

N° d'ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement  
Supérieur Et de la Recherche  
Scientifique  
Université Mohamed Ben  
Ahmed ORAN 2



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة محمد بن أحمد  
وهران 2

Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers

Département des Sciences de la Terre

Mémoire :  
Présenté pour l'obtention du grade de master en Science de la terre

Option : Risques Naturels et Gestion

Thème

Evaluation D'aléa séismique sur le secteur  
d'Oranais par l'application des approches  
DSHA et PSHA

Présenté Par :

Mlle. EL KETOB Aicha

Mlle. BEHIH Sabrine

Soutenu le : 30 / 09/ 2019, devant la Commission d'examinations .

Meme.ABLAOUI. H	(Pr)	université d'Oran 2	Président
Mr. NADJI. A	(Dr)	université d'Oran 2	Encadreur
Mr. FOUKRACHE. M	(Dr)	université d'Oran 2	Examinateur

Oran, 2019

بِسْمِ اللَّهِ الْعَزِيزِ الْحَمِيمِ

## ***Dédicace***

*Dieu tout puissant merci d'être toujours près de moi*

*Je dédie ce mémoire :*

*A mes chers parents ma **mère** et mon **père***

*Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs encouragements.*

*Que dieu leur procure la bonne santé et longue vie.*

*A ma sœur **Meriem** et mes frères **Mohamed** et **Youcef**.*

*A toute ma famille **ELKETOB & OUALID***

*A mes chères amies ; **Assia**, **Chahira** , **Hanane** et **Fatima**.*

*A mon binôme au travail, **Sabrina**.*

*A tous ceux qui ont une place dans mon cœur.*

*Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce  
mémoire soit possible, je vous dis merci.*

*J'espère que ce mémoire sera bénéfique pour tout étudiant travaillant  
sur les risques naturels.*

***EL KETOB AICHA***

## ***Dédicace :***

*ALLAH*

*Le créateur, le tout miséricordieux, le très miséricordieux pour m'avoir assisté dans ma vie*

*Jusqu'ici*

*Qu'ALLAH nous pardonne*

*Qu'ALLAH nous guide dans le bon chemin*

***A ma très chère mère***

*Je sais que tu as beaucoup supporté pour notre bonheur...j'espère que ce jour....*

*Tu seras la plus heureuse au monde .....J'espère que tu es fière de moi.....*

*Que dieux vous garde et vous prête une longue vie. Sans vous je ne suis rien.*

*Je t'aime.....*

***A mon cher père***

*Unique et irremplaçable, aucune dédicace ne saurait exprimer la reconnaissance, le respect et l'amour que je vous porte. Votre aide, vos encouragements et vos prières m'ont été d'un grand secours tout au long des mes études. Vous êtes pour moi l'exemple du sérieux et de la droiture. Que dieux vous garde et vous prête une longue vie.*

*A mes très chers/e frères et sœurs :*

***Abdelkader, Mohamed amine, Souhila, Houda, zoubida.***

*À mon marié et l'amour de ma vie et de la personne la plus chère sur mon cœur*

***Sidahmed.***

*Vous avez toujours été présentes pour moi. Je vous souhaite à l'avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et de sérénité. Je vous exprime à travers ce travail mes sentiments de fraternité et d'amour.*

*Que dieu vous protège et consolide les liens sœurs qui nous unissent.*

*A Mon binôme Aicha ; à mes ami (e) et collègues, au niveau de l'université.*

*En souvenir des moments agréables passés ensemble, veuillez trouver dans ce travail l'expression de mes sentiments les plus respectueux avec mes vœux de succès, de bonheur et de bonne santé à ma famille Behih & Boumedienne.*

*A tout qui m'aiment et que j'aime.*

***BEHIIH Sabrina***



## **Remerciements**

*Nous voudrions d'abord remercier «Allah»; Dieu tout-puissant qu'il nous bénisse. Nous tenons à féliciter particulièrement nos familles pour son soutien moral, et pour l'encouragement qu'elles nous ont apportées tout au long de nos études. Nous adressons nos remerciements et nos appréciations à l'université d'Oran 2 pour d'avoir donné l'opportunité, de rejoindre et obtenir le diplôme de master en en Science de la terre.*

*Nous voudrions témoigner de la reconnaissance à tous ceux qui l'ont permis de mener à terme ce travail.*

*Nous tenons particulièrement à exprimer la gratitude à nos encadreurs :*

*Pr. Nadji Abdel Mansour; pour sa patience et son apport cohérent dans la réalisation de ce modeste travail ainsi que pour ses fructueuses consultations, qu'ils nous ont accordés tout au long de cette formation.*

*Comme nous remercieront les membres du jury: Pr. Mansour Hamidi pour avoir accepté sa présidence et le Pr. Foukrache, pour avoir accepté d'examiner ce mémoire de projet de fin étude.*

*À Tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin, Mr. Arab Abdelghani et surtout à Mr. Roukh Zine El Abidine qui nous ont donné beaucoup de son temps pour expertiser les cartes thématiques revendiquées dans ce travail et à tous ceux qui nous ont accordé toute leur confiance, à vous tous Merci !*

## Listes des Figures et des Planches

<b>Fig.01</b> : Présentation géographique de la wilaya d’Oran Benabdellah, (2011) .....	3
<b>Fig.02</b> : Situation géographique de la région d’étude (MNT) .....	5
<b>Fig.03</b> : Carte géologique synthétique du littoral oranais Thomas, (1985) ; Nadji, (2010) modifiée .....	7
<b>Fig.04</b> : Coupe géologique dans la région du port de Kristel (Thomas, 1985).....	8
<b>Fig.05</b> : Formations du jurassique à crétacé affecter par une faille actif (de la Calère d’Oran) in Benabdellah, (2011). .....	9
<b>Fig.06</b> : Coupe géologique du grand fossé de Mers El Kébir SOCOTEC (1986), Modifiée...	11
<b>Fig.07</b> : Les accidents actifs de la région oranaise (en haut : structures actives ; en bas : MNT) Yelles-Chaouche et al. (2004) .....	13
<b>Fig.08</b> : Contact anormal ‘Miocène –Permo-trias’ (Montagne des Lions) Gourinard, (1958) .....	14
<b>Fig.09</b> : La Carte tectonique de la région oranaise dont l’originalité du travail revient à Fenet, (1975). Modifiée.....	16
<b>Fig.10</b> : Carte séismotectonique synthétique de la régionale d’Oran Nadji, (2010). Modifiée .....	17
<b>Fig.11</b> : Carte des épacentres séismiques du secteur d’étude période (1900-2016) catalogues sismiques in Belayedi et al. (2017).....	18
<b>Fig.12</b> : Extrait de la carte isoséiste du séisme du 09/10/1790 Ambraseys, (1982).....	19
<b>Fig.13</b> : Extrait de la carte isoséiste du séisme du 12/12/1959 Benhallou et Roussel, (1971).	20
<b>Fig.14</b> : Carte de localisation du séisme d’Oran du 06/06/2008 (IGN 2008) .....	21
<b>Fig.15</b> : Glissement déclenché suite au séisme d’Oran du 06/06/2008, plateau d’Oran près de Canastel in Benabdellah, (2011).....	22
<b>Fig.16</b> : Les principales stations du réseau large bande (W.M) et ses composantes séismiques (opérationnelles et projetées) sur la marge maghrébide Nadji, (2010).....	24
<b>Fig.17</b> : Schéma de la moyenne pondéré des cellules .....	28
Fig. 18: Organigramme de calcul de l’aléa séismique Nadji, (2010) .....	30
<b>Fig.</b> : carte des épacentres séismiques du secteur d’étude période (1900-2016) catalogues séismiques in Belayedi et Nadji, (2017).....	6
<b>Fig.</b> : carte des épacentres séismiques de la zone-1 période (1900-2015).....	1
<b>Fig.</b> : courbe d’aléa séismique N(Mw) de la zone-1 (partie occidentale du secteur étudié) période (1900-2015) par Excel. ....	2
<b>Fig.</b> : Courbe d’ajustement linéaire de Gumbel par Excel. ....	3
<b>Fig.</b> : courbe d’aléa séismique Tr de la zone-1 période (1900-2015) par Excel .....	4
<b>Fig.</b> : courbe d’ajustements de droite de Gumbel zone-1 (Manuelle) .....	5
<b>Fig.</b> : courbe d’aléa séismique Tr de la zone-1 période (1900-2015) Manuelle .....	6
.....	1
.....	2
.....	3
.....	4
.....	5
.....	6

## **Résumé**

La région d'Oran, a connu divers séismes destructives, ceci a exigé la nécessité d'effectuer des études préventives pour comprendre la nature de risque sismique. Notre travail étant focalisé notamment sur la modélisation d'aléa sismique régional, calculé à partir de données sismiques, tirées des inventaires macrosismiques et catalogues de la sismicité régional. Pour cette étude, nous avons exercé plusieurs méthodes contribuant à l'estimation de l'aléa sismique tel que l'approche déterministe et probabiliste. Ce travail finalisé par La cartographie de risque sismique qui semble de définir une synthèse sur l'activité sismique régionale d'Oran et qui permet de gérer et de prévenir leurs impacts sur la population et leurs économies.

**Mots – clés :** Région d'Oran – Catalogue sismicité régional – séismotectonique – aléa sismique – approche déterministe – approche probabiliste – Cartographie – Inventaire macrosismique.

## **Abstract**

The region of Oran, has experienced various destructive earthquakes, this has required the need to carry out preventive studies to understand the nature of seismic risk. Our work is particularly focused on regional seismic hazard modeling, computed from seismic data, drawn from macro seismic inventories and catalogs of regional seismicity. For this study, we used several methods contributing to the estimation of the seismic hazard such as the deterministic and probabilistic approach. This work is finalized by Seismic risk mapping which seems to define a synthesis on the regional seismic activity of Oran and which allows managing and preventing their impacts on the population and their economy.

**Key – words:** Oran region – Regional Seismicity Catalog - Seism tectonic - Seismic hazard - Deterministic Approach - Probabilistic Approach - Cartography - Macro seismic Inventory.

## Tables des matières

<b>Dédicace</b>	
<b>Remerciement</b>	
<b>Liste des Figures</b>	
<b>Résumé</b>	
<b>Abstract</b>	
<b>Introduction générale</b> .....	<b>1</b>

### **Chapitre I : Présentation générale du secteur d'étude**

I. Cadre géographique général .....	3
II. Cadre géologique général .....	6
III. Cadre structural .....	12

### **Chapitre II : Séismicité historique régionale de l'Oranais**

Introduction .....	17
I. La séismicité historique de la région d'Oran .....	18
I.1. Les principaux séismes historiques de la région d'Oran .....	19
I.1.1. Le séisme du 09 octobre 1790 .....	19
I.1.2. Le séisme du 21 Mai 1889 .....	19
I.1.3. Le séisme de Juillet 1912 .....	20
I.1.4. Le séisme du 12 Décembre 1959 .....	20
II. La séismicité instrumentale de la région : .....	21
II.1. Le séisme du 06/06/2008 .....	21
II.2. Le séisme du 21/03/2012 .....	23
II.3. Le séisme du 07/05/2016 .....	23
Conclusion .....	24

### **Chapitre III : Modélisation des aléas sismiques du secteur étudié (Théories et Concept généraux)**

I. Aspects d'évaluation des aléas sismiques.....	2
II. Pratique de l'étude d'aléa sismique .....	3
III. Organigramme de la démarche d'évaluation d'aléa sismique .....	1

### **Chapitre IV : Application des méthodes d'évaluation des aléas sismiques**

Introduction .....	2
I. Approche probabiliste d'évaluation d'aléa sismique .....	3
Approche déterministe d'évaluation d'aléa sismique.....	4
Cartographie thématique d'aléa sismique via les deux méthodes( DSHAetPSHA)	

*Interprétation des cartes d'aléa sismiques*

Cartographie thématique par l'approche probabiliste PSHA

Conclusion

***Conclusion et Synthèse (générale)***

***Annexe courbe d'aléa***

***Annexe catalogue***

***Bibliographie***

# Introduction générale

---

## Introduction générale :

La région d'Oran est caractérisée par une frange maritime qui s'étend d'Est en Ouest en délimitant plusieurs types morphologiques : des chaînes de montagnes, des plaines alluviales et d'un plateau qui culmine vers 110 mètres tous affectés par une sismicité due à l'affrontement des plaques Africo-eurasiatique. Des manifestations séismiques se sont enregistrés durant le Plio-quatenaire jusqu'à l'actuel suite à l'activité orogénique des maghrébide. La trace de cette manifestation géodynamique est argumentée par l'enregistrement des séismes d'énergie modérés à faibles.

Les études d'aléa séismiques deviennent nécessaires pour la compréhension du potentiel destructeur des séismes qui peuvent entraîner des pertes en vies humaines, ainsi que des perturbations sociales et économiques. Les dernières communications en ce domaine montre le défi approuver par la prévention séismique permettant de sécurisé des écosystèmes et les aménagements à réaliser au Nord-ouest de l'Algérie".

Pour l'étude d'aléa séismique de la région d'Oran, nous avons utilisé les données du catalogue séismique régional du nord-ouest Algérien réalisé au sein de l'équipe des Risques Naturels et Géologiques de l'Université d'Oran 2.

Ce catalogue est publié par Belayedi et Nadji. (2017), qui couvre une superficie délimitée par les longitudes  $[-2^{\circ}W, 1^{\circ}E]$  et les latitudes  $[34^{\circ}N, 37^{\circ}N]$ . De cette référence nous avons sélectionné 286 événements séismiques pour constituer la base de données pour notre travail qui englobe trois zones de l'Oranais (zone-1, 2 et zone -4). La période d'observation séismique considérée et notamment instrumentale, qui couvre plus d'un siècle entre (1900-2016).

Associée à cet inventaire nous avons introduit la carte séismotectonique régionale pour fixer l'information séismique dans un contexte géo spatial. Cette opération nous a permis de mieux considérée l'état de l'aléa séismique régional.

Les méthodes proposées dans notre travail concernent la modélisation de l'aléa régional par deux voies complémentaires (probabiliste et déterministe). L'élaboration de Ces approches, a nécessité un travail de compilation et de synthèse de différentes données séismiques. Pour atteindre notre objectif concernant la thématique des aléas séismiques nous nous sommes basés sur la caractérisation et la localisation des sources séismiques, pour arrêter les fréquences de récurrence séismiques estimés par des relations mathématiques dérivant du domaine de proba-statistique.

## Introduction générale

---

Dans la pratique, nous avons utilisés des modèles physiques conceptuels qui ont contribués, associée au (SIG), à définir notre produit d'équipe concernant la résolution de PSHA et DSHA.

Les techniques utilisés dans notre investigation sont simples et concluantes (Excel, tableur et programmes de cartographie). Une carte thématique d'aléa et mieux concrétiser la formulation des relations algébriques qui répondent aux paramètres séismogènes de l'aléa séismique.

Cette introduction constituera une étape fondamentale pour la cartographie des risques séismiques, pour atteindre cet objectif on a subdivisé ce travail en quatre chapitres.

En fin, ce travail achevé par une conclusion générale qui résume les résultats de ce modeste travail.

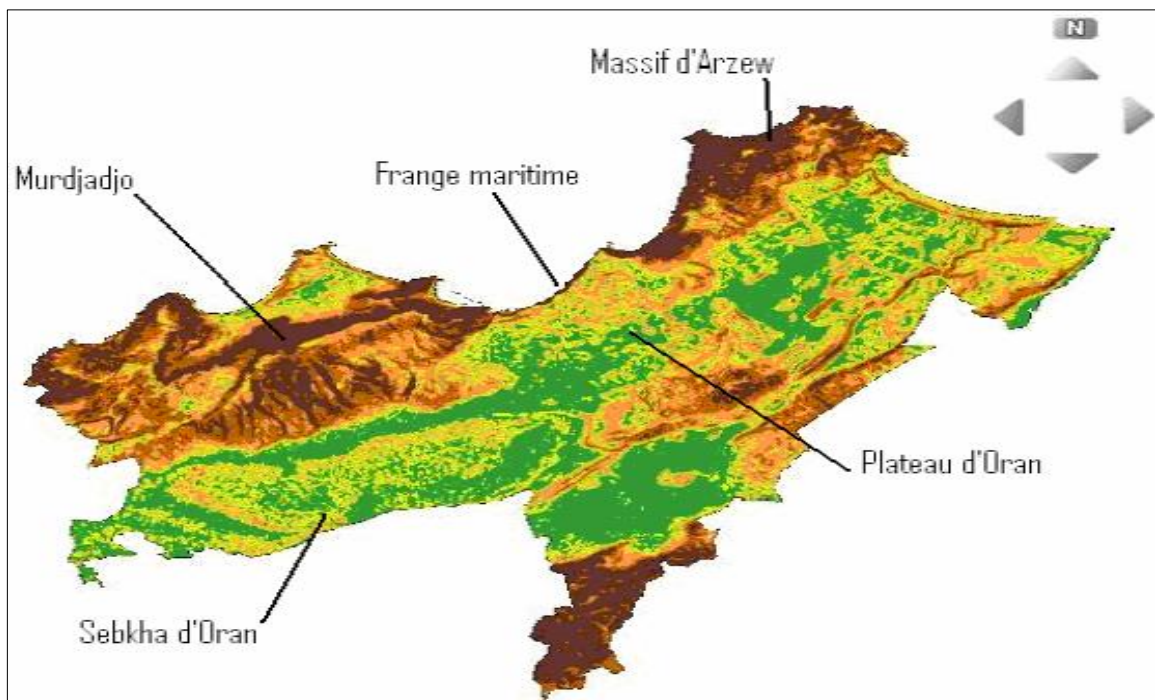
# **Chapitre I : Présentation générale du** **secteur d'étude.**

- I. Cadre géographique général**
- II. Cadre géologique général**
- III. Cadre structural**



## I. Cadre géographique général :

Oran, surnommée « la radieuse », est la deuxième ville d'Algérie et une des plus importantes du Maghreb. C'est une ville portuaire de la Méditerranée, située au nord-ouest de l'Algérie, à **432 km** de la capitale Alger, et le chef-lieu de la wilaya du même nom, en bordure du golfe d'Oran, (<http://www.wilayaoran.dz>). La Wilaya d'Oran, est étroitement liée à la structure géologique tellienne constituée par une succession de massifs montagneux (côtiers et sublittoraux) et de plaines faiblement ondulées (Fig.01) sont constitués par les Monts d'Arzew, le Murdjadjo et le Djebel Santon qui plongent en direction du Nord, Sud et Sud-Est, in Benabdellah (2011).



**Fig.01** : Présentation géographique de la wilaya d'Oran Benabdellah, (2011)

## Chapitre I                      Présentation générale du secteur d'étude

---

- **Limitées territoriales :**

La wilaya d'Oran s'étend sur une superficie de **2.114 Km<sup>2</sup>**, délimitée territorialement selon la Loi N° 84/09 du 04 Février 1984 portant Organisation Territoriale des Wilayas comme suit : Au Nord par la mer Méditerranée ; Au Sud-est par la wilaya de Mascara ; A l'Ouest par la wilaya d'Ain Témouchent ; A L'Est par la wilaya de Mostaganem ; Au Sud par la wilaya de Sidi Bel Abbés (Fig.02).

- **Les coordonnées géographiques d'Oran, Algérie :** dans le système global de coordonnées WGS 84/UTM

- **Latitude :** 35°41'27" Nord

- **Longitude :** 0°38'30" Ouest

- **L'altitude par rapport au niveau de la mer :** 109 m (<http://dateandtime.info/fr>)

Le domaine qui fait l'objet du présent travail correspond à la zone du littoral oranais (Fig.02). Ce dernier occupe la partie marginale du Sahel occidental de l'Algérie du Nord caractérisé par une tectonique et sismicité actives, les terrains de cette zone s'organisent en un système de horst et graben bien connu à l'échelle régionale .Le littoral oranais s'étend sur une longueur d'environ **448 km** et présente une largeur de **50 km**. Il couvre partiellement ou en totalité les régions suivantes: Tlemcen, Ain-Temouchent, Oran, Mostaganem, Relizane, ainsi que la région de Chlef, in Mekebret. I (2017).

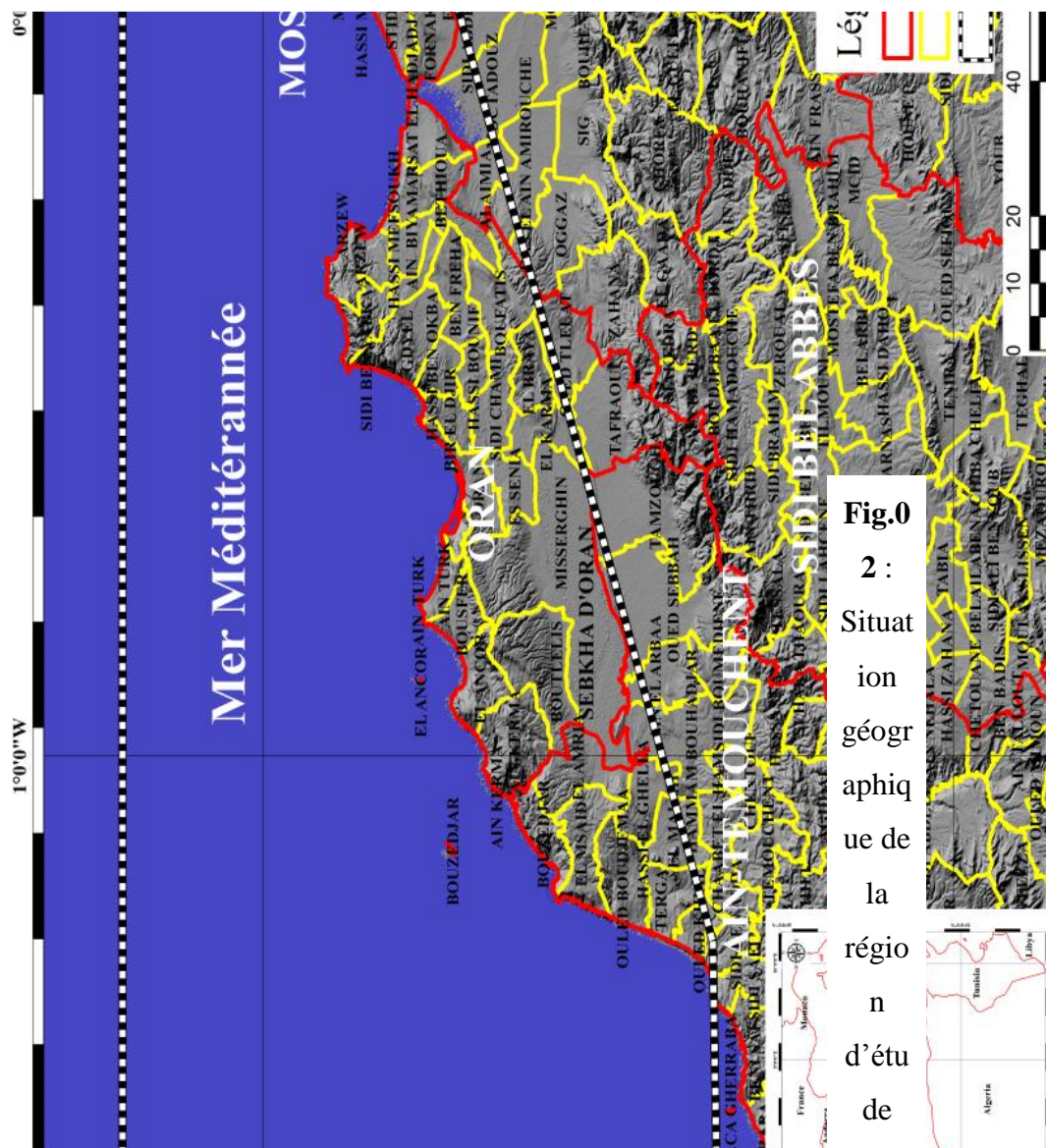


Fig.0 2 : Situation géographique de la région d'étude de (MNT)

**II. Cadre géologique général :**

Le littoral oranais occupe la partie marginale du Sahel occidental de l'Algérie, dont l'activité tectonique est intimement liée à une sismicité modérée. La synthèse géologique de ces terrains montre que le substratum de la région s'organise en un système de horsts (Djebel Murdjadjo) et de grabens (Mers El Kébir) référence Nadji (2010).

Le littoral est un chapelet de petits massifs schisteux secondaires, séparés par des plateaux néogènes et quaternaires. C'est une zone assez élevée, très abrupte, entourée de plaines basses subsidences. Selon Thomas (1985) et les autres auteurs (Fig.03), la région concernée comprend les grands ensembles suivants :

## **Chapitre I                      Présentation générale du secteur d'étude**

---

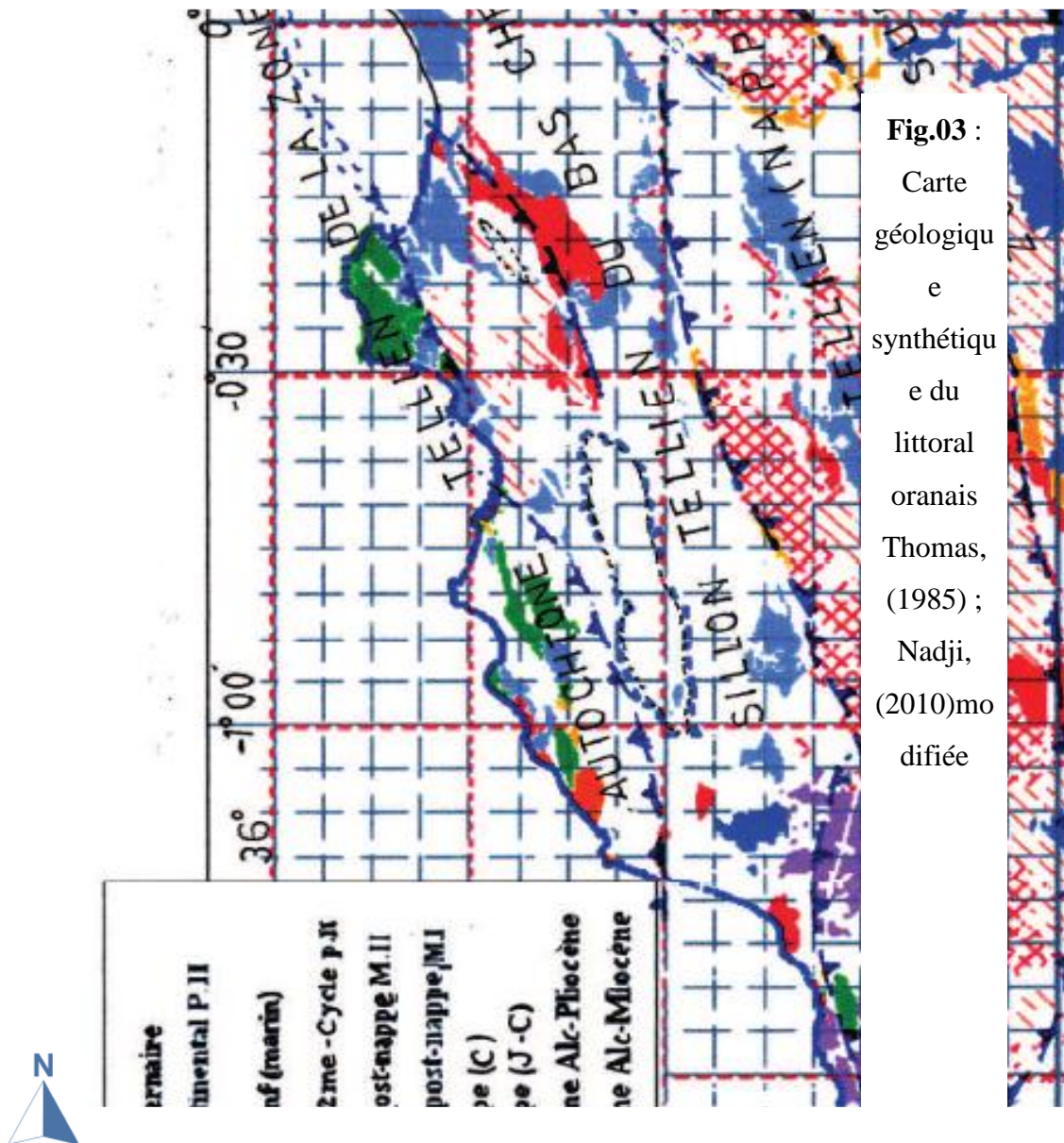
– Le Tell septentrional qui est marqué par la présence de formations paléozoïques et mésozoïques (calcaires et schistes) formant les massifs littoraux autochtones (Monts Murdjadjo, Djebel Khar, Andalouses) ainsi que le plateau d'Oran séparent la dépression de la Sebkha d'Oran de la Mer Méditerranée qui eux-mêmes sont recouverts parfois de croûtes calcaires, de limons et de dunes quaternaires (fig.04).

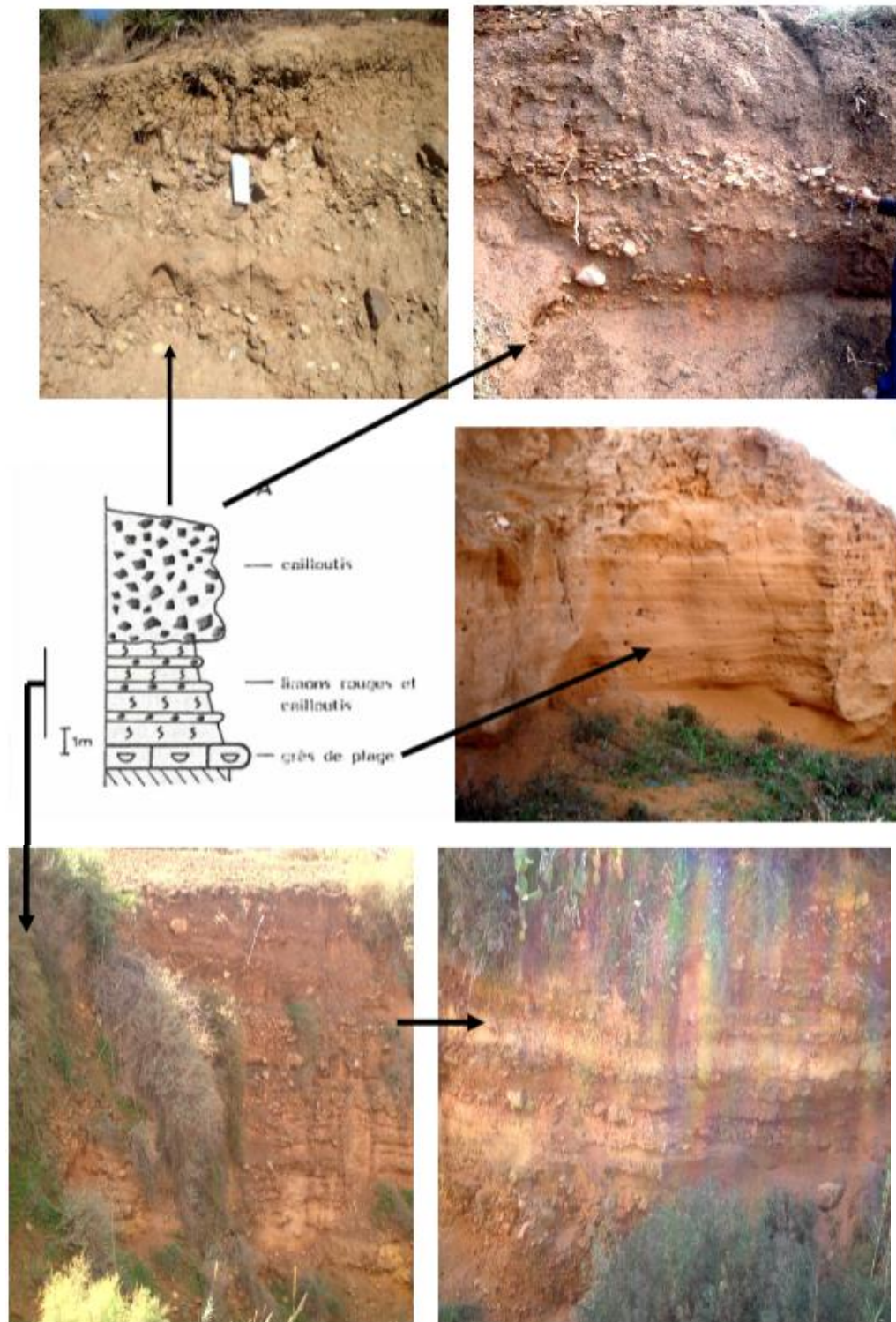
– Plus au Sud, les vastes dépressions remplies de formations surtout détritiques, constituent ~~les plaines de la Mléta et de la Habra~~. Ces dépressions rejoignent vers l'Est, la plaine du Chéelif.

– Le Tell méridional est constitué par une série de massifs qui forment les Monts de Tessala, et les Monts d'Ouled Ali et Béni Chougrane. Ces massifs montagneux, constitués en majorité d'épaisses séries carbonatées du Paléozoïque, marquent la limite méridionale des nappes telliennes d'unité allochtone.

– Enfin, plus au Sud, en bordure des Hauts Plateaux, les calcaires et dolomies du Lias forment les Monts de Tlemcen, les Monts Daïa et les Monts de Saida. Dans les Monts Daïa, ces formations sont recouvertes par les séries crétacées où dominent marnes et grès Blavoux et Collignon (1986).







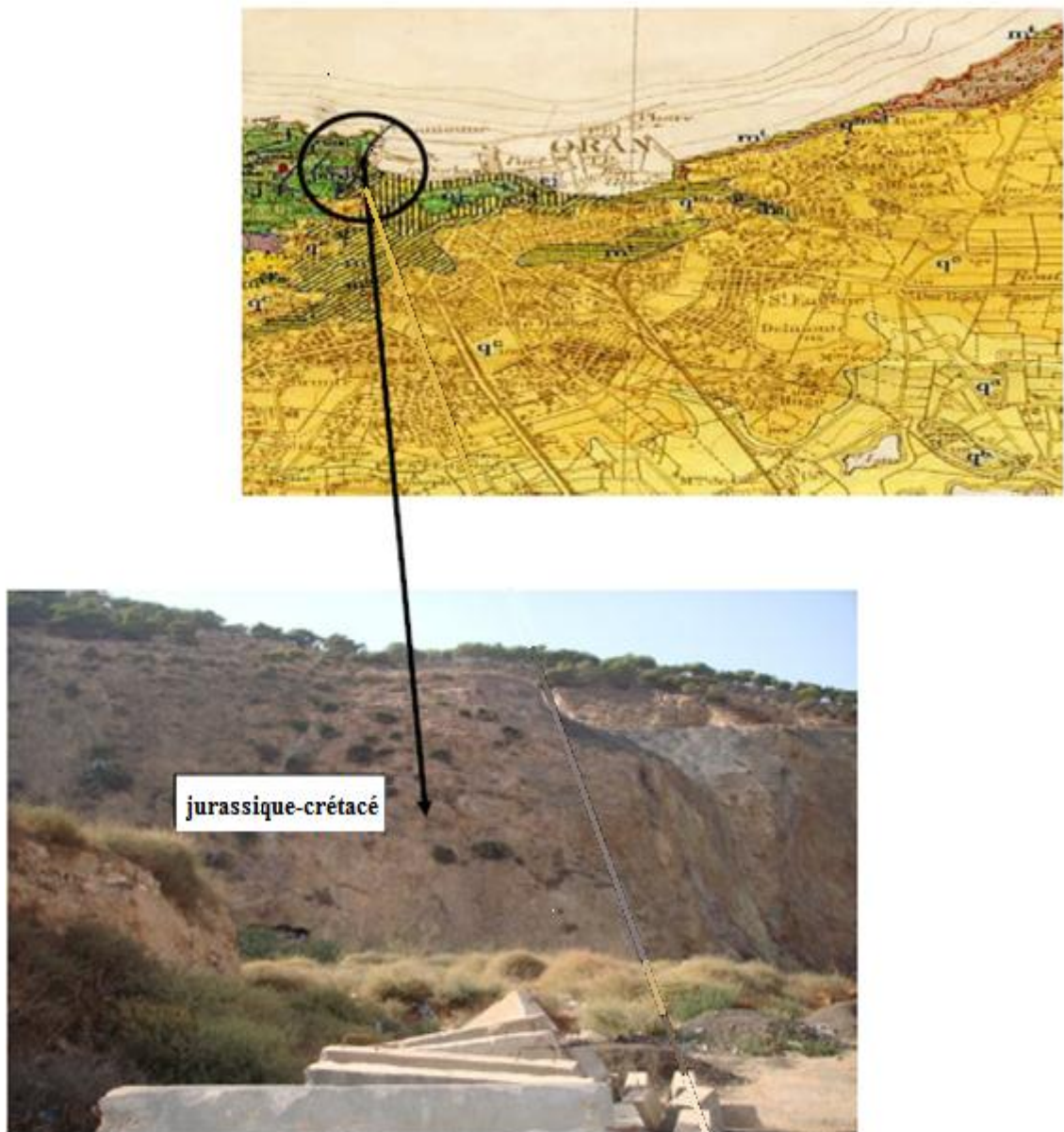
**Fig.04:** Coupe géologique dans la région du port de Kristel (Thomas, 1985)



## Chapitre I      Présentation générale du secteur d'étude

---

Au sujet de formations relevant du Miocène, particulièrement le Tortonien et Messinien, elles sont très largement représentées dans toute l'Oranie. Le Miocène s'exprime par une sédimentation principalement marneuse (Fig.05) référence Benabdellah (2011).



**Fig.05** : Formations du jurassique à crétacé affecter par une faille actif (de la Calère d'Oran)  
in Benabdellah, (2011).

