

L'ARGANIER : UNE ESPECE FRUITIERE-FORESTIERE  
A USAGES MULTIPLES.

O. M'HIRIT. Professeur de Sylviculture., Ecole Nationale Forestière  
d'Ingénieurs, Salé (Maroc).

RESUME

L'arganier (*Argania spinosa* (L) Skeels), endémique du Maroc, est l'espèce la plus remarquable de l'Afrique du Nord, tant par son intérêt botanique, et bioécologique que par sa valeur sociale. Ces particularités avaient conduit, en 1925, à la promulgation d'une législation spéciale pour cette espèce. En effet, l'arganier est une espèce fruitière-forestière à usages multiples qui forme une région forestière caractéristique dans le Sud-Ouest marocain où il occupe 820.000 ha. Son bois donne un excellent charbon, mais son intérêt principale réside dans son fruit qui donne une huile à haute valeur nutritionnelle et dans son feuillage qui sert de base à la nourriture des animaux. Un aperçu sur l'état actuel des connaissances sur l'arganier est présenté, tandis que des éléments pour un programme de recherche sont proposés.

ABSTRACT

The argan tree (*Argania spinosa* (L) Skeels), which is an endemic tree in Morocco, is the most remarkable species in North Africa, due to its botanical and bio-ecological interest as well as its social value. Because of these peculiar characteristics, this species has been subjected to a special legislation since 1925. The forest encompasses an area of about 820,000 ha., forming a typical forest region in the south-west of Morocco. Being at the same time, a fruit and a forest tree, it is destined to various uses. The wood produces an excellent charcoal, but the fruit and the leaves are the main products. Fruits are used to extract a highly nutritional oil and leaves are used as forage. A brief survey of the actual knowledge about this species is presented and a few guidelines for a research program are proposed.

## 1. INTRODUCTION

Dans beaucoup de pays en développement les populations rurales satisfont une grande partie de leurs besoins alimentaires et énergétiques grâce aux arbres qui, par ailleurs, contribuent à la qualité de la vie. Les efforts que l'on fait pour conserver les forêts, tout en les rendant plus productives, porteraient d'avantage si l'on connaissait mieux les ressources des essences ligneuses à usages multiples et la façon dont elles peu-vent améliorer l'existence des hommes, non seulement, la situation nutritionnelle des populations rurales, mais aussi leurs ressources économiques.

L'arganier (*Argania spinosa* (L) Skeels), essence relique endémique du Maroc et véritable paradoxe phytogéographique qui n'en manifeste pas moins une rare vitalité et une adaptation remarquable aux conditions du mi-lieu physique et humain, est un exemple fort intéressant des espèces ligneuses à usages multiples. L'arganier est l'essence la plus originale de l'Afrique du Nord, tant par son intérêt botanique et écologique que par sa valeur sociale, qui lui donne une place à part parmi les autres essences forestières. Il forme une région forestière, "la région de l'arganier", d'une superficie de 3.976,000 ha dans le sud-ouest du Maroc, depuis Safi au nord jusqu'à la frange saharienne, La surface boisée de cette région est de l'ordre de 1.175.000 ha (30%) ; l'arganier y occupe 821.8000 ha (70%) ; le thuya 262.000 ha (22%) et le génévrier 101.200 ha (8%). La population totale y est de l'ordre de 2 millions d'habitants et la population rurale de l'ordre de 1,5 millions d'habitant soit 75%. L'arganier est implanté profondément dans la vie quotidienne des populations rurales riveraines et joue un rôle fondamental dans leur subsistance. Son bois donne un excellent charbon mais son principal intérêt réside dans son fruit qui donne de l'huile d'argan base de l'alimentation des populations et dans son feuillage qui sert de base a la nourriture des animaux pendant la plus grande partie de l'année.

La présente étude donne un aperçu sur l'état actuel des connaissances sur l'arganier à travers une large base bibliographique. Après une présentation de l'arbre et de la forêt, l'intérêt est porté sur ses fonctions et ses usages et sur sa sylviculture. Cette analyse a permis de proposer les éléments pour un programme de recherche sur l'arganier.

## 2. L'ARBRE ET LA FORET

### 2.1. ECOLOGIE ET BIOLOGIE DE L'ARGANIER

#### 2.1.1. Taxonomie et répartition

L'arganier, *Argania spinosa* (L.) Skeels appartient à une famille tropicale, celle des *Sapotaceae*, qui comprend environ 10 genres et 600 espèces. Espèce endémique spécifiquement marocaine, l'arganier est un arbre fruitier-forestier dont la taille ne dépasse guère 8 à 10 m. et dont la ci-me, dense et arrondie, présente des rameaux épineux (Fig. 1.).

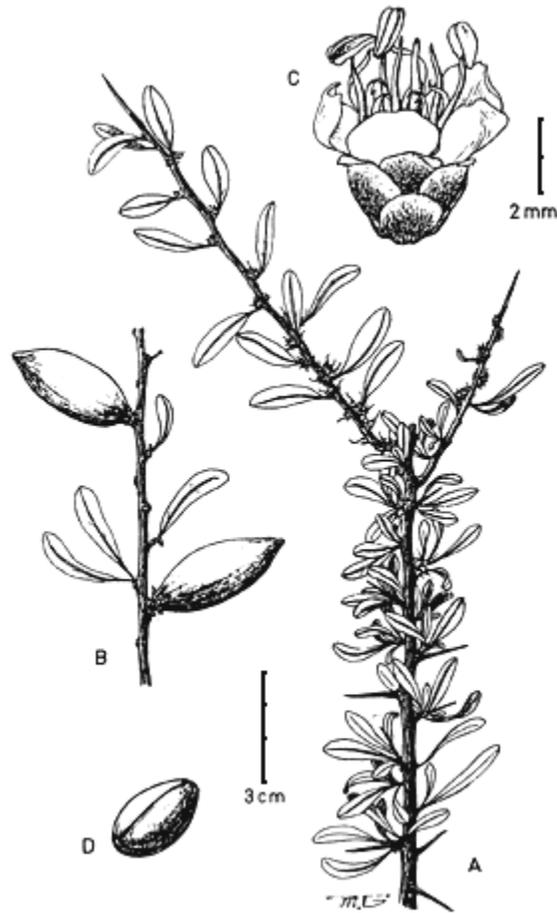


Fig. 1. CARACTERES BOTANIQUE DE L'ARGANIER

A, branche avec inflorescences; B, rameau avec fruit; C, fleur ; D, graine.

Les feuilles alternes et lancéolées, vert-sombre à la face supérieure et claires en dessous, sont subpersistantes. Les fleurs hermaphrodites et complètes sont assez discretes. Le fruit, appelé "noix d'argan" est une baie verte de taille et de forme variable renfermant une graine composée. Quoique soulevée par plusieurs auteurs (Boudy 1951; Boulos 1983; Dupin 1949; Emberger 1938; Rieuf 1962), la taxonomie de l'arganier n'a pas fait l'objet d'études biosystématiques fines pouvant mieux préciser le degré de polymorphisme de cette espèce.

L'arganier est anciennement connu au Maroc. Les phéniciens (10<sup>ème</sup> siècle avant J.C) l'ont probablement connu ou du moins utilisé l'huile d'argan dans les comptoirs qu'il avaient installés le long de la côte atlantique (Essaouira). Le médecin égyptien Ibn Al Beitar mentionne en 12.19, dans son "traite' des simples" traduit par le Docteur L.Lecterc (1877-1883), cette plante récoltée au Moghreb et en décrit le mode d'obtention de l'huile. Au 18<sup>ème</sup> siècle les récits des voyageurs et des agents consulaires anglais signalaient une forêt dense s'étendant de l'Ouest Tensift à Safi et même jusqu'à Oualidia qui devait disparaître au début du 20<sup>ème</sup> siècle. L'aire géographique actuelle de l'arganier couvre plus de 800.000 ha. dans le sud-ouest du Maroc, s'étendant depuis Safi au nord jusqu'à la frange saharienne. Cette zone constitue une des proportions les plus remarquables du territoire marocain, tant par sa flore que par sa végétation (Fig. 2.). Dans le nord deux stations tout à fait particulières :

celle de l'Oued Grou près de Rabat, et celle du massif des Béni Snassen, près d'Oujda, témoignent de l'extension de l'arganier au tertiaire et au début du quaternaire.

### 2.1.2. Caractérisation climatique et phyto-édaphique

La tableau ci-après donne les caractères climatiques des stations les plus représentatives de l'aire de l'arganier.

N°	Station	Altitude	Pmm.	M°C.	m°C	M-m	Q2
1	Essaouira	5	187	22,3	9,7	12,6	78,8
2	Safi	15	327	29,7	8,4	21,3	52,5
3	Bou Tazerte	35	257	31,3	6,8	24,6	35,9
4	Agadir	50	226	27,0	7,3	19,9	39,5
5	Tiznit	225	154	33,3	7,3	26	20,2
6	Taroudant	225	212	36,3	5,1	31,2	23,1
7	Tamanar	360	313	36,0	6,6	30,6	36,2
8	Goulimine	300	116	35,4	6,5	28,9	13,6
9	Tafraout	1050	168	38,0	2,0	36	15,9
10	Immouzer des Ida-ou-Tanane	1310	519	32	2,0	30	59,6

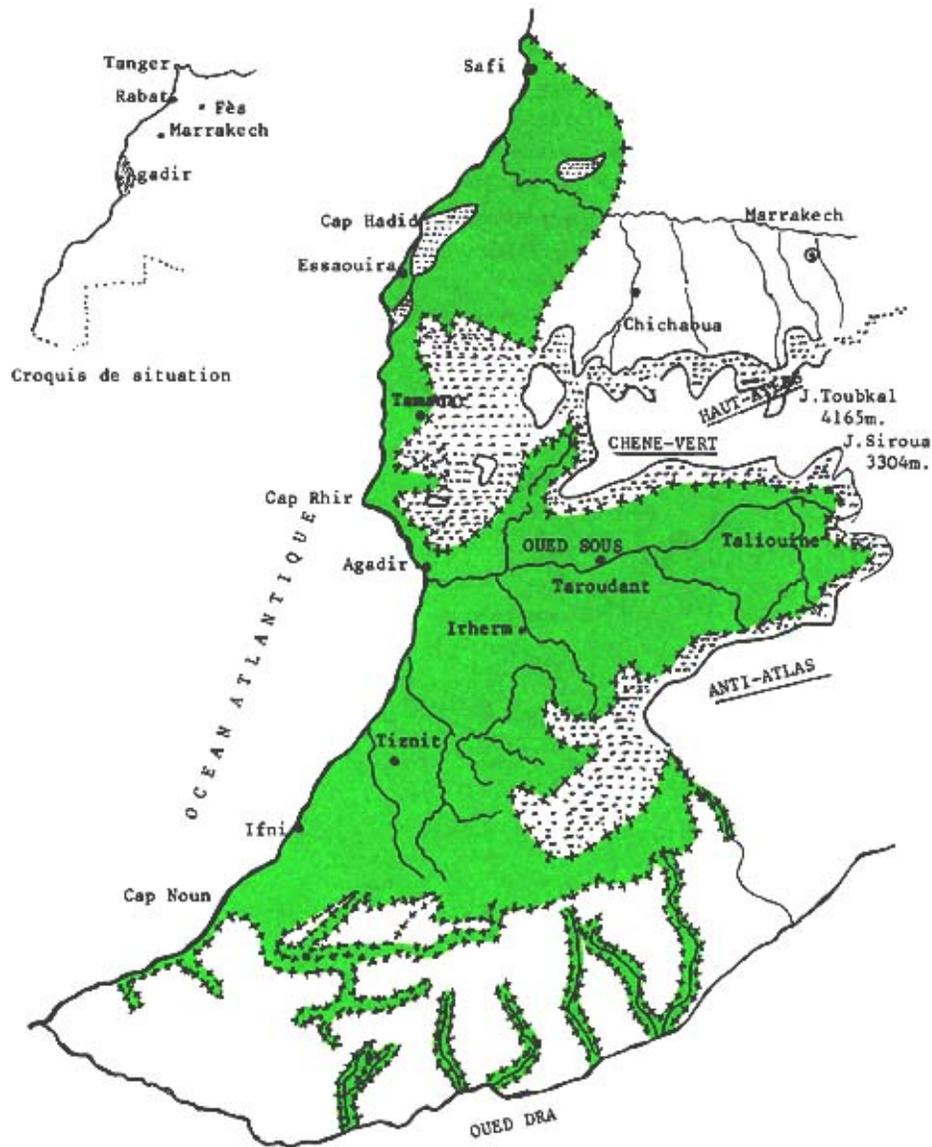


Fig. 2. AIRE GEOGRAPHIQUE DE L'ARGANIER

ARGANIER
  THUYA

Les précipitations annuelles sont faibles ; elle varient de 116mm. à Goulimine en bordure saharienne à 519 mm. dans les reliefs des Ida-ou-Ta-nane. Elles sont caractérisées par une grande variabilité spatiale et temporelle. Par contre les températures maximales et minimales restent assez élevées. L'optimum pluviométrique de l'arganier correspondrait à 250 mm, tandis que sa limite coïncide avec l'isotherme 3°C du mois de Janvier. Toutefois ces valeurs ombrothermiques sont compensées par la douceur du climat et par un degré hygrométrique relativement élevé en raison de l'influence océanique.

Le bioclimat de l'arganier (Fig. 3.) correspond à celui de l'étage semi-aride sur la bande cotière de Safi à Agadir, le Jbel Siroua et l'anti-Atlas. L'étage aride recouvre la plus grande partie de la région de l'arganier, plus de 520.000 ha.

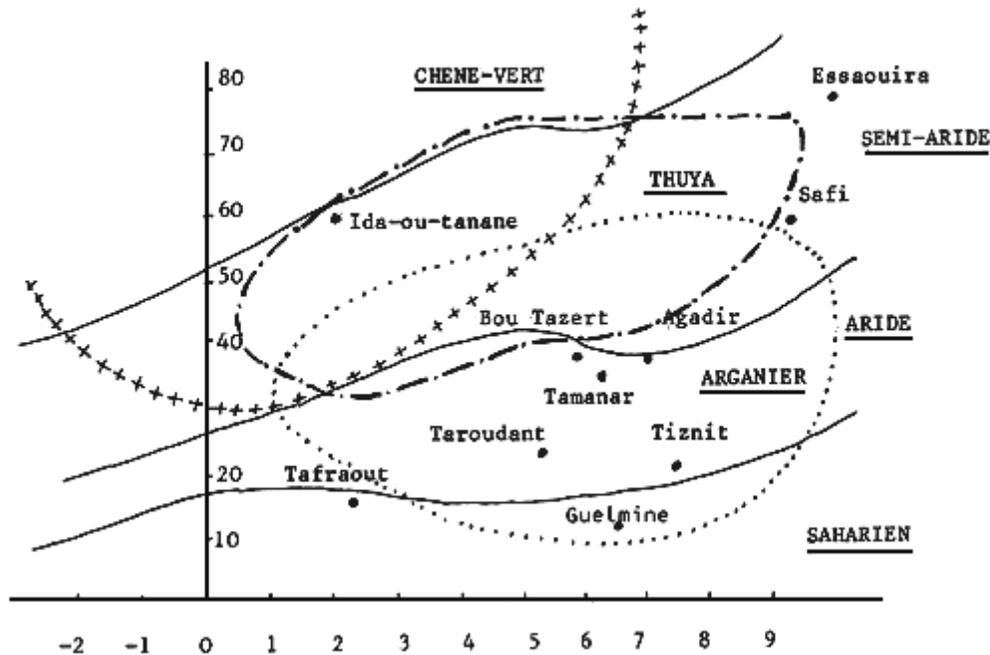


Fig. 3. AIRE BIOCLIMATIQUE DE L'ARGANIER

Le secteur de l'arganier offre du point de vue physique et géologique trois aspects dissemblables : les Hauts plateaux des Haha et des Ida" ou-Tanane ; le secteur atlasique-versant sud du Grand Atlas et massif de l'Anti-Atlas-et la plaine du Souss. Il constitue une des proportions les plus remarquables du territoire marocain, tant par sa flore que par sa végétation (Emberger 1939; Boudy 1951). Des travaux récents (Bénabid 1976; Barbero et al. 1982) ont permis de définir la structure phytosociologique et la valeur écologique et altitudinale des groupements forestiers et préforestiers à base de *Argania spinosa*.

Les groupements individualisés s'encartent dans l'ordre des *Acacio-Arganietalia* Barbero et al. 1982. et dans la classe des *Queroetea Ilicis*. Les caractéristiques de cet ordre comprennent : *Argania spinosa* ; *Acacia gummifera* ; *Asparagus altimus* ; *Bupleurum dwnosum* ; *Carallwna maraoana*, *Chamaccytiscus albidus* ; *Coronilla ramosissima* ; *Liraria sagittata* ; *Rhus pentaphylla*, *Rhus tripartitum* ; *Waronia saharae* ; *Periploca angustifolia* ; *Striga gesnerioides*. D'une manière générale, deux types de groupements se distinguent : les groupements littoraux et sub-littoraux de la plaine du Souss de l'inframéditerranéen dominés par les euphorbes cactoïdes soit : *Euphorbis Beaumerianae-Arganietum spinosae* ; *Euphorbio Echini-Arganietum spinosae* ; et les groupements de l'intérieur, des revers des Ida-ou-Tanane, du revers meridional du Haut Atlas et de la périphérie de l'anti Atlas, de l'étage méso-méditerranéen, soit : *Oleo salicifoliae-Avganietum spinosae* ; *Polygalo Balansae-Arganietum Spinosae* ; *Ephedro Cossonii-Arganieturn Spinosae* ; *Hesperolaburno Platyphylli-Arganietum spinosae*.

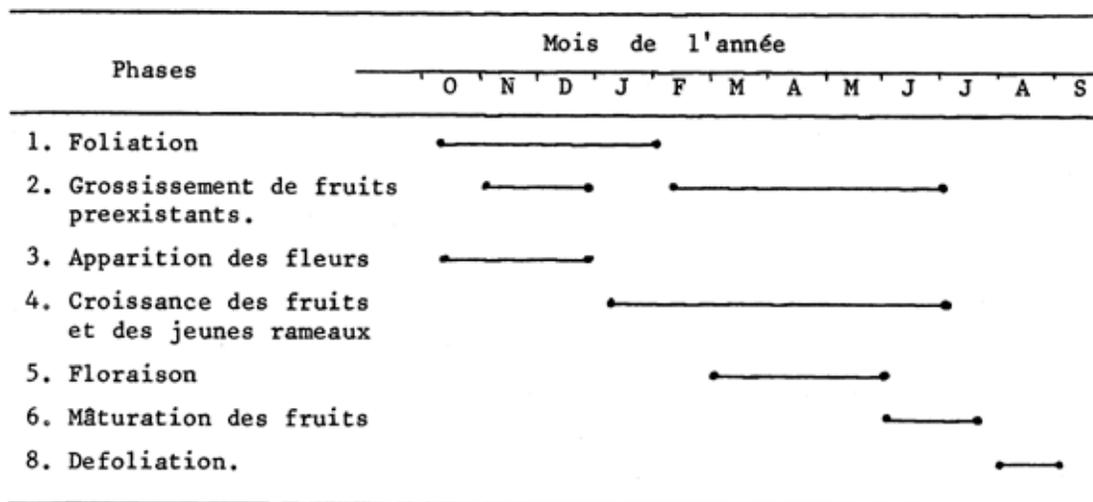
Les groupements littoraux sont dominés physionomiquement par les espèces cactoïdes et crassulescentes fortement influencés par la proximité de l'océan. Au contraire les groupements de l'intérieur se développent plutôt à la périphérie de la zone précédente et pénètre assez loin à l'intérieur des terres et en altitude. Les limites entre ces deux unités ne sont pas toujours évidentes ; des études ultérieures restent de toutes

façons nécessaires pour mieux définir l'aire respective de ces deux unités et pour mieux caractériser la structure de leurs peuplements forestiers.

