

# Apport de l'analyse orientee-objet d'Image landsat ETM+ et de l'approche paysagère pour l'aménagement forestier en zones semi-arides. Cas de la forêt Senalba Chergui-Djelfa, Algérie

K. BENCHERIF

B.P.119, Département de foresterie, Faculté des Sciences, Université de Tlemcen, Algérie  
Tél. : 0772-11-86 -60 Fax : 043-21-18-06. Email : bencherifk@yahoo.fr

## ملخص :

إن إستراتيجية التهيئة الغابية الواجب إتباعها في ظل تدهور المشهد الغابي في المناطق الشبه جافة أن تضمن حماية المشاهد الطبيعية و التنوع البيئي على الصعيد المحلي و الاقليمي شرط لا تستوفيه الا المقاربة التحليلية للمناظر. يمكن لهذا التحليل ان يعتمد على بيانات أخرى حول توزيع الوحدات الطبيعية في المنطقة التي ندرسها. لهذا الغرض، تحاول هذه المداخلة أن تدرس إسهام التحليل الموضوعي الموجه للصور الفضائية من صنف لندسات في تجزئة الفضاء الغابي حتى مستوى غابة صنلبة (الجلفة) إلى مواضيع متجانسة و بالتالي إسهامها في رسم خريطة الوحدات الطبيعية. تدل النتائج على أن التصنيف الموضوعي الموجه أحسن من التصنيف بالبكسل (pixel) آد مكنت من تبسيط مضمون الصورة الفضائية مع الاحتفاظ بالمعلومات المفيدة المتمثلة في خطاءات متجانسة طيفيا و مكانيا مثل مجموعات الصنوبر الحلبي (كثيفة و متماسكة، كثيفة مجزئة، خفيفة) الإحراج.

**Résumé :** Dans les conditions de dégradation que connaît le paysage forestier en zones semi-arides, la stratégie d'aménagement à adopter devra garantir la protection paysagère et la conservation de la biodiversité à l'échelle locale et régionale, une condition que seule l'analyse paysagère semble être capable de satisfaire. Cependant, cette analyse devra compter sur la disponibilité d'une information cartographique fiable sur la répartition des diverses unités paysagères à travers le territoire forestier étudié. A cet effet, cette contribution étudie l'apport de l'analyse orientée-objet d'une image satellitaire de moyenne résolution spatiale de type Landsat ETM+ pour la segmentation de l'espace forestier au niveau de la forêt domaniale Senalba chergui (Djelfa) en objets homogènes et par conséquent son apport pour la cartographie des unités paysagères. Les résultats montrent que la classification par objet est plus performante que la classification par pixel puisqu'elle a permis de simplifier le contenu de

l'image tout en conservant l'information recherchée, en l'occurrence des types d'occupation homogènes spectralement et spatialement tels que les divers peuplements de pin d'Alep (dense et compacts, denses et fragmentés, clairs), les matorrals arborés et les matorrals.

**Abstract :** In the conditions of deterioration of the forest landscape in semi-arid zones, the planning strategy to adopt should guarantee the landscape protection and the conservation of biodiversity on a local and regional scale, a condition that only the landscape analysis approach seems to be capable to satisfy. However, this analysis should count on the availability of reliable mapping information on the distribution of the various landscape units through the studied forest territory. To this effect, this paper studies the contribution of the object-oriented analysis of medium spatial satellite imagery as Landsat ETM+ for the segmentation of the forest space in the state forest Senalba chergui (Djelfa) into homogeneous objects and therefore its contribution for landscape units mapping. The results show that by object classification is more effective than the by pixel one as it permitted to simplify the image content while keeping the needed information, in this case, spectrally and spatially homogeneous land cover types as various Aleppo pine stands (dense and compact, dense and broken up, clear), high shrub-lands and low shrub-lands.

## 1. Introduction

L'évolution de l'espace forestier d'un coté et les rapports entre la forêt et la société conduisent à des changements rapides en matière de planification et de gestion. Ces changements méritent d'être accompagnés par une démarche de réflexion et de recherche pour enrichir la définition, les outils et les méthodes de l'aménagement forestier. La nouvelle stratégie forestière qui a été décidée en Algérie est basée sur la planification intégrée des espaces naturels qui est basée sur certains critères et concepts

dont les plus importants sont, l'aménagement forestier durable et la gestion écosystémique, La gestion écosystémique peut être mise en pratique pour toutes les ressources naturelles: faune, flore, écosystèmes, paysage etc. Elle est basée sur une série de principes scientifiquement fondés dont l'approche écosystémique, la réflexion au niveau du paysage et l'intégration des différentes échelles (**Shlaepfer, 1997**). L'analyse étant une étape préalable à toute planification, l'analyse d'un paysage est le processus de description et d'interprétation de l'écologie d'une région (**Bradley et Hammond, 1992**) qui permet d'intégrer l'information environnementale à travers l'ensemble des types d'occupation du sol et fournit par conséquent un nouvel outil pour évaluer la gestion de l'espace forestier et les changements écologiques dans le temps (**Kepner and al. 2007**).

L'approche paysagère doit être mise en relation avec la notion d'écosystème. La forêt pré-stéppique est tout à la fois un paysage, mais aussi un milieu écologique particulier se développant dans un contexte steppique aride. Une atteinte à l'intégrité d'un tel paysage n'est pas sans conséquence sur la protection des espèces animales et végétales qui y vivent. Au sens commun du terme, le paysage désigne la physionomie d'un espace que l'on embrasse du regard ou celle d'une contrée que l'on traverse, parcourt ou survole. Dans un cas comme dans l'autre, cette notion est inséparable de celle d'espace visuel (**Gay M et Cheret V., 1996**). Globalement, une unité paysagère est homogène, constitue un tout et possède sa propre identité (**Ducrot, 2005**). Mais comme les écosystèmes forestiers méditerranéens présentent une grande diversité botanique et structurale, il est difficile de concevoir et de définir la notion d'unité paysagère. Dans ce cas, homogénéité ne signifie pas la présence d'un seul élément répétitif mais au contraire, une unité paysagère est composée de plusieurs éléments organisés de façon qu'ils constituent son identité.

