

ÉVALUATION DE LA DYNAMIQUE SPATIO-TEMPORELLE D'UN PAYSAGE AGRO-SYLVO-PASTORAL MÉDITERRANÉEN

KHEBOUR F. & M'SADAK Y.

- (1) University of Sousse, Sousse, Tunisia/ High Institute of Agronomic Sciences-Chott Meriem, Departement of Horticultural Sciences and Landscape.
 (2) Université de Carthage/ INAT/ Lr GREE TEAM (LR17AGR01), Tunisie.

Résumé : Ce travail de suivi des dynamiques paysagères de la Dorsale Tunisienne, mené dans la forêt de *Pin d'Alep* du Djebel Abdeladim, a pour objet d'évaluer l'état réel de ce paysage montagnard à travers deux échelles temporelles, à savoir, une évaluation annuelle saisonnière et une étude pluriannuelle. Pour le paysage naturel forestier, une analyse de ses états passés a été effectuée selon une étude historique, basée sur le traitement d'archives auprès des forestiers depuis les années quarante et le dépouillement d'informations paysannes. Des enquêtes ont été également accomplies auprès des paysans pour évaluer le changement des paysages agraires. L'analyse de la succession des états saisonniers de quelques parcelles représentatives de ce paysage agro-sylvo-pastoral a dévoilé que chaque chronique est marquée par des discontinuités temporelles. Ensuite, à l'échelle pluriannuelle, différentes périodes de changements ont été sélectionnées. Néanmoins, l'étude des changements d'états pluriannuels du paysage agricole a dévoilé des chroniques variables liées aux systèmes agricoles, principalement aux systèmes de rotation appliqués. Par ailleurs, la carte de synthèse de l'évolution de l'occupation du sol de la zone étudiée montre l'augmentation des superficies agricoles aux dépens de celles forestières. Traitant la dimension historique, cette recherche a démontré l'importance du concept temps dans l'étude des forêts. Par ailleurs, le recours aux caractérisations du milieu pour évaluer les états présents servira de base pour la compréhension des états passés et la prévision des états futurs. Les résultats de cette recherche ont permis, d'une part, de proposer de nouvelles perspectives de gestion et de développement durable des ressources naturelles, particulièrement des pinèdes, et d'autre part, de focaliser les superficies menacées par l'exploitation inappropriée par les paysans.

Mots clés : Dorsale Tunisienne, pinèdes, agro-sylvo-pastoral, état, chronique, cartographie

EVALUATION OF THE SPATIO-TEMPORAL DYNAMICS OF A MEDITERRANEAN AGRO-SYLVO-PASTORAL LANDSCAPE

Abstract: This paper offers a monitoring landscape dynamics of the Tunisian Dorsal, conducted in an agro-sylvopastoral space named Abdeladim Djebel. It aims to assess the actual state of this landscape mountain through two time scales. The seasonal scale revealed that each chronic is marked by temporal discontinuities. However, in the pluriannual scale, changes of the landscape states are related to agricultural systems, like rotation. In addition, the synthesis evolution map of land elaborated between 2003 and 2016 using GIS tools and @Google earth data shows the increase of agricultural land at the forests expense. Finally, the results of this research offers new perspectives management and sustainable development of natural resources and focus problems about the inappropriate use areas by farmers.

Keywords: Tunisian Dorsal, pine forests, agro-forestry-pastoral state, chronic, mapping

Introduction

Les systèmes agro-sylvo-pastoraux occupent une place importante dans l'espace méditerranéen dont ils marquent le paysage depuis plusieurs siècles. Toutefois, autant par leurs structures que par leurs modalités de fonctionnement, ils expriment une assez grande diversité qui résulte autant des situations pédoclimatiques que

des contextes culturel, social et économique des sociétés humaines qui les façonnent. Tous sont caractérisés par l'utilisation pour le pâturage d'animaux domestiques, à un moment ou à un autre de l'année, d'espaces boisés, dont les produits ligneux font par ailleurs, dans la plupart des cas, l'objet d'autres modalités d'exploitation ; il s'agit donc de situations

où un ou, plus souvent, plusieurs types d'acteurs sont concernés par des espaces à usages multiples [1]. La Dorsale Tunisienne, située au Sud de la Méditerranée, se caractérise par une grande diversité paysagère particulièrement d'origine agro-sylvo-pastorale. Elle colonise les forêts de *Pin d'Alep* sises au sud-ouest de la région de Kasserine avec un territoire de 107 474 ha [2]. Néanmoins, plusieurs facteurs abiotiques pèsent sur ce paysage méditerranéen de grande importance écologique. L'accroissement démographique entraîne depuis les dernières décennies des modifications profondes dans les modes de gestion et d'utilisation des ressources naturelles de cet espace rural. En outre, cet « espace géographique » connaît de véritables variabilités climatiques [3]. Cette situation accentue les risques de dégradation des sols (érosion hydrique, inondations, ...) et de raréfaction de la végétation naturelle dont la dynamique régressive est entrain de progresser pour constituer une steppe persistante. Valeurs et intensités de ces contraintes suscitent paradoxalement beaucoup d'intérêt afin de maintenir ces ressources naturelles. Ce phénomène demeure l'une des préoccupations majeures chez les scientifiques avec une analyse interdisciplinaire transversale « intégrée » qui prend en compte toutes les composantes du milieu directement visibles sur le terrain [4]. Les travaux de [5] ont défini plusieurs concepts liés à ce phénomène, comme la structure d'un géosystème. Ce dernier correspond à la double distribution spatiale à la fois sur le plan vertical que sur le plan horizontal, où la structure verticale interne constitue des géohorizons, couches, strates ou hoplexols et la structure horizontale interne considérée pour un temps donné, par une

