

Must. Bek - 192 / 07

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

N° d'ordre : /DSTU/11

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID- TLEMCCEN
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE
ET DE L'UNIVERS

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté pour l'obtention du
Diplôme de Master

Option

GEO-RESSOURCES

Par

Nassira TAIBI



APPORT DE LA TELEDETECTION OPTIQUE POUR LA CARTOGRAPHIE
STRUCTURALE DANS LE MASSIF DES M'SIRDA
ALGERIE NORD OCCIDENTAL

Soutenu le 30/10/2011 devant les membres du jury :

MAROK A.
BENSEFIA K.E.
BENSALLAH M.
BENCHOUK M.

Président (Univ. Tlemcen)
Rapporteur (Univ. Tlemcen)
Examineur (Univ. Tlemcen)
Examineur (Univ. Tlemcen)

Année Universitaire 2011/2012

Inscrit Sous le N° 55948
Date le:
Code: 21/12/11

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

N° d'ordre : /DSTU/11

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID- TLEMCCEN
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE
ET DE L'UNIVERS

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté pour l'obtention du
Diplôme de Master

Option

GEO-RESSOURCES

Par

Nassira TAIBI

**APPORT DE LA TELEDETECTION OPTIQUE POUR LA CARTOGRAPHIE
STRUCTURALE DANS LE MASSIF DES M'SIRDA
ALGERIE NORD OCCIDENTAL**

Soutenu le 30/10/2011 devant les membres du jury :

MAROK A.
BENSEFIA K.E.
BENSALLAH M.
BENCHOUK M.

Président (Univ. Tlemcen)
Rapporteur (Univ. Tlemcen)
Examineur (Univ. Tlemcen)
Examineur (Univ. Tlemcen)

Année Universitaire 2011/2012



DEDICACE

Je dédie ce travail :

A ma chère mère celle qui m'a donné la vie, l'amour, l'affection et la générosité. Cette réussite est pour elle.

A mon cher père qui m'a donné tout pour réussir dans ma vie scolaire, et universitaire et qui ne cesse de m'aider toujours à aller en avant.

A mes frères et mes sœurs, particulièrement à notre benjamin Akram, et aussi à mes nièces Nasrine, ouissal, Mohamed, et Abd El Adim.

A mon mari .

A tout mes amis, précisément à Touria, Houda, Amina, Fatima, Fadila,

Alkhalil, Simil, Radoua, Boujana, Badro, Najib, Hammouda, et Rachid

A mes collègues de la direction d'énergie et des mines de la wilaye de Sidi Bel Abbès, de l'ANGCM Tlemcen précisément à Monsieur H.KOUCHIH et à Fatima du journal Beni Chougrane de Mascara.



AVANT-PROPOS

AVANT PROPOS

Au terme de la rédaction de ce manuscrit, je tiens à exprimer ma gratitude envers les personnes qui ont rendu ce travail possible.

Mes remerciements s'adressent d'abord aux membres de jury :

*Monsieur, **BENSEFIA Kamar eddine**, Maître-Assistant -A-, pour m'avoir proposé ce sujet et ensuite assuré la tâche de rapporteur.*

*Ainsi que Monsieur **MAROK Abbas**, Maître de conférence -A- qui m'honore de présider le jury et qui m'a toujours apporté son aide et son soutien.*

*Je remercie Monsieur le Professeur **BENSALAH Mustapha**, sa présence aujourd'hui dans le jury est pour moi une très grande joie.*

*Monsieur **BENCHOUK, Mustapha**, Maître assistant -A- Pour son soutien moral et scientifique et pour avoir accepté de siéger dans le jury je lui dis "merci".*

*Je tiens à saluer Monsieur **TAIBI Djillali**, Expert géologie et géotechnique, pour leur aide et leur disponibilité.*

Je remercie toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin, pour réaliser ce modeste travail.

Mes remerciements vont aussi à tous les enseignants du département des Sciences de la terre et de l'univers de l'Université de Tlemecen.

TABLE DES MATIERES

**AVANT PROPOS
RESUME**

Premier chapitre :
CADRE GENERAL

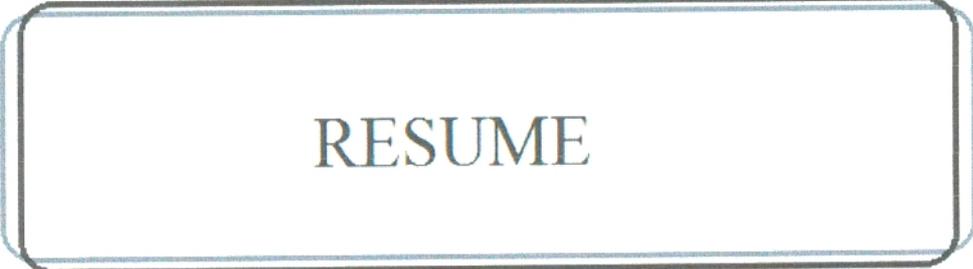
	pages
I. GENERALITE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE.....	1
A. Contexte géographique.....	1
B. Contexte géologique.....	1
C. Aperçu volcanologiques du massif des M'Sirda.....	2
D. Historique des travaux.....	3
II. OBJECTIF DU TRAVAIL.....	4
III. MATÉRIELS ET MÉTHODES	4

Deuxième chapitre :
TELEDETECTION

I. NOTIONS SUR LA TELEDETECTION.....	6
A. Définition.....	6
B. Processus et application de la télédétection.....	6
C. Application de la télédétection en géologie.....	7
D. Méthodes de traitements.....	7
1. Les méthodes de pré-traitement.....	7
2. Les traitements numériques.....	8
a. Traitements standard.....	8
a.1. L'étalement de la dynamique.....	8
a.2. Composition colorée ou trichromie.....	9
a.3. La transformation RVB – ITS.....	9
b. Traitements spécifiques.....	9
b.1. Ratios (rapport entre canaux)	9
b.2. Analyse en composantes principales	10
b.3. Filtrages numériques d'images	10
E. La photo-interprétation géologique.....	11

Troisième chapitre :
APPLICATION

I. DONNEES DISPONIBLES.....	12
A. Les données satellitaires.....	12
1.Données optiques.....	12
2.Données Radar.....	13
B. Données géoscientifiques.....	15
II. TRAITEMENTS NUMERIQUES DES IMAGES	16
A. La composition colorée	16
B. La conversion RVB-ITS.....	17
C. Analyse en composante principale.....	18
D. Le Filtrage.....	21
1. Filtrage PASS HAUT, LAPLACIEN , et SOBEL.....	21
2. Filtrage DIRECTIONNEL.....	21
III. RESULTATS.....	24
A. Cartographie des fractures.....	24
B. Traitements statistiques.....	26
IV. CONFRONTATION DES RESULTATS AVEC LES DONNEES GEOSCIENTIFIQUES.....	28
V. CONFRONTATION AVEC LES DONNEES GEOLOGIQUES STRUCTURALES	29
VI. ESSAI D'INTERPRETATION.....	31
CONCLUSION GENERALE.....	32
RECOMMANDATIONS.....	33
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	34
LISTE DES FIGURES.....	37
LISTE DES TABLEAUX.....	39
ANNEXE.....	40



RESUME

RÉSUMÉ

L'exploitation des données satellitaires Landsat 7 ETM+ et ASTER nous a fourni une aide précieuse pour la cartographie du réseau de fractures dans le massif des M'sirda, zone situé à l'extrémité ouest algérien et qui fait partie des Traras septentrionaux.

En effet, le traitement spécifique des images (composition colorée, ACP, RVB-ITS, filtres texturaux) a permis de réaliser une carte de fracturation détaillée et celle des accidents majeurs. L'intégration dans un SIG des cartes issues de ce traitement avec d'autres sources de données (carte géologique et gîtologique) rend plus commode l'interprétation des résultats.

L'analyse statistique de la carte de fracturation au 1/100.000^{ème} a permis de donner les directions les plus importantes dans la région (NE-SW, NW-SE et E-W) qui correspond à l'échelle régionale, à la direction atlasique caractéristique de la chaîne tellienne et à la méséta oranaise.

Mots clés : Landsat 7 ETM+, ASTER, Réseau de fractures, Massif des M'sirda, Traitement ,carte de fracturation.

CADRE GENERAL

I. GENERALITES GEOGRAPHIQUES ET GEOLOGIQUES

A. Contexte géographique

La zone étudiée fait partie des Traras septentrionaux. Elle est limitée à l'Ouest par la plaine du Trifas (Maroc) et la vallée de l'oued Kiss (Fig.1), à l'Est par Djbel Zendel, au Nord par la méditerranée, et au Sud-Est par la dépression de Beb-Al-Assa.

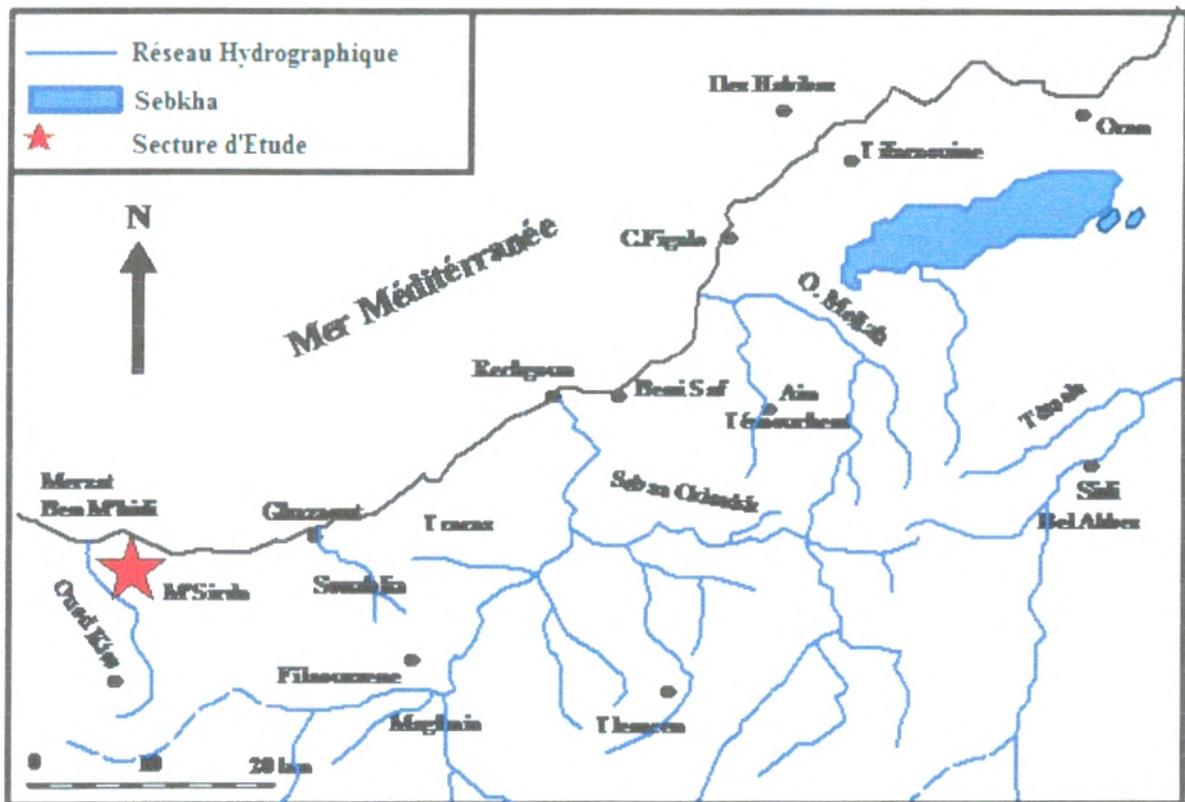


Figure 1 : Situation géographique de la région étudiée au 1/200 000^{ème}.

B. Contexte géologique

Le complexe éruptif des M'Sirda est localisé dans la zone externe du domaine tellien de la chaîne Alpine (Fig. 2).

Sur le plan stratigraphique, notre secteur d'étude comprend :

- **le Trias** : n'est connu que dans la moitié Nord du secteur notamment dans les structures du Djebel Kabouz et des Seababna. Il est représenté essentiellement par des argilites, des silts et des grès brun rougeâtre. Il affleure le plus souvent à la faveur de failles le mettant en contact avec les terrains du Jurassique ;
- **le Jurassique** : il est constitué par ses trois sous-systèmes développés essentiellement sous la couverture des dépôts récents sur tout le territoire du massif :

- **le Jurassique inférieur** : principal membre de l'autochtone, du para autochtone et de l'allochtone. Il est représenté par des faciès calcaires qui prédominent dans le para-autochtone et l'allochtone ;
 - **le Jurassique moyen** : constaté uniquement dans l'autochtone et formé de marnes et d'argilites schistifiées visibles au Sud du Djebel Zendel ainsi qu'à proximité de Marsat Ben M'hidi ;
 - **le Jurassique supérieur** : affleurant dans l'autochtone de la structure des Sebabna, dans les oueds Bou-Allouche et Bou-Asker, ainsi que dans les structures des djebels Kabouz et Takourart. Il est formé de marnes à fines intercalations de siltstones et d'argiles ;
- **le Miocène synchro-nappes** : affleure largement dans la partie méridionale du massif où l'existence de ces dépôts sous les formations volcaniques ne suscite aucun doute. Dans la partie septentrionale, le Miocène synchro-nappes n'est représenté que par quelques coupes isolées, dans la structure de Djebel Kabouz et dans sa bordure ouest en surface. Cette assise est constituée de grès, de siltstones et d'argilites qui alternent en proportions variables notamment dans la dépression de Bab El Assa ;
- **les formations volcaniques** : elles constituent le caractère spécifique de la région des M'Sirda, et comprennent trois assises :
- les basaltes inférieurs miocènes ;
 - les andésites miocènes ;
 - les basaltes supérieurs plio-quadernaires.

C. Aperçu volcanologique du massif des M'Sirda

Le massif des M'Sirda est caractérisé par un volcanisme intense et très particulier à une superficie environ 60Km² (**Fig. 2**).

Les manifestations volcanique des M'Sirda se répartissent en trois périodes principales caractérisées par des émissions de laves et des phénomènes de salification et de minéralisation.

La première période correspond à des vastes épanchements de laves basaltiques, le long de la cote depuis Marsat Ben M'hidi jusqu'au Cap Milonia, ces éruptions sont les plus anciennes connus dans la région d'âge Miocène (9,99+/-0,37Ma).

La deuxième période a donnée naissance à des laves andésitique ; les émissions correspondes à des pyroclastites, des coulées et des extrusions de laves, l'âge de mise en place de cette phase à environ 7,5à8 Ma. (Megartsi, 1985 ; Coulon et *al.* 2002 ; Louni-Hacini, 2002).

La troisième période s'est traduite par la mise en place, sous forme de filons, de laves andésitiques ou basaltiques (Megartsi, 1985)

L'existence d'appareils volcaniques situés principalement dans la partie méridionale du complexe mais qui sont cependant inaccessibles à l'observation à cause de recouvrements par des émissions plus récentes d'âge Plio-Quaternaire ou par des sols ou de la croûte calcaire assez épaisse.

