

**Paysage et Biodiversité. Apport de l'écologie du paysage au développement durable.
Exemple des forêts de Kroumirie au nord-ouest de Tunisie.**

Mohamed HAMDI
Doctorant en géographie
Université de Caen Basse-Normandie, laboratoire GEOPHEN, France

Jenna PIRIOU
Doctorante en géographie
Université Paris IV-Sorbonne, laboratoire ENeC, France

Guy LEMPERIERE
Directeur de recherche
Institut de Recherches pour le Développement (IRD), France

Mohamed HAMDI : Mohamed HAMDI est actuellement doctorant à l'université de Caen Basse-Normandie. Il est titulaire d'un Master de recherche « Environnement et Société » et un diplôme d'Ingénieur d'État en Écologie et Gestion des Forêts. Son projet de recherche prend en charge l'appréhension d'un anthroposystème complexe et fragile : les forêts de Kroumirie. L'adoption d'une approche paysagère nous permettra de caractériser les différents types de paysages, leur diversité et leur dynamique et d'évaluer la biodiversité afin de mettre en place une stratégie de gestion durable des forêts tunisiennes.

Résumé

Les forêts de Kroumirie possèdent une diversité importante en termes d'espèces et d'habitats, qui sont de nos jours menacés par la pression anthropique et les changements d'utilisation du territoire. Pour contribuer à la gestion durable de ces espaces fragiles, une approche novatrice, inspirée de l'écologie du paysage est proposée. Cette approche a permis d'appréhender la diversité et la dynamique paysagère en retraçant l'évolution de paysages forestiers en rapport avec les transformations spatiales et socio-économiques. Elle a montré que l'occupation du sol a été profondément transformée. La matrice du paysage, initialement constituée par les forêts de chêne liège et de chêne zeen (58,4 % du paysage en 1949), s'est dégradée au profit des peuplements de chêne liège clair (qui ont conquis 60,9 % de la subéraie) et des maquis arborés (qui ont augmenté de 62,2 %). L'étude a ainsi révélé trois processus de transformation du paysage : la stabilité, la progression (reprise biologique) et enfin la régression des forêts (dégradation). Ces mutations paysagères sont principalement dues à des perturbations anthropiques.

L'analyse des schémas d'utilisation des ressources naturelles par la population locale permettra la définition et la proposition des stratégies pour la conservation de la biodiversité et le développement durable.

Mots-clefs : Biodiversité, écologie du paysage, gestion forestière, développement durable, pression anthropique.

Introduction

Les montagnes de Kroumirie constituent un potentiel important sur le plan de la biodiversité et offre une opportunité remarquable de mise en valeur d'un véritable développement durable. La diversité paysagère caractérisant cette région, comprend un nombre important de différents types d'habitats, tels que les dunes de sable côtières couvertes par une mosaïque de végétation, les habitats d'eau douce et de tourbières et de nombreuses formations forestières et arbustives, caractérisées par une importante forêt préservée de chênes dominants (*Quercus canariensis*, *Quercus suber*). Ces milieux constituent les derniers vestiges d'habitats de plusieurs espèces endémiques et rares, tels que le Cerf de Berbérie (*Cervus elaphus barbarus*). L'importance de la Kroumirie n'est pas limitée seulement à sa grande diversité biologique. La disponibilité des réserves d'eau tunisiennes dépend du couvert végétal de ces espaces géographiques. Les eaux du réseau de rivières de la Kroumirie jouent un rôle important dans l'alimentation en eau de vastes régions du pays, caractérisées par des conditions de sécheresse considérable et des pénuries d'eau. Ces montagnes offrent également, un large potentiel de bénéfices socio-économiques pour les populations locales et pour le pays entier, par sa large gamme de produits forestiers non ligneux et ses potentialités éco-touristiques.

Les paysages de ces montagnes dont l'extrême diversité ne peut masquer la profonde unité, sont particulièrement menacés de nos jours. Les problématiques qui articulent protection des forêts et développement local selon des approches où se mêlent les questions de restauration des ressources, d'organisation sociale et de développement rural sont en pleine expansion, en Tunisie et notamment dans les montagnes de Kroumirie. Malgré une palette diverse de mesures de gestion dans cette région, les problèmes de développement se heurtent aux dégradations environnementales, à la mise en péril des ressources renouvelables et aux capacités de production rurale. Dans ce contexte, la forêt constitue l'enjeu essentiel de cette problématique environnementale. L'État se l'est appropriée depuis la colonisation et ne profite aux populations locales que marginalement, tout entravant les possibilités de développer d'autres activités, du fait de l'emprise foncière du domaine forestier étatique et d'une politique forestière (code forestier élaboré en 1966 et révisé en 1988) rigide. Les activités locales des usagers sont souvent regardées comme un agent de dégradation, fléau qui se traduit par une forte réduction, voire localement une perte, des potentialités de production sylvo-pastorale. Or, le rôle de la population locale dans la dynamique et le façonnement de paysages de la région ne doit pas être réduit à cette image catastrophique. Il est certainement l'un des facteurs les plus déterminants du fonctionnement écologique de l'écosystème naturel, alors que les formations végétales, mais aussi les différentes unités paysagères, sont conditionnées par le rythme des activités anthropiques dans l'espace et le temps (Ballouche, 2005). Paradoxalement, la politique destinée à protéger la ressource forestière en Kroumirie, a abouti longtemps à une dégradation non négligeable, en plaçant la région dans une impasse vis-à-vis des perspectives de développement local, et en amenant la population locale à surexploiter la forêt pour survivre, dans une situation de précarité et de pression démographique. Les effets conjugués de cette pression anthropique croissante sur la forêt et des conditions climatiques sévères ont engendré des dysfonctionnements des écosystèmes et des transformations rapides des paysages. Ces effets sont amplifiés par les modes et systèmes inappropriés d'exploitation des ressources naturelles. Cela conduit à la régression des massifs forestiers, à la diminution de la disponibilité des ressources en eau, et à la dégradation des parcours et des sols, pouvant engendrer la désertification et la disparition des habitats et de certaines espèces.

