

# Conclusion générale

## Conclusion générale

L'histoire géologique de la méditerranée occidentale montre que le Nord de l'Algérie évolue, depuis la fin du Miocène, dans une phase post-collisionnelle caractérisée par un régime de déformation dominé par la rotation antihoraire de l'Afrique par rapport à l'Eurasie.

Les anomalies à l'air libre maximum observées en pied de pente ou sur les reliefs à terre ne sont pas supérieures à 120 mGals en valeur absolue. Les monts de Murdjadjo et d'Arzew, soulignés par de fortes anomalies isostatiques positives (entre 0 et +50 mGal), ne sont pas encore à l'équilibre isostatique. La surrection de ces monts est, donc, provoquée par le déséquilibre isostatique et leurs pulsations ne sont, au fait, qu'un simple réajustement isostatique. L'ampleur des mouvements verticaux est d'autant plus importante que l'épaisseur du Néogène est plus faible. Ces valeurs sont faibles par rapport à celles des marges en subduction qui peuvent présenter, au niveau de la fosse ou de l'arc, des anomalies supérieures à 200 mGal en valeur absolue. Un modèle avec zone de subduction au niveau de la marge nord africaine n'est pas valide. La marge algérienne, encore loin d'un stade de subduction « établi », serait en phase d'une réactivation d'une marge passive.

Des Monts d'Arzew à l'Est jusqu'à Mers El Kebir à l'Ouest, la bordure côtière se caractérise par une pente légère dirigée vers la Méditerranée. Au Nord de la bande littorale, située entre la Ville d'Oran et Canastel, nous avons un front de mer à pente abrupte avec localement des falaises. Ces dernières sont faites de marnes miocènes surmontées de bancs grésocalcaires du Plio-Quaternaire. Les éboulis, quant à eux, forment la pente qui relie le bord du plateau au rivage. Extrêmement plastique et souple dans son ensemble, le matériel néogène glisse, se lamine, se boudine et s'entasse sur lui-même ; il ne joue qu'un rôle passif car il est incapable de transmettre réellement les poussées. Cet état de fait laisse croire que ce matériel n'a cessé d'être l'objet de phénomènes de glissements, particulièrement au cours du Miocène inférieur.

Le domaine marin se caractérise par un socle surmonté par une pile stratigraphique qui débute par un niveau infra-salifère (vitesses de 3.5 à 5.5 km/s) attribué aux Tortonien à Langhien (Miocène supérieur), et un niveau évaporitique et salifère messinien (vitesses variant de 3.7 à 4.5 km/s). Ces niveaux sont surmontés par la pile sédimentaire plio-quaternaire (2 km/s en moyenne) qui représente le niveau le plus superficiel du remplissage sédimentaire. Les taux de sédimentation sur la marge algérienne, seraient comprises entre 0.03 et 1 mm/an. En pied de pente, les sédiments plio-quaternaires peuvent atteindre 2 km d'épaisseur sans toutefois présenter des signes d'intense déformation confirmant par là l'inexistence d'un prisme d'accrétion.

L'étude de l'interaction entre les processus sédimentaires, la tectonique et la sismicité au large d'Oran a permis d'identifier des processus hydrodynamiques (courants turbiditiques) et une série de faille en décrochement WNW- ESE au voisinage du canyon "des moules" au Nord des îles Habibas. Au Nord d'Oran, au niveau des canyons actifs, des sédiments largement dérangés existent suggérant une forte influence des courants turbiditiques qui remobilisent les sédiments.

Le pied de pente de la marge algérienne serait, en théorie, un lieu plus favorable pour le développement de failles et la formation de structures compressives. Cependant, dans la réalité, les chevauchements au pied de la marge d'Oran - Mostaganem, sont absents.

Cette absence serait liée à la présence, le long de la pente, de l'ancienne marge transformante dont la verticalité est peu propice à une réactivation en faille inverse. Elle n'est, actuellement, pas active. La déformation se retrouve accommodée à terre par les nombreux plis NE-SW de la région oranaise. Entre Oran et Arzew, nous avons une structure en fleur active, probablement reliée (en échelon) à la faille de Yusuf qui est une faille décrochante dextre. Le rôle joué par la ride de Yusuf dans l'évolution tectonique de la région d'Oran n'est pas encore bien compris. Elle pourrait probablement transférer la déformation directement dans le Tell, puisqu'une prolongation de ce décrochement a été cartographiée à terre entre Oran et Arzew .