représentation d'un couvert, c'est la mosaïque des géofaciès, ou géons ou unités paysagères élémentaires et par la stratification des géohorizons. Cette structure verticale est variable dans le temps et son organisation à un moment précis correspond à un "état" du milieu. Ainsi, pour étudier l'évolution historique des pinèdes de la forêt du Djebel Abdeladim (1200 m), on s'est basé sur l'analyse de la variation temporelle des états actuels de quelques stations représentatives du paysage agro-sylvo-pastoral considéré. La démarche scientifique a consisté en la mise au point d'une approche intégrée des milieux en fonction des facteurs climatique et anthropique, fondée sur la notion d'état. Notons qu'à l'échelle saisonnière, ces états de milieu ont été définis à partir de la variation de ses composantes effectives mesurées sur le terrain, et permettant ainsi d'établir un diagnostic fiable et évolutif des « structures verticales » des sites étudiés. Les états pluriannuels ont été déterminés après dépouillement des archives du service forestier et analyse des entretiens effectués auprès des paysans. La confrontation des résultats a permis de prévoir la dynamique spatio-temporelle future de chaque milieu examiné.

1-Matériel et méthodes

1.1. Zone d'étude

Cette région est connue par le Djebel Chambi qui, avec ses 1545 m d'altitude, constitue le point culminant de la Tunisie et représente une limite à l'extrémité sud de la Dorsale avec la frontière algérienne. La dissymétrie de cette région, de part et d'autre, de la ligne de crête est expliquée par la présence de grands glacis orientaux à pentes fortes occupés par la végétation steppique.

Un léger changement climatique caractérise l'aval de ses versants, marqué essentiellement par une chute pluviométrique entraînant une ouverture de la dynamique régressive de la végétation forestière sur une steppe accentuée. Les emblavures céréalières associées à quelques oliveraies marquent le paysage du plateau de Bou Diries, où se situe le petit bassin-versant d'Abdeladim défriché et pâturé dès le Néolithique. Dans le cadre de cette étude, deux stations ont été sélectionnées à savoir : Abdeladim 1 : Forêt de Pin d'Alep claire à dépression ouverte et Abdeladim 2 : Replat du mi-versant cultivé en blé.

1.2. Méthodologie d'étude

1.2.1. Technique de prélèvement des états saisonniers

Pour caractériser l'état d'un milieu, on doit repérer et quantifier dans l'espace et dans le temps toutes ses composantes (végétation ligneuse, végétation herbacée, surface du sol, sol et formations superficielles). Pour ce faire, il y a eu recours au principe de l'analyse intégrée verticale et à l'application de la technique du « *point central* ». Cette technique consiste à évaluer le volume apparent des composantes du milieu et à mesurer leur position par rapport à la surface du sol, en adoptant la notion de contact qui permet d'accéder à la notion de biovolume selon [6]. Le point central fixe, à la fois dans

l'espace et dans le temps se trouve toujours au centre de la station, à partir duquel partent huit rayons ortho-radiaux correspondant aux points cardinaux (N, NE, E, SE, S, SW, W et NW). L'extrémité de chaque rayon est fixée par un piquet ou à l'aide d'un trépied à tête et à jambes réglables et chaque rayon renferme 25 points de sondage (Tableau 1). Une règle graduée de 6,5 m renferme les 25 points de sondage verticaux. La distribution de ces points suit une règle géométrique, une fonction exponentielle $f(X) = e^{(x)^{1/3}}$, plus on s'éloigne du point central, plus l'espacement est élevé. Une tige en acier de 2 m de longueur et de 6 mm de diamètre graduée est déplacée verticalement le long de la règle. La graduation commence par des intervalles de 0,5 cm les 10 premiers cm, d'1cm les 50 cm suivants et de 5 cm pour le reste. Cette graduation tient compte de la complexité de l'agencement des matériaux le long de la structure verticale. La pointe de la tige est posée sur la « *surface du sol* », le contact de la tige avec la première composante du milieu rencontrée est noté, puis sa hauteur et/ou sa profondeur est mesurée par rapport à la surface du sol (Figure 1). Au total, chaque station renferme 200 points prélevés mensuellement durant la période allant d'octobre 2002 à octobre 2003. Les composantes du milieu ont fait l'objet ensuite de diagnostics codifiés qui sont à la base des fiches de relevé [7, 8 et 9].

