

ACQUIS ACTUELS, PASTORAUX ET ZOOTECHNIQUES, SUR LE PATURAGE EN FORET

RELATIONS HERBE-ARBRE : ETAT DES CONNAISSANCES

M. ETIENNE
D. HUBERT

INTRODUCTION

Dans les espaces pâturés plus ou moins boisés de la région méditerranéenne (au sens large) ou de moyenne altitude, on observe que le tapis herbacé se comporte de façon différente sous les arbres et en dehors des arbres. Ces différences peuvent se traduire par une complémentarité des ressources vis-à-vis des animaux qui utilisent ces espaces.

Les études floristiques qui ont été faites sur ces systèmes mettent toutes en évidence (quelle que soit la méthode utilisée) trois anneaux de zonation : un anneau très influencé par l'arbre, l'anneau frontière et la zone peu ou pas influencée par l'arbre.

Ces observations amènent à rechercher l'origine de ces différences dans la combinaison de divers facteurs : interactions entre espèces végétales, sol, climat, utilisation par les animaux...

Le fait de limiter cette étude (essentiellement bibliographique) à la région méditerranéenne est justifié par le climat et les sols.

I - LA VEGETATION : SA VARIABILITE SOUS LE COUVERT ET HORS DU COUVERT

Le premier travail méthodologique sur ce thème est celui de GONZALEZ-BERNALDEZ et al. (1969) dans la forêt du Pardo près de Madrid. La végétation est étudiée dans cinq quadrats subdivisés en 16 carrés. Ce dispositif est placé le long de 4 rayons partant du tronc de l'arbre et orientés selon les quatre points cardinaux. Ce travail met en évidence des types de végétation différents sous l'arbre et en dehors ; il établit aussi des relations entre ces types de végétation et certaines variables écologiques.

Dans une "dehesa" (1) de la province de Salamanque, ALONSO et al. (1979) mettent en évidence trois types de végétation dans des communautés de chênes à feuillage persistant ou caduc (*Quercus rotundifolia* : chêne vert et *Quercus pyrenaica* : chêne tauzin). Ils distinguent la zone découverte, la zone de projection de l'arbre et l'anneau qui fait la transition entre ces deux zones.

L'hétérogénéité de la végétation de milieu oligotrophe (sols insuffisamment pourvus en éléments nutritifs) qui caractérise la zone découverte est gommée par l'influence de l'arbre sous lequel on trouve une végétation comparable à celle des situations eutrophes (sols bien pourvus en éléments nutritifs). Ce phénomène est clairement marqué et se reproduit sous le couvert de divers types de chênes.

Ces conclusions rejoignent les observations effectuées sur le Causse Méjean (OVALLE, 1981 ; HUBERT et al., 1982). La méthode d'inventaire développée fait appel à des transects passant par le tronc, comme précédemment, mais les inventaires floristiques ont été faits avec la méthode des segments (GODRON,

(1) dehesa : "terre à pâturage, couverte d'une chênaie claire, à chêne vert et/ou chêne liège, à vocation sylvo-pastorale pluriséculaire, créée par l'homme" (VACHER, 1984). Cette formation très fréquente dans la péninsule ibérique, porte le nom de "montado" au Portugal.

1966). Ceci permet de mettre en évidence des différences de richesse floristique par unité d'échantillonnage : moins d'espèces sous la couronne de l'arbre et plus d'espèces en dehors de son influence. Cette étude faite dans une parcelle fertilisée semble extrapolable pour ses premiers résultats à des situations non fertilisées, en prenant quelques précautions en ce qui concerne l'utilisation de la végétation par les animaux, en particulier.

Pour les différences floristiques, sous chêne blanc (feuillage caduque) on retrouve, en accord avec ALONSO et al., un cortège floristique eutrophe de situation fraîche sous les arbres, en opposition avec le cortège des pelouses sèches en stations oligotrophes de l'extérieur de l'arbre. Avec ou sans fertilisation, on observe des cortèges floristiques différents avec *Poa pratensis* (pâturin des prés), *Achillea millefolium* (achillée millefeuille) et *Festuca rubra* (fétuque rouge) dans la partie fertilisée, alors que sans fertilisation c'est le cortège dominé par *Brachypodium pinnatum* que l'on rencontre, traduisant des conditions hydriques semblables (HUBERT, 1968).

De même en Corse, sur des maquis broyés et fertilisés sous chêne vert, on observe *Trifolium repens* et *Lolium perenne* sous l'arbre alors qu'à l'extérieur dominant *Dactylis glomerata* et *Trifolium subterraneum* (ETIENNE, 1977).

En revanche, sous les pins (*Pinus silvestris*) les situations fertilisées et non fertilisées ne sont pas comparables en raison d'une accumulation de litière dans les milieux sans fertilisation, litière qui est minéralisée grâce à un "recyclage" plus important de l'azote, dû en particulier à la fertilisation azotée. De plus, on observe une concentration de fèces sous les arbres qui servent d'abris aux animaux, ce qui contribue à une amélioration supplémentaire du milieu (LAMBERT et SENN, 1984).