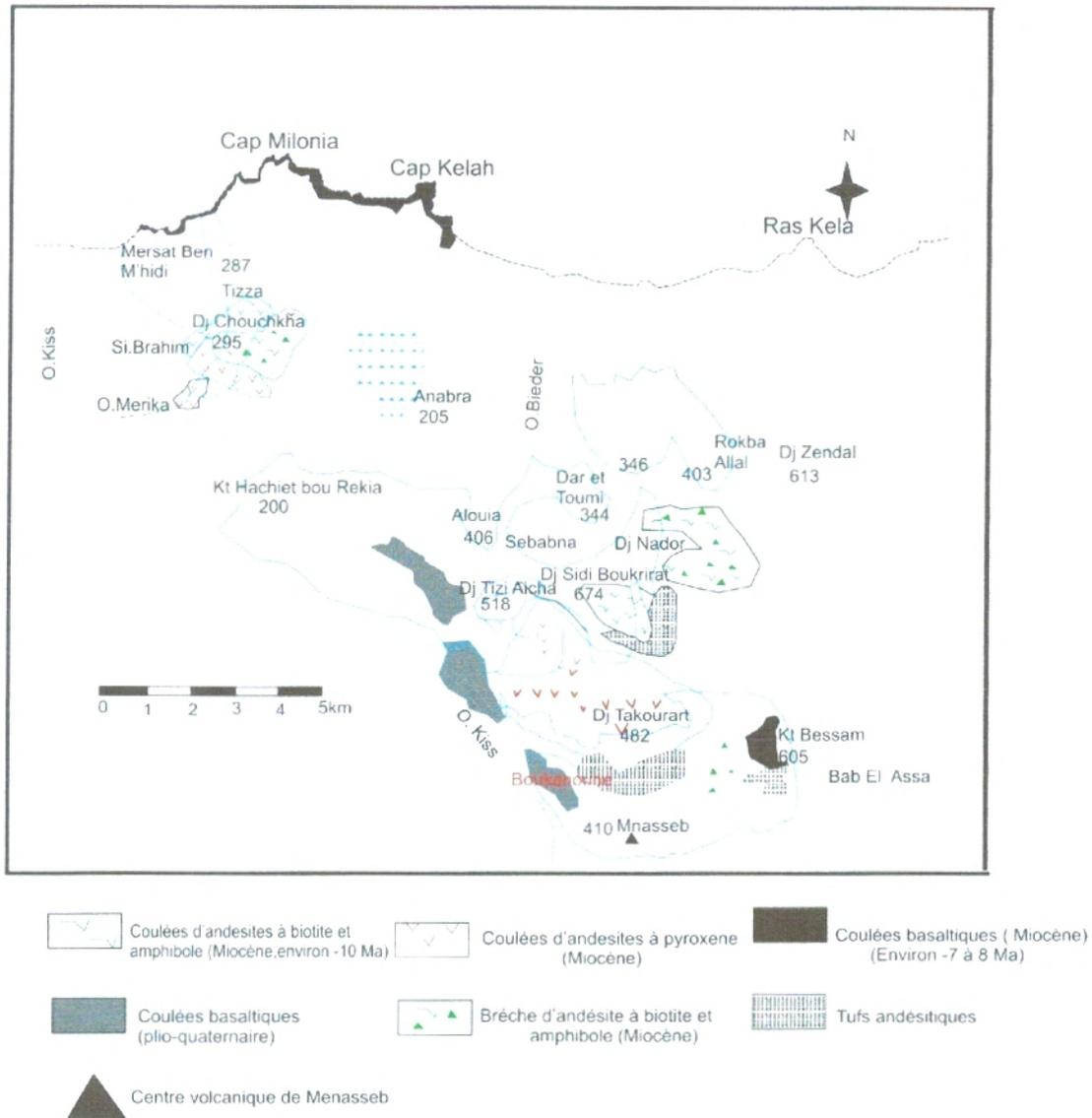


Figure 2 : Répartition des formations volcaniques dans les secteurs des M'sirda (Bennia et Benouadah, 2006).

D. Historique des travaux

Dans la région des M'Sirda, les recherches sont peu nombreuses et ont porté surtout sur les terrains magmatiques.

Sadran (1958), qui fut le premier à décrire les épanchements volcaniques des M'sirda, présente une étude plus précise concernant la minéralogie et la géochimie des laves de l'Oranie nord-occidentale.

Guardia (1975), quant à lui, précise la stratigraphie d'un grand nombre de secteurs en Oranie occidentale et adopte pour toute la région une modélisation géodynamique selon les conceptions « nappistes ».

Bellon (1976), Bellon et Brousse (1977), et Bellon et Guardia (1980), ont effectué des études chronologiques pour préciser la position stratigraphique ainsi que l'âge de mise en

place du volcanisme de l'Oranie par le biais d'un certain nombre de mesures radiométriques et de datations micro-paléontologiques.

Megartsi (1985), intègre le complexe éruptif des M'Sirda dans sa synthèse du volcanisme mio-plio-quaternaire de l'Oranie nord occidentale. Il aboutit à une distinction entre les manifestations calco-alcalines, d'âge Miocène, et les éruptions d'affinité alcaline du Plio-Quaternaire.

Louni-Hacini *et al.* (1995), proposent de nouvelles datations radiométriques ($^{40}\text{K} - ^{40}\text{Ar}$) sur la transition du volcanisme calco-alcalin miocène à alcalin au Plio-Quaternaire en Oranie nord-occidentale. Ils donnent ainsi des âges plus précis que ceux présentés par les travaux antérieurs.

L'office de la Recherche Géologique et Minière (ORGM) a développé, depuis 1985, un vaste programme de prospection des minéralisations poly-métalliques associées au volcanisme miocène d'Oranie nord occidentale notamment dans le Sahel d'Oran (région de Bouzedjar) et dans les M'Sirda.

Medini (2010) décrit les processus pyrométasomatiques et hydrothermaux liés à l'activité volcanique calco-alcaline du complexe des M'Sirda (Oranie nord occidentale). Il conclut à des incidences gîtologiques fort intéressantes.

II. OBJECTIF DU TRAVAIL

L'objectif de ce travail consiste à réaliser une carte de fracturation sur la base d'un traitement numérique d'images satellites optique et radar, et de confronter les résultats obtenus avec les études antérieures par une double approche télédétection - SIG.

III. MATÉRIELS ET MÉTHODOLOGIE

Dans cette étude, plusieurs logiciels ont été utilisés pour le traitement des images satellitaires, et pour l'application du SIG. Ce sont les logiciels ENVI 3.5 et TNT mips pour le traitement des images satellitaires et du réseau de fractures et MAP info pour la mise en place du SIG.

L'approche méthodologique consiste à effectuer des méthodes de prétraitements et de traitement numérique des images Landsat 7 ETM+ et ASTER pour la cartographie des fractures. Cependant, il est indispensable de contrôler, de comparer et de valider les résultats avec des données géoscientifiques. La figure suivante montre la méthodologie adoptée pour la réalisation de ce travail.

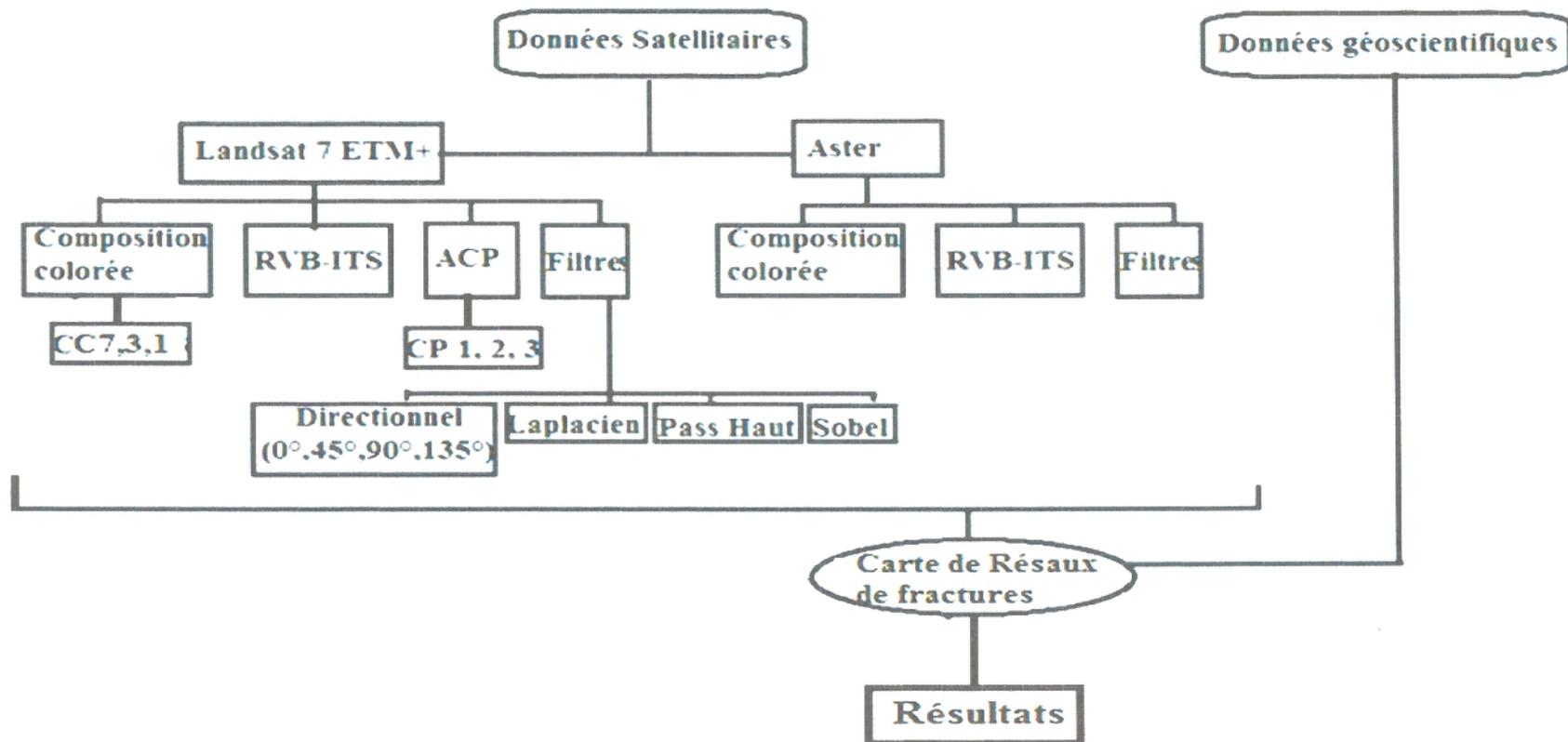


Figure 3 : Etapes de traitements pour la réalisation de la carte de fracturation de la région de M'Sirda.

I. NOTIONS SUR LA TELEDETECTION

A. Définition

La télédétection est la technique qui, par l'acquisition d'images, permet d'obtenir de l'information sur la surface de la Terre sans contact direct avec celle-ci. La télédétection englobe tout le processus qui consiste à capter et à enregistrer l'énergie d'un rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, à traiter et à analyser l'information, pour ensuite mettre en application cette information.

B. Processus de la Télédétection

Ce processus comporte les sept étapes suivantes :

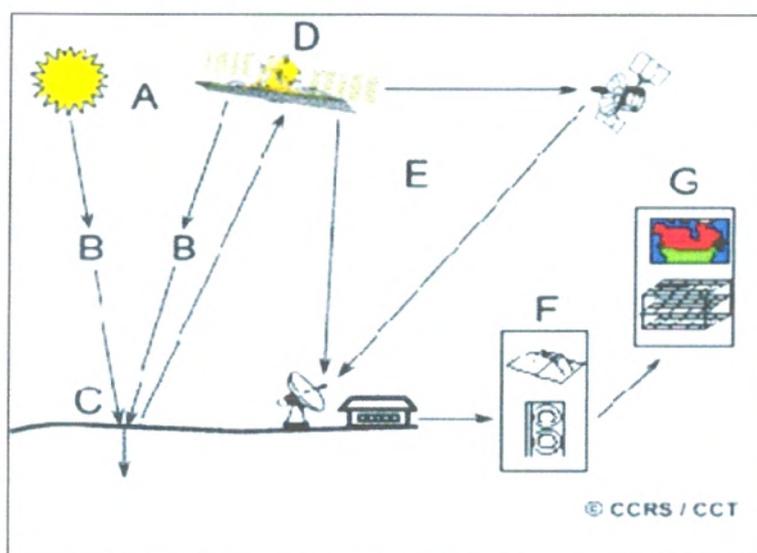


Figure 4 : Les étapes de la télédétection.

-Source d'énergie ou d'illumination (A) : À l'origine de tout processus de télédétection se trouve nécessairement une source d'énergie pour illuminer la cible.

-Rayonnement et atmosphère (B) : Durant son parcours entre la source d'énergie et la cible, le rayonnement interagit avec l'atmosphère. Une seconde interaction se produit lors du trajet entre la cible et le capteur.

-Interaction avec la cible (C) : Une fois parvenue à la cible, l'énergie interagit avec la surface de celle-ci. La nature de cette interaction dépend des caractéristiques du rayonnement et des propriétés de la surface.

-Enregistrement de l'énergie par le capteur (D) : Une fois l'énergie diffusée ou émise par la cible, elle doit être captée à distance (par un capteur qui n'est pas en contact avec la cible) pour être enfin enregistrée.

-Transmission, réception et traitement (E) : L'énergie enregistrée par le capteur est transmise, souvent par des moyens électroniques, à une station de réception où l'information est transformée en images (numériques ou photographiques).

-Interprétation et analyse (F) : Une interprétation visuelle et/ou numérique de l'image traitée est ensuite nécessaire pour extraire l'information que l'on désire obtenir sur la cible.

-Application (G) : La dernière étape du processus consiste à utiliser l'information extraite de l'image pour mieux comprendre la cible, pour nous en faire découvrir de nouveaux aspects ou pour aider à résoudre un problème particulier.

C. Applications de la télédétection en géologie

Les applications de la télédétection en géologie sont multiples. Elles sont résumées dans la figure ci-après (Fig.5).

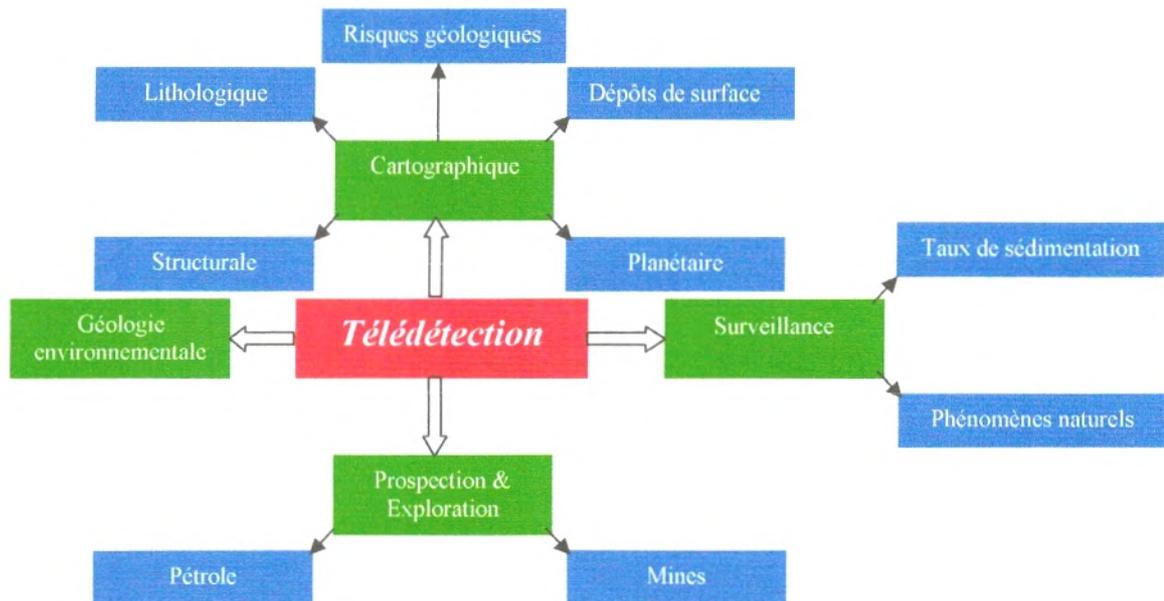


Figure 5 : Principaux domaines d'applications de la télédétection en géologie.

D. Méthodes de traitements

1. Les méthodes de pré-traitement

Les méthodes de pré-traitement sont des opérations effectuées avant l'analyse principale et l'extraction de l'information. Ces opérations de pré-traitement se distinguent en corrections radiométriques et en corrections géométriques.

Les corrections radiométriques comprennent, entre autres, la correction des données à cause des irrégularités du capteur ainsi que des bruits dus au capteur ou à l'atmosphère.