Tableau 1. Distance des points de sondage (cm) auto du point central de chaque station considérée

1 : 0,2	2 : 0,3	3 : 0,4	4 : 0,6	5 : 0,8
6 : 1,2	7 : 1,6	8 : 2,2	9 : 3,1	10 : 4,4
11 : 6,1	12 : 8,5	13 : 11,9	14 : 16,6	15 : 23,2
16 : 32,4	17 : 45,2	18 : 63,3	19 : 88,3	20 : 122,8
21 : 171,3	22 : 239,1	23 : 333,7	24 : 465,7	25 : 650

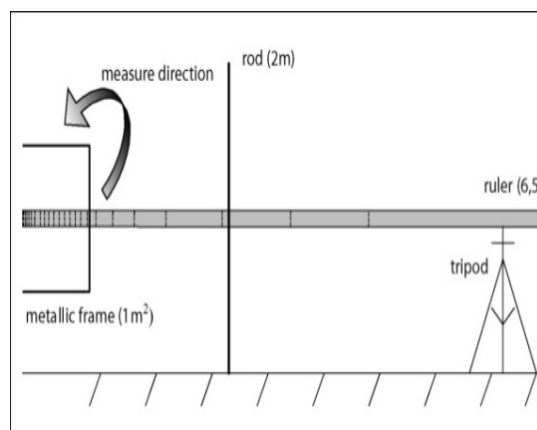


Figure 1. Montage de la technique du « point-central » pour un rayon

1.2.2. Analyse Factorielle des Correspondances

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) mise au point par [10 et 11] est utilisée pour caractériser les états types d'un milieu. Elle s'applique à des données qualitatives ou semi-quantitatives et permet de comparer les relevés deux à deux à partir d'un ensemble d'individus sans leur attribuer une valeur particulière. L'échelle saisonnière est considérée puisqu'elle associe les cycles phénologiques naturels et les rythmes calendaires. Les trois principales notions qui définissent un état saisonnier sont le degré de complexité des strates ou hoplexols qui constituent son profil, la durabilité et la date de sa réapparition. Toutefois, la mise en évidence des états pluriannuels est déduite après dépouillement des archives du service forestier rattaché au gouvernorat de Kasserine et analyse des propos oraux rassemblés auprès des paysans.

1.2.3. Réalisation des enquêtes

Pour définir l'histoire d'une parcelle, il faut se baser sur le concept temps. Ainsi, pour tracer l'évolution des parcelles depuis deux générations, on s'est appuyé sur la mise en œuvre d'enquêtes auprès des exploitants. Cette approche à orientation rétrospective et statistique aura l'avantage d'extraire les principales dates et les principaux facteurs de

changement du profil d'un paysage à long terme. Il s'agit d'un questionnaire oral de nature semi-directif à multiprocessus. Les processus "directs" traitent les principales actions, à savoir : le défrichage, la mécanisation, l'abandon et/ou la reprise, la rotation et l'occupation. Les processus "explicatifs" représentent les facteurs qui déterminent les changements d'états pluriannuels d'un milieu. On trouve l'aspect temporel qui englobe les techniques appliquées par l'homme telles que : le labour, le traitement phytosanitaire, la fertilisation, le pâturage, ..., l'aspect physique qui précise l'identification de la parcelle du point de vue superficie, situation géomorphologique et pente et l'aspect socio-économique qui traite quelques caractéristiques socio-économiques liées à l'exploitant.

2-Résultats et discussion

2.1. Approche intégrée à l'échelle saisonnière

La structure verticale d'un état de milieu résulte d'une combinaison stable d'un ensemble de diagnostics relatifs aux matériaux à un instant donné, alors que les changements d'états observés entre deux laps de temps, résultent des transformations instables. Par ailleurs, la vitesse de transformation dépend principalement de deux effets :

- La nature physiologique du diagnostic qui exprime son fonctionnement naturel. En effet, ce dernier suit une certaine évolution dans le

temps pouvant ou non être affectée par des facteurs exogènes. Cette variation peut stimuler l'apparition de nouveaux diagnostics, tel est le cas des végétaux, où l'on assiste à une succession de différents matériaux.

▪ L'ampleur des facteurs externes, tels que l'intensité et le volume pluviométriques, le degré thermique, l'activité faunique, l'action humaine, ..., jouent un rôle important dans l'apparition, la disparition ou la stabilisation de diagnostics dans le temps.

L'étude de ces modes de variation dans le temps s'avère intéressante, car elle permet d'expliquer l'origine des changements d'état du milieu. Cependant, ce n'est qu'à travers l'analyse des fréquences mesurées qu'une telle évaluation pourrait être établie. D'où, l'idée que les diagnostics soient regroupés en fonction du temps. A cet égard, l'hypothèse ci-après rapportée par [12] a été retenue.

Deux composantes qui possèdent les mêmes variations temporelles le long d'une année, représentent un même processus élémentaire. Ainsi, d'octobre 2002 à octobre 2003, chaque station a renfermé treize états mesurés dont chacun est représenté graphiquement sous forme de "fusée"¹ verticale plus ou moins enflée à la base correspondant à une reproduction de son « profil vertical ». Par commodité de représentation graphique, un certain ordre est suivi : du haut vers le bas se succèdent les processus relatifs aux diagnostics d'affleurements du sol, d'accumulations minérale, organique et végétale, du "résidu" et de l'air (Figure 2).