### **Morpho-structure du Murdjadjo :**

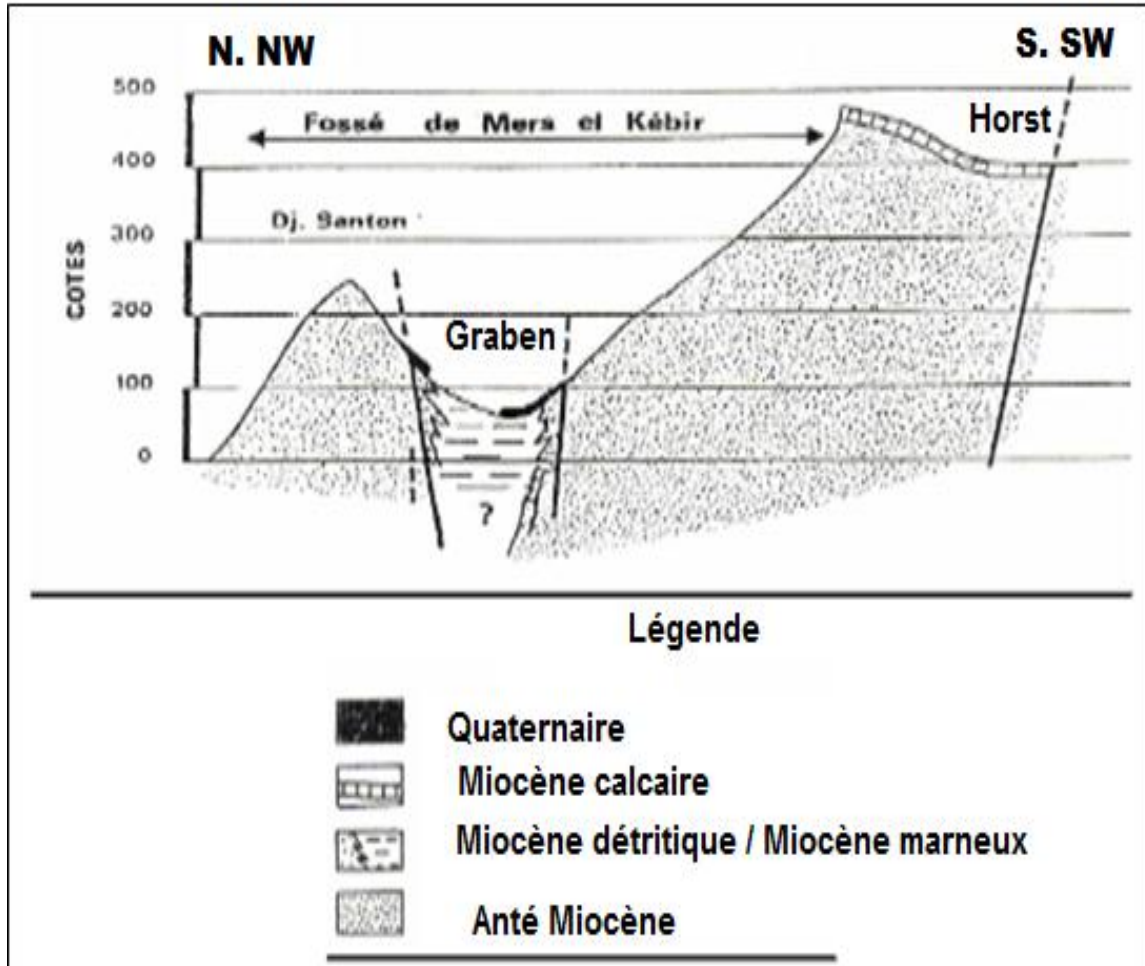
Le Djebel Murdjadjo est situé à l'Ouest de la Ville d'Oran, il est considéré comme un horstrégionale qui s'allonge sur une longueur de plus de 40 Km et d'une largeur de 15 à 20 km. Ce massif constitue un substrat rocheux métamorphisés et couvert par des formations Néogène et le Plio-Quaternaire où d'important mouvements en bouleversés par de violents, paroxysmes actuel (Orogénèse Magrébides). L'aplanissement des édifices morpho-structuraux est évident ; encadrés par plusieurs gradins et des plaines littorales. A l'heure actuelle on enregistre plusieurs secousses telluriques qui se manifestent sur le long de la marge littorale témoignant ainsi l'instabilité de cette région, l'effet tectonique est lisible sur terrain et sur carte par le facteur géodynamique de subsidence.

Le massif de Djebel Santon garde encore la trace des failles transversales et longitudinales qui encadrent la physionomie de la baie de Mers El Kébir (Fig.06).

Ces entités structurales d'âge Miocène et Plio-quaternaire, dessinent une coupe géo-structurale régionale qui fait apparaître la puissance des efforts tectoniques classiques et contemporaines. Le modèle tectonique ici adapté est celui du horst-graben gouverné par un grand cisaillement dextre qui affecte la marge littorale oranaise in Nadji (2010).

Le mouvement prédominant dans la région est la surrection des reliefs (Horst) et subsidence des dépressions (Grabens) à des altitudes différentes. Notant qu'au niveau du Murdjadjo, les altitudes occupées par les terrasses calabriennes varient de 30 m jusqu'à 378 m ce qui prouve que la tectonique verticale est vraiment active.





**Fig.06** : Coupe géologique du grand fossé de Mers El Kébir SOCOTEC (1986), Modifiée.

## III.    Cadre structural :

La région d'étude comprend plusieurs paramètres tectoniques constituant la source sismique régionale. Les principales directions observées sont d'ordre 3 notant respectivement : **N010 – 020° E, N050 – 070° E, N090° E et N140°E**. Ces directions se trouvent dans toute l'Algérie du Nord (Fig.07) :

**1. La direction N010 –020°E:** Son jeu a été mis en évidence dans les massifs littoraux oranais au cours du Miocène. Elle correspond à de grands décrochements transverses à jeu senestre Glangeaud,(1951) ; Dubourdiou, (1960-1962) ; Andrieux et al. (1971) ; Thomas, (1985).

Dans le bassin du Bas Chélif occidental plusieurs zones de ce type s'individualisent : le bassin de la sebkha est encadré à l'Ouest par le linéament de Djebel Lindles – Djebel Remaylaqui correspond à la limite occidentale des bassins synchro-nappes alors qu'à l'Est nous avons le linéament du Djebel Khar– Tamzourah qui provoque une forte inflexion des structures sur le versant nord des Tessala, Fenet (1975). Ce dernier accident met les séries paléozoïques du Djebel Khar et les marnes du premier cycle Miocène post nappe en contact(Fig.08).

La coupe, levée par Gourinard (1958) commence dans des sols rouges d'altération, sous lesquels apparaissent les dunes calabriennes, elles-mêmes reposant sur les lumachelles du même âge. Cet ensemble, discordant sur un substratum constitué de Miocène supérieur, bute par faille contre le Permo-Trias de la Montagne des Lions (Fig.08). A ce niveau, les sédiments miocènes sont représentés par des grés plus ou moins conglomératiques riches en balanes, Clypéastres et grands pectinidés. Par endroits, ces dépôts peuvent englober des blocs de conglomérats permo-triasiques de plusieurs mètres cubes.

**2. La direction N050–070°E:** C'est la plus remarquable, car elle détermine l'allongement du bassin du Bas Chélif et de son obliquité par rapport aux édifices telliens, cette direction est celle de la sebkha. Elle se matérialise par des plis et des failles inverses associés G. Tomas (1985).

**3. La direction E–W etN140°E :** conformément à ces deux directions s'ordonnent des failles fréquemment associées à des structures plissées. Les accidents majeurs EW dont celui de Boutlelis découpe le bassin du Bas Chélif. Alors que les failles N140°E, sont à l'origine des décalages dextres rencontrés dans les structures plissées orientées SW-NE elle

marquer l'effet de distension à l'échelle régionale, comme elle pourrait être à l'origine d'une activité sismique référence Hatzfeld et al. (1977).

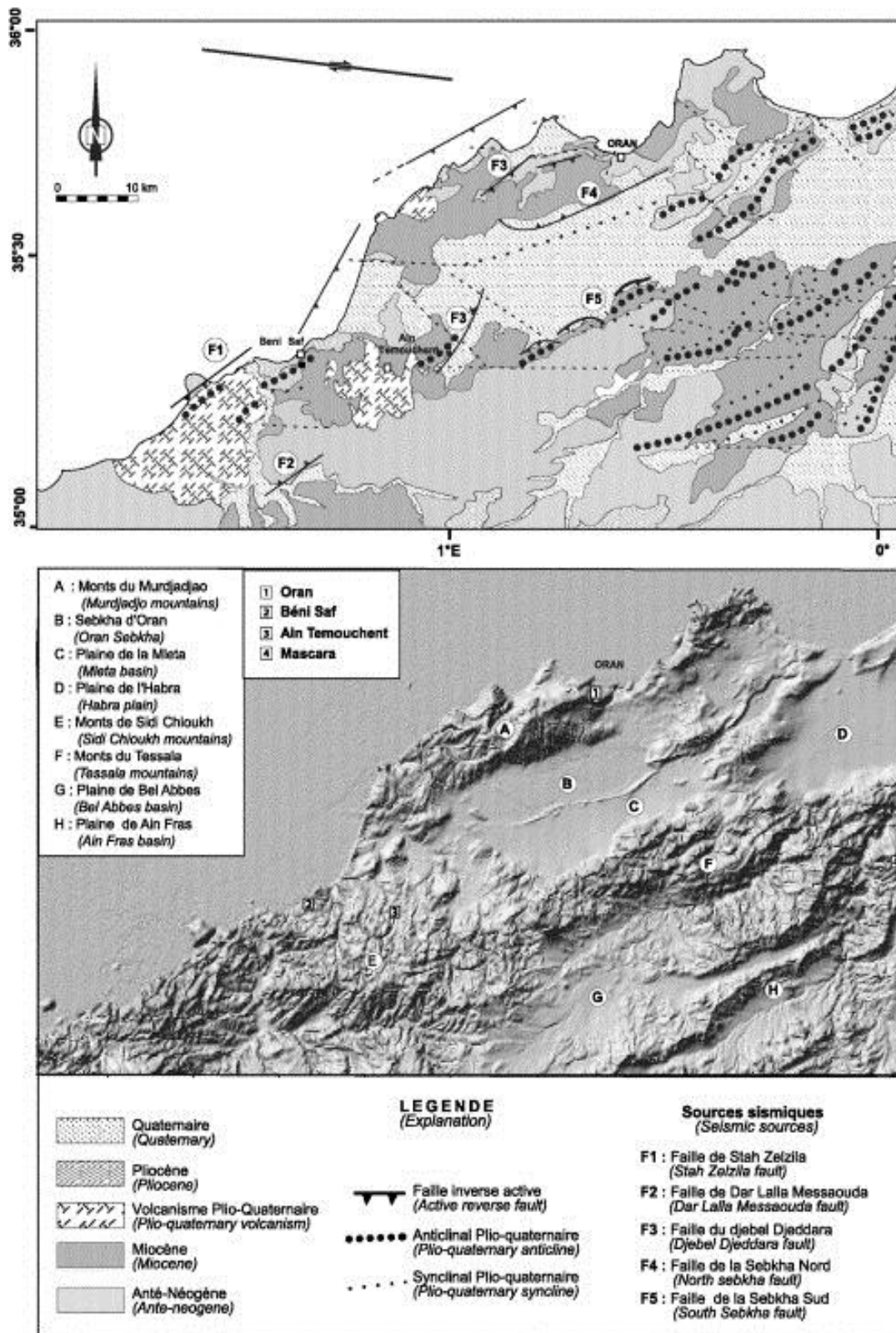
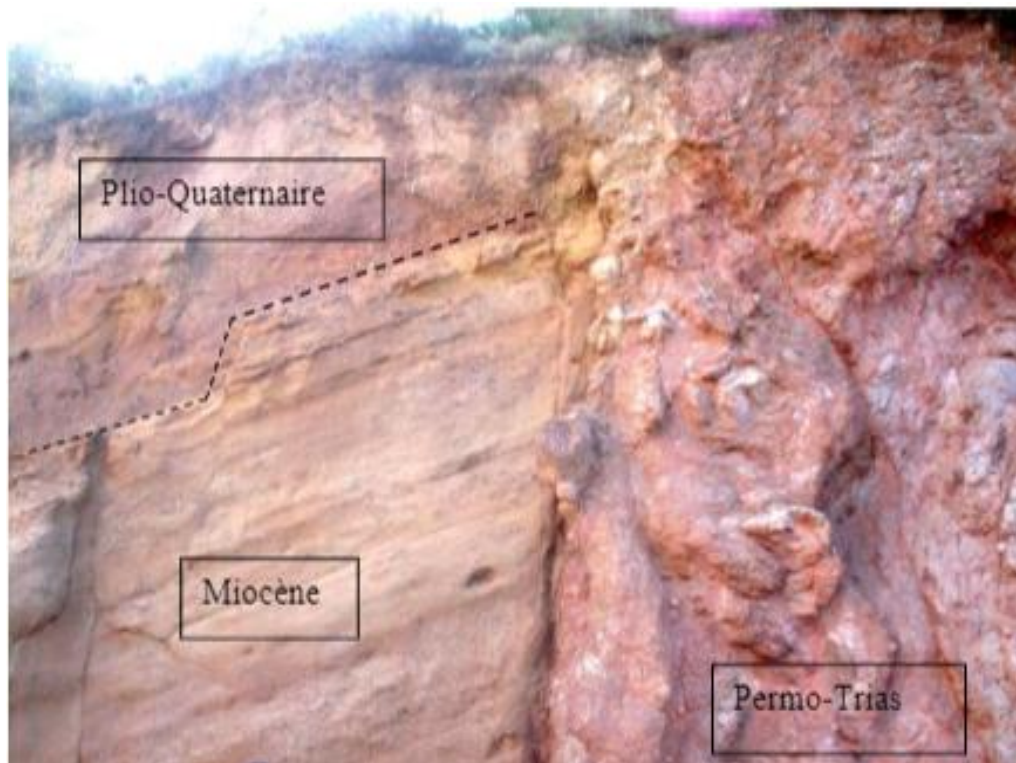


Fig.07 : Les accidents actifs de la région oranaise (en haut : structures actives ; en bas : MNT)

Yelles-Chaouche et al. (2004)



**Fig.08** : Contact anormal "Miocène –Permo-trias" (Montagne des Lions) référence Gourinard, (1958)



## Chapitre I                      Présentation générale du secteur d'étude

---

Le littoral oranais a subi des phases de sédimentation et de tectonique qui ont eu pour effet de découper les massifs littoraux en horst et en graben selon trois familles d'accidents verticaux référence Fenet, (1975) : (Fig.09)

1. L'accident tectonique le plus important affecte le bassin néogène et sebkha encadré par des failles de direction **N060°** référence Perrodon,(1957). Cet auteur a démontré l'effet de subsidence messénienne au sein du sillon sub-tellienet les accidents transversaux d'Ain Franine - Arbal(Fig.09), qui a joué le rôle d'axe de basculement des grandes dépressions tel que la sebkha d'Oran et les Salines d'Arzew.

Le rejet horizontal est important qui met en évidence le décalage des anticlinaux affectant les formations du Pliocène inférieur affleurant en bordure Est de la Sebkha, environs 5 Km.

2. Une deuxième direction régionale **N020°** Glangeaud, (1951) détermine des structures souples à grand rayon de courbure, telle quel'accident de Bousfer, qui sépare le Murdjadjo de Djebel Santa-Cruz à l'Ouest du plateau d'Oran.

3. Une troisième famille d'accident orientée **N080°** est à l'origine du fossé de Mers-El Kebir (Fig.06). Le massif du Murdjadjo est décrit par plusieurs auteurs Fenet, (1975) ; Thomas, (1985) ; Maghraoui, (1988) comme étant un pli de type rampe-décollement (les cours RG-2019) au flanc Nord, nous repérons des accidents de type normal surtout observés au niveau de la dépression de l'Oued Sidi Hammadi et Mers El Kébir.

Le flanc Est du massif oranais est limité par un accident d'orientation **N050°- 055°SE** dont l'histoire remonterait au Miocène moyen qui met en contact le Miocène supérieur par rapport à l'entité antérieure à schistosité d'âge Jurassique-Crétacé (Fig.05).



# **Chapitre II : Séismicité historique régionale** **de l'Oranais**

## **Introduction**

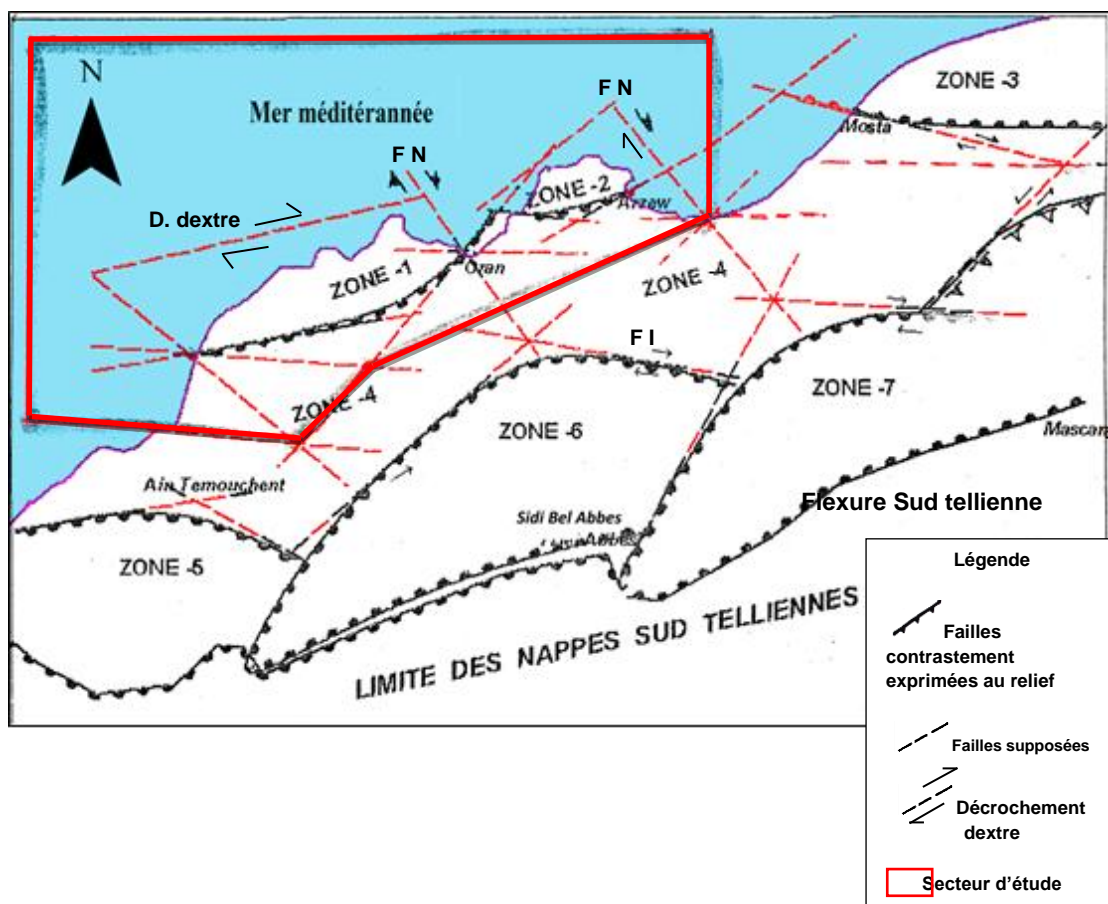
- I. La séismicité historique de la région d'Oran**
- II. La séismicité actuelle (instrumentale) de la région**

## **Conclusion**

## Chapitre II Séismicité historique régionale de l'Oranais

### Introduction :

La région d'Oran s'inscrit dans un contexte sismo-tectoniquement instable. L'étude structurale montre l'existence d'une structure complexe qui dérange la compréhension de la géodynamique régionale (Fig.10). Du point de vue géomorphologique la région d'Oran est étalée sur une marge passive du littoral depuis les massifs côtiers d'Arzew jusqu'au relai du Murdjadjo et des Andalouses marquant de forts gradients de pente avec des paliers étagés qui s'allongent selon un système de rampes tectoniques. Les données séismologiques de cette région indiquent une activité séismogènes importante et plus ou moins irrégulière qui affecte les terrains tertiaires et Plio-quaternaires. En effet la région d'Oran se caractérise par une structure géologique complexe où plusieurs unités géo-structurale sont identifiées dont notre secteur d'étude comprend deux unités marginales de la **zone1** et la **zone 2** in Nadji (2010).



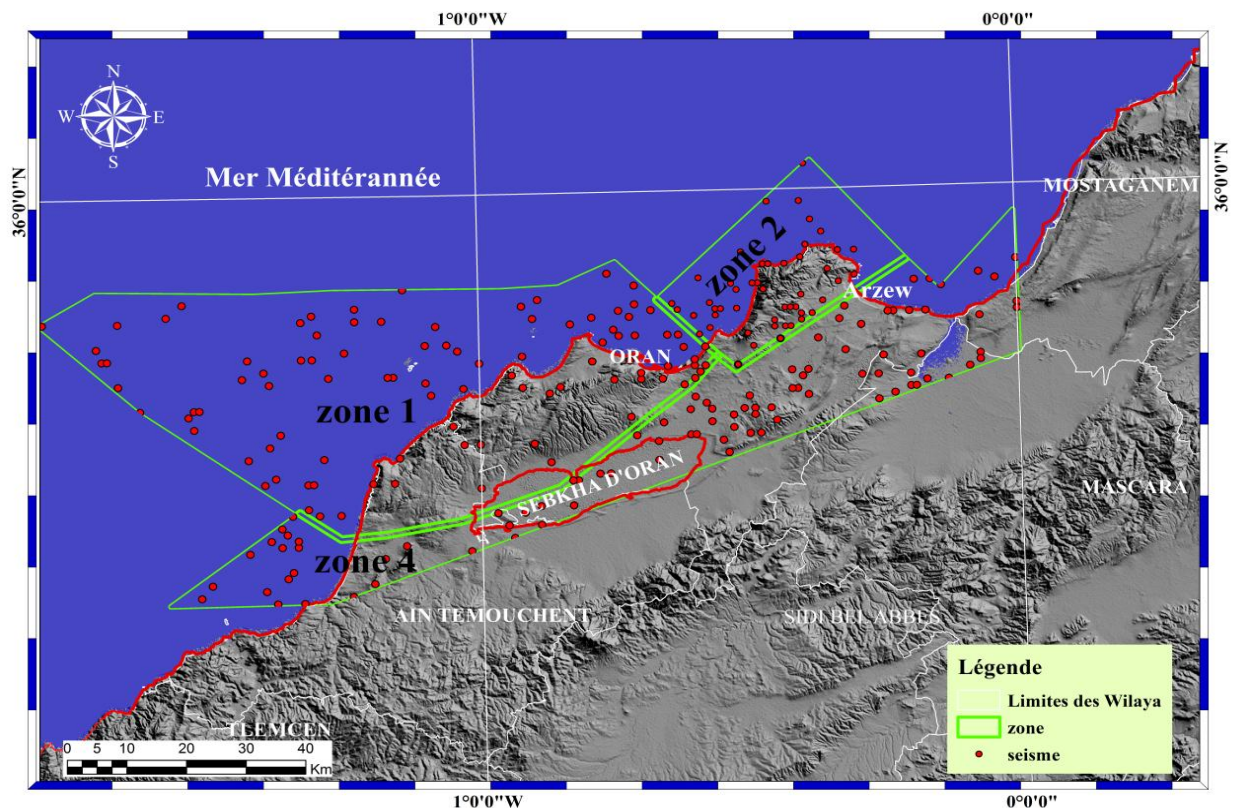
**Fig.10** : Carte séismotectonique synthétique de la régionale d'Oran Nadji, (2010). Modifiée



## Chapitre II Séismicité historique régionale de l'Oranais

### I. La séismicité historique de la région d'Oran :

Les massifs côtiers du secteur d'étude oranais sont exposés aux risques sismiques depuis l'ancienne histoire géologique de la région (Fig.11). L'activité sismique envisagée paraît d'être qualifiée régulière, plus ou moins modérée, associée à quelques rares séismes historiques importants. Plusieurs tremblements de terre se sont enregistrés au sein de la région ; tels que l'événement d'Oran 09/10/1790 atteignant une magnitude  $M=7.5$  avec une forte intensité  $I_0=X$  et celui de Mascara: du 18/08/1994 de magnitude  $M= 5.7$  in Bezzeghoud & Buforn (1999). Par ailleurs un dernier événement sismique notable c'est manifestée à la côte oranaise : séisme du 06/06/2008, de magnitude  $M=5.5$ , focalisée à 20 Km le Nord-Est de la ville d'Oran, marquant ainsi plusieurs traces sismiques sur terrain ; malgré sa faible intensité ( $I_0 :V-VI$ ) affectant la **zone-2**, références travaux de Nadji, (2010). La localisation épiscopale d'IGN le planta près d'un ancien épiscopale équivalent à l'événement daté le 12/12/1959 selon le catalogue régional de la séismicité Benhallou, (1971). Notant bien que le dernier événement  $M=5.5$  malgré sa proximité de la ville d'Oran, n'a occasionné aucun dégât notable dans les sites marginaux.



**Fig.11** : Carte des épiscopales sismiques du secteur d'étude période (1900-2016) catalogues sismiques in Belayedi et Nadji, (2017)

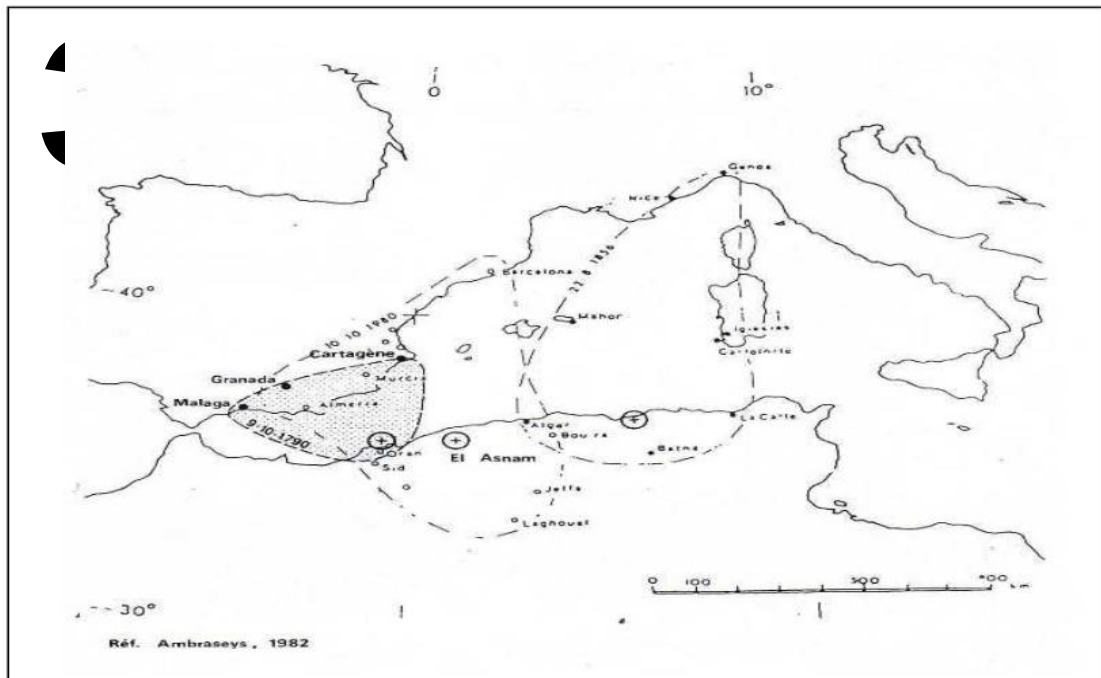
## Chapitre II Séismicité historique régionale de l'Oranais

### I.1. Les principaux séismes historiques de la région d'Oran :

Parmi les séismes historiques les plus évoqués on peut rappeler:

#### I.1.1. Le séisme du 09 octobre 1790 : (1H, 35°7N, 0°7W)

Il fut l'un des plus désastreux des tremblements de terre signalé dans les ouvrages de macro-sismicité algérienne (Fig.12). Ce dernier a pu être ressenti au niveau du bassin méditerranéen et ce jusqu'à Malte in Benabdellah, (2011), qui reste gravé dans la mémoire des citoyens pour sa violence et les pertes humaines qui s'élevaient jusqu'à plus de 2000 personnes car sa forte magnitude  $M=7.5$  et intensité  $I_0=X$ . Ce séisme est localisé près de la côte (en mer) précisément à Djebel Murdjadjo in Nadji, (2010).



**Fig.12:** Extrait de la carte isoséiste du séisme du 09/10/1790 Ambraseys, (1982)

#### I.1.2. Le séisme du 21 Mai 1889 : (4H 15', 35°7N, 0°8W)

Le séisme s'est produit à Oran de magnitude  $M=4.6$ , ce séisme ayant provoqué la fureur des agglomérations proche du port de Mers El Kébir ainsi qu'à Sidi Chahmi et à Tlélat. En ville, quelques maisons furent lézardées, des cheminées détruites et la caserne de la douane très éprouvée, in Mokrane et al.(1994).

## Chapitre II Séismicité historique régionale de l'Oranais

### I.1.3. Le séisme de Juillet 1912 : (18H 06', 35°7N, 0°4W)

Les effets de ce séisme indiquent que l'intensité été proche de VII à Arzew, V à Renan, et III à Oran. Plusieurs répliques furent enregistrées le 24 et 25 juillet pour une magnitude  $M=5.2$  et  $M=2.8$ . Ce séisme, très violent dans la région d'Arzew, se caractérisa par un grand nombre de maisons lézardées, des meubles et objets renversés, des plafonds effondrés et un grondement sourd semble pareil à une explosion in Benabdellah, (2011).

### I.1.4. Le séisme du 12 Décembre 1959 : (35°7N, 0°7W)

Un séisme modéré se produisit à 20H00 dans la région d'Oran, St Cloud et Kristel produisant des fissures sur les vieilles habitations et causant la fureur de la population. L'intensité de ce séisme était de VII pour une Magnitude de  $M=5.2$ . L'épicentre macro-séismique se situe au large de la côte d'Oran (Fig.13). De nombreuses répliques se sont produites après le séisme majeur et ceci jusqu'à la fin Janvier 1960. Sur le terrain, une fissure de plusieurs mètres de longueur et de 35 cm de largeur fut observée. Une canalisation d'eau fut également rompue dans la ville d'Oran Benhallou et al, (1971).



**Fig.13:** Extrait de la carte isoséiste du séisme du 12/12/1959 Benhallou et Roussel, (1971)

### II. La séismicité instrumentale de la région :

En Algérie, la tectonique active, comme on vient de le voir, est localisée à terre dans la région nord du pays, plus particulièrement dans le Tell. Dans cette région frontière entre les plaques Africaine et Eurasiatique, la déformation tectonique est l'expression de la convergence actuelle de ces deux plaques. Par contre, le long de la marge, les nombreux épicentres marins confirment la présence de structures actives générant, parfois, d'importants séismes, comme ceux qui se sont produits très récemment dans la région d'Oran.

#### II.1. En effet, la marge littorale d'Oran Est a été affecter le 06/06/2008

Enregistré vers 20H.02 GMT, par un séisme localisé à 20 km de la ville, de Magnitude moyenne  $M=5.5$  et de faible intensité  $I_0$  : V-VI, suivi par 18 répliques de magnitude supérieure à 2.7 dont une dépassant la magnitude de 4, information signalée par le Centre de recherche en astronomie, astrophysique et géophysique algérien (CRAAG). L'épicentre du choc principal a été localisé au large d'Oran (Fig.14) cité in Benabdellah, (2011).

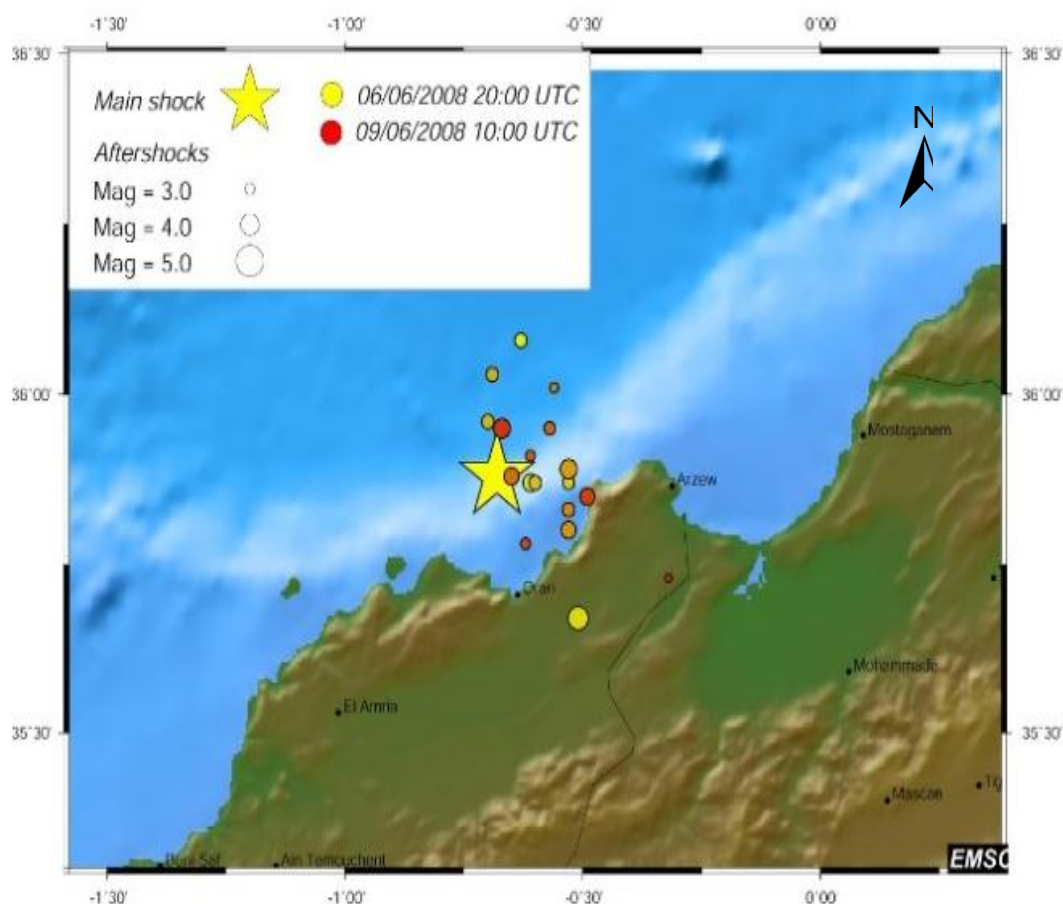


Fig.14: Carte de localisation du séisme d'Oran du 06/06/2008 (IGN 2008)



## Chapitre II Séismicité historique régionale de l'Oranais

---

Suite à cet événement une victime a été enregistrée ainsi que certains dégâts matériels se sont enregistrés avec l'effondrement de quelques habitations vétustes. Des glissements de terrain ont été, aussi, observés le long de la frange maritime avec apparition de quelques fissures sur la chaussée et les remblais (Fig.15).



**Fig.15** : Glissement déclenché suite au séisme d'Oran du 06/06/2008, plateau d'Oran près de Canastel in Benabdellah, (2011)

## Chapitre II Séismicité historique régionale de l'Oranais

---

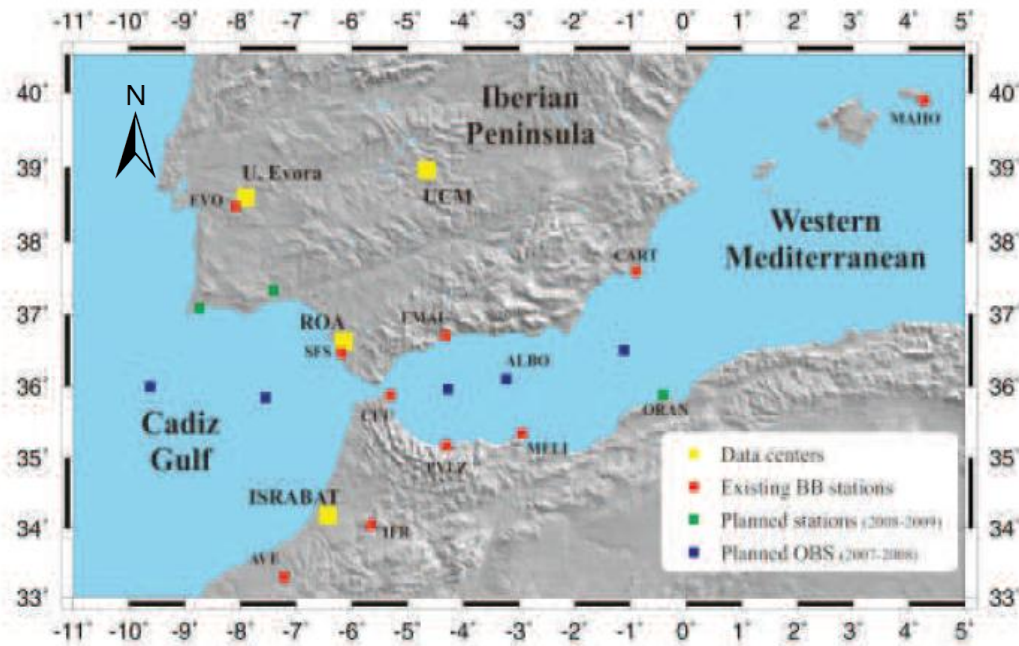
### II.2. Le 21/03/2012, à 7h41

Une secousse tellurique de magnitude 4,2 sur l'échelle de Richter a été enregistrée dans la wilaya d'Oran, a annoncé par le (CRAAG). L'épicentre de ce séisme est localisé à  $35,82^\circ$  N et  $0,64^\circ$  E (en mer), à 13 km au large d'Oran. La secousse tellurique n'a pas provoqué de grands dégâts, aucun dégât matériel ou perte humaine n'a été enregistré. Ce type de secousses est la conséquence du mouvement des plaques tectoniques occasionnées lors de la convergence des contraintes Nord-Sud évaluée à une vitesse moyenne de 8 mm par ans.

