Dugué P., Jouve Ph., (éds.), 2003. Organisation spatiale et gestion des ressources et des territoires ruraux. Actes du colloque international, 25-27 février 2003, Montpellier, France. Umr Sagert, Cnearc.

Utilisation des images satellites pour le suivi de l'état des territoires steppiques en Algérie : région de Djelfa

Oumelkheir BELKHEIRI

Haut commissariat au développement de la steppe – Djelfa-Algérie

Résumé — utilisation des images satellites pour le suivi de l'état des territoires steppiques en Algérie : Région de Djelfa. Les écosystèmes pâturés steppiques sont très fragiles et soumis à une surexploitation croissante qui traduit un déséquilibre entre l'offre fourragère faible et aléatoire et la demande alimentaire du troupeau ovin surnuméraire (Bedrani,1993). La capacité des territoires steppiques est en nette régression et le danger d'une telle dégradation des parcours se fait d'autant plus ressentir que les périodes de longue sécheresse sont plus fréquentes et que la pression sur ces territoires est donc plus importante, le secteur de l'élevage ovin étant toujours économiquement très rentable (Bourbouze, 2000). En effet, le recours à la complémentation de l'alimentation du cheptel par des céréales (orge) a accentué cette pression, la culture de l'orge se pratiquant même dans les zones à très faibles potentialités agricoles au détriment d'une végétation pastorale bien adaptée et conservatrice du milieu. La télédétection a suscité un grand espoir pour l'amélioration de l'analyse et du suivi de cet environnement et de sa dynamique grâce, d'une part à sa vision macroscopique de l'espace et d'autre part à la répétitivité de ses données permettant une analyse diachronique de la dynamique de son évolution. Cette double analyse permet de suivre l'impact du mode d'exploitation agricole et pastorale pour proposer des schémas d'aménagement plus conservateurs des ressources naturelles .Elle permet aussi de juger de la pertinence et de la durabilité des plans de gestion intégrant l'homme comme facteur d'évolution. L'utilisation de deux images satellites LANDSAT TM prises à un intervalle de 14 ans a permis d'apprécier les possibilités qu'offre le traitement d'image en vue d'une analyse temporelle ainsi que les limites de cet outil dans un milieu aussi complexe à plusieurs composantes : forêt, dunes, végétation.

Abstract —Using satellite images to follow up the steppe rangelands : area of Djelfa. The steppe grazed ecosystems are very fragile and submitted to an increasing overexploitation which translates an unbalance between the weak and random fodder offer and the food demand for a supernumerary ovine herd. The capacity of the steppe territories is in clear regression and the danger of such degradation is all the more made feel that the periods of long drought are more frequent and that the pressure on these territories is thus more significant, the sector of the ovine breeding states always economically very profitable. Indeed, the recourse to the complementation of the livestock's food by cereals (barley) accentuated this pressure, the culture of barley being practised also in the areas with very weak agricultural potentialities with the detriment of a well adapted and preserving pastoral vegetation of the medium. The teledetection raised a great hope for the improvement of the analysis and the follow-up of this environment and its dynamics grace, on the one hand its macroscopic vision of space and on the other hand to the repetitivity of its data allowing a diachronic analysis of the dynamics of its evolution. This double analysis makes it possible to follow the impact of the farming and pastoral exploitation to propose preserving fittings of the natural resources .It also makes it possible to judge relevance of the actions undertaken that integrate the man as a factor of evolution; The use of two satellite images LANDSAT TM taken with a 14 years interval made it possible to appreciate the possibilities that the image processing for a temporal analysis as well as the limits of this tool in a such complex medium with several components: drill, dunes, vegetation.