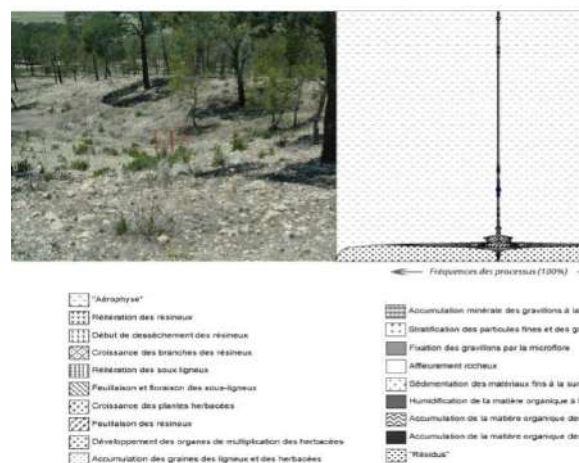


Figure 2. Structure verticale de la forêt de *Pin d'Alep* claire à dépression ouverte (ABD1) -Etat du 13 mai 2003-

Pour définir les états types de chaque station, deux typologies ont été accomplies en utilisant l'AFC. La première consiste à déduire la nature du fonctionnement des hoplexols ou couches types qui constituent le milieu, sachant que : plus le nombre de processus qui définissent le fonctionnement d'un « type d'hoplexol » est élevé, plus sa structure est complexe et inversement. La seconde typologie permet de conclure les états saisonniers types qui marquent la parcelle. La complexité-simplicité de la structure d'un état est définie par le gradient des hoplexols types qui le constituent. Le premier plan factoriel (F1-F2) discrimine la simplicité-complexité de la structure verticale d'un état et le deuxième plan (F2-F3) exprime son degré de stabilité. Neuf types d'hoplexols déterminent la structure verticale annuelle de la forêt de *Pin d'Alep* à dépression ouverte. Les structures simples des deux types d'hoplexols les plus bas, H1.1 et H1.2, sont déterminées par la décomposition des accumulations organiques d'origine végétale.

¹Représentation graphique sous Excel avec le type "aires à 100%", en abscisses se placent les intervalles et en ordonnées les fréquences des processus. Puis, ce schéma est redessiné avec Illustrator 10.

Les structures complexes des autres types d'hoplexols se définissent selon deux gradients de « *complexité-simplicité* ». Le premier gradient interne du profil laisse apparaître six types d'hoplexols. Leur fonctionnement est expliqué par des processus « génétiques » relatifs aux cycles physiologiques des résineux, des sous-ligneux et des herbacées, par des processus d'accumulation organo-minérale. Le deuxième gradient externe au profil a ressorti deux types d'hoplexols, H2.1.1 et H2.1.2, dont le fonctionnement est lié aux événements pluvieux et aux pâturages (Figure 3.A). D'après le tableau 2, quatre « types d'états » marquent ce milieu. La complexification et le développement de sa structure se manifestent à travers la croissance et la répétition des résineux, la prolifération de la microflore, le dessèchement des sous-ligneux et la décomposition de la matière organique. Le développement du romarin et des herbacées est la preuve de la simplification de sa structure. Les formes de transition s'expliquent par la chute hivernale des aiguilles des conifères, la fixation des croûtes par la microflore et par la stratification organo-minérale à la suite d'un événement pluvieux hors saison [13]. La structure verticale annuelle de ce champ cultivé de la deuxième station présente neuf types d'hoplexols. La simplicité de la structure du premier groupe renfermant H1.1 et H1.2 est exprimée par l'humidification et la rétraction du sol et par sa désagrégation. La complexification de la structure du second groupe constitué

de sept types d'hoplexols s'exprime selon les gradients de « *complexité-simplicité* » interne et externe au profil. La structure peu complexe des deux types d'hoplexols les plus hauts est déterminée par des processus « génétiques » relatifs aux cycles physiologiques des herbacées, et plus particulièrement du blé. La complexité de la structure du type d'hoplexol H2.2 montrée par des processus qui régissent son organisation sans effets perturbateurs. La structure moyennement complexe attribuée aux quatre types d'hoplexols les plus bas est associée à l'action des facteurs externes :

Le fonctionnement des deux hoplexols les plus bas (H2.1.1 et H2.1.2) est le produit des actions paysannes (labour, moisson et pâturage) ; et le fonctionnement des deux types d'au-dessus (H2.3.1 et H2.3.2) résulte de la combinaison des facteurs climatique, anthropique et faunique (Figure 3.B). La typologie des états de ce milieu en fonction de leur développement discrimine trois « états types » : E1, E2 et E3 (Tableau 2). La complexification et le développement de sa structure s'expriment au niveau de la surface du sol par l'encroûtement, la stratification des particules fines et quelques cm du sol par la croissance des graminées cultivées. La simplification de cette structure se définit par la destruction de la structure du sol et par son enrichissement en matière organique d'origine animale. La transition se détermine par la nécrose du blé et par la dessiccation de la surface.

niveau de la végétation spontanée, d'où l'aspect chétif de la garrigue à romarin. Cependant, malgré leur discontinuité et leur irrégularité, les événements pluvieux et les chutes de neige qu'a connus la région durant les trois premiers mois (d'octobre à décembre 2002) et au mois de juin 2003 ont assuré une reconstitution hydrique. Cette reconstitution a favorisé le redémarrage végétatif. A ces deux mécanismes s'ajoute l'action du pâturage, plus répandue en mai 2003, entraînant un dessèchement précoce de la végétation. Concernant le champ de céréales en bordure de la cuvette, d'octobre 2002 à février 2003, se succèdent cinq états à structure complexe déterminés par une alternance entre encroûtement, dessiccation et désagrégation du sol, par une accumulation organo-minérale, un pavage des graviers et par une germination et une croissance des herbacées. Cette complexification est entrecoupée en mars par l'apparition d'un état à structure simple due à la destruction des croûtes et à la cassure des tiges de blé. Cet état réapparaît en août et en septembre 2003 (Figure 4B). Il est caractérisé de plus par les accumulations organiques d'origine végétale et animale. La résilience des états de transition complexes entre avril et juillet est marquée par la dessiccation du sol, la remontée et la stratification minérale et par