Dans cette partie de l'Algérie du Nord, le régime des contraintes n'est, donc, plus compressif du moment que la composante décrochante du rapprochement Afrique - Europe devient plus importante.

Les décrochements dextres dans les directions ESE-WNW, et sénestres dans les directions SW-NE, sont en harmonie avec le champ des contraintes actuelles. Les directions de ces décrochements confirmeraient la migration du bassin Est-Alboran vers le N-E et le S-E. Les structures décrochantes actuellement actives ne sont présentes qu'à l'Ouest d'Oran. Les mécanismes au foyer des séismes purement décrochants semblent très minoritaires dans les catalogues relevant de USGS, Harvard, IGN, ... etc., et jamais associés à d'importants séismes. Il apparaît, donc, que ces failles n'ont, aujourd'hui, aucune activité nette.

De ce fait, le long de la marge algérienne, les mécanismes au foyer en compression et la présence de chevauchements à terre à proximité des côtes sont les indices de réactivation de la marge en compression. Seules les structures sous-marines faillées SW-NE semblent être actives dans le champ des contraintes actuel tandis que les structures NW-SE ne le sont pas apparemment.

Du moment que la marge algérienne est située au niveau d'une suture d'une ancienne subduction à pendage nord et que les chevauchements néo-formés ont un pendage sud, ceci suggérerait une initiation de subduction avec inversion de polarité.

En domaine terrestre, il résulte de l'ensemble des événements tectoniques qui ont agencé l'oranie, du Mésozoïque au Néogène, un alignement général des reliefs (axes des plis et des chevauchements) dans les directions E-W et NE-SW. En effet, le relief enregistre plusieurs formes plicatives. Parmi les synclinaux, nous avons les aires occupées respectivement par le lac Télamine et les salines d'Arzew. Les formes anticlinales sont représentées par le Djebel Murdjadjo, le Djebel Orousse, le Djebel Debbi et l'anticlinal s'allongeant parallèlement au Djebel Debbi, entre le Djebel Djira et Port aux poules. L'orientation de leurs axes dans la direction d'E-W et du NE-SW indique que la compression, dirigée perpendiculairement à la position des plans axiaux des structures en question, a une direction N-S à NW-SE.

Ces reliefs sont généralement recoupés par des accidents de différentes directions (le décrochement de Kristel, l'accident d'Ain Franin-Arbal, l'accident de Ras El Ain - Château Neuf, l'accident de Murdjadjo, la faille de Bousfer (F3), la faille de la Sebkha Nord (F4) et la faille de la Sebkha Sud (F5). Parmi ces derniers, ceux de Kristel, du Murdjadjo et d'Oran (F4) sont des accidents actifs capables, en cas de séisme, de menacer toute la région d'Oran. Ils constituent, par leurs caractéristiques structurales, des paramètres inéluctables pour toute étude d'aléa sismique.

En général, les fractures affichent une direction principale de N50°E qui pourrait remonter jusqu'au Miocène en passant par le Plio-Quaternaire.

Parmi les fractures, les diaclases tectoniques sont les plus courantes au niveau du plateau de la frange maritime. Au niveau des formations calcaréo-gréseuses du Quaternaire, les diaclases présentent une direction principale Nord-Sud qui est apparemment celle du réseau le plus récent. Ces fractures en mode I, ayant habituellement pour origine le plissement local des couches et le régime distensif, s'organisent en deux (2) types de réseau de familles "systématiques" :

- Les réseaux orthogonaux qui se forment entre les fractures de directions ([N10°-N20°] et [N110°-N120°]).
- Les réseaux conjugués formés par les fractures ([N0°] et [N60°])

Les réseaux orthogonaux sont présents principalement au sein des strates tabulaires ou monoclinales, alors que les réseaux "conjugués" semblent apparaître lorsqu'il intervient un plissement des couches, se surimposant quelquefois à des réseaux orthogonaux préexistants.

Les directions N20°-35° et N140°-160° correspondent à des microfailles organisées en système conjugué. La première direction (N20°-35°) est attribuée à des failles inverses décrochantes senestres. La direction N70°-80° se rattacherait à des décrochements dextres. La direction N140°-160° correspondrait à des failles normales décrochantes dextres. Les directions N60°-N80°E, rencontrées aux niveaux des stations de la Calère (Port d'Oran) et du Ravin blanc (nouvelle route du Port d'Oran), peuvent remonter respectivement au Serravalien-Tortonien et le Pléistocène moyen-Actuel.

