

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTRE DE
L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE Université
d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed



Faculté des Sciences de la Terre et l'Univers Département de Géologie
MÉMOIRE Présenté pour l'obtention du grade de master en Science de la Terre et d'Univers
Option : Risques géologiques

Etude comparative entre l'aléa sismique des zones :
Z4(Sebkha d'Oran) et Z5(Tessala-occidental) de la
wilaya de Sidi Belabès et Ain Témouchent

Présenté par : Mr BOUTIARA Radouane

Soutenu le 27 septembre 2023

Devant le Jury composé de :

Mr Mansouri Hamidi	Enseignant à l'université Oran 2	Président
Mr BOUFEKRACHE Mohamed	Enseignant à l'université Oran 2	Examineur
Mr Nadji Abdelmansour	Enseignant à l'université Oran 2	Rapporteur

2022/2023

Remerciements

Je tiens à exprimer notre profonde gratitude envers notre DIEU, pour sa clémence et pour nous avoir donné le courage, la patience et la volonté pour réaliser ce mémoire.

Je voudrais adresser ma gratitude rapporteur Pr. Nadji pour son assistance précieuse, ses conseils judicieux et son encadrement pour valoriser ce mémoire 'PFE'

J'adresse ma profonde reconnaissance à mes collègues de master de risques géologiques (Mohamed, Houcine, Amina)

Nous n'omettons de présenter nos chaleureux remerciements à tous les Enseignants du Département de la Faculté des Sciences de la Terre de l'Universités d'Oran 2. Auxquels nous redevons beaucoup pour notre formation académique.

Dédicaces

Louange à Dieu tout puissant, qui m'a permis de voir ce jour tant attendu

Je dédie cette thèse :

*A mon très cher père **Ahmed BOUJIARA***

Tu as toujours été pour moi un exemple du père respectueux, honnête, de la personne méticuleuse, je tiens à honorer l'homme que tu es.

À cet source de tendresse, de patience et de générosité,,

À ma mère !

À ma femme et ma partenaire de vie qui était derrière à mes succès.

A Mes enfants : Abdelghafour, Takwa, Douaa, Rayane

A TOUTE MA FAMILLE

Aucun langage ne saurait exprimer mon respect et ma considération pour votre soutien et encouragements. Je vous dédie ce travail en reconnaissance de l'amour que vous m'offrez quotidiennement et votre bonté exceptionnelle. Que Dieu le Tout Puissant vous garde et vous

procure santé et bonheur.

À tous mes amis et collègues

À tous les étudiants de la promotion 2007/2008

Option : Géologie de l'ingénieur

A tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer

BOUJIARA RADOUANE

Résumé :

L'étude comparative entre l'activité sismique des deux zones adjacentes du sud oranais (Sebkha) et la zone N°05 de tessala Occidental qui nous permettrons d'établir les plans préventifs des réseaux sismiques à une échelle régionale.

Connaissant la répartition latérale des épicentres et le recoupage sismotectonique des sites vulnérable sur l'ensemble du sud Oranais associé aux données séismogènes qui ont permis d'envisager l'aléa sismique via l'approche fréquentielle et l'approche proba-statistique.

En effet, les études d'aléas sismiques pour les deux différentes zones à permis de caractériser les modalités de chaque zone dont les paramètres b value constitue l'élément essentielle de l'activité sismique régionale. Les différentes approches utilisées ont contribué à l'inter-prévention de l'évolution dynamique de la sismicité toute au long de la bande atlasique tellienne de l'Algérie, ainsi décrit ce modeste travail.

Mots clés : sud oranais-sebkha-Tessala occidentale – aléa sismique – approche fréquentielle.

Summary:

The comparative study between the seismic activity of the two adjacent zones of southern Oran (Sebkha) and zone No. 05 of West Tessala which will allow us to establish the preventive plans of the seismic networks on a regional scale.

Knowing the lateral distribution of epicenters and the sismotectonic intersection of vulnerable sites throughout southern Oran associated with seismogenic data which made it possible to consider the hazard seismic analysis via the frequency approach and the proba-statistical approach.

Indeed, the seismic hazard studies for the two different zones made it possible to characterize the modalities of each zone whose b value parameters constitute the essential element of the activity regional seismic. The different approaches used have contributed to the inter-prevention of evolution dynamics of seismicity throughout the Atlas tellian band of Algeria, thus describes this modest work.

Key words: south Oran-sebkha-western Tessala – seismic hazard – frequency approach.

ملخص:

الدراسة المقارنة بين النشاط الزلزالي للمنطقتين المتجاورتين جنوب وهران (سبخة) والمنطقة رقم 05 بغرب تسالا لمعرفة التوزيع الجانبي لمراكز والتي ستمكننا من وضع المخططات الوقائية للشبكات الزلزالية على المستوى الجهوي الزلازل والتقاطع الزلزالي للمواقع المعرضة للخطر في جميع أنحاء جنوب وهران المرتبطة بالبيانات الزلزالية التي مكنت من النظر في الخطر التحليل الزلزالي عبر النهج الترددي والنهج الإحصائي الاحتمالي في الواقع، أتاحت دراسات المخاطر الزلزالية للمنطقتين فيها العنصر الأساسي للنشاط b المختلفتين توصيف طرائق كل منطقة والتي تشكل معلمات القيمة الزلزالية الإقليمية. وقد ساهمت الأساليب المختلفة المستخدمة في منع التطور ديناميكيات الزلازل في جميع أنحاء شريط الأطلس التلي في الجزائر، هكذا تصف هذا عمل متواضع الكلمات المفتاحية: سبخة جنوب وهران-الخطر الزلزالي-غرب تسالا — اقتراب التردد .

TABLE DE MATIERE

Introduction Générale:	7
I. Aspect Géographique et Géomorphologique De l'Oranais.....	10
I.1.Aspect Géographique.....	10
I.1.1.Wilaya Oran	10
I.1.2. Le relief de la région d'étude	11
I.1.3.Aperçu Géographique de la wilaya de sidi Belabès.....	12
I.1.4. Relief de la région d'étude de la zone N°05 Tessala Occidentale.....	12
I.2.Cadre Géomorphologique	14
II. Litho-stratigraphie, structurale de la zone d'étude.....	20
II.1.Introduction :.....	21
II.2.Structure Alpine d'Algérie Du Nord :.....	26
II.3.Cadre Structural	26
II.4. Cadre géologique Générale.....	27
III Les Zones sismogenes de nord ouest de l'algerie.....	29
III.1. Introduction.....	30
III.2. Contexte tectonique.....	30
III.3. La Sismicité d'historique De l'Oranie	33
III.4.La Sismicité actuelle de L'Oranie.....	41
III.5.Séismotectonique :	41
III.5.1.Généralité :	41
III.5.2.Siesmotectonique Régionale :	37
III.5.3.Séismotectonique Locale :.....	37
IV. Engineering d'aléa sismique.....	43
IV.1.Introduction :.....	44
IV.2.Régime Tectonique De Atlas Tallien « Nord Oust d'Algérie »	44
IV.3.Méthodes D'évaluation D'aléa Seismique :.....	44
IV.3.1.La Méthode Fréquentielle De Gutenberg-Richter,.....	44
IV.3.2.Approche De Gutenberg Richter GR (1954) :	45
IV.3.3.Les étapes fondamentales d'évaluation d'alea.....	45
IV.3.4.Evaluation de l'aléa sismique par l'analyse fréquentielle.....	45
IV.4. La Zone 1 Représente Secteur Oran :.....	46
IV.5.: La Zone 2 : Représente Le Secteur de Tessala	49
VI. Conclusion.....	51

Liste des figures :

Figure 1: Communes et daïras de la wilaya d'Oran (27 January 2011)

Figure 2 : Vue d'ensemble de la wilaya d'Oran (Andi Agence nationale de développement de l'industrie, 27 Septembre 2017)

Figure 3 : Location de la zone 5 sur la carte des communes de la wilaya de Sidi Bel Abbés, Gifex.com.

Figure 4: les différentes unités géomorphologique

Figure 5 : Carte géomorphologique de la Grande Sebkha d'Oran Geomorphological map of the Grande Sebkha d'Oran

Figure 6: Carte géologique du nord de l'Afrique montrant les différentes unités géologiques (Wildi, 1983 ; Domzig et al., 2006).

Figure 7 : extrait de la carte géologique de la région d'Oran in SOCOTEC (1986)

Figure 8 : Log synthétique montrant la biozonation et principaux cycles transgressives dans la série type des bassins miocènes de l'Algérie nord-occidentale (Chéelif- Tafna) d'après Belkebir (1996).

Figure 9 : Modèle tectonique de la déformation des terrains en zone de cisaillement

Figure 10: Carte sismotectonique du littoral Oranais modifiée d'après (Nadji 2010), la distribution spatiale des événements sismiques selon le catalogue régionale de (Belayadi et al. 2017).

Figure 11: Mécanismes au foyer des principaux séismes instrumentaux du Maghreb (ANSS, NEIC, CRAAG).

Figure 12: carte de la sismicité historique de 1359 à 1859 avec la sismicité instrumentale du Nord de l'Algérie entre 1900 et 2005;Bel abbés(2008)

Figure 13 : Carte Macrosismique du tremblement de terre d'Arzew 1956 (CRAAG modifié)

Figure 14: Carte Macrosismique du tremblement de terre d'Oran 1959 (CRAAG modifié)

Figure 15 : Carte Macrosismique du tremblement de terre de Sig 1967 (CRAAG modifié)

Figure 16 : Carte Macrosismique du tremblement de terre de Mascara 1994(CRAAG modifié)

Figure 17:extrait de carte de la répartition sismique de la zone -4 / mapinfo d'Oran 'chef-lieu'

Figure 18: courbe aléa de fréquence d'occurrence et magnitude de la zone 04

Figure 19: courbe d'aléa de la période de retour en fonction de magnitude de moment la zone04

Figure 20:extrait de carte de la répartition sismique de la zone -5 / mapinfo de Tessala Occidentale

Figure 21: courbe aléa de fréquence d'occurrence et magnitude de la zone 05

Figure 22 : courbe d'aléa de la période de retour en fonction de magnitude moment la zone 05

Figure 23 : courbe comparatif de l'aléa de fréquence d'occurrence et magnitude d'aléa de la période de retour en fonction de magnitude de moment des zones 4 et 5.

Liste des tableaux :

TABLEAU 1: LA SISMICITE HISTORIQUE DE 1505 A 1959

Tableau 02: Les importants séismes affectant la zone Oranaise de 1992 à 2001

INTRODUCTION GENERALE :

L'Algérie, comme les autres pays méditerranéens, est sujette à une activité sismique importante. Situé sur la bordure de la plaque africaine laquelle est en mouvement continue de collision avec la plaque eurasienne.

Ce mouvement est responsable des séismes destructeurs qui se sont produits en Algérie et causés d'énormes pertes en vies humaines et en matériel.

Puisque le risque sismique peut être défini en une simple forme comme la convolution de l'aléa et la vulnérabilité, le risque peut être réduit en évaluant l'aléa et en réduisant la vulnérabilité des éléments à risque.

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés à l'aléa sismique de sud d'oranais (sebkha) et les monts de tessala occidental. Les séismes successifs des dernières décennies dans le secteur de littorale oranais :

Chlef (1980), Hadjout (1988), Oued hdjer (1988), Tipaza (1989), Mascara (1994), Ain Temouchent (1999) et Beni our thilane (2000), Bou faite-Oran (janvier2008) et Oran (juin2008) montantes que nous somme exposes à un alea sismique omniprésente particulièrement dans la partie tellienne du pays. Aléa sismique selon la classification adoptée par l'organisation de nations unies. Les séismes sont l'aléa le plus destructeur des constructions et des infrastructures urbaines dans les pays développés et les pays en voie de développement, les victimes sont toujours nombreuses.

Le catalogue de Mokrane et al. (1994) traite la sismicité de l'Algérie. Il a été établi par le Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique (CRAAG, Alger, Algérie). Couvrant une période qui s'étale de (1365) à (1992). Ce catalogue comporte un atlas de cartes isoséistes des séismes survenus en Algérie entre (1910) et (1989) inclus, avec un tableau récapitulatif des séismes historiques et instrumentaux Mokrane et al. (1994).

Le catalogue de Benouar (1994) est compilé pour toute la région du Maghreb, il couvre la période de (1900 – 1990). Une magnitude de surface M_s est estimé pour 2059 événements sur 7724 séismes. Plusieurs sources ont été utilisées pour compiler ce catalogue, dont les principales dérivent des catalogues réalisés par Mezcuca et al. (1983), Karnik (1988), ainsi que celui publié par l'International Seismological Centre (ISC).

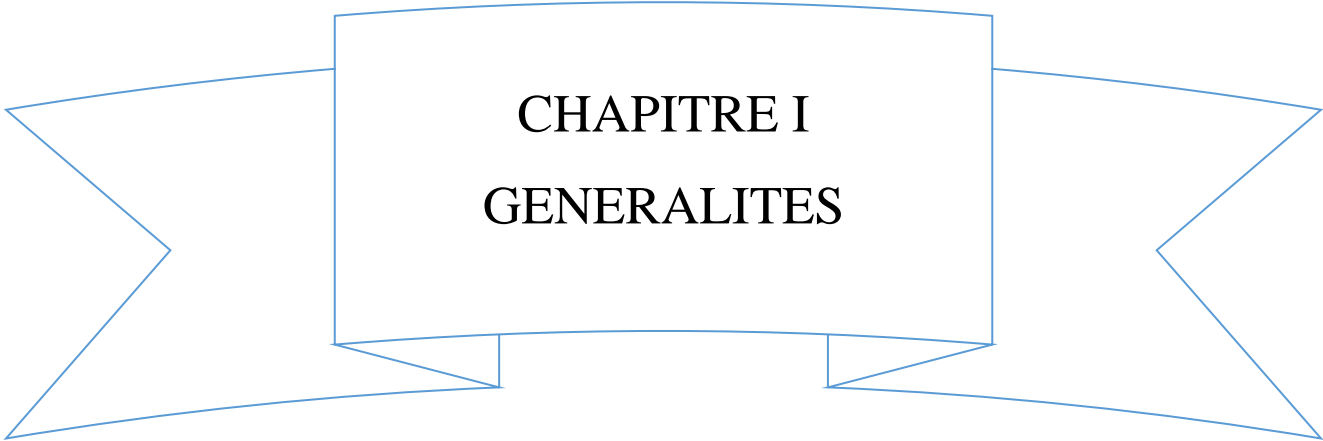
Le catalogue de l'Instituto Geografico Nacional (IGN) établi par Mezcuca et al. (1983) et Martinez Solares et al. (2002) couvre la zone Ibéro-Maghrebine. Dans cette étude, cette base de données est utilisée pour la période (1790-2016). Son utilisation, nous a permis de compléter le nouveau catalogue par des événements historiques et instrumentaux.

Le catalogue IGN représente un vrai support concernant la région Ibéro Maghrébine. Sachant que la principale magnitude utilisée par l'IGN est la magnitude Le catalogue de Nadji (2010) a été également utilisé. Cette dernière traite de la sismicité du littoral Oranais et de la Mer d'Alboran pour la période (1790-2007). L'auteur a utilisé plusieurs sources de données sismiques dérivantes de Mokrane et al. (1994) et d'une série de bulletins publiés par le CRAAG, ainsi que certaines données de différentes sources.

Le catalogue de l'International Seismological Centre (ISC) est basé sur une compilation de données, pour la période (1926-2013), des plusieurs institutions internationales tels que l'IGN (Espagne), USGS (USA) et le CRAAG (Algérie) Le catalogue de Hamdache et al. (2010) inclut 923 événements entre 856 et 2008, dont la magnitude est supérieure à 4. Pour élaborer ce catalogue, 5 bases de données ont été utilisés (IGN, CRAAG, ISC, EMSC, NEIC). Ce catalogue couvre le Nord de l'Algérie et la partie orientale Ibéro-Maghrébine, notant que, les magnitudes sont unifiées avec la magnitude du moment séismique Mw.

Le Catalogue EMSC utilisé pour cette étude, couvre la période (1998-2012). Dans ce catalogue, nous trouvons plusieurs types de magnitude (ML, Mb, Ms, Mw) pour un seul événement. Ces magnitudes ont été fournies par les institutions suivantes : USGS, ISC, NEIC, CRAAG. Le catalogue d'USGS (2016) couvre la période (1973-2013). Dans ce catalogue, les événements sismiques sont essentiellement présentés en magnitude des ondes de volume Mb. A cet effet nous avons pris l'exemple de la zone Oran et Arzew qui présente une grande partie de l'aléa sismique qui est une activité notable importante forte.

Le sujet attribue par département science de la terre staff technique sur les risques traite la thématique de l'étude comparative entre alea sismique des zones-4-de sud d'Oran(Sebkha) et la zone-5-(Tessala occidental) de la wilaya Sidi Belabès.



CHAPITRE I
GENERALITES

I. ASPECT GEOGRAPHIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE DE L'ORANAIS

I.1. ASPECT GEOGRAPHIQUE

I.1.1. Wilaya Oran

Se situé 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.

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. Cette wilaya a su préserver son identité tout en s'imprégnant de l'influence de ses occupants successifs. La ville d'Oran est située au fond d'une baie ouverte au nord et dominée directement à l'ouest par la montagne de l'Aïdour, d'une hauteur de 420 mètres, ainsi que par le plateau de Moulay Abdelkader al-Jilani. L'agglomération s'étend de part et d'autre du ravin de l'oued Rhi, maintenant couvert.

La wilaya d'Oran s'étend sur une superficie de 2.114 Km².

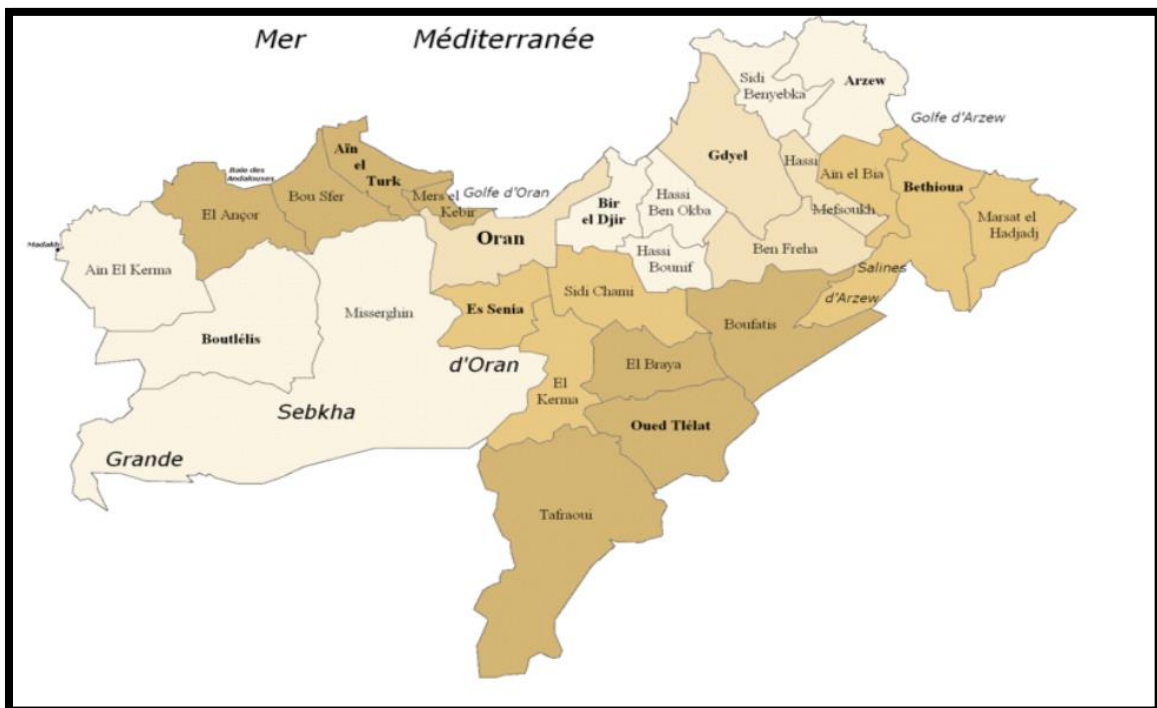


Figure 1: Communes et daïras de la wilaya d'Oran (27 January 2011)

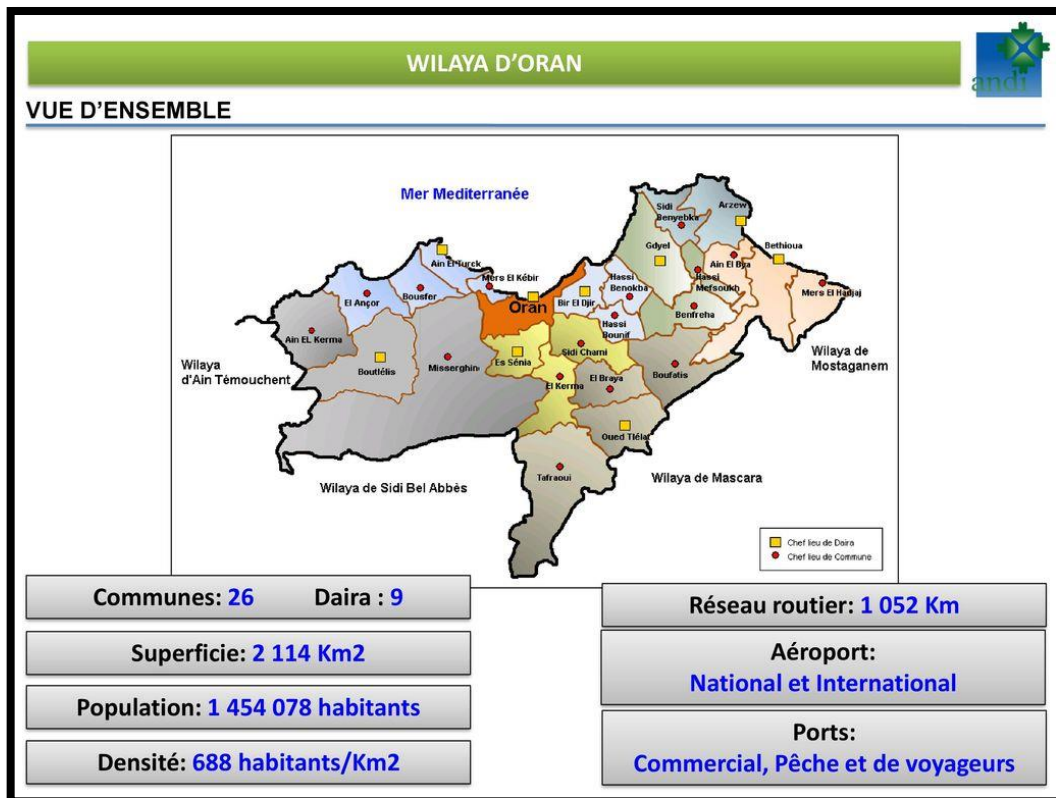


Figure 2 : Vue d'ensemble de la wilaya d'oran (Andi Agence nationale de développement de l'industrie, 27 Septembre 2017)

I.1.2. Le relief de la région d'étude :

Le relief de la wilaya d'Oran est présenté selon six composantes naturelles, comme suit :

La bordure côtière : On distingue: Les côtes rocheuses s'étalant des monts d'Arzew jusqu'à Mers El Kebir à l'Ouest et du Cap Lindles jusqu'à Cap Sigal, limite administrative de la wilaya ; Les plages sableuses de la basse plaine de Bousfer-les Andalouses et de la baie d'Arzew.