Ces conditions écologiques nouvelles permettent sur le Causse, l'implantation, le maintien et une bonne production de *Trifolium repens* qui trouve là des conditions qui lui conviennent.

En Espagne, en Andalousie, dans les dehesas de la Sierra Norte, des travaux récents de VACHER (1984) montrent l'influence positive des arbres (chêne vert et chêne liège) sur les graminées pérennes (dactyle, ray-grass anglais, avoine élevée). Cet effet bénéfique serait dû à l'effet synergique d'une amélioration des conditions hydriques et trophiques de la station et d'une compétitivité des espèces pérennes supérieure à celle des annuelles dans les zones d'ombre.

En conclusion, la couverture arborée d'un pâturage entraîne une amélioration de la végétation pastorale. Ce phénomène est lié au glissement de l'oligotrophie vers une mésotrophie jusqu'à une eutrophie du milieu en relation avec une amélioration des conditions microclimatiques et microédaphiques du sous-système "couvert arborescent".

II - RECHERCHES SUR LES FACTEURS EXPLICATIFS : UNE APPROCHE SYSTEMIQUE

1. LE SYSTEME SOL

Quelques auteurs ont vérifié les hypothèses précédentes de la modification du niveau trophique du sol.

L'influence de l'arbre sur le sol intervient de plusieurs façons :

- par le recyclage de matière organique, d'éléments fertilisants ;
- par la modification des conditions hydriques, phénomènes qui sont amplifiés par des restitutions animales souvent plus importantes sous les arbres (à condition de ne pas avoir d'excès : reposoirs).

GONZALEZ-BERNALDEZ et al. (1969) montrent une augmentation du taux d'azote dans le sol quand on passe de la zone non influencée à la zone influencée par l'arbre ; il en est de même pour la capacité d'échange ; le pH se rapproche également de la neutralité. Cet auteur souligne que l'influence de l'arbre permet de diminuer l'oligotrophie du sol.

A notre connaissance, le travail publié le plus complet sur les caractéristiques du sol est celui de ALONSO et al. (1979), dans la région de Salamanque, sous un climat semi-aride. Ces auteurs mettent en évidence une proportion plus importante d'éléments fins sous les arbres en raison d'une moindre érosion. Ce phénomène est confirmé par MONTOYA (1980) et SAN MIGUEL et al. (1983). Ils montrent également, dans ces sols acides, une augmentation de la quantité de matière organique, d'azote et de calcium sous les arbres. Le taux de matière organique plus élevé est expliqué par une diminution de la vitesse de dégradation liée à des températures moins élevées en été sous les arbres. Ils notent également que la dégradation de la matière organique est plus rapide sous les arbres, en raison de la composition chimique des feuilles, de leur dispersion par le vent et de l'interception moins importante du rayonnement solaire.

On retrouve cette amélioration du niveau trophique du sol sous d'autres espèces de chênes méditerranéens (PARKER et al., 1981 ; MONTOYA, 1980 ; OVALLE, 1981 ; SAN MIGUEL et al., 1983 ; VACHER, 1984) ou sous *Acacia caven* (CORNEJO et GANDARA, 1980 ; OVALLE et al., 1984). SAN MIGUEL et al. (1983) ont mesuré les apports annuels de feuilles de *Quercus faginea* à la litière selon différents niveaux de recouvrement.

La perméabilité du sol augmente sous le couvert de l'arbre ; il en est de même pour la capacité de rétention en eau, caractère lié aux taux de matière organique et d'éléments fins dans le sol. L'amélioration de la perméabilité du sol serait liée à une quantité supérieure de racines sous les arbres et serait plus favorable aux graminées, ce qui concorde avec les observations de VACHER sur les graminées pérennes, plus abondantes sous les arbres. On peut également supposer une corrélation entre cette meilleure porosité et un meilleur développement de la faune du sol. ALONSO et al. indiquent enfin que les effets du chênevert sont un peu meilleurs que ceux du chêne tauzin dans les conditions de sol et de climat de leur étude.

L'arbre joue donc un double rôle pour l'amélioration des conditions édaphiques ; il a un rôle de remontée des éléments nutritifs du sol profond et de production de matière organique améliorant les premiers horizons du sol ; mais aussi un rôle de protection en limitant le rayonnement et l'érosion. Son action bénéfique se manifeste dans la modération des excès climatiques.

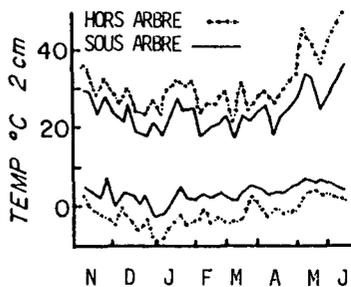
2. LE SYSTEME CLIMAT

En ce qui concerne les modifications microclimatiques dues à l'arbre, les données sont plus rares et quelquefois contradictoires, essentiellement en raison du type de peuplement arboré, du climat régional et des difficultés pour mettre en oeuvre des mesures appropriées aux problèmes à étudier.