Sur le plan microtectonique, les mesures relatives à la tectonique cassante effectuées entre Mers el Kébir et Kristel montrent que le champ de contraintes est de **N148°E±30°** ce qui explique la diversité des directions de raccourcissement ( $\sigma_1$ ) relative aux phases compressives pliocènes et plio-pléistocènes. Il semble que la région a enregistré les effets d'une tectonique polyphasée. La direction ( $\sigma_1$ ) est proche de NE-SW lorsque la déformation est décrochante distensive (des déformations distensives NW-SE ont été identifiées à une échelle locale au niveau des formations du Miocène terminal et Plio-Quaternaire); elle est voisine de NW-SE lorsque la déformation est décrochante compressive.

La phase distensive dévoilée au niveau des falaises d'Oran Est pourrait correspondre, entre autres, à la présence, à ce niveau ou en mer non loin de la côte, d'une charnière de pli forcé de longueur d'onde pluridécamétriques qui s'est formée à l'aplomb d'une faille sous-jacente (faille inverse ou normale). L'accentuation de cette courbure est accommodée par l'ouverture de la fracturation de fond et par le rejet sur des plans de glissement incurvés issus de la coalescence de certaines de ces fractures de fond favorablement alignées.

La tectonique souple observée, le long de la frange maritime Est, aurait été formé par des contraintes de direction compressive NE-SW alors que les ondulations post - Pliocène inférieur ont été formées par des contraintes compressives NW-SE. Ces déformations, sans relation nette avec le soulèvement des falaises, confirment encore une fois que la contrainte principale est majoritairement compressive. Sa direction, qui varie légèrement de NNW-SSE à NW-SE, est aussi celle de la convergence Afrique-Europe.

L'analyse de l'allure du chevelu hydrographique, pour le domaine oranais (Massifs Côtiers et plateau d'Oran), montre l'existence d'une tectonique cassante et décrochante dont les directions majeurs sont N20°, (N50° à N60°), (N110 à N145°) et (N160° à N180°E).

Ces directions ne sont pas typiquement quaternaires ce qui veut dire que les structures (failles normales, failles inverses et décrochements) anté-quaternaires ont vraisemblablement la possibilité de se reconduire. Au niveau du Ravin Blanc, il existerait un panneau effondré serré entre deux failles décrochantes N145°E, parallèles à celui de Kristel. Si ces décrochements sont établis, ils pourraient se révéler sismogènes vu leur longueur plurikilométrique. Ses observations sont en cohésion avec le contexte tectonique régional du littoral oranais.

La néotectonique quaternaire ne pouvait, donc, que respecter les grandes directions déjà en place. Les horsts restent, d'une manière générale, animés de mouvements positifs tandis que les grabens conservent leur subsidence. Les failles décrochantes dextres N90°E singularisent le Quaternaire moyen dont la direction de raccourcissement est N145°E. Cette phase compressive favorise la formation de failles inverses ainsi que des plis à N50°E.

Sur le plan séismotectonique, l'activité sismique se concentre, dans le Tell algérien, essentiellement dans deux régions principales à savoir El Asnam et Oran. Par contre au niveau du littoral oranais et en domaine marin à proximité immédiate de la ville d'Oran, quelques séismes, probablement liés à l'activité des prolongements vers le Nord des discontinuités mises en évidence à terre (transversale d'Arbal - Ain Franin, accident décrochant de Kristel (145°E)...), sont enregistrés. La distribution des séismes dont la majorité est superficielle (hypocentres <30 km), n'indique aucune progression de la profondeur des foyers en s'éloignant de la limite du plateau continental ce qui implique non seulement l'absence de subduction au large des côtes algériennes, mais également l'inexistence de discontinuité profonde à fort potentiel sismogène, de type plan de Bénéioff, plongeant sous la marge continentale algérienne.

Sur le plan aléa, la ville d'Oran est un site exposé à un risque sismique dominé par un régime local d'une cinquantaine de kilomètres de diamètre centré sur la ville et incluant les massifs côtiers au Nord et le Tell méridional au Sud. Les autres domaines, présentant un potentiel sismogène plus faible ou plus éloigné, n'introduisent pas de risque significatif à Oran. Par rapport aux autres domaines du pays, la région littorale reste la région où le niveau de sismicité est le plus important. C'est essentiellement dans cette zone que les séismes les plus violents peuvent se manifester.

Sur le plan morphologique, le bilan des instabilités identifiées le long des falaises d'Oran Est, montre que la mise en mouvement des terrains est généralement consécutive au vieillissement du massif de sols ou de roches favorisé par l'interaction entre les phénomènes combinant à la fois les effets cumulés de l'érosion, de la fracturation, du travail corrosif de l'eau, de la nature du sol, de la pesanteur et des secousses sismiques.

