



N° d'ordre

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

**Faculté des Sciences de la Terre, de Géographie & d'Aménagement du Territoire
Département des Sciences de la Terre**

Mémoire

Présenté pour l'obtention du grade
De Master

Option :

Risques Naturels et Gestion

Thème :

**ETUDE GEOMECANIQUE DE L'INSTABILITE (VERSANT
NORD) DU SITE CHATEAU NEUF.**

Présentée par

CHEBANE Sabrina

Soutenu le : 29 / 09 / 2016 devant la commission d'examen:

Mr. MANSOUR.H	Professeur	Université d'Oran	Président
Mr. NADJIA	Maitre conférence	Université d'Oran	Rapporteur
Mr. FOUKRACHE.M	Maître-assistant A	Université d'Oran	Examineur

Oran, 2016

1- Cadre géographique

1-1-Cadre géographique général

L'Oranais est une région de l'ouest algérien comprenant tout le nord-ouest de l'Algérie. Il est représenté naturellement dans la partie occidentale du Tell. Il est constitué par une structure géologique complexe qui résulte de l'évolution des zones orogéniques des Maghrébines au Nord. Parmi les neuf massifs, ou chaînes littorales qui se prolongent de l'ouest vers l'est, on distingue les massifs oranais qui se relaient depuis Béni-Saf jusqu'à la région d'Arzew.

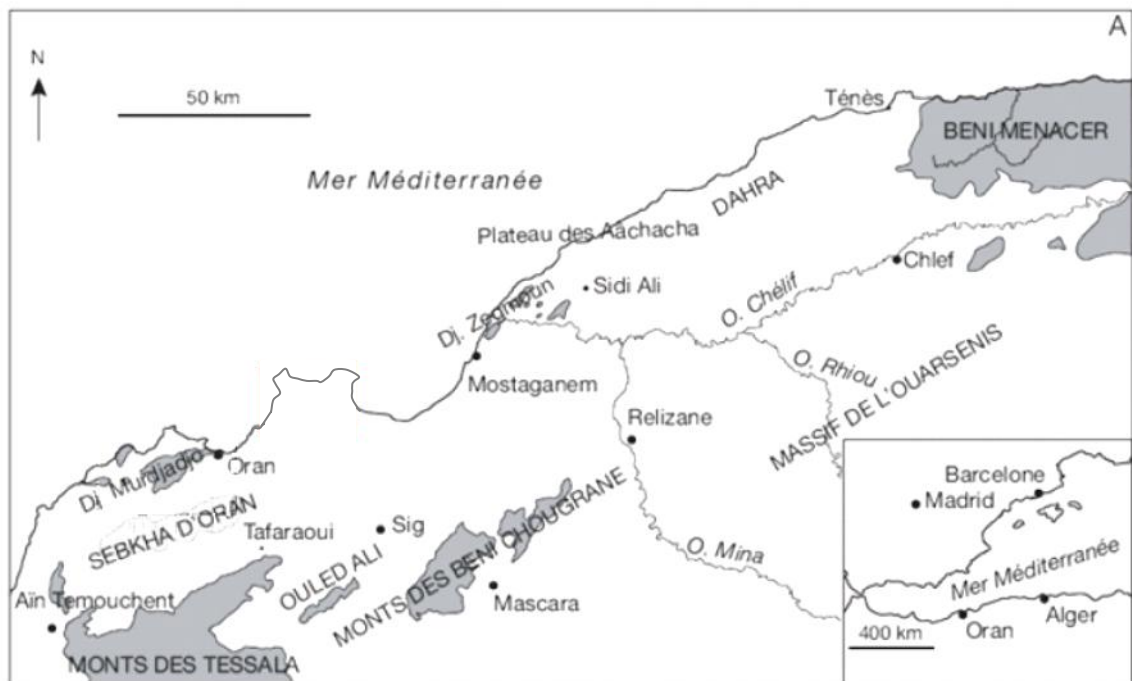


Fig. 01 : Situation géographique de l'Oran

1-2-Cadre géographique du secteur étudié :

Le site d'auscultation se situe sur la frange maritime de la ville d'Oran, au droit du port (bassin Aucourt).



Fig. 02 : Vue spatiale du Port d'Oran-Ouest avec la localisation du site prospecté (Source: Landsat4 /TM-1990).

2- Cadre géologique

2-1- Cadre géologique régional

Les terrains de la région d'Oran sont formés de deux séries géologiques bien distinctes par leur nature pétrographique et par leur géométrie structurale. Ces terrains sont constitués de deux formations discordantes affectées par une schistosité de flux et de fractures. La plus ancienne, est d'âge Jurassique et Crétacé (Cj), tandis que l'autre, beaucoup plus récente, est essentiellement Néogène incluant le Miocène supérieur (Mm) et les recouvrements Plio-Quaternaires (qc). En outre, les dépôts des deux séries ont subi une période d'émersion avec une phase d'orogénèse liée aux mouvements d'équilibre isostatique de la phase néoalpine.

La géomorphologie régionale confirme que les massifs côtiers d'Oran s'orientent suivant la direction atlasique (NE-SW), marquant une limite structurale entre les zones externes et intermédiaires des maghrébides dont les massifs d'Oran 'Djebel Murdjadjo' et 'Djebel Santon' font partie. Cette entité est connue par ces terrains métamorphiques polyphasés et caractérisée par sa tectonique tangentielle (épidermique) sur le long du littoral oranais.



FIG 03 : Carte géologique de la région d'Oran (Extrait de la carte géologique d'Oran au 1/50 000 éme DALLONI)

q ^a	Alluvions	m ^m	Marnes bleues
q ^c	Carapace calcaire	m ^t	Marnes tripoli
m ^c	Marno - calcaire	s	Schiste et calcschiste
r	Calcaire récifal	j	Calcaire

2-2- Géologie du site prospecté

La série stratigraphique comprend les formations qui s'étalent du Secondaire, représenté par des schistes et des quartzites (Murdjadjo) au Plio-Quaternaire généralement à composante argileuse, calcaire ou gréseuse. Les dépôts quaternaires tapissent le plateau d'Oran par une sédimentation hétérogène (calcaire riche en gypse et en tuf), fissurée et avec de très nombreuses lentilles d'argiles.

Vers le Nord, les terrains post-calabriens deviennent de plus en plus minces et réduits donnant un placage discontinu sur les grès calabriens ou les calcaires pliocènes. Les recouvrements quaternaires et actuels prédominent du centre vers l'Est depuis Sidi-Maârouf jusqu'aux environs d'Es-Sénia et de Nedjma. Les couches argileuses 'Plio-quaternaires' sont développés plus au Sud marquant un affaissement topographique à plongement méridional vers la Sebka d'Oran.

Ce site présente une morphostructure complexe où la trace d'activité néotectonique est

Présente. Dans cette zone littorale, exposée au risque sismique et géologique, plusieurs études géologiques et structurales ont été menées par des géologues pour la caractérisation du réseau de failles et l'identification de la nature des contraintes tectoniques régionales. Au voisinage proche du Port, nous avons constaté d'importants éboulements rocheux détachés des falaises du massif 'Murdjadjo' et du 'Château Neuf' qui se trouve en amont de la falaise prospectée.

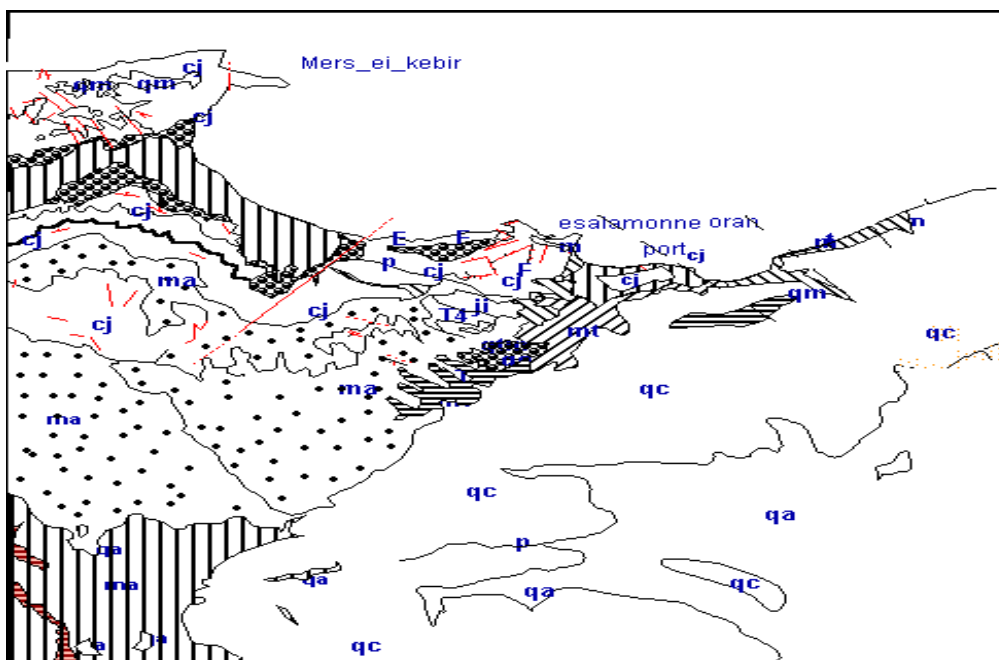


Fig. 04 : Carte géologique de la ville d'Oran-Ouest (Extrait de la Carte de Gourinard 1958)

CHAPITRE 1 : Généralité

Tout d'abord à l'Est, et à l'intérieur même de la ville ,les falaises du port semblent fournir de très bons affleurements de la plupart des formations géologique de la région .

En effet, au niveau de la falaise nord du massif du château neuf ,il est possible d'apercevoir un ensemble mal défini, constitué de formations bigarrées à structures désordonnées, avec notamment des schistes jaune ocre, des grés lie de vin ,des conglomérats et des dolomies brunes à noires ,leur âge est indéterminé mais à cause d'un rassemblement avec le faciès verrucano,les géologues de SOCOTEC (1986) les ont supposées probablement permo-triasiques. A l'Est ,le massif du château neuf en contact franc avec le miocène de l'usine à gaz, et disparaît à l'ouest sous la couverture miocène de la calère .

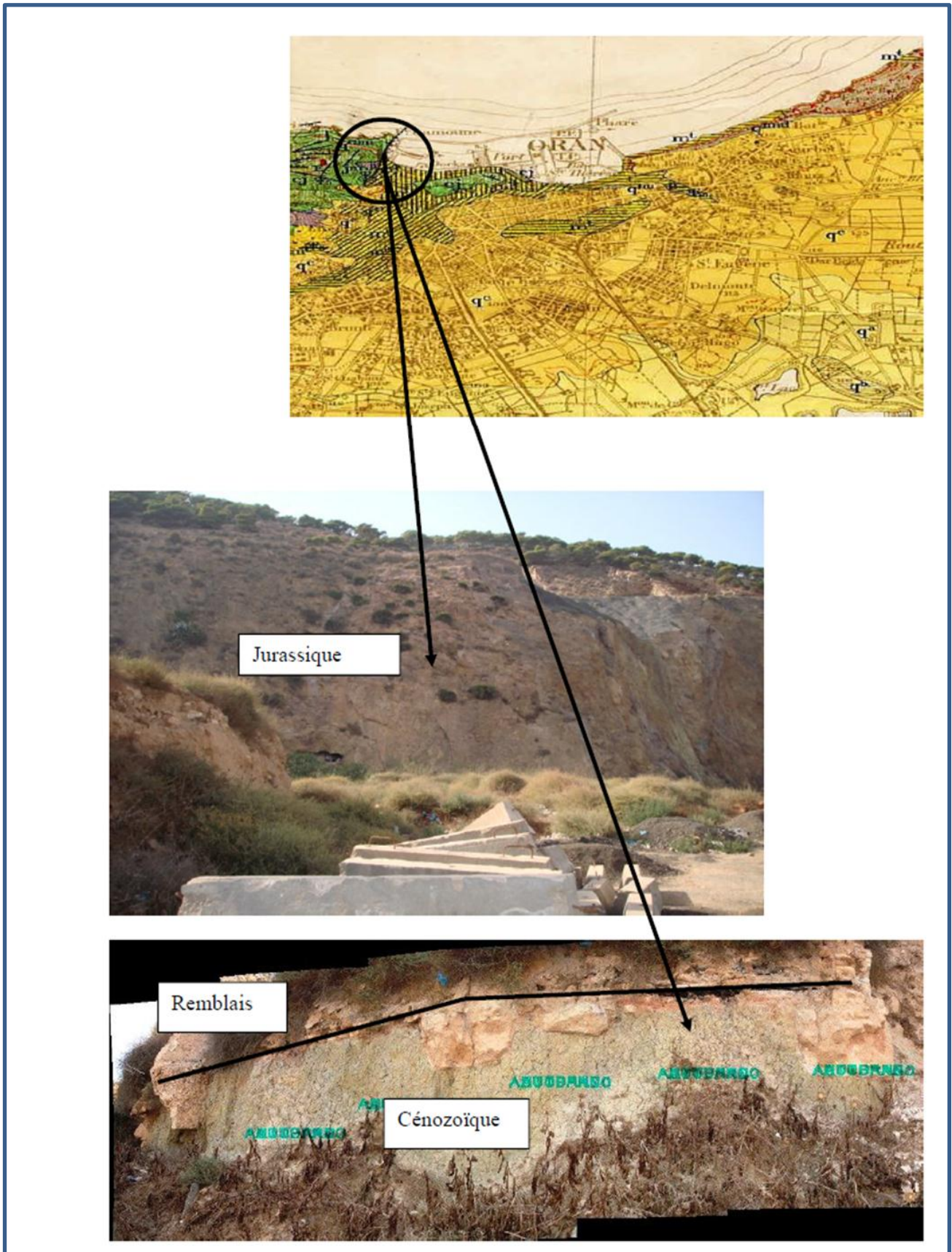


Fig. 05 : formation de jurassique (photo haut) en contact anormal avec les cénozoïques (photo de bas : marnes vertes du miocène) au niveau du site de la Calère (port d'Oran) .