Le paysage, espace géographique composé d'un ensemble d'écosystèmes en interaction, est dynamique (Bogaert *et al.*, 2005). La compréhension de cette dynamique spatiotemporelle est cruciale en raison des interactions avec les activités humaines (Schlaepfer, 2002). La dynamique paysagère pourrait ainsi être mise en évidence et quantifier par l'analyse de la composition et la configuration de ses éléments. C'est pourquoi le suivi et la quantification de la dynamique de l'occupation du sol dans cette zone s'avèrent nécessaires pour attirer l'attention sur ces paysages fortement dépendants des pratiques sylvo-pastorales de la société locale.

Notre étude a pour but de montrer et de quantifier, à partir de données diachroniques (cartes d'occupation du sol géoréférencées de 1949, 1989 et de 1998) et des techniques de l'écologie du paysage, la dynamique dans le temps et dans l'espace de l'occupation du sol à l'échelle de la commune d'Aïn Snoussi en Kroumirie.

Objet d'étude : la Kroumirie

Le paysage entre la diversité des terrains et la dualité du régime pluviométrique

La Kroumirie est constituée d'un ensemble de reliefs de direction générale SSO-NNE faisant partie intégrante du Tell septentrional, massif montagneux parallèle à la côte nord de la Tunisie et limité au sud par la vallée de la Medjerda, principal oued pérenne du pays, coulant selon un axe SO-NE, Jendouba-Bizerte (Figure 1). Le relief est souvent accidenté et les altitudes variables passant de 1203 m au DJebel El Ghorra à la frontière avec l'Algérie à 500 m vers l'est en bordure de la plaine de Nefza. Le caractère accidenté du relief et l'importance de la néotectonique ont fait varier le décor depuis l'Antiquité. Les sols reflètent fréquemment les interruptions répétées de la pédogenèse dues soit à des reprises d'érosion, soit à des enfouissements sous des apports éoliens.

Dans un tel contexte, la moindre modification au niveau des systèmes agro-sylvo-pastoraux peut avoir des répercussions considérables. On peut d'ailleurs constater les effets de l'abandon des terrasses et des banquettes sur quelques versants. Le paysage de la Kroumirie est constitué pour l'essentiel par des formations de flysch numidiens caractérisé par un énorme développement des grès et argiles recouvrant des formations marno-calcaires. La séquence topographique des roches mères est généralement constituée d'affleurements de grès dans les crêtes, d'accumulation de colluvions de texture grossière, mélangées de gros blocs de grès aux pieds des crêtes (Kassab, 1981; Saoudi, 1983). Une telle originalité géologique régionale, propose une grande variété de terrains et une hétérogénéité de reliefs qui s'inscrivent fortement dans les paysages Kroumirs.

Le climat méditerranéen fait se succéder dans l'année deux types contrastés de régimes hydriques : la saison froide, durant laquelle se produisent des précipitations abondantes, en moyenne 800 mm/an (1500 mm à Aïn Drahem) et la période estivale qui est aride et longue. La température moyenne annuelle décroît avec l'altitude 18 °C à Tabarka sur la côte et 15 °C à Aïn Drahem à 720 m d'altitude (Henia, 1977). L'existence d'une saison où coïncident chaleur et aridité est une singularité climatique majeure qui définit le climat méditerranéen au niveau de ces montagnes. Cette sécheresse estivale est encore plus accusée au niveau du sol et s'étale sur une période encore plus longue (Henia, 1977). Dans ce contexte, la végétation est affrontée à la double contrainte du froid des hivers et de la sécheresse des étés, une dualité qui marque le paysage local. La forêt à feuilles xérophiles toujours vertes se régénère mal en cas de destruction suivie de pâturage, elle peut alors céder la place à des formations dégradées et discontinues qui laissent les sols sans protection, exposés à une érosion d'autant plus agressive que l'importance

des pentes s'ajoute à la violence des précipitations. Par ailleurs, l'irrégularité interannuelle des précipitations augmente dans les systèmes agricoles traditionnels un risque d'irrégularité de la production. La région de Kroumirie correspond à l'étage bioclimatique humide et sub-humide (Emberger, 1955) et les sols sont soumis à un lessivage généralisé et ont généralement une très faible teneur en humus (Belkhouja et Bortoli, 1973).

