

# METHODOLOGIE D'INVENTAIRE ET DE CARTOGRAPHIE DE LA FLORE PAR UTILISATION COMBINEE DE LA TELEDETECTION ET DES SYSTEMES D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE. CAS DE LA REGION D'AIN RICH (ALGERIE)

F. BENHAMOUDA, M. CHOUIEB, M. CHIKH & A. LATTOUTI<sup>1</sup>

*Centre National des Techniques Spatiales ; Arzew, ALGERIE.*

<sup>1</sup> *Institut National de Formation Supérieure en Agronomie ; Mostaganem, ALGERIE.*

## Résumé :

La région d'Ain Rich (Monts des Ouled Naïl) a été choisie comme zone pilote (d'une superficie de 146107,8 ha) pour l'application d'une méthodologie, qui combine la télédétection et les Systèmes d'Information Géographique. Elle a deux objectifs: l'inventaire de la flore et la cartographie de la végétation à moyenne échelle. La conception d'une telle approche constitue une étape importante, pour l'élaboration de bases de données sur les stations d'observations préalablement choisies à partir d'images spatiales optimisées, à la généralisation raisonnée à des fins cartographiques des relevés terrains et à la mise en place d'un système d'observation "continu" des régions sujettes à la désertification. L'analyse écologique des résultats obtenus montre une tendance générale dégradée des parcours.

## 1. INTRODUCTION.

Le développement des zones semi - arides constitue un défi stratégique de l'Algérie du 3<sup>e</sup> millénaire. Ces zones de par leurs dimensions, renferment d'énormes potentialités en terme de ressources naturelles. Elles sont actuellement compromises par un déséquilibre écologique; d'origine humaine et climatique; de plus en plus menaçant et qui risque d'entraver sérieusement l'avenir et l'épanouissement socio - économique de la steppe. L'observation spatiale de ces territoires constitue un moyen de diagnostic en matière de "désertification". La conception d'une approche intégrée utilisant l'imagerie satellitaire (TM de Landsat) et les "SIG" constitue une étape importante, pour allier deux objectifs: l'inventaire de la flore et la cartographie de la végétation de la zone pilote d'Ain Rich. Elle consiste en l'élaboration de bases de données sur les stations d'observations préalablement choisies à partir d'images spatiales optimisées, à la généralisation raisonnée à des fins cartographiques des relevés terrains et à la mise en place d'un système d'observation "continu" des régions sujettes à la désertification.

## 2. METHODOLOGIE.

La problématique du choix des méthodes d'études de la flore, qui repose sur l'échantillonnage et donc sur les statistiques (Analyse Factorielle des Correspondances...), est abordée par la sélection des dites localités de prélèvements sur la base des critères: de localisation (repérable), d'accessibilité et de répartition spatiale des stations sur l'espace

d'étude. Pour le nombre d'implantation des relevés, conditionnant la représentativité de l'inventaire de la végétation, on a choisi 11 stations (dont 09 seulement ont été "visitées") sur la base d'une homogénéité spectrale recueillie (zones isophènes) sur la trichromie TM 4, 3 & 1 (planche I, hors texte), qui traduit l'espèce végétale dominante ainsi que son état de dégradation. L'homogénéité spectrale est corrélée à des conditions similaires de l'habitat dans toute son étendue, qu'il s'agisse du milieu physique ou des interférences biotiques (Fig. 1).

A l'intérieur de chaque station, plusieurs relevés ont été accomplis sur des placettes au nombre de 3 à 5. L'unité d'échantillonnage représente un hectare, les placettes (de formes circulaires ayant un rayon de 17,84 m) sont situées aux quatre (04) extrémités de la station et une au milieu, qui est distante des 04 premières de 200 m [Latt 96]. L'échantillonnage stratifié adopté nous a permis de récolter des informations (une centaine de paramètres) qui reflètent les conditions du milieu de la végétation et de la flore.