Les collines du Sahel : constituées par : Les monts d'Arzew : Ensemble de hautes collines bordant toutes les falaises abruptes allant d'Arzew à Canastel (Est d'Oran) ; Le Murdjadjo et ses prolongements à l'Ouest.

La basse plaine littoral de Bousfer-Les Andalouses: Ensemble pénéplan déclinant vers le Nord, très abrité par les collines sahéliennes disposées en amphithéâtre. Un seul cours d'eau important draine cette basse plaine à l'Ouest, l'oued Sidi Hammadi près du complexe touristique des Andalouses.

Le plateau d'Oran-Gdyel: S'étendant sur une vaste superficie, des piémonts du Murdjadjo, jusqu'au Sahel d'Arzew. Ce plateau est marqué par une absence de drainage et de nombreuses dépressions plus ou moins salées : la grande Sebkhah d'Oran qui marque la limite du Plateau à l'Ouest, la Daya Morsli, le lac Télamine, les Salines d'Arzew limite du plateau à l'Est.

La partie orientale de la plaine de la M'leta: Coincée entre les piémonts Sud de Tessala, les côtes aux de la forêt de Moulay Ismail et la bordure immédiate de la grande Sebkha.

La grande sebkha d'Oran et les salines d'Arzew: La grande sebkha d'Oran est une dépression située à 80 m d'altitude d'une étendue dépassant les 30 000 Ha (près de 1/6 de la surface de la wilaya). Les salines d'Arzew s'étendant au pied de la forêt de Moulay Ismail, d'orientation similaire à celle d'Oran. I-5 Le climat Oran bénéficie d'un climat méditerranéen sec classique marqué par une sécheresse estivale, des hivers doux, un ciel lumineux et dégagé. Pendant les mois d'été, les précipitations deviennent rares voire inexistantes, et le ciel est lumineux et dégagé. L'anticyclone subtropical recouvre la région oranaise pendant près de quatre mois. En revanche la région est bien arrosée pendant l'hiver. Les faibles précipitations (420 mm de pluie) et leur fréquence (72,9 jours par an) sont aussi caractéristiques de ce climat.

I.1.3. Aperçu Géographique de la wilaya de sidi Belabès :

La wilaya de Sidi Bel Abbes est située au nord-ouest de l'Algérie, elle est délimitée comme suit :

- au nord par la wilaya d'Oran ;
- au nord-ouest par la wilaya d'Ain Temouchent ;
- au nord est par la wilaya de Mascara ;
- à l'ouest par la wilaya de Tlemcen ;
- à l'est par les wilayas de Mascara et Saida ;
- au sud par les wilayas de Nâama et El-Bayad et
- au sud est par la wilaya de Saida.

La wilaya occupe une position centrale et stratégique et s'étend sur environ 15% du territoire de la région du nord-ouest du pays soit 9150,63 km². Elle est considérée comme relais de par son emplacement privilégié dans la mesure où elle est traversée par les principaux axes routiers de cette partie du pays. (D.P.A.T. 2013)

I.1.4. Relief de la région d'étude de la zone N°05 Tessala Occidentale :

Les Monts Tessala sont une des chaînes importantes de l'Atlas tellien d'Algérie au Sud et au Sud-Ouest d'Oran. Allongés sur une centaine de kilomètres entre la basse Tafna et l'oued Tlelat, ils se dressent au-dessus des collines d'Ain Temouchent et de la plaine de la Sebkha d'Oran (la Mléta) au Nord, le cours du bas Isser et la plaine de Sidi-bel-Abbès au Sud. Ils donnent des reliefs assez modestes, de 500 à 1000 mètres d'altitude, où les formes molles et aplanies de la plupart des sommets et des croupes contrastent avec la jeunesse de certaines

vallées et les éboulements et les ravinements de certains versants. La structure plissée ne semble guère révélée que par la direction d'ensemble du massif et celle des principales lignes de faîte.

Les monts du Tessala se dressent au sud et au sud-ouest d'Oran sur une centaine de kilomètres de longueur entre la basse Tafna et l'oued Tlelat. Ils s'allongent au-dessus des collines d'Aïn Témouchent et de la plaine de la Sebkhia d'Oran au nord, dominant le cours du bas Issers (Yaser) et la plaine de Sidi Bel Abbès au sud.

Le massif est fortement cultivé et dénudé. La hauteur des reliefs, relativement aplanis, s'établit entre 500 et 1 000 m d'altitude en culminant à 1 061 m au djebel Tessala. Les monts sont allongés sud-ouest/nord-est et présentent une nette dissymétrie topographique, le versant sud apparaissant moins abrupt que le versant nord. Le climat est de type méditerranéen ; les précipitations sont concentrées en automne et en hiver, alors que la période de sécheresse couvre le reste de l'année d'avril à septembre.

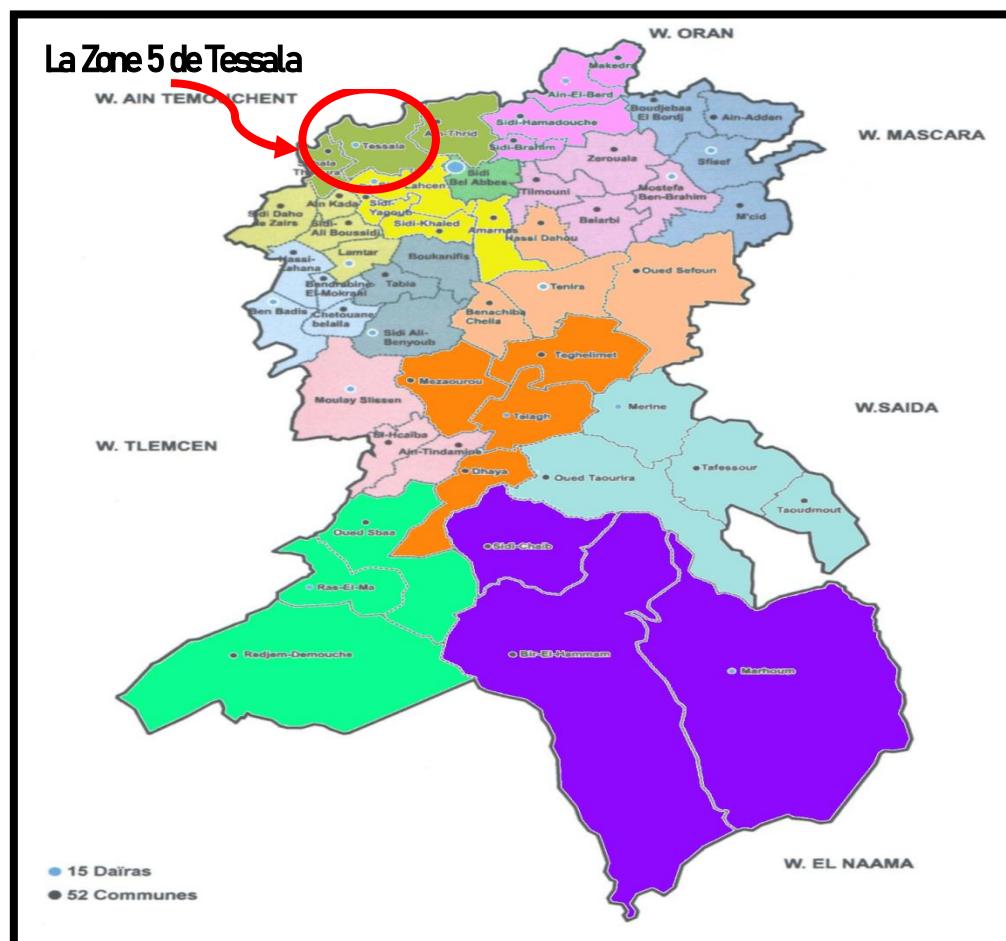


Figure 3 : Location de la zone 5 sur la carte des communes de la wilaya de Sidi Bel Abbès, Gifex.com.

I.2. CADRE GEOMORPHOLOGIQUE DU SECTEUR D'ETUDE :

Le secteur d'étude s'organise selon une zone déprimée présentée par deux plaines sublittorales séparées par des structures de soulèvements dit : Tell Septentrional et Méridional (Monts d'Arzew, Djebel de Murdjajou au Nord et les Monts de Beni Chougrane, Tessala et Sebaa Chioukh au Sud) (fig.4). Les plaines sublittorales présentées par (i) La dépression M'léta-Habra constitue un sillon central est occupé par des dépressions endoréiques exemple (Salines D'Arzew). (ii) La plaine d'El Andalous couvre une dépression topographique, dont la seule ouverture est située au Nord sur la mer Méditerranée. Ce site constitue un amphithéâtre, limité au sud par les plateaux de Djebel Murdjajou et à l'Ouest par Djebel El Andalous.

Le tell Septentrional : est constitué par les massifs littoraux ou affleurent du paléozoïque et du Mésozoïques par autochtone de schistosité. La continuité de ses structures de soulèvements sont interrompues par de petits bassins d'âge miocène à plio-pléistocène, vers le sud de Djebel Murdjajou s'étend le plateau d'Oran et vers le l'Est de la Bais d'Arzew s'étend le plateau de Mostaganem. Vers l'Ouest de ces structures se développé un complexe volcanique calco-alcalin d'âge miocène supérieur. La complexité géomorphologique du littorale Oranais contribués à la naissance de plusieurs risques naturels, cette variété s'exprimé par (fig 4).

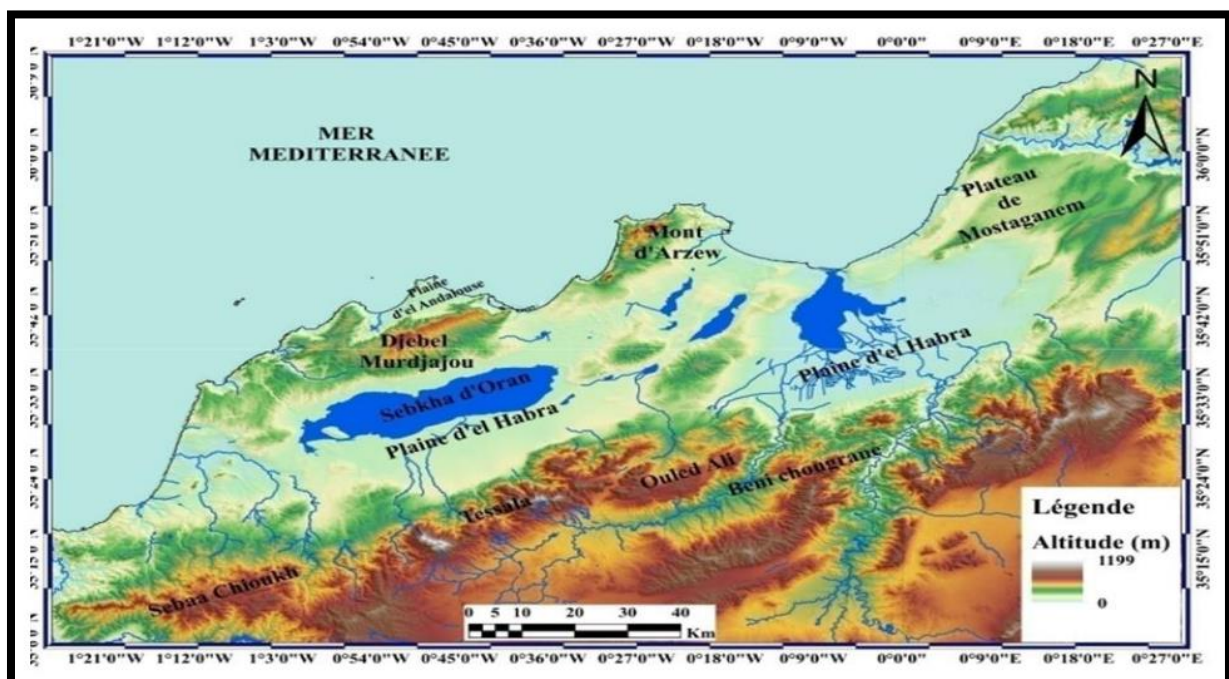


Figure 4: les différentes unités géomorphologique

I-2-1- DESCRIPTION DES UNITÉS MORPHOLOGIQUES

Plusieurs formes géomorphologiques (fig.5) sont inventoriées sur les marges nord et sud des reliefs surplombant la Sebkha d'Oran, d'amont en aval :

A- les interfluves : Surfaces comprises entre deux talwegs voisins et comprenant donc deux versants appartenant à deux vallées différentes, ils sont représentés par les plateaux.

B- Les versants : surfaces topographiques comprises entre la pente d'un relief et le fond d'un talweg voisin ; au sens large, les pentes générales d'une chaîne. - les glacis Surface d'érosion, située au pied d'un relief, légèrement inclinée, formée d'alluvions ou de colluvions peu épaisses recouvrant les roches en place.

C-pédiplaine : Surface plane formée par des produits de l'érosion d'un relief à roches dures se trouvant généralement en basses plaines. Ici elle est représentée par la sebkha. A)

I-2-1-1- Présentation de la carte (fig.5):

L'orientation générale des grands ensembles morfo-structuraux recensés est EN E-W S W. Dans le détail, deux zones se distinguent, l'une occidentale, orientée Ouest-Est, l'autre orientale, orientée Est-Ouest. Au niveau de la ligne de séparation de ces deux zones, les imageries satellitaires mettent en évidence un léger écueil qui divise la sebkha en deux sous-zones ; elle correspond à une ligne de partage des eaux. Ces deux grands ensembles morfo-structuraux reconnus sont caractérisés par des altitudes et des pentes de reliefs différentes, une pente forte en amont, et généralement faible en aval. En effet, les djebels Murdjadjo et Tessala montrent deux entités morphologiques affectées de reliefs à forte pente entaillés par de multiples réseaux hydrographiques, ce qui témoignerait de la fragilité des roches traversées. Un autre phénomène remarquable dans la région est celui de la karstification, celle-ci étant facilitée par la fracturation liée au phénomène d'effondrement ; elle affecte notamment le piémont sud du Murdjadjo où l'on constate l'abondance de falaises et d'escarpements. La mise en place des terrasses, constatées au niveau des zones périphériques de la sebkha, s'observe de l'amont à l'aval, tout en changeant de faciès :

A - Au niveau du plateau, à l'Est du Murdjadjo, s'observe une surface d'ablation sur des roches calcaires et des cale-schistes du Secondaire, alors qu'à l'Ouest ce sont des schistes marmoréens qui affleurent dans le paysage ; ils forment un large plateau bien visible dans toute la région. Sur cette surface, s'étend un sol brun

d'une cinquantaine de centimètres d'épaisseur disposant de grandes terres à vocation agricole. Ces terrains constituent le substratum de la couverture mio-plio-quadernaire. Plus au Sud, le plateau surplombe une zone à pente très forte (quarantaine de degrés), de constitution lithologique assez différente par rapport à celle du plateau. C'est à cet endroit que s'observe le versant constituant le relais entre le plateau et le glacis ; plus au Sud, celui-ci présente une pente faible et une constitution lithologique bien distincte. En contre bas du glacis, vient une zone assez étendue, marquée par une très faible pente, il s'agit de la pédiplaine dont la partie centrale est occupée par la sebkha. Cette entité morphologique est constituée de limons gris ou d'argiles fines silteuses (Thomas, 1985). Dans les zones périphériques, ces limons sont plutôt bruns et dépourvus de sels, constituant des terres agricoles, riches en éléments fertilisants (minéraux ferro-magnésiens), dus au processus de pédogenèse. Dans les zones les plus proches de la sebkha, ces limons gris constituent une ceinture, formée d'une succession de trois terrasses superposées, dénommées, d'amont en aval, T1, T2 et T3 (fig. 3, 4 et 5).

B - Dans les Tessala, la prédominance dans le paysage de grandes épaisseurs de marnes bleues, offre un spectacle de bad lands, ce qui favorise le phénomène de ruissellement au détriment de l'infiltration des eaux. La géomorphologie des Tessala ressemble à celle du Murdjado, avec toutefois de légères variations :

Le plateau est constitué de roches meubles (marnes bleues) d'âge miocène, le versant caractérisé par un réseau hydrographique peu développé et le glacis est relativement moins important ; en revanche, la pédiplaine est beaucoup plus développée ici qu'au Murdjado.

Le passage de la pédiplaine à la sebkha est marqué par des accumulations éoliennes de grandes dimensions qui jalonnent toute la bordure sud de la cuvette. A l'arrière de ces formations, de nombreux marais s'étalent au niveau des zones basses, dayate El Begueur. Les oueds entaillent profondément la plaine de la M'léta et se rejoignent pour constituer de grands chabets en contre bas des accumulations éoliennes.

D'un point de vue lithologique, ces zones morphologiques des Tessala ressemblent beaucoup à celles des unités du flanc sud du Murdjado. III-A l'Est (El Kerma) et à l'Ouest (El Amria) de petites collines bordent la sebkha. Ce sont des limons gris et bruns qui recouvrent (respectivement) les collines de ces localités.

Le réseau hydrographique n'y est pas beaucoup développé, mis à part quelques vallées larges ou étroites par endroits. Au niveau du sommet de larges surfaces d'ablation (plateau)

s'installent, offrant de bonnes terres à vocation agricole, grâce à la présence d'un sol dont l'épaisseur ne dépasse pas la cinquantaine de centimètres.