### II.3. Le 07/05/2016 ; ( $35,84^\circ$ N et $0,47^\circ$ E)

Une secousse tellurique de magnitude de 3,4 sur l'échelle ouverte de Richter a été enregistrée, à 18h36, à Gdyl, dans la wilaya d'Oran, a annoncé le (CRAAG). L'épicentre de la secousse tellurique a été localisé à 3 km au Nord-Est de Gdyl, a précisé le communiqué du CRAAG.

Aujourd'hui, la région d'Oran est le siège de l'une des quatre (4) stations régionales du réseau algérien Télémétré composé de 32 stations, dont l'Université d'Oran, a pu contribuer favorablement à la création de la spécialité option Risque Naturel et Gestion (RNG). Les chercheurs de cette spécialité sont affiliés au laboratoire de la faculté des sciences et d'univers (GEOREN). Grâce au développement technologique (GPS, géo spatial, et les réseaux sismologiques national et étrangers la donnée brute du travail thématique devient accessible via le réseau Web (internet). La recherche Scientifique universitaire devient dynamique et performante pour trouver les solutions et les programmes nécessaires au développement durable de l'information crédible et efficace en domaine d'évaluation d'aléa et de prévention sismique, qui produit des données sismologiques en temps réel qui nous permettront de renforcer la recherche sismologique et avoir une propre contribution dans les études Cosismiques sur le littoral oranais Martín Davila, et al. (2006). Cette station régionale permet de centraliser les informations collectées par six stations uni-composantes réparties à travers l'ensemble des wilayat de l'Ouest algérien et celles qui lui parviennent des stations espagnoles avoisinantes (Fig. 16).



**Fig.16** : Les principales stations du réseau large bande (W.M) et ses composantes séismiques (opérationnelles et projetées) sur la marge maghrébide in Nadji, (2010).

### Conclusion :

A l'échelle régionale, on constate que la région d'Oran, située dans la zone tellienne, est une province qui a été affectée par plusieurs événements de forte magnitude connus à l'échelle Magrébin. L'activité séismique n'est pas aussi régulière sur le long de la marge occidentale de l'Algérie car les épicentres séismiques sont répartis en des amas espacés depuis la zone orientale (Chélif) jusqu'à la zone occidentale (Ain T'émouchent).

Notant que la majorité de ces séismes est du type superficiel ce qui implique non seulement l'absence de subduction au large des côtes algériennes, mais également l'inexistence de discontinuité profonde à fort potentiel séismogènes au niveau de la marge continentale algérienne.

A l'échelle de notre secteur d'étude, peu d'études en domaine d'évaluation séismique sont effectués faute de non complétude des catalogues et la motivation scientifique concernant le plan de prévention sismique de l'Ouest algérien PPRW. Pour mieux valorisé l'aléa séismique régionale nous allons exposés toute une démarche scientifique pour résoudre le zonage sismique via les procédés et modèles probabiliste et déterministe.

**Chapitre III : Modélisation des aléas**  
**séismiques du secteur étudié**  
**(Théories et Concept généraux)**

- I. Aspects d'évaluation des aléas séismiques
- II. Pratique de l'étude d'aléa séismique



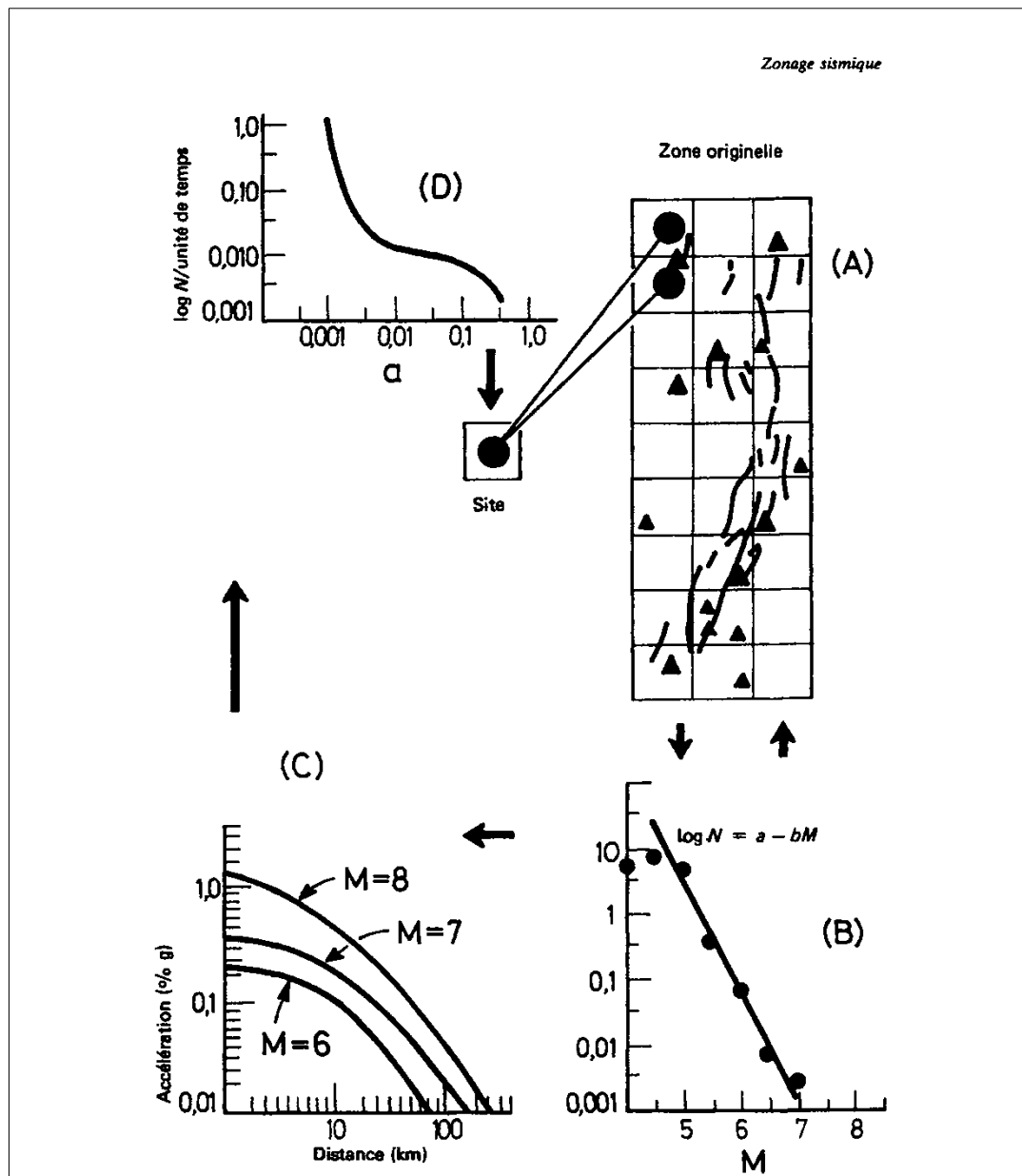
## Chapitre III Modélisation des aléas sismiques du secteur étudié

---

### I. Aspects d'évaluation des aléas sismiques

En domaine des risques sismiques on s'affronte souvent au choix de la méthode de résolution de l'aléa. Les enseignements indiquent qu'il existe pratiquement deux approches distinctes et/ou complémentaires. Ces deux approches qui dérivent en réalité de plusieurs éléments y compris la source sismique (faille et accident tectonique) et la carte sismotectonique permettant de mettre en évidence l'emplacement des sources sismiques, ainsi que les relations qui existent entre l'intensité des événements et leur fréquence (Planche.1). La source sismique porte un effet sur les sites avoisinant en fonction de la distance estimée en (**Km**) conventionnellement selon le type de la courbe d'atténuation des ondes sismiques générées lors des séismes (Références : Esteva 1973, Sadigh 1997, Laouami 2005). Notant bien que la seule distinction entre les deux approches (DSHA et PSHA) se situe au niveau de la compréhension des limites géométriques des sources sismiques et leur paramètre.

Pour résoudre cet obstacle (de limite de faille) en fait introduire la courbe fréquentielle de Gutenberg & Richter 1954 qui permet une modélisation globale du secteur étudié. Dans la pratique, nous envisageons de travailler sur les modèles physiques conceptuels et supports cartographiques (SIG), pour mieux cerner la situation des aléas et mieux concrétiser la formulation des relations algébriques qui répondent aux paramètres séismogènes de l'aléa sismique.



**Figure 1 :** Élément de la démarche méthodique de traitement d'aléa ; référence Algermissenet Perkins, (1972)

Actuellement le développement technologique en domaine informatique a permis d'accélérer les opérateurs de calcul mathématique pour avoir une meilleure résolution des matrices qui présentent les différentes formes thématiques. Le processus de développement de ces cartes se base sur plusieurs étapes successives ; réalisées à la faveur des algorithmes mathématiques binaires et scalaires.

## **Chapitre III Modélisation des aléas sismiques du secteur étudié**

---

A ce stade d'information, la réalisation d'un modèle comparable permet de résoudre l'aléa sismique d'une région ou secteur donnée, pour une durée donnée à la faveur du catalogue sismique on doit impliquer les conditions aux limites (paramètres de sources sismiques) et les coefficients séismogènes ( $\alpha$ ), ( $\beta$ ). Ces paramètres sont surtout responsables à définir les valeurs d'aléa sismiques du premier niveau proximal de la source sismique. Les autres niveaux matriciels sont opérés grâce aux formules algébriques sous l'assistance du processus de solutions en éléments finis et/ou différences finis. La concrétisation de ce processus de solution peut être opérée grâce aux programmes informatique Excel (MS).

### **II. Pratique de l'étude d'aléa sismique :**

Toute modélisation d'une thématique donnée nécessite le regroupement au-moins de trois (03) éléments essentiels :

1) Un modèle conceptuel sur lequel en place les éléments d'aléa qui sont en l'occurrence : les sources sismiques, les sites considérés linéaires ou ponctuels et les zones fragiles du secteur étudié. Ce modèle est souvent exprimé par la carte sismotectonique régionale qui englobe les failles et les conditions aux limites de l'activité sismique in Nadji, (2010).

2) Le modèle mathématique qui représente l'équation algébrique de résolution des différents seuils de l'excitation du terrain sous l'effet tellurique (tremblement de terre) affectant le secteur durant une période d'observation sismique (catalogue régionale de la sismicité). Les modèles utilisés sont réparties en deux types : déterministe et probabiliste qui évoluent selon la tendance poissonnienne qui fonctionne sous un régime tectonique actif.

3) La représentation spatiale des aléas sismiques constitue l'objectif de notre recherche après avoir arrêté la période d'observation et la courbe d'atténuation sismiques pour différents valeur (Maximale) en magnitude.

Le choix d'un modèle conceptuel appropriée est une étape fondamentale dans le processus de modélisation in Bear et al. (1992). Le modèle conceptuel schématise le comportement du système étudié en utilisant le minimum de variables ou paramètres envisagés. Lors de cette étape les données sont substituées dans leur équation pour pouvoir obtenir les valeurs (aléa sismique). L'étape suivante de cette modélisation est consacrée à la

## Chapitre III Modélisation des aléas sismiques du secteur étudié

---

transformation pratique entre le modèle conceptuel et le modèle mathématique tout en gardant constant la géométrie du domaine et l'équation d'équilibre définissant la variation du système étudié. La tâche du modèle mathématique est de synthétiser le modèle conceptuel du phénomène en terme numérique sous l'égide de formulation des cellules avoisinantes décrivant le comportement en terme de flux d'énergie. Le modèle numérique exige la réalisation d'une segmentation du secteur étudiée (discrétisation par éléments finis en tenant compte les conditions aux limites et l'état initial. Notant que conditions aux limites sont des variables connues utilisées pour résoudre les paramètres inconnus de la matrice calculée. Quant aux conditions initiales sont représenté par des variables qui expriment l'état de stabilité par des valeurs nulle.

Le modèle de transfert d'énergie choisis est un modèle de (2D) qui exprime le transfert horizontal (X, Y) de l'aléa sismique. La solution du problème de transfert énergétique revient à données des solutions de l'équation différentielle pour chaque point conceptuel (Nœud) qui permet de calculer les valeurs d'aléa en pourcentage grâce à la loi de Laplace (R.1).

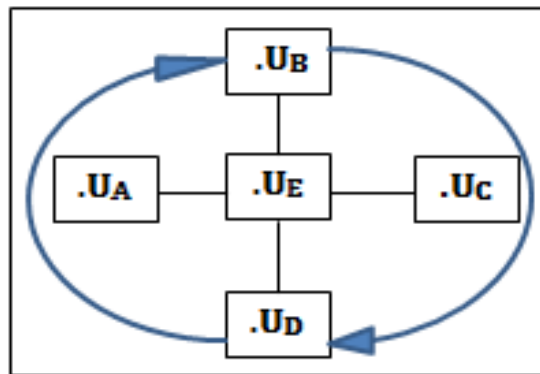
De ce fait, la simulation de la propagation horizontale de l'aléa sismique peut être réalisée grâce au calcul des différences finis ; in Finder, (1974).

Dans notre travail , nous avons opté d'appliquer ce processus de calcul d'aléa sous le support informatique l'Excel 2013 MS/Version 13 ; considéré comme un outil simple et performant. Les algorithmes mathématiques utilisés dans cette application sont notamment les éléments finis et les différences finies se basent sur le calcul différentiel au niveau de chaque cellule d'Excel. L'équation de base et cel de "Laplace" qui s'écrite :

$$\Delta u(x, y) = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0 \dots\dots\dots(1)$$

La résolution algébrique de cette équation avec ( $\Delta u(x, y) = 0 ; h = k$ ) (Fig.) est :

$$\Delta u/E = \frac{1}{h^2} [U_A + U_B + U_C + U_D - 4 U_E] \dots\dots\dots(2)$$



**Fig.17** : Schéma représentative de la moyenne pondérée des cellules d'Excel.

Le modèle de résolution de la thématique d'aléa pour chaque case de la matrice en état stationnaire revient à résoudre l'équation principale de Laplace. La discrétisation quantitative de chaque case (cellule) sur le plan géométrique (2D) est réalisée par l'utilisation du Solver, ce dernier représente la fonction d'Excel utilisée dans notre travail. Notant que le programme Excel est un logiciel de type tableur d'une suite bureautique d'appartenance Microsoft Office développé et distribué par l'éditeur Microsoft. La version utilisée dans notre pratique est celle d'Excel 2013. Cette version devient riche car elle fait intégrer plusieurs fonctions à la fois : calcul numérique, représentation graphique, d'analyse de données (notamment de tableau croisé dynamique) et la programmation adaptée avec les mise à jours du Web. Depuis sa création au début des années 1980 mais surtout à partir de sa version 5 (en 1993), Excel a connu un grand succès tant auprès du public que au niveau des entreprises.

Le programme d'Excel bénéficie réellement d'une excellente notoriété : car il devient fiable, performant et pérenne, C'est un puissant outil de visualisation car il nous a permis de résoudre notre thématique liée à l'aléa déterministe ainsi qu'à l'approche probabiliste sous la condition d'implanter la formulation algébrique pour chaque cas de situation :

❖ DSHA ;  $a(M_i) = \alpha(I) * \text{EXP}(0.80(M_i)) \dots \dots \dots (3)$

❖ PSHA;  $N_i(M_i) = \alpha * \text{EXP}(-\beta(M_i - M_0)) \dots \dots \dots (4)$

## Chapitre III Modélisation des aléas sismiques du secteur étudié

Après avoir résolu la matrice initiale pour la discrétisation de chaque cellule (conditions aux limites des sources sismiques), il serait ainsi facile de faire intégrer l'opérateur graphique pour illustrer la représentation des aléas sismiques sous forme de cartes thématiques qui répondent à notre objectif.

Généralement la conception d'une carte d'aléa sismique est une opération difficile car elle exige l'introduction de plusieurs variante d'horizons différent et à des échelles distinctes tel que la présentation académique connue par les chercheurs travaillant sur le risque sismique (Fig.18).

### III. Organigramme de la démarche d'évaluation d'aléa sismique :

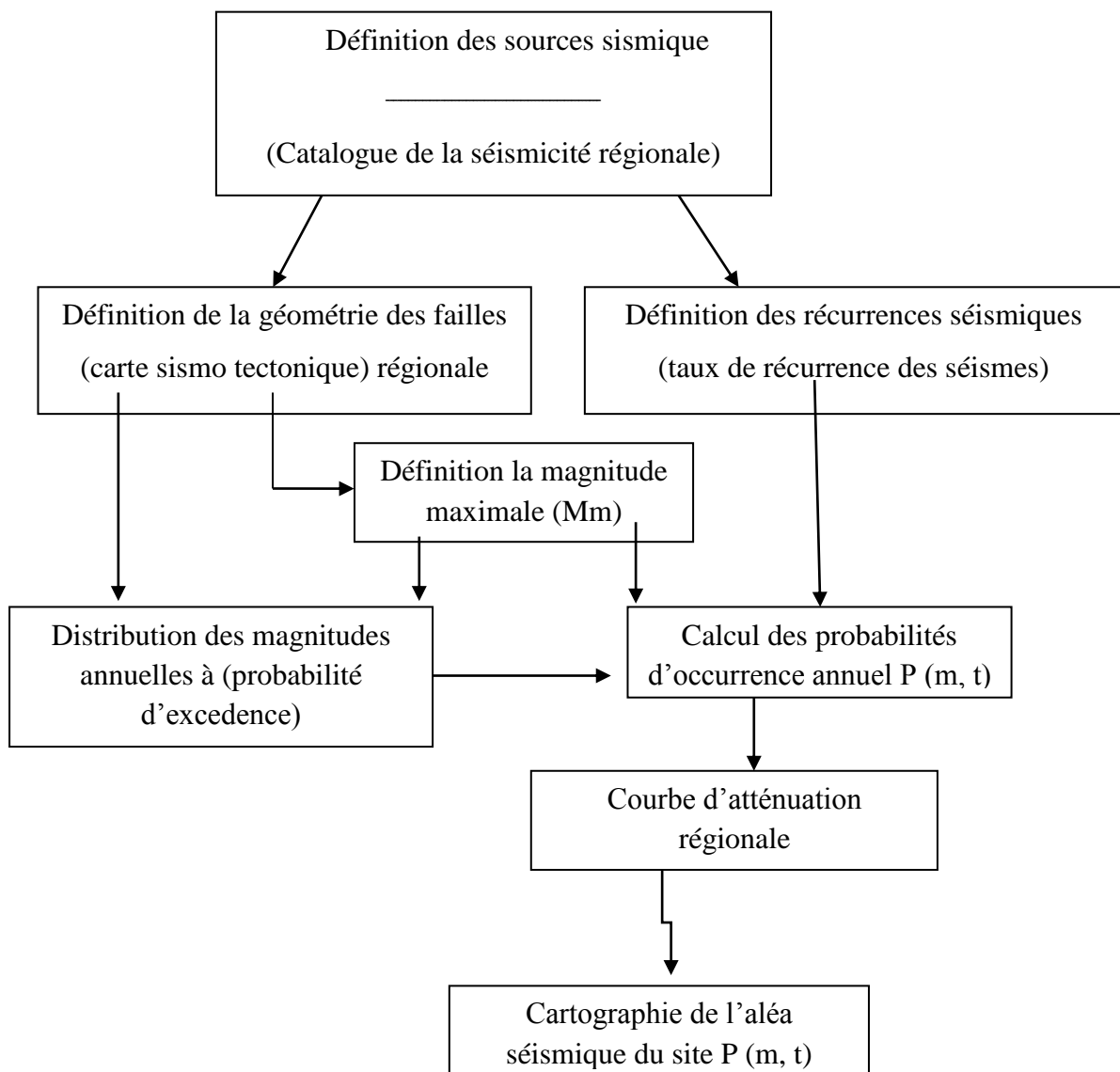


Fig. 18: Organigramme de calcul de l'aléa sismique in Nadji, (2010).

## **Chapitre III Modélisation des aléas séismiques du secteur étudié**

---

L'étude de l'aléa séismique et la définition de la force sismique représentent la première étape dans le calcul et la conception parasismique des structures.

# **Chapitre IV : Application des méthodes d'évaluation des aléas séismiques**

## **Introduction**

- I. Approche probabiliste d'évaluation d'aléa séismique**
- II. Approche déterministe d'évaluation d'aléa séismique**
- III. Cartographie thématique d'aléa séismique via les deux méthodes (PSHA et DSHA).**
- IV. Interprétation des cartes d'aléa séismiques**
  - **Cartographie thématique par l'approche probabiliste PSHA :**

## **Conclusion**



### Introduction :

Le catalogue des tremblements de terre représente la base de données de toute information liée à l'activité sismique d'une région couvrant une période d'observation donnée. Cet inventaire contribue au développement de la recherche thématique liée à la prévision et à la prévention sismique. Associée à ce catalogue s'impose la carte séismotectonique qui permet de fixer l'endroit des sources sismiques dans un contexte géo spatial conforme aux fonctionnalités du SIG. Cette opération nous a permis d'établir une cartographie thématique de l'aléa sismique de la marge littorale de l'Oranais.

Notons que la caractéristique d'un inventaire fiable à cette mission est d'avoir une information complète et homogène sur l'étendue de la période d'étude car son utilité vient toujours en amont de toute analyse statistique (inférentielle).

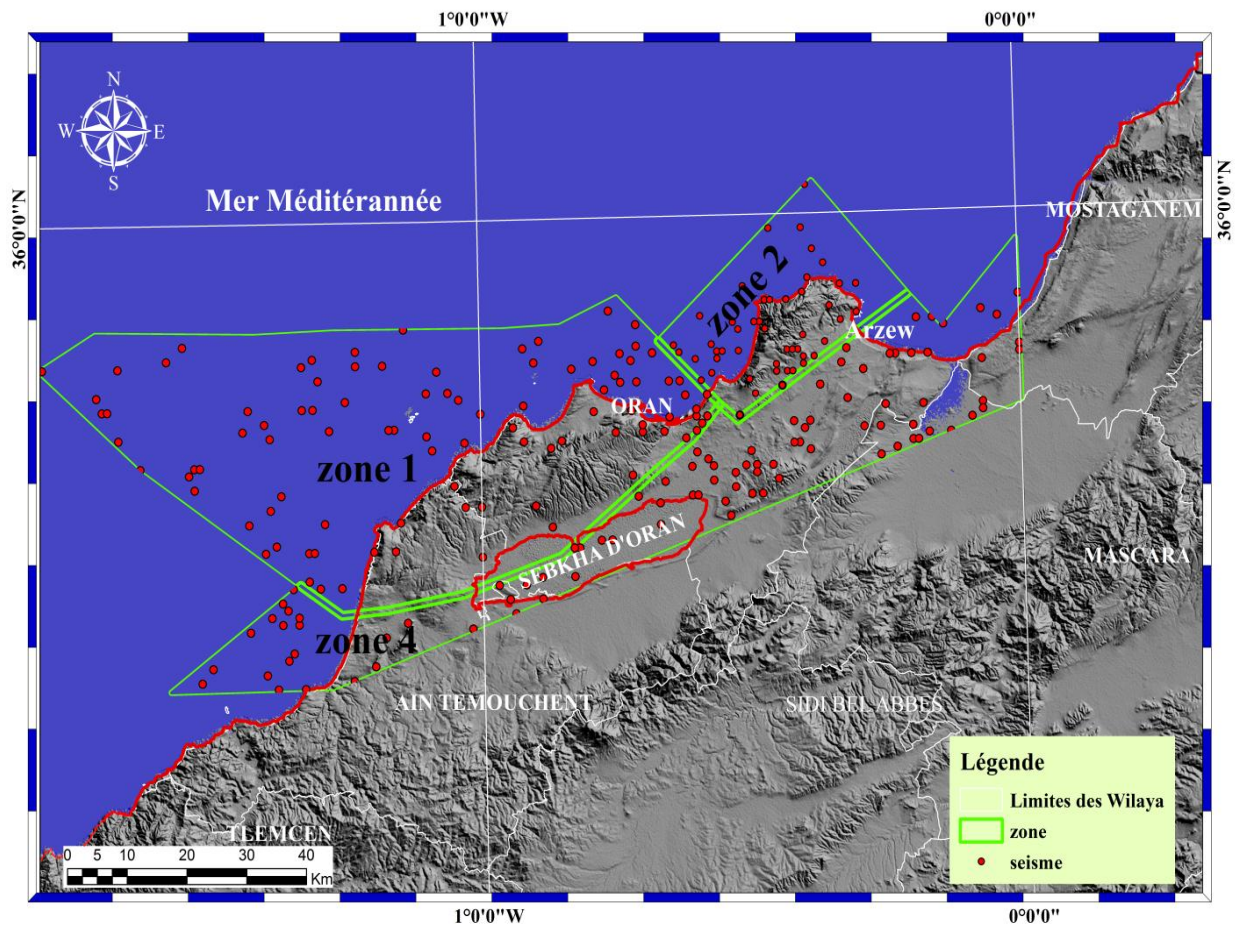
Le catalogue utilisé dans notre investigation, concernant l'évaluation d'aléa sismique, est celui de l'équipe des risques naturels affiliée au Laboratoire GEOREN de notre faculté des Sciences de la Terre et d'Univers sise l'Université d'Oran 2.

Ce catalogue est publié dans une revue Scientifique par Belayedi, Bezzegoud et Nadji. (2017). Ce catalogue couvre pratiquement l'activité sismique de l'Algérie Nord occidentale défini par les longitudes  $[-2^{\circ}, 1^{\circ}]$  et les latitudes  $[34^{\circ}, 37^{\circ}]$ . Cette référence comprend plus de 1100 évènements dont 286 séismes concernent notre secteur d'étude dans l'intention de mieux encadrer la régionale d'Oran qui comprend trois zones contiguës de la marge littorale de l'Oranais (zone-1, zone-2 et la zone-4) ; cités dans le Tableau (01), (02) et (03) en Annexes de notre manuscrit. Il est important de souligner que nous avons sélectionné de cet inventaire uniquement les données instrumentales couvrant une période d'observation qui englobe plus d'un siècle de données géo référencées entre : 1900 à 2016.

Sachant que les méthodes employées dans l'étude du risque sismique sur des données chroniques et paramétriques des sources sismiques; nous avons opté de choisir cependant les variantes spatio-temporelles et celle de magnitudes de moment 'Mw' pour analyser les données sismiques par de nouvelles approches académiques qui dérivent du domaine mathématique ; des probabilités statistiques. Les principales techniques envisagées dans ce travail intéressent notamment l'approche probabiliste et l'approche déterministe qui nous ont permis de classer les variables étudiées pour un regroupement optimal des épicentres sismiques répartis en zones et sur l'ensemble du secteur étudié (Fig.11).

Les variantes essentielles de cette étude intéressent les paramètres suivants :

- Les coordonnées épicentrales (latitudes et longitudes).
- Les dates des secousses telluriques (année - mois - jour).
- Magnitude du moment et/ou intensité sismique.
- Référence des stations de surveillance sismique



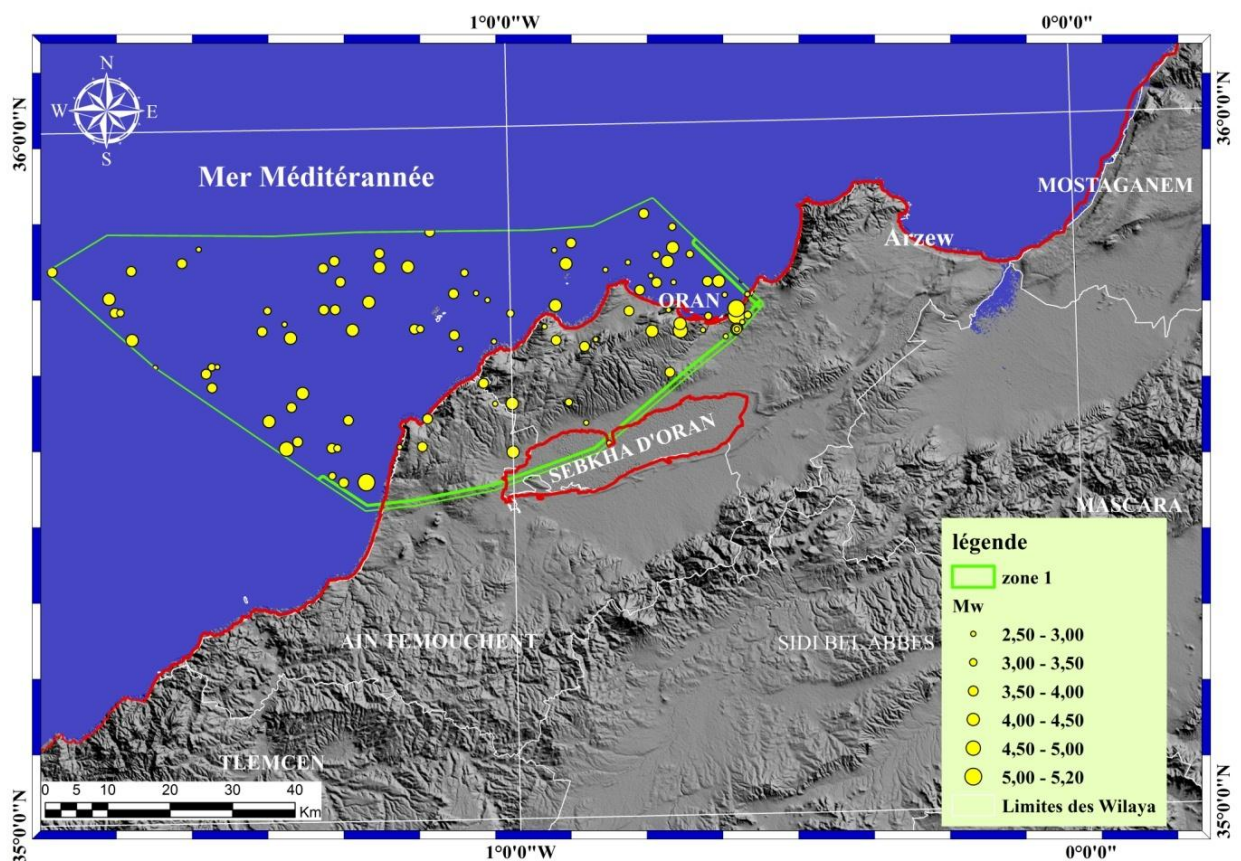
**Fig.11:** Carte des épicentres sismiques du secteur d'étude période (1900-2016)

Le travail entretenu s'attachait à plusieurs variantes telles que la localisation des sources sismiques (failles) avec l'affectation d'attributs en valeur de magnitude sismique qui correspond à sa longueur du tracé des reliefs de failles; conformément à l'identification des transformations réalisées par des relations empiriques de Wells et Copper Smith, (1994).

En second lieu, vient le choix de la méthode d'évaluation de l'aléa qui consiste à résoudre la thématique soit par l'approche probabiliste ou par l'approche déterministe :

### I. Approche probabiliste d'évaluation d'aléa sismique par zone :

La première méthode 'PSHA' consiste à calculer la probabilité de dépassement de chaque niveau d'intensité ou de magnitude sismique pour un site donné en considérant toutes les sources sismiques affectants le secteur ou zone sismotectonique étudiée (Fig.20). Quant à l'occurrence des séismes est souvent modélisée par le processus de Poisson qui exprime mieux la fréquence attendue pour une période d'observation donnée.



**Fig.20** : carte des épacentres sismiques de la zone-1 période (1900-2015)

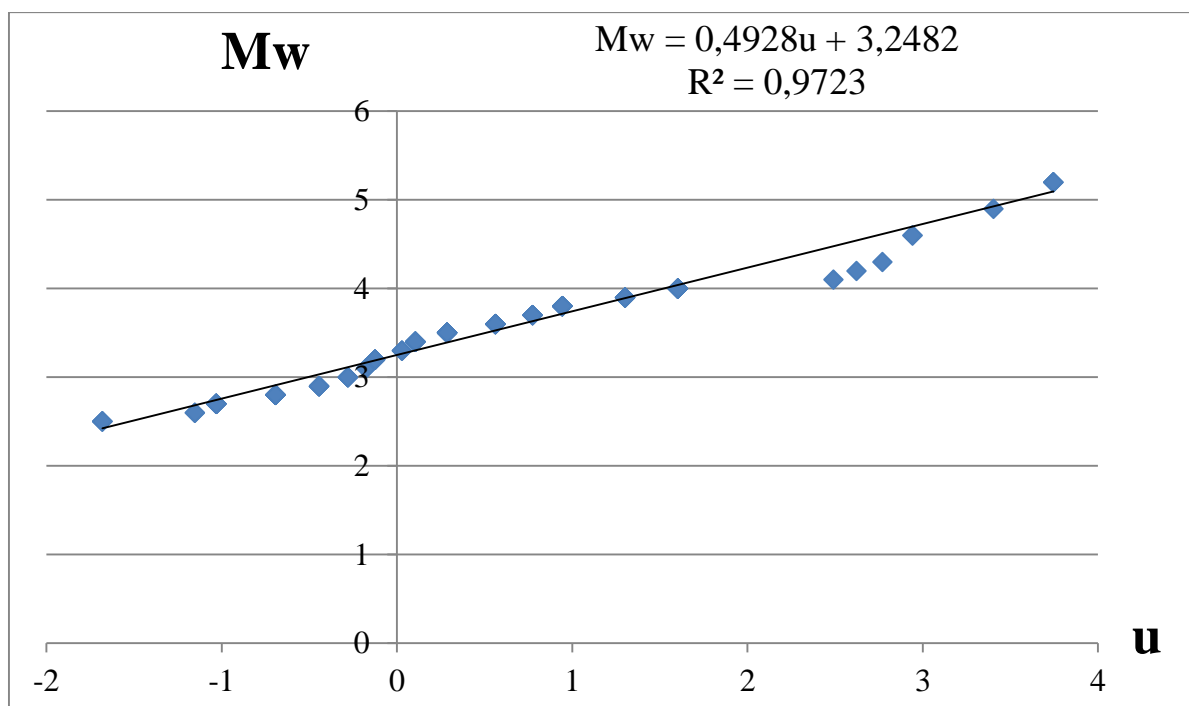
\*Les figures de carte des épacentres sismiques de la zone-2 et 4 sont cités en annexe(Fig.21) et (Fig.22).

## Chapitre IV Application des méthodes d'évaluation des aléas séismiques

Ce processus permet de calculer l'occurrence séismique  $N(M_w)$  pour des magnitudes données et/ou des accélérations (PGA), sur une surface donnée et pour une durée d'observation donnée ( $\delta t$ ). La probabilité de dépassement se calcule par la fonction du modèle choisiten amont par l'opérateur (technicien). Le résultat obtenu de ce paramètre exprime letaux d'aléa séismique mise en évidence à la faveur des courbes d'aléa séismique.

Ce paramètre séismogène est important à résoudre car il permet de justifier l'allure de courbe et l'évolution bi-variéede sa séismicité : ( $M_w$ ) en fonction des fréquences d'occurrences  $N(M_w)$  des évènements enregistrés au sein du secteur étudié.

L'évaluation de la fréquence séismique  $N(M_w)$  n'a pu être résolue qu'après traitement statistique conditionné par les artefacts méthodiques des variables aléatoires stochastiques. Dans ce contexte, nous avons appliqué la méthode statistique de Gumbel(méthode des valeurs extrêmes de Gumbel ; **GEV**)qui a permis de mieux répondre à notre exercice. Notons que cette méthode utilise la variable réduite dites de 'Gumbel' ; notée  $u = -\ln[-\ln(\pi_i)]$ , avec ;  $\pi_i = (r-0,5)/N$  ; est la fréquence d'occurrence théorique de la variable d'aléa de l'auteur 'Hazen'. Lors de la transformation des variables brutes en variables statistiques on doit ordonner les magnitudes de façon croissante afin d'obtenir un ajustement linéaire des variables, voir(Fig.23) :



**Fig.23** : Courbe d'ajustement linéaire de 'Gumbel' par le programme d'Excel.



## Chapitre IV Application des méthodes d'évaluation des aléas séismiques

---

\*Les figures de courbes d'ajustement linéaire de 'Gumbel' de la zone- (Fig.24) et zone-4 (Fig.25) par le programme d'Excel sont notées en annexe.

L'avantage de cette courbe d'ajustement est d'obtenir facilement les coefficients séismogènes ( $\alpha$ ) et ( $\beta$ ) qui expriment la variabilité séismique à l'échelle du secteur étudié. Ces paramètres sont introduits dans l'équation principale de la modélisation de 'Gumbel' exprimée par la relation (5) suivante :

$$G(Mw) = \text{Exp}[-\alpha * \text{Exp}(-\beta * Mw)] \dots \dots \dots (5)$$

Cette relation est mentionnée dans les travaux de plusieurs auteurs traitant les données géostatistiques (domaines hydrogéologiques etc...).

