AGROPARISTECH –
ÉCOLE NATIONALE DU GENIE RURAL
DES EAUX ET DES FORETS

ÉCOLE NATIONALE
FORESTIERE D'INGENIEURS –
MAROC

INSTITUT DE RECHERCHE
POUR LE DEVELOPPEMENT

LABORATOIRE POPULATION
ENVIRONNEMENT
DEVELOPPEMENT

Impacts écologiques des pratiques d'*Agdal* sur les peuplements forestiers, et proposition de gestions alternatives.

Vallée des Aït Bougmez, Haut Atlas Central, Maroc.

Jean-Brice Cordier

Mémoire de fin d'études de la Formation des Ingénieurs Forestiers, promotion 2007,
Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts.

Tuteurs de stage:
- Didier Genin (IRD – LPED, Marseille)
- Abdellah Herzenni (IAV Hassan II, Rabat)
- Mohammed Sabir (ENFI, Salé)
- Georges Smektala (ENGREF, Montpellier)

Jury :
- Pierre Yves Colin (ENGREF, Nancy)
- Hubert de Foresta (IRD, Montpellier)
- Didier Genin (IRD – LPED, Marseille)
- Georges Smektala (ENGREF, Montpellier)

Dicton……..……..3

Remerciements……..4

Résumé / Summary……...5

Introduction……...6

Partie I : Contexte géographique : un espace montagnard où l'utilisation raisonnée des ressources naturelles est indispensable à la population……...8

Partie II : Problématisation de l'objet d'étude : la gestion traditionnelle d'un espace sylvopastoral……..….27

Partie III : Méthodologie : de la prise d'informations aux mesures dendrométriques…….…….35

Partie IV : Résultats…….…43

Partie V : Bilan et ouverture vers le côté opérationnel de la gestion.…….72

Partie VI : Propositions de scénarios de gestion…….76

Bibliographie..……..85

Table des matières.……..89

Liste des sigles et abréviations……92

Liste des termes berbères et arabes utilisés…….92

Liste des figures.……..93

Liste des tableaux……95

Liste des annexes……96

Fiche signalétique……97

Annexes

Photo de couverture : Agdal forestier d'Ifrane au premier plan, sommet de l'Azourki en fond.

« Koulchi yehela ghir eskif imensi. »

Proverbe en *tamazight* (langue des berbères, ou *imazighen*), couramment employé dans la vallée des Aït Bougmez. Il signifie : « tout va bien, sauf la soupe au dîner ». Il s'agit de le replacer dans le contexte d'une vallée de haute montagne, où l'hiver est long et rude, et où les cols se retrouvent bloqués par la neige. L'enclavement imposait à ses habitants de subsister grâce aux réserves et donc de ne manger que de la soupe durant des mois. Cette réalité de la montagne justifie parfois que l'on puise dans la forêt, au risque de la dégrader, les ressources dont on a besoin pour affronter l'hiver et faire subsister son troupeau.

Neige tardive (fin du mois d'avril), dans le vallon d'Ansous, Iskatafene.

Remerciements

Il est pour moi naturel de remercier en premier lieu Moha Naji et Abdelatif Afkir qui furent mes compagnons de travail, l'un dans les forêts pour m'aider à mesurer des arbres qui feraient fuir n'importe quel sylviculteur, l'autre pour les discussions et les découvertes du terrain avec la population, entre thés brûlants et pluies glacées. Ils ont fait de véritables efforts pour améliorer la qualité de cette étude. Mais avant tout ce sont de bons amis, et je les remercie pour tous les bons moments.

Merci à Didier Genin de m'avoir accepté comme stagiaire et de m'avoir encadré notamment en venant me rendre visite sur le terrain. Merci également à Abdellah Herzenni pour ses conseils, pour son suivi à Bougmez et à Rabat, et pour avoir permis à ce travail d'avoir une ouverture opérationnelle. Je tiens à remercier Mohammed Sabir pour son accueil à l'ENFI de Salé et sa disponibilité, ce qui a permis que j'effectue mon travail dans de bonnes conditions. Pierre Marie Aubert (doctorant dans la vallée des Aït Bougmez) a été à l'origine de ce projet de stage de fin d'études : je le remercie d'avoir pensé à moi, et lui souhaite bon courage pour la suite.

J'ai eu besoin de m'adresser à de nombreux chercheurs et professeurs. Il s'agit d'abord de Laurent Auclair et Nicolas Montès à l'Université de Provence. Arrivé au Maroc, j'ai pu bénéficier des conseils de messieurs M. Ezzahiri et Mohammed Qaro, de l'ENFI. Messieurs Ahmed Ouhammou et Mohammed Al Ifriqui de l'Université Cadi Ayyad de Marrakech m'ont apporté une aide précieuse en botanique, je tiens à les remercier particulièrement. Maria Dolores Carbonero Muñoz, de l'Université de Cordoue, et Alfonso San Miguel Ayanz, de l'Ecole Supérieure d'Ingénieurs Forestiers de Madrid ont permis d'apporter une ouverture supplémentaire à ce travail, je les en remercie. Enfin, j'adresse mes remerciements à Georges Smektala de l'ENGREF de Montpellier, mon correspondant lors de ce stage.

Les gens avec qui j'ai collaboré ou qui ont participé à ce travail sont nombreux et leur aide a été précieuse. Je tiens à remercier Abdelilah El Khaouid, chef du Centre de Développement Forestier d'Azilal et Hammadi, le chef de triage de Tabant, pour leur collaboration et leur intérêt pour cette étude. J'adresse mes remerciements à tous mes interlocuteurs dans la vallée des Aït Bougmez. Je tiens également à remercier Sanae et Vincent à Marrakech, et souhaite bon courage à Sanae pour sa thèse. Merci à Charles Lilin pour sa visite. Enfin, toute ma famille a été avec moi lors des derniers moments pour m'aider à boucler le mémoire, je remercie donc très fort mes parents, ma sœur et mon grand père.

Le voyage au Maroc a été l'occasion de riches rencontres. Je tiens à remercier toutes les personnes m'ayant accueilli et fait découvrir ce pays. Dans la vallée des Aït Bougmez Augustin alias Addi N Ansous m'a accueilli dans sa maison au village d'Iskatafene, où j'ai passé de bons moments en sa compagnie ainsi qu'avec le groupe des instituteurs : Abdelatif (le Fifty Cent d'Ait Aloui), El Hsain, Aziz, Lahcen et Jamila ; Moha et sa famille, PM qu'on appelle désormais Bassou N Adghmam, Jojo Bou Tflfl, les gens d'AVSF : Simo, Brahim et Rachid. Merci à Abdellah, Aïcha et Mohammed pour les bons moments passés à Wabzaza. Merci à Lahcen, berger à Taghoulit, pour son accueil. Une partie du temps a été passé loin de la montagne. Cela me permit de rencontrer Hayat, Mhamed, Isham et Moetassime à Salé, et Mustafa à Marrakech. Je les remercie pour leur accueil chaleureux. Et bien sûr merci à ceux m'ayant rendu visite : mes parents, Ginette et Isa, Champy et Javi. Ce séjour a été inoubliable grâce à vous tous.

Résumé

Dans la vallée des Aït Bougmez, la gestion en Agdal de la forêt consiste en un cortège de règles de gestion mises en place et appliquées par les villageois, dans le but de maintenir une réserve de fourrage foliaire et de bois à disposition en cas de besoin. Il en résulte un découpage de l'espace forestier : l'Agdal et la forêt hors de l'Agdal. Grâce à des entretiens avec la population concernant la gestion et l'exploitation, ainsi qu'à l'observation des arbres, un savoir faire a été révélé. La mise au point d'une méthodologie originale a permis de mesurer les valeurs d'usage des arbres et des peuplements forestiers. La comparaison entre les forêts de chêne vert dans l'Agdal et hors de l'Agdal a montré avant tout des différences en termes de fonction d'usage (types et disponibilité des ressources) et de fonctionnement de l'écosystème (structure du peuplement, biodiversité végétale), et montre donc une certaine complémentarité entre ces deux espaces. Des scénarios de gestion se basant en grande partie sur la gestion pratiquée actuellement par les villageois sont énoncés, et pourraient permettre d'améliorer la valeur environnementale de la forêt et la protection des sols.

Mots clef : Forêt paysanne, Sylvopastoralisme, Dendrométrie, Fourrage foliaire, Maroc, Haut Atlas.

Summary

In the valley of Aït Bougmez, Agdal forest management consists in regulations of forest use, put in place and controlled by the rural population, in order to keep a reserve of forage and wood, in case of penury. It results a division of forest: Agdal forest and forest out of Agdal. Discussions with population about management and exploitation, and observations of the trees reveal knowledge. Creation of special methodology permitted measure use value of trees and forest crops. Comparison between green oak Agdal and non Agdal forests showed differences about use function (resources type and provision) and ecosystem state (forest crop structure, vegetal biodiversity), and that exists complementarities between these spaces. Management proposals, which respect the population plans, are included. They would increase environmental value of forest and soil protection.

Key words: Rural forest, Sylvopastoralism, Forest mensuration, Tree forage, Morocco, High Atlas.

Introduction

Le Haut Atlas Marocain est une région dont les milieux naturels sont fragiles et où les causes de dégradation sont nombreuses : surpâturage, exploitation de la forêt, changements climatiques. Les enjeux de préservation des sols et de la biodiversité et de la biomasse sont des enjeux nationaux. Le Haut Atlas, c'est aussi une population berbère rurale vivant dans des conditions de rigueur climatique et où il est difficile de se développer économiquement. Cette population essaye de valoriser au maximum les ressources naturelles en cultivant les fonds de vallée et en élevant des troupeaux d'ovins et de caprins sur les parcours.

La vallée des Ait Bougmez (Haut Atlas Central, Maroc) possède encore un mode de gestion traditionnel des ressources sylvopastorales, où l'assemblée politique du système tribal a autorité sur le règlement et le contrôle de la gestion.

Les parcours et les forêts sont soumis à une différenciation entre deux types d'espaces : l'*Agdal* et le *hors Agdal*. Le mot *Agdal* désigne à la fois des zones délimitées et un mode de gestion des ressources naturelles. L'Agdal peut concerner les estives (Agdal pastoral) et la forêt (Agdal forestier).

Le concept d'Agdal a été étudié dans cette vallée lors du Programme Agdal de l'IRD (2003 à 2006), faisant intervenir des études d'agronomie pastorale, de géographie de l'espace forestier, de dynamique végétale par photo interprétation aérienne, etc. (partie I) La principale conclusion de ce programme de recherche est que l'Agdal constitue un mode de gestion durable du point de vue économique et social (Auclair, 2007), et écologique pour l'Agdal pastoral. En revanche la question de l'impact écologique de la gestion en Agdal sur les forêts est toujours ouverte.

Se situant dans le cadre du programme Popular, la présente étude a pour but d'identifier les impacts de la gestion en Agdal sur « l'état écologique » de la forêt, notion définie en référence à un ensemble de variables permettant d'évaluer la durabilité des milieux dans sa composante écologique (partie II).

Un plan d'échantillonnage de mesures a été mis en place sur les forêts de la vallée, afin de mesurer des données brutes renseignant les variables sus citées (partie III). Ces données sont ensuite traitées statistiquement pour aboutir à des conclusions sur la gestion. Notre démarche se base sur une identification des diverses pratiques d'exploitations effectuées sur les arbres (coupe de fourrage foliaire, de bois de feu et de bois de construction principalement) puis sur une étude des règles de gestion ayant pour effet de réguler ces exploitations. Des conclusions générales seront ensuite tirées sur l'impact global de la gestion en Agdal (partie IV).

Les aspects les plus intéressants sont soulevés et discutés dans l'objectif d'améliorations éventuelles de la gestion (partie V).

Les connaissances acquises sont directement valorisées dans la proposition de gestions proches de celles effectuées par la population et qui se rapprocheraient des objectifs des Eaux et Forêts en matière de conservation des écosystèmes et des sols (partie VI). Le but est d'engager une discussion sur des bases techniques pouvant conduire à une reconnaissance par l'Etat des droits de la population de la vallée à gérer elle-même sa forêt de façon durable.

La zone d'étude se situe dans la province d'Azilal, dans la commune rurale de Tabant. Les forêts incluses dans notre étude sont celles des villages étudiés lors du programme Agdal par les différents chercheurs : Ifrane, Taghoulit, Ighirine Iglouane, Aït Ouchi, Zaouit Alemzi, Aït Ouham, Aït Issa Ouali, Ibaqaliun, Rbat, Akourbi, ainsi que celle d'Iskatafene (ajoutée à la zone d'étude initiale).

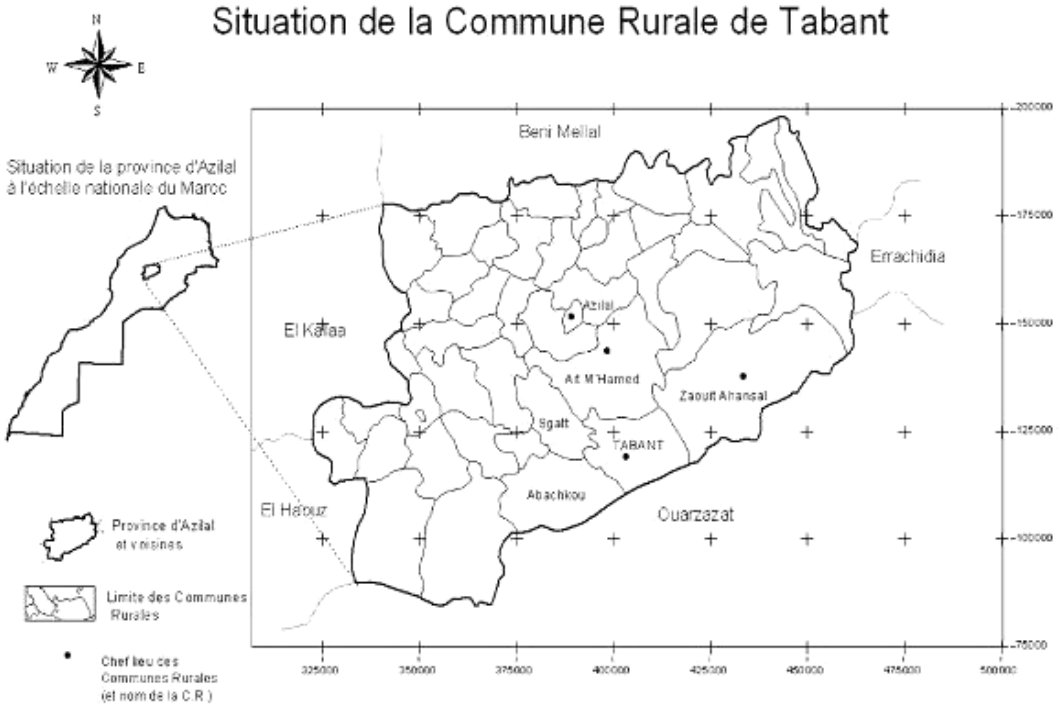


Figure 1 : Situation de la province d'Azilal et de la commune rurale de Tabant (par Tirillini, 2004)

I. Contexte géographique : un espace montagnard où l'utilisation raisonnée des ressources naturelles est indispensable à la population

1.1. Un contexte écologique de haute montagne

1.1.1. **Relief**

Nous nous situons dans le haut Atlas calcaire, constitué de plis réguliers et parallèles globalement orientés nord-est – sud-ouest, entre lesquels s'écoulent les principaux cours d'eau.

La vallée des Aït Bougmez se divise en forme de Y dessiné par les principaux cours d'eau (Voir vue satellite page suivante). Elle est longue d'environ 25 km, et large de 11 km d'une crête à l'autre.

Surplombée au nord-est par l'Azourki (3 677 m), elle est bordée par la crête du Tizal (3 041 m) puis de l'Ighil n Aït Ouriat (2 920 m) au nord et la crête du Waougoulzate (3 763 m) puis de l'Ighil n Igoudamene (3 519 m) au sud. La moyenne montagne au centre de la vallée séparant les deux branches du Y s'appelle l'Adazen. L'entrée de la vallée (Imi n Tizgha, au sud ouest), est à une altitude de 1760 m, et est constituée d'un verrou glaciaire quaternaire. C'est ce verrou qui explique la présence d'un fond de vallée sédimentaire aussi large dans ce contexte de haute montagne, et permet à la population de posséder un vaste domaine irrigué, l'un des plus grand de tout le haut Atlas (1600 ha : Aubert, 2006).

Avant que cette entrée ne devienne la voie de passage principale grâce à la route goudronnée, les déplacements se faisaient essentiellement par les principaux cols : Tizi n Tirghist (2629 m), Tizi n Aït Ouriat (2606 m), et Tizi n Aït Imi (2905), lieu de passage prépondérant pour la transhumance hivernale. Les intempéries étant fréquentes en hiver, la vallée se retrouvait donc enclavée entre ses montagnes durant une grande partie de l'année. (Lecestre Rollier, 1992).

1.1.2. **Géologie et sols**

Les formations sédimentaires du jurassique prédominent sur l'ensemble du Haut Atlas central et oriental.

Sur les versants, les sols peu épais dominent largement. Nous sommes donc dans le cas où la roche mère joue le rôle principal du point de vue édaphique (Rhanem, 1985)[1].

Sur le terrain, il est cependant très difficile de distinguer les différents types de roches mères. Au sein de chaque formation géologique existe une grande hétérogénéité de substrats ayant des conséquences sur la structure du sol, et donc la facilité d'enracinement, la capacité de rétention d'eau, etc. Dans les zones les plus hétérogènes on peut ainsi changer de type de sol tous les dix mètres. Cela pose bien entendu des problèmes dans la prise en compte du facteur édaphique sur l'état écologique des forêts.

Les formations géologiques présentes sur notre zone sont présentées en Annexe 1.

[1] L'étude phyto-écologique de Mustapha Rhanem sur la vallée des Aït Bougmez constitue notre document de référence pour nombre de données sur le milieu physique et les écosystèmes. Elle sera largement utilisée pour cette première sous partie, ainsi que pour l'interprétation des données

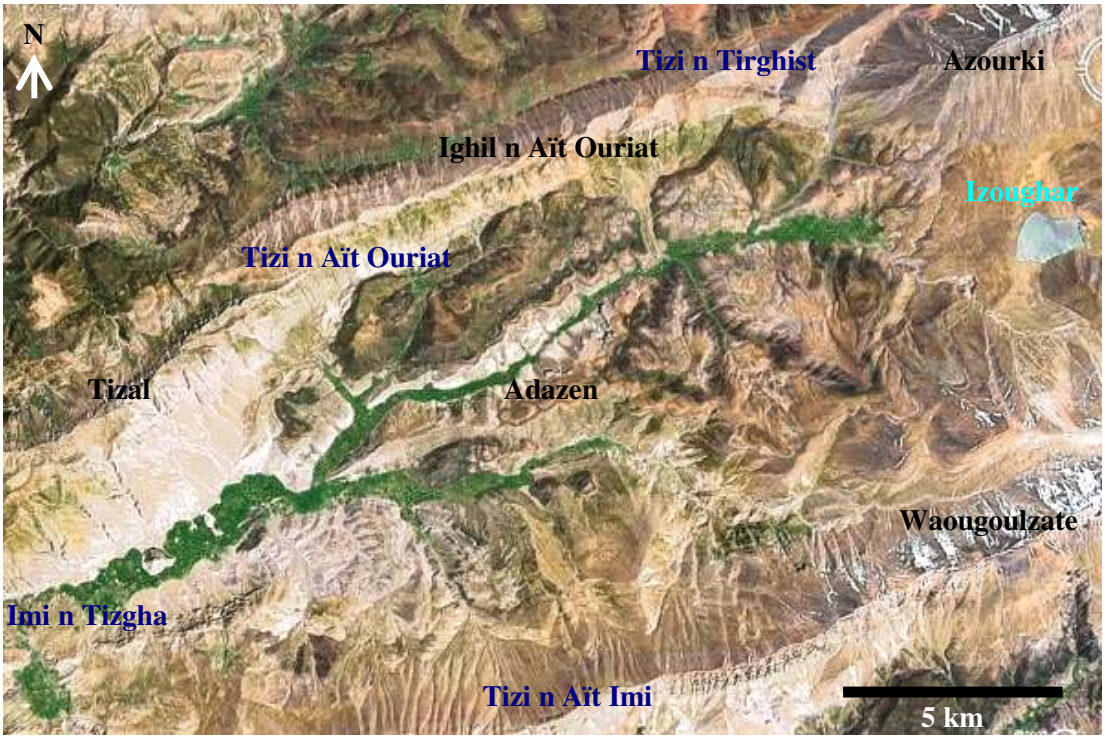


Figure 2 : Image satellite (Google Earth) des Aït Bougmez, où sont indiqués les noms des crêtes et sommets (en noir), les noms des cols (en bleu foncé) et du lac saisonnier (en bleu clair).

1.1.3. **Climat et zonage bioclimatique.**

Le quotient pluviométrique d'Emberger associé au minimum de température du mois le plus froid, est un indice couramment utilisé pour caractériser les climats méditerranéens (Rhanem, 1985). Le Guide National du Reboiseur au Maroc (AEFC, 1978) place les Aït Bougmez dans la zone : Semi aride à hiver froid.

Les relevés pluviométriques réalisés au caïdat de Tabant (chef lieu des Aït Bougmez) font état d'une moyenne annuelle de 314 mm (en fond de vallée). Rhanem, en 1985, estime qu'une moyenne proche de 300 mm correspond à un cycle d'années sèches, et que la véritable moyenne se situerait aux alentours de 400 mm. Or les mesures effectuées au caïdat de Tabant s'étalent sur une période de 10 ans, entre 1992 et 2002. Les années sèches sont elles en train de se généraliser ?

Les températures estivales associées à une faible pluviométrie provoquent des situations de sécheresse au sens climatique, ce qui est caractéristique du climat méditerranéen. La composante montagnarde s'exprime par les faibles températures hivernales. Une partie des précipitations hivernales s'effectuent donc sous forme de neige, ce qui a des conséquences sur les écosystèmes et l'écoulement des eaux. Rhanem (1985) fait état d'un minimum du mois le plus froid de -3°C à Tabant.

Dans ce contexte montagnard, le gradient dû à l'altitude est important, si bien qu'on ne peut pas caractériser les conditions climatiques des versants seulement avec des données concernant le fond de vallée. Certains chiffres sont à retenir. Montès (2003) parle de précipitations de 900 à 1000 mm sur les hauts de versant bordant la vallée. Selon Rhanem

(1985), ces précipitations peuvent atteindre 1200 mm, et les températures minimales du mois le plus froid sur les sommets descendent jusqu'à -7,9°C sur le Tizal et -11°C sur l'Azourki.

Le climat, de par son action sur les sols, la faune et la flore, doit être étudié avec précision dans l'optique d'une étude écologique. Ainsi Rhanem (1985) ne se contente pas des généralités exposées précédemment, et entreprend de réaliser un zonage bioclimatique de la vallée. Les facteurs prépondérants non encore évoqués sont : l'exposition, le confinement, le trajet des masses d'air, qui conditionnent notamment l'humidité atmosphérique, la nébulosité (voir Fig. 2), la fonte de la neige, des inversions thermiques, etc.

Figure 3 : masses nuageuses dévalant l'adret de l'Ighil n Aït Ouriat. La densité de ces masses nuageuses froides (venant essentiellement de la direction WNW) les fait chuter le long du versant sud et favorise les inversions thermiques dans les cirques en bas de ce versant. C'est un phénomène très courant. (Photo : J.B. Cordier)

Les unités bioclimatiques définies par Rhanem sont présentes en Annexe 1.

1.1.4. Ecosystèmes forestiers

1.1.4.1. Définition de la forêt

La définition de la forêt fait habituellement intervenir des seuils de couvert ou de densité d'espèces arborescentes.

Tirillini (2004) rappelle que la forêt est aussi un espace des sociétés humaines, où les usages et les fonctions n'obéissent pas à des définitions figées. Ainsi nous reprendrons sa définition « sociale » de la forêt, qui semble la mieux adaptée au contexte des Aït Bougmez et à notre objet d'étude : la forêt est un espace de ressource en bois et en fourrage foliaire (incluant donc même des formations de matorral, ou des espaces où ne subsiste que du bois mort). Cette définition n'est pas aberrante du point de vue de l'écosystème, car même dans des milieux très ouverts et très perturbés, les arbres peuvent rester des disséminateurs et la capacité de régénération existe. Nous laisserons par contre de côté les espaces constitués uniquement de souches mortes, ayant atteint le stade ultime de la dégradation.

1.1.4.2. Les principaux écosystèmes forestiers

Les facteurs climatiques (liés à la topographie et au déplacement des masses d'air froid et humide) sont les facteurs prépondérants à la répartition de la végétation dans cette région de montagne (Rhanem, 1985). L'auteur cité a défini plusieurs formations végétales arborescentes, où l'espèce dominante est apparue comme le critère principal d'identification des écosystèmes. Voyons quelles sont les formations en place sur notre zone d'étude. Afin de se repérer et de visualiser la répartition des principales espèces, une carte est exposée à la fin de cette sous partie.

Dans les zones les plus ensoleillées et à basse altitude, on trouve des formations à ***Juniperus phoenicea***, le genévrier de Phénicie, appelé également genévrier rouge (en raison de la couleur de ses fruits). Dans notre zone d'étude, le versant sud de la montagne de l'Adazene porte une formation typique à *Juniperus phoenicea*. La junipéraie du bassin d'Ansous (en contrebas du Tizi n Aït Ouriat) est à l'étage du genévrier de Phénicie, mais celui-ci se raréfie au profit de *Juniperus thurifera*, grâce à l'inversion thermique.

Les formations de ***Quercus ilex*****,** chêne vert, sont principalement situées sur l'adret de l'Ighil n Aït Ouriat jusqu'au haut de versant, sur le bas de l'ubac du Waougoulzate, et sur les adrets et ubacs du bassin de Rbat.

L'espèce arborescente s'élevant le plus en altitude est ***Juniperus thurifera***, le genévrier thurifère. Cependant, il ne faut pas uniquement le voir comme une espèce en périphérie des formations forestières. Il forme en effet de grands massifs, qu'on peut retrouver à des altitudes moyennes grâce à des phénomènes d'inversion thermique.

Enfin, on le retrouve à l'état dispersé dans de nombreuses chênaies vertes. Mais si le thurifère trouve sa place dans des conditions froides et humides, il est éliminé par une forte nébulosité (Rhanem, 1985). Cela expliquerait son absence des formations à chêne vert du haut de versant de l'Ighil n Aït Ouriat.

Il existe également des peuplements à ***Fraxinus xanthyloïdes***, le frêne dimorphe. Sur le versant nord de l'Adazen on le rencontre à l'état dispersé sur quelques hectares. Rhanem (1985) explique sa présence par les conditions du relief créant une « niche de nivation » ; le cortège floristique associé est effectivement révélateur de conditions humides et froides. On le retrouve dans la chênaie verte sur un versant nord escarpé du bassin de Rbat, où la neige reste accumulée longtemps. Etant donné qu'il s'agit d'une espèce très recherchée pour l'alimentation du troupeau, il est possible qu'elle ait disparu de nombreux lieux de ce type où les conditions lui sont favorables.

Juniperus oxycedrus, le genévrier oxycèdre, ne constitue pas véritablement de peuplements stables où il domine, mais est présent dans presque toutes les formations boisées de la vallée (excepté dans des conditions trop froides, comme dans certaines thuriféraies). Il existe cependant des étendues d'oxycèdres épars de plusieurs hectares, mais qui correspondent certainement à un stade de dégradation de la chênaie en cours de recolonisation par cette espèce pionnière.

La carte en Annexe 2 permet de situer les quelques formations dont nous venons de parler.

1.1.4.3.Caractéristiques principales de la dynamique des espèces arborescentes

Les genévriers sont des essences pionnières, se régénérant par semis. Le chêne vert est une espèce post pionnière : il n'est pas adapté à la colonisation des milieux ouverts. Sa dissémination par semis n'est donc pas fréquente dans les Aït Bougmez vu le degré d'ouverture de la forêt. La régénération du chêne vert se fait donc majoritairement avec des drageons ou des rejets de souche. Le geai des chênes, *Garrulus glandarius,* a été observé de nombreuses fois. Cet oiseau pourrait constituer une opportunité de colonisation par le chêne vert dans des conditions propices.

Des chenilles défoliatrices du chêne vert on été observées, causant parfois de gros dégâts au houppier, mais n'entraînant pas la mort de l'arbre. Des témoignages rapportent aussi la présence de larves consommatrices de glands.

Figure 4 : rameau défolié par les chenilles. Hors agdal de Rbat, au mois de juin. (Photo : J.B. Cordier)

Le genévrier oxycèdre subit l'action du parasite Arceutobium oxycedrii, appelé *tamamt* en berbère. Cette plante est la cause de la mortalité de nombreux gros oxycèdres. Dans l'agdal de Taghoulit, quelques hectares de forêt sont parsemés d'oxycèdres mort sur pied, ou en cours de dépérissement. D'autres zones pourraient subir une vaste régression de la forêt à cause de ce parasite, par exemple dans l'agdal d'Aït Ouchi. Dans l'agdal d'Iskatafene, de véritables « champs de souches » d'oxycèdre ont été observés.

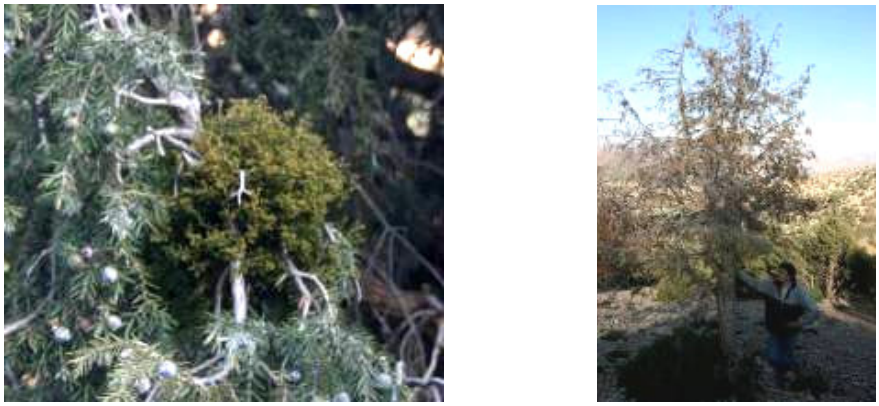


Figure 5 : Arceutobium oxycedrii sur un rameau d'oxycèdre (à gauche) et oxycèdre complètement dépéris à cause du parasite. Agdal d'Iskatafene. (Photos : Pierre Marie Aubert)

1.2. La société traditionnelle et l'économie rurale

1.2.1. Le système tribal et l'appropriation de la terre

La société traditionnelle berbère de l'Atlas, telle que l'a définie Gellner (cité par Aubert, 2006), est structurée par un jeu d'échelle passant du foyer, à l'Ighs (lignage), puis au *douar* (unité villageoise, composée de plusieurs ighs), à la fraction (ensemble de *douars*) et enfin à la tribu, assemblage de fractions : c'est un schéma **segmentaire**.

Béatrice Lecestre Rollier[2] a montré que la tribu des Aït Bougmez ne se référait pas à une ascendance commune. Elle est constituée d'un assemblage de fractions, parfois découpées en sous fractions. Cette hiérarchisation est avant tout une terminologie scientifique. Dans le cas présent, une sous fraction n'est pas forcément englobée dans une fraction.

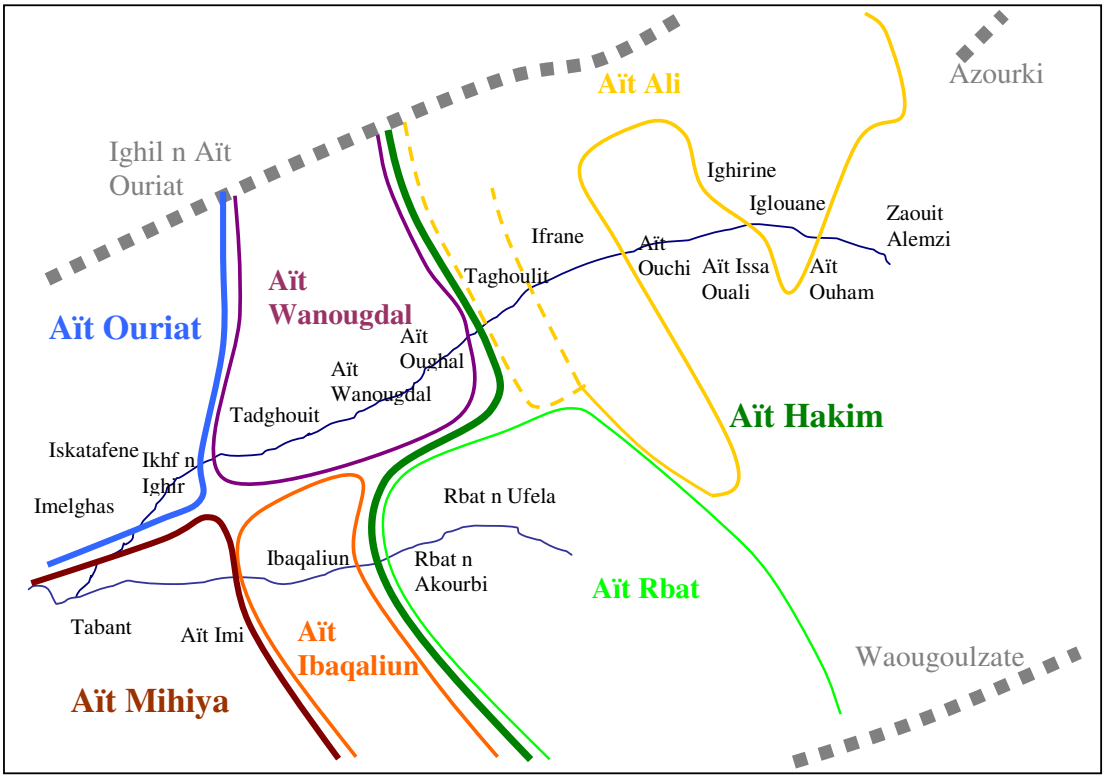


Figure 6 : Carte des fractions, sous fractions et *douars*, de la partie haute de la vallée des Aït Bougmez (notre zone d'étude, où l'on reconnaît les crêtes de l'Ighil n Aït Ouriat, de l'Azourki et du Waougoulzate ainsi que les principaux cours d'eau formant les branches du Y).
Les gros caractères associés aux limites (approximatives) en trait épais désignent les grandes fractions. Les caractères moyens désignent les sous fractions (la limite de la sous fraction Aït Ali a été mises en pointillés au niveau de Taghoulit car le statut de ce *douar* n'est pas certain). Enfin, les *douars* (villages) sont représentés en petites lettres noires.

La *taqbilt* est le module social structurant la société des Aït Bougmez (Lecestre, 1992), et la jmaa son expression matérielle (une assemblée d'hommes se réunissant à la mosquée). Les membres de la *taqbilt* viennent représenter le groupe auquel ils appartiennent

[2] Béatrice Lecestre Rollier a effectué une recherche anthropologique sur l'histoire de la vallée des Aït Bougmez, thèse présentée en 1992

(que ce soit l'*ighs*, le *douar* ou la fraction) et viennent défendre leurs intérêts ou prendre part à des processus commun de décision auprès de l'échelon supérieur. Par exemple la *taqbilt* villageoise est concrètement formée des chefs de famille (Tirillini, 2004). Elgueroua (2005) a montré cependant que la *taqbilt* englobant tous les *douars* des Aït Bougmez n'existe plus aujourd'hui.

La gestion des ressources naturelles est discutée aux différents niveaux de segmentarité (*taqbilt* du *douar*, de la sous fraction, de la fraction). L'échelle du *douar* est aujourd'hui la plus pertinente en ce qui concerne les règles d'accès à la forêt et de répartition de l'eau. La personne chargée du respect des règles de gestion décidées par la *taqbilt* est le *naïb*. Des *taqbilt* inter villageoises (ou au niveau d'une fraction ou d'une sous fraction) sont parfois formées afin de trouver des solutions à des conflits ou de renouveler des règlements concernant les pâturages collectifs d'estive.

La gestion de la forêt et des estives est effectuée sur la base d'une séparation entre un espace protégé dans le but d'y effectuer un stock de ressource fourragère : l'Agdal, et un espace où l'usage est beaucoup plus libre. Les pratiques d'Agdal sont courantes chez les populations berbères de montagne. Le *naïb* est le « gardien » chargé de la surveillance de l'Agdal forestier.

Dans les Aït Hakim (constituant la plus grande part de notre zone d'étude), les conflits sur le droit d'accès à la forêt ont souvent opposé les *douars* de la sous fraction Aït Ali (Ifrane, Ighirine et Iglouane) à leurs voisins (Aït Ouchi, Aït Ouham et Zaouit Alemzi). Cela a conduit à de vastes opérations de déboisement délibérément destructrices (notamment sur l'Azourki, en contrebas de Tizi n Tirghist et sur le versant nord de la combe d'Aït Ouriat, en face d'Ifrane et d'Aït Ouchi).[3] S'il existe encore des contestations à propos de ces droits aujourd'hui, de tels conflits destructeurs ont bel et bien disparu. Les droits d'usages de la forêt sont négociés et échangés contre l'accès à l'eau.[4]

La notion d'appropriation d'un espace consiste en différents niveaux de droits sur cet espace. Schlager et Ostrom (1992, cités par Auclair, 1996) établissent un schéma définissant 5 types de droits que les « propriétaires » acquièrent selon leur niveau d'appropriation : l'accès, le prélèvement, la gestion, l'exclusion et l'aliénation.

Auclair (1996), qui a étudié l'appropriation communautaire au Maghreb cite l'exemple des Aït Bougmez comme l'expression d'une superposition entre niveaux d'appropriation des ressources et structure segmentaire, « le contrôle du territoire gravissant les niveaux de segmentarité à mesure que l'on prend de la hauteur sur les versants et que l'on s'éloigne des villages ».

C'est ce qu'exprime Tirillini (2004) dans son schéma de synthèse effectué au sujet du village d'Ighirine (page suivante).

Du fond de la vallée irrigué aux hauts pâturages d'estive, on passe ainsi de la propriété privée au statut collectif inter villageois. Cela montre aussi la superposition entre un statut légal (domaine forestier) et des droits d'usage des ressources collectives définis par la communauté (Agdal forestier et forêt hors de l'Agdal). Cet aspect de superposition des statuts sera plus largement développé dans la partie sur l'intervention des Services Forestiers de l'Etat.

---

[3] Aubert, 2007, retranscription de discussion récentes avec des personnes d'Ighirine, d'Ifrane et d'Aït Ouchi. Les personnes interrogées avouaient sans honte leur action destructrice de la forêt, qui s'inscrivait dans des conflits sur l'appropriation des ressources forestières.

[4] il est intéressant de remarquer que Aït Ouchi, revendiquant le droit d'accès à la forêt d'Ifrane, et Aït Ouham, revendiquant le droit à la forêt d'Ighirine et d'Iglouane sont en amont de leur vis-à-vis, ce qui leur permet d'effectuer un contrôle sur l'eau.