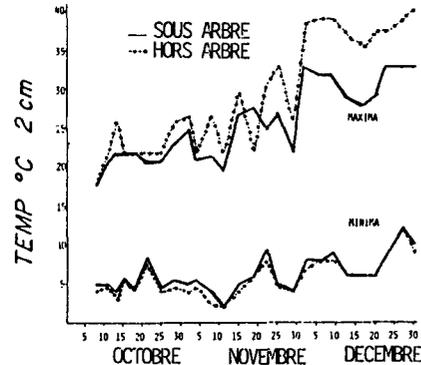
Un certain nombre d'études portent sur l'effet de l'arbre sur l'interception des précipitations. Bien qu'elles ne proposent aucun élément de comparaison avec une végétation découverte, elles font apparaître une concentration des pluies au bord de la frondaison et au niveau du tronc (RAPP et al., 1968 ; MONTOYA, 1930) et un taux important d'interception de la quantité d'eau tombée (RAPP et al., 1968 ; CALABUIG et al., 1978). Ceci permet d'éviter les phénomènes de battance et apporte un supplément non négligeable d'éléments minéraux au sol par pluvio-lessivage du feuillage (RAPP, 1969 ; PARKER et al., 1981). Il est également signalé une importante condensation des brouillards et des rosées (CALABUIG et al., 1978 ; MONTOYA, 1980).

Tous les avis des auteurs concordent pour souligner la réduction de la vitesse du vent en zone boisée et sa relation directe avec la densité du couvert. En ce qui concerne les températures, les résultats obtenus en Espagne, en Californie et au Chili (figure 1) prouvent tous le rôle modérateur de l'arbre sur l'amplitude thermique journalière et sur la température du sol (CORNEJO et GANDARA, 1980 ; MONTOYA, 1980 ; PARKER et al., 1981 ; OVALLE, 1984). Toutefois, MONTOYA (1980) et OVALLE (1984) signalent un effet de réchauffement de l'air dans les peuplements arborés denses en plein été dû à un arrêt de la transpiration.

Figure 1 - Effet de l'arbre sur les températures maximales et minimales de l'air



(d'après PARKER, 1981)



(d'après OVALLE, 1984)

Dans les pelouses sous couvert d'Acacia caven au Chili, CORNEJO et GANDARA (1980) puis OVALLE (1984) ont également mesuré une augmentation de l'humidité relative de l'air et une diminution de l'évapotranspiration au niveau de la strate herbacée.

Peu de données sont disponibles sur l'éclairement. PUERTO et al. (1978) observent une relation avec la taille de la frondaison et l'orientation, alors que GONZALEZ-BERNALDEZ et al. (1969) et MONTOYA (1980) signalent un excès d'ombre près du tronc.

Les résultats contradictoires obtenus dans la forêt des Landes, tant pour l'éclairement que pour la température et l'humidité relative de l'air (LEMOINE et al., 1983), sont probablement dûs à l'absence d'effet synergique arbre-herbe sous un climat à forte influence océanique. Dans cette région humide, l'éclairement est le facteur le plus souvent limitant de la production herbacée ; en revanche, en années sèches, l'eau peut devenir le facteur limitant et, dans ces conditions particulières, c'est avec 50 % d'éclairement que l'on a les rendements les plus élevés de la strate herbacée.

Ceci nous confirme que les effets les plus bénéfiques de l'arbre sur la strate herbacée doivent être attendus dans les zones à contrastes climatiques importants (périodes sèches marquées, écarts thermiques prononcés).

Il faut enfin souligner, à la lumière des expériences que nous sommes en train de mettre en place sur les Causses en particulier, les difficultés techniques rencontrées pour effectuer des mesures pertinentes pour caractériser les microclimats dans lesquels vivent les plantes afin de pouvoir relier des paramètres climatiques aux mesures sur la végétation.

III - LES PRODUCTIONS DU SYSTEME HERBE/ARBRE

Les espaces sylvo-pastoraux méditerranéens correspondent dans leur majorité à des exploitations agricoles orientées essentiellement vers l'élevage extensif d'ovins, de bovins ou de porcins. Cependant, dans les "dehesas" d'Espagne et du Portugal ou dans les "espinales" du Chili, le sol est périodiquement retourné soit pour lutter contre l'embroussaillage, soit pour cultiver des céréales.

Nous ne parlerons ici que des produits strictement liés au système arbre + herbe, c'est-à-dire bois, écorce, feuilles, glands et herbe.

Peu de données sont disponibles sur la quantité de bois récoltée ou transformée en charbon de bois à l'occasion des tailles périodiques (tous les 3 à 5 ans) effectuées dans les "dehesas" de chêne vert ou de chêne liège. On peut seulement citer le produit des éclaircies effectuées sur des taillis, qui représente 1,5 m³/ha/an dans le cas de *Quercus faginea* et 1,7 m³/ha/an dans le cas d'*Acacia caven* (SAN MIGUEL et al., 1983 ; CORNEJO et al., 1980).

L'écorce ne correspond vraiment à un produit important que pour le chêne liège où, dans des peuplements à 300-400 arbres/ha, on obtient des rendements de 300 à 700 kg de liège/ha/an avec une récolte tous les 9-11 ans (FERNANDEZ, 1979 ; MONTOYA, 1980). Citons pour mémoire la production de tanins à partir de l'écorce de chêne vert : 50 kg d'écorce/ha/an à 20 % de tanins (FERNANDEZ, 1979).