L'originalité phyto-édaphique de l'arganier réside, tout particulièrement dans sa rusticité et son indifférence à la nature lithologique du sol. L'arganier se rencontre sur des substrats et des sols variés : sur des grès et argiles rouges du permotrias, des dolomies gréseuses et des calcaires dolomitiques du Jurassique, des calcaires argileux et des grès du crétacé ; des conglomérats quaternaires, des schistes, des quartzites et des grès primaires ; des alluvions et des formations dunaires anciennes du Quaternaire. Les sols rencontrés dans l'arganier, de type "sols bruns de steppe" et "sols marrons", sont dominés par deux facteurs d'évolution : l'isohumisme et l'encroûtement calcaire.

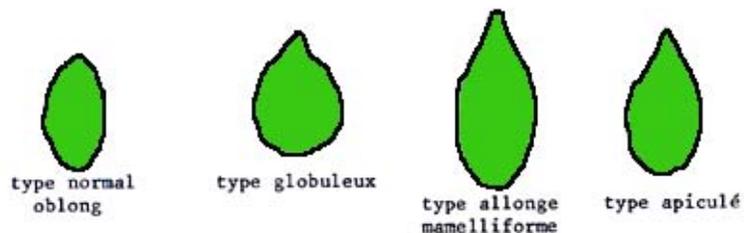
## 2.2. BIOLOGIE ET PROPRIETES FRUITIERES-FORESTIERES

La phénologie de l'arganier peut être schématisée de la façon suivante :



Les arganiers, qui sont amenés à se dépouiller de leurs feuilles pour résister à l'évaporation pendant la période de grande sécheresse, commencent par bourgeonner et à débousser plusieurs semaines avant les pluies. Il est vraisemblable que des modifications, à peine sensibles, dans l'état hygrométrique de l'air suffisent à déclencher les mécanismes internes de abrication du parenchyme afin que dès l'intervention des premières pluies, tout l'appareil végétatif de l'arbre soit prêt à fonctionner.

Le fruit dont l'étude morphologique a fait l'objet de nombreux travaux (Cornu 1897 ; Pierrot 1907 ; Jaccard 1927 ; Battino 1929 ; Anon 1952), se présente sous quatre types, quant à la forme et la dimension, schématisés ci-dessous



La noix d'argan est une baie sessile forme d'un péricarpe charnu ou pulpe, entourant une ou plusieurs graines soudées qui forment le noyau. Son poids moyen peut aller de 5 à 20g. voire plus. La chair ou pulpe représente 55 à 75% du poids frais ;

elle est de couleur jaune-brun clair et tourne au brun-foncé au cours de sa dessiccation après récolte ou chute de l'arbre. La caractéristique essentielle de la pulpe est la présence de nombreux canaux laticifères, que l'on rencontre aussi bien à la périphérie du fruit. Ces laticifères contiennent un latex guttoïde collant.

L'arganier se régénère par semences et par rejets. Il fructifie abondamment et assez tôt dès l'âge de 5 ans. Toutefois, sans être annuelle, la fructification est fréquente. La régénération par voie de semis est rare parce que les fruits de l'arganeraie sont très régulièrement récoltés par les populations usagères et ses éventuels semis sont supprimés par le bétail, particulièrement les chèvres. Néanmoins, il suffirait dans les arganeraies peu dégradées, c'est-à-dire comportant encore un peu de sous-bois épineux, de supprimer ces causes de destruction pour que des régénérations naturelles puissent s'installer. Par contre l'arganier repousse de souches vigoureusement, lorsqu'on le coupe, jusqu'à un âge très avancé de l'ordre de 150 à 200 ans et probablement plus ; les rejets qui en résultent sont très denses, très épineux et se défendent naturellement contre la dent du bétail dont elles demandent néanmoins à être protégées pendant quelques années.

Depuis l'époque phénicienne l'arganier a subi une double pression de sélection : la pression écologique due à l'interaction du sol et du climat et la pression humaine plus destructrice que constructive. Selon les secteurs, l'arganier a été pâturé et cultivé (plaine du Souss et Hauts plateaux des Haha) ou simplement exploité au même titre que les autres espèces forestières (Haut-Atlas). Dans le cas de la pression écologique on peut penser que les populations littorales, continentales, de montagne, de plaines se sont individualisées

Les insectes et les champignons parasites de l'arganier sont très nombreux (Rieuf, 1962), mais cette espèce, très frugale, s'en accomode sans qu'il en résulte de mortalité dans ses peuplements. Le plus important de ces parasites est la mouche du fruit. *Cevatitis capitata* qui cause de sérieux dommages non seulement vis-à-vis des arganiers mais aussi également dans les vergers voisins.

### 2.3. FORETS D'ARGANIER

L'arganeraie est une formation physionomique qui, en raison de sa condition écologique de son mode d'utilisation socio-économique (culture itinérante, récolte de fruits, pâturages etc...) présente un aspect très particulier ce sont, soit des futaies d'arbres adultes, soit des taillis provenant de recépages pour rajeunir de trop vieilles futaies ou pour procurer du bois et du charbon de bois. Deux grands types physionomiques basés sur le mode d'utilisation peuvent distingues : l'arganeraie-verger et l'arganeraie forêt :

L'arganeraie-verger se rencontre le plus souvent dans les zones peu accidentées, sur les plateaux de montagnes et dans les grandes plaines. Elle comprend des parties cultivées sur des sols assez profonds et d'autres non travaillées. Les arganiers sont en général de très gros arbres à tiges individualisées ou en cepée plus ou moins étalées. Les cimes sont très développées et la densité est faible (20 à 35 souches/ha), Le sous-bois et la couverture vivante ont pratiquement disparu avec le labour périodique alors qu'ils subsistent dans les parties non cultivées. Ces boisements ressemblent à des vergers et rappellent les "Montados" de chêne vert du Sud de l'Espagne et du Portugal traités en vue de la fourniture des glands pour la nourriture des porcs. Ce type de forêt se rencontre dans le secteur des Haha et des Chiadma, les secteurs du Grand Atlas et de l'anti Atlas autour des douars, et occupe tous le secteur de la plaine du Souss.

L'arganeraie-forêt, est cantonnée dans les parties non cultivables du littoral maritime et des parties accidentées en montagne.

La densité des arbres est plus élevée, tandis que les arbres, groupées en cépées, sont généralement de plus petites dimensions. Le sol est recouvert soit d'un sous-bois, soit d'une couverture vivante importante et parfois continue et dominée par les euphorbes cactéoïdes et les genêts épineux. Les fruits ne sont plus récoltés d'une manière systématique et régulière, mais ils sont le plus souvent consommés sur place par les animaux. Les arganeraies-forêts ont fait l'objet d'exploitation forestière sur de très grandes surfaces. En altitude l'arganier forme des peuplements mélangés avec le thuya entre 800 et 1500 m, très rarement avec le chêne-vert.

### 3. FONCTIONS ET USAGES DE L'ARGANIER

#### 3.1. REGIME FORESTIER DE L'ARGANIER

Les populations ont considérées, de tous temps, les forêts de leur territoire comme des réserves collectives destinées à leur procurer tous les produits immédiatement utilisables dans leur économie de cueillette. Le fondement juridique de ce droit d'usage fut consacré par la loi forestière promulguée en 1917, relative à la conservation et à l'exploitation des forêts (dahir du 10 Octobre 1917) et par divers arrêtés qui ont (i) proclamé l'incessibilité du droit d'usage ; (ii) limité ce droit à la possibilité technique de la forêt ; (iii) interdit d'utiliser les produits à des fins commerciales ; (iv) instauré le principe de paiement d'une redevance préalable. Ces droits sont étendus à un plus ou moins grand nombre de produits selon les forêts et portent le plus souvent sur le droit de par-cours ; le ramassage de bois morts des fruits, de l'alfa, des pierres ; le bois vert et les perches pour la construction, la confection des charrues, fourches et objets nécessaires aux besoins familiaux.

L'arganier, jusqu'en 1925, avait été considéré comme biens de caractère essentiellement privés sur lesquels l'état n'avait aucun droit d'intervention ou de contrôle. Cette conception s'expliquait par le mode de jouissance tout spécial des arganeraies, par leur aspect de verger, la récolte de certaines parcelles au moment des fruits, par la culture sous les arbres. La mise en pratique de cette conception, aggravée par une exploitation anarchique sans mise en défens entre 1917 et 1924 pour l'approvisionnement des villes de Casablanca, Safi, Marrakech en Charbon, devrait aboutir à la destruction de l'arganeraie. On estime à 2000 ha la disparition annuelle de la forêt pendant cette période. Le Gouvernement, devant l'imminence du danger qui menace l'arganier, fut conduit à intervenir par la promulgation de dispositions juridiques particulières à cette espèce (dahir du 4 Mars 1925 sur la protection et la délimitation des forêts d'arganier).

Ce dahir est une merveille de finesse et d'efficacité. Le mot domanialité n'est jamais prononcée mais tous les droits des populations riveraines sont reconnus. Ces droits de jouissances appartiennent uniquement aux tribus et fractions usagères, et concilient fort bien les intérêts des populations et la conservation et la perennité de l'arganeraie. Ils comprennent : le ramassage de bois mort ; la cueillette de fruit ; le parcours des troupeaux, l'utilisation du sol (droit de labour et de culture des parcelles déjà mises en culture au moment de la délimitation) ; les coupes de bois de chauffage, de charbonnage et de services ; les coupes de branchage pour clôture ; l'enlèvement de la terre, du sable et de la pierre. Les droits de jouissances s'exercent dans des conditions précises définies par l'arrêté du les Mai 1938 concernant les peuplements d'arganiers.

### 3.2. L'ARGANIER ET LA PRODUCTION DU BOIS

Pendant fort longtemps, l'arganier n'a eu à jouer qu'un rôle essentiellement social, ou plutôt familial, consistant à fournir des fruits, soit en vue de la production de l'huile servant de base pour l'alimentation des populations, soit aussi pour la nourriture des troupeaux avec les feuilles ou la pulpe de fruit.

Depuis une soixantaine d'années, le mode d'utilisation des arganeraies a subi des modifications profondes par suite de l'intensification de la production du charbon qui est de première qualité. La production avait atteint 70.000 quintaux de charbon (1919-1924). Elle fut freinée et réglementée à partir de 1925. Durant la guerre (1939-45) ces exploitations s'amplifièrent, particulièrement dans la région d'Agadir, et une surface de 40.000 ha fut parcourue par les coupes, portant plutôt sur les arganeraies en déclin, fructifiant peu et qu'il fallait régénérer. Depuis, la production a beaucoup baissé en raison des prix élevés pratiqués pour le bois et le charbon et des difficultés d'application des techniques sylvicoles.

Le bois de l'arganier est très lourd et très dur, blanc-jaunâtre. Il constitue un très bon bois combustible dont le rendement dépasse un quintal de charbon au stère. L'arganier fournit également le bois pour les constructions rurales familiales (poutres, perches à plafond, portes etc.). De même beaucoup d'objets ménagers et d'instruments aratoires sont fabriqués en bois d'arganiers : araires, rouleaux de puits ; piquets divers serrures, etc...

Il est difficile, à l'état actuel des choses de déterminer avec précision l'âge de l'arganier, pour la recherche des accroissements et de la production ligneuse. Le bois de l'arganier est homogène ; des cernes ne correspondent pas à des années mais à des périodes de végétation, autrement-dit, plusieurs années peuvent ne donner qu'un cerne (années sèches), alors qu'au contraire plusieurs saisons pluvieuses séparées par des périodes sèches peuvent en une seule année donner plusieurs cernes. Toutefois, des résultats d'accroissement ont pu être obtenus grâce à des jeunes peuplements d'âge connu. (Boudy 1951). L'accroissement en circonférence est très différent selon les conditions du milieu; il varie pour une période de 20 ans de 1,2 cm à 2,3 cm par an. Dans les zones particulièrement aride de l'anti-Atlas il ne dépasse guère 0,7 cm par an. L'accroissement en hauteur, durant la première période de 20 ans, est de l'ordre de 20 cm à 30 cm par an. L'arganier atteint 6 à 7 m à 30 ans et plafonne ; la cime s'étale en largeur et l'arbre prend sa forme spécifique. Dans de très bonnes conditions de sol et d'alimentation en eau la croissance en hauteur est rapide, elle est en moyenne de 100 cm à 1 an ; 50 cm à 7 ans ; 30 cm à 19 ans. Dans des conditions de sol superficiel les accroissements sont de l'ordre de 60 cm à 1 an 40 cm à 10 ans ; 30 cm à 15 ans. Quant au volume des arganeraies il a été constaté, à la suite des exploitations 1939-45, qu'il varie de 30 stères à 100 stères à l'ha. Les études faites dans la forêt d'Admine à proximité d'Agadir donnent des volumes variant de 10,63 stères à 62,16 stères à l'ha. Dans les arganeraies de montagnes dégradées, sur sol superficiel, le volume moyen des coupes est de l'ordre de 20 stères à l'ha. l'accroissement moyen d'un peuplement serait de l'ordre de 0,25 stères à 0,50 stères par hectares et par an.

### 3.3. L'ARGANIER ET LA PRODUCTION DE L'HUILE

L'arganier est un arbre fruitier-forestier dont la richesse principale est le fruit, appelé "noix d'argan" et composé d'une pulpe charnue et d'un noyau très dur renfermant la graine oléagineuse. L'arganier fructifie dès l'âge de 5 ans ; les fruits sont mûrs vers les mois de Juin à Août. Avant la maturation complète, des annonces sont faites dans les marchés hebdomadaires afin d'interdire le parcours collectif dans l'arganeraie et de

fixer la date de la récolte des fruits. En général, les titulaires du droit de récolte des fruits clôturent souvent les parties à protéger des animaux. A la maturation, des toiles sont disposées sous les arbres et les fruits tombent ou plutôt sont gaulés. Les fruits sont étendus ensuite au soleil en couches minées afin de faire sécher la pulpe. Ils sont ensuite stockés dans une pièce.

La pulpe séchée est séparée de la noix par un léger écrasement à l'aide d'une pierre et stockée séparément. Les noix sont ouvertes selon un plan de clivage à l'aide de deux pierres et les amandons en sont extraits. Après une légère torréfaction dans un plat en terre, ils sont écrasés dans une meule analogue à la meule à grains. La pâte est malaxée avec un peu d'eau afin d'extraire l'huile d'argan et il reste un tourteau brun qui est conditionné en galettes rondes.

L'huile d'argan provient donc des amandons (albumen) et non de la pulpe comme l'huile d'olive. Son goût rappelle celui de l'huile de noix. Cette huile, très riche en matière grasses est consommée dans les régimes de production. Elle est fabriquée dans chaque famille au fur et à mesure des besoins et vendues en petite quantité sur les marches. De nombreuses études ont été consacrées à la connaissance de l'huile d'argan (Bellakhdar 1978 ; Bernus 1917 ; Berrada 1972; Collier et Lemaire 1974 ; Cornu 1897 ; Edder-Jaccard 1927 ; Hendrychix 1974 ; Jaccard 1926 ; Kaanane 1980 ; Perrot 1907 ; Rahmani 1979).



Fig. 4. Extraction de l'huile d'argan

1. Depulpage ; 2. Concassage de la coque ; 3. Torréfaction de l'amande ;  
4. Trituration à la meule; 5. Expression de la pâte.

D'une manière générale le rendement en fruit frais à l'ha varie selon l'arbre (âge et grosseur) la densité du peuplement, le milieu (climat et sol) et la pluviosité de l'année. Toutefois, on peut retenir comme ordre de grandeur des rendements de 500 kg/ha/an, en moyenne, pour l'arganeraie-verger. La proportion des différents produits données par le fruit sont pour 100 kg de fruit mur : 62 kg de fruit sèche ; 31 kg de pulpe sèche; 31 kg de noyau ; 3 kg d'amande. Le rendement en huile, extraite par la méthode artisanale, est de l'ordre de 1,1% à 1,5% par rapport au poids de fruit frais. L'extraction au laboratoire, en soxhlet par des solvants apolaires : le chloroforme, pendant 8 heures a donné des teneurs en huile de l'ordre de 52 % (Rahmani 1979 ; Kaanane 1980) du poids des amandons.

Il ressort des différentes études sur la composition de l'huile d'argan, que cette huile est de type oleique-linoleique très riche en acides gras insaturés (80% du total des acides gras) et notamment en acide linoléique (30% du total des acides gras) qui lui confère un intérêt nutritionnel certain. La teneur en tocophérols de l'huile d'argan est comparable à celle de l'huile d'olive et permet, d'après les essais d'auto-oxydation effectués (Rahmani 1979) un stockage prolongé, contrairement à ce que l'on pense. La densité de l'huile à 20°C est de l'ordre de 0,9. La fraction stérolique est assez constante tandis que la teneur élevée en stigmastérol (48%) par rapport aux autres huiles végétales peut constituer un moyen sûr pour déceler des mélanges frauduleux.

Le procédé actuel d'extraction de l'huile d'argan est très artisanal, il est susceptible d'être remplacé par des techniques plus perfectionnées. L'huile après extraction mécanique et raffinage peut avoir des débouchés plus intéressants. Si cette évolution est possible, elle aurait certainement des repercussions sur l'arboriculture de l'arganier : sélection, plantation, soins culturaux etc...

#### 3.4. PATURAGE DANS LES ARGANERAIES

Toutes les forêts du Maroc sont soumises au parcours des troupeaux, mais aucune n'a une vocation pastorale aussi prononcée que l'arganeraie. Les troupeaux de bovins, d'ovins et surtout de caprins et de chameaux y pâturent une grande partie de l'année. Durant les années de sécheresse, les animaux locaux ainsi que les immenses troupeaux venant du Sahara sont sauvés par l'arganeraie. Toutes les parties de l'arganeraie sont utilisées par le bétail : les feuilles, les fruits etc.. En plus, le sous-bois comprend beaucoup d'espèces intéressantes comme *Zizyphus lotus* ; *Chamecytiscus albidus* ; *Acacia gummifera* ; *Withania frutescens* ; *Rhus penthaphylla* ; *Peviploca laevigata* ; *Lyciun intricatum*. La couverture herbacée avec ses plantes vivaces comme *Digitaria commutata* ; *Bothriochloa pertusa* ; *Retevo-pogon contortus* ; *Hyparrhenia hirta* ; *Cenahrus ciliaris* ; constitue une source de nourriture non négligeable.

Les sous-produits donnés par le fruit, notamment la pulpe séchée et le tourteau, constituent de bons aliments pour le bétail. La chair ou pulpe est un péricarpe charnu entourant une ou plusieurs graines soudées qui forment le noyau. La pulpe séchée à l'air est riche en glucides et constitue un aliment pour le bétail de haute valeur énergétique.