le dessèchement des plants de blé. La récurrence de cet état de transition en octobre 2003 a pour cause la germination de quelques grains de blé. La battance rapide du sol malgré son fractionnement et sa désagrégation après labour et la germination et la croissance du blé après reconstitution hydrique justifient la constance des états complexes entre octobre 2002 et février 2003. L'apparition des états simples est associée à l'action animale expliquée par le passage d'une harde de sanglier en mars et par le pâturage du milieu après moisson en août et en septembre. La transition est liée en partie à l'action des événements pluvieux causant la stratification des particules fines et des débris coquilliers. Elle est également en rapport avec l'activité faunique. Les changements d'états de ces milieux agro-sylvo-pastoraux sont fortement corrélés aux conditions climatique et anthropique. Toutefois, la nature orographique du site joue un rôle important dans le fonctionnement de sa structure verticale, ainsi que sa dynamique temporelle. D'après cette étude, il convient de déduire que la forêt claire de *Pin d'Alep* à dépression ouverte présente une dynamique érosive alors que la parcelle cultivée en céréales est trans-érosive.

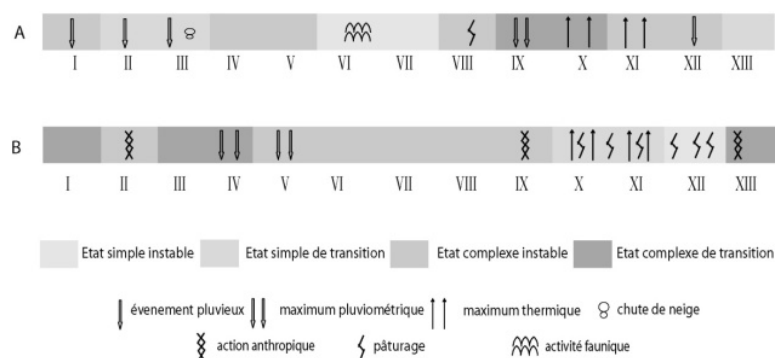


Figure 4. Chronique des états et des changements d'états saisonniers d'octobre 2002 à octobre 2003 A-ABD1 -B-ABD2

2.3. Approche intégrée à l'échelle pluriannuelle

L'état stable caractérise une phase stable, alors qu'une phase de changement peut combiner deux ou trois types d'états. Les trois hypothèses ci-après ont été émises.

- La stabilité d'un état pluriannuel est définie par l'absence de l'action d'un ou de plusieurs processus de type " direct",
- L'instabilité d'un état pluriannuel se caractérise par l'interaction de l'action d'un ou de plusieurs processus de type " direct",
- La transition d'un état pluriannuel réunit des états annuels : stable et instable.

Après dépouillement des archives du service forestier et analyse des questionnaires effectués auprès des paysans sur l'historique des parcelles, deux principaux états ont été mis en évidence :

- Un état stable marqué par une période où les actions climatiques et anthropiques n'ont pas abouti à un grand changement au niveau de la structure verticale du milieu,
- Un état de changement, pendant lequel le contenu de la structure verticale du milieu a eu des variations temporelles remarquables. Ces variations ont été

déduites des mesures mensuelles exécutées à l'échelle saisonnière.

2.4. Chronique des états pluriannuels

La figure 5 montre que les chroniques des états pluriannuels des deux stations sont variables. Par ailleurs, la déduction de la nature dynamique de chacune d'elle est variable. Etant donné la caractéristique orographique de la parcelle à dépression ouverte et d'après les résultats de la dynamique saisonnière, on peut dire que cette station tend vers une dégradation. La parcelle cultivée a connu un changement brusque en 1960 lié à la variation du type de rotation du biennal au triennal. La dynamique de la deuxième station est plutôt quasi-stable. Dans cette investigation deux prospections de cas ont été présentés, mais la généralisation des résultats à l'échelle du paysage de Abdeladim, réalisée par [12] a dévoilé que le profil de ce paysage agro-sylvo-pastoral a subi un changement intense en 1956 qui se traduit à la fois par une variation de l'occupation et par celle du système de rotation après l'indépendance. Des changements brutaux ont été enregistrés et prouvent l'importance de l'action des processus de mécanisation et de

défrichement. A part les mauvaises conditions climatiques qui marquent ce paysage, tels que l'aridité climatique et le froid hivernal, la forêt d'Abdeladim est sujette au pâturage permanent depuis des générations. Par ailleurs, l'augmentation de la pression démographique dans cette forêt

après l'indépendance a favorisé l'action du surpâturage. Mais, l'aménagement du petit bassin-versant d'Abdeladim en 1993 a encouragé l'introduction d'autres cultures céréalières, fourragères et même aux dépens du pâturage.