Le tracé du diagramme des fréquences séismiques constitue le début de modélisation régionale qui résolu grâce à la relation (6) de Gutenberg & Richter ;

$$\text{Log}N(Mw) = a - b(Mw) \dots \dots \dots (6)$$

$$a = 3,10 \quad b = \text{tg}(\alpha); \Delta Mw / \Delta u \quad ; \quad b = 0,51$$

$$a = 3,24 \quad b = 0,49 \approx 0,5$$

$$a \text{ (moyen)} = 3,17 \quad b \text{ (moyen)} = 0,5$$

La loi d'occurrence séismiques dans la zone-1; serait donc:

$$\text{Log} N (Mw) = 3,17 - 0,5Mw \dots \dots \dots (7)$$

- La normalisation des coefficients séismogènes :

$$\text{Log} N_k(Mw) = a_k - b(Mw); \text{ (loi de Gutenberg \& Richter)} \dots \dots \dots (8)$$

Avec,  $k$  = intervalle de temps: [1900-2015] = 115ans

$$a_1 = a_k - \log(k) \dots \dots \dots (9)$$

$$a_1 = 3,17 - \log(115) \quad a_1 = 1,10$$

$$\alpha = a * \ln(10) \quad \alpha = 1,10 * \ln(10) \quad \alpha = 2,53$$

$$\beta = b * \ln(10) \quad \beta = 0,5 * \ln(10) \quad \beta = 1,15$$

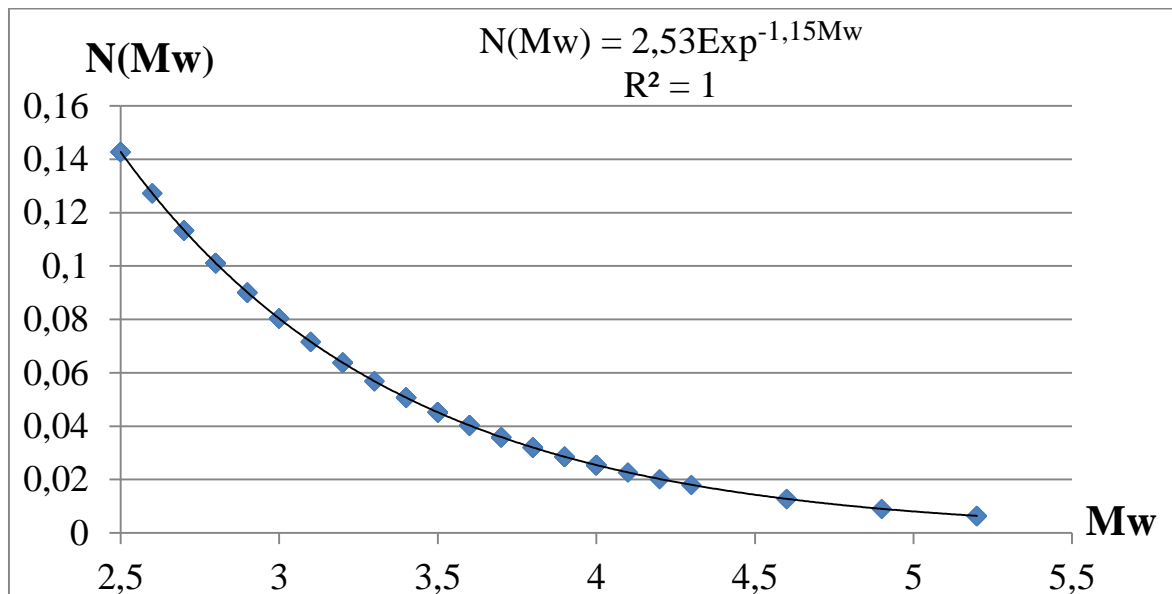
L'équation normalisée de la sismicité régionale de la zone-1 (partie occidentale du secteur étudié):

$$\text{Log } N(\text{Mw}) = 2,53 - 1,15\text{Mw} \dots\dots\dots (10)$$

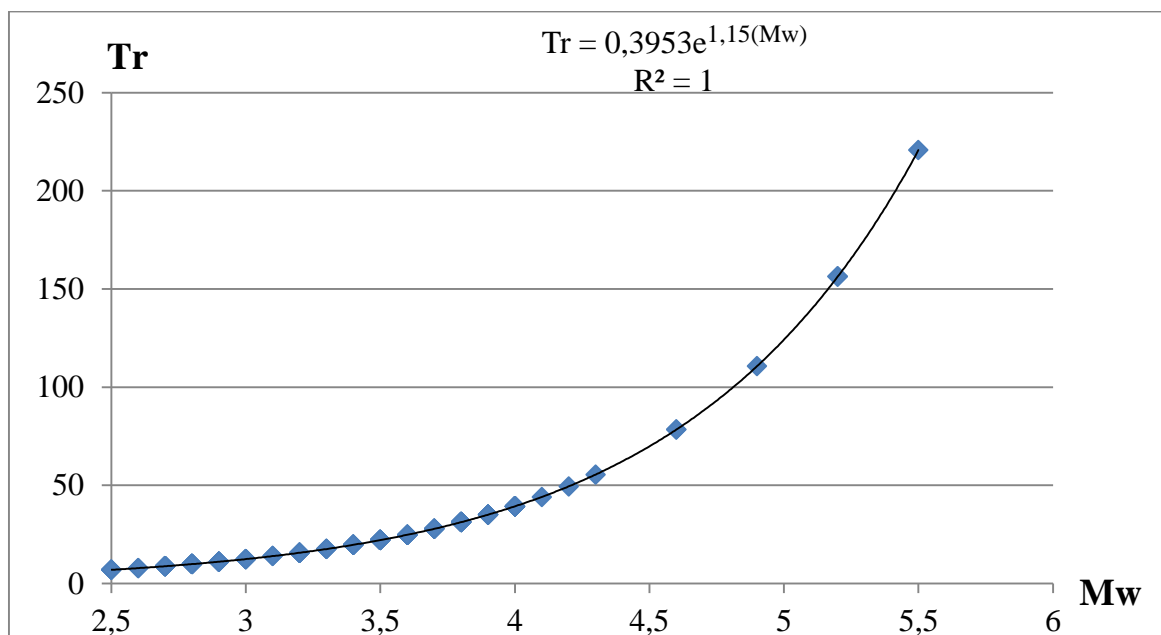
Zones du secteur d'étude	(a)moy et (b)moy	(α) et (β)	Intervalle de temps ; k	L'équation normalisée de la sismicité régionale
<b>Zone-1 (1900-2015)</b>	a= 3,17 b= 0,5	α= 2,53 β= 1,15	115	<b>Log N (Mw)= 2,53 – 1,15Mw</b>
<b>Zone-2 (1912-2016)</b>	a= 3,2 b= 0,5	α= 2,7 β=1,15	104	<b>Log N (Mw)= 2,7– 1,15Mw</b>
<b>Zone-4 (1907-2015)</b>	a=3,15 b= 0,52	α=2,58 β=1,2	108	<b>Log N (Mw)= 2,58 – 1,2Mw</b>

**Tableau. 04:** Les résultats synthétiques de l'aléa séismiques du secteur étudié.

Notons que les courbes d'aléas séismiques peuvent être représentés en deux modes distinctes : soit en fonction des fréquences d'occurrences des évènements (Fig.26) soit en fonction de périodes de retour voir la courbe d'aléa (**Tr**) = **f** (**Mw**)(Fig.27) :



**Fig.26 :** courbe d'aléa séismique **N(Mw)** de la zone-1 (partie occidentale du secteur étudié) période (1900-2015) par Excel.



**Fig.27** : courbe d'aléa séismique  $Tr$  de la zone-1 période (1900-2015) par Excel

Les deux courbes d'aléas sont déterminées par le tableau (05) d'analyse des données séismiques relative de la zone 1 couvrant la période (1900-2015) par l'approche statistique du Gumbel (1958).

\*le tableau (06) et (07) d'analyses des données séismiques de la zone-2 et la zone-4 sont cités en annexe.

\*La représentation graphique des courbes d'aléa séismique  $N(M_w) = f(M_w)$  (Fig.28) et  $(Tr) = f(M_w)$  (Fig.29) de la zone-2 et  $N(M_w) = f(M_w)$  (Fig.30) ;  $(Tr) = f(M_w)$  (Fig.31) de la zone-4 réalisés par Excel sont notés en annexe.

Une vérification manuelle a été élaborée pour confirmer les résultats de la modélisation obtenue par les paramètres statistiques d'ajustement de Gumbel ( $\alpha$  et  $\beta$ ) Fig.32 :

lang	$P_i = (r-0,5)/N$	$u = -\ln[-\ln(P_i)]$	Mw	$G(M_i) = \text{Exp}[-\alpha * \text{Exp}(-\beta * M_w)]$	$N(M) = -\ln[G(N)]$
1	0,004672897	-1,680078282	2,5	0,866985668	0,14273283
1	0,004672897	-1,680078282	2,5	0,866985668	0,14273283
1	0,004672897	-1,680078282	2,5	0,866985668	0,14273283
1	0,004672897	-1,680078282	2,5	0,866985668	0,14273283
5	0,042056075	-1,153337642	2,6	0,88053358	0,12722721
5	0,042056075	-1,153337642	2,6	0,88053358	0,12722721
7	0,060747664	-1,029986013	2,7	0,892788086	0,11340603
7	0,060747664	-1,029986013	2,7	0,892788086	0,11340603
7	0,060747664	-1,029986013	2,7	0,892788086	0,11340603
7	0,060747664	-1,029986013	2,7	0,892788086	0,11340603
7	0,060747664	-1,029986013	2,7	0,892788086	0,11340603
7	0,060747664	-1,029986013	2,7	0,892788086	0,11340603
7	0,060747664	-1,029986013	2,7	0,892788086	0,11340603
7	0,060747664	-1,029986013	2,7	0,892788086	0,11340603
7	0,060747664	-1,029986013	2,7	0,892788086	0,11340603
7	0,060747664	-1,029986013	2,7	0,892788086	0,11340603
15	0,135514019	-0,692487055	2,8	0,903855029	0,10108629
15	0,135514019	-0,692487055	2,8	0,903855029	0,10108629
15	0,135514019	-0,692487055	2,8	0,903855029	0,10108629
15	0,135514019	-0,692487055	2,8	0,903855029	0,10108629
15	0,135514019	-0,692487055	2,8	0,903855029	0,10108629
15	0,135514019	-0,692487055	2,8	0,903855029	0,10108629
15	0,135514019	-0,692487055	2,8	0,903855029	0,10108629
15	0,135514019	-0,692487055	2,8	0,903855029	0,10108629
23	0,210280374	-0,444245676	2,9	0,913835316	0,09010490



23	0,210280374	-0,444245676	2,9	0,913835316	0,090104903
23	0,210280374	-0,444245676	2,9	0,913835316	0,090104903
29	0,26635514	-0,279845003	3	0,922824263	0,08031646
29	0,26635514	-0,279845003	3	0,922824263	0,08031646
29	0,26635514	-0,279845003	3	0,922824263	0,08031646
29	0,26635514	-0,279845003	3	0,922824263	0,08031646
33	0,303738318	-0,175287497	3,1	0,930911213	0,071591373
33	0,303738318	-0,175287497	3,1	0,930911213	0,071591373
35	0,322429907	-0,1238707	3,2	0,938179366	0,063814126
35	0,322429907	-0,1238707	3,2	0,938179366	0,063814126
35	0,322429907	-0,1238707	3,2	0,938179366	0,063814126
35	0,322429907	-0,1238707	3,2	0,938179366	0,063814126
35	0,322429907	-0,1238707	3,2	0,938179366	0,063814126
41	0,378504673	0,028886362	3,3	0,944705773	0,056881752
41	0,378504673	0,028886362	3,3	0,944705773	0,056881752
41	0,378504673	0,028886362	3,3	0,944705773	0,056881752
44	0,406542056	0,105285078	3,4	0,950561451	0,050702468
44	0,406542056	0,105285078	3,4	0,950561451	0,050702468
44	0,406542056	0,105285078	3,4	0,950561451	0,050702468
44	0,406542056	0,105285078	3,4	0,950561451	0,050702468
44	0,406542056	0,105285078	3,4	0,950561451	0,050702468
44	0,406542056	0,105285078	3,4	0,950561451	0,050702468
44	0,406542056	0,105285078	3,4	0,950561451	0,050702468
44	0,406542056	0,105285078	3,4	0,950561451	0,050702468
51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955911504	0,045194462

51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955811594	0,045194466
51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955811594	0,045194466
51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955811594	0,045194466
51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955811594	0,045194466
51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955811594	0,045194466
51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955811594	0,045194466
51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955811594	0,045194466
61	0,565420561	0,561793586	3,6	0,960515832	0,040284814
61	0,565420561	0,561793586	3,6	0,960515832	0,040284814
61	0,565420561	0,561793586	3,6	0,960515832	0,040284814
61	0,565420561	0,561793586	3,6	0,960515832	0,040284814
61	0,565420561	0,561793586	3,6	0,960515832	0,040284814
61	0,565420561	0,561793586	3,6	0,960515832	0,040284814
68	0,630841121	0,775005523	3,7	0,964728543	0,03590852
68	0,630841121	0,775005523	3,7	0,964728543	0,03590852
68	0,630841121	0,775005523	3,7	0,964728543	0,03590852
68	0,630841121	0,775005523	3,7	0,964728543	0,03590852
68	0,630841121	0,775005523	3,7	0,964728543	0,03590852
73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639
73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639
73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639
73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639
73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639
73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639

73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639
73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639
73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639
73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639
73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639
82	0,761682243	1,301123358	3,9	0,971872627	0,028530525
82	0,761682243	1,301123358	3,9	0,971872627	0,028530525
82	0,761682243	1,301123358	3,9	0,971872627	0,028530525
82	0,761682243	1,301123358	3,9	0,971872627	0,028530525
82	0,761682243	1,301123358	3,9	0,971872627	0,028530525
88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144
88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144
88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144
88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144
88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144
88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144
88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144
88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144
88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144
88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144
99	0,920560748	2,49166198	4,1	0,977586538	0,022668461
100	0,929906542	2,621810255	4,2	0,979996872	0,020205899

Tableau. 05: Analyse des données sismiques relatives de la zone-1 couvrant la période (1900-2015) par l'approch

1181175	4,6	0,98732
1348334	4,9	0,99100
1474051	5,2	0,99362
1474051	5,2	0,99362
1474051	5,2	0,99362
	5,5	0,99547



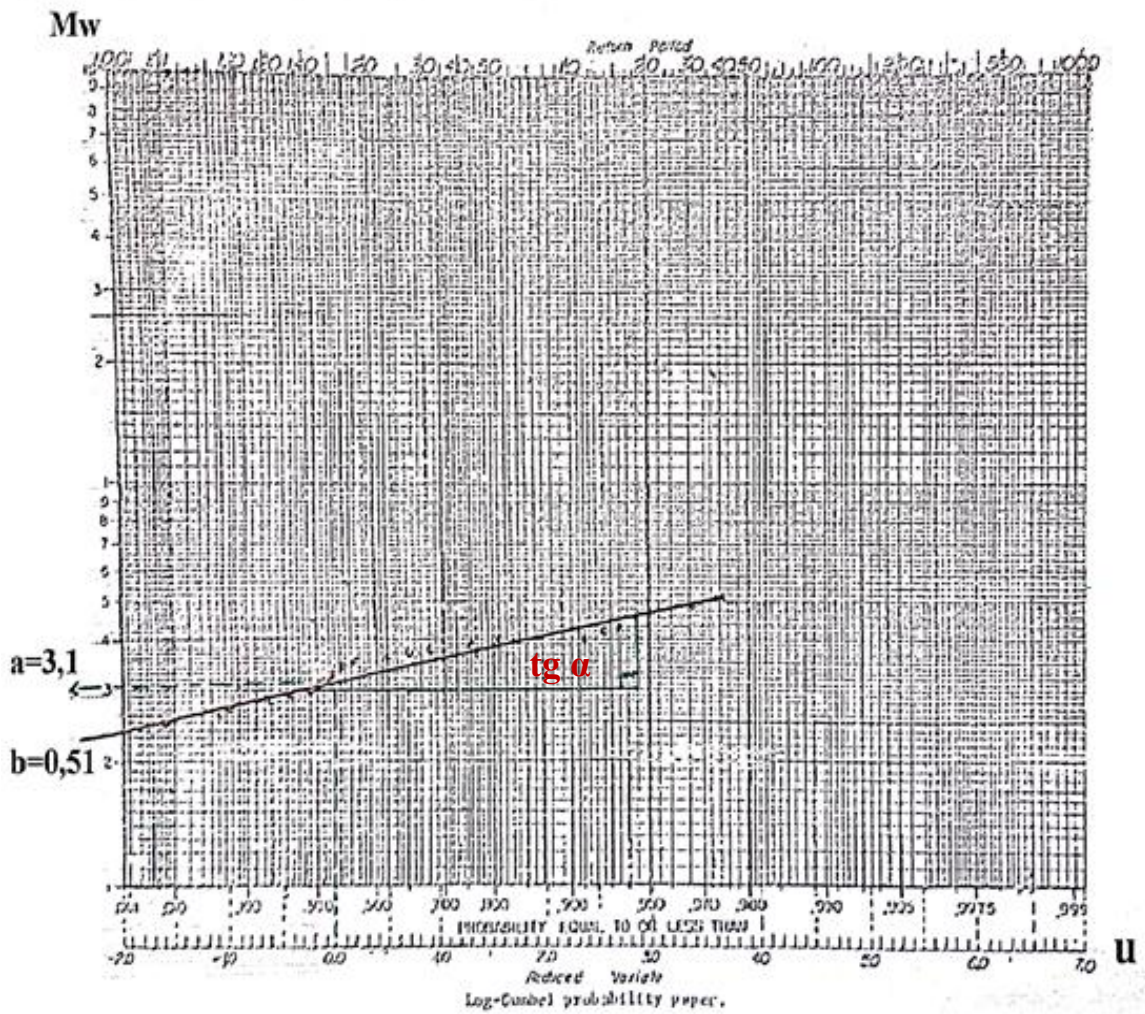


Fig.32: courbe d'ajustements de droite de Gumbel zone-1 (papier -Gumbel)

\*La vérification manuelle de courbe d'ajustements de droite de Gumbel de la zone-2 (Fig.33) et la zone-4 (Fig.34) réalisé sur le papier -Gumbel sont cités en annexe.

De même nous avons projeté les valeurs des probabilités de non-dépassement  $G(M_w)$  sur l'abaque de l'auteur Gumbel qui nous a permis de cerner la question d'aléa  $G(M_w)$  et  $Tr(M_w)$  (Fig.35) :

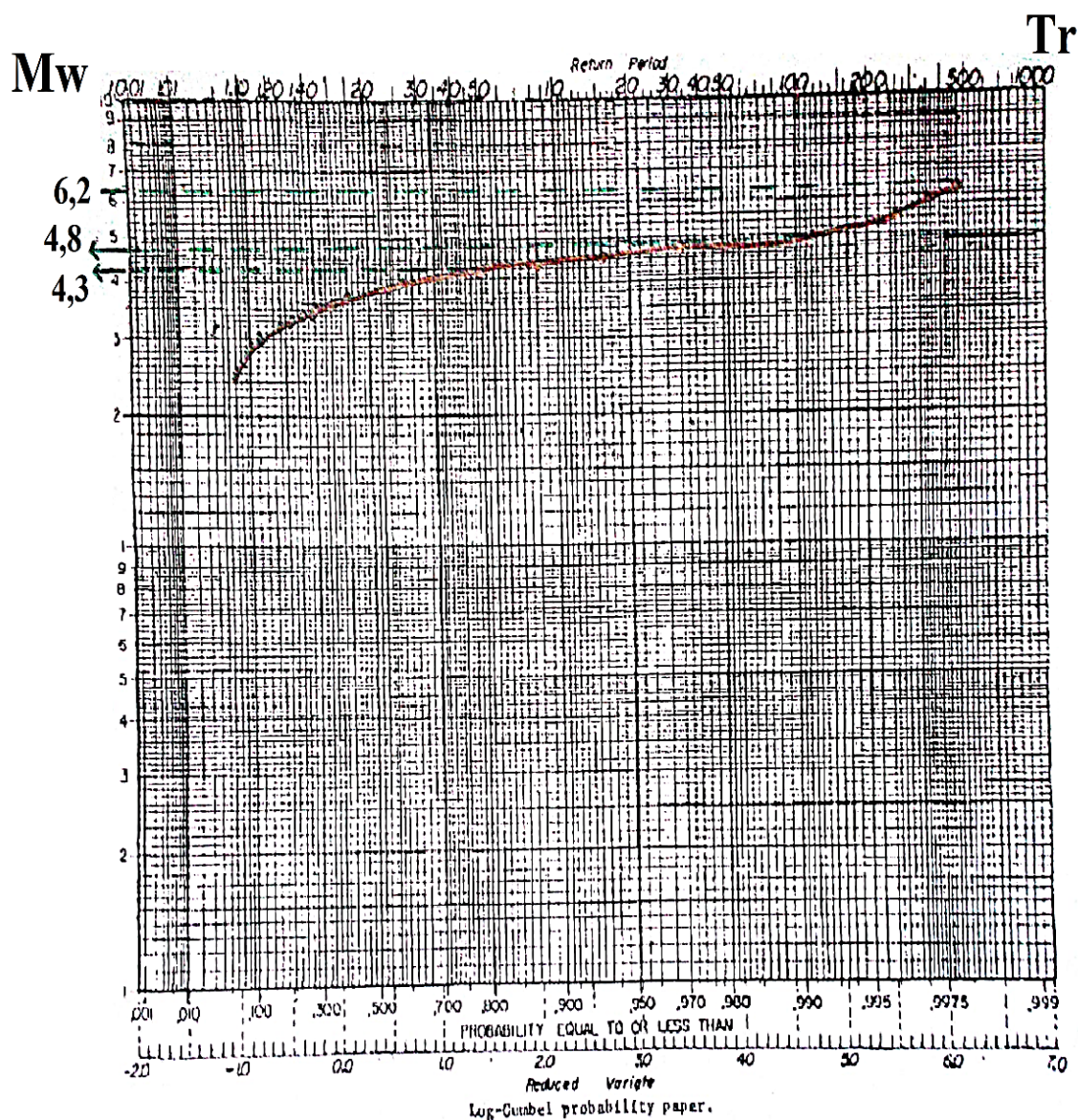


Fig.35 : courbe d'aléa séismique  $Tr=f(Mw)$  de la zone-1 période (1900-2015)

Les figures de la courbe d'aléa séismique de la zone-2 (Fig.36) et la zone 4 (Fig.37) sont notées en annexe.

Dans l'histoire de l'activité séismique qui c'est manifestait durant les derniers siècles sur le secteur d'étude on recense quelque évènements à effets notables tels que la secousse tellurique 12/12/1959 et celui du 06/06/2008 ayant atteint des magnitudes 5.5.

Pour la valeur Mw donnée à 5.5, la période de retour estimée par les courbes d'aléa établies est environ de deux siècles ou plus.



### II. Approche déterministe d'évaluation de l'aléa :

En revanche, l'approche déterministe consiste en la sélection d'une seule source (une faille bien caractérisée par sa magnitude maximale et sa distance par rapport au site) qui provoque une intensité sismique maximale au niveau du site choisi pour la construction.

L'évaluation déterministe de l'aléa sismique régional est la première étape de sécurité des ouvrages contre les séismes. Elle est nécessaire pour les ouvrages à risque spécial, lorsqu'on connut préalablement l'endroit des failles sismiques et la valeur maximale de la source. Additivement à ce renseignement l'opérateur doit arrêter le type de la courbe d'atténuation qui s'adapte mieux au contexte géotectonique du secteur et/ou région étudiée.

La courbe utilisée dans notre travail est celle d'Esteva (1973) (Fig.38) car elle a été utilisée antérieurement pour le zonage sismique de la région de Chlef (Algérie).

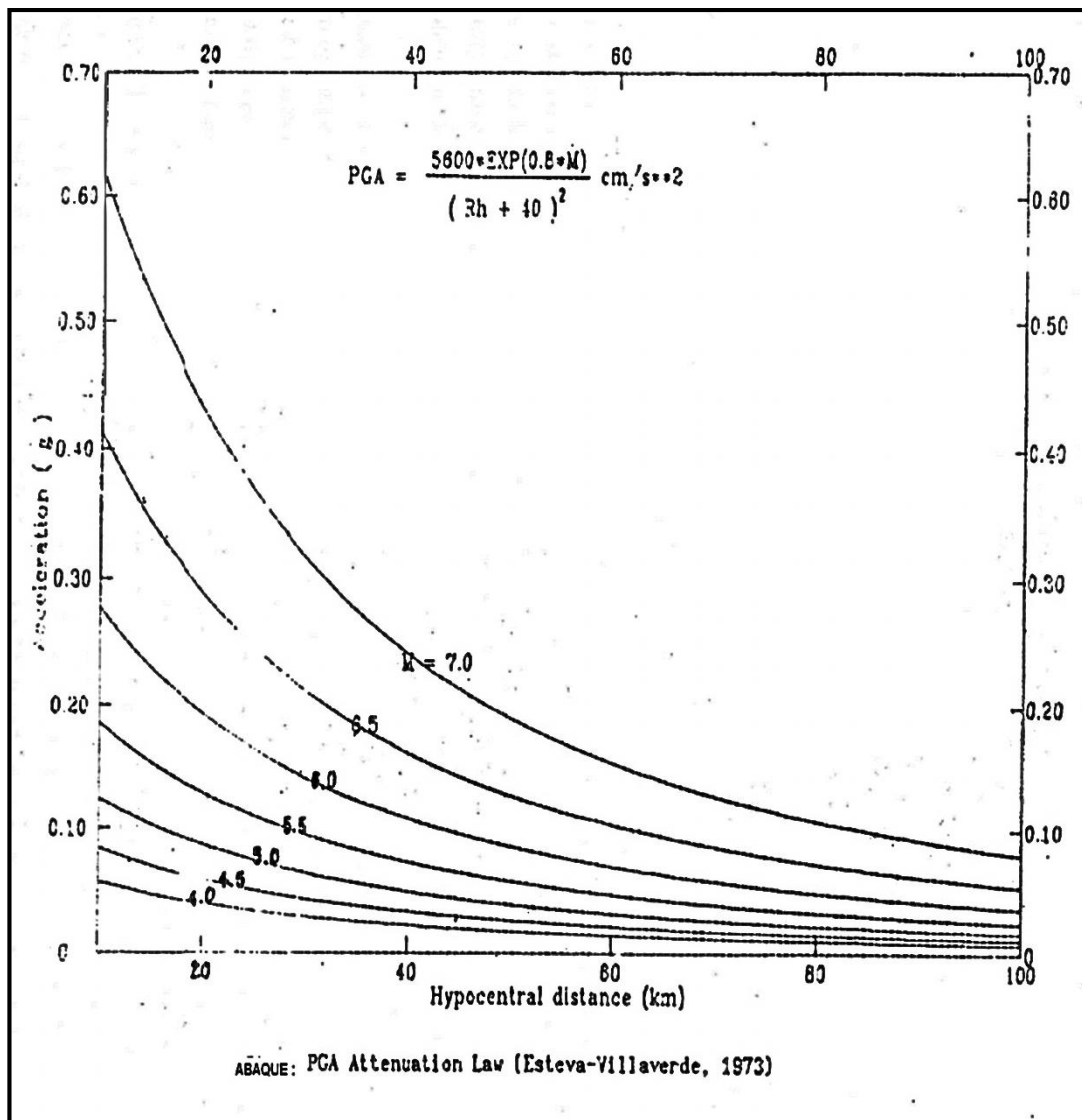


Fig.38: courbes d'atténuation Esteva-Villaverde, (1973)

La résolution cartographique de l'aléa séismique par l'approche déterministe n'a été possible pour l'ensemble des zones étudiées qu'après avoir établi la segmentation du secteur en trois (03) zones avoisinantes (zone-1, 2 et 4). Une condition nécessaire et suffisante pour déterminer la valeur d'aléa séismique en unité d'accélération PGA est d'attribuer une distance entre le site considéré et la source qui permet de définir le ratio de la formule utilisée par l'auteur Esteva :

$$a(M) = 5,7 / (R1+40)^2 * \text{Exp}0,80(M) \dots \dots \dots (11)$$

### III. Cartographie thématique d'aléa séismique via les deux méthodes (PSHA et DSHA) :

Dans notre travail nous avons utilisé le programme informatique du Solver (Excel) qui nous a permis de résoudre les valeurs d'aléa sous forme matricielle, en utilisant l'algorithme mathématique des éléments finis

Comme exemple démonstratif nous présentons le travail détaillé réalisé sur la zone -1 de la partie nord occidentale du secteur étudiée (Fig.39) suivante :



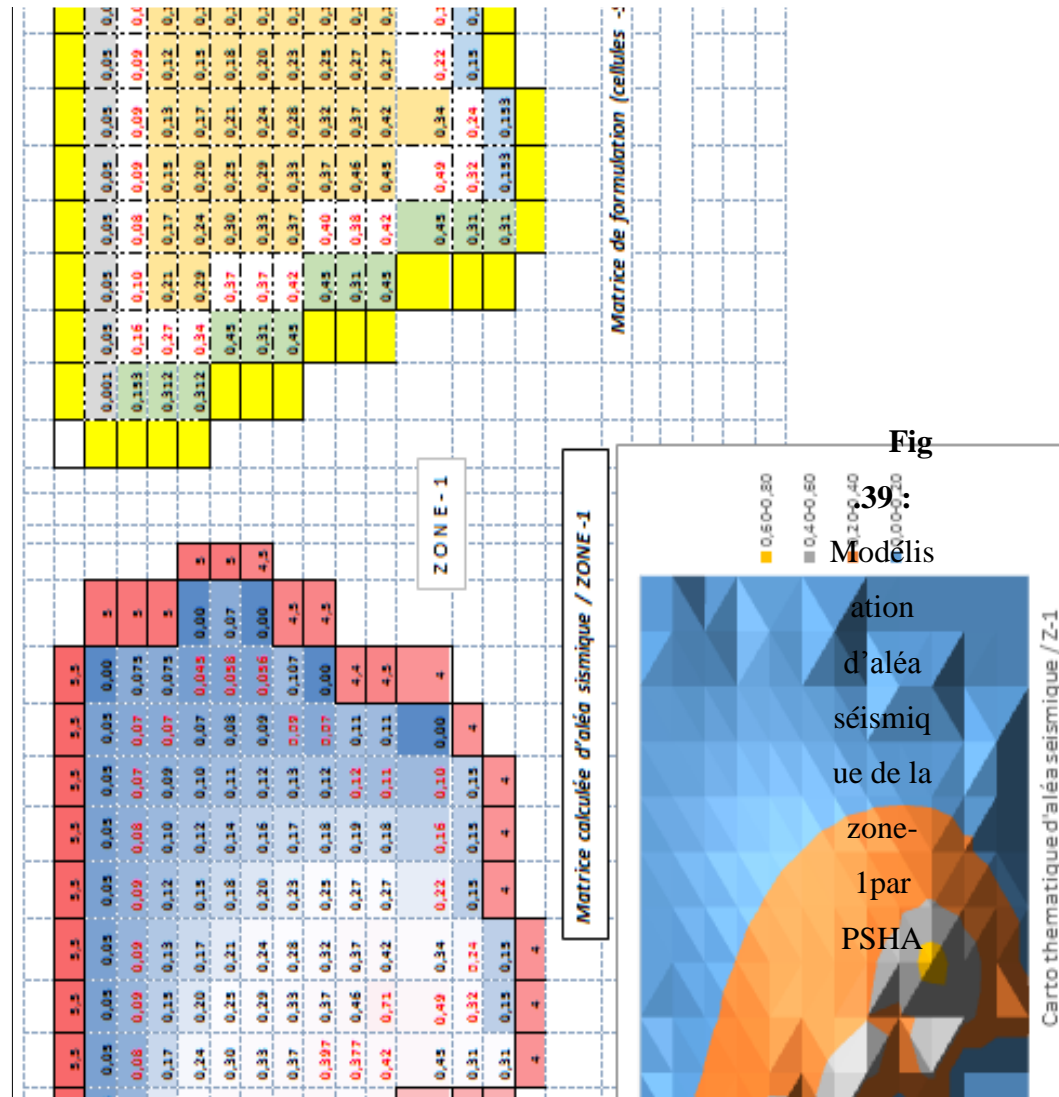


Fig 39: Modélisation d'aléa sismique de la zone-1 par PSHA

Dans cette figure nous présentons la matrice des valeurs d'aléa résolu par le programme Solver et grâce à l'algorithme mathématique des différences finies sous la mise en forme conditionnel (nuance de couleurs).L'aléa séismique résolu pour la zone-1 est présenté également sous la forme cartographique (2D). Cette figure présente en effet, l'état d'activité séismique de l'Oranie qui se voit s'accroître vers le Sud -Ouest.

Les autres zones ont été également analysées avec le même principe que précédemment et sont documentées au niveau de l'annexe du mémoire (zone-2 ; Fig.40/zone-4 ; Fig.41).

## **Chapitre IV Application des méthodes d'évaluation des aléas séismiques**

---

Concernant la méthode déterministe DSHA de cette même zone, nous nous sommes limités à la condition du modèle conceptuel de cette approche. Cette dernière exige la définition de la valeur maximale du séisme enregistré et la distance séparant la source séismique du site considéré (conditions aux limites). Le modèle mathématique utilisé pour cette exercice est un modèle expérimentale de Esteva-Villaverde édité en 1973 qui s'intéresse au calcul des accélérations  $a$  (g) en fonction de l'intensité de la vibration tellurique.

L'application de cette approche sur la zone-1 a donné un résultat favorable et presque vraisemblable à l'aléa précédent (probabiliste).

Les travaux pratiques sur cette méthode sont présumés dans la figure suivante (Fig.42) :



Pour les autres zones du secteur étudié elles sont traitées de la même manière que précédemment dont leur documentation se trouve au niveau des annexes du mémoire (zone-2 ; Fig.43 /zone-4 ; Fig.44).

En tenant compte de limites imposées du secteur d'étude, la forme des matrices des données devient très allongée selon une direction préférentielle due à la délimitation initiale.

La cartographie envisagé en ce cas précis la zone-4, n'est pas facilement résolu, cependant nous avons optés à une représentation mise en forme conditionnels du programme Excel, qui grâce à la nuance des couleurs dégradés nous avons pu obtenir la carte de configuration géométriques de l'aléa spécifique à la zone-4 (Fig.45)

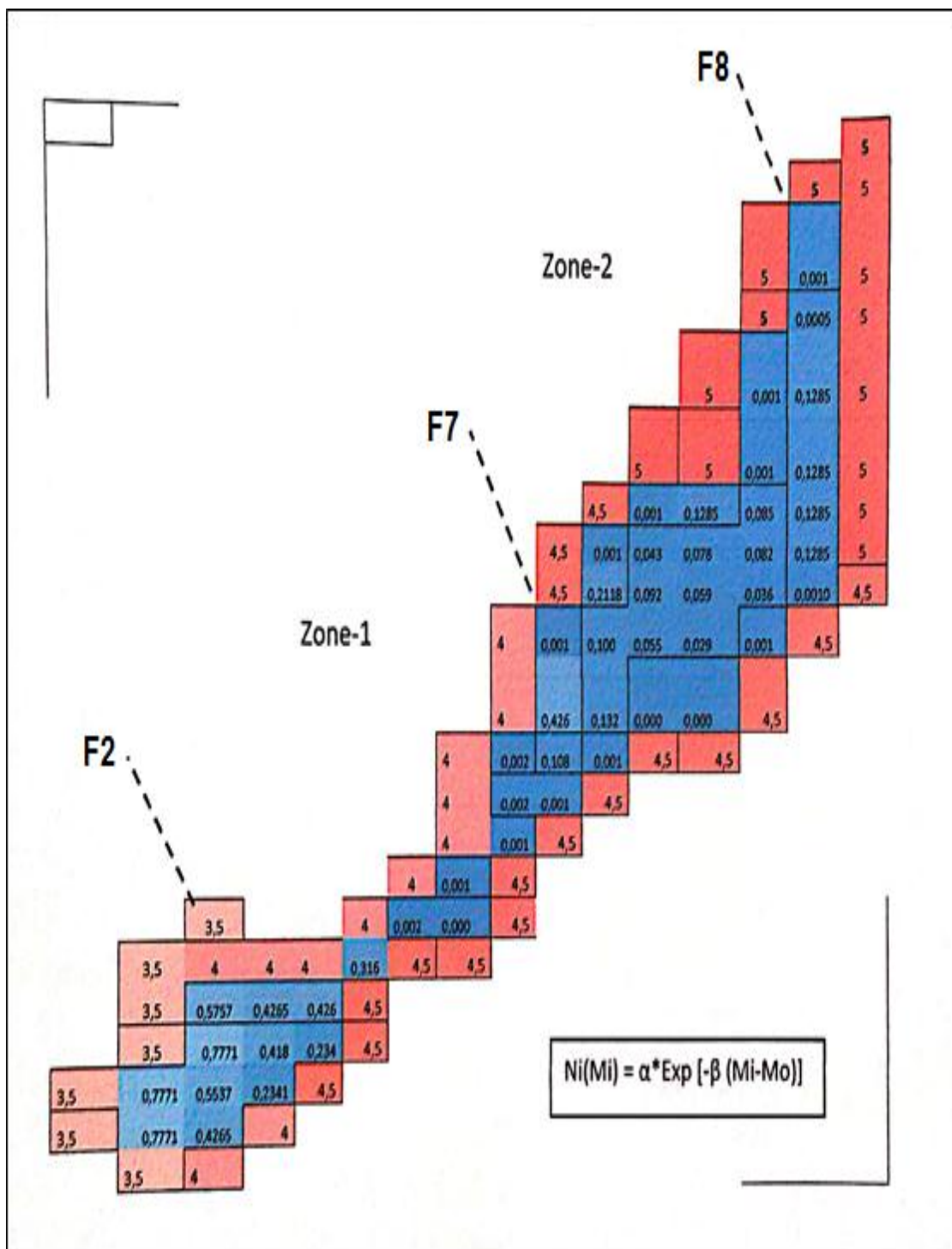


Fig.45 : Cartographie thématique d'aléa séismique de la zone-4 par la méthode PSHA

IV. Interprétation des cartes d'aléa séismiques :

- Cartographie thématique par l'approche probabiliste PSHA :

## **Chapitre IV Application des méthodes d'évaluation des aléas sismiques**

---

La configuration géométrique de l'aléa sismique a été résolue par segment en plusieurs zones (zone-1, 2 et zone-4). L'approche probabiliste est opérée sur chaque zones par l'application d'une modélisation conceptuelle du transfert d'énergie sismique à l'échelle surfacique (2D), la loi de résolution mathématique utilisée dans notre exercice est en l'occurrence celle de Gumbel, (1958).