Ces informations ont été introduites - après conceptualisation - dans une base de données d'un Système d'Information Géographique (planche II, hors texte). Elle est liée à la strate d'information représentant les stations et placettes (Tableau 1). Les données, en particulier celles concernant le groupement steppique et son taux de recouvrement, respectivement identifié et apprécié sur le terrain, ont servi à la classification automatique des 06

canaux TM (TM1, 2, 3, 4, 5 & 7)[ LeHo 95][Serd 92]. Le résultat de la classification est bien corrélé par rapport à la photo-interprétation interactive élaborée sur une trichromie Rouge - Vert - Bleu optimisée des canaux TM 4, 3 & 1 (et TM 7,4 & 1). L'échelle de représentation des résultats cartographiques est le 1/50.000<sup>ème</sup> (compte tenu de

la résolution spatiale des données TM de Landsat 30 x 30 m et de l'échelle du plan d'échantillonnage qui est le 1/50.000<sup>ème</sup>). Une représentation de l'information, résultat à l'échelle du 1/200.000<sup>ème</sup> est rendue possible grâce aux facilités offertes par les "SIG", permettant ainsi une analyse synthétique.

*Tableau1 récapitulatif des sites choisis pour l'inventaire.*

Thème géographique	N° de la station	Localisation
Steppes à alfa ( bien venante )	1	SEUGUIA ( kouibate ) Groupement à Stipa Tenacissima
Steppes à alfa (un peu dégradées)	2	Contrefort du Djebel AIN ABISSI Groupement à Stipa Tenacissima et Artemisia Herba Alba
Matorral dégradé	3	Contrefort du Djebel BOU DENZIR Groupement à Pinus Halepensis, Juniperus Phoenicea et Stipa Tenacissima
Matorral arboré	4	Bas de versant de Djebel TSGNA(ZERGA) Groupement à Juniperus Phoenicea et Stipa Tenacissima
Steppe dégradée à alfa et chamaephytes	5	La zone de SEUGUIA Groupement à Stipa Tenacissima, Noaea Mucronata et Helianthemum Virgatum
steppe dégradée à alfa et armoise blanche	8	la zone de CHIHA groupement à Stipa Tenacissima et Artemisia Herba Alba
Forêt dense à pin d'Alep	9	Contrefort de Djebel OUZINA (Romimina) Groupement à Pinus Halepensis, Juniperus phoenicea et Stipa Tenacissima
Steppe dégradée à Noaea Mucronata	10	La zone de GROUZE groupement à Noaea Mucronata, Helianthemum Virgatum et Stipa Tenacissima
Forêt claire (dégradée) à pin d'Alep	11	la zone de TEBAGA (seugia) contrefort de Djebel groupement à Pinus halepensis et Juniperus phoenicea

