

Commission des Communautés européennes



Centre international  
des hautes études  
agronomiques  
méditerranéennes  
(Ciheam)



Organisation des  
Nations unies  
pour l'alimentation  
et l'agriculture  
(FAO)

## AGRICULTURE

### Programme de recherche Agrimed

### *Les espèces ligneuses à usages multiples des zones arides méditerranéennes*

Recueil des communications. Saragosse (Espagne),  
25-26 septembre 1987

**Rapport**

EUR 11770 FR-EN-DE

Commission des Communautés européennes

## **AGRICULTURE**

### **Programme de recherche Agrimed**

#### ***Les espèces ligneuses à usages multiples des zones arides méditerranéennes***

Recueil des Communications, Saragosse, Espagne,  
25-26 septembre 1987

Édité par  
*Prof. Riccardo Morandini,*  
directeur Istituto sperimentale per la silvicoltura  
Arezzo (Italia)

Subventionné par la  
Commission des Communautés européennes  
Direction générale de l'agriculture  
«Coordination de la recherche agronomique»

**1988**

**EUR 11770 FR-EN-DE**

**Publié par**  
**Commission des Communautés européennes**  
**Direction générale**  
**Télécommunications, industries de l'information et innovation**  
**L-2920 Luxembourg**

**AVERTISSEMENT**

Ni la Commission des Communautés européennes, ni aucune personne agissant au nom de la Commission n'est responsable de l'usage qui pourrait être fait des informations ci-après.

Une fiche bibliographique figure à la fin de l'ouvrage.

Luxembourg: Office des publications officielles des Communautés européennes, 1989

ISBN 92-825-9101-8

N° de catalogue: CD-NA-11770-3A-C

© CECA-CEE-CEEA, Bruxelles Luxembourg, 1989

*Printed in the FR of Germany*

## SOMMAIRE

	Page
PREFACE	V
I. PROBLÈMES MÉDITERRANÉENS	
WOODY SPECIES (TREES AND SHRUBS) OF MULTIPLE VALUE FOR THE ARID AND SEMI-ARID ZONES OF NORTHERN MEDITERRANEAN EEC COUNTRIES E. Correal, P. Sanchez-Gomez, F. Alcaraz	1
CHOIX DES ESPÈCES LIGNEUSES ET LEUR PRODUCTION FOURRAGÈRE EN ITALIE P. Talamucci	40
FONCTIONS MULTIPLES DES EUCALYPTUS EN ITALIE DU SUD A. Eccher, G. Gemignani, G. Mughini	59
MULTIPURPOSE WOODY PIANTS FOR THE MEDITERRANEAN ARID ZONE OF GREECE V.P. Papanastasis	73
LES ESPÈCES LIGNEUSES À USAGES MULTIPLES DES ZONES ARIDES MÉDITERRANÉENNES À VARIANTE CHAUDE M. Ksontini	92
LES ARBRES ET LES ARBUSTES DANS LA LUTTE CONTRE LA DÉSSERTIFICATION B. Kadik	111
L'ARGANIER: UNE ESPÈCE FRUITIÈRE RE-FORESTIÈRE À USAGES MULTIPLES O. M'Hirit	141
AMÉNAGEMENT ET GESTION DES PARCOURS ASSOCIÉS À LA FÔRET B. Hubert	169
SILVOPASTORAL SYSTEMS: COMPETITION BETWEEN GRASS AND TREES A.R, Sibbald, C.M.A. Taylor	192
II. AUTRES PROBLÈMES EUROPÉENS	
LAND RESOURCES, LAND-USE AND PROJECTED LAND AVAILABILITY FOR ALTERNATIVE USES IN THE EEC J. Lee	207
THE USE OF FARMLAND FOR WOOD PRODUCTION E. Holmsgaard	233
UEBER DIE AUFFORSTUNG LANDWIRTSCHAFTLICHER NUTZFLÄCHEN AUS FORSTWIRTSCHAFTLICHER SICHT IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND H.D. Brabänder	241
AFFORESTATION OF AGRICULTURAL LAND IN THE NETHERLANDS: STATE OF THE ART IN POLICY AND POLICY RESEARCH A.P.W. de Wit	257
LISTE DES PARTICIPANTS	272

## PREFACE

Les problèmes forestiers de la région méditerranéenne présentent des particularités, et justifient une approche originale :

- La production de bois n'y est généralement pas importante, ni en quantité, ni en revenus. Ce n'est probablement pas une fatalité, mais c'est la situation actuelle hors des zones montagneuses plus arrosées.
- Cette forêt est ravagée par des incendies, qui découragent souvent les efforts en vue d'un aménagement à long terme.
- Ces espaces arborés fournissent d'autres produits que le bois; citons les fourrages, ligneux ou herbacés, ainsi que le liège.
- Compte tenu du relief, souvent accidenté, et des composantes, souvent brutales, du climat (pluies - vents), la couverture végétale joue un rôle particulièrement important pour la protection des sols contre l'érosion, pour la limitation des inondations et pour l'approvisionnement des nappes phréatiques.

A cet égard, certains arbustes fourragers présentent des avantages évidents:

- Ils possèdent - comme les arbres - un système racinaire qui permet d'exploiter les ressources en eau, et qui forme un maillage dense, susceptible d'agrèger le sol et de le rendre résistant vis-à-vis de l'érosion; leur feuillage protège le sol des agressions du vent et de la pluie.
- Ils peuvent être établis plus rapidement que les arbres traditionnels: la période de vulnérabilité est réduite; ils peuvent, assez rapidement, fournir une ressource fourragère: leur exploitation est moins tardive que celle des arbres.

A côté ou "avant" la forêt proprement dite, les arbustes fourragers constituent donc un moyen de protéger le sol et de contribuer à l'exploitation des zones arides, qu'elles soient "froides (rive Nord) ou qu'elles soient "chaudes" (rive Sud) de la Méditerranée.

Il a donc paru intéressant de rassembler les spécialistes, forestiers, pastoralistes et zootechniciens, pour qu'ils échangent leurs informations, qu'ils comparent les orientations de leurs efforts, et qu'ils puissent co-ordonner les travaux de l'avenir, afin d'obtenir une meilleure efficacité des moyens mis en oeuvre.

Il est réconfortant d'avoir pu associer autour de cet objectif des institutions internationales aussi différentes que la CEE, la FAO et le CIHEAM. Leur coopération, conjuguée à l'accueil des autorités espagnoles, a permis des débats de qualité et l'amorce de collaborations prometteuses entre les équipes qui étaient représentées en cette fin septembre 1987 à l'Institut Agronomique Méditerranéen de Saragosse.

Gianfranco ROSSETTO  
Programme Agrimed  
Division: Coordination de  
la Recherche Agronomique  
CCE - BRUXELLES

J.P. LANLY  
Directeur Division  
Ressources forestières  
FAO - ROME

Raymond BEVRIER  
Secrétaire Général  
CIHEAM - PARIS

I  
PROBLÈMES MÉDITERRANÉENS

"WOODY SPECIES (TREES AND SHRUBS) OF MULTIPLE VALUE FOR THE ARID AND SEMI-ARID ZONES OF NORTHERN MEDITERRANEAN EEC COUNTRIES"

by E. CORREAL, P. SANCHEZ-GOMEZ  
Dep. Crops for Arid Zones, CRIA, Murcia,  
Spain

and F. ALCARAZ  
Dep. Botany, Fac. of Biology, University of  
Murcia, Spain

1. PREFACE AND SUMMARY:

To prepare a communication with the title and working plan suggested would have forced us to write a book, something we understood was not expected, neither we were prepared for it; so what we did as a first step to resolve such difficult task was:

- a) to prepare a list of 150 multipurpose woody species preselected for their adaptation to Mediterranean arid conditions (Table 2)
- b) to make a tentative list of species for different uses (for human, animal and industrial consumption, and for reforestation/soil conservation purposes) with adaptation to different temperatures and rainfall regimes (Tables 3,4,5 and 6)
- c) to comment briefly the main attributes and possibilities for future development of 50 of the more promising species (Table 7)

Finally, as part of the working plan suggested to us, there are two other sections in this paper: one with some recommendations on research priorities, and other on technical and socio-economic limitations that stop the development and massive utilization of the woody species.

Along this communication we shall comment and refer frequently to the Spanish situation, something for which we apologise; as an excuse we can say that it is the flora and environment we better know, but also, we must say that the Spanish territory contains more than 80% of the arid and semiarid areas of southern EEC countries.

2. ARID AND SEMIARID AREAS (P < 500 mm) OF NORTHERN MEDITERRANEAN EEC COUNTRIES:

To define the arid Mediterranean areas of northern EEC countries, a rainfall limit of 500 mm. was fixed, value that includes arid and semiarid lands; with 600 mm, of rainfall or more, the species present in Mediterranean climates will belong to the subhumid and humid bioclimates.

Limiting the area to P < 500 mm., other Mediterranean areas of France, Italy and Greece have been excluded, but further studies could be done about the woody species of interest present in Mediterranean areas receiving up to, say 600 mm., and 800 mm., areas for which a lot of new species will come in.

We receive the recommendation to consider only the woody species present in the fresh (m < 3) arid Mediterranean zone, what would have forced us to include only the Meso and Supramediterranean bioclimatic stages; nevertheless, we included also the Termomediterranean stage (with m > 4) because it was the only way to include the arid zones of southern Italy and Greece, and because the Termomediterranean stage is well represented in the Spanish territory where many iberian species could be found along the mild winter coastal areas.

The estimated arid surface present in northern Mediterranean EEC countries was about 20 million hectares of which 87-91% are in Spanish territory (see Fig. 1, Fig. 2 and Table 1).



Fig. 1: ARID AND SEMI-ARID AREAS ( $P < 500$  mm) OF NORTHERN MEDITERRANEAN EEC COUNTRIES (from UNESCO climatic atlas of Europe, 1970)



SUPRAMEDITERRANEAN ( $-4 < m < -1$ )

MESOMEDITERRANEAN ( $-1 < m < 4$ )

TERMOMEDITERRANEAN ( $4 < m < 10$ )

m: mean of the minimum temperatures of the coldest month

Fig. 2: ARID AND SEMIARID AREAS ( $P < 500$  mm) OF THE IBERIAN PENINSULA

2 and Table 1).

Table 1: ARID AND SEMI-ARID AREAS (P < 500 mm) OF NORTHERN MEDITERRANEAN EEC COUNTRIES

a) surfaces estimated from the 500 mm isoyet map

Country	Total area (Km <sup>2</sup> )
Spain	159.600
Greece	12.800
Italy	7.900
Portugal	3.000
	183.300

b) after ROGERS (1981); quoted from GOODIN and NORTHINGTON (1985)

Country	% Semi-Arid	Area Km	% Arid	Area Km <sup>2</sup>
Spain	43	209.502	2	9.620
Greece	13	16.557		
Portugal	3	2.667		
		228.726		9.620

3. WOODY SPECIES OF MULTIPLE VALUE FOR THE ARID AND SEMI-ARID ZONES OF NORTHERN MEDITERRANEAN EEC COUNTRIES:

150 species have been preselected for their adaptation to Mediterranean arid conditions (P < 500 mm); these species are briefly described in Table 2 where for each specie, a summary is given of its life stile, origin, ecological requirements, geographical distribution, uses (food, forage, industry, soil conservation, etc) and main products of economical value.

Because of the long extension of Table 2, the legend with the explanation of each column is given previously, so that the information it contains could be understood.

