

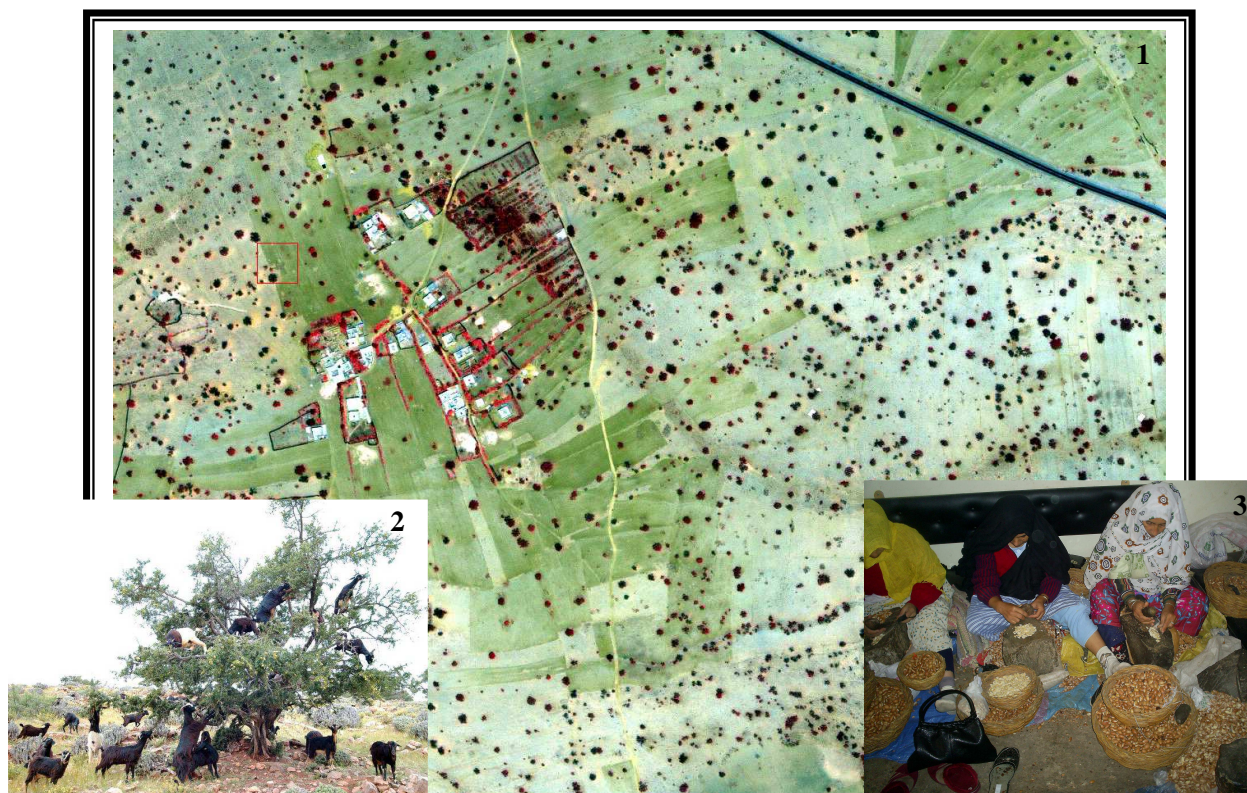


UNIVERSITÉ PARIS SORBONNE-Paris IV
Ecole Doctorale de Géographie de Paris
U.F.R. de Géographie et d'aménagement
UMR 8185 Espaces Nature et Culture (CNRS)



THÈSE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ PARIS-SORBONNE
Géographie
Présentée et soutenue par :
M'bark AOURAGH
Le 10 décembre 2012

Dynamique du « paysage-arganeraie » dans le Sud-ouest marocain.
Apport des données de télédétection et perspectives de les intégrer dans un SIG



Sous la direction de : Micheline HOTYAT. Professeur. Université Paris Sorbonne-Paris

Membres du jury

Mme Micheline HOTYAT, Professeur à l'Université Paris 4 Sorbonne, Directrice
M. Rachid RAGALA, Maître de conférences à l'Université Paris 4 Sorbonne, Co-directeur
M. El Hassane EL MAHDAD, Professeur à l'Université Ibn Zohr Agadir, Rapporteur
M. Thierry SAINT GERAND, Professeur à l'Université de Caen, Rapporteur
M. Bernard LACAZE, Ingénieur de recherche CNRS, Examinateur
Mme Hélène GEROYANNIS, Ingénieur de recherche EHESS, Examinatrice invitée.

