

# Table des matières

<b>Résumé</b> .....	18
<b>Introduction générale</b> .....	19
<b>Chapitre 1 :</b>	
<b>GENERALITES : HISTOIRE PALEOGEOGRAPHIQUE DE LA PROVINCE</b>	
<b>MEDITERRANEENNE</b> .....	21
1.1. Histoire géologique péri téthysienne.....	22
1.2. La cinématique des plaques (convergence Afrique – Eurasie).....	34
1.3. Structurale régionale.....	39
1.3.1. Cadre structural de la méditerranée occidentale .....	39
1.3.1.1. Le domaine saharien.....	39
1.3.1.2. Le domaine atlasique.....	39
1.3.1.3. Le domaine des Hautes Plaines steppiques.....	39
1.3.1.4. Le domaine tello-rifain.....	39
1.3.1.5. Le domaine occidental : La plaque Alboran et bloc rifain .....	40
1.3.1.6. Le couloir Nekor – Melilla.....	40
1.4. Cadre structural de la marge nord algérienne.....	43
1.4.1. Structure crustale .....	44
1.4.2. Structure lithosphérique.....	45
1.4.3. Structure mantellique .....	46
1.4.4. Mécanismes lithosphériques Influençant la déformation de la marge,.....	47
1.4.4.1. Carte des anomalies à l'air libre .....	47
1.4.4.2. Carte des anomalies isostatiques pour la marge algérienne.....	48
1.4.5. Modèle structural de la marge algérienne .....	48
<b>Chapitre 2 :</b>	
<b>CADRE STRUCTURAL DU LITTORAL ORANAIS</b> .....	51
2.1. Géologie régionale .....	52
2.1.1. Géologie des structures à terre .....	52
2.1.1.1. Cadre géologique général du littoral oranais .....	52
2.1.1.2. Cadre lithostratigraphique du littoral oranais.....	54
2.1.1.2.1. Les formations anté à synchro nappes .....	54
2.1.1.2.1.1. Paléozoïque.....	54
2.1.1.2.1.2. Secondaire.....	54
2.1.1.2.2. La couverture cénozoïque.....	55
2.1.1.2.2.1. Le Miocène.....	55
2.1.1.2.2.2. Le Pliocène.....	55
2.1.1.2.2.3. Le Quaternaire.....	55
2.1.1.3. Cadre géologique local.....	56
2.1.2. Géologie des structures en domaine marin.....	80
2.1.2.1. Stratigraphie du domaine marin.....	80
2.1.2.1.1. Plateau continental.....	80
2.1.2.1.2. Pente et plaine abyssale.....	80
2.1.2.1.3. Bassin profond algérien.....	84
2.1.2.1.4. Le socle.....	85
2.1.2.1.5. La pile stratigraphique.....	85
2.1.2.1.5.1. Un niveau infra-salifère.....	85
2.1.2.1.5.2. Un niveau évaporitique et salifère messinien.....	85
2.1.2.1.5.3. La pile sédimentaire plio-quaternaire.....	85
2.1.2.2. Les processus sédimentaires identifiés dans la zone d’Oran.....	86

2.1.3. Paléogéographie du littoral Oranais.....	88
2.1.3.1. Premier cycle (PI).....	88
2.1.3.1.1. Stade PIA.....	88
2.1.3.1.2. Stade paléogéographique PIB.....	89
2.1.3.2. Deuxième cycle (PII).....	90
2.1.3.2.1. Stade paléogéographique PII A.....	90
2.1.3.2.2. Stade paléogéographique PII B.....	92
2.2. Structurale locale.....	93
2.2.1. Structurale locale à terre.....	93
2.2.1.1. Morphostructures de soulèvement.....	93
2.2.1.1.1. Morphostructure du Murdjadjo.....	93
2.2.1.1.2. Morphostructure d'Arzew.....	98
2.2.1.2. Morphostructures d'enfoncement.....	100
2.2.1.2.1. Les plateaux d'Oran.....	100
2.2.1.2.2. La plaine des Andalouses.....	102
2.2.1.2.3. La dépression Mléta-Habra.....	104
2.2.1.3. Les accidents majeurs à terre.....	105
2.2.1.3.1. Direction N10°- N30° E.....	105
2.2.1.3.2. Direction N50°-N70° E.....	105
2.2.1.3.3. Direction E-W et N140°E.....	105
2.2.2. Structurale marine de la zone d'Oran.....	107
2.3. Relation entre les structures à terre et en mer.....	107
2.4. Conclusion.....	112
<b>Chapitre 3 :</b>	
TECTONIQUE & NEOTECTONIQUE.....	114
3.1. Cadre tectonique.....	115
3.1.1. Les phases tectoniques de l'Oranie.....	115
3.1.1.1. Phase Infra-Crétacée.....	115
3.1.1.2. Première phase alpine.....	115
3.1.1.3. Deuxième phase alpine.....	115
3.1.1.4. Transtension pendant le premier cycle sédimentaire poste nappe (Serravalien – Tortonien).....	115
3.1.1.5. Transpression au cours du deuxième cycles poste nappe (Tortonien supérieur- Messénien).....	115
3.1.1.6. Transtension au cours du Pliocène et Plio-Pléistocène inférieur.....	115
3.1.1.7. Transpression au cours du pléistocène moyen à l'actuel.....	116
3.1.2. Les marqueurs de la déformation.....	116
3.1.2.1. Les déformations à terre.....	116
3.1.2.1.1. Les principaux accidents.....	116
3.1.2.1.1.1. Accident de Kristel.....	116
3.1.2.1.1.2. Accident Ain Franin-Arbal.....	117
3.1.2.1.1.3. Accident de Ras El Ain - Château Neuf.....	117
3.1.2.1.1.4. Accident de Murdjadjo.....	117
3.1.2.1.1.5. La faille de Bousfer (F3).....	119
3.1.2.1.1.6. La faille de la Sebkha Nord (faille d'Oran) (F4).....	119
3.1.2.1.1.7. La faille de la Sebkha Sud (F5).....	120