3 – CADRE GEOSTRUCTURAL

Les terrains prospectés font partie du massif littoral du Sahel d'Oran appelé «Murdjado». Ce massif est constitué de couches géologiques d'Age secondaire essentiellement schisteuses et carbonatées dont les plus anciennes sont des formations à schistosité (schistes, ardoises et calcschistes) et les plus jeunes sont notamment carbonatées magnésiennes (dolomies). La cartographie géo structurale de la falaise, réalisée lors de la prospection structurale fait apparaître l'affleurement de deux ensembles structuraux distincts

3-1 Ensemble secondaire plissé et fracturé : formant une boutonnière para autochtone isolée à la faveur de la faille du vieux port d'Oran qui passe par la calère (contrebas du quartier de Sidi Houari).

3-2 Ensemble tertiaire tabulaire et sub-tabulaire : constitué de formations Néogènes, particulièrement d'Age Miocène. Cet ensemble représente la couverture sédimentaire des terrains superficiels de la ville d'Oran. La nature lithologique de cette formation est essentiellement marno-clastique (marnes, grés et conglomérats).

1- ETUDE STRUCTURALE

Le but de cette étude structurale est de définir les paramètres morpho structuraux inhérents à l'instabilité de la falaise étudiée. Ces paramètres sont utiles dans la détection des contraintes tectoniques actives et leur orientation dans un système à 03 dimensions.

La prospection in situ au droit de la falaise nous a permis de mettre en évidence l'existence d'une déformation mixte cassante et souple. Les mesures microtectoniques des différents plans de stratification et de discontinuités (fractures) ont révélés une configuration structurale liée à un cisaillement régional, affectant la frange maritime d'Oran (Oran port).

1-1 – Tectonique souple

Les travaux antérieurs des géologues précisent l'existence des plissements polyphasés affectant les massifs côtiers d'Oran (Fenet, 1975). Parallèlement, notre intervention sur site nous a permis de confirmer les résultats des déformations tectoniques par les mesures microtectoniques in situ et leur analyse structurale.

La projection des polaires des plans de stratification entre les schistes et les dolomies secondaires montre une densité concentrée et inclinée vers le centre du canevas de Schmidt basculé de 50° (fig. 6). Le report des éléments structuraux sur le stéréogramme fait apparaître l'existence d'un plis conique à axe incliné de 50°, dont le système triaxial présente la distribution du champ des contraintes tectoniques (fig.7), indexées respectivement:

- σ_1 (Z) représente l'axe de la contrainte compressive
- σ_2 (y) représente l'axe de la contrainte intermédiaire
- σ_3 (X) représente l'axe de la contrainte distensive

Les données d'orientation spatiale de ces contraintes et de leurs plans est donnée comme suit :

- (Z) = N 245° – 04° WSW ; P(Z) = N 156° - 84° ENE
- (Y) = N 150° – 50° SE ; P(Y) = N 060° - 40° NW
- (X) = N 342° – 40° NNW ; P(X) = N 072° - 50° SE

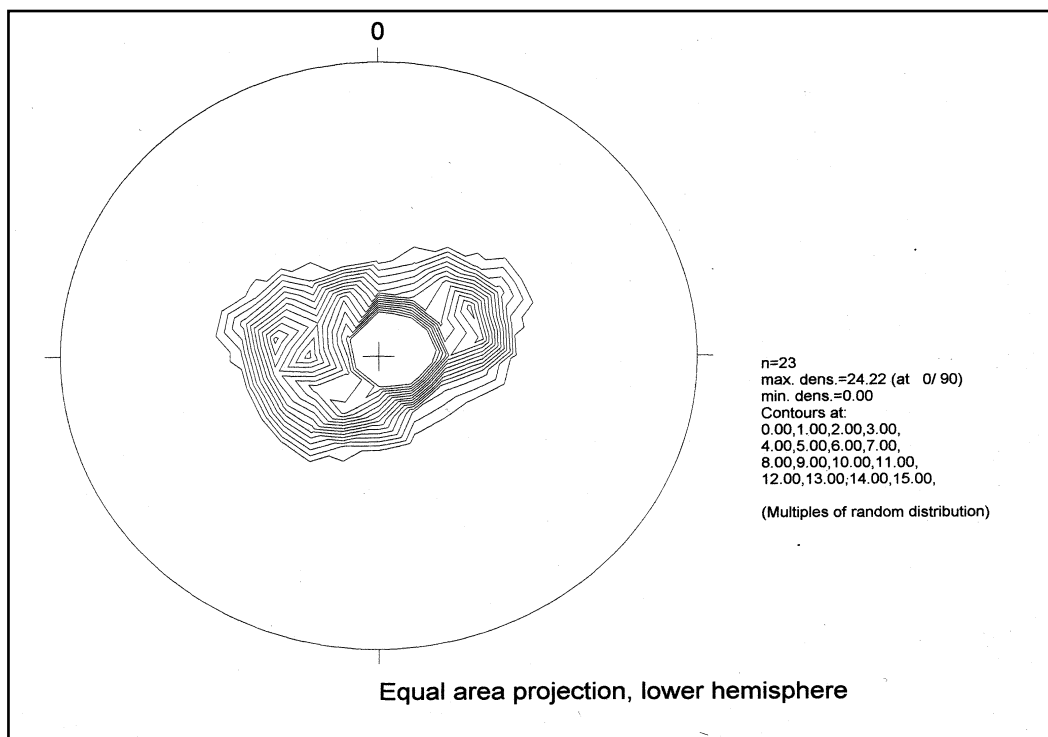


Fig. 06 : Diagramme de densité des polaires d'un plis conique affectant la falaise du Port d'Oran

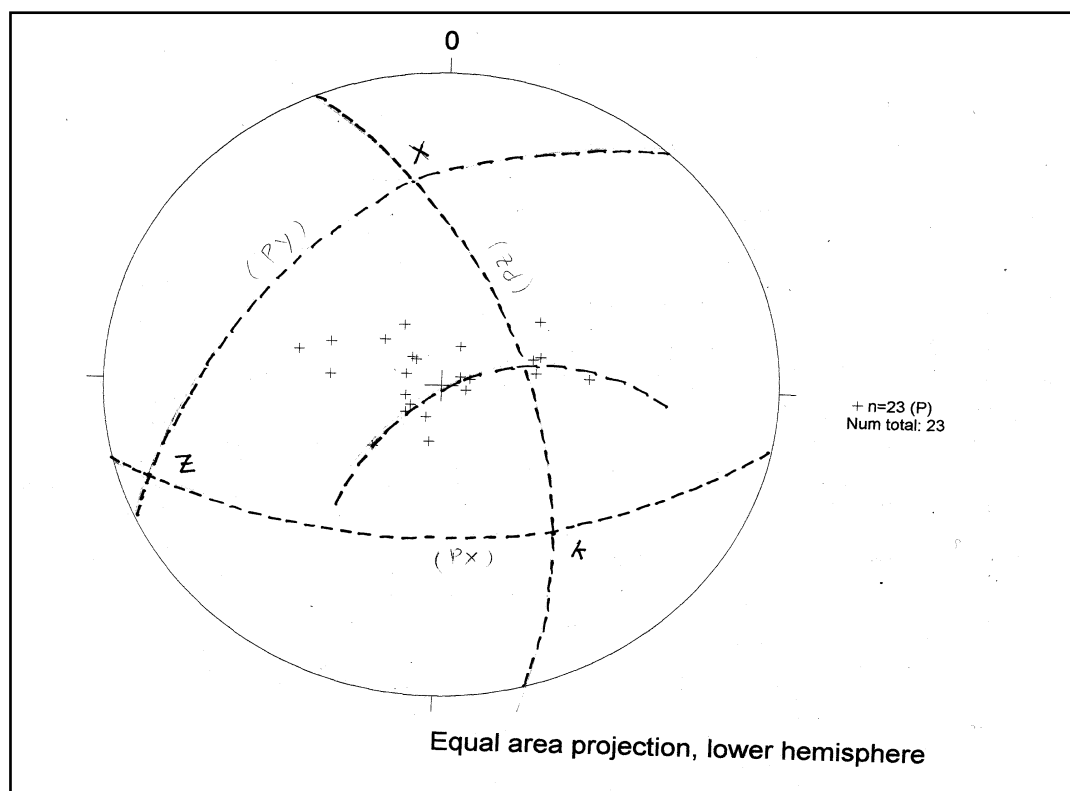


Fig. 07 : Diagramme des contraintes de la tectonique souple, affectant la falaise du Port d'Oran

De ces résultats d'orientation de la déformation, il en ressort que l'apex du plis affectant la falaise plonge vers le NNW, parallèlement à l'axe de distension (X). Quant à la contrainte compressive (Z), son axe s'oriente vers l'WSW. Enfin, la contrainte intermédiaire (Y) ; elle s'oriente vers le SE.

1-2 – Tectonique cassant

L'auscultation des fractures affectant la falaise par les approches microtectoniques et géotechniques montre l'existence de 03 familles de fractures distinctes :

- fractures affectant le haut de la falaise (rue commandant Ferradj) : l'intervalle des discontinuités est de l'ordre métrique (1 à 2m).
- fractures affectant la falaise de la RN 11 : l'intervalle des discontinuités est de l'ordre décamétrique (35 à 40m).
- fractures affectant le bas de la falaise : l'intervalle des discontinuités est de l'ordre de 25m.

Le report des polaires de la fracturation sur le canevas de Schmidt et l'établissement de leur diagramme de densité (fig. 8) fait apparaître l'existence de plusieurs concentrations, dont leur triaxial synthétique (fig. 9) révèle une distribution tri modale qui suit respectivement les principaux axes de contraintes régionales, à savoir :

- (Y) = N 072° – 55° ENE ; P(Y) = N 160° - 32° WSW
- (Z) = N 262° – 30° WSW ; P(Z) = N 170° - 66° ENE
- (X) = N 168° – 04° SSE ; P(X) = N 078° - 86° NNW

L'orientation de la déformation obtenue suit une direction SSE selon l'axe distensif (X) et une direction NW selon l'axe de la compression (Z) alors que l'orientation de la contrainte intermédiaire se fait vers l'WNW.

CHAPITRE 02 : contexte structural

Echantillons	Direction	Pendage
E (01)	342	32
E (02)	170	63
E (03)	100	72
E (04)	346	74
E (05)	175	45
E (06)	342	72
E (07)	120	31
E (08)	342	31
E (09)	171	67
E (10)	301	75
E (11)	324	75

Tableau 1 : acquisition des données structurales de terrain à l'aide de la boussole .