La modélisation mathématique utilisée pour cartographie l'aléa du secteur étudié est basée sur la solution des équations différentielles résolus par l'outil du programme Solver Excel V13, qui nous a permis d'obtenir les valeurs d'aléa par le système de différences finis à l'échelle de chaque zone.

D'autre part cet outil (Solver) nous a permis également d'envisagé une simulation de l'activité sismiques pour des valeurs de sources sismiques imposés par les magnitudes du moment ( $M_w$ ). Ces valeurs sont sélectionnées par l'approche des extrêmes valeurs de Gumbel (GEV) 1958.

Une fois avoir regroupés les trois zones par leur valeur en aléa sismiques par logiciel ArcGis (V.10.2), une cartographie thématique résultante d'assemblage homogène et conséquent à la thématique étudiée sous l'environnement du Système d'Information Géographiques (SIG) est obtenu (Fig.46).



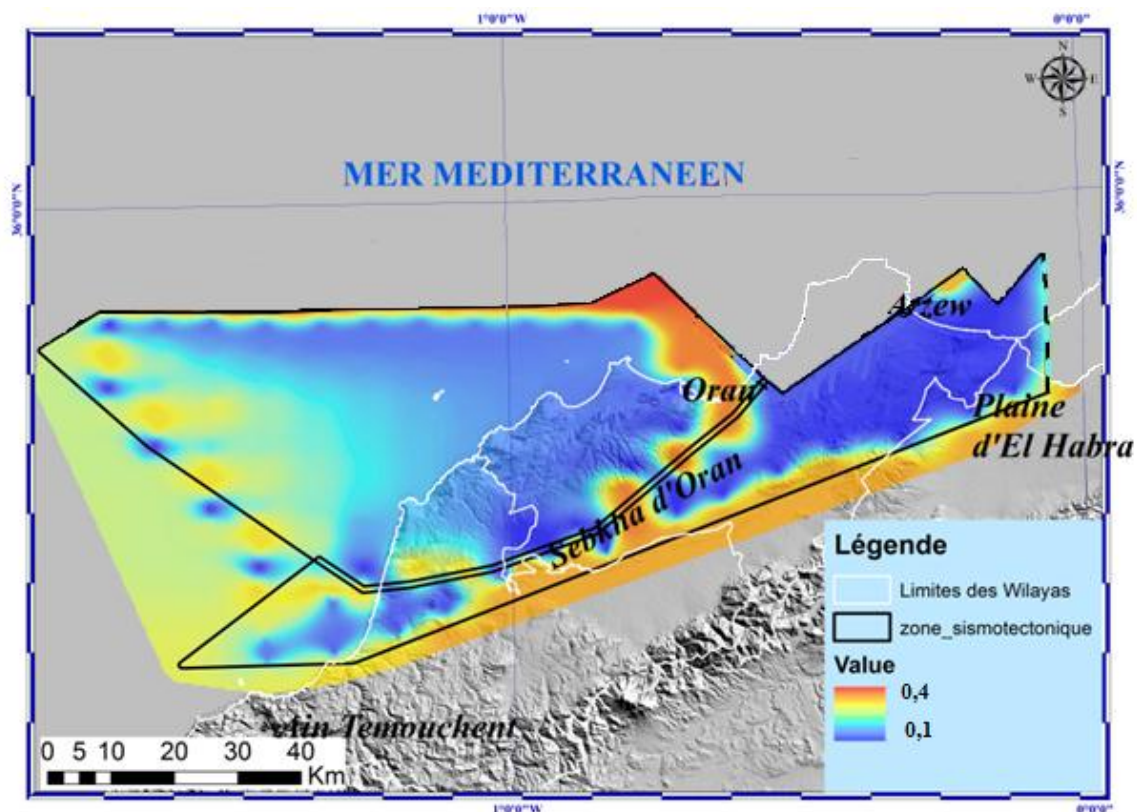


Fig.46 : Carte d'aléa sismique probabiliste du secteur Oranais

L'interprétation de la carte d'aléa séismique se prêt différemment selon le paramètre à considérer :

- Du point de vue découpage séismotectonique, il parait que la résolution obtenu est considérable du fait que le contraste en valeurs d'aléa séismiques suit le tracé des sources séismiques.
- La résolution d'aléa séismique peut être indexée en code couleur RGB (rouge, vert, bleu) pour définir un zonage séismique gradué entre Faible, Moyen et plus au moins Fort. En effet l'aléa séismique affectant la région d'Oran prouve une calamité séismique sur le long de la marge septentrionale (Nord) jusqu'à la faille limite (F1), qui est connu par le décrochement profond dextre.

Par contre on enregistre une activité moyenne en Sud-Ouest de la partie occidentale d'Oran et surtout dans les terrains de la Wilaya Ain Temouchent.

Par ailleurs, une activité notable intéresse la partie Sud-Est d'Oran parallèlement au tracé structural de la flexure chevauchement du Murdjadjo (F3) et (F4).

- Les autres zones du secteur étudié (zone-2 et zone-4) se comportent différemment par rapport à la zone précédemment étudiée, notant que la zone-2 se délimite par une activité séismique modéré dans ses trois limites sauf la partie Sud (Axe Belgaid-Arzew).

A l'extrême Sud du secteur étudié nous constatons une activité modérée qui s'allonge parallèlement (NE-SW) selon les zones déprimés des Sebkha et les plaines Sub-littorales.

### Conclusion :

Le chapitre constitue l'essentiel de notre auscultation concernant les applications et les techniques employées pour résoudre la thématique de l'aléa séismique.

Comme résumé de notre travail nous évoquons une démarche logique et concluent sur l'engineering d'aléa séismique du secteur étudiée. La pièce maitresse est notamment le catalogue séismique de la région occidentale de l'Algérie.

De cet inventaire, plusieurs paramètres sont sélectionnées pour les utilisés dans l'évaluation de l'aléa pour les différentes zones du secteur. Ces éléments qui sont notamment : la localisation spatiale et la magnitude séismique ( $M_w$ ) qui ont contribués à l'évaluation de l'aléa séismique par les deux approches envisagés :

Pour l'approche probabiliste nous avons appropriés la méthode proba-statistique du Gumbel (1958) pour calculer la fréquence d'occurrence  $N(M)$  et la période de retour ( $T_r$ ) pour les différentes zones à ayant différent période d'observation ( $\Delta t$ ) sur la carte séismotectonique préalable connue.

De même pour la méthode déterministe nous avons optés de choisir la courbe d'atténuation de Esteva (1973) pour valider les accélérations du sol (PSHA) sur le même support du carte séismotectonique.

Le support cartographique des aléas séismiques à nécessité toute une modélisation cartographique. Une première segmentation des zones séismiques en cellule (maillage géométrique) pour effectuer un passage d'une information continue à une information discrète (sur les nœuds d'Excel).

L'outil d'Excel nous a permis grâce à sa fonction Solver de résoudre les valeurs d'aléa procède par l'algorithme mathématique dynamique des différences finies.

Une dernière étape concernait la représentation cartographique des résultats obtenus de différentes itérations (calcul).

Les cartes obtenues par zones ne représentent en réalité que leurs domaines géographiques segmentés en amont.

Pour mieux représenté les anomalies de l'aléa séismique globale nous avons entrepris une cartographie complémentaire sous le support du logiciel ArcGis qui se caractérise par sa grande résolution géo-spatial (SIG) plus autres programmes de résolution au tableau de base de donnée.

## **Conclusion et synthèse (Générale) :**

Comme notre thématique de travail s'intéressait de l'évaluation de l'aléa sismique de l'Oranais, tout en appliquant les démarches d'analyse et de synthèses cartographiques nous nous sommes assurés d'utiliser plusieurs variantes de résolutions Scientifiques.

Dans un premier chapitre nous avons présenté toute donnée en relation avec la nature du terrain de notre secteur d'étude. Plusieurs enseignements ont été exposés concernant la localisation et la géo structure de la marge littorale de cette partie nord occidentale de l'Algérie.

Un second chapitre a été introduit pour mieux définir l'environnement et/ou le contexte de notre travail. Il s'agit d'examiner l'état de la sismicité historique et instrumentale enregistrée au sein de l'inventaire des événements liés aux tremblements de terre ayant affectés la région littorale de l'Oranais. Notre travail vient d'exposer une application liée au risque sismique régionale au sein de trois zones d'exercice pratique avec des données actualisées par un catalogue régional de la sismicité nord occidentale de l'Algérie.

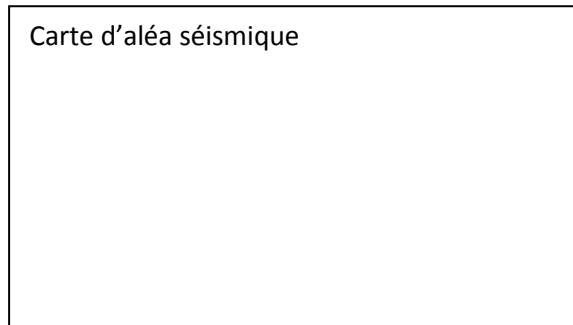
Dans un troisième chapitre, intéressant la modélisation d'aléa sismique avec les approches probabilistes et déterministes, nous avons utilisé plusieurs concepts (modèle conceptuel) et modèles mathématiques permettant d'évaluer l'aléa sismique sous sa forme quantitative, en utilisant des relations de modélisation d'inventaire, ainsi que la forme qualitative pour représenter la distribution de l'aléa en plan (2D).

Notre modèle conceptuel est basé sur une démarche analytique qui débute depuis les données sismiques, la carte sismotectonique, les courbes fréquentielles (PSHA) ainsi que la courbe d'atténuation du sol (DSHA) pour définir les attribues qui ont permis l'établissement de couches géomatiques via le SIG. Le produit de cette démarche est l'obtention d'une cartographie thématique de l'aléa sismique en utilisant un support cartographique performant au développement de cette recherche liée à la prévision et à la prévention sismique.

Les techniques utilisées dans notre investigation sont fondamentaux et concluantes quant aux moyens envisagés comme les tableurs et le programme 'Solver' résident au niveau d'Excel-MS ainsi que l'Arc GIS (Logiciel de cartographie algébrique). La carte thématique d'aléa obtenue est réalisée grâce à une série de formulations cellulaires exprimant en langage mathématique la discrétisation de l'information thématique via différences-finies.

Comme synthèse, l'utilisation des approches probabiliste et déterministe nous ont permis de classer les variables aléatoires des magnitudes de moment ( $M_w$ ) pour un regroupement optimal des épicentres sismiques qui sont répartis en zones contiguës et sur l'ensemble du secteur étudié.

Généralement, la conception d'une carte d'aléa sismique est une opération difficile car elle exige l'introduction de plusieurs variantes d'horizons différents et à des échelles distinctes tel que la présentation conventionnelle connue par les chercheurs travaillant sur la question du risque sismique.



Equipe-1/ Georen / Risques naturels et Gestion

L'interprétation de la carte thématique d'aléa sismique obtenue à la fin de ce parcours nous a permis de mettre en évidence que l'état de la sismicité régionale reste modérée dans l'ensemble du secteur étudié avec la présence de deux entités énergétiques éparses situées respectivement en zone-2 (orientale) et en zone-4 (occidentale).

Le résultat de ce travail semble être important de le transmettre aux collectivités locales pour l'approuver dans l'exercice étatique du plan de prévention sismique régional (PPRS) de la Wilaya d'Oran. En fin, sur le plan de la gestion du risque sismique, ce travail constitue la variante essentielle du calcul du risque sismique notamment en zone urbaines où la densité de population est prononcée.

## Annexe

ID Z1	Date	Longitude	Latitude	Mw	Localisation	Références
1	25/04/1900	-0,65	35,72	4,6	ORAN	VA/MOK/IGN
2	02/02/1910	-0,6	35,72	5,2	ORAN AL	SSIS/IGN/ BEN/MOK
3	15/08/1912	-0,6	35,7	3,4	ORAN	IGN/BEN
4	08/01/1913	-0,6	35,72	5,2	ARZEW-NE ORAN	KV/IGN
5	09/01/1913	-0,6	35,7	2,8	ORANARG	VA/MOK/IGN
6	10/01/1913	-0,6	35,7	2,8	ORANARG	BEN
7	26/02/1913	-0,6	35,73	5,2	ARZEW-NE ORAN	RT/SSIS/MOK/BEN/IGN
8	22/01/1916	-0,6	35,7	3,4	ORAN	IGN/BEN
9	04/11/1949	-0,7	35,7	4,6	W- ORAN	BCIS/MOK/BEN/IGN/HAM
10	18/03/1954	-0,6	35,7	3,4	ARCOLE ALG	BEN
11	29/09/1955	-1	35,53	4	LOURMEL	BEN/IGN/HAM
12	02/10/1957	-0,7	35,71	4	AIN TURCK ALG	IMPGA/MOK/BEN/IGN
13	26/01/1960	-0,66	35,7	2,8	ORAN ALG	BEN
14	01/06/1960	-0,6	35,7	4	ORAN ALG	IMPGA/MOK/IGN/BEN/HAM
15	09/09/1970	-0,75	35,7	4	ZEMMOURA	MOK/BEN/IGN/HAM
16	12/06/1972	-0,9	35,8	4	MER MEDITER	AM/MOK/BEN/IGN
17	02/07/1972	-0,72	35,73	2,8	W ORAN	AM/MOK
18	04/08/1972	-1,7	35,74	3,8	MER MEDITERNEE	BEN/IGN
19	29/08/1972	-1,31	35,81	3,8	MER MEDITERNEE	BEN/IGN
20	12/11/1975	-0,72	35,64	3,4	NW ORAN	AM/MOK
21	17/11/1978	-0,63	35,77	3,9	N ORAN, ALG	AM/MOK/BEN/IGN/ISC
22	19/01/1983	-0,87	35,68	3,4	NW ORAN	
23	15/07/1985	-1,15	35,58	3,7	MER MEDITER	AM/MOK/BEN/ISC/IGN
24	16/07/1985	-1,15	35,58	3,6	NW Ain TEMOUCHEN	AM/MOK
25	08/07/1987	-0,65	35,72	3,1	ORAN	
26	26/09/1987	-0,65	35,72	3,3	ORAN	
27	23/05/1990	-1,25	35,75	4	MER MEDITER	IGN
28	25/05/1990	-0,92	35,82	2,9	MER MEDITER	ISC/USGS

## Annexe

29	13/05/1994	-0,9	35,6	3,2	W ORAN	
30	18/08/1994	-0,83	35,54	2,7	SW ORAN	
31	19/08/1994	-0,62	35,75	2,7	W ORANARG	ISC
32	19/08/1994	-0,83	35,79	2,9	NW ORAN	
33	23/08/1994	-0,85	35,69	2,7	W ORAN	
34	29/08/1994	-0,58	35,72	3	SE ORAN	
35	09/02/1997	-1,04	35,75	2,9	W ORAN	
36	22/05/1997	-1,31	35,74	3,5	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC
37	25/05/1997	-1,43	35,74	3,2	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC
38	24/12/1997	-1,16	35,71	3	MER MEDITERRANEE	IGN
39	02/07/1998	-1,71	35,76	4	MER MEDITERRANEE	IGN/USGS/ISC
40	15/10/1999	-1,55	35,83	2,5	MER MEDITERRANEE	IGN/USGS/ISC
41	06/01/2000	-1,43	35,58	3,9	MER MEDITERRANEE	ISC
42	13/02/2000	-1,37	35,62	3,9	SW A TEMOUCHENT	IGN
43	29/03/2000	-1,53	35,63	3,5	MER MEDITERRANEE	ISC
44	01/05/2000	-1,58	35,81	3,6	MER MEDITERRANEE	ISC
45	28/05/2000	-1,4	35,54	4,3	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN
46	11/06/2000	-1,33	35,74	3,6	AIN TEMOUCHENT	
47	25/11/2000	-1,3	35,49	3,7	N AIN TEMOUCHENT	ISC
48	02/02/2001	-1,39	35,7	4	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN
49	08/06/2001	-1,23	35,8	3,9	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN
50	13/08/2001	-1,38	35,55	3,6	NE SIDI BEL ABBES	
51	11/05/2002	-1,05	35,63	3,7	N EL AMRIA	
52	21/07/2002	-1,67	35,8	3,4	MER MEDITERRANEE	ISC
53	29/08/2002	-1,16	35,54	3,5	N A TEMOUCHENT	
54	01/12/2002	-1,28	35,71	4,1	MER MEDITERRANEE	ISC
55	17/05/2003	-1,3	35,78	3,5	MER MEDITERRANEE	ISC
56	01/08/2003	-1,17	35,71	3,8	N AIN TEMOUCHENT	ISC
57	23/09/2003	-1	35,6	4	NW Ain TEMOUCHENT	ISC



## Annexe

58	21/10/2003	-1,14	35,85	3,8	MER MEDITERRANEE	ISC
59	21/10/2003	-1,18	35,8	4,2	MER MEDITERRANEE	ISC
60	06/01/2004	-1,44	35,71	3,5	MER MEDITERRANEE	ISC
61	11/01/2004	-1,39	35,6	3,5	MER MEDITERRANEE	ISC
62	12/08/2004	-1,23	35,82	3,5	MER MEDITERRANEE	ISC
63	03/04/2005	-1,33	35,8	3,6	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC/USGS/EMSC
64	21/05/2005	-1,29	35,58	3,8	MER MEDITERRANEE	ISC/CRAAG/IGN/USGS/EMSC/HAM
65	12/06/2005	-1,4	35,72	2,7	MER MEDITERRANEE	ISC/CRAAG/IGN/USGS/EMSC/HAM
66	30/06/2005	-1,54	35,65	3,8	MER MEDITERRANEE	ISC/CRAAG/IGN/USGS/EMSC/HAM
67	07/07/2005	-0,71	35,82	4	W ORAN	
68	20/07/2005	-1,09	35,68	2,8	W ORAN	
69	08/08/2005	-1,1	35,7	3,7	MER MEDITERRANEE	ISC/USGS
70	06/12/2005	-0,92	35,74	3,9	MER MEDITERRANEE	ISC/USGS
71	12/12/2005	-0,74	35,81	3,3	MER MEDITERRANEE	ISC
72	31/01/2006	-1,08	35,79	3,2	W ORAN	
73	15/08/2006	-1,32	35,5	3,1	MER MEDITERRANEE	ISC/USGS/EMSC/CRAAG
74	06/01/2007	-1,1	35,76	3,7	MER MEDITERRANEE	ISC/USGS
75	05/02/2007	-1	35,73	3,2	NW ORAN	
76	28/02/2007	-1,32	35,54	3,5	MER MEDITERRANEE	ISC
77	28/02/2007	-1,81	35,8	3,5	MER MEDITERRANEE	CRAAG/ISC/IGN/USGS/EMSC
78	09/03/2007	-1,67	35,7	4	MER MEDITERRANEE	ISC
79	22/06/2007	-0,77	35,76	3,8	NW ORAN	
80	07/07/2007	-1,26	35,49	4,9	MER MEDITERRANEE	HAM/IGN/USGS
81	15/10/2007	-0,76	35,87	3,8	NW ORAN	
82	20/02/2008	-0,92	35,69	3,8	W ORAN	
83	12/03/2008	-1,03	35,6	2,7	W-ORAN	
84	07/06/2008	-0,65	35,77	3,6	N ORAN	
85	30/09/2008	-0,68	35,81	3,2	MER MEDITERRANEE	CRAAG
86	27/09/2009	-1,53	35,66	3,2	MER MEDITERRANEE	CRAAG

## Annexe

87	28/01/2010	-0,71	35,85	3	NW ORAN	
88	02/02/2010	-0,54	35,58	2,9	NE ORAN	
89	19/03/2010	-0,89	35,83	3,5	NW ORAN	
90	12/04/2010	-0,79	35,8	2,5	NW ORAN	
91	09/06/2010	-0,75	35,78	2,5	NW ORAN	
92	20/07/2010	-1,2	35,54	2,9	NW A TEMOUCHENT	CRAAG
93	29/10/2010	-1,69	35,74	3,3	MER MEDITERRANEE	CRAAG
94	07/03/2011	-0,74	35,77	3,4	NW ORAN	
95	23/04/2011	-1,52	35,66	2,7	MER MEDITERRANEE	IGN
96	08/06/2011	-0,71	35,77	2,7	NW ORAN	
97	27/07/2011	-0,87	35,57	2,8	W ORAN	
98	01/10/2011	-1,63	35,66	2,9	MER MEDITERRANEE	CRAAG
99	05/10/2011	-0,79	35,73	3,6	NW ORAN	
100	05/01/2012	-0,62	35,69	2,6	S ORAN	
101	17/03/2012	-0,58	35,75	2,8	NE ORAN	
102	23/12/2012	-0,59	35,71	2,5	ORAN	
103	04/05/2013	-0,94	35,71	2,6	W ORAN	
104	24/05/2013	-1,06	35,76	2,8	NW ORAN	
105	23/06/2013	-1,31	35,54	3	NW ATEMOUCHENT	IGN
106	13/06/2014	-1,03	35,69	2,7	W ORAN	
107	23/12/2015	-0,72	35,8	3,9	NW ORANARG	

**Tableau. 01** : Extrait du catalogue séismique du Nord-ouest Algérien (1900-2015) la zone-1 Belayedi et Nadji. (2017)

## Annexe

ID Z2	Date	Longitude	Latitude	Mw	Localisation	Références
1	25/07/1912	-0,3	35,9	2,8	ARZEW-NE ORAN	IGN/BEN
2	31/07/1912	-0,3	35,9	4	ARZEW-NE ORAN	IGN/BEN
3	02/08/1912	-0,3	35,9	3,4	ARZEW-NE ORAN	IGN/BEN
4	18/09/1912	-0,3	35,9	3,4	ARZEW-NE ORAN	IGN/BEN
5	10/06/1914	-0,43	35,78	2,8	STCLOUD	IGN/BEN
6	19/06/1925	-0,4	35,8	4,9	NE ORAN	RT/MOK/BEN/ IGN
7	27/02/1933	-0,33	35,85	3,4	ARZEW	BEN/IGN
8	19/06/1956	-0,5	35,77	3,4	ORAN	BEN/IGN
9	10/10/1956	-0,5	35,77	3,4	ORAN	BEN/IGN
10	10/10/1956	-0,5	35,77	4	ORAN	BEN/IGN
11	14/02/1957	-0,4	35,8	4	STCLOUD ALG	IMPGA/MOK/BEN
12	08/06/1957	-0,52	35,72	4	DANISME ALG	IMPGA/BCIS/MOK/BEN
13	18/10/1957	-0,4	35,83	4	KLEBER ALG	IMPGA/MOK/BEN/IGN/HAM
14	12/12/1959	-0,6	35,8	4,4	ORAN ALG	IMPGA/BCIS/MOK/BEN
15	06/06/1972	-0,6	35,8	4	ORAN ALG	BEN
16	07/03/1982	-0,57	35,82	3,6	ARZEW-NE ORAN	ISC
17	23/08/1982	-0,42	35,78	3,4	NE ORAN	
18	22/08/1991	-0,46	35,98	3,2	NE ORAN	
19	26/02/1992	-0,36	35,82	3,7	NE ORAN	
20	23/08/1994	-0,56	35,81	2,5	NE ORAN	
21	27/08/1994	-0,53	35,85	2,7	E ORAN	
22	04/09/1994	-0,47	35,88	3,2	NE ORAN	
23	30/09/1994	-0,41	35,81	3	E ORAN	
24	28/10/1998	-0,4	35,8	3,2	NW MASCARA	ISC/IGN
25	23/06/2002	-0,43	35,81	3,5	ARZEW-NE ORAN	
26	11/11/2002	-0,36	35,93	3,3	NE ARZEW -ORAN	
27	26/11/2004	-0,57	35,78	3,6	NE ORAN	
28	21/04/2005	-0,38	35,95	3,2	E ORAN	

## Annexe

29	23/09/2005	-0,4	35,98	3,5	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC/USGS
30	27/01/2007	-0,6	35,8	2,8	NE ORAN	
31	22/01/2008	-0,3	35,86	3,3	SE ORAN	
32	22/01/2008	-0,46	35,88	3,4	SE ORAN	
33	06/06/2008	-0,42	35,78	3,9	NE ORAN	
34	06/06/2008	-0,56	35,8	4,5	NE ORAN	
35	06/06/2008	-0,52	35,81	5,5	NE ORAN	
36	08/06/2008	-0,59	35,77	2,6	NE ORAN	
37	12/06/2008	-0,48	35,85	3,5	NE ORAN	
38	14/06/2008	-0,51	35,9	3,5	NE ORAN	
39	15/06/2008	-0,59	35,86	3,5	NE ORAN	
40	26/08/2008	-0,63	35,81	3,4	MER MEDITERRANEE	CRAAG
41	01/10/2008	-0,45	35,78	3,3	NE ORAN	
42	11/10/2008	-0,4	35,89	3,6	NE ORAN	
43	15/10/2008	-0,4	35,79	2,9	NE ORAN	
44	28/01/2010	-0,49	35,75	3	NE ORAN	
45	06/08/2010	-0,38	35,8	3,2	NE-ORAN	
46	13/01/2011	-0,43	35,88	2,7	NE ORAN	
47	16/05/2011	-0,55	35,81	2,7	NE ORAN	
48	14/06/2011	-0,45	35,79	2,6	NE ORAN	
49	19/03/2012	-0,33	35,9	2,6	ARZEW	
50	21/03/2012	-0,64	35,82	4,7	MER MEDITERRANEE	CRAAG
51	22/04/2012	-0,35	35,87	2,6	ARZEW	
52	20/03/2014	-0,42	35,81	3,6	NE ORAN	
53	04/01/2015	-0,49	35,85	3	MER MEDITERRANEE	CRAAG
54	13/01/2016	-0,39	35,91	2,5	NE ORANARG	
55	07/05/2016	-0,47	35,84	2,7	NE ORANARG	

**Tableau. 02 :** Extrait du catalogue séismique du Nord-ouest Algérien (1912-2016) la zone-2 Belayedi et Nadji. (2017)

## Annexe

ID Z4	Date	Longitude	Latitude	Mw	Localisation	Références
1	07/08/1907	0	35,8	4,6	NOISY- SW	SSIS/MOK/HAM
2	24/07/1912	-0,4	35,7	5,2	ARZEW-NE ORAN	RT/SSIS/BEN/MOK
3	15/08/1912	-0,6	35,7	3,4	ORAN	IGN/BEN
4	09/01/1913	-0,6	35,7	2,8	ORANARG	BEN
5	10/01/1913	-0,6	35,7	2,8	ORANARG	BEN
6	22/01/1916	-0,6	35,7	3,4	ORAN	IGN/BEN
7	20/06/1925	-0,18	35,82	4,6	NE PORT POULES	BEN
8	21/11/1950	-0,17	35,8	4	PORAUX-POULES	BEN/ IGN/HAM
9	20/06/1952	-0,2	35,8	5	E ORAN-ALG	BEN/HAM
10	18/03/1954	-0,6	35,7	3,4	ARCOLE ALG	BEN
11	10/10/1955	-0,83	35,5	3,4	BOU TLELIS	BEN/IGN
12	08/06/1957	-0,52	35,72	4	DANISME ALG	IMPGA/BCIS/MOK/BEN
13	01/06/1960	-0,6	35,7	4	ORAN ALG	IMPGA/MOK/IGN/BEN/HAM
14	27/04/1967	-0,2	35,7	4,8	GULF ARZEW ALG	BEN/ IGN/HAM
15	24/08/1973	-0,04	35,85	3,5	MENDEZ ALG	BEN
16	24/08/1973	-0,04	35,85	3,5	MENDEZ ALG	BEN
17	24/11/1973	-0,04	35,85	4,8	SW MOSTAGANEM	HAM
18	19/01/1981	-0,32	35,81	4,6	ARZEW-NE ORAN	BEN
19	18/07/1985	-1,2	35,38	3,1	MER MEDITER	AM/MOK/ISC/IGN
20	04/11/1987	-0,5	35,67	3,3	E ORAN	
21	18/08/1994	-0,83	35,54	2,7	SW ORAN	
22	18/08/1994	-0,61	35,61	2,8	SE ORAN	
23	18/08/1994	-0,67	35,6	3	SW ORAN	
24	18/08/1994	-0,57	35,65	3,3	SE ORAN	
25	18/08/1994	-0,26	35,7	3,3	MER MEDITER	IGN
26	18/08/1994	-0,41	35,68	3,4	MER MEDITER	IGN
27	19/08/1994	-0,89	35,47	2,4	NE A.TEMOUCHEN	IGN

## Annexe

28	19/08/1994	-0,18	35,73	3,4	NE ORAN	
29	21/08/1994	-0,17	35,69	3,3	SW MOSTAGANEM	ISC
30	27/08/1994	-0,61	35,65	2,7	SE ORAN	
31	28/08/1994	-0,29	35,78	3,3	MER MEDITER	ISC
32	29/08/1994	-0,58	35,72	3	SE ORAN	
33	31/08/1994	-0,07	35,73	2,5	SW MOSTAGANEM	ISC
34	24/09/1994	-0,49	35,65	3	SE ORAN	
35	26/09/1994	-1,02	35,43	3,1	N AINTEMOUCHEN	ISC
36	19/09/1995	0	35,81	3,7	SW MOSTAGANEM	ISC
37	30/09/1995	-0,71	35,61	3,2	SW ORAN	
38	03/11/1995	-0,44	35,76	3,3	NE ORAN	
39	22/12/1999	-1,52	35,36	3,8	MER MEDITERRANEE	ISC
40	22/12/1999	-1,5	35,38	3,8	MER MEDITERRANEE	ISC
41	22/12/1999	-1,33	35,35	3,9	NW Ain TEMOUCHENT	ISC
42	23/12/1999	-1,35	35,4	4,9	MER MEDITERRANEE	ISC
43	24/12/1999	-1,4	35,37	4	MER MEDITERRANEE	ISC
44	03/01/2000	-1,24	35,36	4,1	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN
45	20/03/2000	-1,36	35,39	4	MER MEDITERRANEE	ISC
46	10/04/2000	-1,43	35,43	3,8	NW A TEMOUCHENT	ISC
47	06/08/2002	-1,14	35,44	3,2	N AIN TEMOUCHENT	ISC
48	29/08/2002	-0,48	35,61	3,4	SE ORAN	
49	21/09/2002	-0,95	35,47	3,9	NE Ain TEMOUCHENT	ISC
50	01/11/2002	-0,07	35,86	3,4	MER MEDITERRANEE	ISC
51	23/07/2003	-0,42	35,71	3,5	E ORAN	
52	16/09/2003	-0,25	35,73	3,2	E ORAN	
53	06/02/2004	-0,09	35,71	4,3	NW MASCARA	
54	11/03/2005	-0,23	35,8	3,7	NE ORAN	
55	07/07/2005	-0,92	35,49	2,9	W ORAN	

## Annexe

56	23/07/2005	-1,38	35,35	3,3	W ATEMOUCHENT	
57	17/08/2005	-0,2	35,68	3,2	SW MASCARA	
58	07/08/2007	0	35,8	4,6	NOISY- SW	SSIS/MOK/HAM
59	21/11/2007	-1,36	35,46	2,6	MER MEDITERRANEE	CRAAG / IGN / ISC / USGS
60	15/12/2007	-0,58	35,66	3,9	SE ORAN	
61	09/01/2008	-0,46	35,65	3,8	SE ORAN	
62	09/01/2008	-0,57	35,63	5,3	SE ORAN	
63	21/01/2008	-0,55	35,6	2,6	SE ORAN	
64	06/06/2008	-0,66	35,63	3,4	S ORAN	
65	07/06/2008	-0,26	35,66	3	NE MASCARA	
66	07/06/2008	-0,37	35,76	3,9	E ORAN	
67	08/06/2008	-0,49	35,64	2,6	SE ORAN	
68	20/06/2008	-0,39	35,71	3,5	E ORAN	
69	11/07/2008	-0,53	35,62	3,5	SE ORAN	
70	24/07/2008	-0,44	35,76	4,3	NE ORAN	
71	20/03/2009	-0,23	35,67	3,1	BETHIOUA- E Oran	
72	29/05/2009	-0,78	35,55	2,6	SW ORAN	
73	02/06/2009	-0,89	35,5	3,9	SW ORAN	
74	14/06/2009	0	35,88	2,7	SW MOSTAGANEM	
75	02/02/2010	-0,54	35,58	2,9	NE ORAN	
76	03/09/2010	-0,53	35,64	2,7	ORAN	
77	07/11/2010	-0,07	35,72	2,7	E ORAN	
78	08/11/2010	-0,76	35,55	3	SW ORAN	
79	13/01/2011	-0,5	35,61	2,5	SE ORAN	
80	11/02/2011	-0,45	35,63	3,2	SE ORAN	
81	07/03/2011	-0,67	35,57	3	S ORAN	
82	14/03/2011	-0,19	35,85	3	E ARZEW-ORAN	
83	04/04/2011	-0,07	35,79	2,7	SW MOSTAGANEM	



## Annexe

84	04/04/2011	-0,24	35,8	3,3	NE ORAN	
85	18/04/2011	-0,29	35,7	2,9	E ORAN	
86	21/04/2011	-0,82	35,54	2,8	SW ORAN	
87	03/05/2011	-0,16	35,85	2,5	E ARZEW-ORAN	
88	16/05/2011	-0,14	35,84	2,6	E ARZEW-ORAN	
89	25/05/2011	-0,32	35,74	2,6	E ORAN	
90	09/06/2011	-0,13	35,69	2,9	E ORAN	
91	13/10/2011	-0,94	35,45	3	NW A TEMOUCHENT	CRAAG
92	04/01/2012	-0,6	35,61	3,9	S ORAN	
93	15/01/2012	-0,6	35,67	3,5	S- ORAN	
94	25/01/2012	-0,51	35,65	2,8	SE ORAN	
95	25/11/2012	-1,18	35,42	2,6	N AIN TEMOUCHENT	CRAAG
96	23/12/2012	-0,59	35,71	2,5	ORAN	
97	23/12/2012	-0,42	35,68	2,6	E ORAN	
98	03/01/2013	-0,97	35,49	2,6	NE Ain TEMOUCHENT	IGN
99	17/01/2013	-1,34	35,44	2,7	NW A TEMOUCHENT	IGN
100	17/01/2013	-1,37	35,47	3,1	MER MEDITERRANEE	IGN
101	14/03/2013	-1,34	35,45	3,1	NW A TEMOUCHENT	IGN
102	01/01/2014	-1,37	35,44	3,1	NW A TEMOUCHENT	IGN
103	19/08/2014	-0,19	35,68	2,8	SE BETHIOUA	
104	25/10/2014	-1,39	35,45	2,8	MER MEDITERRANEE	ISC
105	26/03/2015	-0,33	35,79	2,9	NE ORAN	
106	12/04/2015	-1,35	35,49	2,7	MER MEDITERRANEE	IGN

**Tableau. 03** : Extrait du catalogue séismique du Nord-ouest Algérien (1907-2015) la zone-4 Belayedi et Nadji. (2017)

## Annexe

Date	Rang	Pi = (r-0,5)/N	u = - Ln [-Ln(Pi)]	Mw	G(Ms)=Exp[- $\alpha$ *Exp(- $\beta$ *Mw)]	N(M)= -ln[G(M)]	Tr=1/N(M)
15/10/1999	1	0,004672897	-1,680078282	2,5	0,866985668	0,142732833	7,006096491
12/04/2010	1	0,004672897	-1,680078282	2,5	0,866985668	0,142732833	7,006096491
09/06/2010	1	0,004672897	-1,680078282	2,5	0,866985668	0,142732833	7,006096491
23/12/2012	1	0,004672897	-1,680078282	2,5	0,866985668	0,142732833	7,006096491
05/01/2012	5	0,042056075	-1,153337642	2,6	0,88053358	0,127227215	7,859953554
04/05/2013	5	0,042056075	-1,153337642	2,6	0,88053358	0,127227215	7,859953554
18/08/1994	7	0,060747664	-1,029986013	2,7	0,892788086	0,113406032	8,817873113
19/08/1994	7	0,060747664	-1,029986013	2,7	0,892788086	0,113406032	8,817873113
23/08/1994	7	0,060747664	-1,029986013	2,7	0,892788086	0,113406032	8,817873113
12/06/2005	7	0,060747664	-1,029986013	2,7	0,892788086	0,113406032	8,817873113
12/03/2008	7	0,060747664	-1,029986013	2,7	0,892788086	0,113406032	8,817873113
23/04/2011	7	0,060747664	-1,029986013	2,7	0,892788086	0,113406032	8,817873113
08/06/2011	7	0,060747664	-1,029986013	2,7	0,892788086	0,113406032	8,817873113
13/06/2014	7	0,060747664	-1,029986013	2,7	0,892788086	0,113406032	8,817873113
09/01/1913	15	0,135514019	-0,692487055	2,8	0,903855029	0,101086297	9,892537621
10/01/1913	15	0,135514019	-0,692487055	2,8	0,903855029	0,101086297	9,892537621
26/01/1960	15	0,135514019	-0,692487055	2,8	0,903855029	0,101086297	9,892537621
02/07/1972	15	0,135514019	-0,692487055	2,8	0,903855029	0,101086297	9,892537621
20/07/2005	15	0,135514019	-0,692487055	2,8	0,903855029	0,101086297	9,892537621
27/07/2011	15	0,135514019	-0,692487055	2,8	0,903855029	0,101086297	9,892537621
17/03/2012	15	0,135514019	-0,692487055	2,8	0,903855029	0,101086297	9,892537621
24/05/2013	15	0,135514019	-0,692487055	2,8	0,903855029	0,101086297	9,892537621
25/05/1990	23	0,210280374	-0,444245676	2,9	0,913835316	0,090104903	11,09817519
19/08/1994	23	0,210280374	-0,444245676	2,9	0,913835316	0,090104903	11,09817519
09/02/1997	23	0,210280374	-0,444245676	2,9	0,913835316	0,090104903	11,09817519