Introduction

Depuis quelques dizaines d'années, la végétation pastorale et forestière dans la steppe algérienne est soumise à une pression de plus en plus forte de la part des utilisateurs de ressources. La capacité des parcours a diminué de moitié en 15 ans et les parcours n'assureraient plus qu'environ 20 % des besoins des troupeaux (Boutonnet, 1989) ; il est donc nécessaire de connaître l'ampleur du déséquilibre entre l'offre des parcours et les prélèvements effectués par les troupeaux pour essayer d'établir des schémas d'aménagement qui tiennent compte des composantes écologiques du milieu et des besoins des troupeaux. La télédétection contribue d'une façon significative à tout inventaire du milieu naturel, elle permet l'acquisition de données sur de grandes surfaces, de manière homogène, répétitive, numérique avec une vision multi spectrale sous forme de données image : ces données archivées sont donc re-mobilisables ultérieurement pour étudier l'évolution des phénomènes et le suivi des paysages dans les régions cartographiées ou pour l'établissement d'une première cartographie dans les régions mal ou non cartographiées.

Apport de la télédétection en milieu aride

Les méthodes classiques de cartographie sont longues et onéreuses et ne peuvent pas répondre à la nécessaire urgence des prises de décision. De nombreuses études localisées sont disponibles, mais ne permettent pas aux organismes chargés du développement d'appréhender de façon rationnelle et globale les grands espaces dont ils ont la charge. Bien qu'apparemment adaptées à la situation, les techniques de télédétection ne connaissent pas auprès des structures concernées le développement attendu, cette technologie reste encore coûteuse et nécessite un important dispositif au sol qui est difficile à mettre en œuvre dans ces régions.

Zone d'étude

Située à 250 km au sud d'Alger, notre zone d'étude prend place dans le vaste domaine steppique des hauts plateaux algériens. D'une superficie d'environ 111 000 ha (2,83-3,12° est - 34,72-35°nord), elle s'inscrit dans le contexte écologique de la steppe algérienne entre les isohyètes 100 et 400 mm. Bien qu'homogène du point de vue physionomique, elle est diversifiée dans ses composantes écologiques. Le climat y est de type méditerranéen en évolution progressive vers un climat plus désertique à aridité croissante correspondant à :
– une pluviométrie annuelle en diminution du nord au sud et marquée par des irrégularités au point de vue qualité et répartition ;
– des températures qui augmentent et soulignent une sécheresse estivale toujours plus longue accentuée par des caractères de continentalité (Pouget, 1980).

Les principales formations végétales et les types d'occupation des sols reflètent bien les conditions écologiques de la région : des groupements forestiers et pré-forestiers à dominance de pins d'Alep (Pinus halepensis) et qui passent progressivement en steppe à Alfa (Stipa tenacissima) là où les conditions deviennent précaires ; des formations steppiques et caractérisées par la dominance des graminées (Lygeum spartum) ou des Chameaphytes (Artemisia herba alba et Artemisia campestris) sur les glacis et piémonts ; des formations végétales caractéristiques des sols salés (Atriplex halimus, Salsola vermiculata).

Les culture annuelles pluviales sont cultivées dans les dépressions sur des sols d'apports de crues et s'étendent de plus en plus sur les parcours de très faibles potentialités agricoles; la culture d'orge se pratiquant même sur des sols squelettiques, calcaires et très peu profonds.

Données et méthodes

Les images acquises sont deux images satellites LANDSAT-TM des mois de juillet 1987 et 2001. Ces images sont faites sur les 3 canaux 1, 2 et 4, les moins corrélés des sept canaux TM, porteurs du maximum d'informations (Boulahouat *et al.*,1995). Ces images ayant subi des corrections ainsi que des pré-traitements visant l'amélioration de la composition colorée (rehaussement de contraste, étalement de la dynamique sur les 3 canaux…), constituent notre référentiel radiométrique L'ensemble des traitements numériques a été fait sur le logiciel ERDAS imagine, version 8.4.

Exploitation des données satellites

A partir de données radiométriques, on cherche à définir des ensembles d'éléments de même nature : les taxons. Or, il n'existe pas une relation univoque entre une valeur numérique et un taxon : le référentiel radiométrique ne peut pas se passer d'un « contrôle de terrain » qui établit un rapport entre ces valeurs radiométriques et des objets d'intérêt sur le terrain, aussi, les organismes chargés de développement s'orientent de plus en plus vers des méthodes de cartographie de l'occupation de sol et des cartes de végétation par télédétection, valorisant mieux les compétences locales, notamment la connaissance du milieu par les hommes de terrain (Boulahouat *et al.,*1995).