3.1.2.1.2. Diaclases et fractures.....	122
3.1.2.1.2.1. Les Diaclases.....	132
3.1.2.1.2.1. Plissement local des couches.....	132
3.1.2.1.2.2. Près des failles normales (régime distensif).....	133
3.1.2.1.2.2. Les fractures cisailantes.....	134
3.1.2.2. Déformation en mer .....	135
3.1.2.2.1. La faille active offshore de Yusuf.....	136
3.1.2.2.2. La faille supposée active Offshore F1.....	136
3.2. Cadre microtectonique.....	138
3.2.1. Tectonique cassante.....	138
3.2.1.1. Site de Mers El Kébir (Djebel Santon).....	138
3.2.1.2. Site de la Calère d’Oran (Oran Ouest).....	139
3.2.1.3. Site de la Frange maritime Oran Est (Seddikia).....	140
3.2.1.4. Site de la Frange maritime Oran Est (Les Genets).....	142
3.2.1.5. Site d’Ain Franin (montagne des lions).....	143
3.2.1.6. Site de Kristel.....	145
3.2.1.6.1. Décrochement de Kristel.....	145
3.2.1.6.2. Les fibres de gypse des fentes de tension.....	147
3.2.1.7. Site du Ravin Blanc (carrière).....	148
3.2.1.8. Site Passerelle de l’Hôtel Sheraton.....	149
3.2.1.9. Les failles normales inventoriées le long de la frange maritime Est.....	150
3.2.1.10. Essai de synthèse structurale.....	152
3.2.2. Tectonique souple.....	157
3.3. Néotectonique en Oranie.....	160
3.4. Conclusion.....	167

**Chapitre 4 :**

SEISMOTECTONIQUE & ALEA SISMIQUE.....	170
4.1. Généralités.....	171
4.1.1. Séismicité historique de l’Algérie du Nord.....	171
4.1.2. Séismicité historique de l’Oranie.....	174
4.1.3. Séismicité instrumentale de l’Oranie.....	176
4.1.4. Caractéristiques de la séismicité.....	178
4.1.4.1. Séismicité actuelle de la région Ibéro-Maghrébine.....	178
4.1.4.2. Séismicité actuelle dans l’Oranie.....	184
4.2. Séismotectonique.....	188
4.2.1. Aperçu général.....	188
4.2.2. Séismotectonique régionale.....	188
4.2.2. 1. Mesta oranaise.....	188
4.2.2. 2. Zone Tellienne.....	188
4.2.2. 3. Moyen Atlas.....	189
4.2.2. 4. Zone rifaine.....	189
4.2.2. 5. Bassin algérien.....	189
4.2.2. 6. Zone Sub-Bétique – Baléares.....	189
4.2.2.7. Le couloir Nekor-Melilla.....	189
4.2.2.8. Sous plaque Alboran.....	189
4.2.3. Séismotectonique locale.....	190
4.2.3.1. Massifs côtiers et Tell méridional.....	191
4.2.3.2. Dépression Mleta-Habra.....	191

4.2.3.3. Bassin du Bas Chélif.....	191
4.2.3.4. Massif des Béni-Chougrane.....	191
4.2.3.5. Sillon sud tellien.....	191
4.2.3.6. Chaîne orientale des horsts.....	191
4.2.3.7. Bordure du bassin nord algérien.....	191
4.2.4. Conclusion.....	191
4.3. Aléa sismique.....	195
4.3.1. Aléa sismique de l'Algérie du Nord.....	195
4.3.1.1. Carte des intensités maximales observées.....	195
4.3.1.2. Carte des intensités maximales calculées (ICM).....	197
4.3.1.3. Paramètres du mouvement du sol en Algérie du Nord.....	198
4.3.2. Aléa sismique local.....	199
4.3.2.1. Approche probabiliste.....	199
4.3.2.2. Approche déterministe.....	201
4.3.3. Conclusion.....	202

## Chapitre 5

### LA MORPHOLOGIQUE ACTUELLE :

RESULTAT DE LA SYNERGIE NATURELLE.....	203
--	-----

5.1. Cadre morphologique de la région d'Oran à terre.....	204
5.1.1. Aperçu général.....	204
5.1.2. Pente et altitude des terrains.....	205
5.1.2.1. Indice des pentes.....	205
5.1.2.2. Altitude des terrains.....	206
5.2. Morphologie sous-marine de la marge algérienne.....	207
5.3. Mouvements de terrain.....	210
5.3.1. Instabilités à terre.....	210
5.3.1.1. Généralités sur les mouvements de terrain.....	210
5.3.1.2. Classification des causes des mouvements de terrain.....	211
5.3.1.2.1. Classification de Flageolet.....	211
5.3.1.2.2. Classification de Gervreau.....	212
5.3.1.3. Morphologie et dynamique des mouvements de terrain.....	213
5.3.1.3.1. Chutes, écroulements et basculements.....	214
5.3.1.3.2. Les glissements de terrain.....	216
5.3.1.3.2.1. Les glissements rotationnels.....	216
5.3.1.3.2.2. Les glissements plans ou translationnels.....	222
5.3.1.3.2.3. Les glissements quelconques.....	223
5.3.1.3.3. Les affaissements et effondrements.....	227
5.3.1.3.4. Le fluage.....	230
5.3.1.3.5. Les coulées et les avalanches (de débris, de boue, de blocs, de terre).....	230
5.3.1.4. Cinématique.....	233
5.3.1.4.1. Origine des glissements de terrain.....	233
5.3.1.4.1.1. La pesanteur.....	233
5.3.1.4.1.2. La loi de comportement du matériau susceptible de glisser.....	233
5.3.1.4.1.3. Les conditions aux limites.....	233