Dans sa dimension horizontale, le paysage apparaît comme l'arrangement dans certaines proportions de plusieurs affectations du sol (**Bruneau, 1985**). Etant donné que les unités paysagères sont définies par une physionomie et une structure (**Mac Garigal, 2000**), elles correspondraient au niveau d'un territoire forestier méditerranéen aux divers objets géographiques où on distingue principalement les types de végétation herbacée, arbustive et arborée. Une des approches possibles pour évaluer et gérer ces formations peut se résumer à identifier, cartographier, et évaluer des unités et sous-unités paysagères composant le territoire à aménager. La représentation cartographique de l'occupation du sol peut se concevoir de plusieurs manières dont l'une est la

reconnaissance de la couverture du sol à partir d'interprétations automatiques d'images satellitaires. D'un point de vue de la télédétection, les méthodes multi-spectrales traditionnelles sont liées à une certaine résolution du capteur à un certain niveau d'échelle. Les données Landsat appartiennent à une échelle cartographique de 1:50.000 dans laquelle le rôle de la classification par max. de vraisemblance est encore puissant (**Kok R et al. 2000**). Cependant, l'analyse par pixel n'est pas très utile dans les images à grande variance interne et les méthodes basées sur des classifications spectrales ne peuvent être utilisées de manière opérationnelle pour la cartographie des zones forestières hétérogènes. Généralement, les classifications par pixel sont moins réussies pour l'identification de couverts lâches et ouverts telles que la végétation buissonnante méditerranéenne. (**Steven et al. 2001**). En plus, la classification par pixel qui consiste à effectuer des calculs pour chaque pixel afin de les classer individuellement, présentent de nombreuses confusions et les résultats sont assez moyens (**Guish, 2004 ; Puech., 2000**).

Pour contrecarrer ce problème, l'analyse basée sur l'objet autorise une bonne solution, bien qu'elle soit plus performante sur des images de très grande résolution (IKONOS, QUICKBIRD, données lidar) et sur les photographies aérienne) (**Caloz et al. 2003**). En effet, au lieu de ne retenir que l'information spectrale, les objets sont caractérisés par davantage de propriétés telles que la forme, la texture, le voisinage et le contexte (**Baatz et Shape, 2000**). L'approche objet-orienté et quelle que soit la classification utilisée, paraît être très prometteuse pour la cartographie forestière et la caractérisation des écosystèmes méditerranéens (**Mallinis G et al. 2002**). L'approche est utilisée avec succès sur des images Landsat etm+ pour la classification des types de peuplements forestiers où la délimitation de zones homogènes est souvent difficile ainsi que pour la reconnaissance des zones forestières dégradées (**Schwarz et al. 2001**).

Notre zone d'étude est un modèle de forêt hétérogène où se côtoient enchevêtrées divers types de peuplements de pin d'Alep, des formations de type matorral, des enclaves, des vides etc. Il en résulte qu'une importante information sémantique nécessaire à l'interprétation d'une image n'est pas représentée dans des pixels individuels mais dans des objets images homogènes significatifs et dans leurs relations mutuelles. D'autre part, et conformément à l'approche systémique, l'information doit être cherchée non pas au niveau d'une sous-parcelle ou parcelle mais au niveau de plusieurs peuplements dont le regroupement forme une unité paysagère. L'objectif est de tisser un lien entre les objets générés par l'analyse orientée-objet de l'image

Landsat et les différentes unités paysagères composant le territoire forestier étudié. Cette étude n'a pas la prétention de prendre en compte toutes les facettes du concept paysage mais d'aborder cette notion en adoptant le principe contenu-contenant dont l'approche se traduit par une transcription spatiale à travers l'identification de limites des objets géographiques (le contenant) alors que l'approche par le contenu s'exprime par une description de ce qui en fait la spécificité de ces objets (contenu).

## 2. La zone d'étude

La forêt domaniale «Senalba chergui» représente une petite partie de tout un ensemble forestier et pastoral des monts de Ouled Naïl (Atlas saharien - DJELFA) où elle occupe les collines montagneuses sur une superficie de 19000 hectares. Située au Nord-ouest de la ville de Djelfa, elle occupe le dernier rempart contre le désert.

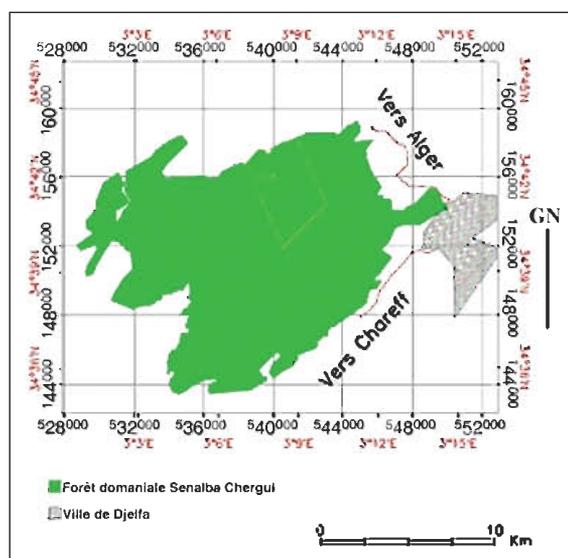


Fig. 1 Localisation de la zone d'étude.