LEGEND of Table 2:

- Column (1): LIFE STILE: I (tree), S (shrub), SS (small shrub), LG (ligneous grass)
- Column (2): ORIGIN and DOMESTICATION in relation to Northern Mediterranean countries: N (native), E (exotic), EN (exotic naturalized), C (cultivated), (C) only slightly cultivated
- Column (3): Minimum RAINFALL (mm) to persist; F (fogs), EH (edafic humidity), FW (freatic water), IWC (irregular water courses)
- Column (4): BIOCLIMATIC stages: T (Termomediterranean), M (Mesomediterranean), S (Supramediterranean), O (Oromediterranean), ( ) included marginally on that bioclimatic stage, that is, only present under particular conditions M inf.: lower limmit; M med.: middle limit

Temperature limits for each Bioclimatic stage according to Rivas-Martinez et al (1986):

Oromediterranean	(T 4 <sup>o</sup> to 8 <sup>o</sup> , m -7 <sup>o</sup> to -4, M 0 <sup>o</sup> to 2 <sup>o</sup> , H IX-VI)
Supramediterran.	(T 8 <sup>o</sup> to 13 <sup>o</sup> , m -4 <sup>o</sup> to -10 <sup>o</sup> , M 2 <sup>o</sup> to 9 <sup>o</sup> , H X-V)
Mesomediterrane.	(T 13 <sup>o</sup> to 17 <sup>o</sup> , m -1 <sup>o</sup> to 4 <sup>o</sup> , M 9 <sup>o</sup> to 4 <sup>o</sup> , H XI-IV)
Termomediterran.	(T 17 <sup>o</sup> to 19 <sup>o</sup> , m 4 <sup>o</sup> to 10 <sup>o</sup> , M 14 <sup>o</sup> to 18 <sup>o</sup> , H XII-II)

T: mean annual temperature in °c  
m: mean of the minimum temperatures of the coldest month  
M: mean of the maximum temperatures of the coldest month  
H: months in which frosts are statistically possible; 1 January,..., XII December

Column (5): SOILS: AC (acid), BL (bad-lands), CA (calcareous), CL (clay), CO (coastal areas), DB (debris), DE (deep), DR (dry), DRB (dry river beds), ER (eroded), GV (gypsum), HE (heavy), HU (humid), LI (lime), LO (loamy), MA (marls), NE (neutral), NI (nitrificated), RI (rivers), RO (rocky), SA (saline), SD (sandy), SH (shallow), SI (siliceous), SL (slopes), VA (various)

Column (6): GEOGRAFICAL DISTRIBUTION in Northern Mediterranean countries and other centres of diversity: HE (Mediterranean Basin), A (Albania), F (France), G (Greece), I (Italy), M (Malta), P (Portugal), S (Spain), I (Turkey), V (Vugoslavia)

ME ( ): E,W,S,C, area where the species are present (East, West, Suth, Central)

S ( ): SE,S,C,W, area within Spain where the species are present (South East, South, etc)

A (Asia), AF (Africa), All (Australia), CA (Central Asia), CJ (China-Japan), ES (EuroSiberian), EU (Europe), Il (Indochina-Indonesia), MA (Middle America), MAC (Maccaronesia), NA (North America), NE (Near East), RU (Russia), SA (South America)

Column (7): HUMAN CONSUMPTION: food, drinks, infusions

Column (8): ANIMAL CONSUMPTION: forage, fodder

Column (9): INDUSTRIAL CONSUMPTION: industrial products like timber, wood (furniture, carpentry), pulp, firewood (fuel), chemical products (resins, oils, tannins, dyes, etc)

Column (10): OTHER USES: AF (afforestation), EC (erosion control), ME (medicinal plants), OR (ornamental), SB (sand binding), SC (soil conservation)

The species marqued in Table 2 with an (\*), are those described with more detail in the following section of this paper.

From the information gathered in Table 2, four other tables have been prepared (Tables 3,4,5 and 6) containing tentative lists of woody species for different uses (for human, animal and industrial consumption, and for reafforestation/soil conservation purposes), with adaptation to different temperatures (Termo, Meso and Supramediterranean) and rainfall regimes (200-350 mm and 350-500 mm).

The species marked with an (\*) in Tables 3,4,5 and 6, are those recommended for only one particular bioclimatic stage; the other species included in the tables are recommended for two or more of the bioclimatic stages considered.

Table 2: LIGNEOUS SPECIES OF MULTIPLE VALUE FROM/FOR THE MEDITERRANEAN ARID AND SEMIARID ZONES OF NORTHERN MEDITERRANEAN BASIN COUNTRIES

SPECIES	ECOLOGICAL REQUIREMENTS:					UTILIZATION AS:					
	(1) Life Style	(2) Origin and Domestic	(3) Min. Rainfall (Mm)	(4) Bioclimatic stages	(5) Soils	(6) GEOGRAFICAL Distribution	(7) FOOD DRINK	(8) FORAGE	(9) INDUSTRY	(10) Other uses	(11) Main PRODUCTS of ECONOMICAL VALUE
<u>GYMNOSPERMAE</u>											
<u>PINACEAE:</u>											
* PINUS HALEPENSIS	T	N,C,EN	250	T,M,(S)	VA,SH, CA	ME		+	EC,OR		Timber, resin, tannin, pulp
" PINASTER	T	N,C,EN	400	T,M,S	SI	ME(S,P,I,V)		+	EC		Wood, resin, pulp
" PINEA	T	N,C,EN	250	T,M,S	SI,SD	ME,EU(S), A(W)	+	+	EC,OR		Pine nuts, wood, firewood
" NIGRA ssp saizmannii	T	N,C,EN	450	(M),S,0	CA	S(Py, C,S),F(S)					Wood, resin (trementine)
" CANARIENSIS	T	C,E	250 +F	T,(M)		S(CI)		+	OR		Wood
<u>CUPRESSACEAE:</u>											
CUPRESSUS SEMPERVIRENS	T	C,E	250	T,M,S		G		+	OR,M		Wood, essential oil, tannin, timber
CUPRESSUS sp. pl. (MACROCARPA, LUSITANICA, ARIZONICA)	T	C,E	250	T,M,S		NA,MA		+	OR		Wood, essential oil
* JUNIPERUS PHOENICEA	S,T	N	300	T,M,S	RO,SD	ME,MAC		+	ME		Wood essential oil
** THURIFERA	T	N	350	M,S	CA	S,F(S),AF(N)		+			Wood, firewood
** OXYCEDRUS	S,T	N	300	T,M,S	CA,SI	ME,NE		+	ME		Wood, "cada" oil,



<u>MORACEAE:</u>												
* FICUS CARICA	T	C,EN	250	T, M, (S)	NE	+	+	+	+	ME	Figs	
<u>JUGLANDACEAE:</u>												
* JUGLANS REGIA	T	C,EN,N	450	+EHT, M, S	EU(Y, A, G, T)	+	+	+	+	ME	Nuts, wood, oil, dye, tannin	
<u>ROSACEAE:</u>												
<u>SORBUS DOMESTICS</u>												
	T	N, C, EN	450	(T), M, S	EU(S)	+	+	+	+	OR, ME	Fruits/alcoh. drink, wood	
PRUNUS SPINOSA	S	N, (C)	450	(M), S	EU(C, S)	+	+	+	+	ME	Fruits/"pacharan" drink	
<u>LEGUMINOSAE:</u>												
<u>CERCIS SILIQUASTRUM</u>												
	S, T	C, EN, N	350	T, M	ME(E)	+	+	+	+	ORN	Wood	
* CERATONIA SILIQUA	T	N, C, EN	250	T, Minf	ME	+	+	+	+	OR, ME, EC	Gum, pods (fodder), wood	
<u>GLEDITCHIA TRIACANTOS</u>												
	T	C, E	450	T, M, S	NA	+	+	+	+	OR, EC	Honey, pods (fodder), wood	
<u>* ACACIA CVANOPHYLLA</u>												
	T	C, E	250	T, (M)	AU	+	+	+	+	OR, EC	Fodder, gum, sand-dune fixation	
" FARNESIANA	S	EN, C	250	T	MA	+	+	+	+	OR, EC	Aromatic, dye	
CYTISUS SCOPARIUS	S	N	450	M, S	EU (C, S)	+	+	+	+	ME	Tannin firewood, alcaloids	
" REVERCHONII	S	N	400	M, S	S (S and SE)	+	+	+	+	ME	Alcaloids, firewood	
<u>* CHAMAECYTISUS PALMENSIS</u>												
	S	C	400	T, Minf	S (C.I.)	+	+	+	+		Fodder	
<u>GENISTA SCORPIUS</u>												
	S	N	350	M, S	S, F	+	+	+	+		Dye	
* RETAMA SPHAEROCARPA	S	N	200	T, M, S	S, P	+	+	+	+	ME	Alcaloids, firewood	
RETAMA MONOSPERMA	S	N, C	200	T, M	S, P, F, I, AF(N)	+	+	+	+	OR, EC		

"	RAETAM	S	N	200	T, (M)	SD	I(S),AF(N)	+	EC,ME,OR
	SPARTIUM JUNCEUM	S	N,C,EN	350	T,M		ME	+	ME,OR,EC Oye, fiber, alcaloids, brooms Firewood
	GENISTA SPARTIODES	S	N	300	T,M		S(SE),AE(N)	+	
	" CINEREA s.l.	S	N	300	T,M,S		EU(SW)		
*	ROBINIA PSEUDOACACIA	T	C,EN	350	T,H,S	DE	NA,Cultiv.EU	+	OR,EC Wood, aromatic
	COLUTEA ARBORESCENS	S	N,(C)	300	T,M,(S)		ME	+	ME,OR Alcaloids
*	PSORALEA BITUMINOSA	SS, S	N,C	250	T,M,S		ME	+	ME 8 Metoxipsoralen
	ANAGYRIS FOETIDA	S	N,C,EN	300	T,M		ME	+	OR,ME Alcaloids (cytisine)
	ONONIS FRUTICOSA	S	N	350	T,M,S	MA	S,F	+	EC
	" TRIDENTATA	S	N	250	T,M,S	MA-GY	S,AF(N)	+	EC
	" ARAGONENSIS	SS	N	400	S,0	MA	S,F,AF(N)	+	ME
*	MEDICAGO ARBOREA	S	N,C,EN	350	T,M,(S)		S(E),G	+	OR
	DORYCNIUM PENTAPHYLLUM	S	N	300	T,M,(S)	low in LI	ME	+	
	" HIRSUTUM	SS	N	300	T,M,S		ME	+	ME
	ANTHYLLIS CYTISOIDES	S	N	200	T, Minf	MA,CA, SI	S,F	+	EC
	" TERNIFLORA	S	N	200	T, Minf	MA,CA, SI	S(SE)	+	EC
	" HENONIANA	S	N	300	M	CA	S(SE), AF (N)	+	
*	CORONILLA VALENTINA	S	N,C,EN	350	T,M		ME	+	OR,ME Glucosides, fodder
	" MINIMA s.l.	SS, S	N	300	T,M,S,(O)		S,F,P,I,EU (SW)	+	ME
	HEDYSARUM HUMILE	SS	N	350	T,M	MA	S,F	+	
	ONOBRYCHIS SAXATILIS	SS	N	350	(T),M,S	MA	S,F,I	+	
	<u>RUTACEAE</u>								
	RUTA GRAVEOLENS	SS	N,C,EN	300	T,M		ME	+	ME Dye



<u>EUFORBIACEAE:</u>											
RICINUS COMMUNIS	S,T	C,EN		T,M	NI	NE(Egypt)			+	OR,ME	Oil (castorbeans), Tannin, tar
<u>CISTACEAE:</u>											
CISTUS LADANIFER	S	N	350	T,M,(S)	SI	S,P,F,AF(N)				ME	"Ladanun" oil, gum, firewood
" INCANUS	S	N	350	T,M	SI	S,G,AF(N)				ME	"Ladanun"oil, gum
HELIANTHEMUM sect. HELIANTHEMUM	SS	N	250	T.M.S.O		ME, mainly W- ME				ME	
HELIANTHEMUM LAVANDULIFOLIUM	SS	N	250	T,M	CA	ME			+	ME	
FUMANA ERICOIDES s.l.	SS	N	250			ME, EU			+	ME	
<u>CAPPARIDACEAE:</u>											
* CAPPARIS SPINOSA s.l.	S	N,C	150			ME			+		Flower buds and fruits as pickles
<u>THYMEUJACEAE:</u>											
THYMELAEA TINCTORIA	S	N	350	M		S,F				ME	Bye
" HIRSUTA	S	N	250	T.Mmed		ME				ME	Fiber
DAPHNE GNIDIUM	S	N	300	T,M		EU-ME			+	ME	
<u>ERICACEAE:</u>											
ARBUSTBS UNEDO	S,T		350	T,M,S		ME			+	ME,O R	Wood, dye, tannins
" ANDRACHNE	S,T	N	350	T,M		ME(E)				ME	Wood, dye, tannin
ARCTOSIAFHYLOS UVA-URSI	SS	N	350	(M),S,(O)		EU,North.Hem.			+	ME	Dye, tanning, infusions
ERICA ARBOREA	S	N	350	T,M,S	SI					EC	Wood, charcoal, honey, firewood
ERICA MULTIFLORA	S	N	300	T,M	CA	ME(W),AF(N)					Wood, charcoal, honey, firewood