5.3.1.4.2. Genèse des glissements de terrain.....	234
5.3.1.4.2.1. Les facteurs de préparation.....	236
5.3.1.4.2.1.1. Facteurs géologiques.....	236
5.3.1.4.2.1.2. Facteurs géomorphologiques .....	241
5.3.1.4.2.1.3. Facteurs physiques .....	241
5.3.1.4.2.1.4. Facteurs anthropiques .....	243
5.3.1.4.2.2. Facteurs de prédisposition.....	243
5.3.1.4.2.3. Facteurs déclenchants.....	248
5.3.1.4.2.3.1. Rôle des secousses séismiques.....	248
5.3.1.4.2.3.2. Rôle de l'eau.....	249
5.3.1.5. Influence des hétérogénéités sur la localisation et la dimension des mouvements de terrain .....	251
5.3.2. Instabilités en mer.....	263
5.4. Evolution du littoral .....	264
5.5. Conclusion .....	266
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>268</b>

# Table des figures

Fig.1:Schéma tectonique général de la Méditerranée Occidentale (Domzig, 2006: d'après Alvarez-Marron, 1999, MediMap Group, 2005, et Gracia et al., 2006).

Fig.2:Enchaînement des événements du début du Mésozoïque à l'époque actuelle.

Abbréviations : CSM: Crise de Salinité Messinienne, calc-alc.: calco-alcalin.

Fig.3:Histoire géodynamique alpine : du rifting à l'ouverture océanique \_ Permo -Trias (d'après Marthaler, 2001).

Fig.4:Histoire géodynamique alpine : du rifting à l'ouverture océanique\_Jurassique (d'après Marthaler, 2001).

Fig.5:Evolution géodynamique - rifting au Lias inférieur - moyen (d'après Bouillin, 1986 ; Le Roy, 2004).

Fig.6:Reconstitution paléogéographique de l'histoire de la Méditerranée\_110 Ma (Dercourt et al., 1986).

Fig.7:Reconstitution paléogéographique de l'histoire de la Méditerranée\_80 Ma (Dercourt et al., 1986).

Fig.8:Reconstitution paléogéographique de l'histoire de la Méditerranée\_65 Ma (Dercourt et al., 1986).

Fig.9:Histoire géodynamique alpine : du rifting à l'ouverture océanique\_Eocène (d'après Marthaler, 2001).

Fig.10:Modèle cinématique de la structuration de la chaîne des Maghrébides, illustrant le scénario proposé sur une transversale allant de la marge des Baléares jusqu'à la Plateforme saharienne (Vergès et Sàbat, 1999 ; Frizon de Lamotte et al., 2000).

Fig.11:Reconstitution paléogéographique de l'histoire de la Méditerranée\_35 Ma (Dercourt et al., 1986).

Fig.12:Reconstitution paléogéographique de l'histoire de la Méditerranée\_20 Ma (Dercourt et al., 1986).

Fig.13:Reconstitution paléogéographique de l'histoire de la Méditerranée\_10 Ma (Dercourt et al., 1986).

Fig.14:Reconstitution paléogéographique de l'histoire de la Méditerranée\_ Actuel (Dercourt et al., 1986).

Fig.15:Carte de l'évolution paléo-tectonique Méditerranéenne (30 Ma), (Carminati et Doglioni, 2004).

Fig.16:Carte de l'évolution paléo-tectonique Méditerranéenne (Présent). (Carminati et Doglioni, 2004).

Fig.17:Configuration actuelle des plaques tectoniques Amérique du Nord, Amérique du Sud, Afrique et Eurasie ; les nombres sur les dorsales indiquent les vitesses relatives entre les plaques ; les chiffres entourés indiquent les vitesses dans un référentiel lié aux points chauds d'après Tarling [1982] et Trümpy [1985]; les chiffres dans les Alpes étaient ceux attendus avant que les mesures géodésiques ne débutent. D'après Mueller et Kahle, 1993.

Fig.18:Vitesse calculées par les modèles NUVEL1A et Model 1 dans les Maghrébides.

Fig.19:Zone de la limite de plaque Afrique-Europe en Méditerranée Occidentale, et quantité de déformation dans les zones sismiquement actives (en surbrillance) (Nocquet et Calais, 2004). Les flèches blanches indiquent le régime de contrainte et les flèches grises, la direction de mouvement par rapport à l'Europe stable.

Fig.20:Principaux régimes cinématiques et tectoniques de la limite de plaque Nubie-Eurasie (Serpelloni et al., sous presse). Les vitesses de déformation sont exprimées en mm/an.

Fig.21:Mouvements de l'Afrique par rapport à l'Eurasie le long de la limite de plaque en Atlantique oriental et en Méditerranée occidentale d'après des données GPS (McClusky et al., 2003). B.M: Bétiques, A.S: Mer d'Alboran, R.M: Rif, S.G: Détroit de Gibraltar, C.T: fosse de Calabre, T.B: bassin tyrrhénien.

Fig.22:Carte structurale de la Méditerranée occidentale (SOCOTEC, 1986)

Fig.23:Profil schématique Nord-Sud (Profil 1 sur la fig. 22) (D'après SOCOTEC, 1986)

Fig.24:Principales structures tectoniques actives en Méditerranée (Nocquet, 2002).

Fig.25:Carte de la profondeur du Moho (Panza, 1984).

Fig.26:Carte de l'épaisseur lithosphérique obtenue à partir de la dispersion des ondes sismiques de surface (Panza, 1984). Les chiffres en gras indiquent les vitesses des ondes S dans la lithosphère (inférieure et supérieure) ; les chiffres plus petits indiquent l'épaisseur de la lithosphère.