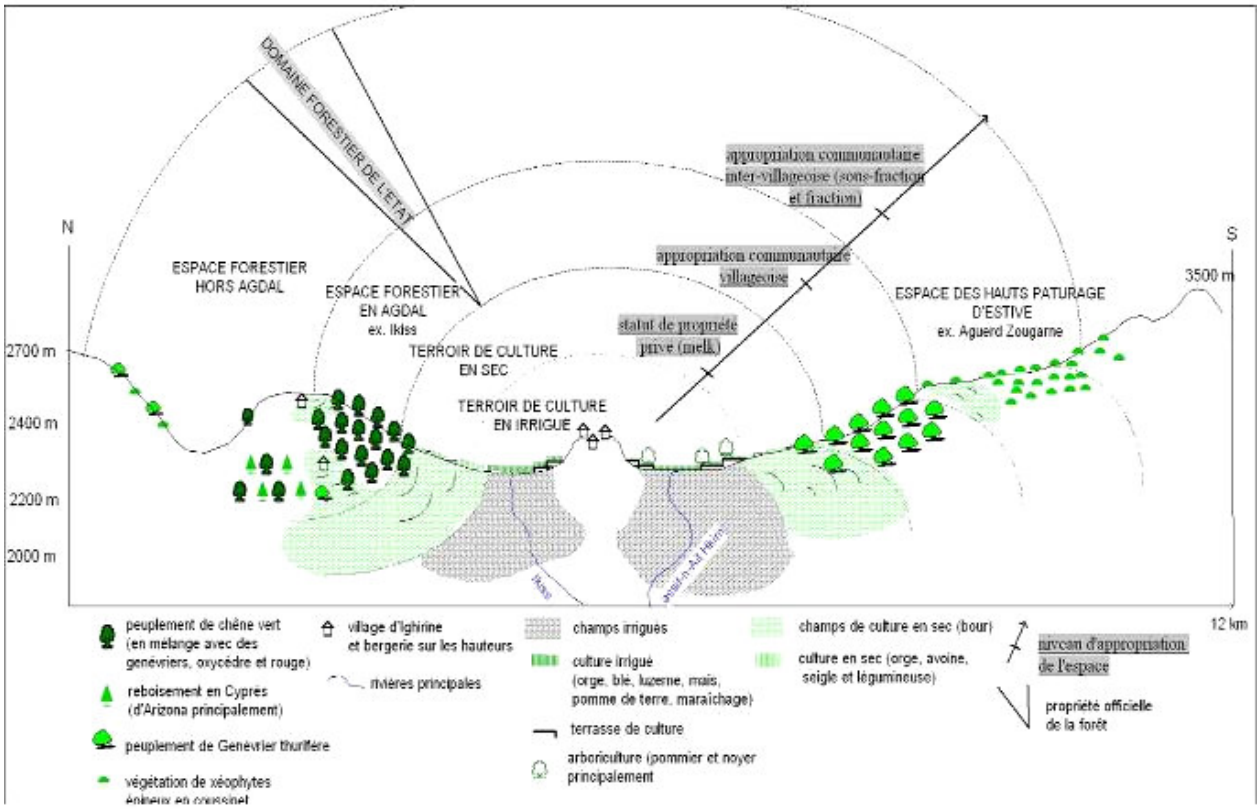


Figure 7 : Par Thomas Tirillini, 2004 : Occupation du sol et modes d'appropriation de l'espace. Cas du village d'Ighirine.

Dans le statut privé, Tirillini distingue à juste titre les cultures sèches, *bour,* du terroir irrigué. En effet, le *bour* relève également de l'appropriation communautaire en ce qui concerne la vaine pâture (pâture libre de terres privées) des terres en jachères ou des chaumes.

Il faut ajouter à ce schéma qu'il existe aussi des parcelles de forêt relevant du statut privé. Dans certains cas, il y a conflit sur le droit d'usage des arbres entre la *taqbilt* villageoise et le propriétaire.

Le niveau d'appropriation « inter villageois » assigné à la forêt hors de l'Agdal n'est en réalité plus très représenté aujourd'hui. Auclair (1996) parle d'une tendance de « privatisation » de la forêt au niveau villageois, remplaçant le contrôle de niveaux segmentaires supérieurs. Sur notre zone d'étude, nous n'avons rencontré de véritable hors agdal intervillageois que dans les Aït Ouriat, entre le village d'Imelghas et d'Iskatafene.

Cette « privatisation » de la forêt ne concerne pas forcément l'accès au parcours. Par exemple, si les frontières entre les forêts d'Ifrane, Taghoulit et Ighirine Iglouane sont clairement définies, on parle encore de « Moucharika Aït Ali » pour désigner un espace de parcours commun. C'est également le cas pour les Aït Rbat (Rbat et Akourki).

Quant au caractère collectif de l'usage des arbres hors de l'Agdal, il s'exprime encore non pas par des droits d'usage, mais plutôt par une tolérance accordée aux *douars* voisins possédant peu de forêts.

Le tableau ci-dessous résume la situation générale de l'appropriation de la forêt. Pour chaque aspect, a été distinguée l'autorité des usagers (voilà pourquoi dans le premier cas on parle de *taqbilt* et dans le second de *douar*).

	Propriété privée forestière		**Agdal forestier**		**Forêt hors de l'Agdal**	
	Autorité	Utilisateur autorisé	**Autorité**	Utilisateur autorisé	**Autorité**	Utilisateur autorisé
Parcours du troupeau	**Propriétaire et/ou *Taqbilt* villageoise**	*Douar* ou sous fraction	***Taqbilt* villageoise ou de la sous fraction**	*Douar* ou sous fraction	***Taqbilt* villageoise ou de la sous fraction**	*Douar* ou sous fraction
Prélèvement de fourrage foliaire et bois de feu	**Propriétaire et/ou *Taqbilt* villageoise**	Propriétaire et/ou *douar*	***Taqbilt* villageoise**	*Douar*	***Taqbilt* villageoise**	*Douar* et éventuellement voisins tolérés
Prélèvement de bois de construction	**Propriétaire et/ou *Taqbilt* villageoise**	Propriétaire	***Taqbilt* villageoise**	*Douar*	***Taqbilt* villageoise**	*Douar*
Mise en culture	**Propriétaire**	Propriétaire	***Taqbilt* villageoise**	Villageois dans le besoin		

Tableau 1 : Les autorités régissant les différents usages et les utilisateurs des principaux types d'espaces forestiers : la propriété privée, l'Agdal et le hors Agdal (ces deux derniers types font également partie de la forêt domaniale, mais l'autorité de l'Etat n'apparaît pas dans ce tableau, qui fait uniquement appel au droit coutumier).

L'appropriation de la terre n'obéit pas qu'à un principe de verticalité : il faut également l'étudier sur le plan horizontal.

L'espace forestier de chaque village est situé sur les bassins versants débouchant dans le terroir irrigué de ce village[5]. Cette manière de délimiter est particulièrement intéressante, car elle place l'enjeu de protection des ressources forestières et de protection contre les crues sur un même espace pour chaque village. C'est une donnée à retenir dans l'optique de proposer des aménagements de la forêt.

Mais cette répartition est aussi à la source d'inégalités entre les villages. Certains trouvent injuste que le village voisin puisse jouir à lui seul d'une forêt beaucoup plus vaste et en réclament le droit d'usage, qui se traduit souvent par une tolérance à un prélèvement relativement faible.

1.2.2. L'économie agropastorale

1.2.2.1.Les activités agricoles et d'élevage

Le paysage des Aït Bougmez est marqué par le contraste entre une large vallée irriguée et des versants secs, tel un paysage d'oasis.

Les paysans en ont tiré parti en canalisant l'eau et maîtrisant les crues, ce qui a permis le développement d'une agriculture intensive et diversifiée, à la fois vivrière (céréales, légumes), fourragère (orge, luzerne), et aujourd'hui commerciale (pommiers, pommes de terre). Les adventices et les herbes de bords des champs sont récoltés ou broutés par des bovins (pour la production familiale de lait). Les bas de versants, certes non irrigués, sont

[5] Cette généralité n'est contredite que dans le cas de la frontière entre Akourbi et Ibaqaliun sur l'ubac du Waougoulzate, le ruisseau marquant la limite ; et dans le cas de l'Agdal de chêne vert de Zaouit Alemzi.

souvent assez plats et avec un sol assez profond pour servir à la culture sèche *bour* de céréales et parfois de légumineuse. On peut éventuellement trouver des cultures *bour* dans la forêt sur des replats. Quant aux versants et aux crêtes, ils sont utilisés comme parcours pour l'élevage extensif (chèvres et brebis) et donc la production de viande.

Les forêts font partie intégrante des parcours. Elles sont souvent situées à proximité des villages et des bergeries y sont construites. A proximité des villages entrent également en compte la présence d'autres types de parcours : les *bours* en jachères ou en chaumes, soumis à la vaine pâture, et les parcours asylvatiques de basse altitude.

C'est en automne, en hiver et au début du printemps que les forêts servent de parcours principal. En effet, à partir du printemps (mois de mai) la majorité de l'effectif monte en estive (dont les agdals pastoraux). Suivant l'effectif qui se déplace en transhumance hivernale, la pression peut baisser en hiver ; la pratique de la transhumance dépend en partie de la quantité de précipitations ayant arrosé les parcours du sud de l'Atlas.

En hiver, la forêt n'est pas seulement un parcours pastoral : c'est aussi un stock de fourrage foliaire sur pied. En plus des réserves effectuées avec les cultures fourragères, les villageois mobilisent donc ce fourrage en émondant les arbres. Ce sont les femmes qui effectuent cette exploitation de fourrage, à l'aide d'une hache. En cas de neige cela peut devenir une nécessité pour la survie du troupeau, car tous les parcours sont recouverts par le manteau neigeux. C'est dans ce cas que la gestion en Agdal de la forêt trouve son intérêt principal. L'interdiction de la coupe sur un secteur de la forêt à proximité du village - l'Agdal forestier – permet de constituer une réserve mobilisable en cas d'épisode neigeux.

Fouilleron (2004) a mis en évidence différentes stratégies d'utilisation des parcours forestiers et du fourrage foliaire. La mobilité des troupeaux y est un facteur prépondérant, ainsi que la capacité de production et d'achat de compléments fourragers. Ainsi, il est probable que les troupeaux les moins mobiles, en général de petit effectif et ne pouvant bénéficier que peu d'apports fourragers, soient ceux qui aient le plus d'impact sur la forêt pour deux raisons principales. D'une part leur présence toute l'année à proximité du village implique une pression permanente empêchant aux strates de végétations basses de se reproduire et de se développer. D'autre part, la pression des troupeaux n'effectuant pas la transhumance hivernale (parfois avec un grand effectif) se manifeste par l'émondage des arbres forestiers. Fouilleron estime que le fourrage foliaire de chêne vert et de genévrier représente en moyenne 20 % de la ration alimentaire (% de poids ingéré) des troupeaux pendant les cinq mois d'hiver.

1.2.2.2.Les autres besoins

Le bois est un combustible indispensable pour la cuisine durant toute l'année, et en hiver pour chauffer les maisons. Le bois de feu peut être récolté sous forme de bois mort (sur pied, au sol ou sur d'anciennes souches) mais aussi de bois vif. Il est également utilisé pour chauffer la mosquée pendant tout l'hiver, car elle devient le lieu de rendez vous principal des hommes ; et aussi pour l'eau des ablutions. Le bois de feu est principalement prélevé par les femmes.

Les plantes et les arbres peuvent être utilisés par les femmes ayant une activité de tissage. Par exemple, les feuilles du frêne dimorphe produisent une teinture noire. L'écorce de

gros chênes verts était auparavant utilisée pour produire une teinture rouge ; c'était sans doute un usage destructeur pour l'arbre. Sur le terrain, je n'ai constaté aucun écorçage.

La forêt fournit également des plantes médicinales (armoise, thym, etc.) et mellifères.

Les arbres de la forêt sont exploités pour du bois de service. Ainsi, de nombreux ouvrages destinés à canaliser les crues sont renforcés avec des branches de genévrier. Autre exemple, la place de battage nécessite l'installation d'un pieux vertical. Ces exploitations ont un impact minime car elles mobilisent peu de ressources. Mais elles sont quand même souvent contrôlées par la *taqbilt*.

Enfin, la forêt sert à produire du bois de construction. La quantité à mobiliser est importante pour construire les grandes maisons en pisé, typiques de la vallée.

La construction de la charpente des maisons traditionnelles en pisé nécessite l'assemblage de deux types de pièces : les poutres (tiges de gros diamètre, d'environ 20 à 30 cm à la base jusqu'à de 10 à 15 cm de l'autre côté, et longues de plusieurs mètres) et les perches (tiges de petit diamètre, de 10 à 15 cm à la base jusqu'à la terminaison de la tige). Les genévriers sont appréciés car ils produisent un bois solide et imputrescible. Sont également utilisés les peupliers poussant dans le fond de vallée et les pins, achetés aux vallées voisines d'Aït Boulli et d'Aït Abbes, mais leur bois est moins apprécié. Les villages possédant des forêts de genévriers à la morphologie adéquate tirent profit de cette ressource dans la construction. L'oxycèdre est rarement exploité à cet usage car il est plus tortueux et son bois est réputé pour être plus fragile.

Un fait important doit être souligné : en aucun cas la forêt collective ne fait l'objet de ventes de bois à des personnes extérieures à la *taqbilt* villageoise.

1.2.3. Les changements sociaux ayant un impact sur la forêt

La vallée des Aït Bougmez est avant tout une zone où la croissance démographique est forte : 1,6 % (Aubert, communication personnelle) alors que la moyenne en milieu rural au Maroc est de 0,6% (Herzenni, 2005). Cela accroît aussi le nombre de foyers.

Cette augmentation de la population accroît la pression sur les ressources forestières, mais il existe d'autres facteurs qui la font baisser. L'entrée de richesses dans la vallée, grâce au tourisme et aux cultures de rente permet aux habitants de moderniser leur mode de vie.

Herzenni (2005) a effectué une typologie des stratégies familiales d'utilisation des ressources pour le *douar* d'Ifrane. Cette étude met en lumière les changements dans l'utilisation des ressources naturelles.

L'apparition des réchauds et des cuisinières à gaz dans les ménages sont des facteurs réduisant la consommation de combustible et donc l'extraction de bois.

Une intensification de l'élevage bovin au détriment de l'ovin et du caprin permet de réduire la pression sur les parcours mais justifie toujours l'exploitation fourragère du chêne vert en hiver.

La transhumance n'est pas pratiquée de la même façon que dans le passé, mais cela ne signifie pas forcément avec moins d'importance. L'appauvrissement des parcours du sud à cause des sécheresses rend cette pratique risquée en cas de mauvaise année climatique. Grâce aux camions, les éleveurs peuvent aujourd'hui amener leurs troupeaux dans des régions plus lointaines, et adapter leur destination à l'offre fourragère annuelle. Ces modes de déplacements sont chers et ne sont pas justifiés dans le cas de petits troupeaux. Certains

éleveurs se regroupent afin de rentabiliser cette opération[6]. Mais la perspective de morcellement des exploitations formulée par Herzenni (2005) verrait l'augmentation du nombre de petits troupeaux ; cette tendance ne viendrait sans doute pas conforter la participation à la transhumance hivernale.

Quant aux changements politiques, ils peuvent consister en une baisse d'autorité de la *taqbilt*. C'est le cas des villages des Aït Ouriat, où la *taqbilt* n'effectue plus de contrôle du bois de construction dans l'agdal. En revanche, l'absence de *naïb* ne signifie pas une attitude laxiste de la *taqbilt* vis-à-vis des infractions à la règle de l'Agdal. Dans les villages Aït Hakim, il semble qu'on assiste à une volonté des *taqbilts* de protéger la forêt. Les agdals sont désormais évoqués comme un patrimoine à transmettre. La forêt hors de l'Agdal fait l'objet de statuts de protection : mises en défens temporaires et agrandissement de l'Agdal.

1.3. La gestion en Agdal forestier

1.3.1. Le concept d'Agdal

Les parcours et les forêts sont soumis à une différenciation entre deux types d'espaces : l'*Agdal* et le *hors Agdal*. Au sens berbère, le mot *Agdal* désigne à la fois un espace délimité et un mode de gestion des ressources naturelles présentes sur cet espace.

Dans le rapport de l'Institut Français de la Biodiversité (IFB, 2007), Laurent Auclair écrit à propos du concept d'Agdal dans le Haut Atlas :

« L'*Agdal* désigne un mode d'appropriation et de gestion de la terre (un statut dans le droit coutumier). C'est le plus souvent un mode de gestion en bien commun mis en oeuvre par une institution locale réglementant l'accès à un territoire et aux ressources qu'il renferme. […] C'est aussi un corpus de règles d'accès et d'usage qui se rapportent à ce territoire, l'*Agdal* désignant à la fois le territoire, l'institution et les règles. Celles-ci correspondent, c'est une constante, à l'instauration de mises en défens définissant l'alternance de périodes d'ouverture et de fermeture du territoire pour des ayants droits bien identifiés ».

Il existe deux types de pratiques d'agdals dans la vallée des Ait Bougmez : l'Agdal pastoral et l'Agdal forestier. Pour résumer, l'Agdal pastoral est un espace dans lequel une mise en défens des troupeaux (interdiction de pâturer) est effective au printemps afin de laisser croître la ressource fourragère de la strate herbacée et chaméphytique jusqu'à l'été. Ainsi, les troupeaux pourront disposer de cette nourriture au moment de la sécheresse estivale. Le concept d'Agdal renvoie alors à une réglementation qui établit un droit d'accès strict (liste de *douars* ayants droits) et une date d'ouverture (Kerautret, 2005).

Pour l'Agdal forestier, la mise en défens concerne la coupe sur les arbres. Il n'est permis de récolter le fourrage foliaire que lorsque la neige recouvre le sol des parcours, et donc que les troupeaux ne trouvent plus de ressources fourragères. L'Agdal offre donc une assurance contre la pénurie alimentaire des troupeaux. La conservation de cette ressource « en réserve » justifie sa mise en défens le reste de l'année. Les agdals forestiers sont situés à proximité des villages, car la ressource doit être disponible alors que la neige gêne les déplacements. Ils servent également de source de bois sec pour chauffer la mosquée et l'eau

[6] Trois éleveurs d'Ifrane, dont l'effectif total s'élève à 400 têtes, se sont regroupés cette année et ont ainsi pu effectuer la transhumance hivernale pour la première fois. Si elle se banalise au fur et à mesure des années, une telle baisse d'effectif en hiver aura des conséquences positives sur la régénération de l'Agdal forestier.

des ablutions. Selon les espèces d'arbres en présence, la coupe de bois de construction est permise et souvent très règlementée. L'Agdal, grâce à son statut de protection, contient souvent des arbres bien conservés et donc suffisamment grands pour fournir des charpentes.

Chaque *douar* (village) possède son ou ses agdals (voir Figure 8). Chaque agdal est soumis à des règles d'usage qui lui sont propres, et qui sont définies et appliquées par la *taqbilt* villageoise (ensemble des hommes du village se réunissant pour prendre les décisions collectives). Ces règles peuvent concerner l'espèce d'arbre récoltée, les quantités prélevées, le nombre et l'alternance des jours d'ouverture, le lieu de la coupe annuelle, etc.

L'espace forestier hors Agdal ne présente pas ou peu de règles : hormis le droit d'accès, tout ce qui concerne le prélèvement est assez permissif. Il sert donc de source de bois de feu et de fourrage foliaire pendant une grande partie de l'année. Il ne fait pas l'objet d'une appellation particulière : les villageois le nomment *bara n Agdal,* ce qui signifie « en dehors de l'Agdal ».

La notion de Moucharika est opposée à juste titre à la notion d'Agdal dans l'étude de Kerautret (2005). C'est en effet par ce mot, venant de l'arabe moucharaka signifiant « participation », que sont désignés les pâturages collectifs non règlementés ou grand nombre de tribus viennent en estive. Il s'oppose bien à l'Agdal pastoral par son manque de réglementation.

La notion de Moucharika n'est cependant pas synonyme de zone hors agdal lorsqu'il s'agit de la forêt. Lorsque ce mot est employé pour désigner l'espace forestier, il indique un statut collectif du parcours en forêt et non de l'exploitation des arbres. Chaque *douar* délimite sa propre forêt hors de l'Agdal. Une grande forêt collective a certainement existé par le passé, mais son statut a changé et elle a donc été partagée entre différents villages. Il arrive cependant que des zones hors de l'Agdal soient exploitées par plusieurs *douars* (voir Figure 8) ; il s'agit alors d'un arrangement informel entre le village affirmant son droit de propriété et un autre y revendiquant l'usage par besoin. La reconnaissance du statut collectif des arbres hors Agdal est rare : cette situation n'existe pas dans les Aït Hakim.

Les villages d'Ifrane et de Taghoulit parlent de moucharika (le « moucharika n Aït Ali ») lorsqu'ils désignent leur espace de parcours commun, agdals forestiers y compris. C'est également le cas entre les *douars* d'Ifrane et d'Akourbi.

La division Agdal / hors Agdal de la forêt concerne en réalité plus des ressources que des espaces. Ce sont en effet des ressources qui sont ou non mises en défens et soumises à des règles de prélèvement (fourrage foliaire, bois, éventuellement chaméphytes) et non l'accès aux espaces portant ces ressources. La globalité de la forêt est en effet soumise au parcours des troupeaux.

Dans le rapport de l'Institut Français de la Biodiversité (2007), Didier Genin distingue donc la pratique de l'Agdal pastoral de celle de l'Agdal forestier : dans le premier cas le raisonnement se fait au niveau de l'espace en tant qu'écosystème, avec la perception d'une « biodiversité de fonction » ; alors que dans la gestion de la forêt en Agdal, le raisonnement se fait au niveau des arbres sans prise en compte du fonctionnement de l'écosystème forestier dans la gestion.

1.3.2. Diversité de cette gestion

La diversité inter villageoise des pratiques s'exprime essentiellement dans l'Agdal forestier. Chaque *douar* possède des règles de gestion de son agdal qui lui sont propres.

Ainsi pour ouverture en cas de neige, les règles pouvant être mises en place peuvent concerner :

1) Le lieu du prélèvement :
- Rotation interannuelle entre différents compartiments du massif.
- Délimitation d'une zone de coupe au sein d'un compartiment.

2) Le type de prélèvement :
- Espèce d'arbre prélevée.
- Coupe des branches fines uniquement.

3) L'intensité du prélèvement :
- Nombre de jours d'ouverture.
- l'alternance de jours d'ouverture et jours de fermeture, afin de limiter le gaspillage.
- le nombre de personnes de la famille pouvant aller récolter ensemble.
- le nombre de charges (fagots de branches vertes).
- la possibilité d'y aller avec un âne ou une mule (animal de charge).

L'Agdal peut également être une réserve de bois d'œuvre, pour la construction des maisons. Les poutres proviennent essentiellement du genévrier thurifère, et les perches du genévrier thurifère et du genévrier de phénicie. La coupe exceptionnelle de bois d'œuvre dans l'Agdal doit normalement avoir l'accord de la *taqbilt*. Mais la coupe de bois d'œuvre peut aussi avoir lieu régulièrement pour toutes les familles, chacune d'elle récoltant une quantité fixée de perches, et selon ses besoins, en pratiquant l'échange ou en fasse le commerce avec d'autres familles du *douar*.

L'espace hors Agdal n'est pas forcément une zone où la liberté d'usage est totale. Aujourd'hui, certaines zones sont mises en défens de la coupe (par la *taqbilt*) pendant plusieurs années, afin de laisser régénérer les arbres soumis à une pression trop forte. On parle alors de « nouvel Agdal » mais la vocation de ces espaces est bien de redevenir des lieux de prélèvements non contrôlés une fois la mise en défens terminée. Enfin, on a pu relever certaines règles concernant des hors Agdal : période d'ouverture, interdiction pour un berger d'avoir une hache, nombre de membres d'une même famille allant couper le bois au même moment, etc. A Ibaqaliun, une partie du hors agdal, constituée d'un peuplement de gros thurifères est réservée à l'usage « bois de construction ». Sont donc exclus les usages de fourrage foliaire et de bois de feu, pouvant abîmer le capital en bois de construction.

L'un des espaces les plus surprenants du point de vue de la gestion est un « Agdal à arbuste » dans le cône de déjection d'Aït Ouham, au coeur du village. Ce village avait en effet été en partie détruit par une crue. La mise en défens concerne le prélèvement de chaméphytes (principalement *Ormenis scariosa*) car ces plantes serviraient de ralentisseur naturel du courant en cas de nouvelle crue.

La diversité de la gestion est récapitulée dans un tableau en Annexe 3 ; la carte page suivante présente l'emplacement des agdals et des hors agdals ainsi que de quelques propriétés privées dans la forêt, où les arbres sont uniquement utilisés par le propriétaire des parcelles.

1.3.3. Gestion en Agdal et dégradation : état actuel de la discussion

Le mode de gestion en *Agdal* est adapté au contexte pastoral traditionnel, (spatio-temporalité, gestion du risque ; Genin, 2007) mais les changements actuels du système d'élevage et la forte augmentation de la population ont des conséquences sur la pression sur les ressources naturelles et donc sur l'état écologique des forêts.

Au cours des dernières décennies les forêts de cette haute vallée ont été le théâtre d'une dégradation, mais cette dégradation s'est opérée de façon très différentielle selon le statut de l'espace. Certaines zones ont même vu leur couvert végétal augmenter (Sanae Hammi, 2005, par interprétation et comparaison de photos aériennes à 40 ans d'intervalle sur la forêt de la sous fraction Aït Hakim ; carte de synthèse en Annexe 4) ; il s'agit presque toujours de zones en Agdal. La diversité de la gestion et de la pression appliquée à l'espace a des conséquences très nettes en terme de dynamique végétale. Sanae Hammi conclut bien à une préservation du couvert dans les agdals forestiers mais souligne que le taux de régression global du couvert sur quarante ans, avoisinant les 10%, correspond au taux de déboisement moyen dans le Haut Atlas. Il faut cependant souligner que la régression du couvert a concerné principalement des zones de conflit entre *douars*, où la destruction de la forêt n'a pas cherché à être évitée. Aujourd'hui, la situation est assez stable du point de vue politique, on ne s'attend pas à la répétition de tels conflits.

Montes *et al* (2004), ont réalisé une étude écologique plus fine et plus localisée en comparant la couverture des strates végétales, la biodiversité végétale, la biodiversité de lépidoptères et la richesse du sol entre des zones Agdal (dont une non soumise au pâturage) et hors Agdal. Leur conclusion principale et que c'est l'action du parcours qui impacte le plus sur la biodiversité, la richesse du sol et la strate herbacée, la gestion en Agdal n'ayant de véritables conséquences que sur la strate arborescente.

Le point de vue de Montès (2007, Colloque « Agdal » à Marrakech) est que l'inégale répartition de la pression sur la forêt (entre Agdal et hors Agdal) serait un facteur aggravant la dégradation globale. Mais il faut aussi constater le fait suivant : les agdals forestiers sont proches du village, et les hors agdals plus lointains. On peut aussi faire l'hypothèse que la situation de l'Agdal empêche le recul de la forêt par un front de régression.

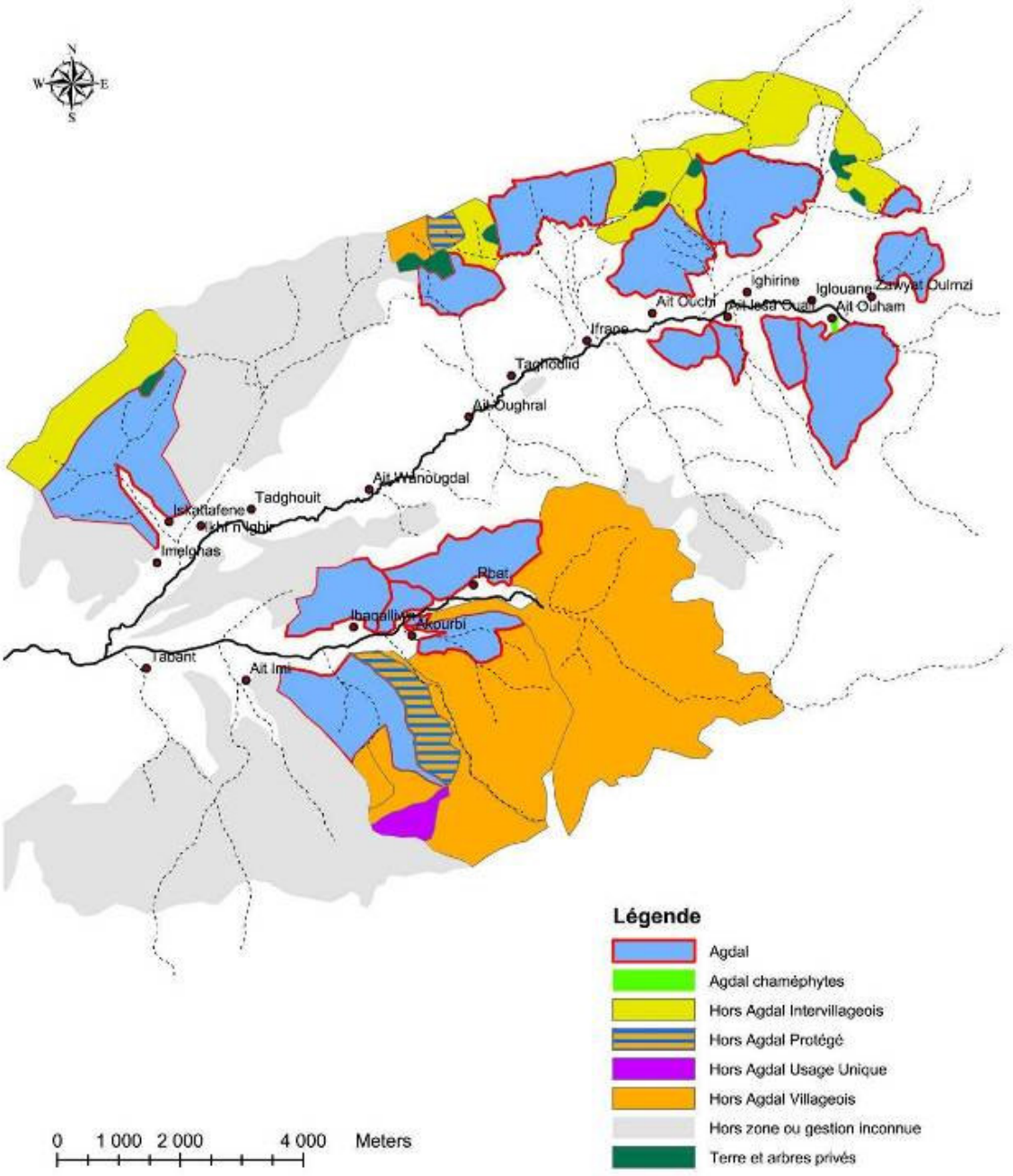


Figure 8 : Carte des espaces forestiers selon leur statut de gestion.
Les hors agdals « villageois » sont ceux utilisés par un seul *douar*. Les « intervillageois » ne sont en général pas des forêts où l'usage de tous les villages est reconnu par les deux parties (seul les *douars* d'Iskatafene et d'Imelghas ont conservé ce partage de la forêt), mais où l'accès du village revendiquant le droit d'usage des ressources forestières est toléré. Certains de ces hors agdals intervillageois ont été des zones de conflits dans le passé. Le hors Agdal protégé est ce qu'on désigne aussi par « nouvel Agdal ». (J.B. Cordier, sous Arc Gis 8.1)

1.4. Intervention des services forestiers de l'état

1.4.1. Une nouvelle forme d'autorité

L'intervention des Eaux et Forêts avant d'être technique, est avant tout l'affirmation de l'autorité étatique, appliquant la législation nationale concernant les espaces naturels. Sur notre zone d'étude, la forêt est principalement domaniale hormis quelques parcelles de droit privé ou ayant conservé un statut collectif (agdal d'Imelghas), mais qui de toute façon relèvent du régime forestier.

Les seuls usages autorisés en forêt domaniale sont le pâturage des troupeaux et le ramassage du bois mort gisant au sol. L'exploitation des arbres est autorisée sur le terrain privé, mais elle est soumise à l'aval du responsable des Eaux et Forêts, et doit répondre à des contraintes techniques permettant la régénération des peuplements[7]. En général, toute forme d'ébranchage est formellement interdite, sauf bien sûr dans le cas de la taille d'arbres fruitiers.

La mise en défens concernant les troupeaux est de rigueur sur l'ensemble des terrains reboisés jusqu'à ce qu'elle soit levée par les autorités forestières (généralement une fois que le seuil de 1m50 de hauteur ait été atteint). Le cadre législatif prévoit qu'un cinquième de la forêt domaniale peut être mis en défens afin de favoriser la régénération. Cette mesure n'a jamais été prise dans les Aït Bougmez.

L'appropriation de la forêt par l'Etat s'exprime physiquement par une délimitation de domaine forestier (bornage) ainsi que par des reboisements, parfois hors du domaine délimité.

Dans les Aït Bougmez, le domaine forestier est constitué de deux cantons, gérés par le chef de triage de Tabant. Il s'agit du canton d'Azourki, englobant la totalité de la forêt présente sur le versant sud de l'Ighil n Aït Ouriat (d'Iskatafene à Iglouane) et du versant sud de l'Azourki (Zaouit Alemzi), hormis quelques parcelles privées.

Le reboisement constitue la forme la plus aboutie de l'appropriation par l'Etat. Tirillini (2004) définit ces aires de reboisement comme des « Agdal du forestier ». Ainsi les éventuelles infractions commises dans ces espaces ne relèvent plus de la responsabilité des *taqbilts*, mais de celle du corps des Eaux et Forêt, qui devient le gardien de ces espaces. Dans les faits, la forêt domaniale, qu'elle soit ou non reboisée, garde souvent le même usage que dans le statut traditionnel. Les interdictions de pâturer sont souvent respectées, mais l'exploitation des arbres naturels (non plantés par les Eaux et Forêts) continue.

Hors du domaine, sur les terres collectives comme sur les propriétés privées, une grande partie de la population a la conviction que les arbres appartiennent aux Eaux et Forêts, étant donné qu'ils ont l'interdiction de les exploiter sans l'autorisation du chef de triage.

La superposition du droit national au droit coutumier affaiblit parfois l'autorité de la *taqbilt*.

Ainsi, dans les Aït Ouriat, l'exploitation du bois de construction dans l'agdal n'est plus contrôlée par la *taqbilt*, car cela n'atténue pas les possibilités de sanctions. Au yeux de certains villageois, l'appropriation par l'Etat est cause de déresponsabilisation des usagers et donc indirectement cause de dégradation.

Au village d'Ifrane, des terres *bours* ont été recensées comme terres privées lors de la délimitation du canton d'Azourki. Les grands chênes verts présents sur ces terres de culture faisaient autrefois partie de l'agdal, donc étaient une ressource collective. Désormais les

[7] Une parcelle privée de futaie de chêne a été ainsi exploitée il y a environ 15 ans. La mise en défens concernant les troupeaux a été respectée.

propriétaires des parcelles refusent le statut collectif des arbres, invoquant le fait que la responsabilité leur incombe en cas d'infraction, alors que la *taqbilt* voudrait que ces arbres soient exploités comme le reste de l'agdal. La *taqbilt* interdit aux propriétaires des parcelles d'en avoir un usage privé. De nombreux chênes verts ne sont ainsi plus exploités depuis des décennies.

Les infractions constatées font l'objet de procès verbaux avec des amendes. Si l'infraction constatée est le non respect d'une mise en défens sur une aire de reboisement, il peut être décidé de prolonger la durée de mise en défens.

1.4.2. Un plan d'action axé sur la protection du patrimoine naturel et des sols mais ouvert aux préoccupations sociales

Le Plan Forestier National[8], rédigé en 1998, constitue le cadre stratégique de développement durable du secteur forestier à l'horizon 2020. Cinq axes majeurs d'action ont été définis :

- la protection des sols et la régulation des eaux ;
- la contribution au développement socio-économique des populations rurales ;
- la protection de la biodiversité et de l'environnement ;
- la production de bois pour l'industrie et l'artisanat ;
- la production de services (paysages, détente et loisirs) pour les populations urbaines.

Pour une région de haute montagne telle que les Aït Bougmez, seuls les axes 1, 2 et 3 sont retenus. Notons que cette vallée fait partie du bassin de l'oued Lakhdar, qui alimente un barrage primordial pour l'irrigation des cultures de plaine et pour la production d'électricité, et qui est menacé par l'envasement.

L'action de base des Eaux et Forêt pour réhabiliter les écosystèmes et protéger les sols est le reboisement. Le principe est le suivant : le reboisement augmente la couverture du sol et justifie une mise en défens permettant la reconstitution de l'écosystème, la stabilisation du sol et ainsi retenant les sédiments. Les principales espèces utilisées dans les Aït Bougmez sont le cyprès de l'Arizona et le pin d'Alep. Les plants sont produits à la pépinière d'Azilal, et sont plantés à l'âge d'un an. La qualité d'un reboisement est jugée au taux de survie des jeunes plants.

La mise en défens sur l'aire de reboisement prive les éleveurs du parcours. Pour faire accepter ces actions et inciter au respect des mises en défens, les Eaux et Forêts mettent en place des compensations : ouverture de pistes, construction de seuils en gabions pour protéger les champs des crues et distributions de plants fruitiers.

[8] www.eauxetforets.gov.ma et communication personnelle avec le chef du Centre de Développement Forestier d'Azilal.

Figure 9 : reboisement en cyprès de l'Arizona sur le versant sud de l'Azourki, dans un milieu à chêne vert extrêmement dégradé à cause d'un conflit entre les *douars* d'Ighirine Iglouane et Zaouit Alemzi. Au premier plan, un piste récemment restaurée par les Eaux et Forêts dans le cadre d'une compensation.

Un nouveau projet de compensation est prévu : la possibilité de compenser financièrement les éleveurs usagers de la forêt si une aire de mise en défens totale d'au moins 300 hectares est mise en place. Les principales conditions sont la constitution d'une association d'éleveurs, le respect de la mise en défens et l'investissement du montant de la compensation dans des activités génératrices de revenus n'ayant pas d'impact négatif sur la forêt. Le montant annuel est de 250 dirhams / ha / an. Ce prix semble cependant assez faible en comparaison du manque à gagner avec un hectare de parcours valorisé par l'élevage.

1.5. Bilan : un constat d'une dégradation du milieu qui pose la question de la durabilité écologique de la gestion en Agdal

Auclair (2007) établit que l'Agdal est durable socialement, faisant intervenir la dimension participative et égalitaire de cette gestion. Du point de vue économique, l'Agdal est largement justifié, car il constitue un mode de gestion du risque. Du point de vue écologique, le rôle de l'Agdal pastoral dans la biodiversité est clairement établi. Mais l'incertitude réside dans la gestion en Agdal forestier. Est-ce une gestion adaptée aux objectifs de conservation de l'Etat ? Y-a-t-il au sein du cortège de pratiques effectuées sur la forêt et relevant du savoir faire local des aspects particulièrement intéressants pour la conservation des écosystèmes ? Sommes nous dans une dynamique de dégradation ? Si oui, en quoi consiste t'elle ?