Les corrections géométriques comprennent la correction pour les distorsions géométriques dues aux variations de la géométrie Terre-capteur, et la transformation des données en vraies coordonnées (par exemple en latitude et longitude) sur la surface de la Terre.

2. Les traitements numériques

Les images corrigées ne sont fiables à l'interprétation qu'après avoir subi certains traitements numériques et sont de deux types :

- des traitements d'amélioration appelée aussi standard. Ces traitements sont applicables presque systématiquement à toute image.
- des traitements spécifiques qui sont destinés pour en faire ressortir l'information géologique ou un groupe de détails géologiques.

a. Traitements standard

a. 1. L'étalement de la dynamique

L'application de l'étalement de la dynamique ou stretching est une opération qui s'effectue systématiquement à toutes les images satellitaires. Le but de ce traitement permet de contraster au mieux l'allure et la forme des structures présentes de la région.

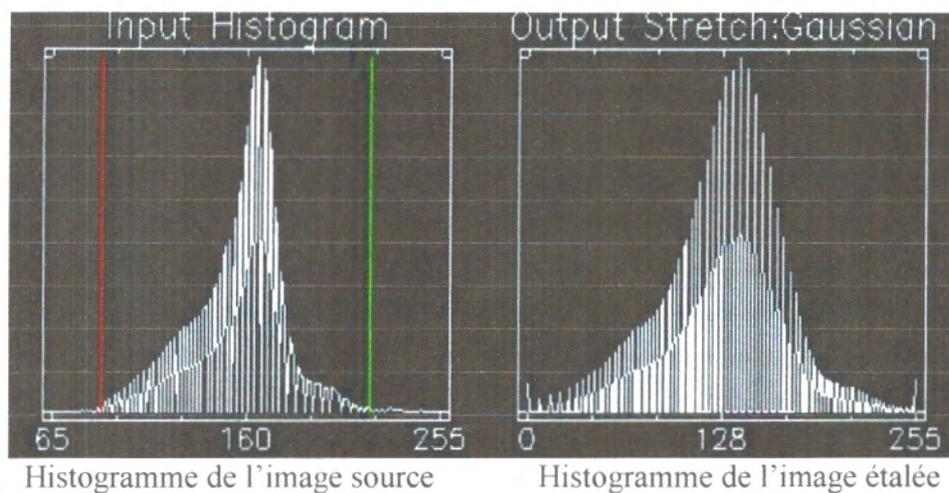


Figure 6 : Image dans le canal du proche infrarouge étalée.

Dans une image satellitaire, l'histogramme des niveaux de gris est le plus souvent étroit et les images sont alors peu contrastées. L'étalement de la dynamique consiste alors à redistribuer les valeurs de niveaux de gris, préalablement choisis entre deux seuils de l'histogramme brut sur les 256 niveaux (0 et 255). Ceci revient à changer la dynamique de l'image ou cette dernière sera plus apte à être interprétée (limites lithologiques apparentes, et structures géologiques bien définies).

a. 2. Composition colorée ou trichromie

La composition colorée est une méthode largement utilisée en géologie. Son principe est d'intégrer le maximum d'information, notamment l'information spectrale. Elle consiste à superposer des images de différents canaux. Le principe est d'attribuer des couleurs additives (rouge, vert, bleu) ou soustractive (cyan, jaune, magenta) à chacun des canaux.

Le résultat escompté est d'avoir un document géologique coloré permettant de discerner les différentes formations géologiques de la région d'étude. Dans ce traitement, il est fait appel aux données auxiliaires quant à la confrontation de la donnée image à la réalité du terrain.

a. 3. La transformation RVB - ITS

La transformation du système RBV (rouge, bleu, vert) en système ITS (intensité, teinte, saturation) reste une opération importante dans une étude géologique par télédétection. Il est procédé par cette transformation à la conversion des couleurs primaires rouge, bleu et vert en un système d'intensité, de teinte et de saturation.

Les trois canaux de l'intensité, teinte et saturation par rapport aux couleurs rouge, verte et bleu sont définis par les équations du tableau suivant :

Système I.T.S	Equation arithmétique
Intensité	$I=R+B+V$
Teinte	$T=(V-B)/(I-3B)/I$
Saturation	$S=(I-3B)/I$

Tableau 1 : Calcul de l'intensité, de la teinte et de saturation par les équations arithmétiques.

Où T représente le canal de la teinte, V le canal du vert, B celui du bleu et I correspond à l'intensité.

Ce canal de la teinte est très utilisé. Il permet de compléter les informations géologiques recherchées que les autres canaux ne permettent pas.

b. Traitements spécifiques

b. 1. Ratios (rapport entre canaux)

Ce sont des opérations entre les différents canaux qui consistent à diviser une image dans un canal par la même image dans un autre canal. La commodité dans ce type de traitement réside dans le fait que certains détails importants non décelables ou visibles dans les canaux bruts des données images peuvent alors apparaître dans le ratio de l'image résultat.

Les images ratios sont aussi utilisées comme première étape à d'autres traitements comme le renforcement ou l'élimination des effets topographiques.

Le choix des canaux dépendra de la nature de l'objet recherché qu'on veut mettre en évidence car certains objets répondent positivement dans l'un ou l'autre canal vu que les matériaux de l'écorce terrestre ont des courbes de réflectance différentes.

b. 2. Analyse en composantes principales

Le but du traitement en composantes principales (C.P.) est de corrélées les données initiales des bandes de l'image. En fait, la plupart des informations (généralement au moins 90%) se retrouvent dans la première composante principale. Les autres composantes principales font apparaître des différences entre les bandes spectrales qui sont peu ou non visibles sur les images.

L'objectif principal de cette méthode est de générer un petit nombre d'images riche en informations à partir des fichiers-image multibande d'une scène ETM Landsat. Il est possible ensuite de générer une composition colorée à partir des fichiers CP1, CP2 et CP3 qui rassemble, en une seule image avec 95 % de l'information. Différentes variantes sont envisageables, par exemple deux analyses en composantes principales, l'une à partir des bandes du visible (ETM1, ETM2 et ETM3) l'autre à partir des bandes du proche et moyen infrarouge (ETM4, ETM5 et ETM7).

b. 3. Filtrages numériques d'images

C'est une opération numérique qui permet de sélectionner dans une image certains éléments texturaux de forme ou de fréquence particulière, pour les isoler ou les éliminer.

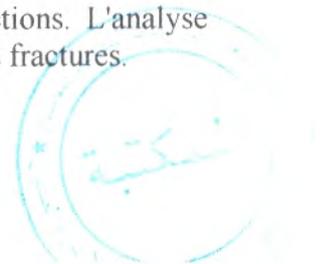
Il existe plusieurs types de filtres parmi lesquels :

- le lissage : sépare les fluctuations dans l'image en fonction de leur fréquence ;
- le filtre moyenneur : permet de distinguer les variations de basse fréquence (filtre passe-bas) des variations de haute fréquence (filtre passe-haut) ;
- le filtre de Lee (1983) est optimal dans la mesure où il ne laisse passer que les hautes fréquences mais préserve les structures fines. Il est utilisé pour éliminer le chatoyement des images radar ;
- le filtrage directionnel accentue ou au contraire élimine des lignes dans des directions prédéfinies ;
- le filtre de Sobel est équivalent à une dérivation d'ordre 1 et possède plusieurs variantes.

Ces types de filtres par convolution présentent l'inconvénient d'être très sensibles aux petits détails locaux, notamment le bruit, quand la taille de la fenêtre de convolution est petite. Si l'on accroît la fenêtre, il se produit des déformations par élargissement des contours qui deviennent flous.

Les filtres passe-haut constituent des traitements très utiles en géologie structurale car ils permettent de caractériser une information donnée, notamment des directions en l'occurrence celles des linéaments et ceci par la rupture radiométrique qu'il offre.

Le filtre de **SOBEL (Tab. 1)** qui est unidirectionnel contrairement à celui du filtre **LAPLACIEN** qui permet de rehausser les contours dans toutes les directions. L'analyse structurale faite par ce filtrage mathématique rend compte des orientations des fractures.



Le principe consiste à balayer et multiplier les pixels de l'image par une matrice de taille 3*3 par exemple.

Classe de direction											
Est-Ouest			Nord-Sud			Nord-Est/Sud-Ouest			Nord-Ouest/Sud-Est		
1	2	1	1	0	-1	2	1	0	0	-1	-2
0	0	0	2	0	-2	1	0	-1	-1	0	1
-1	-2	-1	1	0	-1	0	-1	-2	-2	1	0

Tableau 2 : Différents filtres directionnels de SOBEL.

Les différences dans la direction considérée sont alors rehaussées. Les valeurs nulles correspondent à la direction linéamentaire recherchée.

E. La photo-interprétation géologique

La base de la photo-interprétation est la texture des images satellites en prenant en considération l'analyse des paysages, la reconstitution des reliefs, et l'analyse morpho-structurale.

Afin de mieux exploiter les résultats obtenus, il est indispensable de les comparer à des structures géologiques.

L'analyse de l'image se base sur l'analyse des tonalités et des couleurs, des structures et des textures et enfin des formes. Elle aboutit à une esquisse photo-géologique.

APPLICATION

APPLICATION

I. DONNEES DISPONIBLES

A. Les données satellitaires

1. Données optiques

Les données optiques dont nous disposons sont représentées en une scène LANDSAT 7 ETM+ en mode multispectrale et panchromatique (Scène N°199-36) prise le 06 Mai 2005. La diversité des canaux (7 bandes multispectrales et 1 bande panchromatique) fournit une multitude d'information à manipuler. Le traitement des images est réalisé par les logiciels ENVI 3.5 et TNT mips.

Les bandes ETM1, 2, 3, 4, 5 et ETM7 offrent des images à 30m de résolution spatiale (au $1/100000_{\text{ème}}$), la bande ETM8 est à 15 m ($1/50000_{\text{ème}}$) et enfin la bande ETM6 (infrarouge thermique) est à 120m (**Fig.7**).

La scène LANDSAT ETM+ couvre une région beaucoup plus importante que celle de l'image ASTER, elle peut être d'un grand intérêt pour une étude dans un cadre régional. Seules les compositions colorées jugées intéressantes seront utilisées lors de l'analyse structurale.

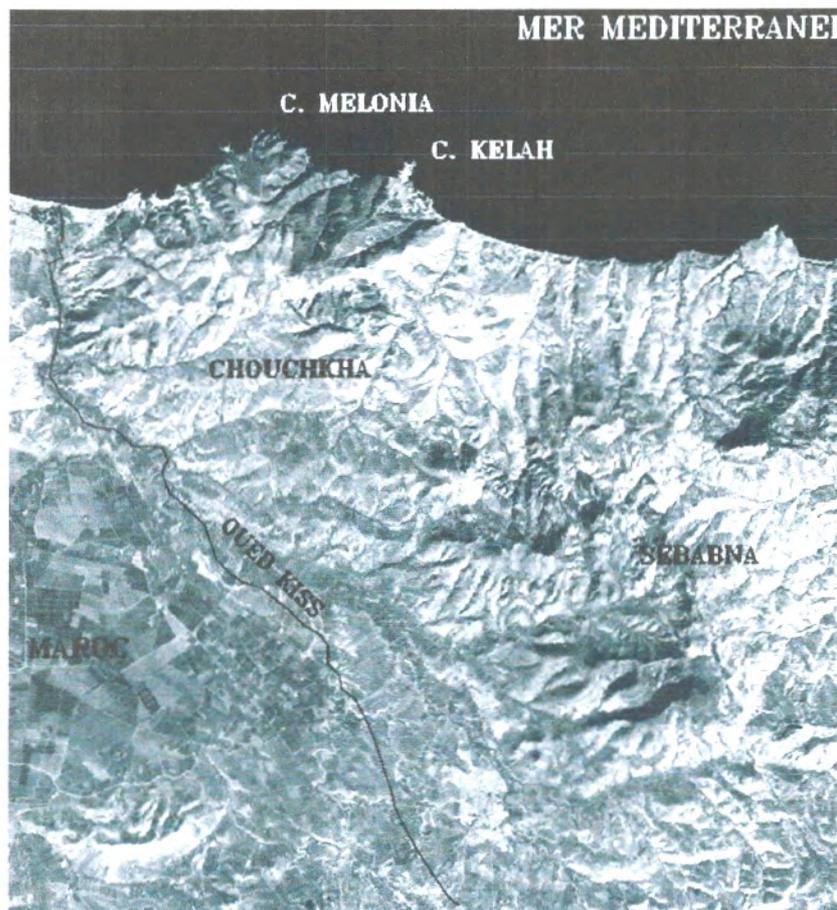


Figure 7: Scène Landsat 7 ETM+ de la région étudiée.

2. Données Radar

L'image Radar sur laquelle s'appliqueront les traitements est une scène captée par le satellite ASTER, elle date du 13/11/2006 (**Fig.8**). Avec sa haute résolution spatiale, et ses bandes spectrales qui couvrent une partie large du spectre électromagnétique, ASTER fournit des données qui améliorent les possibilités de discrimination pour les géologues, pour produire des cartes géologiques plus exactes et à moindre coût par rapport aux méthodes classiques basées sur les données de terrain.

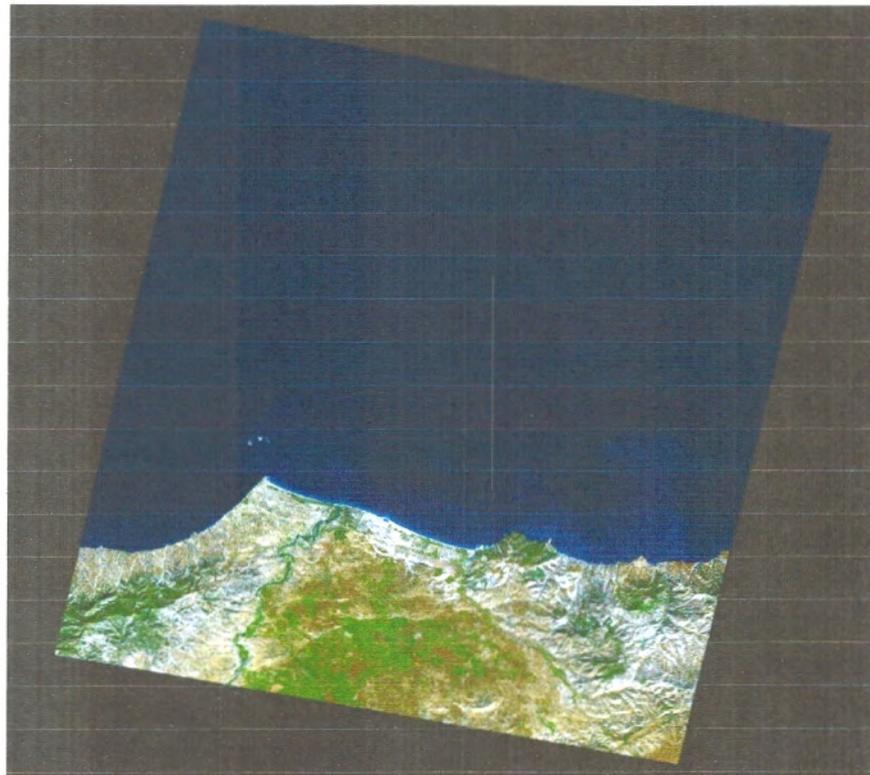


Figure 8 : Image ASTER de la région d'étude.

Le système ASTER enregistre des radiations de la terre dans 14 bandes spectrales (**Tab. 3**). Cet instrument mesure les radiations réfléchies dans le domaine visible proche infrarouge (VNIR), dans trois canaux (entre 0.520 et 0.860 μm) et dans le domaine des ondes courtes infrarouges (SWIR) dans six bandes (de 1.00 à 2.43 μm), avec une résolution spatiale de 15m et 30m, respectivement. Un couple d'images stéréoscopiques est acquis à 15m de résolution. Les radiations émises sont mesurées en cinq bandes dans le domaine spectral s'étendant de 8.125- à 11.650 μm (domaine infrarouge thermique – TIR) à 90m de résolution (Tangestani, 2006 Ninomiya, 2004). Seules les données du VNIR et SWIR seront utilisées dans notre étude.

