

## Projet de recherche

**Titre :** étude paléomagnétique des injections magmatiques pour la reconstitution géodynamique et cinématique de la tectonique des plaques de la marge nord-africaine (confins Algéro-tunisien).

**Résumé succinct du projet :** Le contexte géodynamique de la bordure nord-ouest de l'Afrique est directement influencé par la convergence Nord-Sud entre les plaques Africaine et Eurasiatique initiée depuis le Crétacé supérieur (Dewey et al., 1989; Le Pichon et al., 1988; Ricou, 1994). Au Crétacé terminal un régime compressif généralisé s'installe, avec des déformations importantes liées à la fermeture du bassin océanique qui séparait les blocs continentaux ibérique et bético-rifain (Jolivet et al., 2003). L'évolution géodynamique de la marge nord-africaine est étroitement liée aux stades d'évolution de ce bassin océanique septentrional (Frizon de Lamotte et al., 2000). Ce dernier est passé par plusieurs stades d'évolution qui ont été successivement la Périthétys, la Thétys-Ligure, la Mésogée et enfin la Méditerranée. La convergence active entre l'Afrique et l'Eurasie est accommodée par une subduction en Méditerranée orientale (Wortel et al., 1990, Frizon de Lamotte et al., 2000) et par une collision en Méditerranée occidentale (Meghraoui & Pondrelli, 2012), le long d'une limite de plaques très complexe, où les failles inverses d'orientation NE-SW associées à des structures plissées sont les structures dominantes (Meghraoui & Doumaz, 1996; Morel & Meghraoui, 1996; Meghraoui et Pondrelli, 2012, Rouvier, 1977; Zargouni, 1984; Chihi, 1995; Bouaziz et al, 2002). Le long de cette limite de plaques, le domaine orogénique des Maghrébides, d'âge cénozoïque, comporte le Tell-Rif et les Atlas (Durand-Delga & Fonboté, 1980). Le Tell-Rif est interprété classiquement comme une chaîne de type alpin, c'est-à-dire résultant de la fermeture de la Téthys maghrébine (Domzig et al., 2006); les Atlas, à l'inverse, sont considérés comme des orogènes intracontinentaux (Mattauer et al., 1977). En Tunisie cette convergence s'exprime par des phases de compression NW-SE parfois associées à une extension NE-SW (Dlala, 1992). Le raccourcissement NW-SE y est responsable des plis d'âge plio-quadernaire. Vers le Miocène supérieur, la fermeture océanique a généré la collision des blocs ALKAPECA avec la plaque africaine (Tricart et al., 1994; Carminati et al., 1998; Devoti et al., 2001; Mascle et al., 2001). Cette collision s'est poursuivie jusqu'au Quaternaire en entraînant la mise en place de la chaîne Atlasique par l'inversion des principaux bassins sédimentaires nord africains. Il en résulte un ensemble structuré en plis et plis-failles en relation avec la déformation en compression durant le Quaternaire et occupant dans le Maghreb la rive sud de la Méditerranée. Ils sont associés à des bassins néogènes intramontagneux, allongés selon une direction relativement E-W. Le long de la bordure nord-ouest de l'Afrique, des événements sismiques superficiels ont été enregistrés au cours des dernières décennies le long de cette frontière de plaque (El Hoceima, 1994 et 2004, El Asnam, 1980 et Zemmouri 2003 - Philippe et Meghraoui 1983; Meghraoui et al. 2004; Braunmiller & Bernardi, 2005; Stich et al. 2005; Cakir et al. 2006). La rotation anti-horaire de l'Afrique par rapport à l'Eurasie, obtenue à partir de modèles globaux, implique une convergence oblique le long de la partie ouest de l'Afrique du Nord, avec une vitesse croissante vers l'est (3 mm /

an à 5 mm / an, NUVEL, [DeMets et al., 1994](#)). De Gibraltar jusqu'en Tunisie et Sicile, les données géodésiques (GPS) confirment cette convergence oblique et ces vitesses associées ([Serpelloni et al., 2010](#) ; [Vernant et al., 2010](#)). [Meghraoui & Pondrelli \(2012\)](#), en utilisant les données géodésiques et d'autres données publiées sur le raccourcissement (sommation du moment des tenseurs associés) notamment, ont estimé un taux de déformation en Afrique du Nord (local et régional). Ils ont proposé un modèle de cinématique de transpression avec rotation de blocs tectoniques le long de la frontière de plaque en Afrique du Nord.