En ce qui concerne la fracturation, il faudrait garder à l'esprit que toute contrainte tectonique favorise l'apparition de fractures et par conséquent fragilise les formations géologiques. Au niveau des falaises d'Oran-Est, les hétérogénéités parallèles à la pente ont la plus grande influence sur la localisation des déstabilisations gravitaires. Les fractures perpendiculaires à la surface de la pente n'ont, quant à elles, pas d'effet aidant la déstabilisation. Néanmoins, elles contrôlent en partie la géométrie des mouvements gravitaires. Les fractures horizontales les plus superficielles délimitent la partie supérieure de l'unité glissée, les fractures verticales limitent latéralement les unités et les fractures obliques guident la direction du glissement.

En se basant sur les formes géométriques créées par les masses glissées, des failles hypothétiques ont été mises en évidence et dont les directions ( [N40°-N50°E], [N80°-N90°E] et [N110°-N140°E] ) respectent la cohérence régionale. L'accroissement des failles hypothétiques en direction du glissement de Ain Franin laisse penser qu'au niveau du

glissement d'Ain Franin nous avons affaire à un bloc mobile. Ce bloc mobile correspondrait, vu la taille du glissement, à la transformante Arbal-Ain Franin.

En ce qui concerne les failles cisailantes normales et inverses supposées parallèles à la frange maritime, nous pensons qu'elles pourraient correspondre à :

- ✓ des structures extensives (fente de tension, faille normale) rencontrées à l'amont d'un glissement rotationnel,
- ✓ des structures compressives (faille inverse, pli) rencontrées à l'aval d'un glissement,
- ✓ des failles majeures qui prennent naissance à la base des masses glissées suite à des déformations qui commencent avec un mouvement en faille normale le long des failles préexistantes,
- ✓ l'accommodation extensive à l'aplomb d'une déformation qui mobilise l'ensemble d'un versant sans zones de faiblesses (altération ou fracturation)
- ✓ de grandes déformations (fracturations) subies par la masse glissée au niveau d'un versant superficiellement altérée.

**Les glissements peuvent, donc, générer, eux aussi, des fractures majeures. Seulement, ces dernières sont probablement asismiques car très superficielles.**

Néanmoins, ce constat ne nous empêche pas d'avancer l'idée que les falaises d'Oran Est pourraient éventuellement correspondre à la charnière d'un pli forcé qui s'est formé à l'aplomb d'une faille sous-jacente (normale ou inverse) passant en mer parallèlement aux falaises d'Oran. L'accentuation de la courbure de ce pli est accommodée par l'ouverture de la fracturation de fond et par le rejet sur des plans de glissement incurvés issus de la coalescence de certaines de ces fractures de fond favorablement alignées. Etant donnée que le raccourcissement régional est parallèle au régime de contraintes locales en extension, nous pouvons évoquer la possibilité que les falaises d'Oran Est sont situées dans l'exrados d'un pli forcé ou de flambage de grande courbure dont les caractéristiques géométriques sont liées à celles de l'objet (faille inverse ou normale) sous-jacent qui détermine la sollicitation.

Le long de la marge, la déformation s'exprime dans la partie de la plaine abyssale proche du continent, par le plissement de la couverture plio-quadernaire. Au niveau de la pente et sur le plateau continental, la sismicité est générée par des accidents qui se prolongent parfois à terre. Dans le champ des contraintes actuel, seules les structures faillées (plis-failles, failles inverses et chevauchements) de direction ENE-WSW à NE-SW semblent être actives aussi bien à terre qu'en mer. La magnitude des séismes dans cette région est généralement modérée ( $M_w < 6$ ) néanmoins des séismes de magnitudes supérieures, induisant de fortes déformations de surface, peuvent être enregistrés. Les séismes de cette zone sont quasiment toujours associés à des mécanismes en faille inverse dans la direction NE-SW en accord avec une compression NW-SE.

Cette étude a permis de conjuguer l'analyse descriptive géologique, structurale, microtectonique, séismotectonique, géomorphologique et hydrogéologique, avec la reconnaissance géotechnique et la quantification physique et mécanique. Cette approche pluridisciplinaire a permis d'apporter de nouveaux points de vues et outils, au service de l'appréhension et la compréhension des phénomènes dynamiques contrôlant le littoral oranais (de la Calère à la Pointe Canastel) et entrant dans l'évaluation des risques naturels géologiques.