ASTER Sous-systèmes (Résolution spectrale, m; Niveaux des quantifications)	Numéro de Bande	Spectrale Range (μm)
VNIR (15m ; 8bits)	1	0.520-0.600
	2	0.630-0.690
	3N	0.780-0.860
	3B	0.780-0.860
SWIR (30m ; 8bits)	4	1.600-1.700
	5	2.145-2.185
	6	2.185-2.225
	7	2.235-2.285
	8	2.295-2.365
	9	2.360-2.430
TIR (90m ; 12bits)	10	8.125-8.475
	11	8.475-8.825
	12	8.925-9.275
	13	10.25-10.95
	14	10.95-11.65

Tableau 3 : Les caractéristiques des sous-systèmes ASTER.

L'une des particularités des images ASTER est les caractéristiques spectrales des minéraux discriminés.

- Dans le VNIR, elles sont en grande partie liées au transfert d'électrons entre les niveaux d'énergie des éléments constitutifs, notamment les métaux de transition Fe, Mn, Cr (Hunt, et al, 1971);
- Dans le MIR, elles sont largement liées à la combinaison des tons harmoniques et des vibrations des cations octaédriques en coordination (typiquement Al, Fe, Mg) agglomérées avec des groupes OH (Hunt et Vincent, 1970).
- Dans le TIR, elles sont en grande partie liées à des vibrations fondamentales (forme et extension de la courbe de réponses spectrales) des liaisons Si-O dans des environnements de différents facteurs structurels (Lyon, 1965).

En conséquence: la région VNIR est utile pour la cartographie des oxydes et hydroxydes de fer (par exemple, l'hématite et la goethite), le MIR des silicates (par exemple, le kaolin, blanc micas, smectites, chlorite, amphibole, talc, serpentins) et le TIR cadre les silicates (quartz, feldspath, le grenat, pyroxènes et olivine). Les carbonates et les sulfates ont des réponses spectrales à la fois dans le SWIR et le TIR.

B. Données géoscientifiques

Les données géoscientifiques utilisées comprennent les données géologiques (structurales, lithostratigraphiques) et gîtologiques de la région. Ces données sont sous forme de cartes géologiques au 1/200.000^{ème} (Megarsi, 1985), gîtologiques au 1/50.000^{ème} (ORGM) et une carte topographiques de Cap Milonia au 1/50.000 (1985).

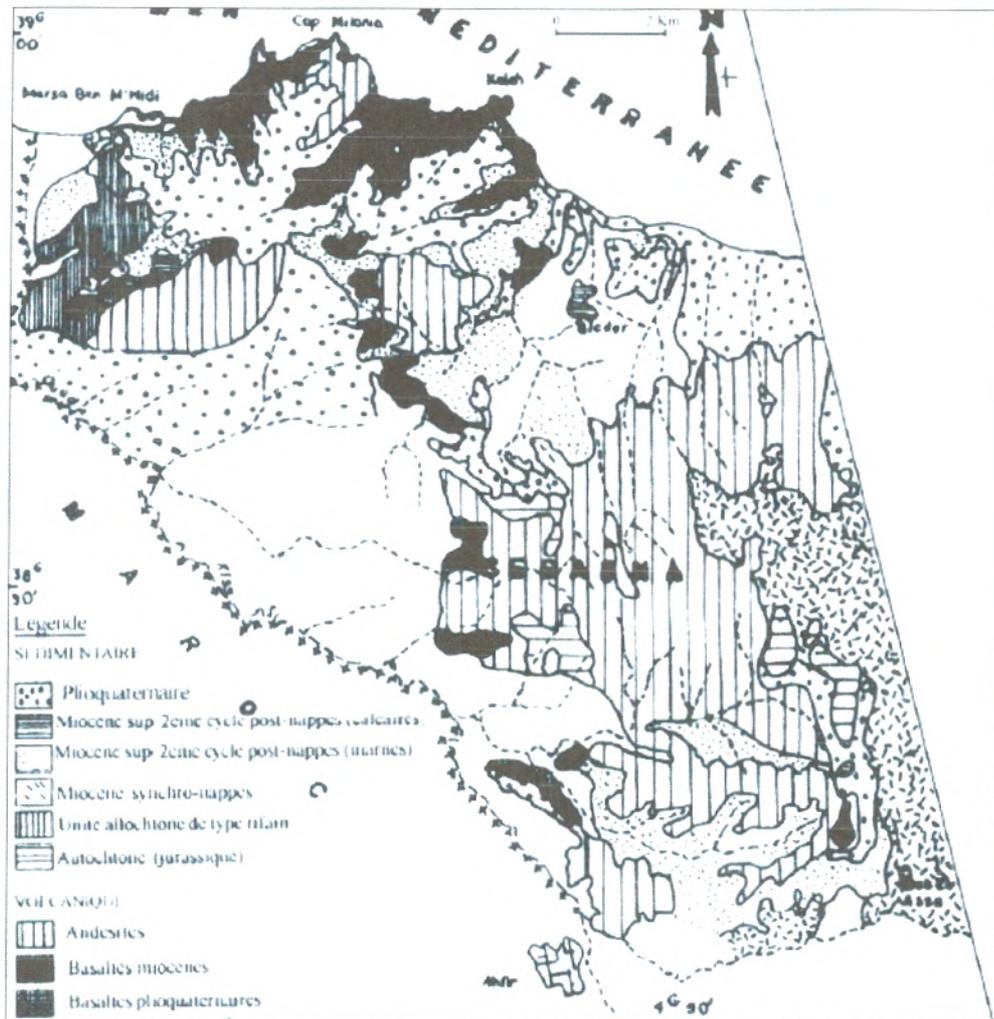


Figure9 : Carte géologique de la région de M'Sirda (Megarsi, 1985).

II. TRAITEMENTS NUMERIQUES DES IMAGES

Selon l'objectif assigné par l'analyste (carte de fracturation), deux types de traitements sont distingués :

- * Des traitements standard : tels que l'étalement de la dynamique, la composition colorée, la conversion RVB/ITS.

- * Des traitements spécifiques : par filtrage directionnel, spatial et l'analyse en composantes principales, et afin de rehausser les linéaments.

A. La composition colorée

L'exploitation des compositions colorées consiste en une interprétation du zonage issu des plages de couleurs identiques correspondant théoriquement à un même objet. Pour atteindre les objectifs que nous nous sommes assignés, nous avons réalisé une multitude de compositions colorées aussi bien à partir des canaux LANDSAT que d'ASTER. Seules les compositions colorées jugées significatives seront présentées.

Dans cette optique, Les trichromies choisies pour la cartographie structurale des images Landsat et Aster sont (731) et (654) respectivement. Plusieurs fractures ont été cartographiées dans les deux compositions colorées (Fig. 10 et 11).

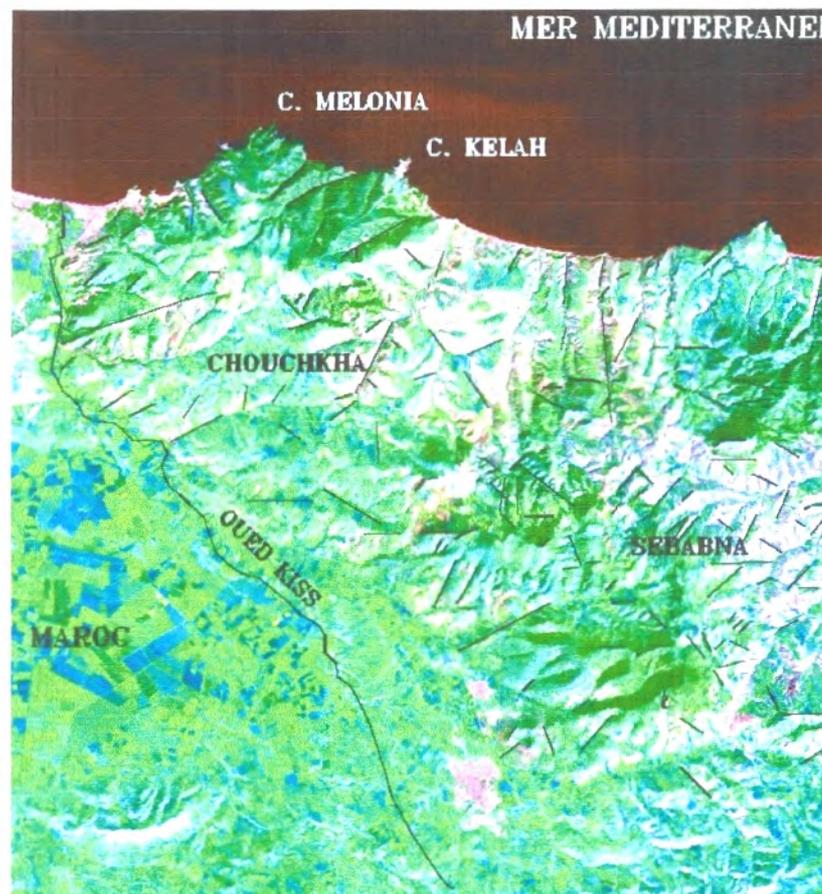


Figure10 : Composition colorée
RVB à partir des canaux ETM (731).

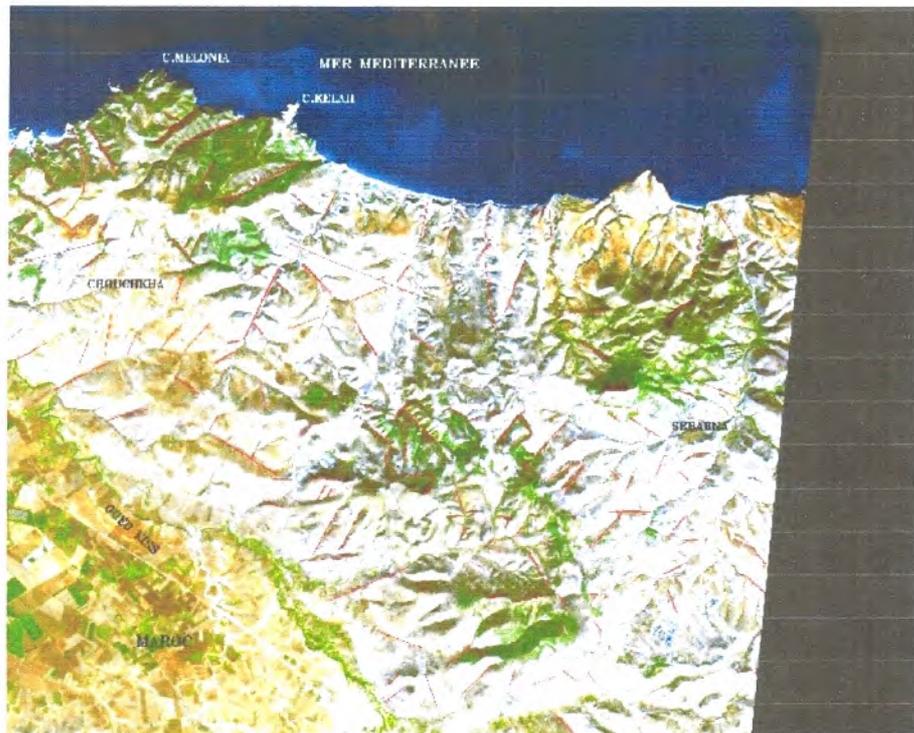


Figure 11 : Composition colorée RVB à partir des canaux ASTER (654).

B. La conversion RVB-ITS

Le canal de la teinte a été obtenu suite à la transformation RVB en ITS (intensité, teinte et saturation). L'intensité représente le degré d'éclaircissement ou d'assombrissement d'une couleur. La teinte correspond à la longueur d'onde dominante de la couleur. La saturation traduit la pureté, le degré de coloration en d'autres termes la densité. Les Fig.12 et 13 montre l'image représentant le canal de la teinte de la région des M'Sirda.

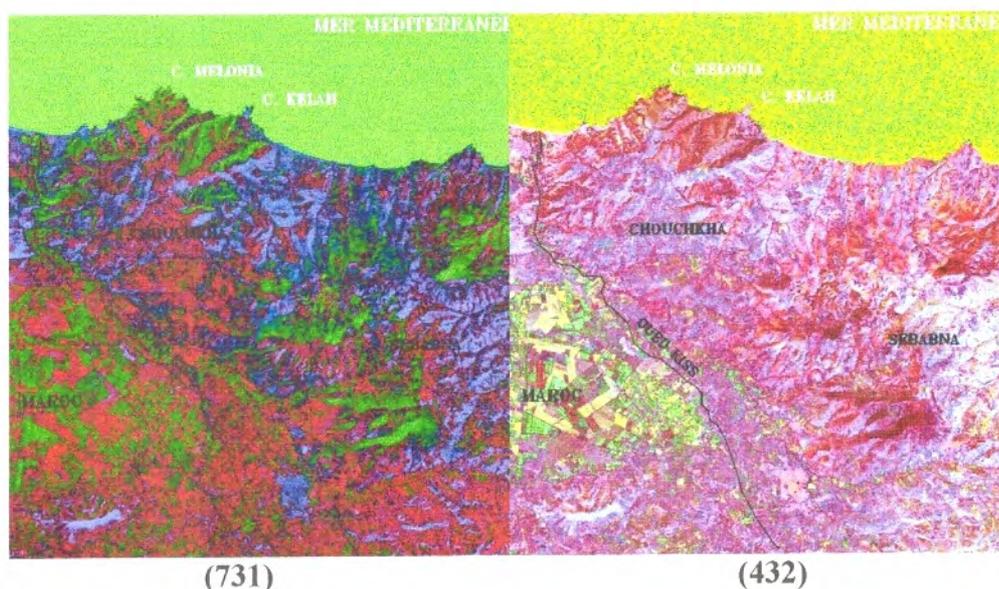


Figure 12 : Conversion RVB-ITS de l'image Landsat ETM

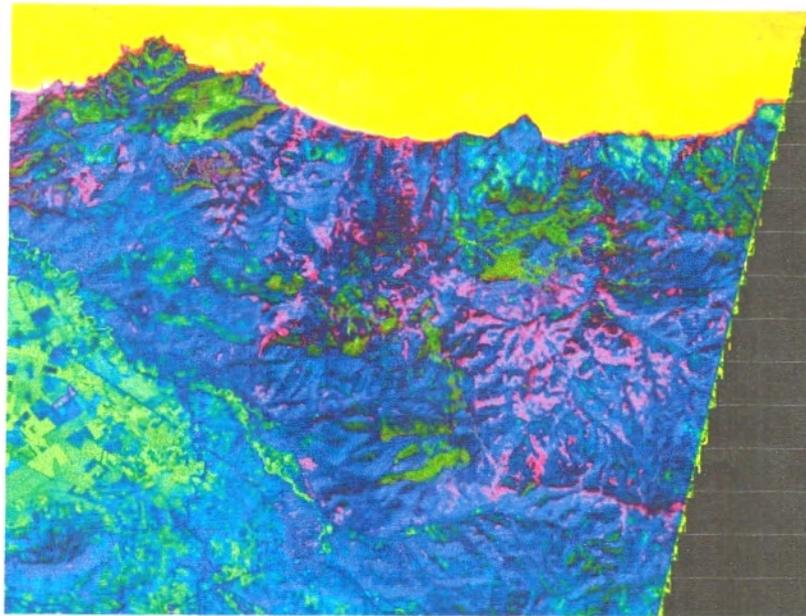


Figure 13 : Conversion RVB-ITS de l'image ASTER (654).

C. Analyse en composantes principales

L'analyse en composantes principales est une technique efficace pour accentuer une image multispectrale à des fins d'interprétation géologique.

Les neuf bandes spectrales ASTER dont nous disposons (3 bandes VNIR et 6 bandes SWIR) ainsi que les images LANDSAT ETM sont fortement corrélées entre elles (coefficient de corrélation entre 0.7 et 0.9). Une Analyse en Composantes Principales (ACP) a été réalisée sur les six bandes SWIR et LANDSAT. Les six nouvelles composantes obtenues sont décorréliées et ordonnées par un taux de variance décroissant.