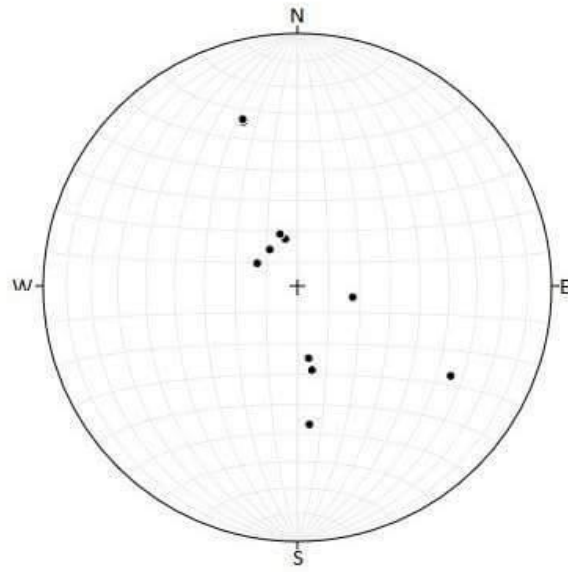


Fig. 08 : Diagramme de densité de la fracturation affectant la falaise du port d'Oran

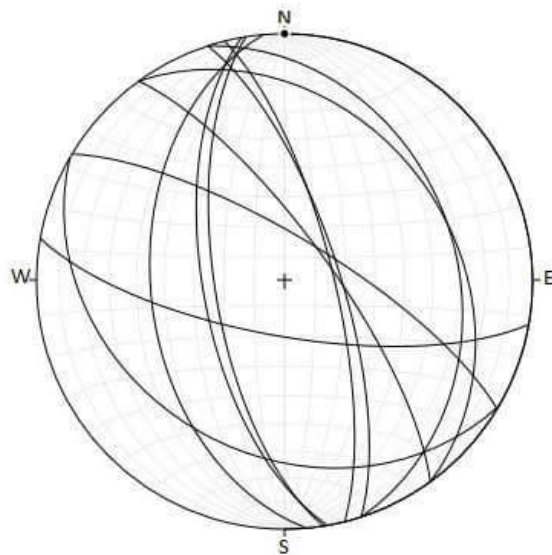


Fig. 08-bis : Diagramme de densité de la fracturation affectant la falaise du port d'Oran

2-L'analyse de la projection stéréographique

- La donnée principale sur le site a été basée sur les mesures microtectoniques des plans de stratification d'un plissement au niveau de la formation carbonatée secondaire de Château neuf .

-la projection stéréographique des polaires de plans de stratification, le résultat obtenu se matérialise par une guirlande de forme excentrique. Interprétation microtectonique implique que la nature du plissement étudié est de nature « pli-conique » .

Les coordonnées du système triaxial de la déformation est le suivant :

- **P(Z) = N 170° - 66° ENE**
- **P(Y) = N 160° - 32° WSW**
- **P(X) = N 078° - 86° NNW**

2-1 -restitution des principales failles du site étudié :

On se basant la méthode de dièdre droit d'Angelier connue par (méthode de mécanisme focal) on a pu retracer respectivement les plans des failles :

-après l'emplacement des axes (**X,Y,Z**) relatifs au système triaxial de la déformation , sur le canvas de Wulff sur le stéréogramme hémisphère inférieure, on a choisi un plan qui regroupe (**Z, X**) pour localiser l'endroit de passage de la faille ,serait compris entre la bissectrices et l'axe **Y**. Quant-à la deuxième faille, elle est localisée sur le même méridien pour former un dièdre droit ($\pi/2$) par rapport à la première faille.

- concernant la cinématique des dièdres du mécanisme focal elle est restituée grâce aux l'indications de compression et de distension des axes de contraintes tectoniques .

-l'interprétation de ce mécanisme focal ainsi réalisé offre de décider sur l'effet d'un cisaillement compressive d'un pli-conique .

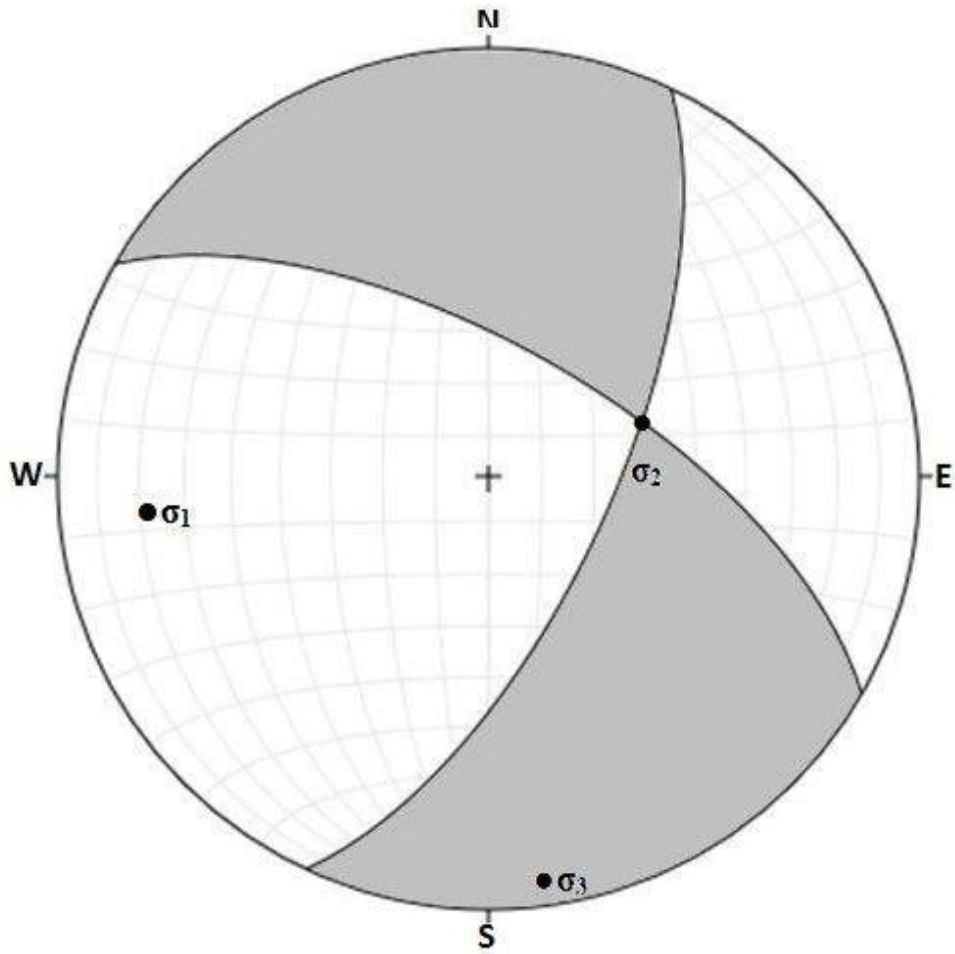


Fig.09 : Diagramme de mécanisme focal

2-2-interprétation des résultats stéréographique :

PF : N042 ,70SE (faille décrochante dextre)

PF : N110 ,64NE(faille décrochante senestre)

L'axe de la contrainte principale (σ_1) étant orientée (E W), durant l'âge Crétacé alors que l'axe de distension (σ_3) est orientée perpendiculairement au précédent. Le plongement moyenne de la structure étudiée est méridional ou (sud).

3- INTERPRETATION DES DONNEES D'INVESTIGATION GEOPHYSIQUE

Le site retenu pour l'étude géophysique se situe dans la partie occidentale du port d'Oran. Aux falaises marginales de ce vieux port où affleurent les formations de schistes et de dolomies d'âge secondaire. Ces terrains accidentés se caractérisent par une intense dissolution géochimique des roches carbonatées magnésiennes entraînant une importante karstification du rocher. Pour résoudre la donnée structurale, on a utilisé la prospection sismique de trois profils marginaux (Nadji 2010), sur les 900 m de sismique réfraction les données sismiques ont été associées à d'autres données géo électrique (sources externe) réalisée sur le même site d'étude et presque à la même période.

Ces investigations géophysiques nous ont permis de détecter les anomalies de terrain liées à la fracturation du site ainsi de calculer la géométrie des réfracteurs sismiques relatif au substrat rigide (sub-surface).

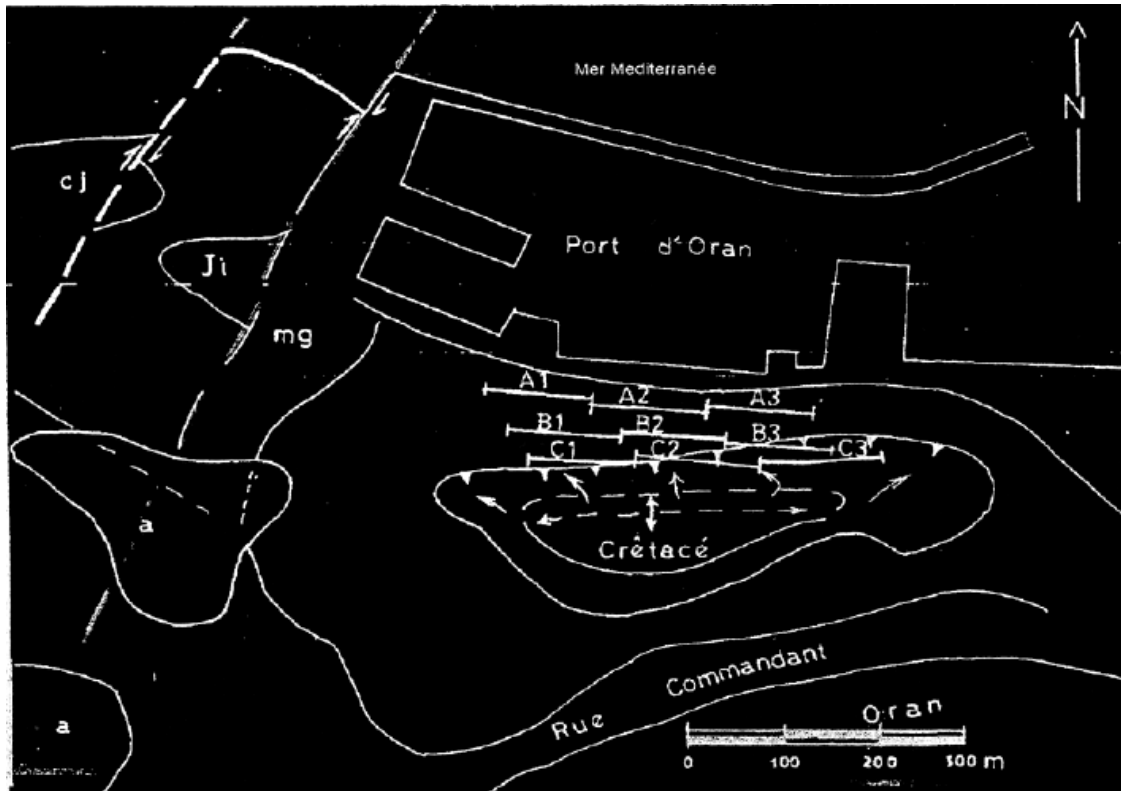


Fig. 10 : carte de Localisation des profils sismiques (nadjj.2010)

Les travaux antérieurs ont opté à la segmentation des profils sismique en trois tronçons parallèles et distincts A, B et C, de la base au sommet nous identifions:

- Profil sismique A : niveau de base
- Profil sismique B: RN 11
- Profil sismique C: Commandant Ferradj

Ces profils renferment trois segments distants de 100 m

3-1 – Interprétation des données géo sismiques du profil A

- Segment A1 [00 -100 m]: le tableau 1 donne les valeurs des temps d'arrivées des ondes P en millisecondes. Ces données nous ont permis de tracer les dromochroniques en tir normal et inverse

Shot-1: <i>Normal</i> 00-20m N° 03	t1 t2 t3	335.4 600.6 686.4	Shot-1: <i>Revers</i> 100-80m N° 31	t1 t2 t3	218.4 514.8 756.6
Shot-2: 20-40m N° 06	t1 t2 t3	639.6 655.2 678.6	Shot-2: 80-60m N° 36	t1 t2 t3	382.2 484.6 483.6
Shot-3: 40-60m N° 17	t1 t2 t3	702.0 733.2 670.6	Shot-3: 60-40m N° 40	t1 t2 t3	522.6 553.8 491.4
Shot-4: 60-80m N° 21	t1 t2 t3	546.0 694.2 756.6	Shot-4: 40-20m N° 43	t1 t2 t3	499.2 600.6 631.8
Shot-5: 80-100m N° 21	t1 t2 t3	725.0 834.6 850.2	Shot-5: 20-00m N° 47	t1 t2 t3	670.8 748.8 819.0