En ce qui concerne la feuillée, l'apport essentiel, dans le cas des dehesas, se fait au moment de la taille et représente 200 à 250 kg M.S./ha (VACHER, 1984). Dans le cas de taillis plus ou moins éclaircis, la production des rejets ou des strates basses des arbres atteint 700 kg M.S./ha/an pour *Quercus cerris* (TALAMUCCI et al., 1984), 450 kg pour *Quercus ilex* (ETIENNE et al., 1985) et 200 kg pour *Quercus faginea* (SAN MIGUEL et al., 1983).

La production fruitière est particulièrement intéressante dans les chênaies et les châtaigneraies, bien qu'elle présente une forte variation interannuelle. Il faut compter sur une glandée abondante tous les 3 ans en climat chaud et sec et tous les 7-8 ans en climat froid. La production se manifeste au bout de 12 ans sur taillis et de 20 ans sur perchis. Elle apporte entre 400 et 1 000 kg/ha (DE MUSLERA et al., 1980 ; DE ZULUETA et al., 1982 ; FERNANDEZ, 1979) à une période de l'année où les ressources fourragères sont plutôt limitées. De plus, le gland constitue un aliment de bonne valeur nutritive (BOZA et al., 1966 ; JUILLET, 1980), bien que l'on observe une forte variation de son "pouvoir d'engraissement" selon les espèces de chêne (RUPEREZ, 1957).

Pour les châtaigneraies, la production commence au bout de 4 à 5 ans avec 1 t/ha puis se stabilise autour de 1,5 à 1,7 t/ha au bout de 10 ans (données du Comité National Interprofessionnel de la Châtaigne et du Marron).

La strate herbacée reste toutefois le principal apport fourrager, mais ses rendements sont très liés au climat régional, à la fertilité des sols et à l'espace arboré qui la couvre comme le prouvent les données disponibles en France comparées à celles de la bibliographie (tableau 1).

Tableau 1 - Production annuelle de la strate herbacée de quelques systèmes herbe-arbre sous climat méditerranéen

ESPECE ARBOREE	% COUVERT ARBORE	ETAGE CLIMATIQUE (selon Emberger)	FERTILITE	ESPECE HERBACEE DOMINANTE	t MS/ha/an
Acacia caven	80%	Subhumide tempéré	Moyenne	Lolium rigidum	4
Quercus agrifolia	20%	Subhumide tempéré (?)		Bromus diandrus Avena fatua	4,5
Quercus cerris	70%	Subhumide froid (?)			0,4
Quercus ilex	15%	Subhumide frais	Bonne	Brachypodium ramosum Dactylis glomerata	3,5
	70%	Subhumide frais	Faible	Brachyp. ramosum Bromus erectus	0,4
Quercus pubescens	70%	Subhumide froid	Faible	Brachyp. pinnatum	0,8
	40%	Subhumide froid	Bonne	Bromus erectus	4
Quercus rotundifolia	30%	Subhumide tempéré	Faible	Composées + trèfles annuels	1
	30%	Subhumide tempéré	Moyenne	Bromus hordeaceus + Agrostis salmantica	2
	30%	Subhumide tempéré	Bonne	Lolium perenne + Phalaris tuberosa	3
Quercus suber	30%	Subhumide tempéré	Bonne	Lolium rigidum	1,2

IV - RECHERCHES EN COURS EN FRANCE

Contrairement à l'Espagne où les systèmes écologiques herbe-arbre existent et sont étudiés depuis longtemps (tableau 2), ces formations ne font que depuis peu l'objet de recherches en France. Les projets d'étude qui voient actuellement le jour portent tous sur la région méditerranéenne et plus particulièrement

rement sur le Languedoc et la Provence (tableau 3). Sur les Causses, dans le cadre d'un programme PIREN du CNRS (1), le Centre Emberger commence l'étude du microclimat dans un peuplement de chêne blanc (D. HUBERT, P. BOGLIO, M. THIAULT, J.P. HETIER) en comparaison avec un taillis de chêne vert dans la garrigue du Montpelliérais.

Tableau 2 - Etat des opérations de recherches existantes sur le système herbe-arbre en climat méditerranéen