## Annexe

---

02/02/2010	23	0,210280374	-0,444245676	2,9	0,913835316	0,090104903	11,09817519
20/07/2010	23	0,210280374	-0,444245676	2,9	0,913835316	0,090104903	11,09817519
01/10/2011	23	0,210280374	-0,444245676	2,9	0,913835316	0,090104903	11,09817519
29/08/1994	29	0,26635514	-0,279845003	3	0,922824263	0,08031646	12,45074795
24/12/1997	29	0,26635514	-0,279845003	3	0,922824263	0,08031646	12,45074795
28/01/2010	29	0,26635514	-0,279845003	3	0,922824263	0,08031646	12,45074795
23/06/2013	29	0,26635514	-0,279845003	3	0,922824263	0,08031646	12,45074795
08/07/1987	33	0,303738318	-0,175287497	3,1	0,930911213	0,071591373	13,9681634
15/08/2006	33	0,303738318	-0,175287497	3,1	0,930911213	0,071591373	13,9681634
13/05/1994	35	0,322429907	-0,1238707	3,2	0,938179366	0,063814126	15,67051149
25/05/1997	35	0,322429907	-0,1238707	3,2	0,938179366	0,063814126	15,67051149
31/01/2006	35	0,322429907	-0,1238707	3,2	0,938179366	0,063814126	15,67051149
05/02/2007	35	0,322429907	-0,1238707	3,2	0,938179366	0,063814126	15,67051149
30/09/2008	35	0,322429907	-0,1238707	3,2	0,938179366	0,063814126	15,67051149
27/09/2009	35	0,322429907	-0,1238707	3,2	0,938179366	0,063814126	15,67051149
26/09/1987	41	0,378504673	0,028886362	3,3	0,944705773	0,056881752	17,5803306
12/12/2005	41	0,378504673	0,028886362	3,3	0,944705773	0,056881752	17,5803306
29/10/2010	41	0,378504673	0,028886362	3,3	0,944705773	0,056881752	17,5803306
15/08/1912	44	0,406542056	0,105285078	3,4	0,950561451	0,050702468	19,72290592
22/01/1916	44	0,406542056	0,105285078	3,4	0,950561451	0,050702468	19,72290592
18/03/1954	44	0,406542056	0,105285078	3,4	0,950561451	0,050702468	19,72290592
12/11/1975	44	0,406542056	0,105285078	3,4	0,950561451	0,050702468	19,72290592
19/01/1983	44	0,406542056	0,105285078	3,4	0,950561451	0,050702468	19,72290592
21/07/2002	44	0,406542056	0,105285078	3,4	0,950561451	0,050702468	19,72290592
07/03/2011	44	0,406542056	0,105285078	3,4	0,950561451	0,050702468	19,72290592
22/05/1997	51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955811594	0,045194463	22,12660426

## Annexe

---

29/03/2000	51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955811594	0,045194463	22,12660426
29/08/2002	51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955811594	0,045194463	22,12660426
17/05/2003	51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955811594	0,045194463	22,12660426
06/01/2004	51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955811594	0,045194463	22,12660426
11/01/2004	51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955811594	0,045194463	22,12660426
12/08/2004	51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955811594	0,045194463	22,12660426
28/02/2007	51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955811594	0,045194463	22,12660426
28/02/2007	51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955811594	0,045194463	22,12660426
19/03/2010	51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955811594	0,045194463	22,12660426
16/07/1985	61	0,565420561	0,561793586	3,6	0,960515832	0,040284814	24,82324958
01/05/2000	61	0,565420561	0,561793586	3,6	0,960515832	0,040284814	24,82324958
11/06/2000	61	0,565420561	0,561793586	3,6	0,960515832	0,040284814	24,82324958
13/08/2001	61	0,565420561	0,561793586	3,6	0,960515832	0,040284814	24,82324958
03/04/2005	61	0,565420561	0,561793586	3,6	0,960515832	0,040284814	24,82324958
07/06/2008	61	0,565420561	0,561793586	3,6	0,960515832	0,040284814	24,82324958
05/10/2011	61	0,565420561	0,561793586	3,6	0,960515832	0,040284814	24,82324958
15/07/1985	68	0,630841121	0,775005523	3,7	0,964728543	0,03590852	27,84854434
25/11/2000	68	0,630841121	0,775005523	3,7	0,964728543	0,03590852	27,84854434
11/05/2002	68	0,630841121	0,775005523	3,7	0,964728543	0,03590852	27,84854434
08/08/2005	68	0,630841121	0,775005523	3,7	0,964728543	0,03590852	27,84854434
06/01/2007	68	0,630841121	0,775005523	3,7	0,964728543	0,03590852	27,84854434
04/08/1972	73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639	31,24254217
29/08/1972	73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639	31,24254217
01/08/2003	73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639	31,24254217
21/10/2003	73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639	31,24254217
21/05/2005	73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639	31,24254217

## Annexe

30/06/2005	73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639	31,24254217
22/06/2007	73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639	31,24254217
15/10/2007	73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639	31,24254217
20/02/2008	73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639	31,24254217
17/11/1978	82	0,761682243	1,301123358	3,9	0,971872627	0,028530525	35,05017819
06/01/2000	82	0,761682243	1,301123358	3,9	0,971872627	0,028530525	35,05017819
13/02/2000	82	0,761682243	1,301123358	3,9	0,971872627	0,028530525	35,05017819
08/06/2001	82	0,761682243	1,301123358	3,9	0,971872627	0,028530525	35,05017819
06/12/2005	82	0,761682243	1,301123358	3,9	0,971872627	0,028530525	35,05017819
23/12/2015	82	0,761682243	1,301123358	3,9	0,971872627	0,028530525	35,05017819
29/09/1955	88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144	39,32186389
02/10/1957	88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144	39,32186389
01/06/1960	88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144	39,32186389
09/09/1970	88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144	39,32186389
12/06/1972	88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144	39,32186389
23/05/1990	88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144	39,32186389
02/07/1998	88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144	39,32186389
02/02/2001	88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144	39,32186389
23/09/2003	88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144	39,32186389
07/07/2005	88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144	39,32186389
09/03/2007	88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144	39,32186389
01/12/2002	99	0,920560748	2,49166198	4,1	0,977586538	0,022668461	44,11415461
21/10/2003	100	0,929906542	2,621810255	4,2	0,979996872	0,020205899	49,49049828
28/05/2000	101	0,939252336	2,769854752	4,3	0,982150372	0,018010854	55,52207544
25/04/1900	102	0,948598131	2,94181175	4,6	0,987325355	0,012755653	78,39661083
04/11/1949	102	0,948598131	2,94181175	4,6	0,987325355	0,012755653	78,39661083

## Annexe

07/07/2007	104	0,96728972	3,40348334	4,9	0,991006869	0,009033813	110,6952242
02/02/1910	105	0,976635514	3,74474051	5,2	0,993622493	0,006397931	156,3005408
08/01/1913	105	0,976635514	3,74474051	5,2	0,993622493	0,006397931	156,3005408
26/02/1913	105	0,976635514	3,74474051	5,2	0,993622493	0,006397931	156,3005408
	N=107			5,5	0,995479106	0,004531145	220,694788

**Tableau. 04 :** Analyse des données séismiques relative de la zone-1 couvrant la période (1900-2015) par l'approche statistique du Gumbel (1958)

Date	Rang	$P_i = (r-0,5)/N$	$\mu = -\ln[-\ln(P_i)]$	Mw	$G(Mw) = \text{Exp}[-\alpha * \text{Exp}(-\beta * Mw)]$	$N(M) = -\ln[G(M)]$	$Tr = 1/N(M)$
23/08/1994	1	0,009090909	-1,547664709	2,5	0,858710377	0,152323577	6,564971897
13/01/2016	1	0,009090909	-1,547664709	2,5	0,858710377	0,152323577	6,564971897
08/06/2008	3	0,045454545	-1,128508398	2,6	0,873038102	0,135776079	7,365067589
14/06/2011	3	0,045454545	-1,128508398	2,6	0,873038102	0,135776079	7,365067589
19/03/2012	3	0,045454545	-1,128508398	2,6	0,873038102	0,135776079	7,365067589
22/04/2012	3	0,045454545	-1,128508398	2,6	0,873038102	0,135776079	7,365067589
27/08/1994	7	0,118181818	-0,758715332	2,7	0,886010746	0,1210262	8,262673695
13/01/2011	7	0,118181818	-0,758715332	2,7	0,886010746	0,1210262	8,262673695
16/05/2011	7	0,118181818	-0,758715332	2,7	0,886010746	0,1210262	8,262673695
07/05/2016	7	0,118181818	-0,758715332	2,7	0,886010746	0,1210262	8,262673695
25/07/1912	11	0,190909091	-0,50437965	2,8	0,897736524	0,107878657	9,269674141
10/06/1914	11	0,190909091	-0,50437965	2,8	0,897736524	0,107878657	9,269674141
27/01/2007	11	0,190909091	-0,50437965	2,8	0,897736524	0,107878657	9,269674141
15/10/2008	14	0,245454545	-0,339783534	2,9	0,908319234	0,096159383	10,39940119
30/09/1994	15	0,263636364	-0,287570468	3	0,917857418	0,085713218	11,66681197

## Annexe

28/01/2010	15	0,263636364	-0,287570468	3	0,917857418	0,085713218	11,66681197
04/01/2015	15	0,263636364	-0,287570468	3	0,917857418	0,085713218	11,66681197
22/08/1991	18	0,318181818	-0,13552018	3,2	0,934165154	0,068102032	14,68384966
04/09/1994	18	0,318181818	-0,13552018	3,2	0,934165154	0,068102032	14,68384966
28/10/1998	18	0,318181818	-0,13552018	3,2	0,934165154	0,068102032	14,68384966
21/04/2005	18	0,318181818	-0,13552018	3,2	0,934165154	0,068102032	14,68384966
06/08/2010	18	0,318181818	-0,13552018	3,2	0,934165154	0,068102032	14,68384966
11/11/2002	23	0,409090909	0,112253243	3,3	0,94110191	0,060703846	16,47342089
22/01/2008	23	0,409090909	0,112253243	3,3	0,94110191	0,060703846	16,47342089
01/10/2008	23	0,409090909	0,112253243	3,3	0,94110191	0,060703846	16,47342089
02/08/1912	26	0,463636364	0,263113392	3,4	0,947328508	0,054109353	18,48109332
18/09/1912	26	0,463636364	0,263113392	3,4	0,947328508	0,054109353	18,48109332
27/02/1933	26	0,463636364	0,263113392	3,4	0,947328508	0,054109353	18,48109332
19/06/1956	26	0,463636364	0,263113392	3,4	0,947328508	0,054109353	18,48109332
10/10/1956	26	0,463636364	0,263113392	3,4	0,947328508	0,054109353	18,48109332
23/08/1982	26	0,463636364	0,263113392	3,4	0,947328508	0,054109353	18,48109332
22/01/2008	26	0,463636364	0,263113392	3,4	0,947328508	0,054109353	18,48109332
26/08/2008	26	0,463636364	0,263113392	3,4	0,947328508	0,054109353	18,48109332
23/06/2002	34	0,609090909	0,701607374	3,5	0,952913405	0,048231245	20,7334477
23/09/2005	34	0,609090909	0,701607374	3,5	0,952913405	0,048231245	20,7334477
12/06/2008	34	0,609090909	0,701607374	3,5	0,952913405	0,048231245	20,7334477
14/06/2008	34	0,609090909	0,701607374	3,5	0,952913405	0,048231245	20,7334477
15/06/2008	34	0,609090909	0,701607374	3,5	0,952913405	0,048231245	20,7334477
07/03/1982	39	0,7	1,030930433	3,6	0,957919342	0,042991699	23,26030424
26/11/2004	39	0,7	1,030930433	3,6	0,957919342	0,042991699	23,26030424
11/10/2008	39	0,7	1,030930433	3,6	0,957919342	0,042991699	23,26030424
20/03/2014	39	0,7	1,030930433	3,6	0,957919342	0,042991699	23,26030424



## Annexe

26/02/1992	43	0,772727273	1,355458281	3,7	0,962403628	0,038321345	26,09511748
06/06/2008	44	0,790909091	1,449991648	3,9	0,970011263	0,030447596	32,84331512
31/07/1912	45	0,809090909	1,551905143	4	0,973225023	0,027139957	36,84604283
10/10/1956	45	0,809090909	1,551905143	4	0,973225023	0,027139957	36,84604283
14/02/1957	45	0,809090909	1,551905143	4	0,973225023	0,027139957	36,84604283
08/06/1957	45	0,809090909	1,551905143	4	0,973225023	0,027139957	36,84604283
18/10/1957	45	0,809090909	1,551905143	4	0,973225023	0,027139957	36,84604283
06/06/1972	45	0,809090909	1,551905143	4	0,973225023	0,027139957	36,84604283
12/12/1959	51	0,918181818	2,460879442	4,4	0,983012925	0,017133011	58,3668579
06/06/2008	52	0,936363636	2,721874657	4,5	0,984844237	0,015271786	65,48022751
21/03/2012	53	0,954545455	3,067872615	4,7	0,987939373	0,012133947	82,41341499
19/06/1925	54	0,972727273	3,58807417	4,9	0,990405495	0,009640829	103,7255249
06/06/2008	55	0,990909091	4,695917599	5,5	0,995176064	0,004835609	206,7991902
	N=55						

**Tableau. 04 :** Analyse des données sismiques relative de la zone-2 couvrant la période (1912-2016) par l'approche statistique du Gumbel (1958)

## Annexe

Date	Rang	$P_i = (r-0,5)/N$	$u = -\ln [-\ln(P_i)]$	Mw	$G(M_s) = \text{Exp}[-\alpha * \text{Exp}(-\beta * M_w)]$	$N(M) = -\ln [G(M)]$	$Tr = 1/N(M)$
19/08/1994	1	0,004716981	-1,678326883	2,4	0,86517136	0,144827688	6,904757046
31/08/1994	2	0,014150943	-1,448793457	2,5	0,879456975	0,128450636	7,785091831
13/01/2011	2	0,014150943	-1,448793457	2,5	0,879456975	0,128450636	7,785091831
03/05/2011	2	0,014150943	-1,448793457	2,5	0,879456975	0,128450636	7,785091831
23/12/2012	2	0,014150943	-1,448793457	2,5	0,879456975	0,128450636	7,785091831
21/11/2007	6	0,051886792	-1,084746941	2,6	0,892324436	0,113925495	8,777666528
21/01/2008	6	0,051886792	-1,084746941	2,6	0,892324436	0,113925495	8,777666528
08/06/2008	6	0,051886792	-1,084746941	2,6	0,892324436	0,113925495	8,777666528
29/05/2009	6	0,051886792	-1,084746941	2,6	0,892324436	0,113925495	8,777666528
16/05/2011	6	0,051886792	-1,084746941	2,6	0,892324436	0,113925495	8,777666528
25/05/2011	6	0,051886792	-1,084746941	2,6	0,892324436	0,113925495	8,777666528
25/11/2012	6	0,051886792	-1,084746941	2,6	0,892324436	0,113925495	8,777666528
03/01/2013	6	0,051886792	-1,084746941	2,6	0,892324436	0,113925495	8,777666528
23/12/2012	6	0,051886792	-1,084746941	2,6	0,892324436	0,113925495	8,777666528
18/08/1994	15	0,136792453	-0,687778015	2,7	0,903894301	0,101042849	9,896791375
27/08/1994	15	0,136792453	-0,687778015	2,7	0,903894301	0,101042849	9,896791375
14/06/2009	15	0,136792453	-0,687778015	2,7	0,903894301	0,101042849	9,896791375
03/09/2010	15	0,136792453	-0,687778015	2,7	0,903894301	0,101042849	9,896791375
07/11/2010	15	0,136792453	-0,687778015	2,7	0,903894301	0,101042849	9,896791375
04/04/2011	15	0,136792453	-0,687778015	2,7	0,903894301	0,101042849	9,896791375
17/01/2013	15	0,136792453	-0,687778015	2,7	0,903894301	0,101042849	9,896791375
12/04/2015	15	0,136792453	-0,687778015	2,7	0,903894301	0,101042849	9,896791375
09/01/1913	23	0,212264151	-0,438205759	2,8	0,914281317	0,089616968	11,15860112
10/01/1913	23	0,212264151	-0,438205759	2,8	0,914281317	0,089616968	11,15860112
18/08/1994	23	0,212264151	-0,438205759	2,8	0,914281317	0,089616968	11,15860112

## Annexe

21/04/2011	23	0,212264151	-0,438205759	2,8	0,914281317	0,089616968	11,15860112
25/01/2012	23	0,212264151	-0,438205759	2,8	0,914281317	0,089616968	11,15860112
19/08/2014	23	0,212264151	-0,438205759	2,8	0,914281317	0,089616968	11,15860112
25/10/2014	23	0,212264151	-0,438205759	2,8	0,914281317	0,089616968	11,15860112
07/07/2005	30	0,278301887	-0,246116701	2,9	0,92359361	0,07948312	12,58128763
02/02/2010	30	0,278301887	-0,246116701	2,9	0,92359361	0,07948312	12,58128763
18/04/2011	30	0,278301887	-0,246116701	2,9	0,92359361	0,07948312	12,58128763
09/06/2011	30	0,278301887	-0,246116701	2,9	0,92359361	0,07948312	12,58128763
26/03/2015	30	0,278301887	-0,246116701	2,9	0,92359361	0,07948312	12,58128763
18/08/1994	35	0,325471698	-0,115540318	3	0,931932209	0,070495204	14,18536219
29/08/1994	35	0,325471698	-0,115540318	3	0,931932209	0,070495204	14,18536219
24/09/1994	35	0,325471698	-0,115540318	3	0,931932209	0,070495204	14,18536219
07/06/2008	35	0,325471698	-0,115540318	3	0,931932209	0,070495204	14,18536219
08/11/2010	35	0,325471698	-0,115540318	3	0,931932209	0,070495204	14,18536219
07/03/2011	35	0,325471698	-0,115540318	3	0,931932209	0,070495204	14,18536219
14/03/2011	35	0,325471698	-0,115540318	3	0,931932209	0,070495204	14,18536219
13/10/2011	35	0,325471698	-0,115540318	3	0,931932209	0,070495204	14,18536219
18/07/1985	43	0,400943396	0,089995806	3,1	0,939390858	0,062523637	15,9939512
26/09/1994	43	0,400943396	0,089995806	3,1	0,939390858	0,062523637	15,9939512
20/03/2009	43	0,400943396	0,089995806	3,1	0,939390858	0,062523637	15,9939512
17/01/2013	43	0,400943396	0,089995806	3,1	0,939390858	0,062523637	15,9939512
14/03/2013	43	0,400943396	0,089995806	3,1	0,939390858	0,062523637	15,9939512
01/01/2014	43	0,400943396	0,089995806	3,1	0,939390858	0,062523637	15,9939512
30/09/1995	49	0,45754717	0,246060019	3,2	0,946056022	0,055453491	18,03312963
06/08/2002	49	0,45754717	0,246060019	3,2	0,946056022	0,055453491	18,03312963
16/09/2003	49	0,45754717	0,246060019	3,2	0,946056022	0,055453491	18,03312963
17/08/2005	49	0,45754717	0,246060019	3,2	0,946056022	0,055453491	18,03312963

## Annexe

11/02/2011	49	0,45754717	0,246060019	3,2	0,946056022	0,055453491	18,03312963
04/11/1987	54	0,504716981	0,380152044	3,3	0,952007054	0,049182835	20,33229688
18/08/1994	54	0,504716981	0,380152044	3,3	0,952007054	0,049182835	20,33229688
18/08/1994	54	0,504716981	0,380152044	3,3	0,952007054	0,049182835	20,33229688
21/08/1994	54	0,504716981	0,380152044	3,3	0,952007054	0,049182835	20,33229688
28/08/1994	54	0,504716981	0,380152044	3,3	0,952007054	0,049182835	20,33229688
03/11/1995	54	0,504716981	0,380152044	3,3	0,952007054	0,049182835	20,33229688
23/07/2005	54	0,504716981	0,380152044	3,3	0,952007054	0,049182835	20,33229688
04/04/2011	54	0,504716981	0,380152044	3,3	0,952007054	0,049182835	20,33229688
15/08/1912	62	0,580188679	0,608067483	3,4	0,957316462	0,043621261	22,92460072
22/01/1916	62	0,580188679	0,608067483	3,4	0,957316462	0,043621261	22,92460072
18/03/1954	62	0,580188679	0,608067483	3,4	0,957316462	0,043621261	22,92460072
10/10/1955	62	0,580188679	0,608067483	3,4	0,957316462	0,043621261	22,92460072
18/08/1994	62	0,580188679	0,608067483	3,4	0,957316462	0,043621261	22,92460072
19/08/1994	62	0,580188679	0,608067483	3,4	0,957316462	0,043621261	22,92460072
29/08/2002	62	0,580188679	0,608067483	3,4	0,957316462	0,043621261	22,92460072
01/11/2002	62	0,580188679	0,608067483	3,4	0,957316462	0,043621261	22,92460072
06/06/2008	62	0,580188679	0,608067483	3,4	0,957316462	0,043621261	22,92460072
24/08/1973	71	0,66509434	0,896913724	3,5	0,962050256	0,038688588	25,84741513
24/08/1973	71	0,66509434	0,896913724	3,5	0,962050256	0,038688588	25,84741513
23/07/2003	71	0,66509434	0,896913724	3,5	0,962050256	0,038688588	25,84741513
20/06/2008	71	0,66509434	0,896913724	3,5	0,962050256	0,038688588	25,84741513
11/07/2008	71	0,66509434	0,896913724	3,5	0,962050256	0,038688588	25,84741513
15/01/2012	71	0,66509434	0,896913724	3,5	0,962050256	0,038688588	25,84741513
19/09/1995	77	0,721698113	1,12040293	3,7	0,970024916	0,030433521	32,85850452
11/03/2005	77	0,721698113	1,12040293	3,7	0,970024916	0,030433521	32,85850452
22/12/1999	79	0,740566038	1,20283855	3,8	0,973368919	0,026992112	37,0478604

## Annexe

22/12/1999	79	0,740566038	1,20283855	3,8	0,973368919	0,026992112	37,0478604
10/04/2000	79	0,740566038	1,20283855	3,8	0,973368919	0,026992112	37,0478604
09/01/2008	79	0,740566038	1,20283855	3,8	0,973368919	0,026992112	37,0478604
22/12/1999	83	0,778301887	1,383734437	3,9	0,976344429	0,023939856	41,77134596
21/09/2002	83	0,778301887	1,383734437	3,9	0,976344429	0,023939856	41,77134596
15/12/2007	83	0,778301887	1,383734437	3,9	0,976344429	0,023939856	41,77134596
07/06/2008	83	0,778301887	1,383734437	3,9	0,976344429	0,023939856	41,77134596
02/06/2009	83	0,778301887	1,383734437	3,9	0,976344429	0,023939856	41,77134596
04/01/2012	83	0,778301887	1,383734437	3,9	0,976344429	0,023939856	41,77134596
21/11/1950	89	0,83490566	1,71237613	4	0,97899108	0,021232747	47,09706105
08/06/1957	89	0,83490566	1,71237613	4	0,97899108	0,021232747	47,09706105
01/06/1960	89	0,83490566	1,71237613	4	0,97899108	0,021232747	47,09706105
24/12/1999	89	0,83490566	1,71237613	4	0,97899108	0,021232747	47,09706105
20/03/2000	89	0,83490566	1,71237613	4	0,97899108	0,021232747	47,09706105
03/01/2000	94	0,882075472	2,075627562	4,1	0,981344452	0,018831758	53,10178806
06/02/2004	95	0,891509434	2,164221871	4,3	0,985295596	0,014813585	67,50560295
24/07/2008	95	0,891509434	2,164221871	4,3	0,985295596	0,014813585	67,50560295
07/08/1907	97	0,910377358	2,365566579	4,6	0,989718136	0,010335088	96,75776635
20/06/1925	97	0,910377358	2,365566579	4,6	0,989718136	0,010335088	96,75776635
19/01/1981	97	0,910377358	2,365566579	4,6	0,989718136	0,010335088	96,75776635
07/08/2007	97	0,910377358	2,365566579	4,6	0,989718136	0,010335088	96,75776635
27/04/1967	101	0,948113208	2,932168603	4,8	0,99190309	0,008129868	123,0032283
24/11/1973	101	0,948113208	2,932168603	4,8	0,99190309	0,008129868	123,0032283
23/12/1999	103	0,966981132	3,393934951	4,9	0,992815388	0,007210546	138,6857526
20/06/1952	104	0,976415094	3,735238357	5	0,993625225	0,006395181	156,3677494
24/07/1912	105	0,985849057	4,250856438	5,2	0,994982005	0,005030627	198,7823686
09/01/2008	106	0,995283019	5,354223136	5,3	0,995548173	0,004461766	224,1264947

## Annexe

---

	N =106			
--	--------	--	--	--

**Tableau. 04 :** Analyse des données sismiques relative de la zone-4 couvrant la période (1907-2015) par l'approche statistique du Gumbel (1958)



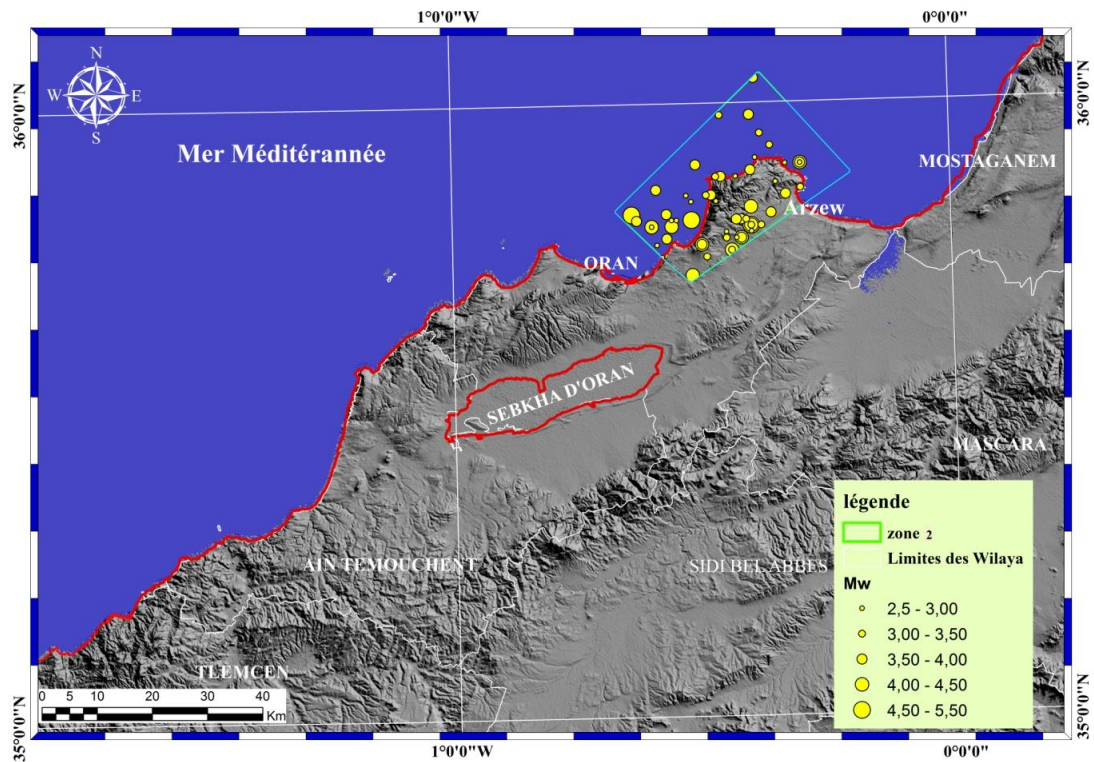


Fig. : carte des épicentres séismique de la zone-2 période (1912-2016)

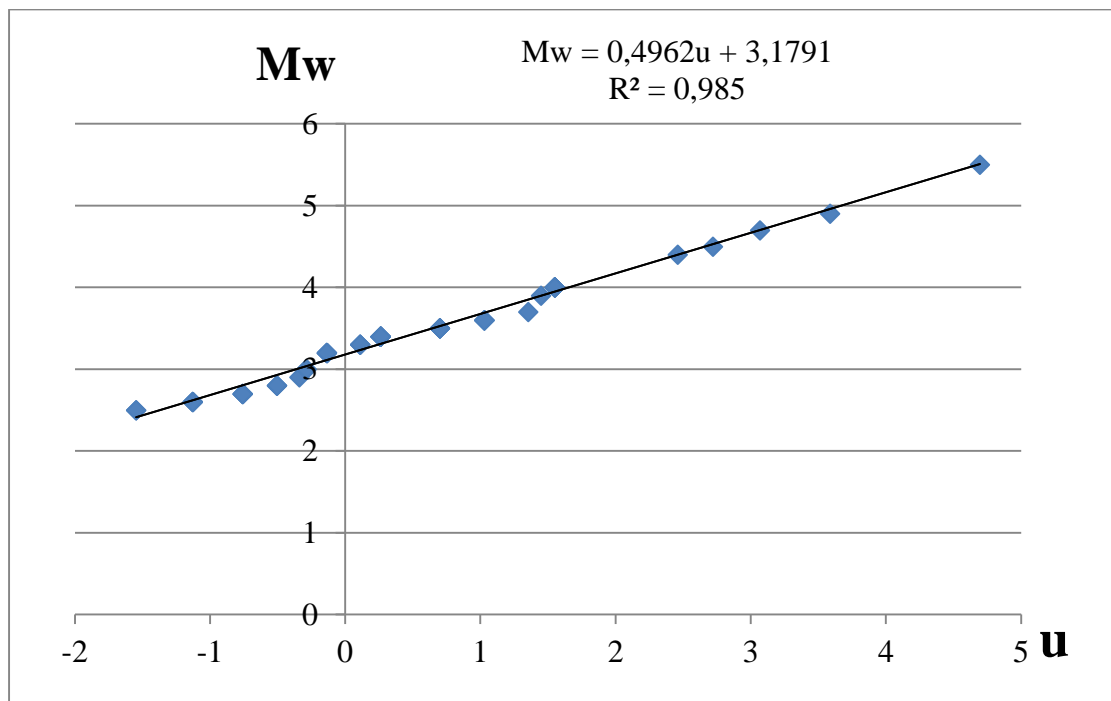
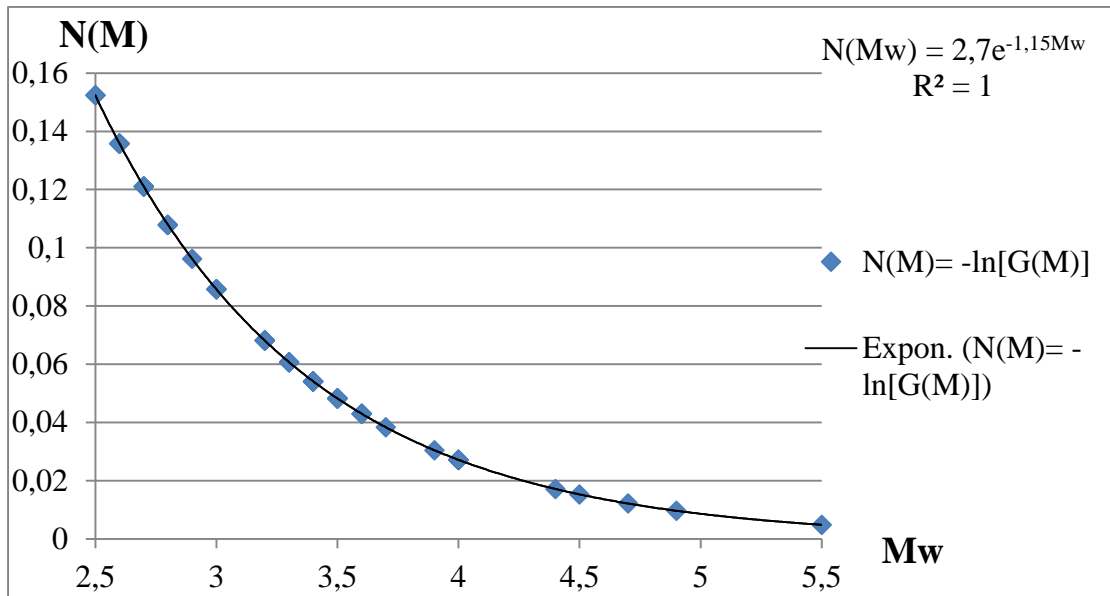
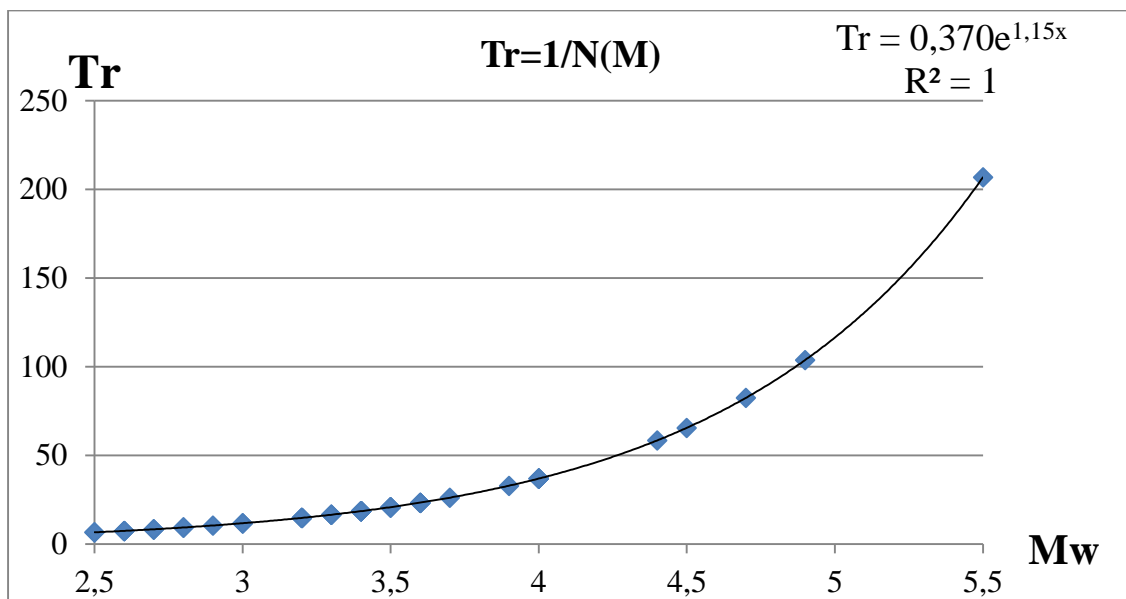


Fig. : Courbe d'ajustement linéaire de Gumbel par Excel.