<u>CACTACEAE:</u>											
* OPUNTIA FICUS-BARBARICA	S	C,EN	150	T,M						OR,EC	Fodder, fruits, living hedges
<u>CHENOPODIACEAE:</u>											
* ATRIPLEX HALIMUS	S	N,C	250	T,M,(s)	MA,SA	ME,AF(N)			+	ME,EC,OR	Forage, scap (ash)
" GLAUCA	S	N	200	T,Minf	MA,SA	S,P,AF(N)			+	EC	Forags
* ATRIPLEX NUMMULARIA	S	E,(C)	200	T,M,S	E,LO,C	AU			+	EC	Forage
** CANESCENS	S	E,(C)	200	T,M,S	SD,SA	NA			+	EC	Forage
* SALSOLA VERMICULATA s.l.	S	N	300	T,M,(S)	SL-MA	S,P,I			+	EC	
" GENISTOIDES	S	N	200	T,Minf	SL,SL-MA	S(SE)				EC	Fixation of soil Slopes
* KOCHIA PROSTRATA	S	N	300	M,(S)	SL-MA	EU(S,F,Y,),(RU(I))			+	EC	
HALOXYLON TAMARISCIFOLIUM	S	N	250	T, Mmed	SL-MA	S(SE),AF(N)			+	EC	
SALSOLA OPOSITIFOLIA	S	N	250	T, Minf	MA,SA,NI	S,(S)				EC	Oeertgent (ash), soil Fixation
ANABASIS ARTICULATA	S	N	250	T,Minf	M,SA	S(S),AF(N),WA			+	EC,ME	Detergent (ash),fuel
<u>CAPRIFOLIACEAE:</u>											
VIBURNUM TINUS	S	N,C	350	T,M		EU(S)				OR,M	
<u>SOLANACEAE:</u>											
LYCIUM INTRACATUM	S	N	200	T,M	NI,SA	AF(N),S,G,I,P			+	ME	
LYCIUM sp. pl.(EUROPAEUM, BARBARUM,CHINENSE,AFRUM)	S	EN,N	300	T,M,S	NI	ME,AF(N),CJ			+	ME	
SOLANUM SODOMAEOM	S	EN,N	200	T	SD,CO	AF(N),ME				ME	Jiogenine
NICOTIANA GLAUCA	S	EN	200	T,M	NI,DB	SA				OR	Alcaloids,sugars
WITHANIA SOMNIFERA	S	N	200	T		S,G,P,(S),AF(I)			+	ME	Alcaloids,fodder

"	FRUTESCENS	S	N	200	T	S,AF(N)	+	+	ME	Alcaloids,fodder
<u>OLEACEAE:</u>										
	PHILLYREA ANGUSTIFOLIA	S	N	350	T,M(S)	ME	+	+		Aromatic oil,firewood
	JASMINUM FRUTICANS	S	N,C	450	T,M,S	ME,EU(S)			OR	Aromatic oil
	* OLEA EUROPAEA var. sylvestris	S,T	N,C,EN	250	T, Minf	ME	+	+	ME	Oil, charcoal,wood, timber, firewood
	PHILLYREA LATIFOLIA	S	N	400	T,M,(S)	ME	+	+		Charcoal, firewood
<u>VERBENACEAE:</u>										
	VITEX AGNUS-CASTUS	S	N,C	350	T, Minf	EU(S)	+	+	ME,O R	Fiber, tannin, essential oil
<u>GLOBULARIACEAE:</u>										
	GLOBULARIA ALVPUM	S	N	250	T,M	CA,ER ME	+	+	ME	
<u>LAMIACEAE:</u>										
	* ROSMARINUS OFFICINALIS	S	N,C	250	T,M,Sinf	ME	+	+	ME,O R,EC	A. oil, honey, firewood
	R. ERIOCALIX	S	N	200	T,M	S(SE),AF(N)	+	+	ME	A. oil, honey
	R. TOMENTOSUS	SS	N	350	T	S(SE),AF(N)			ME	A. oil, honey
	LAVANDULA GR. STOECHAS	S,SS	N,C	300	T,M,S	ME		+	ME,O R	A. oil, honey
	* LAVANDULA LATIFOLIA	SS	N,C	350	(T),M,S	S,P,F,I,Y CA	+	+	ME,O R	A. oil, honey
	* SALVIA LAVANDULIFOLIA	SS	N,C	350	M,S	S,F,AF(N)	+	+	ME	A. oil, honey
	S. OFFICINALIS	SS	N,C,EN	350	T,M,S	ME(N)		+	ME,O R	A. oil, honey
	TEUCRIUM FRUTICOSUM	S	N,C	350	T,M	ME(W)		+	ME,O R	Ornamental in gardens
	* THYMUS VULGARIS s.l	SS	N,C	300	T,M,S	S,F,I	+	+	ME,O R	Aromatic oil, honey
	* THYMUS ZYGIS,s.l.	SS	N,(C)	250	T,M,S,0	S,P	+	+	ME	Aromatic oil, honey
	* " BAETICUS	SS	N,(C)	250	T,M	S(SE)	+	+	ME	Aromatic oil, honey

* "	HYEMALIS	SS	N,(C)	200	T,Minf	S(SE)	+	+	ME	Aromatic oil, honey
*	THYMBRA CAPITATA	SS	N,(C)	300	T,Minf	ME	+	+	ME	Aromatic oil, honey
	<u>COMPOSITAE:</u>									
	SANTOLINA	SS	N(C)	300	T,M,S	ME(W)	+	+	ME, OR	Aromatic oil, infusion
	CHAMAECYPARISSJS									
	ARTEMISIA HERBA-ALBA	SS	N	200	T,M(S)	S,F,AF(N)	+	+	ME	parasiticide antiseptic)
	ARTEMISIA ARBORESCENS	S	EN, C, N	300	T,M	S,P,G,I,F,AF(N):			HE, OR	Aromatic oil
	<u>SIMAROUBACEAE:</u>									
	AILANTHUS ALTISSIMA	T	EN,C	400	T,M,S	CJ-II			OR,M E,EC	Timber
	<u>MONOCOTYLEDONES:</u>									
	<u>AGAVACEAE:</u>									
	AGAVE sp.pl.(AMERICANA, SISALANA)	S	C,EN	200	T,M,(S)	MA	+	+		Pulque drink, fiber (sisal)
	<u>ARACEAE:</u>									
	PHOENIX OACTYLIFERA	T	C,EN	200	T,M,(S)	A,NE,AF(N),S	+	+	HE	Fruits, fiber, timber
	PHOENIX CANARIENSIS	T,	C		T,M,(S)	S(CF. I.)			OR	
	* CHAMAEROPS HUMILIS	S,(T)	N,(C)		T	S(SE),I,AF(N)	+	+	EC,ME,OR	Fiber
	<u>for SALINE SOILS with HIGH WATER TABLE or seasonally under WATERLOGGING CONDITIONS</u>									
	<u>CHENOPODIACEAE:</u>									
	ARTHROCNEMUM sp.pl. (PERENNE, FRUTICOSUM, MA-	S	N	250	T,M	MA-SA Eu(s,w)		+		Detergents (ash of plants rich in alkaline salts) Detergents
	CROSTACHYUM SUAEDA VERA	S	N	250	T,M	MA-SA Eu(s,w)		+		

<u>TAMARICACEAE:</u>										
TAMARIX GALLICA	S,T	N,C	EH	T,M,(S)	RI,DRB	1E(W)			DR,ME	Detergents, firewood, stems used in agriculture to hold plants
TAMARIX AFRICANA	S,T	N,C	EH	T,M,(S)	RI,DRB	ME(W)			OR	Detergents, firewood,
TAMARIX BOVEANA	S	N	EH	T	SA,HU	S,AF(N)				Detergents, firewood. Charcoal
TAMARIX CANARIENSIS	S,T	N	EH	T,M	SA,DRB	ME(W)				Detergents, firewood Charcoal,
TAMARIX sp.pl (PARVIFLORA, HAMPEANA, DALMATICA, SMYRNENSIS, TETRANDBRA	S,T	N,C	EH			ME(E)				Detergents, firewood, charcoal
for RIVER BANKS with HIGH WATER TABLE										
<u>ELEAGNACEAE</u>										
ELEAGNUS ANGUSTIFOLIA	T	EN,C	EH	T,H,S				+	OR,EC(SB)	Timber
<u>SALICACEAE:</u>										
SALIX spp (FRAGILIS, NEOTRICHA,PURPUREA, ATROCINEREA,ELEAGNOS)	T,S	N,C	EH	T,M,S		EU		+	ME	Wood, fiber, tannins
POPULUS ALBA	T,S	N,C	EH	T,M,S		EU		+	ME	Wood, fiber, tannins
" NIGRA										
P x CANADENSIS s.L.										
POPULUS EUPHRATICA	T	EN	EH	T	SA	NE		+		Wood, pulp Wood, pulp
<u>APOCYNACEAE:</u>										
NERIUM OLEANDER	S	N,C	IWC	T, Minf		ME			ME,OR	Insecticide, soap (ash rich in NaOH)



Table 3: woody species for HUMAN CONSUMPTION adapted to different temperatures and rainfall regimes

<p style="text-align: center;">SUPRA- MEDITERRANEAN -4&lt;m&lt;-1</p>	<p style="text-align: center;">MESO- MEDITERRANEAN -1&lt;m&lt;4</p>	<p style="text-align: center;">TERMO- MEDITERRANEAN 4&lt;m&lt;10</p>
<p>- Pinus pinea  (practically non existant in Europe)</p>	<p>- Pinus pinea - Ficus carica - Ziyplhus jujuba</p>	<p>- Ficus carica - Capparis spinosa - Opuntia ficus-barbarica - Phoenix dactylifera</p>
<p>- Pinus pinea * Juglans regia * Prunus spinosa - Pistacia vera</p>	<p>- Pinus pinea - Ficus carica - Pistacia vera - Zizyphus jujuba</p>	<p>- Pinus pinea - Ficus carica * Ceratonia silicua - Pistacia vera - Zizyphus jujuba - Capparis spinosa - Opuntia ficus-barbarica - Phoenix dactylifera</p>

200-350 mm

350-500 mm

Table 4: woody species for ANIMAL CONSUMPTION (forage, browse) adapted to different temperatures and rainfall regimes

<p>SUPRA- MEDITERRANEAN -4&lt;m&lt;-1</p>	<p>MESO- MEDITERRANEAN -1&lt;-m&lt;4</p>	<p>TERMO- MEDITERRANEAN 4&lt;m&lt;10</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atriplex canescens</li> <li>- Salsola vermiculata</li> <li>- Kochia prostrata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atriplex halimus</li> <li>- Atriplex nummularia</li> <li>- Atriplex canescens</li> <li>- Salsola vermiculata</li> <li>- Kochia prostrata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acacia cyanophylla</li> <li>- Psoralea bituminosa</li> <li>- Opuntia ficus-barbarica</li> <li>- Atriplex halimus</li> <li>* Atriplex glauca</li> <li>- Atriplex nummularia</li> <li>- Salsola vermiculata</li> <li>- Withania somnifera y W. frutescens</li> <li>- Olea europaea var. sylvestris</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Robinia pseudoacacia</li> <li>- Coronilla minina</li> <li>- Atriplex canescens</li> <li>- Salsola vermiculata</li> <li>- Kochia prostrata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Celtis australis</li> <li>- Robinia pseudoacacia</li> <li>- Colutea Erbarescens</li> <li>- Psoralea bituminosa</li> <li>- Medicago arborea</li> <li>- Dorycnium pentaphyllum</li> <li>- Dorycnium hirsutum</li> <li>- Coronilla valentina</li> <li>- Coronilla mínima</li> <li>- Atriplex halimus</li> <li>- Atriplex nummularia</li> <li>- Atriplex canescens</li> <li>- Salsola vermiculata</li> <li>- Kochia prostrata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Celtis australis</li> <li>* Ceratonia siliqua</li> <li>- Acacia cyanophylla</li> <li>* Chamaecytisus palmensis</li> <li>- Robinia pseudoacacia</li> <li>- Colutea arborescens</li> <li>- Psoralea bituminosa</li> <li>- Medicago arborea</li> <li>- Dorycnium pentaphyllum</li> <li>- Dorycnium hirsutum)</li> <li>- Coronilla valentina</li> <li>- Opuntia ficus-barbarica</li> <li>- Atriplex halimus</li> <li>- Atriplex nummularia</li> <li>- Atriplex canescens</li> <li>- Salsola vermiculata</li> <li>- Withania frut. y somn.</li> <li>- Olea europaea var. sylvestris</li> </ul>