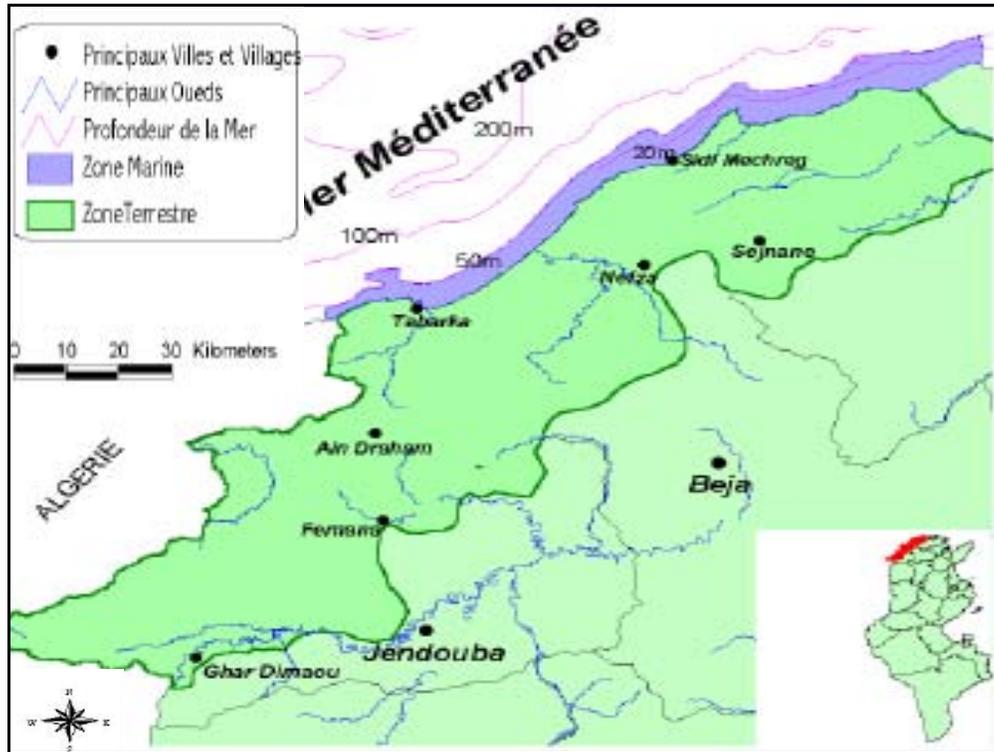


Figure 1. Localisation et limites de la région forestière de Kroumirie.

Des écosystèmes singuliers : endémisme et biodiversité

Les montagnes de Kroumirie sont couvertes de forêts pures et mixtes de chêne zeen (*Quercus canariensis*), et de chêne liège (*Quercus suber*) et moins fréquemment de formations arborées de petite taille de chêne kermès (*Quercus coccifera*) (Figure 2).

Les écosystèmes du chêne liège (45 461 ha soit 25 % des feuillus) constituent un fond floristique très spécifique et adapté à la conquête des terrains gréseux. La majorité des espèces nécessite un bioclimat relativement pluvieux, mais il existe des groupes xérophiles qui se chargent de l'occupation des pentes gréseuses dénudées. La subéraie résulte avant tout de l'association entre le *Quercus suber* et l'*Erica arborea*. Ce sont là les deux espèces les plus caractéristiques d'un groupe acidiphile, de large répartition sur les terrains siliceux et de bioclimat humide à sub-humide (Quezel et al., 1992). Le groupe de ces deux espèces comprend plusieurs autres essences, notamment, le *Cistus salviifolius*, *Arbutus unedo*, *Lavandula stoechas*, etc. La forêt de chêne zeen pur ou en mélange avec le chêne liège (6 414 ha soit 4 % des feuillus), est caractérisée par une strate herbacée composée d'un nombre remarquable d'endémiques régionales, incluant le cyclamen (*Cyclamen africanum*), un certain nombre d'épiphytes, espèces indicatrices du stade mature de la forêt telle que *Polypodium vulgare* et des lianes telles que *Smilax aspera*, *Clematis*

cirrhosa, *Lonicera implexa*, et une diversité d'orchidées telles que *Orchis elata*, *Serapias linguiforme* et *Ophrys scolopax*.

Dans les zones proches du littoral, le chêne kermès tend à occuper une place prépondérante au sein de ces groupements. Le *Quercus coccifera* connaît son développement optimal le long de la côte. Associé à deux genévriers termophiles, *Juniperus oxycedrus* et *Juniperus phoenicea*, il constitue une formation climacique représentant le stade évolutif final de la végétation fixatrice des dunes.



Figure 2. Forêt de chêne liège en mélange avec le chêne zeen qui s'impose entre les versants en colonisant les berges des cours d'eau et les ravins (Cliché: M. Hamdi, 2008)

Les berges des cours d'eau et les ravins abritent des forêts de chêne zeen (*Quercus canariensis*) dominant avec un cortège floristique très riche en espèces arborées et arbustives telles que *Salix pedicellata*, *Fraxinus oxyphylla*, *Alnus glutinosa* et un sous-bois diversifié constitué par *Ruscus hypophyllum*, *Acanthus mollis* et des espèces de fougères telles que la fougère royale (*Osmunda regalis*).

Les pinèdes naturelles sont peu répandues en Kroumirie. Le *Pinus pinaster* est l'une des stations qui forment, en Afrique du Nord, l'aire discontinue de ce taxon rare et endémique. Ainsi, la strate arborée comprend aussi le *Quercus canariensis* et le *Quercus afares*. Ce dernier taxon constitue l'originalité de la réserve naturelle d'Aïn Zana en Kroumirie, puisqu'il s'agit d'une espèce endémique et rare qui s'ajoute à l'originalité de ces paysages naturels.