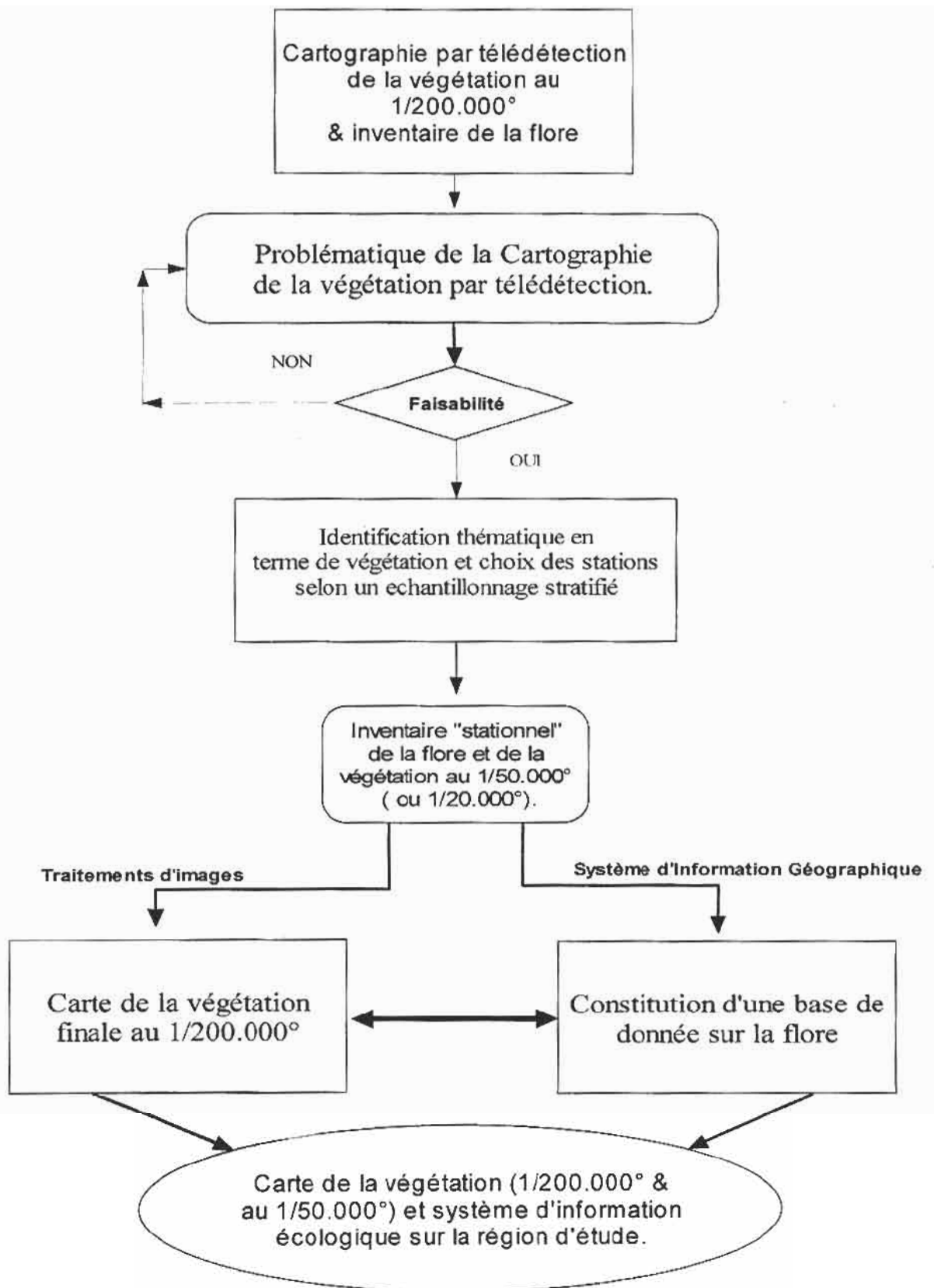


Fig. 1 : Organigramme général de la méthodologie adoptée.

## I. PRESENTATION DE LA ZONE D'AIN RICH.

Nous avons délimité une zone géographique d'environ 146.107 ha, comprise entre



les latitudes 34° 52' 38.23'' et 35°10'17.56'' Nord et les longitudes 3°52' et 4°17' Est (Fig. 2).

Fig. 2 :NDVI de l'ALGERIE du Nord à partir des images NOAA/AVHRR (FAO/Artemis)

*Zone d'étude : région d'AIN RICH. Cette image correspond à une image NDVI de la 3<sup>ème</sup> décennie du mois de Mai 1990. Les teintes rougeâtres correspondent à une forte activité chlorophyllienne. Les teintes vertes concernent une activité moyenne, alors que les teintes jaunâtres représentent une faible activité chlorophyllienne.*

La zone d'étude est administrée par la Daïra du Djebel Messaâd et est située au cœur de la steppe, communément dénommée "steppe Sud Algéroise". Cette zone est caractérisée "schématiquement" par l'existence d'un gradient thermique et pluviométrique relativement important, par la présence de substrat calcaire et par l'existence d'un paysage variant des steppes aux forêts.

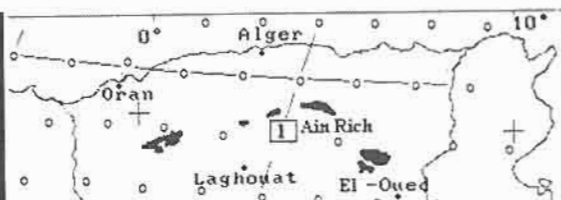
### 1.1.Géologie et lithologie.

La partie méridionale du territoire d'étude est constituée d'alignements de "reliefs" orientés Nord Est - Sud Ouest, essentiellement composés par toute une série géologique appartenant au crétacé, à dominance gréseuse et calcaire. En revanche les alignements des djebels du Nord sont caractérisés par une tendance marneuse. Entre ces deux alignements morfo - structuraux, on trouve des plaines steppiques formées de séries peu épaisses d'âge quaternaire

### 1.2.Géomorphologie.

L'occupation du sol dans la région du Djebel Messaâd, comme pour l'ensemble du territoire steppique algérien, est fortement liée à la géomorphologie. Deux formes physiographiques

importantes se dégagent en liaison avec la structure géologique et à la nature des roches qui constituent le substratum géologique:



#### 1.2.1.Les Djebels, collines et sommets.

Ces ensembles qui constituent essentiellement l'Atlas Saharien sont issus de l'évolution d'un relief plissé formé par la succession spatiale plus ou moins régulière de bombements convexes étroits (anticlinaux) et de creux concaves (synclinaux) assez larges. L'altitude de ces reliefs est comprise entre 918 m (Oued El Onk) et 1676 m (Djebel Fernane). Ces formes de reliefs sont occupées par une végétation forestière (dans les Djebels Fernane, Ouzina, Tsegna, Boudenzir, Grouze etc.).

#### 1.2.2. Les surfaces plus ou moins planes.

Ces surfaces correspondent aux glacis, qu'ils soient d'accumulation ou de dénudation entourant les montagnes. Cette forme de relief résulte de plusieurs conditions de genèses telles que la pente raide des Djebels, l'évacuation des déblais sur le glacis et l'absence d'une érosion linéaire bien marquée.

Cependant, plusieurs formes de glacis qui s'emboîtent les uns dans les autres peuvent être distinguées:

- i) les hauts glacis qui datent du quaternaire moyen
- ii) les glacis de raccordement du quaternaire moyen (plus récent) reliant les reliefs avec les hauts glacis. Ils présentent des accumulations calcaires sous forme d'encroûtement
- iii) les glacis du quaternaire récent: sont constitués par des dépôts alluviaux et colluviaux tels les chenaux et terrasses d'oueds. L'accumulation calcaire, moins importante, se présente sous

forme de nodules et parfois d'encroûtement.

### 1.3.L'occupation des terres.

Le tapis végétal qui compose le site est représenté par :

- i) Les groupements forestiers (forêts denses et les forêts claires) qui occurrent dans presque la moitié du couvert végétal et traduisent la richesse de la daïra de " Djebel Messaad " en espèces forestières ;
- ii) les groupements sub-forestiers ( matorrals arborés ) ;
- iii) des steppes dégradées à *Stipa Tenacissima* et *Artemisia Herba Alba* et *Noaea Mucronata*

## 2.LES RESULTATS.

La carte obtenue grâce aux traitements présentés dans l'organigramme méthodologique (cf § II méthodologie) donne la répartition des unités d'occupation des terres dans la zone étudiée. La classification supervisée suivant le maximum de vraisemblance (voir planche, III hors texte) a ainsi permis de classer les différents objets au sol en fonction des finalités thématiques préalablement fixés. Une synthèse cartographique assistée par ordinateur permet par la suite l'élaboration proprement dite de la carte d'occupation des terres au 1/50.000<sup>ième</sup>. Les unités cartographiques se rattachent aux systèmes géomorphologiques suivants:

- les djebels ( sommets, versant etc.)
- les glaciers d'érosion du quaternaire
- les zones de raccordement entre ces deux systèmes
- les zones dépressionnaires (dayas, chenaux d'oueds)

La végétation de la région étudiée peut se ramener à deux grands types de groupements caractéristiques des zones steppiques:

- Groupements forestiers:
  - les groupements à *Pinus Halepensis*
  - les groupements à *Juniperus Phoenicea*
- Groupements steppiques:
  - les groupements à *Stipa Tenacissima*
  - les groupements à *Artemisia Herba Alba*
  - les groupements à *Noaea Mucronata*

## 2.1.Groupements forestiers.

### 2.1.1.Groupements à *Pinus Halepensis* .

Les groupements à *Pinus Halepensis* occupent d'une manière privilégiée les zones montagneuses et les reliefs en général. On les retrouve essentiellement sur les sommets de Djebel (Es-Serdj, Fernane etc.) s'inscrivant dans un climat sub-humide, parmi les espèces les plus caractéristiques, on peut citer :

*Pinus Halepensis*, *Quercus Ilex*, *Juniperus Phoenicea*, *Pistacia Lentiscus* (pour la strate ligneuse haute), *Rosmarinus Officinalis*, *Globularia Alypum*, *Cistus Libanotis* (pour la strate ligneuse basse ), *Stipa Tenacissima*, *Lygeum Spartum*, *Ampelodesma Mauritanicum* (pour la strate herbacée)

### 2.1.2.Groupements à *Juniperus Phoenicea*

Les matorrals arborés à *Juniperus Phoenicea* se localisent sur les altitudes dépassants les 1200 m s'inscrivant dans le climat semi-aride (à hiver froid) de la région ; ces groupements ont des taux de couvertures importants (de 40 à 60%).