Source d'image de couverture :

1 : image satellite Ikonos de la région d'Ait-Baha., juillet 2003.

2 : Aouragh M, 2009 : pâturage aérienne dans la région d'Ait-Baha.

3 : Aouragh M, 2009 : extraction de l'huile d'argan par les femmes dans la coopérative de Targanine à Ait-Baha.

Position de thèse

Choix du sujet

Le sujet abordé concerne la dynamique du « paysage-arganeraie » au sud-ouest du Maroc. En effet, L'Arganier [*Argania spinosa* (L.) Skeels] est un arbre de la famille des Sapotacées, endémique du sud-ouest marocain. C'est un arbre multi-usages, qui constitue une ressource primordiale pour les populations de cet espace semi-aride et aride du Maroc. Il constitue la clef-de-voûte de l'agro-écosystème traditionnel de l'arganeraie qui produit de l'huile à forte valeur ajoutée et peut être utilisé dans l'élaboration de produits cosmétiques. Par ailleurs, il sert également de fourrage pour les animaux. Cet écosystème repose sur un équilibre entre ressources et exploitation humaine, et joue également un rôle important dans la lutte contre la désertification et l'érosion.

Actuellement, la menace de dégradation de l'arganeraie est une préoccupation majeure aussi bien pour la population que pour les scientifiques. On assiste en effet depuis plusieurs décennies à une diminution du couvert arboré, à la fois en surface occupée et en densité d'arbres.

Compte tenu de l'importance de cet arbre et des multiples utilisations de ses composantes, plusieurs chercheurs universitaires et organismes publics et privés, nationaux et internationaux, ont tenté de connaître de près les spécificités propres à cette plante. Certaines recherches ont permis de confirmer l'intérêt cosmétique de cet arbre et ses vertus multiples. Des travaux de recherches ont pu démontrer la surexploitation de l'arganier à des fins strictement commerciales. Face à cette menace, les autorités marocaines et les organisations de la société civile ont essayé de mettre en valeur ce patrimoine irremplaçable.

A partir des années 1990, la question de la protection de l'arganier marocain a pris une dimension internationale faisant l'objet de plusieurs partenariats internationaux et de multiples projets de coopérations bilatérales et multilatérales liant le gouvernement marocain aux pays voisins ainsi qu'aux acteurs de la coopération internationale décentralisée : on peut citer, entre autres, la coopération inter-universitaire franco-marocaine, les coopérations allemande, belge et

canadienne. Cette question a suscité également l'intérêt des organisations Internationales, notamment l'UNESCO qui a considéré l'arganeraie comme étant la première réserve de biosphère du Maroc en 1988, selon laquelle des mesures spécifiques sont nécessaires pour le sauvegarder. Tous ces acteurs s'accordent sur l'intérêt de préserver l'écosystème arganeraie. Leurs actions communes ont donné naissance à des programmes de boisement et de reboisement qui ont profondément marqué le « paysage-arganier » et ont contribué à sa protection et à sa mise en valeur. Ces actions ont sensibilisé les populations locales, notamment celles de la région de Souss-Massa au sud-ouest du Maroc, qui ont participé à la protection de l'environnement et à la préservation de leur milieu naturel. Elles ont donné naissance à une prise de conscience de plus en plus généralisée des menaces qui pèsent sur l'arganier, notamment à cause de sa surexploitation.

La dégradation et la surexploitation de l'arganier marocain a été souvent surévaluer pour des fins strictement financières. Certaines études évoquent la dégradation de l'arganeraie, sans cependant fournir des références scientifiques précises. La plupart de ces études partent d'un constat alarmiste mais ne reposent pas sur des points de références scientifiques permettant d'évaluer, d'une manière objective le degré de dégradation.

Pour obtenir des évaluations fiables, il apparaît pertinent de mener une étude diachronique sur le « paysage-arganeraie » en s'appuyant, notamment, sur des données satellitaires prises à plusieurs dates. Notre objectif est d'évaluer les évolutions régressives/progressives de la végétation de la région Souss-Massa afin de préciser les transformations qui ont touché le « paysage-arganeraie » ainsi que les activités anthropiques qu'il a subies pendant les trois dernières décennies engendrant également des modifications sur le milieu.