Méthodologie d'approche

Pour contribuer à la définition des nouvelles approches de gestion adaptées à la complexité des écosystèmes forestiers en Tunisie, la présente étude a pour objectif la caractérisation d'un paysage forestier et l'étude de ses dynamiques spatio-temporelles. Pour ce faire, une démarche cartographique est déployée pour être un outil de base de la représentation des paysages et la quantification de leurs évolutions, en ayant recours à la photographie aérienne, les calculs d'indices de structure spatiale et l'intégration des données dans un SIG. Le traitement cartographique des données a été le premier volet de la méthodologie de notre étude. Il a consisté dans un premier temps à la digitalisation de la carte de 1949 et celle de 1989 qui étaient en format papier contrairement à celle de 1998 qui était déjà en format numérique et puis la numérisation et l'homogénéisation des légendes. La suite de l'analyse a consisté au calcul d'un certain nombre d'indices de structure spatiale. Il est admis que le paysage est composé par trois types d'éléments : les taches, entités élémentaires fonctionnelles d'une classe d'occupation du sol, les corridors, éléments linéaires reliant les taches entre elles et la matrice, l'élément englobant qui exerce le rôle dominant (Burel et Baudry, 2003). Dans le cadre de cette étude, la diversité paysagère a été calculée par l'indice de Shannon (Bogaert et *al.*, 2005). L'indice de diversité de Shannon est donné par la formule suivante :

$$H' = - \sum ((n_j/N) \times \log (n_j/N))$$

Avec : n_j = nombre d'occurrences par milieu; N = nombre total d'occurrences

Cet indice mesure la diversité relative des taches au niveau de la classe. Il est égal à 0 lorsque la classe n'est constituée que d'une seule tache et sa valeur va croître avec le nombre de taches et avec l'équitabilité entre les aires des taches de la classe (McGarigal et Marks, 1995). L'importante masse d'informations que requiert cette approche est prise en charge par des SIG. Ils s'avèrent être un outil précieux dans l'analyse spatiale des écosystèmes anthropisés.

Résultats et discussion

La photographie aérienne et l'analyse de l'évolution paysagère de 1949 à 1998

Afin d'appréhender les mutations du paysage forestier dans l'espace et dans le temps, notre approche paysagère repose essentiellement sur une analyse diachronique de photographie aérienne (missions IGN de 1949, 1989 et 1998).

Pour mesurer l'évolution de l'occupation du sol pour une période plus longue, nous avons réalisé l'analyse de photographies aériennes, datant de 1949, localisées à Aïn Snoussi, l'un des sites tests de notre zone d'étude qui couvre une superficie de 5500 ha. Il constitue une zone de transition entre forêt dense et espaces plus déboisés à la périphérie du massif forestier et se localise en Kroumirie orientale. Différents éléments sont à noter. La couverture aérienne est réalisée sur plus de la moitié du site (3411 ha d'ouest en est). L'interprétation de cette couverture ne permet aucune vérification sur le terrain. Ainsi, la difficulté de définition des critères de délimitation des différentes formations ne permet pas de garantir une parfaite fiabilité des interprétations.