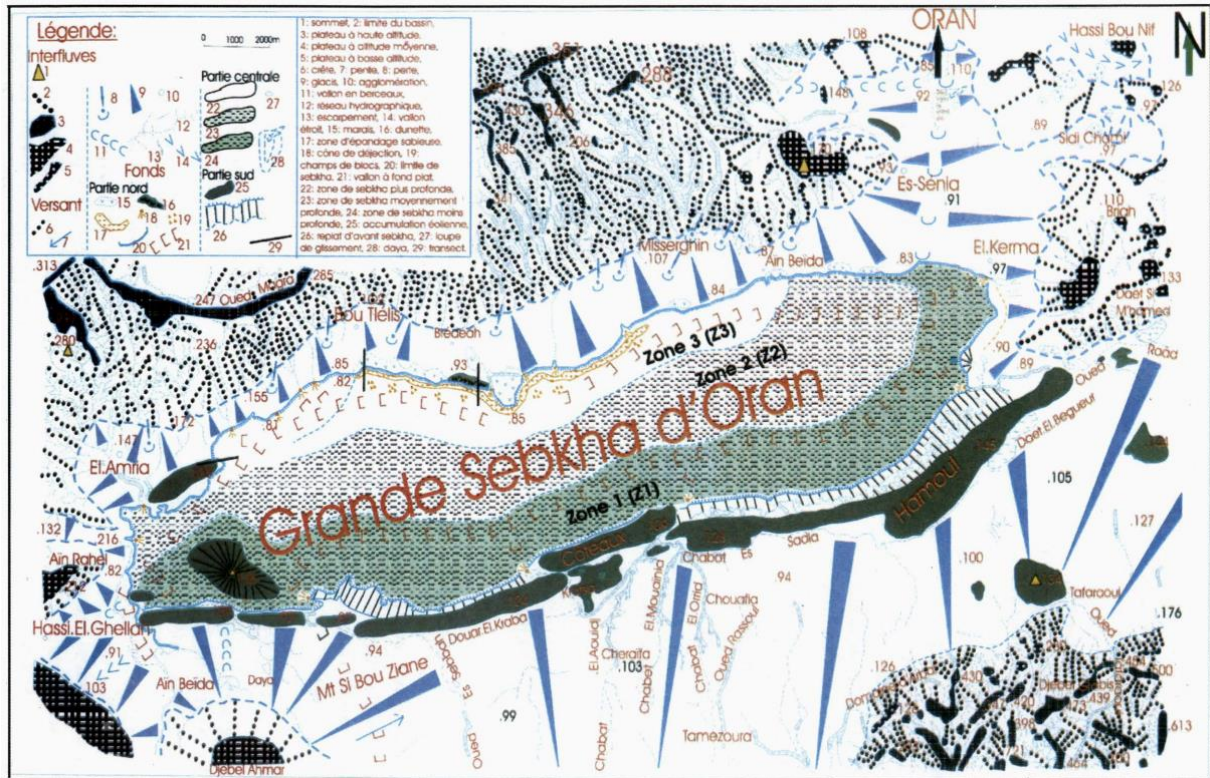


Figure 5 - Carte géomorphologique de la Grande Sebkhia d'Oran
Geomorphological map of the Grande Sebkhia d'Oran

I-2-1-2-Interprétation dynamique

La dynamique de la sebkhia d'Oran est reconstituée à partir de 'analyse des éléments et structures géomorphologiques, en fonction du modèle de profil d'équilibre. Le caractère vigoureux des reliefs actuels de djebel Murdjadjo et des Tessala démontre leur pleine évolution qui est soulignée par la mise en place de larges plateaux en position sommitale. Ceci implique la présence d'une surface d'ablation, résultat d'une importante action érosive sur les sommets, les matériaux de démantèlement étant acheminés par les oueds vers la pédiplaine. Au niveau du versant, les oueds présentent des ravins et entailles profonds.

D'autres structures ont été également observées : des falaises, des escarpements et des dolines qui seraient le résultat (conjugué) d'une karstification intense et d'une tectonique cassante ; celle-ci aurait entraîné l'effondrement de larges pans de reliefs (Gourinard, I 958; Delfaud et al., 1973; Cornée et al., 1994) associé aux failles croissantes, évoluant tant à l'amont (Murdjadjo) qu'à l'aval (la sebkhia).

Ayant entraîné une flexuration de la série sédimentaire (Perrodon, 1957 ; Revert et al., 1975; Thomas, 1985 ; Neurdin-trescartes, 1992), la tectonique souple empêche dans les Tessala, toute observation d'éléments et structures morphologiques comparables à ceux décrits sur le Murdjadjo.

Par ailleurs, la présence d'un glacis, très développé sur le flanc sud du Muïdjadjo, implique l'existence d'une forte érosion aréolaire dont les produits s'accumulent au niveau d'une large cuvette située à l'emplacement actuel de la sebkha. Cette dépression s'aligne actuellement sur un axe de drainage qui débouche sur Dayet Morsly, pour continuer jusqu'à la mer, au niveau du port d'Oran (fig. 5).

Cet axe passe entre les collines d'El Kerma et d'Es-Sénia ; subactuel, il aurait pris naissance aux environs du piémont des collines d'El Amria, passant au milieu de la sebkha, selon une ligne sebkha - dayet Morsly (fig. 5). Liée au profil d'équilibre à atteindre, le lit devait être plus profond et plus étroit qu'actuellement, l'accumulation des produits d'érosion l'ayant comblé en partie. L'envoyage de la crête, à l'Est de la sebkha, montre l'importance du remplissage du paléoravin. La ligne de crête en question relie le Murdjadjo, Aïn Beïda au Nord à l'Oued Er Raâd, au Sud de la ville d'El Kerma. Cette dynamique a dû probablement continuer jusqu'à ce qu'une partie du glacis soit isolée sous l'effet d'un effondrement du soubassement; ceci pouvait être dû au poids des sédiments et au phénomène de subsidence, phénomène qui aurait été engendré par un réajustement isostatique inhérent à la surrection continue du Murdjadjo (Gourinard, 1958).

Cette zone constituée par la suite la sebkha d'Oran dont l'isolement complet s'est réalisé après la mise en place des lulliettes d'accumulation, dues à une intense déflation. Les vents souffleraient selon une direction préférentielle est-ouest à SO-NE. Les oueds continuent à s'acheminer vers la sebkha ; leurs cours sont déviés du fait de l'endoréisme où s'installe un gradient de zonation de la sebkha ; on y distingue du Sud au Nord trois zones Z1, Z2 et Z3.

La zone la plus déprimée (Z3) se situe au Nord de la sebkha et au pied du Murdjadjo, entre Aïn Beïda à l'Est et Bou Tlélis à l'Ouest ; cette zone s'allonge sur 20 Km de long et 3 Km de large environ. La zone intermédiaire (Z2), la plus importante, occupe la partie centrale de la sebkha. Périphérique, la zone Z1, est recouverte de végétaux halophytes.

Les oueds de la sebkha traversent successivement les zones Z1 et Z3 (fig. 5). D'autres éléments morphostructuraux témoignent de la dynamique de la sebkha. Citons :

- la zone d'épandage sableuse qui borde la limite nord de la sebkha ; aux sables sont associés blocs et cailloutis, résultats du démantèlement des reliefs bordiers en surrection (Murdjadjo).

- les dômes, comme celui localisé au Sud-Est de la sebkha, qui traduiraient l'importance des apports boueux de l'oued Er Raâd, en période de précipitation.

- les escarpements, souvent dûs aux dénivelés de failles qui soulignent une tectonique, relativement active.

- les pertes, souvent attribuées aux phénomènes hydrogéologiques, sont générées par l'existence de failles ; leur alignement indiquerait l'existence d'une surface structurale, observable notamment au niveau du flanc sud du Murdjadjo (fig.5).

- les loupes de glissement liées, entre autres, à la nature plastique des sédiments.

- les reliques d'anciens reliefs, en l'occurrence El Djazira, héritage d'anciennes structures en horsts et grabens.

- les dunettes éoliennes, traduisant la dynamique de l'action éolienne dans la construction des accumulations.



CHAPITRE II
LITHO STRATIGRAPHIE,
STRUCTURALE

II. CADRE GEOLOGIQUE DU SECTEUR D'ETUDE :

La zone d'étude, se situe à la zone de grande sebkha d'Oranais jusqu'aux monts de Tessaïla occidentale. Il est lié à la chaîne maghrébine. Les travaux géologiques ont permis de caractériser la chaîne Tellienne, Sub-tellienne est d'y reconnaître trois grands domaines in Wildi (1983).

- Les zones externes: de la chaîne (zones telliennes) : Ces zones sont caractérisées par la présence de séries du Crétacé et du Paléogène à dominance marneuse, en plusieurs endroits décollées de leur substratum Jurassique.

- Les nappes de flysch: Ces nappes chevauchent les séries de nappes telliennes. Ces flysch sont constitués par des terrains d'âge crétacé et paléogène qui s'est déposé dans un sillon est situé entre les zones internes et les zones externes.

- Les zones internes : Ces zones qui chevauchent à leur tour les nappes de flysch, sont constituées par deux ensembles antérieurs au Miocène : (a) les massifs hercyniens et (b) les écaillés de terrains sédimentaires d'âge secondaire allant du Trias à l'Eocène.

La partie littorale de l'Algérie est la plus récente, la plus instable et là où il y a le plus de diversité de substrats géologiques. La région Oranaise est donc très diversifiée, ses strates géologiques appartiennent aux quatre ères.

La région d'études s'intègre dans la terminaison occidentale de la chaîne alpine tellienne (ou atlas tellien). Les formations géologiques qui la constituent sont de natures et d'âges variés in Sadran (1958); Fenet (1975) et Guardia (1975), l'orogénèse alpine a permis la structure de cet atlas tellien en un empilement d'unités structurales charriées et imbriquées entre elles. Ceci a favorisé la mise à nu de roches anciennes telles que les schistes qui forment l'assise du massif des Traras et de la montagne des Lions (Djebel Khar).

Les différentes formations géologiques de cette région s'étendent depuis l'âge primaire jusqu'au quaternaire. Les schistes, d'âge primaire, constituent le substratum du massif des Traras. Ce sont des schistes gris-noirs se débitant en plaquettes. Leur altération donne des produits argileux (sols) de couleur brun-rouge, d'autres types de schistes d'âge secondaire forment ce qu'on appelle les massifs schisteux côtiers de l'Oranie, les monts d'Arzew, à l'ouest d'Oran ville, forment la montagne des Lions et surplombent la plage de Kristel et la partie septentrionale du Murdjadjo à l'Ouest de la ville.

Les calcaires, d'âge secondaire sont assez bien représentés dans l'Oranie, Ils forment le plus souvent des reliefs assez escarpés. Ces calcaires forment la partie méridionale du Murdjadjo. Toujours au nord mais à l'est, le plateau de Mostaganem s'abaisse régulièrement vers l'ouest sur la plaine de la Macta et le golfe d'Arzew. Il surplombe régulièrement la mer et

le bas Chélif par une falaise de 150 à 200 m au nord et au nord-ouest, les calcaires sont généralement clairs, le plus souvent compacts et massifs, leur altération donne presque toujours des sols blanchâtres crayeux.

Le quaternaire est formé par du calcaire lacustre, argiles à lignites : couches rouges dues à la désagrégation des terrains pliocène qui se trouvent effectivement dans ce secteur. En s’avançant de 100 km de la côte vers l’intérieur des terres se dressent les Monts de Béni-Chougrane et de Tessala qui forment l’un à la suite de l’autre une chaîne montagneuse plissée couvrant la région d’étude d’est en ouest sur environ 60 km de largeur plus précisément les Monts de Tessala constituent un massif secondaire de calcaire nummulitique (protozoaires fossiles) à structure complexe d’une cinquantaine de kilomètres de longueur; ces monts sont des terrains crétacés formés par des calcaires gréseux devenant plus argileux en profondeur.

A l’est on trouve des grès fins argileux in Behar (1990). Les monts des Béni-Chougrane sont constitués en grande partie par une série de plateau miocène de 700 à 800 m d’altitude, inclinés régulièrement vers le Nord-Est, laissant affleurer de larges boutonnières crétacées. En descendant vers le sud se dressent à nouveau des monts séparés par les hautes plaines de Bel-abbés (400 m) celle de Ghriss au sud de Mascara. Les monts de Saïda et de Daya appartiennent à l’atlas Tellien tabulaire. Ils ont tous deux une altitude moyenne comprise entre 1000 et 1200 m. Ces deux entités sont profondément découpées par des fossés d’effondrements

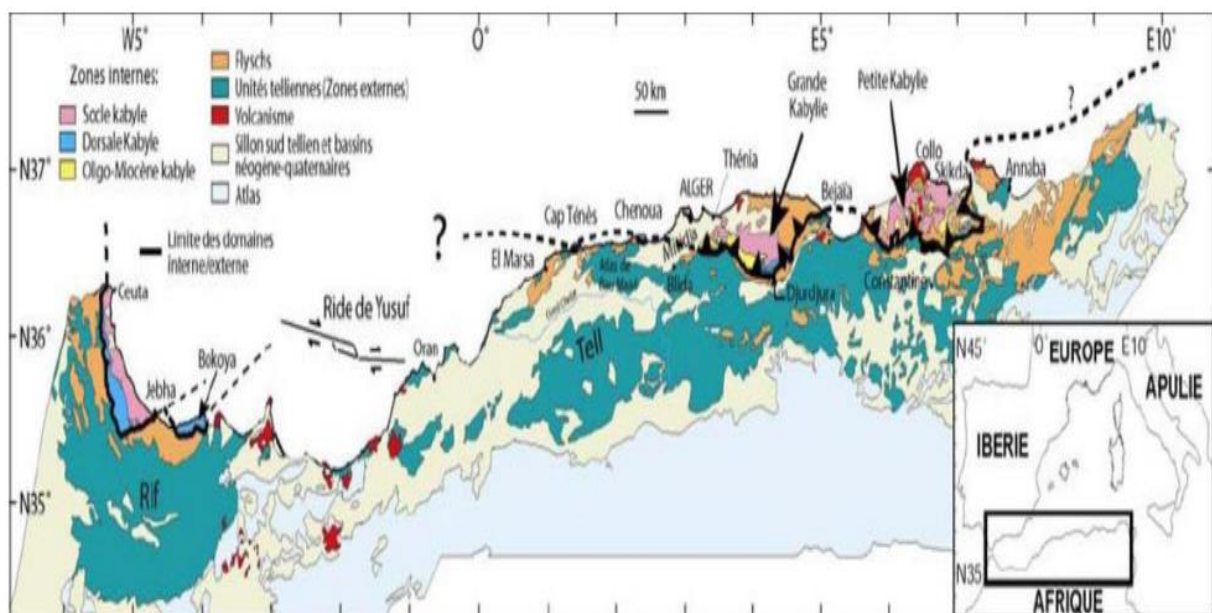


Figure 6: Carte géologique du nord de l’Afrique montrant les différentes unités géologiques (Wildi, 1983 ; Domzig et al., 2006).

La partie sud jusqu'à Télagh (Sidi Bel Abbès) est représentée par un terrain du crétacé inférieur principalement représenté par des calcaires gréseux devenant plus argileux en profondeur et du grès fin argileux, ce crétacé se prolonge vers l'ouest et contourne les Monts de Daya. Enfin, les plaines telliennes dont la plaine de Sidi bel abbés située à une altitude d'environ 400 m entre les Monts de Tessala et la région de Télagh.

La plaine de Sidi Bel abbés est un terrain principalement pliocène formé par du grès marin et se prolonge à l'est rejoignant les monts des Béni-Chougrane dans le miocène in Behar (1990). Les formations carbonatées, d'origine géologiques, ou géomorphologiques (alluvions, colluvions, encroûtements), sont loin d'être les plus caractéristiques et les plus étendues. Les roches peu ou pas calcaires même d'étendue restreinte Supporte des sols et des végétations très particulières ; elles fournissent des substrats décalcarisés, sinon acides in Aimé (1991).

Les formations volcaniques fournissent également des substrats diversifiés selon le type d'émission (effusif donnant des basaltes, phréatomagmatique fournissant des formations volcano-sédimentaires) . Enfin, les terrains quaternaires fournissent des substrats diversifiés selon leur origine et leur dynamique : formations sableuses plus ou moins fixées sur le littoral, lunettes argileuses des bordures des sebkhas, dépressions endoréiques et sources thermales salées.

La région est partagée en deux grands groupes de formations carbonatées qui s'opposent par la disponibilité des carbonates et par leurs caractéristiques mécaniques. Il s'agit d'une part des roches calcaires compactes (calcaires, grès, dolomies), d'autre part des roches plus tendres telles que les argiles ou les marnes.

Les formations calcaires dures occupent la plus grande partie des sommets, à cause de la tectonique d'une part, et de l'érosion qui a déblayé les formations plus tendres adjacentes, il s'agit de calcaires d'âges divers, surtout Jurassique, elles sont prépondérantes sur les Traras et les Tessala et occupent une partie des sahels côtiers (Murdjadjo, sahel d'Arzew, etc...), sur ces formations dures se développent des sols bruns (en altitude et dans les positions topographiques les plus humides), des sols ferralitiques moyenne altitude sur les milieux bien drainés (quelques fois à basse altitude, mais alors ils sont hérités, et le plus souvent en voie de décarbonatation). Enfin à basse altitude, se forment essentiellement des sols jeunes de type rendzine calcaire.

Les formations calcaires tendres constituent l'essentiel des plateaux néogènes de basse altitude, mais peuvent également se rencontrer sur des reliefs plus importants, intercalées entre

des formations plus compactes. C'est le cas sur le Tessala (marnes miocènes à bancs de grès) et les Béni-Chougrane (marnes bariolées, gypseuses triasiques). En dérivent des vertisols plus ou moins salins (marnes gypseuses) ou bien des rendzines plus ou moins sableuses (dans le cas des marnes à bancs de grès). Souvent, la susceptibilité du matériel aux actions érosives jointe à des conditions d'hydromorphie excessive fait évoluer ces terrains, Soit par érosion linéaire, soit par déplacements en masse, vers des bad-lands qui occupent les pentes accentuées.

Les formations non carbonatées sont représentées surtout par des massifs schisteux primaires (Murdjadjo, djebel Khar, Traras...).

Les sols qui s'y développent sont rapidement décarbonatés, souvent acides et fortement lessivés en surface, il s'agit, dans la plupart des cas, de sol ferralitiques lessivés qui conditionnent l'existence de rares enclaves de végétation calcifuge de la région.

Les formations volcaniques sont représentées par des surfaces très restreintes dans l'ancien volcan « Tifaraouine » près de Madagh in Sadran (1952).

Les formations quaternaires sont représentées par deux grands types. Ce sont des formations d'origine éolienne et des formations alluviales.

Trois phénomènes se superposent localement à ces formations, avec d'une part des processus de confinement qui ont donné les accumulations salines (chlorures ou gypse) et les accumulations calcaire (encroûtements et tufs) et d'autre part des phénomènes pédogénétiques qui ont joué à plusieurs reprises et qu'ont laissé de nombreux paléosols.

Les formations éoliennes apparaissent sous deux formes. Elles constituent en Oranie des paysages particulièrement étendus : les dunes de sables littoraux et les lunettes d'accumulation des bordures des sebkhas. Sur le cap Falcon, on peut distinguer, en plus des dunes et aspersion actuelles, quatre générations dunaires anciennes in Remaoun (1981). Les plus récentes sont des dunes grésifiées, c'est-à-dire consolidées dans leur masse par le calcaire.

Elles présentent, selon les stratifications du sable, de fines pellicules rubanées blanches et sur certains sommets, une petite croûte légèrement feuilletée, Ces formations proviennent directement du remaniement d'un sable de plage.

Les anciennes dunes à croûte rose feuilletée affleurent souvent sous les précédentes. Elles se caractérisent par une croûte feuilletée de 50 cm d'épaisseur, ainsi que par la présence de niveaux individualisés, sableux, horizontaux et rubéfiés.

Le deuxième type de formations éoliennes se rencontre autour de certaine dépression endoréique, lorsque, dans une dépression, une nappe phréatique salée affleure périodiquement à la surface du sol, il se développe en surface des efflorescences salines qu'associant aux éléments fins (argiles et limons), constituent des particules souvent appelées pseudo-sables qui

correspondent aux mottes polyédriques décrites par Boulaine (1957) et qui sont facilement entraînées par le vent. Il se produit donc un creusement de la dépression lors de l'enfoncement de la nappe, ainsi qu'une accumulation corrélative du matériel enlevé sur les bordures de la dépression, à l'opposé des directions des vents dominants. Au cours de la saison pluvieuse, le lessivage immédiat des sels détruit les conditions physico-chimiques du transport éolien.

Les anciennes topographies que l'on peut observer autour de la sebkha d'Oran semblent correspondre à trois phases d'activité particulièrement intenses de la déflation et de l'accumulation corrélative.

Le plus haut niveau correspond à la plaine de la Mleta d'une altitude moyenne de 96 à 100 m. Elle se poursuit vers l'est par une série de petites dépressions résiduelles Dayet el Bagra et dayet Sidi M'hamed et Dayet Oum el ghelaz in Bahi (2012), Cette dernière est bordée au sud-est par un cordon de lunettes assez hautes (50 m au-dessus de la dépression). Un niveau intermédiaire semble être conservé entre El kerma et Hassi Bounif.