La photo-interprétation

Elle a pour objectif d'extraire le maximum d'informations de l'image prétraitée. Le recours au critère d'homogénéité est essentiel pour la délimitation de zones homogènes. Cette étape est délicate pour l'image de Djelfa qui peut comporter des changements multiples sur de petites surfaces, il est donc nécessaire pour cette étape de préciser le niveau de détail que l'on recherche en fonction de l'échelle choisie. Cette étape permet d'appréhender des ensembles et une réalité difficilement perceptible sur le terrain.

Le traitement automatique

C'est une méthode de traitement de l'information numérique par le logiciel de traitement d'image, elle consiste en l'identification des signatures spectrales et leur regroupements en classes radiométriques que l'utilisateur identifiera en classes thématiques (Wilmet, 1996). Ces classifications sont faites soit pour servir de préalable au terrain et sans connaissance à priori du terrain et sont dites non supervisées, soit elles s'appuient sur des vérités de terrain par repérage d'unités homogènes localisées sur image et sur le terrain et leur extrapolation sur toute l'image : elles sont dites alors classifications supervisées. Ces classifications ont subi des traitements pour l'amélioration de leur qualité visuelle : un lissage pour éliminer les pixels isolés ainsi qu' un rehaussement des contours ont été réalisés .

Des seuillages par requête permettant d'extraire des objets de l'image en comparant tous les pixels de l'image à un même seuil. Ils permettent de souligner les contours séparant les objets aux propriétés différentes (anonyme, 2002.)

La réalisation de l'indice de végétation (NDVI) n'a pas pu être faite sur les images vu que l'image n'a pas été acquise sur 7 canaux, mais il n'aurait été d'aucune utilité car selon Escadafal *et al.* (1994 in Bonn,1996), l'indice de végétation normalisé dans une région de steppe dont le taux de couverture moyen (20%) ne permet pas de distinguer les variations du taux de couverture végétale à cause du « bruit » induit par le sol ; or, dans la région étudiée, le taux de couverture est souvent très bas (voir tableaux d'évaluation I et II).

Exploitation des données terrain

La reconnaissance du terrain s'est effectuée durant le mois d'avril 2002 mais la végétation annuelle était absente et celle pérenne en très mauvais état. Cela est dû, d'une part, à la sécheresse des mois précédents (on a enregistré seulement 2 mm au mois de février et 5,3 mm au mois de mars), et d'autre part, au surpâturage.

Des évaluations de biomasse et des observations ont été faites sur des unités végétales sur neuf zones aussi homogènes et représentatives du milieu que possible et aux dimensions les plus grandes possible pour être repérées sur image. Ces zones ont été localisées grâce à un GPS. L'évaluation de la biomasse a été faite par la méthode LIM (Line Intercept Method) pour les unités à fort recouvrement et par la méthode QM (Quadrate Method) modifiée pour les régions à très faible recouvrement (Gintzburger *et al.,* 2001).

Résultats et discussions

Photo interprétation visuelle : détection de changements

Des changements sur les unités paysagères perceptibles sur image sont survenus au cours du temps. Elles rendent compte des modifications des contours, de surface du cordon dunaire et surtout de l'étendue des cultures pluviales ainsi que des travaux de restauration et de plantation sur l'image de l'année comparée à celle de l'année 1987.