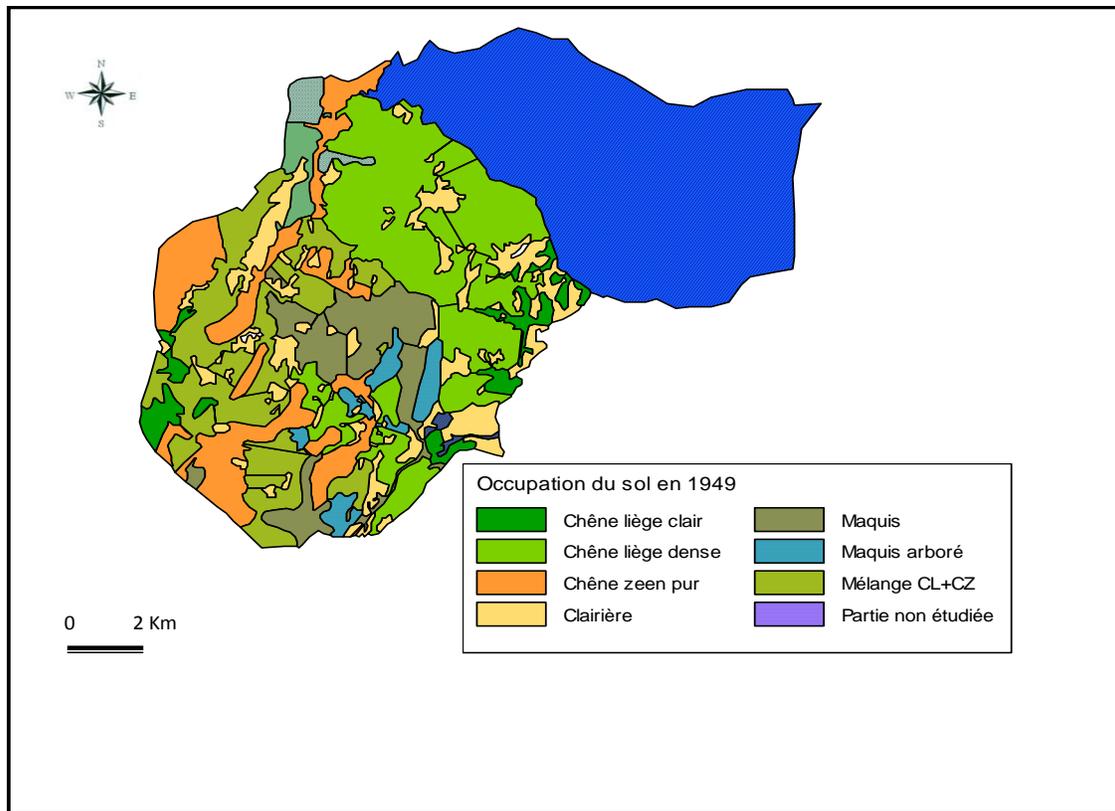


Figure 3. Le paysage forestier d'Ain Snoussi en 1949

L'analyse de l'évolution est faite par une comparaison entre trois dates d'observation de 1949, 1989 et 1998. Cette comparaison permet de rechercher des dynamiques aux échelles régionales et locales (Blondel, 1995). Aux différentes échelles d'analyse, les types de mutation paysagère sont fondés sur la stabilité, la progression ou la régression du couvert forestier, mais aussi le changement d'affectation. Il apparaît qu'entre 1949 et 1989 il y a eu une régression des écosystèmes denses tels que l'écosystème du chêne liège et chêne zeen au profit des peuplements clairs et des maquis arborés (Figure 3). Cette dynamique spatiale des paysages forestiers de Kroumirie indique une dégradation significative du couvert végétal sans toutefois une régression de façon nette de la superficie forestière. Cette dernière a diminué seulement de 2 % en 40 ans. Certes, une telle perte en superficie n'est pas alarmante, mais les transformations qualitatives des forêts restent considérables (Figure 4).

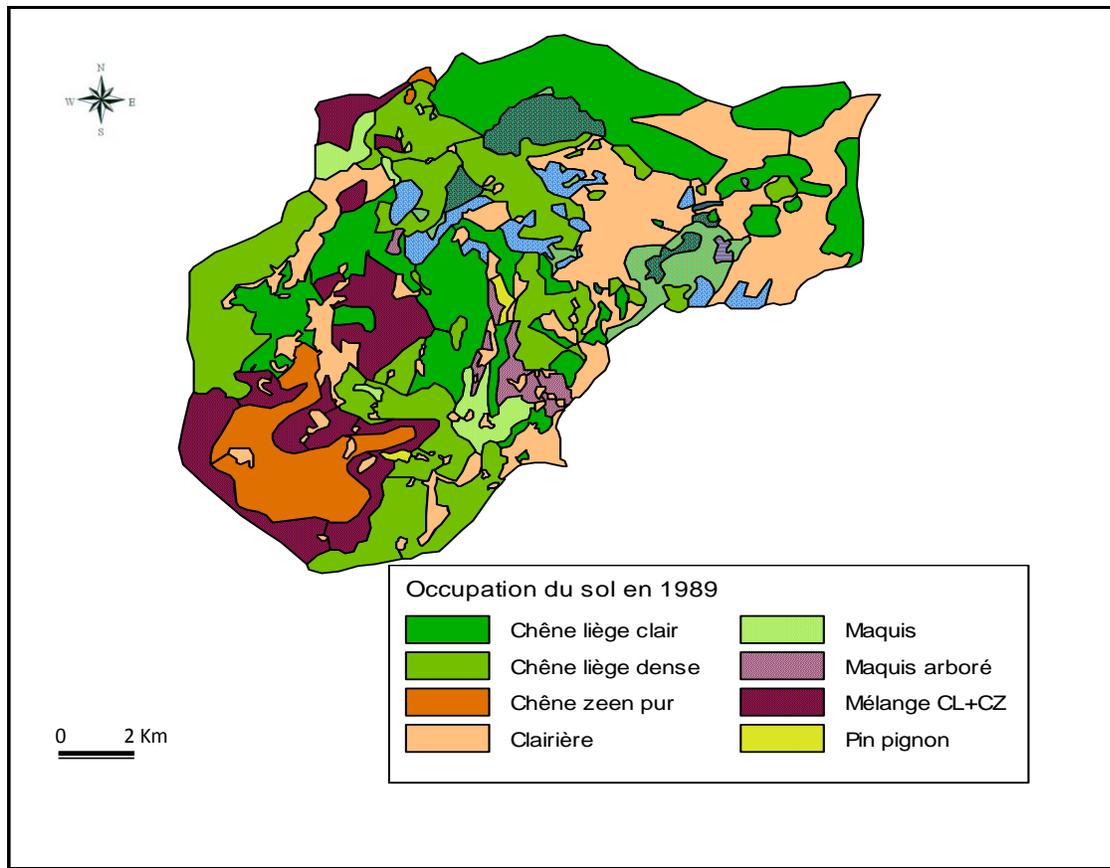


Figure 4. Le paysage forestier d'Ain Snoussi en 1989

Le peuplement de chêne liège dense connaît une réduction de sa superficie de 10,8 % en faveur des peuplements à densité faible qui occupent davantage d'espace (60,9 %). La superficie de chêne zeen pur a diminué de 38,9 % et sa superficie en mélange avec le chêne liège a régressé aussi de 8,2 %. Cette régression de la chênaie est un indicateur de dégradation et d'une perte de biodiversité. Ainsi, on peut remarquer une extension limitée des clairières qui ont augmenté de 4,5 % pour la même période, ceci montre que le défrichement pendant 40 ans est quand même négligeable. Cette dynamique du couvert forestier peut expliquer les mutations spatiales des paysages pendant cette période. Elle est due probablement aux activités de l'homme, aux attaques parasitaires (*Lymantria dispar*) et aux méthodes non appropriées de démasclage (chêne liège). Par ailleurs, on peut observer certaines dynamiques de recolonisation forestières, comme c'est le cas du maquis arboré qui est passé de 116,1 ha en 1949 à 188,2 en 1989 soit une augmentation de 62,2 %. Il a connu une évolution de surface liée à la dynamique régressive des peuplements de chêne zeen et chêne liège et la dynamique progressive des maquis. Cette progression indique qu'il y a une reprise biologique, mais il n'est pas sûr que la forêt va régénérer et atteindre le stade climacique, en raison de la sécheresse estivale et l'état bien dégradé du sol (érosion, affleurement de la roche mère). Dans ce contexte, il est important de signaler que le climat et la nature du sol sont aussi des facteurs déterminants dans la dynamique paysagère (Figure 5). La répartition pluviométrique met en évidence l'existence d'un bilan mensuel déficitaire pendant les trois saisons dans la région de Tabarka. Globalement, la durée de la période sèche est de 4 mois au cours desquels on peut constater un début de dépérissement des extrémités supérieures des cimes.