**Objectifs principaux :** Notre connaissance de la déformation de la marge nord de l'Afrique est encore très parcellaire. 1) du point de vue des mouvements horizontaux, des études paléomagnétiques, dont l'objectif était de contraindre l'évolution géodynamique de l'arc de Gibraltar ont été développées à la fois dans le Rif au Maroc ([Platzman, 1992, Platzman et al., 1993, Saddiqi et al., 1995,...](#)) et dans les Cordillères bétiques en Espagne ([Allerton et al., 1994; Allerton et al., 1993; Calvo et al., 1994 ; 2001](#)). Ces études ont mis en évidence l'existence de rotations de blocs. Récemment, des études paléomagnétiques sur des roches néogènes de l'Atlas Tellien en Algérie ([Derder et al., 2009, 2011, 2013](#)) ont aussi montré que la déformation récente est en partie accommodée par de telles rotations de blocs tectoniques. Néanmoins, ce modèle de rotations passives de blocs rigides, s'il est globalement accepté en Algérie, reste à démontrer au Maroc et en Tunisie, et à affiner en Algérie. Une comparaison du style de la déformation horizontale entre ces différents domaines sera alors possible et permettra de discuter du lien avec l'évolution géodynamique récente. Nous proposons dans ce projet d'étendre ces études paléomagnétiques à d'autres régions du Maghreb et de les associer à l'étude de la fabrique magnétique afin de contraindre ce modèle de déformation néotectonique à l'échelle de la frontière de plaque Afrique-Eurasie en Afrique du Nord. Quatre zones seront ciblées : en allant d'Est en Ouest : le Nord-Ouest de la Tunisie (Région de Nefza- Mogod ), le Nord-Est de l'Algérie (Région Cap de Fer- Cap de Bougaroun), le Nord-Ouest de l'Algérie (bassin de la Mleta- Ain Temouchent- Ghazaouet) et enfin le Nord-Est du Maroc (de Ras Tarf à la région d'Oujda en passant par la région de Guilliz et par le massif de Gourougou). Le choix de ces zones est lié à l'existence d'affleurements de roches magmatiques néogènes bien datées, qui sont souvent les plus favorables pour les études paléomagnétiques. DOSSIER N°45474 - Page 5 Les séries sédimentaires moins propices à fournir une réponse paléomagnétique fiable seront étudiées du point de vue de leur fabrique magnétique. En effet, les études d'Anisotropie de Susceptibilité Magnétique (ASM) constituent une méthode moderne puissante d'investigation de l'histoire tectonique des bassins même faiblement déformés, soit en régime compressif ([Kissel et al., 1986, Frizon et al. 2002, Robion et al., 2007, 2012](#)) soit en régime extensif ([Mattéi 1999, Cifeli et al 2004](#)). Elle permet notamment d'enregistrer des linéations magnétiques que l'on peut corrélérer aux directions de raccourcissement ou d'extension. De façon assez systématique elle permet aussi d'enregistrer des processus très tectoniques précoces lorsque les couches sont encore à l'horizontale, comme par exemple le Layer Parallel Shortening (LPS). Elle n'a pourtant pratiquement jamais été utilisée dans ces régions. Dans

ce projet le paléomagnétisme et l'ASM seront utilisés comme des approches complémentaires. Toutes les deux enregistrent des processus précoces entre la formation de la roche et sa mise en place pour le paléomagnétisme et les premiers incréments de la déformation qu'elle va subir pour la fabrication magnétique. Toutes les deux vont donner des directions (vecteurs paléomagnétiques et linéations magnétiques) que l'on pourra intégrer dans un modèle cinématique. (2) En ce qui concerne l'expression de la déformation de la marge dans le plan vertical (exhumation/subsidence), notre connaissance de ces mouvements est aussi mal connue. Si certaines études montrent des mouvements significatifs dans le secteur de Gibraltar (voir par ex. [Negro et al., 2008](#) et références incluses), aucune donnée thermochronologique n'est disponible en Algérie ou en Tunisie pour quantifier ces mouvements verticaux récents, sur des failles potentiellement actives. L'exhumation dans le Nord Est du Maroc n'a de plus jamais été quantifiée à l'aide d'outils récents comme la datation (U-Th)/He sur apatite, qui permet d'affiner l'histoire thermique basse température (40-100°C) des échantillons. Pourtant, la présence de granites cénozoïques à l'affleurement en Algérie témoigne de l'existence de tels mouvements récents et de grande amplitude sur l'ensemble de la marge. Dans le cadre de ce projet, nous proposons de quantifier l'exhumation de la marge avec l'utilisation de méthodes de thermochronologie basse température (Traces de fission et (U-Th)/He sur apatite) afin de reconstituer son histoire thermique, et ce en étudiant les granites de l'île de la Galite (Tunisie), ceux des caps de Fer et de Bougaroun (Est algérien), de la région de Cherchell (centre algérien) et de la région de Nedroma (Ouest algérien). Les résultats obtenus en thermochronologie (mouvements verticaux), combinés à ceux obtenus par les méthodes magnétiques (mouvements horizontaux) seront intégrés dans une étude de géologie structurale globale à l'échelle de la Marge. Cette approche permettra ainsi de mieux contraindre le contexte géodynamique dans cette région et d'améliorer notre compréhension du risque sismo-tectonique élevé dans ce domaine de la méditerranée.

Concrètement, nous proposons donc de :

- Confirmer les rotations de blocs et quantifier leurs mouvements par des investigations paléomagnétiques sur la plus grande étendue possible dans les différentes régions ciblées.
- Caractériser les directions de la déformation précoce, du type parallèle aux couches, en faisant la part entre la déformation en extension héritée de la formation des bassins néogène et celle liée au raccourcissement postérieur.
- Discuter et préciser les conditions géodynamiques ayant entraîné la formation des bassins néogènes. Dans ce but, une attention toute particulière sera apportée à faire le lien entre les données du paléomagnétisme sur les roches volcaniques et les données d'ASM sur les roches sédimentaires.
- Quantifier l'exhumation de la marge nord-africaine (mouvements verticaux) avec l'utilisation de méthodes de thermochronologie basse température (Traces de fission et (U-Th)/He sur apatite) afin de reconstituer son histoire thermique.