Enfin la grande sebkha d'Oran, dont le niveau actuel est à 80 m en moyenne, constitue la surface la plus récente, encore active. Elle est bordée au sud-est par des lunettes anciennes, assez élevées (40 m en moyenne), A l'est de la dépression se rencontre des lunettes récentes, ainsi que des butes subactuelles de 1 à 2 m de haut in Boulaine (1957).

Les formations alluviales sont représentées par des terrasses, étagées ou non, qui se rencontrent dans les vallées des principaux oueds de la région in Aimé (1991).

Bassin profond algérien : Les travaux de Fahlquist et Hersey (1969) et Morelli et al. (1975), basés sur l'interprétation des données de sismique réfraction, ont révélé que le bassin algéro-provençal est en partie constitué de croûte océanique (vitesses 6,7 - 6,9 km/sec) (Hinz, 1972), contrairement à sa voisine, la mer d'Alboran, qui serait principalement de la croûte continentale amincie (Auzende, 1978 ; Comas et al., 1999), et que le Moho se situait entre 8 et 10 km de profondeur. Cependant, il existerait, selon Roca et al., (2004), une croûte transitionnelle au niveau de la pente continentale algérienne. Par ailleurs, la campagne (Polymède II) menée au large de la Grande Kabylie a permis de réaliser un certain nombre de profil en sismique réflexion dont celui illustré

II.2. CADRE STRUCTURALE DE LA REGION D'ORANAIS :

II.2.1. INTRODUCTION :

Nous avons décrit un état de l'art concernant l'évaluation de l'aléa sismique. Suivie d'une description des principaux séismes historiques affectant les différents secteurs de la zone du sud d'Oranais (sebkha) et la zone de tessala occidental, ainsi que les autres zones ouest (Oran, Mostaganem, Mascara, Sidi Bel Abbés). Finalement, une contribution d'évaluation d'aléa sismique de la zone d'étude par l'exploitation du catalogue déjà établie par notre équipe de laboratoire GEORN et les études antérieures.

II.2.2. STRUCTURE ALPINE D'ALGERIE DU NORD :

L'Atlas Tellien ou maghrébine est composé d'unités allochtones largement charriées sur l'avant pays des hauts plateaux aux cours de tertiaire in Aubin et Durand delga (1971). Pour des considérations paléogéographiques, les maghrébines sont subdivisées en deux zones : les zones internes et les zones externes fig. Les zones internes dites domaine kabyle (en Algérie) ou rifaine (au Maroc) représentent les témoins d'un ancien bloc disloqué. Les zones externes : est le résultat de la superposition d'unités allochtone regroupées en nappes telliennes, celles-ci sont souvent constituées d'un substratum paléozoïque.

II.2.3. CADRE STRUCTURAL :

Structurale locale à terre La carte géologique de la région d'études nous permet de distinguer les morpho-structures Morpho -Structures De Soulèvement : Parmi les morphostructures de soulèvement les plus imposantes dans la région d'Oran, nous pouvons citer d'une part le Djebel Murdjadjo situé directement à l'Ouest de la Ville d'Oran, et d'autre part, le massif d'Arzew situé dans la partie littorale au Nord– Est de la zone d'étude.

La première morphostructure est considérée comme un grand horst alors que la seconde est un vaste promontoire dissymétrique dont les collines schisteuses s'élèvent progressivement du S-E vers le N-W jusqu'aux formations carbonatées (Djebel Orouse etc.) du Jurassico-Crétacé. Morphostructure du Murdjadjo : Ce grand horst, d'une longueur de plus de 50 Km et d'une largeur de 15 à 20 km, a été affecté lors du Plio-Quaternaire par des mouvements brusques et violents, ce qui a entraîné l'aplanissement des différents gradins et a engendré leurs déformations. A la suite de ces déformations, certains terrains mésozoïques ont pu affleurer (Djebel Murdjadjo, Djebel Santon) formant un ensemble morphostructural voûté fig.

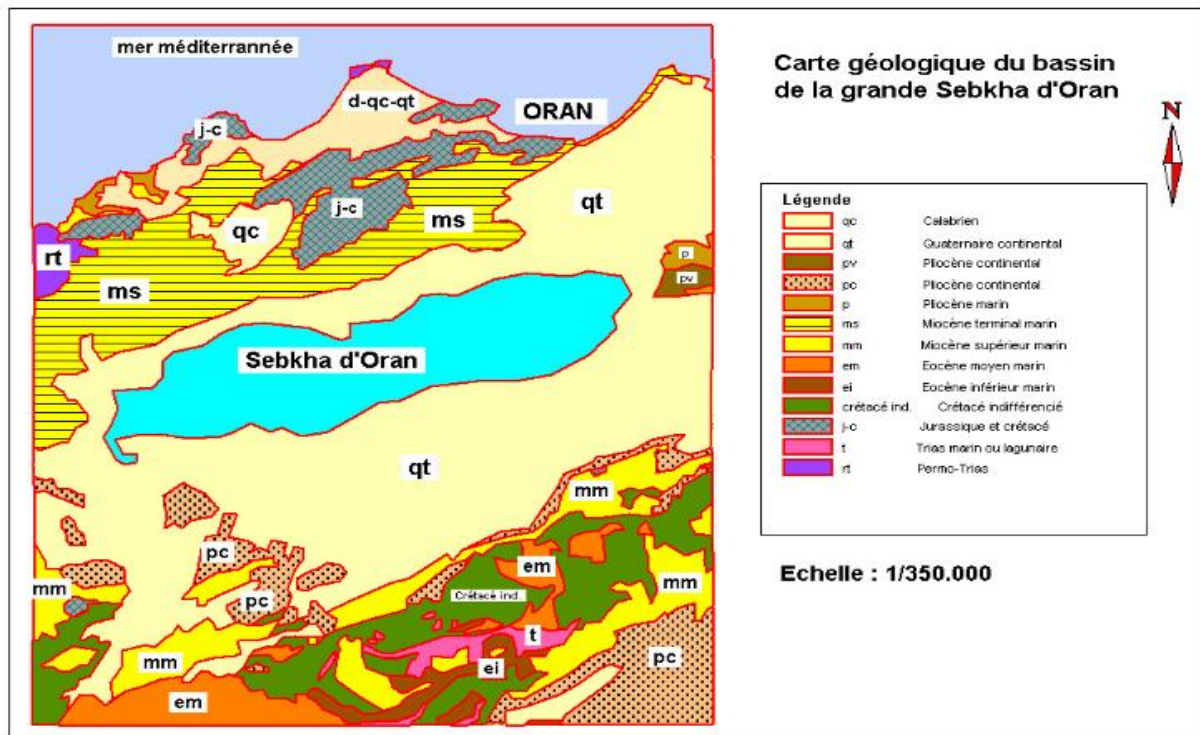


Figure 7 : Carte géologique du bassin de la Sebkhah (Sogreah, 2004)

II.2.4. CADRE GEOLOGIQUE GENERALE :

De point de vue géologique, notre secteur d'étude appartient à la partie Nord-Ouest du tell Algérien qui s'inscrit dans le bassin de la Bas Chéelif. Le bassin de la bas Chéelif est un bassin en compression d'âge mio-plio-quaternaire formé lors des dernières étapes de l'orogénèse alpine (Perrodon 1957), Sa genèse est rattachée à l'ouverture du bassin arrière-arc nord-algérien et engendrée par une subsidence tardi-tectonique enclenchée vers 17 Ma, sa structuration est accompagnée par des mouvements extensifs (10-12 Ma) à l'origine des coulées andésitiques et des intrusions doléritiques (Lepvrier et Magné 1975). Son ouverture s'est poursuivie au cours du Serravallien supérieur et au Tortonien inférieur entraînant la mise en place de structures en horst et graben.

La série marno-diatomitique tortono-messinienne a permis le remplissage de ces structures. Les phases compressives du Pliocène ont non seulement engendré de nouvelles déformations mais également accentuer les structures plissées héritées du Tortonien supérieur et du Messinien. La phase compressive quaternaire a entraîné la création de petits bassins allongés de direction Est-Ouest et le rétrécissement Nord-Sud du bassin du bas Chéelif (Magraoui, 1982). Cette direction de raccourcissement est à l'origine de la déformation actuelle du bassin. Elle résulte de la convergence des plaques de l'Afrique et l'Eurasie (Philip et Thomas 1977)

Le bassin du Bas Chélif est caractérisé par un substratum allochtone d'âge Crétacé à Oligocène (Delteil, 1974) sur lequel repose, en discordance dia strophique (Perrodon, 1957), une couverture néogène. Très épaisse et continue dans la partie centrale du bassin, cette couverture accuse une réduction considérable dans les zones marginales du bassin. Cette réduction est accompagnée par de nombreuses discontinuités et d'importants passages latéraux de faciès.

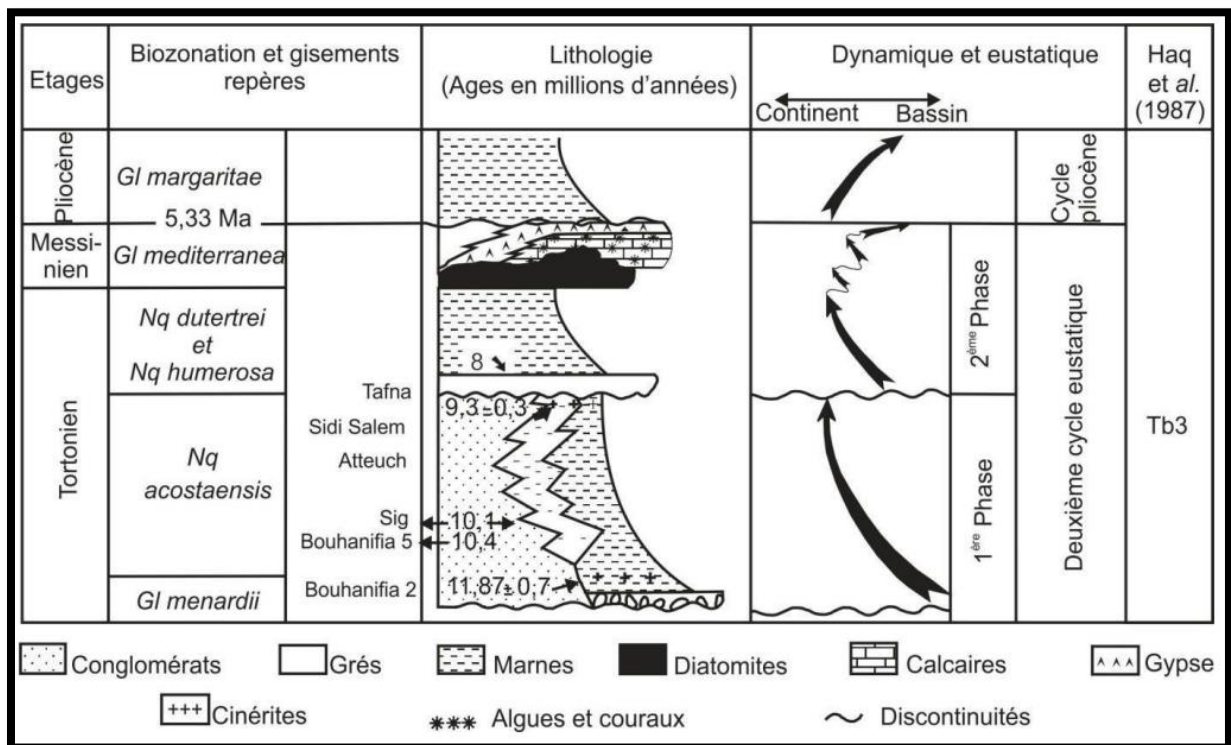
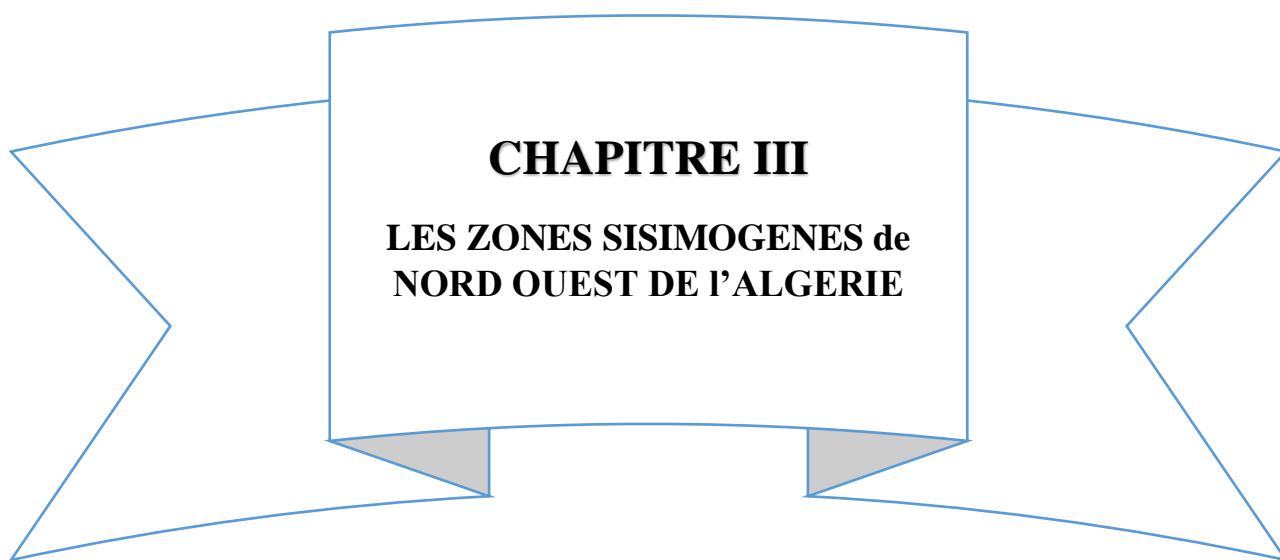


Figure 8 : Log synthétique montrant la biozonation et principaux cycles transgressives dans la série type des bassins miocènes de l'Algérie nord-occidentale (Chélif- Tafna) d'après Belkebir (1996).



CHAPITRE III
LES ZONES SISIMOGENES de
NORD OUEST DE L'ALGERIE

III-1. Introduction :

La chaîne Maghribide constitue la totalité du Nord de l'Algérie. Cette région est connue par son activité tectonique importante qui exerce des forces gigantesques et frappe notre région d'étude par des séismes les plus meurtriers de la méditerranée. Ce chapitre est dédié à présenter les zones séismogènes du Nord-Ouest de l'Algérie. Pour cela, nous commençons par une présentation du contexte tectonique de la région, ensuite, la sismicité historique de Nord-Ouest de l'Algérie et les principaux séismes du Nord-Ouest de l'Algérie, à la fin, nous présentons les zones séismogènes du Nord-Ouest de l'Algérie.

III-2. Contexte tectonique :

Les données microtectoniques relatives aux affleurements des terrains néogènes de la région confirment l'existence d'une complexité tectonique importante. Les abords proches de la ville d'Oran conservent d'importants arguments marquant l'existence d'une tectonique mixte et polyphasée affectant l'ensemble des terrains secondaires et tertiaires.

L'esquisse cartographique des anciens travaux géologiques confirme ce fait à partir de quelques extrapolations azimutales de certains affleurements de contacts anormaux. Bien que leurs approches soient rigoureusement admises, elles restent orientées selon des principes théoriquement liés à certaines observations restreintes. Dans ce travail, on met l'accent sur l'existence d'une complexité structurale bien prononcée, depuis la marge littorale vers les zones internes qui met en relief une alternance entre les massifs côtiers et les vallées intermédiaires.

L'organisation spatiale de ces unités morpho structurales forme l'esquisse d'un modèle tectonique régional (Fig.12).

En effet, les observations géologiques, à des échelles variées, soulignent l'association d'une déformation souple avec une autre déformation décrochante (cassante) qui reste bien conservée au sein dans les terrains 'Plio- quaternaires' de la marge littorale, Cet aspect tectonique semble être lié aux déplacements de blocs crustaux qui constituent les niveaux structuraux inférieurs.

Ces derniers caractérisent le substratum des massifs littoraux, matérialisant une tectogenèse à déplacement subhorizontal (tectonique tangentielle) qui affecte les terrains de la couverture néogène selon un système de 'rampe- décollement', ce style tectonique évoque l'interprétation de coupes géo-structurale évoque la notion de nappes de charriage « néogènes » à vergence méridionale.

Les résultats de la stéréographie, confirment l'existence d'une alternance dans les valeurs du rapport déviatorique des contraintes tectoniques (Φ) permettant d'en déduire une variation du régime tectonique de la déformation sur l'ensemble de la marge littorale, sur la fig.25, on constate l'existence des variations de l'intensité de la fracturation et de leur amplitude exprimant un régime tectonique mixte sur des terrains qui appartiennent à la même région.

A la lumière de cette approche structurale je souligne l'effet d'un cisaillement profond affectant le substratum de la région dont la direction est pratiquement Est- Ouest, qui semble responsable de la génération des sources sismiques récurrentes et entretenue de façon permanente sur l'ensemble du littoral oranais; depuis le Plio-quadernaire jusqu'à nos jours, cette sismicité résulte de l'effet des tenseurs de contraintes tectonique différentielles, dont '2' épouse les zones de flexuration où se projettent les principaux accidents tectoniques d'ordre inférieur. Les contraintes tectoniques changent de direction sur le long des rampes tectoniques tout en respectant ta cinématique globale (fig.08).

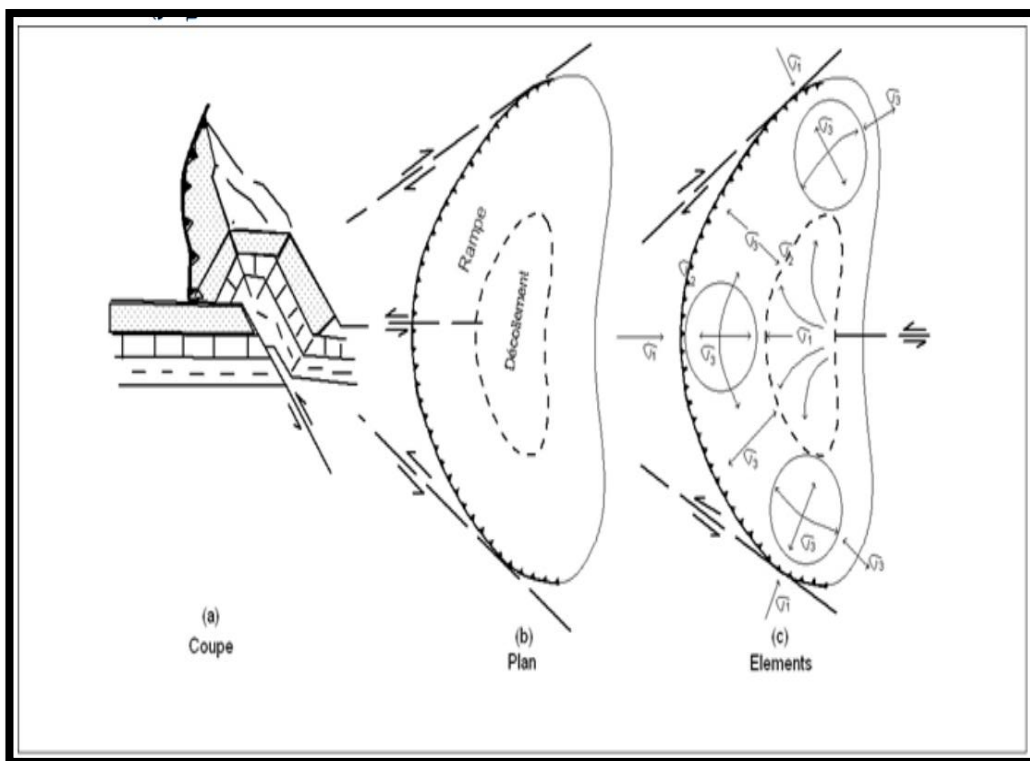


Figure 9: Modèle tectonique de la déformation des terrains en zone de cisaillement

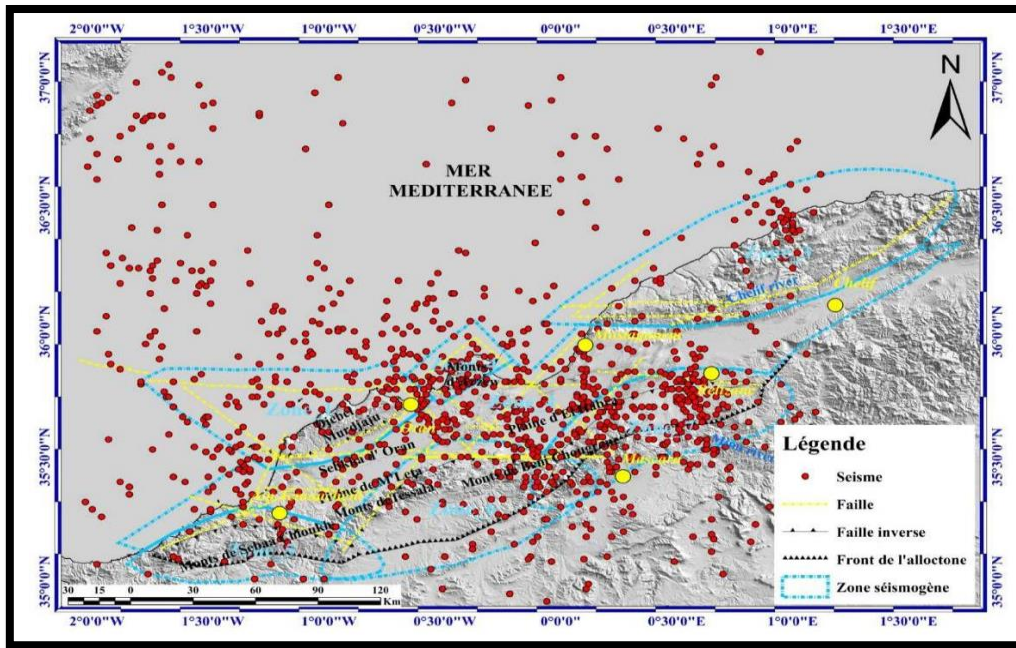


Figure 10: Carte sismotectonique du littoral Oranais modifiée d'après (Nadji 2010), la distribution spatiale des événements sismiques selon le catalogue régionale de (Belayadi et al. 2017).