Evaluation des méthodes de traitement automatique

Classifications non supervisées

Quelle que soit la combinaison des canaux utilisée, on constate que certaines unités thématiques très différentes sont classées ensemble (une partie du chott est mise dans la même classe que les parcelles cultivées) pour l'image de l'année 1987 (figure 1) alors qu'une composition colorée (combinaison des canaux 1, 3, 2) montre clairement la différence (figure 2). Cela est dû au fait qu'il n'est pas possible de donner à la signature spectrale une correspondance univoque à l'égard d'une taxinomie déterminée mais seulement à l'égard des caractéristiques physiques de surface. Cette classification a été suffisante pour l'identification des grandes unités bien discriminées sur l'image elle-même. Une classification non supervisée faite sur les parcours seuls extraits de la zone a cependant donné des résultats assez satisfaisants en multipliant le nombre d'itérations (6 itérations). Elle montre clairement l'étendue des défriches sur l'image de l'année 2001 (figure 3) en comparaison avec celle de l'année 1987 (figure 4).

Classifications supervisées

Repérer une unité homogène et s'en servir dans une procédure de classification supervisée paraît être la démarche la plus simple (Boulahouat *et al.,*1995). Il n'en est concrètement rien : l'hétérogénéité du terrain est telle qu'il faut multiplier les points de contrôle et augmenter la superficie des parcelles d'entraînement, (chose peu aisée dans les régions steppiques), en effet, les parcelles de contrôle, vu leur petite taille, ne se sont pas montrées particulièrement utiles pour tenter de comprendre les causes de l'association de plusieurs unités de végétation dans une même classe ou la dispersion de l'une d'elles entre plusieurs classes, en effet, une incertitude affecte les pixels mixtes traversés par la limite entre deux unités et rend la limite des unités difficile à déterminer avec exactitude.

Certains thèmes se sont dégagés aisément après un recodage de couleurs et la fusion de classes radiométriques en une seule classe thématique basée sur la connaissance du terrain (figures 5 et 6).

Seuillage par requête

Les seuillages ont été réalisés pour extraire les grandes unités homogènes avec des contours nets. Seul, celui qui a été fait sur le cordon dunaire a clairement montré un net recul de ce dernier (figure 5), sa surface calculée pour l'année 1987 est d'environ 15 767 ha . Les seuillages des sols et de la végétation salés souligne les contours nets du Chott et la végétation des sols très salés ainsi qu'ils le sont sur les cartes de végétation établies par (Pouget, 1971) (figures 7 et 8).

Analyse des résultats de traitement d'image et de travail de terrain

En confrontant les résultats de traitement d'images au réalités terrain, il ressort que :

- Les cultures pluviales (orge en particulier) ont nettement augmenté depuis 1987, cette augmentation a déjà été signalée par Moussaoui (1994), entre l'année 1954 et 1989 et elle continue jusqu'à l'année 2001.
- L'armoise blanche est en nette régression et est largement envahie par les cultures (photo 1) et très broutée par le cheptel (photo 2).
- L'Alfa est en nette régression, elle ne présente des faciès purs que dans les endroits les plus élevés (photo 3) ; le Sparte ainsi que les cultures lui disputent l'espace (photo 4).

Conclusion

A la suite de ce travail, il apparaît clairement que l'utilisation des données spatiales apporte une aide précieuse aux problèmes de connaissance, de gestion et d'aménagement.

Mais l'hétérogénéité fréquente du couvert végétal en milieu steppique, les variations annuelles et même saisonnières de la végétation ainsi que l'état de celle-ci suscitent bien des difficultés d'interprétation.

La forte influence du sol sur les signatures spectrales rend la tâche encore plus difficile car souvent, la couverture végétale ne dépasse pas les 15 %, il est donc difficile de distinguer la végétation clairsemée et basse des sols nus (voir photos 5 et 6).

Si ces données permettent de voir clairement une évolution de certains phénomènes à grande échelle, la réalisation d'une carte à moyenne échelle nécessite le recours à des résolutions plus grandes ou à l'utilisation de photos aériennes pour rendre compte des groupements végétaux existants ou de la physionomie de la végétation en place.

L'exploitation des données satellites ne dispense pas du terrain, même si elle permet de réduire les observations au sol nécessaires à une étude. Les classifications servent à spécifier les grandes unités homogènes mais ne sont pas d'une grande utilité pour distinguer plus finement les différents groupements végétaux.