200-350 mm

350-500 mm

Table 5: woody species for INDUSTRIAL CONSUMPTION adapted to different temperatures and rainfall regimes

<p>SUPRA- MEDITERRANEAN -4&lt;m&lt;-1</p>	<p>MESO- MEDITERRANEAN -1&lt;m&lt;4</p>	<p>TERMO- MEDITERRANEAN 4&lt;m&lt;10</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thymus vulgaris</li> <li>- Thymus zygis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rosmarinus officinalis</li> <li>- Thymus vulgaris</li> <li>- Thyraus zygis</li> <li>- Thymus baeticus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sidmonsia chinensis</li> <li>- Thymus hyemalis</li> <li>- Thymbra capitata</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rhus coriaria</li> <li>- Lavandula latifolia</li> <li>- Salvia lavandulifolia</li> <li>- Salvia officinalis</li> <li>- Thymus vulgaris</li> <li>- Thymus zygis</li> <li>* Arctostaphylos uva-ursi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rhus coriaria</li> <li>- Rosmarinus officinalis</li> <li>- Lavandula latifolia</li> <li>- Salvia officinalis</li> <li>- Thyraus vulgaris</li> <li>- Thymus zygis</li> <li>- Thymus baeticus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Ceratonia siliqua</li> <li>- Rhus coriaria</li> <li>- Sidmonsia chinensis</li> <li>- Rosmarinus officinalis</li> <li>* Rosmarinus erioalix</li> <li>- Thymus vulgaris</li> <li>- Thymus zygis</li> <li>- Thymus baeticus</li> <li>- Thymus hyemalis</li> <li>- Thymbra capitata</li> </ul>

200-350 mm

350-500 mm

Table 6: woody species for REAFFORESTATION, EROSION CONTROL and SOIL CONSERVATION adapted to different temperatures and rainfall regimes

<p><u>SUPRA-</u> MEDITERRANEAN -4&lt;m&lt;-1</p>	<p><u>MESO-</u> MEDITERRANEAN -1&lt;m&lt;4</p>	<p><u>TERMO-</u> MEDITERRANEAN 4&lt;m&lt;10</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pinus pinea</li> <li>- Juniperus oxycedrus</li> <li>- Juniperus phoenicea</li> <li>- Retama sphaerocarpa</li> <li>- Atriplex canescens</li> <li>- Salsola vermiculata</li> <li>- Kochia prostrata</li> <li>* Artemisia herba-alba</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pinus halepensis</li> <li>- Pinus pinea</li> <li>- Juniperus sp.pl.</li> <li>- Quercas coccifera</li> <li>- Retama sphaerocarpa</li> <li>- Pistacia lentiscus</li> <li>- Atriplex halimus</li> <li>- Atriplex (tumularia</li> <li>- Salsola vermiculata</li> <li>- Olea europaea sylv.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pinus halepensis</li> <li>- Pinus pinea</li> <li>- Tetraclinis articulata</li> <li>- Ouercus coccifera</li> <li>- Acacia cyanophylla</li> <li>* Acacia farnesiana</li> <li>- Retama sphaeroc. and others</li> <li>- Pistacia lentiscus</li> <li>- Zizyphiis lotus</li> <li>- Qpuntia ficus-barbarica</li> <li>- Atriplex halimus</li> <li>- Salsola vermiculata</li> <li>- Salsola genitistoides</li> <li>- Haloxylon tamariscifolium</li> <li>- Salsola opositifolia</li> <li>- Paliurus spina-chisti</li> <li>- Olea europaea var. sylvestris</li> <li>- Agave sp.pl.</li> <li>- Chamaerops humilis</li> <li>- Phoenix dactylifera</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pinus pinaster</li> <li>- Pinus pinea</li> <li>* Juniperus thurifera</li> <li>- Juniperus sp.pl.</li> <li>- Quercus rotundifolia</li> <li>- Retama sphaerocarpa</li> <li>- Pistacia terebinthus</li> <li>- Atriplex canescens</li> <li>- Kochia prostrata</li> <li>- Salsola vermiculata</li> <li>- Ailanthus altissima</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pinus halepensis</li> <li>- Pinus pinea</li> <li>- Juniperus phoenicea</li> <li>- Juniperus oxycedrus</li> <li>- Quercus coccifera</li> <li>- Quercus rotundifolia</li> <li>- Celtis australis</li> <li>- Retama sphaerocarpa</li> <li>- Spartium junceum</li> <li>- Pistacia lentiscus</li> <li>- Pistacia terebinthus</li> <li>- Atriplex halimus</li> <li>- Atriplex nummularis</li> <li>- Salsola vermiculata</li> <li>- Olea europeea var. sylvestris</li> <li>- Ailanthus altissima</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pinus halepensis</li> <li>- Pinus pinea</li> <li>- Tetraclinis articulata</li> <li>- Quercus caccifera</li> <li>- (Quercus rotundifolia</li> <li>- Celtis australis</li> <li>- Acacia cyanophylla</li> <li>- Chamaecytisus palmensis</li> <li>- Retama sphaerocarpa</li> <li>- Spartium junceum</li> <li>- Pistacia lentiscus</li> <li>* Ceratonia siliqua</li> <li>- Zizyphus jujuba</li> <li>- Atriplex halimus</li> <li>- Salsola vermiculata</li> <li>- Olea europaea var. sylvestris</li> <li>- Ailanthus altissima</li> <li>- Agave sp.pl.</li> <li>- Chamaerops humilis</li> <li>- Phoenix dactilyfera</li> </ul>

200-350 mm

350-500 mm

Table 7: SPECIES AND TAXONS SELECTED AS MORE PROMISING FOR THE ARID AND SEMI-ARID AREAS OF NORTHERN MEDITERRANEAN EEC COUNTRIES:

SPECIES	COMMON NAME	MAIN USE AS:
PINUS halepensis	Alepo pine	reaforestation, timber
JUNIPERUS sp.pl. (phoenicea, oxycedrus, communis sabina)	Juniper spp.	wood, oil, charcoal, varnish gin aromaticer, forage
TETRACLINIS articulata	Sabina de Cartagena	wood
QUERCUS coccifera	Kermes oak	tannin, dye
QUERCUS rotundifolia		acorns, wood, charcoal
FICUS carica	Common fig	food (figs)
CERATONIA siliqua	Carob	fodder, gum
JUGLANS regia	Walnut	food (nuts)
ACACIA cyanophylla	Wattle	forage
CHAMAECYTISUS palmensis	"Tagasaste"	forage
RETAMA sphaerocarpa		alcaloids, fodder
ROBINIA pseudoacacia	Black locust	erosion control, ornamental
BITUMINARIA bituminosa	Pitch trefoil	forage
MEDICAGO arborea	Tree lucerne	forage
CORONILLA valentina	Crown verch	forage
PISTACIA lentiscus	Mastic tree	gum, resin, oil, erosion control
PISTACIA terebinthus	Turpentine tree	resin, rootstock of P. vera
RHUS coriaria	Sumach	tannin, dye
ZIZYPHUS jujuba	Jujube	food (fruits)
CAPPARIS spinosa	Capper	food (pickles)
OPUNTIA ficus-barbarica	Pricklypear cactus	fruits, forage
ATRIPLEX halimus	Mediterranean saltbush	forage
ATRIPLEX nummularia	Oldman saltbush	forage
ATRIPLEX canescens	Fourwing saltbush	forage
SALSOLA vermiculata s.l.	Saltwort	forage
KOCHIA prostrata		forage
OLEA europaea var. sylvestris	Olive	oil, fodder, wood
ROSMARINUS officinalis	Rosemary	aromatic oil
LAVANDULA latifolia	Broad-leaved lavender	aromatic oil
SALVIA lavandulifolia	Sage	aromatic oil
THYMUS sp.pl.(vularis, zygis, baeticus, hyemalis)	Thyme	aromatic oil
CHAMAEROPS humilis	Fan palm	erosion control

4 BRIEF DESCRIPTION AND DISCUSSION OF THE SPECIES SELECTED AS MORE PROMISING FOR THE ARID AND SEMIARID AREAS OF NORTHERN MEDITERRANEAN EEC COUNTRIES:

\* Pinus halepensis Mill.:

A drought-tolerant pine that withstands aridity and poor soils better than most timber species that grow in a Mediterranean climate, it is the most widely distributed pine of the Mediterranean basin.

In Spain, thousands of hectares have been reafforested with it, but generally using non selected seed very sensitive to the larvae of Thaumetopoea pityocampa - known in Spanish as "procesionaria"-.

Because of the indiscriminate!) forest policy during the last decades and because its natural expansion on degraded soils, P. halepensis is now occupying in Spain a

larger surface than in its native stage. Nevertheless of its detractors, it is one of the best species to be used in reforestation programs of arid and semi-arid Mediterranean zones, but reconsidering: a) the current methods of establishment (generally with excessive soil movement and destruction of native plant cover) and b) the plant material utilised (to make use of native material with high resistance to drought, cold, "procesionaria", etc.)

References:

- National Academy of Sciences (1980) Firewood crops. Shrub and tree species for energy production. Washington, pp. 142-143.
- Options Méditerranéennes CIHEAM 86/1 (1986) Le pin d'Alep et le pin Brutia dans la sylviculture Méditerranéenne. Séminaire 1985. Tunis.
- Ramos, J.L. (1979) Selvicultura. ETSI de Montes. Madrid. pp. 192-195.
- Ruiz de la Torre, J. (1971) Árboles y arbustos de la España peninsular. EFIE y ETSI Montes. Madrid, pp. 97-101.

\* Juniperus sp.pl (J. phoenicea, J. oxycedrus, J. sabina and J. thurifera):

Within the Mediterranean area, J. Phoenicia and J. oxycedrus are the two species occupying the largest surface; both species have a slow rate of growth but they could be considered for specific reforestation purposes; for example, on dunes and sandy coastal areas the subspecies turbinata (J.ph.) and macrocarpa (J.ox.) could play a role as soil stabilisers.

In the Mediterranean high mountain areas, J. communis and J. sabina are the climax species.

J. thurifera the species of larger size, it has played a very important role in the formations of the landscape in the cold semi-arid steppes of Castilla and Aragón northern regions of the Spanish inland high plateau.

The ecological role of this genus remains on the ability of its species to grow on unstable soil materials like rocky, stony and sandy mobile soils. Because of their slow rate of growth, these species suffer a rapid degradation, what would justify a preservation of the best areas where they are present and a certain degree of reforestation; if so, because the difficulty to multiply them, nursery and/or "in vitro" techniques should be developed.

References:

- Ruiz de la Torre, J. (1971) Árboles y arbustos de la España peninsular. EFIE y ETSI de Montes. Madrid. pp. 124-137.
- Ramos, J.L. (1979) Selvicultura. ETSI de Montes. Madrid. pp. 324-330.

\* Tetraclinis articulata Masters:

It is an iberoafrican endemism -a relict of the old connection between both continents- only present nearby Cartagena (Murcia, SE Spain).