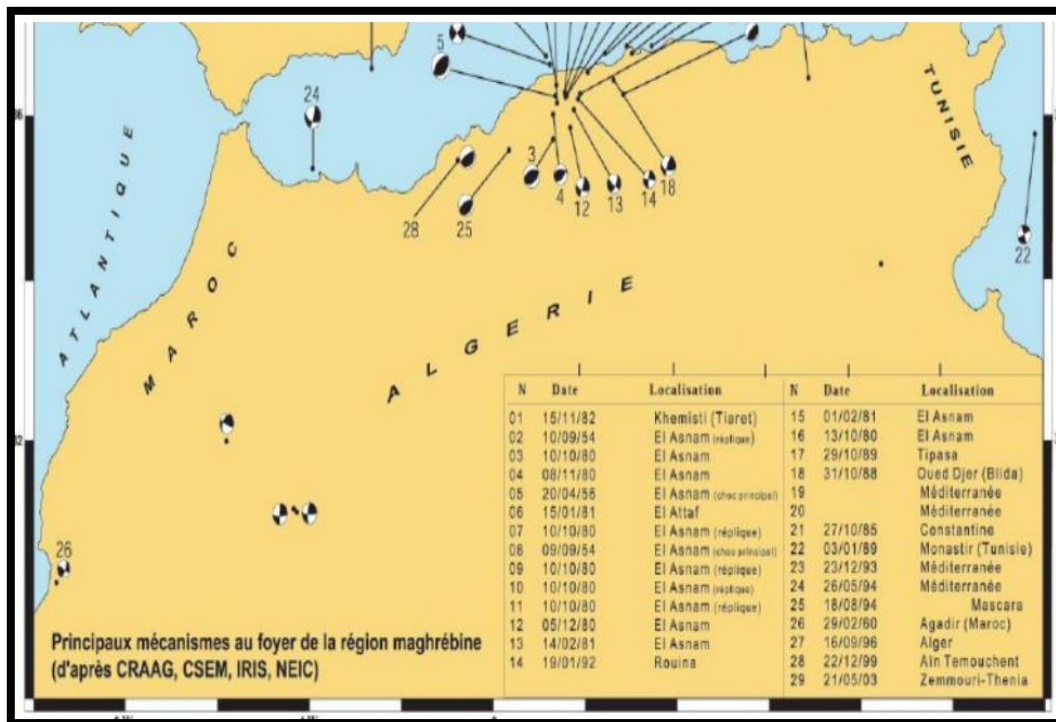


Figure 11: Mécanismes au foyer des principaux séismes instrumentaux du Maghreb (ANSS, NEIC, CRAAG).

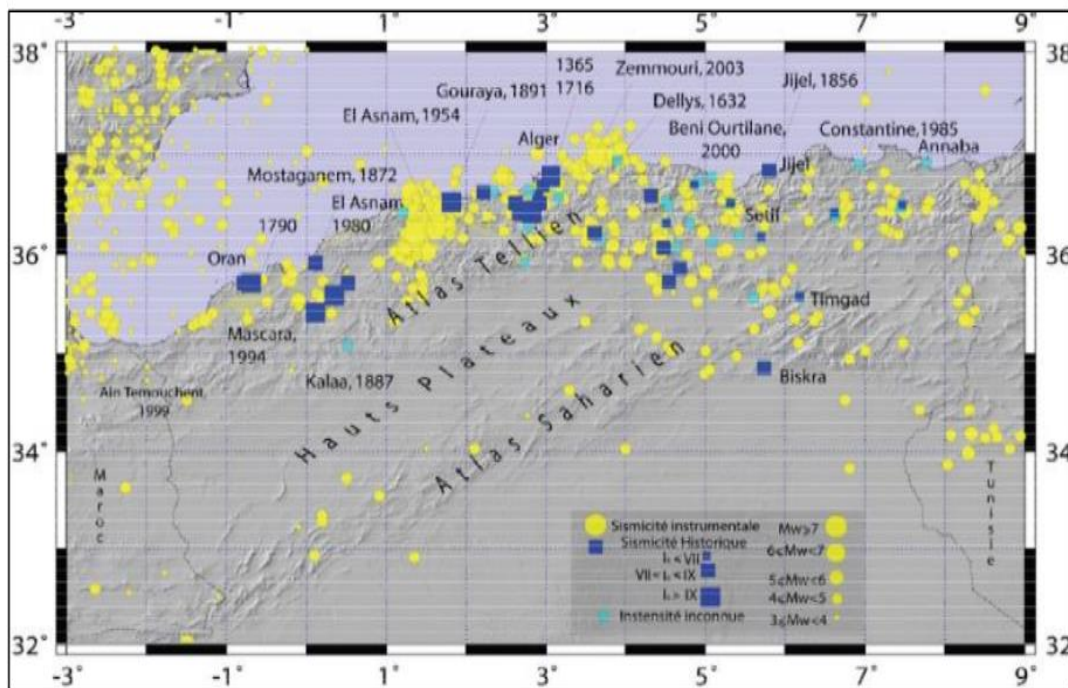


Figure 12: carte de la sismicité historique de 1359 à 1859 avec la sismicité instrumentale du Nord de l'Algérie entre 1900 et 2005; Bel abbés(2008)

III-3. LA SISMICITE HISTORIQUE DE L'ORANIE :

Le zonage sismique du territoire, montre que la bande tellienne notamment dans sa frange littorale est soumise au degré d'aléa sismique le plus élevé. La région Tellienne est un espace tectoniquement complexe à vulnérabilité sismique naturelle élevée, appelée à connaître d'autres séismes d'importance variable. La sismicité augmente du S-O vers le N-E et devient plus au moins importante selon les données historiques notamment pour la région comprise entre les villes de Mascara, Mostaganem, Sig et Oran, où a eu lieu un plus grand nombre de séismes.

Les mouvements tectoniques ont conditionné la morphologie actuelle du terrain, l'analyse tectonique développée dans un cadre régional permet de décrire les grandes unités structurales et de mettre ainsi en évidence les contours de différentes zones sismiques et de localiser des failles séismogènes, afin de déterminer les séismes potentiels et de prévoir leur intensité maximale.

Pour le regroupement des données des séismes intéressants, les sources peuvent être différentes à partir des comptes rendus historiques, liste d'enquêtes de macro sismicité, jusqu'aux enregistrements par les instruments de microsismicité. Les données historiques rendent compte d'observations faites sur plusieurs siècles et témoignent de l'existence de grands séismes, par contre elles sont peu précises et n'émanent que des zones habitées.

En outre plus on remonte dans le temps plus les événements faible ou moyenne importance sont oubliés et seul les événements forts sont conservés ; plusieurs séismes sont toujours inconnus avant et après l'année 1365. Les données instrumentales sont une mesure objective et plus précise de l'événement mais elles n'existent que depuis peu de temps. Les données des séismes ne sont donc pas

suffisamment sûres pour la période d'avant l'année 1900, et ont un caractère proprement informatif.
(tableau)

III-4. PRINCIPAUX SEISMES HISTORIQUE DE L'ORANIE :

Référence	Date	Coordonnées	I	M	Localisation	Victimes
Roussel (1973) / Ambraseys (1982)	09/10/1790		X	-	Oran	3000
Roussel (1973)	03/1819	35.7N 0.7W	IX	-	Mascara	Nombre uses
Mokrane et al (1994) ; Benouar (1994)	1836	35.7N 0.6W	VI		Oran	
Karnik (1971)	26/07/1861	35.4N 0.1E	VII		Oran	-
Karnik (1969)	02/02/1910	36.4N 2.8E	VII		Oran	
Mokrane et al, Benouar (1994)	1949	35.7N 0.7W	V	4.1	Oran	-
Benhallou et Roussel (1971)	12/12/1959	36.5N 2.7E	VII		Oran	0
Mokrane et al (1994) Benouar (1994)	1975	35.64N 0.72W	IV	3.2	Oran	

Tableau 1: la sismicité historique de 1505 à 1959

Les principaux séismes de l'Ouest Algérien Oran :

- Séisme du 09 octobre 1790
- Heure : 01h15mn
- Intensité (I0): X
- Magnitude (M) : 7.5
- Epicentre : 35°70N 00°60E

Ce séisme présente un intérêt particulier dans la mesure où il s'agit du plus grand événement historiquement connu.

Région de Mascara : séisme de mars 1819

- Heure : 00h01mn
- Intensité (I0) : X
- Magnitude (M) : 7.5
- Epicentre : 35°40N 00°10E

Ce séisme d'intensité X occasionne la destruction des habitations et la mort d'un grand nombre de personnes dans la région de Mascara. Peu de dégâts à Oran ont été signalés.

Région de Mascara : séisme de 22 novembre 1851

- Heure : 09h, 30,mn
- Intensité (I0) : VIII

- Magnitude (M) : 5.7
- Epicentre : 35°40N 00°10E A 9h30mn, dans la région de Mascara et des monts de Beni Chograne, un séisme d'intensité VIII marqué par de longues et sourdes détonations entraîne la destruction de plusieurs maisons.

Mostaganem : séisme du 16 janvier 1878

- Heure : 19h00
- Intensité (I0) : VI
- Magnitude (M) : 4.6
- Epicentre : Mostaganem Mercredi 16 janvier 1878 à 19 h, la population de Mostaganem a été effrayée par un séisme d'intensité VI. Ce séisme fut local, il n'a été ressenti que dans un rayon de 12 à 15 km aux alentours de Mostaganem.

Kalâa : séisme de 29 novembre 1887

- Heure 13mn Intensité (I0) : IX-X
- Magnitude (M) : 6.5-7.5
- Epicentre : 35°58N 00°33E A 13 h25mn des secousses ont été ressenties à Kalâa, Thiouret et Mascara, Relizane, Oran, Arzew, El Bordj, Ouled Bouali et enfin Ami Moussa ; la direction des oscillations E-W, durée moyenne 8 secondes, la magnitude de ce séisme est entre 6.5-7.5 et l'intensité IX-X, l'épicentre a été probablement au voisinage de Kalâa. Une réplique a été ressentie à 13h30 mn, et trois autres à 12h,24,mn il n'y a pas eu de dégâts à Oran et Mascara, mais des dégâts considérables à Kalâa.

Oran : séisme du 21 mai 1889

- Heure : 04h15 mn
- Intensité (I0) : VIII-VII
- Magnitude (M) : 5.2-5.7
- Epicentre : 35°70N 00°80W A 04h15mn un séisme a réveillé la population dans la région d'Oran. Ce séisme d'intensité modéré VIII-VII n'a provoqué que très peu de dégâts ; quelques maisons lézardées, des corniches fendues, et des cheminées renversées. Ces dégâts matériels sont insignifiants, quand la population fut prise de panique.

Région de Relizane : séisme de 25 avril 1900

- Heure : 18h08 mn
- Intensité(I0) : VII-VI
- Magnitude(M) : 4.6-5.2

- Epicentre : Oran Une vingtaine de secousses ont été ressenties à Relizane. Ce séisme d'intensité VII-VI a été localisé dans la région de Relizane car il a été ressenti à l'Hillel et à Bel Hacel, il a été beaucoup plus faible à Salines, et nul à Sidi Med Benaouda.

Arzew : séisme du 24 juillet 1912

- Heure : 18h06 mn42s
- Intensité(I0) : VII
- Magnitude(M) : 5.2
- Epicentre : 35°70N 00°40W Un séisme de magnitude 5.2 secoua la ville d'Arzew le 24 Juillet 1912 à 06 heures du soir. Cette secousse a provoquée divers dégâts ; ébranlé et disloqué les maisons, produit des tassements, éclatement de gros murs. Cette secousse a été ressentie sur toute la côte de la phase d'Arzew jusqu'à l'embouchure de la Macta. . Plusieurs répliques ont suivi le choc principal dont 03 assez fortes.

Sig : séisme de janvier 1929

- Heure : 01h52mn44s Intensité (I0): non disponible Magnitude (M) : Non disponible
Epicentre : 35°50N 00°20W La ville de Sig fut ébranlée par un violent séisme. Le choc tellurique est exceptionnel par ce que d'une part, il a eu lieu la nuit et d'autres pertes maisons sont certainement de qualité médiocre.

Oran : Séisme du 4 novembre 1949

- Heure : 12h36mn49s
- Intensité (I0) : V à Oran, Bousfer, Misserghin et Sénia
- Magnitude (M): 4.1
- Epicentre: 35°70N 00°70W Forte secousse ressentie à Oran sur le littoral et en particulier dans la région de Misserghin. Un fort grondement souterrain a effrayé la population à Sénia et Oran, et Guambetta.

Région d'Arzew : séisme du 01 janvier 1956

- Heure : 07h22mn48s
- Intensité (I0): V-VI à Béthioua
- Magnitude (M) : 4.1-4.6
- Epicentre:36°80N 00°30W Rayon moyen de perception : 20 km.Profondeur : 4 km

La carte de l'isoséiste est représentée dans la fig (12).

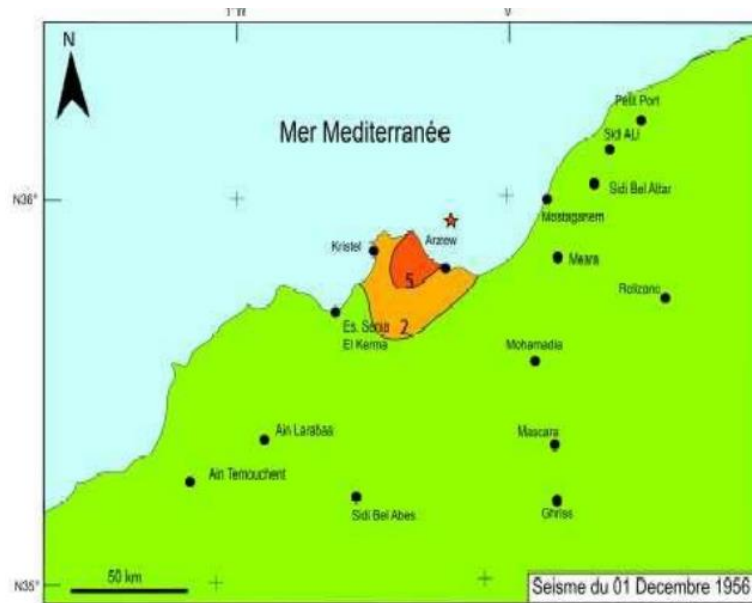


Figure 13 : Carte Macrosismique du tremblement de terre d'Arzew 1956 (CRAAG modifié)

Oran : séisme du 12 décembre 1959

- Heure : 20h00mn05s
- Intensité (I0): VII à Oran et Gdyl
- Magnitude (M) : 5.2
- Epicentre : 35°80N 00°60W Rayon moyen de perception : 75 km
- Profondeur : 9 km.
- Le foyer de ce séisme serait voisin de celui de 09 Octobre 1790 (35°07N 00°07W) degré X (fig 13).

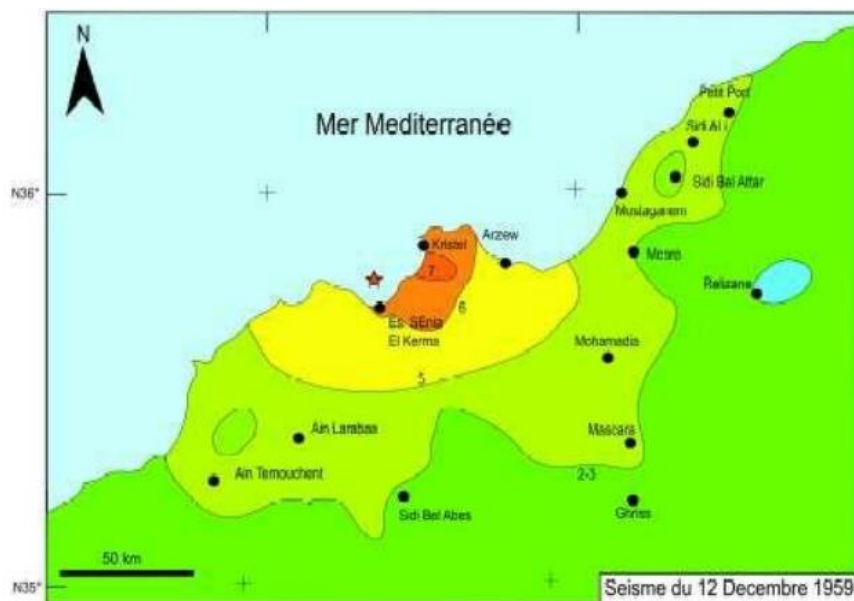


Fig 14: Carte Macrosismique du tremblement de terre d'Oran 1959 ; M= 5.5 (CRAAG modifié)

Béni Saf : séisme du 13 mai 1964

- Heure: 13h46mn21s/33s/22s
- Intensité (I0): VII a Béni Saf
- Magnitude (M) : 5.2
- Epicentre : 35°50N et 01°50W
- Profondeur : 8-9 km (fig 14). Cette secousse a eu lieu entre les monts de Tessala et ceux de Ben Chougrane. Elle fut suivie par de nombreuses répliques (fig 14).