PEUPELEMENT	REGION	PAYS	INTERVENTIONS	FLORE	SOL	CLIMAT	PR. VEG.	PR. ANI.	AUTEURS
Acacia caven	Talca	Chili	Aucune		+	+	+		CORNEJO, GANDARA OVALLE <i>et al.</i>
Pinus silvertris	Cauquenes	Chili	Eclaircies	+	+	+	+		
Quercus cerris	Büech	France	Am.pastorales					+	LAMBERT, SENN
Quercus agrifolia	Toscane	Italie	Aucune					+	TALAMUCCI <i>et al.</i>
Quercus faginea	Californie	USA	Aucune	+	+	+			PARKER <i>et al.</i>
	Salamanque	Espagne	Aucune						PUERTO, ALONSO <i>et al.</i>
"	Guadalajara	Espagne	Eclaircies		+	+	+		SAN MIGUEL, de ZULUETA
Quercus ilex	Languedoc	France	Aucune		+	+			RAPP, LOSSAINT
"	Languedoc	France	Eclaircies	+			+	+	ETIENNE <i>et al.</i>
"	Corse	France	Am.pastorales	+			+	+	ETIENNE
Quercus pubescens	Causses	France	Am.pastorales	+	+				OVALLE, HUBERT, JUILLET
"	Büech	France	Am.pastorales	+			+	+	LAMBERT, SENN
Quercus pyrenaica	Salamanque	Espagne	Aucune	+	+				PUERTO, ALONSO <i>et al.</i>
"	Guadalajara	Espagne	Eclaircies	+	+				SAN MIGUEL <i>et al.</i>
Quercus rotundifolia	Salamanque	Espagne	Aucune	+	+	+			ALONSO, PUERTO, GONZ-BERNALDEZ RICO, MONTALVO
	Andalousie	Espagne	Aucune	+	+				VACHER <i>et al.</i>
	Extremadure	Espagne	Aucune				+	+	DE MUSLERA, FERNANDEZ
Quercus suber	Andalousie	Espagne	Aucune	+	+				VACHER <i>et al.</i>
	Mamora	Maroc	Am.pastorales				+		
	Extremadure	Espagne	Aucune				+	+	DE MUSLERA, FERNANDEZ

Sur le Causse Méjean, le climat présente des contrastes permettant à l'arbre d'apporter un effet positif à la strate herbacée utilisée par un troupeau d'ovins. Sur le territoire de la ferme de la Viale une expérimentation d'amélioration des terrains de parcours, commencée en 1974, sert de cadre à cette étude. Le peuplement arboré est très hétérogène, à base de *Quercus pubescens* (chêne blanc) avec quelques *Pinus silvestris* (pin sylvestre).

Dans un premier temps le microclimat créé par les arbres pour la végétation herbacée doit être caractérisé dans trois situations contrastées :

(1) Centre National de la Recherche Scientifique

station I - en situation totalement découverte
 station II - sous le couvert d'une cèpée isolée
 station III - totalement sous un couvert arboré dense

Dans ces trois stations, choisies a priori pour mettre en évidence des différences microclimatiques en relation avec la végétation et le comportement du troupeau, les mesures suivantes seront effectuées à partir de Novembre 1985 sur un ou deux cycles annuels :

- la température et l'humidité relative de l'air à + 20 cm,
- la température de l'air à + 2 cm,
- la température de surface du sol,
- la température du sol à - 2 cm,
- la température du sol à - 5 cm,
- la vitesse du vent à + 20 cm,
- le rayonnement à + 20 cm,
- la mesure neutronique de l'humidité du sol dans l'horizon de 0 à 15 cm.

Tableau 3 - Etudes en cours de réalisation sur le système herbe-arbre en France méditerranéenne

PEUPLEMENT	REGION	INTERVENTIONS	FLOPE	SOL	CLIMAT	PROD. VEGET.	PROD. ANIMALE	ORGANISME
Castanea sativa	Cévennes	Am. pastorales éclaircies	+	+		+	+	Chambre rég. Ag. + ITOVIC CERPAM
	Maures	Am. pastorales	+			+	+	
Pinus nigra	Préalpes	Eclaircies	+	+	+	+	+	INRA+ADEO+ONF
Pinus maritima	Esterel	Petits feux	+	+		+	+	INRA + ONF
Quercus ilex	Basses garrig. Htes garrigues Ste Baume	Eclaircies	+			+	+	INRA + ONF IARE+CRPF+SIME INRA
		Débr.+éclaircies	+			+	+	
		Aucune	+	+		+	+	
Quercus pubescens	Préalpes	Am. pastorales éclaircies	+	+	+	+	+	INRA
	Préalpes	Aucune	+			+	+	CERPAM
	B. Provence	Petits feux	+	+		+	+	INRA
	Esterel	Débroussaillage	+			+	+	INRA
	B. Provence	Débroussaillage	+			+	+	CERPAM + INRA
	Causses	Am. pastorales éclaircies	+	+	+	+	+	CEPE/CNRS+PIREN
	Htes garrigues	Am. pastorales éclaircies	+	+	+	+	+	CEPE/CNRS+IARE
Quercus suber	Maures	Am. pastorales				+	+	CERPAM Soc. élevage
	Aspres, Albères	Débroussaillage	+			+		

Compte tenu des travaux antérieurs, on peut penser que le couvert arboré doit tempérer les excès climatiques dans les stations II et III : diminution des écarts thermiques (printemps et été), diminution de la vitesse du vent et augmentation de l'humidité relative de l'air en particulier au début de l'été.

Il est intéressant également de savoir si le rayonnement est un facteur limitant de la pousse de l'herbe, en particulier sous chêne vert. En effet, sous chêne blanc, le décalage entre la pousse des graminées au printemps et l'apparition des feuilles sur les arbres doit limiter un manque éventuel de lumière de la strate herbacée. De plus, le manque de lumière est atténué par le fait qu'à

moyenne altitude et à latitude relativement basse le rayonnement solaire est plus important qu'à une latitude plus grande ; ainsi de mars à octobre, le rayonnement global est de 1 342 kwh/m² à Montpellier, il est de 1 072 kwh/m² à Orléans et il n'est plus que de 969 kwh/m² à Reims.