**Fig. :** courbe d'aléa séismique  $N(Mw)$  de la zone-2 période (1912-2016) par Excel.



**Fig. :** courbe d'aléa séismique  $Tr$  de la zone-2 période (1912-2016) par Excel.

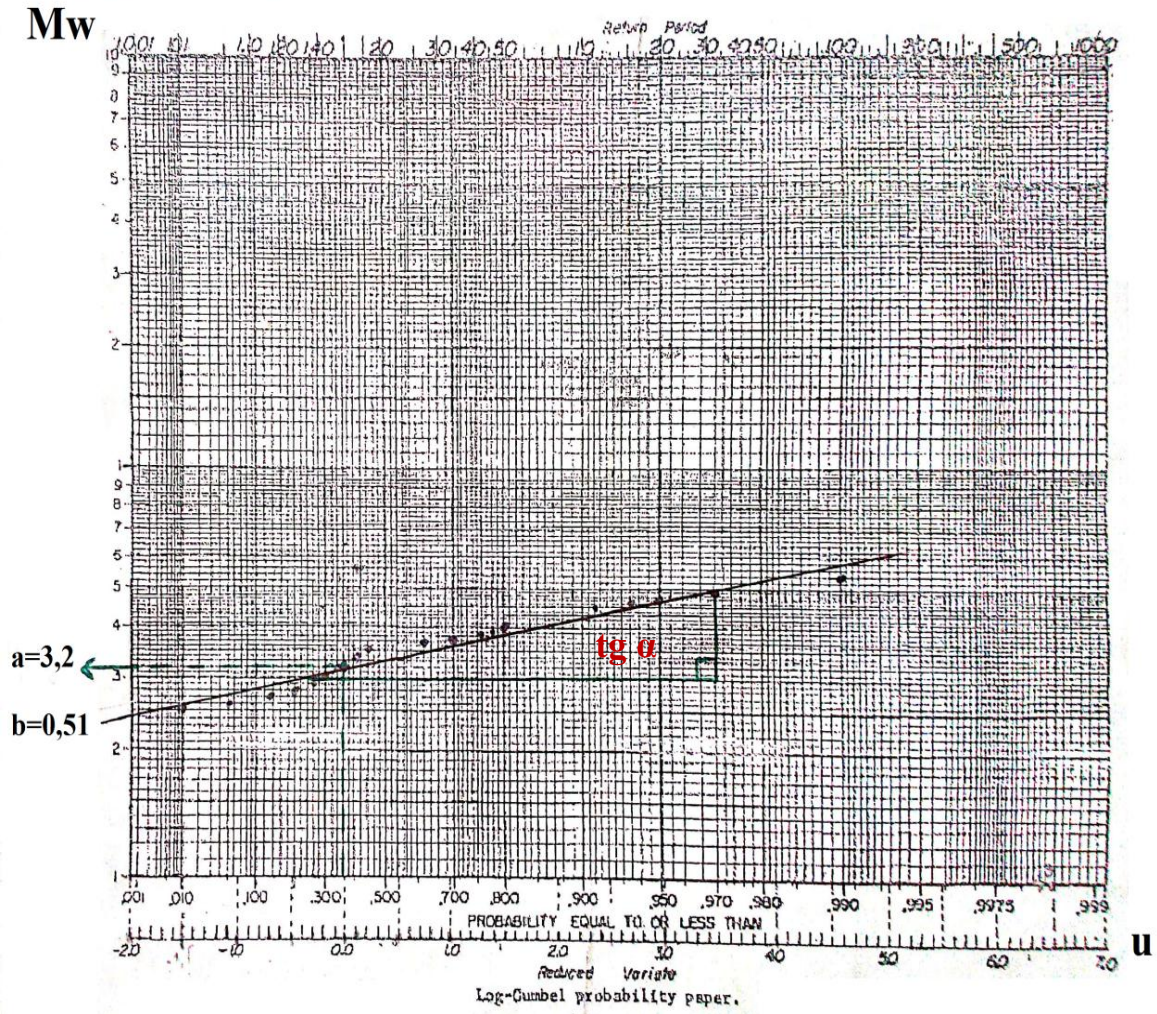


Fig. : courbe d'ajustements linéaire de Gumbel zone-2 (Manuelle)



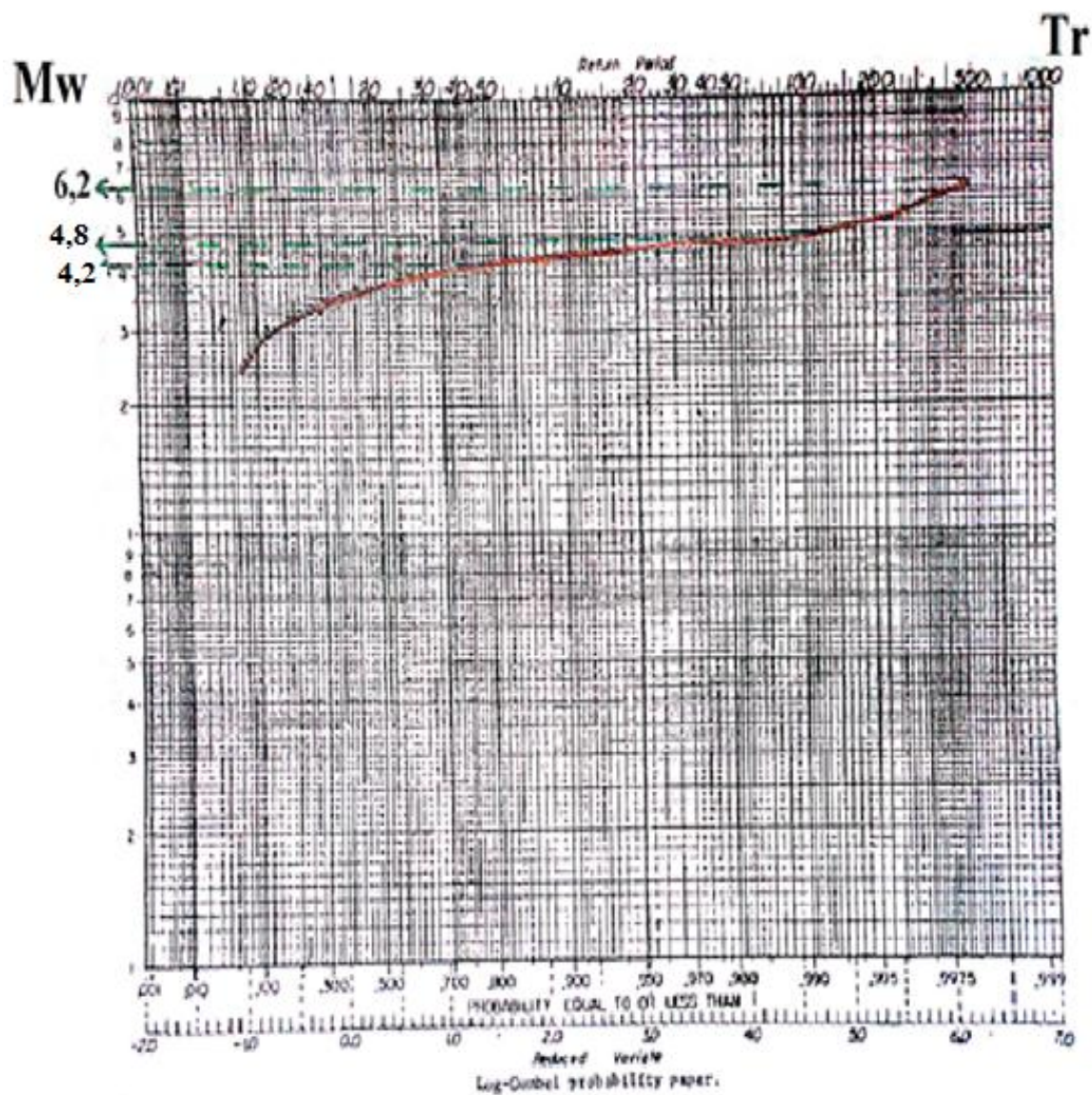


Fig. : courbe d'aléa séismique  $Tr$  de la zone-2 période (1912-2016) Manuelle

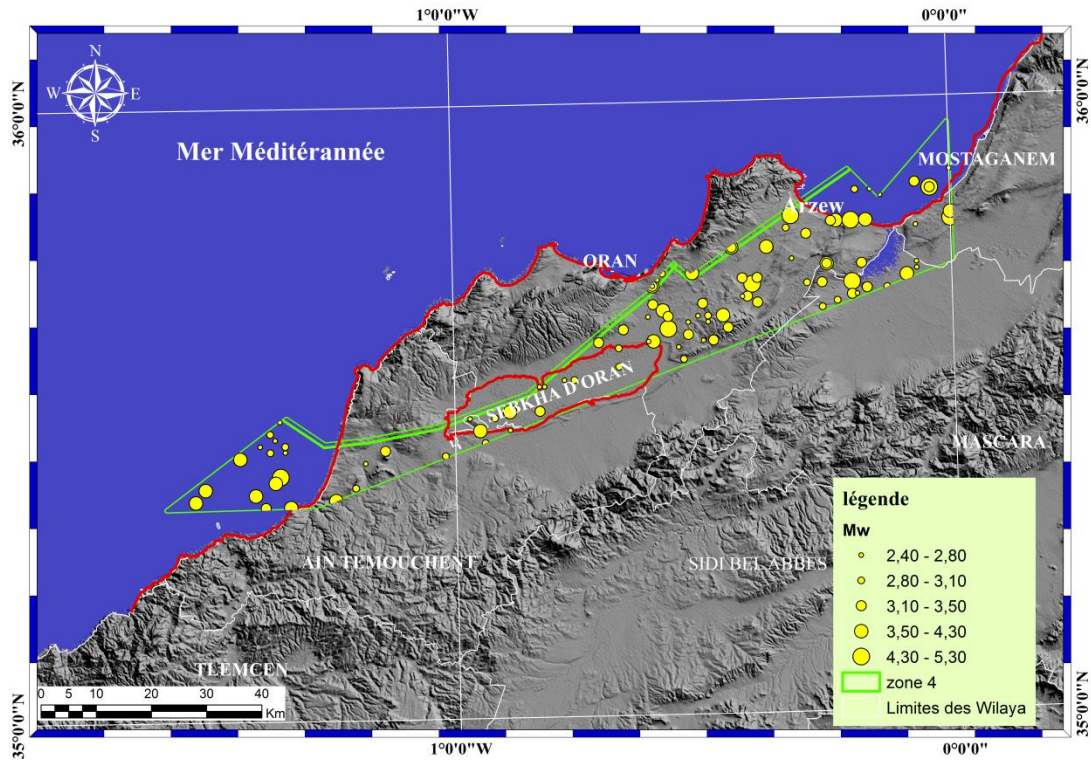


Fig. : carte des épïcèntres sèismique de la zone-4 période (1907-2015)

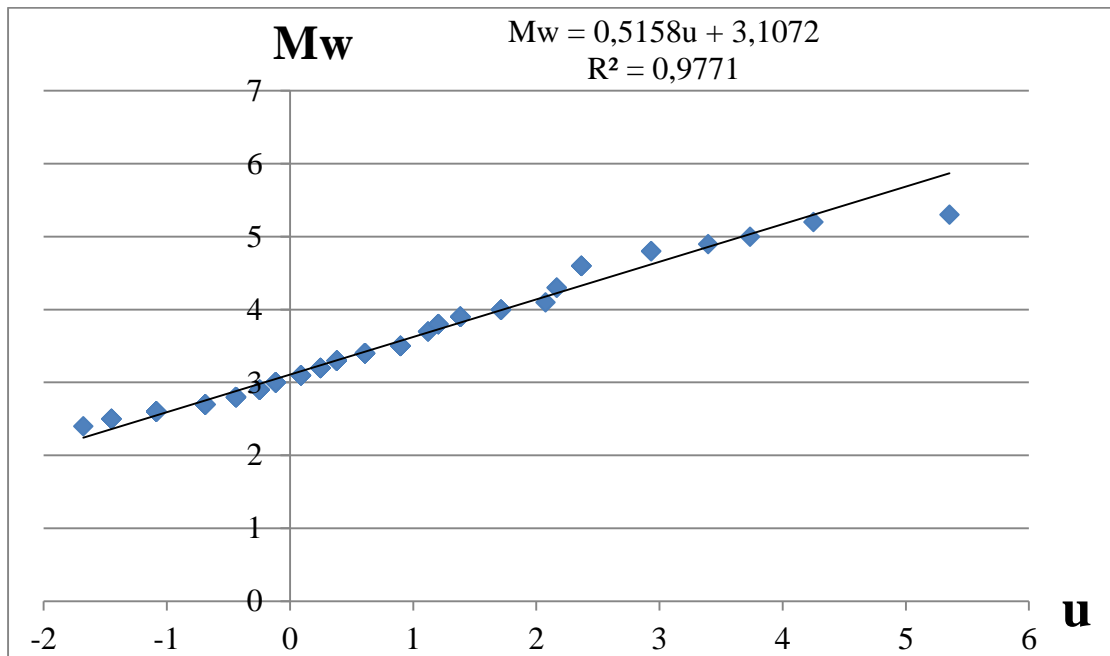


Fig. : Courbe d'ajustement linèaire de Gumbel par Excel.

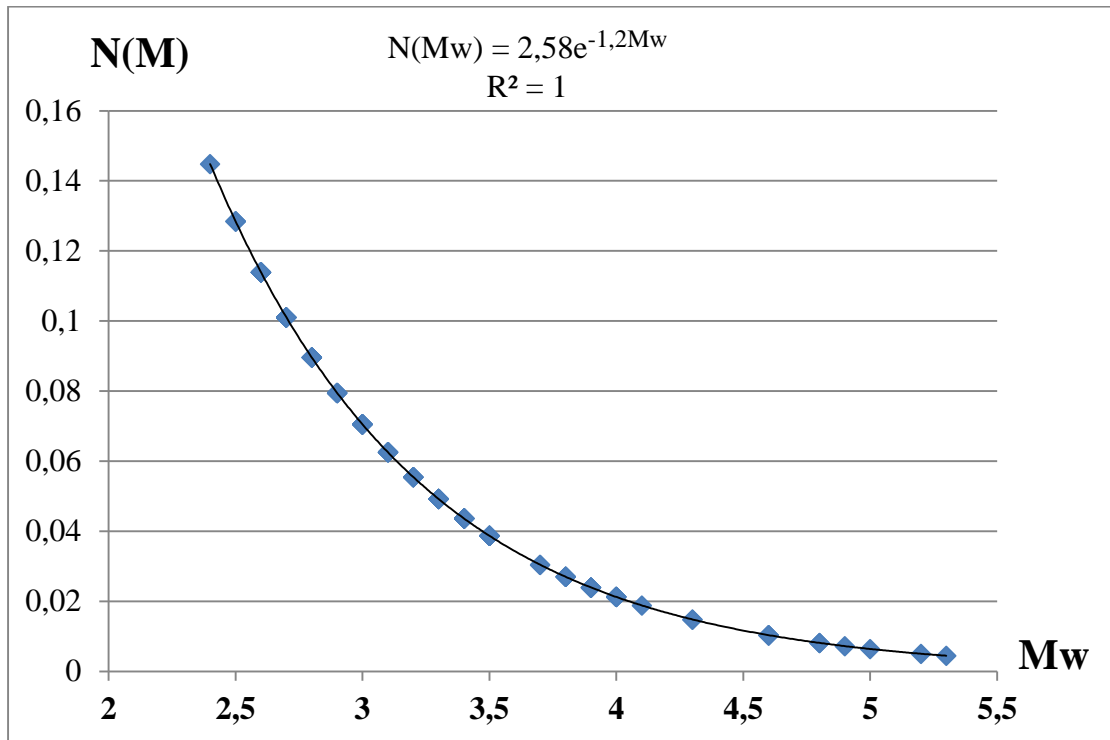


Fig. : courbe d'aléa séismique  $N(M_w)$  de la zone-4 période (1907-2015) par Excel.

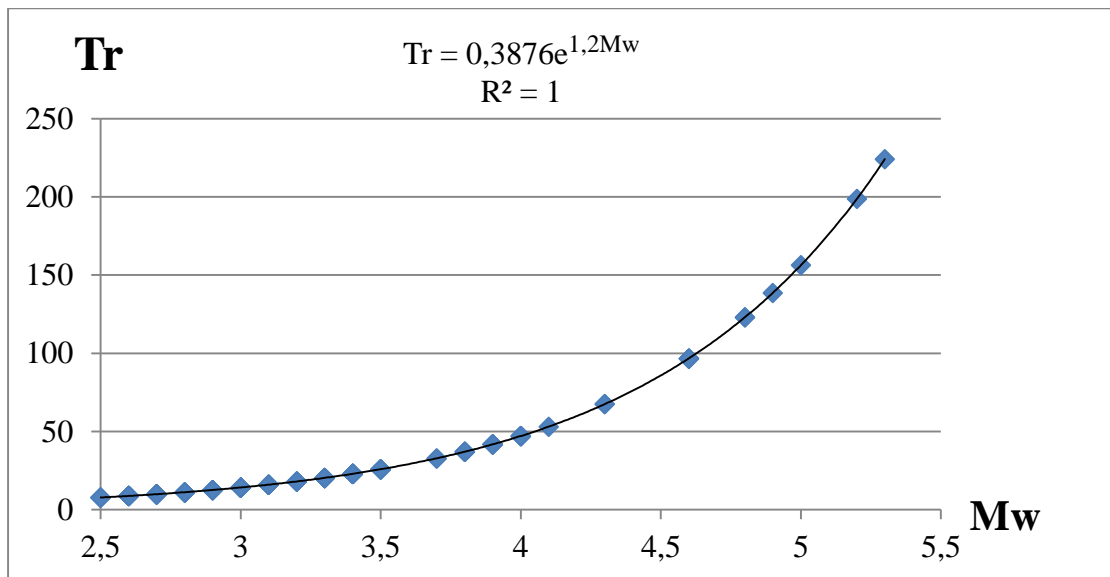


Fig. : courbe d'aléa séismique  $Tr$  de la zone-4 période (1907-2015) par Excel.



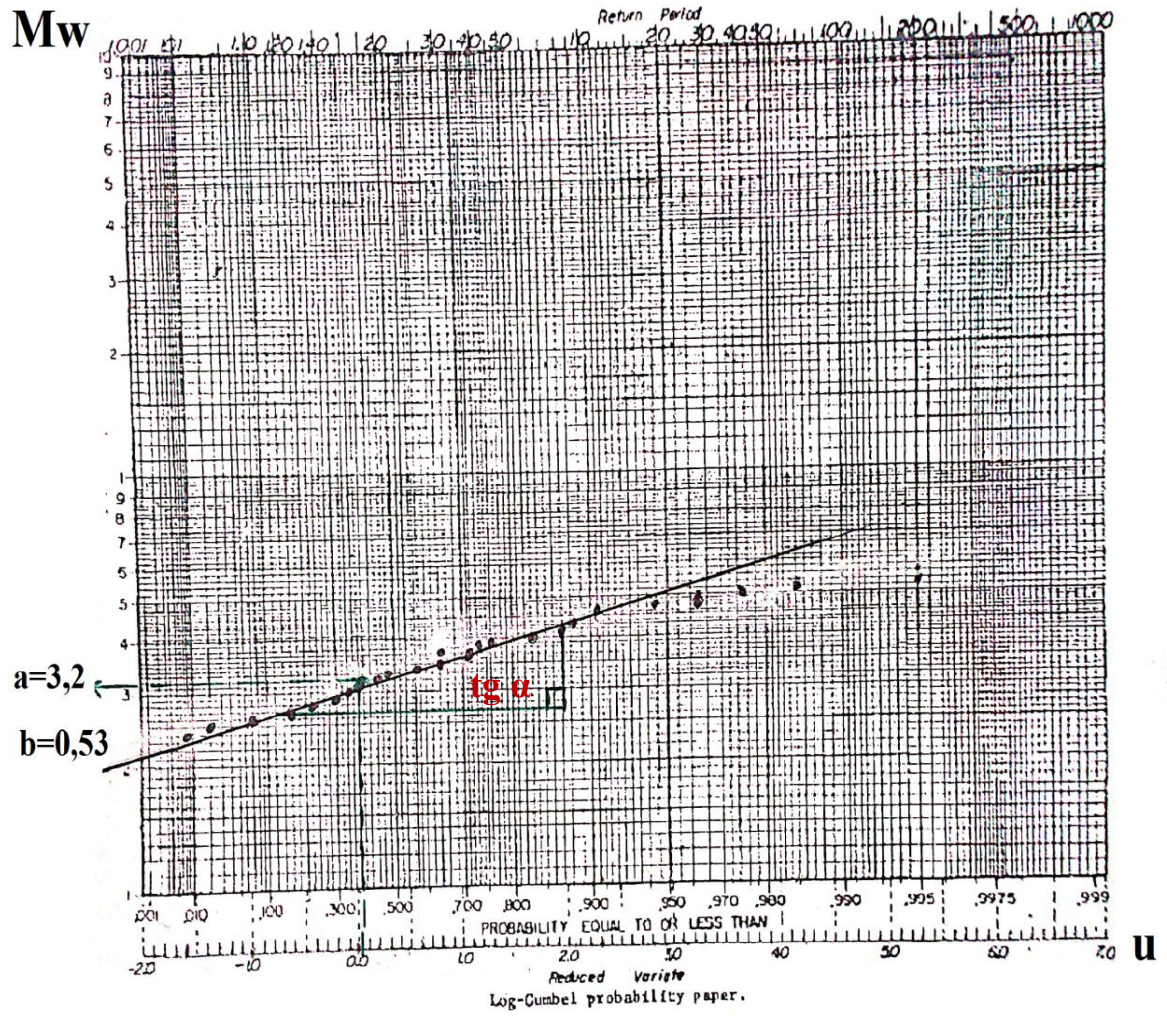


Fig. : courbe d'ajustements linéaire de Gumbel zone-4 (Manuelle)



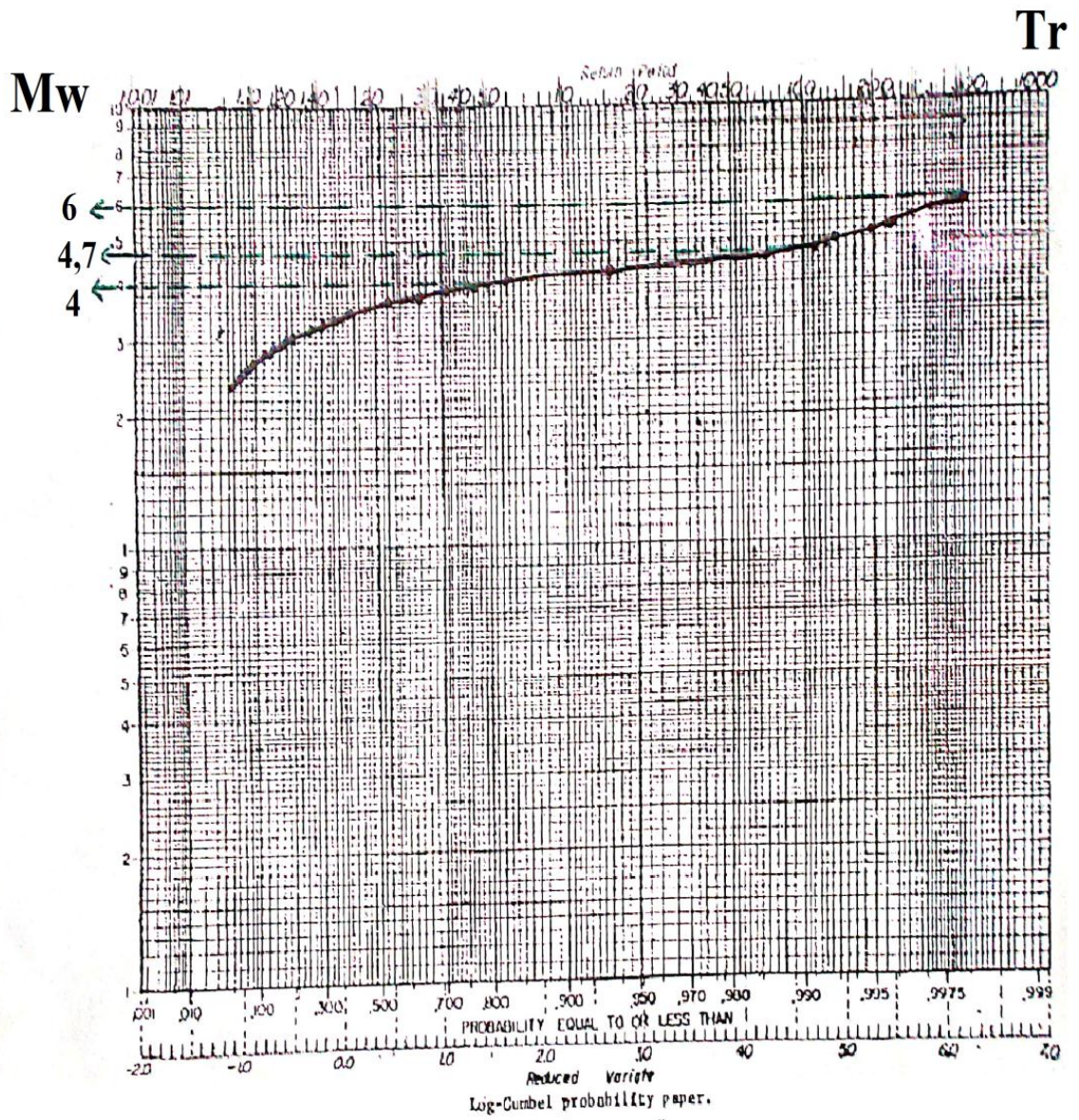


Fig. : courbe d'aléa séismique  $Tr$  de la zone-4 période (1907-2015) Manuelle

## Annexe

ID Z1	Date	Longitude	Latitude	Mw	Localisation	Références
1	25/04/1900	-0,65	35,72	4,6	ORAN	VA/MOK/IGN
2	02/02/1910	-0,6	35,72	5,2	ORAN AL	SSIS/IGN/ BEN/MOK
3	15/08/1912	-0,6	35,7	3,4	ORAN	IGN/BEN
4	08/01/1913	-0,6	35,72	5,2	ARZEW-NE ORAN	KV/IGN
5	09/01/1913	-0,6	35,7	2,8	ORANARG	VA/MOK/IGN
6	10/01/1913	-0,6	35,7	2,8	ORANARG	BEN
7	26/02/1913	-0,6	35,73	5,2	ARZEW-NE ORAN	RT/SSIS/MOK/BEN/IGN
8	22/01/1916	-0,6	35,7	3,4	ORAN	IGN/BEN
9	04/11/1949	-0,7	35,7	4,6	W- ORAN	BCIS/MOK/BEN/IGN/HAM
10	18/03/1954	-0,6	35,7	3,4	ARCOLE ALG	BEN
11	29/09/1955	-1	35,53	4	LOURMEL	BEN/IGN/HAM
12	02/10/1957	-0,7	35,71	4	AIN TURCK ALG	IMPGA/MOK/BEN/IGN
13	26/01/1960	-0,66	35,7	2,8	ORAN ALG	BEN
14	01/06/1960	-0,6	35,7	4	ORAN ALG	IMPGA/MOK/IGN/BEN/HAM
15	09/09/1970	-0,75	35,7	4	ZEMMOURA	MOK/BEN/IGN/HAM
16	12/06/1972	-0,9	35,8	4	MER MEDITER	AM/MOK/BEN/IGN
17	02/07/1972	-0,72	35,73	2,8	W ORAN	AM/MOK
18	04/08/1972	-1,7	35,74	3,8	MER MEDITERNEE	BEN/IGN
19	29/08/1972	-1,31	35,81	3,8	MER MEDITERNEE	BEN/IGN
20	12/11/1975	-0,72	35,64	3,4	NW ORAN	AM/MOK
21	17/11/1978	-0,63	35,77	3,9	N ORAN, ALG	AM/MOK/BEN/IGN/ISC
22	19/01/1983	-0,87	35,68	3,4	NW ORAN	
23	15/07/1985	-1,15	35,58	3,7	MER MEDITER	AM/MOK/BEN/ISC/IGN
24	16/07/1985	-1,15	35,58	3,6	NW Ain TEMOUCHEN	AM/MOK
25	08/07/1987	-0,65	35,72	3,1	ORAN	
26	26/09/1987	-0,65	35,72	3,3	ORAN	
27	23/05/1990	-1,25	35,75	4	MER MEDITER	IGN
28	25/05/1990	-0,92	35,82	2,9	MER MEDITER	ISC/USGS

## Annexe

29	13/05/1994	-0,9	35,6	3,2	W ORAN	
30	18/08/1994	-0,83	35,54	2,7	SW ORAN	
31	19/08/1994	-0,62	35,75	2,7	W ORANARG	ISC
32	19/08/1994	-0,83	35,79	2,9	NW ORAN	
33	23/08/1994	-0,85	35,69	2,7	W ORAN	
34	29/08/1994	-0,58	35,72	3	SE ORAN	
35	09/02/1997	-1,04	35,75	2,9	W ORAN	
36	22/05/1997	-1,31	35,74	3,5	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC
37	25/05/1997	-1,43	35,74	3,2	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC
38	24/12/1997	-1,16	35,71	3	MER MEDITERRANEE	IGN
39	02/07/1998	-1,71	35,76	4	MER MEDITERRANEE	IGN/USGS/ISC
40	15/10/1999	-1,55	35,83	2,5	MER MEDITERRANEE	IGN/USGS/ISC
41	06/01/2000	-1,43	35,58	3,9	MER MEDITERRANEE	ISC
42	13/02/2000	-1,37	35,62	3,9	SW A TEMOUCHENT	IGN
43	29/03/2000	-1,53	35,63	3,5	MER MEDITERRANEE	ISC
44	01/05/2000	-1,58	35,81	3,6	MER MEDITERRANEE	ISC
45	28/05/2000	-1,4	35,54	4,3	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN
46	11/06/2000	-1,33	35,74	3,6	AIN TEMOUCHENT	
47	25/11/2000	-1,3	35,49	3,7	N AIN TEMOUCHENT	ISC
48	02/02/2001	-1,39	35,7	4	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN
49	08/06/2001	-1,23	35,8	3,9	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN
50	13/08/2001	-1,38	35,55	3,6	NE SIDI BEL ABBES	
51	11/05/2002	-1,05	35,63	3,7	N EL AMRIA	
52	21/07/2002	-1,67	35,8	3,4	MER MEDITERRANEE	ISC
53	29/08/2002	-1,16	35,54	3,5	N A TEMOUCHENT	
54	01/12/2002	-1,28	35,71	4,1	MER MEDITERRANEE	ISC
55	17/05/2003	-1,3	35,78	3,5	MER MEDITERRANEE	ISC
56	01/08/2003	-1,17	35,71	3,8	N AIN TEMOUCHENT	ISC
57	23/09/2003	-1	35,6	4	NW Ain TEMOUCHENT	ISC

## Annexe

58	21/10/2003	-1,14	35,85	3,8	MER MEDITERRANEE	ISC
59	21/10/2003	-1,18	35,8	4,2	MER MEDITERRANEE	ISC
60	06/01/2004	-1,44	35,71	3,5	MER MEDITERRANEE	ISC
61	11/01/2004	-1,39	35,6	3,5	MER MEDITERRANEE	ISC
62	12/08/2004	-1,23	35,82	3,5	MER MEDITERRANEE	ISC
63	03/04/2005	-1,33	35,8	3,6	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC/USGS/EMSC
64	21/05/2005	-1,29	35,58	3,8	MER MEDITERRANEE	ISC/CRAAG/IGN/USGS/EMSC/HAM
65	12/06/2005	-1,4	35,72	2,7	MER MEDITERRANEE	ISC/CRAAG/IGN/USGS/EMSC/HAM
66	30/06/2005	-1,54	35,65	3,8	MER MEDITERRANEE	ISC/CRAAG/IGN/USGS/EMSC/HAM
67	07/07/2005	-0,71	35,82	4	W ORAN	
68	20/07/2005	-1,09	35,68	2,8	W ORAN	
69	08/08/2005	-1,1	35,7	3,7	MER MEDITERRANEE	ISC/USGS
70	06/12/2005	-0,92	35,74	3,9	MER MEDITERRANEE	ISC/USGS
71	12/12/2005	-0,74	35,81	3,3	MER MEDITERRANEE	ISC
72	31/01/2006	-1,08	35,79	3,2	W ORAN	
73	15/08/2006	-1,32	35,5	3,1	MER MEDITERRANEE	ISC/USGS/EMSC/CRAAG
74	06/01/2007	-1,1	35,76	3,7	MER MEDITERRANEE	ISC/USGS
75	05/02/2007	-1	35,73	3,2	NW ORAN	
76	28/02/2007	-1,32	35,54	3,5	MER MEDITERRANEE	ISC
77	28/02/2007	-1,81	35,8	3,5	MER MEDITERRANEE	CRAAG/ISC/IGN/USGS/EMSC
78	09/03/2007	-1,67	35,7	4	MER MEDITERRANEE	ISC
79	22/06/2007	-0,77	35,76	3,8	NW ORAN	
80	07/07/2007	-1,26	35,49	4,9	MER MEDITERRANEE	HAM/IGN/USGS
81	15/10/2007	-0,76	35,87	3,8	NW ORAN	
82	20/02/2008	-0,92	35,69	3,8	W ORAN	
83	12/03/2008	-1,03	35,6	2,7	W-ORAN	
84	07/06/2008	-0,65	35,77	3,6	N ORAN	
85	30/09/2008	-0,68	35,81	3,2	MER MEDITERRANEE	CRAAG
86	27/09/2009	-1,53	35,66	3,2	MER MEDITERRANEE	CRAAG

## Annexe

87	28/01/2010	-0,71	35,85	3	NW ORAN	
88	02/02/2010	-0,54	35,58	2,9	NE ORAN	
89	19/03/2010	-0,89	35,83	3,5	NW ORAN	
90	12/04/2010	-0,79	35,8	2,5	NW ORAN	
91	09/06/2010	-0,75	35,78	2,5	NW ORAN	
92	20/07/2010	-1,2	35,54	2,9	NW A TEMOUCHENT	CRAAG
93	29/10/2010	-1,69	35,74	3,3	MER MEDITERRANEE	CRAAG
94	07/03/2011	-0,74	35,77	3,4	NW ORAN	
95	23/04/2011	-1,52	35,66	2,7	MER MEDITERRANEE	IGN
96	08/06/2011	-0,71	35,77	2,7	NW ORAN	
97	27/07/2011	-0,87	35,57	2,8	W ORAN	
98	01/10/2011	-1,63	35,66	2,9	MER MEDITERRANEE	CRAAG
99	05/10/2011	-0,79	35,73	3,6	NW ORAN	
100	05/01/2012	-0,62	35,69	2,6	S ORAN	
101	17/03/2012	-0,58	35,75	2,8	NE ORAN	
102	23/12/2012	-0,59	35,71	2,5	ORAN	
103	04/05/2013	-0,94	35,71	2,6	W ORAN	
104	24/05/2013	-1,06	35,76	2,8	NW ORAN	
105	23/06/2013	-1,31	35,54	3	NW ATEMOUCHENT	IGN
106	13/06/2014	-1,03	35,69	2,7	W ORAN	
107	23/12/2015	-0,72	35,8	3,9	NW ORANARG	

**Tableau. 01** : Extrait du catalogue séismique du Nord-ouest Algérien (1900-2015) la zone-1 Belayedi et Nadji. (2017)



## Annexe

ID Z2	Date	Longitude	Latitude	Mw	Localisation	Références
1	25/07/1912	-0,3	35,9	2,8	ARZEW-NE ORAN	IGN/BEN
2	31/07/1912	-0,3	35,9	4	ARZEW-NE ORAN	IGN/BEN
3	02/08/1912	-0,3	35,9	3,4	ARZEW-NE ORAN	IGN/BEN
4	18/09/1912	-0,3	35,9	3,4	ARZEW-NE ORAN	IGN/BEN
5	10/06/1914	-0,43	35,78	2,8	STCLOUD	IGN/BEN
6	19/06/1925	-0,4	35,8	4,9	NE ORAN	RT/MOK/BEN/ IGN
7	27/02/1933	-0,33	35,85	3,4	ARZEW	BEN/IGN
8	19/06/1956	-0,5	35,77	3,4	ORAN	BEN/IGN
9	10/10/1956	-0,5	35,77	3,4	ORAN	BEN/IGN
10	10/10/1956	-0,5	35,77	4	ORAN	BEN/IGN
11	14/02/1957	-0,4	35,8	4	STCLOUD ALG	IMPGA/MOK/BEN
12	08/06/1957	-0,52	35,72	4	DANISME ALG	IMPGA/BCIS/MOK/BEN
13	18/10/1957	-0,4	35,83	4	KLEBER ALG	IMPGA/MOK/BEN/IGN/HAM
14	12/12/1959	-0,6	35,8	4,4	ORAN ALG	IMPGA/BCIS/MOK/BEN
15	06/06/1972	-0,6	35,8	4	ORAN ALG	BEN
16	07/03/1982	-0,57	35,82	3,6	ARZEW-NE ORAN	ISC
17	23/08/1982	-0,42	35,78	3,4	NE ORAN	
18	22/08/1991	-0,46	35,98	3,2	NE ORAN	
19	26/02/1992	-0,36	35,82	3,7	NE ORAN	
20	23/08/1994	-0,56	35,81	2,5	NE ORAN	
21	27/08/1994	-0,53	35,85	2,7	E ORAN	
22	04/09/1994	-0,47	35,88	3,2	NE ORAN	
23	30/09/1994	-0,41	35,81	3	E ORAN	
24	28/10/1998	-0,4	35,8	3,2	NW MASCARA	ISC/IGN
25	23/06/2002	-0,43	35,81	3,5	ARZEW-NE ORAN	
26	11/11/2002	-0,36	35,93	3,3	NE ARZEW -ORAN	
27	26/11/2004	-0,57	35,78	3,6	NE ORAN	
28	21/04/2005	-0,38	35,95	3,2	E ORAN	



## Annexe

29	23/09/2005	-0,4	35,98	3,5	MER MEDITERRANEE	IGN/ISC/USGS
30	27/01/2007	-0,6	35,8	2,8	NE ORAN	
31	22/01/2008	-0,3	35,86	3,3	SE ORAN	
32	22/01/2008	-0,46	35,88	3,4	SE ORAN	
33	06/06/2008	-0,42	35,78	3,9	NE ORAN	
34	06/06/2008	-0,56	35,8	4,5	NE ORAN	
35	06/06/2008	-0,52	35,81	5,5	NE ORAN	
36	08/06/2008	-0,59	35,77	2,6	NE ORAN	
37	12/06/2008	-0,48	35,85	3,5	NE ORAN	
38	14/06/2008	-0,51	35,9	3,5	NE ORAN	
39	15/06/2008	-0,59	35,86	3,5	NE ORAN	
40	26/08/2008	-0,63	35,81	3,4	MER MEDITERRANEE	CRAAG
41	01/10/2008	-0,45	35,78	3,3	NE ORAN	
42	11/10/2008	-0,4	35,89	3,6	NE ORAN	
43	15/10/2008	-0,4	35,79	2,9	NE ORAN	
44	28/01/2010	-0,49	35,75	3	NE ORAN	
45	06/08/2010	-0,38	35,8	3,2	NE-ORAN	
46	13/01/2011	-0,43	35,88	2,7	NE ORAN	
47	16/05/2011	-0,55	35,81	2,7	NE ORAN	
48	14/06/2011	-0,45	35,79	2,6	NE ORAN	
49	19/03/2012	-0,33	35,9	2,6	ARZEW	
50	21/03/2012	-0,64	35,82	4,7	MER MEDITERRANEE	CRAAG
51	22/04/2012	-0,35	35,87	2,6	ARZEW	
52	20/03/2014	-0,42	35,81	3,6	NE ORAN	
53	04/01/2015	-0,49	35,85	3	MER MEDITERRANEE	CRAAG
54	13/01/2016	-0,39	35,91	2,5	NE ORANARG	
55	07/05/2016	-0,47	35,84	2,7	NE ORANARG	