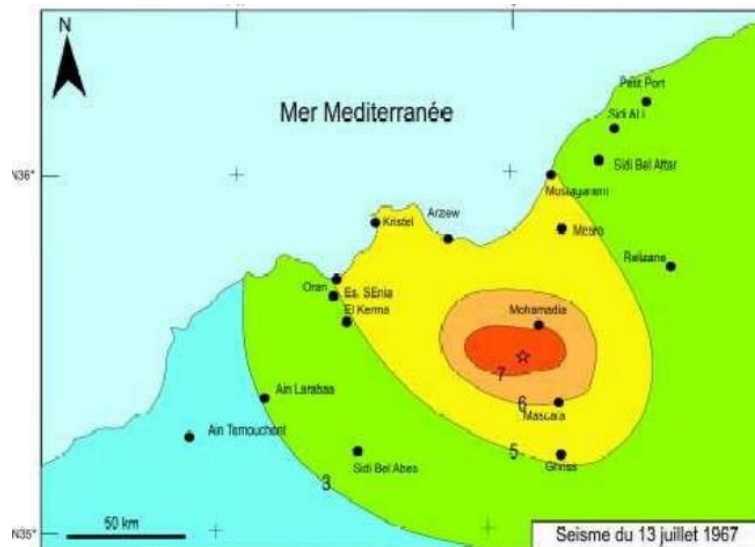


Figure 15 : Carte Macrosismique du tremblement de terre de Sig 1967 (CRAAG modifié)

Béni Chougrane, Hacine : séisme du 18 août 1994

- Heure : 02h13mn
- Intensité (I0) . VIII
- Magnitude (M) : 5.6
- Epicentre: 35°45N00°03W La nuit du mercredi à jeudi 18 août 1994 : 172 morts et 654 blessés et 12500 sans-abris dans la région de Mascara, lors d'une secousse d'une magnitude de 5,6 degrés sur l'échelle de Richter. Ce séisme a eu pour épicentre la zone située entre la commune de Hacine et la daïra de Sig, une profondeur de 10 km.
- La secousse a été suivie par 16 répliques entre 5.1 à 3.9 sur l'échelle de Richter, la plus grande réplique se fut dans le même jour à 02h43mn, les communes les plus touchées sont celles de Bou Hanifia, Hacine, Gueritoune et Douar Hébaïtra.
- Cette région se situe dans une zone de failles où la montée du socle africain vers le socle européen provoque régulièrement des séismes confirmant ainsi la stabilité géologique de l'ensemble du Magreb. La secousse a été ressentie plusieurs dizaines de kilomètres à Sidi Bel Abbés, Sig, Saida et Oran. Ce séisme a causé d'importants dégâts

dans la zone de Mascara (Hacine) à cause de la précarité des habitations qui ont été construites sur un bassin sédimentaire (fig 14)

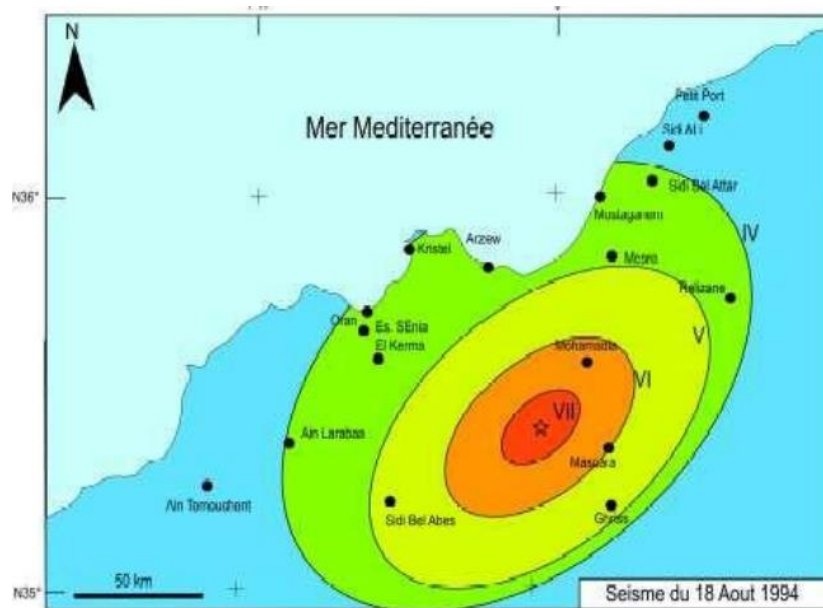


Figure 16 : Carte Macrosismique du tremblement de terre de Mascara 1994(CRAAG modifié)

La région d'Ain Témouchent : 22 décembre 1999

- Heure : 17h 36 mn 55s
- Intensité (IO) VIII
- Magnitude (M): 5.8
- Epicentre : 35°29N01°31W

Le Mercredi 22 décembre 1999, à 17h 36 mn 55s, un séisme d'une amplitude de 5.8 sur l'échelle de Richter et d'intensité VII a frappé la ville de Ain Témouchent et les villages environnant de Sidi Ben Adda, Ain Tolba et Ain Lâalem faisant 28 morts et 175 blessés.

Tout le reste de la Wilaya était également touché mais sans dégâts importants et sans perte en vie humaine. Ce séisme a été ressenti dans tout l'Ouest algérien (Oran, Tlemcen, Mascara..) jusqu'au Maroc (Oujda).

L'épicentre de ce tremblement de terre a été localisé au niveau des monts de Tessala qui est situé à 20 km à l'Est de Ain Témouchent. (L'épicentre 35°29N 01°31W). Au niveau de la ville de Témouchent, c'est dans la partie Sud, où se concentre le vieux bâti, et où les dégâts ont été les plus importants On dénombre 2000 habitations touchées dont 39% durement touchées et 15% à démolir. Par contre la nouvelle ville, construite plus ou moins selon des règles parasismiques, n'a pratiquement subi aucun dommage important. Quant au minuscule village d'Ain Lâalem, il a été complètement rasé, Ain Tolba à moitié détruite n'a miraculeusement

déploré aucun décès. Sidi Ben Adda, elle aussi, a enregistré d'importants dégâts dans certains quartiers.

DATE	HH MN SS	EPICENTRE	M	IO	REGION
09/10/1790	01h15mn	35°70N 00°60E	7.5	X	Oran
mars 1819	00h01mn	35°40N 00°10E	7.5	X	Mascara
22/11/1851	09h, 30,mn	35°40N 00°10E	5.7	VIII	Mascara
16/01/1878	19h00	/	4.6	VI	Mostaganem
29/11/1887	13 h25mn	35°58N 00°33E	6.5- 7.5	IX-X	Kaala Relizane
21/05/1889	04h15 mn	35°70N 00°80W	5.2- 5.7	VIII-VII	Oran
25 avril 1900	18h08 mn	/	4.6- 5.2	VII-VI	Relizane
24 juillet 1912	18h06 mn42s	35°70N 00°40W	5.2	VII	Arzew-Oran
4 novembre 1949	12h36mn49s	35°70N 00°70W	4.1	V	Bousfer, Misserghin et Sénia
1 janvier 1956	07h22mn48s	36°80N 00°30W	4.1- 4.6	V-VI	Béthioua-Oran
12 décembre 1959	20h00mn05s	35°80N 00°60W	5.2	VII	Gdyel-ORAN
13 mai 1964	13 46m 21s/33s/22s	35°50N et 01°50W	5.2	VII	A.TEMOUCHENT
17 octobre 1992	20 43 28.0	35.30°N 01.20°W	4.8	V A.	TEMOUCHENT
18 août 1994	01 13 00	35.40°N 00.00°E	5.6	VII	MASCARA
10 juin 1995	19 37 37	35.57°N 00.11°W	4.5	IV	MASCARA
17 septembre 1995	02 46 53.5	35.75°N 00.15°E	4.2	V	MASCARA
21 novembre 1995	00 25 19	35.42°N 00.87°W	4.7	V	S.B.ABBES
12 avril 1996	03 42 56	35.42°N 00.20°W	4.9	V	MASCARA
19 décembre 1997	15 35 00	35.33°N 01.00°W	4.0	V	A.TEMOUCHENT
7 avril 1998	07 45 34	35.56°N 00.07°W	4.2	V	MASCARA
10 décembre 1998	17 01 12.9	35.49 °N 00.13°W	4.8	IV	MASCARA
24 février 1999	01 16 14	35.44°N 00.12 °W	4.0	IV	MASCARA
10 juillet 1999	10 24 50	35.72 °N 0.38°W	4.7	IV	ORAN
22 décembre 1999	17 37 00	35.26°N 01.23°W	5.8	VII	A.TEMOUCHENT
23 août 2000	00 42 03	35.10 °N 00.99°W	4.0	IV	A.TEMOUCHENT

Tableau 02: Les importants séismes affectant la zone Oranaise de 1790 à 2000

III.5. LA SISMICITE ACTUELLE DE L'ORANIE :

En Algérie, la tectonique active, comme on vient de le voir, est localisée à terre dans la région nord du pays (le tell), dans cette région, frontière entre les plaques africaines et eurasiatique, la déformation tectonique est l'expression de la convergence actuelle de ces deux plaques. Par contre de la marge, les nombreux épïcêtres marins confirment la présence de structures actives. Le 06-06-2008, Oran a enregistré vers 20H : 02 GMT, un séisme d'une forte magnitude (MW) de 5,6 suivis par 18 autres évènements. L'épïcêtre du choc principal a été localisé au large d'Oran.

III.5. SEISMOTECTONIQUE :

III.5.1. GENERALITE :

La sismicité examinée à l'échelle planétaire, on constate que la distribution spatiale des tremblements de terre n'est pas aléatoire car la majeure partie des séismes se situe aux frontières des plaques tectoniques. En conséquence, un séisme est toujours le témoignage de la présence d'une faille. Mais, une faille ne produit pas toujours des séismes. Si la rupture n'est associée à aucune déformation on parlera de faille inactive. En revanche, même active, une faille ou une partie d'elle peut soit provoquer une sismicité diffuse de très faible magnitude, soit ne pas générer de séismes. Dans ce dernier cas, la faille est alors dite asismique. La séismotectonique s'intéresse, donc, aux rapports qui existent entre les séismes et les failles qui les génèrent (la tectonique).

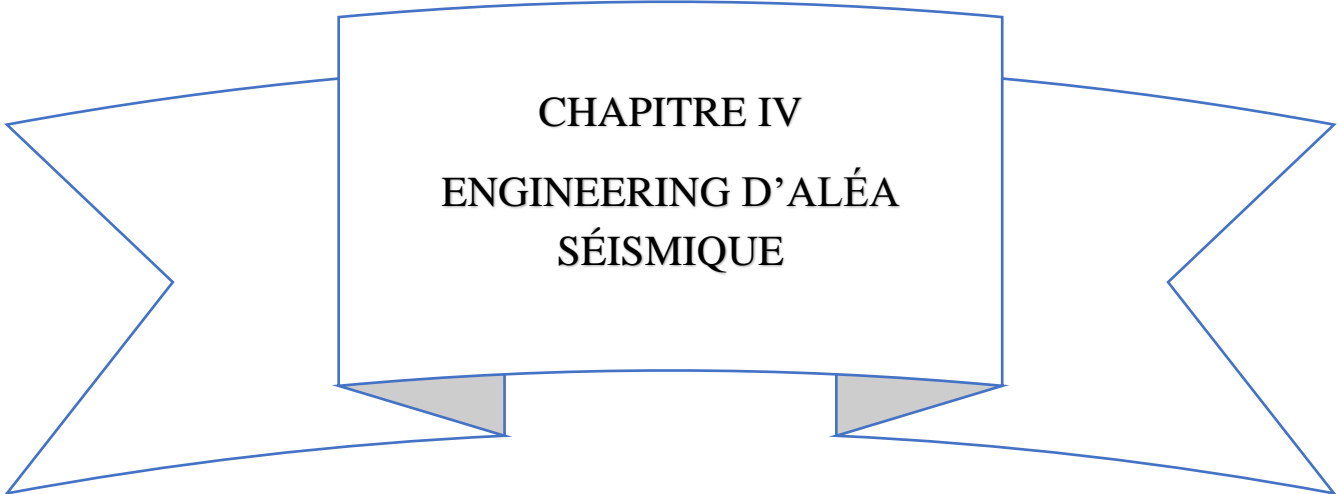
III.5.2. SEISMOTECTONIQUE REGIONALE :

La compréhension des correspondances qui se dégagent entre traits structuraux (failles, chevauchement, plis...) et activité sismique (épïcêtres des séismes connus, magnitudes, profondeur focale,...) permet de délimiter les zones étudiées en plusieurs provinces et de les caractériser en fonction de la spécificité de leur activité sismique. L'examen des provinces telles que définies par SOCOTEC EXPORT (1986) sur la carte séismotectonique régionale : Mesta oranaise, Zone Tellienne, Moyen Atlas, Zone rifaine, Bassin algérien, Zone Sub-Bétique – Baléares, Le couloir Nekro-Melilla, Sous plaque Alboran.

III.5.3. SEISMOTECTONIQUE LOCALE :

Établie par SOCOTEC (1986), dévoile un schéma séismotectonique local qui s'organise en bandes parallèles orientées vers le N-E. Ces bandes correspondent à un mécanisme de horst et graben. Les horsts, représentés par les massifs côtiers et le tell méridional de même âge (Anté-Miocène), enserment le sillon Sebkh-Chelif, en subsidence, datant du Miocène supérieur. Au passage de la transversale de Saida - Relizane (transverse de Glangeaud), le schéma est perturbé vers l'Est par un faisceau de failles descendant du N-E pour donner deux unités distinctes : le

bassin du Bas Chéelif et le massif des Béni Chougrane. Au Sud et Sud-Est, nous avons des limites fixées par les régions très peu sismiques de la Meseta oranaise et du domaine saharien. Les provinces sismotectoniques locales sont sept : Massifs côtiers et Tell méridional, Dépression Mleta-Habra, Bassin du Bas Chéelif, Massif des Béni-Chougrane, Sillon sud tellien, Chaîne orientale des horsts, Bordure du bassin nord Algérie.



CHAPITRE IV
ENGINEERING D'ALÉA
SÉISMIQUE

IV.1. INTRODUCTION :

Définition de l'aléa séismique : L'Auteur Reitre (1990), a défini l'aléa séismique comme étant le potentiel de phénomènes naturels dangereux liés aux tremblements de terre ; comme les secousses du sol, rupture de faille ou liquéfaction du sol. L'aléa séismique pourrait être défini, au sens le plus général, comme la possibilité des effets séismiques potentiellement destructeurs se produisant à un endroit particulier. Avec à l'exception de la rupture de failles et les tsunamis, tous les effets destructeurs de tremblements de terre sont directement liés aux secousses naturelles du sol induit par la propagation des ondes séismiques in Bommer (2002).

- Une propriété d'un tremblement de terre qui peut causer des dommages matériels et des pertes en vies humaines in Mc Guire (2004).

IV.2. REGIME TECTONIQUE DE ATLAS TALLIEN « NORD OUST D'ALGERIE »

L'Atlas tellien est affecté par les événements séismiques, ou plusieurs séismes destructeurs sont enregistrés. On mentionne celui d'Alger, 1365 avec une intensité $I_0 = X$ et celui 1716; $I_0 = X$, d'Oran 1790 d'intensité $I_0 = X$, de Blida '02/03/1825' intensité $I_0 = X$, de Mascara le 1 Mars 1819 ($I_0 = VIII$), le 22 Novembre 1851 ($I_0 = VIII$), et le 29 Novembre 1887 ($I_0 = IX-X$), de Gouraya le 15/01/1891 ($I_0 = X$), d'El Asnam 1980 $M_s = 7.3$; Rothé et al. (1950), Philip and Meghraoui 1983, Meghraoui 1988, Yelles-Chaouche et al. 2006, Belayadi et al. (2017).

La sismicité de l'ère instrumentale est caractérisée par une magnitude modérée ($M < 6$) (Bel Abbes 2008).

Le Nord algérien a connu des séismes de magnitude modérée dans sa partie Ouest, Mascara d'aout 1994, $MW = 5,7$), celui d'Ain-Temouchent (décembre 1999, $MW = 5,7$) et celui d'Oran (juin 2008), $MW = 5,5$. Dans la partie Est, le événement le plus forte est de Beni Ourtilane (10/11/2000, $MW = 5.7$) in Ayadi and Bezzeghoud (2015).

IV.3. METHODES D'EVALUATION D'ALEA SEISMIQUE :

Les approches utilisées dans ce travail de master sont surtout focalisées sur l'évaluation des fréquences d'occurrences des événements sur chaque zone d'étude.

IV.3.1. LA METHODE FREQUENTIELLE DE GUTENBERG-RICHTER :

Elle semble prioritaire car elle exploite les données enregistrées dans les catalogues de la sismicité régionale (récente), une seconde approche peut être rentable pour confirmer l'état de risque séismique régional, il s'agit de l'approche déterministe (DSHA) qui ne peut être exploitée qu'en connaissance de la répartition des sources séismiques majeures ; lorsque les paramètres géométriques des sources sont connus et que le maximum du séisme crédible 'MCE' est bien notifié.

L'analyse déterministe d'aléa sismique, in Bommer (2002) l'analyse probabiliste d'aléa sismique (PSHA), les deux méthodes utilisent les mêmes données sismologiques et informations géologiques, mais les approches à définir et calculer l'aléa sismique sont fondamentalement différemment, un élément clé pour l'évaluation des aléas sismiques, y compris les deux méthodes (PSHA et DSHA) et le paramètre d'atténuation du mouvement du sol ou l'équation de du mouvement du sol (GMPE).

IV.3.2. Les étapes fondamentales d'évaluation d'alea :

La méthodologie d'évaluation de l'aléa sismique peut être subdivisée en un certain nombre d'étapes, ces dernières sont déduites grâce à une bonne connaissance de la sismotectonique régionale et la disponibilité des données de la sismicité de la région d'étude.

- La première étape est d'établir un zonage sismotectonique basé sur la corrélation entre les structures géologiques actives et la sismicité. Ce zonage repose sur la définition et la délimitation du domaine d'étude en unités séismogènes ; supposées géologiquement et géophysiquement homogènes.

- La seconde étape est d'établir une base de données régionale dite catalogue sismique.

- La troisième étape fondée sur le calcul de l'activité sismique de chaque unité séismogène par l'application d'une loi de distribution fréquentielle de Gutenberg Richter.

- La quatrième étape est spécifique au choix du modèle sismique de distribution des futurs événements séismes. - La cinquième étape est d'estimer ; en un site donné les effets induits par les différentes zones sous forme de paramètres du terrain (déplacement, vitesse, propagation et accélération) ou l'intensité, Ces effets sont évalués à partir des lois d'atténuation adaptées au contexte sismotectonique local qui dépend de la distance focale ou épacentrale, de la magnitude, ou de l'intensité épacentrale et de la profondeur du séisme envisagé.

- La sixième étape est celle de présentation de l'aléa sismique par les courbes d'aléa et/ou par les cartes d'aléa sismique.

IV.3.3. Evaluation de l'aléa sismique par l'analyse fréquentielle :

L'analyse fréquentielle comprend une longue série de données permettant d'estimer les périodes de retour. Cette évaluation basée sur la définition et la mise en œuvre d'un modèle fréquentiel présenté par l'équation de modélisation Gumbel à variante statistique. L'estimation de la probabilité et/ou la période de retour d'un tremblement de terre, suite aux informations historiques, présente une étape fondamentale dans l'évaluation de l'aléa sismique.

Les méthodes de prédiction sont généralement basées sur les méthodes statistiques fondées sur l'analyse d'événements précédentes ou par les méthodes purement déterministes (El-Quliti et al. 2016). Des modèles statistiques très souvent utilisés dans l'estimation de la

probabilité d'un séisme sont ceux de la relation de Gutenberg–Richter 1944 et loi double exponentielle ou loi de Gumbel 1958. La première loi connue de (Gutenberg and Richter 1944) propose la relation empirique la plus connue entre la magnitude des séismes (M) et la fréquence des séismes (N) qui est largement appliquée afin de prédire l'occurrence des tremblements de terre. Cette relation est donnée par l'équation suivante :

$$\text{Log}_{10}(N(M))=a-b*M \quad (1)$$

N(M) : est le nombre annuel de séismes de magnitude supérieur ou égale à M, a et b appelées les paramètres de la loi de Gutenberg-Richter sont des coefficients de régression, ils dépendent des conditions sismotectonique de la région. La valeur b joue un rôle très important dans la relation de GR. Comme cela aide à structurer une idée claire sur le modèle sismique et le niveau de contrainte sismique d'une zone, le calcul du b-value est une étape fondamentale pour l'analyse du risque sismique de n'importe quelle zone (Ahmed et al. 2016) L'application de L'approche statistique des valeurs extrêmes du (Gumbel 1958) dans l'évaluation de l'aléa sismique est utile et significatif (Tezcan, 1996) et surtout dans le cas où le catalogue des événements sismiques est hétérogène ou non complet. La fonction de répartition de la loi de Gumbel G(M) s'exprime de la manière suivante :

$$G(M) = eae^{-Bm} \quad (2)$$

α et β représentent les coefficients de régression de Gumbel, peuvent s'exprimés par les relation suivantes :

$$\alpha=10^a, a=\log \alpha \quad (3)$$

$$\beta=b/\log e, b= \beta \log e \quad (4)$$

Calcule de la probabilité de récurrence et les différents périodes de retour d'un séisme La probabilité de récurrence du séisme de magnitude pendant 1 an (R1) et D années (Rd) et la période de retour (Tr) peuvent estimées selon les équations suivantes (Tezcan 1996) :

$$N(M) = \alpha e^{-\beta M} \quad (5)$$

$$Tr= 1 (M) \quad (6)$$

$$R1(M) = 1 - e^{-N(M)} \quad (7)$$

$$(M) = 1 - e^{-b(M)} \quad (8)$$

Estimation de paramètres séismogène b _value sur la zone 4 de Sud d'Oran et la zone 05 de tessala occidental : Dans ce travail, une démarche analytique permettant de calculer des paramètres séismogènes de la zone est basée sur l'application d'une loi fréquentielle de GR (équation 1) spécifique à chaque zone sismotectonique établie par (Nadji 2010) (fig 09). Les données séismiques utilisées sont sélectionnées à partir du catalogue régional (Belayadi et al. 2017) pour la période 1900-2016. Les zones concernées par cette étude sont la zone 4, zone 5 de l'ensemble des zones sismotectoniques. Le résultat des calculs des paramètres séismogène est résumé dans (Annexe.1).