La végétation est dominée par trois essences, le pin d'Alep qui forme de très belles futaies, le chêne vert qui se mélange en sous-bois et le genévrier disséminé sur les crêtes au sol érodé. Cependant, ce sont les formations forestières basses de type matorral qui occupent la moitié de la surface et témoignent de la dégradation que connaît cette région. Les espèces qui composent ces formations sont identiques au sous-bois des pineraies et sont représentées par le chêne vert (*Quercus ilex*), le genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), le genévrier de phénécie (*Juniperus phoenicia*), le pistachier lentisque (*pistacia lentiscus*) la phyllaie (*Phyllirea angustifolia*), l'ergot de coq (*Crataegus monogyna*), le romarin (*Rosmarinus officinalis*), les cistes (*Cistus ssp*) et les genets (*Genista ssp*). La

strate herbacée est souvent constituée d'alfa (*Stipa tenacissima*) et plusieurs espèces de graminées.

## 3. Matériels et Méthodes

### 3.1 Données satellitaires et terrain

Une fenêtre couvrant la zone d'étude est extraite de la scène p196r036 de Landsat ETM+. Sa date d'acquisition est le 24-03-2001 alors que sa résolution spatiale est de 30 mètres. Le capteur ETM+ de Landsat fournit des données dans sept bandes, allant du domaine du visible : TM1 : 0,45 - 0,515  $\mu\text{m}$  (bleu), TM2: 0,525 - 0,605 $\mu\text{m}$  (vert), TM3 : 0,63 - 0,690 $\mu\text{m}$  (rouge), jusqu'au spectre infrarouge (IR); TM4: 0,73 - 0,90 $\mu\text{m}$  (proche IR), TM5 : 1,55 - 1,75  $\mu\text{m}$  (moyen IR), TM7: 2,09 - 2,35 $\mu\text{m}$  (moyen IR), et TM6 : 10,40 - 12,5 $\mu\text{m}$  (IR thermique) et enfin un canal panchromatique de résolution 15 m, P : 0,52 - 0,90  $\mu\text{m}$  (Girard M.C. et Girard C.M 1999). Généralement et avant toute analyse, des corrections doivent être apportés à l'image. Il s'agit essentiellement de rectifications géométriques, c'est-à-dire, la transformation du niveau brut de prétraitement dans lequel a été acquise l'image, en niveau cartographique pour permettre le positionnement des sites étudiés sur le terrain et la superposition de la carte résultante des traitements sur un fond cartographique régulier. L'image a été corrigée géométriquement par rapport au système de projection Lambert Nord Algérie par la méthode polynomiale de deuxième degré avec une erreur résiduelle sub-pixel de l'ordre de 0,77. La correction est réalisée au moyen de six points d'appui identifiés simultanément sur l'image et sur la carte topographique de Djelfa, feuille 340 à l'échelle 1/50000.

Quant aux corrections atmosphériques et radiométriques, plusieurs auteurs ont vérifié et confirmé qu'elles ne sont pas nécessaires quand la zone d'étude ne contient pas de variations visibles dans les conditions atmosphériques et aussi quand les méthodes appliquées telles les classifications n'exigent pas des mesures de réflectance absolues. [Wallerman, J. 2003 ; Louy et al. 2002 ; Chartier et al. 2000]. Toutefois, des améliorations de dynamique et de contraste ont été effectuées pour une interprétation visuelle aisée de l'image.

### 3.2 L'analyse orientée-objet

En principe, l'information sur les "objets" ou "groupe de pixels local" est la base pour la classification orientée objet. L'objet image peut prendre en compte le contexte spatial d'un ensemble de pixels voisins. L'extraction d'objets caractéristiques passe par deux étapes principales, la segmentation et la classification. La segmentation signifie le regroupement de pixels sur le critère d'homogénéité.

L'image est subdivisée en objets homogènes dont le contraste est plus accentué. Les objets obtenus par segmentation peuvent être classés à travers deux méthodes: la classification basée sur l'échantillonnage par la méthode du k-plus proche voisin et la classification Basée sur la fonction de l'appartenance. La première est recommandée lorsque plusieurs caractéristiques différencient les objets alors que la deuxième devient un choix optimal dans le cas contraire (Ivits, E et Koch, B. 2000).

La classification par le k plus proche voisin qui est une méthode de la classification supervisée, a besoin de zones test dans un espace multidimensionnel. Les objets issus de la segmentation sont classés à travers leur ressemblance à ces zone d'entraînement pour chaque classe. Le reste d'objets dans l'image appartient à leur plus proche échantillon dans chacune des classes. Il utilise habituellement l'information spectrale de canaux comme caractéristique de l'espace pour la description de classes qui seront classées. Cependant, après segmentation, en plus d'attributs spectraux, les objets auront de l'information supplémentaire telle que la forme, la texture, le contexte etc. Dans la méthode de Fonction d'appartenance, les segments sont classés par fonctions d'appartenance qui sont basées sur les ensembles flous, la logique floue étant une approche mathématique pour mesurer des situations incertaines (willhauck, 2000).

### 3.3 Méthodologie

Pour apprécier la qualité de la classification orientée objet, nous avons jugé utile d'entamer l'étude par une classification supervisée par la méthode du max de vraisemblance. Les zones tests sont les mêmes que celles utilisées ultérieurement dans la méthode orienté objet.

L'analyse orietée-objet de l'image a été réalisée grâce au logiciel de traitement d'image envi4.4 et plus particulièrement son module *ENVI Feature Extraction* qui permet une telle analyse sur tout type de données images. Cependant, l'un des aspects excitant et innovateur de ce module est sa capacité de faire visualiser les résultats à chacune des étapes du traitement d'image (ENVI, 2007).

#### 3.3.1 Segmentation de l'image

Sous *ENVI Feature Extraction*, la génération d'objets passe par quatre étapes : la segmentation de l'image, le fusionnement de segments, l'affinement des objets et le calcul des attributs. Les deuxième et troisième étapes sont optionnelles et permettent d'améliorer les résultats en fonction des objectifs de l'utilisateur.

Tout d'abord, l'utilisateur peut choisir l'échelle de la segmentation qui correspond au niveau de finesse de la segmentation en fonction des objets qu'il souhaite caractériser. Un grand facteur d'échelle se traduira par des objets de grande taille. Pour l'image Landsat ETM+ utilisée, un facteur d'échelle de 45 a été choisi afin de distinguer en plus des différentes formations forestières, des objets tels que les enclaves et les clairières.