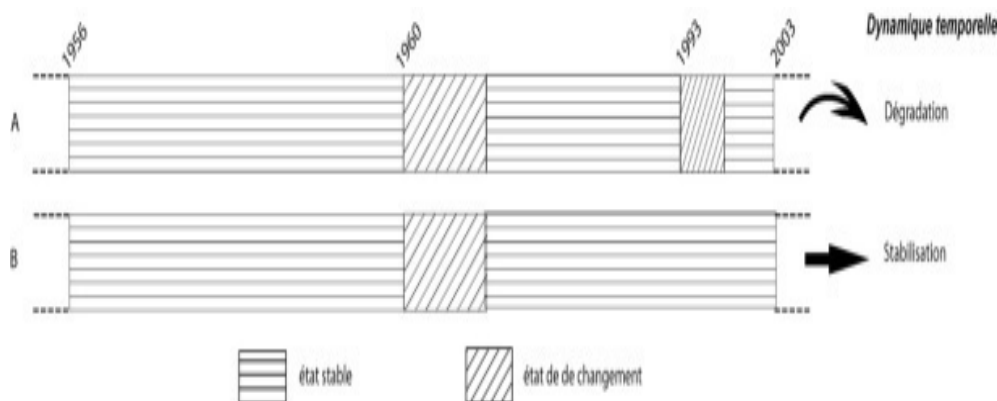


Figure 5. Chronique des états et des changements d'état de la forêt de *Pin d'Alep* à dépression ouverte (ABD1) et Champ de céréales en bordure de la cuvette (ABD2)

2.5. Actualisation et cartographie des changements d'états temporels

Le paysage agro-sylvo-pastoral du Djebel Abdeladim se détermine par des états saisonniers dont le nombre varie de trois à quatre par an. Les états à structures complexes, de longue durée, représentent des états de « stabilisation » des structures verticales. Ceux à structures moins complexes à simples correspondent à des états de « transition ». Les changements de ces états le long de l'année varient d'une station à l'autre et d'une saison à l'autre en fonction des facteurs externes. Par ailleurs, deux saisons marquent ce paysage, à savoir : une saison automnale qui se prolonge jusqu'à l'hiver et une saison printanière qui dure jusqu'à la fin de juillet. Cette continuité temporelle est expliquée

par trois critères tels que : la courte saison des pluies, la présence d'événements pluvieux hors saison et le caractère semi-aride du régime pluviométrique. Les changements d'états pluriannuels du paysage d'Abdeladim durant la période 1956-2003 se traduisent par des chroniques variables liées aux systèmes agricoles, principalement aux systèmes de rotation appliqués. De 1956, date de l'indépendance, jusqu'à 1960, la chronique du paysage a profité d'une certaine stabilité des états pluriannuels manifeste à travers la dominance d'un état initial lié à la rotation biennale céréale-jachère à dominante blé. Toutefois, à partir de 1960, un changement progressif s'est produit pendant environ trente années ayant pour origine l'introduction du système triennal qui a

persisté jusqu'aux années 2000. Le système triennal est appliqué le plus souvent en alternance blé-orge. La phase de changement de longue durée a connue, la dernière décennie, une intensification du système triennal associé à l'insertion du maraîchage, particulièrement après la récolte de l'orge. Ceci s'explique par l'introduction de l'irrigation après l'installation du lac collinaire. Par contre, le quadriennal est moins utilisé. Au total, on peut dire que la chronologie du paysage d'Abdeladim a débuté en 1956 par un état initial pluriannuel à rotation biennale et s'est terminé par un état à système triennal avec intensification de la production agricole. L'actualisation de cette étude de la variabilité temporelle d'un paysage agro-forestier à travers une cartographie de l'occupation du sol du bassin versant d'Abdeladim et sa confrontation avec celle de 2003 [12], a dévoilé une légère augmentation des superficies cultivées aux dépens des espaces naturels. On assiste ainsi à une extension des terres cultivées au détriment des forêts et des parcours. Le paysan cherche continuellement un profit immédiat de ses activités, sans se soucier des conséquences sur la terre qui ne lui appartient pas. Cette utilisation abusive des ressources naturelles s'est particulièrement accélérée depuis l'avènement de la Révolution du 14 janvier 2011, ce qui est justifié par la cartographie de quelques espaces défrichés. Cette carte de synthèse est réalisée après confrontation de la carte d'occupation du sol de 2003 [14] et une carte d'occupation de 2016 à partir d'un extrait de @Google earth (Figure 6). Les zones hachurées en rouge représentent des espaces nouvellement défrichés. A l'échelle du pays, l'occupation des sols n'est plus optimale. L'urbanisation gagne de plus en plus sur les bonnes terres

agricoles, tandis que l'agriculture compense au détriment des terres pastorales et forestières. Les terres cultivables fertiles sont sur utilisées et leurs sols exploités au-delà de leur potentiel. Ces faits sont amplifiés par l'accroissement de la mécanisation et l'intensification des rendements sur terres fragiles. Les modes d'occupation montrent une rupture de l'équilibre agro-sylvo-pastoral, en raison de l'extension des emblavures au détriment des parcours et de l'extension des zones de pâturage au détriment des aires forestières. Dans l'ensemble, la perte annuelle en terres arables devient de plus en plus importante. Trois effets sont liés au processus de dégradation des terres forestières et pastorales [15], à savoir :

- Effets physiques, tels que le transport par l'érosion hydrique ou éolienne des constituants élémentaires du sol et la compaction du sol dont la conséquence majeure est l'imperméabilité des couches superficielles du sol et la réduction de l'infiltration des eaux pluviales ou d'irrigation.
- Effets chimiques liés à la dégradation, tels que l'appauvrissement du sol par épuisement des éléments nutritifs, suite au prélèvement continu des cultures sans restitution des exportations ; la salinisation des sols suite à l'irrigation ou à la remontée de la nappe phréatique et la pollution chimique aux alentours de certaines industries et mines.
- Effets biologiques dus aux techniques agricoles qui accélèrent la minéralisation des sols engendrant une dégradation par épuisement chimique, déstabilisation structurale et déséquilibre microbien.