Fondements conceptuels de l'étude

Le but de notre thèse est d'utiliser la télédétection spatiale pour détecter les changements du «paysage-arganeraie » et de définir un état de référence permettant de développer une méthode d'analyse spatio-temporelle des peuplements d'arganier.

Les outils utilisés

Pour atteindre nos objectifs, nous avons utilisé outre la bibliographie et d'autres données statistiques, les données de télédétection et les données multi-dates, ces dernières sont très pertinentes pour dresser des bilans de la situation, elles ont constitués dans notre recherche une source excellente d'information nécessaire pour le suivi environnemental de la zone de Souss-Massa.

Nous avons associé la télédétection à une démarche conceptuelle de SIG, outil qui semble le plus prometteur en regard des éléments dont nous disposons. Les satellites d'observation permettent l'accès à un certain nombre de paramètres caractérisant l'état de la surface terrestre. La télédétection spatiale, avec une vision globale et des observations répétées, constitue un excellent moyen d'améliorer la compréhension de la dynamique spatio-temporelle de l'« espace-arganeraie », et à partir d'images à haute résolution spatiale, de fournir des cartographies détaillées de la densité de couvert arborée à arganier.

Par son enregistrement numérique répété, les données satellitaires permettent d'apporter des réponses objectives à des questions relevant de l'évolution des ressources forestières du milieu arganeraie.

Les images de télédétection sont analysées via une interprétation qu'elle soit visuelle ou automatisée qui transforme les données de l'image en éléments d'information thématique attachées à une localisation géographique, ce qui offre la possibilité d'intégrer les données actuelles et futures dans un SIG.

Cette intégration programmée des données concernant l'arganeraie, son milieu physique et son usage anthropique permet de définir des types de transformations de ce couvert végétal.

Organisation de la thèse

Pour répondre à ces hypothèses, le travail structure en deux parties :

La première partie a été consacrée à la question du paysage arganeraie, un milieu original qui subit différentes influences de l'action de l'homme et dont les éléments évoluent en fonction de celles-ci. Cette analyse systémique nous a permis de répondre à diverses questions qui forment le cœur de notre étude. Elle a été subdivisée en trois chapitres :

Le premier chapitre essaye de répondre à de multiples questions concernant la typologie du « paysages-arganier », car nous avons estimé que la classification des paysages et leur structuration est nécessaire à leur gestion. Ainsi, nous avons jugé utile de tenter de lister les paysages et de les replacer les uns par rapport aux autres en fonction de leurs caractéristiques et de leurs facteurs de genèse.

Une fois ce support établi, **le deuxième chapitre** analyse les principales caractéristiques de cet espace de vie et les transformations qui ont eu lieu. L'arganier est un produit qui marque le paysage marocain et cette recherche a essayé de définir les facteurs déterminants de la dynamique paysagère, la qualité de l'arganeraie ainsi que les différents facteurs de sa dégradation.

Dans le chapitre trois, une analyse approfondie aborde l'organisation sociale et spatiale ainsi que le fonctionnement et le mode de gestion de « l'espace-arganeraie ». Il étudie également les interactions entre les diverses composantes de l'écosystème arganeraie (homme, forêt d'arganier, animaux, cultures de céréales).

La deuxième partie, est consacrée aux « outils et méthodes », en montrant l'apport de la télédétection spatiale et des systèmes d'information géographique pour la caractérisation de l'occupation du sol et l'identification des changements à partir d'un suivi diachronique, en utilisant une série d'images SPOT, Landsat, Google Earth, Ikonos.

Une évaluation de la densité des arganiers à partir des images à haute résolution spatiale Ikonos et Google Earth a été tentée en effectuant un suivi diachronique de ce territoire afin

d'évaluer les changements. Cette nouvelle connaissance peut aider les aménageurs à prendre des mesures de sa protection

Les images satellitaires interviennent comme source d'informations privilégiées pour étudier les paysages et l'occupation du sol simultanément. Une analyse de la capacité de l'outil à discriminer les objets paysagers dans la variété de leur nature (multi spectrale), de leur configuration hiérarchique (multi-échelle) et dans le temps (multi-temporel) à été exposée au fur et à mesure du travail présenté.