Les étapes 3 et 4 ont été jugées inutiles une fois les résultats visionnés. La quatrième étape permet de calculer pour chaque objet, les attributs spectraux, spatiaux de texture et de couleur.

Les attributs spatiaux concernent la forme, la compacité, l'élongation, la convexité, la concavité, la rodontité etc. Les attributs spectraux sont la valeur minimale, maximale moyenne et de l'écart type des pixels compris dans un objet (région).

Les attributs de texture sont la moyenne, la variance et l'entropie. Enfin les attributs de l'espace couleur sont le ratio de bandes, la teinte, la saturation et l'intensité. Les trois bandes de l'image (infrarouge bleu etm4, rouge etm3, et vert etm2) ont été utilisées dans la segmentation.

#### 3.3.2 Classification de l'image

Après la segmentation, deux méthodes de classification sont proposées par le logiciel, l'une supervisée et l'autre par fonction d'appartenance.

Disposant de données terrain et de zones d'entraînements, il nous a semblé utile de choisir la méthode supervisée par la méthode du k plu proche voisin. Après la sélection des zones tests, nous avons choisi les attributs (spatiaux, spectraux, de texture et de couleur) à utiliser dans la classification.

Généralement, l'utilisateur choisit l'attribut le plus performant pour chaque classe mais dans notre cas, nous avons choisi la sélection automatique des attributs étant donné que cette option est plus utile en présence d'un grand nombre d'objets.

## 4. Résultats

### 4.1 Classification par pixel

La figure 3 représente la carte d'occupation du sol issue de la classification supervisée par la méthode du max de vraisemblance et dont la précision globale est de 89%. Le coefficient kappa lui est de 0.8683. Le tableau 1 représente la matrice de confusion de cette classification.

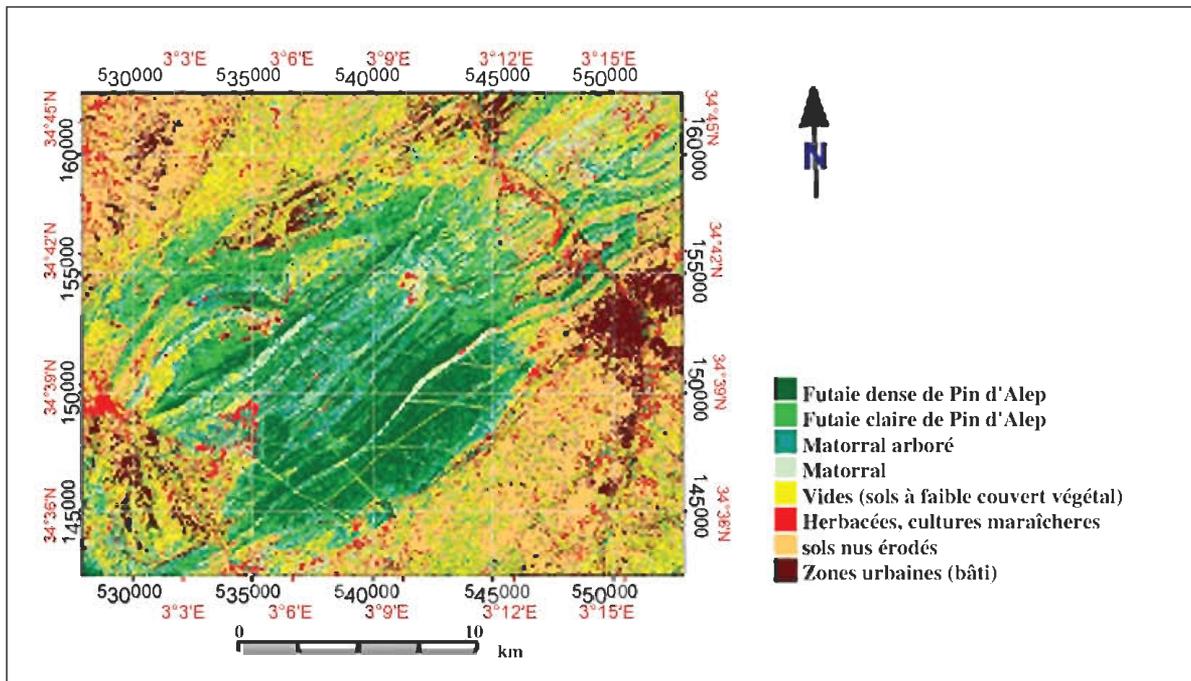


Fig. 2 Carte d'occupation du sol, résultat de la classification par pixel de l'image.

Tableau 1. Matrice de confusion de la classification supervisée par max de vraisemblance.

| CLASSE  | FT.DS        | FT.CL      | MAT.ARB      | MAT          | VD           | VEG.AC     | SL.NE      | ZN.UR      | TOTAL  |
|---------|--------------|------------|--------------|--------------|--------------|------------|------------|------------|--------|
| N.CL    | 0            | 0          | 0            | 0            | 0            | 0          | 0          | 0          | 0      |
| FT.DS   | <b>92.31</b> | 0          | 0            | 0            | 0            | 0          | 0          | 0          | 6.63   |
| FT.CL   | 7.69         | <b>100</b> | 0            | 0            | 0            | 0          | 0          | 0          | 8.84   |
| MAT.ARB | 0            | 0          | <b>84.62</b> | 32.26        | 12.50        | 0          | 0          | 0          | 18.23  |
| MAT     | 0            | 0          | 11.54        | <b>54.84</b> | 0            | 0          | 0          | 0          | 11.05  |
| VD      | 0            | 0          | 3.85         | 12.90        | <b>87.50</b> | 0          | 0          | 0          | 6.63   |
| VEG.AC  | 0            | 0          | 0            | 0            | 0            | <b>100</b> | 0          | 0          | 17.68  |
| SL.NE   | 0            | 0          | 0            | 0            | 0            | 0          | <b>100</b> | 0          | 4.97   |
| ZN.UR   | 0            | 0          | 0            | 0            | 0            | 0          | 0          | <b>100</b> | 25.97  |
| TOTAL   | 100          | 100        | 100          | 100          | 100          | 100        | 100        | 100        | 100.00 |