Sa valeur fourragère moyenne est d'environ 80 à 85 U.F., c'est-à-dire, que du point de vue nutritif 100 kg de pulpe sont l'équivalent de 80 à 85 kg d'orge. (Sandret 1956). Le rendement en pulpe sèche est de l'ordre de 15% à 18% par rapport aux fruits frais. On estime que la valeur de pulpe séchée produite par 100 kg de fruits frais peut dépasser de 1/3 la valeur de l'huile donnée par ces mêmes fruits. Toutefois, la pulpe peut être attaquée par la mouche des fruits (*Ceratitis Capitata*) et perdre ainsi sa valeur alimentaire. Les tourteaux constituent le résidu d'extraction de l'huile d'argan ; ils sont destinés à l'alimentation du bétail et sont parfois utilisés comme engrais. Contenant beaucoup de matières grasses (19%) les tourteaux ont tendance à mal se conserver ; ils communiquent un goût au lait des vaches et parfois à la viande de boeuf. Le rendement est en moyenne, 2,5 kg à 4 kg de tourteaux par 100 kg de fruits frais.



Fig. 5. Pâturage aerien des chèvres dans les forêts d'arganiers.

Le rôle pastoral de l'arganier revêt presque autant d'intérêt que son utilisation alimentaire directe. Les différentes espèces animales arrivent à se partager les diverses parties de l'arbre. Le parcours s'exerce à titre collectif dans l'ensemble de la tribu, mais au moment de la maturation des fruits, la forêt se fractionne en une multitude d'enclos séparés par des broussailles, à l'intérieur desquels les usagers exercent individuellement un droit personnel et exclusif à la récolte des fruits.

### 3.5. CULTURES SOUS L'ARGANIER.

L'arganeraie a été cultivée de tous temps, ce droit fut consacrée par le dahir du 4 Mars 1925. Il comprend le droit de labour et la culture des parcelles déjà mise en culture au moment de la délimitation ou, en ce qui concerne celles non encore mises en culture sans danger pour la forêt. Le labour et la culture des parcelles incendiées ou exploitées sont interdites pendant deux ans après l'incendie ou la coupe. Les défrichements et les coupes de rejets d'essences forestières sont par conséquent interdites. Toutefois, les usagers peuvent débarasser les parcelles cultivables des arbustes non forestières tels que le jujubier, à l'exception du Tizra (*Rhus pen taphylla*), qui les encomrent, sauf sur les fortes pentes ou toute extraction d'arbustes est interdite.

La culture sous l'arganier donne à la forêt un aspect particulier d'arganeraie-verger. Les parties cultivées occupent des sols assez profonds Le labour est effectué annuellement ou plutôt périodiquement avec des périodes de repos. De nombreuses zones, cultivées jadis, sont actuellement abandonnées en raison de l'érosion éolienne ou de la remontée du sel.



Fig.6. Culture céréalière sous l'arganeraie-verger.

L'arganeraie cultivée se rencontre dans les sections des Hauts plateaux des Haha et des Chiadma, dans le Haut Atlas et l'Anti-Atlas autour des douars sur les parties à relief peu accusé et à sol profond ; et dans la plaine du Souss, Dans ce dernier secteur les cultures prennent toute leur ampleur. La culture de la canne à sucre fut pratiquée dans les enclaves irriguées de l'arganeraie déjà au XV<sup>e</sup> siècle.

Toutes les parties étendues à sol profond ont été pratiquement défrichées depuis un temps plus ou moins long et seuls subsistent quelques massifs dans les zones à sol plus superficiel. En plus, certains usagers ont creusé des puits et installés des "naoras (surface irriguée par un puits) afin d'irriguer une partie de leur terrain pour la culture de tabac, de primeurs etc. Cette pratique devrait généraliser les défrichements et la mise en place de clôture voire la construction de maison au milieu du terrain irriguée pendant la période 1939-1945. Il était, ainsi, quasi im-possible de revenir sur la culture céréalière en bour ; la situation a été régularisée par des autorisations d'occupation temporaire. Il est bien certains que si ces naoras devaient encore se multiplier, ce serait la fin des plus belles parties de l'arganeraie



Fig.7. Transformation d'une partie de l'arganeraie en culture maraîchère.

### 3.6. PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Les fonctions et les usages décrits ne constituent pas le seul intérêt de l'arganier, il en est un autre, indirect mais considérable pour de telles zones, c'est la protection du sol et de l'environnement. En effet cette espèce, si vigoureuse et si admirablement adaptée au climat et au sol, conditionne l'existence des populations rurales ; sa disparition entraînerait la stérilisation de la zone et sa transformation en steppe désertique.

La fonction la plus simple et la plus classique est d'abord la protection du sol par l'ombre portée des cimes denses des arbres dans ces régions subdésertiques où l'ennemi principal de la végétation est la sécheresse et la dessiccation solaire. En effet, l'arganier peut être considéré comme une sorte de "machine élévatoire d'eau" : envoyant ces racines puissantes s'alimenter à grande profondeur, il restitue par le jeu de l'évaporation et de la condensation atmosphérique une partie de cette eau à la couche superficielle du sol où elle peut être utilisée par la végétation. Il n'est pas rare de voir ruisseler la condensation de l'eau produite la nuit par les cimes. En montagne l'arganeraie, avec ses arbres, son sous-bois et sa couverture vivante, protège le sol contre le ruissellement. Elle favorise, ainsi, l'infiltration des eaux de pluies qui alimentent les nappes de la plaine du Souss.



Fig.7. Arganeraie-forêt dégradée du piémont du Haut-Atlas

Avant de transformer l'arganeraie par défrichage et injection massive de capitaux, en une terre de maraîchage, il est prudent et conforme aux intérêts légitimes des usagers de l'arganeraie de voir si un aménagement plus progressif et plus sûr n'est pas envisageable et à long terme plus rentable.

Enfin, la présence de l'arganeraie dans l'immense plaine, que constitue le golfe du Souss vaste masse d'alluvions comprise entre le Haut-Atlas et l'Anti-Atlas, assure la protection du sol contre l'érosion éolienne, toujours menaçantes dans ces zones sublittorales situées en plein secteur des vents. Toutefois, la mise en valeur intensive de la vallée du Souss et l'augmentation considérable des prix de terrains cultivables posent de graves problèmes à la conservation de l'arganeraie.

## 4. SYLVICULTURE DE L'ARGANIER

### 4.1. REGENERATION ET MODE DE TRAITEMENT

Indépendamment de son rôle millénaire de productrice de fruit, la forêt d'arganier a pris une grande importance au point de vue de la production ligneuse. Il y a donc lieu de se préoccuper de sa sylviculture et en particulier de sa régénération. Il est évident que le statut particulier de ce type de forêt intervient dans la conception d'une sylviculture appropriée.

L'arganier se régénère par semis et par rejets. Le premier mode de régénération est exceptionnel, en raison des conditions délicates de la germination de la graine (disparition du sous-bois et du mort-bois épineux) de la récolte intensive des fruits pour l'alimentation et surtout du par-cours des troupeaux de chèvres. Parallèlement la régénération par rejet, à la suite d'incendies ou de coupes, a joué un grand rôle pour la reconstitution de la forêt. Elle a abouti à la constitution d'une futaie sur souche qui représente, très souvent, le type normal de l'arganeraie. A l'état actuel des choses, étant donné la faculté que possède l'arganier de rejeter de souche jusqu'à un âge très avancé, c'est avant tout la régénération par rejets de souche qui jouera le rôle principal pour assurer la pérennité de l'arganier.

### 4.2. TRAITEMENT EN FUTAIE REGULIERE SUR SOUCHE.

Le mode de traitement normale de l'arganier est la futaie sur souche. Le traitement à envisager est déterminé par le produit principal, qui est ici, non le bois, mais le fruit. L'âge d'exploitabilité sera celui vers lequel la production fruitière commencera à décroître sérieusement. Il correspondrait en moyenne à 140 ans.

La coupe de régénération est une coupe unique à blanc étoc puisque l'apparition de rejets de souche ne pose guère de problème. Les semis préexistants sont également recépés mais l'on se garde bien de toucher au sous-bois afin de maintenir l'abri du sol et de permettre la germination de quelques graines. Cette coupe peut être complétée par la plantation de quelques jeunes plants. En montagne, une solution efficace consiste en la plantation sur lignes de niveau de figuier de Barbarie (*Opuntia ficus indica*). Outre l'amélioration du parcours, ces haies servent d'abri à des semis d'arganiers. Les coupes de régénération sont traditionnellement entourées d'une clôture formées par les rémanents et mises en défens pendant une durée de 10 ans pour garantir le succès de la régénération.

Les coupes d'amélioration comprennent les dépressages et les éclaircies. Les dépressages sont pratiqués assez tardivement vers 15 à 20 ans pour permettre aux brins les plus vigoureux de prendre nettement le dessus et d'être solides et pour obtenir des produits utilisables (timons, perches, perchettes à tomates). Le principe de plusieurs éclaircies est admis de façon à amener progressivement le peuplement à la densité normale (qui reste d'ailleurs à fixer), probablement de l'ordre de 40 à 150 arbres/ha dans l'arganeraie-verger et de 200 arbres/ha dans l'arganeraie-forêt. On pense que deux éclaircies à 15-20 ans d'intervalles doivent permettre d'atteindre le but fixé. Néanmoins, ces coupes n'ont pas encore été réalisées de façon systématique faute d'aménagement et en raison de la nature particulière de ces forêts.

Le traitement en futaie sur souche à coupe de régénération unique a été imposé durant la guerre afin d'obtenir le maximum de bois sur le minimum de surface. Il a le gros inconvénient de priver l'usager de toute la récolte du fruit. Il faut signaler que les

coupes de régénération sont pratiquement très réduites en raison de l'opposition des usagers.

#### 4.3. PROPOSITION D'UN MODE DE TRAITEMENT.

Le traitement en futaie sur souche décrit ci-dessus est nuancée par une coupe de régénération avec réserves d'arbres. Dans ce mode de traitement, au lieu de faire une coupe à blanc étoc, on réserve un certain nombre d'arbres vigoureux et bien-venants. Le nombre en serait limité à 1 sur 6 ou sur 7. La coupe est réalisée pour les autres arbres et elle est interdite au parcours durant 10 ans. Après la première coupe (25 à 30 ans) on repasse pour enlever ces réserves. La nouvelle mise en défens n'est plus que de 5 ans, car elle ne concerne que des souches vigoureuses.

Ce mode de traitement présente des avantages qui sont un compromis entre la production fruitière et la régénération de la forêt : (i) la production de fruits n'est pas complètement annulée pour les usagers ; (ii) les arbres réservés peuvent jouer un rôle de semenciers : quelques fruits tombés au moment de la récolte peuvent germer. Toutefois, il présente l'inconvénient d'introduire des gens dans les coupes pour la récolte des arbres réservés, et, il est probable que la 2ème mise en défens soit difficile à faire respecter. Mais, il ne saurait être vraiment question d'une sylviculture appropriée sans un aménagement sylvo-pastoral qui doit mettre au point une formule de groupement des usagers.

#### 2.4. REGENERATION ARTIFICIELLE ET PLANTATION.

La disparition des sous-bois et morts-bois épineux, qui autrefois, protégeaient les jeunes semis d'arganier de la dent du bétail et de la dessiccation, a réduit les chances de la régénération naturelle. La régénération par rejets de souches donnent d'excellents résultats. Cependant elle est fonction de l'âge de la souche et de sa capacité à rejeter et gagnerait à être complétée le plus souvent par des plantations.

Il faut noter que la régénération artificielle ne semble pas avoir été pratiquée dans les temps anciens, malgré l'intérêt accordé par les populations à cet arbre. En conséquence le forestier se doit de dominer les problèmes que pose la germination des graines, la multiplication végétative et le développement des semis.

La graine "noix d'argan" germe facilement en pépinière après une légère fissuration ; l'enracinement du plant est très pivotant. Aussi, l'élevage des plants doit-il être effectué dans des sachets de polyéthylène d'au moins 50 cm de haut ou des paniers en roseau. Le semis en place n'est guère indiqué en raison des difficultés de germination et de développement et des risques de destruction par les rongeurs. La plantation implique une protection du plant contre l'insolation et les animaux (murettes, écrans de branchages etc...). L'arrosage durant la première année est souvent nécessaire. Qu'il soient naturels ou artificiels, les semis ont une croissance très lente ; il faut probablement une dizaine à une quinzaine d'années pour avoir des plants défensables.

### 5. ELEMENTS POUR UN PROGRAMME DE RECHERCHE SUR L'ARGANIER.

#### 5.1. OBJECTIFS ET JUSTIFICATIONS.

La présente étude donne une esquisse sur l'état actuel des connaissances sur l'arganier en mettant l'accent sur les fonctions et les usages multiples et sur la sylviculture de cette espèce. En effet l'arganier n'est pas seulement une réalité écologique mais un produit social celui d'une économie et d'une forme d'exploitation particulière. Il est le résultat de diverses interactions possibles entre une société rurale

caractérisées par ses ethnies, son histoire, ses coutumes etc.. et son milieu caractérisé par l'aridité de son climat. Les écosystèmes de l'arganier se trouvent actuellement dans une situation de "non aménagement" dans lesquels l'espace est plus "consommé" que "aménagé". Cette forme d'exploitation finaliste risque de transformer, à long terme, l'arganeraie en une steppe désertique dont les conséquences sur le développement agro-sylvo-pastoral de cette zone ne seraient pas négligeables.

La bibliographie montre l'importance des recherches biochimiques entreprises depuis fort longtemps en vue de la connaissance et de la caractérisation de l'huile d'argan. Par contre, elle fait ressortir une certaine carence relativement aux domaines de la production, de la protection et de la valorisation des usages de l'arganier. Il paraît donc indispensable de développer un programme de recherche qui impliquerait l'intervention multidisciplinaire non seulement de spécialistes mais également de gestionnaires et d'utilisateurs des ressources de l'arganeraie. Dans ce cas ce sont, en règle générale, les données des structures et de fonctionnement relatives à l'écosystème "arganier" qui seront à rechercher et à utiliser.

Un programme de recherche sur l'arganier est pleinement justifié en raison de l'importance économique, sociale et technique de cette espèce. En effet le rôle de cette espèce s'exprime à travers la superficie occupée, plus de 800.000 ha dans une zone aride ; l'importance de la production ligneuse (400.000 stères/an soit 13% de la production nationale de bois combustible) ; la production fourragère (140 millions de UF/an permettant à plus de 2 millions de bêtes de survivre) la production de l'huile d'argan et la protection d'un environnement socio-écologique fragile.

Les objectifs d'une telle recherche résident dans l'acquisition de données scientifiques de base qui seront utilisées : (i) pour la mise au point et la recherche des modes de gestion afin d'assurer à la fois la production et la pérennité de l'écosystème ; (ii) pour l'amélioration des pratiques sylvicoles, pastorales, fruitières etc...; (iii) pour l'intégration de l'arganeraie dans des programmes d'aménagement global qui, prenant en compte la pluralité des utilisateurs possibles, en assureront le maintien.

## 5.2. AXES D'ORIENTATION DE LA RECHERCHE.

L'analyse présentée devrait permettre, dans une certaine mesure, de tracer les grandes lignes de recherche sur l'arganier et d'orienter leur programmation. Les axes prioritaires suivants peuvent être retenus.

### 5.2.1. Etudes éco-sociologiques de l'écosystème "arganier".

Les recherches éco-sociologiques constitueraient le point de départ des mécanismes d'interdépendance "Homme-animal-végétal" à travers la structure et le fonctionnement de cet écosystème. Ces recherches devraient mieux préciser et orienter l'organisation des interventions d'ordre agronomique, pastorale, sylvicole dans un but d'élever le niveau de productivité du système et du bien-être des populations. Avant de transformer l'arganeraie par défrichage et injection massive de capitaux, en une terre de maraîchage, il serait prudent et conforme aux intérêts légitimes des usagers de l'arganeraie de voir si un aménagement plus progressif et plus sûr n'est pas envisageable et long terme plus rentable.

### 5.2.2. Sélection et amélioration génétique.

L'arganier est très polymorphe, quoique soulevé par plusieurs auteurs la biosystématique de l'arganier n'a pas fait l'objet de recherches fines pouvant mieux préciser le degré de polymorphisme et faciliter l'orientation de sélection. En plus, malgré

l'intérêt porté à la production du fruit d'argan, il ne semble point exister de recherches ou d'expérimentations sur l'amélioration génétique de l'arganier. Les recherches dans ce domaine peuvent s'orienter vers : (i) la conservation de pools génétiques par la création de réserves ; (ii) la sélection de population pour la connaissance de la variabilité génétique de l'espèce ; (iii) l'étude de la variabilité individuelle ; (iv) la multiplication végétative.

La sélection peut être orientée sur des caractères utiles comme la teneur en huile, la fragilité de la coque ; l'adaptation au milieu, la bio-masse foliaire, la richesse de la pulpe en glucides. La sélection pour la richesse en huile ne doit pas diminuer le rendement en pulpe, car l'aspect fourrager de la production fruitière a relativement autant d'importance que l'aspect alimentaire direct de l'homme.

#### 5.2.3. Agro-sylviculture de l'arganier.

L'arganier est un arbre fruitier-forestier dont les usages sont multiples mais dont la production des fruits, la production ligneuse et le parcours restent les produits principaux. Des recherches à caractères agro-sylvicoles ou agro-sylvo-pastorales doivent s'orienter vers : (i) la connaissance et la maîtrise des mécanismes de régénération naturelles et artificielles indispensables au maintien de la pérennité de l'arganeraie ; (ii) la mise au point ou la recherche de modes de gestion capables d'assurer la production pastorale de l'arganeraie; (iii) l'amélioration des pratiques agricoles sylvicoles et pastorales (amélioration des peuplements ; de la récolte des fruits; formation de l'arbre ; (iv) la mise en place d'unités (placettes permanentes) pour la connaissance réelle et précise des peuplements de leur production fruitière, pastorale et forestière.

#### 5.1.4. Valorisation de la production fruitière.

L'effort de valorisation de la production fruitière doit continuer. De nombreuses études ont montré l'intérêt de l'huile d'argan et sa valeur alimentaire. La recherche dans ce domaine doit s'orienter vers : (i) la formation de l'arbre et la récolte des fruits ; (ii) l'extraction de l'huile par des procédés perfectionnés; (iii) le conditionnement et conservation de l'amande pour éviter l'acidité et le rancissement de l'huile ;(iv) la lutte contre la mouche du fruit "*Ceratítis Capitata*".