It was used in small scale to reforest sand dunes (Guardamar, Alicante) and currently, there is a growing interest in its use to reforest coastal ranges in SE Spain; other northern Mediterranean coastal areas could try it also.

It is a species under extinction in the European continent and so, it should be protected in its reduced native habitat.

References:

- Ruiz de la Torre, J. (1.971) Arboles y arbustos de la España peninsular. EFIE y ETSI Montes. Madrid. pp. 120-123.
- Ramos, J.L. (1.979) Selvicultura. ETSI Montes. Madrid, pp. 320-323.

\* Quercus coccífera L.:

It is the specie of the genus Quercus better adapted to drought and marginal conditions in the whole Mediterranean environment; its main limitation is that it does not tolerate very cold winters.

It is a very important specie for the conservation and regeneration of soils and its acorns are a good energy feed for extensive livestock.

Because its hardiness and erosion control properties, it is one of the Mediterranean species to include in future reafforestation programs of arid and semiarid areas. It regenerates easily from its acorns but stablishment techniques should be developed.

References:

- Ruiz de la Torre, J. (1.971) Arboles y arbustos de la España peninsular. IFIE y ETSI Montes. Madrid. pp. 267-270.

\* Quercus rotundifolia Lamk.:

An specie very well adapted to the seminarid areas (P: 350-600 mm) of the iberian peninsula, it improves the conditions of soils and it promotes the formation of pastures. Ecologically, it plays an important role as shelter and feed (acorns) for wild and extensive grazing livestock (pigs and sheep).

Currently it is beeing tested as a reafforestation specie but because it requires shade during its first years of stablishment, it is a difficulty to resolve when it is used to reafforest barren, denuded areas.

A selection of best individuals through "in vitro" cloning should be tryed.

References:

- Ruiz de la Torre, J. (1.971) Arboles y arbustos de la España peninsular. IFIE y ETSI Montes. Madrid. pp. 265-266.

\* Celtis australis L.:

Generally found in degraded plant communities with strong influence of men and animals, its branches and leafs are frequently used as fodder for animals; it is an excelent plant to reafforest rampart slopes and soils with high nitrogen content. During the last years, sick plants have been seen with sytoms simmilar to those of the "grafiosis" of elms.

References:

- Ramos, J.L. (1.979) Selvicultura. ETSI Montes. Madrid. pp. 310-311.
- Rodríguez, C. (1.949) Prados arbóreos. Ministerio Agricultura. Madrid. pp. 121-124.
- Ruiz de la Torre, J. (1.971) Arboles y arbustos de la España peninsular. IFIE y ETSI Montes. Madrid. pp. 278-279.

\* Ficus carica L:

Very well adapted to droughts, its early season fruits ("brevas") have a growing market that could justify its establishment in areas where other trees are economically marginal.

There is a big number of interesting varieties that should be collected, typified and selected for later grafting. Future cultivation of this tree will need the development of techniques to get a small size tree -something similar to what was done with apples and pears-, so that the harvesting of fruits could be easier.

References:

- Ruiz de la Torre, J. (1971) Arboles y arbustos de la España peninsular. IFIE y ETSI Montes. Madrid. pp. 284-285.

\* Ceratonia siliqua L.:

An important Mediterranean crop in the past for its utilization as animal and human feed, currently it is recovering economical interest due to the utilization of its seed's gum in feed industries (an emulsion stabilizer and thickener), cosmetics, Pharmaceuticals, textiles, papers and other industrial products.

Because of the wide variability found within the carob populations in their yield of fruits (size, number, content of seed and pulp) and seeds (number, weight), the first research effort should be directed towards the recolection, typification and selection of the best existing varieties. Low winter temperatures limit its cultivation to the winter coastal areas (with a limit at 400-700 m over sea level), but selection for cold tolerance should be searched also.

For economical reasons (yield of pods), the rainfall limit for its cultivation seems around 400-500 mm, but for erosion control and fodder purposes, it could be recommended in areas receiving 250-400 mm, specially if run-off water harvesting techniques are used, as traditionally practiced in semiarid Mediterranean areas.

References:

- National Academy of Sciences (1979) Tropical legumes: resources for the future. Washington. pp. 109-116.
- Batlle, I. and Tous, J. (1986) El algarrobo en Cataluña. Agricultura. pp. 556-559.

\* Juglans regia U:

Cultivated in Spain profusely during the Middle Age because its human feeding value, during the last decades the walnut populations were drastically reduced because the high price paid for its wood; currently, the big market demand of walnuts has created a growing interest on its cultivation. Fortunately, there still exist a big population of walnuts from which selected individuals could be collected for future plantations.

Although some of the new walnut plantations will be established under irrigation in the Spanish coastal areas -like the Americans did in California-, walnuts could grow well on deep and fresh soils in areas receiving more than 400 mm.

References:

- Vargas, F., Aleta, N. y Tous, J. (1986) Pistachero y Nogal. Agricultura. pp. 562-563.
- Forte, V. (1977) Il noce. Edagricole.
- Frutos, D. (1987) The walnut population of Spain AGRIMED (in press).

- Ramos, J.L. (1.979) Selvicultura. ETSI Montes. Madrid. pp. 308-310.
- Ruiz de la Torre, J. (1.971) Arboles y arbustos de la España peninsular. IFIE y ETSI Montes. Madrid. pp. 144-147.

\* Acacia cyanophylla Lindl. (Synonym *Acacia saligna* -Labill.- H. Wendl.):

A fast growing fodder tree very drought resistant, extensively planted in northern African countries, mainly for soil conservation purposes, it has been tested in SE Spain as a protein supplementing fodder tree in mild winter areas (min. temperatures below  $-5^{\circ}$  C will damage the tree).

The tree can be easily multiplied if seeds are scarified and nursery plants are soon transplanted before their tap root starts to twist in the bottom of the plastic bag container.

Management is very important at its initial stage because trees should be pruned or grazed lightly to force them to develop a bushy shape so that animals could graze their branches. For shelter or shadowy purposes, trees can be left growing freely.

There is a big variability within this specie and so, selection could be directed towards finding individual more drought tolerant, more productive, etc.

Its acid gum has a possible interest for use in pickles and other acidic foodstuffs.

References:

- Le Houerou, H. and Pontanier, R. (1.987) Les plantations sylvopastorales dans la zone aride de Tunisie. MAB 18 UNESCO, pp. 29-31.
- National Academy of Sciences (1.979) Tropical legumes. Resources for the future. Washington. pp. 284).
- National Academy of Sciences (1.980) Firewood crops. Shrub and tree species for energy production. Washington. pp. 100-101.

\* Chamaecytisus proliferus (L.f.) Link ssp. *palmensis* (Christ.) Kunkel

Leguminous shrub native of the Canary islands where it is known as "tagasaste", it has traditionally been used as cut fodder for small ruminants; its quality and palatability is excellent and because of it, direct grazing should be avoided unless strictly controlled, otherwise the animals will exhaust the plants.

In its native habitat winters are mild and so, it is not frost tolerant but in New Zealand where it has been introduced, an extensive programme has been initiated to select more hardy types. In Western Australia it has also been introduced as a stock browse for drought periods and machinery has been developed for mechanical harvesting because it is the more efficient method of using tagasaste.

It grows well in acid well drained fertile soils receiving from 400-800 mm., but its high fodder quality suggests it should be tested under other conditions (in SE Spain, on alkaline soils, it develops iron deficiency and suffers of root diseases at the nursery stage).

It is probably one of the best fodder shrubs available for mild winter semiarid to subhumid acid soil areas.

References:

- Perez, V. and Sagot, P. (1.892) Le tagasaste. Paris. Semaine Medicale.
- Rodríguez, C. (1.949) Prados arboreos. Ministerio Agricultura. pp. 102-104.
- Santos, A. (1.983) Vegetación y flora de la Palma. Ed. Interinsular Canaria. pp. 192.

- Wils, B.J. and Sheppard, J.S. (1.986) Shrub species suitable for revegetation and forage production in dryland regions of New Zealand. NZ Agric. Sci. 20(3):138-140.
- Kimberley Seeds Pty. Ltd. (1.986) Tagasaste (Tree lucerne). 51 King Edward Rd. Osborne Park, 6017 Western Australia.

\* Retama sphaerocarpa (L.) Boiss.

It covers large areas of the Spanish cold steppe (in its central high-plateau) where it grows on any kind of soils, but prefers acid soils; it plays an important role as a soil fixer and as soil improver (it fixes nitrogen) because of the good pastures growing underneath (in fact, there exist an Spanish saying that underneath a retama you can raise a lamb); its flowers and fruits are also grazed by small ruminants.

There are other close species like R. monosperma and R. raetam used to fix dunes and loose soils in coastal areas.

The ecological role of this specie and others of similar genus (Genista, Cytisus, Spartium) remains on its ability to fix and regenerate soils, and on its utilization by livestock. They are also good sources of alkaloids with possible industrial interest.

References:

- Correal, E. et al (1.985) Especies nativas de interés forrajero presentes en la flora del NO de Murcia. Simp. Int. sobre explotación caprina en zonas aridas. Fuerteventura.

\* Robinia pseudoacacia L.:

A very frost resistant tree (it tolerates temperatures from -12 to -23°C) native of the EEUU, it can be used as a fodder bush if cutted at early stage (cutting will cause coppicing and so produce a bushier easier to graze shrub). It can be used also as a soil improver (it fixes nitrogen) and as a soil fixer (erosion control) tree, from which animals could benefit also to get shelter and to graze its legume pods when they fall in autumn.

It has been successfully used in the reclamation of surface-mined lands.

There are spineless varieties that could be vegetatively propagated for fodder purposes.

References:

- Ramos, J.L. (1.979) Selvicultura. ETSI Montes. Madrid. pp. 359-361.
- Zulueta, J. (1.985) Robinia pseudoacacia L. en la mejora pastoral de montes semiaridos. Actas I Congreso de Agricultura y Desarrollo Rural en Zonas de Montana.

\* Bituminaria bituminosa (L.) Stirton (Syn. Psoralea bituminosa):

A semicosmopolitan Mediterranean perennial legume with a promising future as a drought tolerant fodder shrub, it grows from sea level to 1.500 m.a., and it is commonly found in disturbed soils with human or animal influence.

The specie contains a large number of varieties and there are other species of the same genus very close to it. The existing plant material offers a large variability in: size of the plant, degree of lignification, leaf production, palatability (probably related to its coumarin content) and cold resistance.

In SE Spain, a variety from the Canary islands has performed very well in terraces of yield and palatability, but it does not tolerate frost; nevertheless, the large pool of plant

material available suggest there exist the possibility of selection and adaptation to other Mediterranean conditions.

A chemical component of this plant, 8-metoxi-psoralen, is currently being tested as a possible treatment for cancer.

References:

- Buendia, F. (1.969) Introduccion al estudio de las especies pascícolas españolas. Ministerio de Agricultura. IFIE. pp. 267-270.

\* Medicago arborea L.

An excellent fodder shrub in terms of quality and palatability, it has been cultivated in different parts of the Mediterranean basin, like in the Menorca Spanish island where it was used as a cutting fodder for draft horses, but currently is nearly forgotten as a fodder plant.

For optimal growth it needs annual rainfalls over 400 mm., but in SE Spain it has persisted and given a reasonable winter yield with 200-300 mm.

There exist a large pool of plant material available differing on its leaf size, cold tolerance drought tolerance, etc., and so, research should be directed towards recolection, typification and selection of the best plant material available. As an example of it, in the small islets of Columbretes (in front of Castellón, eastern Spanish coast), there is a tetraploid variety, described by Fontquer, as var. citrina, that is characterized by having leaves and seeds larger than the normal type.

References:

- Chanpeval, A. (1.948) Luzernes arborescentes pour utiliser les mauvais Sols de France et d'Argerie.
- El Hamrouni, A. et Sarson, M. (1.975) Resultats d'un essai de charge sur une parcelle de Medicago arborea L. INRF Note de Recherche 14, Rep. Tunisienne.
- Olives, G. (1.969) La alfalfa arbórea. Ministerio de Agricultura.

\* Coronilla valentina L.