L'existence de périodes clefs dans la phénologie du système complexe herbe-arbre nous a incité à faire des mesures seulement pendant ces périodes clefs : pendant l'hiver avant la chute des feuilles du chêne blanc, après la chute des feuilles à la fin de l'hiver (1) puis au printemps avant l'apparition des feuilles des chênes, pendant la période de croissance de l'herbe, puis après l'apparition des feuilles de chêne, pendant la fin de la période de croissance de l'herbe, puis en début d'été et enfin en automne, au moment de la seconde pousse de l'herbe. Les mesures climatiques seront accompagnées de mesures sur le tapis herbacé afin de rechercher les interactions qui peuvent exister (croissance, disponibilité en matière verte, consommation par le troupeau).

Dans un avenir proche, nous étudierons l'influence de la densité du peuplement arboré sur le microclimat et sur la production du tapis herbacé. A ce propos, il faut souligner la nécessité de caractériser le couvert arboré non seulement par la densité d'arbres et le recouvrement, mais également par le pourcentage de rayonnement intercepté par le couvert arboré.

En Provence, l'Unité d'Ecodéveloppement de l'INRA-SAD d'Avignon essaye de mettre au point, en collaboration avec la Station de Sylviculture méditerranéenne, différents modes de gestion sylvo-pastorale de l'espace. L'effort de recherche porte sur trois niveaux : le peuplement, le système technique et le système d'exploitation.

Pour le peuplement forestier, il s'agit, à partir soit de forêts naturelles soit de reboisements, de tester l'effet de différentes intensités d'éclaircies sur la croissance des arbres et du tapis herbacé.

Le tableau suivant résume les différentes éclaircies mises en place (en nombre de brins/ha) :

	Témoins	Eclaircie 1	Eclaircie 2
Pin noir (15 ans)	2 300	1 800	1 100
Pin noir (30 ans)	3 000	1 800	1 100
Chêne blanc (30 ans)	3 200	600	300
Chêne vert (35 ans)	3 500	2 500	900

Sur le plan technique, des essais de création de pare-feux arborés ont été réalisés selon différents modes d'intervention (culture, broyage, sursemis, fertilisation, forte charge instantanée). Ils visent à sélectionner le moyen le plus efficace pour mettre en place un système arbre/herbe entretenu par un troupeau avec un objectif conjoint de production, de limitation des risques d'incendie et d'amélioration du paysage.

(1) Le chêne blanc est un arbre à feuillage marcescent : les feuilles mortes sur l'arbre ne tombent qu'au printemps.

A l'échelle des systèmes d'exploitation, les recherches en cours menées en relation avec le CERPAM (1) portent sur le rôle actuel et potentiel de "l'espace forestier" dans les systèmes d'élevage. Il s'agit d'évaluer l'apport actuel des parcours arborés et de la forêt dans les systèmes d'élevage d'une vallée. Puis, à partir de propositions d'une gestion sylvo-pastorale de ces espaces, projeter l'effet de ces nouvelles modalités d'utilisation du territoire sur les différents types de systèmes d'exploitation présents dans la vallée.

Dans les Cévennes, l'ITOVIC (2) et la Chambre régionale d'Agriculture effectuent un suivi de parcelles de châtaigniers sur lesquelles sont testées différentes techniques d'intervention (fertilisation, semis, éclaircies).

A ces projets propres au territoire français, on peut ajouter des études faites en relations étroites avec nos équipes. Il faut citer le travail de l'INIA (Chili) dans la savane arborée à *Acacia caven*, où C. OVALLE caractérise également le microclimat des différents sites étudiés.

Enfin, à la suite du travail de VACHER dans la Sierra Norte de Séville, des études plus fines sont en cours (R. JOFFRE) pour apporter des réponses précises sur les relations qui existent entre les divers constituants de ce système écologique complexe. Ajoutons que dans le cas des dehesas, l'arbre est lui-même une ressource pastorale (glands, feuillage).