Tableau 2 - Données Géo-Sismiques [Prf A1]

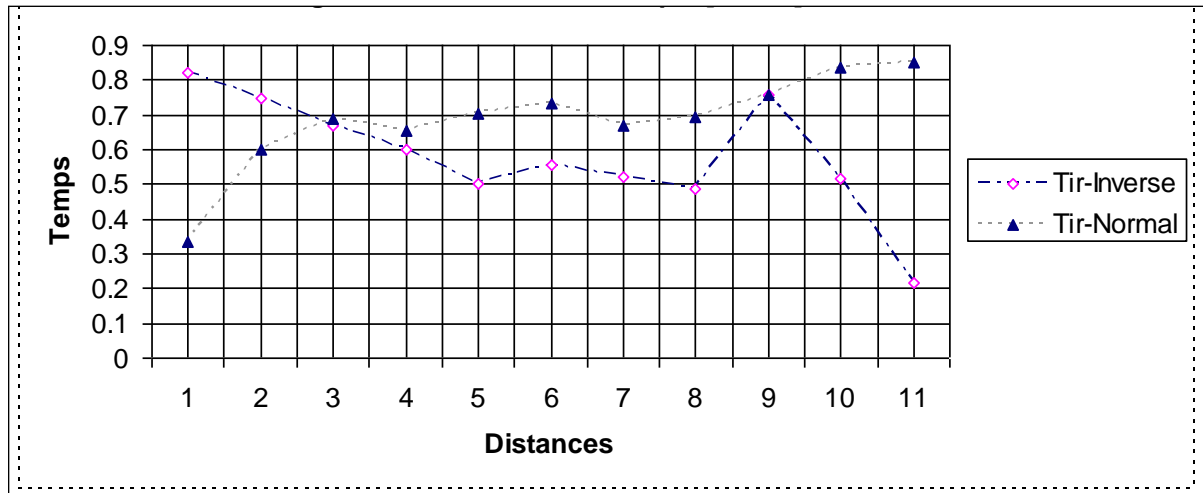


Fig. 11 : courbe dromochronique (prf-A1)

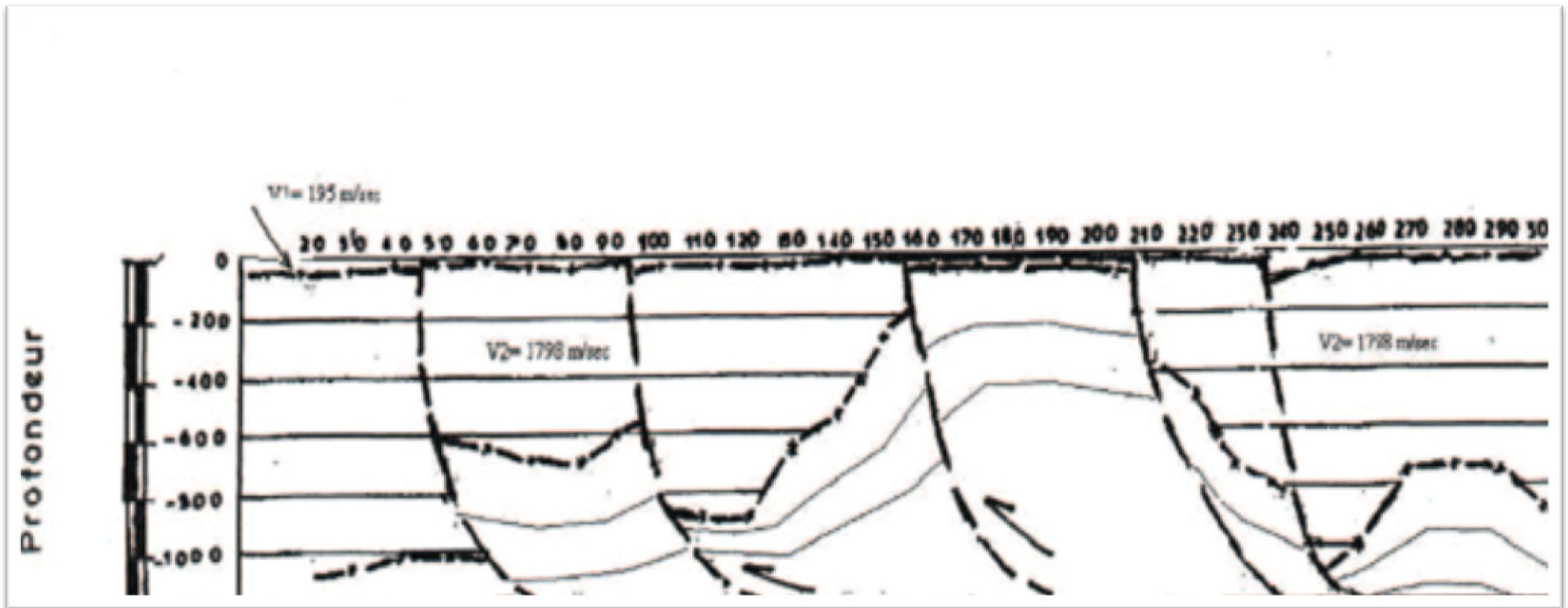


Fig. 12 : coupe géo sismique interprétée du profil (A1-A3)

1-METHODE DE CLASSIFICATION DES MASSIFS ROCHEUX

L'objectif principal d'évaluer les facteurs en relation avec un projet d'ouvrage souterrain consiste à trouver les moyens de reconnaissances géologiques, géométriques et géotechniques pour mieux qualifier l'homogénéité des terrains. Notant qu'il existe plusieurs méthodes de traitement et de classement géo mécanique :

- Classifications AFTES
- La classification de BARTON (« Q System »)
- La Classification de BIENIAWSKI (RMR)

Les classifications géotechniques sont généralement utilisées afin d'assigner une valeur numérique pour définir les caractéristiques et propriétés du massif rocheux afin d'estimer le Comportement de l'excavation et de permettre un design du support de terrain adéquat et Sécuritaire. La force principale des classifications provient des recommandations simples, rapides et peu coûteuses qu'elles produisent, basées sur une base de données géotechniques intéressant la les cas de caractérisation des propriétés des massifs étudiés .

L'abondance de la littérature sur ce sujet témoigne de la popularité des systèmes du "Rock Mass Rating" (RMR ; Bieniawski, 1973) et du "Rock Mass Quality" (l'indice Q ; Barton et al. 1974) en mécanique des roches. Fondées sur des principes relativement similaires, ces classifications diffèrent dans l'évaluation des paramètres attribuables à la masse rocheuse, mais restent Néanmoins comparables à un certain degré (Milne, 1998). La littérature comprend plusieurs rapports et articles témoignant non seulement de la validité de ces classifications comme outil de design (Milne et al. 1998 ; Singh et Goel, 1999 ; Stille et Palmström, 2003), mais aussi sur les limites d'application de celles-ci (Kaiser et al. 1986 ; Riedmüller et Schubert, 1999 ; Palmström et Broch, 2006 ; Pells et Bertuzzi, 2007).

Plus spécifiquement à l'étude, la classification géo mécanique du RMR est utilisée depuis près de 40 ans dans le domaine minier. Dès sa conception par Bieniawski en 1973, le RMR a été corrigé par l'auteur en plusieurs reprises par Bieniawski (1974 ; 1976 ; 1979 ; 1989) pour régler des problèmes conceptuels de ce système. Le RMR est souvent la base de toute étude de caractérisation du terrain et permet une première analyse de stabilité de galerie ou chantier.

2-Définition de la RMR dite classification Bieniawski

Toutefois, les pondérations des différents facteurs de ce système ne tiennent pas compte de certains paramètres géotechniques comme le clivage ou la foliation du terrain pour une masse rocheuse schisteuse. Cette classification a été développée par Bieniawski [1973] au South African Council of Scientific and Industrial Research (SACSIR). Elle est basée sur l'étude de quelques exemples de tunnels creusés principalement dans des roches sédimentaires à profondeur modérée. L'utilisation de cette classification nécessite de diviser au préalable le site en régions homogènes d'un point de vue structurale dont chaque région est classée séparément.

Le RMR résulte de la somme de cinq notes de caractérisation (de A1 à A5) et d'une note D'ajustement). La somme de ces notes attribue une valeur comprise entre 0 et 100 au massif. Cette valeur utilise à plus de 70% la fracturation et elle accorde 15% d'influence aux propriétés de la matrice rocheuse et 15% à la présence d'eau (AFTES [2003]).

La distribution des notes correspondant à chaque cas.

Quant à la signification des indices du RMR, ils sont définis comme suit :

_ A1 (Strength of intact rock material) : la résistance à la compression simple (RC) de la matrice rocheuse est obtenue, soit par procédure d'écrasement d'un échantillon, soit par procédure de chargement ponctuel (note : de 0 à 15).

_ A2 (Rock Quality Designation RQD, Deer [1964]) : il caractérise la qualité des carottes des sondages en calculant le rapport entre la longueur cumulée des carottes supérieures à dix centimètres et la longueur totale considérée (note : de 3 à 20 cm).

_ A3 (Spacing of discontinuities) : dans le cas de plusieurs familles de fractures le minimum des notes attribuées à l'espacement des fractures est considéré (note : de 5 à 20 cm).

_ A4 (Conditions of discontinuities) : cet indice caractérise l'extension, l'ouverture, la rugosité, le matériau de remplissage et l'altération des épontes des discontinuités (note : de 0 à 30).

_ A5 (Groundwater conditions) : Il est en rapport avec les conditions hydrogéologiques et consiste à réaliser des mesures d'eau ou de pressions interstitielles des joints (note : de 0 à 15).

CHAPITRE 03 : Etude géo-mécanique de château neuf (méthode de Bieniawski 89)

- B (Adjustement for joint orientation) : c'est un facteur correctif qui est en rapport avec

L'effet de l'azimut et du pendage des familles de discontinuités sur la stabilité de l'ouvrage (note : de -12 à 12 pour les tunnels, de -25 à 0 pour les fondations et de -60 à 0 pour les talus).

Le somme des cinq premiers indices caractérise le RMR de base. Quant aux travaux souterrains, il faut ajouter l'effet du facteur correctif (Bieniawski [1989]). Le RMR89 s'écrit alors :

$$\mathbf{RMR89 = A1 + A2 + A3 + A4 + A5 + B}$$

Cette classification ne prend pas en considération l'état de contrainte in-situ ni la rugosité de fractures et l'angle de frottement du matériau de remplissage ; les roches gonflantes n'y sont pas non plus traitées. L'application de cette classification est limitée aux cas de massifs dont la matrice a une bonne résistance et dont le comportement est régi par les discontinuités.

L'extension de cette classification a touché quelques problèmes pratiques de mines (Mining Rock Mass Rating (MRMR) : Laubscher et Jakubec [2000]), des fondations de barrages (Dam Mass Rating : Romana [2003-a]) et de pentes (Slope Mass Rating : Romana et al. [2003-b]).

le RMR a été modifié par Bieniawski en (1974, 1976, 1979)et dernièrement en 1989. Il est ainsi important de spécifier par un indice la version du RMR utilisé. Les versions les plus référées étant celle de 1976 et 1989.

Il existe en effet (05)Critères principaux :

- Résistance de la roche (RC ou essai Franklin)
- Fracturation : RQD
- Espacement des joints (tous types de

Discontinuités : stratification, schistosité fractures, diaclases)

- Nature des joints
- Venues d'eau

Les méthodes de classification empiriques des massifs rocheux sont fondées sur des corrélations entre, d'une part, l'identification physique et la classification des roches et, d'autre part, des caractéristiques de soutènement. ces méthodes sont utilisées dans les études

CHAPITRE 03 : Etude géo-mécanique de château neuf (méthode de Bieniawski 89)

préliminaires et ne concernent que les ouvrages creusés dans les roches. Elles présentent l'avantage d'être simples et rapides, donc peu coûteuses, Néanmoins, leur emploi et l'interprétation des résultats nécessitent une certaine habileté de la part de l'ingénieur d'étude.