La mise en place de la recherche sur l'arganier nécessite un examen préalable des moyens. A cet effet, les programmes doivent s'appuyer sur la volonté et l'effort national de conservation, de reconstitution et de régénération de l'arganier et sur une assistance internationale.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) ANON.; 1952- Observations préliminaires faites sur l'arganier à l'oued Cherrate et Dar Askraoui en vue de selections généalogiques, Ann.Rech.Forest.Maroc, tome 2, pp.201-216.
- (2) ANON.; 1987- Extrait de la législation en matière de forêts. Direction des Eaux et de la Conservation du Sol, Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire, Rabat, 78p.
- (3) BARBERO M.; BENABID A.; QUEZEL P.; RIVAS MARTINEZ S.; SANTOS A.; 1982- Contribution à l'étude des Acacio-Arganietalia du Maroc occidental. Docum. Phytosociologiques; vol. VI Camerino; pp. 313-338.
- (4) BATTINO M.; 1929- Recherches sur l'huile d'argan et sur quelques autres produits de l'arganier. Librairie Le François, Paris.
- (5) BELLAKHDAR J.; 1978- Médecine traditionnelle et toxicologie ouest-saharienne. Contribution à l'étude de la pharmacopée marocaine. Edit. Techniques nord-africaines, Rabat.
- (6) BENABID A.; 1976- Etude écologique, phytosociologique et sylvo-pastorale de la tetraclinaie de l'Amsitene. Thèse de spécialité, Univ. d'Aix-Marseille III, 155p.
- (7) BERNUS.; 1917- L'huile d'argan. Unim. pharm. 58, pp.273-275
- (8) BERRADA M.; 1972- Etude de la composition de l'huile d'argan. AL Awamia n° 42, INRA, Rabat.
- (9) BOUDY P.; 1951- Economie forestière nord-africaine, II: Monographie et traitement des essences forestières, Larose, Paris, Fasc I: 382-414; III: Description forestière du Maroc, Stat. de rech. forest. Maroc, Rabat, pp. 190-219.
- (10) BOUDY P.; 1952- Guide du forestier de l'Afrique du Nord. Maison rustique, Paris, pp. 185-195.
- (11) BOULOS L.; 1983- Medicinal plants of North-Africa. Référence Publications Inc. 218 st. Clair River Drive, Box 344 Algonac, Michigan 48001.
- (12) CHALLOT J.P.; 1949- L'arganier. Revue du bois, Juin-Juillet 1949, pp. 1-6.
- (13) COLLIER A.; LEMAIRE B.; 1974- Etude des caroténoïdes de l'huile d'argan. Cahiers de nutrition et de dictitique IX, 4, pp. 300-301.
- (14) CORNU M.; 1897- Note sur la structure des fruits de l'argan au Maroc. Bull. Soc. Bot., 44, pp. 181-187.
- (15) DONADIEU P.; 1977- Contribution à une synthèse bioclima-et phytogéographique au Maroc. Inst. Agron. et Vét. Hassan II, Rabat.
- (16) DUPIN A.; 1949- L'arganier survivant de la flore tertiaire, providence du sud marocain, Elevage et cultures.
- (17) EDDER-JACCARD.; 1927- L'arganier. Pharm. Actatetvetica 2,
- (18) EL MAZZOUDI H.; ERRAFIA M.; 1977- Contribution a l'étude de la germination des noix d'argan (*Argania spinosa*L) par des prétraitements chimiques. Ann. Rech. Forest. au Maroc, Tome 17, pp. 59-66

- (19) EMBERGER L.; 1938- Les arbres du Maroc et comment les reconnaître. Larose, editeurs, Paris, 318 p.
- (20) EMBERGER L.; 1939- Aperçu sur la végétation du Maroc. Commentaire de la carte phytogéographique du Maroc (au 1/1.500.000). Inst. Scien. Cherif., Rabat, 157p. 1 cart e h.t;
- (21) HENDRYCHX H.; 1974- Aspect physique et technologique de l'huile d'argan. Oleagineia 1, pp. 29-31.
- (22) IONESCO T.; SAUVAGE Ch.; 1963- Aide mémoire sur les principales espèces climax du Maroc, (fichier provisoire) (INRA, Rabat, 137p. roneo.
- (23) JACCARD P.; 1926- L'arganier, sapotacée oleagineuse du Maroc. Pharmaceutica Acta, 1926, n° 11, p. 208.
- (24) KAAANANE A.; 1980- Analyse des stérols par chromatographie en phase gazeuse : application à l'huile d'argan. Mémoire d'assistanat, Inst. Agron. et Vét. Hassan II, Rabat, 94p.
- (25) Le HOUEROU H.N.; 1984- Forage and fuel plants in the arid zone of North africa, the Near and Middle Est. (Proceeding of the Kew international Conference on Economic Plants for arid Lands, Jodrell laboratory, Royal Botanic Gardens, Kew, England, 23-27 july 1984) pp. 117-141.
- (26) MILLIAIE A.; 1907- L'arganier. Agriculture des pays chauds. 7, pp. 75-78, Paris.
- (27) MOREAU L.; 1918- Principes de l'arganier. Bull. Soc. Pharm., 25, pp. 81-86.
- (28) PERROT E.; 1907- Le Karité, l'argan et quelques autres sapotacées à graines grasses de l'afrique tropicale française (Les végétaux utiles de l'Afrique tropicale française, fasc. II, p. 134 et suiv) Paris, Challamel
- (29) RAHMANI M.; 1979- Contribution à la connaissance de l'huile d'argan. Mémoire 3 ème cycle, Inst. Agron. et Vet. Hassan II, Rabat, 181 p.
- (30) RIEUF P.; 1962- Les champignons de l'arganier. Cah. Rech. Agron., n° 15.
- (31) SANDRET F.; 1956- La pulpe d'argan. Composition chimique et valeur fourragère. Variation au cours de maturation. Ann. Rech. Forest au Maroc., Tome 1, Fasc. 1, pp. 151-177.
- (32) SANDRET F.; 1957- Etude préliminaire des glucides et du Latex de la pulpe du fruit d'argan. Bull. Soc. Chimie Biol., 39, 5-6, pp. 619-631.
- (33) SAUVAGE L.; 1949- Les environs de Goulmine, carrefour botanique. Vol Jubilaire de la Soc. Sci. Nat. Maroc, pp, 107-146.
- (34) SAUVAGE Ch.; 1961- Recherches géobotaniques sur les suberaies marocaines. Trav. Inst. Scien. Bot., 21, pp. 1-462.
- (35) SPAAK J.D.; 1969- Aspects forestiers de la province d'Agadir. Bulletin de liaison des ingénieurs forestiers du Maroc, n° 1, pp. 3-12.

## AMENAGEMENT ET GESTION DES PARCOURS

### ASSOCIES A LA FORET

B. HUBERT

INRA - ECODEVELOPPEMENT Avignon (France)

#### ABSTRACT :

Agroforestry in the mediterranean area consists mainly in an association of small ruminants farming with a forest exposed to fire hazards. Thus a combined management of both leads to keep in mind that :

- the mediterranean forest has to be diversified (regarding to the tree species as well as to the structure of the afforested areas) so as to reduce any fire development upon a large area; this means an appropriate management with regards to clearing, thinning, pruning, controlling the understory, settling fuel breaks, to create a sort of "mosaic".

- sheep and goat farming can help with efficiency to control the understory and grasses and forbs highly combustible in summer; but this has to take part in a complexe farming system, producing animal outputs satisfactory towards the market. Thus the farmer has to organize a grazing system including the ressources the flock can recover in the forest area.

Both, forester and farmer, have to work close together and to have a good knowledge of the other's point of view : rules of forestry, constraints of the farming system.

Some examples are developped about the interest of forest grazing : fruit production (acorns and chestnuts), green leaves (directly or after cutting), foraging trees, animal intake (part of concentrate), subseeding, part of three covering upon the microclimatic conditions on the ground,...

Then, a contribution is given to an integrated view for aediterranean forests planning.

Parler d'espèces ligneuses à usage multiple, sous-entend le plus souvent dans les conditions de la région méditerranéenne française, la combinaison sur un même espace de deux systèmes d'organisation établis par l'homme : celui de la production ligneuse, le domaine forestier et celui des productions animales, un système d'exploitation. Ces deux types de systèmes ont des fonctionnements qui les conduisent vers des finalités différentes : la protection et/ou la production de formations ligneuses et la reproduction d'un système d'élevage. Dans nos conditions, il peut y avoir toutefois un recouvrement non négligeable des voies qui mènent à ces objectifs : la protection des espaces boisés contre les incendies passe par le contrôle du sous-étage herbacé et arbustif et ce peut être là une des conséquences de la présence d'animaux, à l'inverse pour ces derniers, cette végétation indésirable pour le forestier peut constituer une ressource importante à certaines périodes de l'année.

Cette combinaison amène à la création de systèmes sylvopastoraux qui fonctionnent, à la fois dans l'espace et dans le temps, selon des échelles et des rythmes qui peuvent être différents :

- l'espace exprime ainsi une certaine diversité qui résulte à la fois des conditions écologiques (pédoclimat, exposition, altitude) et des pratiques dont il est ou a été l'objet : prairie semmée, friche sur ancienne terre de culture, pelouse d'altitude, taillis

(et sa succession de par-celles plus ou moins régulièrement exploitée), reboisements (différents âges et stades de régénération, etc), pratique de feux pastoraux, etc.

- le temps qui est à considérer sur plusieurs échelles :

\* celle de l'année (cycles saisonniers) ou de quelques successions pluriannuelles : c'est l'échelle de l'ajustement des décisions quotidiennes de l'éleveur et du forestier par rapport à leurs objectifs immédiats d'intervention; l'échelle spatiale concernée ne sera déjà pas la même pour l'un et pour l'autre : l'éleveur voit la ressource fourragère disponible à un moment donné sur une portion d'espace, le forestier gère un aménagement qui ne respecte pas de la même façon l'hétérogénéité naturelle.

\* celle des générations humaines, qui est réellement celle de la constitution des ressources ligneuses et de leur exploitation, mais qui est aussi celle des évolutions sociales et économiques qui remettent en cause leur finalité et qui rythment l'évolution des techniques, des modes et des types de production de l'agriculture (et donc de l'élevage) : la finalité d'un territoire peut ainsi changer, pour des causes externes, indépendamment du rythme de ses régulations endogènes; ce mouvement s'accélère depuis le dernier siècle.

Les systèmes sylvopastoraux sont donc constitués à l'articulation entre un système d'élevage et l'aménagement d'un espace forestier; nous commencerons par rappeler quels sont les paramètres essentiels de chacun d'eux avant d'illustrer leur intérêt par quelques exemples présentant différentes situations où élevage et forêt sont interactifs.

## **UN ELEVAGE BASE SUR DES SYSTEMES FOURRAGERS ASSOCIANT DES ESPACES DIFFERENTS**

### 1 - Des productions dépendant des processus économiques dominants

Même si un élevage méditerranéen, utilisateur d'espaces naturels peut se démarquer par des productions originales ou de qualité, il n'en reste pas moins qu'il est soumis aux règles et aux contraintes du Marché, sur lesquelles il n'a que peu de prises (politiques nationale ou communautaire, concurrence des autres régions, habitudes alimentaires, etc). Le type de produit est donc bien souvent défini relativement indépendamment des "potentialités" spécifiques de production et l'éleveur doit ajuster la conduite de son troupeau à ces choix de production, avec d'autant plus d'attention qu'il s'agit d'herbivores dont l'inertie est bien plus grande que celle des monogastriques (porcins, volailles, etc). Il reste alors à l'éleveur à gérer un compromis entre des productions orientées sur des objectifs commerciaux acceptables et les contraintes de la conduite de son troupeau : l'ajustement entre les besoins ainsi créés et les ressources disponibles sur les différents espaces qu'il peut utiliser.

Jusqu'à récemment les modèles de développement dominants ont orienté les structures d'exploitation vers les défrichements et l'extension des terres mécanisables, avec une grande consommation de capital (acquisitions, interventions, etc); les difficultés économiques, rencontrées au moins en ce qui concerne l'élevage ovin (endettement, faible productivité des troupeaux comme du travail, cf BOUTONNET et MARTINAND, 1979), sont à l'origine d'une réorientation vers des systèmes d'élevage faisant appel à des ressources beaucoup plus différenciées, dont les espaces "naturels" (parcours et forêts).

## 2 - Des systèmes de production diversifiés

Les principales espèces d'herbivores domestiques peuvent ainsi se trouver concernées :

- équidés : élevage de juments de races lourdes, mais dont le développement est très limité en France du fait de conditions économiques difficiles de la filière "viande de cheval".

- bovins : races laitières ou races à viande, dans des systèmes d'élevage ayant leur siège en zone de montagne et cherchant des espaces où faire hiverner les jeunes animaux de façon à économiser les réserves hivernales destinées aux adultes (vaches laitières par exemple).

- caprins : races spécialisées laitières le plus souvent ou quelque-fois races locales à vocation mixte dont la production "viande\*" (cabris âges de 3 à 6 mois) reste encore à définir commercialement.

- ovins : brebis pour la production d'agneaux de 15 à 17 kg de carcasse, le plus souvent élevés ou finis en bergerie; il existe des systèmes transhumants associant les alpages en été et les plaines de Basse Provence en hiver et des systèmes plus sédentaires.

Sauf dans le cas des races caprines laitières sélectionnées, il s'agit le plus souvent de races rustiques locales aux performances souvent médiocres et qui ont rarement fait l'objet d'une sélection adaptée aux conditions dans lesquelles elles sont utilisées actuellement.

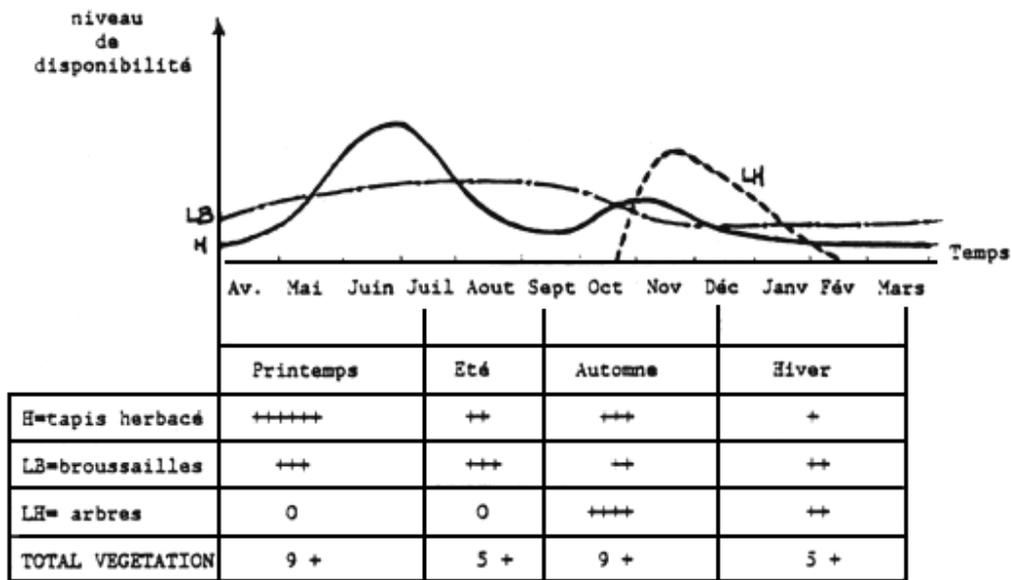


Figure 2 : Disponibilité pastorale de la végétation dans une châtaigneraie (d'après GUERIN et OSTERMANN, 1986)

	Printemps	Eté	Automne	Hiver
BOIS DE CHENE VERT 50 ha	20+	100+ (Graines)	20+	100+ (Glands)
VERGER DE CHATAIGNIER 10 ha	10 x 9+ = 90+	10 x 5+ = 50+	10 x 9+ = 90+	10 x 5+ = 50+
LANCES 30 ha	50+	150+	100+	50+
FELCUSES ET PRES 5 ha	200+	50+	100+	20+

  Utilisation

Figure 3 : Ajustement des ressources du territoire aux besoins du troupeau par la chaîne de pâturage (d'après GUERIN et HUBERT, 1986)

### 3 - L'ajustement des besoins et des ressources

Les besoins du troupeau, définis en fonction du cycle de production, varient donc dans l'année. La figure 1 présente ainsi le cas d'un élevage ovin de plein air intégral exploitant un réseau de pare-feu dans le Var; elle met en évidence 3 périodes critiques : l'été, où les ressources herbacées sont extrêmement faibles même pour des brebis qui sont alors à l'entretien, la fin d'hiver qui correspond à une période de très forts besoins (fin de gestation, début de lactation) face à des ressources insuffisantes, et la période de lutte qui correspond à une phase très aléatoire des disponibilités végétales (automne). Tout le système fourrager consistera à couvrir ces besoins au mieux des ressources disponibles. La production de ces dernières varie selon les surfaces concernées, en niveau comme en qualité aussi bien que dans le temps (figure 2). L'éleveur devra donc pratiquer des ajustements entre ces variations et celles des besoins de son troupeau, en faisant particulièrement attention aux périodes critiques (lutte, début de lactation dans le cas des ovins par exemple), et en ayant éventuellement recours à un apport extérieur (foin, ensilage, concentré, etc).

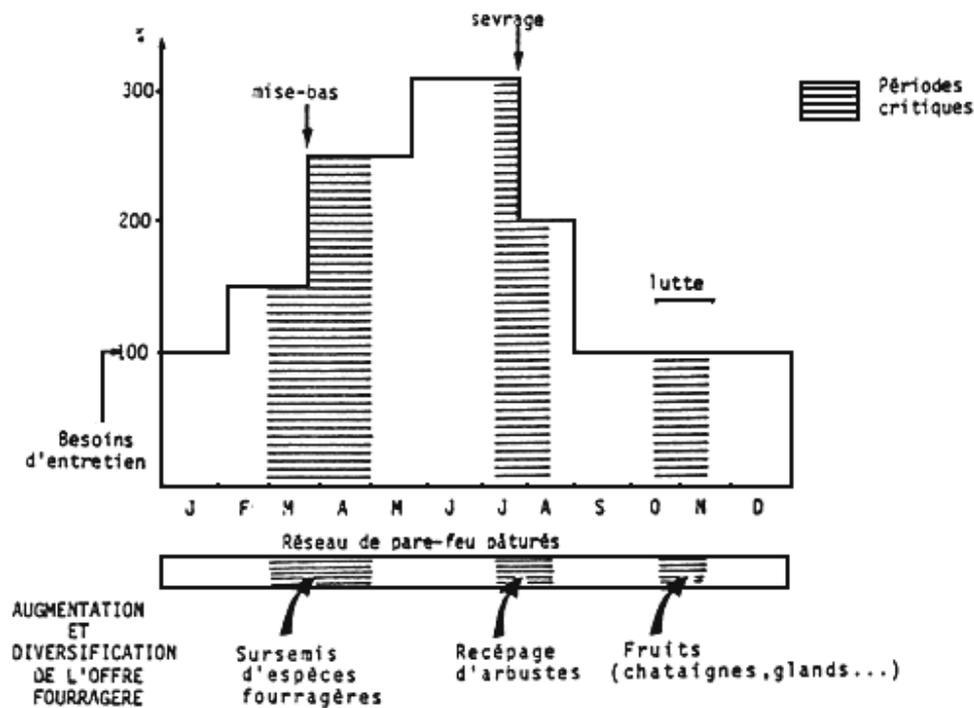


Figure 1 : Evolution, au cours de L'année, des besoins globaux (esprimé en pourcentage des besoins d'entretien) d'un troupeau ovin sur un pare-feu dans L'Estérel et positionnement des périodes critiques dans Le calendrier fourrager. En regard de ces périodes sont suggérées quelques améliorations pastorales. (d'après LASSEUR J. in HUBERT S. et al., 1986).