CONCLUSION

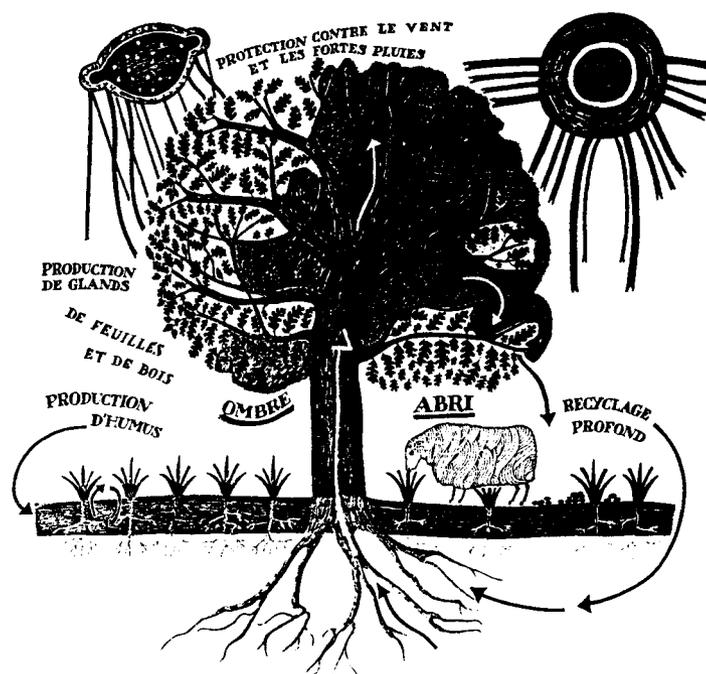
Les documents bibliographiques regroupés dans cette étude prouvent que sous les différents types de climats méditerranéens, un équilibre judicieux existe entre l'arbre, l'herbe et l'animal. La concurrence entre l'arbre et l'herbe joue assez peu pour les ressources du sol (excepté pour la réserve en eau dans le cas d'une sécheresse prolongée) étant donné que leurs racines explorent des niveaux différents, seule la disponibilité en lumière peut devenir un facteur limitant mais il existe alors une grande variété d'interventions sylvicoles qui permettent de compenser ce handicap (choix des espèces, éclaircies, tailles périodiques...).

L'arbre devrait donc jouer un rôle fondamental dans la production pastorale en région méditerranéenne par le biais des interactions qui s'y développent entre le climat, le sol, la végétation et les animaux (figure 2) :

- vis-à-vis du microclimat, l'arbre réduit la vitesse du vent, favorise une restitution plus lente des précipitations et maintient une humidité supérieure en puisant dans les réserves hydriques profondes du sol ce qui permet de prolonger la période de production d'herbe de bonne qualité ; il atténue également l'amplitude thermique journalière et favorise ainsi une repousse précoce en fin d'hiver ;
- vis-à-vis du sol, l'arbre limite les risques d'érosion tout en produisant, par un recyclage profond des éléments minéraux, une nette amélioration du niveau trophique des couches supérieures ;

(1) Centre d'Etudes et de Réalisations Pastorales Alpes-Méditerranée

(2) Institut Technique de l'élevage Ovin et Caprin

Figure 2 - Equilibre arbre-herbe-animal

EQUILIBRE ARBRE HERBE ANIMAL

- vis-à-vis des animaux, l'arbre fournit un abri contre les intempéries tout en constituant une réserve appréciable de fourrage dans les périodes difficiles par ses fruits ou son feuillage ;
- enfin socialement, en plus de son intérêt comme source de revenus complémentaires parfois substantiels (liège par exemple), on ne peut oublier que l'arbre est un des éléments majeurs du paysage, notion dont il est bien difficile de mesurer la valeur.

Toutefois, la mise en place d'aménagements sylvo-pastoraux en région méditerranéenne française est freinée par le manque de connaissances en matière de création et de gestion des forêts pâturées.

La création d'un système sylvo-pastoral pose de nombreux problèmes de sylviculture qui n'ont pas encore été abordés :

- si l'on part d'un terrain dégagé ou peu arboré, il faut rechercher des techniques de reboisement nouvelles alliant une faible perturbation du milieu et une faible densité de plantation à un choix d'espèces d'usage mixte ; ceci sous-tend une périodicité et des interventions sylvicoles originales ;
- si l'on part d'une forêt dense, il faut mettre au point de nouvelles modalités d'éclaircies qui amènent progressivement le peuplement considéré à un état d'équilibre entre les différentes strates. Ceci oblige à moduler le type d'intervention sylvicole, la période de traitement et l'intensité d'éclaircie en fonction des espèces forestières concernées, tout en prenant en compte la

valorisation des produits et l'évolution des risques d'incendie.

La gestion à moyen et à long terme de ce type de peuplement pluristratifié soulève également de nombreuses questions au niveau du renouvellement de la strate arborée, de la pérennité et de la stabilité de la strate herbacée, de l'adéquation entre les ressources végétales et le troupeau, etc.

Etant donnée l'importance de l'enjeu pour la forêt méditerranéenne française et pour la conservation des sols dans l'ensemble des zones d'élevage en forêt du bassin méditerranéen, il est urgent qu'écologues, forestiers, agronomes, zootechniciens et socio-économistes associent leurs efforts dans ce sens.