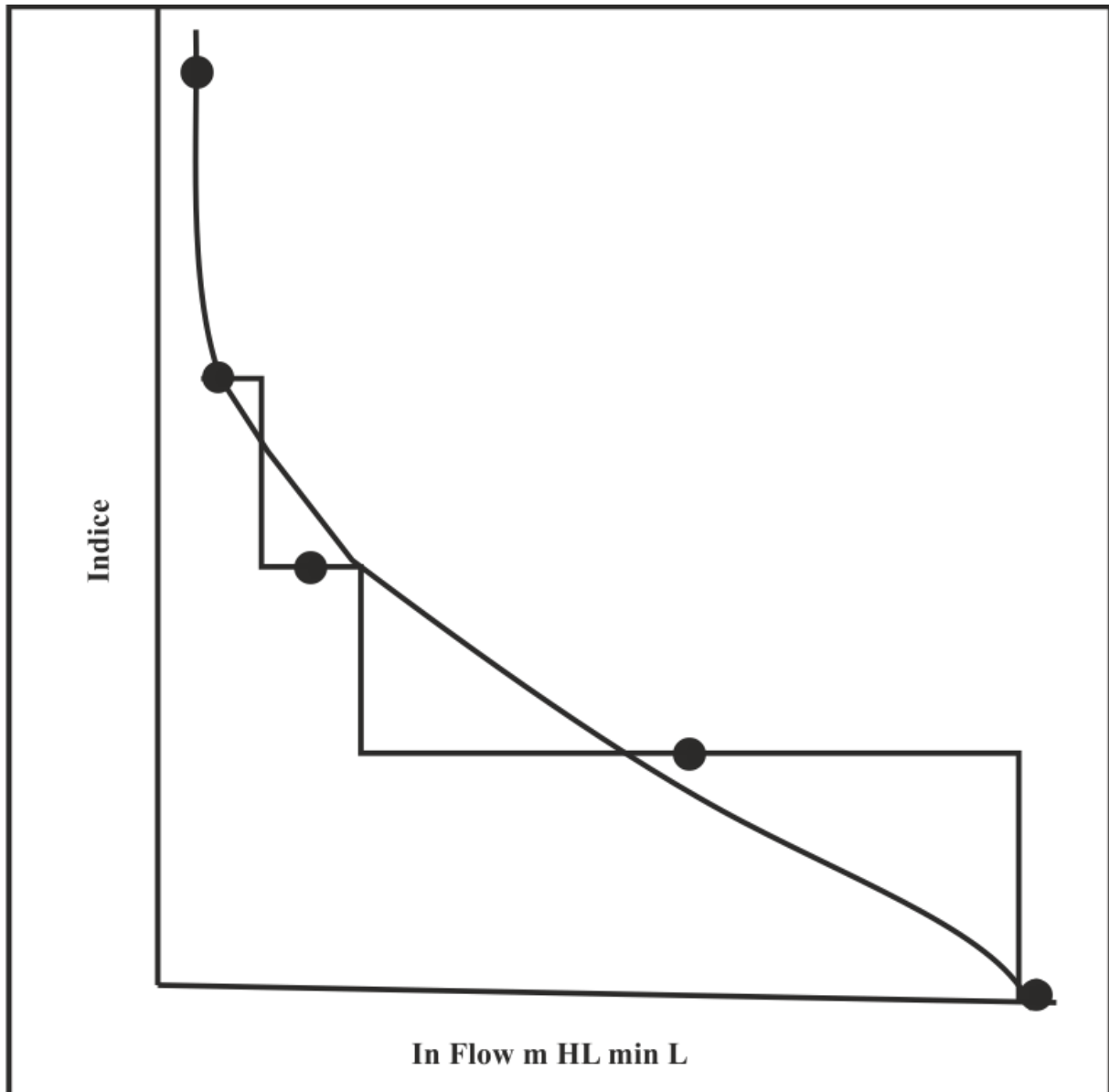


Fig 13 : Ajustement pour l'état hydrologique du massif

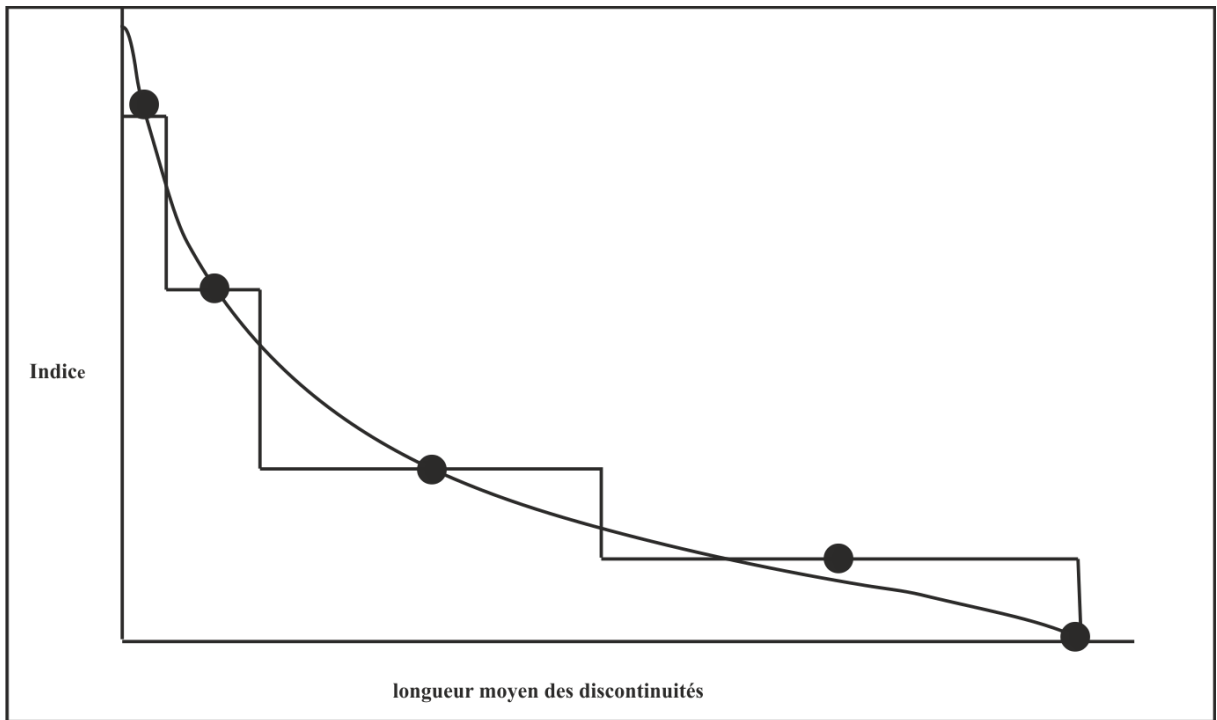


Fig 14 : Ajustement pour la longueur moyenne des discontinuités

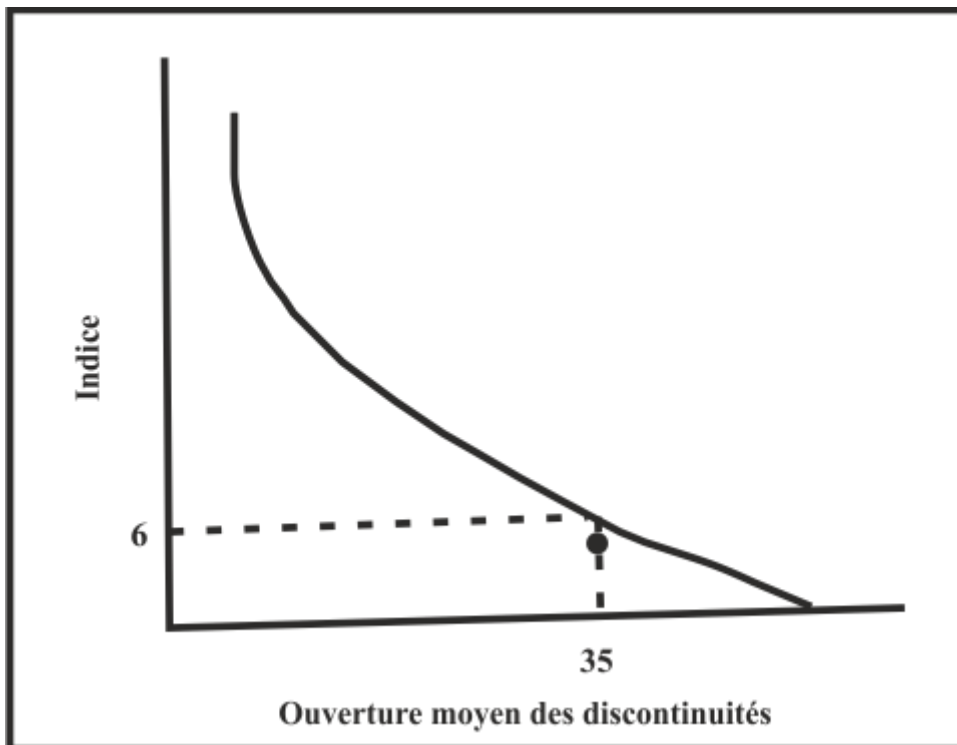


Fig 15: Ajustement pour l'ouverture des discontinuités

CHAPITRE 03 : Etude géo-mécanique de château neuf (méthode de Bieniawski 89)

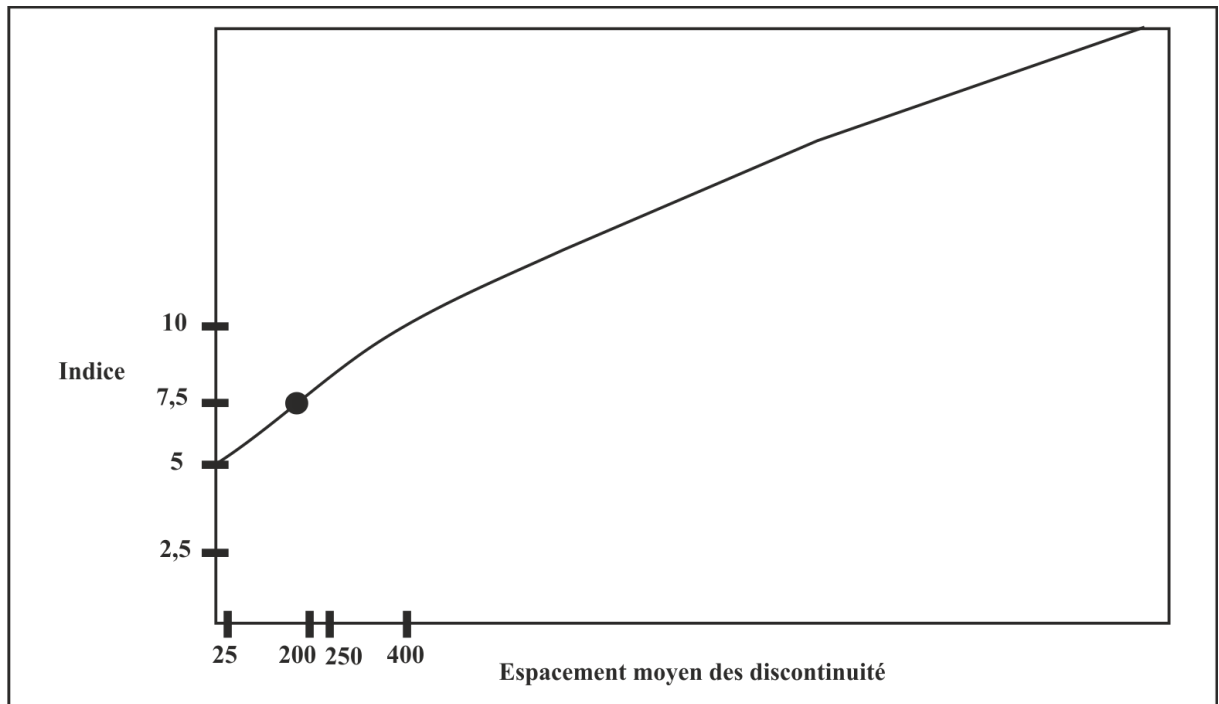


Fig 16 : valeur de l'indice d'espacement moyen des discontinuités. « L'équation a été obtenue par la régression linéaire »