A fodder leguminous shrub of similar characteristics to *M. arborea*, it contains also different subspecies and ecotypes that offer a good chance for its selection.

There are also other interesting Mediterranean species of the same genus, like C. emerus, C. juncea and C. minima, but comparatively, they are less productive, have lower quality or need better edafoclimatic conditions.

The genus *Coronilla* has been studied for its contents in glucosides of possible industrial interest.

\* Pistacia lentiscus L.

It is present in all the Mediterranean, forming large, dense stands ("lentiscars") underneath of which a good soil is formed due to its large litter deposition.

Because it regenerates very well after cutting or grazing, it could be an excellent plant for control erosion purposes in dry marginal areas where winters are not too cold.

References:

- Ruiz de la Torre, J. (1.971) Arboles y arbustos de la España peninsular. IFIE y ETSI Montes. Madrid. pp. 345.

- Scortichini, M. (1.987) Il lentisco. Rev. di Fruticoltura. n.º. 1, pp. 35-40.

\* Pistacia terebinthus L. and others (P x raportae, P. vera and P. atlantica):

Very close botanically to P. lentiscus with which in naturally hybridate (P x raportae), but it needs more rainfall and its leaves are lost in winter.

It is used in Sicily as a rootstock for P. vera, but because of its slow growth, more vigorous rootstocks should be used like the hybrid P x raportae that is also more drought resistant than P. terebinthus.

P. atlantica is another vigorous rootstock for P. vera as well as other interspecific hybrids found between close species of this genus.

With the good market price of pistacho fruits, these species have a growing economical interest for the Mediterranean arid and semiarid areas because of the existing possibility of cultivating this drought and cold tolerant tree in areas where traditional Mediterranean crops like olives, vineyards and almonds are currently economically marginal.

References:

- Mina, F. (1.882) Monografia botanica ed agraria sulla coltivazione dei Pistacchi in Sicilia. Palermo. Lornsnaider Giovanni Tipografo.
- Spina, P. (1.983) Il pistacchio. Edagricole, Bologna, Italia.
- Vargas, J. y Aleta, N. (1.986) Pistachero y nogal. Agricultura. pp. 560.561.

\* Rhus coriaria L.

Traditionally cultivated for its tannin, specially in Italy, but neglected during recent times, it seems to become again an interesting crop because of its content in chemical compounds (polyphenols, oils and carbohydrates) of possible industrial interest. There are other related species within the Mediterranean basin that could be studied also for possible industrial uses.

References:

- Barvera, G. (1.987) Si cercano nuove strade per il rilancio del sommacco siciliano. L'Informatore Agrario. 20. pp. 57-61.

\* Zizyphus jujuba Miller:

Introduced and naturalized in the Mediterranean because its fruits were appreciated by people in the old times, it is currently being reconsidered as a fruit crop and so, research is being undertaken to select varieties more productive (with larger fruits) and more resistance to cold.

Paliurus spinachristi, a close species, could be considered for erosion control purposes and to form stock-proof living fences in arid areas.

References:

- National Academy of Sciences (1.980) Firewood crops. Shrubs and tree species for energy production. Washington, pp. 162-163.

\* Capparis spinosa L.

A very drought tolerant plant that grows on very marginal conditions like slopes, rocky zones and loose soils, its flower buds, fruits and young stems have been traditionally harvested from wild plants to be used as pickles. During the last decade it

has been planted and cultivated as a crop in SE Spain and S of Italy, but because its market is small and the labor cost are high, its recent interest as a new crop has declined.

Because its ability to grow on unstable soils and because with a good degree of insolation it can grow up to 1.800 m. over the sea level, it could be used to stabilize slopes for soil conservation purposes.

Other species of this genus are being studied as source of chemical compounds with possible industrial interest.

#### References:

- Diaz-Andreu, C. (1.986) Notas preliminares sobre selección y mejora de alcaparra. Actas II Congreso SECH. Cordoba.
- Luna, F. y Pérez, M. (1.985) La tapenera o alcaparra. Cultivo y aprovechamiento. Publica ciones de Extension Agraria. Madrid.
- Sushila R. and Gopar R. (1.985) Food value of capparidaceae with special reference to capparis decidua (Kair). Proceed. India Conf. on Desert Technology. Trans Isdt and Ucds, 10(2):63-68.

#### \* Opuntia ficus-barbarica Berger (Syn. O. ficus-indica (L.) Miller):

Although not a ligneous plant, it deserves to be considered in arid Mediterranean areas because of its good tolerance to drought and its multiple applications (fodder, fruits and erosion control).

Profusely cultivated in northern african countries and in a smaller extent in some of the northern Mediterranean EEC countries (Spain, Italy, Greece), it has the limitation of its low resitance to cold, but there are other species (O. robusta, O. fusicaulis, O. undulata, O. laevis) more resistant to frost and so, for erosion control purposes might be considered.

There are spineless varieties of O. ficus barbárica that could be used as an energy rich supplement fodder (eg. combined with protein rich Atriplex sp.pl.) and it seems there are also clones producing stonless fruits that would have an important market demand.

#### References:

- Fernández, J. y Martínez, V. (1.983) El cultivo de la chumbera para la producción de higos "de retallo". Hojas divulgadoras. Núm. 15/83 HD.
- Le Houerou, H. et Pontanier, R. (1.987) Les plantations sylvo-pastorales dans la zone aride de Tunisie. Notes techniques du MAB 18, UNESCO pp. 42.
- De Kock, G. (1.980) Drought resistant fodder shrub crops in South Africa. In: Browse in Africa, Ed. Le Houerou, ILCA, Addis Ababa, Ethiopia, pp. 399.
- El Hamrouni, A. et Sarson, M. (1.973) Cactus locaux ou introduits en Tunisie. Proyect FAO Tun 71/540. Note Technique n<sup>o</sup> 16. INRF. Tunis.

#### \* Atriplex halimus L.

A Mediterranean shrub commonly found on saline soils, saline depressions and slopy marls, it is a vigorous plant with an excelent tolerance to drought and salinity; its tolerance to cold is also good (up to -12°C)

It is an evergreen fodder shrub rich in protein, specially suitable during the long dry Mediterranean summers when herbaceous species have dried-off and the only available feed is the cereal straw.

Its palatability may change with the season of the year, the age of the plant, the salt content of the soil, the origin of the plant material and with the management practices. In Tunisia, where FAO carried research of fodder shrubs, they selected a high palatable variety. In SE Spain where it has been also tested, a variety of South Africa has shown a very good palatability.

The species has two subspecies (spp. halimus and ssp. schweinfurthii) that vary in their percentage of browsing biomass and on its drought resistance, spp. schweinfurthii being less productive but more drought tolerant.

A. halimus is also a good shrub for soil conservation purposes and so, it could be used to revegetate slopes or disturbed lands with erosion problems; it can be used also to create living fence barriers in cereal growing areas exposed to wind and water erosion.

It can be easily multiplied and after established (by direct seeding or by planting, depending on soil moisture and rainfall regime) it persists very well.

In Spain, it has a potential area of application in the revegetation of saline-marly depressions of semiarid regions like Castilla-La Mancha and Aragón, areas where extensive livestock is important and where there is a seasonal shortage of feed, specially in summer and winter.

A. glauca is a close species, also interesting for fodder and soil conservation purposes.

References:

- Franclinet, A. and Le Houerou, H. (1971) Les Atriplex en Tunisie et en Afrique du Nord. Rapport technique 7 PNUD/FAO, Rome.
- Reyes Prosper, E. (1915) Las estepas de España y su vegetación. Casa Real. Madrid.

\* Atriplex nummularia Lindl.

A fodder shrub native from Australia, very similar to A. halimus but in general, more palatable and more productive in terms of total browsing biomass.

It is probably the best Atriplex species available for cultivation in marginal arid and semiarid lands, as it has been demonstrated by research carried out in Israel, South Africa, Tunisia, Libya, Chile and Spain.

It can be successfully grazed during the whole year and the best management is to practice rotational grazing so that the plants can recover between grazing periods.

There exists a large variability within the species in terms of plant shape, plant size, flowering behaviour, productivity and palatability. The species has been recently divided in three subspecies: nummularia, omissa and spathulata.

In SE Spain, a variety selected by G. de Kock in South Africa has performed very well in terms of persistence, yield and utilization by sheep with the additional advantage that because it flowers and ripe fruits during late winter/early spring, it is fully "green" during the whole summer and autumn, a time when it is mostly needed and when it reaches maximum leaf production.

Varieties of prostrate growth can be selected, as F. de Kock is currently doing in South Africa, so that the grazing animals could reach easily to the whole plant material

available; otherwise, what is over about 1,20 m can't be grazed (what may be an advantage in overstocked-poorly managed areas).

As was indicated for A. halimus, A. nummularia is also an ever-green shrub with a high protein content and so, of strategic importance for summer-autumn grazing, a time when grazing animals are forced to graze on low protein cereal stable or dried grass. Similarly, A. nummularia could play an important role in the control of soil erosion, specially in cereal areas where the whole surface is under cultivation and there are no vegetation barriers to control water and wind erosion.

References:

- Correal, E., Silva Colomer, J. Boza, J., and Passera, C. (1.986) Valor nutritivo de cuatro arbustos forrajeros del género Atriplex (A. nummularia, A. cynerea, A. undulata y A. lampa). Revista Pastos (en prensa). SEEP.
- Le Houerou, H. et Pointanier, R. (1.987) Les plantations sylvo-pastorales dans la zone aride de Tunisie. Notes technique du MAB 18 UNESCO.
- De Kock, G. (1.980) Drought resistant fodder shrub crops in South Africa, In: Browse in Africa. Ed. H.N. Le Houerou. ILCA, Addis Ababa, Ethiopia.

\* Atriplex canescens (Pursh.) Nuttall.

A very cold tolerant specie (it will resist temperatures of -20 to -30°C) native from SW EEUU it is also very drought tolerant, but at diference of A. nummularia and A. halimus, some of its accesions remain latent during winter and drop their leaves at that time; nevertheless, there are two subspecies (canescens and linearis) differing on the degree of its winter dormancy as well as on its leaf size, plant size, cromosome number and palatability.

In EEUU three varieties have been selected, Wytana, Rincon and Marana, the first one adapted to their very cold areas and the third one to the Mediterranean conditions of southern California.

Because of its high cold and drought resistance, and its good productivity and palatability, it is a recomendad specie for the cold semiarid steppes of the Spanish high table-lands.

References:

- Le houerou, H. et Pointanier, R. (1.987) Les plantations sylvo-pastorales dans la zone aride de Tunisie. Notes techniques du MAB 18 UNESCO, pp. 41-42.
- Tiedeman, A.R. et a], compilers (1.983) Proceedings-Symposium on the biology of Atriplex and related chenopods; 1983 May 2-6; Provo, UT. General Technical Report INI-172, Ogden, UT: USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Exp. Station; 1984. p. 309.

\* Salsola verrciculata s.l.

A macro-specie natively present in the marly semiarid steppes Of Spanish Castilla and Aragon regions, it is grazed by sheep and goats, specially during its period of fructification.

It naturally forms living edges on the small slopes and banks that divide the cultivated cereal properties and so, it could be a good plant for soil conservation purposes.

Because of the large variability within the specie, specially on its palatability, selection of the best accessions is needed. The variety villosa from Siria was studied in California for the revegetation of their arid southern areas.

References:

- Sraun-Blanquet, J. et Bolós, O. (1.957) Les groupements vegetaux du bassin moyen de l'Ebre et leur dynamisme. CSIC. Anales Estac. Exp. Aula Dei. Vol. 5. Nos. 1-4 pp. 52-58 et pp. 21.
- Reyes Prosper, E. (1.915) Las estepas de España y su vegetación. Casa Real. Madrid. pp. 261.

\* Kochia prostrata Schrad

A specie frequently associated with S. vermiculata, its is present also in cold semiarid steppes where it is grazed in its native stage.

In the cold semiarid high inland areas of Turkey, it is a native specie of high pastoral value; plant material from such region has been tested in SE Spain where it has shown a high palatability, but as it happens with some accessions of A. canescens, it remains dormant in winter; another limitation found was its difficult propagation, either from seed or vegetatively.