Il réalise ainsi une chaîne de pâturage qui le plus souvent associe dans ces systèmes des espaces de niveau et de qualité de production différents (figure 3) : prairies semées, pelouses naturelles améliorées, par-cours pauvres, pelouses arborées, fruits d'arbres, etc. Ce sont des systèmes fourragers complexes, basés sur l'adéquation de deux champs de variation : les besoins du troupeau et la saisonnalité des ressources. Ils sont fondés sur un ensemble de facteurs biotechniques que les éleveurs intègrent dans leurs pratiques :

- sur les animaux : exigences alimentaires de la lutte, de la fin de gestation, et du début de lactation, souplesse des animaux à l'entretien, possibilité de croissance compensatrice, constitution de réserves corporelles,

- sur les végétaux: utilisation des reports sur pied et des ressources ligneuses, des retards de croissance en altitude et sur certains versants, production de glands et de châtaignes à l'automne, qualité de l'herbe avant l'épiaison, variétés précoces ou tardives, etc. Chaque par-celle se retrouve ainsi affectée à une fonction dans le cadre de l'exploitation agricole (GUERIN et MENIER, 1987).

## **UNE FORET QUI DOIT COMPTER SUR LA DIVERSITE**

### 1 - La diversité des productions

Les usages et produits de la forêt méditerranéenne sont variés : bois de feu (chines), pâte à papier (produits d'éclaircies), bois d'oeuvre (cèdres, chines), fourrages (châtaignes, glands, feuilles...), protection de l'environnement (érosion, tourisme), développement de la chasse, etc.

Du fait du pas de temps des productions ligneuses, il est bien difficile de chiffrer ces productions à long terme et de conjecturer sur leur valeur à venir il semble toutefois raisonnable de maintenir une gamme relativement variée de produits potentiels, quitte même pour certains auteurs (DE MONTGOLFIER, 1985 et 1986) à privilégier le concept de "potentialité" (gestion patrimoniale).

Enfin, plusieurs types de forêts peuvent être envisagés selon les objectifs du propriétaire : ce ne seront bien sûr pas les mêmes selon qu'il s'agit de l'Etat, d'une Collectivité locale ou d'un propriétaire privé, selon aussi pour ce dernier qu'il habite en ville ou qu'il est exploitant agricole; les différences porteront aussi bien sur les productions (bois précieux, bois d'oeuvre ordinaire, aliments du bétail, pâte à papier, etc), sur la durée du cycle de production et donc d'immobilisation du capital, que sur l'intensité du travail d'entretien (élagage, éclaircies, taille, etc) qui pourrait s'avérer nécessaire. Une "forêt paysanne" peut ainsi être l'objet de beaucoup plus d'interventions qu'une forêt de grande production.

### 2 - La diversité pour la protection

Ainsi que nous l'avons évoqué précédemment, l'homogénéité du milieu favorise la propagation des incendies, et rend d'autant plus difficile leur contrôle.

La première idée consiste en la création de réseaux de pare-feu qui constituent un maillage des formations forestières. Des règlements récents (circulaire ministérielle de 1981) autorisent ainsi des débroussailllements sur 20% des surfaces des massifs forestiers. Il peut s'agir soit du modèle classique des pare-feu linéaires, soit de systèmes plus complexes où les débroussailllements sont réalisés au mieux des conditions du terrain et peuvent avoir des formes variables liées aux possibilités in situ (dispositifs "alvéolaires").

Mais pour certains forestiers, comme DELABRAZE (1986), la forêt méditerranéenne doit, elle même, être aménagée en optimisant sa diversité (figure 4) : juxtaposition de parcelles constituées de peuplements d'espèces différentes, d'âges différents, de parcelles débroussaillées, d'espaces ouverts, d'autres au contraire plantes de tanière très dense, "mosaïques" ou "damiers", de façon à réaliser une hétérogénéité qui tienne compte de la diversité des caractéristiques pédoclimatiques présentes. C'est, pour lui, à ces conditions qu'une forêt peut se reconstituer en zone méditerranéenne avec le maximum de garanties contre les risques d'incendies.

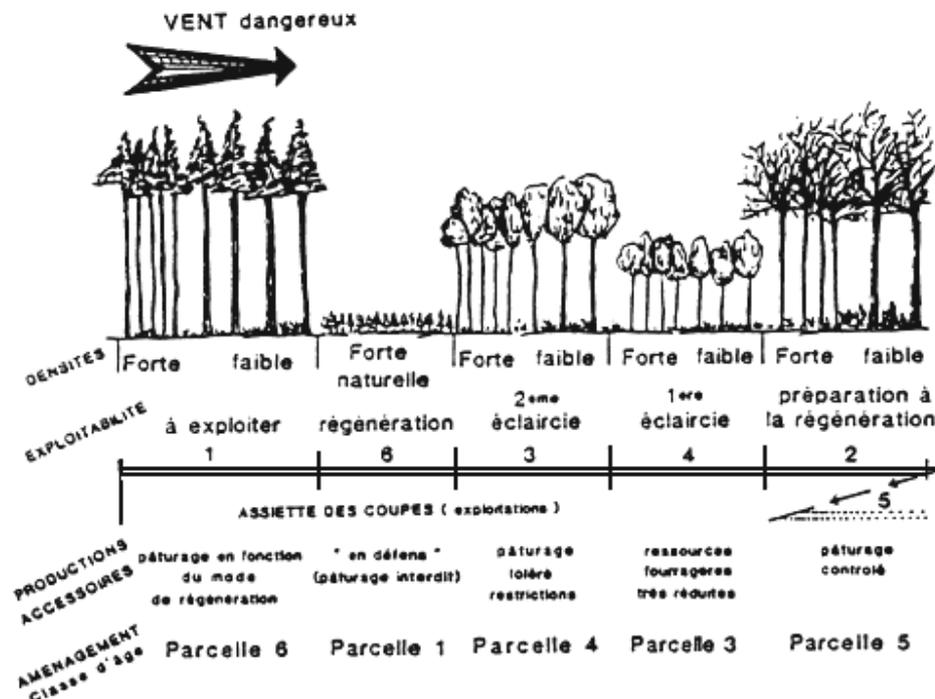


Figure 4 : Sylviculture et aménagement de forêts soumises à des vents desséchants et aux incendies (possibilités de pâturage).

Le maintien des zones ouvertes ou le contrôle des repousses arbustives dans les espaces débroussaillés peuvent relever d'un ensemble de techniques, qui sont souvent associées moyens mécaniques, phytocides, feux contrôlés et pâturage. Leur combinaison tiendra compte des aspects financiers comme des conditions propres à chaque site. En ce qui concerne le pâturage, il est clair qu'il doit s'envisager au sein du système four-rager d'un élevage : il doit donc tenir compte du cycle de production du troupeau concerné et s'intégrer dans la chaîne de pâturage, soit en combinant un ensemble de ressources espacées dans le temps, soit en s'associant avec d'autres ressources (prairies, alpages d'estives) couvrant les périodes pour lesquelles il n'est pas suffisant. On aboutit ainsi à de véritables "modèles sylvopastoraux".

## DES MODELES SYLVOPASTORAUX : COMBINER LES ESPACES DANS LE TEMPS

### 1 - Différents types d'espace

On peut considérer différents cas de figure selon le degré d'imbrication de l'élevage et de la forêt; on peut les classer selon un gradient depuis le simple pâturage de pare-feu jusqu'aux modèles sylvopastoraux proprement dits.

#### - Modèles "pare-feu"

Les troupeaux sont utilisés pour entretenir des coupures de combustible, souvent linéaires, qui constituent un réseau dans le massif forestier. Ces coupures sont l'objet d'interventions diverses (dont le pâturage peut être une composante) destinées à limiter le développement d'une phytomasse combustible. Mais si on veut maintenir le pâturage, il faudra veiller à ne pas trop réduire cette phytomasse qui doit contribuer à l'alimentation des animaux. Dans ce cas de figure, il n'y a pas d'objectif forestier sur le pare-feu proprement dit. Différentes espèces animales peuvent alors être utilisées en fonction

des objectifs proposés (caprins pour contrôler les ligneux, ovins et bovins pour maintenir la strate herbacée, etc). Une des caractéristiques de ces modèles "pare-feu" est la linéarité du dispositif pâturé. Ceci pose un certain nombre de problèmes techniques : installation difficile de clôtures, transport de l'eau, surveillance et garde des animaux (BELMONT et al., 1983).

- Entretien de "zones débroussaillées"

Les animaux sont introduits à l'intérieur de massifs forestiers pour entretenir des zones débroussaillées. Dans ces dispositifs "alvéolaires", le recours à des troupeaux n'est possible que dans les peuplements défensables (norme qui reste à préciser selon les espèces animales et végétales). Le pâturage peut alors compléter d'autres interventions, comme nous l'avons vu précédemment, et participer au contrôle du sous-étage dans des taillis jeunes ou ouverts, ou dans des futaies qui ne sont pas en régénération. C'est, par exemple, le cas des suberaies où le débroussaillage est indispensable à leur exploitation et à leur protection contre les incendies, une fois le levage du liège effectué (GENIN, 1985 et 1986).

- Association avec une sylviculture

On peut avoir intérêt, en région méditerranéenne, à appliquer une sylviculture assez intensive, de façon à accélérer la production des peuplements ligneux et les exploiter plus tôt, avant qu'ils ne risquent de brûler (statistiquement les feux repassent au même endroit tous les 25 ans). On réalisera donc des plantations moins denses, des éclaircies plus importantes et plus fréquentes, des élagages, des conversions de taillis en futaies sur souche, des enrichissements par des essences de qualité, etc.

Mais, avant qu'ils ne se referment et qu'ainsi ils s'autoprotègent, les peuplements forestiers développent un important sous-étage arbustif et herbacé qui peut présenter une certaine compétition vis-à-vis de l'eau, des minéraux et qui accroît la combustibilité de l'ensemble.

Le rôle des animaux peut alors consister, en récupérant cette phyto-masse pour leur alimentation, à réduire cette compétition, au moins dans le cas des jeunes plants, et à contrôler le développement de ces broussailles. En outre, les productions animales ainsi dégagées, peuvent permettre la valorisation de ces interventions sylvicoles qui coûtent sou-vent plus qu'elles ne rapportent.

Ces modèles soulèvent aussi des problèmes techniques qui font l'objet d'études : développement d'une végétation herbacée, impact du piétinement, normes de défensabilité des jeunes plantations (âges des plants, mode de conduite des animaux).

## 2 - Leur utilisation dans le temps

- à l'échelle de l'année

C'est la réalisation de la chaîne de pâturage qui doit associer l'ensemble des espaces disponibles; des espaces de faible productivité sont ainsi intégrés à l'ensemble et utilisés quand les besoins des animaux le permettent, à l'inverse, les périodes critiques sont couvertes grâce de meilleures ressources, issues de prairies classiques (si c'est possible) ou obtenues à la suite d'intervention sur les autres milieux : fertilisation de parcours boisés, implantation d'arbres ou d'arbustes fourragers, sursemis de variétés fourragers, etc.

L'utilisation de clôtures électriques (efficaces vis-à-vis de la plupart des espèces si elles sont rigoureusement installées) permet l'utilisation d'espaces éloignés des exploitations, assez fermés pour en gêner la garde; on peut ainsi garantir les limites de

l'espace pâturé (et donc la protection des espaces voisins éventuellement non défensables) et la pression de pâturage pratiquée (charges animales, période et durée du pâturage; pâturage nocturne).

- sur une plus grande période de temps

La gestion forestière, matérialisation de l'aménagement du massif, modifie à une grande échelle de temps (20 à 100 ans) les milieux disponibles : plantation, enrichissement, éclaircies, coupe d'ensemencement, coupe d'exploitation, de régénération, conversion en futaie sur souche, etc. La structure et la morphologie de chaque parcelle du massif forestier, variera donc en fonction du plan de gestion pratiqué; c'est à dire que la structure de la chaîne de pâturage d'un troupeau qui utiliserait les espaces pâturables d'un tel massif sera profondément modifiée.

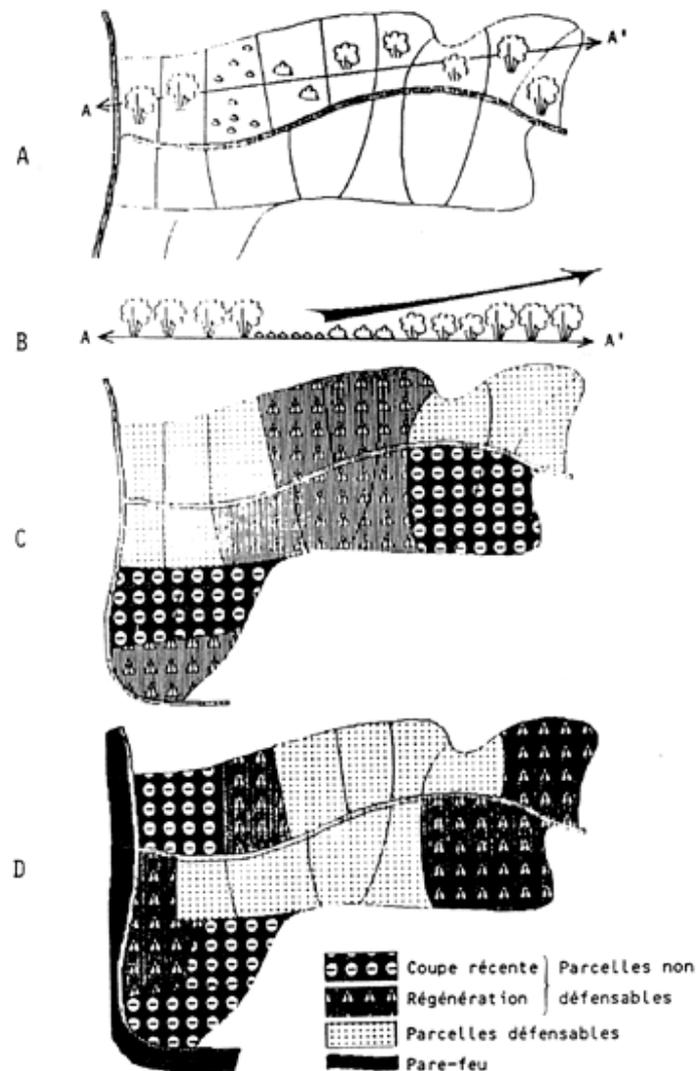


Figure 5 : Aménagement d'un taillis de chêne

- A : Exploitation classique des parcelles en coupe de taillis
- B : La structure ainsi créée (transect AA') est favorable au développement des incendies
- C : L'exploitation crée une mosaïque de parcelles : les défensables, pâturées protègent les autres, plus fragiles
- D : Quelques années plus tard, la structure a évolué, il a fallu créer un pare-feu du côté dangereux pour maintenir un maillage efficace du massif pâturé.

Il faudra donc avoir en tête la nécessité de maintenir des ressources fourragères sur l'ensemble du massif quand on en élabore l'aménagement dans un souci de valorisation sylvopastorale. La figure 5 illustre le type de réflexion que peut sous-tendre un tel aménagement.

A plus long terme, même, la question se pose du devenir des terrains qui ont fait l'objet de boisements de protection à la fin du XIX<sup>ème</sup> et au début du XX<sup>ème</sup> siècle (séries dites de Restauration des Terrains de Montagne) une fois les sols reconstitués et les forêts au stade de la régénération : faudra-t-il conserver les mêmes espèces (Pins noirs par exemple), diversifier la forêt et mieux valoriser les espaces en faisant une place officielle à un élevage conduit rationnellement ?

## **QUELQUES EXEMPLES DES FONCTIONS QUE PEUVENT JOUER LES ESPACES BOISES DANS CES SYSTEMES SYLVOPASTORAUX**

### 1 - Par l'exploitation de l'offre fourragère issue des ligneux

#### 1.1. - Les fruits d'arbres

Les arbres existants peuvent fournir un apport fourrager non négligeable à une période donnée, c'est le cas par exemple des châtaignes et des glands, régulièrement exploités à l'automne par des élevages pastoraux". On peut utiliser ainsi des productions estimées à 0,5 à 1 t/ha pour les châtaigniers (SIME, 1987) et à presque 300 kg/ha pour un taillis de chènes verts clairié (ETIENNE et LASSEUR, 1985); des interventions permettent d'améliorer cette production : des éclaircies pratiquées dans un taillis de chêne pubescent, passant de 3 200 à 900 et 300 brins/ha, ont ainsi permis des productions respectivement de 5, 175 et 255 kg de MS de glands/ha (ETIENNE et MSIKA, 1987). La production de glands des chênes blancs semble plus sensible aux variations pluriannuelles que celle des espèces précédemment citées.

À côté de ces fruits qui apportent un concentré énergétique, on peut envisager l'introduction d'arbres fourragers à fruits de la famille des légumineuses, comme le févier d'Amérique, Gleditsia triacanthos, qui peut fournir, par arbre, environ 20 kg de gousses assez riches en Matières Azotées (80 à 90 g/kg de MS, fournissant près de 0,9 UFL/kg de MS, d'après DUPRAZ, 1985).

#### 1.2. - Les feuilles d'arbres

Les feuilles d'arbre en l'état peuvent être un apport non négligeable pour des animaux, en particulier quand la végétation herbacée est peu développée ou peu attirante (espèces médiocres, sécheresse estivale, etc). La quantité consommée dépendra fortement de l'accessibilité de cette ressource, qui variera en fonction de l'espèce animale concernée : on a pu observer ainsi que des brebis de race Préalpes du Sud en été peuvent consacrer 20 à 30% de leur temps de pâturage à la consommation de feuilles de chêne pubescent (HAUWUY, 1987); pour des chèvres cela peut être beaucoup plus important.

Dans trois situations bien différentes en ce qui concerne les niveaux de production des animaux et les modes de conduite du pâturage, en Ardèche, dans le Gard et dans le Var, MEURET in HUBERT et al. (1987) a noté des rations très similaires, où les chènes vert et blanc sont ingérés autour de 50% de la MS et où les espèces herbacées ne culminent jamais à plus de 20% de la MS. Les observations ont été effectuées à des périodes d'intense utilisation de taillis de chêne que ce soit en hiver ou en été, dans des formations sur plateau calcaire avec en moyenne 2 t de MS fourragère disponible par hectare. Les quantités ainsi consommées sur parcours varient

de 60 à 120 g MS/kg Poids métabolique en fonction du niveau de production des animaux et de l'importance de la complémentation distribuée (ce qui peut faire de l à près de 3 kg par chèvre par jour).

Cela se traduit par des taux de consommation variant de 25 à 90% de la phytomasse consommable selon le mode de conduite du pâturage (90% pouvant être obtenue pour un taillis de chêne vert avec de très fortes charges instantanées ou des lisières de taillis de chêne blanc avec des charges moyennes de l'ordre de 10 animaux/ha pendant 3 semaines environ). C'est partir de la maîtrise de ces taux par la conduite de pâturage qu'on peut raisonner l'impact des animaux et le rôle qu'ils peuvent ainsi jouer pour "manipuler" la végétation et entretenir l'espace.

### 1.3. - Les feuilles d'arbres ou d'arbustes après recépage

Afin de favoriser les consommations des ressources foliaires issus des ligneux on peut être amené à les rabattre pour les rendre plus accessibles à des animaux comme des ovins par exemple. On peut intervenir de cette façon sur des peuplements spontanés d'arbres ou d'arbustes ou bien sur des plantations mises en place à cette fin.

#### a) Recépage des peuplements spontanés

Une expérimentation, réalisée dans un taillis de chêne blanc dans le Vaucluse, permet de préciser les potentialités fourragères d'un peuplement recépage de Cornus sanguinea pâturé chaque été pendant 2 ans (LACHAUX et LASSEUR, 1987). L'étude de l'évolution de la composition chimique des feuilles fait ressortir une amélioration temporaire des qualités nutritionnelles sous l'effet du recépage : 14% de HAT vs 10% chez les témoins, 5% d'ADL (Lignine Van Soest) vs 6%; toutefois dès la troisième année le taux de lignification (ADL) remonte à 11%.