Considérer la forêt comme un peuplement d'arbres mais avant tout comme un

écosystème, et chercher à en préserver toutes les composantes et les fonctions, c'est se donner les moyens d'une sylviculture durable, qui concilie production et protection [16]. Pratiquer la gestion intégrée d'un domaine sylvo-pastoral signifie adhérer à l'idée de prise en compte de tous les intérêts en présence. Concertation et recherche de consensus dominant toute la démarche. L'un des objectifs du plan de gestion intégrée étant une valorisation durable des ressources

fourragères, il importe de mettre sur pied des systèmes de pâture susceptibles d'atteindre cet objectif. Un système de pâture adapté aux conditions du milieu naturel doit favoriser une consommation optimale de l'herbe tout en garantissant une composition botanique diversifiée et stable [17].

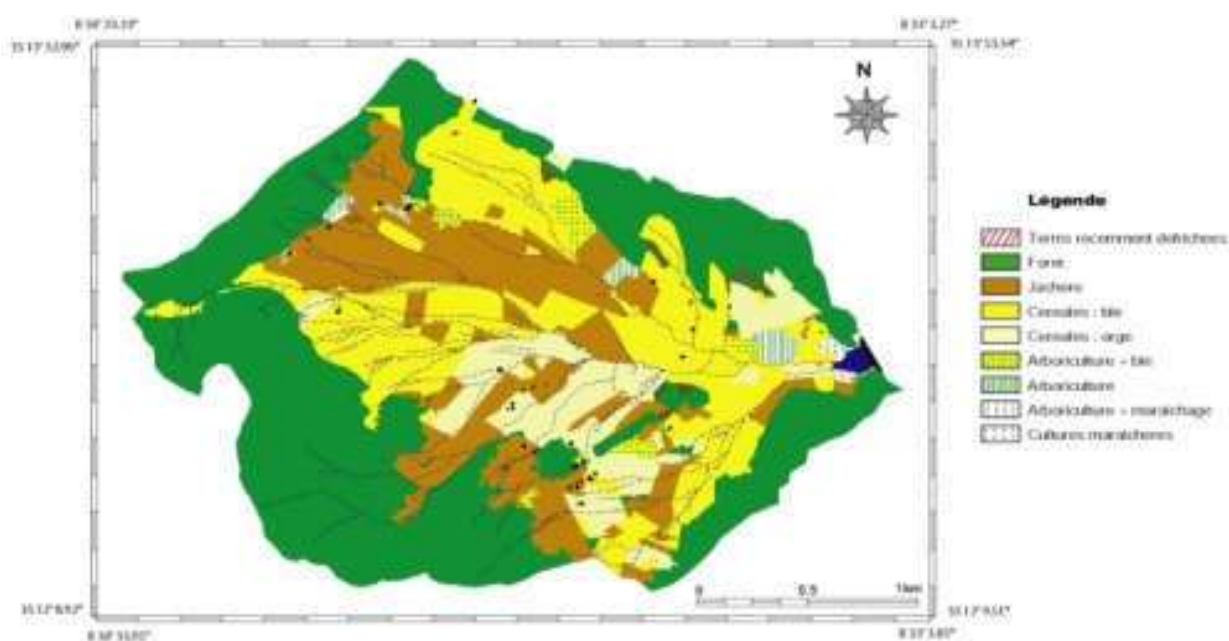


Figure 6. Carte de synthèse du paysage d'Abdeladim (2003-2016)

Conclusion

La prise en compte des temporalités dans ce travail de recherche, consacré à l'espace montagnard du Djebel Abdeladim (Dorsale Tunisienne) dominé par des pinèdes, a permis de retracer l'enchaînement des états successifs (saisonnier et pluriannuel) d'un tel paysage et d'imaginer leurs trajectoires évolutives. Ces états ont été distingués dans

le temps par des critères de différenciation significatifs : « complexification-simplification » de son profil, son développement et sa durabilité. Par ailleurs, la caractérisation des états et de leurs dates d'apparition et de disparition admet d'ajuster ou d'affiner les objectifs pour assurer une gestion durable des paysages de la Dorsale Tunisienne. Ces actions qui