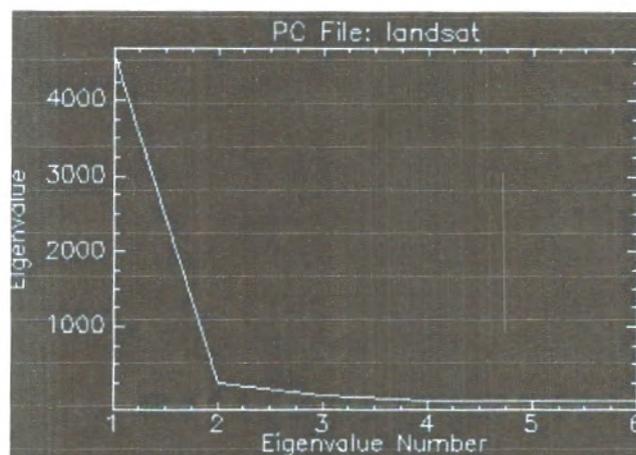


Figure14 :Analyse en composante principale des six bandes LANDSAT ETM



Troisième chapitre : APPLICATION

Seuls les résultats obtenus par les images LANDSAT ETM+ représentée dans cette méthode.

Les six composantes issues de l'ACP réalisées sur les bandes LANDSAT sont représentées sur les figures 15 et 16.

Le choix du nombre de composantes principales à conserver constitue l'étape la plus importante de l'ACP. Aucune règle générale de décision n'étant définie, l'utilisateur est libre de conserver les composantes souhaitées en fonction de critères propres à son étude (Gomez, 2004).

L'analyse en composantes principales produit ainsi de nouveaux canaux. Ces derniers permettent de créer des compositions colorées qui constituent un excellent produit d'interprétation visuelle, augmentant ainsi le contraste entre les divers objets au sol. Vu leur bonne qualité, nous avons décidé d'utiliser les trois premières Composantes (CP1, CP2, CP3) dans la cartographie structurale.

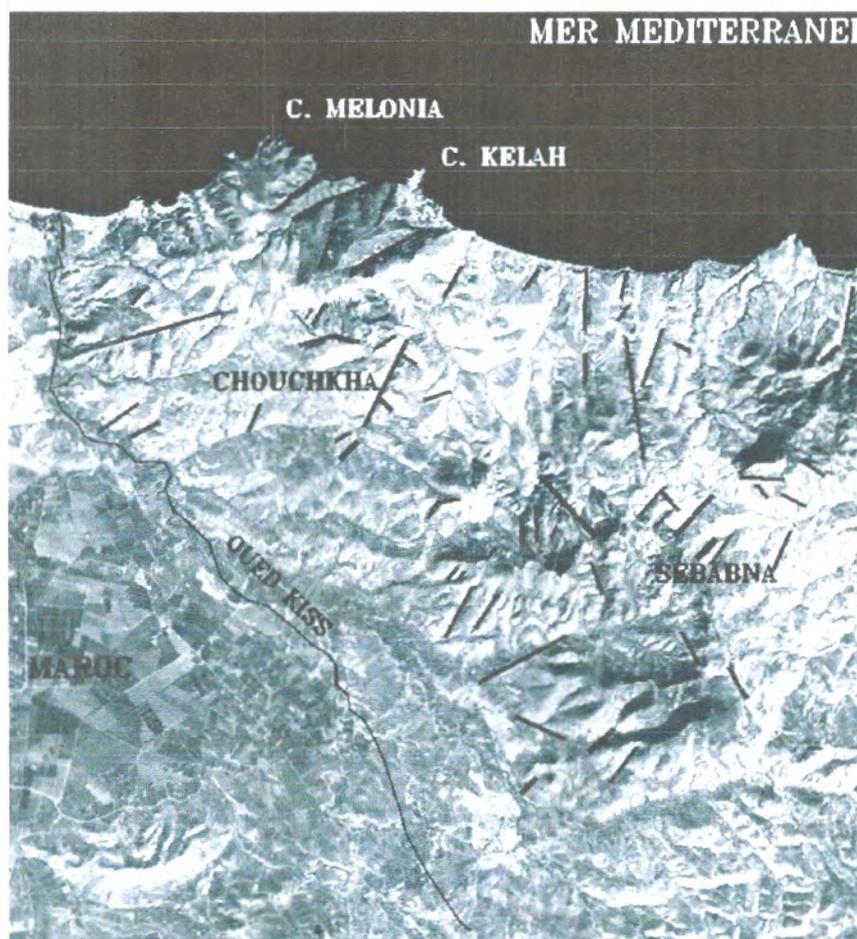


Figure15 : Pseudo canal de la première composante principale (CP1).

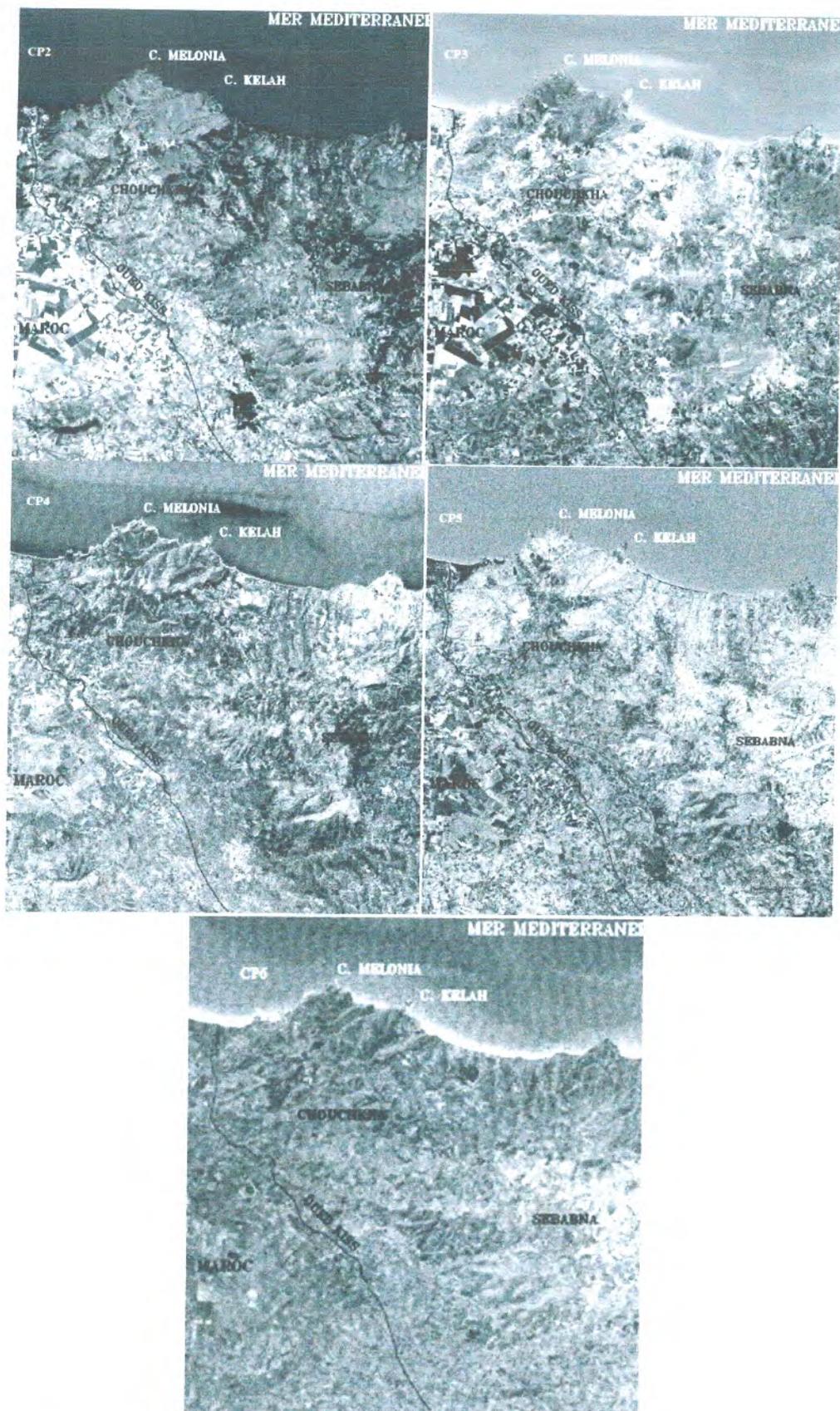


Figure16 : Images des six Composantes Principales résultante de l'ACP des bandes 2, 3, 4, 5 et 6.

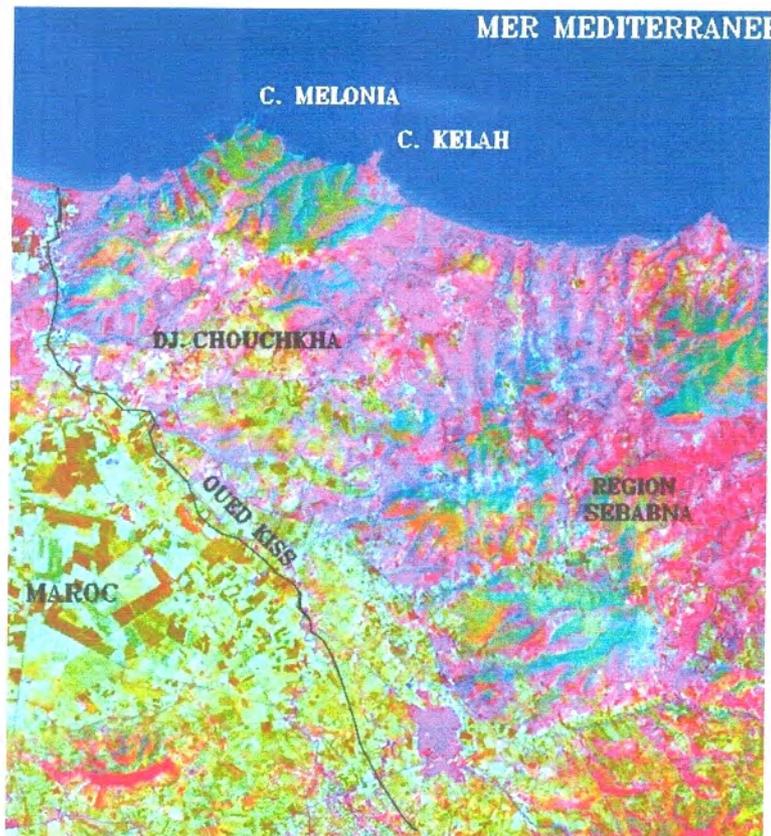


Figure17 : Composition colorée de l'ACP des bandes (1, 2, 3).

D. Le Filtrage

L'objectif visé par l'application des filtres est de trouver la meilleure façon pour identifier les linéaments correspondant à des discontinuités structurales dans les images. Les filtres proposés pour la cartographie structurale prennent en considération une matrice de convolution (3×3) et (7×7) en fonction de la longueur des fractures.

1. Filtrage PASS HAUT, LAPLACIEN et SOBEL

Ces filtres permettent de donner beaucoup de détail et plus de précision à l'image. Ceci va faciliter la cartographie des linéaments avec soin (fig. 18, 19, 20 et 21).

2. Filtrage DIRECTIONNEL

Les filtres directionnels améliorent la perception des linéaments en provoquant un effet optique d'ombre portée sur l'image comme si elle était éclairée par une lumière rasante (Marion, 1987). De plus ce type de filtre permet de rehausser les linéaments qui ne sont pas favorisés par la source d'éclairage (Drury, 1986).

Le rehaussement des linéaments a été effectué à partir de filtres directionnels dans de nombreuses directions. Ceci permet de détecter les linéaments dans toutes les directions possibles. Il faut préciser que l'image LANDSAT ETM+ utilisée pour les filtres est l'image de la bande 4 qui se trouve dans le proche infrarouge permettant

Troisième chapitre : APPLICATION

ainsi de voir les détails structuraux importants, ainsi que la bande CP1 de l'analyse en composante principale.

Ensuite, on crée des images binaires en attribuant la valeur 0 aux pixels dont le niveau de gradient est inférieur au seuil (5% de la section inférieure et supérieure de l'histogramme des niveaux de gris) et la valeur 255 aux autres pixels de l'image. Ce qui nous donne une image à deux niveaux de gris : les linéaments en noir (0) et le fond de l'image en blanc (255). Seuls les filtres $N0^\circ$, $N45^\circ$, $N90^\circ$ et $N135^\circ$ sont appliqués à l'image (Fig 22, 23, 24, et 25).

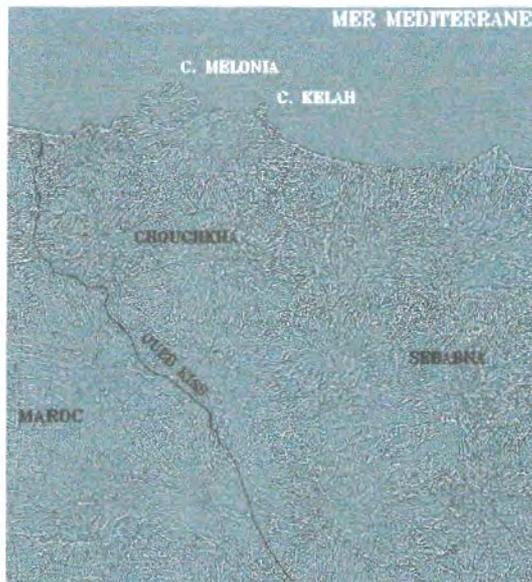


Figure 18 : PASSE HAUT (3×3).

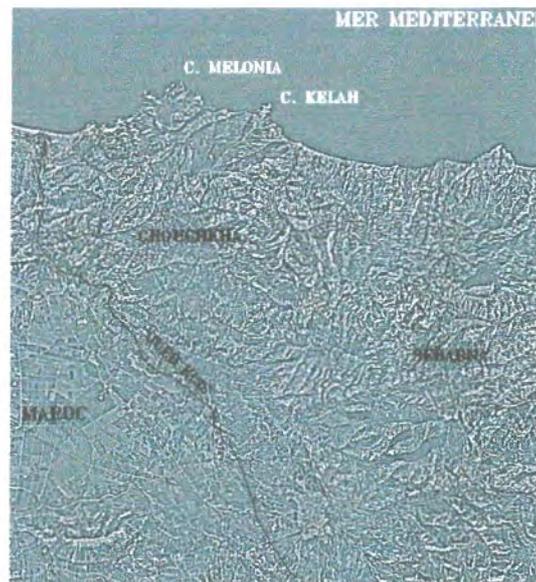


Figure19 : PASSE HAUT (7×7).

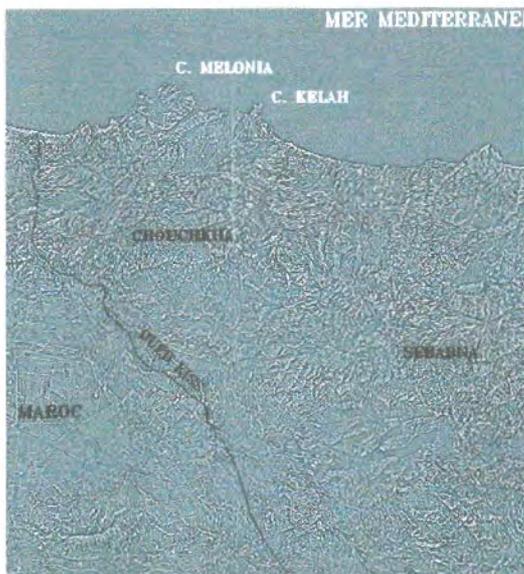


Figure20 : LAPLACIEN (7×7).