Il apparaît donc que la dégradation et la dynamique des peuplements du chêne liège est tributaire des fluctuations climatiques.



Figure 5. Paysage d'une montagne en Kroumirie orientale, dont une partie est défrichée et mise en culture. Elle est livrée aux processus d'érosion, notamment le décapage et le ravinement. (Cliché : M. Hamdi, 2009)

Au-delà des nécessaires précautions imposées par la méthode, se cachent des dynamiques plus contrastées dont les effets peuvent finalement s'annuler, avec probablement des évolutions plus importantes dans certains sites et à certaines périodes. Ainsi, une analyse plus détaillée de l'évolution des clairières permet de mettre en évidence certaines extensions de clairières, avec notamment une tendance à l'élargissement des clairières cultivées les plus importantes, mais celles-ci sont pratiquement compensées par la régression de certaines, avec notamment une diminution de surface, voire une disparition des petites clairières éloignées des douars et utilisées pour le parcours. Trente hectares d'entre elles ont été remplacés par des reboisements de pin pignon (0,88 % du paysage forestier).

De 1989 à 1998, il y a eu peu de transformation du paysage forestier, c'est-à-dire que certains éléments forestiers, tout comme certaines clairières demeurent identiques entre les deux dates. On peut évoquer une relative stabilité. Par contre, on ne peut pas négliger la modification de la densité de végétation qui apparaît dans les variations des textures des peuplements. Ainsi, on peut constater quelques phénomènes de mutation qui sont apparus. Ces mutations spatiales correspondent soit à une régression avec la disparition de certains éléments forestiers, soit à une progression avec l'apparition de nouveaux éléments boisés qui affectent les zones de parcours et les clairières. Certaines clairières abandonnées et terres de cultures délaissées ont connu une

remontée biologique. Des parcelles de chêne liège ou de chêne zeen se sont peu à peu substituées à des maquis arborés. En revanche, les terrains abandonnés ont laissé la place à des grandes parcelles forestières à la suite des politiques de reboisement issue de la stratégie de restauration des écosystèmes forestiers. Les nouvelles formations issues de plantations sont surtout le pin d'Alep, le pin maritime et l'acacia. Ces mutations paysagères correspondent à l'évolution du couvert végétal en relation avec les activités des usagers locaux (défrichage, déboisement...) et les politiques de reboisement et de restauration des écosystèmes engagées par la direction des forêts dans les années 1990 (Figure 6).