Le tableau I présente les résultats en ce qui concerne la production de phytomasse dans ses différentes parties. On voit que l'effet du pâturage tend à limiter la croissance annuelle par rapport au témoin, tout en induisant des repousses d'automne. Le taux de consommation des feuilles a été de 96% la première année et de 34% la seconde et celui des rameaux de l'année respectivement de 30 et de 50%. On constate que la repousse du cornouiller sanguin est ainsi assez bien contrôlée par les animaux ce qui peut être un avantage du point de vue de l'entretien de zones débroussaillées; mais la pérennité de la ressource fourragère à l'intention des ovins ne semble pas totalement acquise au vu de l'évolution des différents constituants de la phytomasse et de la nouvelle structure ainsi induite, et il faudra probablement envisager, soit des années sans pâturage, soit un renouvellement du recépage à la suite de plusieurs exploitations.

TRAITEMENT	ORGANE	1ère ANNEE		2ème ANNEE		3ème ANNEE'	
		ETE	AUTOMME	ETE	AUTOMME	ETE	AUTOMME
LIBRE D'ACCES (pâturé)	F	900	530	1 110	280	890	-
	RA	970	55	380	35	270	-
	R	-	-	870	-	1 310	-
	C	1 870	585	1 490	315	1 160	-
	TOTAL	2 455		2 675		2 470	
EN DEFENS	F	630	-	1 350	-	1 430	-
	RA	680	-	400	-	330	-
	B	-	-	1 320	-	3 000	-
	C	1 310	-	1 750	-	1 760	-
	TOTAL	1 310		3 070		4 760	

(F - Feuille; RA = Rameau de l'année; B - Bois -, C ; F + RA (phytomasse consommable)) \* Pas de pâture la 3ème année.

Tableau I : Evolution sur trois ans, été et automne, des phytomasses aériennes de *Cornus sanguinea* (en kg MS/ha) : comparaison entre une par-celle pâturée l'été en 1ère et 2ème année et une parcelle en défens (d'après LACHAUX M. et LASSEUR J., 1987).

#### b) Introduction d'arbres fourragers

Les principales espèces concernées par ce type de recherches ont été choisies pour les qualités nutritionnelles de leur feuillage : riche en atiere azotée avec peu de constituants membranaires, d'où des digestibilités *in vivo* ou *in vitro* élevées, de l'ordre de 68%.

En dehors des *Atriplex* largement utilisés en zones arides, peu d'expérimentations fournissent des références pour les autres zones de la région méditerranéenne. Des essais ont été fait en Italie par BONCIARELLI (1980), avec des espèces à croissance rapide (*Populus spp.*, *Acer negundo*, *Robinia pseudoaccacia*) et destinées à être pâturées en été, après recépage en hiver à 15 cm tous les ans ou tous les deux ans, après plantation à 2 000 à 2 500 tiges/ha. Il obtient ainsi 2 500 à 4 000 kg de MS de feuilles par hectare.

Des expériences sont en cours en Provence (BERGIER *et al.*, 1985 ; LACHAUX et LASSEUR, 1987), avec différentes espèces ; les premiers résultats sont présentés dans le tableau II qui confirme l'intérêt de *Populus nigra* et de *Robinia pseudoaccacia* mais surtout de *Morus alba* qui, au vu de ses bonnes performances, a pu faire l'objet d'un premier recépage des la deuxième année d'implantation, c'est à dire 1987.

ESPECE	MORTALITE 86 (%)	CROISSANCE 86 (cm)
<i>Horus alba</i>	8% (n = 26)	X = 74 s -- 16 (n = 24)
<i>Robinia pseudoacacia</i>	10% (n = 52)	X = 30 s = 14 (n -- 47)
<i>Populus nigra</i>	28% (n = 50)	X = 31 s = 15 (n - 36)
<i>Ulmus caipestrís</i>	12% (n = 52)	X - 11 S = 5 (n = 11)
<i>Cytisus laburnus</i>	35% (n = 52)	X = 4 S = 2 (n = 10)
<i>Sorbus aucupana</i>	42% (n = 52)	X -- 7 s = 4 (n = 6)
<i>Fraxinus excelsior</i>	65% (n = 51)	
<i>Alnus cordata</i>	77% (n = 52)	

Tableau II : Mortalité et croissance en longueur la première année de plantation (1986) de 8 espèces d'arbres implantées sur un terrain de parcours dans les Alpes de Haute Provence (Lycée Agricole de Carmejane) (X = moyenne ; s = écart type) (d'après LACHAUX M. et LASSEUR J.1987)

#### 1.4. Rôle de la complémentation dans la consommation des ligneux

En dehors de ces derniers exemples qui correspondent à des espèces choisies pour leurs qualités, les ligneux présentent en général une assez faible valeur alimentaire due à des taux de matière azotée relativement bas (<12%, cf. LACHAUX et al. 1987), des taux de constituants membranaires assez élevés (Cellulose ôrute ) 15%, parfois même voisins de 30%, cf. les Ericacées et les chênes, cf. LACHAUX et al. 1987) et souvent à des teneurs non négligeables en plytoconstituants secondaires comme les tannins, qui peuvent à la fois jouer un rôle répulsif et avoir un effet dilétène sur la digestibilité des matières protéiques au niveau du rumen.

Mais on peut jouer sur l'ingestion de ligneux par les animaux en ajustant de manière adéquate la complémentation qui leur est distribuée : donner du foin, du grain, du soja ou de l'azote non protéique n'aura ainsi pas le même effet sur la ration prélevée sur les parcours.

Ainsi GENIN (1986), a essayé diverses complémentations à distribuer à des génisses pâturant sous chine liège après débroussaillage dans des formations essentiellement constituées de bruyère arborescente et de calycotome épineux. La figure 6 montre qu'on peut ainsi considérablement modifier les quantités ingérées et donc l'impact sur le milieu ; on peut ainsi entretenir une suberaie ouverte, facile à exploiter et faiblement combustible.

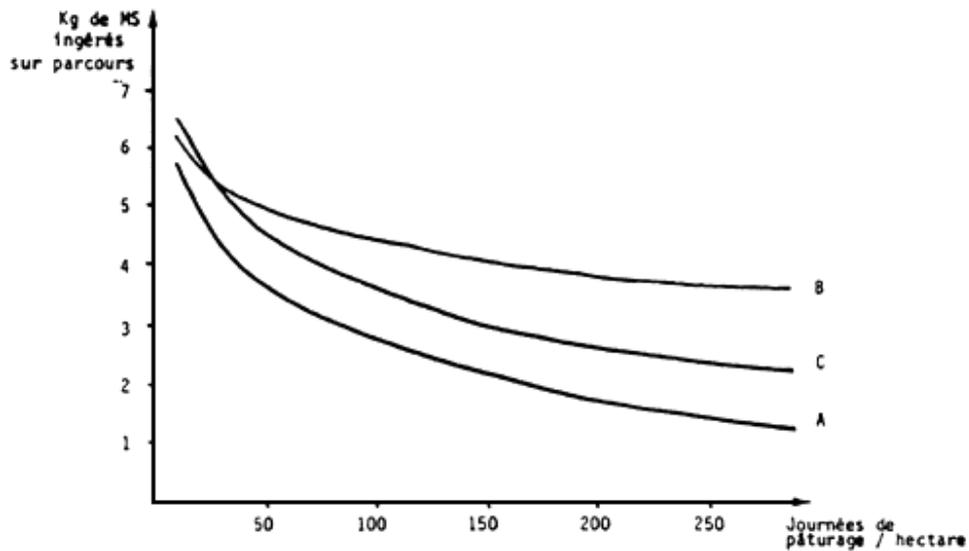


Figure 6 : Evolution de la quantité de (Matière Sèche de végétation naturelle ingérée avec la durée de séjour en parc, en fonction de la complémentation distribuée : A = Foin \* Mélasse-urée, B = Orge \* Mélasse-urée, C = Orge + Tourteau de soja. (d'après GENIN, 1986).

De même HEURET (1987) montre dans un essai réalisé en cage avec distribution de rameaux frais de chêne vert, que la quantité consommée par les mêmes animaux varie en fonction de leur état physiologique et de la complémentation qui leur est distribuée (figure 7). Comme GENIN, il remarque une augmentation de la consommation sous l'effet d'une distribution d'azote non protéique (sous forme de mélasse urée).

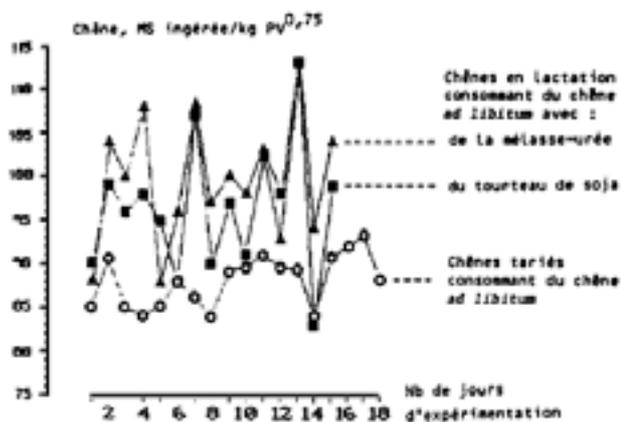


Figure 7 : Variations des quantités de matières sèches ingérées par des chèvres de race locale consommant des rameaux frais Cessais de digestibilité en cages).

## 2. - Par la valorisation de l'ambiance" créé par les arbres

En effet, la présence d'arbres, à elle seule, modifie les conditions microclimatiques au niveau du sol et du sous-étage ; cette influence se fait dans le sens d'un tamponnement des variables thermiques et hygrométriques, ainsi que d'une certaine réduction du rayonnement solaire incident (ETIENNE et HUBERT, 1987).

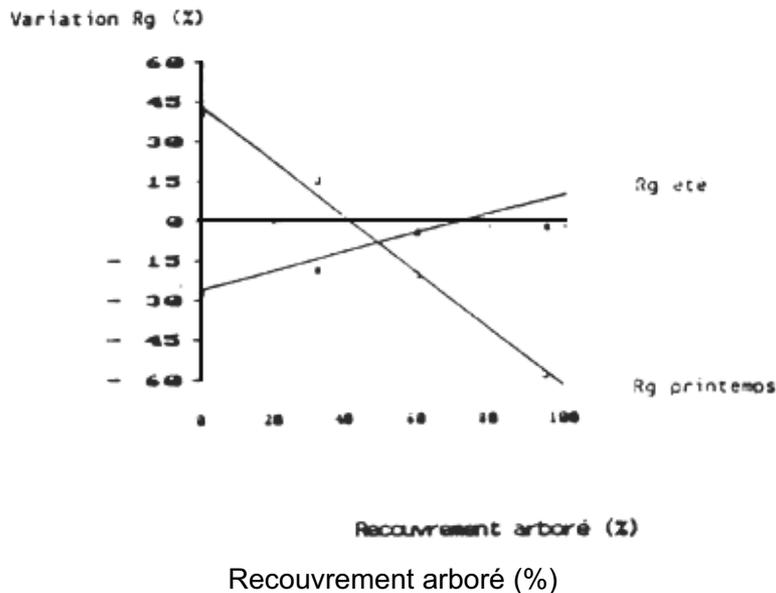


Figure 8 : Evolution de la variation du rayonnement global moyen au sol entre fin-Avril et début Juin (Rg printemps) et entre début Juin et fin-juillet (Rg été) en fonction du recouvrement arboré (coefficients de corrélation  $r$  : Rg printemps : 0,997 ; Rg été : 0,956).

Le terme "Variation, Rg" correspond à la résultante des deux effets :

- celui de la hauteur du soleil dans le ciel : augmentation (jusqu'au solstice d'été) puis diminution de la quantité d'énergie solaire incidente ;
- celui de la mise à feuilles des chênes (à partir de fin Avril). interception d'une partie du rayonnement solaire.

Le point de référence (ordonnée 0) correspond à une annulation des deux effets, c'est à dire une quantité d'énergie solaire disponible au sol qui ne varie pas pendant la période considérée.

Ainsi le point de concours de Rg printemps avec l'axe des abscisses représente un peuplement de 45 % de recouvrement, pour lequel le rayonnement global au sol ne varie pas pendant la période de croissance du tapis herbacé de mars à juin.

C'est à dire que l'effet du froid (et du gel) en hiver ou de la sécheresse estivale seront diminués sous couvert par rapport à des espaces sans arbres ; la phénologie du sous-étage ne sera pas la même, on observera par exemple une pousse hivernale ou un maintien de végétation herbacée verte plus tard en été. Le pâturage peut ainsi largement profiter de cette diversité.

Des études visent à quantifier cet "effet arbre" (VACHER, 1984 ; JOFFRE, 1987) et en particulier de concevoir des "modèles" établissant des modifications microclimatiques obtenues dans différents types de peuplement. La figure 8 montre ainsi l'évolution de la variation du rayonnement moyen au printemps et en été à 50 cm du sol en fonction du recouvrement arboré dans un taillis de chêne blanc : on constate qu'entre

50 et 60X de recouvrement les variations de rayonnement liées aux saisons sont pratiquement tamponnées. Ces données ont été élaborées à partir d'observations effectuées dans un taillis ou sont comparées quatre traitements : témoin (3 200 tiges/ha), deux éclaircies (900 et 300 tiges/ha) et une grande clairière (ETIENNE et MSIKA, 1987).

Ces deux auteurs étudient ainsi les variations dans la répartition des précipitations, l'humidité du sol, le bilan hydrique, la température, le rayonnement global, la vitesse de recyclage de la litière, et la production de la végétation herbacée. Un travail identique est en cours dans des reboisements de Pin noirs.

Ces connaissances peuvent se révéler tout à fait importantes dans le cadre d'un aménagement où on envisagerait dès le départ l'affectation de fonctions différentes à l'ensemble des parcelles, tant d'un point de vue pastoral que forestier.

CULTIVAS			IMPORTANCE DE LA LEVEE	
			COUVERT FORESTIER DENSE	COUVERT FORESTIER FAIBLE
T	MOUNT BARKER	85	4-4-4	1-1
T	SEATON PARK	85	4-3-3	1-1
T	HOOGENELLUP	85	4-3-3	2-1-2
T	CLARE	85	3-3-3	1-1-4
G	CAHBRIA (dactyle)	85	3-4-5	1-3-3
G	JEBEL (fétuque)	35	1-4-4	1-0-2
T	CLARE 86		4-3-2	4-2-3
G	CAMBRIA 86		4-5-5	5-4-5
G	JEBEL 86		1-1-2	2-2-3

Chaque chiffre représente la moyenne des 20 évaluations dans chaque répétition.

0	aucune levée	1	= moins de 25 pieds au m <sup>2</sup>
2	= 25 à 50 pieds au m <sup>2</sup>	3	= 50 à 100 pieds au m <sup>2</sup>
4	= 100 à 250 pieds au m <sup>2</sup>	5	= plus de 250 pieds au m <sup>2</sup>

Tableau III : Degré de réussite de sursemis de six cultivars (4 trèfles sous-terrains et deux graminées) en fonction de l'année de semis et du couvert arboré (d'après ETIENNE M., 1987)

Dans le cadre d'interventions visant à améliorer la production fourragère d'un espace donné, par des sursemis par exemple, la maîtrise de ce type de facteurs peut être un élément important de réussite des travaux envisagés, comme en témoigne le tableau III, où M. ETIENNE (1987), montre les taux de réussite de sursemis de graminées et de trèfles sous-terrains sous deux densités de couvert arboré (Pins d'Alep et Pins pignons). On constate qu'en 1985, année à automne sec, suivi d'un hiver froid, les sur-semis ont beaucoup mieux réussi sous couvert dense ; la différence est moins nette l'année suivante où les conditions climatiques ont été plus favorables. Si toutefois en ce qui concerne le taux de réussite des semis, les cultivars testés se différencient peu, ils montrent par contre une diversité importante au niveau de leurs productions : le tableau IV permet de préciser que la fétuque sera une ressource intéressante en hiver (à une période où la végétation spontanée est réduite) alors que le dactyle valorise bien mieux les possibilités de repousse à l'automne ; ces deux variétés ne participeront pas aux mêmes fonctions et c'est là un élément qu'il faudra avoir en tête avant toute intervention.

CULTIVAR	ANNEE DE PRODUCTION	PRODUCTION (kg HS/ha)						TOTAL
		OCT	NOV	DEC- JV-FEV	MARS	AVRIL	HAI	
CAMBRIA	1984/85	-	-	-	-	135	170	305
SEHE EN	1985/86	-	-	170	190	230	1 300	1 890
1984	1986/87	185	145	-	170	200	390	1 090
CAMBRIA	1985/86	-	-	-	30	200	1 285	1 515
SENE EN 1985	1986/87	235	190	-	175	280	555	1 435
JEBEL	1984/85	-	-	-	50	620	435	1 105
SEMEE EN	1985/86	-	-	530	365	530	435	1 860
1984	1986/87	45	45	135	110	240	225	800
JEBEL	1985/86	-	-	-	25	300	320	645
SEDEE EN 1985	1986/87	80	90	175	75	855	860	2 135

Tableau IV : Production mensuelle des cultivars Jebel et Cambria selon deux années de sursemis au Muy (Var) d'après M. ETIENNE (1987).

#### DES MODELES SYLVOPASTORAUX : POUR QUELLES PRODUCTICNS ?

En dehors de certaines rentes de situation de l'élevage caprin à production de fromages, les conditions économiques de l'élevage ovin (ou caprin viande qui reste à développer en France) et de la forêt sont extrêmement critiques.

La filière bois est mal organisée et largement déficitaire bien que la France soit un des pays Européens les plus boisés (14 aillions d'hectare dont 4 en zone méditerranéenne, la moitié de forêt et l'autre de landes et parcours plus ou moins boisés) et il est de toute façon difficile de chiffrer la valeur d'un produit qui se récoltera dans 60 ou 100 ans ! La seule donnée objective est le coût de réalisation de cette forêt : coût du reboisement et des interventions des premières années (20 à 25 000 FF/ha), coût de création et d'entretien des débroussailllements (4 à 12 000 FF/ha). Il est tout aussi difficile de chiffrer l'apport de la forêt sur la protection des sols, sur l'environnement (eaux, chasse), sur le paysage... Mais sa reconstitution est de ce point de vue, une nécessité sociale re-connue par tous, même si l'idée qu'une forêt est une formation biologique artificielle, qui doit donc être gérée, n'est pas forcément communément admise.

L'élevage ovin subit une crise dramatique en France du fait des Règlements Communautaires le concernant, mais il subit aussi les conséquences des mutations profondes des productions agricoles qui vont vers une augmentation du capital et des surfaces utilisées par travailleur (en élevage ovin le capital nécessaire à une exploitation correspond à près de 30 mois de production d'après TIREL, 1986).

Une des limites en est l'énorme contrainte du gardiennage (travail du berger) : travail peu productif (effectif d'animaux relativement limité pour un homme), pénible par mauvais temps, difficile en milieu boisé (espace fermé) ; l'utilisation des clôtures peut considérablement améliorer cette situation en augmentant l'efficacité du travail aussi bien vis-à-vis des effectifs que de l'importance des surfaces concernées. L'association avec le travail en forêt peut être aussi un moyen important de conforter les conditions économiques de ces exploitations tout en développant une pluriactivité nécessaire à une certaine souplesse économique garantissant un revenu minimum.