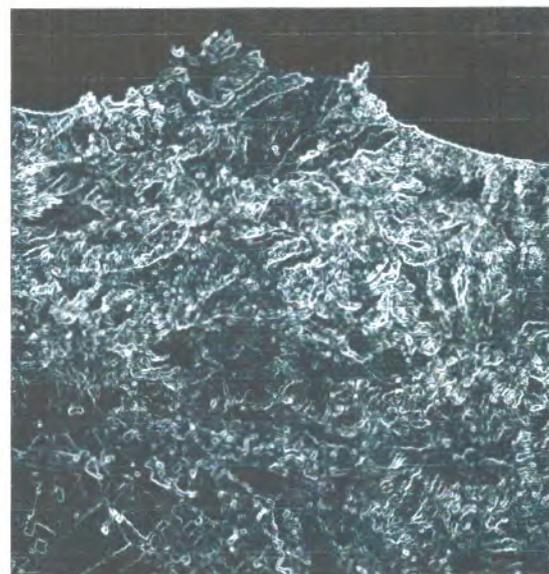


Figure21 : SOBEL.

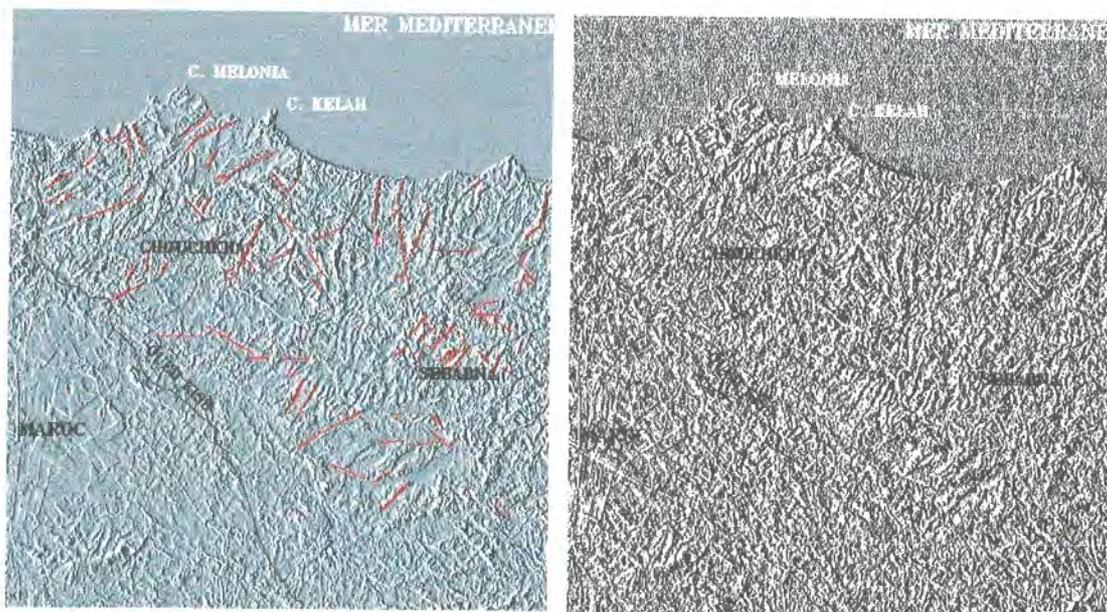


Figure22 : Filtre Directionnel N0°.

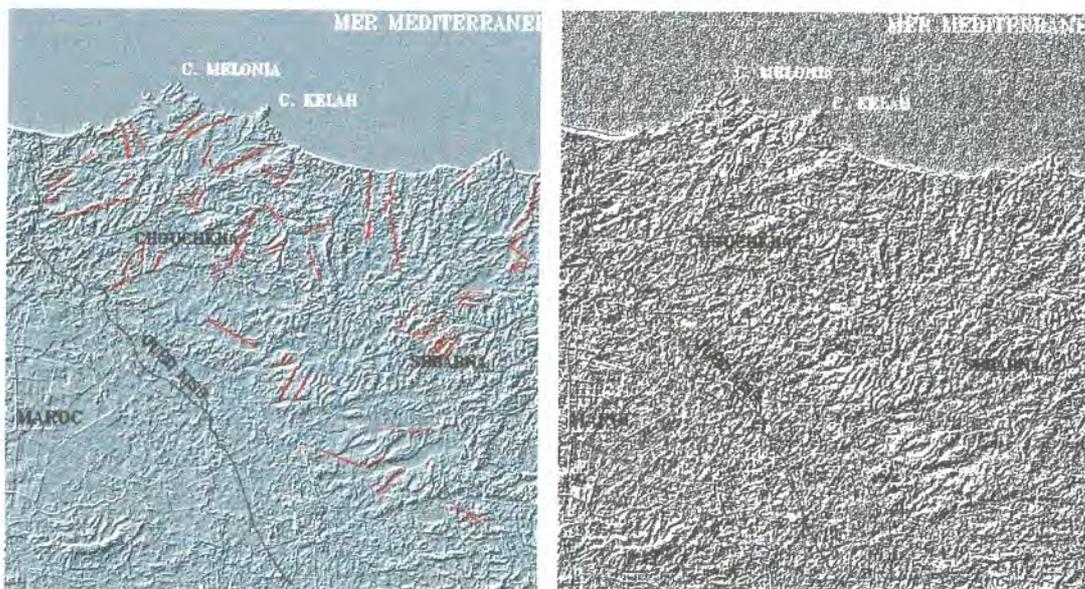


Figure 23 : Filtre Directionnel N45°.

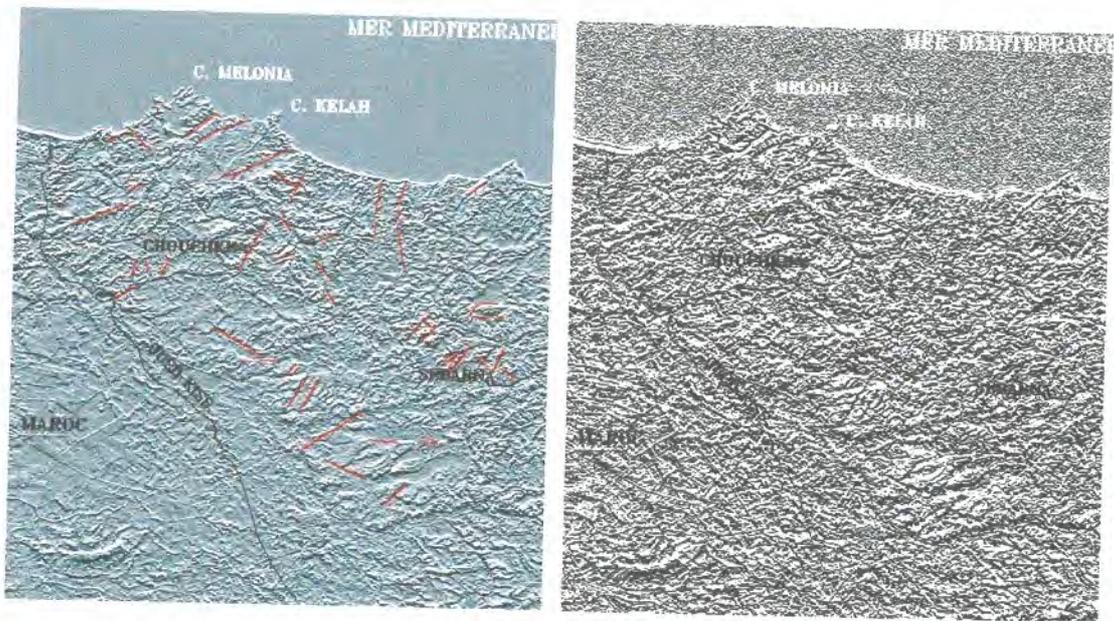


Figure24 : Filtre Directionnel N90°.

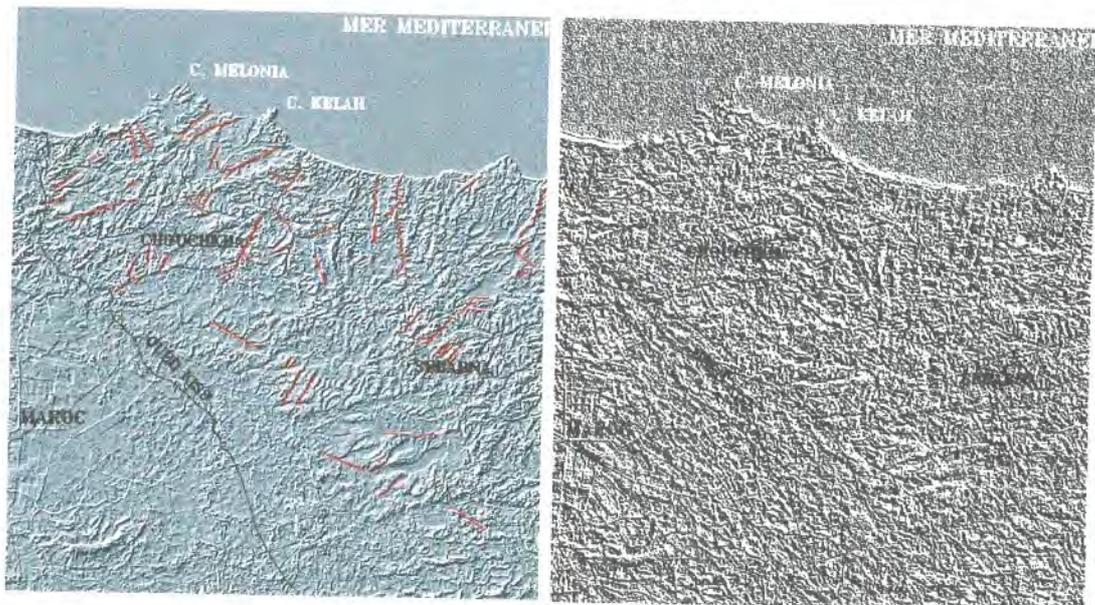


Figure25 : Filtre Directionnel N 135°.

III. RESULTATS

A. Cartographie des fractures

La cartographie des fractures est réalisée en traçant directement les structures linéaires sur les diverses images traitées (3 images). Les fractures tracées sur les images filtrées (11 images) sont systématiquement vérifiées sur les autres images avant d'être retenus.

L'objectif est d'éviter de rajouter des éléments susceptibles d'être des fractures. La dernière étape consiste à superposer les différentes images afin de créer une carte de synthèse des fractures en prenant en considération à ne pas faire des répétitions de segments, on procède à une élimination des fractures qui se répètent

plus d'une fois. La carte de fracturation de synthèse de la région d'étude est présentée dans la figure 26.

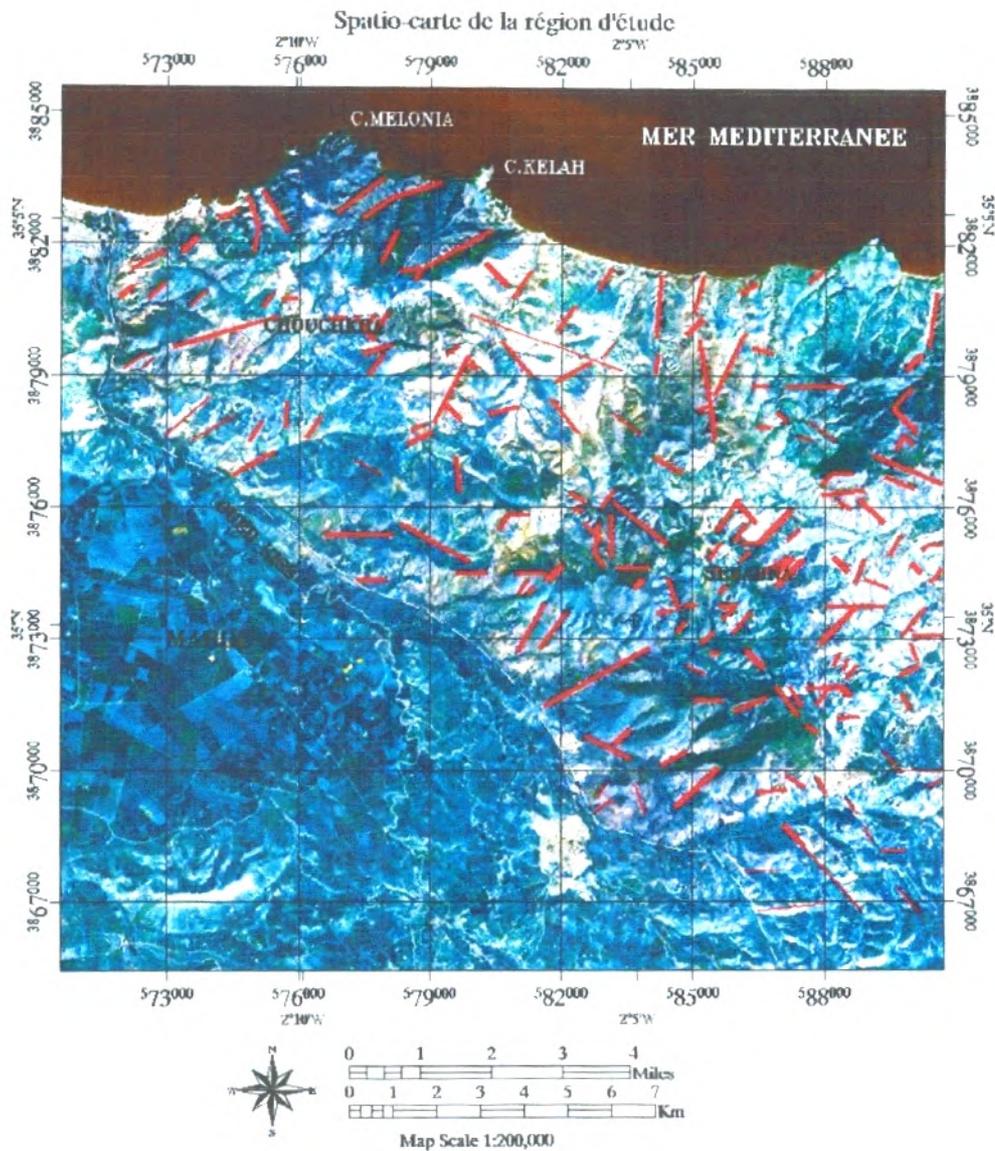


Figure 26 : Réseaux de fractures identifiés dans les images LANDSAT ETM+.

B. Traitements statistiques

Afin d'étudier la géométrie du réseau de fractures et d'en dégager les directions dominantes à l'échelle régionale, nous avons procédé à un traitement statistique où la méthode conventionnelle consiste à produire des rosaces directionnelles par classes de 20° d'orientation. Ces dernières sont conçues grâce au logiciel Stéréonet.

La carte de synthèse de fracturation représente l'ensemble des segments uniques résultant de la superposition de l'information contenue dans les images traitées. Elle regroupe au total 216 linéaments. Cette carte linéamentaire révèle trois familles importantes d'orientation de fractures soient : NE-SW (entre N 30° et N 70°), E-W (entre N 70° et N 110°) et NW-SE (entre N 110° et N 150°) représentant respectivement 44,44 %, 21,76 % et 22,22 % de l'ensemble des fractures du secteur d'étude. Certaines directions sont faiblement représentées et correspondent aux directions moyennes N 00°, N 20° et N 160°. Leurs proportions représentent 11,56 % de l'ensemble des fractures mesurées.

Les mesures peuvent être regroupées en neuf classes, espacées par pas de 20°, et correspondant aux directions moyennes N 00°, N 20°, N 40°, N 60°, N 80°, N 100°, N 120°, N 140° et N 160° (Tab.4).

Classes de directions	Direction moyenne	Nombre de linéaments par direction moyenne	Proportions (%)
A : N350 - N10	N 00	5	2,31 %
B : N10 - N30	N 20	12	5,55 %
C : N30 - N50	N 40	62	28,70 %
D : N50 - N70	N 60	34	15,74 %
E : N70 - N90	N 80	29	13,43 %
F : N90 - N110	N 100	18	8,33 %
G : N110 - N130	N 120	25	11,57 %
H : N130 - N150	N 140	23	10,65 %
I : N150 - N170	N 160	8	3,70 %
	Total	216	99,98 %

Tableau 4: Récapitulatif des mesures statistiques de la direction moyenne.