Fig.27:Coupe tomographique du manteau supérieur à travers le Massif Central, le bassin Algéro-Provençal et l'Atlas tellien (Spakman, 1990).

Fig.28 : Carte des anomalies à l'air libre de la marge algérienne à partir des données mondiales dérivées de l'altimétrie satellitaire et des données MARADJA 2003 (Domzig, 2006).

Fig.29:Carte des anomalies isostatiques le long de la marge algérienne (Domzig, 2006)

Fig.30:Modèle de densité utilisé par Domzig (2006) pour le calcul des anomalies isostatiques.

Fig.31:Schéma montrant la formation de failles néoformées par rapport à l'ancienne suture Zones Internes – Zones Externes à pendage vers la mer. Les nouvelles failles inverses sont supposées enracinées en profondeur sur une faille traversant toute la croûte et décalant le Moho (Domzig, 2006).

Fig.32:Carte géologique du nord de l'Afrique montrant les différentes unités géologiques (Wildi, 1983 ; Domzig *et al.*, 2006 ).

Fig.33 : Géologie au 1/50.000 du secteur d'étude (Extrait de Carte)

Fig.34:Formations du jurassique (photo du haut) en contact anormal avec le Cénozoïque (photo du bas : marnes vertes du miocène) au niveau du site de la Calère (Port d'Oran)

Fig.35:Plan d'implantation des sondages géotechniques réalisés par le LTPO (SOCOTEC, 1986)

Fig.36:Profile 1 de direction N-S (SOCOTEC, 1986)

Fig.37:Profile 2 de direction N-S (SOCOTEC, 1986)

Fig.38:Profile 3 de direction N-S (SOCOTEC, 1986)

Fig.39:Profile 4 de direction N-S (SOCOTEC, 1986)

Fig.40:Profile DD' de direction E-W (SOCOTEC, 1986)

Fig.41:Lumachelles pliocènes (Ravin Blanc)

Fig.42:Coupe géologique de Gambetta (Thomas, 1985)

Fig.43:Niveau à stratification alternativement parallèle et oblique surmontée par un sol rouge

Fig.44:Sable dunaire grésifié à stratification oblique scellé par une croûte calcaire.

Fig.45:Schéma du Ravin Blanc (A. Claire, 1958)

Fig.46:Surface d'érosion SP1 (site de la Carrière du Ravin Blanc)

Fig.47:Coupe géologique au niveau du lac de la carrière du Ravin Blanc (voir fig.45)

Fig.48:Marnes blanches du Miocène supérieur (Gauche: Aval du pont Zabana ; Droite: Tour de Zabana)

- Fig.49:Coupe géologique BB de direction N-S (Demena, 1944)
- Fig.50:Coupes géologiques des fondations de l'immeuble EGA du stade Ex. Turin à Oran (Clair, 1952)
- Fig.51:Affleurement d'un banc de grès dur au niveau du Pont de la route du Port
- Fig.52:Coupe géologique schématique des deux piles du pont sur le prolongement de la nouvelle route du port vers le Ravin Blanc à Oran. (Clair, 1959)
- Fig.56:Contact anormal "Miocène -Permotrias" (Montagne des Lions)
- Fig.57:Coupe géologique au niveau du petit port de Kristel (Thomas, 1985)
- Fig.58:Sondage de la raffinerie (X=228.650, Y=286.450)
- Fig.59:Le massif dunaire pléistocène moyen et supérieur ( ?) séparé en deux fois par le sol rouge (Bahia Center)
- Fig.60:Coupe géologique dans la région du port de Kristel (Thomas, 1985)
- Fig.61:Schéma montrant la répartition des sédiments sur le plateau continental algérien (Leclaire, 1970).
- Fig.62:Carte des contours bathymétriques montrant la localisation de carottes disponibles dans la zone d'Alger (Mercator, WGS 1984).
- Fig.63:Distribution des espèces de foraminifères planctoniques et interprétation hydrologique et climatique dans la carotte C4 - Géomède 1 (d'après Leclaire, 1970).
- Fig.64:Schéma montrant la stratigraphie du Quaternaire en Méditerranée Occidentale (d'après Leclaire, 1970).
- Fig.65: A : Plioquaternaire, B1 : évaporites supérieures, B2 : sel, B3 : évaporites inférieures, C : séries infrasalifères.
- Fig.66: Coupe sismique-réflexion - 6 traces montrant la stratigraphie sismique typique de la région. PQ: Plio-Quaternaire, UE: Evaporites supérieures, S: Sel Messinien, IM1 et IM2: Séries Infrasalifères, B:Socle (Polymède II)
- Fig.67:Carte des processus sédimentaires identifiés dans la zone d'Oran (Domzig, 2006).
- Fig.68:Paléogéographie du bassin du Bas Chéelif occidental, Cycle PI : stade initial A (Tabianien inférieur), (Thomas, 1985)
- Fig.69:Paléogéographie du bassin du Bas Chéelif occidental, Cycle PI : stade final B(Tabianien supérieur), (Thomas, 1985)
- Fig.70:Paléogéographie du bassin du Bas Chéelif occidental, Cycle PII : stade initial A (Plaisancien et Calabrien), (Thomas, 1985)
- Fig.71:Paléogéographie du bassin du Bas Chéelif occidental, Cycle PII : stade final B (Pléistocène inférieur), (Thomas, 1985)
- Fig.72:Extrait de la Carte géologique de la région d'Oran (SOCOTEC, 1986)
- Fig.73:Profile géologique 2A sur la fig.62, fossé de Mers El Kebir (SOCOTEC, 1986)
- Fig.74:Coupe géologique du Dj. Murdjadjo (d'après Joseph, 1987)
- Fig.75:Profile géologique 1 sur la fig.62, fossé d'Oran (SOCOTEC, 1986)
- Fig.76:Inclinaison des calcaires miocènes du Murdjado vers le SE (Sebkha d'Oran), carrière Kouchet el Djir