N.CL: non classés ; FTDS : futaie dense ; FTCL : futaie claire ; MAT.ARB : matorral arboré ; MAT : matorral ; VD : vides ; VEGAC : végétation active ; SL.NE : sols nus érodés ; ZNUR : zone urbaine (bâti)

#### 4.2 Classification par objet

La figure 2 permet d'apprécier l'intérêt de la segmentation en présentant l'image avant et après segmentation. Des zones confuses et hétérogènes sont homogénéisées, simplifiant le contenu de

l'image et le réduisant en nombre restreint d'objets géographiques très contrastés. La figure 4 est la carte issue de la classification par objet par la méthode du k plus proche voisin.

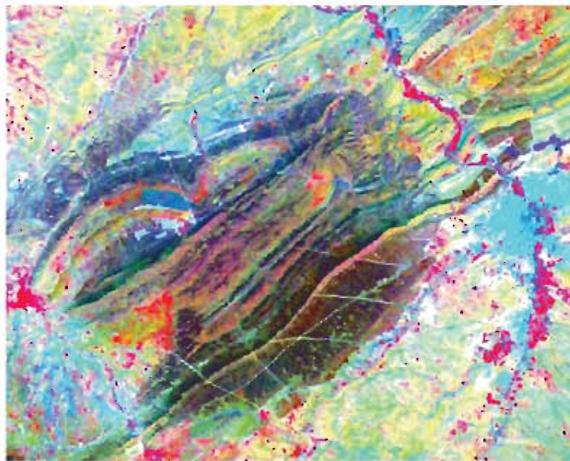


Fig. 3 Image Landsat ETM+432 (RGB) couvrant la zone d'étude avant segmentation

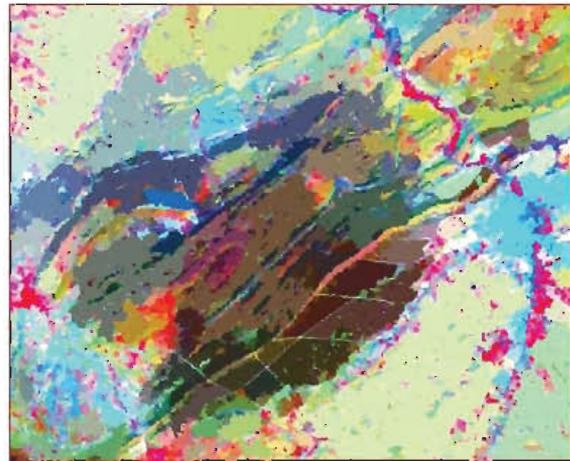


Fig. 4 Image Landsat ET M+432 (RGB) couvrant la zone après segmentation.

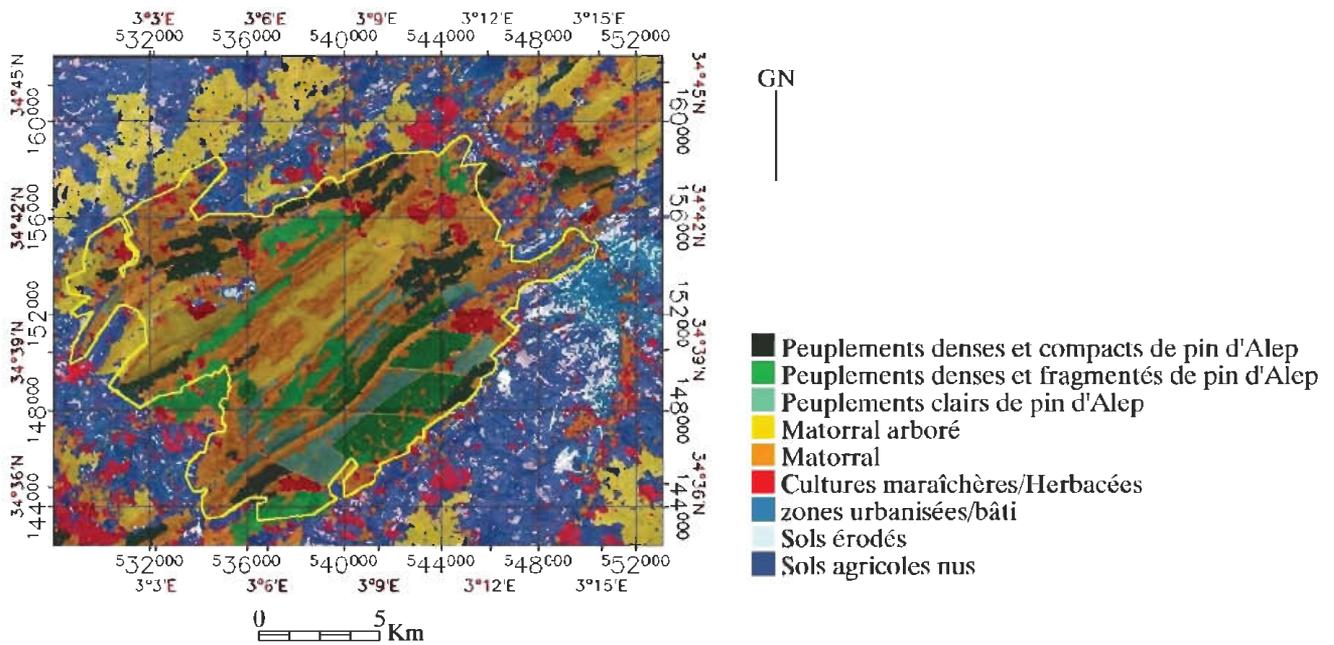


Fig. 5 Carte d'occupation du sol, résultat de la classification par objet de l'image.