Les données de terrain ne sont pas toujours satisfaisantes, le problème de l'hétérogénéité limite la sélection des parcelles d'une taille suffisante pour être repérables sur image. Il est difficile de trouver assez de parcelles pour l'entraînement et d'autres pour le contrôle afin de pouvoir évaluer les classifications supervisées. Un plan d'échantillonnage précis est requis dans ce but.

Enfin, il faut faire un traitement d'images très proches dans le temps pour que le suivi soit efficace, une étude diachronique en milieu steppique, même si elle apporte un plus concernant les grandes unités (par exemple le cordon dunaire et son évolution dans le temps), elle reste très limitée quant à l'étude du couvert végétal qui est intimement lié aux manifestations climatiques : Il suffit parfois qu'il pleuve pour qu'il y ait une forte remontée biologique changeant ainsi le paysage.

Bibliographie

ANONYME, 2002. Introduction aux techniques d'imagerie, segmentation par seuillage. http//www.picabia.u-strasbg.fr

BEDRANI S.,1993. Les aspects socio-économiques et juridiques de la gestion des terres arides dans les pays méditerranéens. Montpellier, France, Cahiers Options Méditerranéennes, vol 1.

BOULAHOUAT N., NAERT B.,1996. Etude méthodologique sur la télédétection des sols en milieu aride. Région de Djelfa- Algérie. Montpellier, France, Etude et gestion des sols, 3 (1) : 7-26.

BONN F.,1996. Précis de télédétection. Volume 2 : applications thématiques. Presses de l'Université du Québec, AUPELF, 633 p.

BOURBOUZE A., 2000. Pastoralisme au Maghreb : la révolution silencieuse. Fourrages, 161 : 3-21.

BOUTONNET J.P., 1989. La spéculation ovine en Algérie, un produit-clé de la céréaliculture. Montpellier, Inra- Ensam, série notes et documents, n° 90.

GINTZBURGER G., 2001. Desertification and regeneration :Modeling the impact of market reform on central Asian rangeland:Ground-Based vegetation assessment,Mid-term DARCA Europeean project (dec.2001), MLURI Aburdeen,UK.20 p.

MOUSSAOUI S., 1994. Diachronisme d'images satellites de la région de Djelfa, contribution de la télédétection spatiale dans la caractérisation d'un peuplement forestier. Thèse d'ingéniorat, Ina.

POUGET M., 1971. Etude agropédologique du bassin du Zahrez Gharbi au 1/100 000 (feuille de Rocher de Sel). Etude DEMRH, Alger, 100 p. et 5 cartes couleur, cartes des groupements végétaux et aptitudes du milieu en collaboration avec Le Houerou.

POUGET M., 1980. Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises. Travaux et documents de l'Orstom, n° 116.

WILMET J., 1996. Télédétection aérospatiale méthodes et applications. Edition SIDES, 295 p.

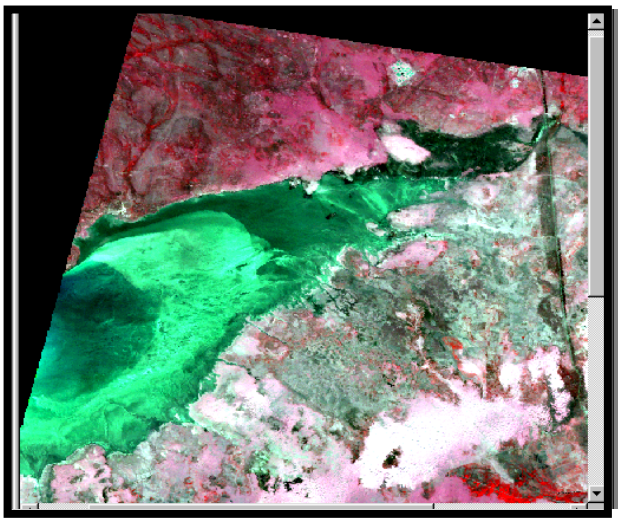

Figure 1. Combinaison colorée des canaux 1, 3, 2 de l'image de l'année 1987.