Fig.77:Profil géologique 2B sur la fig.62, fossé d'Oran (SOCOTEC, 1986)

Fig.78:Carte géologique de la région montrant la morphostructure d'Arzew (Fenet, 1974)

Fig.79:Formes plicatives et linéamentaires du plateau d'Oran déduites du MNT (pas de 50m) (Traits noirs discontinus : faille probable, losange : limite de la zone effondrée)

Fig.80:Image des pentes du Murdjadjo et de la plaine des Andalouses, IFTENE *et al.*

Fig.81:Graben de l'Oued Sidi Hammadi (NW de la plaine Bousfer-les Andalouses)

Fig.82:La dépression Mléta – Habra, MNT (pas de 50 m)

Fig.83:La trame structurale du bassin du Bas Chélif occidental (Thomas, 1985)

Fig.84:MNT ombré de la zone comportant des linéaments, au large de Mostaganem.  
a : localisation du profil Chirp en Figure86, b : localisation du profil 24-traces en fig. 87 (Domzig, 2006)

Fig.85:Extrait du profil Chirp 63 (localisation : Figure 75) (figure de Bernard Mercier de Lépinay, Geoazur Sophia-Antipolis). Exagération verticale : 50. Les traînées blanches ou noires sont des artéfacts (Domzig, 2006)

Fig.86:Profil (b sur Figure 85) sismique 24-traces n°65 à travers la paleo-zone transformante au large de Mostaganem. E.V. :6. En vert : évaporites supérieures, en bleu : sédiments plio-quadernaires, en rouge : socle acoustique (Domzig, 2006)

Fig.87:Schéma structural très simplifié de la mer d'Alboran et du bassin ouest algérien, Domzig, 2006 (modifié de Comas *et al.*, 1999, Masana *et al.*, 2004, Domzig *et al.*, 2006, et Gracia *et al.*,2006). La flèche indique la direction de convergence, avec la vitesse de convergence approximative à cette longitude.

Fig.88:Localisation de l'accident décrochant dextre de Kristel (Thomas, 1985)

Fig.89:Carte géologique de l'Oranie centrale . La légende donne des informations sur l'âge des formations et des structures (In Yelles-Chaouche *et al.* , 2004).

Fig.90: Accident du Murdjadjo, échelle de la carte 1/10.000, (modifiée d'après SOCOTEC, 1986)

Fig.91:Les accidents actifs de la région oranaise : (a) MNT, (b) structures actives.

Fig.92:Dénomination "géologique" des fractures en fonction de la cinématique.  
a) Diaclases (mouvement en ouverture uniquement) ; b) fractures cisailantes dilatantes (en plus du mouvement en ouverture on a un mouvement cisailant) ; c) bandes de cisaillement (mouvement principalement cisailant)

Fig.93:Les trois modes de propagation d'une fissure.

Fig.94:Principaux types de diaclases rencontrées à l'affleurement définis en fonction de leur persistance verticale (Bazalgette, 2004).

Fig.95:Fracture traversant plusieurs bancs.

Fig.96:Fractures limitées à l'épaisseur d'un banc (les 2 photos du haut sont situées au contrebas de Seddikia sur la route menant vers Takhira, la photo du bas a été prise au niveau chantier de Bahia Center)

Fig.97:Illustration schématique des relations géométriques et classifications des familles de diaclases observées en plan. a) Systématiques continues et orthogonales ; b) systématiques continues et non orthogonales ; c) Orthogonales, une continue systématique précoce, l'autre discontinue (intersection en T) secondaire ; d) une famille systématique précoce ; e) une famille systématique continue précoce, l'autre non orthogonale discontinue postérieure ; f) Deux familles orthogonales discontinues ; h) Deux familles discontinues non orthogonales.

Fig. 98 : les lignes blanches représentent une famille systématique continue et orthogonale se surimposant à une autre famille continue systématique précoce, les lignes discontinues (intersection en T) étant secondaires. Les lignes bleues sont des fractures obliques faisant partie d'un réseau systématique continu et non orthogonal.

Fig. 99: Station de la Calère, Port d'Oran

Fig. 100: Station du Ravin blanc, Nouvelle route du Port d'Oran

Fig. 101: Station du Sidi M'hamed.

Fig. 102: Station Contrebas des falaises de Canastel

Fig. 103: Dissolution des parois calcaréo-gréseuses.

Fig. 104: Diaclases au niveau des zones extradors et intradors d'un pli (près du pont Zabana)

Fig. 105: Fractures cisailantes affectant la dalle calabrienne à proximité de Sidi M'hamed.

Fig. 106: Fractures cisailantes conjuguées (flèches convergentes : Compression, flèches divergentes : extension) enregistrées par la dalle calabrienne (falaise d'Oran)

Fig. 107: Carte bathymétrique ombrée de la région d'Oran, avec les principales structures géologiques identifiées (dômes de sel, linéaments, failles en décrochement). Lignes noires épaisses : position des profils sismiques 6 traces et 24 traces (profils 2 et 1 respectivement) sommés et migrés en temps (exagération verticale = 4). En bas à droite : carte de pentes, calculée à partir du MNT à 50 m (la pente augmente du foncé au clair) (A. Domzig, 2006).

Fig. 108: a) Carte tectonique de la méditerranée occidentale b) Schéma interprétatif du profil 3S basé sur les données du forage 977 (M.C. Comas et al, 1999) VB = Acoustic basement (roches volcaniques).