IV.4. LA ZONE 4 REPRESENTE SECTEUR DU SUD ORAN (Sebkhah):

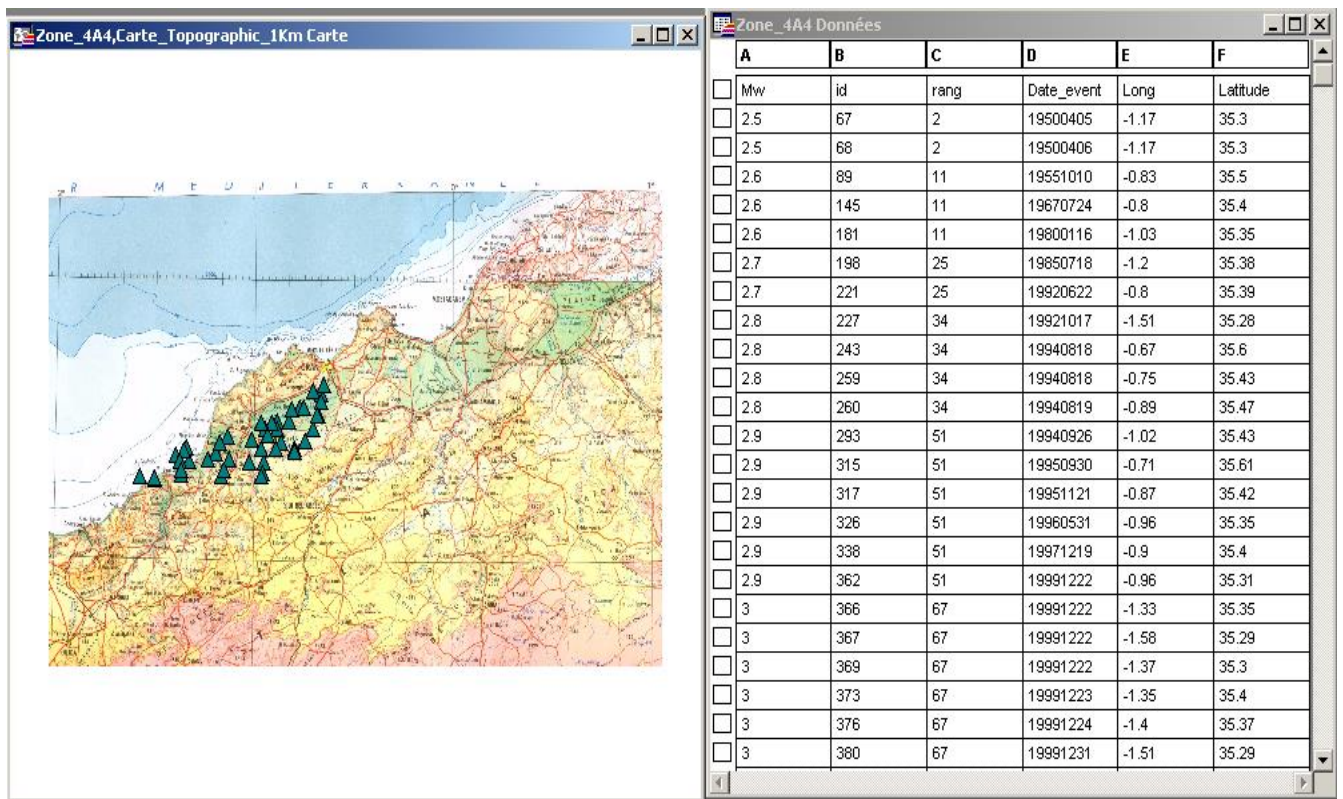


Figure 17:Extrait de carte de la répartition séismique de la zone -4 / mapinfo d'Oran 'chef-lieu'

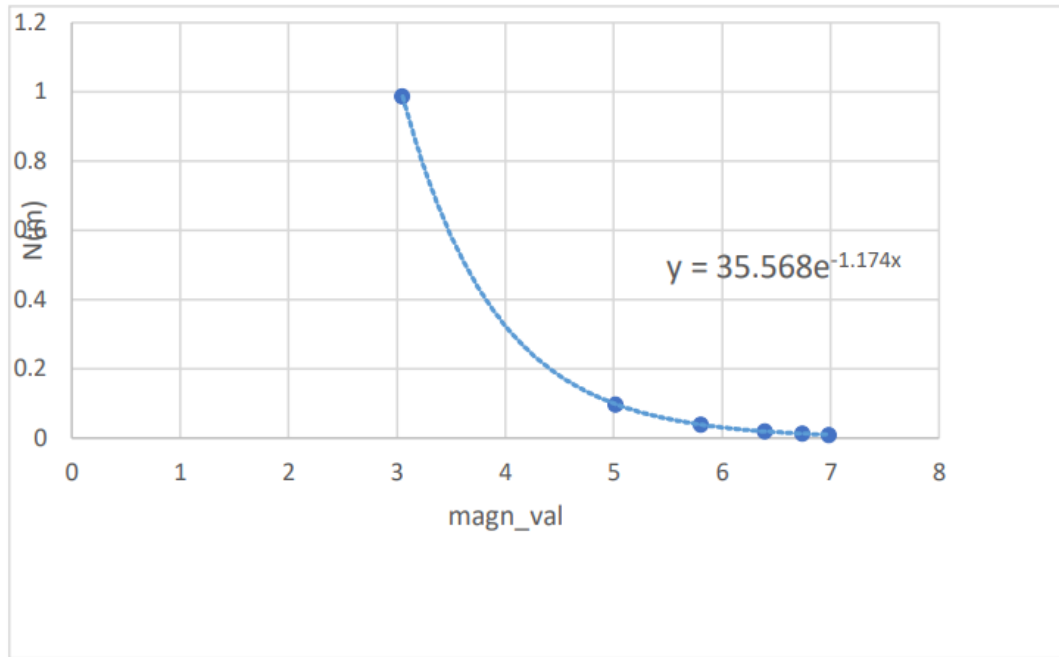


Figure 18: courbe aléa de fréquence d'occurrence et magnitude de la zone 04 L'équation :

$$N(M) = 35.57 * e^{-1.174(M)}$$

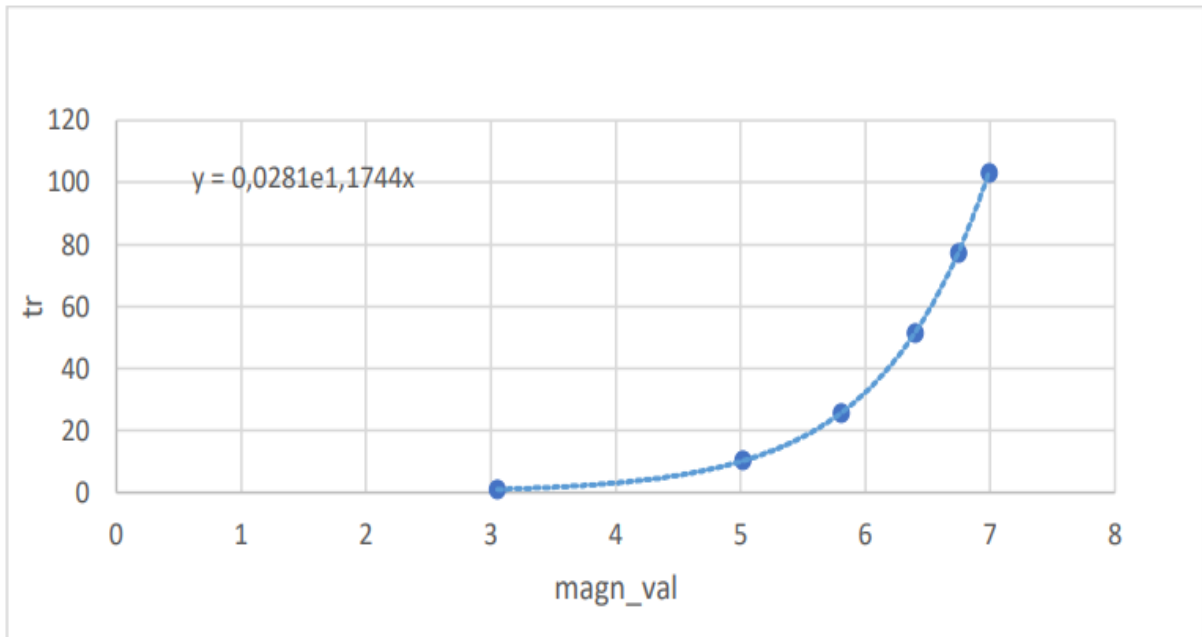


Figure 19 : courbe d'aléa de la période de retour en fonction de magnitude de moment la zone 04 L'équation : $Tr = 0.0281 * e^{1.1744(M)}$ la probabilité de récurrence d'un séisme de magnitude supérieure ou égale à Mw 5.3 dans 100 ans est de 75.83% pour la zone du Sahel Oranais leur période de retour Tr est évaluée à 70 ans. Présentation de la relation entre les magnitudes «

Mw » et la probabilité de récurrence à différentes périodes de retour. (1) probabilité de récurrence (2) période de retour

IV.5. LA ZONE 5 REPRESENTE SECTEUR Tessala-occidental :

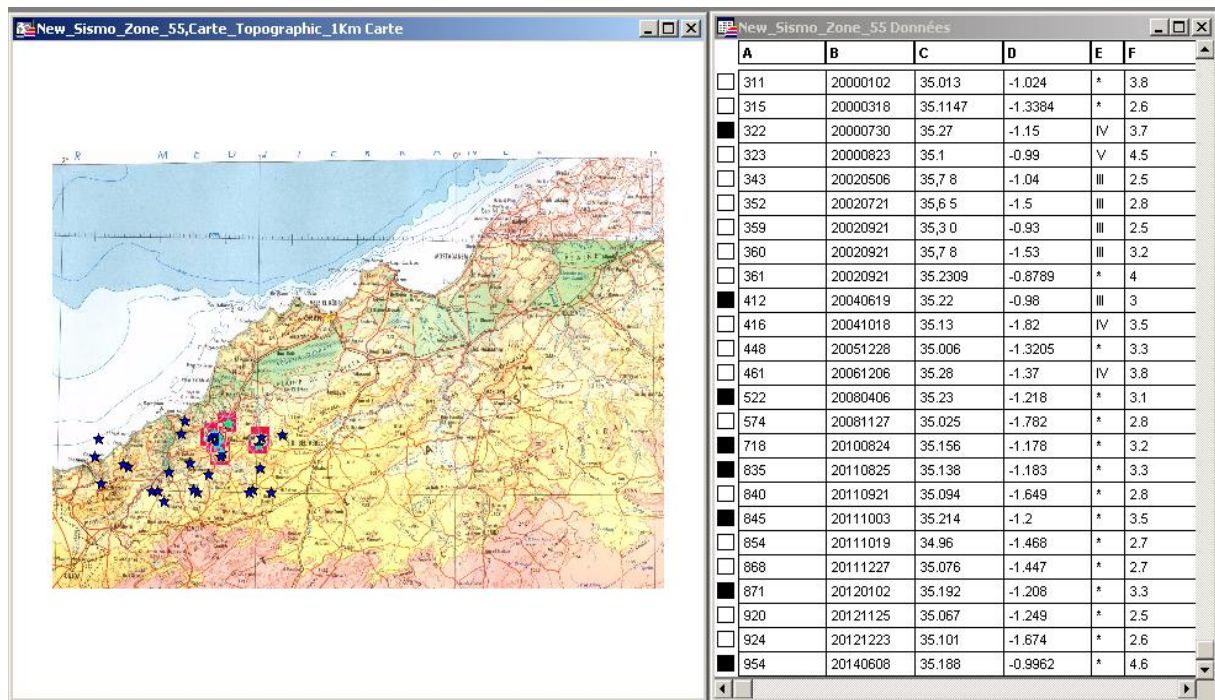


Figure 20: extrait de carte de la répartition séismique de la zone -5 / mapinfo de Tessala Occidentale

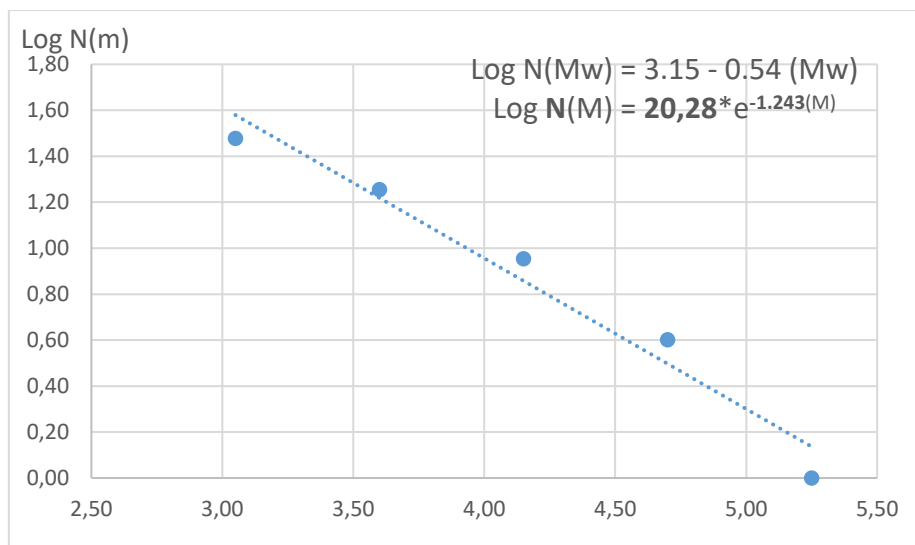


Figure 21: courbe aléa de fréquence d'occurrence et magnitude de la zone 05 L'équation :

$$N(M) = 20,28 * e^{-1.243(MW)}$$

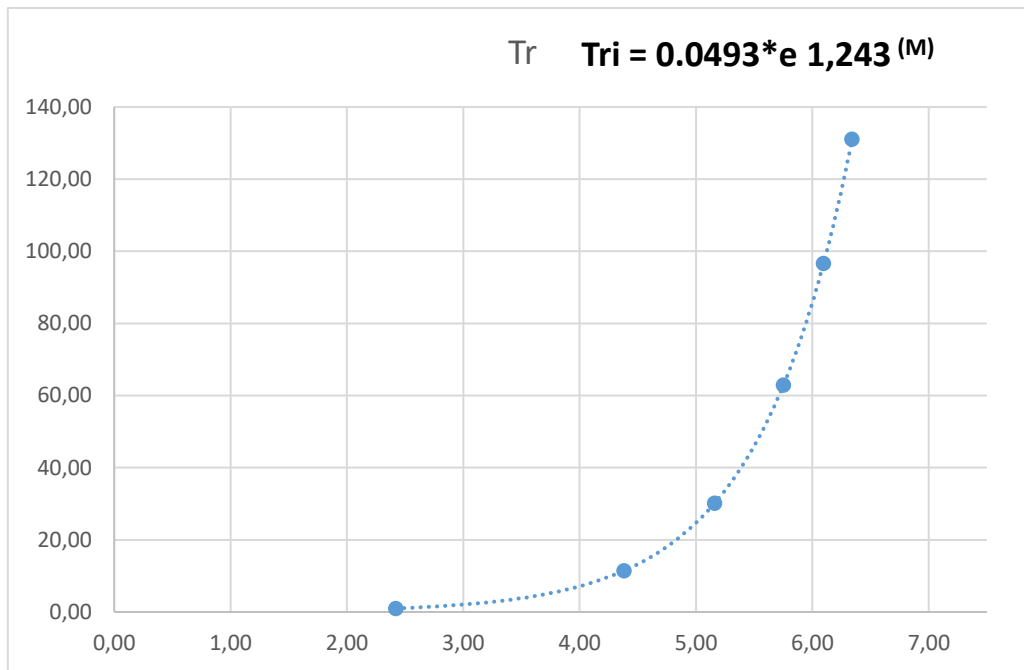
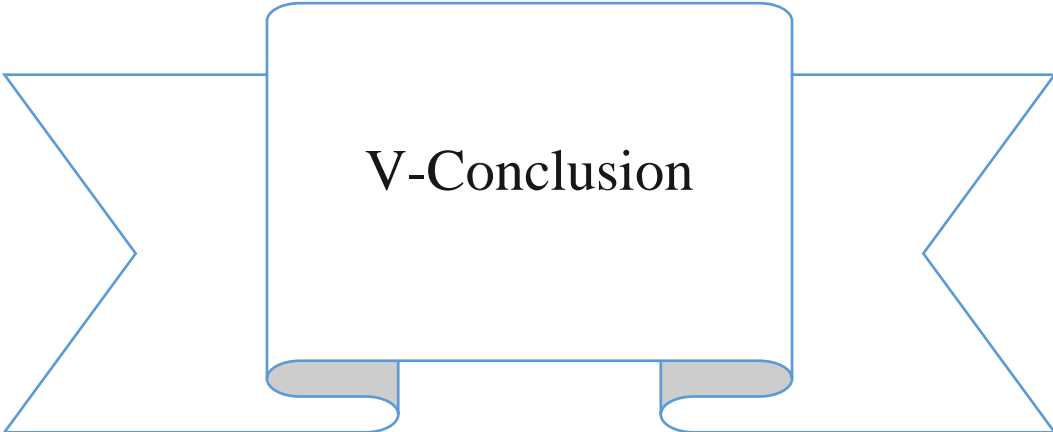


Figure 22 : courbe d'aléa de la période de retour en fonction de magnitude de moment la zone 05 L'équation : $Tr = 0.0493 * e^{1.243 (M)}$ la probabilité de récurrence d'un séisme de magnitude supérieure ou égale à Mw 5.3 dans 100 ans est de 33,66 % pour la zone du tessala Occidental leur période de retour Tr est évaluée à 29,7 ans. Présentation de la relation entre les magnitudes « Mw » et la probabilité de récurrence à différentes périodes de retour. (1) probabilité de récurrence (2) période de retour



V. CONCLUSION GENERALE DE L'ACTIVITE SEISMIQUE DES ZONES : Z4&Z5

Actuellement les connaissances en domaine des Géosciences sont évoluées pour mettre à l'épreuve la prévision sismique d'une région donnée pour une période d'observation déterminée. Le développement des programmes mathématiques et l'évolution informatique ont permis aux chercheurs d'être tout à fait convaincus que le risque des tremblements de terre est bien réel et devient pratiquement métrisable.

L'Algérie est un pays qui encaissait annuellement plusieurs séismes notables faisant de bon gré à la compréhension sur l'approche déterministe de l'engineering d'aléa sismique qui permet la prévention des catastrophes naturels.

En cet égard, il faut a priori apprendre comment définir le risque, comprendre les mécanismes physiques d'un séisme et ensuite apprendre comment il agit sur l'aménagement des communautés humaines à l'échelle d'une région donnée. Les données sismiques que nous avons exploité son de plusieurs sources d'inventaires et catalogues nationaux et universels dont leur traitement a permis le classement et la complétude des événements sismiques en plusieurs catégorie.

Dans ce modeste travail, nous avons appréhendé les approches probabilistes et statistiques pour modéliser l'aléa et de mieux présenter les paramètres et les coefficients séismogènes de notre région d'étude. L'utilisation des lois fréquentielles de Gutenberg-Richter et celle de Gumbel nous ont permis d'estimer les coefficients de la variabilité sismique 'a' et de la vitesse de variation sismique 'b'. L'interprétation des données ont contribué à résoudre l'aléa sismique qui favorise la compréhension du poids de sollicitation et terme de contraintes tectoniques qui influent sur les paramètres séismogènes affectant l'ensemble des terrain étudiés des zones 5 de tessala Occidental et la zone 4 (Bas-Chélif).

Au terme de cette étude, nous pouvons conclure que la sismicité de l'Oranais s'intègre dans le contexte géo structural du Nord-Ouest de l'Algérie qui est caractérisé par une sismicité modérée liée à une géodynamique régionale où on souligne l'effet d'un cisaillement profond qui affecte le substratum de la région selon un relai directionnel qui s'oriente pratiquement d'Ouest en Est; in Nadji (2010). En conséquence, nous avons effectué une comparaison sur la latitude sismique de cette région littorale via le paramètre séismogènes; 'b_value' qui exprime vraisemblablement la vitesse de l'activité sismique approuvées par différentes sources sismiques qui est essentiellement croissante de l'Ouest vers l'Est.