varient dans l'espace et dans le temps autoriseront d'augmenter les possibilités de développement et la complexité de la structure du milieu. L'interdiction du pâturage à partir du mois de mars avec une pratique de taille raisonnée des résineux accompagnées par un traitement cryptogamique, toutes ces actions réduiront incontestablement l'apparition des formes de transition simple dans la forêt de *Pin d'Alep*. Plus en aval, il serait judicieux de procéder à des plantations de *Cactus inerme*, du *Caroubier* et des *Oléastres* et, dans le cas échéant, l'installation de banquettes de terre comme ouvrages de conservation des eaux et du sol. L'évaluation des états du paysage agro-sylvo-pastoral considéré a montré l'importance de l'intégration des paysans dans les décisions d'aménagement, d'où la gestion participative est une nécessité pour une exploitation forestière respectueuse des sols et de la forêt. Réellement, après aménagement du bassin-versant d'Abdeladim, les paysans n'étant pas remboursés pour leurs terres, ils ont continué à défricher la forêt de *Pin d'Alep* et les garrigues de Romarin pour cultiver du blé. Cette exploitation inadaptée s'est accentuée davantage après la Révolution du 14 janvier 2011, et par conséquent, les formations végétales naturelles ont vigoureusement régressé au profit des cultures et au détriment du maintien, de la conservation et de l'amélioration appropriée de la diversité biologique dans les écosystèmes forestiers. Le fonctionnement des écosystèmes forestiers offre de nombreux exemples d'interactions entre espèces, dont certaines sont particulièrement importantes pour les forestiers : rôle des champignons mycorhiziens dans la croissance des arbres, rôle des microorganismes du sol dans le

recyclage de la matière organique, rôle des insectes pollinisateurs ou des animaux qui dispersent les graines pour la reproduction des essences forestières.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Joffre R, Hubert B, Meuret. M. Les systèmes agro-sylvo-pastoraux méditerranéens : Enjeux et réflexions pour une gestion raisonnée. Dossier M A B 10. U N E S C O, Paris, Décembre 1991, 97 p. unesdoc.unesco.org/images/0009/000938/093875fo.pdf
2. Direction Générale des Forêts. Résultats du premier inventaire forestier national en Tunisie. Ministère de l'Agriculture (Tunisie), Tunis, 1995, 88 p.
3. Bousnina L. La variabilité des pluies en Tunisie, Deuxième Série : Géographie, Fac. Sc. Hum.Soc. Tunis, 22, 1986, 308 p.
4. Richard J.F. Une Science du Paysage en Afrique de l'Ouest, ORSTOM, Paris, 34, 1991, p. 2-9.
5. Beroutchachvili N., Bertrand G. Le Géosystème ou « système territorial naturel », Revue Géographique des Pyrénées et Sud-Ouest, Tome 49, Fasc-2, 1978, p. 167-180.
6. Daget Ph., Poissonet J. Une méthode d'analyse phytosociologique des prairies- Critères d'application, Annales Agronomiques, 1971, p. 13-14.
7. Richard J.F. Méthode d'analyse des paysages, Un système d'informations géographiques, ORSTOM, 72, 1989, 68 p.
8. Diagne A.. Les changements d'état d'un paysage de la Moyenne Vallée du fleuve Sénégal (Podor) "1989-1990". Thèse de Géographie, Univ. ChheikhAntaDiop Dakar (Sénégal), ORSTOM, 1995, 298 p.
9. Khebour F., Labiadh M., Morschel J., Richard J.F.. Note sur les composantes du milieu physique- Identification et

diagnostics typologiques, Note technique 2 (Ambre, Lisah), IRD, Tunis, 2003, 57 p.

10. Benzecri J.P. Analyse factorielle des proximités. Pub. Inst. Statist. Univ, Paris, (1), 14, 1964, p. 165-180.

11. Benzecri J.P. Problèmes et méthodes de la taxionomie. Rev. Stat. Appl, Paris, XVIII, 4, 1970, p. 73-98.

12. Khebour Allouche F. «Éthologie des paysages». Contribution à l'étude des changements d'état des paysages de la Dorsale Tunisienne et du Cap Bon, Thèse de Doctorat, Université de Toulouse - Le Mirail, Tome 1 et Tome 2, 2007, 510 p.

13. Khebour Allouche F, Rejeb H, Filleron J-Ch et Richard. Proposition d'une méthode d'analyse intégrée adaptée aux paysages forestiers de la Dorsale Tunisienne : Cas de Jbel Abdeladim. Annales de l'INGREF. Actes des Journées Scientifiques de l'INGREF. Hammamet : 15-17 novembre 2006, p. 307-324.

14. Riyahi. O. Étude de l'érosion et de l'évolution des paysages par l'élaboration d'un système d'information géographique, cas du bassin-versant d'Abdeladim (Kasserine-Tunisie). Diplôme de Master en Géographie. Faculté des sciences humaines et sociales de Tunis, 2005, 149 p.

15. Rouchiche S et Abid H. Rôle des plantations forestières et des arbres hors forêts dans l'aménagement forestier durable : République de Tunisie. Fonds fiduciaire Néerlandais d'appui à l'aménagement forestier durable dans les pays à faible couvert forestier. Document de travail FP/27F Département des forêts FAO, Rome (Italie), Décembre 2003, 108 p. www.fao.org/docrep/015/an541f/an541f00.pdf

16. Gosselin M et Paillet Y. Mieux intégrer la biodiversité dans la gestion forestière. Guide pratique (France métropolitaine). CEMAGREF, 2010, 100

p.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_PFB.pdf

17. Barbezat V et Boquet J-F. Gestion intégrée des paysages sylvo-pastoraux de l'Arc jurassien- Manuel. Conférence TransJurassienne 2008, La Chaux-de-Fonds, Besançon, France, 161 p. www.vd.ch/.../ANNEXE_12_Gestion_intégrée_des_paysages_sylvo-.