References:

- Reyes Prosper, E. (1.915) Las estepas de España y su vegetación. Casa Real. Madrid. pp. 259.

\* Olea europaea L. var. sylvestris Brot.:

A Mediterranean specie requiring mild winters, it grows spontaneously in all kind of soils, but specially in the sunny rocky slopes.

It is a good fodder for animals and a natural refuge for the wild fauna; further more, it is a good soil fixer that could be used for soil conservation purposes in marginal areas.

There are two north african varieties, O. salicifolium and O. laperrini very well adapted to drought.

References:

- Ruiz de la Torre, J. (1.971) Arboles y arbustos de la España peninsular. IFIE y ETSI Montes. Madrid. pp. 428-429.

\* Rosmarinus officinalis L.

A Mediterranean specie mainly present on calcicole shrub communities, it is very tolerant to drought and relatively resistant to cold, arriving up to 1.500-1.600 m., in sunny areas; it grows frequently on degraded soils.

It's mainly used as a source of essential oils for which wild plants are harvested and destiled; besides it, in areas where feed resources are scarce, it is also grazed by small ruminants.

In Spain is currently under test because there are local varieties of better oil quality and higher yield than those normally harvested from the wild.

There are two other species of the same genus, R. eriocalix and R. tomentosum plus their natural hybrids that grow profusely in north Africa but also present in small

extent (as a relict) in the south of Spain (Malaga and Almería). R. eriocalix is the more tolerant specie.

Because of its commercial interest and good adaptation to marginal areas, its cultivation for soil conservation purposes should be also considered.

References:

- Correal, E. et al (1.986) Arbustos de interés forrajero presentes en la flora del NO de Murcia. Revista Pastos de la SEEP (in press).
- Rosua, J.L. (1.981) El complejo Rosmarinus eriocalix-tomentosus en la península Ibérica. Anales Jardín Botánico de Madrid, 37(2) pp. 587-593.

\* Lavandula latifolia Medicus

As R. officinalis, it is usually present in calcicole shrub communities, proliferating on loose, removed soils, or in old cultivated fields; it can be seen growing up to 1.700-1.800 m., over the sea level.

Mainly used for its essential oil, there are large areas planted with it in the Spanish regions of Castilla, Levante, Andalucía and Murcia; wild plants are also harvested.

There are other related species like Lavandula angustifolia and its hybrid with L. latifolia called "lavandín", which are cultivated in other European countries; in the south of Spain there is another related species, L. lanata and its hybrid with L. latifolia that might have some commercial value. In any case, there are many varieties to study because of their high yield or good adaptation to marginal conditions.

This genus is also present on siliceous soils with the species group Lavandula gr. stoechas.

References:

- Martín, E. y Fernández, S. (1.977) Cultivo de lavandas. Estación Experimental del Zaidín. CSIC y CAG. Granada.

\* Salvia lavandulifolia L.

Species usually present in degraded calcicole shrub communities of Spain, S. of France and N. Africa, it is mainly used for its essential oils. In Spain it is planted on a small scale, but a close species, S. officinalis is more cultivated in other European countries (France, Hungary, Yugoslavia).

The advantage of S. Lavandulifolia is that it contains subspecies which differ in their plant size, oil content, leaf production and tolerance to drought, what suggests that selection of more productive and hardy species could be achieved.

References:

- Rosua, J.L. y Blanca, G. (1.986) Revisión del Género Salvia L. (Lamiaceae) en el Mediterráneo occidental: la sección Salvia. Acta Botánica Malacitana, 11: 227-272. Malaga.

\* Thymus sp.pl. (T. vulgaris, T. zygis, T. baeticus, T. hyemalis and Thymbra capitata)

The genus thymus is represented by a large number of species in the whole arid and semiarid Mediterranean area, but specially in the Iberian Peninsula and North Africa.

They are small shrubs living on degraded and unstable soils with strong influence of livestock.

In SE Spain, the place of Europe with the largest number of *Thymus* sp., people collect them from the wild for different purposes: essential oils, condiment, medicinal, infusions, etc.

The best known species is *T. vulgaris* from which an essential oil rich in Thimol is obtained; other interesting species are *T. zygis*, *T. baeticus* and *T. hyemalis*, all of them harvested from the wild flora, a practice that is depleting the native resources where they grow. *Thymbra capitata*, a species from a close genus is another interesting aromatic plant.

Because of the good adaptation of *Thymus* sp.pl. to arid conditions and degraded soils, they could be selected and developed as new industrial crops for marginal areas where traditional crops are no longer economical; additionally, their capacity to fix unstable soils will help to control soil erosion.

References:

- Morales, R. (1.986) Taxonomia de los géneros *Thymus* y *Thymbra* en la península Ibérica. Ruizia, Tomo 3. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.

\* *Chamaerops humilis* L.

An small beautiful palm, the only native in Europe, very well adapted to drought, it grows on the mild winter coastal areas of S. and E. Spain where it is currently under paulatine extinction. Because of its ornamental and soil fixing properties, it deserves to be protected on its native habitats.

In N. Africa, in the Atlas mountains, there are ecotypes growing up to 1.900 m., of altitude and so, probably more tolerant to frost and drought than the Spanish ones; such plant material could be recolected and selected for soil conservation purposes along the Mediterranean coastal areas.

References:

- Ruiz de la Torre, J. (1.971) Arboles y arbustos de la España peninsular. IFIE y ETSI Montes. Madrid. pp. 440-441.

## 5. GAPS IN KNOWLEDGE AND RESEARCH PRIORITIES:

### 5.1. Gaps in knowledge

The flora of arid Mediterranean zones is rich in useful woody species (trees and shrubs) that have been traditionally utilized by men since the old times; however:

- in many cases, they have been harvested, cutted, grazed, etc., from the wild flora and so, there is no knowledge available on their propagation, establishment and management under cultivation.
- when they have been cultivated, usually they have been multiplied by seed and consequently, with a big variability in their seedling population.
- only in those cases for which vegetative propagation was easy, local ecotypes have been selected but frequently, their productivity is reduced by the presence of virus, bacteria, etc.
- although different raw materials (wood, resin, tannin, dye, gum, oil, etc.) and applications (foods, drinks, medicinal, etc.) have been obtained from them,

very little is known on their chemical composition and content in other useful components (fine chemicals like pesticides, antibiotics, enzymes, alkaloids, etc.).

## 5.2. Research priorities

There is a need to:

- define the limits of north Mediterranean arid and semiarid areas
- list, describe (ecological requirements, uses, etc) and map the multipurposes woody species present in each area (Termo, Meso and Supramediterranean).
- to share and divide the work of scientific programs between countries (France, Italy, Greece, etc.) and research teams according to their capabilities and the best adaptation of species to their environments; then research should be done on:
  - preservation of species under danger of extinction
  - mapping areas where species are still well preserved
  - to study in their native habitats ("in situ") their plant productivity, rate of growth, water use, chemical composition and potential to produce useful natural products.
- to collect plant material of selected individuals (eg. plants more tolerant to drought, frost, diseases, more productive, spineless, of smaller size, etc.) for future new plantations.
- to develop techniques for its multiplication (vegetative propagation and micropropagation will yield benefits sooner than the use of variable populations of seedlings).
- to develop establishment techniques; in the case of those forestry species already used for soil conservation purposes, more "natural" methods should be developed, less destructive of the coverture already provided by native species; eg. we have seen the following examples on P. halepensis: a) growing naturally under the coverture of Q. coccifera, b) id under the protection of "lavandin" plants of an old plantation, c) spreading naturally within sparto grass plants {where organic matter and soil have been accumulated}; another example is P. atlantica growing first under the protection of Z. lotus and later destroying its host plant (a popular tale heart) in Argelia); so, it seems that in some cases shrubs could provide an initial microenvironment (shadow, litter, soil, etc.) where trees could survive in their first initial stages; of course, this is not a method to be extrapolated because competence between species will stop its use in many cases, but in arid climates where trees are planted on a bare surface with very little soil, with no organic matter, with too much sun heating and drying the young seedlings, survival is frequently a problem and then, new methods should be developed.
- to carry on basic research on low volume, high market priced, fine chemical components present in woody species (eg. fatty acids, gums, oils, etc.) so that with an extra added value, the woody species could be planted for other purposes with lower economical return like soil consevation, forage, fuel, etc.
- with a small number of selected species, to stablish trials in different countries to test their potential area of application and to ultimately construct alternative land scenarios and models for the production of fuels, wood, fodder, chemicals, fiber, fruits, etc., from multipurposes woody species.

Generally speaking, in the lower rainfall arid areas, the more urgent problem to resolve is the control of erosion (of soil, water and plant species) because of the poor cover provided by its overstocked, overcultivated, degraded native vegetation. By the opposite, in Mediterranean subhumid areas ( $P > 500$  mm.), the largest problem is shrub encroachment and fire prevention. In the first case, revegetation will be the first priority; on the second situation, the priority will be to reduce plant cover, aiming for a "dehesa" model where the pressure of the grazing animal will keep shrubs under control.

## 6. TECHNICAL AND SOCIOECONOMIC LIMITATIONS THAT STOP THE DEVELOPMENT AND MASSIVE UTILIZATION OF THE WOODY SPECIES:

### 6.1. Technical limitations:

- most species of potential value have never been cultivated in large scale and so, there is no technology available, eg. machinery for: a) harvesting fodder shrubs, b) establishment of shrub seedlings, c) soil preparation (small banks in contour furrows to harvest run-off water), etc.

Western Australia is an exception in this respect, because they have already developed pitter seeders, contour niche seeders, furrow band seeders, tree seedling planters, harvesting fodder machines, seed scarifiers, etc.; their work is a good example to follow if one wants to arrive to the final utilization of woody species.

- in most cases, there is no seed or plant seedlings commercially available for anyone who decides to start seeding or planting woody species. Again, Western Australia is an exception as they already have commercial companies that sell seed of different shrubs and trees for arid areas.
- frequently, the technical staff in charge of the executive plans to reforest, control erosion, etc., ignore most of the technical knowledge already available for the utilization of the more promising woody species; so, disseminating information on available knowledge should be undertaken.

### 6.2. Socioeconomic limitations:

- most of the land where woody species could be established (forest areas, pastoral areas, marginal agricultural lands) is in private hands, the size of the property being generally small; so, if one wants to convince them to utilize woody species as an alternative to their marginal surplus crops, the new alternative should offer them a better economical return or otherwise, they won't accept it; of course, laws could be dictated to enforce them to stop their destructive practices (to plough along the maximum slope, to cultivate 100% of the land, etc.), but it seems that the best way to impose limits on their private properties will be to use the attraction of money, eg. to subsidize people living on the land, not the products produced on it, and to stop the subsidies when they do not fulfil the conditions to preserve the natural resources (soil, vegetation, etc.).
- in overpopulated, low income arid zones, eg. North Africa and part of Spain, overstocking, overcultivation and overutilization (harvesting plants from the wild) are the origins of erosion problems and unless the social problem is resolved, technology and knowledge is useless. By the other way, in high rainfall Mediterranean areas with low population density and high economical level, desertion of people from the land is the problem, and even if knowledge and technology becomes available, without people very little could be done.

- most of the good lands in arid zones have been taken for agriculture cultivation; so, the forestry and pastoral areas left are usually the worst part of the land, a limitation that reduces the possibility of getting good economical returns from the cultivation of woody species.

The solution seems to recover for the less intensive multipurpose woody species, areas currently under agriculture but producing surplus commodities and economically marginal; in other words, to come back to old agrosilvopastoral systems where agriculture, husbandry and forestry were integrated in stable, diversified ecosystems.

