Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques et Sciences Médicales

Avis de Soutenance

THESE DE DOCTORAT

Présentée par

Madame HAFSA BOUFKRI

Discipline : Sciences de la Terre
Spécialité : Géo-ressources et Génie Géologique

Sujet de la thèse

Géomagnétisme des laves post-paléogènes de la chaine moyen atlasique et de son avant pays (Maroc)

Formation Doctorale " Sciences et Génie de la Matière, de la Terre et de la Vie"

Thèse présentée et soutenue **le samedi 24 juin juin 2023 à 11h** à la Cité d'Innovation de Fès, devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Titre	Etablissement	
Abdel-Ali CHAOUNI	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Président
Mohammed CHARROUD	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Rapporteur
Mustapha BOUIFLANE	PH	Institut Scientifique de Rabat	Rapporteur
Saad SOULAIMANI	PH	Ecole Nationale Supérieure des Mines de Rabat	Rapporteur
Anasse BENSLIMANE	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mehraz de Fès	Examinateur
Younes GHFIR	PA	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Invité
Ahmed MANAR	Ingénieur	Ministère de la transition énergétique et du développement durable	Invité
Asmae BELGHITI	Ingénieur	Ministère de la transition énergétique et du développement durable	Invité
Driss EL AZZAB	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Directeur de Thèse

Laboratoire de recherche : Systèmes Intelligents, Géoressources et Energies Renouvelables
Etablissement : Faculté des Sciences et Techniques de Fès

Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques et Sciences Médicales

Résumé de la thèse

Les techniques de traitement aéromagnétiques ont prouvé leur grande efficacité dans l'identification des sources d'anomalies magnétiques liées à la présence de milieux à contraste d'aimantation et ainsi dans la mise en relief des linéaments magnétiques qui traduisent des failles non cartographiées ou des structures cachées sous une épaisse couverture sédimentaire. Au Maroc, les émissions volcaniques adjacentes et récentes se trouvent dans une zone anormalement amincie qui se situe sous la chaîne Atlasique et forme une bande singulière étroite orientée NE-SW. Dans notre travail, nous avons mis la lumière sur l'étude approfondie du volcanisme post paléogène en s'appuyant sur la méthode aéromagnétique et parfois gravimétrique. Nous avons choisi trois zones d'étude séparées, qui font partie de cette bande, et elles contiennent sporadiquement les affleurements volcaniques ciblés. Elles sont 1) le causse moyen Atlasique (CMA), la zone Oujda-Debdou-Guercif (ODG) et la zone entre la région de Nador et les îles Chaffarines (N-IC). Ci-après le fruit de notre travail pour chaque zone :

I- L'analyse des données magnétiques aéroportées du CMA a permis la mise en évidence des anomalies magnétiques de petites longueurs d'onde et de différentes formes et intensités. Cette différence a été traduite par la distribution de la réponse magnétique de la région. Nous avons utilisé des transformations géophysiques pour découvrir de nouvelles caractéristiques structurelles de la zone d'étude. La réduction au pôle (RP) du champ magnétique résiduel a montré ; 1) Des anomalies magnétiques allongées liées aux laves triasiques qui montrent les lieux de mobilisation des basaltes et des argiles triasiques. Ces anomalies ont une intensité élevée et démontrent l'importance du rejet de l'Accident Tizi n'Tretten (ATT). 2) D'autres anomalies magnétiques liées aux laves Plio-Quaternaires (PQ) localisées au niveau du plateau d'Azerou-Timahdite (PAT). Les maximas locaux issus de la carte du gradient horizontale (GH) et les valeurs nulles du Tilt-angle (TDR) ont permis le traçage des linéaments magnétiques, celles-ci suivent la direction générale des failles majeures à titre des exemples l'orientation de l'ATT. Ces linéaments mettent en évidence d'autres failles secondaires non encore cartographiées d'une direction subméridienne à NNW-SSE. Enfin, nous avons appliqué la déconvolution d'Euler (DE) pour estimer la profondeur et l'importance de ces nouveaux accidents. Dans cette zone, les coulées de laves recouvrent une grande superficie le long du PAT dont les édifices volcaniques suivent une tendance majeure N170 et sont croisées par des failles N60 à N70. L'imagerie géophysique (à l'aide des données magnétiques et gravimétriques) a été appliquée pour délivrer une modélisation 2D de deux cônes volcaniques Outgui et Elkoudiate par l'outil 2D GM-SYS (Two-Dimensional Geological Modeling System), et dans le but de mieux préciser l'étalement en profondeur, la géométrie et les propriétés de ces cônes et leurs sources d'alimentation.