Une autre est la faible possibilité d'accumulation de ces unités de production et donc leur insuffisante capacité à se développer, par une augmentation d'effectif, par des investissements, améliorant leur situation (augmentation des ressources, points d'eau, clôtures, remise en état des parcelles, etc). Mais si un des objectifs de ces investissements de-vient la protection et l'aménagement d'un espace collectif on peut en envisager la prise en charge par les Collectivités intéressées ; les utilisateurs étant ensuite liés par contrat pour réaliser les objectifs d'entretien ayant motivé ces interventions et cette recapitalisation.

## **CONCLUSIONS**

On voit donc qu'un espace forestier peut, outre des produits ligneux classiques, fournir des ressources fourragères non négligeables, diverses et qui ne joueront pas toutes le même rôle vis à vis des systèmes d'élevages (selon l'espèce animale concernée, le type de productions attendues et le système d'alimentation choisi par rapport aux autres espaces disponibles). Le multiusage d'un tel espace peut donc se concevoir par intérêts reciproques entre une production ligneuse à moyen ou à long terme, mais qui nécessite une protection immédiate et permanente pour être assurée, et des systèmes d'élevage fondés sur la reproduction de campagnes annuelles, mais eux aussi susceptibles d'évaluer à moyen terme en fonction des variations du marché (et du type de produit élaboré) et de la trajectoire suivie par l'exploitation selon l'âge et les objectifs de l'éleveur, sa force de travail, ses possibilités de succession, ses projets d'acquisition foncière, etc.

En effet, si l'on veut une forêt qui produise (ou simplement qui coûte moins en prévention ou en lutte contre les incendies) il faut, conjointement, améliorer la sylviculture et diversifier les essences, et en garantir la protection contre le risque "feu". Cela veut dire de débroussailler une partie des espaces concernés : les plus fragiles ou les plus stratégiques pour la prévention et la lutte. Pour contrôler la phytomasse combustible dangereuse pour les peuplements forestiers, la réintégration d'activités agricoles articulées autour de l'élevage d'herbivores nous semble la voie la plus appropriée. Les productions animales attendues dans de telles conditions (nutritionnelles, sanitaires, etc.) devront vraisemblablement, pour des raisons d'efficacité économique, être associées à des ateliers annexes à forte valeur ajoutée (élevage hors sol, petits fruits, etc...).

Une démarche de développement qui intégrerait sur un espace donné (territoire d'un massif par exemple) les aspects forestiers et l'élevage permettrait certainement une confortation de ces deux éléments du système agraire sylvopastoral local par :

- une meilleure garantie de récolte des productions ligneuses de la forêt par un renforcement de sa protection grâce à l'élevage (sans que celui-ci puisse être exclusif d'autres moyens d'ans tous les cas) ;
- la possibilité de développer des élevages, associant des espaces intensifs et o'autres moins productifs permettent de valoriser des ressources peu utilisées (et parfois causes de risques d'incendies) grâce à un matériel génétique animal adapté ;
- une production mixte pour les espaces boisés méditerranéens : des produits ligneux et des produits animaux (viandes, lait, poils et laine).

On pourrait envisager ainsi la mise au point de systèmes de production diversifiés adaptés aux zones défavorisées dites "sèches" et associant l'élevage des petits ruminants et l'entretien de l'espace. Dans l'absence d'une sécurité sur les prix, la recapitalisation fournie par les Collectivités assurerait la mise en place de structures

viables et adaptées, permettant une augmentation de la productivité du travail ; une rémunération acceptable est en effet la seule garantie de reproduction de l'unité ainsi créée.

Pour l'aménagement de ces zones il faut donc envisager délibérément l'intégration des différentes activités dans le fonctionnement de l'ensemble, comme autant de sous-systèmes constitutifs d'un "espace de production", qui est une portion de territoire. C'est le support de différentes unités de production la forêt, les exploitations agricoles, les activités touristiques, cynégétiques ou ludiques. Ces dernières, qui sont souvent les seules à agir encore sur ces espaces, ont montré leur incapacité à les gérer et à les protéger efficacement, il reste donc à redonner aux activités forestières et agricoles (et principalement d'élevage) leur importance, dans des réalisations où elles sont interactives. C'est d'autant plus pertinent qu'elles sont toutes deux directement intéressées à valoriser la diversité des espaces méditerranéens, ainsi que le représente la figure 9.

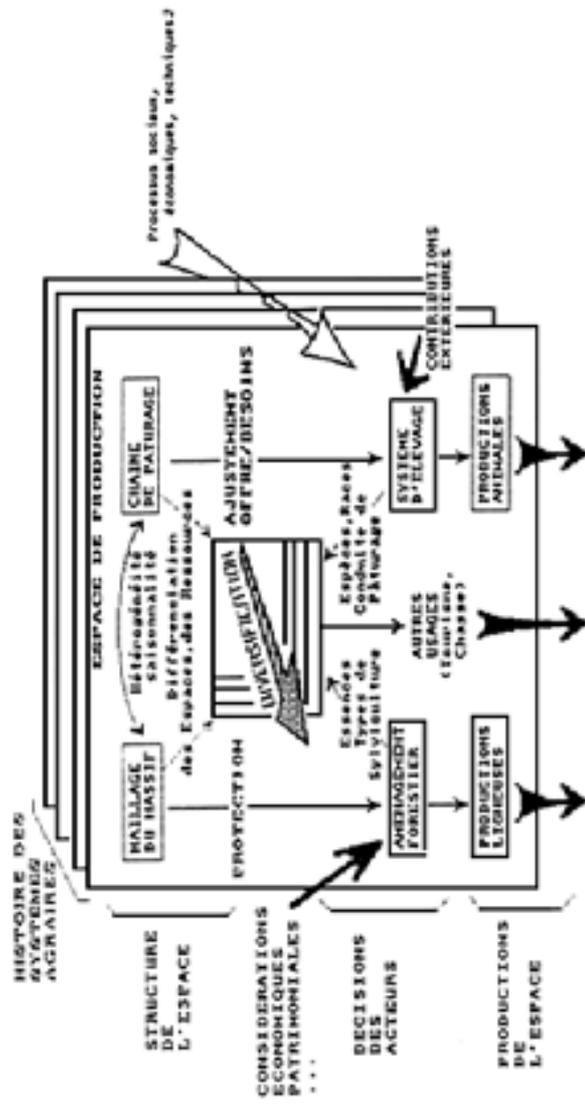


FIGURE 9 : REPRÉSENTATION SCHEMATIQUE D'UN "ESPACE DE PRODUCTION"

## BIBLIOGRAPHIE

- BELMONT B., HUBERT B., JULLIAN P., LECLERC B., NAPOLEONE M., 1983 : Eleveur ovin et/ou jardinier de l'espace ? L'exploitation de H. FIRN au Muy. INRA - SAD, Avignon. 71 p.
- BERGIER P., DUPRAZ C, LACHAUX M., LASSEUR J., MORIN D., 1986 : Intérêt fourrager de quelques espèces arborées cultivées : aise en place d'un essai dans les Alpes de Hautes Provence. Réunion sobre arbustos forrajeros, Murcia, Espagne, 5 p.
- F., 1980 : Les prairies : prairies naturelles, pâturages, feuillages et ramilles. Ed. Masson et Gauthier-Villars, Paris.
- BOUTONNET J.P., MARTINAND P., 1979 : Intensification de la production et marché mondial de la viande ovine ; contradictions propres à la France. Etudes et Recherches. INRA : 47, lab. ESR Montpellier.
- CHIA E., 1987 : Les pratiques de trésorerie des agriculteurs. La gestion en quête d'une théorie. Thèse de 3 ème cycle, Université de Dijon, Faculté d'Economie et de Gestion.
- DELABRAZE P., 1986 : Sylviculture et aménagement des forêts pâturées. In : La forêt et l'Elevage en zone méditerranéenne française, Fourrages, N° spécial 31-106.
- DUPRAZ C, 1985 : Note sur les Féviers d'Amérique de la région de Montpellier, INRA-LECSA, 5 p.
- ETIENNE M., LASSEUR J., 1985 : Fodder from trees and shrubs from a Quercus ilex copse. FAO, Sous-réseau Herbages méditer. Elvas (Portugal), Avril 1985.
- ETIENNE M., 1987 in Rapport sur six années d'expérimentation d'un troupeau ovin participant à l'entretien de pare-feu. INRA-SAD, Avignon.
- ETIENNE M., HUBERT D., 1987 : Relation herbe-arbre : état des connaissances. Fourrages. n° spécial : La Forêt et l'élevage en région méditerranéenne française, 151-166.
- ETIENNE M., MSIKA B., 1987 : Rôle écologique de l'arbre dans un taillis de Quercus pubescens soumis à différentes intensités d'éclaircie. MAB, Séminaire Dehesas, Madrid-Seville (Espagne), Avril 1987.
- GENIN D., 1985 : L'animal débroussaillieur en forêt méditerranéenne, Mémoire ENITA, Dijon. 74 p.
- GENIN D., 1986 : Aspects comportementaux et physiologiques d'une nutrition à base de végétation naturelle ligneuse chez des bovins. DEA USTL Montpellier. 41 p.
- GUERIN G., HUBERT B., 1986 : Problèmes et perspectives pour une approche multiusages des espaces forestiers. In : La forêt et l'Elevage en zone méditerranéenne française, Fourrages, N° spécial 271-292.

- GUERIN G., MENIER D., 1987 : "Une approche des surfaces fourragères et pastorales dans l'exploitation agricole en région méditerranéenne française". FAO Sous-réseau Herbages Médit., Montpellier (France), Octobre 1987.
- GUERIN G., OSTERMANN O., 1986 : Analyse de la végétation et disponibilité pastorale: résultats en Cévennes. Bull. Tech, de l'Elevage ovin. 14 : 15-22.
- HAUWUY A., 1987 : Comportement alimentaire d'un troupeau ovin conduit sur parcours boisés à Carmejane (Alpes de Hautes Provence). Mém. INA-PG.
- HUBERT B., LACHAUX M., MEURET M., LECLERC B., ETIENNE M., NAPOLEONE M., LEOUFFRE M.C., 1987 : Le "pâturage" des landes et des espaces boisés méditerranéen : objectifs et méthodologie de recherche. BTJ, (sous presse).
- HUBERT B., LECLERC B., LACHAUX M., 1986 : Réflexions sur les systèmes sylvopastoraux en région méditerranéenne. In : Rencontres Internationales de Toulouse : Agriculture et Environnement FFSPN, Paris.
- JOFFRE R., OTAL J., BARRANTES O., FERNANDEZ R., 1987 : Le rôle des arbres dans le fonctionnement écologique des dehesas. Résultats des études entreprises dans la Sierra Norte de Seville (Andalousie occidentale). MAB, séminaire "dehesas", Madrid-Seville (Espagne), Avril 1987.
- LACHAUX M., LASSEUR J., 1987 : Deux voies d'utilisation fourragère des ligneux en élevage ovin dans le Sud-Est méditerranéen français. FAO, Sous-réseau Herbages méditer., Montpellier (France), Octobre 1987.
- MEURET M., 1987 : Methods for estimation of the nutritive value and grazing intake by goats. Symp. CEE-CIHEAM-FAO, "Philoetios", Santarem (Portugal), Septembre 1987.
- DE MONTGOLFIER J., 1986 : Les forêts méditerranéennes et leur aménagement, 2 ème partie. Forêt Médit. 8(1) :49-60.
- TIREL J.C., 1986 : Que faire de l'herbe en l'an 2 000 ? Agriculture, 510 : 13-16.
- VACHER J., 1984 : Analyse phyto et agroécologique des dehesas pastorales de la Sierra Norte. Thèse USTL, Montpellier, 195 p.

## SYLVOPASTORAL SYSTEMS : COMPETITION BETWEEN GRASS AND TREES

A.R. Sibbald\* and C.M.A. Taylor\*\*

\* Macaulay Land Use Research Institute  
Formely the Hill Farming Research Organisation  
Bush Estate  
Penicuik, Midlothian EH26 OPY, UK

\*\* Forestry Commission  
Northern Research Station  
Roslin, Midlothian EH25 9SY, UK

Paper presented to the Committee of the Plant Productivity Programme of the EEC,  
Seminar "Les espèces ligneuses à usages multiples des zones arides  
méditerranéennes", Zaragossa, Spain, 25-26 September 1987.

### **Summary**

There is potential for an expansion of forestry in the UK which is currently only ten percent self sufficient in supplies of wood and wood products. Much of the present expansion in forestry will supply timber for pulping and chipping and there is, therefore, considerable potential for the production of high quality timber for furniture making and for veneer production.

Farmers may diversify into the production of high quality timber by developing silvopastoral systems, based on existing permanent pastures, which will allow the maintenance of cash flows from livestock production while the timber crop grows.

A simple model of silvopastoral systems in the uplands of the UK has shown the economic advantage of silvopastoral systems and the need for green pruning of the trees. However the data upon which the model has been constructed inadequately represent the range of interactions between trees and grass.

An experiment has been set up which will provide better relationships for some of these interactions and some provisional results are detailed which show the effects of tree size and spacing on the production of grass.

## RÉSUMÉ

Au Royaume-Uni, il est possible d'accroître le rendement de la forêt qui ne couvre, actuellement; que 10% des besoins en bois et produits du bois. Une grande partie du programme de développement actuel de la forêt vise la fourniture de bois d'oeuvre destiné à la production de cellulose et de copeaux; par conséquent, les possibilités de produire du bois d'oeuvre de haute qualité pour la fabrication de meubles et de placages sont grandes

Les agriculteurs peuvent se tourner vers la production de bois d'oeuvre de haute qualité en appliquant un système mixte associant l'élevage sur les prairies permanentes existantes, qui assureront des revenus, et le développement du peuplement ligneux.

Un modèle simple de systèmes mixtes sylviculture/élevage dans les régions montagneuses du Royaume-Uni a souligné l'avantage économique que l'on pouvait en tirer et la nécessité de procéder à l'ébranchage des arbres à l'état vert. Toutefois, les données qui ont servi de base au modèle ne représentent pas, de façon correcte, l'ensemble des interactions entre arbres et herbages.

On a mis au point une expérience qui fournira de meilleurs rapports sur plusieurs de ces interactions et le détail de certains résultats provisoires montera les effets de la taille et de l'écartement des arbres sur la production d'herbages.

### 1. Introduction

Much of the current UK production of timber is supplied to the lower and medium quality markets for pulping, chipping, building etc. There is, therefore, considerable potential at the top end of the market for high quality construction timber and for veneer and furniture making. The favoured tree species for this market require sites of higher soil quality and lower exposure than most of the land currently available for afforestation.

One way in which farmers in the UK may diversify into production of high quality timber is to develop systems of agroforestry which involve planting trees at wide spacing into existing permanent pastures (technically silvopastoralism). In this way disturbance of the current grazing system is minimised. Systems of this kind have potential in the uplands and part of the lowlands where permanent pasture plays a major rôle in livestock production systems.

Agroforestry systems are now practised successfully around the world, the most relevant examples being in New Zealand. However, because the climate and soils of New Zealand are quite different from those in the UK, it is not possible to directly translate their technology to this country.

A joint study team from the Hill Farming Research Organisation and the Forestry Commission's Northern Research Station was set up to explore, using a modelling approach, the effects of planting densities and stand management of spaced trees on upland pasture production, and to identify the most promising options in economic terms.

### 2. The Model

It was assumed that trees would be planted on permanent upland pastures or on open hill pastures which can be improved, have freely drained soils and are not more than moderately exposed by forestry standards. The species of tree considered was Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) since it has a fast potential growth rate producing good quality timber. It was assumed for the purpose of the study that the only impact of

spaced trees upon pasture production would be through their shading effect and that stocking rates of sheep would be reduced year by year as shading increased.

A tree growth model which calculates, year by year, bole and canopy dimensions was incorporated with a shading model (Satterlund, 1983) to determine the amount and density of shade throughout the growing season. The effect of shading on net photosynthesis as a consequence of the spaced trees was thus calculated, and a simple assumption, that the output from a sheep flock grazing under those trees would be similarly reduced, led to an economic output which could be calculated, year by year, as the trees grew. Output of timber was calculated also and allowance made for a premium gained for timber of high quality if a pruning regime was used. Pruning also allows more light to be transmitted to ground level and thus increases pasture production.

The cash flows from the various options are different in time and in amount, and therefore a discounting procedure, taking account of both agricultural and timber production and leading to a comparable value in present day terms - the Net Present Value (NPV), was applied. Thus the economic performance over the whole production cycle for the various tree planting and management regimes could be ranked.

## 2.1 Results

Forestry is disfavoured by the use of high discount rates because of the delayed returns, and at 7% it cannot compete either with upland sheep on sown grassland, or with hill sheep on good quality indigenous *Agrostis-Festuca* grassland (Table 1). However at discount rates of 3% and 5% forestry lies midway between these two agricultural options.

**Table 1**  
**Total net present value (£/ha) for a range of discount rates**

Stocking density	Project length (years)	Discount rate (%)		
		3	5	7
All forestry	45	3338	1129	126
All upland agriculture 10 ewes/ha	45	5840	4234	3241
All hill agriculture 2.5 ewes/ha	45	766	555	425

When wood and upland sheep production are combined on the same land the combined revenues at a 5% discount rate equal or exceed those for either forestry or agriculture alone. The agricultural revenues are reduced, the pattern of reduction is shown in Figure 1 as a consequence of shading.

Shading is reduced significantly if trees are pruned. Figure 2 shows the patterns of reduction in agricultural production when the lowest four whorls of branches are removed in years 11, 15 and 19. Canopy closure is delayed by 15 years at 200 stems per ha and is prevented, within a 60 year cycle, at 100 stems per ha. In addition to benefitting agricultural production, pruning improves timber quality by reducing the knotty core to a 10 cm diameter for a 6 m length; volume production of timber is not significantly affected, as shown in Figure 3.

Table 2 shows values of NPV for pruning and non-pruning regimes and includes the assumption that quality, pruned timber will attract a 25% premium.

**Table 2**

**Net present value (£/ha) for upland sheep grazing beneath wide-spaced conifers (5% discount rate, 45 year project length)**

	Trees/ha	No pruning		Pruning (+25%)	
		Protection	No Protection	Protection	No Protection
400	(Forestry	910	1310	930	1330
	(Agric.	2916	2236	3304	2625
	(Total	3826	3583	4234	3955
100	(Forestry	376	478	357	457
	(Agric.	3856	3174	4005	3324
	(Total	4232	3652	4362	3781

By protecting trees individually during the first years of their establishment in existing pastures, it would be possible to stock sheep on the area from the first year rather than delaying grazing for four or five years when the leaders of the trees would be above grazing or browsing height. Such a procedure would obviously minimise disruption to an existing sheep production system. Table 2 shows the NPV's for protected and unprotected options; it is assumed that there is no agricultural return for the first four years in the unprotected options.

The 400 stems/ha options are less favourable than the 100 stems/ha options and by extrapolation greater tree stocking densities would be unattractive (Table 2).

Removing trees to prolong the period before canopy closure at higher tree densities (Table 3) increases agricultural revenues but decreases forestry revenues, and the net result is a slight decrease in total revenue. Thus under agroforestry the farmer would have the flexibility of felling trees to take advantage of high timber prices or to provide capital, without greatly reducing the return from the land.