Michel ETIENNE
INRA - SAD Avignon

Daniel HUBERT
CEPE - CNRS Montpellier

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALONSO H., PUERTO A., GOMEZ J. (1979) a : "Variaciones de la intensidad de influencia del arbolado en la composición de comunidades de pastizal", Pastos, 9 (1), 34-36.
- ALONSO H., PUERTO A., CUADRADO S. (1979) b : "Efectos del arbolado sobre el suelo en diversas comunidades de pastizal", Anuario, 5, 263-277.
- BOZA J., FONOLLA J., VARELA G. (1966) : "Digestibilidad y valor nutritivo de la harina de bellota desecada y entera en ovidos", Pastos s-n, 116-128.
- CALABUIG E., GAGO M., GOMEZ J. (1978) : "Influencia de la encina en la distribución del agua de Lluvia", Anuario, 4, 143-159.
- CORNEFO E., GANDARA W. (1980) : Influencia de la estrata arbustiva en la productividad de la estrata herbácea de la estepa de Acacia caven, Tes. Ing. For., Univ. Chili, 91 p., Santiago.
- DE MUSLERA E., CRUZ E. (1980) : "Algunas consideraciones sobre la explotación de la dehesa extremeña, su problemática y posibles soluciones", Pastos, 10 (1), 71-86.
- DE ZULUETA J., MONTERO G. (1982) : "Posibilidad de mejora silvo-pascícola en montes bajos de Quejigo (*Quercus faginea*) : efecto de los aclareos en la producción de bellota", An. INIA ser. forest., 6, 75-87.
- ETIENNE M. (1977) : Bases phytoécologiques pour le développement des ressources pastorales en Corse, thèse USTL Montpellier, 210 p.
- ETIENNE M., LASSEUR J. (1985) : Fodder from trees and shrubs from a Quercus ilex copse, IVe réunion Herb. Médit. FAO, 5 p.
- FERNANDEZ A. (1979) : El arbolado de la dehesa, XIXe Réun. G.S.E.E.P., 15 p.
- GODRON M. (1966) : "Application de la théorie de l'information à l'étude de l'homogénéité et la structure de la végétation", Oecol. Plant., 3, 187-197.
- GONZALEZ-BERNALDEZ F., MOREY M., VELAZCO F. (1969) : "Efectos de la encina sobre el pasto", BoI. Real. Esp. Hist. Nat., 67, 265-284.

- HUBERT D. (1978) : Evolution du rôle de la végétation des parcours dans le bilan écologique et agro-économique des Causses, thèse USTL Montpellier, 240p.
- HUBERT D., OVALLE C., DAGET Ph. (1982) : "Influence du couvert des arbres sur la végétation d'une pelouse des Causses", Colloques phytosociologiques XI, 569-586.
- JUILLET P. (1980) : Etude agro-économique d'une possibilité d'amélioration des parcours des Causses. Exemple de la Ferme de la Viale (Causse Méjean), Mem. Fin Etudes CEPE Montpellier-ESITPA Le Vaudreuil, 102 p.+ annexes.
- LAMBERT B., SENN O. (1984) : 5 années d'expérimentation sur l'utilisation des parcours par les ovins dans les Préalpes sèches - Pays du Buech, A.D.E.O., 341 p.
- LEMOINE B. et al. (1983) : "Elevage en forêt dans les landes de Gascogne : 1. Le système végétal", Ann. Sc. Forest., 40 (1), 3-40.
- MAIGNAN F. (1978) : "Productivity of Lolium rigidum in a forest of oak trees (Quercus suber)", Proc. Ist. Int. Rgländ Congr. Denver, 239-2451.
- MONTOYA J.M. (1980) : Efectos del arbolado de las dehesas sobre los factores ecológicos que actúan al nivel del sotobosque, XXe Réun. Cient. S.E.E.P., 27 p.
- MONTOYA J.M. (1980) : Los Alcornocales, Min. Agricult. Madrid, 155 p.
- OVALLE C. (1981) : Influence de l'arbre sur la végétation pastorale, D.E.A. USTL, Montpellier, 48 p.
- OVALLE C., AVENDAÑO J. (1984) : "Utilización silvopastoral del espinal, I y II", Agric. Tcn., 44 (4), 339-362.
- PARKER V., MULLER C. (1981) : "Vegetational and environmental changes beneath isolated live oak trees (Quercus agrifolia) in a California annual grassland", Am. Midl. Nat., 107 (1), 63-81.
- PUERTO A., ALONSO H., GOMEZ J.M. (1978) : "Mosáicos de heterogeneidad ocasionados por el arbolado en comunidades de pastizal", Anuario 4, 161-168.
- RAPP M. (1969) : "Apport d'éléments minéraux au sol par les eaux de pluvio-lessivage sous les peuplements de Quercus ilex, Quercus lanuginosa et Pinus halepensis", Oecol. Plant., 4 : 71-92.
- RAPP M., ROMANE F. (1968) : "Egouttement des précipitations sous des peuplements de Quercus ilex et de Pinus halepensis", Oecol. Plant., 3, 271-284.
- RUPEREZ A. (1957) : La encina y sus tratamientos, Ed. selvicolas Madrid, 153 p.
- SAN MIGUEL A., MONTERO G., MONTOTO J.L. (1983) : Estudios ecológicos y silvopastorales en un quejigal (Quercus faginea) de Guadalajara, XXIIIe Réun. S.E.E.P., 16 p.
- TALAMUCCI P., PAZZI G., GRIFONI F. (1984) : Utilisation coordonnée des prairies, des arbustes et de la forêt pour la création d'un système fourrager dans la Toscane du Sud, 11 p.
- VACHER J. (1984) : Analyse phyto et agroécologique des dehesas pastorales de la Sierra Norte, thèse USTL Montpellier, 195 p.