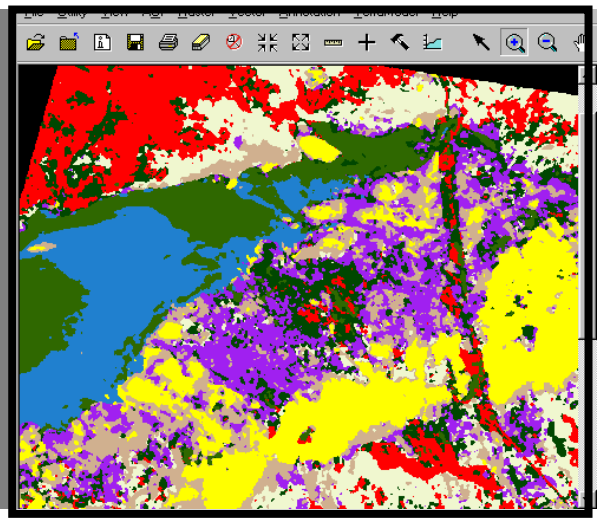

Figure 2. Classification non supervisée de l'image de l'année 1987.

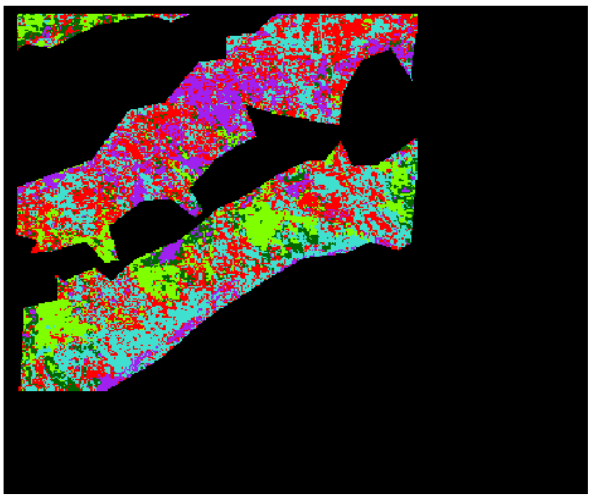

Figure 3. Classification non supervisée des parcours extraits de l'image de l'année 2001.

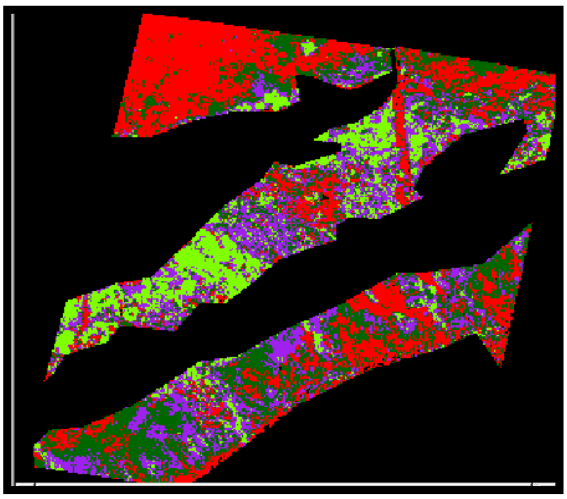

Figure 4. Classification non sup des parcours extraits de l'image de l'année 1987.