Des réponses exhaustives à toute ces questions demandent bien entendu des travaux étendus dans le temps et à une intensité d'échantillonnage élevée. Cette étude vise à apporter des éléments de réponse et de discussion ; seulement certains aspects, notamment ceux concernant les pratiques d'exploitation des arbres, seront traités avec précision.

2. Problématisation de l'objet d'étude : la gestion traditionnelle d'un espace sylvopastoral

2.2. Cadre scientifique

La plupart des faits et des questionnements venant d'être exposés sont le fruit du travail réalisé par les chercheurs et stagiaires du *Programme Agdal*, un programme de recherche pluri institutionnel mené entre 2003 et 2006 dans le Haut Atlas marocain, et qui s'est clôturé par un colloque en mai 2007 à Marrakech.

Dans le contexte socio-politique actuel, la gestion des ressources naturelles doit davantage faire appel à des processus de concertation entre l'administration et les usagers. Ainsi les modes de gestion traditionnels en « Agdal » ont été étudiés sous les angles de l'impact sur les écosystèmes, du devenir de ces pratiques vu les changements économiques et sociaux que connaissent les sociétés berbères de l'Atlas, et de la perception et de la prise en compte de ces pratiques par les politiques publiques.

Concernant le volet écologique de la gestion en Agdal, il a été mis en évidence que les agdals pastoraux constituent une aire de grande biodiversité au sein des pâturages d'altitude. Mais la question de l'impact écologique de la gestion en Agdal forestier reste en suspens.

Le programme POPULAR, initié en 2006, donne une autre dimension à l'étude des agdals forestiers, en l'inscrivant dans un réseau de recherche interdisciplinaire sur l'objet de la « forêt rurale » dans plusieurs pays du monde.

A l'instar du programme Agdal, le programme Popular s'interroge sur l'intégration des pratiques, savoirs et savoirs faire locaux dans une politique de gestion durable des territoires ruraux.

2.3. Une problématique de système sylvopastoral et de forêt paysanne

2.3.1. Prise en compte de la multifonctionnalité de la forêt

Une forêt paysanne comporte un ensemble de fonctions d'usage en relation avec l'économie et le mode de vie rural. La multifonctionnalité est ici une stratégie d'optimisation de l'utilisation des ressources, guidée par des objectifs économiques ou par une nécessité.

Ne pouvant pas étudier la forêt selon toutes les utilisations qui y sont pratiquées, il s'agit de définir ses fonctions principales. Mon choix est guidé par les choix de gestion des ressources naturelles opérés par la population.

La forêt est d'abord une composante du système d'élevage, l'espace forestier constituant un **parcours** et les arbres constituant du **fourrage foliaire sur pied**. En cela elle constitue un système sylvopastoral. Les autres usages principaux sont le **bois de feu** et le **bois de construction**.

D'autres fonctions auraient pu être prises en compte (récolte de plantes médicinales, de plantes servant à la teinture, de plantes servant à la structure des toitures en terre, production de fleurs mellifères, stock de terre et de pierre pour la construction, habitat pour le gibier) mais dont l'intégration dans des règles de gestion de la forêt ne serait pas pertinente, et dont l'impact sur le milieu n'est pas aussi fort que celui des usages sus cités, et se révèle difficile à appréhender.

L'association de tous ces usages n'est pas toujours évidente. En effet, chaque exploitation a des conséquences sur la croissance et la morphologie des peuplements, ce qui peut gêner voire condamner d'autres utilisations. Plusieurs usages peuvent aussi se retrouver sur un même arbre.

Le concept de multifonctionnalité de la forêt ne renvoie pas qu'à des usages mais aussi à des valeurs environnementales telles que la protection des sols, le stockage de carbone, les habitats d'espèces animales ou végétales, etc. Nous verrons ensuite comment ces valeurs environnementales seront intégrées à l'étude.

2.3.2. Apport des sources bibliographiques marocaines et espagnoles dans la problématisation de l'impact d'une gestion sylvopastorale

2.3.2.1. Revue des principales problématiques des études de systèmes sylvopastoraux au Maroc[9] et discussion

« Pour les forêts marocaines, l'aménagement sylvopastoral se définit comme un diagnostic du milieu naturel et social, des potentialités pastorales et sylvicoles, et débouche sur l'élaboration d'un programme d'action adéquat permettant la réhabilitation et l'amélioration des parcours en harmonie avec la régénération et la conservation des formations forestières » (O. M'hirit el al, 1995). Dans les faits, les diagnostics en question contiennent des études écologiques assez poussées concernant la diversité de la strate herbacée et arbustive, ainsi que sa valeur fourragère ; et du point de vue sylvicole, les études s'intéressent à la conciliation d'objectifs de production de bois et d'objectifs d'enrichissement de la valeur fourragère des parcours, par conversions des taillis en futaies pastorales. Ces opérations, expérimentées surtout dans les taillis du moyen Atlas, ne sont très probablement pas adaptées au contexte des parcours forestiers dégradés du Haut Atlas.

Les solutions proposées pour faire face à l'appauvrissement des parcours sont des techniques d'enrichissement par semis d'espèces fourragères et plantations d'arbres et d'arbustes fourragers.

La présence du troupeau en forêt est souvent interprétée comme rédhibitoire quant à la régénération. Nombre d'études et de documents insistent sur l'importance du « quartier de régénération », indispensable à la gestion durable de la forêt.

Mais il ne faut pas oublier que nombre d'espèces méditerranéennes sont capables de résister à la pression animale durant leurs premiers stades de développement, grâce à une croissance initiale rapide (notamment lors de multiplications végétatives) et à des mécanismes de défense (épines) ou de répulsion (tanins, appétence faible).

Il est très difficile de trouver des études portant sur la régénération des peuplements qui subissent effectivement le pâturage. La plupart des études portent en effet sur les déterminants biophysiques de la germination des semences, dans des parcelles clôturées.

[9] Les nombreuses études auxquelles j'ai fait appel sont des publications de chercheurs de l'ENFI, de l'IAV de Rabat, du CNRF de Rabat, de l'ENA de Meknès et du Ministère de l'Agriculture. Une des principales sources d'information est le numéro spécial des Annales de la Recherche Forestière au Maroc sur l'Atelier sur le Sylvopastoralisme tenu à l'ENFI en 1995.

L'ébranchage[10], est une pratique interdite par la législation en forêt domaniale, et très réglementée sur les terrains privés. Les études interprètent souvent sa seule manifestation comme une cause de dégradation du milieu. Mais qu'en est il vraiment ? N'est-il pas plus logique d'émettre l'hypothèse qu'il existe des pratiques qui menées selon une intensité modérée, une procédure convenable, ne constituent pas un facteur de dégradation des forêts ? Il est dommage que « l'ébranchage » ne soit pas plus étudié comme une technique sylvicole dans la recherche forestière marocaine. En outre, le principal arbre émondé, le chêne vert, peut être envisagé comme un arbre fourrager à part entière : c'est l'un des seuls à fournir du fourrage vert en hiver dans la haute montagne (Guide du reboiseur marocain) ; ajoutons à cela son excellente capacité à rejeter.

Dans la sous partie suivante sont exposées des techniques de taille opérées sur les chênes verts des systèmes sylvopastoraux espagnols.

2.3.2.2. La *dehesa* espagnole : des pratiques de taille du chêne vert abordées sous un angle scientifique

Les *dehesas* sont des systèmes sylvopastoraux situés sur de hauts plateaux du centre de l'Espagne. On y trouve des pâturages boisés à chênes verts, à faible densité (50 à 60 arbres à l'hectare). Les conditions climatiques, sub-humides et semi-arides fraîches à froides, sont relativement semblables à celles du haut Atlas central. Il y a même des *dehesas* où la strate arborescente est constituée de genévriers thurifères.

Les chênes verts de la *dehesa* sont soumis à des pratiques de taille à buts multiples (Montoya, 1996, et Fernandez *et al*, 1999). La principale fonction des tailles est de favoriser la croissance latérale du houppier et son ouverture, afin d'augmenter l'ensoleillement et ainsi favoriser la production de glands pour la nourriture animale. Ces tailles de formation et de maintenance permettent également la récolte de fourrage et de bois en petite quantité.

Des coupes spécialement réalisées pour le fourrage foliaire et le bois de feu étaient très répandues dans le passé dans toutes les *dehesas* espagnoles, et le sont encore dans la région de Salamanca, région où l'hiver est particulièrement froid.

Ajoutons à cela la taille sanitaire, qui vise à éliminer les branches affaiblies ou porteuses de maladies.

Ces techniques proviennent d'un savoir faire ancestral, mais elle ont aujourd'hui été relayées par un « code de bonnes pratiques » émis sur des bases scientifiques[11]. La recherche forestière s'intéresse aux impacts des coupes sur la réaction de l'arbre, sa croissance, sa vigueur etc. Quelques points sont exposés ci-dessous.

Les deux principaux aspects à surveiller sont : la faculté de cicatrisation après la coupe, et l'intensité du déséquilibre effectué par la coupe.

La pratique la plus dangereuse est de couper des branches de gros diamètres, ce qui empêche l'arbre de cicatriser correctement, et ainsi favorise le développement de

[10] Coupe de branches d'arbre, qu'on appelle aussi émondage lorsque la ressource recherchée est spécifiquement le fourrage foliaire. Il est parfois assimilé à l'écimage.

[11] Pour la réalisation de cette courte synthèse sur les pratiques en dehesa, j'ai pu communiquer et avoir accès aux travaux de Maria Dolores Carbonero Muñoz, Pilar Fernandez Rebollo, et Angel Blazquez Carrasco, chercheurs et professeurs à l'Ecole Supérieure d'Ingénieurs Forestiers de Cordoue (ETSIAM – Universidad de Cordoba, Departamento d'Ingeneria Forestal). Intervient également Alonzo San Miguel Ayanz, professeur de sylvopastoralisme à l'Ecole Supérieure d'Ingénieurs Forestiers de Madrid (ETSIM).

champignons ou de parasites (Fernandez et al, 1999 et Carbonero, communication personnelle).

Une coupe intense déséquilibre l'arbre : suivant cette intensité, l'arbre peut perdre sa vigueur et éventuellement en mourir (Fernandez et al, 1999). Montoya (1989, cité par Fernandez et al, 1999) fixe un seuil maximal de 1/3 de houppier prélevé. C'est avec cette intensité que sont prélevés le bois et le fourrage foliaire des chênes verts de la dehesa de Salamanca tous les 10 ans (San Miguel, communication personnelle). Carbonero (*et al*, 2003, et communication personnelle) recommande un taux de prélèvement plus faible (de 10 à 15 % du houppier de l'arbre), pratiqué plus souvent, afin que l'arbre ne subisse pas un choc physiologique trop important.

Figure 10 (en haut à gauche) : chêne vert au houppier aéré, après une coupe de faible intensité (Photo : M.D. Carbonero[11]).

Figure 11 (ci-dessous) : blessure non cicatrisées sur un chêne vert ayant subi une exploitation de bois de feu il y a plus de 40 ans (Photo : J.B. Cordier, dans la dehesa andalouse).

Figure 12 (à gauche) : chêne vert ayant subi une exploitation de fourrage et de bois de feu excessivement forte. Le choc physiologique a provoqué l'apparition de rejets le long des branches, mais cette réaction de l'arbre n'a pas toujours lieu (Photo : M.D. Carbonero[11], dans la dehesa de Salamanca).

En général l'impact physiologique des coupes n'est pas considéré comme une marque de dégradation.

La taille de formation, en favorisant l'étalement latéral du houppier augmente la fructification. Carbonero (et al, 2003) a montré que la production de glands est corrélée au diamètre du houppier et au diamètre du tronc. La coupe de maintenance a pour principe de tirer parti de la capacité de réaction de l'arbre comme facteur de fructification (Montoya, 1996). Mais la relation entre cette pratique et la fructification n'a pas pu être clairement établie (Carbonero et al, 2003).

Le prélèvement de feuillage abaisse la capacité photo synthétique de l'arbre et constitue donc un facteur de ralentissement de la croissance en diamètre des arbres. L'étude d'Alejano (et al, 2006) met en évidence que des coupes d'intensité moyenne à forte font significativement baisser la croissance en diamètre de l'arbre. Mais il est intéressant de

constater que même après deux ans, cette croissance n'atteint pas des valeurs particulièrement basses, ne descendant pas en dessous de 80% de la croissance des arbres non taillés.

En cas de coupe sanitaire, le but recherché est avant tout l'élimination des parties malades. Elle justifie alors le recours à une forte intensité. Blazquez (*et al*, 2002) a montré que l'élimination des parties malades ne produisait pas véritable effet sur la croissance des pousses annuelles.

Les maladies du chêne vert, parfois favorisées par de mauvaises pratiques, et l'absence de régénération[12] sont les causes principales de dégradation de la strate arborescente de la dehesa.

2.3.2.3. Bilan : points à retenir pour une étude sylvopastorale de la forêt des Aït Bougmez

Les impacts de l'activité pastorale sur la physionomie des peuplements forestiers sont certaines : les pratiques d'émondage façonnent la forme des arbres et le parcours perturbe la régénération. Le pâturage a réduit et banalisé la richesse spécifique des parcours (Montès et al, 2004) L'ouverture des milieux est telle qu'il est vraisemblable que l'action de la strate arborescente sur la strate herbacée soit négligeable.

L'évocation du cas de la dehesa nous donne des pistes d'étude des pratiques « d'ébranchage » des arbres : En quoi consistent elle ? Qu'est ce qui guide ces pratiques ? Y'a-t-il des formes davantage fonctionnelles ? Peut on déceler des impacts sur la physiologie des arbres ? La régulation de ces pratiques par la gestion en Agdal nous offre un terrain d'étude riche.

Les points à éclairer quant à la régénération de la forêt sont essentiellement de savoir si elle existe et si elle est capable de s'affranchir de la pression d'abroutissement.

L'étude de la strate herbacée en tant que ressource fourragère me semble plus complexe, mais ne sera pas abordée avec autant de précision qu'en ce qui concerne les espèces arborescentes.

2.3.3. Possibilité de travailler à l'échelle de l'arbre et à l'échelle du peuplement forestier

Une gestion forestière classique raisonne à l'échelle d'un peuplement, correspondant à une unité de surface plus ou moins réduite à laquelle est attribuée un certain nombre de variables rendant compte de sa valeur économique ou environnementale : le volume de bois à l'hectare, le couvert végétal, etc.

En revanche, la logique d'utilisation en forêt paysanne ne se réfère pas forcément à la notion de « peuplement », mais aussi à l'arbre en tant qu'unité de gestion. Cela a été illustré avec l'exemple de la dehesa espagnole, où chaque arbre est « conduit » à une forme fonctionnelle productrice de glands, comme on conduirait un peuplement à la production de bois d'œuvre de qualité par la sylviculture.

[12] La régénération naturelle n'est pas envisageable : il n' y a aucun semis à cause du pâturage ; des sacrifices de production seraient bien trop élevés en cas de mise en régénération par rejets de souche. La régénération artificielle peut bien fonctionner à condition d'utiliser des plants de qualité, de soigner la plantation et de protéger les plants de la dent des troupeaux. La régénération artificielle de la dehesa peut donc être opérée avec succès même pour des espèces difficiles à reproduire telle que le chêne vert et le genévrier thurifère (Navarro R., tournée d'étude sur le reboisement en Andalousie, cours de reboisement de l'Université de Cordoba en 2006).

Le cadre logique de l'étude impose d'étudier l'arbre comme une entité à part entière afin d'identifier l'impact immédiat des pratiques et la fonction de certaines formes. Des statistiques seront donc effectuées sur des échantillons d'arbres[13].

Bien entendu, la plupart des aspects concernant les valeurs environnementales, le stock de ressources et la dynamique végétale ne peuvent pas se passer d'une échelle d'étude plus large : le peuplement forestier.

2.3.4. Difficulté de la recherche d'une « situation d'équilibre »

La meilleure façon d'évaluer la durabilité écologique de la gestion serait de pouvoir se situer par rapport à un « état d'équilibre ». Cet état d'équilibre consisterait en un niveau de pression anthropique n'ayant pas d'impacts négatifs sur les écosystèmes voire favorisant leur réhabilitation.

Cette démarche est particulièrement adaptée à la mise en œuvre d'aménagements forestiers où l'on recherche un rendement soutenable. On compare alors la production naturelle du peuplement (compte tenu des impacts de l'exploitation sur cette production) à la quantité prélevée. Les options retenues pour l'aménagement seraient alors de modifier l'exploitation de façon à augmenter la productivité naturelle jusqu'à un certain niveau, et d'adapter le niveau de prélèvement à la productivité en reportant les excès de prélèvement sur d'autres ressources.

Mais dans notre cas, on se heurte à quatre problèmes majeurs :

- Impossibilité d'obtenir des estimations chiffrées valables du prélèvement annuel de fourrage foliaire ; un inventaire de ces coupes quotidiennes années après années serait une donnée précieuse mais qui n'est pas relevée par les usagers. Cette démarche d'inventaire n'entre pas dans leur manière de gérer la forêt. Une enquête pourrait fournir des données moyennes, mais le plus intéressant serait de connaître les valeurs des prélèvements maximaux (lors d'années climatiques extrêmes), car ce sont les coupes intenses qui ont le plus d'impact.
- Il n'existe pas de tables de production de ressource foliaire annuelle de chêne vert. Sa croissance est en outre très variable selon le climat de l'année (varie de 1 à 4 unités de croissance)
- Des données d'accroissement annuel ligneux de taillis de chêne vert (dans des conditions climatiques relativement similaires) ont été mobilisées. Mais les prélèvements intensifs dont font l'objet les houppiers des arbres agissent très fortement sur leur croissance. Il est impossible de savoir dans quelle mesure ces données sont applicables aux forêts des Aït Bougmez.
- La croissance des genévriers est méconnue.

[13] Cela n'est pas aberrant du point de vue écologique car il est probable que la plupart des arbres ne subissent pas la concurrence hydrique et lumineuse des arbres voisins, de par leur dispersion dans l'espace. Les forêt de notre zone d'étude, de par leur degré d'ouverture, rentrent d'ailleurs dans la définition de « pâturages permanents à ligneux », où les arbres sont considérés comme des « arbres hors forêt » (concept défini par la FAO pour désigner les formations arborescentes ne correspondant pas à la définition officielle de la forêt d'un pays).

Au lieu de calculer un équilibre entre prélèvement et production, il est préférable d'évaluer l'impact de la pression sur l'état même des peuplements forestiers, qu'on qualifiera « **d'état écologique** ».

Des propositions d'aménagement forestier peuvent quand même être formulées : leur objectif sera alors d'orienter des aspects de la gestion existante vers des solutions (déjà existantes ou bien innovantes) plus durables écologiquement. Atteindre un « bon état écologique » n'est pas un but immédiat ; seul le suivi de la gestion et de ses conséquences dans le temps permet de redéfinir peu à peu la gestion vers une gestion durable écologiquement.

2.4. Définition d'un ensemble d'indicateurs de l'état écologique de la forêt

« L'état écologique » d'un espace naturel n'a de sens que s'il est défini précisément. Or cette définition dépend de la représentation que l'on se fait de la nature, souvent associée aux fonctions que l'on attribue à l'espace. Concernant une forêt, la pluralité d'acteurs de ce milieu donne souvent lieu à des incompréhensions, chacun de ces acteurs ayant une vision différente du « bon état » de son milieu.

Nous choisissons donc de nous baser sur les besoins, les objectifs et les représentations des deux principales parties en présence : la population – qui sont les seuls usagers de la forêt - et le service forestier de l'Etat – qui doit satisfaire des objectifs de protection. Les indicateurs que j'ai retenus sont les suivants :

- **Diversité spécifique** et **recouvrement** de la strate herbacée, arbustive et arborescente.
- **Stocks de ressources** : biomasse ou variables indicatrices de biomasse pour le bois et le fourrage foliaire.
- **Dimensions et formes d'arbres**, indicatrices d'une fonction, d'une qualité des ressources et d'une physionomie de dégradation sur l'unité « arbre ».
- **Indicateurs de dynamiques** forestières progressive, stable ou régressive : un état écologique ne peut pas se résumer à la description d'un milieu à un moment donné.

Chaque indicateur permet d'alimenter une discussion sur les fonctions d'usage de la forêt ainsi que sur ses fonctions environnementales, sur les bases de données quantitatives et qualitatives.

2.5. Hypothèses d'impact de la gestion sur l'état écologique des forêts

On cherche à identifier les impacts de la gestion en Agdal sur la forêt. La gestion définit un type de pratiques (coupe de fourrage, coupe de bois de construction, etc.) sur un type d'arbre (espèce, forme) et avec une intensité régulée (quotas de quantités, nombre de jours d'ouverture, etc.). Les hypothèses porteront donc d'abord sur l'impact des pratiques sur les arbres puis sur l'impact de la gestion sur l'état écologique des forêts, ce qui permettra de tirer des conclusions sur la gestion en Agdal forestier.

S'il est évident qu'un tel type de gestion induit des différences de structure des peuplements en l'Agdal et hors de l'Agdal, il s'agit de déterminer lesquelles, et dans quelle

mesure. De plus on peut s'attendre à des différences entre les agdals forestiers, induites par des particularités dans la gestion.

Le pâturage en forêt n'est pas régulé. De plus il n'est pas possible de se référer à des hypothèses de répartition de la pression valides : l'éloignement aux villages et aux bergeries et l'accessibilité du terrain n'entrent pas seuls en compte. Les perceptions de l'espace par le berger et les animaux sont déterminantes pour le parcours, et nous échappent totalement.

La non régulation du parcours est un choix de gestion. Il sera tenu compte de cet état de fait sur l'ensemble de la forêt.

Des composantes écologiques directement en lien avec l'impact du pâturage, telles que la régénération des peuplements et la diversité de la strate herbacée, seront mesurées. De plus, pour ces variables, le pâturage n'est pas le seul facteur anthropique à mettre en cause. Il est probable que l'exploitation des peuplements produise des impacts indirects sur la dynamique des espèces forestières arborescentes, arbustives et herbacée. On cherchera donc à déceler un impact indirect de la gestion en Agdal sur les strates basses.

Les reboisements des Eaux et Forêts sont en général superposés à des espaces dégradés hors de l'Agdal afin d'y interdire tout usage et de permettre leur réhabilitation. Nous aborderons l'étude de quelques espaces reboisés selon les mêmes critères d'état écologique que les forêts gérées de manière traditionnelle.

3. Méthodologie : de la prise d'informations aux mesures dendro-métriques

3.1. Des enquêtes à but informatif sur les pratiques et la gestion

Les entretiens avec la population ont pour objectifs principaux de connaître les règles de gestion de leur espace forestier et de discuter autour des pratiques de coupe effectuées sur les arbres. Bien entendu, ce sujet de discussion n'a pas toujours été abordé avec facilité, car il s'agit de pratiques illégales.

Etant donné que les sujets abordés portent avant tout sur la gestion, il est préférable de s'adresser en premier lieu au *naib*, (personne chargée du bon fonctionnement du terroir irrigué et des terres collectives, en veillant notamment au respect des règles). D'autres personnes ont été rencontrées et questionnées au fur et à mesure. Ainsi, des enquêtes ont été réalisées dans chaque village de la zone d'étude[14], avec l'aide d'un traducteur.

Les discussions sur la gestion se font sur le terrain ; on peut ainsi procéder à des délimitations des différentes zones. Il est nécessaire de connaître l'emplacement exact des agdals forestiers, mais aussi des espaces porteurs d'un type de gestion particulier (compartiment de l'agdal non exploité ou exploité selon un système rotatif, nouvel agdal, reboisement, propriété privée, etc.).

L'identification des pratiques devient alors spatiale. La reconnaissance visuelle du terrain permet aussi d'évaluer, de visu, les grands types de peuplement, selon l'espèce dominante (chêne vert ou genévriers) et la physionomie des arbres (pour le chêne vert on distingue principalement le port arborescent du matorral). L'association des informations obtenues par les discussions avec l'observation du terrain sert à réaliser l'échantillonnage des mesures.

Les délimitations sont effectuées avec un GPS ou à l'aide de photos et de dessins ; une partie du zonage sera reporté sur un support cartographique (SIG).

La description précise de la gestion des agdals et des forêts hors de l'Agdal a été incluse sous forme de tableaux en Annexe 3. J'ai par contre choisi d'exposer la carte de la gestion de la forêt dans le corps de ce mémoire, dans la partie de présentation du contexte. Quant à la connaissance des pratiques de coupe des arbres, elle a été obtenue au fur et à mesure et n'a pas pu participer totalement à la mise en place de la méthodologie de mesure, qui se veut de toute façon assez exhaustive. Ces pratiques sont donc exposées dans la partie I*V : Résultats*.

[14] Les entretiens sur la gestion de la forêt de Zaouit Alemzi et Aït Ouham ont été effectués par Pierre Marie Aubert, qui m'a de toute façon fait profiter de toutes les informations qu'il a pu recueillir dans les autres villages.

3.2. Echantillonnage de la zone d'étude

3.2.1. **Choix de l'emplacement des placettes de mesure**

La détermination de l'emplacement des placettes se fait en plusieurs étapes. Cela part d'un constat : la surface de la forêt de notre zone d'étude, les Aït Hakim, est immense (presque 5000 hectares), très hétérogène du point de vue des conditions écologiques, et exprimant une grande diversité de pratiques et de gestions. Les cartes de l'échantillonnage sont présentées en Annexe 5 et un tableau 2 récapitulatif est inclus en page 36.

3.2.1.1. Première étape : choix de ***secteurs*** d'étude privilégiés

Le but de l'étude est de caractériser des différences d'état écologique induites par la diversité de la gestion. Les secteurs choisis doivent être les plus pertinents pour répondre à ces problématiques. Trois types de secteurs sont alors définis :

- Les espaces faisant l'objet du plus fort enjeu d'exploitation pour le fourrage foliaire et le bois de feu. Ces espaces sont constitués par l'Agdal forestier, dont le rôle de réserve en cas de neige en fait un espace à l'enjeu majeur, et une partie de la forêt hors Agdal, contenant les ressources faisant l'objet d'une exploitation régulière en hiver. Le chêne vert étant l'essence la mieux adaptée à ces usages quotidiens (qualité du combustible et bonne faculté de rejet de rameaux feuillés), les *secteurs* prioritaires seront donc constitués des **agdals et des hors agdals à chêne vert de chaque village**, lorsque ces espaces existent effectivement.
- L'exploitation de bois de construction n'est pas à proprement parler déterminante dans l'économie et le mode de vie, mais il est intéressant d'évaluer sa durabilité écologique, vu le cortège de pratiques et le mode de gestion particulier qui y sont associés. On ne recherchera pas cette fois ci l'exhaustivité des situations, les forêts de certains *douars* étant écartées de cette étude. Les secteurs inclus pour l'étude de cet aspect sont des **agdal et hors agdals dédiés à l'usage « bois de construction »**, où l'espèce dominante est constituée par le genévrier thurifère ou le genévrier de Phénicie.
- L'étude de **secteurs de la forêt ayant une gestion particulière** doit rester relativement marginale, mais peut fournir des résultats intéressants pouvant alimenter une discussion sur l'évolution des modes de gestion.

Vingt trois secteurs d'étude ont été définis (7 agdals de chêne vert, 6 hors agdals de chêne vert, 5 secteurs à bois de construction et 5 secteurs porteurs d'un mode de gestion original). L'agdal d'Iskatafene a été rajouté à la zone d'étude, car sa forêt de genévriers thurifères est remarquable notamment par sa densité : ses particularités méritaient d'être mises en évidence par l'étude. Le *douar* d'Ibaqaliun ne fait pas partie des Aït Hakim, mais avait déjà été inclus par Sanae Hammi dans son étude diachronique de l'évolution du couvert végétal. Pour nous, il constitue un cas intéressant de gestion de répartition de la pression sur l'ensemble de la forêt : la forêt hors de l'agdal connaît des périodes de mise en défens et l'agdal subit un niveau de pression supérieur à la moyenne (il a par exemple été ouvert durant deux mois l'année dernière alors que les agdals des autres villages ont été ouverts seulement quelques jours).

3.2.1.2. Seconde étape : délimitations de ***zones représentatives*** de ces secteurs

Au sein du secteur qu'on a choisi d'étudier, est délimitée une *zone représentative* plus petite que le secteur en question. Ce « sous zonage » est effectué sur la zone du plus grand enjeu d'utilisation (même si elle ne constitue pas forcément la majorité de la surface du secteur), avec un type de peuplement relativement homogène (déterminé grâce à l'observation).

Il a donc été évité de travailler en marge des secteurs, où la pression est particulièrement élevée (lisière des forêts) ou au contraire particulièrement basse (zones inaccessibles) ; de tels endroits sont bien entendus dignes d'intérêt si l'on veut approfondir la connaissance des phénomènes de régression ou étudier des écosystèmes relictuels.

Les secteurs du deuxième et du troisième type (c'est-à-dire à bois de construction ou à gestion originale) sont assez localisés et expriment une certaine homogénéité dans la gestion et l'exploitation. Les effets de gradients de pression sont supposés être suffisamment marginaux pour considérer que la délimitation d'une seule *zone représentative* permet de caractériser l'état écologique du secteur.

En revanche, pour les secteurs du premier type (agdals et hors agdals de chêne vert), il est parfois difficile de juger de la représentativité de tel ou tel peuplement. On fait alors le choix de caractériser le secteur par plusieurs *zones représentatives*. La physionomie de chacune d'elle n'est pas forcément expliqué par les règles de gestion actuelles, mais aussi par le passé de cette gestion, par une autorisation d'exploitation déviant du règlement, ou simplement par un gradient créant une différenciation de faciès de peuplement dans l'espace.

Vingt neuf zones représentatives sont ainsi choisies et délimitées sur le SIG. La surface totale de ces zones est de 413 ha.

3.2.1.3. Troisième étape : échantillonnage aléatoire de placettes

L'emplacement des placettes de mesures au sein des zones représentatives est déterminé de façon aléatoire, grâce à une fonction d'Excel qui calcule les coordonnées de points à l'intérieur de coordonnées limites. Les coordonnées des points sont reportées dans un GPS qui sert de guide une fois sur le terrain.

3.2.2. **Répartition des zones étudiées dans la diversité des conditions écologiques**

La morphologie et la géologie de la vallée, ainsi que le choix de gestion des habitants font que les agdals et les forêts hors de l'Agdal se trouvent dans des conditions écologiques différentes.

Les agdals sont situés en majorité sur la formation géologique de Wazzant où se trouvent beaucoup de roches gréseuses et argileuses (le test d'indépendance du Khi deux est significatif à 95%). Quand à la zone hors de l'Agdal, étant donnée qu'elle est éloignée du village, elle se trouve en général à des altitudes plus élevées, donc dans des conditions climatiques plus fraîches.

On ne pourra donc pas tenir de conclusions directes sur le seul effet de la gestion en Agdal. Il faut considérer que cette gestion s'inscrit de fait dans ces conditions écologiques. On étudie donc l'état écologique du fait de la gestion ainsi spatialisée.

Les placettes sont situées dans des conditions topographiques relativement similaires. Seront évitées les situations particulières (talwegs ou éperons rocheux).

3.2.3. **Intensité de l'échantillonnage**

Les facteurs influençant l'intensité de l'échantillonnage sont les suivants :

- Nous ne nous situons pas dans une démarche d'inventaire mais dans la mise en valeur de différences d'état écologique.
- Les secteurs étudiés peuvent être considérés comme de dimension infinie : on ne se rapporte donc pas à un taux d'échantillonnage *stricto sensu* (Rondeux, 1993).
- La mesure des composantes de l'état écologique est un travail long et pénible.

Il est donc décidé d'effectuer des mesures sur **trois placettes** dans chaque zone représentative (parfois quatre dans les zones relativement grandes, et deux dans les zones à gestion particulière à surface très restreinte).

Ce chiffre peut évidemment paraître trop faible quant à une véritable caractérisation écologique des espaces étudiés, mais il s'inscrit dans une démarche d'étude qui rend cette intensité d'échantillonnage cohérente.

Prenons l'exemple du recouvrement des arbres : est il possible de connaître sa valeur moyenne grâce à l'échantillonnage proposé ?

Calculons sa valeur moyenne sur chaque zone échantillonnée par trois placettes, ainsi que l'intervalle de confiance de cette moyenne à 5% d'erreur, grâce aux formules énoncées par Pardé et Bouchon (1988).

Les intervalles de confiance s'écartent de 20 à 120% de la moyenne ! On en conclut donc que vu l'hétérogénéité du couvert, il n'est pas possible de caractériser le couvert d'une zone avec une intensité d'échantillonnage aussi faible. En doublant le nombre de placettes (6 par zone), l'intervalle de confiance s'écarterait jusqu'à 60%, et en réalisant 10 placettes par zone, il s'écarterait encore de 40% de la valeur moyenne. Ce serait beaucoup d'heures de travail pour des valeurs somme toute imprécises.

Renseigner chaque zone représentative par des valeurs moyennes des variables mesurées par placette n'est donc pas la démarche la plus pertinente. La comparaison d'une zone à l'autre peut éventuellement s'effectuer par comparaison des rangs que tiennent les variables sur chaque placette, sans le recours à des valeurs moyennes, par des tests non paramétriques.

Il existe d'autres manières de valoriser un tel type d'échantillonnage :

- Travailler sur des échantillons d'arbres, ce qui permet de comparer un grand nombre d'unités même sur un petit nombre de placettes.
- Réaliser une ACP (Analyse en Composantes Principales) sur l'ensemble des placettes à chêne vert, pour identifier les variables qui créent la plus grande variabilité entre les placettes et éventuellement proposer des « types de peuplement » avec une CAH (Classification Ascendante Hiérarchique).
- Travailler sur l'ensemble des placettes à chêne vert, en formant deux groupes de placettes : l'Agdal et la forêt hors de l'Agdal. En reprenant les calculs de l'intervalle de confiance de la valeur moyenne (Pardé et Bouchon, 1988) du recouvrement des arbres, on a des intervalles s'écartant de 15% de la valeur moyenne pour l'Agdal, et de 20% pour la forêt hors de l'Agdal, ce qui est correct.

3.2.4. **De l'échantillon de placettes à l'échantillon d'arbres**

Selon Pardé et Bouchon (1988), la placette doit contenir au minimum une douzaine d'arbres afin d'être suffisamment représentative du peuplement. Même si leur méthodologie est appliquée le plus souvent à la forêt tempérée, nous nous trouvons dans un cas où le nombre d'espèces d'arbres est réduit, et où ce conseil conserve sa pertinence.

La taille des placettes est variable, de 20 à 40 mètres de côté, selon la densité. Il y a donc un biais : la variabilité de la surface échantillonnée. Cela dit, étant donné que la surface de l'étude est considérée comme infinie, cela ne produit pas de véritable variabilité de l'intensité d'échantillonnage. Il est préférable de choisir des tailles de placettes suffisamment grandes pour éponger la variabilité locale et représenter un faciès de peuplement caractéristique de la zone étudiée.

Ainsi on obtient un échantillon de 30 à 40 arbres par zone, ce qui nous permet d'effectuer des comparaisons de dimensions entre ces échantillons d'arbres, et de tirer des conclusions quant à la forme des arbres.

Dans le cas des thuriféraies, les arbres sont très dispersés : il nous faut donc travailler sur de plus petits échantillons, et effectuer des comparaisons de rangs.

Pour le chêne vert, la difficulté réside essentiellement en la distinction entre les individus. Certains arbres multicaules sont en réalité des arbres distincts et inversement. Il faudra donc se contenter d'effectuer des comparaisons entre individus lorsqu'ils sont clairement individualisés : cela concerne des formations de matorral avec des unités dispersées et des formations de futaie.

3.3. Méthodologie de mesure et renseignement des indicateurs d'état écologique

3.3.1. Prise de données sur le terrain

Dans nos mesures nous devrons nous adapter à une dendrométrie originale, toujours en lien avec des problématiques d'exploitation mais faisant intervenir des critères différents. Cette dendrométrie doit être autant « fourragère » que « ligneuse ». Un des critères les plus intéressants est le volume des houppiers des chênes verts, car c'est là que s'effectuent les prélèvements de branches fines fournissant le fourrage foliaire et une partie du bois de feu. Ce volume de houppier est à la fois un indicateur de biomasse foliaire et un indicateur de pression sur cette ressource.

Tableau 2 : Echantillonnage des placettes

Douar	Statut d'appropriation et de gestion	Espèce principale	Usages principaux	Particularité	Nombre de placettes
Taghoulit	Agdal	Chêne vert	Fourrage et combustible		3
	Hors Agdal (partage de l'usage avec Ifrane)	Chêne vert	Fourrage et combustible		3
	Nouvel Agdal	Chêne vert	Fourrage et combustible	Ancienne forêt hors de l'Agdal mise en défens des coupes depuis 6 ans	3
	Propriété privée	Chêne vert	Fourrage et combustible	Parcelle de forêt privée gérée comme un Agdal	2
Ifrane	Agdal	Chêne vert	Fourrage et combustible	Rotation des coupes sur un grand nombre de compartiments	3
	Agdal	Chêne vert	Fourrage et combustible	Compartiment exploité chaque hiver à cause de la présence de bergeries	3
	Agdal / Propriété privée	Chêne vert	Cultures en sec	Un accord entre la taqbilt et les propriétaire n'a pas pu être trouvé : les grands chênes verts ne sont pas exploités	2
	Propriété privée	Chêne vert	Production économique de bois	Mise en régénération par rejets de souche ; respect de la mise en défens totale.	2
	Hors Agdal reboisé (usager atorisé : Aït Ouchi)	Chêne vert et Cypres d'Arizona	Fourrage et combustible	Non respect de la mise en défens du troupeau.	3
Aït Ouchi	Agdal	Chêne vert	Fourrage et combustible	Rotation des coupes sur un grand nombre de compartiments.	4
Ighirine Iglouane	Agdal	Chêne vert	Fourrage et combustible	Rotation des coupes sur un grand nombre de compartiments.	4
	Agdal	Chêne vert	Fourrage et combustible	Compartiment intégré dans l'Agdal il y a 30 ans pour stopper sa dégradation ; Rotation des coupes sur un grand nombre de compartiments	3
	Hors Agdal reboisé (usagers autorisés : Aït Ouham et Zaouit Alemzi)	Chêne vert et Cypres d'Arizona	Fourrage et combustible	Non respect de la mise en défens du troupeau.	3
	Reboisement	Pin d'alep et Cypres d'Arizona	Protection du sol	Reboisement réussi. Respect de la mise en défens des troupeaux.	3
Aït Ouham	Agdal	Genévrier thurifère	Bois de construction	Régulation du prélèvement du bois de construction	3
Zaouit Alemzi	Agdal	Genévrier thurifère	Bois de construction	Régulation du prélèvement du bois de construction	3
Iskatafene	Agdal	Genévrier thurifère	Bois de construction	Agdal de thurifère particulièrement luxuriant ; exploitation du bois de construction non régulée	4
Ibaqaliun	Agdal	Chêne vert & Genévrier thurifère	Fourrage et combustible	Peuplement arborescent surexploité ces deux dernières années	3
	Agdal	Chêne vert & Genévrier thurifère	Fourrage et combustible	Dans le même compartiment mais beaucoup moins exploité	3
	Agdal	Chêne vert & Genévrier thurifère	Fourrage et combustible	Faciès de matorral	3
	Hors Agdal	Chêne vert & Genévrier thurifère	Fourrage et combustible	Faciès arborescent	3
	Hors Agdal	Chêne vert & Genévrier thurifère	Fourrage et combustible	Faciès de matorral	2
Akourbi	Agdal	Chêne vert	Fourrage et combustible		3
	Hors Agdal	Chêne vert & Genévrier thurifère	Fourrage et combustible	Faciès de matorral	2
	Hors Agdal	Chêne vert & Genévrier thurifère	Fourrage et combustible	Faciès de futaie (hors Agdal plus éloigné du village)	3
Rbat	Agdal	Genévrier de Phénicie	Bois de construction	Mis en défens de toute coupe depuis 20 ans	3
	Hors Agdal	Genévrier de Phénicie	Bois de construction	Type de peuplement identique à celui dans l'Agdal mais où la coupe est autorisée	3
	Agdal	Chêne vert	Fourrage et combustible		3
	Hors Agdal	Chêne vert	Fourrage et combustible		3

Sur le terrain sont renseignées les variables suivantes sur chaque arbre :

- Espèce
- Forme : appréciation visuelle. On distingue la « forme matorral » (port buissonnant) de la « forme arborescente » (troncs et houppiers bien individualisés) de la « forme indéterminée » (avec les individus très tortueux, à port rampant) pour le chêne vert.
- Présence de rejets au pied pour les chênes verts.
- Recouvrement global selon deux diamètres perpendiculaires (et application de la formule de surface de l'ovale).
- Transparence surfacique du houppier : on estime la fragmentation de l'ombre du houppier, en pourcentage.
- Hauteur maximale.
- Hauteur de la base du houppier.
- Volume d'occupation du houppier par les branches : un taux d'occupation du volume de l'ovoïde théorique mesuré par les variables sus citées ; estimation visuelle grâce à un recours à une charte graphique (en Annexe 6).
- Vitalité des branches fines du houppier : en pourcentage, toujours par estimation visuelle.
- Diamètre du tronc à 1m30 : pour le calcul de la surface terrière à 1m30.
- Nombre de coupes de brins ou branches de classe de diamètres 10 cm ou plus. Ce nombre de coupes a pour objectif de donner une indication de la pression sur le bois.
- Nombre de branches charpentières du chêne vert : branche latérale (angle fait avec le tronc supérieur à 45°) de dimensions minimales : 15 cm de diamètre à la base et 1,5 m de long sans discontinuité. La présence de ces branches sur les gros arbres est indicatrice d'une possibilité pour l'arbre de s'étendre latéralement.