Dans la deuxième partie, le travail s'articule en quatre chapitres

Le chapitre quatre, est consacré à la modélisation et à la conception de la base de données à partir d'un modèle conceptuel des données ;

Le chapitre cinq, est consacré à différentes méthode d'analyse de la dynamique du « paysage-arganeraie », et à définir un état de référence afin de développer une méthode pour l'analyse spatio-temporelle des peuplements d'arganier ;

Le chapitre six, traite de la détection des changements par télédétection et l'apport de cette méthode dans le suivi diachronique du « paysages-arganeraie »;

Dans le chapitre sept, afin de définir les dynamiques et essaies d'évaluer leurs importances respectives. Une évaluation de la densité des arganiers a été estimée à partir d'images satellites à haute résolution.

Dans la conclusion générale, et en référence aux principaux résultats obtenus, quelques recommandations sont formulées afin de gérer au mieux ce patrimoine végétal dans un esprit de développement durable et avec l'étroite participation des populations locales.

Les résultats de ce travail

La question de la dégradation de l'écosystème arganeraie est posée, et la plupart des études et travaux avancent un constat alarmiste maintes fois répété, sans de véritable démonstration de l'ampleur du phénomène, ni cartographie précise des évolutions ou changements.

Dans ce contexte, les objectifs de ce travail étaient de dresser un bilan objectif de la situation actuelle de l'arganeraie et de tenter d'évaluer les évolutions régressives ou progressives de la végétation de la zone de Souss-Massa durant les dernières décennies.

Les principaux résultats obtenus montrent la complémentarité des données de télédétection dans l'étude de la forêt et en particulier celle de l'arganier et de sa dynamique. Ils confirment aussi la nécessité d'associer l'approche multi-scalaire aux autres approches utilisées dans ce travail.

Les principaux résultats obtenus sont les suivants :

- dans la première partie de ce travail, nous avons créé un cadre conceptuel à notre étude en réalisant une analyse géographique du paysage arganeraie. Cette analyse a été réalisée à partir de la bibliographie et des données d'archives ce qui a permis d'effectuer une analyse critique sur l'appréhension de la dégradation de l'arganeraie.

- ensuite nous avons établi un état des lieux de la région et de ses potentialités, ce qui nous a amenés à identifier les principaux aspects, tant physiques que sociaux, des paysages du sud-ouest marocain en général, et de l'arganeraie en particulier. Nous avons souligné, pour les grands ensembles géographiques étudiés, les différences concernant l'exploitation et la dégradation de l'arganier.

- l'accent a été mis sur l'étude de la dynamique de l'organisation socio-spatiale du paysage arganeraie et sur le fonctionnement de cet agroécosystème. A ce niveau d'étude, il est apparu que l'organisation sociale de l'espace arganeraie et les institutions sociales traditionnelles jouent un rôle de premier ordre dans la gestion de l'espace. Cependant, depuis la fin du 20^{ème} et le début du

21^{ème} siècle, ces organisations traditionnelles font l'objet d'une transformation et d'un affaiblissement. L'organisation spatiale du paysage actuel est le résultat de l'interaction entre l'héritage reçu des siècles passés et les transformations accélérées des dernières décennies.

Cette approche s'est focalisée sur l'identification des processus d'organisation, de développement, de mutation, voire de disparition des structures d'organisation traditionnelle de l'espace arganeraie telles que la *Jmaa*, la tribu, etc.

- cette approche géographique est ensuite complétée, dans une deuxième partie, par une approche cartographique, et une présentation de résultats et de perspectives.

La méthodologie adoptée dans ce cadre thématique spécifique nous a permis d'observer les types de dynamique du couvert végétal ligneux à des échelles différentes. Ceci a conduit à saisir avec une grande précision l'organisation et le fonctionnement d'un domaine forestier éclaté au milieu d'un agrosystème dominant. Ce croisement de données de nature différente s'est révélé efficace car il s'appuie sur l'élaboration d'un modèle conceptuel de facteurs de dégradation de l'arganeraie, sur la conception méthodologique d'implantation de données dans un logiciel, sur des techniques de télédétection et des observations de terrain.

La télédétection a été employée pour détecter les changements de l'occupation du sol, avec quatre types d'images-satellites (Landsat, SPOT, Ikonos, images issues de *Google Earth*). Les observations de terrain ont été collectées pour valider les interprétations des images de télédétection, et complétées par des enquêtes socio-économiques. Enfin, un ensemble d'indicateurs ont été utilisés pour étudier l'agencement du paysage en se fondant sur les relations entre les pratiques et les paysages ; la complexité des paysages est en effet le reflet de l'étroite relation qui existe entre l'usager et l'arganier, l'arbre n'étant plus vu comme un bien de consommation quotidien, mais comme un agent de cohésion du tissu économique et social de la région.