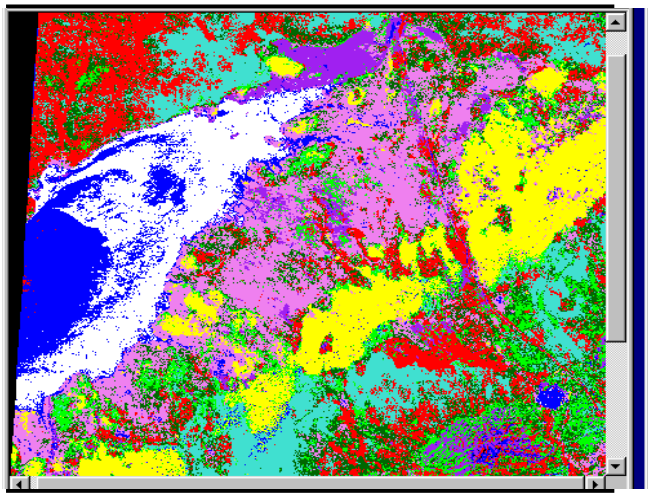

Fig 5 : Classification supervisée non traitée de l'image de l'année 1987

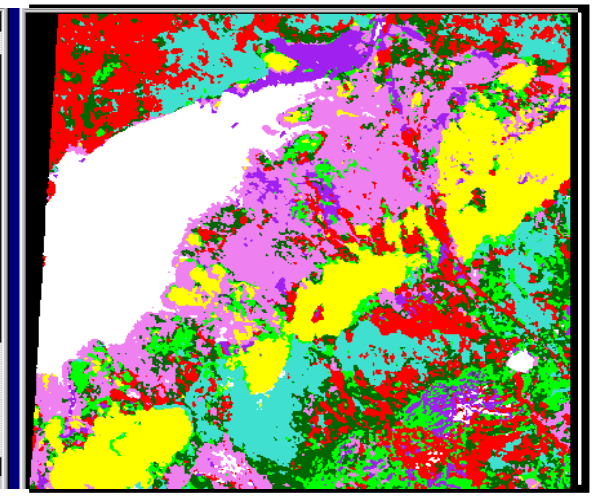

Fig 6 : Classification lissée , contours rehaussés avec fusion de classes radio métriques de l'image de l'année 1987

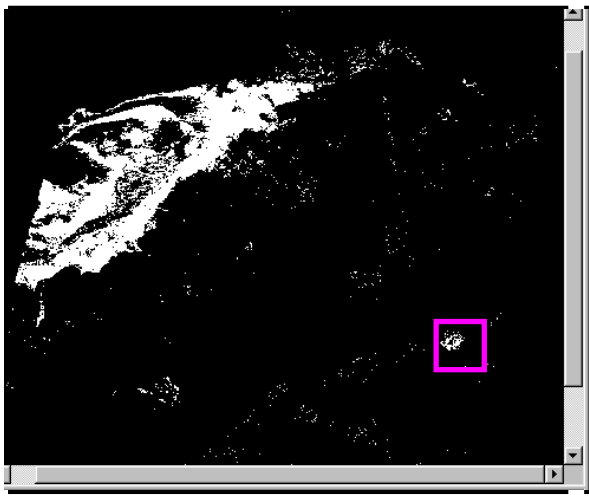

Fig 7 : Seuillage des sols salés sur l'image de l'année 1987

Rocher de sel

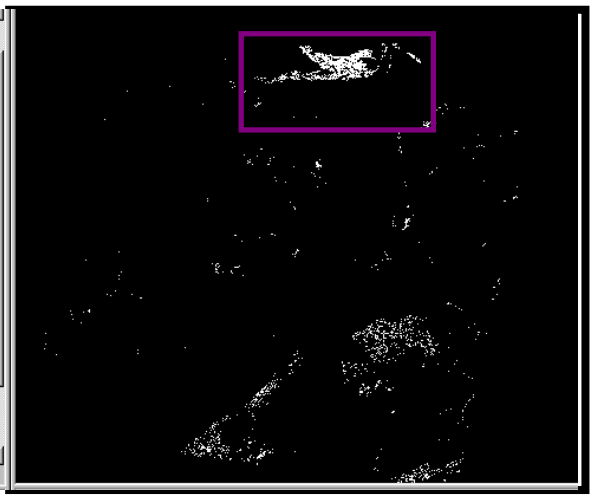

Fig 8 :Seuillage de la végétation halophile

Végétation halophile

Photo 1. Zone de parcours cultivée en orge.

Photo 2. Parcours à armoise blanche trés brouté(Evaluation par la méthode QM).

Photo 3. Parcours à Alfa (Evaluation par la méthode LIM).

Photo 4. Parcours à Alfa et Sparte.

Photo 5. Parcours à Spart

Photo 6. Parcours à Armoise champêtre.