## 5. Discussions

La classification par objet semble apporter de la transparence, la simplicité et la netteté à la carte d'occupation du sol. Visuellement, l'effet « sel-poivre » souvent observé dans les classifications par pixel a disparu alors que les limites des objets sont devenues plus tranchées. Cet avantage cependant est accompagné d'une homogénéisation telle que certains objets sont fusionnés avec d'autres bien que différents. Les enclaves forestières par exemple qui sont assez bien délimitées dans la classification par pixel sont complètement fusionnées avec les formations de matorral dans la classification par objet.

Il semble que deux principaux attributs sont liés à cet état, l'un spectral et l'autre de contexte (spatial). Les enclaves forestières sont des portions habitées de la forêt ou sont pratiquées différentes cultures maraîchères. L'environnement immédiat de ces enclaves n'est jamais représenté par des forêts mais des formations de dégradation du type matorral. En période printanière pluvieuse (tel notre cas), une végétation active apparaît là où souvent le sol est nu ce qui donne à ces surfaces une physionomie similaire aux formations forestières basses. L'effet du contexte est aussi observé chez d'autres classes d'occupation du sol : les coupes par bandes ou par trouées ainsi que les parcelles très claires

s'intègrent aux peuplements denses qui dominent en surface. Le même effet mais inverse est observé dans les futaies claires où certaines parcelles denses sont dissoutes dans les parcelles claires qui dominent. Les vides disséminés en petites surfaces à travers les différentes formations forestières sont invisibles dans la classification. Dans tous les cas, le contexte spatial s'est manifesté comme étant un attribut très important dans la classification. En effet, c'est l'objet dominant en surface qui assigne à la classe d'occupation du sol son aspect physiognomique permettant de satisfaire une des conditions de l'analyse paysagère pour l'aménagement forestier. Toutefois, une attention particulière doit être prêtée au facteur d'échelle qui semble être celui qui est le plus déterminant alors que le choix des autres critères reste relativement empirique. Des valeurs comprises entre 45 et 50% semblent convenables pour une meilleure segmentation et donc pour une meilleure classification.

La classification par pixel par la méthode du Max de vraisemblance demeure toujours efficace mais trop compliquée pour une analyse à l'échelle paysagère. En effet, l'attribut spectral du pixel permet de distinguer entre objets différents même à l'intérieur de grandes surfaces physiognomiquement homogènes ce qui valorise cette approche dans les analyses à l'échelle du peuplement. Toutefois et dans les conditions de notre contexte d'étude, certaines précautions doivent être prises :

- Les zones tests doivent être décrites directement sur terrain et localisées par GPS, ceci pour combler les insuffisances souvent observées sur les cartes forestières ;

- Les images doivent être acquises l'année même de l'étude pour éviter les changements dus aux incendies ou aux pratiques sylvicoles. La matrice de confusion (voir tab.1) confirme à travers certaines confusions les propos avancés : des pixels de matorral bas et matorral haut (arboré) sont classés comme vides alors que des pixels de futaie denses sont classés futaie claire témoignant d'un changement survenu entre 1996 (date d'élaboration de la carte d'occupation du sol) et 2001 (date d'acquisition de l'image).

L'analyse orientée objet présente un problème d'évaluation. L'évaluation des résultats de la classification est plus compliquée pour l'analyse objet-orienté qu'une évaluation de la classification par pixel utilisant une matrice de confusion. Actuellement, la matrice de la confusion traditionnelle ou K-Factor pour l'évaluation des classes est possible mais trop simple pour l'évaluation de l'objet. Un simple grand objet mal classifié a un impact énorme sur le facteur K en comparaison à beaucoup

de petits objets correctement classés. Bien sûr, l'évaluation par contrôle visuel, comme appliquée en photogrammétrie est toujours possible

Avant l'estimation de l'exactitude globale, les objets individuels sont évalués sur leurs traits spécifiques (Kok, R, and al. 2000). C'est cette dernière méthode qui a été utilisée pour évaluer notre classification orientée objet et il semble que les résultats sont satisfaisants et la précision pourrait atteindre les 100% si une nomenclature adaptée pour contourner les confusions était disponible.

## 5.1 Relation Analyse Paysagère- Analyse Orienté objet

### 5.1.1 L'analyse paysagère pour l'aménagement forestier en zones semi-arides

La structure d'un peuplement forestier est déterminée en premier lieu par l'arrangement spatial, les dimensions et la distribution par espèces des arbres. Classiquement, l'aménagement forestier manipule des arbres individuels au niveau de la plus petite unité de gestion, la parcelle (le peuplement) alors que l'aménagement forestier à l'échelle paysagère ou régionale implique la gestion et le suivi de centaines de parcelles. Pour aborder un tel problème, il est nécessaire de disposer d'un système de travail qui aborde l'échelle et la complexité du problème. L'approche systémique fournit un tel système en regroupant les arbres en peuplements, les peuplements en paysage, les paysages en bassins versants, les bassins versants en régions etc.

L'aménagement forestier implique la gestion d'arbres individuels. Cependant, pour la réalisation de certains objectifs, il est nécessaire de lier l'aménagement à des niveaux plus hauts. En effet, la protection paysagère et la conservation de la biodiversité peuvent être l'affaire de l'aménagement à l'échelle régionale ou globale. L'analyse paysagère est seule capable de satisfaire une telle condition en délimitant des objets homogènes de surfaces importantes. D'autre part, cette cartographie à l'échelle locale ou régionale est une base d'information sur la ressource qui soit immédiatement utilisable par les gestionnaires et les utilisateurs et qui permette de se faire une idée sur la disponibilité et de l'évolution de cette ressource sur des étendues de dimensions variables (Bonn et al. 1996).