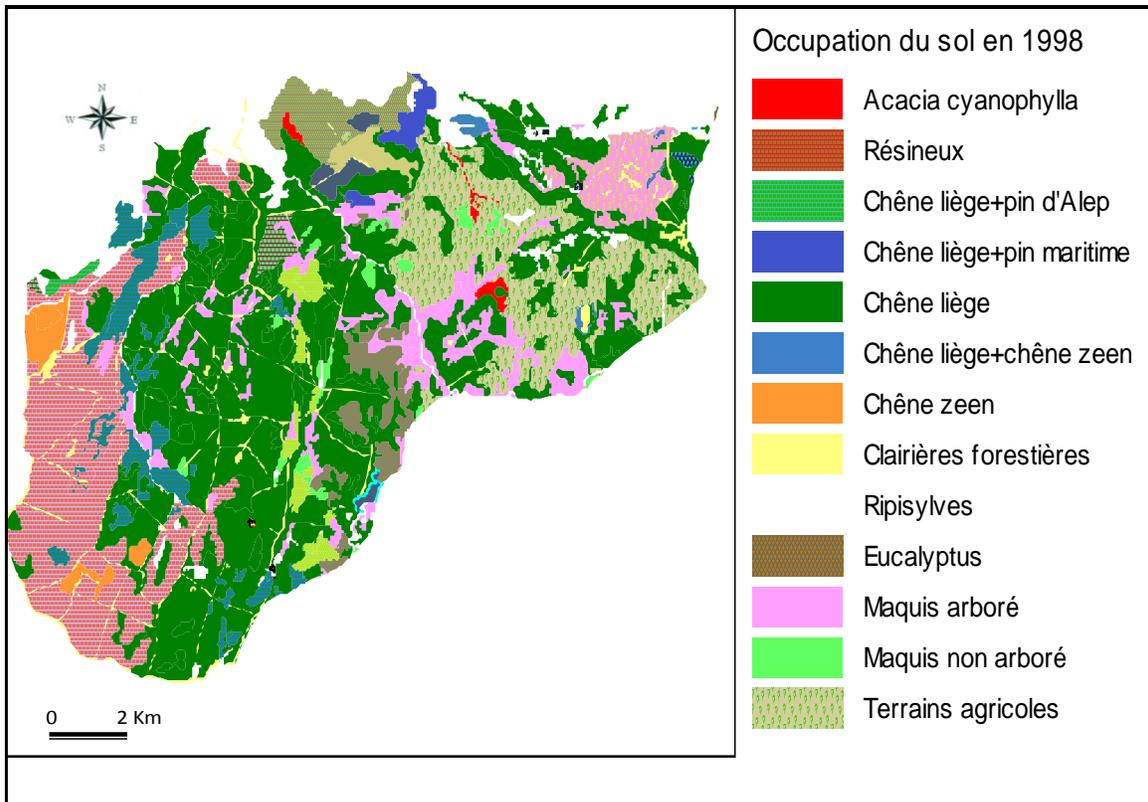


Figure 6. Matrices et diversité paysagère d'Aïn Snoussi en 1998

Depuis ces années, la direction des forêts a élaboré un plan national de développement des forêts et parcours dont la mise en œuvre s'appuie sur une série de stratégies de développement, assorties de projets déjà exécutés ou en cours d'exécution. Elles visent l'amélioration du couvert végétal par l'intermédiaire des reboisements et des aménagements forestiers et pastoraux, l'arrêt du processus de dégradation des forêts et des parcours, l'extension du couvert végétal et la restauration des écosystèmes. Aujourd'hui, leurs impacts sont à la fois physiques, socio-économiques et environnementaux. Le rôle du manteau forestier dans la protection des sols contre l'érosion hydrique et éolienne est déterminant. L'extension des reboisements rétablit la couverture végétale, augmente la protection et revalorise les sols. Les plantations pastorales enrichissent les parcours, accroissent leur production et diminuent leur sensibilité au surpâturage et à l'érosion. L'impact socio-économique se traduit par l'accroissement et les possibilités de transformation des ressources forestières (bois, fourrage, miel, gibier...) et l'amélioration du niveau de vie de la population forestière et pastorale. Cette dernière, organisée en GFIC (Groupement Forestiers à Intérêt Collectif), participe à la gestion du domaine forestier en tant

qu'usagère et en tant que partenaire de l'administration pour exploiter des ressources et réaliser des travaux sylvicoles, en limitant la pression sur la forêt.

De traitement des données à l'analyse paysagère

Le calcul d'indices statistiques permet d'évaluer l'analyse des structures spatiales. Différents phénomènes peuvent être étudiés tel que la diversité paysagère, la fragmentation et la connectivité entre les taches et l'hétérogénéité du paysage.

Pour analyser la diversité paysagère, nous avons réalisé le calcul de l'indice de Shannon. Un indice utilisé en écologie de paysage (Burel et Baudry, 2003). Cet indice a permis d'évaluer la diversité paysagère du site étudié (Aïn Snoussi). Il ne peut s'interpréter en tant que tel sur une seule date ou un seul site; c'est l'évolution de l'indice qui nous permet d'apprécier l'évolution de la diversité du paysage. Cet indice doit être considéré en relatif et non pas en valeur absolue. Les analyses statistiques ont mis en valeur une diversité paysagère croissante (Figure 7).

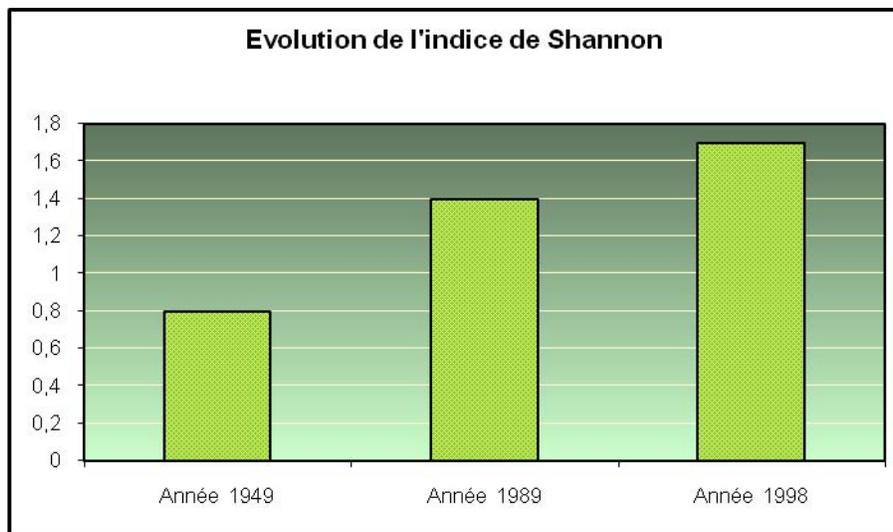


Figure 7. Indice de Shannon sur Aïn Snoussi

La diversité paysagère a été augmentée entre 1949 et 1998. En effet, à la moitié du siècle il existait un « déséquilibre » entre la faible proportion des clairières, terres cultivées et forêt (chêne liège et chêne zeen). Cependant, les politiques de reboisement et le développement agricole et pastoral dans le cadre des projets menés par l'Office de Développement Sylvo-Pastoral du Nord-Ouest (ODESYPANO) et la Direction Générale des Forêts (DGF) ont permis de rétablir certains équilibres dans le paysage, ce qui augmente la diversité paysagère. La zone peut être décomposée en trois matrices (Figure 6). Il existe deux matrices forestières : l'une à l'ouest constituée de forêts mixtes de chêne liège et chêne zeen et l'autre au milieu constituée de chêne liège. Ensuite, une matrice agricole vers l'est, plus au moins discontinue et complexe. En effet, elle est constituée de quelques cultures traditionnelles ou vivrières, de terres labourables, de l'arboriculture et des zones irriguées. Enfin, s'intercalent, entre les trois matrices, les taches de maquis arborés et les maquis non arborés. Les ripisylves et les clairières s'imposent dans le paysage en reliant les matrices forestières permettant les échanges biologiques.