## 2.2 Conclusions

This preliminary desk study suggests that agroforestry is worth exploring as a potential land use in the uplands of the UK. The study was based on data derived from a variety of sources, much of it from research not directly related to agroforestry. Much better data which directly apply to the British uplands are now required.

**Table 3**

**Net present value (£/ha) at 5% for thin and non-thin regimes on a 45 year project length with upland sheep. The initial spacing is 400 trees/ha, the trees are individually protected, pruned and a 25% premium applied.**

	Non-thin	Thin
Forestry	930	739
Agriculture	3304	3387
Total	4234	4126

\*50% of the trees are removed at canopy closure (year 32).

## 3. **Field Experiment**

The biology which underlies systems of agroforestry is complex and dynamic (Figure 4). There are interactions between trees and grass both below and above ground level and some of the biological components, especially those below ground, will only be fully understood with the aid of measurements made as seedling trees are established and grow in grazed pastures. However, it is possible by respacing existing, commercial stands of trees, to represent established and well grown agroforest tree canopies under

which above-ground effects on herbage production can be measured directly without the need to wait many years for the canopies to develop.

### 3.1 Experimental design

For various reasons a Sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bang.) (Carr)) site has been used for the experiment. Sitka is a species unlikely to be used in agroforestry systems because it cannot produce timber of a sufficient quality, however a great deal of information is already available on growth rates and rates of canopy development and it has a typical conifer growth form.

Trees at three heights (2.5m, 5.1m and 7.8m - Low, Intermediate and Tall) have been respaced, by thinning and removal of felled trees, to three spacings (4m, 6m and 8m - Narrow, Medium and Wide). The three spacings result in densities of 625, 278 and 156 trees/ha respectively. In addition 'Open' sites with no trees have been created as control plots. The trees at the Tall site are large enough to have had the lowest four whorls of branches removed by pruning.

It is recognised that there will exist beneath an agroforestry canopy a wide range of microclimate variation which will influence pasture growth. This variation will depend, amongst other things, upon the distance of the point of measurement from surrounding trees. In order to sample this variation a stratified sampling technique has been used so that nine sample points are measured on a 3 x 3 grid within each canopy (Figure 5). It has not been possible to find the three heights of tree at a number of different sites in order to properly replicate the treatments. Each tree height is found at one site only so site and height are confounded. However, each treatment has been repeated three times within the height x spacing area. The full design is therefore:

3 hts x 3 spacings x 9 strats x 3 repeats	=	243	sample points
2 controls x 9 strats	=	18	sample points
Total	=	267	sample points

Because of the range of tree canopies has been created by respacing existing, commercially spaced trees, it has not been possible to establish swards on the ground below them. In addition the sites are on soils of different type. Each sample point is, therefore, a sward box filled with a common soil, sown with Perennial Ryegrass and sunk to ground level. Each box has been placed randomly within its stratified location. The use of sward boxes removes competition between grass and trees for soil water and nutrients. This experiment is limited to measuring the growth of herbage as influenced by modifications to the microclimate caused by the existence of trees.

### 3.2 Measurements

In addition to regular harvests being cut from the sward boxes throughout the growing season, some micrometeorological data are also being collected. Limited amounts of equipment have meant that only part of the experiment can be monitored in detail. The Intermediate tree height treatment has been chosen for detailed study (36 boxes covering the three spacings). Nine stratified locations have been set up with sensors to measure soil temperature (100mm), grass temperature, soil moisture and solar radiation. In addition a simple, filter funnel rain gauge has been sited beside each of these boxes. A similar set-up on nine boxes (one repeat) of the Tall/Narrow plot has also been established. The Open locations are also monitored and a standard met station has been set up at one of the Open plots.

#### 4. Results

The experiment was established during 1986 and consequently there is not a full set of results. In particular several problems arose with the micro met data logging but these have all been resolved for the start of the first full recording year in 1987. The results reported here are therefore provisional.

Table 4 shows mean herbage growth data for three harvests covering the period from mid-July to early October, it took until mid-July to install all of the sward boxes. There are trends in all harvests showing an increase in herbage growth with an increase in spacing through to the Open (control) plot. This is confirmed in the mean growth rates shown in Table 5(a). Trends with tree height are not so obvious, the two later harvests (Table 1) and the mean harvest data (Table 5(b)) show an apparent depression of herbage growth at the intermediate (5.1m) tree height spacing. Sward boxes harvested at the first date may not have responded fully to the effects of the tree canopies.

**Table 4**

**Mean herbage growth rates (kg/ha/day) with standard errors for tree height x spacing plots. Data are for 3 harvests (15 July-6 August, 6 August-27 August, 27 August-1 October). Means are for 3 repeats x 9 stratified sampling locations.**

Tree Ht	Harvest 1 spacing				Harvest 2 spacing				Harvest 3 spacing			
	4m	6m	8m	all	4m	6m	8m	all	4m	6m	8m	all
2.8	25.8 1.58	30.1 2.03	34.0 1.67	30.0 1.08	21.5 1.40	24.9 1.39	26.5 1.59	24.3 0.86	13.2 1.16	12.2 1.06	16.9 1.51	14.1 0.75
5.1	20.7 1.14	24.7 1.58	20.6 1.26	22.0 0.79	14.9 0.97	23.0 0.86	24.4 0.85	20.8 0.69	5.3 0.51	10.9 0.65	12.5 1.18	9.6 0.59
7.8	23.3 0.84	14.4 0.56	25.0 1.82	20.9 0.86	16.8 0.67	20.7 0.66	31.5 1.31	23.0 0.88	11.3 0.56	13.1 0.93	17.9 1.02	14.1 0.58
All	23.3 0.74	23.1 1.13	26.6 1.11	24.3 0.59	17.7 0.68	22.9 0.61	27.5 0.80	22.7 0.48	10.0 0.59	12.1 0.52	15.8 0.76	12.6 0.39
Open	36.6 3.06				29.3 1.93				15.7 3.51			

**Table 5**

**Mean herbage growth rates (kg/ha/day) with standard errors**

(a)	Means of tree spacing treatments over 3 harvests			
	4m	6m	8m	Open
	17.0 0.52	19.3 0.57	23.3 0.62	27.2 2.09
(b)	Means of tree height treatments over 3 harvests			
	Open	2.7m	5.1m	7.8m
	27.2 2.09	22.8 0.67	17.5 0.54	19.3 0.51

It can be argued, in the absence of supporting micromet data, that the trend of herbage growth with tree spacing indicates that the amount of light transmitted through the tree canopy may be the most important limiting factor during these harvests. Herbage growth

data when related to tree height may support this theory since the Tall trees (7.8m) have been pruned and their canopy structure (Figure 6) should allow more light to reach the sward than the Intermediate (5.1m) trees.

There is some evidence underlying these general trends which indicates that some of the plots may be providing shelter to the growing swards while minimising light effects in late season. For example, in Table 4 it can be seen that for the two later harvests the Tall/Wide (7.8 m, 8m) plot has a higher growth rate than the Open (control) plot. This might indicate some advantage in extension of the growing season for agroforestry pastures. There is additional supporting evidence from the Tall (7.8m) tree plots which were harvested for a large part of the 1986 growing season. Table 6 shows the proportion of Open (control) herbage growth achieved by the three spacings at this tree height in early spring. The indication here is that the Narrow (4m) spacing buffered temperatures above some threshold which allowed the understorey swards to commence growth early. At the wider spacings, for this period, the threshold temperature was not exceeded and light constrained growth.

**Table 6**

**Proportion of herbage growth (with SE) compared with control in early spring - Tall tree plots only**

4m	6m	8m
1.15	0.59	0.78
0.040	0.035	0.033

There is also some circumstantial evidence that the presence of trees might alleviate potential drought problems. Table 7 shows the proportion of Open (control) growth achieved during a hot, dry spell in 1986, again for the Tall (7.8m) plots only. Here, while there is an indication that light was limiting (growth at all three spacings was less than control growth) there is an indication that the Narrow spacing (4m) may have buffered temperature and therefore evapotranspiration allowing a higher herbage growth rate.

**Table 7**

**Proportion of herbage growth (with SE) compared with control in mid summer - Tall tree plots only**

4m	6m	8m
0.80	0.69	0.69
0.029	0.031	0.048

These speculative comments may be confirmed during 1987 when the full micro-met monitoring system will be in operation. There is some preliminary evidence, from late in the year when the micro-met system was up and running that temperature buffering was taking place. Table 8 shows the range of temperatures measured, over weekly periods, at the Open (control) plot in comparison with the Tall/Narrow plot. It can be seen that the maximum temperatures are generally lower and the minimum temperatures are generally higher in the agroforestry plot.

**Table 8**

**Weekly maximum and minimum grass temperatures during October and November - Tall/Narrow plot only**

	Open		Tall/Narrow	
	max	min	max	min
3/10- 9/10	26.0	3.1	20.8	7.0
9/10-16/10	17.1	0.0	15.3	3.1
16/10-23/10	13.5	0.0	13.5	3.1
23/10-30/10	14.1	1.8	13.8	1.8
30/10- 6/11	11.0	-3.1	11.8	-2.8

It is intended to extend the range of micro-met data to be collected during 1987 to cover more of the spacing/height plots. It is also intended to set up a comprehensive matrix of simple rain gauges and max/min thermometers throughout one of the plots to test their value as sensors in agroforestry experiments and to measure, if possible, the magnitude of the edge effect created by respacing existing trees to agroforestry densities.

**Reference**

Satterlund, D.R. (1983). Forest shadows: how much shelter in a shelterwood. Forest Ecology and Management, 5, 27-37.

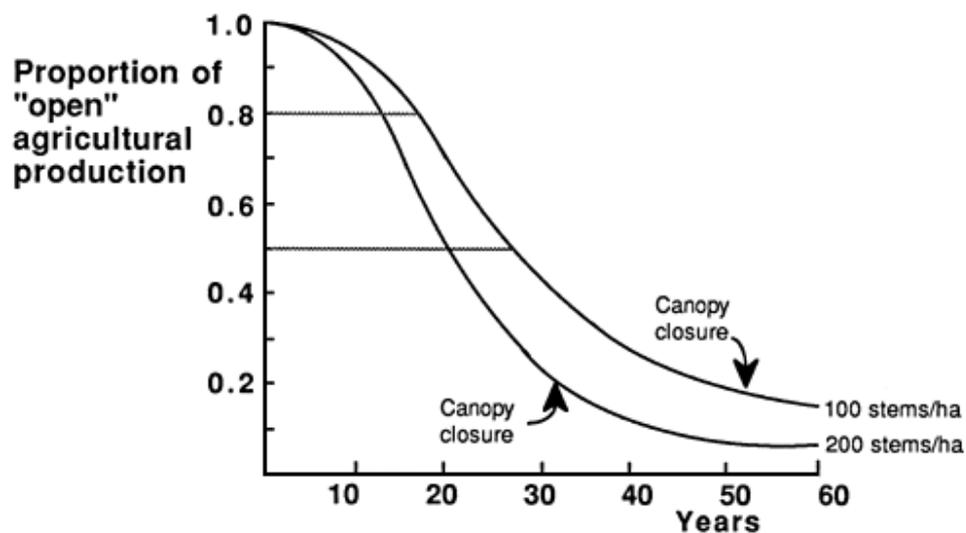


FIG.1 Patterns of reduction with time in agricultural production at 100 and 200 stems per hectare

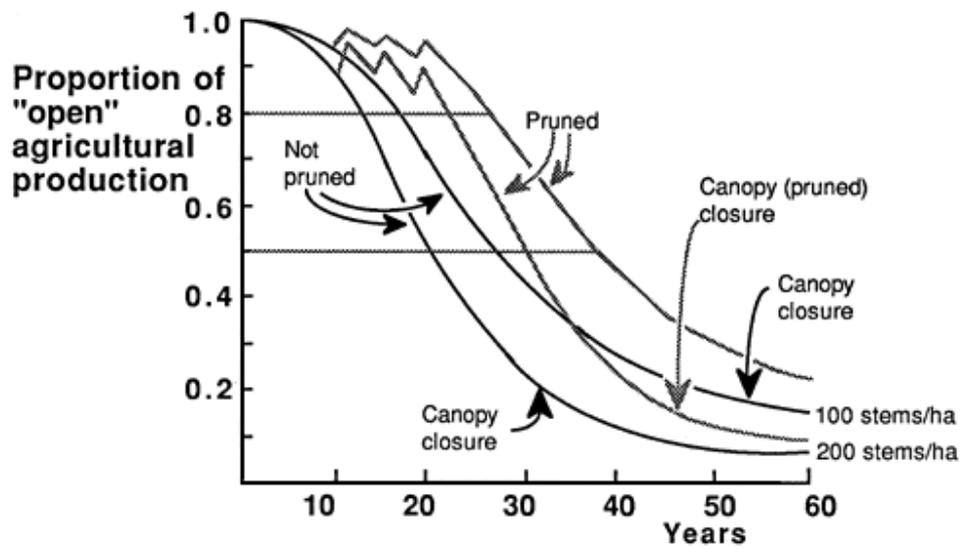


FIG. 2 Patterns of reduction with time in agricultural production at 100 and 200 stems per hectare, with and without pruning

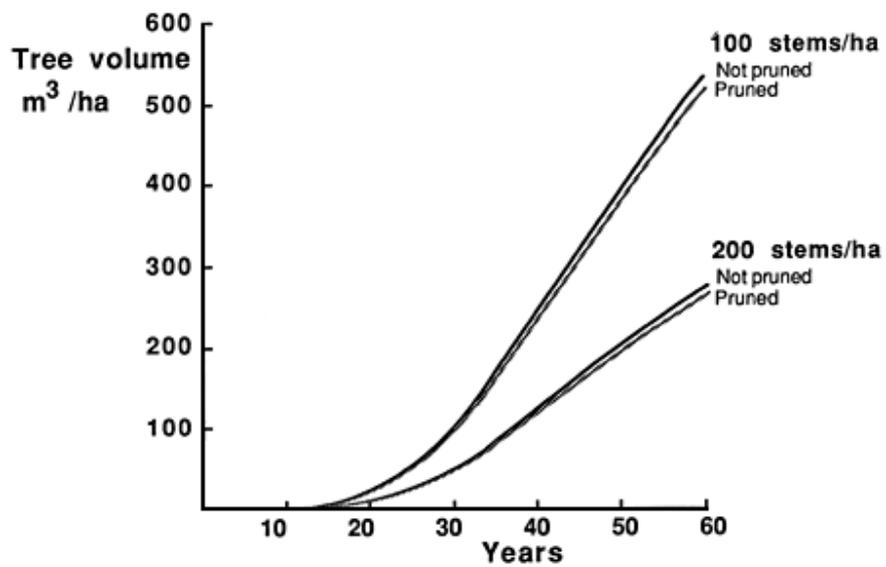


FIG. 3 Pattern of increase in timber volume with time at 100 and 200 stems/ha with and without pruning

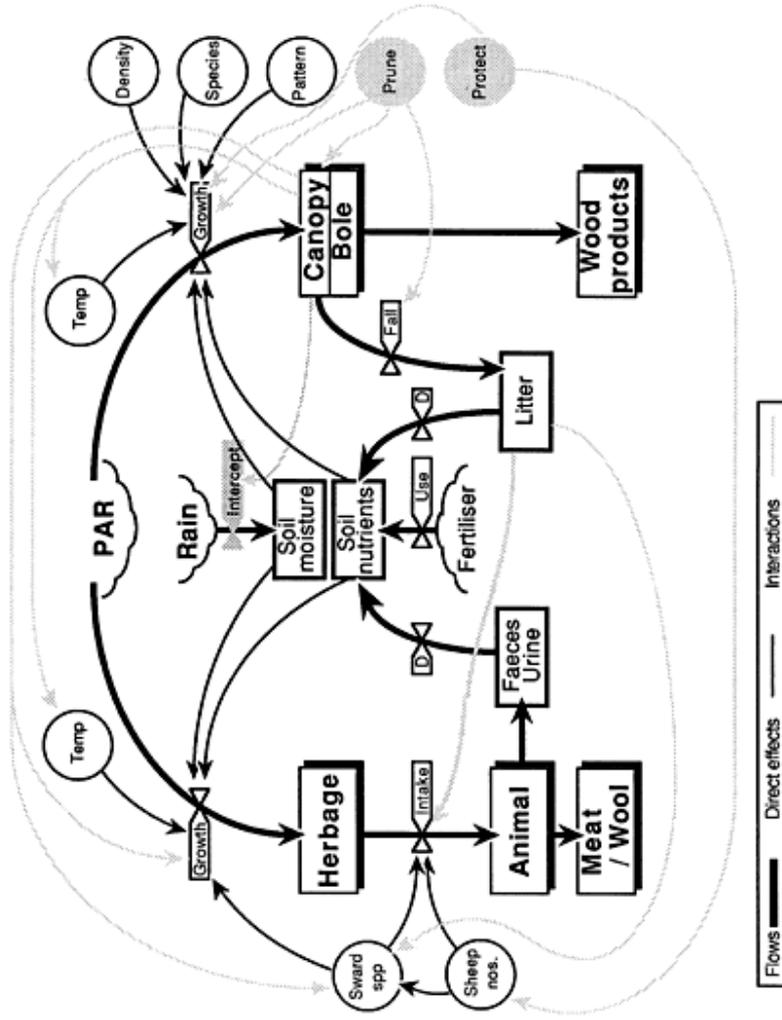


FIG. 4 A schematic model of agroforestry

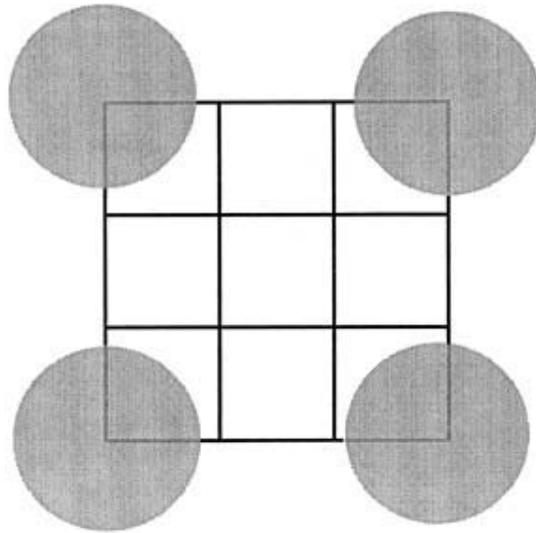


FIG. 5 Plan showing 3 x 3 stratification of sampling in area below spaced trees

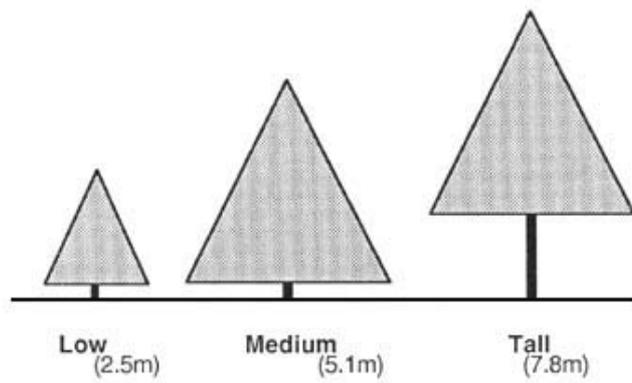


FIG. 6 Schematic representation of canopy sizes of tree height treatments