II- Dans la zone ODG, le travail a porté sur l'assemblage de trois levés aéromagnétiques (couvrant la zone d'étude) avec des attitudes de vol et des directions des lignes de vols différentes. L'analyse et le traitement des données aéromagnétiques ont mis en évidence les limites des sources magnétiques et les nouveaux accidents éventuellement cachés sous une importante couverture sédimentaire et quaternaire du Nord-Est du Maroc. Nous avons établi des cartes d'anomalies magnétiques et de linéaments en utilisant des techniques de filtrage classiques. La RP de la carte magnétique résiduelle a montré trois zones différentes ; (1) Des zones fortement aimantées traduisent la réponse des laves volcaniques tertiaires et quaternaires, qui ont affleuré en partie dans les régions d'Oujda et de Saka. D'autres sources d'aimantation sont le socle paléozoïque et la minéralisation en fer-manganèse concentrée dans les lits triasiques. (2) Des zones à relativement faible réponse magnétique, proviennent des coulées basaltiques, remplis dans un petit graben dans

la région d'Oujda. (3) Enfin, des zones magnétiquement faibles correspondent à la couverture quaternaire et tertiaire. Les cartes de linéaments magnétiques élaborées ont souligné à la fois des nouvelles failles profondes de cette région et des failles précédemment cartographiées en appliquant les traitements suivants : le GH, la dérivée verticale (DV) combiné au prolongement vers le haut (PH) et la DE. Nous avons identifié des failles orientées NE-SW et E-W qui ont hérité respectivement des directions hercyniennes et alpines, dont certains linéaments qui arrivent à 2 km de profondeur que nous l'interprétons comme des structures majeures. L'interprétation géodynamique de ces linéaments a révèlé leur participation à la structuration de plusieurs bassins de subsidence. Finalement, la carte structurale synthétique a englobé les contacts magnétiques qui donnent des informations structurales supplémentaires sur la zone ODG. Ce travail certainement devra être un document guide pour toute future exploration minière.

III- La zone N-CI située dans le Rif oriental du Maroc est célèbre par ses affleurements volcaniques complexes. Ces volcans sont la principale source d'une énorme anomalie magnétique nommé l'anomalie de Nador. Nous avons visé deux objectifs principaux ; délimiter les styles magnétiques de cette zone en s'appuyant sur des techniques géophysiques puissantes et identifier la géométrie 3D des sources magnétiques par la méthode de Talwani. Les principaux résultats sont ; (1) La carte magnétique résiduelle (Rs) a montré trois anomalies magnétiques alignées (Pe, Pm, et Pw) selon une direction E-W enregistrant une intensité maximale de 400 nT. La RP de la carte Rs a mis en évidence une grande structure aimantée profonde à laquelle seraient associés les édifices observés tels que ; le volcan du Gourougou, le volcan d'Amjar, le massif Beni Bou Ifrour, et les volcans des îles Chaffarine. (2) La technique du GH a permis de tracer les contours des trois corps magnétiques qui sont homogènes et probablement issus d'une masse unique. (3) Le prolongement vers le bas (PB) à différentes altitudes a indiqué que la source commune pouvait atteindre 0,6 km d'altitude. (4) Enfin, nous avons construit un modèle Talwani 3D des édifices volcaniques qui a démontré que les anomalies sont liées à une masse très étendue de 80 km de longueur, 20 km de largeur, 1,3 km d'épaisseur. Ce modèle a confirmé que le volcanisme néogène de la zone d'étude était fissural et lié à la zone de fracture E-W d'une longueur importante de 80 km.

Mots clés :

Les levés aéromagnétiques ; L'anomalie magnétique ; la cartographie structurale ; les linéaments interprétés ; les failles cachées ; les édifices volcaniques quaternaires ; Le Nord Est du Maroc ; Le Rif oriental ; le causse moyen atlasique ; La modélisation 3D, les phénomènes magmatiques ; la modélisation 2D par GM-SYS.