En tenant compte de l'annotation importante spécifique à la zone-4; qui conserve sur le long de son extension des valeurs en 'b_value' qui sont intermédiaires à faibles par rapport à la zone 05. Voir le tableau de synthèse suivant :

Data (unités-séismotectoniques)	b_value/Magnit (Mw); Ce travail (2023)
Zone 4	b4 = 0,51
Zone 5	b5= 0,54

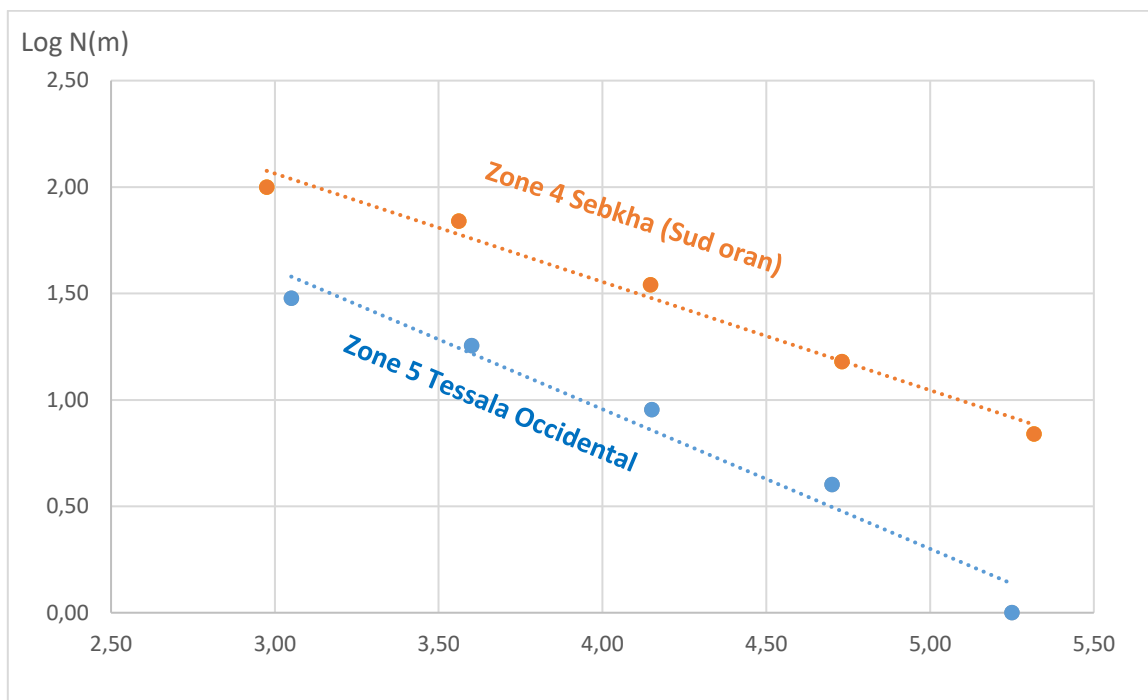
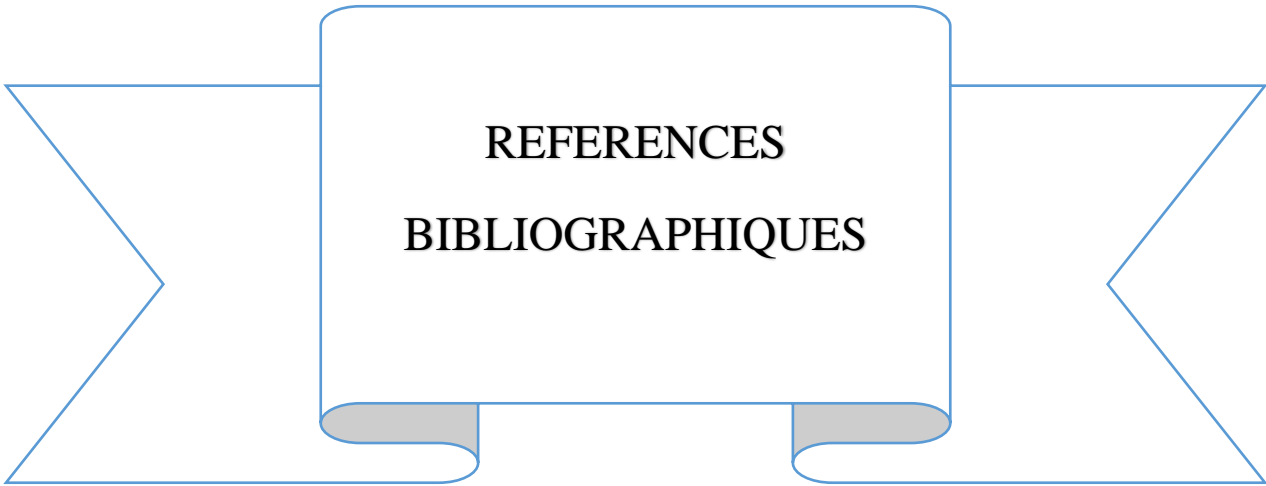


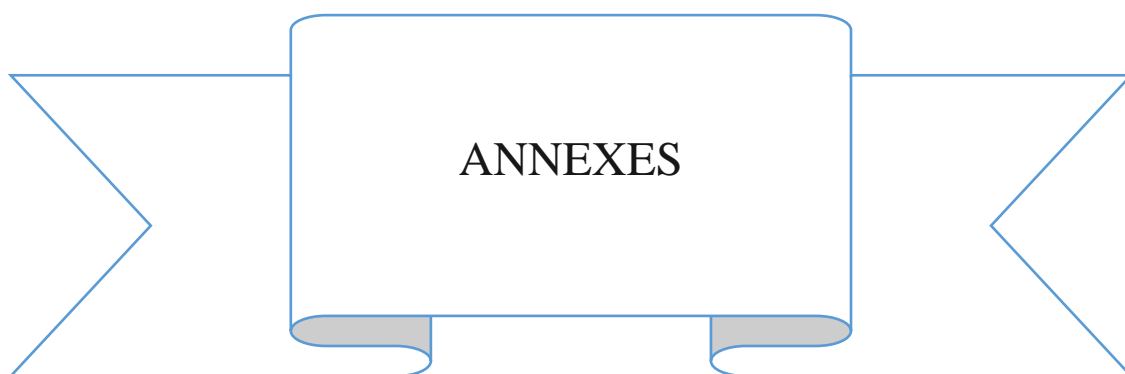
Figure 23 : courbe comparatif de l'aléa de fréquence d'occurrence et magnitude d'aléa de la période de retour en fonction de magnitude de moment des zones 4 et 5.

De ce présent constat, on peut souligner l'existence d'une évolution conséquente en vue d'interprétation des résultats d'engineering sismique relatif à la région d'étude. La contribution de la 'sismologie' vient de conforter l'hypothèse d'augmentation progressive de la sismicité de côté nord en Sud pour marquer l'édification des reliefs régionaux de l'Oranais. Comme on souligne Concernent la zone 4 qui relative au bas Chélif, elle présent une activité sismique moins importants vue son éloignement de la région de tessala Occidental.

A decorative banner with a blue outline and a light blue fill. The banner has a central rectangular section with rounded corners and a light blue background. The text "REFERENCES" and "BIBLIOGRAPHIQUES" is centered in this section in a bold, black, serif font. The banner has two pointed ends on the left and right, and two small, rounded tabs at the bottom center.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

- Abacha I.,2015 étude de la sismicité de la région Nord-est de l'Algérie, Université Ferhat Abbas , Setif , Thèse , pp 11-20.
- Belhadji A.,2021 L a sédimentation du Miocène supérieur au Pliocène des monts du Dahra (exemple de Djebel Diss et Plateau d'Ain Merane) aspects lithostratigraphique et micropaléontologique, université Mohamed Benahmed ,Oran, thèse, pp 13-14.
- Delimi Khadidja,2022, Etude comparative entre l'activité sismique des zones de littorale Tènes, Mostaganem et Arzew via l'approche fréquentielle,thèse master RG,pp26-35.
- Mlle . Riahi Samah & Mlle . Yousfi Fatiha, Etude comparative entre l'aléa séismique des zones : Z1(Oran) et Z2(Arzew) ; de la willaya d'Oran, thèse Master RG,PP18-22.
- Mekebrat I. , 2017,synthèse hydrogéologique et origine de la salinité des eaux thermo-minérales du littorale Oranais par les méthodes géochimiques et isotopiques, université Mohamed Benahmed Oran, Mém., 4p.
- Nadji A., (2010). étude sismotectonique du littoral Oranais – Contribution à l'Aléa sismique, Université d'Oran Es-sénia, Oran, thèse, pp68-69.
- Refas S., 2020, cartographie et prévention des risques naturels : évaluation de l'Aléa sismique pour une meilleure gestion des catastrophes naturelles dans l'Oranie (tell Occidentale-Algérie), université Mustapha Stambouli ,Mascara thèse, pp22-31.
- Refas S., 2020cartographie et prévention des risques naturels : évaluation de l'Aléa sismique pour une meilleure gestion des catastrophes naturelles dans l'Oranie (tell Occidentale-Algérie), université Mustapha Stambouli Mascara , thèse, pp45-47.
- Yelles-Chaouche A., Boudiaf A., Djellit H, Bracene R., 2006, La tectonique active de la région nord-algérienne, Centre de recherche en astronomie astrophysique et géophysique, CRAAG, route de l'Observatoire, BP 63 Bouzaréah, Alger, ME2i, 4, allée des Jachères, SILIC 421, 94263 Fresnes, France, Division Exploration Sonatrach, Boumerdes, Algérie, Art., pp129-132.



Zone 04 :

Id.	Date Event_Jrs.	Longitude_	Latitude_	Mw
15	07/08/1907	0	35,8	4,6
20	24/07/1912	-0,4	35,7	5,2
26	22/10/1912	0,1	35,9	2,8
44	20/06/1925	-0,18	35,82	4,6
50	24/08/1928	0,6	35,9	5,2
55	01/04/1939	0,1	35,9	4,6
56	08/01/1941	0,08	35,93	4,6
67	05/04/1950	-1,17	35,3	4
68	06/04/1950	-1,17	35,3	4
72	21/11/1950	-0,17	35,8	4
73	30/11/1950	0,1	35,92	3,4
77	20/06/1952	-0,2	35,8	5
89	10/10/1955	-0,83	35,5	3,4
92	25/02/1956	0,08	35,92	3,4
115	02/10/1959	0,1	35,93	2,8
122	01/12/1960	0,1	35,8	5,2
141	27/04/1967	-0,2	35,7	4,8
143	27/05/1967	-0,2	35,7	4,7
145	24/07/1967	-0,8	35,4	3,5
162	24/08/1973	-0,04	35,85	3,5
164	24/11/1973	-0,04	35,85	4,8
174	01/06/1976	0,07	35,93	3,4
181	16/01/1980	-1,03	35,35	4
183	19/01/1981	-0,32	35,81	4,6
193	10/11/1983	0,08	35,93	2,9
194	09/06/1984	-0,17	35,64	2,9
198	18/07/1985	-1,2	35,38	3,1
199	10/05/1986	0,32	35,84	3,9
202	04/11/1987	-0,5	35,67	3,3
206	02/03/1989	0,57	35,91	3,3
216	07/02/1992	0,11	35,84	2,8
217	08/02/1992	0,16	36,01	2,6
221	22/06/1992	-0,8	35,39	3,3
227	17/10/1992	-1,51	35,28	5
233	16/07/1993	0,07	35,69	3,3
234	15/08/1993	-0,33	35,59	3
242	18/08/1994	-0,14	35,55	4,8
243	18/08/1994	-0,67	35,6	3
244	18/08/1994	-0,16	35,57	3,4
245	18/08/1994	-0,12	35,54	4,2
247	18/08/1994	-0,41	35,68	3,4
252	18/08/1994	-0,57	35,65	3,3
256	18/08/1994	-0,61	35,61	2,8

257	18/08/1994	-0,26	35,7	3,3
259	18/08/1994	-0,75	35,43	2,7
260	19/08/1994	-0,89	35,47	2,4
261	19/08/1994	-0,18	35,73	3,4
266	20/08/1994	-0,13	35,56	3,3
268	21/08/1994	-0,17	35,69	3,3
272	22/08/1994	-0,26	35,59	2,8
281	27/08/1994	-0,61	35,65	2,7
284	28/08/1994	-0,29	35,78	3,3
286	31/08/1994	-0,07	35,73	2,5
292	24/09/1994	-0,49	35,65	3
293	26/09/1994	-1,02	35,43	3,1
294	27/09/1994	-0,09	35,61	3,4
303	31/01/1995	-0,23	35,65	4,8
313	17/09/1995	0,15	35,75	4,2
314	19/09/1995	0	35,81	3,7
315	30/09/1995	-0,71	35,61	3,2
317	21/11/1995	-0,87	35,42	4,1
319	25/02/1996	-0,39	35,67	3,3
326	31/05/1996	-0,96	35,35	2,9
338	19/12/1997	-0,9	35,4	4,1
343	07/04/1998	-0,09	35,54	3,9
362	22/12/1999	-0,96	35,31	3,5
363	22/12/1999	-1,52	35,36	3,8
365	22/12/1999	-1,5	35,38	3,8
366	22/12/1999	-1,33	35,35	3,9
367	22/12/1999	-1,58	35,29	3,9
369	22/12/1999	-1,37	35,3	4,5
373	23/12/1999	-1,35	35,4	4,9
376	24/12/1999	-1,4	35,37	4
380	31/12/1999	-1,51	35,29	4,2
382	03/01/2000	-1,24	35,36	4,1
387	20/03/2000	-1,36	35,39	4
391	10/04/2000	-1,43	35,43	3,8
397	23/08/2000	-1,49	35,4	3,9
421	06/08/2002	-1,14	35,44	3,2
424	29/08/2002	-0,48	35,61	3,4
426	21/09/2002	-0,97	35,3	3,6
427	21/09/2002	-0,95	35,47	3,9
428	21/09/2002	-0,97	35,4	4
430	17/10/2002	-0,68	35,52	4,1
431	01/11/2002	-0,07	35,86	3,4
436	29/03/2003	-0,11	35,65	3,6
442	01/07/2003	0,11	35,85	4,1
444	23/07/2003	-0,42	35,71	3,5
448	16/09/2003	-0,25	35,73	3,2

452	18/10/2003	0,37	35,95	4
460	06/02/2004	-0,09	35,71	4,3
464	18/04/2004	-0,05	35,69	3,9
475	29/12/2004	0,31	35,99	3,5
477	11/03/2005	-0,23	35,8	3,7
481	07/04/2005	-0,15	35,58	2,6
483	18/04/2005	-0,18	35,65	3,7
491	07/07/2005	-0,92	35,49	2,9
495	23/07/2005	-1,38	35,35	3,3
502	17/08/2005	-0,2	35,68	3,2
503	17/08/2005	0,14	35,81	4,4
507	07/10/2005	-1,13	35,36	3,5
519	23/07/2006	0,6	35,93	3,7
520	23/07/2006	0,62	35,93	4,5
521	23/07/2006	0,56	35,95	4,5
527	21/11/2006	0,31	35,92	2,5
532	23/12/2006	0,84	36	2,5
553	08/08/2007	0,09	35,99	4,2
558	21/11/2007	-1,36	35,46	2,6
559	14/12/2007	0,02	35,85	3,5
560	15/12/2007	-0,58	35,66	3,9
563	03/01/2008	0,12	35,89	3,2
567	09/01/2008	-0,46	35,65	3,8
568	09/01/2008	-0,57	35,63	5,3
569	10/01/2008	-0,46	35,58	3
572	21/01/2008	-0,55	35,6	2,6
578	05/02/2008	-0,16	35,62	3,2
594	12/03/2008	0,29	35,93	2,9
599	05/04/2008	0,39	35,84	3,2
614	06/06/2008	-0,66	35,63	3,4
618	07/06/2008	-0,26	35,66	3
619	07/06/2008	-0,51	35,56	3,5
620	07/06/2008	-0,45	35,59	3,5
622	07/06/2008	-0,37	35,76	3,9
623	07/06/2008	-0,32	35,58	4,2
624	08/06/2008	-0,49	35,64	2,6
626	09/06/2008	-0,29	35,59	3,1
629	14/06/2008	0,58	35,86	2,8
632	16/06/2008	0,22	35,87	2,8
633	19/06/2008	-0,53	35,57	3,1
634	20/06/2008	-0,39	35,71	3,5
636	11/07/2008	-0,53	35,62	3,5
655	28/12/2008	0,25	35,94	2,6
660	24/01/2009	0,07	35,75	2,8
663	20/03/2009	-0,23	35,67	3,1
664	06/04/2009	0,58	35,89	2,9

981	26/03/2012	-0,4	35,58	2,8
987	19/04/2012	0,93	35,95	3
995	09/10/2012	-1,16	35,32	3,4
999	25/11/2012	-1,18	35,42	2,6
1003	23/12/2012	-0,42	35,68	2,6
1005	03/01/2013	-0,97	35,49	2,6
1006	17/01/2013	-1,34	35,44	2,7
1007	17/01/2013	-1,37	35,47	3,1
1008	14/03/2013	-1,34	35,45	3,1
1009	02/05/2013	0,06	35,7	3,5
1011	02/05/2013	0,1	35,71	3,5
1014	24/05/2013	-0,97	35,22	2,5
1018	10/06/2013	0,05	35,71	3
1022	06/09/2013	-0,15	35,65	3,8
1025	01/01/2014	-1,37	35,44	3,1
1036	22/05/2014	0,05	35,89	4
1039	22/05/2014	0,12	35,78	4,9
1046	11/07/2014	-1,37	35,32	2,8
1049	07/08/2014	0,24	35,81	3,6
1051	12/08/2014	0,1	35,74	2,6
1055	19/08/2014	-0,19	35,68	2,8
1058	07/09/2014	0,12	35,72	3
1060	11/09/2014	0,1	35,82	3,7
1064	06/10/2014	0,14	35,77	3,4
1067	25/10/2014	-1,39	35,45	2,8
1076	01/02/2015	0,19	35,76	4
1077	17/03/2015	0,5	36	4,6
1078	26/03/2015	-0,33	35,79	2,9
1080	13/05/2015	-0,25	35,73	3,9
1082	07/06/2015	-0,18	35,57	3,5
1084	09/06/2015	-0,23	35,62	3,9
1093	22/02/2016	0,29	35,84	2,9
1094	20/03/2016	0,9	35,91	3,5

Classes	Bins	Frq Simple	Frq relative	Frq Cuml Croi	Frq Cuml Décr	Log N (M)
2,400 2,975	2,975	66	30,56	30,56	100	2,00
2,985 3,561	3,561	75	34,72	65,28	69,44	1,84
3,571 4,146	4,146	42	19,44	84,72	34,72	1,54
4,156 4,731	4,731	18	8,33	93,06	15,28	1,18
4,741 5,317	5,317	13	6,02	99,07	6,94	0,84
5,327 5,902	5,902	0	0,00	99,07	0,93	-0,03
5,912 6,487	6,487	0	0,00	99,07	0,93	-0,03
6,497 7,073	7,073	1	0,46	99,54	0,93	-0,03
7,083 7,658	7,658	1	0,46	100,00	0,46	-0,33

Zone 05 :

Mw	id	rang J	Dato-22	lat_y	long_x
2,5	343	1	06/05/2002	35,7 8	-1,04
2,5	359	1	21/09/2002	35,3 0	-0,93
2,5	920	1	25/11/2012	35,07	-1,25
2,6	315	4	18/03/2000	35,11	-1,34
2,6	924	4	23/12/2012	35,1	-1,67
2,7	304	6	22/12/1999	35,21	-1,24
2,7	854	6	19/10/2011	34,96	-1,47
2,7	868	6	27/12/2011	35,08	-1,45
2,8	352	9	21/07/2002	35,6 5	-1,5
2,8	574	9	27/11/2008	35,03	-1,78
2,8	840	9	21/09/2011	35,09	-1,65
3	412	12	19/06/2004	35,22	-0,98
3,1	522	13	06/04/2008	35,23	-1,22
3,2	360	14	21/09/2002	35,7 8	-1,53
3,2	718	14	24/08/2010	35,16	-1,18
3,3	448	16	28/12/2005	35,01	-1,32
3,3	835	16	25/08/2011	35,14	-1,18
3,3	871	16	02/01/2012	35,19	-1,21
3,5	133	19	31/03/1968	35,2	-1,8
3,5	416	19	18/10/2004	35,13	-1,82
3,5	845	19	03/10/2011	35,21	-1,2
3,7	322	22	30/07/2000	35,27	-1,15
3,8	310	23	02/01/2000	35,01	-1,02
3,8	311	24	02/01/2000	35,01	-1,02
3,8	461	25	06/12/2006	35,28	-1,37
4	361	25	21/09/2002	35,23	-0,88
4,3	300	27	22/12/1999	35,23	-1,39
4,5	323	28	23/08/2000	35,1	-0,99
4,6	954	29	08/06/2014	35,19	-1
5,8	299	30	22/12/1999	35,2 5	-1,3
	Total	30			

parametres	valeurs	Classes	borne>	bins	frequency	FCC	FCD	Log N(m)
xi-min	2,5	2.5 + (0.55) -	3,05	3,05	12	12	30	1,48
x-max-	5,8	3.05+ (0.55)	3,60	3,60	9	21	18	1,26
range	3,3	3.60 +(0.55) -	4,15	4,15	5	26	9	0,95
k= 1+3.3*Log(46)	6	4.15 + (0.55) -	4,70	4,70	3	29	4	0,60
feet-range= etend/k	0,55	4.70 +(0.55) -	5,25	5,25	0	29	1	0,00
		5.25 +(0.55) -	5,80	5,80	1	30	1	0,00
		Classes	CI >	0				