Fig. 109: Trace des joints du site de Mers El Kebir (A. Tahri, 2003)

Fig. 110: Répartition du champ des contraintes triaxiales des discontinuités D3. Nadji et al (1996)

Fig. 111: Site de la Calère

Fig. 112: Répartition du champ des contraintes triaxiales des discontinuités D4 (Nadji et al., 1996)

Fig. 113: Plan de faille inverse senestre des Genets d'Oran (LTPO, 1995)

Fig. 114 : Répartition du champ des contraintes triaxiales des discontinuités D2 (Nadji *et al.*, 1996)

Fig. 115: a) plan de faille normale des Genets, b) striation verticale.

Fig. 116: Répartition du champ des contraintes triaxiales des discontinuités D2 (LTPO, 1995)

Fig. 117: a) Miroir de faille inverse senestre, b) stries verticales sur le bloc fixe (A. Tahri, 2003)

Fig. 118 : Répartition du champ des contraintes triaxiales des discontinuités D1 (Tahiri, 2003)

Fig. 119: Miroir de la faille décrochante dextre de Kristel (cartographiée par Thomas en 1985).

Fig. 120: a et b : Striation et ancrures à pitch horizontal, c : inclusions cisailées

Fig. 121: Le plan bissecteur est de  $163 \pm 10^\circ$  (Thomas, 1985).

Fig. 122: Les fibres de gypse des fentes de tension dans les formations du Miocène.

Fig. 123: Le plan bissecteur est de  $145 \pm 10^\circ$  (Thomas, 1985).

Fig. 124: Les failles affectants le Miocène supérieur - Pliocène basal (carrière du ravin Blanc)

Fig. 125: Répartition du champ des contraintes triaxiales ( carrière )

Fig.126:Failles inverses affectant les couches sablo gréseuses du Plio-Quaternaire

Fig. 127 : Répartition du champ des contraintes triaxiales hôtel Sheraton

Fig.128:Les plans des cinq (5) failles normales sectionnées et affectant les parois de la falaise d'Oran Est, les hachures représentent le plan de faille, la flèche noire la direction du déplacement du toit de la faille

Fig. 129: Répartition du champ des contraintes triaxiales failles normales

Fig. 130: Distribution spatiale du champ de contrainte le long du littoral d'Oran

Fig.131:La sédimentation joue un rôle lors de la tectonique polyphasée.[1] forte influence lorsque la sédimentation sur les structures réactivées est faible, (2) l'influence est plus diffuse si l'épaisseur des sédiments augmente ou si les roches sont compétentes ;(3) l'influence disparaît au dessus d'un niveau de décollement.

Fig.132:Origine cinématique des failles de croissance

Fig.133:Pli des Genets, LTPO (1995).

Fig.134:Pli conique. Photo supérieure (LTPO, 1995), la photo inférieure (2007)

Fig.135:Les deux sortes de dispositions périclinales :a= terminaison conique d'une antiforme; b = ennoiement d'une antiforme cylindrique, sous la surface du sol, ici horizontale (H).

Fig.136:Canevas de Schmidt (LTPO, 1995)

Fig.137:Ondulations affectant les formations plioquaternaires

Fig.138:Schéma explicatif montrant le jeu différentiel des horsts du socle de la ride littorale (Joseph, 1979)

Fig.139:Carte de la fracturation déduite à partir du chevelu hydrographique parcourant le massif du Murdjadjo

Fig.140:Carte de la fracturation déduite à partir du chevelu hydrographique du plateau d'Oran

Fig. 141 : Les traits discontinus représentent des plans de failles probables (les falaises du Ravin Blanc avant les travaux d'aménagement, 1870). Entre les deux plans, un petit glissement est visible (flèche : sens du mouvement).

Fig.142:Carte de la fracturation déduite à partir du chevelu hydrographique parcourant le massif d'Arzew

Fig.143:Carte des sous bassins versants hydrologiques du plateau d'Oran

Fig.143 bis : superposition de la carte structurale sur la piézométrie du plateau d'Oran

Fig.144:Extrait de la carte isoséiste du séisme du 09/10/1790 (Ambraseys, 1982)

Fig.145:Extrait de la carte isoséiste du séisme du 12/12/1959 (Benhallou et Roussel, 1971)

Fig.146:Localisation des stations sismiques dans la région Ibéro - Maghrébine

Fig.147:Statistique sur des données de la région d'Oran 1920-1993 (CRAAG).

Fig.148:Sismicité de la région ibéro maghrébine (ME2i, GEOMATRIX Consultants Inc et Tti Production, 2003).

Fig.149:Activité sismique intermédiaire ( $30 < h < 150$  km) pour la région Ibéro-Maghrébine. La période représentée est 1965-1985 et les magnitudes  $>3.5$ , (Buforn et al, 1994). C = Cadiz; M = Malaga; Gr = Granada (Instituto Geográfico Nacional, Seismicity Data File, Spain),

Fig.150:Coupe transversale verticale de la surface jusqu'à 150 km correspondant au profile AA' de la Fig. 149 (Instituto Geografico Nacional, Seismicity Data File, Spain), (Buforn et al, 1994).

Fig.151:Coupe transversale verticale de la surface jusqu'à 150 km correspondant au profile BB" de la Fig. 149 (Instituto Geografico Nacional, Seismicity Data File, Spain), (Buforn et al, 1994).

Fig.152:Solution des plans de failles des séismes de la région Ibéro -Maghrébine. (Buforn et al, 1994). Les numéros se réfèrent aux séismes. Les diagrammes représentent les hémisphères sud de la sphère focale avec des cadrans assombris pour la compression et blancs pour les dilatations.