**Tableau. 02 :** Extrait du catalogue séismique du Nord-ouest Algérien (1912-2016) la zone-2 Belayedi et Nadji. (2017)

## Annexe

ID Z4	Date	Longitude	Latitude	Mw	Localisation	Références
1	07/08/1907	0	35,8	4,6	NOISY- SW	SSIS/MOK/HAM
2	24/07/1912	-0,4	35,7	5,2	ARZEW-NE ORAN	RT/SSIS/BEN/MOK
3	15/08/1912	-0,6	35,7	3,4	ORAN	IGN/BEN
4	09/01/1913	-0,6	35,7	2,8	ORANARG	BEN
5	10/01/1913	-0,6	35,7	2,8	ORANARG	BEN
6	22/01/1916	-0,6	35,7	3,4	ORAN	IGN/BEN
7	20/06/1925	-0,18	35,82	4,6	NE PORT POULES	BEN
8	21/11/1950	-0,17	35,8	4	PORAUX-POULES	BEN/ IGN/HAM
9	20/06/1952	-0,2	35,8	5	E ORAN-ALG	BEN/HAM
10	18/03/1954	-0,6	35,7	3,4	ARCOLE ALG	BEN
11	10/10/1955	-0,83	35,5	3,4	BOU TLELIS	BEN/IGN
12	08/06/1957	-0,52	35,72	4	DANISME ALG	IMPGA/BCIS/MOK/BEN
13	01/06/1960	-0,6	35,7	4	ORAN ALG	IMPGA/MOK/IGN/BEN/HAM
14	27/04/1967	-0,2	35,7	4,8	GULF ARZEW ALG	BEN/ IGN/HAM
15	24/08/1973	-0,04	35,85	3,5	MENDEZ ALG	BEN
16	24/08/1973	-0,04	35,85	3,5	MENDEZ ALG	BEN
17	24/11/1973	-0,04	35,85	4,8	SW MOSTAGANEM	HAM
18	19/01/1981	-0,32	35,81	4,6	ARZEW-NE ORAN	BEN
19	18/07/1985	-1,2	35,38	3,1	MER MEDITER	AM/MOK/ISC/IGN
20	04/11/1987	-0,5	35,67	3,3	E ORAN	
21	18/08/1994	-0,83	35,54	2,7	SW ORAN	
22	18/08/1994	-0,61	35,61	2,8	SE ORAN	
23	18/08/1994	-0,67	35,6	3	SW ORAN	
24	18/08/1994	-0,57	35,65	3,3	SE ORAN	
25	18/08/1994	-0,26	35,7	3,3	MER MEDITER	IGN
26	18/08/1994	-0,41	35,68	3,4	MER MEDITER	IGN
27	19/08/1994	-0,89	35,47	2,4	NE A.TEMOUCHEN	IGN

## Annexe

28	19/08/1994	-0,18	35,73	3,4	NE ORAN	
29	21/08/1994	-0,17	35,69	3,3	SW MOSTAGANEM	ISC
30	27/08/1994	-0,61	35,65	2,7	SE ORAN	
31	28/08/1994	-0,29	35,78	3,3	MER MEDITER	ISC
32	29/08/1994	-0,58	35,72	3	SE ORAN	
33	31/08/1994	-0,07	35,73	2,5	SW MOSTAGANEM	ISC
34	24/09/1994	-0,49	35,65	3	SE ORAN	
35	26/09/1994	-1,02	35,43	3,1	N AINTEMOUCHEN	ISC
36	19/09/1995	0	35,81	3,7	SW MOSTAGANEM	ISC
37	30/09/1995	-0,71	35,61	3,2	SW ORAN	
38	03/11/1995	-0,44	35,76	3,3	NE ORAN	
39	22/12/1999	-1,52	35,36	3,8	MER MEDITERRANEE	ISC
40	22/12/1999	-1,5	35,38	3,8	MER MEDITERRANEE	ISC
41	22/12/1999	-1,33	35,35	3,9	NW Ain TEMOUCHENT	ISC
42	23/12/1999	-1,35	35,4	4,9	MER MEDITERRANEE	ISC
43	24/12/1999	-1,4	35,37	4	MER MEDITERRANEE	ISC
44	03/01/2000	-1,24	35,36	4,1	MER MEDITERRANEE	ISC/IGN
45	20/03/2000	-1,36	35,39	4	MER MEDITERRANEE	ISC
46	10/04/2000	-1,43	35,43	3,8	NW A TEMOUCHENT	ISC
47	06/08/2002	-1,14	35,44	3,2	N AIN TEMOUCHENT	ISC
48	29/08/2002	-0,48	35,61	3,4	SE ORAN	
49	21/09/2002	-0,95	35,47	3,9	NE Ain TEMOUCHENT	ISC
50	01/11/2002	-0,07	35,86	3,4	MER MEDITERRANEE	ISC
51	23/07/2003	-0,42	35,71	3,5	E ORAN	
52	16/09/2003	-0,25	35,73	3,2	E ORAN	
53	06/02/2004	-0,09	35,71	4,3	NW MASCARA	
54	11/03/2005	-0,23	35,8	3,7	NE ORAN	
55	07/07/2005	-0,92	35,49	2,9	W ORAN	

## Annexe

56	23/07/2005	-1,38	35,35	3,3	W ATEMOUCHENT	
57	17/08/2005	-0,2	35,68	3,2	SW MASCARA	
58	07/08/2007	0	35,8	4,6	NOISY- SW	SSIS/MOK/HAM
59	21/11/2007	-1,36	35,46	2,6	MER MEDITERRANEE	CRAAG / IGN / ISC / USGS
60	15/12/2007	-0,58	35,66	3,9	SE ORAN	
61	09/01/2008	-0,46	35,65	3,8	SE ORAN	
62	09/01/2008	-0,57	35,63	5,3	SE ORAN	
63	21/01/2008	-0,55	35,6	2,6	SE ORAN	
64	06/06/2008	-0,66	35,63	3,4	S ORAN	
65	07/06/2008	-0,26	35,66	3	NE MASCARA	
66	07/06/2008	-0,37	35,76	3,9	E ORAN	
67	08/06/2008	-0,49	35,64	2,6	SE ORAN	
68	20/06/2008	-0,39	35,71	3,5	E ORAN	
69	11/07/2008	-0,53	35,62	3,5	SE ORAN	
70	24/07/2008	-0,44	35,76	4,3	NE ORAN	
71	20/03/2009	-0,23	35,67	3,1	BETHIOUA- E Oran	
72	29/05/2009	-0,78	35,55	2,6	SW ORAN	
73	02/06/2009	-0,89	35,5	3,9	SW ORAN	
74	14/06/2009	0	35,88	2,7	SW MOSTAGANEM	
75	02/02/2010	-0,54	35,58	2,9	NE ORAN	
76	03/09/2010	-0,53	35,64	2,7	ORAN	
77	07/11/2010	-0,07	35,72	2,7	E ORAN	
78	08/11/2010	-0,76	35,55	3	SW ORAN	
79	13/01/2011	-0,5	35,61	2,5	SE ORAN	
80	11/02/2011	-0,45	35,63	3,2	SE ORAN	
81	07/03/2011	-0,67	35,57	3	S ORAN	
82	14/03/2011	-0,19	35,85	3	E ARZEW-ORAN	
83	04/04/2011	-0,07	35,79	2,7	SW MOSTAGANEM	

## Annexe

84	04/04/2011	-0,24	35,8	3,3	NE ORAN	
85	18/04/2011	-0,29	35,7	2,9	E ORAN	
86	21/04/2011	-0,82	35,54	2,8	SW ORAN	
87	03/05/2011	-0,16	35,85	2,5	E ARZEW-ORAN	
88	16/05/2011	-0,14	35,84	2,6	E ARZEW-ORAN	
89	25/05/2011	-0,32	35,74	2,6	E ORAN	
90	09/06/2011	-0,13	35,69	2,9	E ORAN	
91	13/10/2011	-0,94	35,45	3	NW A TEMOUCHENT	CRAAG
92	04/01/2012	-0,6	35,61	3,9	S ORAN	
93	15/01/2012	-0,6	35,67	3,5	S- ORAN	
94	25/01/2012	-0,51	35,65	2,8	SE ORAN	
95	25/11/2012	-1,18	35,42	2,6	N AIN TEMOUCHENT	CRAAG
96	23/12/2012	-0,59	35,71	2,5	ORAN	
97	23/12/2012	-0,42	35,68	2,6	E ORAN	
98	03/01/2013	-0,97	35,49	2,6	NE Ain TEMOUCHENT	IGN
99	17/01/2013	-1,34	35,44	2,7	NW A TEMOUCHENT	IGN
100	17/01/2013	-1,37	35,47	3,1	MER MEDITERRANEE	IGN
101	14/03/2013	-1,34	35,45	3,1	NW A TEMOUCHENT	IGN
102	01/01/2014	-1,37	35,44	3,1	NW A TEMOUCHENT	IGN
103	19/08/2014	-0,19	35,68	2,8	SE BETHIOUA	
104	25/10/2014	-1,39	35,45	2,8	MER MEDITERRANEE	ISC
105	26/03/2015	-0,33	35,79	2,9	NE ORAN	
106	12/04/2015	-1,35	35,49	2,7	MER MEDITERRANEE	IGN

**Tableau. 03** : Extrait du catalogue séismique du Nord-ouest Algérien (1907-2015) la zone-4 Belayedi et Nadji. (2017)

## Annexe

Date	Rang	Pi = (r-0,5)/N	u = - Ln [-Ln(Pi)]	Mw	G(Ms)=Exp[- $\alpha$ *Exp(- $\beta$ *Mw)]	N(M)= -ln[G(M)]	Tr=1/N(M)
15/10/1999	1	0,004672897	-1,680078282	2,5	0,866985668	0,142732833	7,006096491
12/04/2010	1	0,004672897	-1,680078282	2,5	0,866985668	0,142732833	7,006096491
09/06/2010	1	0,004672897	-1,680078282	2,5	0,866985668	0,142732833	7,006096491
23/12/2012	1	0,004672897	-1,680078282	2,5	0,866985668	0,142732833	7,006096491
05/01/2012	5	0,042056075	-1,153337642	2,6	0,88053358	0,127227215	7,859953554
04/05/2013	5	0,042056075	-1,153337642	2,6	0,88053358	0,127227215	7,859953554
18/08/1994	7	0,060747664	-1,029986013	2,7	0,892788086	0,113406032	8,817873113
19/08/1994	7	0,060747664	-1,029986013	2,7	0,892788086	0,113406032	8,817873113
23/08/1994	7	0,060747664	-1,029986013	2,7	0,892788086	0,113406032	8,817873113
12/06/2005	7	0,060747664	-1,029986013	2,7	0,892788086	0,113406032	8,817873113
12/03/2008	7	0,060747664	-1,029986013	2,7	0,892788086	0,113406032	8,817873113
23/04/2011	7	0,060747664	-1,029986013	2,7	0,892788086	0,113406032	8,817873113
08/06/2011	7	0,060747664	-1,029986013	2,7	0,892788086	0,113406032	8,817873113
13/06/2014	7	0,060747664	-1,029986013	2,7	0,892788086	0,113406032	8,817873113
09/01/1913	15	0,135514019	-0,692487055	2,8	0,903855029	0,101086297	9,892537621
10/01/1913	15	0,135514019	-0,692487055	2,8	0,903855029	0,101086297	9,892537621
26/01/1960	15	0,135514019	-0,692487055	2,8	0,903855029	0,101086297	9,892537621
02/07/1972	15	0,135514019	-0,692487055	2,8	0,903855029	0,101086297	9,892537621
20/07/2005	15	0,135514019	-0,692487055	2,8	0,903855029	0,101086297	9,892537621
27/07/2011	15	0,135514019	-0,692487055	2,8	0,903855029	0,101086297	9,892537621
17/03/2012	15	0,135514019	-0,692487055	2,8	0,903855029	0,101086297	9,892537621
24/05/2013	15	0,135514019	-0,692487055	2,8	0,903855029	0,101086297	9,892537621
25/05/1990	23	0,210280374	-0,444245676	2,9	0,913835316	0,090104903	11,09817519
19/08/1994	23	0,210280374	-0,444245676	2,9	0,913835316	0,090104903	11,09817519
09/02/1997	23	0,210280374	-0,444245676	2,9	0,913835316	0,090104903	11,09817519

## Annexe

02/02/2010	23	0,210280374	-0,444245676	2,9	0,913835316	0,090104903	11,09817519
20/07/2010	23	0,210280374	-0,444245676	2,9	0,913835316	0,090104903	11,09817519
01/10/2011	23	0,210280374	-0,444245676	2,9	0,913835316	0,090104903	11,09817519
29/08/1994	29	0,26635514	-0,279845003	3	0,922824263	0,08031646	12,45074795
24/12/1997	29	0,26635514	-0,279845003	3	0,922824263	0,08031646	12,45074795
28/01/2010	29	0,26635514	-0,279845003	3	0,922824263	0,08031646	12,45074795
23/06/2013	29	0,26635514	-0,279845003	3	0,922824263	0,08031646	12,45074795
08/07/1987	33	0,303738318	-0,175287497	3,1	0,930911213	0,071591373	13,9681634
15/08/2006	33	0,303738318	-0,175287497	3,1	0,930911213	0,071591373	13,9681634
13/05/1994	35	0,322429907	-0,1238707	3,2	0,938179366	0,063814126	15,67051149
25/05/1997	35	0,322429907	-0,1238707	3,2	0,938179366	0,063814126	15,67051149
31/01/2006	35	0,322429907	-0,1238707	3,2	0,938179366	0,063814126	15,67051149
05/02/2007	35	0,322429907	-0,1238707	3,2	0,938179366	0,063814126	15,67051149
30/09/2008	35	0,322429907	-0,1238707	3,2	0,938179366	0,063814126	15,67051149
27/09/2009	35	0,322429907	-0,1238707	3,2	0,938179366	0,063814126	15,67051149
26/09/1987	41	0,378504673	0,028886362	3,3	0,944705773	0,056881752	17,5803306
12/12/2005	41	0,378504673	0,028886362	3,3	0,944705773	0,056881752	17,5803306
29/10/2010	41	0,378504673	0,028886362	3,3	0,944705773	0,056881752	17,5803306
15/08/1912	44	0,406542056	0,105285078	3,4	0,950561451	0,050702468	19,72290592
22/01/1916	44	0,406542056	0,105285078	3,4	0,950561451	0,050702468	19,72290592
18/03/1954	44	0,406542056	0,105285078	3,4	0,950561451	0,050702468	19,72290592
12/11/1975	44	0,406542056	0,105285078	3,4	0,950561451	0,050702468	19,72290592
19/01/1983	44	0,406542056	0,105285078	3,4	0,950561451	0,050702468	19,72290592
21/07/2002	44	0,406542056	0,105285078	3,4	0,950561451	0,050702468	19,72290592
07/03/2011	44	0,406542056	0,105285078	3,4	0,950561451	0,050702468	19,72290592
22/05/1997	51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955811594	0,045194463	22,12660426



## Annexe

---

29/03/2000	51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955811594	0,045194463	22,12660426
29/08/2002	51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955811594	0,045194463	22,12660426
17/05/2003	51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955811594	0,045194463	22,12660426
06/01/2004	51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955811594	0,045194463	22,12660426
11/01/2004	51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955811594	0,045194463	22,12660426
12/08/2004	51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955811594	0,045194463	22,12660426
28/02/2007	51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955811594	0,045194463	22,12660426
28/02/2007	51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955811594	0,045194463	22,12660426
19/03/2010	51	0,471962617	0,286542058	3,5	0,955811594	0,045194463	22,12660426
16/07/1985	61	0,565420561	0,561793586	3,6	0,960515832	0,040284814	24,82324958
01/05/2000	61	0,565420561	0,561793586	3,6	0,960515832	0,040284814	24,82324958
11/06/2000	61	0,565420561	0,561793586	3,6	0,960515832	0,040284814	24,82324958
13/08/2001	61	0,565420561	0,561793586	3,6	0,960515832	0,040284814	24,82324958
03/04/2005	61	0,565420561	0,561793586	3,6	0,960515832	0,040284814	24,82324958
07/06/2008	61	0,565420561	0,561793586	3,6	0,960515832	0,040284814	24,82324958
05/10/2011	61	0,565420561	0,561793586	3,6	0,960515832	0,040284814	24,82324958
15/07/1985	68	0,630841121	0,775005523	3,7	0,964728543	0,03590852	27,84854434
25/11/2000	68	0,630841121	0,775005523	3,7	0,964728543	0,03590852	27,84854434
11/05/2002	68	0,630841121	0,775005523	3,7	0,964728543	0,03590852	27,84854434
08/08/2005	68	0,630841121	0,775005523	3,7	0,964728543	0,03590852	27,84854434
06/01/2007	68	0,630841121	0,775005523	3,7	0,964728543	0,03590852	27,84854434
04/08/1972	73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639	31,24254217
29/08/1972	73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639	31,24254217
01/08/2003	73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639	31,24254217
21/10/2003	73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639	31,24254217
21/05/2005	73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639	31,24254217

## Annexe

---

30/06/2005	73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639	31,24254217
22/06/2007	73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639	31,24254217
15/10/2007	73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639	31,24254217
20/02/2008	73	0,677570093	0,94355332	3,8	0,968499184	0,032007639	31,24254217
17/11/1978	82	0,761682243	1,301123358	3,9	0,971872627	0,028530525	35,05017819
06/01/2000	82	0,761682243	1,301123358	3,9	0,971872627	0,028530525	35,05017819
13/02/2000	82	0,761682243	1,301123358	3,9	0,971872627	0,028530525	35,05017819
08/06/2001	82	0,761682243	1,301123358	3,9	0,971872627	0,028530525	35,05017819
06/12/2005	82	0,761682243	1,301123358	3,9	0,971872627	0,028530525	35,05017819
23/12/2015	82	0,761682243	1,301123358	3,9	0,971872627	0,028530525	35,05017819
29/09/1955	88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144	39,32186389
02/10/1957	88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144	39,32186389
01/06/1960	88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144	39,32186389
09/09/1970	88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144	39,32186389
12/06/1972	88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144	39,32186389
23/05/1990	88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144	39,32186389
02/07/1998	88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144	39,32186389
02/02/2001	88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144	39,32186389
23/09/2003	88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144	39,32186389
07/07/2005	88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144	39,32186389
09/03/2007	88	0,817757009	1,60350534	4	0,974889503	0,025431144	39,32186389
01/12/2002	99	0,920560748	2,49166198	4,1	0,977586538	0,022668461	44,11415461
21/10/2003	100	0,929906542	2,621810255	4,2	0,979996872	0,020205899	49,49049828
28/05/2000	101	0,939252336	2,769854752	4,3	0,982150372	0,018010854	55,52207544
25/04/1900	102	0,948598131	2,94181175	4,6	0,987325355	0,012755653	78,39661083
04/11/1949	102	0,948598131	2,94181175	4,6	0,987325355	0,012755653	78,39661083

## Annexe

07/07/2007	104	0,96728972	3,40348334	4,9	0,991006869	0,009033813	110,6952242
02/02/1910	105	0,976635514	3,74474051	5,2	0,993622493	0,006397931	156,3005408
08/01/1913	105	0,976635514	3,74474051	5,2	0,993622493	0,006397931	156,3005408
26/02/1913	105	0,976635514	3,74474051	5,2	0,993622493	0,006397931	156,3005408
	N=107			5,5	0,995479106	0,004531145	220,694788

**Tableau. 04 :** Analyse des données séismiques relative de la zone-1 couvrant la période (1900-2015) par l'approche statistique du Gumbel (1958)

Date	Rang	$P_i = (r-0,5)/N$	$\mu = -\ln[-\ln(P_i)]$	Mw	$G(Mw) = \text{Exp}[-\alpha * \text{Exp}(-\beta * Mw)]$	$N(M) = -\ln[G(M)]$	$Tr = 1/N(M)$
23/08/1994	1	0,009090909	-1,547664709	2,5	0,858710377	0,152323577	6,564971897
13/01/2016	1	0,009090909	-1,547664709	2,5	0,858710377	0,152323577	6,564971897
08/06/2008	3	0,045454545	-1,128508398	2,6	0,873038102	0,135776079	7,365067589
14/06/2011	3	0,045454545	-1,128508398	2,6	0,873038102	0,135776079	7,365067589
19/03/2012	3	0,045454545	-1,128508398	2,6	0,873038102	0,135776079	7,365067589
22/04/2012	3	0,045454545	-1,128508398	2,6	0,873038102	0,135776079	7,365067589
27/08/1994	7	0,118181818	-0,758715332	2,7	0,886010746	0,1210262	8,262673695
13/01/2011	7	0,118181818	-0,758715332	2,7	0,886010746	0,1210262	8,262673695
16/05/2011	7	0,118181818	-0,758715332	2,7	0,886010746	0,1210262	8,262673695
07/05/2016	7	0,118181818	-0,758715332	2,7	0,886010746	0,1210262	8,262673695
25/07/1912	11	0,190909091	-0,50437965	2,8	0,897736524	0,107878657	9,269674141
10/06/1914	11	0,190909091	-0,50437965	2,8	0,897736524	0,107878657	9,269674141
27/01/2007	11	0,190909091	-0,50437965	2,8	0,897736524	0,107878657	9,269674141
15/10/2008	14	0,245454545	-0,339783534	2,9	0,908319234	0,096159383	10,39940119
30/09/1994	15	0,263636364	-0,287570468	3	0,917857418	0,085713218	11,66681197

## Annexe

28/01/2010	15	0,263636364	-0,287570468	3	0,917857418	0,085713218	11,66681197
04/01/2015	15	0,263636364	-0,287570468	3	0,917857418	0,085713218	11,66681197
22/08/1991	18	0,318181818	-0,13552018	3,2	0,934165154	0,068102032	14,68384966
04/09/1994	18	0,318181818	-0,13552018	3,2	0,934165154	0,068102032	14,68384966
28/10/1998	18	0,318181818	-0,13552018	3,2	0,934165154	0,068102032	14,68384966
21/04/2005	18	0,318181818	-0,13552018	3,2	0,934165154	0,068102032	14,68384966
06/08/2010	18	0,318181818	-0,13552018	3,2	0,934165154	0,068102032	14,68384966
11/11/2002	23	0,409090909	0,112253243	3,3	0,94110191	0,060703846	16,47342089
22/01/2008	23	0,409090909	0,112253243	3,3	0,94110191	0,060703846	16,47342089
01/10/2008	23	0,409090909	0,112253243	3,3	0,94110191	0,060703846	16,47342089
02/08/1912	26	0,463636364	0,263113392	3,4	0,947328508	0,054109353	18,48109332
18/09/1912	26	0,463636364	0,263113392	3,4	0,947328508	0,054109353	18,48109332
27/02/1933	26	0,463636364	0,263113392	3,4	0,947328508	0,054109353	18,48109332
19/06/1956	26	0,463636364	0,263113392	3,4	0,947328508	0,054109353	18,48109332
10/10/1956	26	0,463636364	0,263113392	3,4	0,947328508	0,054109353	18,48109332
23/08/1982	26	0,463636364	0,263113392	3,4	0,947328508	0,054109353	18,48109332
22/01/2008	26	0,463636364	0,263113392	3,4	0,947328508	0,054109353	18,48109332
26/08/2008	26	0,463636364	0,263113392	3,4	0,947328508	0,054109353	18,48109332
23/06/2002	34	0,609090909	0,701607374	3,5	0,952913405	0,048231245	20,7334477
23/09/2005	34	0,609090909	0,701607374	3,5	0,952913405	0,048231245	20,7334477
12/06/2008	34	0,609090909	0,701607374	3,5	0,952913405	0,048231245	20,7334477
14/06/2008	34	0,609090909	0,701607374	3,5	0,952913405	0,048231245	20,7334477
15/06/2008	34	0,609090909	0,701607374	3,5	0,952913405	0,048231245	20,7334477
07/03/1982	39	0,7	1,030930433	3,6	0,957919342	0,042991699	23,26030424
26/11/2004	39	0,7	1,030930433	3,6	0,957919342	0,042991699	23,26030424
11/10/2008	39	0,7	1,030930433	3,6	0,957919342	0,042991699	23,26030424
20/03/2014	39	0,7	1,030930433	3,6	0,957919342	0,042991699	23,26030424

## Annexe

26/02/1992	43	0,772727273	1,355458281	3,7	0,962403628	0,038321345	26,09511748
06/06/2008	44	0,790909091	1,449991648	3,9	0,970011263	0,030447596	32,84331512
31/07/1912	45	0,809090909	1,551905143	4	0,973225023	0,027139957	36,84604283
10/10/1956	45	0,809090909	1,551905143	4	0,973225023	0,027139957	36,84604283
14/02/1957	45	0,809090909	1,551905143	4	0,973225023	0,027139957	36,84604283
08/06/1957	45	0,809090909	1,551905143	4	0,973225023	0,027139957	36,84604283
18/10/1957	45	0,809090909	1,551905143	4	0,973225023	0,027139957	36,84604283
06/06/1972	45	0,809090909	1,551905143	4	0,973225023	0,027139957	36,84604283
12/12/1959	51	0,918181818	2,460879442	4,4	0,983012925	0,017133011	58,3668579
06/06/2008	52	0,936363636	2,721874657	4,5	0,984844237	0,015271786	65,48022751
21/03/2012	53	0,954545455	3,067872615	4,7	0,987939373	0,012133947	82,41341499
19/06/1925	54	0,972727273	3,58807417	4,9	0,990405495	0,009640829	103,7255249
06/06/2008	55	0,990909091	4,695917599	5,5	0,995176064	0,004835609	206,7991902
	N=55						

**Tableau. 04 :** Analyse des données sismiques relative de la zone-2 couvrant la période (1912-2016) par l'approche statistique du Gumbel (1958)

## Annexe

Date	Rang	Pi = (r-0,5)/N	u = - Ln [-Ln(Pi)]	Mw	G(Ms)=Exp[- $\alpha$ *Exp(- $\beta$ *Mw)]	N(M)= -ln [G(M)]	Tr=1/N(M)
19/08/1994	1	0,004716981	-1,678326883	2,4	0,86517136	0,144827688	6,904757046
31/08/1994	2	0,014150943	-1,448793457	2,5	0,879456975	0,128450636	7,785091831
13/01/2011	2	0,014150943	-1,448793457	2,5	0,879456975	0,128450636	7,785091831
03/05/2011	2	0,014150943	-1,448793457	2,5	0,879456975	0,128450636	7,785091831
23/12/2012	2	0,014150943	-1,448793457	2,5	0,879456975	0,128450636	7,785091831
21/11/2007	6	0,051886792	-1,084746941	2,6	0,892324436	0,113925495	8,777666528
21/01/2008	6	0,051886792	-1,084746941	2,6	0,892324436	0,113925495	8,777666528
08/06/2008	6	0,051886792	-1,084746941	2,6	0,892324436	0,113925495	8,777666528
29/05/2009	6	0,051886792	-1,084746941	2,6	0,892324436	0,113925495	8,777666528
16/05/2011	6	0,051886792	-1,084746941	2,6	0,892324436	0,113925495	8,777666528
25/05/2011	6	0,051886792	-1,084746941	2,6	0,892324436	0,113925495	8,777666528
25/11/2012	6	0,051886792	-1,084746941	2,6	0,892324436	0,113925495	8,777666528
03/01/2013	6	0,051886792	-1,084746941	2,6	0,892324436	0,113925495	8,777666528
23/12/2012	6	0,051886792	-1,084746941	2,6	0,892324436	0,113925495	8,777666528
18/08/1994	15	0,136792453	-0,687778015	2,7	0,903894301	0,101042849	9,896791375
27/08/1994	15	0,136792453	-0,687778015	2,7	0,903894301	0,101042849	9,896791375
14/06/2009	15	0,136792453	-0,687778015	2,7	0,903894301	0,101042849	9,896791375
03/09/2010	15	0,136792453	-0,687778015	2,7	0,903894301	0,101042849	9,896791375
07/11/2010	15	0,136792453	-0,687778015	2,7	0,903894301	0,101042849	9,896791375
04/04/2011	15	0,136792453	-0,687778015	2,7	0,903894301	0,101042849	9,896791375
17/01/2013	15	0,136792453	-0,687778015	2,7	0,903894301	0,101042849	9,896791375
12/04/2015	15	0,136792453	-0,687778015	2,7	0,903894301	0,101042849	9,896791375
09/01/1913	23	0,212264151	-0,438205759	2,8	0,914281317	0,089616968	11,15860112
10/01/1913	23	0,212264151	-0,438205759	2,8	0,914281317	0,089616968	11,15860112
18/08/1994	23	0,212264151	-0,438205759	2,8	0,914281317	0,089616968	11,15860112



## Annexe

21/04/2011	23	0,212264151	-0,438205759	2,8	0,914281317	0,089616968	11,15860112
25/01/2012	23	0,212264151	-0,438205759	2,8	0,914281317	0,089616968	11,15860112
19/08/2014	23	0,212264151	-0,438205759	2,8	0,914281317	0,089616968	11,15860112
25/10/2014	23	0,212264151	-0,438205759	2,8	0,914281317	0,089616968	11,15860112
07/07/2005	30	0,278301887	-0,246116701	2,9	0,92359361	0,07948312	12,58128763
02/02/2010	30	0,278301887	-0,246116701	2,9	0,92359361	0,07948312	12,58128763
18/04/2011	30	0,278301887	-0,246116701	2,9	0,92359361	0,07948312	12,58128763
09/06/2011	30	0,278301887	-0,246116701	2,9	0,92359361	0,07948312	12,58128763
26/03/2015	30	0,278301887	-0,246116701	2,9	0,92359361	0,07948312	12,58128763
18/08/1994	35	0,325471698	-0,115540318	3	0,931932209	0,070495204	14,18536219
29/08/1994	35	0,325471698	-0,115540318	3	0,931932209	0,070495204	14,18536219
24/09/1994	35	0,325471698	-0,115540318	3	0,931932209	0,070495204	14,18536219
07/06/2008	35	0,325471698	-0,115540318	3	0,931932209	0,070495204	14,18536219
08/11/2010	35	0,325471698	-0,115540318	3	0,931932209	0,070495204	14,18536219
07/03/2011	35	0,325471698	-0,115540318	3	0,931932209	0,070495204	14,18536219
14/03/2011	35	0,325471698	-0,115540318	3	0,931932209	0,070495204	14,18536219
13/10/2011	35	0,325471698	-0,115540318	3	0,931932209	0,070495204	14,18536219
18/07/1985	43	0,400943396	0,089995806	3,1	0,939390858	0,062523637	15,9939512
26/09/1994	43	0,400943396	0,089995806	3,1	0,939390858	0,062523637	15,9939512
20/03/2009	43	0,400943396	0,089995806	3,1	0,939390858	0,062523637	15,9939512
17/01/2013	43	0,400943396	0,089995806	3,1	0,939390858	0,062523637	15,9939512
14/03/2013	43	0,400943396	0,089995806	3,1	0,939390858	0,062523637	15,9939512
01/01/2014	43	0,400943396	0,089995806	3,1	0,939390858	0,062523637	15,9939512
30/09/1995	49	0,45754717	0,246060019	3,2	0,946056022	0,055453491	18,03312963
06/08/2002	49	0,45754717	0,246060019	3,2	0,946056022	0,055453491	18,03312963
16/09/2003	49	0,45754717	0,246060019	3,2	0,946056022	0,055453491	18,03312963
17/08/2005	49	0,45754717	0,246060019	3,2	0,946056022	0,055453491	18,03312963

## Annexe

11/02/2011	49	0,45754717	0,246060019	3,2	0,946056022	0,055453491	18,03312963
04/11/1987	54	0,504716981	0,380152044	3,3	0,952007054	0,049182835	20,33229688
18/08/1994	54	0,504716981	0,380152044	3,3	0,952007054	0,049182835	20,33229688
18/08/1994	54	0,504716981	0,380152044	3,3	0,952007054	0,049182835	20,33229688
21/08/1994	54	0,504716981	0,380152044	3,3	0,952007054	0,049182835	20,33229688
28/08/1994	54	0,504716981	0,380152044	3,3	0,952007054	0,049182835	20,33229688
03/11/1995	54	0,504716981	0,380152044	3,3	0,952007054	0,049182835	20,33229688
23/07/2005	54	0,504716981	0,380152044	3,3	0,952007054	0,049182835	20,33229688
04/04/2011	54	0,504716981	0,380152044	3,3	0,952007054	0,049182835	20,33229688
15/08/1912	62	0,580188679	0,608067483	3,4	0,957316462	0,043621261	22,92460072
22/01/1916	62	0,580188679	0,608067483	3,4	0,957316462	0,043621261	22,92460072
18/03/1954	62	0,580188679	0,608067483	3,4	0,957316462	0,043621261	22,92460072
10/10/1955	62	0,580188679	0,608067483	3,4	0,957316462	0,043621261	22,92460072
18/08/1994	62	0,580188679	0,608067483	3,4	0,957316462	0,043621261	22,92460072
19/08/1994	62	0,580188679	0,608067483	3,4	0,957316462	0,043621261	22,92460072
29/08/2002	62	0,580188679	0,608067483	3,4	0,957316462	0,043621261	22,92460072
01/11/2002	62	0,580188679	0,608067483	3,4	0,957316462	0,043621261	22,92460072
06/06/2008	62	0,580188679	0,608067483	3,4	0,957316462	0,043621261	22,92460072
24/08/1973	71	0,66509434	0,896913724	3,5	0,962050256	0,038688588	25,84741513
24/08/1973	71	0,66509434	0,896913724	3,5	0,962050256	0,038688588	25,84741513
23/07/2003	71	0,66509434	0,896913724	3,5	0,962050256	0,038688588	25,84741513
20/06/2008	71	0,66509434	0,896913724	3,5	0,962050256	0,038688588	25,84741513
11/07/2008	71	0,66509434	0,896913724	3,5	0,962050256	0,038688588	25,84741513
15/01/2012	71	0,66509434	0,896913724	3,5	0,962050256	0,038688588	25,84741513
19/09/1995	77	0,721698113	1,12040293	3,7	0,970024916	0,030433521	32,85850452
11/03/2005	77	0,721698113	1,12040293	3,7	0,970024916	0,030433521	32,85850452
22/12/1999	79	0,740566038	1,20283855	3,8	0,973368919	0,026992112	37,0478604

## Annexe

22/12/1999	79	0,740566038	1,20283855	3,8	0,973368919	0,026992112	37,0478604
10/04/2000	79	0,740566038	1,20283855	3,8	0,973368919	0,026992112	37,0478604
09/01/2008	79	0,740566038	1,20283855	3,8	0,973368919	0,026992112	37,0478604
22/12/1999	83	0,778301887	1,383734437	3,9	0,976344429	0,023939856	41,77134596
21/09/2002	83	0,778301887	1,383734437	3,9	0,976344429	0,023939856	41,77134596
15/12/2007	83	0,778301887	1,383734437	3,9	0,976344429	0,023939856	41,77134596
07/06/2008	83	0,778301887	1,383734437	3,9	0,976344429	0,023939856	41,77134596
02/06/2009	83	0,778301887	1,383734437	3,9	0,976344429	0,023939856	41,77134596
04/01/2012	83	0,778301887	1,383734437	3,9	0,976344429	0,023939856	41,77134596
21/11/1950	89	0,83490566	1,71237613	4	0,97899108	0,021232747	47,09706105
08/06/1957	89	0,83490566	1,71237613	4	0,97899108	0,021232747	47,09706105
01/06/1960	89	0,83490566	1,71237613	4	0,97899108	0,021232747	47,09706105
24/12/1999	89	0,83490566	1,71237613	4	0,97899108	0,021232747	47,09706105
20/03/2000	89	0,83490566	1,71237613	4	0,97899108	0,021232747	47,09706105
03/01/2000	94	0,882075472	2,075627562	4,1	0,981344452	0,018831758	53,10178806
06/02/2004	95	0,891509434	2,164221871	4,3	0,985295596	0,014813585	67,50560295
24/07/2008	95	0,891509434	2,164221871	4,3	0,985295596	0,014813585	67,50560295
07/08/1907	97	0,910377358	2,365566579	4,6	0,989718136	0,010335088	96,75776635
20/06/1925	97	0,910377358	2,365566579	4,6	0,989718136	0,010335088	96,75776635
19/01/1981	97	0,910377358	2,365566579	4,6	0,989718136	0,010335088	96,75776635
07/08/2007	97	0,910377358	2,365566579	4,6	0,989718136	0,010335088	96,75776635
27/04/1967	101	0,948113208	2,932168603	4,8	0,99190309	0,008129868	123,0032283
24/11/1973	101	0,948113208	2,932168603	4,8	0,99190309	0,008129868	123,0032283
23/12/1999	103	0,966981132	3,393934951	4,9	0,992815388	0,007210546	138,6857526
20/06/1952	104	0,976415094	3,735238357	5	0,993625225	0,006395181	156,3677494
24/07/1912	105	0,985849057	4,250856438	5,2	0,994982005	0,005030627	198,7823686
09/01/2008	106	0,995283019	5,354223136	5,3	0,995548173	0,004461766	224,1264947

## Annexe

---

	N =106			
--	--------	--	--	--

**Tableau. 04 :** Analyse des données sismiques relative de la zone-4 couvrant la période (1907-2015) par l'approche statistique du Gumbel (1958)