Les formations de petite taille pouvant être négligées vu la quantité de ressource qu'elles représentent (moins d'un mètre carré et moins d'un mètre de haut) sont comptabilisées uniquement comme « régénération ». On renseigne alors l'espèce et la hauteur.

D'autres variables ont été relevées telles que un indice d'abroutissement, des diamètres au pied, le nombre de brins partant effectivement du pied (utile pour étudier le caractère multicaule du genévrier), les formes de genévriers correspondant à la typologie des formes de Montès (1999), et un comptage de souches. Ces données n'ont pu être traitées dans nos analyses.

Il est procédé à un comptage du nombre d'espèces végétales présentes sur chaque placette (pour cette variable, il est important de procéder à un comptage sur une surface fixe ; est retenue la valeur de 400 m², surface minimale d'une placette de mesure dendrométrique). Les noms des espèces végétales ayant pu être déterminées sont présents en Annexe 7. Ce relevé d'espèce végétale a été pratiqué au cours d'une période s'étalant du mois de mai au début du mois de juillet. Ainsi les placettes réalisées en dehors de cette période ne font pas partie de l'étude de la richesse spécifique.

Puis il est effectué une mesure du recouvrement de la strate herbacée par la méthode des points quadras : on tend un double décamètre au dessus de la surface de la placette, puis on teste la présence d'une espèce végétale en plantant une tige tous les 20 cm. Cette opération est répétée deux fois.

3.3.2. **Traitement de ces données**

3.3.2.1. Au niveau de chaque arbre

A propos des ressources il est donc possible de renseigner le volume foliaire (indicateur de biomasse foliaire) du matorral ou du houppier de l'arbre (appétence de fourrage différente chez le chêne vert), la surface terrière (indicatrice de biomasse ligneuse).

Pour le chêne vert, la régénération inclut :

- Les formations de petite taille (moins d'un mètre carré et un mètre de haut).
- Des individus sans diamètre pré comptable, principalement le matorral. Les individus tortueux ne sont pas inclus car leur croissance est réduite et ils n'évoluent pas en une forme arborescente.

Pour les genévriers, la régénération contient :

- Les formations de petite taille.
- Les individus sans diamètre pré comptable dont le couvert est inférieur à 3 m². Ce seuil marque en effet la possibilité d'en exploiter des perches.

A partir de 3 m² ou avec un ou des diamètres de 10 et 15 cm, est identifié un **second stade de croissance** du genévrier, où il peut produire du bois de construction exploité à la base. Le seuil de 20 cm sur au moins un diamètre pré comptable range l'individu dans la catégorie « **arbre** », à partir de laquelle on considère qu'il peut produire du bois de construction parmi les branches du verticales du houppier (à partir d'une certaine hauteur ; ces pratiques sont explicitées dans la partie suivante).

Des indices de pression anthropique sont mis en place :

- La densité du houppier de chêne vert : on calcule le rapport entre le volume du houppier mesuré et la biomasse du feuillage estimée avec un tarif de biomasse établi par Regragui (1995) sur des chênes verts du moyen Atlas, ne faisant intervenir que le critère « diamètre ». On ne s'intéressera pas à la valeur même de ce rapport, mais il servira d'élément comparatif pour mettre en évidence des différences de pression sur les houppiers d'arbres ayant un diamètre pré comptable.
- Le volume du houppier divisé par la surface de son couvert : cette valeur est utilisée dans le cas du matorral de chêne vert et des genévriers producteurs de bois, car ce sont des brins verticaux qui sont prélevés. Ce rapport permet de comparer des « taux d'occupation » du houppier de ces formations.
- Le nombre de coupes au m² de couvert pour le genévrier : l'exploitation du bois de construction se fait sur des brins verticaux. Plus le houppier est étendu en surface, plus il a la capacité d'en produire. Utiliser ce rapport permet donc de comparer des intensités de coupe en faisant peu intervenir la dimension de l'arbre.

3.3.2.2. Au niveau de la placette (données surfaciques)

On ramène les données mesurées à l'hectare : surface terrière, surface terrière par classes de grosseur pour le chêne vert (perchis, petit bois, bois moyen gros bois et très gros bois), densité de brins pré comptables, volumes de houppiers, etc.

Pour la hauteur, on effectue une moyenne tenant compte de la surface terrière pour les formes arborescentes, et du couvert pour le matorral.

La régénération est comptabilisée par classes de hauteur.

4. Résultats

4.1. Les relations entre la forme des arbres et les pratiques et leurs liens avec la fonction des peuplements

Ma démarche sera la suivante :

- **Décrire chaque pratique** d'exploitation des arbres.
- Evaluer la relation entre l'application de cette pratique à des intensités plus ou moins fortes et **la forme et la dimension des arbres** concernés, grâce à des comparaisons d'échantillons d'arbres.
- Evaluer l'impact global des pratiques sur le **faciès des peuplements.**

4.1.1. Le cas du genévrier de Phénicie

La plupart des genévriers de Phénicie ont une forme de « houppier au sol » c'est-à-dire étendue, recouvrant le sol et multicaule (souvent plus d'une vingtaine de brins). C'est une forme idéale pour la production de perches[15].

Les perches sont prélevées au centre du genévrier, car c'est là que se trouvent les brins verticaux (les brins en périphérie sont en effet obliques). L'arbre est capable de renouveler son houppier en produisant des rejets verticaux.

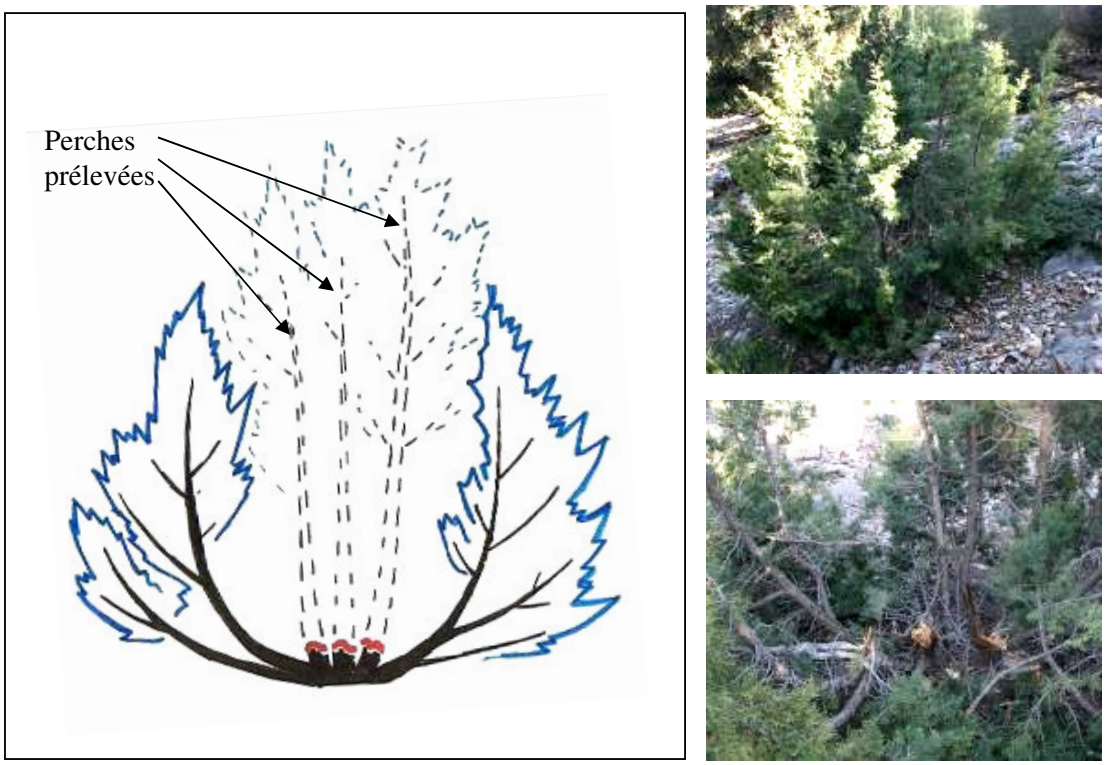


Figure 13 : Exploitation de perches sur le genévrier de Phénicie ; agdal d'Iskatafene. Les deux photos sont du même genévrier). Le schéma est une vue en coupe. (Photos et schéma : J.B. Cordier)

[15] Rappelons que les perches sont l'un des deux types de pièces de charpente utilisés dans la construction des maisons. Il s'agit de tiges rectilignes de faible diamètre (de 10 à 15 cm à la base), principalement de genévrier de Phénicie et de genévrier thurifère.

Il est rare qu'il atteigne des dimensions suffisantes pour fournir des poutres. Son utilisation comme fourrage foliaire est rare car son appétence est faible.

Quels sont les impacts de l'exploitation de perches ? Le village de Rbat nous offre un terrain d'étude idéal pour répondre à cette question car une partie de sa junipéraie à genévriers de Phénicie est située dans l'agdal, où aucune coupe n'a été autorisée depuis 20 ans, et l'autre partie hors de l'agdal, où s'est donc effectué le prélèvement de perches durant ces 20 dernières années.

Des tests de comparaison de moyennes ont été effectués sur les variables renseignant des échantillons de genévriers de Phénicie au *second stade de croissance*[16] dans l'agdal et hors de l'agdal. Les résultats sont les suivants :

		Vitalité du houppier (%)	Hauteur (m)	Couvert (m²)	Surface terrière (m²)	Volume de houppier (m3)	Nombre de coupes par m² de couvert	Volume de houppier par m² de couvert (m3/m²)
Agdal (N=21)	Moyenne	92,4	3,1	17,2	**0,015**	30,6	0,19	1,58
	Ecart type	21,7	0,8	10,1	0,02	29	0,21	0,65
Hors agdal (N=25)	Moyenne	98,4	2,7	17	**0,003**	22,6	0,31	1,32
	Ecart type	4,7	0,3	8,8	0,01	12,7	0,32	0,36
Test de Student de comparaison des moyennes à 5% d'erreur	A variance égale	0,183	0,113	0,928	**0,017**	0,219	0,155	0,095
	A variance inégale	0,225	0,131	0,929	**0,027**	0,251	0,141	0,114

Tableau 3 : Tests paramétriques de comparaison de moyennes (Student) entre des échantillons de genévriers de Phénicie dans et hors de l'agdal de Rbat.

Le nombre de traces de coupe n'est pas significativement différent entre l'agdal et le hors agdal. La seule différence significative est celle de surface terrière. Il apparaît donc que malgré des niveaux de prélèvement comparables, il y a eu un recru et une croissance des brins verticaux pendant les 20 ans de mise en défens dans l'agdal.

Comme on s'y attendait, on constate que le couvert ne régresse pas chez les genévriers hors de l'agdal. Les moyennes des hauteurs, du volume et du volume de houppier sur la surface du couvert sont certes légèrement inférieures hors de l'agdal que dans l'agdal, mais non significativement différentes.

On compare l'agdal et le hors agdal en se ramenant à des valeurs à l'hectare. Il faut pour cela comparer les deux échantillons de trois placettes en effectuant un test non paramétrique de comparaison de rangs (test de Mann Whitney). Les valeurs moyennes (auxquelles on ajoute la valeur minimale et maximale) sont les suivantes :

[16] Tel que défini dans la partie Méthodologie. Il s'agit du stade entre *régénération* et *arbre*, auquel appartient la grande majorité des genévriers de Phénicie, atteignant rarement de grandes dimensions.

		Recouvrement global (% de surface)	Genévrier de Phénicie				
			Recouvrement du genévrier de Phénicie (% de surface)	Surface terrière à l'ha	Nombre de Régénérations à l'ha	Nombre de seconds stades de croissance à l'ha	Nombre d'arbres à l'ha
Agdal (N=3)	Moyenne	30,4	25,9	**2,6**	47	144	6
	Minimum	25,7	23,5	1,6	17	121	0
	Maximum	38,8	29,0	3,2	72	184	18
Hors agdal (N=3)	Moyenne	27,5	27,4	**0,8**	6	148	6
	Minimum	18,3	17,0	0,3	0	122	0
	Maximum	39,2	39,0	1,2	18	178	18
Signification bilatérale (Test de Mann-Whitney)		0,512	0,827	**0,050**	0,121	0,827	0,796

Tableau 4 : Tests non paramétriques de comparaison de rangs (Mann Whitney) entre des échantillons de placettes dans les formations à genévrier de Phénicie de Rbat, dans et hors de l'agdal.

Seule la différence de surface terrière est significative. Il est à noter que les autres valeurs sont à la fois non significativement disjointes et de moyennes relativement semblables. La différence du nombre moyen de régénérations ne signifie pas grand-chose, car ce nombre reste dans tous les cas très faible. En outre cette différence ne peut pas être expliquée par la mise en défens des coupes dans l'agdal.

On peut donc conclure que l'exploitation du genévrier de Phénicie pour les perches ne nuit pas au renouvellement de cette ressource ligneuse et permet de conserver un couvert constant de cette junipéraie. Nous nous trouvons donc dans un cas où l'exploitation a un rendement soutenable et n'a vraisemblablement pas de conséquences sur l'écologie du peuplement.

4.1.2. Le cas du genévrier thurifère

4.1.2.1. Une multifonctionnalité liée aux dimensions des arbres

Le genévrier thurifère est le genévrier le plus exploité pour le fourrage[17], qui est réputé être de bonne qualité, et offrirait un complément par rapport au chêne vert. Son bois est utilisé pour le feu, à l'instar des autres genévriers, même s'il est moins dense que celui du chêne vert. Le thurifère est le meilleur producteur de bois de construction. Son bois est réputé pour sa solidité, et certains de ses brins peuvent atteindre des dimensions suffisantes pour servir de pièces de charpente maîtresses, les poutres.

Nous travaillons sur un échantillons de 52 genévriers thurifères définis comme des « arbres » c'est-à-dire dont le diamètre d'un brin est supérieur ou égal à 20 cm, dénotant un stade de croissance déjà avancé.

Cet échantillon est réparti d'une part sur des thuriféraies en Agdal[18] où il est surtout destiné à l'usage « bois de construction », et d'autre part sur des chênaies mélangées au

[17] A propos de cet usage, les gens distinguent deux types de thurifères : *Adghoumam*, au feuillage vert foncé très appétant, et *Kizou*, au feuillage vert clair non appétant. Ce dernier est plus rare, et est constitué par des individus mâles ou de jeunes individus encore asexués.

[18] Douars d'Iskatafene, Zaouit Alemzi et Aït Ouham. Bien entendu, ces Agdal peuvent être ouverts au prélèvement de fourrage foliaire en cas de neige.

thurifère où celui-ci est uniquement utilisé pour l'approvisionnement en bois et en fourrage foliaire[19]. La fonction de production de bois de construction est associée à une forte régulation du prélèvement de bois de feu et de fourrage foliaire. Cette fonction « bois de construction » disparaît lorsque la priorité est accordée à un prélèvement de fourrage et de combustible soutenu. La différence de fonction de ces espaces est-elle mise en évidence par des différences de faciès des arbres ?

Des tests de comparaison de moyennes sont effectués sur une variable d'état sanitaire (vitalité du houppier), des variables de dimension, et des indices de pression et de forme de l'arbre. Les résultats sont les suivants :

		Vitalité du houppier (%)	Hauteur (m)	Couvert (m²)	Surface terrière (m²)	Volume de houppier (m3)	Nombre de coupes par m² de couvert	Volume de houppier par m² de couvert (m3/m²)
Bois de construction (N=34)	Moyenne	91,4	**5,4**	**46,2**	**0,54**	**105,1**	0,34	**2,1**
	Ecart type	13,1	1,1	28,8	0,46	83,4	0,27	0,7
Fourrage et combustible (N=18)	Moyenne	90,4	**4,0**	**23,1**	**0,29**	**34,1**	0,43	**1,2**
	Ecart type	14,2	1,1	18,4	0,31	53,3	0,34	0,7
Test de Student de comparaison des moyennes à 5% d'erreur	A variance égale	0,772	**0,000**	**0,001**	**0,027**	**0,001**	0,274	**0,000**
	A variance inégale	0,776	**0,000**	**0,000**	**0,018**	**0,000**	0,291	**0,000**

Tableau 5 : Tests paramétriques de comparaison de moyennes (Student) entre des échantillons d'arbres de genévriers thurifères des agdals d'Iskatafene, Zaouit Alemzi et Aït Ouham et Ibaqaliun, et des hors agdals d'Ibaqaliun et d'Akourbi.

Les dimensions des arbres exploités pour le bois de construction sont grandes et significativement plus élevées que celles des arbres soumis à une exploitation soutenue pour le bois de feu et le fourrage foliaire. Les thuriféraies où cette production est associée à une régulation du prélèvement de combustible et de fourrage grâce à la règle de l'Agdal permettent donc de conserver de grands individus « emblématiques », malgré un niveau d'exploitation de bois (par arbre) proche de celui que subissent les arbres où cette exploitation est destinée à fournir du combustible (les valeurs du nombre de coupes par mètre carré de couvert sont relativement semblables, et non significativement différentes).

[19] Zone hors Agdal d'Akourbi et d'Ibaqaliun, ainsi que l'Agdal d'Ibaqaliun. Le niveau d'exploitation de l'Agdal d'Ibaqaliun est assez élevé : il a par exemple été ouvert durant deux mois l'année dernière quand la plupart des Agdal sont ouverts pendant quelques jours.

Figure 14 : Thurifère de très grande dimension (Surface terrière = 1,86 m², Volume de houppier = 160 m^3) ayant subi une forte exploitation de perches dans son houppier (80 traces de coupe d'au moins 10 cm de diamètre). Agdal d'Aït Ouham (Photo : J.B. Cordier)

4.1.2.2. Effets de l'intensité de la coupe pour le fourrage et le combustible

L'exploitation du fourrage se fait en priorité en cime du houppier, car il y serait plus appétant. Pour un résineux, le thurifère est étonnamment capable de rejeter suite à l'émondage ; il ne possède cependant pas la même vigueur que les feuillus.

Les genévriers subissent une exploitation pour le bois de feu assez particulière : des copeaux sont arrachés à la hache le long du tronc. Cela consiste donc en un arrachement de l'écorce et du bois. De surcroît, de grosses branches peuvent également être coupées.

Ainsi la physionomie des arbres surexploités est assez particulière.

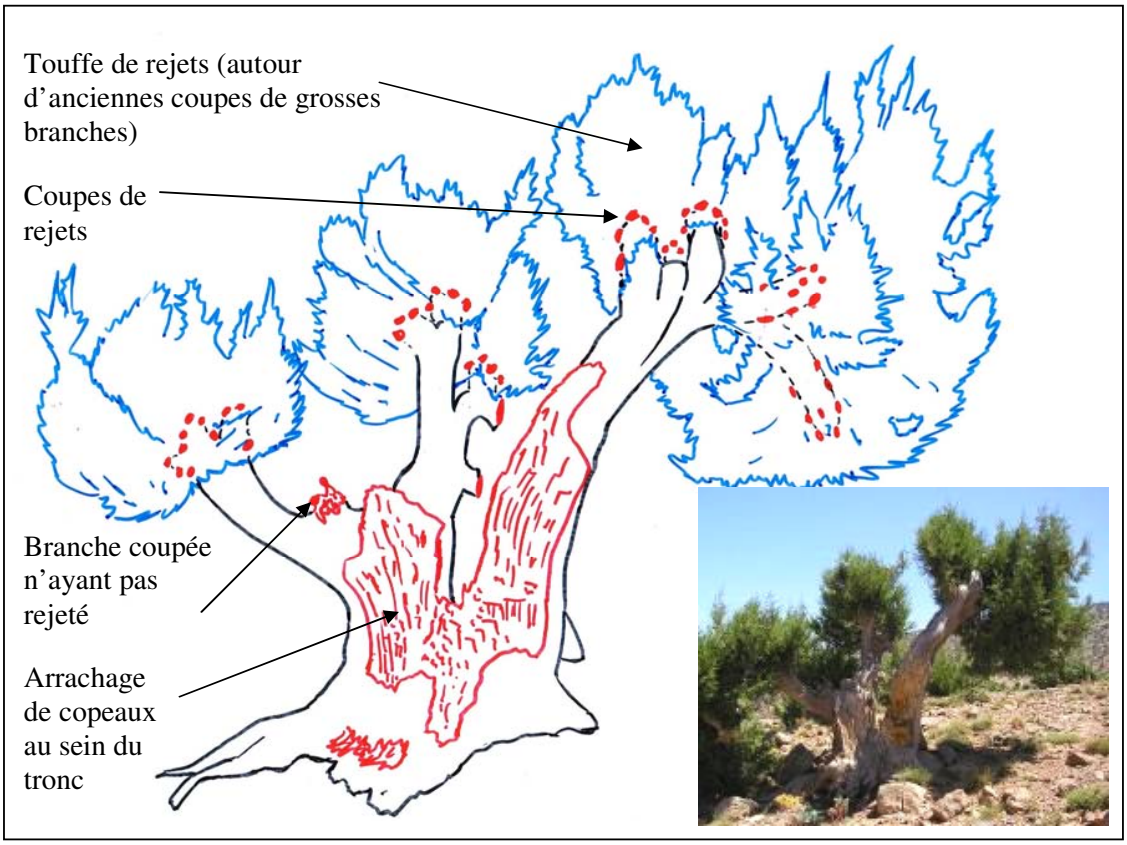


Figure 15 : Thurifère surexploité, correspondant à la forme « cierge » définie par Montès (1999), et marque des pratiques. Hors agdal d'Akourbi, à proximité du village. (Photo et dessin : J.B. Cordier)

Deux échantillons d'arbres ont été comparés afin de mettre en évidence l'impact d'une surexploitation de fourrage et de combustible sur la forme et les dimensions du thurifère. 6 thurifères ont été mesurés en bordure du village d'Akourbi, hors de l'agdal (ces mesures d'arbres ont été effectuées en dehors du plan d'échantillonnage, uniquement pour cette comparaison ; on ne les a pas inclus dans la comparaison de la sous partie précédente). On les compare à un échantillon de 10 arbres mesurés sur 5 placettes hors de l'agdal d'Akourbi, au sein des peuplements de chêne vert. Les usages de ces deux échantillons d'arbres sont identiques : la seule différence réside en l'intensité de l'exploitation.

		Vitalité du houppier (%)	Hauteur (m)	Couvert (m²)	Surface terrière (m²)	Volume de houppier (m3)	Volume de houppier par m² de couvert (m3/m²)
En bordure de la forêt hors Agdal (N=6)	Moyenne	100,0	3,4	**9,6**	0,42	**7,8**	**0,83**
	Minimum	80,0	2,3	2,7	0,13	1,8	0,30
	Maximum	100,0	4,0	22,2	1,13	15,5	1,20
Au sein de la forêt hors Agdal (N=10)	Moyenne	98,0	4,1	**26,4**	0,42	**57,0**	**1,64**
	Minimum	100,0	2,2	2,6	0,05	1,8	0,70
	Maximum	100,0	6,7	83,1	1,27	264,3	3,18
Signification bilatérale (Test de Mann-Whitney)		0,439	0,549	**0,039**	0,625	**0,016**	**0,031**

Tableau 6 : Tests non paramétriques de comparaison de rangs (Mann Whitney) entre des échantillons d'arbres de genévriers thurifères du hors agdal d'Akourbi.

Comme on s'y attend, la surexploitation s'exprime bien par une régression du couvert et de la ressource foliaire assez importante. Les arbres surexploités deviennent des réserves de bois sur pied ne renouvelant pas leur ressource ligneuse.

Il faut cependant noter qu'il est rare de rencontrer des arbres ainsi surexploités : il n'en existe que quelques individus en marge des forêts. La seule thuriféraie observée avec la majorité des arbres possédant un tel faciès se trouve au niveau du col Tizi n Tirghist, où les conditions climatiques sont particulièrement froides et l'usage non contrôlé.

L'impact de cet usage sur les peuplements à genévriers thurifères est difficile à mettre en évidence par des mesures ramenées à l'hectare. Il faudrait pour cela échantillonner de grandes surfaces, vu sa dispersion. Un comptage de souches de genévriers ne donne pas de bons résultats, d'une part à cause du dessouchage, et d'autre part parce que nombre de ces souches sont en fait des genévriers oxycèdres morts à cause du gui.

Une simple étude de la photo d'un versant de la forêt d'Akourbi (où le genévrier thurifère est en mélange avec le chêne vert) nous apporte un élément de réponse :

Figure 16 : Versant de la chênaie – thuriféraie d'Akourbi où une partie est en Agdal (à gauche) et l'autre hors de l'agdal (second plan). La limite est marquée par un petit talweg. Les conditions écologiques sont identiques et le recouvrement végétal similaire. (Photo : J.B. Cordier)

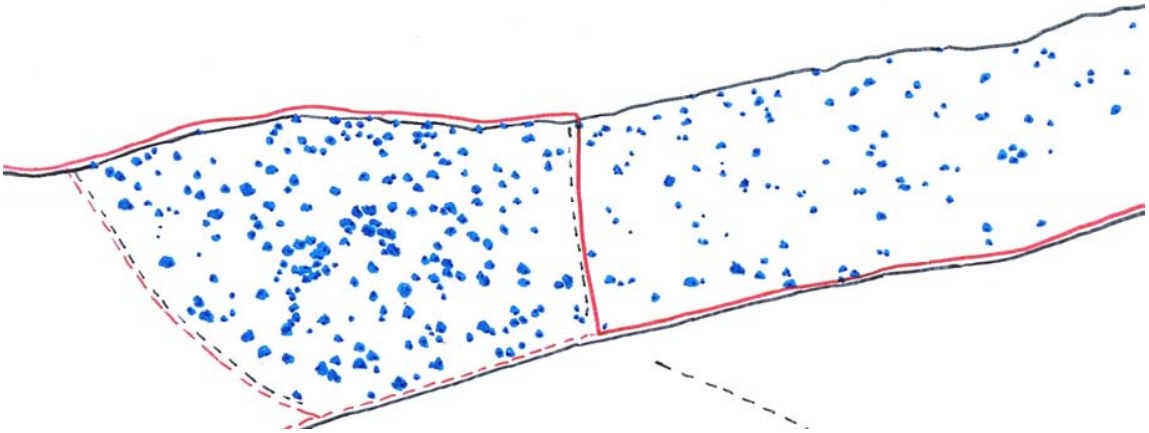


Figure 17 : Dessin de la forêt où l'on a matérialisé les genévriers thurifères (reconnaissance visuelle) en les coloriant en bleu. Les traits rouges marquent la limite de l'agdal, les pointillés noirs les talwegs et les pointillés rouges les limites entre compartiments de l'agdal. (Dessin : J.B. Cordier)

On remarque que la densité de thurifères est bien supérieure dans l'agdal. La non régulation du prélèvement de combustible et de fourrage foliaire produit donc un recul du genévrier thurifère. L'Agdal permet de conserver cette essence.

4.1.2.3.Les agdals à thurifères pour le bois de construction

L'exploitation des perches peut se réaliser de la même manière sur les formes de « houppier au sol » multicaules, que sur le genévrier de Phénicie. La croissance des brins latéraux se retrouve ainsi favorisée, ce qui peut conduire à des formes multicaules dans des stades de développement assez avancés. Toutefois la structure multicaule n'est pas aussi représentée chez le thurifère que chez le genévrier de Phénicie.

L'exploitation, que ce soit pour des poutres ou des perches, sur des formes monocaules avec dominance du *bour*geon apical (typique de la plupart des conifères) est assez courante. Il est courant que cette coupe s'effectue à une certaine hauteur, ce qui permet de préserver une partie du houppier et de ne pas mettre en danger la survie de l'arbre (Figure 16). Une coupe ainsi réalisée donne à l'arbre un port étalé, comme la plupart des grands thurifères de la vallée. Elle peut éventuellement s'effectuer plus près du sol, auquel cas la survie et la reprise de croissance de l'arbre dépend de la vigueur de l'arbre, de la quantité de feuillage qu'aura laissée le bûcheron, des exploitations futures de fourrage foliaire (Figure 15).

Figure 18 : Genévrier thurifère monocaule où la tige a été exploitée pour faire une perche. Le bûcheron a laissé un morceau de tronc feuillé de 70 cm de hauteur. L'arbre devrait survivre mais il est peu probable qu'il puisse se développer.
Agdal d'Iskatafene (Photo : J.B. Cordier)

Une fois qu'il a atteint un certain stade de développement, le thurifère devient un producteur de poutres, grâce à la croissance des branches verticales du houppier. Le genévrier thurifère est le seul arbre capable de produire des tiges assez droites et assez grosses pour servir de poutres pour les maisons.

La coupe de poutres se fait surtout sur des arbres de très gros diamètres. Les poutres prélevées sont alors des branches verticales du houppier. Lorsque ces branches sont prélevées, les vides ainsi laissés sont recolonisés par la croissance des branches alentours, plus ensoleillées, ou par la croissance de rejets verticaux, qui poussent à l'emplacement de la coupe et remplacent alors l'ancienne branche.

Il en est de même pour le prélèvement de perches dans le houppier de ces gros arbres.

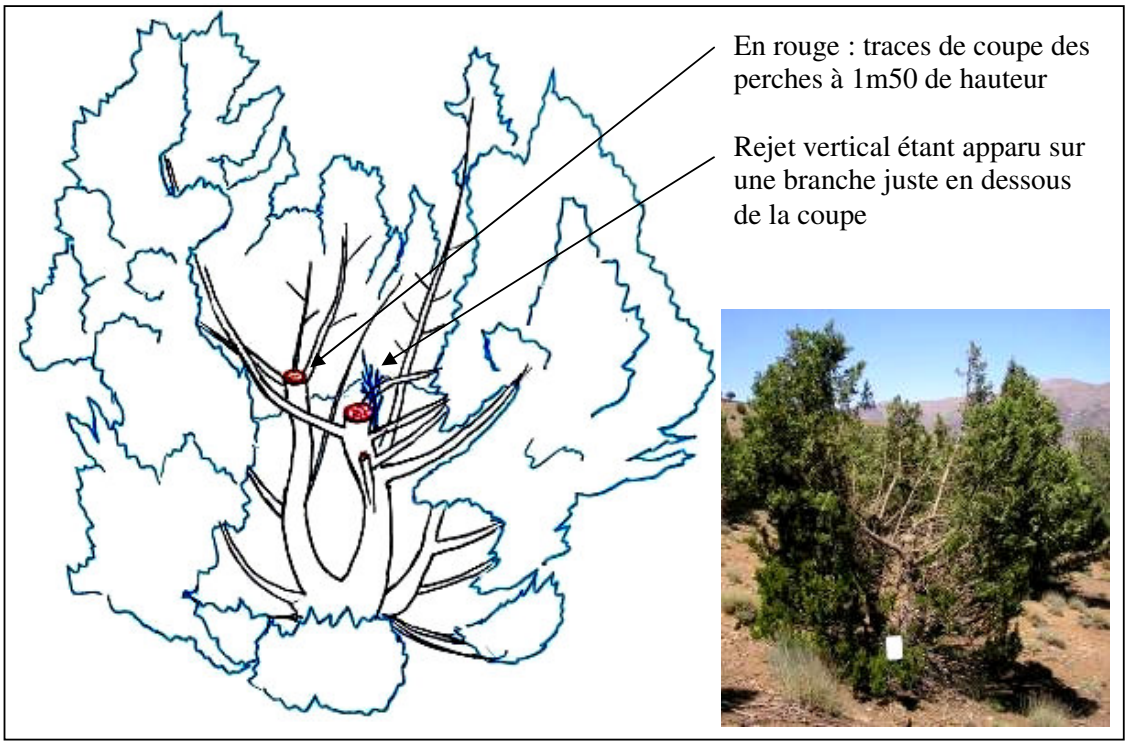


Figure 19 : Genévrier thurifère exploité pour ses perches pour la première fois. En ne prélevant que 30% du houppier, les bûcherons laissent à l'arbre la possibilité de se renouveler. Des rejets naissent au niveau des coupes. Le feuillage des branches latérales peut augmenter vers l'intérieur de l'arbre, ce qui va favoriser la croissance de ces branches latérales. Cela constitue en quelque sorte une « taille de formation » donnant un port étalé à l'arbre. Agdal d'Aït Ouham
(Photo et dessin : J.B. Cordier)

Les trois agdals à bois de construction de thurifère que nous avons étudiés sont les agdals d'Aït Ouham, Zaouit Alemzi et Iskatafene.

A Aït Ouham et Zaouit Alemzi, le prélèvement de bois de construction est régulé par la *taqbilt*, qui organise des exploitations collectives certaines années.

En revanche à Iskatafene ce type de prélèvement est libre : une personne qui construit une maison va prélever la quantité de charpente dont elle a besoin. Depuis 5 ans, 12 maisons y ont été construites : une telle activité immobilière est inhabituelle dans les Aït Bougmez. Elle est en partie expliquée par l'augmentation de l'activité touristique et la construction de gîtes. Mais n'oublions pas que l'agdal où le bois est prélevé est étendu (360 hectares) et densément boisé par les trois espèces de genévriers, dont contient un stock de ressource important.

En plus des différences de gestion, chacun des trois agdals est situé dans des conditions écologiques différentes. L'agdal d'Aït Ouham est dans des conditions plus fraîches que l'agdal voisin de Zaouit Alemzi. Rhanem (1985) avait d'ailleurs identifiés deux types phyto-écologiques marquant clairement cette différence climatique, que les relevés de végétation ont confirmé. L'agdal d'Iskatafene, quant à lui est situé à altitude plus basse dans une cuvette de stagnation d'air froid et humide.

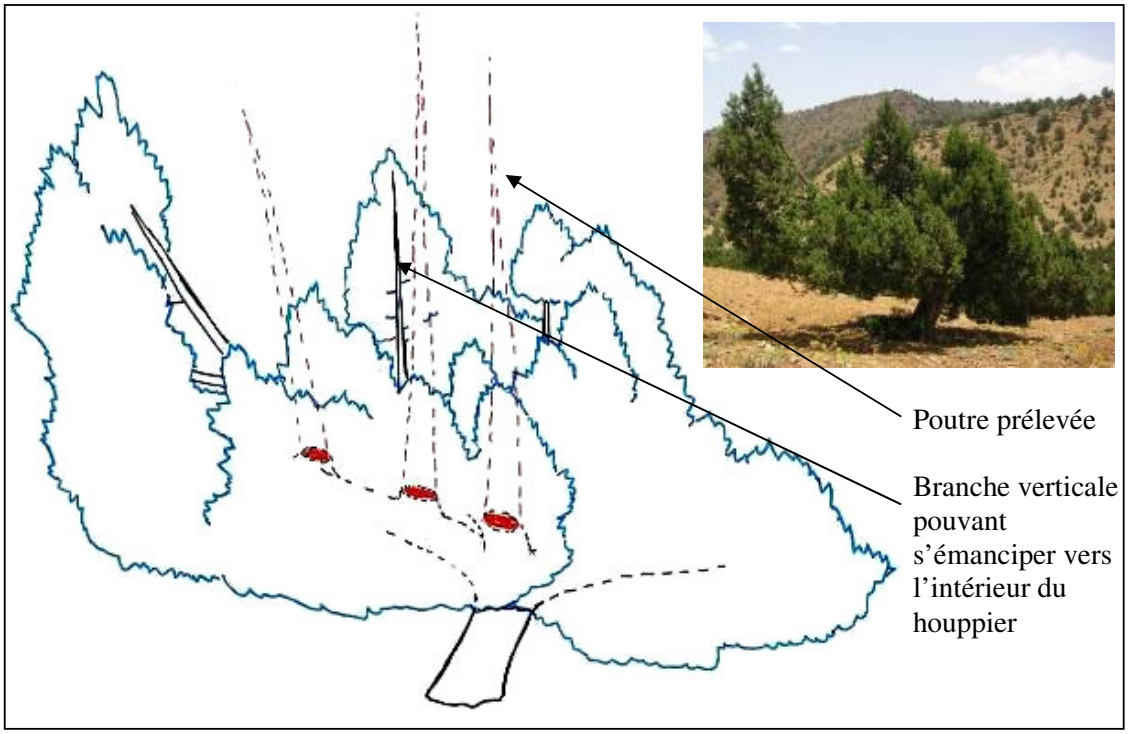


Figure 20 : gros genévrier thurifère ayant été exploité pour trois poutres il y a un an. Des rejets verticaux sont déjà apparus au niveau des coupes. L'espace laissé dans le houppier permet à d'autres branches verticales d'étendre leur feuillage ce qui augmente leur vitesse de croissance. Agdal d'Iskatafene (Photo et dessin : J.B. Cordier)

Voyons maintenant quelles sont les différences mises en évidence par les comparaisons d'échantillons d'arbres et d'échantillons de placettes, par des tests non paramétriques de Mann Whitney. Le première série de tests concerne des échantillons « d'arbres » de thurifère (où au moins un diamètre est supérieur ou égal à 20 cm).