Il ressort de ce travail que l'aire de l'arganeraie n'est pas homogène mais est constitué de plusieurs unités en fonction des caractéristiques topographiques et géomorphologiques. Cette typologie de l'espace se traduit par des structures du couvert végétal caractéristiques, fortement façonnées par l'homme. Le travail, conduit à des échelles différentes, permet d'approcher la dynamique globale du paysage arganeraie et sa diversité locale. Il s'avère qu'au sein d'un même

type de paysage on trouve des variantes (que nous avons qualifiées de « pseudo-zones »). Pour un type de paysage situé sous deux climats légèrement différents, les composants du paysage varient en fonction de gradients climatiques, du type d'exploitation et des coutumes (on ne trouve pas les mêmes coutumes dans la plaine et dans la montagne).

L'analyse diachronique de l'occupation des sols à partir des images à haute résolution spatiale est apparue fondamentale pour évaluer l'état actuel de l'arganeraie et son évolution ce qui peut aider à la définition des politiques futures et de son aménagement.

Les résultats relatifs à l'étude diachronique du paysage arganeraie confirment que l'arganeraie de la plaine subit les effets des différents enjeux, d'ordre économique et environnemental, qui existe dans cette zone qui connaît une mise en culture d'importantes superficies sous forêt. L'analyse des images à moyenne / faible résolution (Landsat, 30m) suggère que la végétation à arganier de forte densité est en train de régresser au profit d'un couvert végétal de moyenne, voire de faible densité. Cette lente évolution régressive s'inscrit dans une dynamique générale de conversion et dégradation de l'espace forestière par développement de l'urbanisation et des cultures intensives.

L'utilisation des images Landsat a cependant des limites évidentes résultant de la résolution spatiale, qui est à confronter avec la taille moyenne des couronnes des arbres ; l'analyse diachronique peut conduire à des détections de changement erronées si certaines précautions ne sont pas prises. D'autres études arrivent à des conclusions différentes, suscitant des controverses sur l'efficacité des méthodes utilisées (Lu *et al.*, 2004)¹. Dans les travaux futurs sur l'arganier, nous recommandons le recours à des images à plus fine résolution spatiale.

Dans la zone montagneuse, nous avons utilisé les images à haute résolution spatiale, qui ont permis d'aboutir à des résultats satisfaisants. Nous avons estimé le recouvrement du couvert arboré à environ 8 % dans les zones échantillon étudiées. Ce couvert d'arganiers apparaît globalement stable entre 2003 et 2011 dans la zone d'Aït-Baha; cependant on peut estimer qu'environ 2 à 3% des arbres présents en 2003 ont disparu en 2011. Cette stabilité relative

¹**Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E. and Moran, E.** 2004: Change détection technique. International Journal of Remote Sensing, vol. 25, n°12, pp. 2365-2407.

confirme que, pour la zone montagneuse, on ne peut pas conclure à une dégradation significative de l'agroécosystème arganeraie ; le problème de la régénération des arganiers et de sa persistance à moyen et long terme reste cependant posé, dans un contexte où les changements climatiques et les mutations des activités humaines affectent l'ensemble de la région.

En montagne, la topographie et les ressources en eau obligent à mettre en place un mode d'exploitation de l'espace arganeraie différent de celui de la plaine. Le milieu ne se prête pas à l'agriculture ou seulement sur des petits versants faiblement inclinés : on n'observe pas de grandes surfaces cultivées. De plus les pratiques socio-économiques sont restées traditionnelles, car elles n'ont pas été influencées par la proximité immédiate d'une grande ville moderne comme Agadir. Ainsi les usagers sont très respectueux de l'arbre, qu'ils considèrent comme un bien sacré, car il constitue souvent la source principale de revenus, en fournissant du bois de chauffe et de construction et aussi l'huile d'argan. Les densités d'arbre restent globalement stables, mais on assiste souvent à une dégradation de la structure verticale de l'arbre, conséquence du pâturage, voire du surpâturage.

Les résultats obtenus démontrent que la dégradation est fonction du milieu, si celle-ci est marquée en milieu de plaine elle est à peine sensible en milieu montagnarde. L'énigme de la dégradation proclamée de l'arganeraie est quelques peu résolue, même s'il est nécessaire d'approfondir certains aspects des paysages en engageant des recherches transdisciplinaires approfondis auxquelles seraient associés : géographes, forestiers, historiens, agronomes, pédologues ...