La rosace de distribution directionnelle, établie pour l'ensemble des linéaments du massif des M'Sirda, montre également que les fractures les plus fréquentes sont globalement orientées entre les directions moyennes N 40° et N 140° (Fig. 27). Ceci peut suggérer que les directions privilégiées de la fracturation du secteur d'étude seraient ainsi comprises dans cet intervalle d'orientations moyennes.

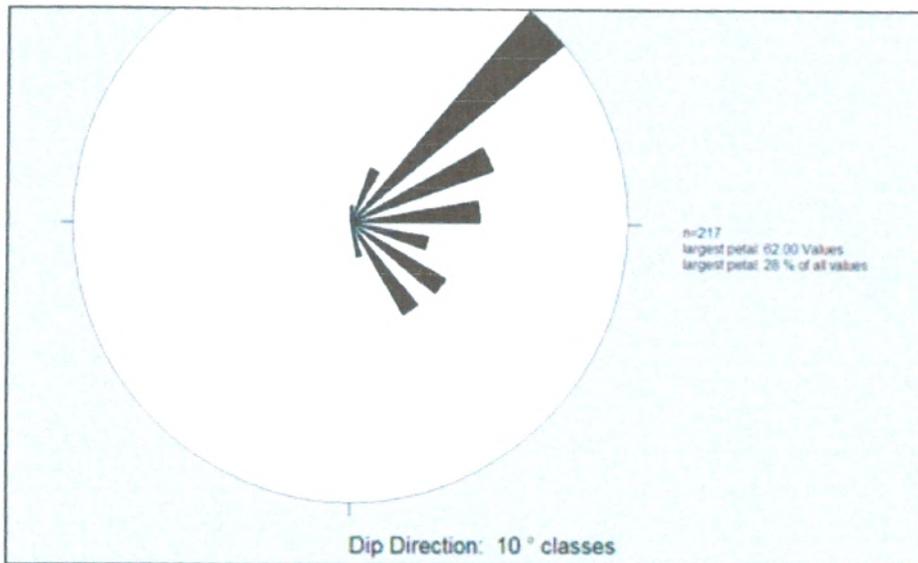


Figure 27 : Rosace directionnelle de la carte de synthèse des fractures.

D'un point de vue quantitatif, le réseau de failles de direction NE-SW est le plus important regroupant ainsi, plus de 96 fractures avec deux familles de directions. La première famille est comprise entre N30° et N50° avec plus de 28%, par contre, la deuxième famille (N30° et N70°) représente plus de 44% (voir tableau n° 6 en annexe). La répartition des deux familles est homogène dans la région d'étude.

La direction EW est qualifiée de moyenne est comprend 47 linéaments. Elle regroupe toutes les fractures de directions comprise entre N70° et N110° et représentant 21,76 % du nombre total des linéaments (voir tableau n°7 en annexe). Ces failles apparaissent surtout dans les parties médiane et méridionale du secteur d'étude.

Le réseau de failles de direction NW-SE regroupe 48 linéaments orientées entre N110° et N150° et représentent près de 22.22% des fractures. Ces derniers apparaissent dans la partie médiane.

IV. CONFRONTATION DES RESULTATS AVEC LES DONNEES GEOSCIENTIFIQUES

Afin de mieux exploiter les résultats obtenus par les traitements numériques des images satellitales, on procède à une confrontation de la carte de synthèse de fracturation avec la carte géologique et gîtologique (Megartzi, 1985 et ORGM, 1995) de la région.

Toutes ces informations (cartes de synthèse, cartes géologique et gîtologique) sont intégrées dans un système d'information géographique (SIG) afin de permettre d'une part, l'identification des fractures déjà connus et d'autre part, l'interprétation des linéaments nouveaux et de faire le lien avec la géologie de la région. La figure n°28 montre la méthodologie adoptée dans cette étape.

Les données sont ramenées à des échelles compatibles pour ne pas perdre de l'information. Les données images satellites sont converties en format vectoriel avec l'extension DXF à l'aide du logiciel TNT mips et transportées vers un logiciel de système d'information géographique (Mapinfo). Les autres données analogiques (cartes géologiques et des indices miniers) sont directement numérisées à l'aide du même logiciel.



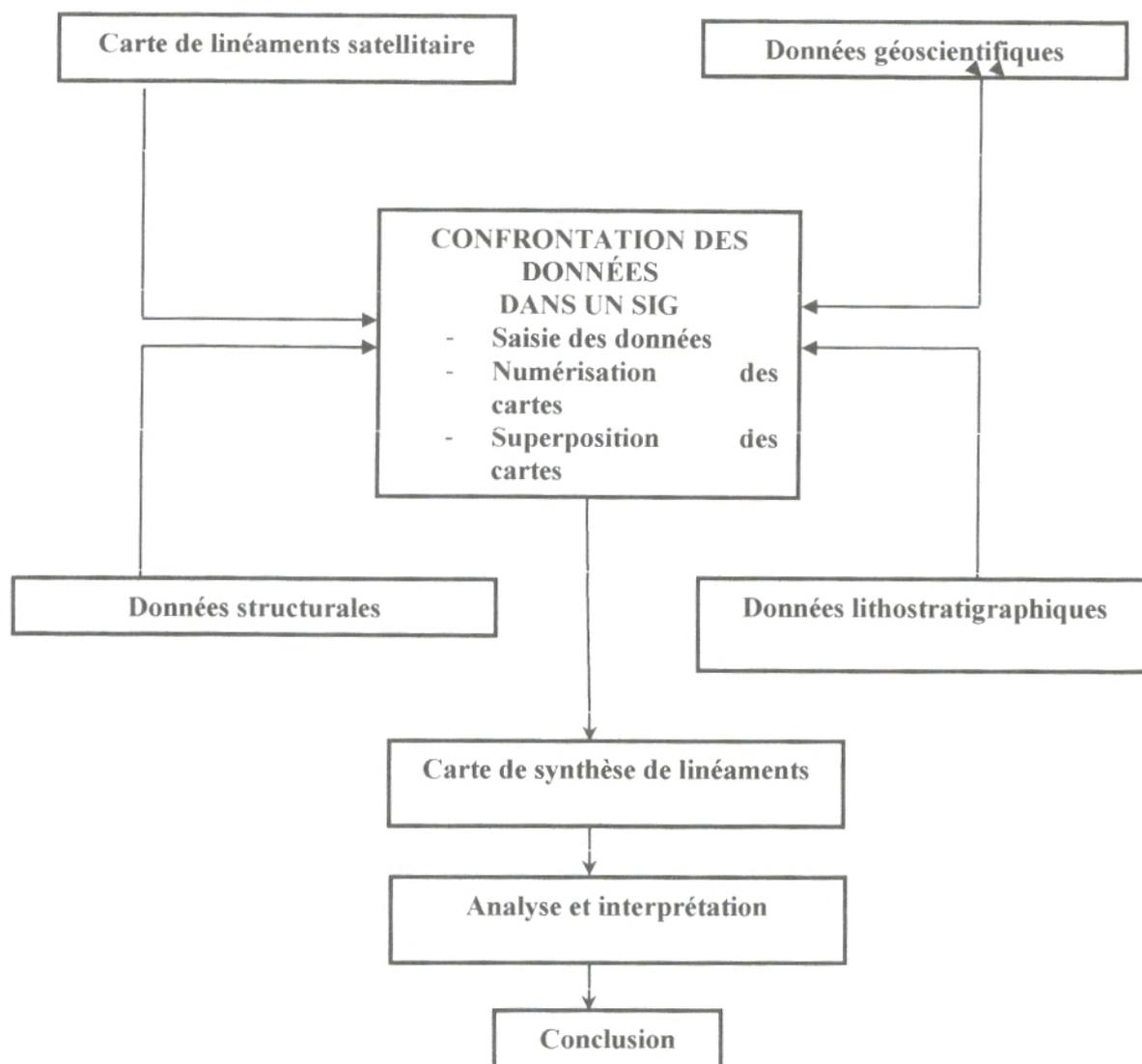


Figure 28 : Méthodologie de la confrontation des données dans un SIG.

V. CONFRONTATION AVEC LES DONNEES GEOLOGIQUES ET STRUCTURALES

Les linéaments issus de la carte géologique et gîtologiques (**Fig.29**) sont répartis selon trois directions qui affectent des terrains sédimentaires et volcaniques. La direction NE-SW est la plus importante, par contre les directions NW-SE et E-W sont moins répandus et forment un système de failles conjuguées ; ils se retrouvent également au niveau des données satellitaires mais dans des propositions différentes (**Tab. 5**).

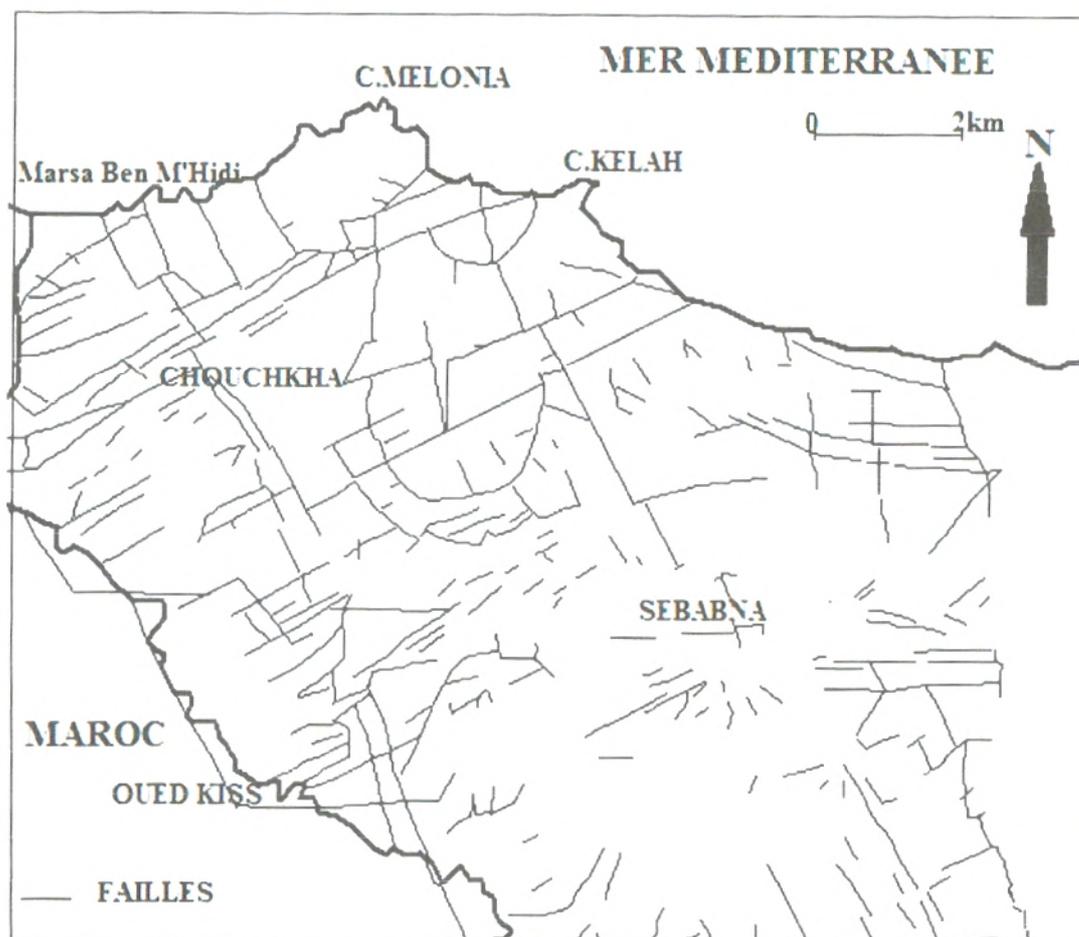


Figure 29 : Carte structurale de la région d'étude (d'après l'ORGM, 1995).

Direction d'orientation	NE-SW	NW-SE	E-W	Nombres de linéaments
Linéaments de la carte géologiques et gîtologique	83	42	39	169
Linéaments d'images satellitaires	96	48	47	191

Tableau 5: Comparaison entre les linéaments géologiques et d'images satellitaires.

La superposition des deux cartes montre que les fractures issues des images sont souvent parfaitement superposées ou légèrement décalées par rapport aux éléments structuraux du terrain. Cette juxtaposition permet de confirmer les trois directions (NE-SW, NW-SE et E-W) d'orientation dans la région avec des fréquences de 83%, 42% et 39% respectivement.

VI. ESSAI D'INTERPRETATION

A l'échelle de l'Oranie, la direction moyenne NE-SW est définie comme une direction atlasique caractéristique de la chaîne tellienne (Lucas, 1952 ; Guardia, 1975 ; Bougara, 1995). La direction de fractures E-W est également considérée comme une caractéristique de l'orogène tellien (Guardia, 1975, Cizak, 1993). Par contre, selon Guardia (1975) la famille d'accidents NW-SE est caractéristique de la méséta oranaise.

Les accidents E-W représentent un héritage hercynien et seraient d'âge Dévonien dans la plupart des cas (Guardia, 1975 ; Bougara, 1995). Les accidents NE-SW, correspondant à la direction atlasique, seraient tardi-hercyniens et auraient guidé l'installation des sillons telliens au cours du Mésozoïque. Ces accidents, fondamentaux dans la structuration finale des orogènes tellien et atlasique, ont souvent joué à plusieurs reprises depuis le Mésozoïque (Guardia, 1975).

En revanche, les accidents NW-SE, sont considérés comme typiquement alpins et représentent des phases tectoniques du 2^{ème} cycle post-nappes se traduisant par une période d'érosion s'étalant du Miocène moyen au Miocène supérieur ainsi que des périodes d'émissions volcaniques à partir du Miocène supérieur.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENARALE

Les images ASTER et LANDSAT ETM+, utilisées dans cette étude, ont servi à cartographier les accidents structuraux majeurs de la région du massif de M'sirda. Leur apport s'est avéré important en ce sens qu'il a permis de confirmer et compléter les résultats des travaux antérieurs. L'approche méthodologique basée sur l'interprétation visuelle d'images corrigées géométriquement, et rehaussées (composition colorée, analyse en composante principale, transformation RVB/ITS, et filtrage) a contribué à la réalisation d'une carte structurale.

Sur le plan structural, les techniques de traitement ont permis l'établissement de la carte de réseau de fracturation au 1/200 000^{eme}. L'analyse statistique a permis de donner les directions les plus importantes dans la région, (NE-SW, NW-SE et E-W) d'orientation dans la région avec des fréquences de 83%, 42% et 39% respectivement.

La confrontation de nos résultats avec les données géoscientifiques a rendu plus commode la reconnaissance et l'interprétation de certaines directions de linéaments dans le massif de M'sirda.

Dans cette optique, A l'échelle de l'Oranie, la direction moyenne NE-SW est définie comme une direction atlasique caractéristique de la chaîne tellienne. La direction de fractures E-W est également considérée comme une caractéristique de l'orogène tellien. Tandis que la famille d'accidents NW-SE est caractéristique de la méséta oranaise.

RECOMMENDATIONS

RECOMMANDATIONS

L'utilisation des images optiques et radar pour la cartographie des linéaments s'avère un outil très riche en informations géologiques. Afin de mieux exploiter les données de la télédétection, nous formulons un certain nombre de recommandations.

L'observation visuelle comme technique d'identification des linéaments doit être complétée par des techniques de rehaussements par ordinateur avec le développement d'algorithmes pour l'extraction des réseaux linéiques dans toutes les directions. Cependant, certaines fractures sont négligées par la méthode visuelle grâce aux changements de gradient directionnel causés par les variations de la topographie, du couvert végétal, de la teneur en eau ou de la lithologie. De ce fait, une double approche par techniques de photographie aérienne et surtout les observations de terrains seront indispensables.