		Vitalité du houppier (%)	Hauteur (m)	Couvert (m²)	Surface terrière (m²)	Volume de houppier (m3)	Nombre de coupes par m² de couvert	Volume de houppier par mètre carré de couvert
Iskatafene (N=10)	Moyenne	**86**	5,4	**30**	**0,22**	**60**	**0,23**	2,1
	Ecart-type	16	0,9	15	0,11	26	0,14	0,7
Aït Ouham (N=12)	Moyenne	**98**	5,6	**65**	**0,79**	**153**	0,30	2,2
	Ecart-type	5	1,4	32	0,53	96	0,30	0,6
Zaouit (N=12)	Moyenne	90	5,2	**41**	0,55	95	**0,46**	2,0
	Ecart-type	15	0,8	25	0,44	81	0,32	0,7
Test : Iskatafene et AïtOuham		**0,044**	0,869	**0,019**	**0,018**	**0,007**	0,742	0,598
Test : Iskatafene et Zaouit		0,529	0,597	0,429	0,065	0,468	**0,048**	0,843
Test : Aït Ouham et Zaouit		0,131	0,686	**0,050**	0,356	0,119	0,073	0,355

Tableau 7 : Tests non paramétriques de comparaison de rangs (Mann Whitney) entre des échantillons d'arbres de genévriers thurifères des agdals d'Iskatafene, Zaouit Alemzi et Aït Ouham.

Il est surtout mis en évidence une différence de dimension concernant la surface terrière et l'étalement des houppiers : les arbres les plus grands se trouvent dans l'agdal d'Aït Ouham. On remarque en revanche que les moyennes de hauteurs sont similaires.

Les indices ne montrent pas de différences flagrantes de pression. Le nombre de coupes par unité de couvert est plus élevé dans l'agdal de Zaouit Alemzi : cela est peut être dû à sa petite superficie.

La deuxième série de tests concerne les échantillons de placettes dans les thuriféraies. Une variable a été rajoutée : le nombre de stades de croissance représentés. Cette variable tient compte des trois classes de hauteurs définies pour la régénération.

		Couvert global (% de surface)	Couvert thurifère (% de surface)	Surface terrière globale (m²/ha)	Surface terrière thurifère (m²/ha)	Volume houppier (m3/ha)	Nombre de régénérations à l'ha	Nombre de seconds stades de croissance à l'ha	Nombre d'arbres à l'ha	Nombre de stades de croissance représentés
Iskatafene (N=4)	Moyenne	41	26	19	14	4720	**191**	70	64	**4**
	Minimum	34	8	12	8	1844	77	0	26	4
	Maximum	46	38	30	27	8249	254	178	102	5
Aït Ouham (N=3)	Moyenne	30	30	36	36	7033	**23**	4	**45**	3
	Minimum	17	17	25	25	3814	0	0	45	1
	Maximum	36	37	49	49	10449	45	11	46	5
Zaouit Alemzi (N=3)	Moyenne	31	28	40	39	6619	**0**	0	**70**	**1**
	Minimum	22	20	28	25	5107	0	0	53	1
	Maximum	44	42	64	64	9454	0	0	87	1
Test : Iskatafene et AïtOuham		0,229	0,857	0,114	0,114	0,629	**0,057**	0,229	0,400	0,400
Test : Iskatafene et Zaouit		0,157	0,480	0,157	0,077	0,157	**0,028**	0,079	0,724	**0,022**
Test : Aït Ouham et Zaouit		0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,121	0,317	**0,050**	0,121

Tableau 8 : Tests non paramétriques de comparaison de rangs (Mann Whitney) entre des échantillons de placettes dans les agdals d'Iskatafene, Aït Ouham et Zaouit Alemzi.

La régénération des peuplements est ce qui constitue la principale différence entre les trois agdals : complètement absente de l'agdal de Zaouit Alemzi, elle est présente à Aït Ouham et elle est abondante à Iskatafene (où à celle du thurifère il faut ajouter celles de l'oxycèdre et du genévrier de Phénicie, également très présentes).

La différence de régénération entre les agdals d'Aït Ouham et de Zaouit Alemzi est mise en évidence par une observation attentive du paysage (voir page suivante).

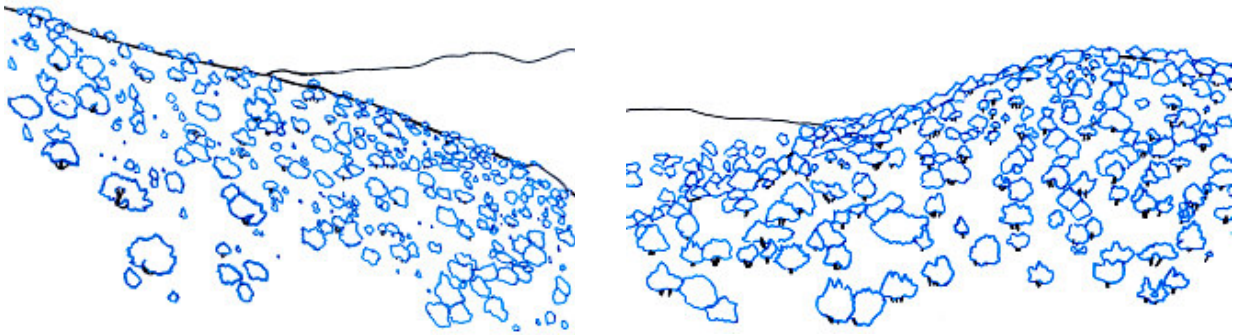


Figure 21 : Dessins d'un versant de l'agdal d'Aït Ouham (à gauche) et d'un versant de l'agdal de Zaouit Alemzi (à droite), décalqués sur des photographies. (Dessins : J.B. Cordier)

On observe bel et bien la régénération et les différents stade dans l'agdal d'Aït Ouham, ainsi que l'homogénéité du peuplement et l'absence totale de régénération dans l'agdal de Zaouit Alemzi.

Il semble bien que les conditions climatiques soient le facteur déterminant de la régénération du thurifère. Chaque agdal est en effet un espace de parcours.

4.1.3. Le cas du chêne vert

4.1.3.1. Deux formes porteuses de ressources et de fonctions différentes

De visu, on distingue aisément la forme arborescente du matorral. Pour les usagers, cette distinction est également opérée. Le matorral est souvent qualifié par le fait qu'il « ne peut pas grandir » et sa présence est interprétée comme une marque de dégradation par rapport à un peuplement arborescent originel. Le fourrage qu'il produit est considéré comme étant de plus mauvaise qualité. Il est en effet moins appétant, car ses feuilles sont souvent plus dures et épineuses que les feuilles des arbres.

Il n'en demeure pas moins une ressource fourragère directement pâturable par les troupeaux, contrairement aux arbres aux houppiers élevés. Suivant le type de pâturage pratiqué il peut avoir des réactions différentes[20] (voir la figure 19).

Il est issu de rejets de souche et de drageons : en cela il constitue la régénération du chêne vert. Bien que soumis à des pressions de pâturage et d'ébranchage importantes certains brins sont capables de s'affranchir et de se développer.

Dans ces milieux il a un rôle protecteur du sol plus efficace que la strate arborescente.

La ressource foliaire portée par les chênes verts arborescents est plus appétante. Ils constituent aussi un stock de combustible sur pied. Enfin, ils sont producteurs de glands, qui constituent un aliment riche pour le troupeau, et une possibilité de dissémination du chêne par semis.

[20] Le déterminisme de ces formes est probablement multiple : déterminisme génétique de la croissance, appétence, comportement des animaux, etc. Dans notre cas, la combinaison entre présence du troupeau et saison de croissance du chêne semble être un élément prépondérant.

Figure 22 : matorrals de chêne vert soumis à des pressions de pâturage élevées (agdal d'Ibaqaliun). Le buisson a été abrouti de façon très intense ce qui a éclairci sa partie inférieure mais n'a pas empêché pas la croissance en hauteur des brins. Il constitue ainsi une régénération efficace du peuplement arborescent. Il est à noter que cette forêt est peu pâturée en été, durant la saison de végétation du chêne.

Figure 23 : les buissons sont constamment pâturés car situés sur un lieu où le passage des troupeaux est fréquent y compris en été (hors agdal d'Iskatafene). La croissance est sans cesse contrariée, et le matorral finit par adopter un port « en bouclier » où les unités de croissance sont très courtes et multiples. (Photos : J.B. Cordier).

4.1.3.2. Une exploitation du matorral garante d'une certaine stabilité de sa fonction.

Le matorral de chêne est une formation basse constituée de brins multiples, de très petits diamètres, où la plupart des feuilles sont épineuses et coriaces. Les rameaux de meilleure qualité fourragère sont ceux ayant une meilleure croissance, partant souvent du centre de la forme buissonnante. C'est eux qui sont exploités en priorité. On les coupe à la base ou à mi-hauteur. Par cette technique on élimine systématiquement des brins de bonne vigueur. Il est probable qu'au cours des exploitations la croissance en hauteur du matorral réduise. Mais le fait d'extraire les brins du coeur et de laisser les brins périphériques permet à la forme buissonnante de rejeter du centre, et au couvert de ne pas régresser.

Sur le matorral, la seule façon de récupérer plus de bois de feu est de dessoucher une partie des racines, à l'endroit où l'on vient d'extraire les tiges portant le fourrage foliaire.

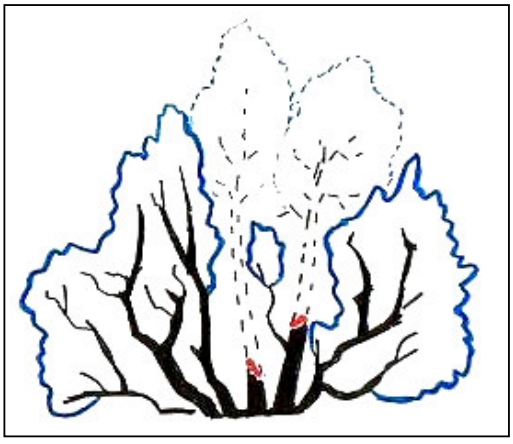


Figure 24 : La photo (prise dans le hors agdal d'Ifrane) et le schéma montrent l'exploitation des brins centraux, qui est la plus couramment pratiquée sur le matorral.

On réalise une ANOVA sur quatre échantillons[21] de buissons de matorral provenant de ces quatre espaces. L'ANOVA détecte les variables dont la variabilité est expliquée par la répartition entre différents groupes. Puis, sont effectués des tests de différence significative des moyennes de Tukey, qui permettent d'identifier des sous-groupes homogènes selon chaque variable. Cette opération facilite la lisibilité des résultats.

		Vitalité (%)	Couvert (m²)		Hauteur (m)			Volume (m3)		Volume par m² de couvert (m3/m²)			Opacité du couvert (%)	
	ANOVA	0,576	**0,003**		**0,000**			**0,000**		**0,000**			**0,000**	
	Sous-groupes homogènes	1	1	2	1	2	3	1	2	1	2	3	1	2
Hors agdal	N = 44	96		7,0	1,1			3,1		0,39			81,8	
Agdal (bergeries)	N = 42	97	5,0	5,0		1,6		3,3			0,6			94,5
Agdal	N = 30	96	3,1			1,8		2,5			0,7			97,7
Pté privée	N = 30	95		7,0			2,4		10,7			1,3		99,7
	Signification des sous-groupes	0,49	0,40	0,29	1,00	0,75	1,00	0,94	1,00	1,00	0,49	1,00	1,00	0,33

Tableau 9 : Anova et tests de comparaison de quatre échantillons de buissons de matorral à Ifrane. Dans chaque colonne de sous-groupe sont écrites les moyennes de la variable des groupes d'échantillons appartenant à ce sous-groupe.

Toutes les variables dimensionnelles du matorral de la propriété privée sont élevées car la croissance est rapide grâce à la puissance des systèmes racinaires des anciens arbres de futaie, et elle n'est pas contrariée par le pâturage et l'ébranchage.

Dans les autres espaces, la hauteur moyenne est naturellement plus élevée dans les espaces où l'ébranchage est régulé. Cette hauteur moyenne atteint même des valeurs de 1,6 et 1,8 m dans l'agdal, hauteur où l'on considère que la régénération est affranchie de la dent du troupeau. Rappelons que dans l'un des compartiments se trouvent trois bergeries possédant un effectif total de 400 têtes en hiver.

L'intensité de l'ébranchage hors de l'agdal s'exprime aussi par la faible valeur du rapport entre volume foliaire et couvert, et par la transparence de son couvert.

Le couvert moyen de chaque unité augmente avec l'intensité de l'utilisation. Cela s'expliquerait par le fait que certaines formations de matorral sont en place depuis plus longtemps dans les secteurs où l'usage est le plus intense, et que la croissance latérale n'a pas été perturbée par l'ébranchage.

L'exemple d'Ibaqaliun permet de soulever une autre question. On compare deux échantillons de buissons de matorral, un dans l'agdal et l'autre en dehors de l'agdal. Les conditions écologiques sont en théorie semblables. Cela dit, la formation géologique présente une forte variabilité de substrat, et ce à petite échelle. Il est à noter que la zone aujourd'hui en Agdal ne l'était pas auparavant.

[21] Dans ces échantillons sont comptabilisés les chênes verts de forme « matorral » de dimensions minimales suivantes : plus d'un mètre carré de couvert et plus de 50 cm de haut. On considère qu'ainsi la ressource est exploitable.

		Vitalité (%)	Couvert (m²)	Hauteur (m)	Volume (m3)	Volume par m² de couvert (m3/m²)	Opacité du couvert (%)
Hors Agdal (N=24)	Moyenne	**57**	3,6	**1,4**	1,6	**0,33**	**76,3**
	Ecart type	26	2,9	0,4	3,1	0,25	22,2
Agdal (N=29)	Moyenne	**84**	4,0	**1,9**	3,1	**0,69**	**93,8**
	Ecart type	14	3,6	0,6	2,9	0,36	9,8
	Test de Student	**0,000**	0,629	**0,001**	0,098	**0,000**	**0,000**

Tableau 10: Test paramétrique de Student de comparaison de moyenne sur deux échantillons de buisson de matorral à Ibaqaliun.

Les résultats concernant les dimensions vont dans le même sens que nos conclusions sur l'agdal d'Ifrane. Les volumes par unité de couvert sont même relativement identiques à ceux du cas précédent. C'est la vitalité des brins feuillés qui diffère. La baisse de vigueur serait alors un effet de la surexploitation qui se manifeste dans des conditions écologiques défavorables.

En mettant en relation l'observation du terrain avec les résultats de la comparaison diachronique de photos aériennes qu'a réalisée Sanae Hammi (2005), on fait la constatation suivante : les zones où le matorral de chêne vert est aujourd'hui la formation dominante ont conservé un couvert stable[22].

Le couvert moyen constaté sur les placettes hors de l'agdal d'Ifrane (où on a pris l'échantillon d'unités de matorral) est de 34% (écart type : 4). Sanae Hammi y a identifié un couvert de 40 %. Ces valeurs de couvert sont relativement élevées par rapport aux moyennes sur les forêts de Bougmez. Le volume du matorral de chêne vert est en moyenne de 1245 m3 à l'hectare (écart type = 583). On retiendra donc un ordre de grandeur de 1000 m3 à l'hectare.

4.1.3.3. Une exploitation du houppiers des arbres pouvant avoir un très fort impact sur la ressource foliaire, mais ne condamnant pas leur capacité de renouvellement

Le prélèvement de rameaux et de grosses branches est principalement localisé sur la périphérie de l'arbre. La plupart des personnes interrogées ont en effet revendiqué cette méthode, qui vise essentiellement à ne pas contrarier la croissance des pousses apicales. C'est selon, un interlocuteur de Taghoulit, une méthode qui lui avait été conseillée par un technicien des Eaux et Forêts il y a nombre d'années. Le *naïb* d'Ifrane m'a dessiné un croquis explicitant les pratiques de coupe :

[22] Hormis dans la forêt hors Agdal d'Ighirine Iglouane, où Sanae Hammi a identifié une régresion de couvert de 10, à cause de la disparition des houppiers ; cela dit nos mesures sur les placettes font état d'un couvert encore important : 36%, 26% et 31%.

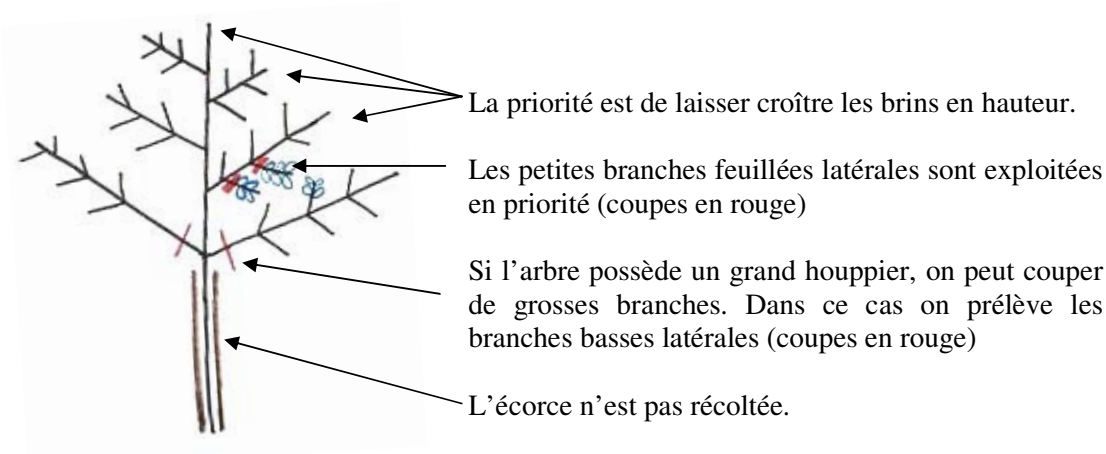
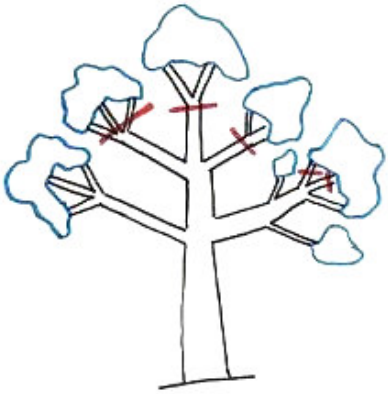


Figure 25 : Dessin réalisé par le *Naïb* d'Ifrane pour expliciter les pratiques d'exploitations du chêne vert (il a ensuite été colorisé).



Le *Naïb* d'Akourbi a parlé d'une technique différente (voir Figure 23), qui provoquerait une meilleure repousse des rejets. Cette technique ressemble à celle pratiquée sur les chênes verts de la *dehesa* espagnole, qui recherche l'étalement du houppier pour augmenter la production de glands. Evoquant l'autre méthode, pratiquée dans presque tous les autres *douars*, mon interlocuteur me répond qu'il s'agit d'une pratique visant à garder le fût droit et vertical, pour un usage éventuel en bois de charpente. Une telle exploitation pourrait expliquer le port étalé de certains chênes verts, mais elle n'est pas pratiquée à grande échelle.

Figure 26 : les bonnes pratiques de coupe de chêne vert vues par le *Naïb* d'Akourbi. J'ai dessiné l'arbre moi-même et il a indiqué les lieux de coupe privilégiés (traits rouges).

Quoi qu'il en soit, le prélèvement régulier de rameaux modifie la structure de l'arbre. Leur houppier se rétrécit, mais s'épaissit. Les rejets issus de la taille sont en effet nombreux et vigoureux.

Sur des arbres de petite taille, ou sur de grands arbres surexploités où le houppier est très réduit, l'exploitation fourragère se concentre avant tout là où se situe la ressource, que les brins soient apicaux ou latéraux. Quant à l'exploitation de combustible, elle peut même se traduire par la coupe de tiges entières (de plus ou moins gros diamètre) face à l'absence de bois mort ou de grosses branches.

Ce que les villageois qualifient de coupe sanitaire semble correspondre à une exploitation des rameaux morts, afin de les valoriser comme combustible.

Figure 27 : Chêne vert au houppier bien développé (agdal d'Ifrane, sur les bours). (Photo : Angel Blazquez Carrasco)

Figure 28 : chênes verts au houppier surexploité, dont seule subsiste la partie terminale (hors agdal d'Ifrane). (Photo : Pierre Marie Aubert)

Le chêne vert n'est guère apprécié dans la construction car il très dense, difficile à travailler et souvent tortueux.

Il a surtout été utilisé pour la construction de bergeries dans la chênaie. Cet arbre ne subit pas aujourd'hui une exploitation régulière pour cet usage comme c'est le cas pour le genévrier thurifère. Ont été exploités des tiges verticales de diamètre moyen, ou de gros diamètre ayant ensuite été fendues pour constituer les charpentes. On trouve encore de grosses souches témoins de cette exploitation.

Les villages qui n'ont que des forêts de chênes préfèrent acheter le bois de pin d'Alep aux tribus voisines pour construire les charpentes.

Les chênaies d'Ifrane et de Taghoulit, situées sur un versant aux conditions écologiques identiques, nous permettent à nouveau d'étudier les formes des arbres selon des pressions différentes. L'agdal comme le hors agdal possèdent un peuplement de futaie de chêne. Le hors agdal a subi une forte régression de couvert durant les 40 dernières années (Hammi, 2005), mais il reste une source de fourrage importante pour les villageois d'Ifrane et de Taghoulit. Notons qu'il a aussi été le lieu de prélèvement de charpentes de chênes vert pour la construction des bergeries d'Ifrane et de Taghoulit.

Face à l'amenuisement de la ressource, les gens de Taghoulit ont mis un secteur du hors agdal en défens des coupes depuis 6 ans, afin de permettre le renouvellement des houppiers. On l'appelle le « nouvel agdal » mais il a vocation a redevenir un espace de prélèvement non contrôlé (hors de l'agdal) lorsque la mise en défens sera terminée, dans 6 ans.

Etudier la forme des arbres sur ces trois espaces par comparaison d'échantillons permet notamment d'évaluer la capacité de renouvellement de chênes verts surexploités.

L'Anova sur les échantillons d'arbres est suivie de tests de comparaison de moyenne rangeant ces moyennes dans des sous-groupes par variable (Test de Tukey).

Les échantillons sont constitués d'arbres de diamètres pré comptables (supérieurs à 10 cm : ils représentent de toute façon la grande majorité).

		Vitalité (%)	Nombre de brins	Surface terrière (m²)	Hauteur (m)	Couvert (m²)	Volume (m3)		Densité du houppier			Opacité du couvert (%)		Nombre de coupes		Nombre charpentières
	ANOVA : Signification	0,06	0,752	0,783	0,112	0,56	0,004		0,000			0,000		0,024		0,731
	Sous groupes homogènes	1	1	1	1	1	1	2	1	2	3	1	2	1	2	1
Hors Agdal	N = 17	100,0	1,7	0,13	4,2	6,3	1,1		0,06			56,8			4,1	0,9
Nouvel Agdal	N = 22	97,7	1,5	0,11	5,1	7,6	10,6	10,6		0,40			89,7	2,1		0,8
Agdal	N = 29	94,8	1,8	0,11	5,2	8,9		18,7			0,80		97,7	3,8	3,8	0,6
	Signification des sous groupes (Tukey)	0,05	0,76	0,76	0,11	0,53	0,16	0,25	1,00	1,00	1,00	1,00	0,21	0,1	1,0	0,73

Tableau 11 : Anova et tests de comparaison de quatre échantillons d'arbres à Ifrane. Dans chaque colonne de sous-groupe sont écrites les moyennes de la variable des groupes d'échantillons appartenant à ce sous-groupe.

Les arbres sont relativement de même dimension en ce qui concerne la surface terrière, la hauteur et le couvert. Le nombre moyen de branches charpentières ne varie pas non plus significativement entre les échantillons. On peut donc en conclure que les arbres ont dû se développer dans des conditions de pression relativement semblables.

Cela dit, les arbres hors de l'agdal ont depuis subi une forte régression du houppier avec le prélèvement du fourrage foliaire. Cela est mis en évidence par la comparaison entre les arbres de l'agdal et les arbres du hors agdal : les houppiers ont des dimensions très différentes (plus de 15 fois plus volumineux dans l'agdal), et le couvert des arbres hors de l'agdal est relativement transparent, ce qui montre bien le degré de fragmentation des houppiers.

La mise en défens d'une partie du hors agdal a bien provoqué un recru de croissance du houppier des arbres : ils sont à nouveau plus volumineux (en moyenne 10 fois plus que dans le hors agdal encore exploité) et plus opaques.

Figure 29 : A droite du talweg une zone hors agdal entre Ifrane et Taghoulit. A gauche, le « nouvel agdal » mis en place à l'initiative de la *taqbilt* de Taghoulit. 6 ans après le début de la mise en défens on remarque déjà la reprise de croissance des houppiers. (Photo : J.B. Cordier)

La densité du houppier est l'indice que nous avons défini comme un rapport entre le volume foliaire mesuré et la biomasse foliaire théorique (calculée à partir des diamètres des tiges). Cet indice exprime bien les différences de pression : il semble donc constituer un indicateur intéressant quant à l'intensité de prélèvement foliaire sur l'unité arbre. En Annexe 8 et 9 sont présentés les résultats de comparaison d'échantillons d'arbres (à Ifrane et Ibaqaliun) mettant en évidence qu'il peut exister une forte variabilité de la pression sur les houppiers au sein de l'Agdal. Cela apporte également plus d'éléments concernant l'utilisation de l'indice de densité du houppier.

La donnée « nombre de coupes de 10 cm ou plus » sur chaque arbre est difficile à exploiter ; les paramètres de matériel sur pied à l'hectare semblent être les seuls indicateurs valides de pression sur le bois.

La comparaison des échantillons de placettes par des tests non paramétriques de Mann Whitney (comparaison de rangs) met bien en évidence une différence de volume foliaire global entre les trois espaces, ainsi que la densité des brins pré comptables, mais peu d'autres variables apparaissent comme significativement différentes.

Les mesures de surface terrière effectuées par Pierre Marie Aubert[23] peuvent être utilisées ici, afin d'avoir une idée plus précise du matériel ligneux sur pied présent dans les trois espaces, et extrapoler sur la ressource foliaire. Il a réalisé des mesures de diamètres sur des placettes circulaires de 15 mètres de rayon dans l'agdal (15 placettes) et de 30 mètres de rayon hors de l'agdal (9 placettes), sur des peuplements de même faciès que ceux situés sur nos placettes

Il trouve une surface terrière à l'hectare de 15 m² dans l'agdal et de 5 m² hors de l'agdal (les écarts types sont respectivement de 3,9 et 2,4). Quant à la densité des brins pré comptables elle est de 212 brins/ha dans l'agdal et 48 brins/ha hors de l'agdal. Nous considérons que ces données sur la ressource ligneuses mesurées par Aubert sur le hors agdal sont également valables pour le nouvel agdal.

Cette forte différence de matériel sur pied s'explique par le fait que la zone hors de l'agdal a été le lieu de coupe de bois de charpente de chêne, et qu'elle est encore aujourd'hui exploitée pour le combustible. La réduction du nombre de brins a ainsi induit un amenuisement de la ressource foliaire et du recouvrement de la forêt, dans ces zones où le recouvrement du matorral est faible (de l'ordre de 5% hors de l'agdal et dans le nouvel agdal).

Un calcul simple faisant intervenir les données de matériel sur pied d'Aubert et nos données de surface terrière et de volume foliaire de l'arbre moyen, nous permet de quantifier cette régression du point de vue de la ressource foliaire (avec une certaine imprécision) :

$$\frac{\text{Volume moyen d'un arbre}}{\text{Surface terrière moyenne d'un arbre}} * \text{Surface terrière à l'ha} = \text{Volume moyen à l'ha}$$

Pour l'agdal on obtient un ordre de grandeur de 2500 m3 de volume de houppier à l'hectare. Cette valeur chute à 40 m3 à l'hectare hors de l'agdal. Elle est de 500 m3 à l'hectare pour le nouvel agdal. A cela il faut ajouter que le matorral est également présent en plus grande quantité dans l'agdal.

[23] Doctorant en sciences de gestion dans la vallée des Aït Bougmez, s'intéressant à l'utilisation des ressources naturelles. Il a effectué quelques inventaires forestiers classiques (mesure de diamètre sur des placettes à surface fixe), dont l'un d'eux est utilisé ici.

Cet agdal constitue une véritable réserve de fourrage sur pied. La mise en défens des coupes d'un secteur hors de l'agdal (nouvel agdal) met en évidence une bonne capacité de renouvellement des arbres surexploités, mais ne permet pas d'atteindre des stocks de ressources comparables à l'agdal, à cause de la faible densité d'arbre.

On peut également constater que dans le hors agdal partagé avec Aït Ouchi, où le couvert moyen du matorral atteint 34%, la valeur de volume foliaire à l'hectare du matorral est de l'ordre de 1000 m3 à l'ha. Certes, le fourrage foliaire du matorral possède une appétence inférieure, mais il est présent en bien plus grande quantité que dans la forêt hors de l'agdal où ce fourrage n'est situé sur que sur de grands arbres.

4.2. La gestion en Agdal des forêts à dominante de chêne vert

4.2.1. Mise en évidence des combinaisons de variables grâce à l'Analyse en Composantes principales

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) permet de visualiser des phénomènes qui se combinent. Elle étudie la ressemblance entre variables et les proximités entre individus (dans notre cas : les placettes et leurs caractéristiques surfaciques). On peut l'utiliser pour créer une typologie, mais nous nous en tiendrons à la description de l'inertie des variables et de leurs corrélations.

L'utilisation de cette méthode statistique ne permet pas de répondre à notre problématique principale, visant à comparer les états écologiques des forêts dans l'Agdal et hors de l'Agdal. Mais il est intéressant dans un premier temps d'ignorer cette dualité afin d'identifier les variables créant le plus de variabilité ainsi que des phénomènes de combinaison. Cela éclairera l'étude comparative menée ensuite.

62 placettes de mesures réalisées dans la chênaie (Agdal et non Agdal) ont été retenues pour réaliser une ACP.

Les variables incluses dans l'ACP sont :

- Variables globales : le couvert global des espèces d'arbres, le couvert de la strate herbacée,
- Concernant le chêne vert : le couvert du matorral de chêne vert, la surface terrière globale, la surface terrière de chaque classe de grosseur de chêne vert (perchis, petit bois, bois moyen, gros bois), le volume foliaire de chêne vert (matorrals et houppiers confondus), hauteur moyenne des arbres (chêne vert), hauteur moyenne du matorral,
- Concernant les genévriers : la surface terrière et le volume des houppiers.

Les variables choisies sont donc principalement des variables représentant des stocks de ressource.

Les axes factoriels expliquent la répartition des placettes dans un espace à 14 dimensions (nombre de variables incluses dans l'ACP). Ils constituent des « variables synthétiques » produites par la combinaison de plusieurs variables

Les trois premiers axes permettent d'expliquer 66% de la répartition sur l'espace multidimensionnel, ce qui est une bonne valeur. Le premier axe en explique 30% à lui seul.

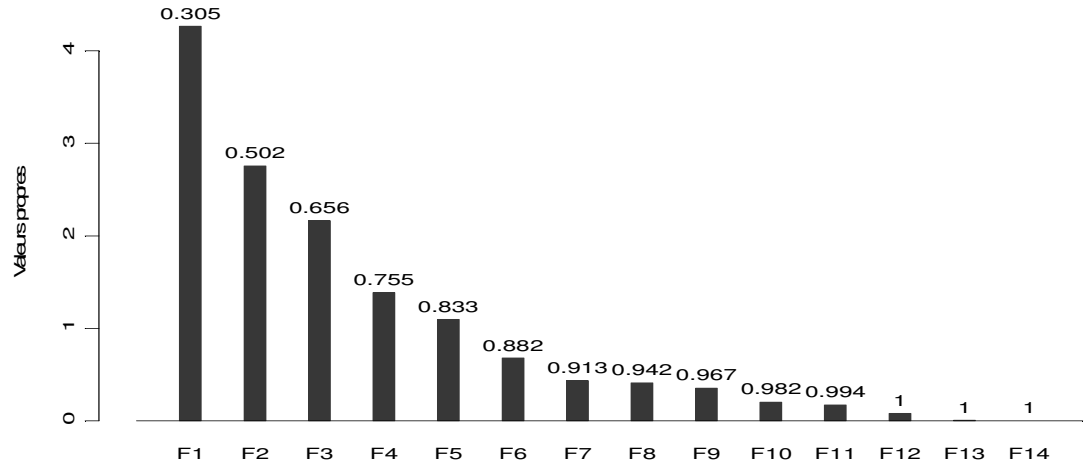


Figure 30 : Contribution des axes factoriels à l'explication de la variance.

Les cercles de corrélation permettent d'identifier les variables qui participent le plus à la répartition des données et celles qui se combinent.

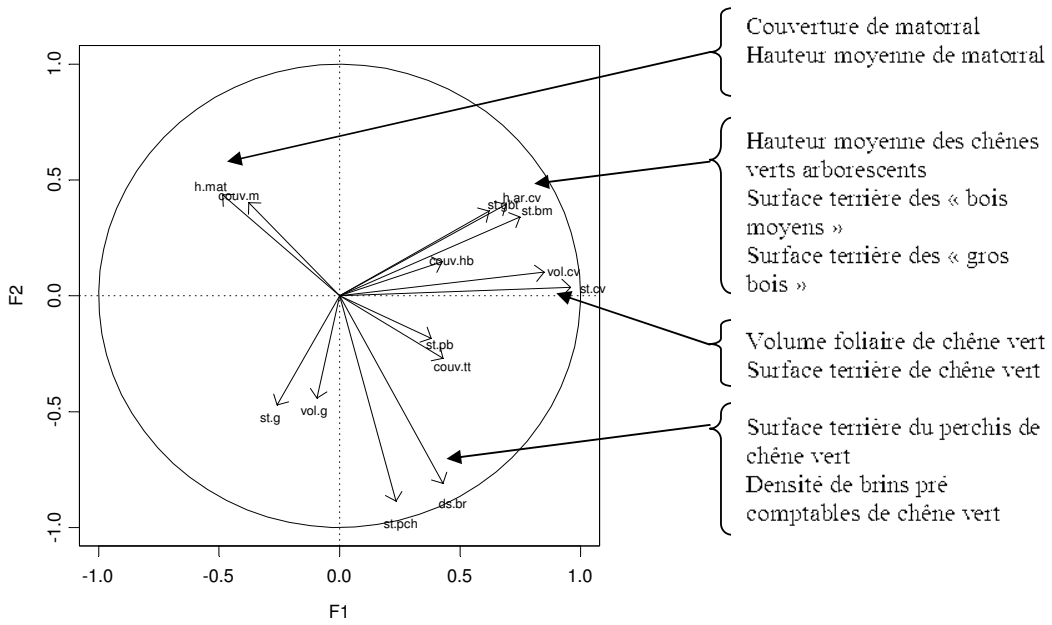


Figure 31 : Cercle de corrélations de l'ACP selon les axes F1 et F2

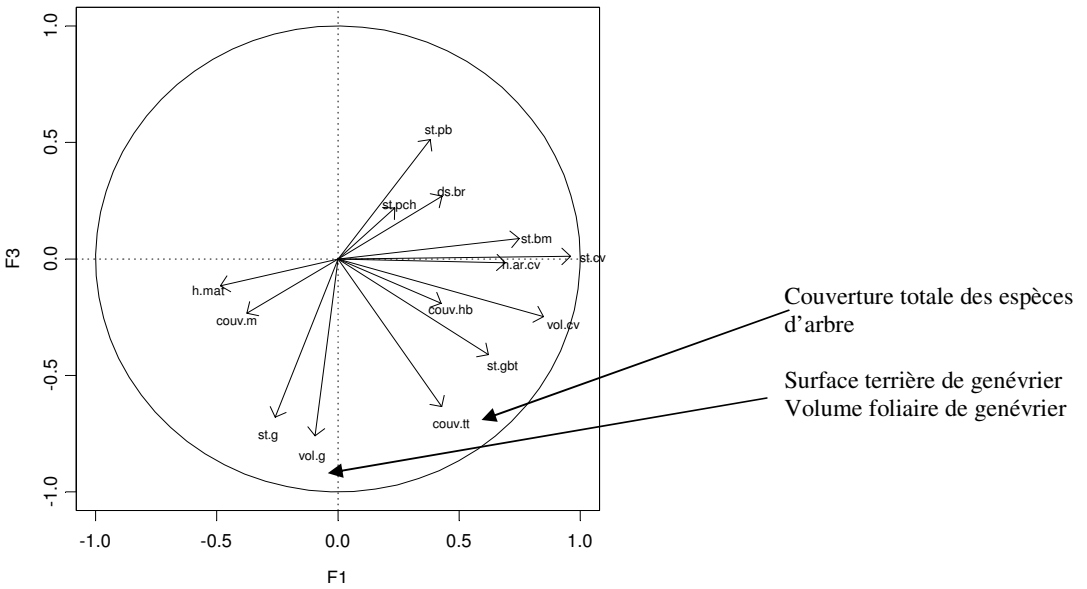


Figure 32 : Cercle des corrélations de l'ACP selon les axes F1 et F3

L'axe F1 résulte essentiellement de la combinaison des variables « Surface terrière de chêne vert » et « Volume foliaire de chêne vert », expressions des stocks de ressources ligneuse et fourragère.

Des variables exprimant la présence d'arbres de grosse dimension apparaissent également sur cet axe. Des variables exprimant la quantité de matorral ainsi que sa hauteur moyenne sont également présentes sur cet axe, mais dans le sens contraire. Le matorral serait donc relativement antagoniste de stocks élevés de ressources[24] et de peuplements d'arbres de grandes dimensions. Cela s'expliquerait avec l'hypothèse que le matorral soit une forme de dégradation de la futaie de chêne.

L'axe F2 résulte essentiellement de la combinaison des variables « surface terrière du perchis » et « densité des brins pré comptables », perpendiculaires et donc très peu corrélées avec les niveaux de ressource. L'importance du matorral est également manifestée sur cet axe.

L'axe F3 est principalement lié à la quantité de genévriers en présence. Cet aspect est intéressant car il représente une diversification des ressources bois et fourrage. Il n'est pas corrélé à des variables exprimant un faciès de peuplement de chêne vert, ni aux quantités de ressources fourragères et ligneuses du chêne vert (bonne perpendicularité).

A l'issue de cette ACP, on constate aussi que le couvert de la strate herbacée n'est corrélé avec aucune des variables de peuplement forestier.

Une fois les principales composantes de la variabilité des peuplements établies - importances des ressources foliaire et ligneuse, importance des brins de petit diamètre, importance des brins de gros diamètre, importance du matorral et importance du genévrier - on peut tester le rôle de la gestion en Agdal sur ces composantes.

[24] N'oublions cependant pas que nous venons de mettre en évidence que les formations de matorral ne constituaient pas forcément les peuplements aux stocks de ressources fourragères les plus faibles.