## 2.2.Groupements steppiques.

### 2.2.1.Groupement à *Stipa Tenacissima*.

Les groupements à *Stipa Tenacissima*, peu exigeants du point de vue édaphique, affectionnent les zones bien drainées car ils ne supportent pas les terrains facilement inondables. On les trouve dans plusieurs zones.

Les groupements à alfa sont d'une manière générale séparés en trois classes :

- les groupements bienvenants " à alfa de plaines ou pure " et on les rencontres aux piémonts de Djebel Tenia ( Kouibat ) Et Djebel Grouz
- les groupements moyennement dégradés, " sub - forestiers " ( à Dj.Es-Serdj, Dj.Fernane, Et Dj.Grouz), ou "de plaines" (à Dj. Ain Abissi ).
- les groupements des " steppes dégradés" (à Dj. Boudenzir, Chiha, Seuguia, Romimina)

### 2.2.2.Groupements à *Artemisia Herba Alba*.

Les groupements à *Artemisia Herba Alba* se localisent surtout dans les zones d'accumulation ou d'apport alluviale, ils sont peu fréquents. On les trouve essentiellement à Guirara (piémont de Dj. Es-Serdj) à Chiha, Et à Ain Abissi .

### 2.2.3. Groupements à *Noaea mucronata*.

Ces groupements sont présents dans toute la zone d'étude, Il sont caractéristiques des zones steppiques très dégradées. On les rencontre surtout aux djebels Grouz, Seuguia, Romimina.

### 3. CONCLUSIONS & PERSPECTIVES.

L'approche méthodologique adoptée dans ce présent travail a permis :

1. de mettre en place une base de données sur les prélèvements terrains effectués sur les 09 stations ( sur les 11 initiales) préalablement choisies à partir des trichromies optimisées des canaux TM de Landsat. Il en a été de même pour les placettes qui composent les stations ( 3 à 5 par station).
2. d'utiliser ces stations d'observations ; caractérisées par une centaine de paramètres (géomorphologique, pédologique ; occupation des terres ; taux de recouvrement ; phytomasse pour l'Alfa...); comme zone d'apprentissage pour la généralisation cartographique faite sur les images " Thematic Mapper " sur l'ensemble du périmètre d'étude.
3. de concilier entre des échelles de perception moyenne ( 1/50.000<sup>ème</sup> ) et petite (1/200.000<sup>ème</sup>). La première correspond au plan de sondage, alors que la seconde correspond à l'échelle de restitution cartographique.

Sur le plan thématique, une étude détaillée des superficies des différentes unités cartographiques de la zone d'Ain Rich ( 146.107,8 ha) montre la tendance à la dégradation du paysage:

1. les groupements forestiers ( forêts denses et les forêts claires ) représentent 49.78 % du couvert végétal et traduisent la richesse de la Daïra de Djebel Messaad en espèces forestières,
2. les groupements sub-forestiers ( matorrals arborés ) ne représentent que 7.87 % du couvert végétal et traduisent avec vigueur le résultat d'une action anthropozoiqque déterminante,
3. les nappes alfatières ne représentent que 2.63 % de la superficie de la région , alors que près du quart de la surface totale (22.2 %) est occupé par des steppes dégradées à *Stipa Tenacissima* et *Artemisia Herba Alba* . Cependant, les faciès des steppes dégradées à, *Noaea mucronata* , *Stipa Parviflora* et *Stipa Tenacissima* qui ne sont en fait , que des steppes à faible recouvrement sans grand

intérêt pastoral, occupent 16.7% de la surface totale.

Les résultats prometteurs obtenus doivent être suivi d'une évaluation de la cartographie par télédétection par le biais d'une multiplication des relevés et d'une augmentation de la fréquence d'observation des stations et placettes. Les périodes d'observations doivent être soigneusement choisies et en adéquation avec la date d'acquisition des images de télédétection. Une évaluation synthétique et continue est à prévoir, par l'utilisation des images type NOAA/AVHRR et SPOT 4 (opérationnel depuis mars 1998) ou de celles qui seront acquises par les senseurs embarqués par le " Earth Observing System " (lancement prévu pour la fin de l'année 1999) [MTPE 95].