Fig.153:Mécanismes au foyer des principaux séismes instrumentaux du Maghreb (ANSS, NEIC, CRAAG)

Fig.154:Carte de localisation du séisme d'Oran du 06/06/2008

Fig.155:Glissement déclenché par le séisme d'Oran du 06/06/2008, au contrebas de Canastel

Fig.156:Carte de localisation du séisme d'Oran du 24/07/2008

Fig.157:Solution du plan de faille du séisme 06/06/2008 (IGN, 2008).

Fig.158:Carte séismotectonique de la Méditerranée occidentale, SOCOTEC (1985).

Fig.159:Carte séismotectonique locale (Echelle de la carte 1/1.000.000), SOCOTEC EXPORT (1985).

Fig.160:Carte des intensités maximales observées (Roussel, 1973).

Fig.161:Carte des Intensités Maximales Observées (modifiée par Bezzeghoud et al., 1996).

Fig.162:Carte des Intensités Maximales Calculées (IMC), (Boughacha et al 2000)

Fig.163:Carte d'aléa sismique (CRAAG) produite avant le séisme de Boumerdès.

Résultat obtenu en terme de PGA avec 10% de probabilités de dépassement en 50 an (période de retour de 475 ans), P.G.A. : « Peak ground acceleration ».

Fig.164:Carte d'aléa sismique pour la période de retour T=50 ans

Fig.165:Carte d'aléa sismique pour la période de retour T= 200 ans

Fig.166:Carte d'aléa sismique pour la période de retour T= 500 ans

Fig.167:Carte morphologique de l'Algérie.

Fig.168: Carte des pentes de la Wilaya d'Oran

Fig.169: MNT tiré de la carte topographique d'Oran à l'échelle 1/50.000

Fig. 170: Bathymétrie ombrée (résolution du DEM : 50 m ) avec courbes (toute les 400 m)de la zone dOran (Domzig, 2006).

Fig.171: La carte des gradients de pente pour la zone d'Oran. Les valeurs sont en degré (Domzig, 2006).

Fig.172:Chutes de blocs

Fig.173:Ecroulement d'un pan rocheux en formation (près de Fernand ville).

Fig.174:Début d'écroulement d'un pan rocheux (voisinage de la pointe Canastel).

Fig.175:Modèle idéalisé d'un slump montrant la variété et la distribution de différentes structures de déformation interne (Martinsen, 1989).

Fig.176:Structure de déformation interne (faille inverse tardive). Flèche noire épaisse : sens du mouvement de terrain

Fig.177: Glissements rotationnels (failles listriques) au contrebas de la mutuelle Canastel

Fig.178 : Glissement et chute de blocs (cercle : tributaires à l'amont du glissement, flèche noire:sens du mouvement)

Fig.179:Un mouvement de terrain complexe de grande taille près d'Ain Franin

Fig.180:Glissement rotationnel d'Ain Franin (les rides d'extension menacent des habitations)

Fig.181:Glissement secondaire fossile (stabilisé)

Fig.182:Glissement rotationnel près d'Ain Franin avec nid d'arrachement (Son déclenchement pourrait être lié au décrochement Arbal-Ain Franin)

Trait en pointillé (blanc) : limites du glissement, Trait noir discontinu: ride d'extension

Fig.183:Rides d'extension plurimétriques au contrebas de la batterie de Canastel

Fig.184:Modèle de la désintégration initiale des sédiments montrant l'apparition de rides d'extension (Laberg et Vorren, 2000).

Fig.185:Glissement plan au niveau de la Pointe de Canastel

Fig.186:Glissements quelconques au contrebas de l'agglomération de Canastel (glissements et glissements secondaires, glissements actifs et inactifs)

Fig.187:Glissements quelconques au N de Canastel (près de la pointe de Canastel) (Glissements et glissements secondaires actifs et inactifs)

Fig.188:Glissement au contrebas du Bahia Center

Fig.189:Glissement au contrebas du palais de Justice d'Es Seddikia

Fig.190:Glissement près des Genets

Fig.191:Glissements quelconques à coté du premier canal des eaux usées sur la frange

Fig.192:Glissement déclenché par l'activité anthropique (extraction du sable)

Fig.193:Glissement quelconque près des Genets

Fig.194:Glissements déclenchés par l'activité anthropique (ex. sablière des Genets)

Fig.195:Affaissements

Fig.196:Effondrement au niveau du rivage (près des Genets).

Fig.197:Carte des zones anomaliques, LTPO (1995)

Fig.198:Fluage des marnes miocènes à la Calère (pêcherie d'Oran)

Fig.199:Ecoulement de boue

Fig.200:Coulée de débris et de blocs.