4.2.2. Mise en évidence de différences d'état écologique entre l'Agdal et le hors Agdal

Des tests de Student de comparaison de moyennes entre deux échantillons de placettes à peuplement de chêne vert – 35 en Agdal et 22 hors de l'Agdal – sont réalisés. Les résultats sont exposés et discutés dans les deux sous parties suivantes. N'oublions pas que les forêts en Agdal et hors de l'Agdal se trouvent dans la majorité des cas dans des conditions écologiques différentes. La vision que nous aurons de l'état écologique sera donc un « état de fait » à la fois gouverné par des facteurs anthropiques et des déterminants écologiques. Si certaines différences de faciès des peuplements peuvent être considérées comme l'impact direct de la gestion, il n'en est pas de même pour la répartition des espèces végétales, où le milieu biophysique a une influence prépondérante.

4.2.2.1. Des disponibilités de ressources différentes dans et hors de l'Agdal

Les résultats des tests concernant les ressources dans et hors de l'Agdal sont exposés dans le tableau suivant.

		Couvert global	Couvert du matorral de chêne vert	Couvert de la strate herbacée	Surface terrière du chêne vert	Volume de houppier de chêne vert	Surface terrière des genévriers	Volume foliaire des genévriers
Hors Agdal N = 22	Moyenne	**25**	**13**	11	**10,3**	**1670**	4,7	549
	Ecart-type	11	11	10	8,5	1448	7,0	812
Agdal N = 35	Moyenne	**26**	**3**	13	**14,7**	**2995**	3,8	779
	Ecart-type	11	6	11	11,1	2733	5,4	1188
Test de Student	Variances égales	0,814	**0,000**	0,473	0,117	**0,041**	0,613	0,428
	Variances inégales	0,814	**0,001**	0,468	0,097	**0,021**	0,634	0,389

Tableau 12 : Tests de comparaison de moyennes des ressources dans et hors de l'Agdal.

Bien qu'ayant des recouvrements équivalents, l'Agdal et le hors Agdal ne contiennent pas le même type de ressource.

La fonction de réserve alimentaire de l'Agdal pour le troupeau s'exprime par le fait qu'il contient plus de fourrage foliaire de chêne vert par unité de surface. En revanche, la différence de surface terrière de chêne vert n'est pas significative.

Le couvert de la strate herbacée n'est pas influencé par la gestion, mais la qualité du parcours semble par contre meilleure hors de l'Agdal, car le matorral est plus recouvrant. En plus du parcours cette formation a une fonction protectrice du sol.

Les ressources en bois et en fourrage des genévriers (les trois espèces confondues) ne sont pas différentes dans et hors de l'Agdal. Cela dit, vu le coefficient de variation élevé et l'incidence des déterminants écologiques, il est impossible de conclure à un impact de la gestion.

4.2.2.2. Des espaces aux fonctionnements écologiques différents

La première série de tests concerne la régénération de chêne vert (nombre à l'hectare et nombre à l'hectare de chaque classe de hauteurs) et la régénération des genévriers (les trois espèces confondues).

		Nombre de régénérations de chêne vert à l'ha	Nombre de régénération de hauteur maximale 50 cm	Nombre de régénération de hauteur comprise entre 50 cm et 1,5m	Nombre de régénérations de hauteur comprise entre 1,5m et 2,5m	Nombre de régénérations dont la hauteur est supérieure à 2,5m	Nombre de régénérations de genévriers
Hors Agdal N = 22	Moyenne	**478,7**	123	**194,8**	**130,2**	9,5	**9,5**
	Ecart-type	309,8	112	196,2	122,3	18,9	22,6
Agdal N = 35	Moyenne	**316,2**	121	**59,7**	**55,5**	13,2	**35,0**
	Ecart-type	274,8	115	92,9	81,4	19,5	53,6
Test de Student	Variances égales	**0,043**	0,926	**0,001**	**0,008**	0,484	**0,039**
	Variances inégales	**0,051**	0,925	**0,005**	**0,016**	0,481	**0,016**

Tableau 13 : Comparaison des moyennes du nombre de régénérations dans et hors de l'Agdal.

Vu que les formations de matorral ont plus d'importance hors de l'Agdal, cela induit un nombre de régénérations plus élevé. Les classes de hauteur situées entre 0,5 et 2,5 m sont logiquement plus représentées, car elles correspondent aux hauteurs moyennes du matorral.

En revanche il est intéressant de constater que le nombre moyen de régénérations naissantes (moins de 50 cm) n'est pas différent d'un espace à l'autre. C'est également le cas de la régénération supérieure à 2 mètres. La différence entre les classes « moins de 2,5m » et « plus de 2,5 m » est d'autant plus flagrante dans le hors Agdal : de 130 à 10 unités. Il y a donc un arrêt dans la dynamique de la régénération, qui ne peut se développer en hauteur à cause de l'ébranchage.

La régénération des genévriers est significativement plus abondante (en nombre de pieds) dans l'Agdal. Cet état de fait est certainement provoqué par les déterminants écologiques, mais sa mise en évidence est intéressante. En effet les genévriers sont des essences pionnières qui peuvent recoloniser des milieux très ouverts. Certaines augmentations de couvert en bordure de l'Agdal identifiées par Sanae Hammi (2005) sont dues à l'expansion du genévrier oxycèdre (agdal d'Aït Ouchi) et du genévrier thurifère (agdal d'Aït Ouham et d'Ighirine Iglouane).

Observons maintenant la structure (au sens dendrométrique) des peuplements dans et hors de l'Agdal :

		Hauteur moyenne des arbres	Densité de brins pré comptables	Surface terrière du perchis	Surface terrière des petits bois	Surface terrière des bois moyens	Surface terrière des gros bois	Surface terrière des très gros bois
Hors Agdal N = 22	Moyenne	4,0	**244**	**1,7**	1,9	3,4	2,2	1,0
	Ecart-type	2,2	245	2,4	1,9	4,6	4,0	2,7
Agdal N = 35	Moyenne	4,1	**525**	**4,2**	2,6	5,4	2,1	0,4
	Ecart-type	2,0	427	4,7	2,4	6,0	5,0	2,6
Test de Student	Variances égales	0,860	**0,007**	**0,023**	0,267	0,196	0,910	0,419
	Variances inégales	0,864	**0,003**	**0,010**	0,243	0,170	0,905	0,425

Tableau 14 : Comparaison de moyennes des paramètres de structure dans et hors de l'Agdal.

Les seules différences entre l'Agdal et le hors Agdal concernent la densité et la surface terrière du perchis. En revanche le matériel sur pied des autres classes de diamètres n'est pas significativement différent.

Cela peut s'expliquer par le fait que les brins de faible diamètre sont exploités en priorité hors de l'Agdal (pour un usage de bois de feu) car ils sont plus faciles à abattre. Les restrictions d'usage dans l'Agdal permettraient alors de protéger les jeunes brins.

La structure du peuplement est donc plus « jeune » dans l'Agdal. Ce grand nombre de brins de petit diamètre témoigne de la présence de chênes verts en cépée, où une exploitation ligneuse pourrait être envisagée dans le cadre d'un balivage, visant à favoriser le développement du houppier des brins les plus vigoureux.

Les dynamiques des deux peuplements sont bien différentes :

- D'un côté l'Agdal témoigne d'un relatif équilibre entre les différentes classes de hauteurs de la régénération, ainsi que d'un nombre important de brins de petits diamètres : il s'agit donc d'un peuplement apte à se renouveller.
- De l'autre côté le hors Agdal possède un plus grand nombre d'unités de régénérations de chêne vert, mais sa capacité d'affranchissement dans la classe « perchis » s'amenuise au fur et à mesure des exploitations des brins du matorral. Le peuplement arborescent est surtout constitué de vieux arbres. On se retrouve vraisemblablement face à un problème de renouvellement de la strate arborescente, alors que les formations de matorral se stabilisent.

4.2.2.3. Agdal forestier et biodiversité végétale.

Les relevés d'espèces végétales de la strate herbacée n'ont été retenus que pour 25 placettes dans l'Agdal et 13 hors de l'Agdal, à cause de la variabilité causée par les périodes de récolte. La variable que nous retenons est le nombre d'espèces.

		Richesse spécifique de la strate herbacée
Hors Agdal N = 13	Moyenne	**25,2**
	Ecart-type	5,1
Agdal N = 25	Moyenne	**20,3**
	Ecart-type	5,7
Test de Student	Variances égales	**0,012**
	Variances inégales	**0,011**

Tableau 15 : Comparaison de moyennes du nombre d'espèces de la strate herbacée dans et hors de l'Agdal.

Le nombre d'espèces est significativement plus élevé hors de l'Agdal que dans l'Agdal. Cela peut à la fois être expliqué par des déterminants écologiques (voir 3.2.2 : répartition des zones étudiées dans la diversité des conditions écologiques), mais aussi par des physionomies de peuplements distinctes (effet de la gestion pratiquée) ayant des incidences indirectes sur la richesse spécifique.

4.2.3. Des rotations de coupe dans les agdals forestiers à période plus ou moins grandes : incidences sur la structure des peuplements

Les Agdal de chêne vert d'Ifrane, d'Aït Ouchi et d'Ighirine Iglouane sont significativement plus étendus que ceux des autres villages (du moins en ce qui concerne la partie boisée en chêne vert, lieu principal de collecte de fourrage).

Ces trois villages ont mis en place un système de rotation entre compartiments fixes ou délimités lorsque l'Agdal est ouvert, qui leur permet de laisser la forêt se renouveler pendant au moins 8 ans.

Les autres villages, où l'Agdal de chêne vert est plus petit effectuent aussi un système de rotation mais sur une période beaucoup plus courte, au maximum de trois ou quatre ans.

Cette orientation de gestion n'est elle dictée que par la taille de la chênaie ou bien est-ce un choix de gestion indépendant de cette considération de surface ? Il n'est pas possible de le savoir ; nous nous en tenons donc à cet état de fait : les « grands agdals » sont soumis à un système de rotation sur une longue période, alors que les petits agdals sont soumis à une rotation de courte période.

On peut donc émettre l'hypothèse que les « grands agdals » sont dans un état écologique différent, où les stocks de ressources sont plus élevés ou bien où la dynamique de renouvellement du chêne vert est plus importante.

On soumet deux échantillons de placettes (14 en « grand agdal » et 18 en « petit agdal ») aux mêmes tests de comparaison de moyennes que ceux effectués pour la comparaison de l'Agdal avec le hors Agdal.

Il y a effectivement des différences en terme de ressource et de structure, présentées dans les tableaux ci-dessous.

		Couvert global	Couvert du matorral de chêne vert	Surface terrière du chêne vert	Volume de houppier de chêne vert	Surface terrière des genévriers	Volume foliaire des genévriers
Petit Agdal N = 18	Moyenne	27	2	**11,1**	2453	**6,0**	1116
	Ecart-type	13	4	11,8	3233	6,2	1460
Grand Agdal N = 14	Moyenne	26	2	**19,8**	3956	**1,9**	512
	Ecart-type	9	5	9,3	2012	3,6	725
Test de Student	Variances égales	0,770	1,000	**0,032**	0,138	**0,035**	0,167
	Variances inégales	0,760	1,000	**0,028**	0,118	**0,025**	0,138

Tableau 16 : Comparaison des moyennes des stocks de ressource entre les grands agdals et les petits agdals.

		Hauteur moyenne des arbres	Densité de brins pré comptables	Surface terrière du perchis	Surface terrière des petits bois	Surface terrière des bois moyens	Surface terrière des gros bois	Surface terrière des très gros bois
Petit Agdal N = 18	Moyenne	**3,4**	457	3,9	**1,4**	**2,5**	2,6	0,9
	Ecart-type	2,3	350	3,6	1,6	4,3	6,3	3,6
Grand Agdal N = 14	Moyenne	**4,8**	678	5,4	**3,8**	**8,6**	1,9	0,0
	Ecart-type	1,3	511	5,9	2,3	6,5	3,3	0,0
Test de Student	Variances égales	**0,052**	0,157	0,367	**0,001**	**0,003**	0,733	0,387
	Variances inégales	**0,040**	0,180	0,398	**0,003**	**0,006**	0,714	0,331

Tableaux 17 : Comparaison des données de structure entre les grands agdals et les petits agdals.

Les ressources en chêne vert sont effectivement plus importantes dans les grands agdals (c'est significatif pour la surface terrière). Mais les petits agdals, du fait de leur répartition écologique, compensent cela par les ressources des genévriers.

La régénération, en nombre total de pieds et dans ses différentes classes de hauteurs, est identique entre les deux types de forêts (aspect non présenté sur les tableaux).

Les différences principales résident dans la structure des peuplements. La hauteur moyenne varie significativement de 3,4 m à 4,8 m. Les surfaces terrières des classes de diamètres « petit bois » et « bois moyen » sont significativement plus élevées dans les grands agdals. On peut émettre l'hypothèse d'une meilleure croissance des arbres. Déterminants biophysiques ou impact anthropique ? Il est difficile d'affirmer quel est l'élément prépondérant.

4.3. Impacts écologiques de la superposition des reboisements à la gestion traditionnelle

Les reboisements sont essentiellement réalisés dans deux buts. Certains ont été effectués avec le but principal de reconstituer la couverture végétale d'une zone dégradée, afin de protéger le sol de l'érosion. Ils peuvent aussi être effectués dans le cadre de résolution de

conflits d'usages entre des villages. L'Etat réaffirme son autorité sur la forêt quand les *taqbilts* villageoises ne trouvent pas d'accord pour réduire la dégradation de la forêt.

4.3.1. Un exemple de réussite technique : Amednar (Ighirine Iglouane)

Le reboisement étudié ici a été effectué il y a environ 30 ans entre l'agdal d'Aît Ouchi et l'agdal d'Ighirine Iglouane, sur une zone hors de l'agdal ayant fait l'objet d'un conflit entre les deux villages. Un périmètre de DRS (Défense et Restauration des Sols) a été créé avec de nombreux ouvrages et une plantation de pins d'Alep en mélange avec le cyprès d'Arizona. Le chêne vert y a presque complètement disparu. Mais la mise en défens des troupeaux semble avoir été bien respectée. En outre, aucun arbre planté n'est victime d'ébranchages. Nous y avons effectué trois placettes de mesures.

D'après ces mesures, le couvert des arbres plantés atteint de 30 à 45% de la surface.

Le couvert herbacé y est relativement important, mais pas exceptionnel : de 18,5 à 27,5 %. En revanche le nombre d'espèces végétales par placette reste dans la moyenne de la forêt hors de l'Agdal (sur chaque placette ont été comptées respectivement : 20, 25 et 29 espèces). De plus on ne trouve pas d'espèces supplémentaires par rapport au restant de l'espace forestier non protégé du troupeau. L'impact de ces mises en défens ponctuelles de l'espace forestier ne produit a priori pas de véritables effets sur la richesse spécifique.

Aucun semis de chêne vert n'a été observé. Deux hypothèses peuvent expliquer cette absence de régénération. D'une part, les grands chênes verts dispersés dans l'aire de reboisement continuent à être surexploités et à cause de cela ne constituent pas de bons semenciers. D'autre part les conditions écologiques relativement sèches de ces milieux ouverts sont des obstacles à la germination des glands.

Ce reboisement remplit donc un rôle protecteur du sol, mais n'a pas d'effet important sur la dynamique des espèces végétales naturelles. Il s'agit pourtant d'une réussite technique. Certains reboisements n'obtiennent pas d'aussi bons résultats.

Figure 33 : reboisement de pin d'Alep et de cyprès d'Arizona d'Amnednar à Ighirine Iglouane, avec des chênes verts surexploités. Cela montre que malgré le nouveau statut, la mise en défens de la coupe sur le chêne vert n'est pas respectée : les arbres restants restent des producteurs de fourrage foliaire. (Photo : JB Cordier).

4.3.2. Difficulté de réussite du cyprès d'Arizona

D'autres reboisements plus récents dans les hors agdals d'Ifrane et d'Ighirine Iglouane sont en grande partie plantés en cyprès. La mise en défens du pâturage n'y a pas été respectée. Lors des mesures de peuplement sur ces zones nous avons également mesuré le couvert et la hauteur des cyprès. Les traces d'abroutissement ont été observées, ce qui a permis de ranger les plants dans trois classes : pas du tout abrouti, peu abrouti (la croissance n'est pas contrariée) et très abrouti. La variabilité de l'abroutissement s'explique certainement par des différences d'appétence entre les différents plants.

Les plants non abroutis de cyprès atteignent rarement des hauteurs supérieures à 2m, même dans le reboisement qu'on a considéré comme « réussi » techniquement (4.3.1, page précédente).

La présence de cyprès n'a fait augmenter la couverture du sol que de 2 à 3 % à Ifrane et de 0 à 3 % à Ighirine, dans des zones où le couvert du matorral de chêne vert (formation offrant une bonne protection du sol) est relativement élevé (de 15 à 35 %). Dans ces zones la recherche d'une protection supplémentaire du sol n'est pas un enjeu majeur.

L'enracinement des plants, et les conditions de croissance sont des facteurs déterminants pour la réussite des plantations : le non respect des mises en défens du pâturage n'est pas le seul facteur d'échec.

5. Bilan et ouverture vers le côté opérationnel de la gestion

5.1. La gestion en Agdal : son intérêt pour l'état écologique

Agdal et forêt hors de l'Agdal sont avant tout des espaces qui fonctionnent différemment du point de vue écologique. Du fait de l'état actuel des forêts, on ne peut pas avoir les mêmes objectifs de conservation pour tous les espaces.

La première conclusion à retenir est que le statut d'Agdal forestier permet la sauvegarde de peuplements anciens de thurifères[25], où la régulation du prélèvement de fourrage et de bois de feu, ainsi qu'une exploitation de bois de construction peu dommageable ne nuisent pas au maintien de la strate arborescente. Si les conditions écologiques sont favorables, la régénération du thurifère existe voire est abondante.

Figure 34 : Vue sur l'agdal d'Iskatafene, dans la combe d'Ansous. Cette thuriféraie est remarquable par sa densité et sa faculté de régénération : les semis de thurifères sont nombreux et tous les stades de croissance sont représentés. (Photo : Jordane Gavinet).

Pour la chênaie, cette gestion produit une diversité de milieux et de ressources. On ne peut pas qualifier le hors Agdal de « milieu dégradé » et l'Agdal de « milieu conservé ». Ils sont avant tout porteurs de fonctions différentes.

L'aspect le plus intéressant dans l'Agdal forestier à chêne vert est sa capacité à se renouveler, les différents stades de croissance étant représentés. En revanche, malgré la préservation d'un faciès plus « forestier », l'Agdal ne constitue pas un « sanctuaire de biodiversité ». La richesse spécifique moyenne de la forêt hors de l'Agdal est même significativement supérieure.

Les peuplements de chênes verts hors de l'Agdal les plus intéressants sont les peuplements de matorral, car ils constituent un parcours à buissons d'abroutissement résistant bien au pâturage, De plus la couverture du sol de cette formation est efficace contre l'érosion et ne régresse pas avec l'exploitation fourragère. Les arbres de futaie sont quand à eux la cible d'un ébranchage très intense, jusqu'à l'exploitation totale de l'arbre. Une mise en Agdal de

[25] Notamment dans le val Aït Hakim, avec les Agdal de thurifères de versant nord : les thuriféraies hors Agdal de ce versant ont aujourd'hui complètement disparu. Sur le versant nord de Waougoulzate, au niveau de Rbat, Akourbi, Ibaqaliun, Aït Imi, Tabant et Aguerd N Ouzrou, on trouve également un grand peuplement de thurifères dispersés, hors de l'Agdal, qui n'a pas été étudié. Il semble qu'il ne soit pas dégradé, grâce à la faible pression anthropique.

plusieurs années peut permettre le renouvellement des houppiers, mais ne résout pas le problème de régénération du peuplement. La dynamique globale des peuplements arborescents de chêne vert hors de l'Agdal est un amenuisement de la ressource ligneuse et du fourrage de houppiers et une perte de l'aspect forestier.

Les objectifs d'évolution de l'état écologique des forêts ne peuvent donc pas être les mêmes selon le statut de l'espace (Agdal ou non Agdal) et son type de peuplement. Ils doivent être en adéquation avec l'interaction entre fonctionnement de l'écosystème et pression anthropique. Des objectifs d'amélioration de l'état écologique de la forêt peuvent être intégrés à la gestion en Agdal, en incluant des aspects de gestion nouveaux.

5.2. Des pratiques et des gestions à retenir et à améliorer

5.2.1. L'exploitation des genévriers

L'exploitation du bois de construction du genévrier thurifère comporte d'une part des pratiques destructrices de l'arbre prélevé, et d'autre part des pratiques permettant à l'arbre de se régénérer et à continuer à produire du bois de construction. Ces dernières doivent être privilégiées. L'exploitation est effectivement réalisée avec une « conscience écologique » mais l'amenuisement des pièces de bonne dimension amène les bûcherons à pratiquer des techniques destructrices. On peut imaginer un cortège de règles concernant l'exploitation du bois de construction du thurifère :

- Interdire l'exploitation de perches et de poutres sur les formes monocaules ou n'ayant qu'un nombre réduit de brins (moins de 10).
- Fixer un seuil de dimension minimale d'exploitabilité des perches et des poutres afin de ne pas gâcher le capital de production.
- Interdire l'écimage fourrager du thurifère sur les brins verticaux pouvant être utilisés comme bois de construction.
- Effectuer systématiquement cette récolte en hiver afin que les rémanents soient consommés par les troupeaux.

L'exploitation du genévrier de Phénicie peut être acceptée telle qu'elle est pratiquée aujourd'hui, en incluant un seuil de dimension d'exploitabilité.

Les coupes sanitaires doivent être autorisées et banalisées même lorsque l'Agdal n'est pas ouvert. Dans les peuplements où les oxycèdres sont touchés par son parasite *Arceutobium oxycedrii*, une élimination des rameaux infectés doit être conseillée, sans quoi des centaines d'individus pourraient disparaître rapidement. La plante parasite expulse ses semences au mois de décembre. Les villageois pourraient procéder dès l'automne à l'élimination des rameaux infectés ou d'arbres entiers si c'est nécessaire. L'oxycèdre et la plante parasite sont consommés par les chèvres. Cela ralentirait sans aucun doute la dissémination du parasite.

5.2.2. Les « tailles » du chêne vert

Dans le hors Agdal, l'exploitation des houppiers de chêne vert est certes relativement intense (jusqu'à des formes très étriquées) mais est continue au fur et à mesure des années. Une exploitation instantanée très forte du houppier est déconseillée par les spécialistes de la *dehesa* espagnole car elle opère un choc physiologique sur l'arbre. Dans notre cas, ce n'est pas un

phénomène courant. Il faut veiller au fait qu'un peuplement mis en défens des coupes pendant plusieurs années grâce à la règle de l'Agdal temporaire ne soit pas la cible d'un ébranchage intense la première année de sa réouverture en tant que hors Agdal. La répartition de la pression sur l'ensemble des arbres du peuplement doit être observée.

L'exploitation de grosses branches ne cicatrisant pas existe, mais on n'a pas observé la présence de parasites dans le bois ou de zones de pourriture par accumulation d'eau, et très peu d'arbres morts. Les conditions climatiques sont un facteur déterminant dans l'inoculation de maladies et de parasites : il semble que les conditions des Aït Bougmez soient relativement saines pour le chêne vert.

L'analyse des données a montré que l'ébranchage du matorral est la cause principale de l'arrêt de croissance de la régénération. Une croissance du matorral vers les stades arborescents passe donc par une interdiction ou une régulation de ce type d'ébranchage. Mais cet objectif ne doit pas être généralisé : d'une part parce que les formations de matorral ont un intérêt en tant que parcours et en tant que protection du sol ; d'autre part car cette mesure d'interdiction ne produirait pas systématiquement les effets escomptés, étant donné qu'un matorral exploité et abrouti modifie sa croissance au fil des années et finit par ne plus pouvoir croître en hauteur.

L'adoption de pratiques de taille de formation permettant l'étalement du houppier, comme cela est pratiqué dans la dehesa espagnole, pourrait permettre une augmentation de la production de glands. Ces glands seraient alors consommés par le troupeau, mais une partie pourrait être disséminée et éventuellement germer en conditions favorables. L'adoption de telles pratiques pourrait être expérimentée sur de jeunes arbres pas encore déformés par l'exploitation, ou sur de gros arbres au port étalé qu'il serait dommage de restreindre.

5.2.3. La rotation des coupes dans l'Agdal de chêne vert

Quasiment tous les agdals forestiers[26] de chêne vert font l'objet de coupes selon un plan de rotation sur plusieurs années. Une exception a été notée dans l'agdal d'Ibaqaliun où un compartiment a été exploité deux années de suite avec des prélèvements assez élevés.

La croissance est meilleure et en tout cas moins contrariée dans les « grands agdals », où la rotation d'effectue avec une grande période (plus de 8 ans) que dans les « petits agdals » où la période est au maximum de trois ans. Mais une division des « petits agdals » en un nombre plus élevé de compartiments afin d'augmenter la période soumettrait les arbres à des ébranchages instantanés beaucoup plus intenses, ce qui est déconseillé à cause de l'impact physiologique.

La rotation des coupes fourragères dans les « grands agdals » pourrait être associée à des pratiques sylvicoles directement opérées par les usagers. La forte densité de brins et l'importance du perchis dans l'Agdal indiquent la présence de cépées. Ces formes multicaules sont caractérisées par une concurrence lumineuse entre les différents brins. Un dépressage de ces cépées possèderait les effets suivants :

- Développement du houppier des brins restants durant les années suivant la coupe. Ainsi, malgré une baisse du matériel sur pied, le stock de fourrage foliaire est maintenu.

[26] Hormis celui de Taghoulit, mais dont les arbres se trouvent dans un très bon état de conservation.

- Constitution d'une réserve de bois de feu grâce au matériel se trouvant dans l'Agdal. Cela transfère une partie de la pression du hors Agdal sur l'Agdal par le biais d'une pratique non destructrice.

Ces pratiques sylvicoles peuvent être mises en place dans les agdals d'Ighirine Iglouane et d'Aït Ouchi. L'agdal d'Ifrane possède en revanche peu de cépées de chêne vert, l'essentiel du peuplement étant affranchi en futaie. Mais si la régénération cesse d'y être ébranchée, on peut s'attendre à un retour des formes de cépée dans une décennie, qui pourraient alors faire l'objet d'une exploitation ligneuse.

5.2.4. La mise en Agdal temporaire : une pratique à suivre et à développer

L'initiative prise par le *douar* de Taghoulit sur sa zone hors agdal ainsi que par le *douar* d'Ibaqaliun montre bien une tentative de gérer la forêt hors de l'Agdal. Vu la dynamique d'amenuisement des ressources et le besoin de celles-ci, il s'agit peut être d'une gestion mise en place « dans l'urgence » peut être déjà un peu trop tard. Elle produit en tout cas des effets réels sur le renouvellement des arbres, mais il est difficile de savoir si à long terme elle permet à la forêt de soutenir l'exploitation qui y est faite.

Avant tout, il s'agit de réguler les pratiques de façon à ne pas causer d'impacts négatifs sur la santé des arbres et de ne pas détruire la régénération affranchie pendant les années d'interdiction de coupe.

Il est probable que cette initiative soit suivie par d'autres villages. L'important est que le transfert de la pression vers la forêt restée en usage libre ne devienne pas une cause de dégradation irréversible. La forêt de Taghoulit permettra d'évaluer l'impact de ce transfert après la fin de la mise en défens, en théorie dans 6 ans. Dans le cas où le transfert de la pression ne produit pas une dégradation supplémentaire sur le hors Agdal (c'est-à-dire lorsque la ressource y est suffisamment abondante), cette pratique est à encourager.

5.3. Perspectives de continuité du travail

Une grande quantité de données accumulées et analysées ont été nécessaires pour tenir ces conclusions, mais leur étude peut continuer afin d'apporter des précisions dans la réflexion sur la durabilité de l'Agdal forestier.

Après cette vision globale de l'étude des différences entre Agdal et non Agdal, il serait intéressant de repréciser cette comparaison à l'échelle de certains *douars*. Pour cela pourrait être utilisée une technique légèrement différente. L'utilisation d'une seule variable (par exemple le diamètre des brins) ne suffit pas à caractériser les peuplements de façon satisfaisante. Quant à notre méthode de mesure, elle ne peut être reproduite à un taux d'échantillonnage élevé. La combinaison de données obtenues sur des échantillons d'arbres par les mesures effectuées sur chaque groupe de trois placettes avec des données surfaciques effectuées sur un nombre élevé de placettes avec un seul critère permettrait sans doute d'apporter plus de précisions statistiques.

L'échantillon de 62 placettes de chêne vert a été utilisé pour la réalisation d'une ACP. Approfondir cette étude pourrait éventuellement permettre de définir des types de peuplements.

Enfin, l'effet des déterminants biophysiques pourrait être mieux connu. Il est probable que la géologie et le climat aient des incidences sur la régénération forestière. La connaissance de ce déterminisme permettrait d'avoir des objectifs adaptés au milieu en termes de régénération.

6. Propositions de scénarios de gestion

6.1. Prise en compte de la composante pastorale

La spatio-temporalité de l'activité d'élevage sur parcours est le fruit du savoir faire des éleveurs recherchant la meilleure manière de valoriser les ressources naturelles dans le parcours et en se prémunissant contre le risque de pénurie alimentaire. Les agdals (pastoraux et forestiers) sont ici les composantes essentielles de cette spatio-temporalité. (Genin, 2007)

Il n'est donc pas possible de remettre profondément en question l'usage de l'espace forestier. Il faut avant tout s'adapter au calendrier pastoral.

Certains points concernant les impacts de cette spatio-temporalité sur la forêt méritent d'être soulignés :

- Durant l'époque de croissance des arbres et de la régénération forestière, l'essentiel de l'effectif animal se trouve sur les estives. C'est également l'époque où les plantes herbacées, plus riches et plus appétantes, sont les plus abondantes. Enfin, les feuilles de chêne vert sont relativement toxiques à cause de la forte concentration en tanins pendant la croissance. Tous ces facteurs font que la dent du troupeau agit peu sur la régénération à l'époque de sa croissance. Des bergers nous ont d'ailleurs indiqué que « lorsque l'herbe est abondante, le troupeau ne broute pas le chêne vert et le genévrier ». La régénération des arbres peut rester un objectif de gestion même dans des conditions de pâturage.

- L'époque où la pression du parcours est maximale survient au début de l'automne quand les grands troupeaux redescendent des estives. Cette époque est définie comme une période de soudure, particulièrement sensible en terme d'impact sur la végétation. En effet les espèces herbacées sont quasi absentes, et le parcours se résume aux espaces proches des bergeries de basse altitude et du village, c'est-à-dire principalement des espaces forestiers. La dent du troupeau se reporte donc sur les arbres forestiers présents en strate basse (dont la régénération n'est alors pas totalement lignifiée) et les xérophytes épineux. La chute des glands dans les peuplements de chêne vert fruitiers offre une ressource pastorale de qualité utilisée lors du parcours ou stockée grâce au glanage. Cette utilisation contrarie la régénération du chêne vert par semis.

- Le seul espace de parcours où l'on constate une mise en défens effective à proximité de la forêt est dans le terroir *bour* (cultures sèches). Cette mise en défens est en fait une mise en culture mais pourrait offrir une protection pour l'implantation d'arbres ou d'arbustes fourragers en haie, associée à la mise en défens de la vaine pâture durant quelques années, sous réserve d'acceptation par la population.

Les enjeux des propositions d'innovations sont de substituer une partie du parcours en forêt à d'autres ressources fourragères, notamment pendant la période de soudure, mais aussi pendant le reste de l'hiver (où l'on va aussi se soucier de l'ébranchage).

6.2. Discussion d'options d'amélioration de l'utilisation des ressources et de la préservation des milieux

6.2.1. L'acceptation sociale

a) Mise en défens du troupeau en forêt

La mise en défens est appliquée à chaque aire de reboisement. Pour les éleveurs, cette mesure constitue une contrainte à la production. Cette mesure peut être acceptée grâce aux mesures compensatoires (Ex : ouverture d'une piste) ou par l'intérêt qu'ont les villageois à voir le reboisement réussir, pour une protection contre la crue par exemple.

Une mise en défens de la forêt pour l'enrichissement pastoral des parcours par du semis peut elle être acceptée ? Cela dépend des avis. En essayant de comparer de telles mesures à la pratique de l'Agdal pastoral, j'ai obtenu des réactions différentes. Certains évoquaient le fait que les *taqbilt* n'accepteraient pas ce genre de mesure, d'autres que ce serait accepté sans hésitation si les semences leur étaient livrées. La pertinence d'une telle mesure dépend avant tout du type d'élevage que l'on pratique. Des petits troupeaux utilisant les ressources fourragères à proximité du village pourraient effectivement profiter de ce petit « agdal pastoral de proximité ». Mais ce n'est pas le cas des grands troupeaux qui de toute façon montent en estive.

b) Régulation des pratiques de coupes

Certaines personnes interrogées ont évoqué le rôle d'un ancien technicien forestier qui leur aurait montré comment ébrancher correctement le chêne vert. La technique en question correspond bien à de l'élagage, donc l'indication est recevable. Former les villageois vers de nouvelles techniques d'exploitation et inclure les pratiques dans le règlement de l'Agdal n'est pas impossible. Mais la reconnaissance de la durabilité de certaines pratiques et leur acceptation dans un aménagement officiel devient alors nécessaire. Pour faire appliquer de tels règlements, plus stricts qu'avant, la *taqbilt* doit posséder un statut qui sa responsabilité dans l'usage forestier, et qui garantisse aux usagers le droit d'exploiter selon le règlement sans risquer une amende de la part de l'autorité des Eaux et Forêts.

La formation et la sensibilisation à d'autres pratiques de coupe doivent être effectuées devant les femmes, qui sont chargées de la récolte de fourrage foliaire et de bois de feu.

c) Nouveaux modes de gestion

Des aménagements essayant d'équilibrer la pression entre les différents secteurs de la forêt constitueraient une trop grande remise en cause de l'Agdal. Cette gestion est à la fois patrimoniale et adaptée à l'économie locale : il n'est pas possible de s'en passer ni de la minimiser.

La tendance actuelle est plutôt dans « l'agrandissement » des agdals ou dans la mise en défens temporaire de secteurs de la forêt hors de l'Agdal. Il faut s'appuyer sur ces initiatives de protection de la forêt mises en place par la population.

d) Mise en place d'une ressource sur des terres privées

D'un point de vue technique, il serait pertinent de placer de nouvelles sources de fourrage sur le terroir *bour* afin de réduire la pression sur la forêt.

D'un point de vue social cela pose un problème. Les *bours* sont des terres privées. Aux yeux de la population, il n'est pas question d'effectuer un enrichissement fourrager qui ne profiterait qu'à ceux qui possèdent beaucoup de parcelles. Rappelons la dimension égalitaire de l'Agdal et de l'accès à la forêt. Quant aux propriétaires de *bours*, accepteraient-ils d'avoir des arbres en bordures de leurs champs qu'ils ne peuvent pas exploiter directement pour leur usage privé ?

La solution réside peut être dans l'usage collectif qui est fait de ces terres : la vaine pâture. Si des arbustes fourragers d'abroutissement sont plantés, ils pourront être valorisés lors de cette pâture collective. En haies, ils peuvent jouer un rôle dans le renforcement des murets protégeant les champs de l'érosion et protéger les cultures de l'effet desséchant du vent.

6.2.2. Faisabilité technique de l'amélioration pastorale

a) Un constat : des limites techniques

Les principaux facteurs limitants sont le froid et la sécheresse du climat. Le choix d'espèces végétales à implanter est donc restreint. Les espèces présentes localement doivent être retenues en premier lieu dans notre réflexion. Le chêne vert et le genévrier thurifère sont les seuls arbres capables de fournir du fourrage foliaire en hiver en haute montagne (Guide du reboiseur, AEFCS, 1978). Mais leur reproduction en pépinière s'avère difficile. De plus la plantation de chêne vert en milieu ouvert nécessite l'utilisation de plants déjà bien développés et bien conformés (Navarro, 2005, voyage d'étude lors du cours de reboisement, Université de Cordoue). Or la pépinière forestière du CDF d'Azilal ne produit que des plants d'un an. La germination du thurifère est mal connue : elle est très difficile à obtenir artificiellement. Les solutions d'enrichissement de la valeur pastorale par plantation ne peuvent être amenées que par des espèces à feuilles caduques.

b) Plantations d'arbres et d'arbustes fourragers

Au village de Taghoulit, il existe un petit peuplement de frêne dimorphe (*Fraxinus xanthyloide*s) en face du village, sur un versant nord abrupt, que Rhanem (1985) a défini comme une « niche nivale » : un lieu particulièrement froid où s'accumule la neige.

Figure 35 : Vue de l'ensemble du peuplement de frêne dimorphe et vue d'un individu (hauteur : 3 m). Taghoulit. (Photos : J.B. Cordier)

A l'automne, le frêne dimorphe commence à perdre ses feuilles. Les villageois viennent alors secouer et passer les mains dans les rameaux pour faire tomber l'ensemble des feuilles

sans couper de bois. Il est ensuite donné directement au troupeau ou mis à sécher et conservé sous forme de foin.

Ce frêne est une espèce au feuillage d'excellente qualité (Bourbouze, 1985) présentant une valeur fourragère élevée (de 0,28 UF/kgMS selon le Guide du reboiseur, AEFCS, 1978, mais il est probable que cette valeur soit sous estimée : sa valeur s'approcherait davantage de 0,6 UF/kgMS, Genin, communication personnelle ; pour comparaison la valeur fourragère du feuillage de chêne est de 0,1 UF/kgMS). Le feuillage des frênes peut être effectivement transformé en foin (San Miguel, communication personnelle), mais le temps de séchage auquel les villageois de Taghoulit exposeraient les feuilles récoltées dénature fortement les protéines et réduit de fait sa valeur nutritive.

Le frêne dimorphe doit être retenu comme arbre fourrager. Il était par ailleurs déjà cité dans un document officiel des Eaux et Forêts de 1974[27], au sujet de l'intérêt des reboisements fourragers. Le peuplement de Taghoulit pourrait servir de producteur de semences qui seraient achetées par les Eaux et Forêts d'Azilal pour en cultiver en pépinière. Mais vu les différences de conditions climatiques entre Azilal et les Aït Bougmez, il est possible que la reproduction en pépinière soit difficile. Il faut éventuellement penser à une production de plants sur place, dans la vallée.

Le frêne dimorphe peut également servir d'arbuste d'abroutissement.

Vraisemblablement, sa plantation ne pourra se faire que dans des conditions froides : cela exclut sa plantation en versant sud. Toutefois, des expérimentations de plantations sur de petites placettes dans différents types de milieux seront les bienvenues afin de vérifier cette affirmation.

Lorsqu'on pense aux arbustes d'abroutissement, on pense naturellement aux Atriplex, qui ont d'ailleurs fait leur preuve dans l'enrichissement pastoral des zones arides du Maroc oriental. Ici le facteur rendant l'implantation des Atriplex difficile est la température.