Une approche plus précise de la chronologie des principaux réseaux de fractures de la région des M'Sirda est recommander, elle nécessite également une comparaison avec les mêmes directions d'accidents reconnus à l'échelle de l'Oranie notamment dans les monts des Traras, dans le môle de Tifrit ainsi que dans l'Atlas Saharien occidental.

La division de la région d'étude en secteurs tectoniques où les structures géologiques ont les mêmes tendances et la même morphologie s'avère une approche intéressante pour mieux faciliter, analyser et interpréter la région du massif de M'sirda.

Enfin, l'utilisation de la télédétection hyperspectrale (Ali, Hyperion) est fortement recommandée dans la cartographie des linéaments et l'exploration minière grâce aux bandes spectrales qui fournissent plus de détails concernant les propriétés spectrales et les caractéristiques à identifier.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABDELLI W. et MAGHANI S. (2011)-Evaluation de la potentialité géochimique des manifestations ferrugineuses du massif volcanique des M'Sirda *Mém.Ing. Univ.Tlemcen*, 87P.

ACHOUR M. et KADDOUR M. (2010)- Apport de la télédétection à l'analyse de la fracturation du complexe volcanique des M'sirda (Oranie nord occidentale). *Mém. Ing. Etat, Univ. Oran*, 62P.

BEAUCHAMP B. (2001)- Cartographie géologique à l'aide du capteur RSO de RADARSAT-1 : cas de l'île Axel Heiberg, Arctique Canadien. *Revue Télédétection, Vol. 2, n° 2*, p.103-117.

BEKADDOUR M. et OUASTI M. (2000)- Apport de la télédétection à l'analyse de la fracturation des Monts des Traras (Oranie nord occidentale). *Mém. Ing. Etat, Univ. Oran*, 50p.

BELLON H. (1976)- Séries magmatiques néogènes et quaternaires du pourtour de la Méditerranée occidentale comparée dans leur cadre géochronométrique: implication géodynamiques. *Thèse Doct. Etat, Univ. Paris Sud*, 367p.

BELLON H. ET BROUSSE R. (1977)- Le magmatisme périméditerranées occidental : essai de synthèse. *Bull.Soc.France, XIV (7)*, pp. 469-480.

BELLON H. ET GUARDIA P. (1980)- Le volcanisme alcalin plio-quaternaire d'Algérie occidentale. Etude radiométrique et paléomagnétique. *Rev. Géol. Dyn. Et de Géogr. Phys*,22 Fasc.3, pp.213-222.

BENALI, H. (2007)- Les minéralisations associées aux roches magmatiques magmatiques tertiaires du nord de l'Algérie typologie, pétrologie, cadre géodynamique, et implications métallogéniques, P.15-39.

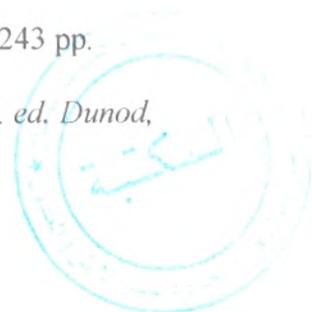
BENNIA A. ET BENOUADAH D.(2006)- Cartographie et étude pétrographique des roches volcaniques des M'Sirda (Oranaie nord occidentale). *Mém. Ing. Etat, Univ.Oran*, 59p.

CHANUSSOT J. LAMBERT P., VIDAL G., TROUVE E. (1999)- Détection des Failles Géologiques par Traitement Morphologique Multi-Spectral. *17èmeSémin Grétsi, Vannes*, P. 379-382.

COULON C.MEGARTSI M.BELLON H.LOUNI-HACINI A (2002)-Poste collisional transition from calco-alkaline to alkaline volcanism during the Neogene in Oranie (Algeria) : magmatic expression of a slab breakoff..*Lithos 62*, pp. 87-110.

DRURY S.A. (1986) - Image Interpretation in Geology. *Allen & Unwin, London*, 243 pp.

GIRARD MC. et GIRARD C. (2004)- Traitement des données de Télédétection. *ed. Dunod, Paris1999*.



GOMEZ C. (2002)- potentiels des données de télédétection multisurces pour la cartographie géologique : Application à la région de Rehoboth (Namibie). *Thèse doct. Univ. CL. Bernard, Lyon I.*

GUARDIA P. (1975)- Géodynamique de la marge alpine du continent africain d'après l'étude de l'Oranie nord-occidentale. Relations structures et paléogéographiques entre le Rif externe, le Tell et l'avant-pays atlasique. *Thèse Doct. D'Etat, Univ. Nice, n° AO 11417, 289 p., 141 fig., 5 pl., 1 carte.*

HUNT, G. & SALISBURY, J. (1970) - Visible and Near Infrared Spectra of Minerals and Rocks: I Silicates Minerals, *Modern Geology 1, 283-300.*

HUNT, G. & SALISBURY, J. (1971) - Visible and Near Infrared Spectra of Minerals and Rocks: II Carbonates, *Modern Geology 2, 23-30.*

KADIO H.N, MAHAMAN B.S, BROU E.N. et ADAMA O. (2008)- Contribution à L'interprétation des Linéaments par L'exploitation des Pseudo Images, de L'hydrographie en Région Tropicale Humide : Cas de N'zi-Comoe (Centre de la Cote D'ivoire). *EuroJournals publishing, Inc. 2008, vol. 24 n°1. pp.74 - 93.*

LOUNI-HACINI A. (2002)- La transition du magmatisme calco-alcalin au magmatisme alcalin dans l'Oranaie (Algérie nord occidentale). *Thèse Doct. Etat, UTRHB. Alger, 210 p.*

MARION, A. (1987) - Introduction aux techniques de traitement d'image. *Paris, édition Eyrolles, 278 pp.*

PHAN TRONG T, MAI T.T., NGO V.L, HOANG Q.V., NGUYEN V.H., DINH V.T., CLOSSON D et OZER A. (2007)- Apport de la Télédétection à l'étude des Failles Actives et des Risques Sismiques au Nord du Viêt-Nam. *Revue Télédétection, Vol. 7, n° 1.2.3.4, p. 465-481.*

SADRAN G. (1985)- Les formations volcaniques tertiaires et quaternaires du Tell Oranais. *Publi. Serv. Géol. De l'Algérie, nouvelle série, bull. n° 18, 533p.*

SAAD A.Z., ZERGA M., OUASTI M. et BEKKADOUR M. (2004)- Apport de la Télédétection à l'analyse de la fracturation des monts des Traras, Oranie nord Occidentale, Algérie. *Nat. des Sci. De la Techniques Spatiales, Oran, 2p.*

TAIBI, D. (2006)- Apport de la Télédétection et Modélisation de la Subsidence. Cas du Bassin des Traras au cours du jurassique inférieur et moyen, Algérie Nord Occidentale. *Dipl. D'Ingéniorat d'Etat, Univ. Tlemcen, 40 p. 26 fig. 11 tab.*

TAIBI, D. (2009)- Apport de la Télédétection sur un prospect dans la région de Man-Cote D'Ivoire. *Mém. Master 2GR. INPL. France.35p.*

TANGESTANI, M.H. (2006) - A comparative approach on TIR and VNIR-SWIR datasets of ASTER instrument for lithological mapping at the Neyriz ophiolite zone, SW Iran, *Proceedings of Map Asia 2006, 29 Aug.-1 Sept., 2006, Bangkok, Thailand.*

MEGARTSI, M. (1985)- Le volcanisme Mio-Plio-Quaternaire de l'Oranie Nord occidentale. *Thèse Doct. état, Univ. Alger, 296p.*

NINOMIYA, Y. (2004) - Lithologic Mapping with Multispectral ASTER TIR and SWIR Data, Sensors, Systems, and Next-Generation Satellites VII. Edited by Meynart, Roland; Neeck, Steven P.; Shimoda, Haruhisa; Lurie, Joan B.; Aten, Michelle L. Proceedings of the SPIE, *Vol.5234, 180-190p.*

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES FIGURES

	Pages
Fig.1 : Situation géographique de la région étudiée au 1/200 000 ^{ème}	1
Fig.2 : Répartition des formations volcaniques dans les secteurs des M'sirda (in Bennia et Benouadah, 2006).....	3
Fig.3 : Etapes de traitements pour la réalisation de la carte de fracturation de la région de M'Sirda.....	5
Fig.4 : Les étapes de la télédétection.....	6
Fig.5 : Principaux domaines d'applications de la télédétection en géologie.....	7
Fig.6 : Image dans le canal du proche infrarouge étalée.....	8
Fig.7 : Scène Landsat 7 ETM+ de la région étudiée.....	12
Fig.8 : Image ASTER de la région étudiée.....	13
Fig.9 : Carte géologique de la région de M'Sirda (Megartsi, 1985).....	15
Fig.10 : Composition colorée (RVB à partir des canaux ETM(7, 3, 1).....	16
Fig. 11 : Composition colorée RVB à partir des canaux ASTER (654).....	17
Fig. 12 : Conversion RVB-ITS de l'image Landsat ETM.....	17
Fig13 : Conversion RVB-ITS de l'image ASTER (654).....	18
Fig.14 : Analyse en composante principale des six bandes Landsat ETM+.....	18
Fig.15 : Pseudo canal de la première composante principale (acp1).....	19
Fig.16 : Images des six Composantes Principales résultant de l'ACP des bandes 2,3,4,5 et 6.....	20
Fig.17 : Composition colorée de l'ACP des bandes (1, 2, 3).....	21
Fig.18 : PASSE HAUT (3×3).....	22
Fig.19 : PASSE HAUT (7×7).....	22
Fig.20 : LAPLACIEN (7×7).....	22
Fig.21 : SOBEL.....	22
Fig.22 : Filtre Directionnel N0°.....	23
Fig.23 : Filtre Directionnel N45°.....	23
Fig.24 : Filtre Directionnel N90°.....	24
Fig.25 : Filtre Directionnel N 135°.....	24

Fig. 26: Réseaux de fractures identifiés dans les images LANDSAT ETM+.....	25
Fig. 27 : Rosace directionnelle de la carte de synthèse des fractures.....	27
Fig. 28 : Méthodologie de la confrontation des données dans un SIG.....	29
Fig. 29 : Carte structurale de la région d'étude (d'après l'ORGM, 1995).....	30

ANNEXE

ANNEXE

Mesure de direction	Classe de direction	Nombre de mesures dans chaque classe	Direction moyenne	Proportion (%)
N39-N50-N45-N40-N35 N30-N49-N45-N38-N50 N41-N30-N32-N32-N50 N45-N45-N35-N33-N48 N47-N38-N42-N40-N47 N48-N37-N48-N34-N39 N43-N50-N33-N47-N30 N44-N49-N37-N38-N44 N50-N40-N46-N42-N39 N33-N50-N30-N40-N35	N30 –N 50	50	NE-SW	52.08%
N63-N66-N70-N60-N63 N53-N62-N55-N-54-N68 N60-N60-N70-N60-N63 N58-N51-N68-N55-N61 N61-N60-N56-N58-N55 N66-N67-N54-N57-N60 N57-N69-N56-N52-N53 N63-N62-N65-N60-N53 N55-N59-N60-N66-N66 N55	N50- N 70	46	NE-SW	47.92%
Total		96		100%

Tableau. 6: Récapitulatif des mesures statistiques de la direction NE-SW.

mesures de direction	classe de direction	nombre de mesures dans chaque classe	direction moyenne	proportion (%)
N80-N86-N90-N74-N79 N89-N84-N90-N71-N89 N79-N89-N76-N85-N90 N79-N80-N85-N82-N80 N71-N90-N74-N77-N80	N 70 – N 90	30	E-W	63.82%
N99-N95-N100- N102- N95N109N98N95N93N92- N92 -N109N105-N93-N110- N97-N100- N106	N90 – N 110	17	E-W	36.17%
Total		47		100 %

Tableau. 7 : Récapitulatif des mesures statistiques de la direction moyenne EW

Mesures de direction	Classe de direction	Nombre de mesures dans chaque classe	Direction moyenne	Proportions (%)
N119-N125-N130-N120-N122-N127-N120-N130-N116-N123-N112-N112-N119-N120-N128-N119-N125-N121-N115-N116-N118-N124-N119-N126-N114-N119- N123-N127-	N110- N 130	27	SE-NW	56.25%
N139-N138-N141-N133-N146-N150-N141-N131-N148-N138-N146-N133-N150-N149-N146-N134-N143-N143-N133-N140-N144	N130-N150	21	SE-NW	43.75%
Total		48		100 %

Tableau. 8 : Récapitulatif des mesures statistiques de la direction moyenne SE-NW

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Option

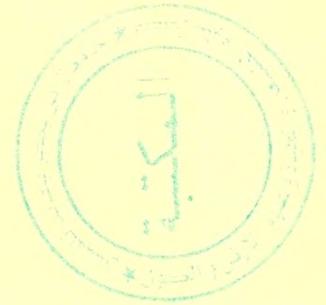
GEO-RESSOURCES

Titre de Mémoire

APPORT DE LA TELEDETECTION OPTIQUE ET RADAR POUR LA CARTOGRAPHIE STRUCTURALE DANS LE MASSIF DES M'SIRDA ALGERIE NORD OCCIDENTALE

TAIBI NASSIRA

Université Abou Bakr Belkaid- Tlemcen



RÉSUMÉ

L'exploitation des données satellitaires Landsat 7 ETM+ et ASTER nous a fournit une aide précieuse pour la cartographie du réseau de fractures dans le massif des M'sirda, zone situé a l'extrémité ouest algérien et qui fait partie des Traras septentrionaux.

En effet, le traitement spécifique des images (composition colorée, ACP, RVB-ITS, filtres texturaux) a permis de réaliser une carte de fracturation détaillée et celle des accidents majeurs. L'intégration dans un SIG des cartes issues

de ce traitement avec d'autres sources de données (carte géologique et gîtologique) rend plus commode l'interprétation des résultats.

Cependant, l'analyse statistique de la carte de fracturation au 1/100.000^{ème} a permis de donnée les directions les plus importantes dans la région (NE-SW, NW-SE) et E-W) qui correspond à l'échelle régionale, à la direction atlasique caractéristique de la chaine tellienne et à la méséta oranaise.

Mots clés : Landsat 7 ETM+, ASTER, Réseau de fractures, Massif des M'sirda, Traitement spécifique, SIG, carte de fracturation.

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Option

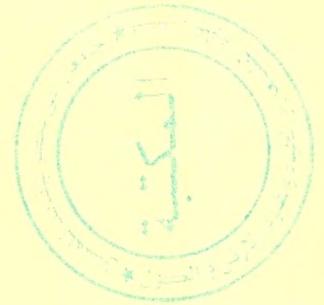
GEO-RESSOURCES

Titre de Mémoire

APPORT DE LA TELEDETECTION OPTIQUE ET RADAR POUR LA CARTOGRAPHIE STRUCTURALE DANS LE MASSIF DES M'SIRDA ALGERIE NORD OCCIDENTALE

TAIBI NASSIRA

Université Abou Bakr Belkaid- Tlemcen



RÉSUMÉ

L'exploitation des données satellitaires Landsat 7 ETM+ et ASTER nous a fournit une aide précieuse pour la cartographie du réseau de fractures dans le massif des M'sirda, zone situé a l'extrémité ouest algérien et qui fait partie des Traras septentrionaux.

En effet, le traitement spécifique des images (composition colorée, ACP, RVB-ITS, filtres texturaux) a permis de réaliser une carte de fracturation détaillée et celle des accidents majeurs. L'intégration dans un SIG des cartes issues

de ce traitement avec d'autres sources de données (carte géologique et gîtologique) rend plus commode l'interprétation des résultats.

Cependant, l'analyse statistique de la carte de fracturation au 1/100.000^{ème} a permis de donnée les directions les plus importantes dans la région (NE-SW, NW-SE) et E-W) qui correspond à l'échelle régionale, à la direction atlasique caractéristique de la chaine tellienne et à la méséta oranaise.

Mots clés : Landsat 7 ETM+, ASTER, Réseau de fractures, Massif des M'sirda, Traitement spécifique, SIG, carte de fracturation.