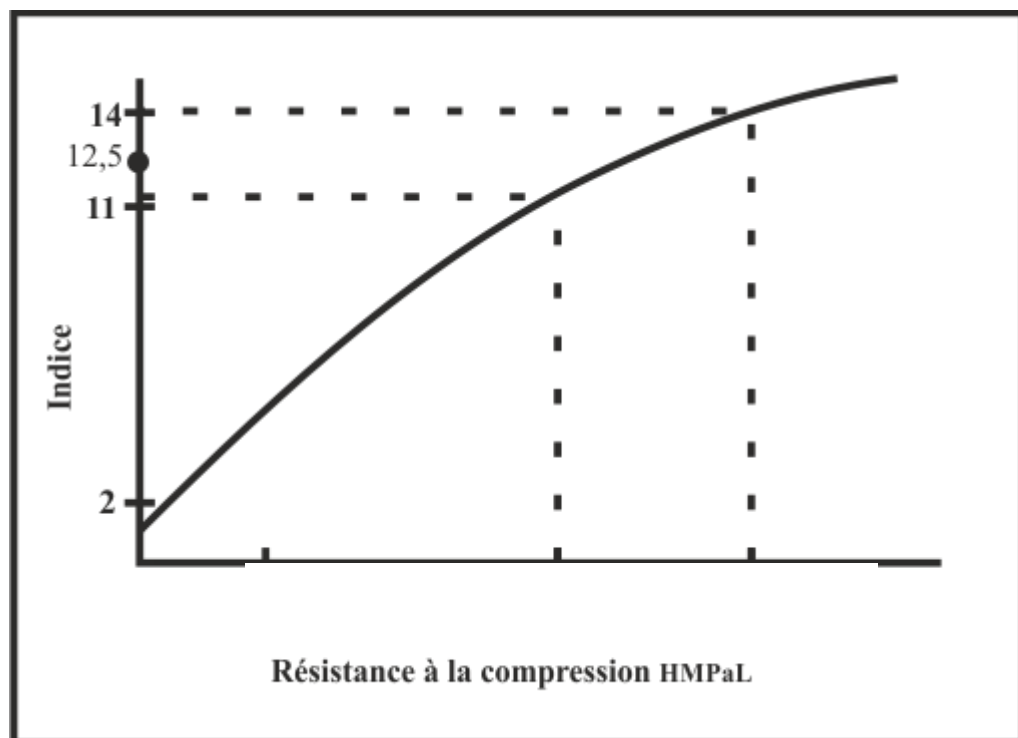


Fig17 : Valeur de l'indice de Résistance à la compression simple. « L'équation a été obtenue par régression linéaire »

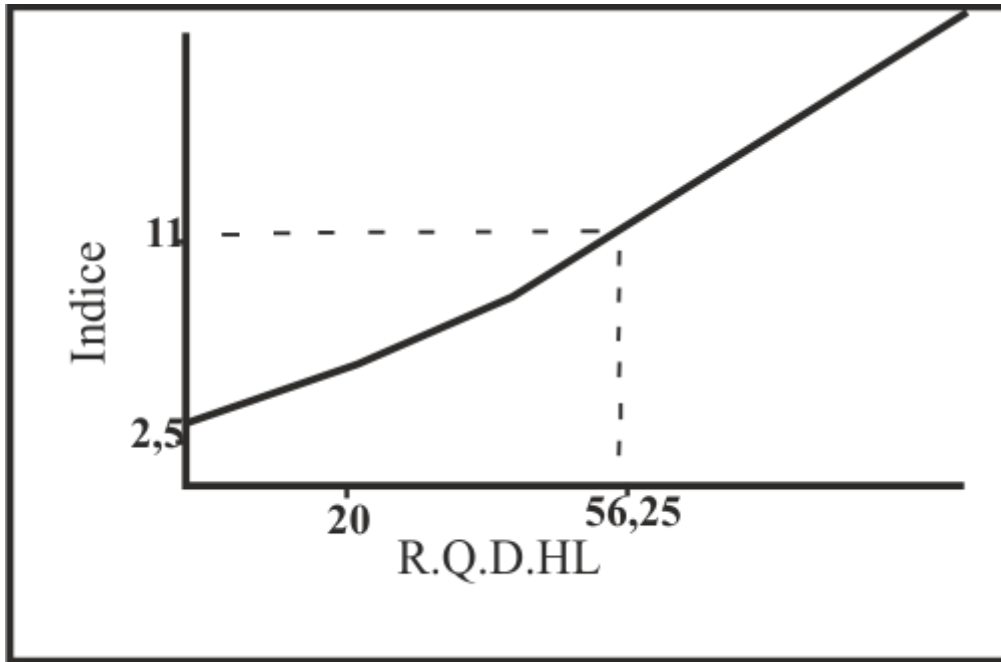


Fig 18 : valeur de l'indice de RQD. « L'équation a été obtenue par la régression linéaire »

CHAPITRE 03 : Etude géo-mécanique de château neuf (méthode de Bieniawski 89)

A. Paramètre de Classification et Note Affectées								
Paramètres		Intervalles de valeurs						
1	Résistance de la roche (matrice)	<i>Indice Franklin Is</i>	>10 MPa	4 - 10 MPa	2 - 10 Mpa	1 - 2 Mpa	Pour les faibles valeurs	
		----- <i>Résistance Compression</i>	>250 MPa	100 - 250 Mpa	50 - 100MPa	4	5-25 Mpa	1- 5 Mpa
2	Note	15	12	7	25 - 50 %	2	1	
	RQD	90--100 %	75 - 90 %	50 - 70 %	8	< 25 %		
	Note	20	17	13	3			
3	Espacement des discontinuités	>2000 mm	600 - 2000 mm	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		
	Note	20	10	10	8	5		
4	Nature des discontinuités	Surface: rugueuse ,non continue,éponts en contact et non altérées	Surface légèrement rugueuse ,épais <1 mm ,épontes fortement altéré	Surface légèrement rugueuse épais <1mm,épontes fortement étalées	Surface lustré ou remplissage <5 mm ou épais de 1 - 5 mm joint continu	Remplissage mou > 5 mm épaisseur >5 mm , joint		
	Notes	30	25	20	10	0		
5	Débit sur 10 m de longueur tunnel	Aucun	< 10 l/min	10 à 125 %	25 - 125	>125 l/min		
	<i>S_w/S₁</i>	0	0,1	0,2 - 0,5	0,2 - 0,5	>0,5		
	Condition générale	Complètement sec	Humid	Mouillé	suivant	débitant		
	Note	15	10	7	4	0		

RMR = Somme des notes de 1 à 5

Tableau 03 : Les classification du système RMR (Bieniawski 89)

CHAPITRE 03 : Etude géo-mécanique de château neuf (méthode de Bieniawski 89)

B. Ajustement de la valeur du RMR en fonction de l'orientation des discontinuités							
Direction et Pendage	Très favorable	Favorable	Moyen	Défavorable	Très Défavorable		
Tunnel	0	-2	-5	-10	-12		
Notation	0	-2	-7	-15	-25		
Talus	0	-5	-25	-50	-60		
C. Classes des Massifs Rocheux Déterminées par RMR							
Valeur du RMR	100 -81		80 - 61	60 - 41	40 - 21	< 21	
Classes	I		II	III	IV	V	
Description	Très rocher	bon	Bon rocher	Rocher moyen	Roche médiocre	Roche très médiocre	
D. Propriétés globales attribués aux massifs rocheux en fonction des classes							
Classes	I	II	III	IV	V		
Temps de tenus sans Soutènement	20ans pour une portée de 15 m	1ans pour une portée de 10 m	1semaine pour une portée de 5 m	10 heurs pour une portée de 5 m	30 minutes pour une portée de 1m		
Cohésion du massif rocheux (kPa)	>400	300 - 400	200 - 300	100 - 200	<100		
Angle de frottement du massif rocheux (°)	>45	35 - 45	25 - 35	15 -25	< 15		

Tableau 03-bis : Les classification du système RMR (Bieniawski 89)

CHAPITRE 03 : Etude géo-mécanique de château neuf (méthode de Bieniawski 89)

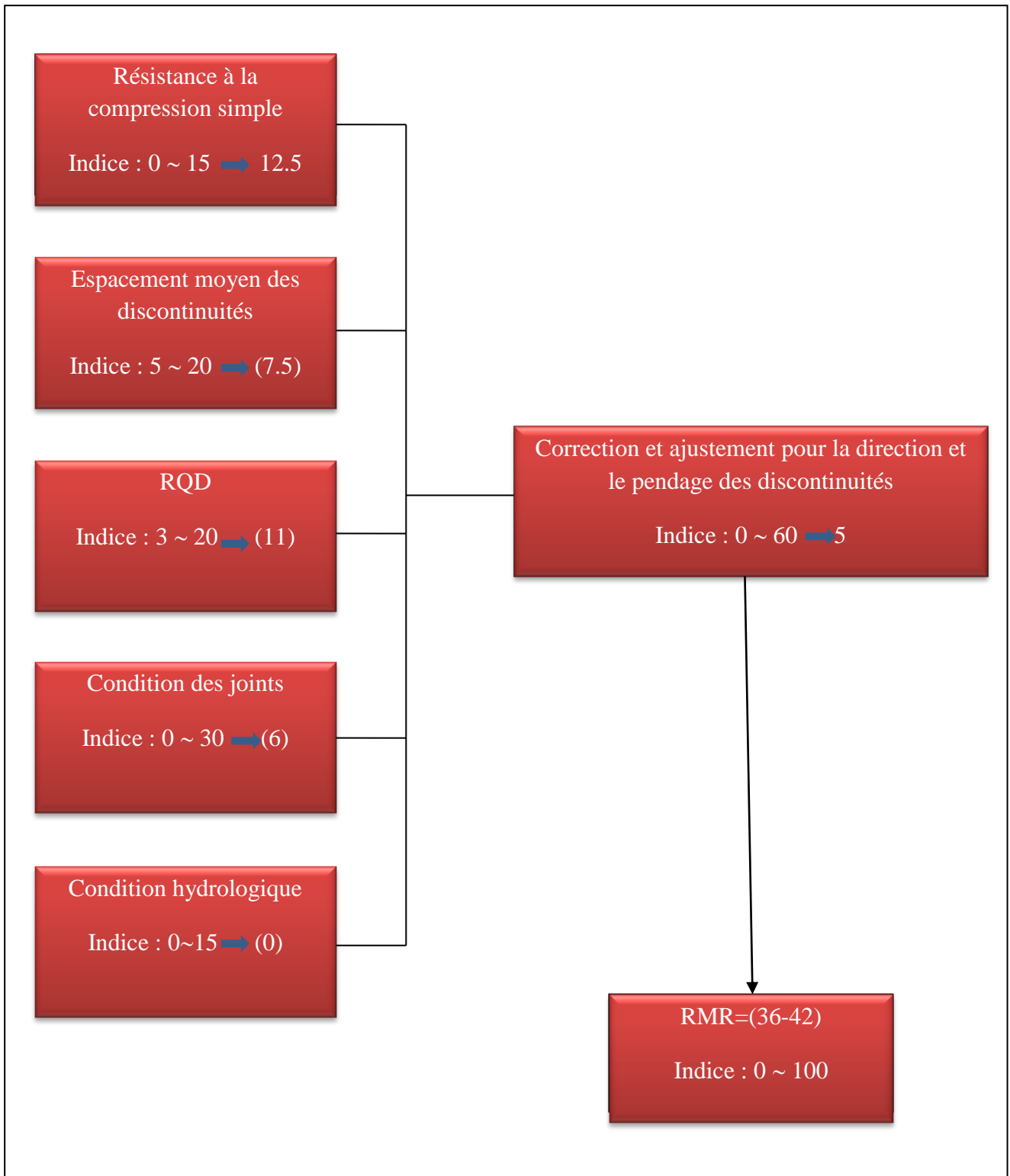


Fig 19 : Le schéma général de la classification de Bieniawski 89

CHAPITRE 03 : Etude géo-mécanique de château neuf (méthode de Bieniawski 89)