D'après le guide pratique du reboiseur au Maroc, *Atriplex spp.* Craint la gelée et ne remonte pas au-dessus de 1200m. Au contraire pour Le Houérou (1980), le genre *Atriplex* ne craint pas les gelées. Les Atriplex sont des espèces propices au bouturage ce qui a permis de sélectionner des phénotypes pour leurs qualités : Abbad, (2004) a montré l'importante variabilité d'*Atriplex halimus*, suggérant que jusqu'à -18°C l'espèce peut survivre en perdant ses feuilles. *Atriplex halimus* et *Atriplex canescens* sont les deux espèces les plus résistantes à la fois au froid et à la sécheresse : la recherche de clones adaptés doit donc être la priorité précédant la plantation de ces arbustes.

Les Atriplex doivent être reproduits par bouturage: le semis ne donne pas de bons résultats. Ils peuvent être rapidement exploités, un an et demi à trois ans après la plantation. Cette durée peut être réduite en utilisant des plans âgés de deux ans.

Les buissons d'abroutissement nécessitent une période dans l'année où la pression d'abroutissement baisse afin de pouvoir régénérer leur feuillage. Cette situation peut être obtenue grâce au fait que le parcours est interdit du fait des cultures sur les *bours*, et renforcée par la présence d'un gardien. De plus, il faut noter qu'Atriplex n'est pas une plante consommée en priorité lorsqu'il y a une strate herbacée.

D'autres arbustes fourragers du bassin méditerranéen pourraient être retenus, mais leur réussite dans ces conditions froides n'est pas non plus certaine. Il sera donc également intéressant de se tourner vers des espèces de montagne d'autres continents.

[27] Archives du CNRF de Rabat.

c) Régénération assistée

Même en cas de fermeture de la forêt aux troupeaux, la régénération du chêne vert par semis n'est pas facile à obtenir à cause des conditions écologiques de milieu ouvert. Des techniques de régénération assistée (griffage du sol, enfouissement des glands) doivent être testées.

6.3. Scénarios d'évolution de la forêt : cas du village d'Ifrane

Les mesures de peuplement effectuées dans la forêt d'Ifrane ont montré une diversité spatiale concernant les stocks de ressource, les dynamiques de régénération et les dynamiques de régression.

La carte ci-dessous présente les unités de gestion de la forêt : l'agdal avec ses 6 secteurs est délimité en rouge (on a conservé les *bours* boisés dans cette délimitation, même si cette inclusion dans l'agdal n'est pas reconnue par certains propriétaires).

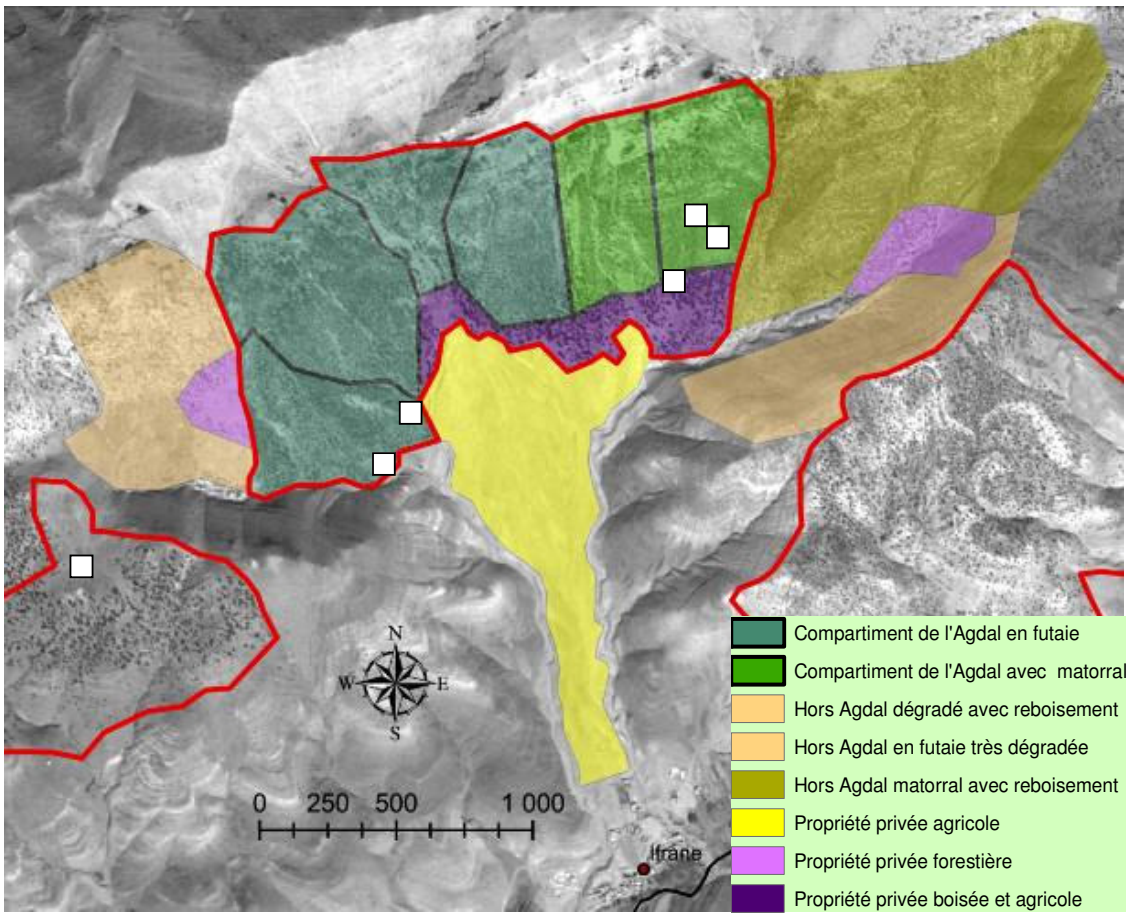


Figure 36 : carte des unités de gestion de la forêt d'Ifrane (les carrés blancs représentent l'emplacement de bergeries)

Dans l'état actuel de la gestion, l'évolution future des différents secteurs devrait être la suivante :

- Compartiments de l'agdal en futaie : maintien des stocks de bois et de fourrage et du couvert végétal. La possibilité d'affranchissement de la régénération en un peuplement arborescent est réduite à cause de l'écimage des brins verticaux.
- Compartiments de l'agdal avec matorral : l'état écologique de ces secteurs s'explique par la présence de bergeries avec un fort effectif. Mais il semble que ces éleveurs aient désormais choisi d'effectuer la transhumance hivernale. Si cette tendance se confirme, le prélèvement et la pression du troupeau vont baisser. Le faciès et le fonctionnement du peuplement va davantage ressembler aux autres secteurs de l'agdal, mais avec moins de matériel sur pied et avec plus de recouvrement par le matorral. Si la transhumance est abandonnée, les houppiers des arbres s'étriqueront, le nombre d'arbres va diminuer, la croissance du matorral sera de plus en plus contrariée. Le peuplement va devenir relativement semblable au peuplement de matorral voisin hors de l'agdal.
- Hors agdal à matorral avec reboisement : cet espace, tel qu'il est exploité aujourd'hui, témoigne d'une certaine stabilité. Il n'y a aucune perspective d'évolution vers un peuplement arborescent. Les réserves de gros bois dispersés sur cet espace vont peu à peu être prélevées, mais le couvert du matorral ne devrait pas régresser. Les cyprès, qu'ils soient ou non abroutis, ne vont se développer qu'assez peu.
- Hors agdal en futaie très dégradée (à l'ouest) : la surexploitation des houppiers ainsi que le besoin en bois va peu à peu amenuiser les ressources, tant en quantités totales qu'en densité d'arbres. Cet espace est déjà très ouvert. La raréfaction des arbres n'aura donc pas d'impact direct sur le milieu. Les formations de matorral sont presque absentes. Cet espace est également un lieu de pâture privilégié pour les bergers de Taghoulit.
- Hors agdal dégradé avec reboisement (à l'est ; cette zone n'a pas fait l'objet de mesures de peuplements) : les chênes verts font l'objet d'une exploitation très forte du bois et du fourrage foliaire par les villageois d'Aït Ouchi et d'Ifrane. Le couvert est déjà très ouvert, malgré la présence des cyprès, et n'est sans doute pas amené à évoluer positivement.
- Propriété privée boisée et agricole (*bours* boisés) : à cause de mésentente entre les propriétaires et la *taqbilts*, les chênes verts ne sont plus exploités depuis longtemps. Ils constituent une réserve ligneuse et fourragère non mobilisée.

Les nouvelles mesures de gestion et les mesures d'enrichissement pastoral pourraient être les suivantes :

- Interdire l'écimage du matorral dans le hors agdal à l'est : le but est de profiter de la moindre opportunité de recru d'arbres afin de ralentir la dynamique régressive de ce secteur. Y encourager la création d'un nouvel agdal afin de renouveler les houppiers.
- Interdire l'écimage du matorral dans les compartiments de l'agdal en futaie. Le but est de recruter des jeunes brins de cépées, qui pourront faire l'objet d'un balivage (dépressage de la cépée par sélection des brins les plus vigoureux). Cela permettra à moyen terme d'exploiter du bois de chauffage sans couper des brins de futaie entiers ou de couper des branches latérales sur les arbres.
- Prioriser les ouvertures d'agdal sur les compartiments de futaie, afin d'aider les peuplements surexploités par les bergers à se renouveler.
- Autoriser l'exploitation des grands chênes verts situés en bas de l'agdal, sur les *bours*, selon des normes de coupes semblables à celles de la dehesa espagnole. Cela

permettrait d'accroître la production de glands et de mobiliser d'importantes réserves ligneuse et fourragère.

- Planter des arbustes fourragers (par exemple *Atriplex halimus*) sur les limites entre les champs de cultures sèches. Cela permettrait d'accroître l'offre fourragère de la vaine pâture au début de l'automne (période de soudure), et pourrait compenser la mise en défens du troupeau dans un secteur de la forêt.
- Mise en défens des troupeaux sur un compartiment de l'agdal en futaie pendant plusieurs années (par exemple : 10 ans). La régénération du chêne vert par semis devra certainement être assistée pour être efficace. Durant les deux dernières années de la mise en défens, effectuer un enrichissement pastoral par semis d'espèces herbacées. Cette technique peut produire des résultats très intéressants dans de telles conditions de couvert (Genin, communication personnelle)
- La *taqbilt* d'Ifrane devrait entreprendre l'agrandissement de l'agdal vers l'est, incluant ainsi une partie du matorral. Il est cependant très probable que les effets en termes de croissance du matorral soient négligeables. Il serait en fait plus pertinent d'effectuer une mise en Agdal temporaire, car les stocks de ressources sont suffisants dans l'agdal.

Ces propositions doivent bien sûr être rediscutées avec précision avec la population. Si elles sont acceptées et effectivement contrôlées par la *taqbilt*, l'évolution attendue des peuplements est la suivante :

- Compartiments de l'agdal en futaie : la croissance de la régénération existante va permettre d'augmenter le capital de bois sur pied et une exploitation ligneuse grâce au dépressage des cépées constituées. Dans la zone interdite au troupeau, un recru de régénération et une amélioration de la strate herbacée vont augmenter la couverture au sol. Cette amélioration du parcours va protéger indirectement la régénération du chêne vert qui devient un aliment de second choix.
- Compartiments de l'agdal avec matorral : en baissant la pression d'utilisation du fourrage et du bois sur ces zones, on favorise le renouvellement des houppiers et on freine la diminution du nombre d'arbres.
- Hors agdal matorral avec reboisement : une mise en Agdal définitive n'est peut être pas souhaitable car la formation de matorral telle qu'elle est présente ici a atteint un certain niveau de stabilité. Dans tous les cas le couvert et la quantité de ressource fourragère présente sur ce secteur devraient rester stable.
- Hors agdal en futaie très dégradée (à l'ouest) : la quantité fourragère globale ré augmentera si une mise en Agdal totale est effectuée mais le milieu restera dans tous les cas très ouvert.
- Hors agdal dégradé avec reboisement (à l'est) : pas de scénario d'évolution positive prévu pour cet espace, exploité à la fois par les villageois d'Ifrane et d'Aït Ouchi. Seul l'accroissement des cyprès peut permettre d'augmenter la couverture du sol.
- Propriété privée boisée et agricole (*bours* boisés) : le houppier des arbres est plus ouvert et produit plus de glands.

A cela il faut ajouter l'intérêt que présente un tel plan d'aménagement en terme de DRS, notamment avec la stabilisation de la terre des *bours* grâce aux haies d'Atriplex.

Des mesures de protection plus draconiennes permettraient certes d'afficher des objectifs de conservation et de réhabilitation plus élevés, mais elles ne seraient pas réalistes dans le contexte socio-économique actuel (il est fort probable que la population ne les respecte

pas), et ne seraient pas forcément couronnées de succès du point de vue technique (même en cas de respect de ces mesures).

6.4. Une demande d'intervention des Eaux et Forêts au village d'Aït Ouham

Le village d'Aït Ouham est la cible de crues violentes. Il y a quelques années, l'une d'elle a détruit des maisons. Le village est séparé en deux par un cône de déjection de sédiments au centre duquel se trouve un canal d'écoulement profond, mais qui doit déborder en cas de crue. Afin de stabiliser le cône de déjection, les villageois ont interdit la cueillette des plantes dans celui-ci par une mise en Agdal. Le couvert herbacé est en effet très élevé.

Le bassin versant du cours d'eau provoquant ces crues dévastatrices n'est pas très grand. Il est totalement inclus dans l'agdal, même dans sa zone non boisée. La partie boisée de l'agdal est constituée d'un peuplement de gros genévriers thurifères avec présence de régénération et de plusieurs stades de croissance. L'exploitation qui en est faite (fourrage foliaire en cas de neige et bois de construction régulé par la *taqbilt*) n'est pas cause de dégradation et n'empêche pas une dynamique positive. Sanae Hammi (2005) a mis en évidence une augmentation globale du couvert sur quarante ans dans cet agdal.

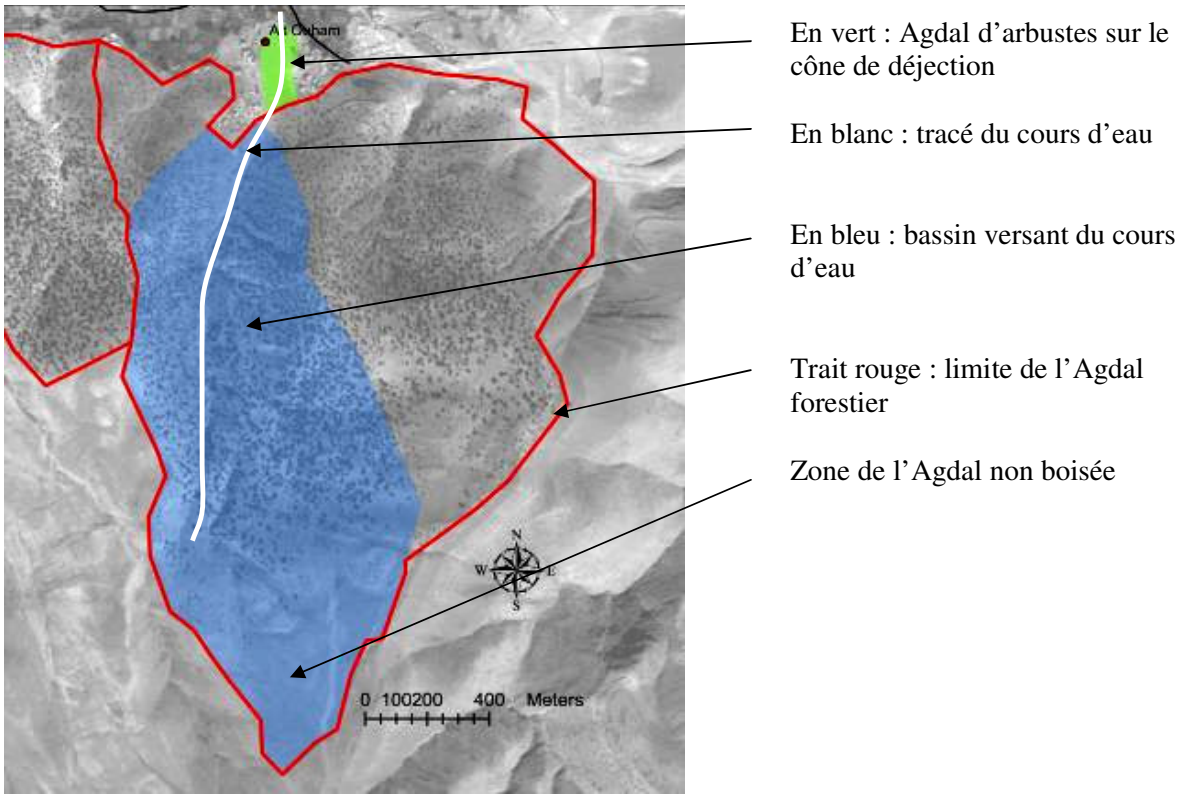


Figure 37 : Carte de l'agdal d'Aït Ouham

Les villageois demandent une intervention des Eaux et Forêts pour protéger leur village de la crue. Cette demande est formulée par un début de proposition :

- Un reboisement classique dans la zone non boisée du bassin versant, où le respect de la mise en défens totale serait une responsabilité que prendrait en charge la *taqbilt*.

- Un reboisement « original » c'est-à-dire avec une possibilité d'usage, dans le cône de déjection au centre du village.
- Une interdiction de pâturer dans l'ensemble du bassin versant serait respectée.

Un tel terrain serait l'occasion de tester des techniques de génie écologique avec la plantation de frênes dans des petits ouvrages de retenues de sédiments. Le frêne peut également être utilisé pour l'enrichissement de la thuriféraie et la couverture de la zone d'agdal non boisée. On peut l'envisager en tant que buisson d'abroutissement planté à forte densité dans le cône de déjection, et en peuplement arborescent dans l'agdal forestier. Il est probable que le frêne dimorphe trouve dans cet agdal les conditions climatiques favorables à sa croissance. L'incertitude concerne aussi l'adaptation du cyprès de l'Arizona : un reboisement effectué en face d'Ifrane dans les mêmes conditions écologiques que l'agdal d'Aït Ouham avait été un échec.

Il est à noter que l'absence de troupeau dans l'agdal favorisera la croissance de la régénération de thurifère déjà présente, et que les conditions édaphiques créées par le frêne, procurent des opportunités pour le thurifère de se disséminer (ce fait a été constaté dans le petit Agdal d'Amalou, entre Rbat et Akourbi).

Vu la violence des crues, des ouvrages mécaniques de rupture du courant et de canalisation de l'écoulement sont également indispensables.

En plus de la protection hydraulique, qui ne prendra effet qu'à long terme, un tel aménagement est intéressant à plusieurs niveaux :
- Il peut prévoir la reconnaissance du droit de la population à gérer et exploiter son agdal de genévrier thurifère selon des pratiques durables.
- Il permet d'innover des techniques de génie biologique et d'enrichissement pastoral avec une espèce locale : le frêne dimorphe.
- Il offre au genévrier thurifère une aire propice à sa régénération.

Bibliographie

ABBAD A., 2004. Atriplex halimus L., espèce fourragère polymorphe: évaluation de sa variabilité morphologique, biochimique et phénologique en rapport avec l'adaptabilité des écotypes aux zones arides et semi-arides Faculté des Sciences Semlalia, Marrakech, 164 p.

AEFCS, 1978. Guide pratique du reboiseur au Maroc. Rabat, Administration des Eaux et Forêts et de la Conservation des Sols, 373 p.

ALEJANO R., TAPIAS R., TORRES E., FERNANDEZ M. ET ALAEJOS J., 2006. Influencia de la poda en la produccion de bellota y el crecimiento en dehesas de la provincia de Huelva. Palos de la Frontera, Universidad de Huelva, departamento de Ciencias Agroforestales. 25-28 p.

AUBERT P., 2006. Des politiques internationales sur la protection de la nature à la gestion locale des ressources naturelles. Exemples dans la vallée des Aït Bougmez, Haut Atlas central, Maroc, Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts, Montpellier-Nancy-Toulouse, 121 p.

AUCLAIR L., 1996. Les ressources sylvopastorales au Maghreb: structure segmentaire et appropriation communautaire. In, Dynamiques sociales et environnement. Pour un dialogue entre chercheurs, opérateurs et bailleurs de fonds. Thème 2 : Compétitions, conflits et modes de régulation de l'accès aux ressources et à l'espace, conséquences sur les milieux, Bordeaux, 11,12 et 13 septembre 1996. p. 15.

AUCLAIR L., *BOUR*BOUZE A., DOMINGUEZ P. ET GENIN D., 2006. Les agdals du Haut Atlas (Maroc). Biodiversité et gestion communautaire de l'accès aux ressources forestières et pastorales. Rapport final, Programme Agdal. IRD. 196 p.

BELLAKA M., QARRO M., BELGHAZI B., EZZAHIRI M., SABIR M., 1995, Dynamique des rejets de chêne vert (Quercus rotondifolia lamk) après dépressage dans le Moyen Atlas oriental, Actes de l'Atelier sur le Sylvopastoralisme, ENFI, Annales de la recherche forestière au Maroc

BLAZQUEZ CARRASCO A., FERNANDEZ REBOLLO P. ET NAVARRO CERRILLO R., 2002. Estudio morfologico de los crecimientos anuales en encinas con distinto nivel de decaimiento. Influencia de la poda sanitaria. In: C. S. Chocarro, F.;Bovet,I.;Lloveras, J. (Ed.) Produccion de pastos, forrajes y cespedes. Lleida, Universidad de Lleida, pp. 627-632.

BOURBOUZE A. ET DONADIEU P., 1985. L'élevage sur parcours en région méditerranéenne. CIHEAM Options Méditerranéennes, 88.

CARBONERO MUÑOZ, M.D.; BLÁZQUEZ CARRASCO, A. Y FERNÁNDEZ REBOLLO P. 2003. Evaluación de la producción y del calibre de bellotas de Quercus ilex L. Subsp. Ballota (Desf) Samp a lo largo de un ciclo de poda. Resultados de las campañas 2001- 2002 y 2002-2003. 2003, pp: 463-468. En: Robles, A.B.; Ramos, M.E.; Morales, M.C.; Simón, E.; González-Rebollar, J.L.; Boza, J. (Eds.) Pastos, desarrollo y conservación. Junta de Andalucía. Granada.

CHRIYAA A. ET EL MZOURI H., 2004. Introduction des arbustes fourragers dans les systèmes de production en zones à faible pluviométrie. In: CIHEAM-IAMZ (Ed.) Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieu méditerranéen. Zaragoza, pp. 203-206.

EL GHARBAOUI A., A. EL YAMANI, A. EL MAGHRAOUI, A. BOUTOUBA, M. ALAOUI ET A. KABAK (Direction de l'élevage), 1995, Aménagement des terres de parcours au Maroc, bilan et perspectives, Actes de l'Atelier sur le Sylvopastoralisme, ENFI, Annales de la recherche forestière au Maroc

EL M'RABET A., 2004, Place du chêne vert dans l'économie forestière nationale : synthèse bibliographique sur la production, l'aménagement et la valorisation de ses produits, Mémoire de 3ème cycle ENFI, 94 pp

EL TOBI M., EZZAHIRI M., BELGHAZI B., QARRO M., BOUHALOUA M., 2000, Importance des parcours forestiers dans la région du Maroc oriental, CIHEAM Options méditerranéennes, Ser A / n°39, 2000 – Rupture…nouvelle image de l'élevage sur parcours

EZZAHIRI M., BELGHAZI B., ROMANE F., QARRO M., SABIR M., 1995, Phytomasse et accroissements du chêne vert dans le dispositif expérimental de Dayat Aoua du Moyen Atlas, , Actes de l'Atelier sur le Sylvopastoralisme, ENFI, Annales de la recherche forestière au Maroc

FERNANDEZ REBOLLO P, PORRAS TEJEIRO C.J., 1999, La dehesa, algunos aspectos para la regeneración del arbolado, Junta de Andalucia, 42 pp

FOUILLERON B., 2004. L'élevage des petits ruminants et l'utilisation des ressources fourragères dans les systèmes de production agropastoraux montagnards du *douar* Akourbi, vallée des Aït Bouguemez, Haut Atlas marocain. Mémoire CNEARC, Montpellier, 82 p.

GENIN D., 2006. Les agdals des Aït Bouguemez (Haut Atlas central) : fonctionnements, impacts écologiques et mutations d'un système traditionnel de gestion des ressources pastorales et forestières. In : Auclair L. (Resp.), 2006. Les agdals du Haut Atlas (Maroc) : Biodiversité et gestion communautaire de l'accès aux ressources forestières et pastorales. Rapport à l'IFB, IRD-LPED Marseille, pp. 30-91.

GENIN D., KERAUTRET L., FOUILLERON B., 2007, Un tempo bien tempéré…Place et rôles des agdals dans les systèmes d'élevage des Aït Bougmez, Actes du colloque Agdal à Marrakech, mai 2007, sous presse.

GENIN D., HANAFI A., 2007, Estimation de la pression pastorale sur parcours arides : Comment prendre en compte les modes de conduite des troupeaux ? Revue des Régions Arides, sous presse.

HAMMI S., ALIFRIQUI M., AUCLAIR L., SIMONNEAUX V., 2005. Caractérisation et suivi dynamique des agdals forestiers (Aït Bouguemez, Azilal) par télédétection spatiale. Communication au colloque "Sciences de l'Environnement", El Jadida, juin 2005.

HERZENNI A., 2005. Stratégies individuelles et collectives d'utilisation des ressources en haute montagne, Cas du village d'Ifrane, Aït Bougmez,. Comm. Séminaire Intern. « Le développement durable des zones de montagne », AMAECO, Rabat, Maroc, 1-2/12/2005 (sous presse).

KERAUTRET L., 2005. Entre Agdal et Moucharika; Etude comparée des modes d'utilisation de deux espaces pastoraux collectifs du Haut Atlas marocain, Université de Provence, Marseille, 151 p.

LECESTRE-ROLLIER B., 1992. Anthropologie d'un espace montagnard. Les Ayt Bou Guemez du Haut Atlas marocain, Université René Descartes - Paris V, Paris, 480 p.

LE HOUÉROU H.N., 1980. Planting and management methods for browse trees and shrubs. In: H.N. Le Houérou (Ed.) Browse in Africa: The current state of knowledge. Addis Ababa, International Livestock Center for Africa.

M'BARK F., 1991, Etude de la croissance et de la production du chêne vert dans le Moyen Atlas oriental Tahala, Mémoire de 3ème cycle en Agronomie, IAV

MHIRIT O, BENZYANE M., NAGGAR M., 1995, L'aménagement sylvopastoral : un outil de gestion et un préalable à la sauvegarde des écosystèmes forestiers, Actes de l'Atelier sur le Sylvopastoralisme, ENFI, Annales de la recherche forestière au Maroc

MONTÈS, N. et al, 2005. Conséquences écologiques des agdals forestiers : contribution au maintien de la biodiversité végétale et animale - Cas de la vallée des Aït Bou Guemez. Rapport de recherche programme Agdal, document interne LPED, Marseille.

MONTES, N., 1999, Potentialités, Dynamique et Gestion d'une formation arborée à Genévrier thurifère (Juniperus thurifera L.), des Atlas marocains : Cas de la vallée de l'Azzadene, Thèse de doctorat à l'Université Toulouse Le Mirail, 192 pp.

MONTOYA OLIVER J. M., 1996. La poda de los árboles forestales. Agroguías Mundi Prensa, 87 p.

NAGGAR M., 2000. Eléments de base d'une stratégie de sylvopastoralisme en Arique du Nord. In: CIHEAN (Ed.) Options Méditerranéennes. Rupture...nouvelle image de l'élevage sur parcours. Montpellier, CIHEAM, pp. 191-202. Vol. 39.

NAVARRO CERRILLO R, PEMAN GARCIA J, 1998, Repoblaciones Forestales, Universidad de Lleida, 400 pp

OLIVIER DE SARDAN J. P., 2003. L'enquête socio-anthropologique de terrain : synthèse méthodologique et recommandations à l'usage des étudiants. LASDEL. Niamey ed., 58 p. Etudes et Travaux du LASDEL, Vol. 2.

PARDE J., BOUCHON J., 1988, Dendrométrie, ENGREF, 325 pp.

QARRO M., SABIR M., BELGHAZI B., EZZAHIRI M., 1995, Effets des traitements sylvicoles sur le développement des potentialités herbagères dans les taillis de chêne vert (Quercus ilex L), Actes de l'Atelier sur le Sylvopastoralisme, ENFI, Annales de la recherche forestière au Maroc

QARRO M., BERKAT O., MHAMEDI M., YESSEF M., 2000, L'aménagement sylvopastoral : contraintes et développement durable, CIHEAM Options méditerranéennes, Ser A / n°39, 2000 – Rupture…nouvelle image de l'élevage sur parcours

REGRAGUI A., 1996, Evaluation de la biomasse des taillis de chêne vert du Maroc Oriental, cas du massif forestier d'Al Ayat, Mémoire de 3ème Cycle ENFI, 85pp

RHANEM M., 1985. Etude phyto-écologique des versants de la vallée des Aït Bougmez, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, 123 p.

RONDEUX J., 1993, La mesure des arbres et des peuplements forestiers, Ed : Les presses agronomiques de Gembloux, 521 pp.

ROMAGNY B., EL GUEROUA A., AUCLAIR L., 2005. L'évolution des institutions et des modes de gestion collectifs des ressources dans la vallée des Aït Bouguemez (Haut Atlas marocain). Comm. Séminaire Intern. « Le développement durable des zones de montagne », AMAECO, Rabat, Maroc, 1-2/12/2005 (sous presse).

SABIR M., QARRO M., EZZAHIRI M., BELGHAZI B., 1995, Effets du couvert arboré du dépressage et de la position topographique sur certaines caractéristiques édaphiques dans la chênaie verte du Moyen Atlas Central, Jbel Aoua Sud, , Actes de l'Atelier sur le Sylvopastoralisme, ENFI, Annales de la recherche forestière au Maroc

TIRILLINI T., 2004. Usages de l'espace forestier: un jeu de territoires (d'échelles et de temps). Exemple dans la vallée des Aït Bougmez, Haut Atlas central, Maroc, Université de Provence Aix-Marseille I.

WALKER, B. H., J. M. ANDERIES, A. P. KINZIG, P. RYAN. 2006. Exploring resilience in social-ecological systems through comparative studies and theory development: introduction to the special issue. Ecology and Society 11(1): 12. [online] URL: http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art12/

Site Internet :

EAUX ET FORÊTS : www.eauxetforets.gov.ma

Tables des matières

Introduction....6
I. Contexte géographique : un espace montagnard où l'utilisation raisonnée des ressources naturelles est indispensable à la population....8
1.1. Un contexte écologique de haute montagne....8
1.1.1. Relief....8
1.1.2. Géologie et sols....8
1.1.3. Climat et zonage bioclimatique....9
1.1.4. Ecosystèmes forestiers....10
1.1.4.1. Définition de la forêt....10
1.1.4.2. Les principaux écosystèmes forestiers....10
1.1.4.3. Caractéristiques principales de la dynamique des espèces arborescentes....11
1.2. La société traditionnelle et l'économie rurale....13
1.2.1. Le système tribal et l'appropriation de la terre....13
1.2.2. L'économie agropastorale....16
1.2.2.1. Les activités agricoles et d'élevage....16
1.2.2.2. Les autres besoins....17
1.2.3. Les changements sociaux ayant un impact sur la forêt....18
1.3. La gestion en Agdal forestier....19
1.3.1. Le concept d'Agdal....19
1.3.2. Diversité de cette gestion....21
1.3.3. Gestion en Agdal et dégradation : état actuel de la discussion....22
1.4. Intervention des services forestiers de l'état....24
1.4.1. Une nouvelle forme d'autorité....24
1.4.2. Un plan d'action axé sur la protection du patrimoine naturel et des sols mais ouvert aux préoccupations sociales....25
1.5. Bilan : un constat d'une dégradation du milieu qui pose la question de la durabilité écologique de la gestion en Agdal....26
II. Problématisation de l'objet d'étude : la gestion traditionnelle d'un espace sylvopastoral....27
2.1. Cadre scientifique....27
2.2. Une problématique de système sylvopastoral et de forêt paysanne....27
2.2.1. Prise en compte de la multifonctionnalité de la forêt....27
2.2.2. Apport des sources bibliographiques marocaines et espagnoles dans la problématisation de l'impact d'une gestion sylvopastorale....28
2.2.3. Possibilité de travailler à l'échelle de l'arbre et à l'échelle du peuplement forestier....31

2.2.4. Difficulté de la recherche d'une « situation d'équilibre » 32
2.3. Définition d'un ensemble d'indicateurs de l'état écologique de la forêt 33
2.4. Hypothèses d'impact de la gestion sur l'état écologique des forêts 33
III. Méthodologie : de la prise d'informations aux mesures dendro-métriques 35
3.1. Des enquêtes à but informatif sur les pratiques et la gestion 35
3.2. Echantillonnage de la zone d'étude 36
3.2.1. Choix de l'emplacement des placettes de mesure 36
3.2.1.1. Première étape : choix de *secteurs* d'étude privilégiés 36
3.2.1.2. Seconde étape : délimitations de *zones représentatives* de ces secteurs 37
3.2.1.3. Troisième étape : échantillonnage aléatoire de placettes 37
3.2.2. Répartition des zones étudiées dans la diversité des conditions écologiques 37
3.2.3. Intensité de l'échantillonnage 38
3.2.4. De l'échantillon de placettes à l'échantillon d'arbres 39
3.3. 3.3. Méthodologie de mesure et renseignement des indicateurs d'état écologique 40
3.3. 3.3. Méthodologie de mesure et renseignement des indicateurs d'état écologique 39
3.3.1. Prise de données sur le terrain 39
3.3.2. Traitement de ces données 42
IV. Résultats 43
4.1. Les relations entre la forme des arbres et les pratiques et leurs liens avec la fonction des peuplements 43
4.1.1. Le cas du genévrier de Phénicie 43
4.1.2. Le cas du genévrier thurifère 45
4.1.2.1. Une multifonctionnalité liée aux dimensions des arbres 45
4.1.3. Le cas du chêne vert 54
4.1.3.1. Deux formes porteuses de ressources et de fonctions différentes 54
4.1.3.2. Une exploitation du matorral garante d'une certaine stabilité de sa fonction. 55
4.1.3.3. Une exploitation du houppiers des arbres pouvant avoir un très fort impact sur la ressource foliaire, mais ne condamnant pas leur capacité de renouvellement 57
4.2. La gestion en Agdal des forêts à dominante de chêne vert 62
4.2.1. Mise en évidence des combinaisons de variables grâce à l'Analyse en Composantes Principales 62
4.2.2. Mise en évidence de différences d'état écologique entre l'Agdal et le hors Agdal 65
4.2.2.1. Des disponibilités de ressources différentes dans et hors de l'Agdal 65
4.2.2.2. Des espaces aux fonctionnements écologiques différents 66
4.2.3. Des rotations de coupe dans les Agdals forestiers à période plus ou moins grande : incidences sur la structure des peuplements 68
4.3. Impacts écologiques de la superposition des reboisements à la gestion traditionnelle 69

V. Bilan et ouverture vers le côté opérationnel de la gestion....72
5.1. La gestion en Agdal : son intérêt pour l'état écologique....72
5.2. Des pratiques et des gestions à retenir et à améliorer....73
5.2.1. L'exploitation des genévriers....73
5.2.2. Les « tailles » du chêne vert....73
5.2.3. La rotation des coupes dans l'Agdal de chêne vert....74
5.2.4. La mise en Agdal temporaire : une pratique à suivre et à développer....75
5.3. Perspectives de continuité du travail....75
VI. Propositions de scénarios de gestion....76
6.2.1. L'acceptation sociale....77
6.2.2. Faisabilité technique de l'amélioration pastorale....78
Bibliographie....85
Tables des matières....89
Liste des sigles et abréviations....92
Liste des termes berbères et arabes utilisés....92
Liste des figures....93
Liste des tableaux....95
Liste des annexes....96

Liste des sigles et abréviations :

CNRF : Centre National de la Recherche Forestière

DPA : Direction Provinciale de l'Agriculture

DRS : Défense et Restauration des Sols

ENFI : Ecole Nationale Forestière d'Ingénieurs

ENGREF : Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts

FIF : Formation des Ingénieurs Forestiers

IAV : Institut Agronome et Vétérinaire

IRD : Institut de Recherche pour le Développement

KgMS : Kilogrammes de matière sèche

LPED : Laboratoire Population Environnement Développement

POPULAR : Politiques publiques et gestions paysannes de l'arbre et de la forêt

UF : Unités fourragères

Liste des termes berbères (B) et arabes (A) utilisés (d'après Aubert, 2006) :

Agdal (A) : concept socio-spatial désignant à la fois le territoire, les ressources, les règles et les institutions permettant de réguler l'accès et l'usage. On trouvera des agdals forestiers, des agdals pastoraux. Lorsqu'il désigne le mode de gestion ou l'entité territoriale il est écrit avec une majuscule ; lorsqu'il désigne un espace défini, il est écrit avec une minuscule.

Aït (B) : signifie l'appartenance territoriale ou familiale

Bour (A) : zone cultivée non irriguée

Douar ou ***Adouar*** (Ar) : village, hameau

Ighs (B) : Famille, groupes de ménages issus d'un ancêtre commun.