### BIBLIOGRAPHIE

[LATT 96] A. LATTOUI (1996) : Contribution à l'étude phytoécologique et cartographique de la végétation steppique par utilisation de la télédétection. Cas de la Daira du Dj. Messad (Wilaya de M'sila). Mémoire d'ingénieur d'état en sciences des sols et foresterie. *INFSA* (Mostaganem) - *CNTS* (Arzew). Décembre 1996; 100 p.

[LE HO 95] H., N. LE HOUEIROU (1995): Considérations biogéographiques sur les steppes arides du Nord de l'Afrique. *Revue Sécheresse* 1995; 6: pp 167-182.

[LACO 95] J. P. LACOMBE, M. AIT BELAID, M. J. LEFEVRE (1995): Un SIG pour le suivi des parcours en milieux arides et semi-arides (MAROC). *AFRICAGIS - ABIDJAN (COTE D'IVOIRE)* 6 - 10 Mars 1995. 15 pages.

[AIT 94] M. AIT BELAID, (1994): Les Systèmes d'Information pour l'environnement : développement et formation. *Géo Observateur* N 5; pp 61- 69.

[AIT 95] AIT BELAID, M.; AHLAFI, Z. (1995): Télédétection et SIG pour l'aide à la gestion forestières. *Géo Observateur* N°6; pp87- 100.

[AIT 94] M. AIT BELAID, M. J. LEFEVRE, A. HUSSON, M. YESSEF, O. BERKAT, & A. EL GHARBAOUI. (1994): Faisabilité de la cartographie par télédétection des parcours steppiques à alfa et armoises. *Géo Observateur* N°4; pp 37- 46.

[MTPE 92] MTPE/EOS Reference Handbook (1995): Mission to planet Earth, rapport NASA, 280 pages.

désertification à un instant t. Symposium International sur l'observation de la terre par satellite. MARISY 92 - Rabat (Maroc); septembre 1992.

[SERD 92] S. SERRADJ, S. HASSANI, F. BENHAMOUDA (1992): mise au point d'une méthodologie de cartographie de la sensibilité à la