L'aménagement et le suivi de l'espace forestier en zones semi-arides fragiles doivent être menés à plusieurs niveaux (échelles) pour garantir la réalisation des objectifs à travers une variété d'écosystèmes forestiers. A l'échelle intra peuplement, les opérations sylvicoles d'exploitation et de plantation sont de courte durée et ont un effet direct sur des arbres individuels à l'intérieur du peuplement.

A l'échelle du peuplement, les traitements sylvicoles conduisent pendant plusieurs décennies vers la structure souhaitée. Enfin à l'échelle du paysage, différents traitements sylvicoles appliqués à plusieurs peuplements déterminent avec le temps les éléments paysagers d'une structure forestière. Ce dernier niveau souvent négligé par les forestiers est le point de passage entre au moins le niveau arbre et le niveau forêt dans le système hiérarchique et peut refléter non seulement les effets positifs des actions sylvicoles mais aussi les effets négatifs d'actions anthropogènes (défrichements) et naturelles (incendies, évolution régressive).

### **5.1.2 Apport de la méthode orientée objet pour l'analyse paysagère**

Les méthodes d'aménagement proposées dans ces zones étaient incompatibles avec la réalité terrain. En effet, ces aménagements présentaient invariablement les forêts plus homogènes qu'elles ne le sont en réalité (**Grim, S, 1986**). Cette présentation était pourtant à l'échelle du peuplement. L'approche orientée objet a tendance elle aussi à homogénéiser les forêts mais à l'échelle du paysage, ce qui est fondamentalement différent puisque le sens même de l'approche paysagère est le critère d'homogénéité. En plus, la tendance a été souvent vers une gestion préventive et de protection, qui hélas, n'a pas elle aussi réussi, puisque une simple reconnaissance-terrain dévoile non seulement le degré de fragmentation mais aussi l'ampleur de la dégradation et du rétrécissement de l'espace boisé. L'analyse orientée objet a dévoilé à travers cette homogénéisation non seulement les proportions de surfaces réellement forestières (peuplements de pin d'Alep) et celles de dégradation (matorral) mais aussi leur répartition précise dans le territoire étudié. Une organisation stricte de la gestion forestière est nécessaire et implique une méthode tenant en compte la grande hétérogénéité structurale et de densité des peuplements forestiers, mais aussi un système rigoureux de suivi et de surveillance. Pourtant, ces mesures ne pourraient être efficaces qu'à la seule condition d'établir en premier lieu un bilan initial qui soit une référence pour évaluer les actions futures sur ces surfaces et leur évolution. Or, pour les forêts semi-arides en général et celles pré-steppiques en particulier, l'approche doit être différente. En effet ces forêts sont soit éparpillées à travers d'autres paysages non forestiers (tell algérien), soit isolées au milieu d'immenses paysages steppiques (Atlas algérien). La réalisation des objectifs de cette gestion ne peut aboutir qu'en adoptant une échelle de travail adaptée à ce contexte. L'approche classique (au moins dans le cas de notre

étude) et qui s'appuie sur l'échelle du peuplement (parcelle, sous-parcelle), dans les conditions de régression forestière observée, n'est pas efficace et seule l'approche paysagère semble être en mesure de réaliser ces objectifs.

La méthode d'aménagement qui décide de l'objectif et donc des actions futures doit normalement tenir compte d'une information fiable sur les états de surface. En effet, si on se réfère au fondement de l'aménagement forestier qui est le peuplement forestier, l'étude de celui-ci se heurte fréquemment à des difficultés pratiques : accessibilité difficile, délimitation malaisée entre zones homogènes et non-homogènes mais surtout la difficulté d'acquiescer et de conserver une vision globale (**Grim, S, 1989**). Or, le principal avantage de la télédétection satellitaire est la perception simultanée d'une vaste étendue (**Bonn et al. 1996**). L'analyse orientée objet en délimitant des objets homogènes de surfaces importantes délimite en réalité des types physiologiques d'occupation du sol correspondant chacun à un ensemble de peuplements. Ce critère d'homogénéité qui est à la base de la définition des unités et sous unités paysagères autorise une analyse paysagère non seulement pour la zone d'étude mais pour d'autres territoires similaires. Une telle analyse est de nature descriptive et consiste principalement en une représentation cartographique des éléments paysagers forestiers.

L'approche orientée objet a permis une stratification expéditive du territoire forestier. Les strates correspondant à des types différents d'occupation du sol se distinguent physiologiquement par leur hauteur (futaie adulte très haute, matorral arboré haut, matorral bas, herbacées très bas) et par leur densité (futaie dense, futaie claire). Cette information écologique partielle est utile pour une stratification expéditive exploitable à l'échelle du paysage. La classification par objet s'apparente à une stratification forestière indispensable pour l'aménagement forestier. Complétée par d'autres informations écologiques (type de sol, exposition, composition floristique ...), elle permettra de définir une typologie paysagère où chaque unité paysagère constitue une unité d'analyse. D'après **Lapierre et Harvey (2002) in (Doyon, 2003)**, l'identification du dynamisme forestier passe par une information sur la proportion de chacun des types écologiques permettant d'identifier et de localiser les cibles de restauration des conditions paysagères et de les incorporer à la stratégie d'aménagement. Enfin, cette stratification reflète la structure spatiale des éléments du paysage forestier étudié. Or il est reconnu de plus en plus que cette structure spatiale est un facteur significatif pour la détermination de la biodiversité. (**Vogiatzakis, I.N and Careddu, M.B, .2003**).

## 6. Conclusion

L'approche orientée-objet pour l'analyse d'images satellitaires de moyenne résolution a permis de préciser le contenant (les limites) des grands types d'occupation du sol et d'homogénéiser leur contenu au niveau du territoire forestier étudié. Cet avantage qui manque à l'approche par pixel encourage à intégrer cette approche à l'approche paysagère d'aménagement forestier étant donné que celle-ci est basée principalement sur le critère d'homogénéité des unités paysagères. Toutefois la combinaison des deux méthodes doit se limiter à la seule collecte de l'information cartographique étant donné que l'approche paysagère dans le système écosystémique exige un complément d'information phytosociologique, pédologique et climatique que l'image satellite ne peut fournir.