Conclusion

La présente étude a permis grâce à l'analyse diachronique appuyée par le calcul d'indices de structure spatiale, de quantifier les dynamiques opérées dans un paysage forestier situé dans le Nord-Ouest de la Tunisie; la Kroumirie. Les résultats obtenus à l'échelle locale des massifs forestiers d'Aïn Snoussi fondés sur la stabilité, la dynamique progressive (apparition) et la dynamique régressive (disparition), à partir de la comparaison des différentes données, mettant en valeur les transformations internes des peuplements (chêne liège dense, clair, ou mixte) et la mutation de l'occupation du sol dans le temps et dans l'espace. Ces mutations sont principalement dues à des perturbations d'origine anthropique. En effet, la pression démographique, les pratiques sylvo-pastorales et les modes de gestion inappropriés ont contribué à la modification de l'occupation du sol. La configuration spatiale du paysage a été changée en 50 ans. La forêt de chêne zeen a perdu, au bout de 40 ans, environ 40 % de sa superficie. Celle de chêne liège a laissé la place à des peuplements de densité faible (60,9 % de la suberaie). Cependant, des nouvelles espèces forestières ont occupé le paysage dès la fin des années 1980, comme l'acacia, le pin pignon et le pin maritime. Cette apparition de nouvelles formations forestières est le résultat des mesures adoptées par l'administration forestière. Cette dernière a déployé plusieurs stratégies pour restaurer la biodiversité, lutter contre les phénomènes de dégradation et intégrer la population locale dans la gestion et le maintien des écosystèmes forestier.

Références et bibliographie

Ballouche, A. (2005), « De la nature sauvage à la nature-patrimoine : Quels enjeux? ». In Arnould P, Glon E, eds. *La nature a-t-elle encore une place dans les milieux géographiques?* Paris : Publication de la Sorbonne : 134-149.

Belkhouja, K. et Bortoli, L. (1973), Sols de Tunisie. Les sols de la Tunisie septentrionale. *Bull de la division des sols*; 5, 186 p.

Ben Tiba B. et Reille, M. (1982), Recherches palleanalytiques dans les montagnes de Kroumirie (Tunisie septentrionale) : Premiers résultats. - *Ecologia mediterranea*, Marseille, 7(4), 75-86.

Blondel, J. (1995), *Biogéographie, approche écologique et évolutive*, Paris : Masson.

Bogaert, J. et Mahamane, A. (2005), Ecologie du paysage : Cibler la configuration et l'échelle spatiale. *Ann Sciences Agron du Bénin* ; 7 : 39-68.

Bouju, S. (1997), *Le développement durable en question : regards croisés Nord-Sud sur deux régions de montagne méditerranéenne en France (Préalpes de Digne) et en Tunisie (Kroumirie)*, Thèse de Géographie, Université de Paris I Panthéon - Sorbonne (3), 342 p.

Burel, F. et Baudry, J. (2003), *Écologie du paysage. Concepts, méthodes et applications*. Paris : Tec & Doc.

Emberger, L. (1955), Une classification biogéographique des climats. *Revue Travaux Laboratoire de Botanique Géologie et Zoologie*. Faculté des Sciences, Montpellier, série Botanique ; 7 : 3-43.

Henia, L. (1977), *Les précipitations pluvieuses dans la Tunisie Tellienne*. Thèse 3^e cycle, Faculté de Lettres et Sciences Humaines, Tunis, 364 p.

Kassab, A. (1981), *Les régions géographiques de la Tunisie*. Coll Géo Université de Tunis; 13, 460 p.

Marer, G. (1979), Les milieux naturels et leur aménagement dans les montagnes humides du domaine rifain et tellien d'Afrique du Nord. *Mediterranée*, 1 (2), 47-56.

McGarigal, K et Marks, B.J. (1995), *Fragstats: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Structure*. Department of Agriculture, Pacific Northwest Research Station General Technical Report PNW-GTR-351. Oregon, USA. http://www.fs.fed.us/pnw/pubs/gtr_351.pdf.

Nsibi, R. (2005), *Sénescence et rajeunissement des Suberaies de Tabarka - Ain Draham avec approches écologiques et biotechnologiques*. Thèse de Doctorat en Sciences Biologiques. Faculté des Sciences de Tunis, 170 p.

Quezel, P., Barbero, M., Bonw, G. et Loisel, R. (1992), Pratiques agricoles et couvert forestier en région méditerranéenne humide et sub-humide. *Montagnes et forêts méditerranéennes*; Icalpe: 71-90.

Saoudi, H. (1983), *Réponses des végétaux aux facteurs de dégradation en Kroumirie*. Thèse doctorat d'ingénieurs, Université Aix-Marseille III, France, 280 p.

Schlaepfer, R. (2002), *Analyse de la dynamique du paysage*. Fiche d'enseignement 4.2, Laboratoire de Gestion des Ecosystèmes, Ecole Polytechnique de Lausanne, 10 p.