- Les résultats numériques de la méthode RMR :

$$\text{RMR}_{89} = A1 + A2 + A3 + A4 + A5 + B$$

$$\text{RMR}_{89} = 12.5 + 7.5 + 11 + 6 + 0 + 5$$

$$\text{RMR}_{89} = (36 - 42)$$

Conclusion : massif médiocre

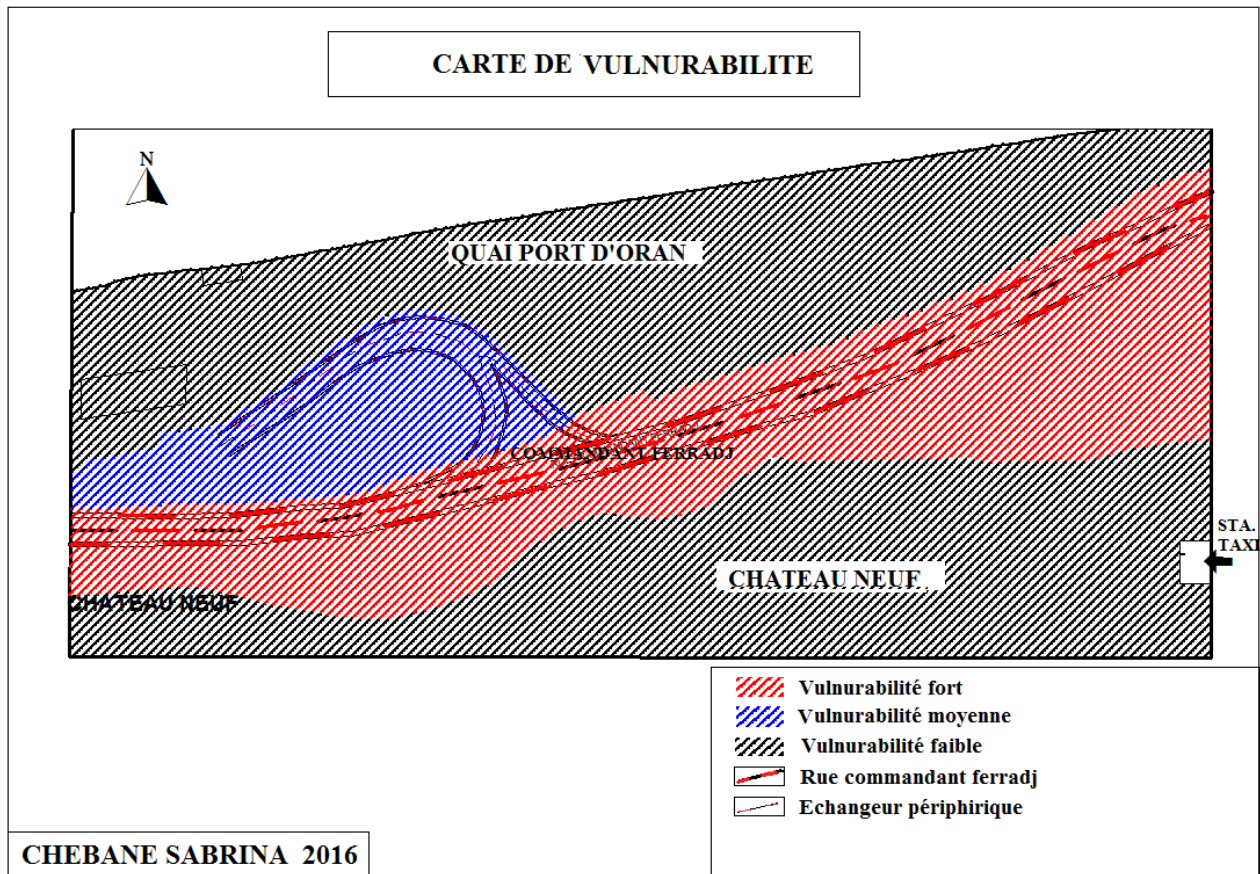


Fig 20 : carte de vulnérabilité

CHAPITRE 03 : Etude géo-mécanique de château neuf (méthode de Bieniawski 89)

CARTE de VULNERABILITE :

Risque=aléa * vulnérabilité

La vulnérabilité de l'instabilité de versants nord (château neuf) représente les degrés des dangers représentés par les couleurs à justifier ou fonction de plusieurs paramètres : (la densité des matériaux...)

-La couleur rouge vulnérabilité forte (RN 11 Commandant Ferradj)

-La couleur bleue vulnérabilité moyenne (échangeur périphérique)

-La couleur noire vulnérabilité faible (charge matériel sur le quai)

CHAPITRE 03 : Etude géo-mécanique de château neuf (méthode de Bieniawski 89)

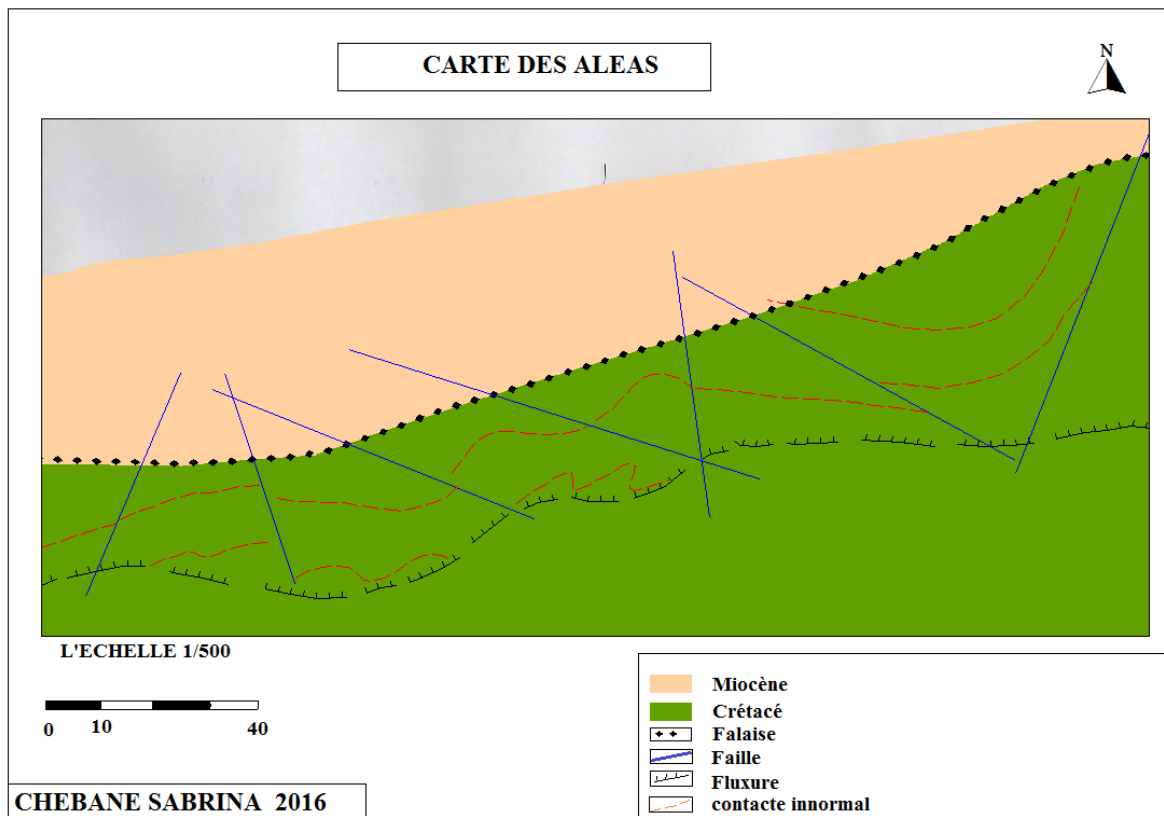


Fig 21 : carte des aléas

Interprétation de carte aléa : aléa de l'instabilité de versants nord (château neuf) représente les degrés des dangers représente par les élément structurant ,qui sont respectivement :

- la fracturation directionnelle
- la limite stratigraphique entre (Miocène, Crétacé).
- la falaise de châteaux neuf
- le quai : artificiel, la construction navale de quai de l'ancien port.

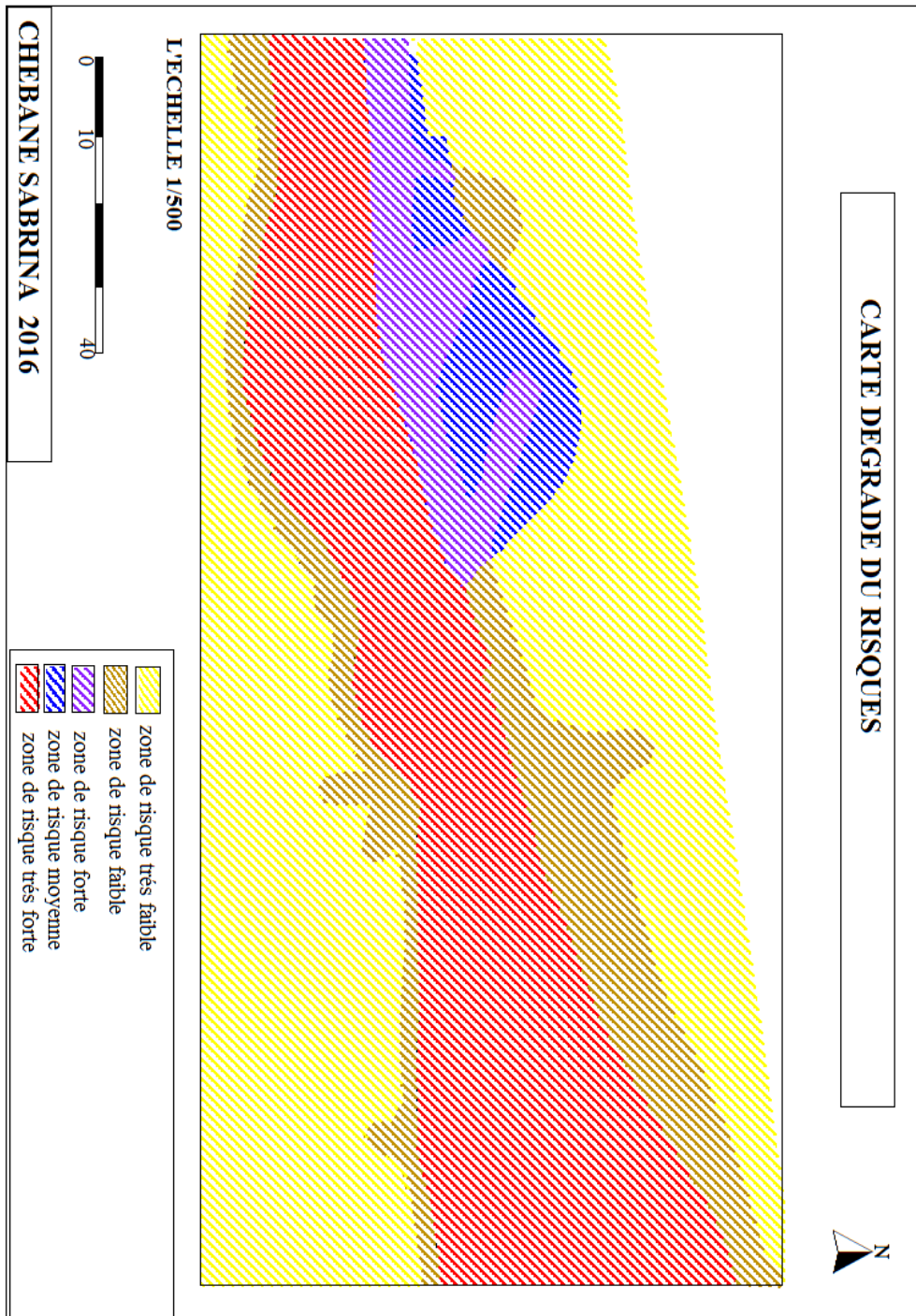


Fig 22 : carte des risques

CHAPITRE 03 : Etude géo-mécanique de château neuf (méthode de Bieniawski 89)

Qu'est-ce qu'un risque ?

Nous sommes tous y exposés, à des degrés divers. on les appelle aussi accidents ou catastrophes. Il peut s'agir de risques liés à la vie quotidienne (accident de la route, accident domestique), aux transports collectifs (déraillement...) ou encore aux conflits (guerre, terrorisme). Il existe également des risques d'origine naturelle (inondation, séisme...) ou technologique (rupture de barrage, incendie de bâtiments industriels...).