## Références Bibliographiques

- Baatz, M and Schape, A, 1999. Object-oriented and Multiscale image Analysis in Semantic Networks, Proc. of the 2<sup>nd</sup> international symposium on operationalization of remote sensing, August 16th – 20th, Enschede. ITC
- Bonn.F et Rochon.G, 1996. Précis de télédétection, volume 2, applications thématiques. Presse de l'université du Québec, AUPELF, 633 p
- Bradley.T and Hammond.H, 1992. landscape analysis and planning summary,a component of wholistic forest use. SFF Web site. *Silva Ecosystem Consultants*.
- Bruneau.M, 1985. Identification and dynamics of the agriculture environments in the northeast of Thailand. Cartosat, serie n°56. Paris , France
- Caloz.R et Pointet.A, 2003. Analyse comparative de la classification contextuelle et du maximum de vraisemblance: synthèse et cas d'étude *Télédétection*, 2003, vol. 3, n° 2-3-4, pp. 311–322.
- Chartier, M et Servain, S, 2000. Apports de la télédétection satellitaire à l'étude de l'environnement de sites archéologiques en milieu tempéré, le cas de la vallée de l'Aisne. *cybergeo*. 176. pp1-7. [www.cybergeo.fr](http://www.cybergeo.fr)
- Doyon.F, 2003. L'aménagement intégré des ressources en milieu forestier: concepts et outils. Synthèse. Colloque sur la planification forestière, Université du Québec à Rimouski .31 oct. - 1<sup>er</sup> nov. 2002. Ed. IQUAFF. Québec. 46 pages
- Ducrot, D, 2005. Méthode d'analyse et d'interprétation d'images de télédétection multisources. Extraction de caractéristiques de paysages. Mémoires de recherches. Habilitation à diriger des recherches. INP Toulouse, France. 235p.
- ENVI, 2007. User's Guide. Ed. Research Systems, Inc. USA.
- Gay M and Cheret V, 1996. Evaluation cartographique de la dynamique d'un paysage. *Série Géográfica*, vol. 6: 37-57.
- Girard.MC.et.Girard.CM, 1999. Traitement des données de télédétection. Ed. DUNOD. Paris, pp 51-52
- Grim, S, 1989. Le pré-aménagement forestier. Volume 1.Ed.CEE et ministère d l'hydraulique d'Algérie. 369 p.
- Guis.H, 2004. Caractérisation par télédétection des unités paysagères favorables à la multiplication des populations de Culicoides, vecteurs de la fièvre catarrhale ovine dans le bassin méditerranéen : Cas de la Corse. Mastère spécialisé de la conférence des grandes écoles. Ed. CIRAD-EMTV. Projet SILAT. Systèmes d'information localisés pour l'aménagement du territoire, 60p rapport.
- Ivits. E and Koch, B., 2000, object-oriented remote sensing tools for biodiversity assessment: a European approach, <http://www.definiens-imaging.com>
- Kepner.W, Watts.C, Edmonds.C, Richter.H and al. 2007. A Landscape Approach to Monitoring and Assessing Environmental Condition in the Upper San Pedro River Basin. <http://www.epa.gov/crdlvweb/land-sci/san-pedro.htm>
- Kok.R (de), Buck.A, Schneider.T, Ammer.U, 2000: Analysis of image objects from VHR imagery for forest GIS updating in the Bavarian alps. ISPRS, Vol. XXXIII, Amsterdam, 2000. 8p.
- Louy.O, Borne.F et Marceau.DJ, 2000. Etude de la variabilité spatiale de couverts forestiers en fonction de l'échelle d'observation". *Géomatique Expert*, 9, PP20-30.
- MacGarigal.K, 2002. Landscape pattern metrics. Encyclopaedia of environmetrics. Volume2. Ed. John Wiley and sons, Sussex, England, pp1135-1142.
- Mallinis and al., 2002: An object oriented approach for the discrimination of forest areas under the criteria of forest legislation in Greece using very high resolution data. The international Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. 34, Part XXX.
- Puech C, 2000. Utilisation de la télédétection et des modèles numériques de terrain pour la connaissance du fonctionnement des hydrosystèmes. Mémoire de recherche. Habilitation à diriger des recherches, Mécanique des milieux, géophysique et environnement, INPG Grenoble. 105p.

- Schlaepfer, R, 1997. Ecosystem-Based Management of Natural Resources: a Step towards Sustainable Development. International Union of Forestry Research Organisations, Occasional Paper n°.6, Vienna.
- Schwarz, M., Stein Meier. CH, Waser, L, 2001. Detection of storm losses in alpine forest areas by different methodical approaches using high-resolution satellite data, in: 21<sup>st</sup> EARSOL symposium, Paris.
- Steven.M (de Jong), Hornstra.T and.Maas. HG, 2001. An integrated spatial and spectral approach to the classification of Mediterranean land covers types: the SSC method. *JAG*. Volume 3, 176-183.
- Vogiatzakis.IN and Careddu.MB, 2003. Mapping the distribution and extent of *Quercus suber* habitats in Sardinia, literature review and a proposed methodology. Geographical Paper No. 171.
- Wallerman.J, 2003. Remote Sensing Aided Spatial Prediction of Forest Stem Volume. Doctoral dissertation. ISSN 1401-6230, ISBN. Swedish University of Agricultural Sciences .Umeå. Printed by: SLU Grafiska Enheten, Umeå, Sweden, (2003). 91-576-6505-2
- Willhauck. G, 2000. Comparison of object oriented classification techniques and standard image analysis for the use of change detection between spot multispectral satellite images and aerial photos, ISPRS, Vol. XXXIII, Amsterdam
-