- Fig.201:Coulées de boues et de débris imbriquées les unes sur les autres
- Fig.202:Coulées de débris et de terre le long du chemin menant aux Genets.
- Fig.203:Coulées de débris, de boue et de terre.
- Fig.204:Coulées de débris, de boue et de blocs au contrebas de Sidi M'Hamed (à l'Est du port d'Oran)
- Fig.205:Débris et blocs.
- Fig.206:Coulée de sable (Pliocène) au contrebas du front de mer de Canastel
- Fig.207:Genèse d'un glissement de terrain par un graphique montrant les vitesses de déplacement du versant en fonction du temps (In pollet, 2004)
- Fig.208:Essai de cisaillement à court terme (non drainé et non consolidé)
- Fig.209:Essai à l'Oedomètre
- Fig.210:Carte piézométrique de la région d'Oran (Joseph, 1979 )
- Fig.211:Effets de l'érosion torrentielle sur la morphologie du sol (accentuation de la pente, escarpement, ravinement régressif...)
- Fig.212:Evolution des pluies- station d'Oran - série 1905-2005 (ANRH)
- Fig.213:Suppressions partielles de la butée en pied de talus ( cercle noir : zone d'excavation de sables et grés)
- Fig.214:Coupe géo-électrique AA' de direction W-E
- Fig.215:Coupe géo-électrique BB' de direction W-E
- Fig.216:Coupe géo-électrique CC' de direction W-E
- Fig.217:Schéma structural (minute) de la frange maritime Est, projet -1ere tranche ( LTPO, 1995).
- Fig.218:Glissement de terrain déclenché par le séisme d'Oran du 06/06/2008 (Mw=5.6)
- Fig.219:Modification de la contrainte intergranulaire (Desvarreux, 1970).
- Fig.220:Développement d'une déstabilisation profonde, selon Feda (1973), a – fentes de tension, b- plans de cisaillement, c- zone de cisaillement avec comportement contractant.
- Fig.221:Expérience 1. Modèle avec parties homogènes,  $g_m = 500 \text{ m/s}^2$ . a) Résultat expérimental, b) coupe verticale du modèle (Bashmann, 2006).
- Fig.222:Expérience 2. a) expérience avec des failles préexistantes (lignes discontinues) traversant tout le modèle de la surface à la base et plongeant avec un angle  $\alpha = 60^\circ$  et  $\sigma_c = 4500 \text{ Pa}$  (Bashmann, 2006), b) expérience avec des failles préexistantes (ligne discontinue) traversant entièrement le modèle de la surface à la base et plongeant avec un angle  $\alpha = 30^\circ$  et  $\sigma_c = 5300 \text{ Pa}$ . (Bashmann, 2006)
- Fig.223:Expérience 3,  $\sigma_c = 4000 \text{ Pa}$ . Modèle avec une zone faible superficielle localement plane, circulaire et parallèle à la surface de pente. (b) Après 100 pas d' accélération (Bashmann, 2006)
- Fig.224:Expérience 2. Modèles avec des failles préexistences de grande échelle (Bashmann, 2006), Les fractures sont perpendiculaire à la surface de pente et recoupent la surface de pente avec différentes orientations : a) Plongement des fractures parallèle à la pente, b) Fractures horizontales, c) Fractures obliques.

Fig.225:Expérience 4. Modèle contenant à la fois une zone de faiblesse locale subparallèle à la surface de pente et des fractures différemment orientées perpendiculaires à la pente,  $g_m = 250 \text{ m/s}^2$  (Bashmann, 2006) . a) Fractures avec des traces de surfaces horizontales, b) Fractures verticales, c) Fractures obliques.

Fig.226:Failles hypothétiques déduites de l'analyse de la forme des masses glissées (Au contrebas de Canastel)  
Trait noir : failles subverticales N90° à 100°E

Fig.227:Failles hypothétiques déduites de l'analyse de la forme des masses glissées (SW de la pointe Canastel),  
Trait en tiré blanc : failles N80 à N90°E, Trait en tiré noir : failles N110 à N140°E

Fig.228:Failles hypothétiques déduites de l'analyse de la forme des masses glissées ( Partie Ouest d'Ain Franin),  
Direction des failles : N80 à N90°E et N140° à N145°E

Fig.229:Failles hypothétiques déduites de l'analyse de la forme des masses glissées (Région d'Ain Franin),  
Directions des failles : N40 à N50°E et N140 à N140°E

Fig.230:Expérience 24 : Coupe verticale d'un modèle fracturé composé de deux couches d'épaisseur différentes : 1cm (a) et 2cm (b). Le couplage entre les couches est maximal  $\sigma_1 = 1,5 \text{ MPa}$ ;  $\sigma_3 = 0,43 \text{ MPa}$ ;  $\delta d = 1,36 \text{ mm}$  (C. Jorand, 2007)

Fig.231 – Expérience 27 : Coupe verticale des modèles fracturés :  $H = 1 \text{ cm}$ .  $\sigma_1 = 1,5 \text{ MPa}$ ;  $\sigma_2 = 0,55 \text{ MPa}$ ;  $\sigma_3 = \text{const} = 0,45 \text{ MPa}$ . (a)  $\delta d = 0,32 \text{ mm}$ ; (b)  $\delta d = 0,78 \text{ mm}$ ; (c)  $\delta d = 1,36 \text{ mm}$ .

Fig.232:Carte de localisation des dépôts provenant des mouvements de masse récents sur la marge algérienne (Domzig, 2006). Données pour la région d'Alger: Gaullieret al., 2004.

Fig.233:Schéma montrant la propagation des surfaces de rupture (Torres, 1995 ; Mulder et Cochonat, 1996).

Fig.234:Propagation des surfaces de rupture au niveau de la frange maritime d'Oran.

## Liste des tableaux

Tableau n°1:Mesures microtectoniques relatives à la région d'Oran.

Tableau n°2:Séismicité historique (CRAAG, Roussel, Ambrasey,...)

Tableau n°3:Principaux séismes historiques de l'Oranie ( $I \geq VII$ )

Tableau n°4:Coordonnées Hypocentrales des séismes de la région Ibéro-Maghrébine.

Tableau n°5:évaluation déterministe de l'accélération horizontale maximale (g) :

Tableau n°6:Les surfaces de séparation avec le substratum (Millies-lacroix, 1981)

Tableau n°7:Tableau des causes directes de mouvements de versant (Flageolet, 1989).

Tableau n°8:Causes de rupture de glissements de terrain (Gervreau, 1991).

Tableau n°9:Vitesses des mouvements de terrain (Varnes, 1978 et Crozier, 1986).

ER: extrêmement rapide, TR: très rapide, R: rapide, M: modéré, L: lent, TL: très lent, EL: extrêmement lent.

Tableau n°10 : Analyse physicochimique des eaux souterraines de la frange maritime d'Oran

Tableau 11:Causes d'initiation des glissements gravitaires (Hampton et al., 1996).