Jmâa ou ***Ajmuâ*** (B) : assemblée représentant les chefs de famille d'un village ou de groupement de villages

Naïb (A) : représentant. Utilisé dans le sens courant pour désigner le responsable des ressources naturelles d'un village. Fonction officielle de représentant de village vis-à-vis de l'administration. Désigné par la *taqbilt.*

Taqbilt (B) de *Qbila* (A) : tribu. Utilisé pour désigner toute unité socio-territoriale : les villageois, assemblée des chefs de foyer qui prend toutes les décisions concernant le douar

Liste des figures

Figure 1 : Situation de la province d'Azilal et de la commune rurale de Tabant.....7
Figure 2 : Image satellite des Aït Bougmez 9
Figure 3 : Masses nuageuses dévalant l'adret de l'Ighil n Aït Ouriat.....10
Figure 4 : Rameau défolié par les chenilles.....12
Figure 5 : *Arceutobium oxycedrii* 12
Figure 6 : Carte des fractions, sous fractions et *douars* 13
Figure 7 : Occupation du sol et modes d'appropriation de l'espace……...15
Figure 8 : Carte des espaces forestiers selon leur statut de gestion……..…….19
Figure 9 : Reboisement en cyprès de l'Arizona.....26
Figure 10 : chêne vert au houppier aéré, après une coupe de faible intensité…….28
Figure 11 : blessure non cicatrisées sur un chêne vert……28
Figure 12 : chêne vert ayant subi une exploitation excessivement forte.....….....28
Figure 13 : Exploitation de perches sur le genévrier de Phénicie 43
Figure 14 : Thurifère de très grande dimension.....47
Figure 15 : Thurifère surexploité.....48
Figure 16 : Versant de la chênaie – thuriféraie d'Akourbi où une partie est en Agdal et l'autre hors de l'Agdal.....49
Figure 17 : Dessin de la forêt où l'on a matérialisé les genévriers thurifères 49
Figure 18 : Genévrier thurifère monocaule où la tige a été exploitée pour faire une perche. 50
Figure 19 : Genévrier thurifère exploité pour ses perches pour la première fois. 51
Figure 20 : gros genévrier thurifère ayant été exploité pour trois poutres il y a un an.....52
Figure 21 : Dessins d'un versant de l'agdal d'Aït Ouham et d'un versant de l'agdal de Zaouit Alemzi décalqués sur des photographies 54
Figure 22 : Matorrals de chêne vert soumis à des pressions de pâturage élevées 55
Figure 23 : Buissons constamment pâturés 55
Figure 24 : Exploitation des brins centraux du matorral.....56
Figure 27 : Chêne vert au houppier bien développé 59
Figure 28 : Chênes verts au houppier surexploité.....59
Figure 29 : Hors agdal et nouvel agdal entre Ifrane et Taghoulit.....60
Figure 30 : Contribution des axes factoriels à l'explication de la variance 63
Figure 31 : Cercle de corrélations de l'ACP selon les axes F1 et F2.....63

Figure 32 : Cercle des corrélations de l'ACP selon les axes F1 et F3 64
Figure 33 : Reboisement de pin d'Alep et de cyprès d'Arizona à Ighirine Iglouane, avec des chênes verts surexploités. 70
Figure 34 : Vue sur l'agdal d'Iskatafene, dans la combe d'Ansous. 72
Figure 35 : Vue de l'ensemble du peuplement de frêne dimorphe et vue d'un individu.....78
Figure 36 : Carte des unités de gestion de la forêt d'Ifrane 80
Figure 37 : Carte de l'agdal d'Aït Ouham.....83

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les autorités régissant les différents usages et les utilisateurs des principaux types d'espaces forestiers : la propriété privée, l'Agdal et le hors Agdal.....16
Tableau 2 : Echantillonnage des placettes…….…...36
Tableau 3 : Tests paramétriques de comparaison de moyennes (Student) entre des échantillons de genévriers de Phénicie dans et hors de l'agdal de Rbat. 44
Tableau 4 : Tests non paramétriques de comparaison de rangs (Mann Whitney) entre des échantillons de placettes dans les formations à genévrier de Phénicie de Rbat, dans et hors de l'Agdal. 45
Tableau 5 : Tests paramétriques de comparaison de moyennes (Student) entre des échantillons d'arbres de genévriers thurifères des agdals d'Iskatafene, Zaouit Alemzi et Aït Ouham et Ibaqaliun, et des hors agdals d'Ibaqaliun et d'Akourbi. 46
Tableau 6 : Tests non paramétriques de comparaison de rangs (Mann Whitney) entre des échantillons d'arbres de genévriers thurifères du hors agdal d'Akourbi.....48
Tableau 7 : Tests non paramétriques de comparaison de rangs (Mann Whitney) entre des échantillons d'arbres de genévriers thurifères des agdals d'Iskatafene, Zaouit Alemzi et Aït Ouham.....52
Tableau 8 : Tests non paramétriques de comparaison de rangs (Mann Whitney) entre des échantillons de placettes dans les agdals d'Iskatafene, Aït Ouham et Zaouit Alemzi. 53
Tableau 9 : Anova et tests de comparaison de quatre échantillons de buissons de matorral à Ifrane. Dans chaque colonne de sous-groupe sont écrites les moyennes de la variable des groupes d'échantillons appartenant à ce sous-groupe. 56
Tableau 10: Test paramétrique de Student de comparaison de moyennes sur deux échantillons de buisson de matorral à Ibaqaliun. 57
Tableau 11 : Anova et tests de comparaison de quatre échantillons d'arbres à Ifrane.....60
Tableau 12 : Tests de comparaison de moyennes des ressources dans et hors de l'Agdal. 65
Tableau 13 : Comparaison des moyennes du nombre d'unités de régénérations par stade dans et hors de l'Agdal. 66
Tableau 14 : Comparaison de moyennes des paramètres de structure dans et hors de l'Agdal.....67
Tableau 15 : Comparaison de moyennes du nombre d'espèces de la strate herbacée dans et hors de l'agdal. 68
Tableau 16 : Comparaison des moyennes des stocks de ressource entre les grands agdals et les petits agdals. 69
Tableau 17 : Comparaison des données de structure entre les grands agdals et les petits agdals.....69

Liste des annexes

Annexe 1 : Données concernant la géologie, les zones climatiques et es types phyto-écologiques de notre zone d'étude, à partir des travaux de Mustafa Rhanem (1985).

Annexe 2 : Carte de répartition des espèces forestières dominantes sur la zone d'étude.

Annexe 3 : Diversité de la gestion en forêt collective.

Annexe 4 : Carte d'évolution diachronique du couvert forestier dans les Aït Hakim (haut de la vallée des Aït Bougmez), par Sanae Hammi, doctorante à l'Université Cadi Ayyad de Marrakech

Annexe 5 : Carte de l'échantillonnage des placettes de mesure

Annexe 6 : Charte graphique pour l'estimation visuelle du taux de remplissage des houppiers.

Annexe 7 : Liste des genres ou espèces végétales déterminées lors des relevés botaniques.

Annexe 8 : Comparaison d'échantillons d'arbres de l'agdal d'Ifrane : mise en évidence d'une forte variabilité intra agdal.

Annexe 9 : Comparaison d'échantillons d'arbres de la forêt d'Ibaqaliun : mise en évidence d'une forte dégradation dans l'agdal.

FICHE SIGNALÉTIQUE D'UN TRAVAIL D'ÉLÈVE DE LA FIF

Formation des ingénieurs forestiers de l'ENGREF Agro Paris Tech	TRAVAUX D'ÉLÈVES
TITRE : Impacts écologiques des pratiques d'Agdal sur les peuplements forestiers, et proposition de gestions alternatives. Vallée des Aït Bougmez, Haut Atlas Central, Maroc.	Mots clés : Forêt paysanne, Sylvopastoralisme, Dendrométrie, Fourrage foliaire, Maroc, Haut Atlas
AUTEUR(S) : Jean-Brice CORDIER	Promotion : 2007
Caractéristiques : 1 volumes ; 96 pages ; 37 figures et cartes ; 9 annexes ; bibliographie.	

CADRE DU TRAVAIL		
ORGANISME PILOTE OU CONTRACTANT : Institut de Recherche pour le Développement Nom du responsable : Didier Genin Fonction : Chercheur		
Nom du correspondant ENGREF (pour un stage long) : Georges Smektala		
Tronc commun ☐ Option ☐ D. d'approfondissement ☐	Stage en entreprise ☐ Stage à l'étranger ☐ Stage fin d'études ☒ Date de remise :	Autre ☐
Contrat avec Gref Services Nancy ☐ OUI	☒ NON	

SUITE À DONNER (réservé au service des études)

☐ Consultable et diffusable
☐ Confidentiel de façon permanente
☐ Confidentiel jusqu'au / / , puis diffusable

Annexe 1 : Données concernant la géologie, les zones climatiques et les types phyto-écologiques de notre zone d'étude, à partir des travaux de Mustafa Rhanem (1985).

GEOLOGIE

Les formations du primaire et du trias existent dans les Aït Bougmez, mais les versants boisés constituant notre zone d'étude se trouvent sur trois types de roches mères jurassiques :

- Formation d'Aït Bazzi : formée par des bancs de dolomies caverneuses (cargneules) jaunâtres.
- Formation d'Aganane : répétition monotone de bancs dolomitiques, plus rarement calcaires. Cette formation est érodée en discordance par les grès de la formation de Wazzant.
- Formation de Wazzant (1) : formation détritique rouge dans laquelle alternent pélites, grès et conglomérats à bille de quartz parfois mélangés à des conglomérats à éléments calcaires.

UNITES BIOCLIMATIQUES

Ont été définies 19 unités bioclimatiques, dont 8 concernent notre zone d'étude :

- Type 1 : Haute montagne (adrets et ubacs) : Sa limite inférieure se situe environ à 2600 m. Il est presque complètement asylvatique.
- Type 5 : Haut de versant adret de l'Ighil n Aït Ouriat et versant sud occidental de l'Azourki. C'est un adret affecté par les flux nuageux (voir Figure 2), où les précipitations et les influences océaniques sont plus importantes. On peut le ranger dans l'étage Sub Humide.
- Type 6 : Bassin d'Ansous (cirque de bas de versant en contrebas de Tizi n Aït Ouriat). Cette zone subit l'influence des flux nuageux (voir Figure 2) et constitue une zone de stagnation d'air froid ; l'ensoleillement y est également moins fort. On a donc une inversion thermique. Cette unité se place dans le semi aride supérieur.
- Type 8 : Bas adrets de la combe d'Aït Ouriat et de l'amont du val des Aït Bougmez (en contrebas du type 5). On place cette unité dans le semi aride moyen et supérieur. Il existe un gradient pluviométrique et de température d'ouest en est, du fait de l'augmentation de l'altitude et de l'influence de Tizi n Tirghist. C'est une zone relativement ventée.
- Type 9 : bas ubacs de la combe d'Aït Ouriat et du val des Aït Bougmez. Le climat est semi aride, à l'instar des bas adrets du type 8, mais plus froid, donc avec un meilleur bilan hydrique.
- Types 11 et 12 : adrets du bassin de Rbat (adret de la montagne de l'Adazen). En aval (type 11), cet adret correspond bien à une exposition chaude et sèche, mais vers l'amont (Type 12), le confinement ainsi que l'influence du Waougouzate place cette zone dans le sub humide, au même titre que les hauts de versants adrets du type 5.
- Type 13 : hémicycles de la chaîne méridionale (Waougoulzate – Igoudamene, en contrebas du Tizi n Aït Imi) : cette zone en ubac est caractérisée par une grande continentalité. Les précipitations y sont abondantes sans que la nébulosité soit forte. Il s'agit d'un climat semi aride supérieur, jusqu'au sub humide dans sa partie supérieure.

FORMATIONS VEGETALES

Dans les zones les plus ensoleillées et à basse altitude, on trouve des formations à **Juniperus phoenicea**, le genévrier de Phénicie, appelé également genévrier rouge (en raison de la couleur de ses fruits). Dans notre zone d'étude, le versant sud de la montagne de l'Adazene porte une formation à Juniperus phoenicea, Genista scorpius et Globularia alypum, ce qui est l'ultime formation à J. phoenicea dans l'étagement de la végétation. Elle correspond à des secteurs chauds et secs avec un substrat calcaire terro rocheux à des altitudes de 1900 à 2100 m.

La juniperaie du bassin d'Ansous (en contrebas du Tizi n Aït Ouriat) est à l'étage du genévrier de phenicie, mais celui-ci se raréfie au profit de Juniperus thurifera, grâce à l'inversion thermique.

Les formations de **Quercus ilex,** chêne vert, sont principalement situées sur l'adret de l'Ighil n Aït Ouriat jusqu'au haut de versant, sur le bas de l'ubac du Waougoulzate, et sur les adrets et ubacs du bassin de Rbat. Les seules formations décrites par Rhanem sur notre zone d'étude sont des chênaies de bioclimats sub humides, du haut de versant de l'adret de l'Ighil n Aït Ouriat et du versant sud de l'Azourki. Il s'agit d'une formation à Ormenis scariosa (la plus haute) et d'une formation à Genista scorpius et Ormenis scariosa.

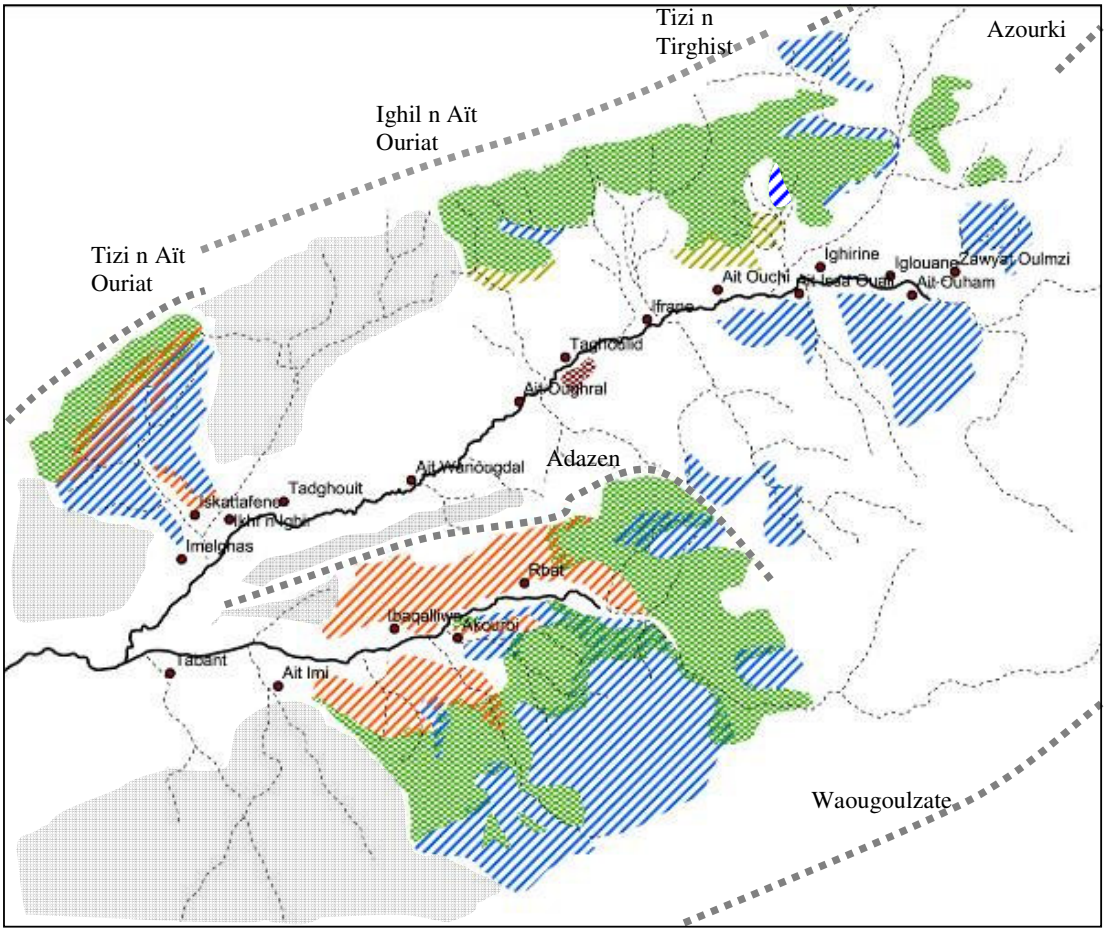
Son étude ne permet donc pas de différencier les chênaies vertes de notre zone par des types phytoécologiques. A défaut, il faut s'en tenir à au zonage climatique et la géologie.

Trois formations principales de **Juniperus thurifera** concernant notre zone d'étude ont été définies par Rhanem :

- Thuriferaie à Ormenis scariosa sur substrat gréseux : particulièrement développée sur le bas de versant nord du Waougoulzate, en amont de la vallée (d'Ifrane à Aït Ouham ; voir carte page suivante).
- Thuriferaie à Juniperus oxycedrus, Genista scorpius, Ormenis scariosa et Buplerum atlanticum. Elle pousse sur substrat gréseux, en exposition chaude en inversion d'étage sous le chêne vert. On la trouve sur le versant sud de l'Azourki (village de Zaouit Alemzi) et en lisière de la chênaie en bas de versant de l'Ighil n Aït Ouriat (village d'Ighirine ; voir carte page suivante).
- Thuriferaie à Buplerum spinosum, Koelaria vallesiana, Pterocephalus depressus. On trouve cette formation sur le versant nord du Waougoulzate, au niveau de Rbat, vers 2450 mètres d'altitude.

Les thuriféraies de haute altitude, telle celle du Tizi n Tirghist (2600 m), n'entrent pas dans la classification de Rhanem. Elles sont probablement à rattacher à une forme de transition entre l'étage asylavtique à coussins épineux et une thuriferaie d'altitude telle que la thuriferaie à Buplerum spinosum présente dans le bassin de Rbat. Il en va de même pour le grand versant nord du Waougoulzate dans sa partie aval, s'étendant en dessous du Tizi n Aït Imi (villages d'Akourbi et d'Ibaqaliun).

Annexe 2 : Carte de répartition des espèces forestières dominantes sur la zone d'étude.



Répartition des espèces principales, dans les forêts de la zone d'étude. Les limites proposées sont approximatives. Elles sont basées sur l'observation et non sur un inventaire.

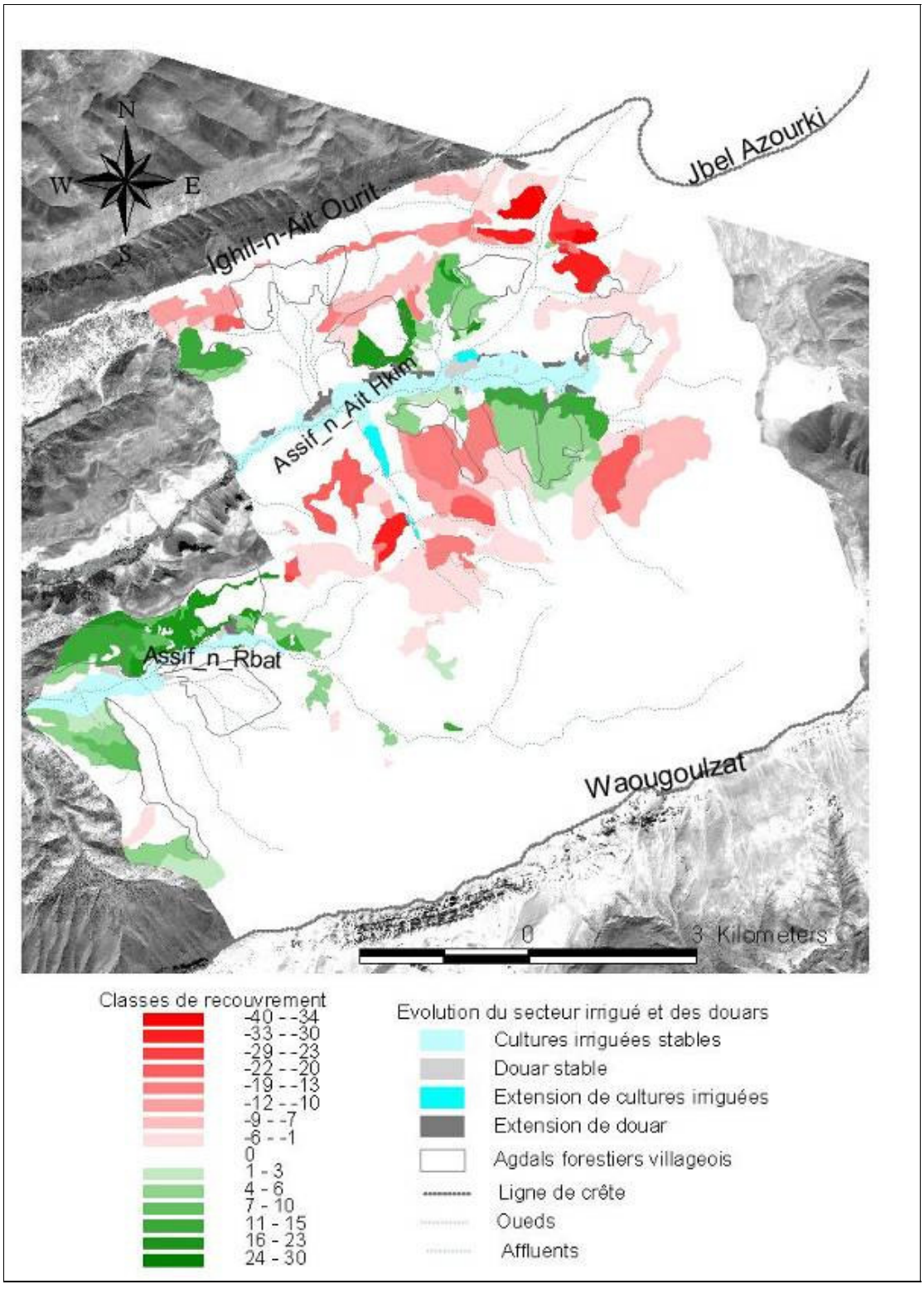
Légende :
Quadrillage vert : chêne vert.
Hachures bleues : genévrier thurifère
Hachures rouges : genévrier de Phénicie
Hachures marron clair : genévrier oxycèdre
Quadrillage brun : frêne dimorphe
Les gros pointillés gris marquent les lignes de crête.
Les zones grises marquent le contour approximatif de la forêt hors de la zone d'étude.

Annexe 3 : Diversité de la gestion en forêt collective. (D'après entretiens, et Genin, 2007)

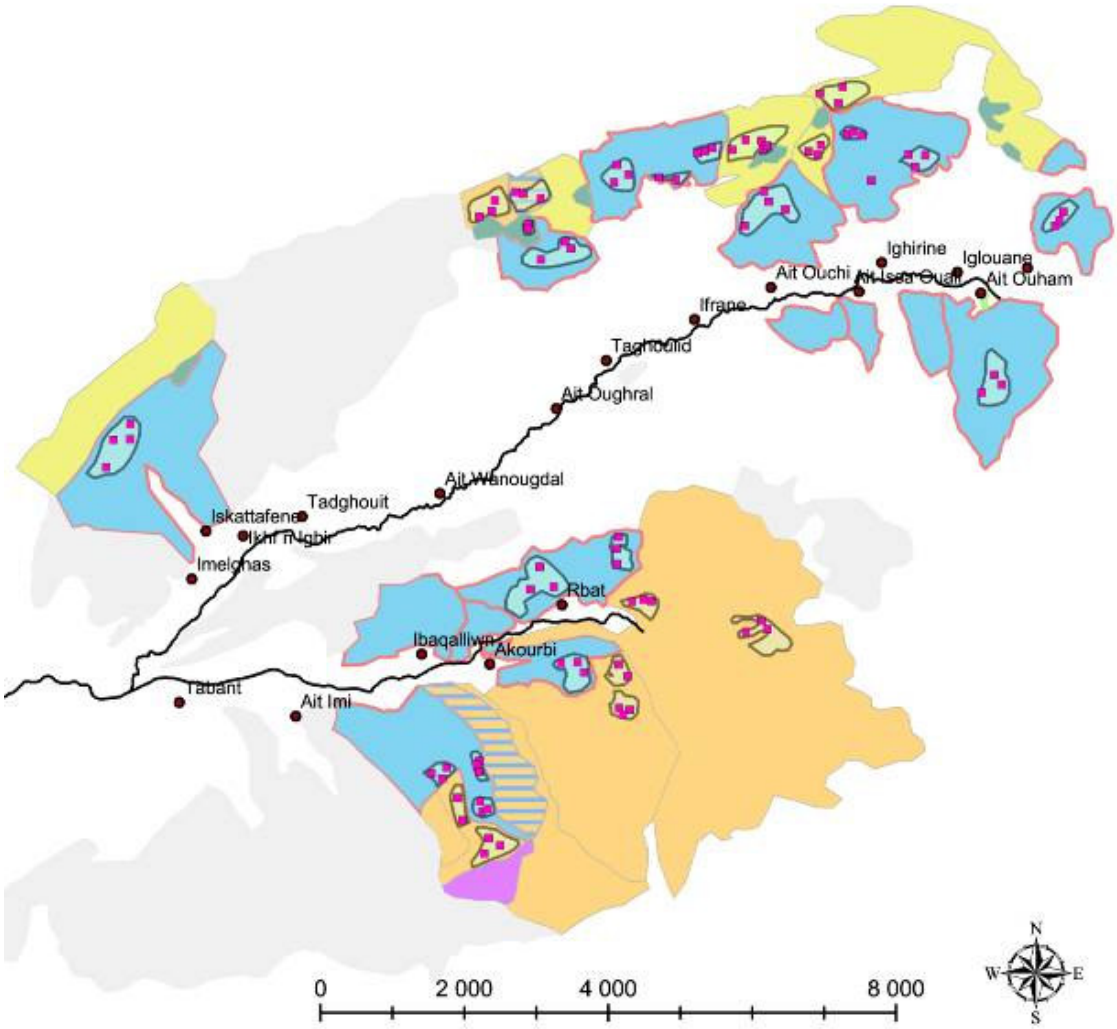
	Agdal		Non Agdal	
Iskatafene	Genévriers thurifère / oxycèdre / de phénicie Coupe de poutres et de perches non réglementée par la taqbilt. Ramassage du bois mort gisant autorisé. Coupe de fourrage foliaire (thurifère et oxycèdre) seulement en cas de neige (c'est la seule règle).		Chêne vert / thurifère / phénicie / oxycèdre Le chêne vert marque la limite entre agdal et hors agdal. Le hors agdal n'est pas réglementé.	
Ibaqaliun	Genévrier de phénicie Exploitation interdite depuis 10 ans	Chêne vert / thurifère / phénicie / oxycèdre Coupe de bois de feu pour la mosquée à l'entrée de l'agdal. Pour le fourrage et le bois domestique, ouvert en cas de neige. Rotation entre 3 secteurs ; en réalité 4 : Assamer, Loutta, Ouftis, Imla mais deux d'entre eux (Imla et Ouftis) sont dans le même compartiment de gestion. Le plus grand d'entre eux peut être exploité deux années de suite. Une seule personne de chaque foyer a le droit de se retrouver en forêt pour exploiter. Interdiction pour un berger de porter une hache.	Genévrier thurifère Un secteur (Taghout N Aït Ayoub) est réservé à la coupe (libre) de poutres et de perches.	Chêne vert / thurifère / phénicie / oxycèdre Système de "nouvel agdal" : un secteur n'est pas exploité pendant 4 ans, puis il est réouvert et c'est au tour de l'autre d'être protégé. La partie désignée pour l'exploitation est ouverte en hiver (octobre à mars). Interdiction pour un berger de porter une hache.
Akourbi	Genévrier de phénicie Coupe de perches au profit la taqbilt ; chaque perche est vendue 3 dirhams à un acheteur de la taqbilt.	Chêne vert / thurifère / phénicie / oxycèdre Ouverture en cas de neige. Rotation entre 2 secteurs principaux de chêne vert. Quota : 1 charge de mule par famille, une seule personne de chaque foyer allant récolter. Un petit secteur est fermé au pâturage afin d'éviter la chute de pierres dans une seguia et son exploitation est réservée au bois de feu pour la mosquée	Chêne vert / thurifère / phénicie / oxycèdre Ouverture entre octobre et mars. Pas d'autre réglementation.	
Rbat	Chêne vert / thurifère / phénicie / oxycèdre Pour le fourrage foliaire et bois de feu, ouverture en cas de neige. Rotation entre deux compartiments où se trouve le chêne vert. Exploitation des perches interdite depuis 10 ans.		Chêne vert / thurifère / phénicie / oxycèdre Bois de feu et fourrage foliaire : collecte deux jours par semaine, restriction à une charge par foyer.	

	Agdal		Non Agdal
Taghoulit	Chêne vert / genévrier oxycèdre Pour le fourrage foliaire et bois de feu, ouverture seulement en cas de neige. Interdiction d'utiliser la mule. Deux personnes de chaque foyer peuvent aller récolter. Prélèvement de perches d'oxycèdre si accord de la taqbilt		Chêne vert Pas de restrictions hors de l'agdal. Une partie a été mise en agdal (nouvel agdal), pour une durée de 12 ans : toute coupe y est interdite.
Ifrane	Chêne vert Ouverture en cas de neige. Rotation sur 6 compartiments. Lorsque la neige est abondante, coupe en bas de versant, lorsqu'elle n'est pas abondante, en haut de versant. 1 à 3 charges par foyer selon la taille du cheptel.		Chêne vert Pas de réglementation.
Aït Ouchi	Chêne vert / genévrier oxycèdre Ouverture en cas de neige. Rotation sur plusieurs compartiment. Dans chaque compartiment, tracé d'une "zone de coupe" par trois hommes du village qui dessinent une limite en versant de la terre et des pierres sur la neige. 1 à 3 charges par foyer selon la taille du cheptel. Coupe un jour sur deux. Oxycèdre non récolté.	Genévrier thurifère Coupe collective de perches et vente de lots de perches aux enchères parmi les villageois.	Droit d'usage (avec quotas) sur le hors agdal d'Ifrane.
Ighirine Iglouane	Chêne vert / oxycèdre / thurifère Ouverture en cas de neige. Rotation sur plusieurs compartiments eux-mêmes divisés en secteurs plus petits (barrières naturelles : ravins, barres rocheuses, etc.). S'il est ouvert une journée, il n'y a pas de restrictions, hormis l'usage de l'âne et de la mule. S'il est ouvert plusieurs jours, on ne va couper qu'un jour sur deux et pas plus de deux charges par foyer.	Genévrier thurifère Pas d'exploitation de fourrage. Récolte de perches organisée par la taqbilt.	Chêne vert / thurifère Exploitation autorisée seulement en hiver (novembre à mars)
Aït Ouham	Genévrier thurifère Réglementation des coupes de perches et de poutres par la taqbilt. Fourrage foliaire en cas de neige (ouvert rarement semble t'il). Bois mort pour la mosquée.		Exploitation des souches (seule ressource)
Zaouit Alemzi	Genévrier thurifère et oxycèdre Coupe de perches tous les deux ans, selon une rotation sur plusieurs secteurs. Partage entre les familles de la taqbilt qui peuvent se les vendre entre elles	Chêne vert Ramassage du bois de la mosquée, surveillé par le muezzin. Récolte de fourrage foliaire en cas de neige ou de "grand froid". Quantité selon le cheptel familial	Exploitation des souches (seule ressource)

Annexe 4 : Carte d'évolution diachronique du couvert forestier dans les Aït Hakim (haut de la vallée des Aït Bougmez), par Sanae Hammi, doctorante à l'Université Cadi Ayyad de Marrakech



Annexe 5 : Carte de l'échantillonnage des placettes de mesure



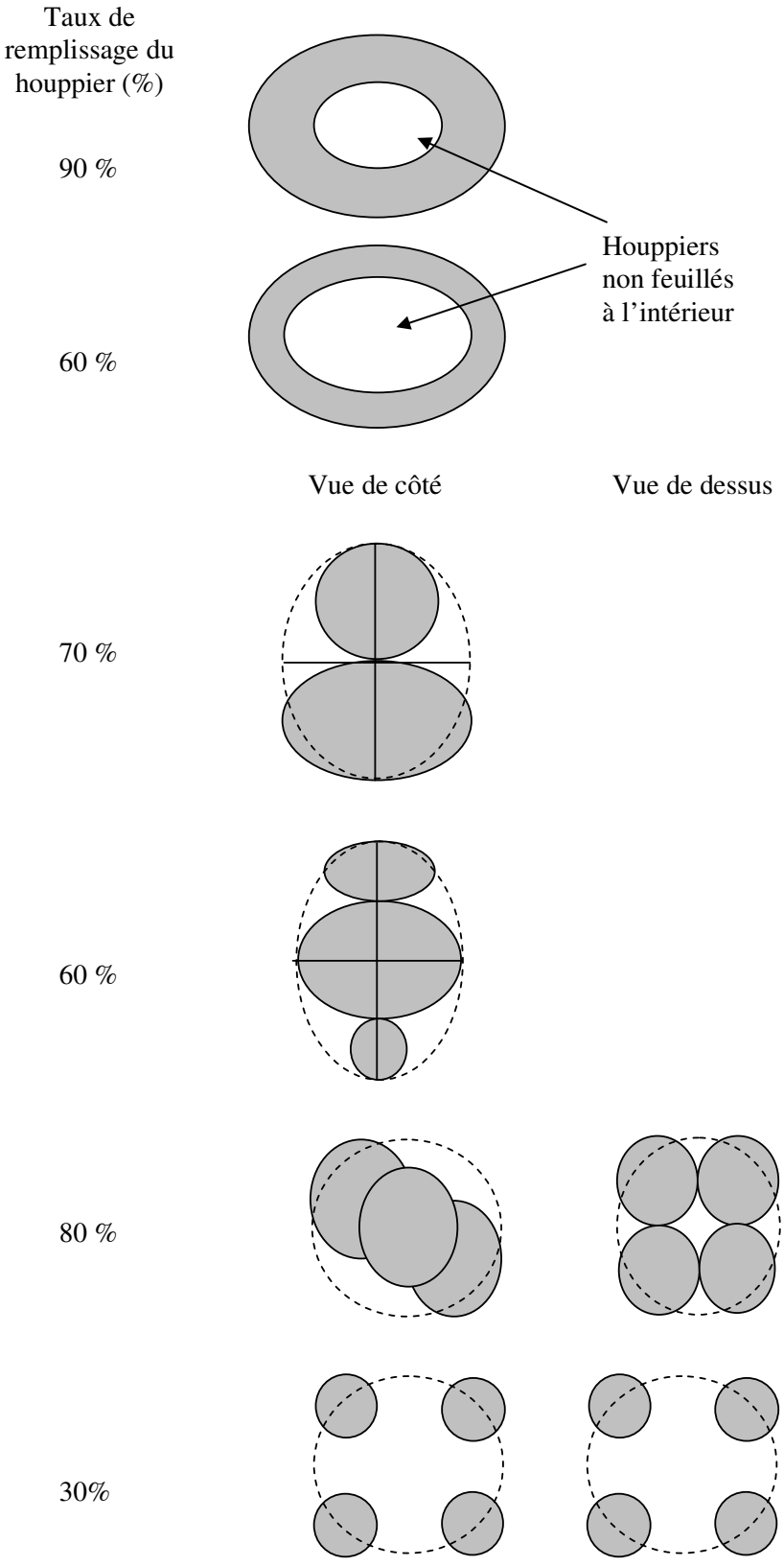
Légende

- Agdal
- Agdal chaméphytes
- Hors Agdal Intervillageois
- Hors Agdal Protégé
- Hors Agdal Usage Unique
- Hors Agdal Villageois
- Hors zone ou gestion inconnue
- Terre et arbres privés

Zone représentative

Emplacement d'une placette

Annexe 6 : Charte graphique pour l'estimation visuelle du taux de remplissage des houppiers (lors de mesures de peuplement).



Annexe 7 : Liste des genres ou espèces végétales déterminées lors des relevés botaniques.

Achillea ligustica
Adenocarpus anagyrifolius
Aegylops orata
Agrostis sp
Alyssum alyssoides
Alyssum sp (vivace)
Andryala integrifolia
Anthemis borocana
Anthyllis vulneraria
Antirrhinum sp
Arabis sp
Arceutobium oxycedrii
Arenaria serpilifolia
Arrhenaterum elatius
Artemisia hierba alba
Asperula cynochica ssp aristata
Astragalus ibrahimianus
Atractylis cancellata
Bellis sp
Brachypodium distachium
Bromus sp (rubens ou tectorum)
Buplerum montanum
Buplerum spinosum
Campanula filicaulis
Carduus nutans
Catananche caerulescens
Centaurea litardierei
Cerastium sp
Chenopodium sp
Cirsium casabonae
Cistus laurifolius
Convolvulus arvensis
Convolvulus sp
Coronilla romosicima
Cotoneaster nummularia
Daucus carotta
Dianthus lusitanus
Dianthus sp
Diplotaxis sp
Erodium gruinum
Eryngium sp
Erysinum bocconei
Filago sp
Galium sp
Genista scorpius
Genista sp
Godinia fragilis
Helianthemum crossum
Helianthemum ledifolium
Hieracium pilosela
Hieracium pseudopilosela
Hieracium sp
Hippocrepis multisiliquosa
Hordeum sp
Hypocrepis sp
Inula montana
Isatis tinctoria
Juniperus oxycedrus
Juniperus phoenicea
Juniperus thurifera
Jurinea humilis
Koelaria splendens
Lactuca sp
Legousia falcata
Leucanthemum sp
Linaria simplex
Linaria sp
Lomelosia stellata
Malva pariflora
Malva sp
Mantisalca salmantica
Marrubium vulgare
Matthiola sp
Medicago sp
Minuartia sp
Narduus stricta
Nepeta sp
Nonea vesicaria
Ononys atlantica
Origanum vulgare
Ormenis scariosa
Papaver dubium
Paronychia argentea
Phagnalon saxatile
Plantago coronopus
Plumpago sp
Poa bulbosa
Polycarpon polycarpoïdes
Polycnemum fantanesi
Polygala rupestris
Psoralea bituminosa
Pterocephalus depressus
Quercus ilex
Reseda lutea
Rubia laevis
Rubia peregrina
Ruscus aculeatus
Salvia taraxacifolia
Salvia verbenaca
Sanchus sp
Sanguisobra minor
Satureja hochreutineri
Saxifraga
Scutellaria orientalis
Senecio asper
Silene cucubalus
Stipa nitens
Stipa retorta
Teucrium chamaedris
Teucrium polium
Thlaspis sp
Thymus pallidus
Thymus serpillum
Veronica rosea
Xeranthemum impertum

Annexe 8 : Comparaison d'échantillons d'arbres de l'agdal d'Ifrane

	Vitalité des branches fines du houppier	Nbre de diamètres précomptables		Surface terrière (m^2)		Hauteur (m)		Couvert (m^2)		Volume de houppier (m3)		Densité de houppier		
ANOVA (signification)	0,982	0,016		0,000		0,000		0,000		0,000		0,000		
Secteur de l'Agdal:	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	3
3	94	1,5		0,09		5,1		5,2		6		0,3		
4	95	1,8	1,8	0,11		5,2		8,9		19			0,8	
5	94		2,9		0,54		7,2		44,5		147			1,8

Secteur 3 : zone de l'agdal exploitée chaque année par les bergers y possédant une bergerie.

Secteur 4 : zone de l'agdal exploitée selon les règles de la *taqbilt.*

Secteur 5 : cultures sèches boisées par de grands chênes verts, non exploités (à noter que les conditions édaphiques sont plus propices à la croissance des arbres).

Densité de houppier : rapport entre le volume mesuré et la biomasse théorique du feuillage (calculée à partir des diamètres des troncs).

Annexe 9 : Comparaison d'échantillons d'arbres de la forêt d'Ibaqaliun

	Vitalité des branches fines du houppier		Nbre de diamètres précomptables	Surface terrière (m²)		Hauteur (m)		Couvert (m²)	Volume de houppier (m3)		Densité de houppier		
ANOVA (Signification)	0,000		0,538	0,046		0,003		0,048	0,009		0,000		
Secteur :	1	2	1	1	2	1	2	1	1	2	1	2	3
Hors Agdal		94	2,2		0,04	2,8	2,8	2,5	1,0		0,06		
Agdal (très exploité)	75		1,7	0,02		2,4		2,9	1,4	1,4		0,28	
Agdal (peu exploité)	81		1,9	0,03	0,03		3,3	5,0		3,4			0,45

Hors agdal : forêt hors de l'agdal constituée d'un peuplement arborescent de chêne vert, exploitée chaque hiver depuis 4 ans (elle avait auparavant été protégée durant 4 ans).

Agdal (très exploité) : partie aval (vers le village) du compartiment *Assamer* ayant subi une exploitation hivernale de plusieurs semaines deux années de suite.

Agdal (peu exploité) : partie amont du compartiment *Assamer* ayant subi une exploitation hivernale de plusieurs semaines deux années de suite. L'exploitation est beaucoup moins forte dans ce secteur car il est plus éloigné (notons quand même qu'il est moins éloigné du village que le peuplement de chênes verts arborescents hors de l'agdal).

Densité de houppier : rapport entre le volume mesuré et la biomasse théorique du feuillage (calculée à partir des diamètres des troncs).