	4,2 Ms	5	MER MEDITERRANEE	BEN
42	22/09/1924	22:04:10	-1,72	36,50	-	VII	4,4 Ms	5	MER MEDITERRANEE	BEN / HAM
43	19/06/1925	14:44:00	-0,40	35,80	-	VI	4 Ms	4,9	NE ORAN.ALG	RT/MOK/BEN /IGN
44	20/06/1925	12:33:45	-0,18	35,82	-	VI	-	4,6	NE PORT POULES. AL	BEN
45	21/06/1925	03:00:25	-0,57	36,13	-	VI	4,3 Ms	5	MER MEDITERRANEE	BEN/IGN
46	04/08/1925	00:22:06	0,00	36,70	-	-	4,5 Ms	5,1	MER MEDITERRANEE	HAM
47	23/10/1925	13:35:00	0,10	35,40	-	VI	-	4,6	MASCARA. AL	BEN/IGN
48	24/10/1927	13:36:36	-1,00	36,50	-	-	4,4 Ms	5	MER MEDITERRANEE	BEN
49	26/05/1928	15:40:00	0,17	35,40	-	V	-	4	MASCARA.ALG	IGN/BEN
50	24/08/1928	09:44:00	0,60	35,90	-	VIII	5,4 Ms	5,2	N RELIZANE.ALG	RT/MOK/IGN /BEN
51	09/01/1929	21:27:20	-0,20	35,53	-	VII	-	5,2	SAINT-DENIS- SE ORAN	BEN/IGN
52	11/01/1929	01:52:00	-0,20	35,50	-	VIII	4,5 Mb	4,6	SAINT-DENIS- SE ORAN	BEN/IGN
53	09/03/1932	09:07:01	-2,00	36,70	-	-	4,2 Ms	5	LUCAR. SP	BEN
54	27/02/1933	15:00:00	-0,33	35,85	-	IV	-	3,4	ARZEW.ALG	BEN/IGN
55	01/04/1939	08:02:00	0,10	35,90	-	VI-VII	-	4,6	MOSTAGANEM.ALG	RT/MOK/BEN /IGN
56	08/01/1941	14:39:41	0,08	35,93	-	VI	-	4,6	MOSTAGANEM.ALG	IMPGA/MOK/BEN /IGN
57	28/04/1941	21:12:48	0,00	36,60	-	VI	-	4,6	MER MEDITERRANEE	RT/MOK/BEN /IGN
58	12/06/1941	13:55:35	-1,00	36,00	35	-	5,6 Ms	5,7	MER MEDITERRANEE	HAM
59	27/04/1945	14:43:47	-0,58	36,66	-	V	4,4 MbLg	4,3	MER MEDITERRANEE	IGN/HAM
60	01/09/1947	03:45:00	0,47	35,82	-	IV	-	3,4	RELIZANE.ALG	BEN/IGN
61	16/12/1947	12:11:32	-0,47	36,90	-	-	3,9 Mb	4	MER MEDITERRANEE	BEN/IGN
62	06/07/1948	03:15:00	0,58	35,75	-	IV	-	3,4	RELIZANE. ALG	BEN
63	12/05/1949	14:00:00	0,10	35,40	-	V	-	4	MASCARA.ALG	BEN/IGN
64	19/05/1949	23:10:00	0,30	35,30	-	V	-	4	AIN-FARES- SE MASCARA	BEN/IGN
65	27/10/1949	20:55:00	0,25	35,42	-	VI-VII	-	5,2	E MASCARA.ALG	GJ/MOK/BEN /IGN/HAM
66	04/11/1949	12:35:59	-0,70	35,70	-	V	4,5 Mb	4,6	W- ORAN.ALG	BCIS/MOK/BEN /IGN/HAM
67	05/04/1950	06:40:00	-1,17	35,30	-	V	-	4	TROIS-MARABOUTS . ALG	BEN/IGN/HAM
68	06/04/1950	06:07:00	-1,17	35,30	-	V	-	4	TROIS-MARABOUTS	BEN/IGN
69	21/05/1950	10:44:29	0,20	35,70	-	V	4,6 MS	5,1	BOUGUIRAT- SE MOSTAGAMEN	GJ/MOK/ BEN /IGN/HAM
70	02/09/1950	20:20:00	-0,20	35,50	-	IV	-	3,4	ST. DENIS DU SIG. SE ORAN ALG	BEN/IGN
71	07/09/1950	20:50:00	-0,20	35,50	-	V	-	4	ST. DENIS DU SIG. SE ORAN ALG	BEN/IGN
72	21/11/1950	23:55:00	-0,17	35,80	-	V	-	4	PORAUX-POULES.ALG	BEN/IGN/HAM
73	30/11/1950	03:20:00	0,10	35,92	-	IV	-	3,4	MOSTAGANEM.ALG	BEN/IGN
74	18/01/1951	19:12:15	-0,10	35,50	-	IV	-	3,4	ST. DENIS DU SIG.ALG	BEN/IGN

ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
75	24/04/1951	12:19:19	0,80	35,80	-	V	-	4	L'HILLIL. ALG	BEN
76	14/07/1951	13:05:56	0,50	35,80	-	III	-	2,8	RELIZANE. ALG	BEN
77	20/06/1952	16:43:39	-0,20	35,80	-	V	4.2 Ms	5	E ORAN-ALG	BEN/HAM
78	04/08/1952	12:56:07	0,20	36,72	-	V	4 MS	4,9	MER MEDITERRANEE	BEN/IGN/HAM
79	04/02/1953	07:06:33	-0,20	35,50	-	IV	-	3,4	AIN CHEURF. ALG	BEN
80	05/05/1953	15:14:45	0,67	35,77	-	IV	-	3,4	FERRY. NE RELIZAINE- ALG	BEN/IGN
81	02/08/1953	02:05:05	1,00	36,25	-	III	-	2,8	E. MALAKOFF. ALG	BEN
82	18/08/1953	04:15:50	0,00	35,55	-	V	-	4	AIN FEKAN. NW MASCARA	BH/RS/MOK/IGN /BEN/HAM
83	20/09/1953	00:33:48	0,20	36,03	-	III	-	2,8	NE MOSTAGANEM . ALG	IGN/BEN
84	18/03/1954	17:35:45	-0,60	35,70	-	IV	-	3,4	ARCOLE. ALG	BEN
85	31/03/1954	01:55:42	0,60	35,80	-	VI	-	4,6	RELIZANE. ALG	BEN
86	23/06/1954	19:37:57	-2,03	36,87	-	III	3,2 Mb	3,5	HORTICHUEL. SP	BEN
87	05/07/1955	17:05:45	0,07	35,60	-	IV	-	3,4	PERREGAUX. N MASCARA. ALG	BEN/IGN
88	29/09/1955	00:38:02	-1,00	35,53	-	V	-	4	LOURMEL.ALG	BEN/IGN/HAM
89	10/10/1955	12:35:01	-0,83	35,50	-	IV	-	3,4	BOU TLELIS.ALG	BEN/IGN
90	15/10/1955	21:02:48	0,92	36,42	-	IV	-	3,4	EL MARSА.ALG	BEN/IGN
91	01/01/1956	08:07:37	-0,30	36,80	4	VI	-	4,6	ST. LEU. ALG	IMPGA/MOK/BEN
92	25/02/1956	18:28:28	0,08	35,92	-	IV	-	3,4	MER MEDITERRANEE	BEN/IGN
93	27/02/1956	12:38:16	-1,73	36,62	5	III	3,1 Mb	3,4	MER MEDITERRANEE	BEN/IGN
94	19/06/1956	10:09:06	-0,50	35,77	-	IV	-	3,4	ORAN.ALG	BEN/IGN
95	10/10/1956	07:31:47	-0,50	35,77	-	IV	-	3,4	ORAN.ALG	BEN/IGN
96	10/10/1956	23:47:01	-0,50	35,77	-	V	-	4	ORAN.ALG	BEN/IGN
97	07/01/1957	19:16:15	-1,74	36,28	5	III	3,5 Mb	3,7	MER MEDITERRANEE	BEN/IGN
98	14/02/1957	06:12:06	-0,40	35,80	8	V	-	4	ST. CLOUD. ALG	IMPGA/MOK/BEN
99	01/04/1957	18:40:54	0,53	35,73	-	IV	-	3,4	RELIZANE.ALG	BEN/IGN
100	12/04/1957	10:13:36	0,50	35,73	-	IV	-	3,4	CLINCHANT.ALG	BEN/IGN
101	08/06/1957	18:20:33	-0,52	35,72	-	V	-	4	DANISME. ALG	IMPGA/BCIS /MOK/BEN
102	29/06/1957	23:46:39	-1,35	36,32	5	IV	4,6 Mb	4,7	MER MEDITERRANEE	BEN/IGN/HAM
103	21/08/1957	20:20:39	0,55	35,73	-	III	-	2,8	RELIZANE. ALG	BEN
104	02/10/1957	02:45:42	-0,70	35,71	-	IV-V	-	4	AIN TURCK. ALG	IMPGA/MOK/BEN /IGN
105	04/10/1957	17:19:30	0,60	35,73	-	IV-V	-	4	RELIZANE. ALG	IMPGA/MOK /BEN/IGN
106	18/10/1957	16:48:00	-0,40	35,83	-	V	-	4	KLEBER. ALG	IMPGA/MOK /BEN/IGN/HAM
107	29/10/1957	13:08:36	-0,10	35,50	-	IV-V	-	4	JEAN MERMOZ. ALG	IMPGA/MOK/BEN /IGN/HAM
108	01/06/1958	03:06:24	0,00	35,50	-	V	-	4	DUBLINEAU. ALG	IMPGA/MOK /IGN/BEN/HAM
109	30/08/1958	14:21:36	0,41	36,20	-	III	-	2,8	LAPASSET. ALG	BEN/IGN
110	25/09/1958	22:32:00	-0,57	34,80	-	V	-	4	TELAGH.ALG	BEN/IGN/HAM
111	04/10/1958	17:34:06	-0,67	35,10	-	IV	3,3Mb	3,5	BOUKHANEFIG.ALG	BEN/IGN
112	11/10/1958	04:24:42	0,60	35,70	-	IV	-	3,4	RELIZANE.ALG	BEN/IGN
113	01/11/1958	18:21:30	0,67	35,67	-	V	-	4	KENENDA.ALG	BEN/IGN/HAM
114	18/03/1959	13:01:56	0,70	35,71	-	V	-	4	RELIZANE. ALG	BEN
115	02/10/1959	19:07:06	0,10	35,93	-	III	-	2,8	MOSTAGANEM.ALG	IGN/BEN/HAM

ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
116	12/12/1959	20:00:05	-0,60	35,80	-	VII	4,3 Mb	4,4	ORAN. ALG	IMPGA/BCIS/MOK/BEN
117	26/01/1960	04:41:38	-0,66	35,70	-	III	-	2,8	ORAN. ALG	BEN
118	01/06/1960	11:40:01	-0,60	35,70	-	V	-	4	ORAN. ALG	IMPGA/MOK/IGN/BEN/HAM
119	09/06/1960	09:36:27	0,90	36,10	-	V-VI	-	4,6	MAZOUNA –NE RELIZANE	IMPGA/MOK/IGN/BEN/HAM
120	30/08/1960	09:28:16	-1,50	36,80	-	IV	-	3,4	TOTANA. SP	BEN
121	26/09/1960	20:10:19	1,00	36,25	-	IV	-	3,4	BOUGIE. NW CHLEF	BEN/IGN
122	01/12/1960	15:14:12	0,10	35,80	-	VI-VII	-	5,2	MOSTAGANEM.ALG	IMPGA/MOK
123	23/01/1961	02:46:23	-0,30	35,20	-	IV	-	3,4	E SIDI BEL ABBES. ALG	IMPGA/MOK/ BEN
124	29/01/1961	02:46:07	-0,25	35,33	-	IV	-	3,4	W MASCARA. ALG	BEN/IGN
125	29/05/1961	05:27:27	-1,00	36,00	-	V	-	4	MER MEDITERRANEE	BCIS/MOK/IGN/BEN/HAM
126	20/03/1962	18:15:00	-0,50	35,10	-	VII	-	5,2	SE SIDI BEL ABBES. ALG	MOK/BEN
127	15/07/1962	18:56:19	-0,70	36,20	-	IV	-	3,4	MER MEDITERRANEE	LCSS/MOK/IGN/BEN
128	27/08/1962	13:27:34	0,90	36,60	-	V	-	4	NW.C.CALAB.ALG	BEN
129	30/08/1962	00:04:30	-2,00	36,60	-	-	3 Mb	3,3	SE. CABO GATA. SP	BEN
130	08/10/1962	18:51:44	-1,66	36,20	10	III	-	2,8	MER MEDITERRANEE	IGN/HAM
131	27/04/1964	02:34:42	-1,64	36,27	60	III	3,3 Mb	3,5	MER MEDITERRANEE	IGN
132	27/04/1964	02:34:42	-1,50	36,50	-	V	-	4	MER MEDITERRANEE	LCSS/MOK/BEN/HAM
133	03/05/1964	23:30:05	-1,77	36,85	24	-	3,3 Mb	3,5	MER MEDITERRANEE	BEN/IGN
134	13/05/1964	13:46:23	-1,50	35,50	33	VII	4 Mb	4,1	MER MEDITERRANEE	IMPGA/MOK/ISC/BEN
135	26/06/1964	23:50:49	-1,83	36,85	5	IV	3,3 Mb	3,5	MER MEDITERRANEE	BRN/IGN
136	13/07/1964	12:25:05	-2,00	36,70	-	-	3,9 Mb	4	ALMERIA. SP	BEN
137	15/07/1964	11:04:10	0,30	35,50	31	VI	3,6 Mb	3,8	NE MASCARA.ALG	IMPGA/MOK/BEN/ISC/HAM
138	02/10/1964	09:34:24	0,30	35,60	5	V	-	4	E MASCARA.ALG	IMPGA/MOK/BEN/HAM
139	05/07/1965	13:33:46	-0,14	36,89	40	-	3,2 Mb	3,5	MER MEDITERRANEE	BEN/IGN
140	18/05/1966	15:57:12	-2,00	36,00	-	-	2,6 Mb	3	MER D'ALBORAN	BEN/IGN
141	27/04/1967	01:54:24	-0,20	35,70	-	-	4,7 Mb	4,8	GULF ARZEW. ALG	BEN/IGN/HAM
142	14/05/1967	06:10:18	-1,76	36,85	5	-	3 Mb	3,3	MER MEDITERRANEE	BEN/IGN
143	27/05/1967	01:54:23	-0,20	35,70	2	V	4,6 Mb	4,7	W MOSTAGANEM.ALG	BCIS/MOK/BEN/IGN/ISC
144	13/07/1967	02:10:22	-0,10	35,52	23	VII -VIII	4,9 Mb	4,9	SIG- NW MASCARA.ALG	IMPGA /MOK/IGN/BEN
145	24/07/1967	16:36:57	-0,80	35,40	5	-	3,2 Mb	3,5	E AIN TEMOUCHENT .ALG	BEN/IGN/ISC
146	16/08/1967	13:46:12	-0,60	35,50	33	IV	4,1 Mb	4,2	SW ORAN.ALG	ISC
147	10/02/1968	21:54:32	-0,10	35,50	-	V	3,1 Mb	3,4	SIG - NW MASCARA .ALG	LCSS/BCIS/MOK/IGN/ISC/HAM
148	31/03/1968	21:05:05	-1,60	35,20	10	III	3,4 Mb	3,6	MER MEDITERRANEE	LCSS/ SPGM/ MOK/BEN
149	06/03/1969	21:24:01	-1,05	36,38	20	-	3,2 Mb	3,5	MER MEDITERRANEE	BEN/IGN
150	05/04/1969	19:56:24	0,00	35,50	5	VI	3,3 Mb	3,5	MASCARA. ALG	BEN/IGN/MOK
151	10/10/1969	07:12:48	-2,00	34,70	-	-	3,7 Mb	3,9	OUIDA. MO	BEN
152	16/03/1970	13:05:08	-1,30	36,85	5	-	3,2 Mb	3,5	MER MEDITERRANEE	BEN/IGN
153	09/09/1970	07:16:21	-0,75	35,70	-	IV-V	-	4	ZEMMOURA – RELIZANE	MOK/BEN/IGN/HAM
154	31/08/1971	18:48:03	-1,06	36,94	33	-	3 Mb	3,3	MEDITERRANEAN	BEN
155	12/11/1971	01:40:30	-1,72	36,85	33	-	3,4 Mb	3,6	MER MEDITERRANEE	BEN/IGN
156	06/06/1972	00:00:00	-0,60	35,80	-	V	-	4	ORAN. ALG	BEN

ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
157	12/06/1972	22:38:04	-0,90	35,80	33	V-VI	-	4	MER MEDITERRANEE	AM/MOK/BEN /IGN
158	02/07/1972	14:00:00	-0,72	35,73	-	III	-	2,8	W ORAN.ALG	AM/MOK
159	04/08/1972	19:04:34	-1,70	35,74	5	-	3,6 Mb	3,8	MER MEDITERRANEE	BEN/IGN
160	29/08/1972	15:55:07	-1,31	35,81	5	-	3,6 Mb	3,8	MER MEDITERRANEE	BEN/IGN
161	13/05/1973	15:35:11	-0,04	36,91	10	-	2,8 MbLg	2,6	MER MEDITERRANEE	IGN
162	24/08/1973	15:57:48	-0,04	35,85	33	-	3,3 Mb	3,5	MENDEZ. ALG	BEN
163	24/08/1973	10:50:53	-1,95	35,91	5	-	4,3 Mb	4,4	MER MEDITERRANEE	BEN/IGN
164	24/11/1973	15:57:48	-0,04	35,85	33	-	3,3 MS	4,8	SW MOSTAGANEM.ALG	HAM
165	05/10/1974	13:04:57	0,09	36,61	33	-	3,1 Mb	3,4	MER MEDITERRANEE	ISC
166	13/01/1975	07:17:54	-1,90	35,85	5	-	3,6 MbLg	3,4	MER MEDITERRANEE	IGN
167	24/03/1975	04:13:29	-1,98	36,90	33	-	3 Mb	3,3	ALMERIA. SP	ISC
168	04/05/1975	19:58:49	-2,00	34,84	-	-	3,7Mb	3,9	OUIDA. MO	ISC
169	15/05/1975	15:54:06	-1,50	36,90	33	-	2,9 Mb	3,2	ALBORAN	ISC
170	19/05/1975	16:21:53	-0,48	36,03	33	-	2,9 Mb	3,2	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC/BEN
171	19/05/1975	23:54:41	-0,94	36,82	-	IV	-	3,4	N. MERS KEBIR.ALG	BEN/IGN/ISC
172	12/11/1975	22 30 00	-0,72	35,64	-	IV	-	3,4	NW ORAN.ALG	AM/MOK
173	27/11/1975	11:00:17	-0,11	36,35	-	-	3,1 Mb	3,4	N. GULF ARZEW. ALG	BEN/ISC
174	01/06/1976	00:00:00	0,07	35,93	-	IV	-	3,4	MOSTAGANEM .ALG	AM/MOK/BEN
175	28/05/1977	07:59:06	-0,20	34,80	11	-	3,8 Mb	4	EL TERNI. MO	BEN
176	28/01/1978	22:55:04	-1,86	35,38	40	V	3,9 Mb	4	MER MEDITERRANEE	BEN/IGN/ISC /HAM
177	18/03/1978	11:10:02	-2,04	36,65	5,0	-	3,4 Mb	3,6	SE NIJAR.AL	ISC / IGN
178	16/11/1978	14:54:49	-1,05	36,27	20	-	4,1 Mb	4,2	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC/BEN /HAM
179	17/11/1978	18:19:12	-0,63	35,77	33	IV	3,7 Mb	3,9	N ORAN, ALG	AM/MOK/BEN /IGN/ISC
180	25/07/1979	22:28:21	-1,74	36,40	20	-	3,6 Mb	3,8	MER MEDITERRANEE	BEN/ISC/IGN
181	16/01/1980	21:39:54	-1,03	35,35	10	V	3,8 Mb	4	NE AIN TEMOUCHENT .ALG	BEN/IGN
182	11/10/1980	09:25:19	-0,41	36,99	5	-	2,7 MbLg	2,5	MER MEDITERRANEE	IGN
183	19/01/1981	00:00:00	-0,32	35,81	-	VI	-	4,6	ARZEW-NE ORAN	BEN
184	04/02/1981	22:08:12	-1,29	36,04	5	-	4,4 Ms	5	MER MEDITERRANEE	HAM
185	19/04/1981	19:29:35	-0,22	35,99	16	VI	4,8 ML	4,8	ORAN. ALG	AMCNAAG/MOK /BEN/IGN/HAM
186	22/07/1981	14:54:00	0,69	36,66	10	-	3,5 Mb	3,7	MER MEDITERRANEE	ISC
187	18/12/1981	21 00 00	0,07	35,58	-	IV	-	3,4	MASCARA.ALG	AM/MOK
188	07/03/1982	08:07:44	-0,57	35,82	20	-	3,4 Mb	3,6	ARZEW-NE ORAN	ISC
189	23/08/1982	22 55 00	-0,42	35,78	-	IV	-	3,4	NE ORAN.ALG	AM/MOK
190	30/10/1982	03:44:11	-1,96	36,06	5	-	3,8 MbLg	3,6	MER MEDITERRANEE	IGN
191	06/11/1982	16:32:17	-0,96	37,00	2	IV	-	3,4	MER D'ALBORAN	ISC
192	19/01/1983	18 00 00	-0,87	35,68	-	IV	-	3,4	NW ORAN.ALG	AM/MOK
193	10/11/1983	22 18 00	0,08	35,93	-	IV	3,1 MbLg	2,9	MOSTAGANEM.ALG	AM/MOK
194	09/06/1984	10:39:49	-0,17	35,64	20	-	3,1 MbLg	2,9	NW MASCARA.ALG	BEN/IGN/ISC
195	29/01/1985	09:38:32	-1,73	36,67	34	-	3,3 Mb	3,5	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN
196	15/07/1985	11:20:42	-1,15	35,58	-	V	3,9 MbLg	3,7	MER MEDITERRANEE	AM/MOK/BEN /ISC/IGN
197	16/07/1985	13 13 00	-1,15	35,58	-	IV	*	3,4	NW AIN TEMOUCHENT .ALG	AM/MOK

ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
198	18/07/1985	11:13:09	-1,20	35,38	8	IV	3,3 MbLg	3,1	MER MEDITERRANEE	AM/MOK/ISC /IGN
199	10/05/1986	13:18:45	0,32	35,84	10	-	3,7 Mb	3,9	SE MOSTAGANEM .ALG	IGN/ USGS/ ISC
200	08/07/1987	09:27:42	-0,65	35,72	-	III	3.3 MbLg	3,1	ORAN.ALG	AM /MOK/ IGN / ISC
201	26/09/1987	05:29:19	-0,65	35,72	-	III- IV	3.5 MbLg	3,3	ORAN.ALG	AM / MOK/IGN / ISC
202	04/11/1987	02:58:54	-0,50	35,67	-	IV	3.5 MbLg	3,3	E ORAN.ALG	AM/CRAAG/MOK /IGN/ISC
203	13/03/1988	11:20:00	0,13	35,40	-	IV	3.2 MbLg	3	MASCARA.ALG	AM/MOK
204	13/03/1988	11:20:15	-0,65	35,91	-	-	3,2 MbLg	3	MER MEDITERRANEE	IGN
205	11/06/1988	09:49:49	-0,76	36,05	33	-	3,4 MbLg	3,2	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC/USGS
206	02/03/1989	02:52:19	0,57	35,91	-	-	3,5 MbLg	3,3	N RELIZANE.ALG	IGN/ISC/USGS
207	22/04/1989	15:56:29	-1,71	36,09	-	-	3,4 MbLg	3,2	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC/USGS
208	23/04/1989	07:55:06	-1,77	36,15	-	-	3 MbLg	2,8	MER MEDITERRANEE	ISC/USGS
209	15/05/1989	10:37:16	-0,91	35,92	-	-	3,4 MbLg	3,2	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC/USGS
210	23/05/1990	22:52:01	-1,25	35,75	-	-	3,8 Mb	4	MER MEDITERRANEE	IGN
211	25/05/1990	01:42:28	-0,92	35,82	-	-	3,1 MbLg	2,9	MER MEDITERRANEE	ISC/USGS
212	08/03/1991	17:40:49	0,39	35,62	10	-	3,9 Mb	4	W RELIZANE.ALG	IGN
213	22/08/1991	10:30:50	-0,46	35,98	30	-	3,4 MbLg	3,2	NE ORAN.ALG	IGN/USGS/ISC
214	27/09/1991	12:11:17	-1,91	36,68	5	-	3,2 MbLg	2,9	MER MEDITERRANEE	IGN /ISC
215	20/12/1991	18:56:56	-1,03	36,09	-	-	3,5 MbLg	3,3	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC
216	07/02/1992	18:14:00	0,11	35,84	7	-	3 MbLg	2,8	S MOSTAGANEM.ALG	IGN /ISC /USGS
217	08/02/1992	03:53:39	0,16	36,01	-	-	2,8 MbLg	2,6	NE MOSTAGANEM.ALG	IGN
218	26/02/1992	10:53:04	-0,25	35,95	-	-	3,9 MbLg	3,7	MER MEDITERRANEE	IGN /ISC /USGS
219	26/02/1992	11:53:00	-0,36	35,82	10	-	3,5 Mb	3,7	NE ORAN.ALG	ISC
220	03/06/1992	15:35:57	-1,96	36,31	5	-	3,5 MbLg	3,3	MER MEDITERRANEE	IGN
221	22/06/1992	08:10:52	-0,80	35,39	-	-	3,5 MbLg	3,3	NW SIDI BEL ABBES .ALG	IGN
222	05/08/1992	04:14:23	-0,33	36,17	-	-	3,3 MbLg	3,1	MER MEDITERRANEE	IGN
223	23/09/1992	22:43:47	-0,95	36,15	-	-	2,9 MbLg	2,7	MER MEDITERRANEE	IGN
224	24/09/1992	00:29:20	-1,82	36,25	4	II-III	3,3 MbLg	3,1	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC /USGS
225	25/09/1992	17:52:05	-1,95	36,92	10	-	2,8 MbLg	2,6	MER MEDITERRANEE	ISC / IGN
226	11/10/1992	10:41:48	-1,85	36,41	-	-	3 MbLg	2,8	MER MEDITERRANEE	IGN
227	17/10/1992	20:43:19	-1,51	35,28	18.9	-	5.0 Mb	5	W AIN TEMOUCHENT .ALG	ISC/IGN/ USGS /HAM
228	05/01/1993	22:26:06	-1,47	35,54	-	-	3,1 MbLg	2,9	MER MEDITERRANEE	IGN
229	06/01/1993	21:39:58	-1,64	36,67	10	-	3 MbLg	2,8	MER MEDITERRANEE	ISC
230	02/04/1993	11:50:31	-1,08	36,21	-	-	3,1 MbLg	2,9	MER MEDITERRANEE	IGN
231	07/06/1993	07:36:35	0,15	36,77	-	-	2,8 MbLg	2,6	MER MEDITERRANEE	IGN
232	09/07/1993	18:12:06	0,58	35,70	-	-	3,4 MbLg	3,2	RELIZANE.ALG	IGN
233	16/07/1993	01:47:50	0,07	35,69	-	-	3,5 MbLg	3,3	S MOSTAGANEM.ALG	IGN /ISC /USGS
234	15/08/1993	06:35:43	-0,33	35,59	-	-	3,2 MbLg	3	SE ORAN.ALG	IGN
235	15/09/1993	21:00:42	-1,02	36,25	-	-	3 MbLg	2,8	MER MEDITERRANEE	IGN
236	29/09/1993	23:22:30	-1,57	36,00	-	-	2,9 MbLg	2,7	MER MEDITERRANEE	IGN
237	25/11/1993	18:28:23	-1,77	34,41	30	-	3.3 MD	3,1	SW TLEMCEM.ALG	ISC
238	02/03/1994	22:08:18	0,80	36,53	10	-	3,5 MbLg	3,3	MER MEDITERRANEE	ISC

ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
239	13/05/1994	17:58:30	-0,90	35,60	5.5	-	3,4 MbLg	3,2	W ORAN.ALG	ISC
240	18/08/1994	01:13:05	-0,11	35,50	8.7	VII	5,7 Mw	5,7	NW MASCARA.ALG	ISC/IGN
241	18/08/1994	01:22:19	0,08	35,31	-	-	3,3 MbLg	3,1	NW MASCARA.ALG	ISC/IGN
242	18/08/1994	01:42:48	-0,14	35,55	10	-	4,7 Mb	4,8	NW MASCARA.ALG	ISC/IGN
243	18/08/1994	01:51:14	-0,67	35,60	-	-	3.2 MbLg	3	SW ORAN.ALG	ISC
244	18/08/1994	01:58:23	-0,16	35,57	10	-	3, 6MbLg	3,4	W MASCARA.ALG	ISC/IGN
245	18/08/1994	02:23:46	-0,12	35,54	10	-	4,1 Mb	4,2	W MASCARA.ALG	ISC/IGN
246	18/08/1994	02:39:15	-0,60	35,49	-	-	3.0 MbLg	2,8	S ORAN.ALG	IGN
247	18/08/1994	03:23:44	-0,41	35,68	10	-	3,6 MbLg	3,4	MER MEDITERRANEE	IGN
248	18/08/1994	03:43:32	-0,88	35,90	-	-	3.0 MbLg	2,8	MER MEDITERRANEE	IGN
249	18/08/1994	04:34:03	0,00	35,59	-	-	3.3 MbLg	3,1	NW MASCARA.ALG	IGN
250	18/08/1994	05:00:54	-0,12	35,53	10	-	3,3 Mb	3,5	NW MASCARA.ALG	ISC/IGN
251	18/08/1994	08:18:18	-0,17	35,53	10	-	3,2 Mb	3,5	E ORAN.ALG	ISC
252	18/08/1994	09:13:42	-0,57	35,65	10	-	3,5 MbLg	3,3	SE ORAN.ALG	ISC/IGN
253	18/08/1994	09:37:05	-0,10	35,52	14.7	-	3,9 Mb	4	NW MASCARA.ALG	ISC
254	18/08/1994	10:18:16	-1,22	35,99	-	-	3.1 MbLg	2,9	MER MEDITERRANEE	IGN
255	18/08/1994	12:42:04	-0,83	35,54	-	-	2.9MbLg	2,7	SW ORAN.ALG	IGN
256	18/08/1994	14:49:43	-0,61	35,61	-	-	3.0 MbLg	2,8	SE ORAN.ALG	IGN
257	18/08/1994	17:01:26	-0,26	35,70	10	-	3,5 MbLg	3,3	MER MEDITERRANEE	IGN
258	18/08/1994	20:55:19	-1,20	36,08	-	-	2.8 MbLg	2,6	MER MEDITERRANEE	IGN
259	18/08/1994	21:27:05	-0,75	35,43	-	-	2.9 MbLg	2,7	NW SIDI BEL ABBES .ALG	IGN
260	19/08/1994	00:39:29	-0,89	35,47	-	-	2.6 MbLg	2,4	NE AIN TEMOUCHENT .ALG	IGN
261	19/08/1994	11:37:44	-0,18	35,73	3.2	-	3,1 Mb	3,4	NE ORAN.ALG	ISC
262	19/08/1994	11:39:10	-0,26	35,42	-	-	3.1 MbLg	2,9	W MASCARA.ALG	ISC
263	19/08/1994	14:51:31	-0,83	35,79	-	-	3.1 MbLg	2,9	NW ORAN.ALG	ISC
264	19/08/1994	17:45:12	-0,62	35,75	-	-	2.9 MbLg	2,7	W ORAN.ARG	ISC
265	19/08/1994	21:13:25	-0,54	36,08	-	-	3.2 MbLg	3	W MOSTAGANEM.ALG	ISC
266	20/08/1994	07:58:46	-0,13	35,56	10	-	3 Mb	3,3	NW MASCARA.ALG	ISC
267	21/08/1994	11:10:18	-1,61	36,38	10	-	3,4 MbLg	3,2	MER MEDITERRANEE	ISC
268	21/08/1994	12:54:28	-0,17	35,69	10	-	3 Mb	3,3	SW MOSTAGANEM .ALG	ISC
269	21/08/1994	13:44:50	-0,15	35,42	10	-	3,5 MbLg	3,3	E ORAN.ALG	ISC
270	21/08/1994	16:53:59	-0,62	36,11	-	-	3,0 MbLg	2,8	MER MEDITERRANEE	ISC
271	22/08/1994	06:03:39	-0,15	35,88	10	-	3,6 MbLg	3,4	W MOSTAGANEM .ALG	ISC
272	22/08/1994	16:49:57	-0,26	35,59	10	-	3,0 MbLg	2,8	E ORAN.ALG	ISC
273	23/08/1994	05:17:50	-0,37	35,28	-	-	2,9 MbLg	2,7	NE SIDI BEL ABBES .ALG	ISC
274	23/08/1994	05:41:06	-1,00	36,17	-	-	2,8 MbLg	2,6	MER MEDITERRANEE	ISC
275	23/08/1994	09:16:29	-0,20	35,54	10	-	3,2 Mb	3,5	SE ORAN.ALG	ISC
276	23/08/1994	13:59:46	-0,56	35,81	-	-	2,7 MbLg	2,5	NE ORAN.ALG	ISC
277	23/08/1994	21:08:36	-0,85	35,69	-	-	2,9 MbLg	2,7	W ORAN.ALG	ISC
278	24/08/1994	21:43:46	-0,40	35,50	-	-	3,0 MbLg	2,8	SE ORAN.ALG	ISC
279	25/08/1994	08:00:47	-0,53	35,39	-	-	3,4 MbLg	3,2	NE SIDI BEL ABBES .ALG	ISC

ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
280	27/08/1994	01:12:45	-0,55	35,45	-	-	3,1 MbLg	2,9	SE ORAN.ALG	ISC
281	27/08/1994	03:51:54	-0,61	35,65	-	-	2,9 MbLg	2,7	SE ORAN.ALG	ISC
282	27/08/1994	10:13:30	-0,53	35,85	-	-	3,1 MbLg	2,7	E ORAN.ALG	ISC
283	28/08/1994	06:27:54	-0,12	35,51	3.5	-	3,7 MbLg	3,5	MER MEDITERRANEE	ISC
284	28/08/1994	18:39:47	-0,29	35,78	10	-	3 Mb	3,3	MER MEDITERRANEE	ISC
285	29/08/1994	14:06:41	-0,58	35,72	10	-	3,2 MbLg	3	SE ORAN.ALG	ISC
286	31/08/1994	18:42:00	-0,07	35,73	-	-	2,7 MbLg	2,5	SW MOSTAGANEM.ALG	ISC
288	31/08/1994	19:19:18	-0,04	35,52	10	-	3,6 MbLg	3,4	E ORAN.ALG	ISC
287	31/08/1994	21:08:20	-0,68	35,93	-	-	3,1 MbLg	2,9	MER MEDITERRANEE	ISC
289	04/09/1994	06:46:52	-0,94	36,01	10	-	3,4 MbLg	3,2	MER MEDITERRANEE	ISC
290	04/09/1994	21:19:04	-0,47	35,88	-	-	3,4 MbLg	3,2	NE ORAN.ALG	ISC
291	19/09/1994	23:24:24	-0,23	35,55	10	-	3,5 Mb	3,7	E ORAN.ALG	ISC
292	24/09/1994	08:57:18	-0,49	35,65	21.1	-	3,2 MbLg	3	SE ORAN.ALG	ISC
293	26/09/1994	17:33:52	-1,02	35,43	10	-	2,8 Mb	3,1	N AIN TEMOUCHENT .ALG	ISC
294	27/09/1994	21:28:01	-0,09	35,61	10	-	3,6 MbLg	3,4	E ORAN.ALG	ISC
295	30/09/1994	11:03:14	-0,41	35,81	-	-	3,2 MbLg	3	E ORAN.ALG	ISC
296	02/10/1994	02:43:49	-0,10	35,40	-	-	3,7 MbLg	3,5	W MASCARA.ALG	ISC
297	04/10/1994	00:01:37	-0,71	36,01	10	-	3,5 MbLg	3,3	NE ORAN.ALG	ISC
298	12/10/1994	23:02:15	-1,94	36,26	5.0	-	2,9 MbLg	2,7	MER MEDITERRANEE	ISC
299	20/10/1994	14:54:18	-0,18	36,16	-	-	3,5 MbLg	3,3	MER MEDITERRANEE	ISC
300	04/11/1994	14:45:08	-0,27	35,44	8.1	-	3,2 Mb	3,5	SE ORAN.ALG	ISC
301	17/01/1995	14:35:52	-0,84	35,94	10	-	3,1 MbLg	2,9	NW ORAN.ALG	IGN/USGS/ISC
302	27/01/1995	23:53:27	-1,07	36,04	-	-	3,5 MbLg	3,3	MER MEDITERRANEE	IGN/USGS/ISC
303	31/01/1995	15:40:35	-0,23	35,65	12	-	4,8 Mb	4,8	NE ORAN.ALG	ISC/IGN/USGS
304	07/03/1995	03:08:55	-1,77	36,24	9	-	3 MbLg	2,8	MER MEDITERRANEE	IGN/USGS/ISC
305	20/03/1995	22:32:22	-1,86	36,25	19	-	2,8 MbLg	2,6	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC
306	20/03/1995	22:26:55	-1,90	36,19	3	-	3,3 MbLg	3,1	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC
307	26/03/1995	12:03:48	-1,95	35,57	30	-	3,1 MD	2,8	MER MEDITERRANEE	ISC
308	01/04/1995	09:18:24	-1,89	36,29	11	-	3,3 MbLg	3,1	MER MEDITERRANEE	IGN
309	17/05/1995	22:07:52	-1,90	36,77	9	-	2,8 MbLg	2,6	MER MEDITERRANEE	IGN
310	17/05/1995	23:51:12	-1,85	36,80	8	-	2,8 MbLg	2,6	MER MEDITERRANEE	IGN
311	10/06/1995	19:37:30	-0,11	35,42	5	-	3,4 Mb	3,6	N MASCARA.ALG	ISC/IGN/HAM
312	14/06/1995	01:32:43	-1,81	35,79	4	-	3,2 MbLg	3	MER MEDITERRANEE	ISC/USGS
313	17/09/1995	02:46:53	0,15	35,75	-	-	4,2 ML	4,2	SE MOSTAGANEM .ALG	HAM
314	19/09/1995	02:09:37	0,00	35,81	12	-	3,9 MbLg	3,7	SW MOSTAGANEM .ALG	ISC
315	30/09/1995	19:08:34	-0,71	35,61	-	-	3,4 MbLg	3,2	SW ORAN.ALG	IGN
316	03/11/1995	23:28:17	-0,44	35,76	-	-	3,5 MbLg	3,3	NE ORAN.ALG	IGN
317	21/11/1995	00:25:15	-0,87	35,42	23	-	4,0 Mb	4,1	NE AIN TEMOUCHENT .ALG	ISC/USGS/IGN
318	29/11/1995	00:25:08	-0,74	35,32	-	-	4,7 Mw	4,7	NW SIDI BEL ABES.ALG	ISC
319	25/02/1996	08:21:51	-0,39	35,67	-	-	3,5 MbLg	3,3	E ORAN.ALG	IGN/ ISC/ USGS
320	12/04/1996	10:22:20	-0,28	36,01	10	-	3.1 Mb	3,4	MER MEDITERRANEE	ISC

ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
321	12/04/1996	03:42:56	-0,22	35,42	-	-	3,8 Mb	4	Nw MASCARA.ALG	ISC /USGS /IGN /HAM
322	12/04/1996	10:21:10	-1,24	36,08	21	-	3,8 Mb	4	MER MEDITERRANEE	IGN/ ISC/ USGS
323	21/04/1996	17:01:57	-0,55	36,04	83.5	-	2.9 Mb	3,2	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN
324	27/04/1996	13:07:17	-0,89	36,00	-	-	2,9 MbLg	2,7	MER MEDITERRANEE	IGN
325	05/05/1996	21:18:28	0,67	37,00	29	-	3 MbLg	2,8	MER MEDITERRANEE	IGN
326	31/05/1996	08:47:17	-0,96	35,35	-	-	3,1 MbLg	2,9	NE AIN TEMOUCHENT .ALG	IGN/ISC /USGS
327	06/07/1996	23:22:36	-1,68	37,00	4	-	2,9 MbLg	2,7	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC/USGS
328	17/07/1996	03:24:01	-1,56	36,97	2	-	3,2 MbLg	3	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC
329	13/08/1996	08:10:45	0,53	35,69	27	-	3,1 MbLg	2,9	W RELIZANE.ALG	IGN/ISC
330	19/08/1996	16:21:17	-1,21	35,90	4	-	3 MbLg	2,8	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC
331	27/08/1996	01:15:23	-1,54	36,89	10	-	3,1 MbLg	2,9	MER MEDITERRANEE	ISC /IGN /USGS
332	18/12/1996	08:07:58	-1,80	36,83	11	-	3 MbLg	2,8	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC/USGS
333	08/01/1997	21:22:05	-1,10	35,99	-	-	3,1 MbLg	2,9	MER MEDITERRANEE	IGN
334	09/02/1997	07:44:27	-1,04	35,75	-	-	3,1 MbLg	2,9	W ORAN.ALG	IGN/ISC/USGS
335	22/05/1997	10:15:43	-1,31	35,74	25	-	3,7 MbLg	3,5	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC
336	25/05/1997	10:33:44	-1,43	35,74	9	-	3,4 MbLg	3,2	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC
337	01/12/1997	22:47:28	-0,15	35,95	20.3	-	4.1 Mb	4,2	NE ARZEW -ORAN	ISC/IGN/USGS
338	19/12/1997	15:32:23	-0,90	35,40	7.8	-	4.0 Mb	4,1	NE AIN TEMOUCHENT	ISC
339	24/12/1997	02:38:03	-1,16	35,71	14	-	2,6 Mb	3	MER MEDITERRANEE	IGN
340	17/02/1998	10:52:16	-1,83	36,98	-	-	2,5 Mb	2,9	E CARBONERAS.AL	IGN
341	15/03/1998	19:28:37	-1,79	35,95	1.3	-	2,8 Mb	3,1	MER MEDITERRANEE	ISC
342	06/04/1998	00:11:17	-1,72	37,02	5	-	3,6 Mb	3,8	E ORAN.ALG	IGN/ISC/USGS
343	07/04/1998	07:45:19	-0,09	35,54	10	-	3.7 Mb	3,9	Nw MASCARA.ALG	ISC
344	19/06/1998	21:59:11	-0,16	36,00	10	-	3.0 Mb	3,3	MER MEDITERRANEE	ISC
345	19/06/1998	00:53:57	0,80	36,24	10	-	3.4 Mb	3,6	NE MOSTAGAMEN.ALG	ISC
346	02/07/1998	04:23:23	-1,71	35,76	-	-	3,9 Mb	4	MER MEDITERRANEE	IGN/USGS/ISC
347	12/07/1998	13:15:08	-1,69	37,05	7	-	3 MbLg	2,8	NE ORAN.ALG	IGN
348	28/10/1998	10:59:57	-0,40	35,80	-	-	2,9 Mb	3,2	NW MASCARA.ALG	ISC/IGN
349	10/12/1998	17:01:10	-0,10	35,50	-	IV	4,3 Mb	4,4	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN/USGS
350	22/12/1998	05:59:55	0,15	36,41	41.8	-	4.1 Mb	4,2	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN/USGS
351	05/01/1999	19:20:41	-1,77	36,73	11	-	3,2MbLg	3	MER MEDITERRANEE	IGN
352	06/01/1999	01:17:30	-1,79	36,84	12	-	3Mb	3,3	MER MEDITERRANEE	IGN
353	23/02/1999	02:35:04	-1,77	35,98	5	-	2.7 MbLg	2,5	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC/EMSC
354	24/02/1999	12:02:38	-0,05	36,00	12	IV	2.7 MbLg	2,5	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC/EMSC
355	10/07/1999	10:24:49	-0,84	35,96	-	IV	3 MbLg	2,8	MER MEDITERRANEE	IGN/USGS/ISC /HAM
356	13/08/1999	19:49:35	0,81	35,84	12	IV	2,8 Mb	3,1	E RELIZANE.ALG	IGN/USGS/ISC
357	16/08/1999	19:18:21	-1,68	36,73	2	-	2,9 MbLg	2,7	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC
358	01/10/1999	08:01:28	-1,72	35,94	-	-	3.7 Mb	3,9	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN
359	15/10/1999	04:16:56	-1,55	35,83	5	-	2,7 MbLg	2,5	MER MEDITERRANEE	IGN/USGS/ISC
360	20/11/1999	20:00:45	-0,77	35,99	-	-	2,7 MbLg	2,5	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC
361	28/11/1999	17:10:58	-1,76	36,26	19	-	2,8 MbLg	2,6	MER MEDITERRANEE	IGN



ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
362	22/12/1999	21:20:59	-0,96	35,31	2.7	-	3,3 Mb	3,5	E AIN TEMOUCHENT .ALG	ISC
363	22/12/1999	17:53:28	-1,52	35,36	22.4	-	3,6 Mb	3,8	MER MEDITERRANEE	ISC
364	22/12/1999	18:13:28	-1,19	34,91	12.2	-	3,6 Mb	3,8	E TLEMEN.ALG	ISC
365	22/12/1999	22:34:25	-1,50	35,38	-	-	3,6 Mb	3,8	MER MEDITERRANEE	ISC
366	22/12/1999	17:54:22	-1,33	35,35	16.6	-	3,7 Mb	3,9	NW AIN TEMOUCHENT .ALG	ISC
367	22/12/1999	19:25:40	-1,58	35,29	38.1	-	3,7 Mb	3,9	MER MEDITERRANEE	ISC
368	22/12/1999	17:57:13	-1,21	35,17	9.0	-	3,9 Mb	4	SW AIN TEMOUCHENT	ISC
369	22/12/1999	18:32:50	-1,37	35,30	23.6	-	4,4 Mb	4,5	BENI SAF.ALG	ISC
370	22/12/1999	18:14:14	-1,37	35,23	1.1	-	4,8 Mb	4,9	W AIN TEMOUCHENT .ALG	ISC
371	22/12/1999	17:36:57	-1,30	35,25	6	VII	5,6 Mw	5,6	W AIN TEMOUCHENT .ALG	ISC/CRAAG/IGN /USGS/HAM/EMSC
372	23/12/1999	02:13:28	-0,71	34,76	-	-	3,6 Mb	3,8	SE TLEMEN.ALG	ISC
373	23/12/1999	00:48:17	-1,35	35,40	2.0	-	4,8 Mb	4,9	MER MEDITERRANEE	ISC
374	24/12/1999	01:38:29	-1,61	35,64	-	-	3,3 Mb	3,5	MER MEDITERRANEE	ISC
375	24/12/1999	01:48:29	-1,17	34,70	-	-	3,4 Mb	3,6	SE TLEMEN.ALG	ISC
376	24/12/1999	14:25:34	-1,40	35,37	4.5	-	3,9 Mb	4	MER MEDITERRANEE	ISC
377	25/12/1999	21:23:19	-1,90	35,40	8.6	-	2,6 MbLg	2,4	MER MEDITERRANEE	ISC
378	25/12/1999	19:24:16	-1,42	35,26	9.8	-	2,7 MbLg	2,5	W AIN TEMOUCHENT .ALG	ISC
379	28/12/1999	02:17:25	-1,46	35,45	-	-	3,7 Mb	3,9	MER MEDITERRANEE	ISC
380	31/12/1999	13:23:03	-1,51	35,29	15.0	-	4,1 Mb	4,2	W AIN TEMOUCHENT .ALG	ISC
381	02/01/2000	07:05:36	-1,02	35,01	-	-	3,6 Mb	3,8	SE AIN TEMOUCHENT .ALG	ISC
382	03/01/2000	07:50:05	-1,24	35,36	-	-	4,0 Mb	4,1	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN
383	06/01/2000	11:56:09	-1,43	35,58	12.4	-	3,7 Mb	3,9	MER MEDITERRANEE	ISC
384	27/01/2000	14:43:32	-1,58	35,54	15.8	-	4,4 Mb	4,5	MER MEDITERRANEE	ISC
385	13/02/2000	07:41:21	-1,37	35,62	1.3	-	3,7 Mb	3,9	SW AIN TEMOUCHENT .ALG	IGN
386	18/03/2000	01:29:06	-1,34	35,11	-	-	4,1 Mb	4,2	NW AIN TEMOUCHENT .ALG	ISC
387	20/03/2000	15:46:23	-1,36	35,39	-	-	3,9 Mb	4	MER MEDITERRANEE	ISC
388	29/03/2000	22:52:17	-1,53	35,63	13.0	-	3,2 Mb	3,5	MER MEDITERRANEE	ISC
389	01/04/2000	00:07:57	-1,62	35,40	-	-	3,0 Mb	3,3	MER MEDITERRANEE	ISC
390	01/04/2000	00:36:51	-1,53	35,52	-	-	3,1 Mb	3,4	MER MEDITERRANEE	IGN
391	10/04/2000	18:39:45	-1,43	35,43	2.2	-	3,6 Mb	3,8	NW AIN TEMOUCHENT .ALG	ISC
392	01/05/2000	04:11:05	-1,58	35,81	-	-	3,4Mb	3,6	MER MEDITERRANEE	ISC
393	28/05/2000	12:26:32	-1,40	35,54	28	-	4,2 Mb	4,3	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN
394	04/06/2000	04:59:13	-1,73	35,89	-	-	4,0Mb	4,1	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN
395	11/06/2000	01:54:08	-1,33	35,74	-	-	3,3Mb	3,6	AIN TEMOUCHENT .ALG	ISC/IGN/USGS /EMSC
396	30/07/2000	01:05:15	-1,15	35,25	-	-	4,0Mb	4,1	S AIN TEMOUCHENT .ALG	ISC / USGS/HAM /EMSC/CRAAG
397	23/08/2000	00:42:04	-1,49	35, 40	-	-	3,7 Mb	3,9	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN
398	27/08/2000	02:25:43	-0,44	36,32	-	-	3,0 Mb	3,3	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN
399	12/09/2000	15:18:32	-1,52	35,42	-	-	3,7 Mb	3,9	MER MEDITERRANEE	ISC
400	19/09/2000	00:58:06	-1,67	35,42	-	-	3,1 Mb	3,4	SW NIJAR.AL	ISC/IGN
401	26/09/2000	17:46:03	-2,03	36,76	11.5	-	3,8 Mb	4	ALBORÁN	IGN/USGS
402	25/11/2000	02:24:05	-1,30	35,49	-	-	3,5 Mb	3,7	N AIN TEMOUCHENT .ALG	ISC

ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
403	31/01/2001	03:33:19	-1,15	35,96	13.0	-	4,5 Mb	4,6	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN
404	02/02/2001	02:42:36	-1,42	35,52	19.9	-	3,7 Mb	3,8	MER MEDITERRANEE	ISC
405	02/02/2001	02:29:52	-1,39	35,70	-	-	3,8 Mb	4	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN
406	11/02/2001	12:01:56	-1,20	36,01	5.5	-	3,5 Mb	3,7	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN
407	11/03/2001	21:03:15	-1,30	36,86	9.9	-	3,4 Mb	3,6	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN
408	27/03/2001	02:34:10	-0,75	36,12	13.2	-	3,4 Mb	3,6	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN
409	08/06/2001	10:16:43	-1,23	35,80	10.0	-	3,7 Mb	3,9	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN
410	13/08/2001	02:22:48	-1,38	35,55	23.9	-	3,4 Mb	3,6	NE SIDI BEL ABBES .ALG	ISC/IGN
411	02/12/2001	13:32:25	-1,04	36,03	-	-	3,7 Mb	3,9	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN
412	02/12/2001	13:33:18	-0,89	35,92	33.0	-	3,8 Mb	4	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN
413	04/12/2001	10:11:40	-1,23	36,10	-	-	3,5 Mb	3,7	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN
414	11/05/2002	6:28:23	-1,05	35,63	61.4	-	3,5 Mb	3,7	N EL AMRIA.ALG	ISC
415	23/06/2002	21:00:21	-0,43	35,81	10.0	-	3,3 Mb	3,5	ARZEW-NE ORAN	ISC
416	30/06/2002	11:32:59	-0,39	36,04	56.0	-	3,5 Mb	3,7	MER MEDITERRANEE	ISC
417	10/07/2002	1:33:57	-0,03	36,18	10.0	-	4 Mb	4,1	MER MEDITERRANEE	ISC
418	13/07/2002	22:24:15	-0,24	35,26	16.7	-	3 Mb	3,3	E SIDI BEL ABBES.ALG	ISC
419	13/07/2002	3:32:35	-0,91	36,20	-	-	3,9 Mb	4	MER MEDITERRANEE	ISC
420	21/07/2002	8:32:20	-1,67	35,80	-	-	3,1 Mb	3,4	MER MEDITERRANEE	ISC
421	06/08/2002	1:53:32	-1,14	35,44	-	-	2,9 Mb	3,2	N AIN TEMOUCHENT .ALG	ISC
422	07/08/2002	10:55:07	-0,47	36,15	30.1	-	4,6 Mb	4,7	MER MEDITERRANEE	ISC
423	14/08/2002	19:51:19	0,32	36,20	-	-	3,4 Mb	3,6	NE MOSTAGANEM.ALG	ISC
424	29/08/2002	1:15:29	-0,48	35,61	-	-	3,1 Mb	3,4	SE ORAN.ALG	ISC
425	29/08/2002	2:55:43	-1,16	35,54	-	-	3,3 Mb	3,5	N AIN TEMOUCHENT .ALG	ISC
426	21/09/2002	5:32:44	-0,97	35,30	-	-	3,4 Mb	3,6	NE AIN TEMOUCHENT .ALG	ISC
427	21/09/2002	5:18:48	-0,95	35,47	10	-	3,7 Mb	3,9	NE AIN TEMOUCHENT .ALG	ISC
428	21/09/2002	5:16:44	-0,97	35,40	10	-	3,9 Mb	4	NE AIN TEMOUCHENT .ALG	ISC
429	29/09/2002	7:04:06	-1,69	35,59	-	-	2,8 Mb	3,2	MER MEDITERRANEE	ISC
430	17/10/2002	6:07:30	-0,68	35,52	10	-	4 Mb	4,1	S ORAN.ALG	ISC
431	01/11/2002	20:31:20	-0,07	35,86	10.2	-	3,1 Mb	3,4	MER MEDITERRANEE	ISC
432	11/11/2002	20:27:10	-0,36	35,93	-	-	3 Mb	3,3	NE ARZEW -ORAN	ISC
433	01/12/2002	8:38:07	-1,28	35,71	10	-	4 Mb	4,1	MER MEDITERRANEE	ISC
434	07/12/2002	20:41:30	0,23	35,54	-	-	2,9 Mb	3,2	NE MASCRA.ALG	ISC
435	15/03/2003	13:20:16	-1,47	34,58	10	-	3,9 Mb	4	SW TLEMEN.ALG	ISC
436	29/03/2003	04:03:44	-0,11	35,65	-	-	3,4 Mb	3,6	NW MASCARA.ALG	ISC
437	17/04/2003	19:58:23	-1,08	35,92	-	-	3 Mb	3,3	MER MEDITERRANEE	ISC
438	06/05/2003	06:10:27	-0,96	36,01	10	-	3,8 Mb	4	W ORAN.ALG	ISC
439	17/05/2003	23:50:56	-1,30	35,78	15.2	-	3,2 Mb	3,5	MER MEDITERRANEE	ISC
440	15/06/2003	14:27:20	0,53	35,80	10	-	3,9 Mb	4	NE MOSTAGANEM.ALG	ISC
441	29/06/2003	21:27:46	0,37	36,39	10	-	4,2 Mb	4,3	NE MOSTAGANEM.ALG	ISC
442	01/07/2003	03:39:29	0,11	35,85	10	-	4 Mb	4,1	NE MASCARA.ALG	ISC
443	08/07/2003	18:27:09	0,81	36,63	10	-	3,5 Mb	3,7	MER MEDITERRANEE	ISC

ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
444	23/07/2003	19:28:01	-0,42	35,71	-	-	3,3 Mb	3,5	E ORAN.ALG	ISC
445	01/08/2003	00:59:38	-1,17	35,71	10	-	3,6 Mb	3,8	N AIN TEMOUCHENT .ALG	ISC
446	26/08/2003	22:55:51	-0,55	36,13	10	-	3,8 Mb	4	NE ORAN.ALG	ISC
447	31/08/2003	19:04:26	0,66	36,73	10	-	3,7 Mb	3,9	MER MEDITERRANEE	ISC
448	16/09/2003	02:15:44	-0,25	35,73	-	-	2,9 Mb	3,2	E ORAN.ALG	ISC
449	23/09/2003	18:37:50	-1,00	35,60	10	-	3,8 Mb	4	NW AIN TEMOUCHENT .ALG	ISC
450	14/10/2003	22:50:37	0,32	35,75	10	-	3,5 Mb	3,7	SW MOSTAGHANEM .ALG	ISC
451	17/10/2003	05:12:40	0,63	35,66	10	-	3,8 Mb	4	SE RELIZANE.ALG	ISC
452	18/10/2003	01:39:08	0,37	35,95	10	-	3,8 Mb	4	E MOSTAGHEM.ALG	ISC
453	21/10/2003	20:01:34	-1,14	35,85	10	-	3,6 Mb	3,8	MER MEDITERRANEE	ISC
454	21/10/2003	19:56:16	-1,18	35,80	10	-	4,1 Mb	4,2	MER MEDITERRANEE	ISC
455	23/11/2003	00:20:43	-0,58	36,11	-	-	3,2 Mb	3,5	MER MEDITERRANEE	ISC
456	26/12/2003	15:02:51	0,75	35,62	-	-	3,4 Mb	3,6	SW RELIZANE.ALG	ISC
457	06/01/2004	18:43:27	-1,44	35,71	-	-	3,2 Mb	3,5	MER MEDITERRANEE	ISC
458	08/01/2004	23:35:30	0,84	36,50	10	-	3,5 Mb	3,7	NW CHLEF.ALG	ISC
459	11/01/2004	16:05:29	-1,39	35,60	-	-	3,2 Mb	3,5	MER MEDITERRANEE	ISC
460	06/02/2004	09:48:02	-0,09	35,71	10	-	4,2 Mb	4,3	NW MASCARA.ALG	ISC
461	05/03/2004	02:12:39	-1,39	35,90	-	-	3,4 Mb	3,6	MER MEDITERRANEE	ISC
462	05/04/2004	10:32:20	0,71	35,54	30.6	-	3,9 Mb	4	SE RELIZANE.ALG	ISC
463	07/04/2004	06:07:24	0,31	35,70	10	-	3,8 Mb	4	SW RELIZANE.ALG	ISC
464	18/04/2004	18:39:36	-0,05	35,69	24.3	-	3,7 Mb	3,9	SW MOSTAGANEM .ALG	ISC
465	25/04/2004	17:19:55	0,40	35,57	19.1	-	3,8 Mb	4	SW RELIZANE.ALG	ISC
466	11/05/2004	04:39:15	-0,16	35,90	-	-	3,6 Mb	3,8	MER MEDITERRANEE	ISC
467	22/05/2004	21:56:01	-0,75	36,06	-	-	2,7 Mb	3	NW ORAN.ALG	ISC
468	30/05/2004	03:45:19	0,99	36,14	-	-	3 Mb	3,3	W CHLEF.ALG	ISC
469	01/06/2004	03:21:28	-0,56	36,19	-	-	3,6 Mb	3,8	MER MEDITERRANEE	ISC
470	19/06/2004	10:24:48	-0,98	35,22	10.0	-	3 ML	3,3	NW AIN TEMOUCHENT .ALG	ISC
471	09/08/2004	22:26:04	-0,14	36,01	-	-	3,5 Mb	3,7	MER MEDITERRANEE	ISC
472	12/08/2004	23:58:08	-1,23	35,82	-	-	3,3 Mb	3,5	MER MEDITERRANEE	ISC
473	18/10/2004	22:08:58	-1,61	34,96	30.0	-	3,5 Mb	3,7	NW TLEMEN.ALG	ISC
474	26/11/2004	03:20:52	-0,57	35,78	-	-	3,4 Mb	3,6	NE ORAN.ALG	ISC
475	29/12/2004	01:36:08	0,31	35,99	-	-	3,2 Mb	3,5	SE RELIZANE.ALG	ISC
476	29/12/2004	01:05:06	0,50	35,74	35.6	-	3,8 Mb	4	SE RELIZANE.ALG	ISC
477	11/03/2005	06:28:29	-0,23	35,80	-	-	3,5 Mb	3,7	NE ORAN.ALG	IGN/ISC/USGS
478	18/03/2005	07:00:13	-0,68	35,99	25	-	3,1 ML	3,4	NE ORAN.ALG	CRAAG/ISC/USGS /EMSC/IGN
479	24/03/2005	17:23:19	-2,02	35,29	72	-	2,7 Mb	3,1	ALBORÁN SUR	IGN
480	03/04/2005	13:13:00	-1,33	35,80	-	-	3,4 Mb	3,6	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC/USGS /EMSC
481	07/04/2005	02:48:43	-0,15	35,58	32.7	-	2,6 ML	2,6	SE ORAN.ALG	ISC/CRAAG/IGN /USGS/EMSC
482	10/04/2005	04:42:00	-0,98	36,11	5	-	3,3 Mb	3,5	MER MEDITERRANEE	ISC/ EMSC
483	18/04/2005	01:22:34	-0,18	35,65	10	-	3,7 ML	3,7	E ORAN.ALG	ISC/CRAAG/IGN /USGS/EMSC
484	21/04/2005	16:28:36	-0,38	35,95	10	-	3,2 ML	3,2	E ORAN.ALG	ISC/CRAAG/IGN /USGS/EMSC

ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
485	09/05/2005	17:46:28	0,63	35,75	-	-	3,0 ML	3	E RELIZANE.ALG	ISC/CRAAG
486	21/05/2005	04:09:49	-1,29	35,58	10	-	3,8 ML	3,8	MER MEDITERRANEE	ISC/CRAAG/IGN /USGS/EMSC/HAM
487	02/06/2005	07:14:38	-2,05	35,32	-	-	3,5 Mb	3,7	ALBORÁN SUR	IGN
488	12/06/2005	01:28:21	-1,40	35,72	10	-	2,7ML	2,7	MER MEDITERRANEE	ISC/CRAAG/IGN /USGS/EMSC/HAM
489	24/06/2005	17:06:20	-1,56	36,67	5	-	2,8ML	2,8	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN/USGS
490	30/06/2005	01:19:22	-1,54	35,65	11	-	3,8ML	3,8	MER MEDITERRANEE	ISC/CRAAG/IGN /USGS/EMSC/HAM
491	07/07/2005	00:30:01	-0,92	35,49	10	-	2,9 ML	2,9	W ORAN.ALG	ISC/CRAAG /IGN
492	07/07/2005	04:11:42	-0,71	35,82	10	-	4,0ML	4	W ORAN.ALG	ISC/CRAAG /IGN
493	20/07/2005	04:37:01	-1,09	35,68	23	-	2,8 ML	2,8	W ORAN.ALG	ISC/CRAAG/IGN /USGS/EMSC/HAM
494	20/07/2005	19:54:07	0,65	36,97	10	-	4,8 MbLg	4,8	MER MEDITERRANEE	HAM
495	23/07/2005	07:43:01	-1,38	35,35	4	-	3,3 ML	3,3	W AIN TEMOUCHENT .ALG	ISC/CRAAG/IGN
496	31/07/2005	11:16:25	0,07	35,51	-	-	3,8 MbLg	3,6	NW MASCARA.ALG	IGN/ISC/USGS /EMSC
497	31/07/2005	11:11:29	0,20	35,48	16	-	4,1ML	4,1	N MASCARA.ALG	ISC/CRAAG/IGN /USGS/EMSC/HAM
498	01/08/2005	02:46:29	0,23	35,66	13	-	3,1 Mb	3,4	NE MASCARA.ALG	IGN/ISC/USGS
499	01/08/2005	03:07:55	0,13	35,71	12	-	3,3 Mb	3,5	N MASCARA.ALG	IGN/USGS
500	01/08/2005	01:41:44	0,17	35,5 52	12	-	4ML	4	NE MASCARA.ALG	ISC-CRAAG/IGN /USGS/EMSC
501	08/08/2005	15:00:14	-1,10	35,70	-	-	3,5 Mb	3,7	MER MEDITERRANEE	ISC/USGS
502	17/08/2005	19:05:27	-0,20	35,68	10	-	3,2ML	3,2	SW MASCARA.ALG	ISC/CRAAG/IGN /USGS/EMSC
503	17/08/2005	05:30:56	0,14	35,81	10	-	4,4ML	4,4	E MASCARA.ALG	ISC/CRAAG/IGN /USGS/EMSC
504	19/09/2005	02:07:26	0,40	36,25	10	-	3,3ML	3,3	NE MOSTAGANEM .ALG	ISC-CRAAG/IGN /USGS/EMSC
505	23/09/2005	22:11:38	-0,63	36,09	-	-	2,7Mb	3,1	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC/USGS
506	23/09/2005	18:27:22	-0,40	35,98	-	-	3,2 Mb	3,5	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC/USGS
507	07/10/2005	04:40:53	-1,13	35,36	21	-	3,2Mb	3,5	NE AIN TEMOUCHENT .ALG	IGN
508	06/12/2005	23:10:06	-0,92	35,74	-	-	3,7Mb	3,9	MER MEDITERRANEE	ISC/USGS
509	12/12/2005	01:20:04	-0,74	35,81	-	-	3,0 Mb	3,3	MER MEDITERRANEE	ISC
510	12/12/2005	07:57:53	-1,34	36,19	-	-	3,1 Mb	3,4	MER MEDITERRANEE	ISC
511	12/12/2005	15:23:42	-1,30	35,87	-	-	3,3 Mb	3,5	MER MEDITERRANEE	ISC
512	28/12/2005	18:25:37	-1,32	35,01	75	-	3,1 Mb	3,4	N TLEMEN.ALG	ISC/IGN
513	18/01/2006	00:49:36	-0,57	35,40	-	-	3,4ML	3,4	SW TAFRAOUI-ORAN	ISC/CRAAG
514	18/01/2006	00:09:38	-0,66	35,40	-	-	3,8 Mb	4	S ORAN.ALG	ISC/IGN/USGS /EMSC
515	31/01/2006	02:46:59	-1,08	35,79	-	-	2,8 Mb	3,2	W ORAN.ALG	ISC
516	08/04/2006	17:32:15	0,60	36,70	-	-	3,1 ML	3,1	MER MEDITERRANEE	ISC/CRAAG
517	19/04/2006	17:06:33	0,55	35,45	-	-	2,9 ML	2,9	E MASCARA.ALG	ISC/CRAAG
518	23/05/2006	19:24:13	0,00	35,30	-	-	2,5 ML	2,5	SW MASCARA.ALG	ISC/CRAAG
519	23/07/2006	23:07:00	0,60	35,93	10	-	3,5 Mb	3,7	MER MEDITERRANEE	CRAAG/ISC
520	23/07/2006	20:17:15	0,62	35,93	10	V	4,5 Mw	4,5	N RELIZANE.ALG	IGN/CRAAG/ISC /USGS/EMSC
521	23/07/2006	22:13:30	0,56	35,95	10	-	4,5ML	4,5	NE RELIZANE.ALG	CRAAG/IGN/ISC /USGS/EMSC
522	11/08/2006	05:46:53	0,99	36,58	22	-	3 Mb	3,3	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC
523	15/08/2006	22:10:48	-1,32	35,50	-	-	3,1 ML	3,1	MER MEDITERRANEE	ISC/USGS/EMSC /CRAAG
524	06/09/2006	07:20:10	-0,96	36,00	1.1	-	2,5 ML	2,5	MER MEDITERRANEE	ISC/CRAAG
525	26/09/2006	13:23:22	-1,76	35,53	10	-	2,5ML	2,5	MER MEDITERRANEE	ISC/CRAAG

ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
526	26/10/2006	20:33:29	0,95	36,29	30	-	2,8 ML	2,8	N MAZOUNA-RELIZANE	ISC/CRAAG
527	21/11/2006	10:53:56	0,31	35,92	-	-	2,5 ML	2,5	E MOSTAGNEM.ALG	ISC/CRAAG
528	21/11/2006	21:45:59	-1,57	36,15	-	-	3,0 MbLg	2,8	MER MEDITERRANEE	IGN/USGS/ISC
529	03/12/2006	03:34:41	0,59	35,80	-	-	3,4 Mb	3,6	N RELIZANE.ALG	CSEM
530	06/12/2006	21:48:05	-1,11	35,01	-	-	3,8Mb	4	NE TLEMEN.ALG	IGN/ISC/USGS/EMSC
531	16/12/2006	19:34:32	0,98	36,45	10	-	4,4 Mb	4,5	OUED RHIU – RELIZANE	CRAAG/EMSC
532	23/12/2006	09:55:56	0,84	36,00	-	-	2,5 ML	2,5	NW OUED RHIU – RELIZANE	CRAAG
533	06/01/2007	12:35:47	-1,10	35,76	-	-	3,5 Mb	3,7	MER MEDITERRANEE	ISC / USGS
534	27/01/2007	13:54:35	-0,60	35,80	-	-	2,8 ML	2,8	NE ORAN.ALG	ISC
535	29/01/2007	14:32:44	0,95	35,79	18	-	2,8 ML	2,8	E RELIZANE.ALG	IGN / ISC
536	05/02/2007	02:49:49	-1,00	35,73	-	-	2,8 Mb	3,2	NW ORAN.ALG	ISC
537	11/02/2007	17:41:12	0,06	34,53	-	-	3ML	3	S SAIDA.ALG	ISC/CRAAG/EMSC
538	11/02/2007	04:15:18	-1,09	35,90	6	-	3,4 Mb	3,6	MER MEDITERRANEE	IGN
539	15/02/2007	00:38:28	-0,74	35,30	10	-	3,4 Mb	3,6	NW SIDI BEL ABBES .ALG	ISC
540	15/02/2007	00:37:43	0,75	35,80	10	-	3,9 Mb	4,1	E RELIZANE.ALG	ISC
541	28/02/2007	12:46:28	-1,81	35,80	10	-	3,2 Mb	3,5	MER MEDITERRANEE	ISC
542	28/02/2007	12:47:31	-1,32	35,54	-	-	3,5 ML	3,5	MER MEDITERRANEE	CRAAG/ISC/IGN/USGS/EMSC
543	03/03/2007	17:48:48	-0,27	35,27	-	-	2,9 ML	2,9	E SIDI BEL ABBES.ALG	CRAAG
544	09/03/2007	08:17:35	-1,67	35,70	29.3	-	3,8 Mb	4	MER MEDITERRANEE	ISC
545	28/03/2007	20:34:20	0,56	35,66	32	-	3 ML	3	S RELIZANE.ALG	ISC/CRAAG/IGN/USGS/EMSC
546	21/04/2007	16:33:25	0,06	36,77	-	-	2,5 ML	2,5	MER MEDITERRANEE	CRAAG
547	28/04/2007	18:46:53	0,35	34,59	-	-	3,3 Mb	3,5	SE SAIDA.ALG	ISC
548	20/05/2007	17:25:53	-0,20	35,15	-	-	3,5 ML	3,5	E SIDI BEL ABBES.ALG	CRAAG
549	09/06/2007	15:32:25	0,38	35,70	-	-	3,8 Mb	4	W RELIZANE.ALG	IGN/ISC/CRAAG/USGS
550	22/06/2007	22:16:19	-0,77	35,76	25	-	3,6 Mb	3,8	NW ORAN.ALG	IGN/ISC/USGS
551	07/07/2007	23:19:56	-1,26	35,49	-	-	4,9Mw	4,9	MER MEDITERRANEE	HAM/IGN/USGS
552	18/07/2007	00:59:59	-0,09	35,38	16	-	4,4 Mb	4,5	E MASCARA.ALG	IGN / ISC / USGS / HAM
553	08/08/2007	21:26:27	0,09	35,99	-	-	4,1 Mb	4,2	N MOSTAGANEM.ALG	ISC / CRAAG
554	15/10/2007	23:06:52	-0,76	35,87	24.3	-	3,8 ML	3,8	NW ORAN.ALG	CRAAG / IGN / ISC / USGS
555	17/10/2007	16:29:39	-0,13	35,10	-	-	3,5 ML	3,5	SE MASCARA.ALG	CRAAG / ISC
556	31/10/2007	03:46:46	0,86	37,10	19	-	3,2 MbLg	3	MER MEDITERRANEE	IGN
557	19/11/2007	16:29:45	0,11	35,65	-	-	3,5 ML	3,5	S MOSTAGANEM.ALG	CRAAG / ISC
558	21/11/2007	18:00:27	-1,36	35,46	10	-	2,6 ML	2,6	MER MEDITERRANEE	CRAAG / IGN / ISC / USGS
559	14/12/2007	20:31:21	0,02	35,85	30	-	3,3 Mb	3,5	SW MOSTAGANEM .ALG	IGN / ISC / USGS
560	15/12/2007	18:05:41	-0,58	35,66	5	-	3,7 Mb	3,9	SE ORAN.ALG	IGN / ISC / USGS
561	30/12/2007	04:10:56	0,01	35,44	16	-	3,3 Mb	3,5	NW MASCARA.ALG	IGN / ISC
562	30/12/2007	15:08:50	-0,07	35,25	-	-	3,6 ML	3,6	SW MASCARA.ALG	CRAAG/ISC
563	03/01/2008	16:05:24	0,12	35,89	2,85	-	3,2 ML	3,2	SE MOSTAGANEM .ALG	CRAAG
564	07/01/2008	15:13:25	0,33	35,61	0,32	-	2,7 ML	2,7	SW RELIZANE.ALG	CRAAG
565	08/01/2008	16:25:35	0,11	35,35	26,12	-	2,7 ML	2,7	MASCARA.ALG	CRAAG
566	09/01/2008	23:56:40	-0,49	35,56	1,63	-	3,5 ML	3,5	SE ORAN.ALG	CRAAG

ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
567	09/01/2008	23:55:00	-0,46	35,65	5,23	-	3,8 ML	3,8	SE ORAN.ALG	CRAAG
568	09/01/2008	22:24:04	-0,57	35,63	5,63	-	5,3 ML	5,3	SE ORAN.ALG	CRAAG
569	10/01/2008	02:49:41	-0,46	35,58	0,6	-	3 ML	3	SE ORAN.ALG	CRAAG
570	12/01/2008	16:54:51	0,46	35,77	5,68	-	2,8 ML	2,8	SE ORAN.ALG	CRAAG
571	13/01/2008	15:47:56	0,16	35,36	3,08	-	3 ML	3	MASCARA.ALG	CRAAG
572	21/01/2008	15:59:28	-0,55	35,60	0,05	-	2,6 ML	2,6	SE ORAN.ALG	CRAAG
573	21/01/2008	15:53:29	0,27	35,20	13,65	-	2,8 ML	2,8	NE MASCARA.ALG	CRAAG
574	22/01/2008	17:30:33	-0,30	35,86	6,01	-	3,3 ML	3,3	SE ORAN.ALG	CRAAG
575	22/01/2008	15:49:19	-0,46	35,88	5,93	-	3,4 ML	3,4	SE ORAN.ALG	CRAAG
576	25/01/2008	14:24:12	-0,52	35,84	5,98	-	2,6 ML	2,6	SE ORAN.ALG	CRAAG
577	04/02/2008	13:01:23	1,02	36,75	10	-	3,2 ML	3,2	NW CHLEF.ALG	ISC/ IGN
578	05/02/2008	16:24:19	-0,16	35,62	-	-	3,2 ML	3,2	SE MASCARA.ALG	CRAAG
579	18/02/2008	12:35:14	-1,94	35,87	10	-	3,6 Mb	3,8	MER MEDITERRANEE	ISC
580	19/02/2008	15:53:37	-0,30	35,33	-	-	3,7 ML	3,7	NE SIDI BEL ABBES .ALG	CRAAG
581	20/02/2008	08:26:42	0,52	35,63	10,9	-	3,7 ML	3,7	SW RELIZANE.ALG	ISC
582	20/02/2008	11:29:39	-0,92	35,69	-	-	3,6 Mb	3,8	W ORAN.ALG	ISC
583	23/02/2008	17:38:14	0,32	36,04	0,71	-	2,8 ML	2,8	SE MOSTAGANEM. .ALG	CRAAG
584	28/02/2008	15:15:24	0,49	35,08	3,93	-	3,4 ML	3,4	SE MASCARA.ALG	CRAAG
585	28/02/2008	01:53:45	0,72	35,45	11,32	-	3,5 ML	3,5	SE RELIZANE.ALG	CRAAG
586	01/03/2008	17:57:39	0,62	35,79	5,99	-	2,9 ML	2,9	NE RELIZANE.ALG	CRAAG
587	02/03/2008	04:05:57	0,25	36,10	4,73	-	3,3 ML	3,3	NE MOSTAGANEM. .ALG	CRAAG
588	02/03/2008	13:59:45	0,99	35,22	6,41	-	3,5 ML	3,5	SW-TIARET.ALG	CRAAG
589	04/03/2008	14:21:16	0,22	35,18	5,96	-	3,2 ML	3,2	MASCARA.ALG	CRAAG
590	04/03/2008	10:27:01	0,69	35,76	9,54	-	3,3 ML	3,3	NE RELIZANE.ALG	CRAAG/IGN
591	09/03/2008	18:27:11	0,54	35,68	17,23	-	2,8 ML	2,8	SE RELIZANE.ALG	CRAAG
592	09/03/2008	09:12:38	-0,51	34,97	3,27	-	3,2 ML	3,2	SE SIDI BEL ABBES. .ALG	CRAAG
593	12/03/2008	18:32:29	-1,03	35,60	1,51	-	2,7 ML	2,7	W-ORAN.ALG	CRAAG
594	12/03/2008	16:37:32	0,29	35,93	6,11	-	2,9 ML	2,9	SE MOSTAGANEM. .ALG	CRAAG
595	13/03/2008	07:34:10	0,70	35,76	7,05	-	2,9 ML	2,9	NE RELIZANE.ALG	CRAAG
596	30/03/2008	15:58:21	0,62	35,79	5,99	-	2,7 ML	2,7	RELIZANE.ALG	CRAAG
597	02/04/2008	16:48:21	0,64	35,76	3,55	-	2,9 ML	2,9	RELIZANE.ALG	CRAAG
598	05/04/2008	15:05:04	0,69	35,63	3,52	-	2,7 ML	2,7	SE-RELIZANE	CRAAG
599	05/04/2008	16:14:16	0,39	35,84	6,06	-	3,2 ML	3,2	NW RELIZANE.ALG	CRAAG
600	06/04/2008	17:26:17	0,62	35,81	13,55	-	2,7 ML	2,7	RELIZANE.ALG	CRAAG
601	06/04/2008	00:49:48	-1,22	35,23	3	-	3,1 ML	3,1	SW AIN TEMOUCHENT. .ALG	CRAAG
602	06/04/2008	16:51:51	0,11	35,18	13,28	-	3,3 ML	3,3	S MASCARA.ALG	CRAAG
603	08/04/2008	16:42:45	-0,13	35,34	6	-	3,1 ML	3,1	W-MASCARA.ALG	CRAAG
604	12/04/2008	16:32:14	-0,16	35,38	0,13	-	3,3 ML	3,3	W-MASCARA	CRAAG
605	12/04/2008	16:51:13	0,07	35,36	4,22	-	3,3 ML	3,3	W-MASCARA	CRAAG
606	13/04/2008	05:04:55	0,52	35,80	7,64	-	3,2 ML	3,2	RELIZANE.ALG	CRAAG/IGN
607	17/04/2008	17:32:00	0,58	35,72	6,02	-	2,9 ML	2,9	RELIZANE.ALG	CRAAG

ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
608	20/04/2008	12:34:59	0,74	35,83	3,3	-	3 ML	3	RELIZANE.ALG	CRAAG
609	26/04/2008	19:43:25	0,58	35,76	1,21	-	2,9 ML	2,9	RELIZANE.ALG	CRAAG
610	06/05/2008	23:07:32	1,00	36,41	6,79	-	3,2 ML	3,2	NW CHLEF.ALG	CRAAG/IGN
611	06/05/2008	06:35:20	0,96	36,43	8,76	-	3,3 ML	3,3	NW CHLEF.ALG	CRAAG/IGN
612	24/05/2008	02:03:24	-0,56	35,05	4,97	-	3 ML	3	S SIDI BEL ABBES. ALG	CRAAG
613	01/06/2008	17:46:35	0,05	35,22	6	-	3,1 ML	3,1	SW-MASCARA	CRAAG
614	06/06/2008	21:18:21	-0,66	35,63	4,44	-	3,4 ML	3,4	S ORAN.ALG	CRAAG
615	06/06/2008	22:48:24	-0,42	35,78	0,1	-	3,9 ML	3,9	NE ORAN.ALG	CRAAG
616	06/06/2008	21:10:40	-0,56	35,80	3,64	-	4,5 ML	4,5	NE ORAN.ALG	CRAAG
617	06/06/2008	20:02:58	-0,52	35,81	5,03	-	5,5 ML	5,5	NE ORAN.ALG	CRAAG
618	07/06/2008	19:50:09	-0,26	35,66	0,1	-	3 ML	3	NE MASCARA.ALG	CRAAG
619	07/06/2008	02:18:14	-0,51	35,56	1,81	-	3,5 ML	3,5	SE ORAN.ALG	CRAAG
620	07/06/2008	13:14:51	-0,45	35,59	2,21	-	3,5 ML	3,5	E ORAN.ALG	CRAAG
621	07/06/2008	02:55:43	-0,65	35,77	5,04	-	3,6 ML	3,6	N ORAN.ALG	CRAAG
622	07/06/2008	07:24:34	-0,37	35,76	21,82	-	3,9 ML	3,9	E ORAN.ALG	CRAAG
623	07/06/2008	01:39:14	-0,32	35,58	5,21	-	4,2 ML	4,2	SE ORAN.ALG	CRAAG
624	08/06/2008	16:35:48	-0,49	35,64	2,75	-	2,6 ML	2,6	SE ORAN.ALG	CRAAG
625	08/06/2008	16:52:05	-0,59	35,77	11,94	-	2,6 ML	2,6	NE ORAN.ALG	CRAAG
626	09/06/2008	04:22:39	-0,29	35,59	11,99	-	3,1 ML	3,1	SE ORAN.ALG	CRAAG
627	12/06/2008	18:59:22	1,09	35,15	39,04	-	3,3 ML	3,3	SW-TIARET.ALG	CRAAG
628	12/06/2008	09:37:02	-0,48	35,85	4,99	-	3,5 ML	3,5	NE ORAN.ALG	CRAAG
629	14/06/2008	18:44:58	0,58	35,86	6,57	-	2,8 ML	2,8	NW RELIZANE.ALG	CRAAG
630	14/06/2008	21:38:50	-0,51	35,90	4,2	-	3,5 ML	3,5	NE ORAN.ALG	CRAAG
631	15/06/2008	10:12:30	-0,59	35,86	17	-	3,5 ML	3,5	NE ORAN.ALG	CRAAG
632	16/06/2008	11:13:19	0,22	35,87	5,37	-	2,8 ML	2,8	SE MOSTAGANEM. ALG	CRAAG
633	19/06/2008	21:39:58	-0,53	35,57	11,38	-	3,1 ML	3,1	SE ORAN.ALG	CRAAG
634	20/06/2008	01:34:10	-0,39	35,71	6,09	-	3,5 ML	3,5	E ORAN.ALG	CRAAG
635	29/06/2008	05:03:10	-0,58	35,92	-	-	3,0 Mb	3,3	MER MEDITERRANEE	IGN
636	11/07/2008	17:04:36	-0,53	35,62	4,57	-	3,5 ML	3,5	SE ORAN.ALG	CRAAG
637	16/07/2008	04:25:15	0,60	35,66	8,55	-	3,1 ML	3,1	S RELIZANE.ALG	CRAAG
638	24/07/2008	17:19:57	-0,44	35,76	7,44	-	4,3 ML	4,3	NE ORAN.ALG	CRAAG
639	25/07/2008	21:34:40	-1,10	35,96	-	-	3,2 Mb	3,5	MER MEDITERRANEE	IGN
640	26/08/2008	01:11:54	-0,63	35,81	2,33	-	3,4 ML	3,4	MER MEDITERRANEE	CRAAG
641	29/08/2008	19:41:40	-0,61	35,89	-	-	3,6 Mb	3,8	MER MEDITERRANEE	IGN
642	15/09/2008	17:43:55	0,26	35,72	6,27	-	4,1 ML	4,1	SE MOSTAGANEM. ALG	CRAAG
643	30/09/2008	03:28:39	-0,68	35,81	1,21	-	3,2 ML	3,2	MER MEDITERRANEE	CRAAG
644	01/10/2008	10:32:28	-0,45	35,78	2,58	-	3,3 ML	3,3	NE ORAN.ALG	CRAAG
645	11/10/2008	19:38:35	-0,40	35,89	9,11	-	3,6 ML	3,6	NE ORAN.ALG	CRAAG
646	15/10/2008	17:49:11	-0,40	35,79	4,95	-	2,9 ML	2,9	NE ORAN.ALG	CRAAG
647	17/10/2008	00:08:03	-0,38	35,15	6,55	-	3,3 ML	3,3	W SIDI BEL ABBES. ALG	CRAAG
648	19/10/2008	16:24:04	0,28	35,78	5,01	-	2,8 ML	2,8	SE MOSTAGANEM. ALG	CRAAG

ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
649	06/11/2008	19:00:44	0,31	35,27	-	-	3,2 ML	3,2	SE MASCARA.ALG	CRAAG
650	09/11/2008	15:17:43	0,56	35,85	6,25	-	3 ML	3	RELIZANE.ALG	CRAAG
651	16/11/2008	18:02:19	0,11	36,51	-	-	3,4 Mb	3,6	MER MEDITERRANEE	IGN
652	27/11/2008	18:03:09	-1,78	35,03	-	-	2,8 ML	2,8	NW TLEMEN.ALG	CRAAG
653	20/12/2008	14:26:37	1,03	35,67	17,42	-	2,9 ML	2,9	NW-TIARET.ALG	CRAAG
654	24/12/2008	16:04:34	0,48	35,83	0,22	-	2,9 ML	2,9	NW-RELIZANE.ALG	CRAAG
655	28/12/2008	14:18:09	0,25	35,94	5,59	-	2,6 ML	2,6	SE MOSTAGANEM.ALG	CRAAG
656	04/01/2009	14:04:40	0,25	35,72	7,87	-	3,4 ML	3,4	SE MOSTAGANEM.ALG	CRAAG
657	15/01/2009	06:49:24	0,44	35,55	18,63	-	3 ML	3	SW-RELIZANE.ALG	CRAAG
658	17/01/2009	15:46:01	0,45	35,83	9,34	-	3,1 ML	3,1	NW-RELIZANE.ALG	CRAAG
659	23/01/2009	20 37 30	-0,51	35,32	7,02	-	3 ML	3	NE SIDI BEL ABBES.ALG	CRAAG
660	24/01/2009	22:03:15	0,07	35,75	5,75	-	2,8 ML	2,8	SW MOSTAGANEM.ALG	CRAAG/IGN
661	28/02/2009	16:20:08	0,57	35,82	14,19	-	2,7 ML	2,7	NW-RELIZANE.ALG	CRAAG
662	03/03/2009	03:22:41	-0,62	35,90	6,03	-	3,1 ML	3,1	NE ORAN.ALG	CRAAG
663	20/03/2009	21:07:57	-0,23	35,67	6	-	3,1 ML	3,1	BETHIOUA- E Oran	CRAAG
664	06/04/2009	17:46:35	0,58	35,89	6,1	-	2,9 ML	2,9	NW-RELIZANE.ALG	CRAAG
665	13/04/2009	17:23:28	0,57	35,82	1	-	2,7 ML	2,7	NW-RELIZANE.ALG	CRAAG
666	14/04/2009	13:05:19	0,58	35,83	4,77	-	2,7 ML	2,7	NW-RELIZANE.ALG	CRAAG
667	29/04/2009	16:57:06	0,99	36,72	9,29	-	3,6 ML	3,6	MER MEDITERRANEE	CRAAG
668	11/05/2009	04:59:14	0,71	35,84	6,08	-	3,2 ML	3,2	NE-RELIZANE.ALG	CRAAG
669	11/05/2009	16:20:23	0,16	35,78	8,83	-	3,2 ML	3,2	S MOSTAGANEM.ALG	CRAAG
670	18/05/2009	14:45:59	0,99	35,50	37,25	-	3 ML	3	NW-TIARET.ALG	CRAAG
671	20/05/2009	17:22:59	1,01	36,39	0,06	-	2,6 ML	2,6	NW-CHLEF.ALG	CRAAG
672	23/05/2009	12:49:53	0,73	35,46	47,65	-	2,6 ML	2,6	SW-RELIZANE.ALG	CRAAG
673	23/05/2009	14:55:35	0,52	35,81	0,14	-	2,7 ML	2,7	NW-RELIZANE.ALG	CRAAG
674	28/05/2009	16:20:34	0,41	35,46	0,32	-	2,9 ML	2,9	NE MASCARA.ALG	CRAAG
675	29/05/2009	11:58:05	-0,78	35,55	11,97	-	2,6 ML	2,6	SW ORAN.ALG	CRAAG
676	02/06/2009	05:00:03	-0,89	35,50	9,99	-	3,9 ML	3,9	SW ORAN.ALG	CRAAG
677	10/06/2009	15:04:51	0,95	35,64	5,5	-	2,6 ML	2,6	NW-TIARET.ALG	CRAAG
678	10/06/2009	12:27:59	0,94	35,55	5,95	-	3,2 ML	3,2	NW-TIARET.ALG	CRAAG
679	11/06/2009	08:26:09	0,49	35,92	6,92	-	4,2 ML	4,2	E MOSTAGANEM.ALG	CRAAG
680	11/06/2009	05:42:17	0,56	35,76	9,36	-	4,7 ML	4,7	RELIZANE.ALG	CRAAG
681	14/06/2009	14:58:28	0,72	35,75	11,94	-	2,5 ML	2,5	E RELIZANE.ALG	CRAAG
682	14/06/2009	13:42:27	0,00	35,88	2,13	-	2,7 ML	2,7	SW MOSTAGANEM.ALG	CRAAG
683	14/06/2009	04:47:54	0,00	36,47	-	-	3,2 ML	3,2	MER MEDITERRANEE	CRAAG
684	14/06/2009	04:47:54	-0,06	36,14	20	-	3,3 Mb	3,5	MER MEDITERRANEE	IGN
685	27/06/2009	22:50:55	-0,73	35,93	5,69	-	2,7 ML	2,7	MER MEDITERRANEE	CRAAG
686	28/06/2009	14:01:53	-0,02	34,74	14,86	-	3,3 ML	3,3	SW-SAIDA.ALG	CRAAG
687	30/06/2009	08:04:36	-1,86	35,35	10	-	2,7 ML	2,7	MER MEDITERRANEE	CRAAG
688	02/07/2009	16:02:55	-0,15	35,40	5,89	-	3,3 ML	3,3	W-MASCARA.ALG	CRAAG
689	04/07/2009	14:15:00	0,65	35,47	33,4	-	3,1 ML	3,1	S RELIZANE.ALG	CRAAG



ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
690	11/07/2009	07:28:10	0,43	36,19	19,86	-	2,8 ML	2,8	NE MOSTAGANEM. ALG	CRAAG
691	23/07/2009	06:18:07	0,35	35,70	3,47	-	3,1 ML	3,1	W RELIZANE.ALG	CRAAG
692	04/08/2009	15:27:35	0,01	35,63	5,93	-	3,2 ML	3,2	NW MASCARA.ALG	CRAAG
693	13/08/2009	15:01:26	0,18	35,55	3,65	-	3,1 ML	3,1	N MASCARA.ALG	CRAAG
694	13/08/2009	12:04:36	0,68	35,34	73,15	-	3,2 ML	3,2	S RELIZANE.ALG	CRAAG
695	24/08/2009	16:39:15	-0,22	34,95	6	-	3,3 ML	3,3	NW SAIDA.ALG	CRAAG
696	24/08/2009	15:46:19	0,27	34,21	3,06	-	4,4 ML	4,4	NW SAIDA.ALG	CRAAG
697	27/08/2009	14:54:35	0,20	35,51	9,12	-	2,8 ML	2,8	MASCARA.ALG	CRAAG
698	31/08/2009	14:43:05	0,65	35,25	25,71	-	2,7 ML	2,7	SE MASCARA.ALG	CRAAG
699	17/09/2009	13:54:43	0,43	36,21	6	-	2,9 ML	2,9	NE MOSTAGANEM. ALG	CRAAG
700	20/09/2009	11:14:28	0,19	35,54	6	-	3 ML	3	NE MASCARA.ALG	CRAAG
701	25/09/2009	23:30:58	-0,75	35,32	2,18	-	3,5 ML	3,5	NW SIDI BEL ABBES. ALG	CRAAG
702	26/09/2009	16:54:22	-0,23	35,94	11,32	-	2,9 ML	2,9	ARZEW-NE ORAN	CRAAG
703	27/09/2009	01:26:03	-1,53	35,66	5,74	-	3,2 ML	3,2	MER MEDITERRANEE	CRAAG
704	04/10/2009	14:54:49	-0,33	36,14	6	-	3,2 ML	3,2	MER MEDITERRANEE	CRAAG
705	10/10/2009	21:19:11	0,44	35,75	8,87	-	2,5 ML	2,5	W RELIZANE.ALG	CRAAG
706	11/10/2009	14:17:13	0,90	35,30	6,41	-	3,1 ML	3,1	W TIARET.ALG	CRAAG
707	15/10/2009	15:11:03	0,22	35,44	3,08	-	3,2 ML	3,2	MASCARA.ALG	CRAAG
708	25/10/2009	15:38:11	0,21	35,44	6,65	-	3 ML	3	MASCARA.ALG	CRAAG
709	30/10/2009	03:33:40	0,44	35,78	6,8	-	3,6 ML	3,6	W RELIZANE.ALG	CRAAG
710	31/10/2009	23:55:37	0,55	35,72	4,33	-	3,2 ML	3,2	W RELIZANE.ALG	CRAAG
711	01/11/2009	22:09:19	0,58	35,62	2,07	-	3 ML	3	S RELIZANE.ALG	CRAAG
712	08/11/2009	15:07:16	0,18	35,68	3,47	-	2,9 ML	2,9	S MOSTAGANEM. ALG	CRAAG
713	12/11/2009	13:02:39	1,01	35,08	-	-	3,2 ML	3,2	SW-TIARET.ALG	CRAAG
714	15/11/2009	15:06:54	1,10	35,68	6	-	2,6 ML	2,6	NW-TIARET.ALG	CRAAG
715	17/11/2009	21:16:10	1,00	36,42	7,54	-	3 ML	3	NW-CHLEF.ALG	CRAAG
716	24/11/2009	14:37:38	0,16	35,58	1,94	-	2,7 ML	2,7	N MASCARA.ALG	CRAAG
717	24/11/2009	13:53:17	0,26	35,83	6	-	2,8 ML	2,8	SE MOSTAGANEM. ALG	CRAAG
718	18/12/2009	19:10:36	0,07	34,00	5,46	-	4,8 ML	4,8	NE MECHRIA.ALG	CRAAG
719	20/12/2009	14:28:38	0,73	35,41	38,48	-	2,5 ML	2,5	SE RELIZANE.ALG	CRAAG
720	20/12/2009	13:27:46	0,98	35,60	2,94	-	3 ML	3	SE RELIZANE.ALG	CRAAG
721	21/12/2009	15:04:37	0,16	35,66	5,58	-	2,5 ML	2,5	N MASCARA.ALG	CRAAG
722	21/12/2009	19:35:10	0,06	35,70	6,15	-	2,5 ML	2,5	SW MOSTAGANEM. ALG	CRAAG
723	21/12/2009	02:54:03	-0,10	35,44	6	-	3,5 ML	3,5	NW MASCARA.ALG	CRAAG
724	21/12/2009	02:45:00	-0,01	35,55	5,11	-	4,8 ML	4,8	NW MASCARA.ALG	CRAAG/IGN
725	22/12/2009	10:33:44	0,09	35,69	6,33	-	2,5 ML	2,5	SW MOSTAGANEM. ALG	CRAAG
726	22/12/2009	15:12:06	0,04	35,69	7,41	-	2,9 ML	2,9	SW MOSTAGANEM. ALG	CRAAG
727	22/12/2009	02:17:30	0,05	35,39	5,37	-	4,4 ML	4,4	W MASCARA.ALG	CRAAG/IGN
728	25/12/2009	21:00:26	0,17	35,62	6,5	-	2,7 ML	2,7	N MASCARA.ALG	CRAAG
729	29/12/2009	13:51:13	-0,42	35,31	5,54	-	2,7 ML	2,7	NE SIDI BEL ABBES. ALG	CRAAG
730	30/12/2009	14:26:20	0,35	36,06	0,57	-	2,5 ML	2,5	NE MOSTAGANEM. ALG	CRAAG

ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
731	31/12/2009	13:15:46	0,25	35,75	7,06	-	2,8 ML	2,8	W RELIZANE.ALG	CRAAG
732	04/01/2010	14:20:01	0,10	35,90	8,91	-	3,3 ML	3,3	MOSTAGANEM. .ALG	CRAAG/ IGN
733	04/01/2010	15:47:08	-0,06	35,36	2,97	-	3,8 ML	3,8	NW MASCARA.ALG	CRAAG/ IGN
734	06/01/2010	13:05:54	0,14	35,56	15,91	-	3 ML	3	MASCARA.ALG	CRAAG
735	10/01/2010	17:59:50	0,20	35,39	6,27	-	3,7 ML	3,7	MASCARA.ALG	CRAAG
736	11/01/2010	01:29:33	0,27	35,34	5,96	-	3,3 ML	3,3	MASCARA.ALG	CRAAG
737	11/01/2010	17:02:45	-0,73	35,38	6,41	-	3,6 ML	3,6	NW SIDI BEL ABBES	CRAAG
738	12/01/2010	14:51:23	1,01	35,65	3,14	-	2,6 ML	2,6	SE RELIZANE.ALG	CRAAG
739	13/01/2010	22:24:41	0,92	36,62	19	-	3 MbLg	2,8	MER MEDITERRANEE	IGN
740	13/01/2010	22:24:40	0,95	36,51	1,48	-	4 ML	4	MER MEDITERRANEE	CRAAG
741	17/01/2010	15:30:47	0,12	35,56	7,01	-	3,1 ML	3,1	N MASCARA.ALG	CRAAG
742	20/01/2010	17:23:48	1,04	35,32	1,66	-	2,7 ML	2,7	W TIARET.ALG	CRAAG
743	27/01/2010	14:40:41	0,23	35,68	4,53	-	2,8 ML	2,8	S MOSTAGANEM .ALG	CRAAG
744	28/01/2010	22:27:33	-0,71	35,85	0,75	-	3 ML	3	NW ORAN.ALG	CRAAG
745	28/01/2010	23:13:59	-0,49	35,75	3,21	-	3 ML	3	NE ORAN.ALG	CRAAG
746	02/02/2010	03:30:09	-0,54	35,58	4,49	-	2,9 ML	2,9	NE ORAN.ALG	CRAAG
747	04/02/2010	08:24:33	-0,38	35,13	2,14	-	2,6 ML	2,6	SE SIDI BEL ABBES .ALG	CRAAG
748	04/02/2010	14:24:13	0,10	35,78	5,99	-	2,6 ML	2,6	S -MOSTAGANEM .ALG	CRAAG
749	09/02/2010	08:38:49	0,57	35,81	9,43	-	3,4 ML	3,4	RELIZANE.ALG	CRAAG
750	25/02/2010	14:34:05	0,03	35,57	5,08	-	3 ML	3	KALAA-NE MASCARA	CRAAG
751	02/03/2010	13:28:46	0,67	35,53	0,01	-	2,8 ML	2,8	S- RELIZANE.ALG	CRAAG
752	11/03/2010	00:40:46	0,93	36,35	3,65	-	2,7 ML	2,7	W-TENES. ALG	CRAAG
753	19/03/2010	10:07:57	-0,89	35,83	8,34	-	3,5 ML	3,5	NW ORAN.ALG	CRAAG
754	23/03/2010	09:53:46	0,68	35,69	2,56	-	3 ML	3	E RELIZANE.ALG	CRAAG
755	25/03/2010	14:27:23	-0,07	35,57	7,73	-	3,7 ML	3,7	NW MASCARA.ALG	CRAAG
756	29/03/2010	14:48:53	0,41	35,43	6,46	-	2,5 ML	2,5	SW RELIZANE.ALG	CRAAG
757	29/03/2010	14:46:38	0,43	35,50	8,02	-	2,7 ML	2,7	SW RELIZANE.ALG	CRAAG
758	29/03/2010	00:36:55	0,46	35,59	11,48	-	2,9 ML	2,9	SW RELIZANE.ALG	CRAAG
759	31/03/2010	17:35:36	0,50	35,51	5,72	-	3,3 ML	3,3	SW RELIZANE.ALG	CRAAG
760	05/04/2010	11:21:50	-0,03	35,52	8,25	-	3,4 ML	3,4	NW MASCARA.ALG	CRAAG/IGN
761	12/04/2010	11:51:40	-0,79	35,80	0,86	-	2,5 ML	2,5	Nw ORAN.ALG	CRAAG
762	13/04/2010	13:18:47	-0,07	35,58	3,13	-	2,9 ML	2,9	NW MASCARA.ALG	CRAAG
763	27/04/2010	17:57:56	0,50	34,86	10,67	-	3,2 ML	3,2	E- SAIDA, ALG	CRAAG
764	28/04/2010	14:21:30	0,62	35,53	6,63	-	2,6 ML	2,6	S RELIZANE.ALG	CRAAG
765	01/05/2010	04:39:34	0,52	35,74	2,45	-	2,9 ML	2,9	RELIZANE.ALG	CRAAG
766	01/05/2010	01:51:38	0,32	35,99	4,4	-	3 ML	3	E MOSTAGANEM. .ALG	CRAAG
767	02/05/2010	16:37:34	0,27	35,28	8,19	-	3,1 ML	3,1	SE MASCARA.ALG	CRAAG
768	27/05/2010	17:12:33	0,84	35,23	4,78	-	2,9 ML	2,9	NW FRENDA.ALG	CRAAG
769	30/05/2010	13:33:01	0,23	35,33	10,98	-	3 ML	3	SE MASCARA.ALG	CRAAG
770	30/05/2010	14:45:24	0,60	35,57	15,94	-	3 ML	3	S RELIZANE.ALG	CRAAG
771	06/06/2010	05:30:14	-1,98	35,26	1,18	-	3,3 ML	3,3	ALBORÁN SUD	CRAAG

ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
772	07/06/2010	21:25:29	-0,04	35,52	8,16	-	3,5 ML	3,5	NW MASCARA.ALG	CRAAG
773	09/06/2010	20:11:56	-0,75	35,78	5,74	-	2,5 ML	2,5	Nw ORAN.ALG	CRAAG
774	13/06/2010	12:51:43	0,59	35,47	2,65	-	2,9 ML	2,9	S RELIZANE.ALG	CRAAG/IGN
775	13/06/2010	22:40:33	0,55	35,79	5,34	-	3,2 ML	3,2	N RELIZANE.ALG	CRAAG/IGN
776	14/06/2010	01:00:14	0,32	35,44	3,25	-	3,6 ML	3,6	E MASCARA.ALG	CRAAG/IGN
777	16/06/2010	07:15:07	0,54	35,68	21,59	-	2,7 ML	2,7	RELIZANE.ALG	CRAAG
778	16/06/2010	15:09:28	0,25	35,49	3,56	-	2,9 ML	2,9	E MASCARA.ALG	CRAAG
779	22/06/2010	16:40:55	0,65	35,19	0,14	-	2,9 ML	2,9	SE MASCARA.ALG	CRAAG
780	23/06/2010	16:57:35	-1,84	34,77	3,61	-	3,2 ML	3,2	SW-MAGHNIA.ALG	CRAAG
781	24/06/2010	13:40:21	-0,12	35,16	21,35	-	2,8 ML	2,8	SW-BOU HANIFIA.ALG	CRAAG
782	12/07/2010	16:10:50	0,06	35,60	6,04	-	3,4 ML	3,4	MOHAMMADIA- N MASCARA	CRAAG
783	15/07/2010	13:00:23	1,08	35,62	4,97	-	3 ML	3	NW-TIARET.ALG	CRAAG
784	18/07/2010	16:56:12	-0,71	35,47	17,39	-	2,8 ML	2,8	S-ORAN.ALG	CRAAG
785	20/07/2010	15:19:58	-1,20	35,54	5,71	-	2,9 ML	2,9	NW AIN TEMOUCHENT .ALG	CRAAG
786	21/07/2010	13:29:00	0,60	35,69	8,56	-	2,6 ML	2,6	RELIZANE.ALG	CRAAG
787	22/07/2010	15:47:14	0,96	35,61	7,06	-	2,6 ML	2,6	SE RELIZANE.ALG	CRAAG
788	28/07/2010	12:48:13	0,45	35,50	2,56	-	2,5 ML	2,5	SW-RELIZANE.ALG	CRAAG
789	04/08/2010	14:52:16	-0,28	35,48	12,17	-	3 ML	3	SE-ORAN.ALG	CRAAG
790	06/08/2010	03:02:05	-0,38	35,80	4,87	-	3,2 ML	3,2	NE-ORAN.ALG	CRAAG
791	08/08/2010	13:23:26	0,85	35,72	4,72	-	2,6 ML	2,6	E RELIZANE.ALG	CRAAG
792	08/08/2010	13:49:32	0,76	35,58	4,52	-	2,9 ML	2,9	SE RELIZANE.ALG	CRAAG
793	09/08/2010	13:26:27	0,04	35,40	18,16	-	3,1 ML	3,1	MASCARA.ALG	CRAAG
794	15/08/2010	05:35:24	0,39	35,79	9,4	-	3,3 ML	3,3	RELIZANE.ALG	CRAAG
795	22/08/2010	11:58:46	0,22	36,17	-	-	3,5 Mb	3,7	NE- MOSTAGANEM.ALG	ISC
796	24/08/2010	21:19:19	-1,18	35,16	2,68	-	3,2 ML	3,2	SW AIN TEMOUCHENT .ALG	CRAAG
797	26/08/2010	05 54 46	0,99	36,36	2,92	-	2,5 ML	2,5	SW-TENES.ALG	CRAAG
798	03/09/2010	06:02:53	-0,53	35,64	2,63	-	2,7 ML	2,7	ORAN.ALG	CRAAG
799	18/09/2010	02:12:13	-0,68	35,91	2	-	2,5 ML	2,5	N ORAN.ALG	CRAAG
800	19/09/2010	15:40:09	0,82	35,16	8,06	-	2,8 ML	2,8	W-TIARET.ALG	CRAAG
801	28/09/2010	04:11:25	0,54	35,77	30,92	-	3,2 ML	3,2	RELIZANE.ALG	CRAAG
802	30/09/2010	13:20:41	-0,22	35,46	23,07	-	2,9 ML	2,9	SIG.ALG	CRAAG
803	02/10/2010	02:56:36	0,51	35,77	6,5	-	3,5 ML	3,5	RELIZANE.ALG	CRAAG
804	14/10/2010	01:43:01	0,80	35,56	13,27	-	2,5 ML	2,5	SE RELIZANE.ALG	CRAAG
805	20/10/2010	14:26:01	0,67	35,52	1,18	-	2,7 ML	2,7	SE RELIZANE.ALG	CRAAG
806	27/10/2010	13:47:46	-0,27	35,55	11,28	-	3 ML	3	SIG-NW MASCARA	CRAAG
807	28/10/2010	14:56:50	1,02	36,31	4,61	-	3,3 ML	3,3	NW CHLEF.ALG	CRAAG
808	29/10/2010	16:08:17	-1,69	35,74	1,18	-	3,3 ML	3,3	MER MEDITERRANEE	CRAAG
809	03/11/2010	01:20:46	0,55	35,76	11,5	-	3 ML	3	RELIZANE.ALG	CRAAG
810	07/11/2010	00:06:17	-0,07	35,72	3,69	-	2,7 ML	2,7	E ORAN.ALG	CRAAG
811	08/11/2010	15:31:24	-0,76	35,55	3,6	-	3 ML	3	SW ORAN.ALG	CRAAG
812	11/11/2010	14:37:16	0,20	35,64	19,26	-	3,1 ML	3,1	S MOSTAGANEM.ALG	CRAAG

ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
813	14/11/2010	16:40:45	1,12	35,42	19,85	-	2,6 ML	2,6	NW TIARET.ALG	CRAAG
814	20/11/2010	09:11:56	0,09	35,85	3,83	-	3,2 ML	3,2	MOSTAGANEM.ALG	CRAAG
815	06/12/2010	15:08:05	0,22	35,68	7,85	-	3,2 ML	3,2	W RELIZANE.ALG	CRAAG
816	09/12/2010	13:51:48	0,52	35,60	8,06	-	2,8 ML	2,8	SE RELIZANE.ALG	CRAAG
817	13/12/2010	13:50:26	-0,62	36,00	6	-	3 ML	3	MER MEDITERRANEE	CRAAG
818	16/12/2010	15:18:50	0,11	35,23	0,62	-	2,7 ML	2,7	S MASCARA.ALG	CRAAG
819	28/12/2010	14:45:24	0,72	35,70	5,17	-	2,6 ML	2,6	E RELIZANE.ALG	CRAAG
820	04/01/2011	21:04:28	-0,72	35,88	2,78	-	2,5 ML	2,5	Nw ORAN.ALG	CRAAG
821	13/01/2011	15:27:20	-0,50	35,61	6	-	2,5 ML	2,5	SE ORAN.ALG	CRAAG
822	13/01/2011	15:25:06	-0,43	35,88	0,9	-	2,7 ML	2,7	NE ORAN.ALG	CRAAG
823	13/01/2011	15:19:34	-0,16	35,28	13,75	-	2,8 ML	2,8	W MASCARA.ALG	CRAAG
824	15/01/2011	02:13:14	0,56	35,75	9,14	-	3 ML	3	RELIZANE.ALG	CRAAG/IGN
825	16/01/2011	15:51:12	0,66	35,51	5,14	-	2,6 ML	2,6	SE RELIZANE.ALG	CRAAG
826	16/01/2011	13:21:56	0,88	35,54	11,96	-	3 ML	3	SE RELIZANE.ALG	CRAAG
827	26/01/2011	14:37:14	0,19	35,62	10,85	-	2,6 ML	2,6	N MASCARA.ALG	CRAAG
828	26/01/2011	14:43:18	0,21	35,70	1,5	-	2,8 ML	2,8	S MOSTAGANEM.ALG	CRAAG
829	02/02/2011	18:44:19	0,57	35,77	5,59	-	3,1 ML	3,1	RELIZANE.ALG	CRAAG/IGN
830	03/02/2011	14:46:03	-0,12	36,12	6	-	2,7 ML	2,7	MER MEDITERRANEE	CRAAG
831	03/02/2011	14:50:53	-0,06	34,92	16,08	-	2,8 ML	2,8	NW SAIDA.ALG	CRAAG
832	04/02/2011	14:55:45	0,56	35,47	6,27	-	2,9 ML	2,9	E-MASCARA.ALG	CRAAG
833	09/02/2011	14:14:26	-0,04	35,08	39,49	-	2,9 ML	2,9	NW SAIDA.ALG	CRAAG
834	09/02/2011	14:16:17	0,32	34,53	6,68	-	3,3 ML	3,3	SW SAIDA.ALG	CRAAG
835	11/02/2011	12:30:17	-0,45	35,63	8,5	-	3,2 ML	3,2	SE ORAN.ALG	CRAAG
836	15/02/2011	00:09:00	0,48	35,77	7,13	-	2,9 ML	2,9	RELIZANE.ALG	CRAAG
837	15/02/2011	15:14:56	0,51	35,73	9,14	-	3,1 ML	3,1	RELIZANE.ALG	CRAAG
838	17/02/2011	14:17:57	0,26	35,61	8,8	-	2,8 ML	2,8	NE MASCARA.ALG	CRAAG
839	17/02/2011	14:19:51	-0,46	36,15	6	-	3 ML	3	MER MEDITERRANEE	CRAAG
840	23/02/2011	14:26:21	0,56	35,62	2,5	-	2,5 ML	2,5	S RELIZANE.ALG	CRAAG
841	24/02/2011	15:21:51	1,06	35,91	3,5	-	2,7 ML	2,7	NW RELIZANE.ALG	CRAAG
842	24/02/2011	15:12:45	-0,21	35,59	1,98	-	2,8 ML	2,8	SE ORAN.ALG	CRAAG
843	24/02/2011	15:09:50	0,11	34,97	0,03	-	2,9 ML	2,9	N SAIDA.ALG	CRAAG
844	24/02/2011	15:15:36	0,17	35,94	40,13	-	3,2 ML	3,2	MOSTAGANEM.ALG	CRAAG
845	25/02/2011	15:56:27	-1,53	34,85	5,95	-	2,9 ML	2,9	W TLEMEN.ALG	CRAAG
846	02/03/2011	15:04:42	-0,02	34,62	8,98	-	2,5 ML	2,5	SW SAIDA.ALG	CRAAG
847	07/03/2011	15:21:06	-0,67	35,57	1,49	-	3 ML	3	S ORAN.ALG	CRAAG
848	07/03/2011	15:22:20	0,20	35,10	3,67	-	3,1 ML	3,1	S MASCARA.ALG	CRAAG
849	07/03/2011	15:23:32	-0,74	35,77	14,03	-	3,4 ML	3,4	NW ORAN.ALG	CRAAG
850	14/03/2011	16:01:55	-0,19	35,85	0,12	-	3 ML	3	E ARZEW-ORAN	CRAAG
851	17/03/2011	13:34:23	0,44	35,50	7,92	-	2,5 ML	2,5	NE MASCARA.ALG	CRAAG
852	21/03/2011	14:54:28	0,22	35,68	5,54	-	2,7 ML	2,7	S MOSTAGANEM.ALG	CRAAG
853	21/03/2011	14:42:56	0,21	35,63	4,17	-	2,8 ML	2,8	S MOSTAGANEM.ALG	CRAAG

ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
854	21/03/2011	14:39:28	0,18	35,68	0,79	-	2,9 ML	2,9	S MOSTAGANEM.ALG	CRAAG
855	27/03/2011	14:42:08	-0,10	35,18	43,32	-	2,5 ML	2,5	NW MASCARA.ALG	CRAAG
856	27/03/2011	14:55:10	0,28	35,54	5,62	-	2,5 ML	2,5	NE MASCARA.ALG	CRAAG
857	27/03/2011	14:29:34	-0,03	35,39	6,44	-	3,2 ML	3,2	W-MASCARA.ALG	CRAAG
858	29/03/2011	17:35:22	0,12	34,99	0,99	-	3 ML	3	N SAIDA.ALG	CRAAG
859	31/03/2011	18:48:21	0,24	35,46	10,25	-	4 ML	4	NE MASCARA.ALG	CRAAG
860	04/04/2011	14:30:14	-0,07	35,79	5,81	-	2,7 ML	2,7	SW MOSTAGANEM.ALG	CRAAG
861	04/04/2011	14:16:38	-0,51	35,31	5,89	-	3 ML	3	NE SIDI BEL ABBES.ALG	CRAAG
862	04/04/2011	14:21:39	-0,24	35,80	6,31	-	3,3 ML	3,3	NE ORAN.ALG	CRAAG
863	07/04/2011	15:54:25	0,82	36,18	5,49	-	2,5 ML	2,5	W CHLEF.ALG	CRAAG
864	07/04/2011	17:10:48	1,08	34,78	6,04	-	3 ML	3	SW TIARET.ALG	CRAAG
865	13/04/2011	15:29:12	-0,41	36,31	5,65	-	3,1 ML	3,1	MER MEDITERRANEE	CRAAG
866	14/04/2011	18:19:16	0,80	36,07	6	-	2,6 ML	2,6	NE RELIZANE.ALG	CRAAG
867	18/04/2011	15:26:30	-0,29	35,70	4,23	-	2,9 ML	2,9	E ORAN.ALG	CRAAG
868	21/04/2011	15:35:04	-0,82	35,54	25,97	-	2,8 ML	2,8	SW ORAN.ALG	CRAAG
869	23/04/2011	13:28:48	-1,52	35,66	-	-	2,9 MbLg	2,7	MER MEDITERRANEE	IGN
870	23/04/2011	13:28:54	-0,65	36,02	23,24	-	3 ML	3	MER MEDITERRANEE	CRAAG
871	27/04/2011	15:07:20	0,55	35,58	4,9	-	2,8 ML	2,8	S RELIZANE.ALG	CRAAG
872	27/04/2011	16:19:30	1,08	35,35	2,89	-	2,8 ML	2,8	W TIARET.ALG	CRAAG
873	03/05/2011	14:24:50	-0,16	35,85	17,76	-	2,5 ML	2,5	E ARZEW-ORAN	CRAAG
874	03/05/2011	14:45:29	-0,07	36,03	6,14	-	2,5 ML	2,5	W MOSTAGANEM .ALG	CRAAG
875	16/05/2011	14:54:51	-0,14	35,84	14,8	-	2,6 ML	2,6	E ARZEW-ORAN	CRAAG
876	16/05/2011	15:00:14	-0,55	35,81	7,45	-	2,7 ML	2,7	NE ORAN.ALG	CRAAG
877	16/05/2011	14:58:46	0,07	35,74	3,81	-	2,9 ML	2,9	SW MOSTAGANEM .ALG	CRAAG
878	17/05/2011	15:08:43	0,50	35,58	2,61	-	2,9 ML	2,9	SW RELIZANE.ALG	CRAAG
879	17/05/2011	15:36:31	0,59	35,56	7,44	-	2,9 ML	2,9	SW RELIZANE.ALG	CRAAG
880	19/05/2011	17:01:35	1,02	35,01	13,49	-	3,2 ML	3,2	SW TIARET.ALG	CRAAG
881	24/05/2011	10:44:38	0,22	34,01	20,98	-	4,2 ML	4,2	NE MECHRIA.ALG	CRAAG
882	25/05/2011	15:15:42	-0,32	35,74	3,56	-	2,6 ML	2,6	E ORAN.ALG	CRAAG
883	29/05/2011	06:14:57	0,75	36,34	5,85	-	2,8 ML	2,8	NW CHLEF.ALG	CRAAG
884	30/05/2011	13:26:33	0,46	35,62	3,02	-	2,6 ML	2,6	SW RELIZANE.ALG	CRAAG
885	04/06/2011	18:21:43	1,03	36,40	1,39	-	2,9 ML	2,9	NW CHLEF.ALG	CRAAG
886	06/06/2011	14:35:40	-0,67	35,28	60,91	-	3,4 ML	3,4	NW SIDI BEL ABBES .ALG	CRAAG
887	08/06/2011	13:19:15	-0,71	35,77	6,09	-	2,7 ML	2,7	Nw ORAN.ALG	CRAAG
888	09/06/2011	15:49:08	-0,13	35,69	8,17	-	2,9 ML	2,9	E ORAN.ALG	CRAAG
889	09/06/2011	17:05:31	1,12	35,34	2,26	-	3 ML	3	W-TIARET.ALG	CRAAG
890	12/06/2011	06:18:32	-0,94	34,33	8,85	-	3,6 ML	3,6	SE TLEMEN.ALG	CRAAG
891	14/06/2011	18:25:30	-0,45	35,79	6,93	-	2,6 ML	2,6	NE ORAN.ALG	CRAAG
892	15/06/2011	15:56:53	-0,15	35,67	0,09	-	2,5 ML	2,5	E ORAN.ALG	CRAAG
893	29/06/2011	16:12:18	0,63	35,57	4,24	-	3,1 ML	3,1	S RELIZANE.ALG	CRAAG
894	06/07/2011	17:23:40	1,05	35,31	2,56	-	2,8 ML	2,8	W-TIARET.ALG	CRAAG

ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
895	06/07/2011	17:15:21	1,00	35,32	4,9	-	3,1 ML	3,1	W-TIARET.ALG	CRAAG
896	11/07/2011	14:14:49	0,06	35,59	2,13	-	2,8 ML	2,8	NE MASCARA.ALG	CRAAG
897	14/07/2011	14:50:03	-0,53	36,23	6	-	2,8 ML	2,8	MER MEDITERRANEE	CRAAG
898	14/07/2011	14:52:54	0,10	35,09	59,24	-	3,1 ML	3,1	N SAIDA.ALG	CRAAG
899	15/07/2011	18:23:10	-2,00	36,93	17,1	-	3,5 ML	3,5	SW CARBONERAS .ALG	ISC/IGN
900	18/07/2011	23:23:23	-0,18	35,64	3,4	-	2,7 ML	2,7	E ORAN.ALG	CRAAG
901	20/07/2011	16:20:31	0,65	35,12	5,33	-	2,6 ML	2,6	SE MASCARA.ALG	CRAAG
902	21/07/2011	15:35:26	-0,15	35,42	12,05	-	2,7 ML	2,7	E MASCARA.ALG	CRAAG
903	21/07/2011	15:52:07	-0,05	35,46	7,4	-	2,7 ML	2,7	Nw ORAN.ALG	CRAAG
904	21/07/2011	15:35:05	0,88	34,39	10	-	2,7 ML	2,7	N EL BAYADH.ALG	ISC
905	25/07/2011	09:36:07	0,43	35,84	5,73	-	2,5 ML	2,5	NW RELIZANE.ALG	CRAAG
906	27/07/2011	00:43:00	-0,87	35,57	7,6	-	2,8 ML	2,8	W ORAN.ALG	CRAAG
907	01/08/2011	05:53:59	1,00	36,46	0,07	-	2,5 ML	2,5	NW CHLEF.ALG	CRAAG
908	06/08/2011	18:02:15	1,06	36,56	3,58	-	2,7 ML	2,7	NW CHLEF.ALG	CRAAG
909	08/08/2011	22:09:26	0,59	36,05	4,76	-	3 ML	3	E MOSTAGANEM.ALG	CRAAG
910	11/08/2011	17:16:09	-0,01	35,68	5,93	-	2,9 ML	2,9	SW MOSTAGANEM.ALG	CRAAG
911	17/08/2011	15:27:39	0,45	35,79	3,8	-	2,7 ML	2,7	SE MOSTAGANEM.ALG	CRAAG
912	23/08/2011	15:32:38	0,61	35,67	11,48	-	2,8 ML	2,8	RELIZANE.ALG	CRAAG
913	25/08/2011	21:15:56	-1,18	35,14	0,04	-	3,3 ML	3,3	SW AIN TEMOUCHENT .ALG	CRAAG
914	27/08/2011	01:07:55	0,59	36,66	28,43	-	3 ML	3	MER MEDITERRANEE	CRAAG
915	29/08/2011	16:50:14	-0,43	35,50	7,34	-	2,7 ML	2,7	SE ORAN.ALG	CRAAG
916	15/09/2011	16:36:12	1,09	35,26	3,58	-	2,5 ML	2,5	W-TIARET.ALG	CRAAG
917	18/09/2011	14:30:12	0,61	35,64	3,81	-	2,7 ML	2,7	RELIZANE.ALG	CRAAG
918	21/09/2011	16:17:42	-1,65	35,09	0,08	-	2,8 ML	2,8	NW TLEMCEN.ALG	CRAAG
919	22/09/2011	17:27:30	0,50	35,89	12,92	-	2,9 ML	2,9	E MOSTAGANEM.ALG	CRAAG
920	24/09/2011	04:39:14	0,57	35,74	6,78	-	2,7 ML	2,7	RELIZANE.ALG	CRAAG
921	28/09/2011	13:43:48	-0,65	36,02	11,77	-	3,1 ML	3,1	MER MEDITERRANEE	CRAAG
922	01/10/2011	23:21:49	-1,63	35,66	9,65	-	2,9 ML	2,9	MER MEDITERRANEE	CRAAG
923	03/10/2011	03:46:09	-1,20	35,21	26,38	-	3,5 ML	3,5	SW AIN TEMOUCHENT .ALG	CRAAG
924	04/10/2011	06:34:43	0,67	35,74	3,1	-	2,8 ML	2,8	E RELIZANE.ALG	CRAAG/IGN
925	05/10/2011	03:00:07	0,82	36,02	2,03	-	2,6 ML	2,6	NE RELIZANE.ALG	CRAAG
926	05/10/2011	15:59:28	-0,14	35,09	25,55	-	3,5 ML	3,5	NW SAIDA.ALG	CRAAG
927	05/10/2011	16:09:28	0,21	35,46	9,5	-	3,6 ML	3,6	NE MASCARA.ALG	CRAAG
928	05/10/2011	16:17:18	-0,79	35,73	12,47	-	3,6 ML	3,6	NW ORAN.ALG	CRAAG
929	09/10/2011	14:59:04	0,54	35,64	3,07	-	2,8 ML	2,8	S RELIZANE.ALG	CRAAG
930	11/10/2011	02:58:51	0,68	36,05	4,48	-	2,5 ML	2,5	NE RELIZANE.ALG	CRAAG
931	13/10/2011	14:39:23	-0,94	35,45	3,54	-	3 ML	3	NW AIN TEMOUCHENT .ALG	CRAAG
932	19/10/2011	17:02:58	-1,47	34,96	4,25	-	2,7 ML	2,7	NW TLEMCEN.ALG	CRAAG
933	27/10/2011	14:07:49	-0,21	35,96	11,8	-	3,3 ML	3,3	MER MEDITERRANEE	CRAAG
934	30/10/2011	23:29:48	1,12	36,62	9	-	2,8 ML	2,8	MER MEDITERRANEE	CRAAG
935	09/11/2011	13:40:32	0,17	35,68	5,89	-	2,5 ML	2,5	S MOSTAGANEM.ALG	CRAAG

ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
936	09/11/2011	13:37:52	0,09	35,73	5,95	-	2,7 ML	2,7	SW MOSTAGANEM	CRAAG
937	09/11/2011	13:35:23	0,12	35,70	2,21	-	2,9 ML	2,9	S MOSTAGANEM.ALG	CRAAG
938	16/11/2011	13:53:54	0,20	35,64	4,85	-	2,7 ML	2,7	S MOSTAGANEM.ALG	CRAAG
939	16/11/2011	17:30:41	1,00	35,45	10,44	-	2,8 ML	2,8	W TIARET.ALG	CRAAG
940	23/11/2011	14:15:19	0,19	35,61	6,77	-	2,8 ML	2,8	N MASCARA.ALG	CRAAG
941	30/11/2011	14:18:16	0,14	35,29	5,31	-	3 ML	3	MASCARA.ALG	CRAAG
942	01/12/2011	10:42:56	-1,55	36,24	15	-	2,9 MbLg	2,7	MER MEDITERRANEE	IGN
943	01/12/2011	10:42:55	-1,76	36,21	5,89	-	3,2 ML	3,2	MER MEDITERRANEE	CRAAG
944	08/12/2011	18:24:32	0,57	35,18	5,62	-	2,8 ML	2,8	SE MASCARA.ALG	CRAAG
945	20/12/2011	14 32:43	-0,06	36,03	5,69	-	3,1 ML	3,1	MER MEDITERRANEE	CRAAG
946	27/12/2011	14:44:08	-1,45	35,08	2,37	-	2,7 ML	2,7	NW TLEMEN.ALG	CRAAG
947	29/12/2011	23:49:36	0,51	35,81	6,84	-	3,1 ML	3,1	NW RELIZANE.ALG	CRAAG
948	30/12/2011	06:28:57	-0,71	35,90	10,39	-	3,2 ML	3,2	MER MEDITERRANEE	CRAAG
949	02/01/2012	22:28:55	-1,21	35,19	8,44	-	3,3 ML	3,3	SW AIN TEMOUCHENT .ALG	CRAAG
950	04/01/2012	11:09:43	-0,60	35,61	12,15	-	3,9 ML	3,9	S ORAN.ALG	CRAAG
951	05/01/2012	08:57:22	-0,62	35,69	6,84	-	2,6 ML	2,6	S ORAN.ALG	CRAAG
952	10/01/2012	18:22:27	1,07	34,41	23,19	-	3,1 ML	3,1	N EL BAYADH.ALG	CRAAG
953	10/01/2012	16:53:10	0,45	35,70	6,46	-	3,2 ML	3,2	W RELIZANE.ALG	CRAAG/IGN
954	11/01/2012	16:18:09	-1,07	34,93	0,1	-	2,6 ML	2,6	E TLEMEN, ALG	CRAAG
955	11/01/2012	03:51:00	-0,02	35,42	6,63	-	2,8 ML	2,8	SW SAID.ALG	CRAAG
956	15/01/2012	08:11:20	-0,60	35,67	7,22	-	3,5 ML	3,5	S- ORAN.ALG	CRAAG
957	15/01/2012	14:04:15	-1,07	35,91	-	-	3,5 Mb	3,7	MER MEDITERRANEE	ISC
958	15/01/2012	13:45:41	-0,69	35,52	12,86	-	4,9 ML	4,9	S- ORAN.ALG	CRAAG
959	20/01/2012	19:00:33	0,30	35,49	6,52	-	3,1 ML	3,1	SE MASCARA.ALG	CRAAG
960	25/01/2012	23:43:24	-0,51	35,65	12	-	2,8 ML	2,8	SE ORAN.ALG	CRAAG
961	29/01/2012	20:07:19	-0,20	35,44	3,74	-	3 ML	3	SE ORAN.ALG	CRAAG
962	29/01/2012	15:06:32	-0,21	35,95	16,89	-	3,2 ML	3,2	MER MEDITERRANEE	CRAAG
963	01/02/2012	05:36:56	0,54	35,83	25,38	-	3 ML	3	N RELIZANE.ALG	CRAAG
964	19/02/2012	14:27:16	-0,56	34,75	12,15	-	2,9 ML	2,9	S SIDI BEL ABBES .ALG	CRAAG
965	20/02/2012	19:41:05	0,53	36,76	8,58	-	3,2 ML	3,2	MER MEDITERRANEE	CRAAG
966	05/03/2012	04:56:30	0,97	36,48	6	-	2,6 ML	2,6	NW CHLEF.ALG	CRAAG
967	05/03/2012	03:04:50	0,95	36,45	10,23	-	2,9 ML	2,9	NW CHLEF.ALG	CRAAG
968	05/03/2012	08:51:45	0,94	36,50	0,51	-	3,1 ML	3,1	NW CHLEF.ALG	CRAAG
969	05/03/2012	02:52:39	0,98	36,46	1,24	-	3,5 ML	3,5	NW CHLEF.ALG	CRAAG
970	05/03/2012	02:52:43	0,87	36,59	12	-	4,3 Mb	4,4	MER MEDITERRANEE	IGN
971	05/03/2012	02:45:22	0,91	36,47	6,18	-	4,5 ML	4,5	NW CHLEF.ALG	CRAAG
972	08/03/2012	04:26:31	0,90	36,47	9,42	-	2,6 ML	2,6	NW CHLEF.ALG	CRAAG
973	17/03/2012	19:32:22	-0,58	35,75	17,7	-	2,8 ML	2,8	NE ORAN.ALG	CRAAG
974	19/03/2012	01:28:22	0,97	36,29	8,59	-	2,5 ML	2,5	NW CHLEF.ALG	CRAAG
975	19/03/2012	16:02:13	-0,33	35,90	13,06	-	2,6 ML	2,6	ARZEW-NE ORAN	CRAAG
976	21/03/2012	06:41:58	-0,64	35,82	4,1	-	4,7 ML	4,7	MER MEDITERRANEE	CRAAG

ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
977	24/03/2012	05:50:00	0,97	36,44	0,76	-	3,9 ML	3,9	NW CHLEF.ALG	CRAAG
978	24/03/2012	13:17:16	1,00	36,40	1,34	-	3,9 ML	3,9	NW CHLEF.ALG	CRAAG
979	24/03/2012	05:50:02	0,81	36,47	-	-	4,0 Mw	4	MER MEDITERRANEE	IGN
980	25/03/2012	08:37:21	0,96	36,43	6,07	-	2,5 ML	2,5	NW CHLEF.ALG	CRAAG
981	26/03/2012	15:25:56	-0,40	35,58	6,13	-	2,8 ML	2,8	SE ORAN.ALG	CRAAG
982	03/04/2012	15:15:47	0,92	36,52	5,97	-	2,6 ML	2,6	NW CHLEF.ALG	CRAAG
983	05/04/2012	17:56:32	0,98	36,37	6,04	-	3,6 ML	3,6	NW CHLEF.ALG	CRAAG
984	06/04/2012	08:49:03	0,97	36,40	5,98	-	3,3 ML	3,3	NW CHLEF.ALG	CRAAG
985	16/04/2012	23:51:26	0,42	36,80	30	-	2,8 MbLg	2,6	MER MEDITERRANEE	IGN
986	17/04/2012	13:13:15	0,66	35,53	6,23	-	2,9 ML	2,9	S RELIZANE.ALG	CRAAG
987	19/04/2012	21:13:02	0,93	35,95	17,52	-	3 ML	3	NW CHLEF.ALG	CRAAG
988	22/04/2012	18:41:53	-0,35	35,87	6,17	-	2,6 ML	2,6	ARZEW-NE ORAN	CRAAG
989	25/04/2012	21:44:26	1,00	36,43	5,86	-	2,6 ML	2,6	NW CHLEF.ALG	CRAAG
990	21/06/2012	13:28:09	0,63	35,53	7,01	-	2,7 ML	2,7	SE RELIZANE.ALG	CRAAG
991	22/07/2012	17:01:35	0,81	35,64	16,3	-	2,8 ML	2,8	SE RELIZANE.ALG	CRAAG
992	17/08/2012	23:49:02	1,09	36,47	14,0	-	2,5 ML	2,5	W TENES.ALG	ISC
993	01/09/2012	21:59:41	-0,07	35,42	7,69	-	3,1 ML	3,1	SW SAIDA.ALG	CRAAG
994	11/09/2012	16:04:29	-1,18	34,69	5,25	-	2,7 ML	2,7	S TLEMEN.ALG	CRAAG
995	09/10/2012	00:37:23	-1,16	35,32	3,88	-	3,4 ML	3,4	NE AIN TEMOUCHENT .ALG	CRAAG
996	25/10/2012	13:54:22	0,46	34,89	6,3	-	2,9 ML	2,9	E SAIDA.ALG	CRAAG
997	19/11/2012	14:34:23	0,13	35,21	2,95	-	2,9 ML	2,9	S MASCARA.ALG	CRAAG
998	25/11/2012	17:16:05	-1,25	35,07	6,3	-	2,5 ML	2,5	NE TLEMEN.ALG	CRAAG
999	25/11/2012	21:25:44	-1,18	35,42	7,63	-	2,6 ML	2,6	N AIN TEMOUCHENT .ALG	CRAAG
1000	02/12/2012	15:31:22	0,45	35,55	9,8	-	2,5 ML	2,5	NE MASCARA.ALG	CRAAG
1001	23/12/2012	02:24:18	-0,59	35,71	7,44	-	2,5 ML	2,5	ORAN.ALG	CRAAG
1002	23/12/2012	17:25:04	-1,67	35,10	4,62	-	2,6 ML	2,6	E GHAZAOUET.ALG	CRAAG
1003	23/12/2012	18:34:36	-0,42	35,68	3,63	-	2,6 ML	2,6	E ORAN.ALG	CRAAG
1004	23/12/2012	23:41:15	-2,00	35,07	5,47	-	2,6 ML	2,6	W GHAZAOUET.ALG	CRAAG
1005	03/01/2013	16:35:22	-0,97	35,49	-	-	2,8 MbLg	2,6	NE AIN TEMOUCHENT .ALG	IGN
1006	17/01/2013	14:18:02	-1,34	35,44	21	-	2,9 MbLg	2,7	NW AIN TEMOUCHENT .ALG	IGN
1007	17/01/2013	13:45:38	-1,37	35,47	26	-	3,3 MbLg	3,1	MER MEDITERRANEE	IGN
1008	14/03/2013	16:58:27	-1,34	35,45	12	-	3,4 MbLg	3,1	NW AIN TEMOUCHENT .ALG	IGN
1009	02/05/2013	18:09:24	0,06	35,70	18	-	3,7 Mb	3,5	S MOSTAGANEM.ALG	IGN
1010	02/05/2013	18:55:35	0,08	35,61	19	-	4,7 Mb	4,8	N MASCARA.ALG	IGN
1011	02/05/2013	19:05:59	0,10	35,71	20	-	3,7 Mb	3,5	S MOSTAGANEM.ALG	IGN
1012	04/05/2013	02:36:30	-0,94	35,71	-	-	2,8 MbLg	2,6	W ORAN.ALG	IGN
1013	08/05/2013	10:43:51	-1,73	34,30	6,8	-	2,5 ML	2,5	SW TLEMEN.ALG	CNRM
1014	24/05/2013	18:54:02	-0,97	35,22	-	-	2,5 ML	2,5	SE AIN TEMOUCHENT .ALG	ISC/CRAAG
1015	24/05/2013	13:03:15	-1,06	35,76	40,0	-	2,8 ML	2,8	NW ORAN.ALG	ISC/CRAAG
1016	25/05/2013	23:54:21	-0,34	35,52	-	-	3,0 Mb	3	SE ORAN.ALG	ISC
1017	02/06/2013	14:50:55	0,52	35,71	-	-	3,0ML	3	W RELIZANE.ALG	ISC/CRAAG



ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
1018	10/06/2013	18:31:24	0,05	35,71	-	-	3,0ML	3	S MOSTAGANEM.ALG	ISC/CRAAG
1019	16/06/2013	19:09:05	0,52	36,37	31	-	2,7 MbLg	2,5	MER MEDITERRANEE	IGN
1020	23/06/2013	11:15:14	-1,31	35,54	16	-	3,2 MbLg	3	NW AIN TEMOUCHENT .ALG	IGN
1021	28/07/2013	12:55:50	0,22	35,36	22	-	4,2 Mb	4,3	SE MASCARA.ALG	IGN
1022	06/09/2013	12:10:52	-0,15	35,65	-	-	3,6 Mb	3,8	SW MOSTAGANEM .ALG	IGN
1023	04/11/2013	22:03:32	-1,48	35,53	-	-	2,7 MbLg	2,5	MER MEDITERRANEE	IGN
1024	01/01/2014	11:24:28	-1,38	35,48	25.8	-	2,8 ML	2,8	MER MEDITERRANEE	ISC
1025	01/01/2014	07:34:43	-1,37	35,44	20	-	3,3 MbLg	3,1	NW AIN TEMOUCHENT .ALG	IGN
1026	14/01/2014	17:28:57	-0,62	35,25	24	-	4,3 Mb	4,4	NE SIDI BEL ABBES.ALG	IGN
1027	23/01/2014	21:26:09	-1,26	35,99	-	-	2,7 Mb	3	MER MEDITERRANEE	IGN
1028	01/02/2014	21:18:39	-0,52	36,01	-	II	2,7 MbLg	2,5	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC
1029	20/03/2014	23:27:35	-0,42	35,81	13	-	3,8 MbLg	3,6	NE ORAN.ALG	ISC
1030	23/03/2014	10:06:14	-0,36	35,47	28	-	3,9 Mb	4	SE ORAN.ALG	IGN
1031	11/05/2014	19:53:25	-0,64	35,39	24.2	-	2,7 ML	2,7	N SIDI BEL ABBES.ALG	IGN
1032	21/05/2014	16:11:37	0,63	35,55	-	-	2,5 ML	2,5	S RELIZANE.ALG	IGN
1033	22/05/2014	05:26:50	0,38	35,57	14	-	3,8 ML	3,8	SW RELIZANE.ALG	IGN
1034	22/05/2014	05:33:33	0,24	35,66	10	-	3,7 Mb	3,9	W RELIZANE.ALG	IGN
1035	22/05/2014	21:05:57	0,32	35,69	24	-	3,7 Mb	3,9	W RELIZANE.ALG	IGN
1036	22/05/2014	06:53:55	0,05	35,89	-	-	3,8 Mb	4	SW MOSTAGANEM .ALG	IGN
1037	22/05/2014	05:26:38	0,33	35,50	10	-	4,1 Mb	4,2	NE MASCARA.ALG	IGN
1038	22/05/2014	02:57:42	0,28	35,66	21	-	4,5 Mb	4,6	SW RELIZANE.ALG	IGN
1039	22/05/2014	05:22:02	0,12	35,78	-	-	Mw 4,9	4,9	S MOSTAGANEM.ALG	IGN
1040	05/06/2014	13:00:43	0,65	36,09	-	-	3,6 Mb	3,8	NE RELIZANE.ALG	IGN
1041	08/06/2014	13:33:47	-0,04	35,40	21	-	3,9 Mb	4	NW MASCARA.ALG	IGN
1042	08/06/2014	12:58:59	-1,00	35,19	24	-	4,5 Mb	4,6	SE AIN TEMOUCHENT .ALG	IGN
1043	13/06/2014	13:58:18	-1,03	35,69	23.1	-	2,7ML	2,7	W ORAN.ALG	ISC
1044	18/06/2014	11:22:42	-2,00	36,89	10.5	-	2,7MbLg	2,7	MER MEDITERRANEE	ISC
1045	08/07/2014	18:25:35	0,39	35,66	39	-	3,9 Mb	4	SW RELIZANE.ALG	IGN
1046	11/07/2014	19:55:01	-1,37	35,32	13.4	-	2,8 ML	2,8	BENI SAF.ALG	ISC
1047	30/07/2014	06:06:40	-0,11	35,38	-	-	3,6 Mb	3,8	SW MASCARA.ALG	IGN
1048	30/07/2014	08:55:07	-0,14	35,47	-	-	4,0 Mb	4,1	SIG-NW MASCARA	ISC
1049	07/08/2014	01:27:17	0,24	35,81	-	-	3,4 Mb	3,6	SE MOSTAGANEM .ALG	IGN
1050	10/08/2014	17:08:58	0,66	35,17	-	-	3,4 Mb	3,6	SE MASCARA.ALG	ISC
1051	12/08/2014	00:26:50	0,10	35,74	-	-	2,6 ML	2,6	S MOSTAGANEM.ALG	ISC
1052	12/08/2014	22:45:26	0,87	36,43	-	-	2,8 ML	2,8	MER MEDITERRANEE	ISC
1053	16/08/2014	05:38:28	0,75	36,44	-	-	2,7 ML	2,7	N MASCARA.ALG	IGN
1054	18/08/2014	07:51:05	0,17	35,63	-	-	3,2 Mb	3,5	N MASCARA.ALG	ISC
1055	19/08/2014	02:24:58	-0,19	35,68	-	-	2,8 ML	2,8	SE BETHIOUA-E ORAN	ISC
1056	22/08/2014	00:22:47	0,23	35,62	15	-	4,3 Mb	4,4	S MOSTAGANEM .ALG	IGN
1057	05/09/2014	18:54:28	0,49	35,64	50	-	3,2 Mb	3,5	SW RELIZANE.ALG	ISC
1058	07/09/2014	23:34:14	0,12	35,72	-	-	2,7 Mb	3	S MOSTAGANEM .ALG	ISC

ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
1059	09/09/2014	23:26:55	0,25	35,70	16	-	3.9 Mb	4	S MOSTAGANEM .ALG	IGN
1060	11/09/2014	03:26:33	0,10	35,82	-	-	3.5 Mb	3,7	SE MOSTAGANEM .ALG	IGN
1061	28/09/2014	15:03:03	0,35	35,66	29	-	3.7 Mb	3,9	SW RELIZANE.ALG	IGN
1062	28/09/2014	19:37:38	0,20	35,73	15	-	3.7 Mb	3,9	SE MOSTAGANEM .ALG	IGN
1063	02/10/2014	14:28:57	0,18	35,58	-	-	3.5 Mb	3,7	N MASCARA.ALG	IGN
1064	06/10/2014	02:16:37	0,14	35,77	-	-	3.1 Mb	3,4	SE MOSTAGANEM .ALG	IGN
1065	16/10/2014	01:32:40	0,46	35,56	41.9	-	3.8 Mb	4	NE MASCARA.ALG	ISC
1066	21/10/2014	15:40:34	0,63	35,71	-	-	2,9 ML	2,9	E RELIZANE.ALG	ISC
1067	25/10/2014	12:10:59	-1,39	35,45	24.6	-	2.8 ML	2,8	MER MEDITERRANEE	ISC
1068	29/12/2014	07:53:27	0,09	35,60	64	-	3.7 Mb	3,9	SW MOSTAGANEM.ALG	ISC
1069	03/01/2015	04:33:19	-1,43	35,53	28	-	2.7 MbLg	2,5	MER MEDITERRANEE	IGN
1070	03/01/2015	21:19:34	0,53	35,48	19	-	3.6 Mb	3,8	SW RELIZANE.ALG	IGN
1071	04/01/2015	22:18:29	-0,49	35,85	12.3	-	3.0 ML	3	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1072	06/01/2015	15:10:45	0,51	35,61	-	-	2.8 ML	2,8	S RELIZANE.ALG	CRAAG
1073	07/01/2015	02:16:24	0,78	36,28	19.0	-	3.5 Mb	3,7	MER MEDITERRANEE	MDD
1074	13/01/2015	14:44:24	0,70	35,03	-	-	2.7 ML	2,7	NE SAIDA.ALG	CRAAG
1075	14/01/2015	13:08:02	0,50	35,57	-	-	2.5 ML	2,5	S RELIZANE.ALG	CRAAG
1076	01/02/2015	01:28:42	0,19	35,76	*	-	3.9 Mb	4	SE MOSTAGANEM.ALG	IGN
1077	17/03/2015	15:57:15	0,50	36,00	15	-	4.5 Mb	4,6	NE MOSTAGANEM.ALG	IGN
1078	26/03/2015	17:04:33	-0,33	35,79	13	-	3.1 MbLg	2,9	NE ORAN.ALG	IGN
1079	12/04/2015	00:55:56	-1,35	35,49	22	-	2.9 MbLg	2,7	MER MEDITERRANEE	IGN
1080	13/05/2015	09:19:48	-0,25	35,73	39	II	3.7 Mb	3,9	E ORAN.ALG	IGN
1081	02/06/2015	19:15:47	-1,51	36,11	11	-	3.9 MbLg	3,8	MER MEDITERRANEE	IGN
1082	07/06/2015	03:24:25	-0,18	35,57	18	-	3.3 Mb	3,5	W MASCARA.ALG	IGN
1083	09/06/2015	16:21:50	-1,59	36,24	17	-	3.1 MbLg	2,9	MER MEDITERRANEE	IGN
1084	09/06/2015	01:50:03	-0,23	35,62	-	-	3.7 Mb	3,9	W MASCARA.ALG	IGN
1085	11/06/2015	22:03:52	-0,06	35,25	25	-	3.6 Mb	3,8	W MASCARA.ALG	IGN
1086	16/06/2015	21:52:32	0,99	35,70	10	-	3.4 Mb	3,6	E RELIZANE.ALG	IGN
1087	20/06/2015	18:24:46	-0,34	36,05	14.1	-	2,9 ML	2,9	MER MEDITERRANEE	ISC
1088	11/07/2015	03:10:30	-0,19	35,50	30	-	3.9 Mb	4	NW MASCARA.ALG	IGN
1089	01/11/2015	12:50:05	-1,51	36,20	5	II	3.0 MbLg	2,8	MER MEDITERRANEE	IGN
1090	16/12/2015	14:41:52	-1,53	36,18	13	-	3.3 MbLg	3,1	MER MEDITERRANEE	IGN
1091	23/12/2015	13:58:54	-0,72	35,80	52	-	3.8 Mb	3,9	NW ORAN.ARG	IGN
1092	13/01/2016	23:41:58	-0,39	35,91	21	-	2.7 MbLg	2,5	NE ORAN.ARG	IGN
1093	22/02/2016	22:58:53	0,29	35,84	25	-	3.1 MbLg	2,9	SE MOSTAGANEM.ARG	IGN
1094	20/03/2016	22:40:55	0,90	35,91	1	-	3.2 Mb	3,5	NE RELIZANE.ARG	IGN
1095	04/04/2016	06:41:37	-1,55	36,19	12	-	2.8 MbLg	2,6	MER MEDITERRANEE	IGN
1096	07/05/2016	17:36:57	-0,47	35,84	23	-	2.9 MbLg	2,7	NE ORAN.ARG	IGN
1097	16/06/2016	01:33:22	-1,50	36,27	7	-	2.8 MbLg	2,6	MER MEDITERRANEE	IGN
1098	13/07/2016	10:33:38	-0,85	35,89	1	-	2.7 MbLg	2,5	MER MEDITERRANEE	IGN
1099	08/08/2016	17:13:51	0,25	36,60	-	-	2.8 MbLg	2,6	MER MEDITERRANEE	IGN

ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
1100	15/08/2016	22:42:44	-1,56	36,18	29	-	2.8 MbLg	2,6	MER MEDITERRANEE	IGN
1101	02/09/2016	08:31:22	-0,51	36,01	24	-	2.9 MbLg	2,7	MER MEDITERRANEE	IGN
1102	15/01/2017	10:27:30	0,77	36,11	-	-	2.6 ML	2,6	W MAZOUNA. ALG	CRAAG
1103	06/03/2017	04:54:36	0,50	35,77	-	-	2.5 ML	2,5	SE RELIZANE. ALG	CRAAG
1104	09/03/2017	13:51:14	-0,66	36,26	10.0	-	3.1 ML	3,1	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1105	01/04/2017	15:17:24	-0,12	35,60	18.9	-	3.2 ML	3,2	NW MASCARA. ALG	CRAAG
1106	23/04/2017	01:08:37	0,41	35,58	24.2	-	2.6 ML	2,6	SW RELIZANE. ALG	CRAAG
1107	30/05/2017	04:02:36	-1,75	35,80	17.3	-	3.8 ML	3,8	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1108	01/06/2017	23:29:02	-1,75	35,80	8.1	-	3.8 ML	3,8	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1109	13/06/2017	21:29:41	-0,67	35,89	14.3	-	3.7 ML	3,7	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1110	16/06/2017	14:15:19	-0,98	35,98	10.0	-	2.6 ML	2,6	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1111	08/07/2017	10:42:50	-1,73	35,83	13.0	-	4.3 ML	4,3	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1112	08/07/2017	10:48:54	-1,63	35,69	-	-	2.8,ML	2,8	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1113	08/07/2017	15:23:23	-1,73	35,84	7.6	-	2.5 ML	2,5	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1114	11/07/2017	03:18:18	-1,75	35,81	12.4	-	5.0 ML	5,0	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1115	11/07/2017	03:41:08	-1,74	35,79	15.4	-	3.3 ML	3,3	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1116	11/07/2017	12:55:09	-1,74	35,75	31.4	-	3.8 ML	3,8	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1117	13/07/2017	21:01:20	-1,79	35,80	13.3	-	4.2 ML	4,2	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1118	17/07/2017	04:37:20	-1,70	35,80	23.8	-	3.5 ML	3,5	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1119	17/07/2017	07:55:27	-1,76	35,75	7.1	-	2.6 ML	2,6	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1120	21/07/2017	10:48:16	-0,60	35,83	-	-	2.6 ML	2,6	ORAN. ALG	CRAAG
1121	11/08/2017	11:42:53	-1,76	35,82	6.1	-	3.1 ML	3,1	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1122	14/08/2017	01:29:39	-1,76	35,77	10,00	-	3.0 ML	3,0	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1123	30/08/2017	15:46:07	-0,48	35,96	27.0	-	3.1 ML	3,1	NE ORAN. ALG	CRAAG
1124	26/09/2017	12:52:19	0,50	35,21	-	-	2.7 ML	2,7	NW TAKHERMARET	CRAAG
1125	04/10/2017	10:53:31	-1,84	34,98	11.4	-	2.9 ML	2,9	NW MAGHNIA	CRAAG
1126	04/10/2017	18:20:25	-1,88	35,03	28.0	-	2.5 ML	2,5	NW MAGHNIA	CRAAG
1127	28/10/2017	18:47:25	-0,20	35,48	15.3	-	3.2 ML	3,2	SAINT-DENIS- SE ORAN	CRAAG
1128	10/11/2017	00:37:54	-0,44	35,77	-	-	3.2 ML	3,2	NE ORAN. ALG	CRAAG
1129	01/02/2018	17:11:06	0,58	35,68	-	-	2.8 ML	2,8	RELIZANE. ALG	CRAAG
1130	06/03/2018	15:59:30	-1,76	35,78	10.0	-	3.5 ML	3,5	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1131	30/03/2018	18:47:24	-1,14	35,79	24.1	-	2.9 ML	2,9	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1132	04/04/2018	05:12:57	-1,27	35,31	23.8	-	3.9 ML	3,9	NW AIN TEMOUCHENT. ALG	CRAAG
1133	11/04/2018	23:44:35	-0,38	35,41	-	-	3.2 ML	3,2	SE ORAN. ALG	CRAAG
1134	23/04/2018	15:48:53	0,10	36,02	11.6	-	4.5 ML	4,5	MOSTAGANEM. ALG	CRAAG
1135	23/04/2018	16:35:22	0,08	36,14	7.8	-	2.8 ML	2,8	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1136	05/05/2018	04:25:33	0,04	36,09	0.2	-	2.5 ML	2,5	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1137	17/05/2018	13:00:05	0,98	36,55	19.7	-	2.9 ML	2,9	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1138	17/05/2018	19:28:13	0,15	36,44	24.1	-	4.0 ML	4,0	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1139	17/05/2018	20:05:32	0,18	36,45	30.3	-	3.5 ML	3,5	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1140	19/05/2018	07:05:20	0,23	35,99	-	-	3.0 ML	3,0	NE MOSTAGANEM. ALG	CRAAG

ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
1141	27/05/2018	20:56:54	-0,74	35,75	18.8	-	3.1 ML	3.1	N AIN EL-TURCK.ALG	CRAAG
1142	02/06/2018	02:17:18	-1,75	35,80	24.9	-	3.5 ML	3.5	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1143	07/07/2018	06:18:35	0,17	36,00	-	-	2.9 ML	2.9	NE MOSTAGANEM.ALG	CRAAG
1144	09/07/2018	13:26:46	0,13	36,10	-	-	2.8 ML	2.8	NE MOSTAGANEM.ALG	CRAAG
1145	03/08/2018	02:32:46	-1,73	35,14	8.6	-	2.6 ML	2.6	NE GHAZAOUET.ALG	CRAAG
1146	19/08/2018	03:21:16	0,13	36,05	13.0	-	3.3 ML	3.3	NE MOSTAGANEM.ALG	CRAAG
1147	19/09/2018	12:25:55	-0,69	35,97	8.6	-	3.2 ML	3.2	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1148	25/09/2018	03:03:50	-1,15	35,96	17.6	-	2.6 ML	2.6	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1149	04/10/2018	02:38:15	-0,55	35,28	10.7	-	2.9 ML	2.9	NE SIDI BEL ABBES.ALG	CRAAG
1150	04/10/2018	03:17:58	-0,42	35,56	14.0	-	2.9 ML	2.9	SE ORAN.ALG	CRAAG
1151	15/11/2018	03:26:59	-0,46	35,83	18.8	-	3.4 ML	3.4	NE ORAN.ALG	CRAAG
1152	20/11/2018	03:51:46	-0,43	35,84	28.1	-	2.6 ML	2.6	NE ORAN.ALG	CRAAG
1153	15/01/2019	01:49:04	-0,64	36,06	15.8	-	2.6 ML	2.6	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1154	15/01/2019	08:17:56	-0,55	35,86	30.9	-	3.2 ML	3.2	NE ORAN.ALG	CRAAG
1155	11/02/2019	10:23:38	-1,01	35,87	11.1	-	3.1 ML	3.1	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1156	15/04/2019	06:02:06	-0,98	35,99	16.5	-	3.4 ML	3.4	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1157	16/04/2019	12:59:43	-0,99	35,77	-	-	4.0 ML	4.0	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1158	26/04/2019	17:13:57	0,90	35,67	-	-	2.8 ML	2.8	SE RELIZANE.ALG	CRAAG
1159	02/05/2019	05:20:18	-0,91	35,75	-	-	2.9 ML	2.9	NE AIN EL TURCK.ORAN	CRAAG
1160	04/06/2019	20:59:57	-0,13	35,57	25.3	-	4.2 ML	4.2	NE SIG.ALG	CRAAG
1161	04/06/2019	23:15:51	-0,09	35,56	30.0	-	3.7 ML	3.7	NE SIG.ALG	CRAAG
1162	14/06/2019	23:34:24	-0,76	35,51	30.0	-	3.5 ML	3.5	SW ORAN.ALG	CRAAG
1163	14/07/2019	22:07:16	-0,11	36,15	-	-	2.7 ML	2.7	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1164	02/09/2019	03:00:59	-0,24	35,83	12.9	-	3.3 ML	3.3	NE ORAN.ALG	CRAAG
1165	02/09/2019	14:08:37	-0,24	35,93	11.7	-	4.1 ML	4.1	NE ORAN.ALG	CRAAG
1166	03/09/2019	08:42:06	-0,08	35,72	-	-	2.7 ML	2.7	MERS EL HADJADJ.ORAN	CRAAG
1167	19/09/2019	11:19:58	-1,04	36,11	-	-	3.2 ML	3.2	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1168	27/09/2019	11:53:28	-0,21	35,32	-	-	3.6 ML	3.6	NE SFISEF	CRAAG
1169	18/10/2019	15:54:10	-1,25	35,42	-	-	3.8 ML	3.8	NW AIN TEMOUCHENT.ALG	CRAAG
1170	19/10/2019	16:10:18	-1,12	35,33	29.3	-	3.4 ML	3.4	EL MALAH.AIN TEMOUCHENT	CRAAG
1171	16/12/2019	07:12:53	-1,90	35,44	3.6	-	2.5 ML	2.5	MER MEDITERRANEE	CRAAG
1172	03/01/2020	07:08:04	0,23	35,44	10,00	-	3.3 ML	3.3	AIN FARES. NE MASCARA	EMSC
1173	03/08/2020	22:16:39	-0,96	35,63	8,00	-	2.9 ML	2.9	AIN KERMA. W ORAN	EMSC
1174	15/08/2020	08:18:57	-0,17	35,59	24,00	-	4.1 mb	4.2	N SIG.ALG	EMSC
1175	23/08/2020	20:55:54	-0,21	35,52	10,00	-	3.3 mb	3.5	N SIG.ALG	EMSC
1176	18/09/2020	07:06:43	-0,53	35,25	29,00	-	4.0 mb	4.1	NE SIDI BEL ABBES.ALG	EMSC
1177	10/10/2020	07:12:34	-0,17	35,47	10,00	-	3.6 mb	3.6	SE SIG.ALG	EMSC
1178	31/10/2020	18:47:22	-0,90	35,72	15,00	-	2.8 ML	2.8	NE AIN EL TURCK.ORAN	EMSC
1179	16/01/2021	09:42:30	-0,75	35,85	40,00	-	3.2 ML	3.2	MER MEDITERRANEE	EMSC
1180	30/03/2021	13:28:27	-0,87	35,91	25,00	-	2.6 ML	2.6	MER MEDITERRANEE	EMSC
1181	18/04/2021	12:09:08	-0,25	36	8	-	2.5 mbLg	2.3	MER MEDITERRANEE	IGN

ID	Date	Heur (hh:mm:ss)	Long (°)	Lat (°)	(h)	Intensité (Io)	Mag	M <sub>w</sub> Calculé	Localisation	Référence
1182	12/07/2021	12:40:18	0.51	35.70	11.0	-	3.1 mb	3.4	SW RELIZANE.ALG	IGN
1183	16/07/2021	21:38:37	0.54	35.80	-	-	3.0 mb	3.3	NW RELIZANE.ALG	IGN
1184	18/09/2021	03:49:30	-0.77	35.29	26.0	-	3.0 mb	3.3	NW SIDI BEL ABBES.ALG	IGN
1185	08/10/2021	01:53:47	0.54	35.53	-	-	2.6 mb	3	S RELIZANE.ALG	IGN
1186	15/10/2021	01:51:04	0.34	36.46	21.0	-	2.6 mbLg	2.3	MER MEDITERRANEE	IGN
1187	19/10/2021	05:43:55	-0.28	35.45	2.0	-	3.3 mb	3.5	W MASCARA.ALG	IGN
1188	19/10/2021	18:51:09	0.88	36.60	46.0	-	2.7 mbLg	2.5	MER MEDITERRANEE	IGN
1189	25/10/2021	00:52:02	-1.08	35.46	27.0	-	2.7 mbLg	2.5	NE AIN TEMOUCHENT.ALG	IGN
1190	22/01/2022	00:40:51	-1.08	35.60	5.0	-	2.6 mbLg	2.4	N AIN TEMOUCHENT.ALG	IGN
1191	29/01/2022	01:11:03	-1.40	35.75	31.0	-	2.5 mbLg	2.3	MER MEDITERRANEE	IGN
1192	24/02/2022	12:43:13	-1.78	36.76	6.0	-	2.6 mbLg	2.4	MER MEDITERRANEE	IGN
1193	09/03/2022	09:04:37	-0.74	35.95	-	-	2.5 ML	2.3	MER MEDITERRANEE	EMSC
1194	29/03/2022	22:54:57	-0.92	35.74	-	-	2.7 mbLg	2.5	W ORAN.ALG	IGN
1195	26/06/2022	19:17:50	-0.44	35.85	10	-	4.5 mb	4.6	NE ORAN.ALG	EMSC
1196	26/06/2022	19:24:20	-0.41	35.85	10	-	3.4 ML	3.4	NE ORAN.ALG	EMSC
1197	26/06/2022	19:35:11	-0.42	35.99	10	-	2.6 ML	2.6	NE ORAN.ALG	EMSC
1198	26/06/2022	19:59:17	-0.33	35.79	8	-	2.9 ML	2.9	E ORAN.ALG	EMSC
1199	26/06/2022	20:31:03	-0.37	35.74	5	-	3.6 ML	3.6	NE ORAN.ALG	EMSC
1200	26/06/2022	22:47:27	-0.38	35.86	8	-	2.9 ML	2.9	NE ORAN.ALG	EMSC
1201	03/07/2022	01:11:33	-0.46	35.84	1	-	2.8 ML	2.8	NE ORAN.ALG	EMSC
1202	16/07/2022	05:30:06	0.02	36.37	24	-	2.6 ML	2.6	MER MEDITERRANEE	EMSC/IGN
1203	16/07/2022	13:21:39	0.03	36.41	23	-	3.1 ML	3.1	MER MEDITERRANEE	EMSC/IGN
1204	21/07/2022	05:51:46	-0.34	35.72	9	-	3.0 ML	3.0	E ORAN.ALG	EMSC/IGN
1205	26/07/2022	07:37:56	-0.28	35.87	31	-	2.8 ML	2.8	W MOSTAGANEM.ALG	EMSC/IGN
1206	03/08/2022	04:29:58	0.49	35.86	4	-	3.0 ML	3.0	NW RELIZANE.ALG	EMSC/IGN
1207	15/08/2022	05:57:39	-1.03	35.47	5	-	2.8 ML	2.8	NE AIN TEMOUCHENT.ALG	EMSC/IGN
1208	27/08/2022	20:44:50	-0.24	35.63	22	-	3.0 mb	3.0	E ORAN.ARG	EMSC/IGN
1209	31/08/2022	15:39:10	-2.09	35.10	5	-	2.7 mbLg	2.5	NW TLEMEN.ARG	IGN

## **Abréviation des références du catalogue**

AM	Ait Messaoud and Mokrane, (1992)
BCIS	Bureau Central International de Séismologie (Strasbourg), France
BEN	Benouar, (1994)
BH	Book history
CNAAG	Centre National d'Astronomie, d'Astrophysique et de Géophysique, Alger, Algérie.
CRAAG	Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique, Alger, Algérie.
EMSC	Euro-Mediterranean Seismological Centre or Centre Sismologique
GR	Grandjean, (1954).
HAM	Hamdache et al., (2010)
IGN	Instituto Geografico Nacional, Madrid, Spain
IMPGA	Institut de Météorologie et de Physique du Globe d'Alger, Algérie
ISC	International Seismological Summary the International Seismological Centre, United Kingdom
MOK	Mokrane, A., et al (1994)
RS	Roussel, J. (1973)
RT	Rothé, (1950)
SPGM	Service de physique du globe, Rabat, Maroc
SSIS	Seccion de Sismologia e Ingeniera Sismica, Espana
USGS	United States Geological Survey, USA
VA	Vogt, Ambraseys

## « Étude de l'activité sismique de la baie occidentale de la Méditerranée. Contribution à l'évaluation de l'aléa sismique de l'Algérie Nord occidentaux »

### **Résumé :**

Ce modeste travail de thèse est consacré surtout à l'étude de la sismicité du Nord-Ouest algérien et notamment à l'évaluation de l'aléa sismique de la région nord occidentale de l'Algérie. Dans la présente recherche, un catalogue d'événements sismiques spécifique à la zone comprise entre les longitudes  $[-2^{\circ}, 1^{\circ}]$  et les latitudes  $[34^{\circ}, 37^{\circ}]$  vient d'être élaboré. Ce dernier a été publié en 2016 en collaboration Scientifique entre le Laboratoire 'GEOREN' de notre faculté FSTU et l'équipe Dynamique de la Lithosphère de l'Institut des Sciences de la Terre (ICT) Évora, Portugal. Une somme d'informations géophysiques ont été compilés pour arrêter les données de différentes sources sismiques ; nationales et internationales. En seconde lieu, les magnitudes sont homogénéisées en Magnitude du moment sismique ( $M_w$ ) par des relations empiriques compatibles avec le contexte sismotectonique du nord-ouest algérien. Le document du catalogue régional de la sismicité comprend un effectif de 1101 événements ; couvrant une période historique et instrumentale qui s'étend entre : 1790 et 2016 ; actualisé jusqu'à 2022. Ce dernier constitue le document de base pour toutes études portant sur la sismotectonique, l'activité sismique, et l'évaluation de l'aléa sismique de l'ouest algérien. Notant que ce catalogue est utilisé pour quantifier l'énergie sismique libérée vers la surface, où on notera l'émergence d'un bilan négatif entre la période entre : 1790 et 2015 enregistré qui indique la présence d'une lacune sismique au niveau des unités structurales de l'ouest algérien.

Dans ce travail, un essai d'évaluation de l'aléa sismique de l'Algérie nord occidentale a été effectué par l'approche déterministe (DSHA) ; proposée par Reiter, (1990). La démarche adoptée est basée sur le calcul de l'accélération maximale du sol (PGA), en supposant que le milieu est homogène et rocheux. Ces calculs ont été effectués, pour plusieurs types de sources sismogènes (inverse, normale et décrochante), identifiés par le modèle sismotectonique de Nadj, (2010), en utilisant le modèle d'atténuation d'Akkar et al., (2013). Deux paramètres ont été utilisés à savoir : la magnitude maximale ( $M_{max}$ ) sélectionnées à partir du catalogues Belayadi et al., (2017), et la distance épacentrale mesurée. En conséquence, les résultats sont représentés par deux cartes synthétiques d'aléa sismique, dont la première conserve les valeurs pondérées des valeurs : PGA. Cette carte nous a permis de mettre en évidence que les valeurs de PGA reflètent l'état d'une sismicité modérée caractérisant la zone Oranaise avec une extension Est-Ouest des courbes iso-valeurs d'accélération maximale du sol correspond au décrochement régional affectant les zones déprimées de cette région (Sebkha). Tandis que, dans la seconde carte, les valeurs de PGA sont plus élevées, soulignons ainsi une tendance atlasique dont la direction préférentielle est NE-SW ainsi que des courbes d'iso-valeurs PGA, ayant une extension sensiblement Est-Ouest. De ce fait on peut confirmer que le potentiel sismogénique des failles de direction NE-SW est dû notamment au report excessif des segments de failles éditées dans les bulletins de certains auteurs, dont la structure superficielle prime sur toute assemblage géodynamique, essentiellement au niveau des structures où les plis et plis-failles de directions NE-SW affectant les formations quaternaires sont prépondérantes.

En fin, l'évaluation de l'aléa sismique via l'approche déterministe du nord-ouest algérien nous a conduit à vérifier certains arguments de domaines distincts : en géodynamique, géodésie, séismologie et en sismotectonique. En effet, l'utilisant de l'approche déterministe 'DSHA' vient de confirmer que le modèle structural décrochant sur le littoral oranais prime sur les autres types de structure. La qualité des données sismiques vient se concrétiser dans cette ébauche surtout géométrique et qui repose sur quelques paramètres assurant l'atténuation des erreurs du modèle choisi ; donnant en conséquence des résultats retentissants avec la morpho structure des terrains (MNT) et surtout avec le nombre des composantes tectoniques de type ternaires qui rappelant sont les accidents de failles distensives, les accidents de failles inverses et les accidents profonds décrochantes. La carte synthétique de l'aléa sismique déterministe souligne la présence d'une bonne adéquation entre les accélérations maximale du sol (PGA) et la structure profonde du substratum régional (Secondaire) recouvert par une couverture néogènes dont l'extension du bas-Chélif souligne les principales distorsions des sous bassins littoraux.

**Mots clés :** Catalogue, Aléa sismique, Approche déterministe, Accélération maximale du sol (PGA), Nord ouest Algérien, Nord Algérien

**« Study of the seismic activity of the western bay of the Mediterranean. Contribution to the evaluation of the seismic hazard of North Western Algeria »****Abstract:**

This modest thesis work is mainly dedicated to study the seismicity of North-West Algeria, especially the evaluation of the seismic hazard of the North-West region of Algeria. In this research, a catalog seismic events specific to the area between longitudes  $[-2^{\circ}, 1^{\circ}]$  and latitudes  $[34^{\circ}, 37^{\circ}]$  has been developed. This last, was published on 2016 in scientific collaboration between the 'GEOREN' Laboratory of our FSTU faculty and the group Lithosphere Dynamics of the Institute of Earth Sciences (ICT) 'ÉVORA', Portugal. A large amount of geophysical information has been compiled from different seismic sources; national and international. Secondly, the magnitudes are homogenized to the moment magnitude ( $M_w$ ) using empirical relations seems suitable with the seismotectonic context of northwestern Algeria. The regional seismicity catalog includes 1101 events; covering historical and instrumental period that extends between: 1790 and 2016; updated to 2022. This last (catalog), constitutes the basic document for all studies on seismotectonics, seismic activity, and the assessment seismic hazard of western Algeria. Noting that, this catalog is used to quantify the seismic energy released towards the surface. It should be noted the emergence of a negative balance between 1790 and 2015 recorded, which indicates the presence of a seismic gap of the structural units of western Algeria.

In this work, an attempt to assess the seismic hazard of northwestern Algeria was carried out using the deterministic approach (DSHA); Proposed by Reiter, (1990). The approach adopted is based on the calculation of the maximum ground acceleration (PGA), assuming the area site conditions are homogeneous with a rock soil. These calculations were carried out for several types of seismogenic sources (inverse, normal and strike-slip), identified in the seismotectonic model of Nadji, (2010), using the attenuation model of Akkar et al., (2013). Two parameters were used: the maximum magnitude ( $M_{max}$ ), selected from the catalogs Belayadi et al., (2017), and the epicentral distance measured. Consequently, the results are represented by two synthetic seismic hazard maps, the first one corresponding to the weighted values of PGA. This map allowed us to identify that the PGA values, expressed the moderate seismicity, characterizing the Oran area, with an East-West extension of the iso-value curves of maximal ground accelerations, corresponding to the regional strike slip movement affecting the depressed areas of this region (Sebkha). Although, the second map, the PGA values are higher, we note also, an atlastic preferential direction NE-SW, as well as PGA iso-value curves having a substantially East-West extension. Therefore, we can confirm that the seismogenic potential of NE-SW faults is caused mainly by the excessive movement segments faults, published in the bulletins of several authors, whose superficial structure influencing on all the connection geodynamic, essentially on structures where the folds and striking folds with a NE-SW directions affecting the Quaternary formations are predominant.

Finally, the evaluation of the seismic hazard via the deterministic approach of northwest of Algeria led us to verify some arguments of a distinct aspects: geodynamics, geodesy, seismology and seismotectonics. Indeed, the use of the deterministic approach 'DSHA' has confirmed that the strike slip fault model on the Oran coast, influencing other types of structure. The quality of the seismic data has just materialized in this mainly geometric draft, based on a few parameters providing the errors reduction of the model chosen. As a consequence, a resounding result with the area mophostructure (MNT), especially the ternary number of tectonic components, noting that, they are a distinctives faults accidents, reverses faults, and deep strike-slip faults. The synthetic deterministic seismic hazard map, show a good agreement between peak ground accelerations (PGA) and the deep regional substratum structure (Secondary), covered by a Neogene formation, which the extension of the lower-Chélif showing the main distortions of coastal sub-basins

**Key words:** *Catalog, Seismic hazard, deterministic approach, peak ground accelerations (PGA), northwestern of Algeria, northern Algeria*



## « دراسة النشاط الزلزالي للخليج الغربي للبحر الأبيض المتوسط. المساهمة في تقييم الخطر الزلزالي لشمال غرب الجزائر »:

### الملخص

تم تخصيص هذا العمل البحثي المتواضع بشكل أساسي لدراسة الزلازل في شمال غرب الجزائر، وخاصة تقييم الخطر الزلزالي للمنطقة الشمالية الغربية من الجزائر. في هذا البحث، تم تطوير فهرس للأحداث الزلزالية الخاصة بالمنطقة الواقعة بين خطوط الطول [2- درجة، 1 درجة] وخطوط العرض [34 درجة، 37 درجة]. تم نشر هذا الأخير في عام 2016 بالتعاون العلمي بين مختبر "GEOREN" التابع لكليتنا FSTU وفريق البحث في Lithosphere Dynamics، من معهد علوم الأرض، إيفورا، البرتغال. تم تجميع كمية كبيرة من المعلومات الجيوفيزيائية من مصادر زلزالية مختلفة؛ الوطنية والدولية. ثانياً، مقاييس الزلازل متجانسة في هذا الفهرس إلى مقياس درجة العزم الزلزالي ( $M_w$ ) من خلال استعمال العلاقات التجريبية المتوافقة مع السياق الزلزالي والتكتوني لشمال الجزائر. تتضمن وثيقة الكتالوج الإقليمي للزلازل 1101 حدثاً زلزالياً؛ تغطي فترة تاريخية وحديثة تمتد بين: 1790 و2016؛ تم تحديث الفهرس حتى عام 2022. يشكل الأخير الوثيقة الأساسية لجميع الدراسات المتعلقة بالزلازل التكتونية والنشاط الزلزالي وتقييم الخطر الزلزالي لغرب الجزائر علماً إن هذا الكتالوج يستخدم لقياس الطاقة الزلزالية المنبعثة باتجاه السطح حيث سنلاحظ ظهور توازن سلمي بين الفترة ما بين: 1790 و2015، مما يشير إلى وجود فجوة زلزالية على مستوى الوحدات الهيكلية لغرب الجزائر.

في هذا العمل البحثي، تم إجراء اختبار تقييم الخطر الزلزالي في شمال غرب الجزائر من خلال استخدام مقارنة حتمية (DSHA)؛ اقترحها Reiter, (1990). يعتمد النهج المعتمد على حساب ذروة التسارع الأرضي (PGA)، بافتراض أن الوسط متجانس وصخري. تم إجراء هذه الحسابات لعدة أنواع من المصادر الزلزالية (فوالق عكسية، فوالق عادية، فوالق الانزلاق)، تم تحديدها بواسطة نموذج تكتونية الزلازل لNadji, (2010)، باستخدام نموذج التوهين لAkkar et al., (2013)، تم استخدام عاملين، وهما: الحد الأقصى لمقياس الزلازل ( $M_{max}$ ) المختار من فهرس الزلازل Belayadi et al., (2017)، والمسافة المركزية المقاسة. وبالتالي، يتم تمثيل النتائج في خريطتين ملخصتين للخطر الزلزالي، حيث تحافظ الأولى على قيم: PGA. سمحت لنا هذه الخريطة بتسليط الضوء على أن قيم PGA التي تعكس حالة النشاط الزلزالي المعتدل الذي يميز المنطقة الوهرانية مع امتداد شرق-غرب لمنحنيات ذروة التسارع الأرضي، التي تتوافق مع فوالق الانزلاق الإقليمية التي تؤثر على المناطق المنخفضة في هذه المنطقة (سبخة). بينما في الخريطة الثانية، تكون قيم PGA أعلى، نشير أيضاً إلى أنها ذات نزوع أطلسي، حيث الاتجاه التفضيلي لهذه المنحنيات المتساوية القيم، NE-SW كما لها امتداد واضح نحو الشرق والغرب. نتيجة لذلك، يمكن التأكيد على أن الإمكانيات الزلزالية ل الفوالق ذات الاتجاه NE-SW ترجع بشكل خاص إلى الحركة المفرطة لأجزاء الفوالق المبينة في إصدارات بعض المؤلفين، والذين يكون لبنيتهم السطحية الأسبقية على أي تركيب جيوديناميكي، خاصة على مستوى الهياكل التي تسود فيها الطيات وطيات الفوالق المتجه نحو NE-SW، التي تؤثر على التكوينات الرباعية في الغالب.

في النهاية، أدى تقييم الخطر الزلزالي من خلال المقارنة الحتمية للشمال الغربي الجزائري إلى التحقق من بعض الحجج المتعلقة بمجالات معينة: في ديناميكية الأرض، والجيوديسيا، وعلم الزلازل، وفي التكوينات الزلزالية. بالفعل، فإن استخدام النهج الحتمي "DSHA" قد أكد أن النموذج الهيكلي الانزلاقي لساحل وهران له الأسبقية على الأنواع الأخرى من الهياكل. تتجلى جودة البيانات الزلزالية في هذا العرض خاصة الهندسي والتي تستند إلى عدد قليل من المعلومات التي تضمن التخفيف من أخطاء النموذج المختار؛ معطية في الأخير نتائج مميزه مع البنية الشكلية للأرضيات (MNT) وخاصة مع عدد المكونات التكتونية من النوع الثلاثي. نتذكر منهم حوادث الفوالق العكسية، حوادث الفوالق العادية، حوادث الفوالق الانزلاق العميقة. تسلط الخريطة الحتمية الملخصة للخطورة الزلزالية الضوء على وجود تطابق جيد بين ذروة التسارع الأرضي والبنية العميقة ل الطبقة التحتية الجوهية (العصر الثانوي) المغطاة بغطاء من النيوجين بما في ذلك امتداد حوض الشلف السفلي، الذي يبرز التشوهات الرئيسية ل الأحواض الساحلية الفرعية.

**الكلمات المفتاحية:** فهرس، خطر زلزالي، نهج حتمي، ذروة التسارع الأرضي (PGA)، شمال غرب الجزائر، شمال الجزائر