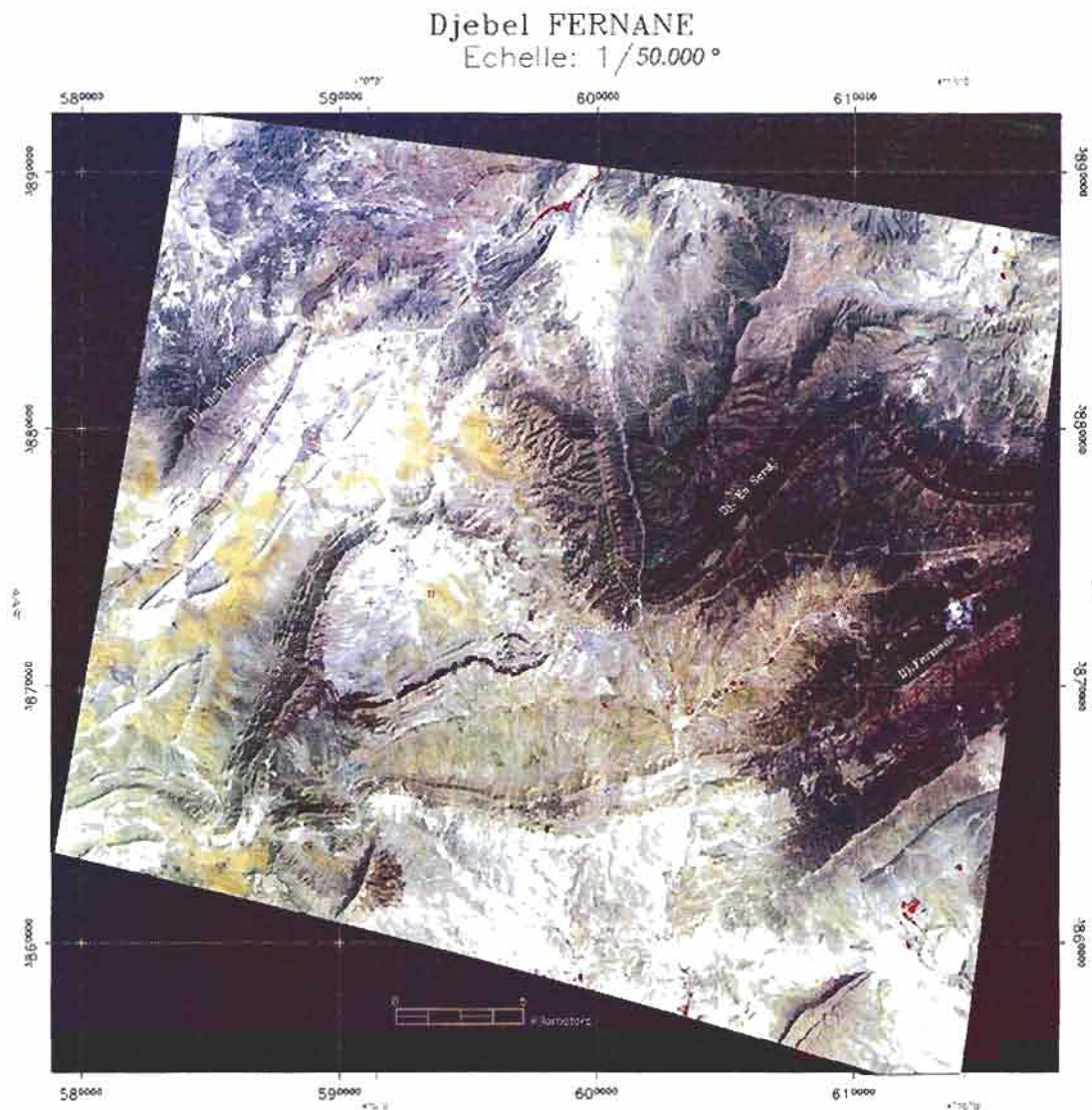


Planche 1 : Color composite RGB from TM 4, 3 et 1 : Ain Rich Zone. The square represent the 09 ground plotting.

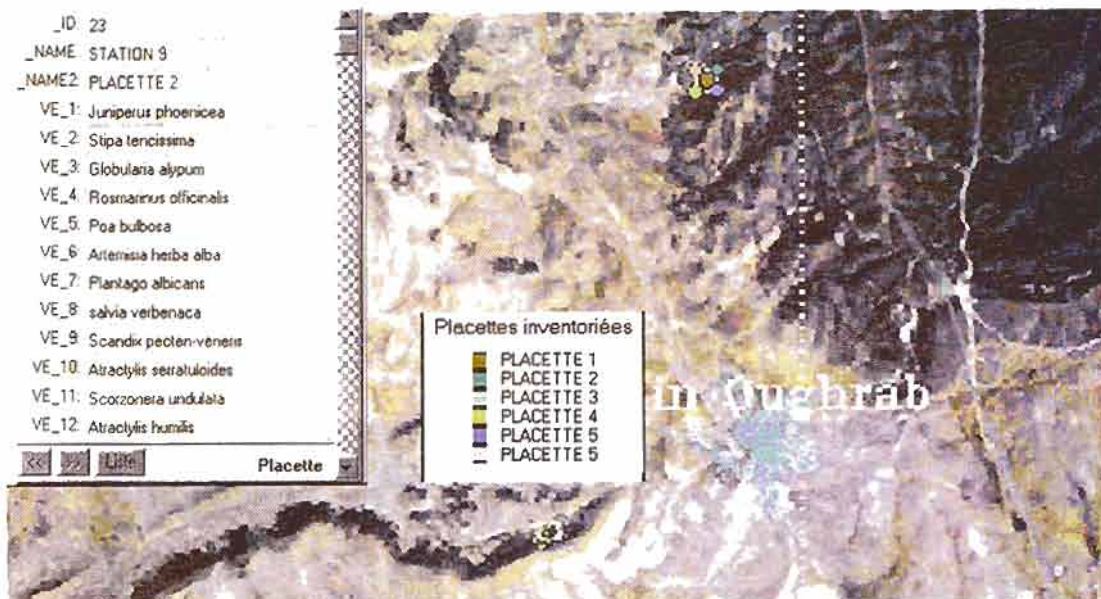


Planche II : Data Bases of the ground plotting linked to the RGB color composite (TM 4, 3 et 1) georeferenced.