Seules ces deux dernières catégories font partie des risques majeurs.

Ces événements, d'origine naturelle ou technologique, constituent des **aléas**

et leur dangerosité dépend de leur intensité.

Si dans les zones où ils surviennent des enjeux humains, économiques ou patrimoniaux sont présents (habitations, entreprises, infrastructures), on peut définir un risque.

La figure 22 représente la carte des risques par différentes couleurs qui sont :

- La couleur jaune zone des risques très faibles.
- La couleur marron zone de risque faible.
- La couleur violet la zone de risque faible.
- La couleur bleu zone de risque moyenne.
- La couleur rouge la zone de risque très forte.

Conclusion

Le site d'auscultation se situe sur la frange maritime de la ville d'Oran, au droit de l'ancien port d'Oran (bassin Aucourt).

La géologie du site se caractérise par une série stratigraphique de deux formations Secondaire et tertiaire, représentée par des schistes et des quartzites (Murdjadjo) au Plio-Quaternaire généralement à composante argileuse, calcaire ou gréseuse.

Ce travail est basé sur plusieurs études géologiques et particulièrement les études géotechniques et structurales pour étudier la stabilité du versant Nord (château neuf).

L'étude structurale réalisée en fonction des paramètres morpho structuraux sont utiles dans la détection des contraintes tectoniques actives et leur orientation dans un système à 3 dimensions.

La prospection in situ au droit de la falaise nous a permis de mettre en évidence l'existence d'une déformation mixte cassante et souple.

La projection stéréographique des polaires de plans de stratification, le résultat obtenu se matérialise par une guirlande de forme excentrique.

-L'interprétation microtectonique de ce mécanisme focal ainsi réalisé offre de décider sur l'effet d'un cisaillement compressif d'un pli-conique .

L'exploration de la fracturation tectonique se réalise, au moyen de la prospection sismique trois profils (A,B,C) (Nadji 2010),

Le site retenu pour l'étude géophysique a permis de détecter plusieurs anomalies de terrain liées à la fracturation du site /MASSIF MIDIOCRE

L'objectif principal de l'étude géotechnique est d'évaluer les caractéristiques des sous-sols traversés par l'investigation géotectonique pour mieux qualifier l'homogénéité des terrains. Notant qu'on a utilisé la méthode de classement géo_mécanique dite :BIENIAWESKI (RMR), permettant de qualifier le massif rocheux « châteaux neuf » /Classe :Médiocre.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

BENABDELLAH M. (2011)- Mise en évidence des phénomènes dynamiques contrôlant le littoral oranais (de la Calère à la pointe de Canastel) : étape fondamentale pour une cartographie des risques géologiques. Thèse.Magister.univ.Oran.

BOUBTANA G et CHAMI N. (2015)- Relation fracturation-morphologie. Implications hydrogéologiques et environnementales. Cas des calcaires et des schistes des monts d'Arzew. (Wilaya d'Oran). Mém.master.univ.Oran.

ETUDE GEOTECHNIQUE D'URBANISATION (2002). Direction de l'urbanisme et de la construction de la wilaya d'Oran et LCT.

GADRI L. (2012)- Etude de la formation et de la rupture des massifs fissurés par la méthode des éléments finis. (Cas de la mine souterraine de Boukhadra). Thèse magister.univ.Annaba.

GOURINARD Y. (1958)- Recherches sur la géologie du littoral Oranais. Publ. Serv. Carte géol. Algérie, nouv. Sér.

GOURINARD Y. (1952)- Le littoral Oranais (mouvements verticaux et anomalies gravimétriques). Publ. XIX. Congr.Géol.Intern., Alger.

MACIEJ A. (2012)- Département des génies civil, géologique et des mines. Mem. Scien.App.Ecol.poly. Montréal.

MEGHRAOUI, Géologie des zones sismiques du nord de l'Algérie : Paléosismologie, tectonique active et synthèse sismotectonique.Thèse d'état.univ.Paris-11, 1988, 356p.

NADJI A. (2010)- Etude sismotectonique du littoral oranais- Contribution à l'aléa sismique,

THOMAS G. (1985)- Géodynamique d'un bassin intramontagneux, le bassin du Bas Chélif occidental (Algérie) durant le Mio-Plio-Quaternaire. Thèse.Doct.Es-Science, Univ.Pau.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

Tout d'abord A mes chers parents, pour tout ce qu'ils m'ont apporté, leur soutien et leur confiance.

A mes très chères frères

A mes très chères sœurs

A tous mes amis(e)s et mes collègue(e) chacun par son nom.

Enfin à tous qui me connaissent, je dédie ce travail de fin d'étude.

Théane sabrina

Remerciements

Avant tout je tiens à remercier ALLAH le tout puissant de m'avoir donné la force et la patience d'aller jusqu'au bout et de ramener ce présent travail à son point ultime.

Mes sincères remerciements s'adresse à ceux et celle qui ont contribué, chacun à sa façon à aplanir les difficultés et n'ont permis d'atteindre notre but.

je exprime mon profonde gratitude à Monsieur, MANSOUR Hamidi Professeur à l'Université d'Oran pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury.

Mes remerciements vont tout d'abord à mon encadreur, Monsieur NADJI Abdelmansour Maître de conférence à l'Université d'Oran, qui m'a proposé ce sujet. Qui il trouve en ces quelques mots toute mon reconnaissance et mon gratitude, pour son assistance, ces conseils et sa compréhension, son efficacité et sa disponibilité dans les moments de doute et d'incertitude au cours de ce travail. je salue son esprit critique et encouragements qui m'a permis de mener ce travail à terme.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à mon examinateur, Monsieur FOUKRACHE Mohamed Maître de conférence à l'Université d'Oran et qui a bien voulu examiner et critiquer ce travail.

Je remercie également les enseignants du département des Sciences de la Terre qui ont contribué à ma formation particulièrement les enseignements (RNG).

Je rends enfin de compte un vibrant hommage à :

- Mes collègues du master 2 RNG.
- Les membres administratifs et ceux de la bibliothèque du département des Sciences de la terre.

Et enfin, je remercie tous ceux qui ont participé, de près ou de loin, à l'élaboration de ce travail.

S. Chebane

Résumé :

L'étude d'instabilité du versant nord. (château neuf), a nécessité l'introduction de plusieurs versant de science de la terre, notamment :géologie la géographier....

L'étude structurale et géophysique ont permis de définir les paramètres morpho structuraux inhérents à l'instabilité de la falaise étudiée par la géo mécanique.

- L'analyse de la projection stéréographique basée sur l'interprétation microtectonique implique que la nature du plissement étudié est de type (plis conique).qui dérive d'un mécanique complexe

- Restitution des principales failles du site étudié par la méthode Dièdre droit (méthode de mécanismes focal), plus mécanisme de déformation

- Etude géotechnique réalisé par la méthode de Bieniawski (1989) à permet la classification des massifs rocheux comme étant massif médiocre.

- Essai d'évaluation d'Aléa et risque géologique de la zone étudié (l'ancien port d'Oran).

Liste des figures

Fig.1 : Situation géographique de l'Oranie

Fig.2 : Vue spatiale du Port d'Oran-Ouest avec la localisation du site prospecté (Source: Landsat4 /TM-1990).

Fig.3 : carte géologique de la région d'Oran (extrait de la carte géologique d'Oran au 1 50 000 ème DALLONI)

Fig.4 : Carte géologique de la ville d'Oran-Ouest (Extrait de la Carte de Gourinard 1958)

Fig.5 : formation de jurassique (photo haut) en contact anormal avec les cénozoïques (photo de bas : marnes vertes du miocène)au niveau du site de la Calère (port d'Oran) .

Fig.6: Diagramme de densité des polaires d'un pli conique affectant la falaise du Port d'Oran

Fig.7 : Diagramme des contraintes de la tectonique souple, affectant la falaise du Port d'Oran

Fig.8 : Diagramme de densité de la fracturation affectant la falaise du port d'Oran

Fig. 08-bis : Diagramme de densité de la fracturation affectant la falaise du port d'Oran

Fig.09 : Mécanisme focal

Fig.10 : carte de Localisation des profils sismiques

Fig.11 : courbe dromochronique (prf-A1)

Fig.12 : coupe géo sismique interprétée du profil (A1-A3)

Fig.13 : Ajustement pour l'état hydrologique du massif

Fig.14 : ajustement pour la longueur moyenne des discontinuités

Fig.15 : ajustement pour l'ouverture des discontinuités

Fig.16: valeur de l'indice d'espacement moyen des discontinuités. « L'équation a été obtenue par la régression linéaire »

Fig.17 : valeur de l'indice de Résistance à la compression simple. « L'équation a été obtenue par régression linéaire »

Fig.18 : valeur de l'indice de RQD. « L'équation a été obtenue par la régression linéaire »

Fig.19: le schéma général de la classification de Bieniawiski (1989)

Fig.20: carte de vulnérabilité

Fig.21: carte des aléas

Fig.22: carte des risques

Liste des tableaux

Tableau.01 : acquisition des données structurales de terrain à l'aide de la Boussole.

Tableau .02 : Données Géo-Sismiques [Prf A1]

Tableau 03 : Les classification du système RMR (Bieniawski 89)

Tableau 03-bis : Les classification du système RMR (Bieniawski 89)

Chapitre I: GENERALITES

Chapitre II : Contexte structural

CHAPITRE III : ETUDE GEO-MECANIQUE DE
CHATEAU NEUF (METHODE DE BIENIAWSKI89)

Table de matière

Chapitre I: GENERALITE

Introduction générale	1
1.Cadre géographique.....	2
1.1. <i>Cadre</i> géographique Général.....	2
1.2. Cadre géographique de site (château neuf).....	3
2. Cadre géologique.....	4
2.1. Cadre géologique régional.....	4
2.2. Cadre géologique de site prospecté.....	6
3. Cadre géo-structural.....	9
3.1. Ensemble du secondaire plissé et fracturé.....	9
3.2. Ensemble tertiaire tabulaire et sub-tabulaire.....	9

Chapitre II : Contexte structural

1-Etude structural.....	10
1.1. Tectonique souple.....	10
1.2. Tectonique cassante.....	12
2. L'analyse de la projection stéréographique	15
2.1.Restitution des principales failles du site étudié.....	15
2.2.Interprétation des résultats stéréographique.....	16
3.Interprétation des données d'investigation géophysique.....	17
3.1.Interprétation des données géo-sismique du profil A.....	19

Chapitre III : étude géo-mécanique de château neuf (méthode de Bieniawski 89)

1. méthode de classification des massifs rocheux.....	22
2. Définition de la RMR (classification de Bieniawski(89).....	23
3. Le schéma général de la classification de bieniawski 89.....	31
4. Les résultats numériques de la méthode RMR.....	32
5. La carte vulnérabilité.....	32
6. La carte des aléas	34
7. La carte dégrade du risque.....	35

Conclusion générale

Table de matière

Introduction Générale

Cette introduction définit l'objet de l'étude d'instabilité du versant marginal et structure pour préciser, certains paramètres liés à la classification géo mécanique des massifs rocheux.

Le thème de ce travail s'inscrit dans le cadre de préparation d'un master en risque naturel et gestion en étudiant l'instabilités d'une partie du littoral oranais et d'apporter une contribution de l'aléa tectonique ce modeste travail s'articule autour de trois chapitres ,intégré pour résoudre la question de structure tectonique :

- 1) Le premier chapitre de ce travail portera, sur les généralités, intégrant un aperçu la géographie de site étudié « les falaises du port d'Oran » fournissent de très bons affleurements de la plupart des formations géologiques de la région, les terrains secondaires affleurent largement au-dessus du vieux port (dans le quartier Welsfort, X=196.7,Y=272.9) et à la promenade de Létag (sous le château neuf X=197.5 Y =272.8) [GOURINARD]
- 2) Le deuxième chapitre, sera consacré à l'étude des paramètres morpho structuraux de la zone étudiée « le port d'Oran » , Dans ce contexte nous avons expliqué l'instabilité de la falaise étudiée. En précisant au moyen d'analyse microtectonique les contraintes tectoniques actives et leur orientation dans un système à 03 dimensions.
- 3) Le troisième chapitre, traitera la classification des massifs rocheux du site par la méthode de Bieniawski (89) et enfin la gestion de risque géologique par une carte de production d'aléa synthétique.