#### 5. CONCLUSIONS:

- there are many woody species of interest to be domesticated as future new crops, but time and resources allocation suggest that the best way to reach a final product is to concentrate research on a few of the more promising ones.
- in arid areas, climatic conditions limit growth rates and so, high yields should not be aimed; by the opposite, emphasis should be put on the production of high quality/high value products eg. pharmaceuticals/medicinal products, oils, gums, pesticides, waxes, fatty acids, enzymes, etc.
- to produce "in situ" data on their growth, yields, water use, etc., to ultimately construct alternative land use scenarios and models for the production of chemicals, fodder, fruits, fibers, wood, etc.
- to develop technology for their multiplication, establishment and management, including appropriate machinery to do it at the lowest possible cost.
- to collect and select "ex situ" the best plant material available for its further vegetative propagation (conventional or by micropropagation).
- to increase and diversify (species combinations) as much as possible, the number of woody species currently used for reforestation/soil conservation/erosion control purposes, otherwise we shall finish with poorly diversified ecosystems.
- The destruction of natural habitats has been accelerated during the last decades; the treasure of genetic resources they contain needs to be preserved and consequently, it should be created a network of native reserves that would provide protection to endangered species.
- because its climatic diversity, Spain is the EEC country with the richest flora; it is also the EEC country with the largest arid and semiarid surface; consequently, it is a good botanical resource and a good experimental site for the domestication and development of multipurpose woody species. By the other hand, its botanical and climatic connections with North African countries makes it a "bridge" for cooperation between the EEC and other Mediterranean basin countries.

#### 8. REFERENCES (selected general readings):

- American Society of Agronomy, CSSA and SSSA (1978) Reclamation of drastically disturbed lands. Ed. Schaller, F. and Sutton, P. Proceedings of a symposium held at the Ohio Agricultural Research and Exp. Stat. 9-12

August 1976, Cosponsored by the American Society of Agronomy, CSSA and SSSA.

- Braun-Blanquet, J. et Bolos, O. (1.957) Les groupements vegetaux du basin moyen de l'Ebre et leur dinamisme. CSIC Anales de la Estac. Exp. de Aula Dei. Vol. 5, n°1-4.
- CEE (1.985) Programme ressources naturelle renouvelables. Programme FAST, DG XII, 831/1-85-F.
- CEE (1.985) Programme renewable natural resources. Programme FAST, DG XII, 631/2-85-E.
- Daget, P. (1.977) Le bioclimat Mediterranean: caracteres generaux, modes de caracte risation. Vegetatio, Vol. 34, 1:1-20.
- di Castri, F., Goodall, D.W. and Specht, R.C. ed. (1.981) Mediterranean-type shrublands. Ecosystems of the world 11. Elsevier Scientific Publishing Company.
- Duke, J.A. (1.978) The quest for tolerant gerplasm In: Crops tolerance to suboptimal land conditions. Ed. G.A. Jung, ASA special publication N° 32, pp. 343.
- Goodin, J.R. and Northington, D.K. (1.985) Plant resources of arid and semiarid lands. A global perspective. Academic Press, Inc. pp. 338.
- Jones, Q. and Barclay, A.S. (1.972) Industrial row materials from shrubs. In: Wildland shrubs. Their biological and utilization. Ed. MxKell, C., Blaisdell, J.P. and Goodin, J. USDA Forest Service, General Tech. Report INT-1 August 1972.
- KEW International Conference on Economic Plants for Arid Lands (1984) Plants for Arid Lands. Proceedings of the Kew Int. Confer. on Economic Plants for Arid Lands held in the Jodrell Laboratory, Royal Botanic Gradens, Kew, England, 23-27 July 1984.
- Kreysa, J. and Last, F.T. (1.987) Problems and opportunities for forestry in the CEE. Implications for research and development. CEE, Programe FAST, DG XII, N°165, XII-292-87.
- Le Houerou, H.N. et Pointanier, R. (1.987) Les plantations sylvo-pastorales dans la zone aride de Tunisie. Notes techniques du MAB 18. UNESCO.
- National Academy of Sciences (1.979) Tropical legumes: resources for the future. Washington, D. G. pp. 331.
- National Academy of Sciences (1.980) Firewood crops. Shrub and Tree species for energy production. Washington, O.G. pp. 236.
- Options Mediterraneennes CIHEAM (1.981/1) Le pin d'Alep et le pin brutia dans la sylviculture Mediterranee. Seminaire 1985 Tunis, pp. 209-
- Poluhin, O. (1.977) Guia de campo de las flores de Europa. Ed. Omega. Barcelona pp. 796.
- Ramos Figueras, J.L. (1.979) Selvicultura. ETSI Montes. Madrid. pp. 513.
- Reyes Prosper, E. (1.915) Las estepas de España y su vegetación. Casa Real. Madrid.

- Rivas-Martínez, S. y Armaiz, C. (1.984) Bioclimatología y vegetación en la Península Ibérica. Bull. Soc. bot. Fr., 131. Actual. bot., (2/34), 111-120.
- Rivas-Martínez, S. et al (1.986) Datos sobre la vegetación del sistema Central y Sierra Nevada. Opusc. Bot. Pharm. Complutensis 2.
- Ruiz de la Torre, J. (1.971) Árboles y arbustos de la España peninsular. IFIE y ETSI Montes. Madrid.
- Tutin, T.G. et al eds. (1.964, 1.968 y 1.972) Flora Europaea. Cambridge.
- UNESCO-FAO (1.970) Vegetation map of the Mediterranean zone. Ecological study of the Mediterranean zone. Paris.
- UNESCO (1.970) Atlas climático de Europa I. Ed. Steinhauser, F.
- UNESCO (1.979) Carte de la repartition mondiale des régions arides. Notes techniques du MAB 7.

## CHOIX DES ESPECES LIGNEUSES ET LEUR PRODUCTION FOURRAGERE EN ITALIE.

Paolo Talamucci

Institut d'Agronomie de l'Université de Florence (Italie)

### 1. Rôle et raisons d'intérêt des arbustes et des arbres fourragers.

Les climats méditerranéens, bien que très diversifiés suivant les régions, présentent plusieurs éléments communs: une concentration de précipitations (au moins 65%) entre novembre et avril (entre mai et octobre pour l'hémisphère Sud); une réduction (au-dessous de 3%) du nombre d'heures au cours de l'année où la température est inférieure à 0°C; des vents très forts; une très forte variabilité du début et de la durée de la saison des pluies et de la sécheresse; une contemporanéité inexistante des optima thermiques avec les optima hydriques; une dynamique de la succession des périodes favorables et défavorables extrêmement capricieuse.

La grande variabilité des climats méditerranéens (suivant Le Houérou (1974) on peut distinguer au moins 48 nuances en combinant 6 variantes de précipitations annuelles et 8 variantes de températures moyennes des minimum du mois le plus froid) conditionne la durée des deux grandes périodes de disette: l'estivale, qui est la plus importante, et l'hivernale, qui n'est pas à négliger dans les régions du Nord ou continentales. En tout cas tous ces éléments représentent un obstacle à la continuité productive de l'herbé et on peut bien affirmer que le problème de la régularisation du calendrier de production fourragère est vraiment primordial et qu'il convient toujours d'essayer d'améliorer la distribution saisonnière plutôt que d'augmenter le rendement.

C'est dans cette optique que, des le passé, on a été obligé au nomadisme ou la transhumance dans les zones moins développées, ou bien à la conservation du fourrage dans les régions plus favorisées. Par la suite, on a appris à mieux gérer les réserves sur pied ou à adopter des fertilisations ou des modalités d'utilisation plus différenciées, en améliorant un peu la situation mais en maintenant encore important le "vide" productif estival. Afin de résoudre, au moins en partie, ce problème, il a fallu faire appel à des ressources autres que les prairies naturelles (c'est-à-dire forêts, terres labourables, etc.) en s'efforçant de créer une agriculture plus variée et plus contrastée, basée sur des systèmes fourragers plus diversifiés et sur l'utilisation échelonnée des différentes ressources (prairies naturelles, pâturages, prairies artificielles diversifiées par précocité, forêts à pâturer, arbres et arbustes fourragers).

Dans ces systèmes fourragers complexes les espèces ligneuses peuvent jouer un rôle très important en raison de leurs nombreuses caractéristiques positives. En particulier:

- Leur grande résistance à la sécheresse, grâce à leur puissant enracinement, permet un bon apport de matière sèche en été.
- Chez les espèces toujours vertes, les possibilités de contribution hivernale ne sont pas négligeables.
- Les racines et les parties aériennes des espèces ligneuses contribuent très bien à la conservation du sol; lorsqu'il s'agit de légumineuses, elles peuvent constituer des sources d'azote importantes.
- Leur valeur nutritive est particulièrement élevée et, en plus, assez constante car, chose bien connue, les feuilles conservent longtemps leurs caractéristiques de composition chimique et d'appétibilité. On peut donc

affirmer que les arbustes et les arbres fourragers présentent une bonne élasticité d'utilisation.

- Grâce au grand nombre d'espèces utilisables dans les différentes régions, les arbustes et les arbres, dans leur ensemble, présentent aussi une bonne élasticité d'adaptation.
- Grâce aux possibilités d'usages multiples (fourrage, combustible, brisevent, pare-feu, ombrage, production de fruits et de substances d'extraction telles que résine, gomme, tannin, huile, etc., fonction d'amélioration du paysage, etc.) les espèces ligneuses constituent aussi des points d'équilibre économique et écologiques très importants.

Certes, un rôle si important et si complexe ne peut pas être assez connu ni assez exploité; il demande par conséquent le maximum de travail d'expérimentation. Il s'agit incontestablement d'une tâche difficile, car la myriade d'espèces susceptibles d'utilisation, la diversité des milieux, le nombre élevé de combinaisons possibles avec les autres ressources fourragères, les différents niveaux d'utilisation et d'intensification, conduisent à une très grande complexité de situations. En gros, on peut remarquer que, par rapport aux différents milieux, deux grandes options sont à considérer: arbustes spontanés ou arbustes plantés dans les terres labourables; et espèces à contribution estivale ou hivernale (les deux solutions pouvant dans les deux cas coexister). En tout cas, on devrait considérer les arbustes et les arbres comme éléments de systèmes fourragers, plutôt que des cultures séparées.

Dans cet exposé, après un rappel sur les espèces utilisables au point de vue fourrager, nous nous limiterons à considérer les arbustes et les arbres plantés dans les terres labourables, en présentant d'abord quelques résultats provisoires de l'expérimentation italienne et en examinant en-suite les critères de choix des espèces en fonction de leurs caractéristiques agronomiques et des possibilités de participation aux systèmes de production. Nous terminerons avec l'indication de quelques thèmes de recherche possibles dans les milieux méditerranéens.

## 2. Les espèces utilisables au point de vue fourrager.

Il est notoire que les espèces ligneuses, autochtones ou introduites, d'intérêt méditerranéen sont très nombreuses. En s'efforçant de réduire au maximum l'éventail, une liste raisonnable d'espèces (rédigée sur la base du nombre de citations bibliographiques) pourrait être la suivante (les espèces utilisées pour la plupart au dehors du Bassin Méditerranéen sont contremarquées d'un astérisque):

Acacia albida \*, A. aneura \*, A. brachystachya \*, A. cianophylla, A. georginae \*, A. leucoploea \*, A. nigrescens \*, A. nilotica \*, A. pendula \*, A. salicina, A. senegal \*, A. vltoriae \*, Acer campestre, A. monspessulanum, A. opalus, A. negundo, A. pseudoplatanus, Alnus cordata, A. glutinosa, Amorpha fruticosa, Arbutus unedo, Artemisia arbuscula \*, A. cana \*, A. Herba alba, Atriplex breweri, A. bunburyana, A. canescens, A. cinerea, A. glauca, A. halimus, A. lentiformis, A. leucoclada, A. muelleri \*, A. nuttallii \*, A. polycarpa, A. rhagodioides, A. semibaccata, A. suberecta, A. undulata, A. vesicaria;

Cajanus cajan \*, Calliandra eriophylla \*, Calluna vulgaris, Carpinus betulus, Cassia artemisioides \*, C. eremophila \*, C. siamea \*, C. sturtii \*, Castanea sativa, Ceanothus fendleri \*, Ceanotus Greggii \*, Celtis australis, C. sinensis \*, Ceratonia siliqua, Cercis siliquastrum, Cercocarpus ledifolius \*, C. montanus \*, Chamaecytisus hirsutus, Cistus incanus, C. monspeliensis, Clematis flammula, C. vitalba, Colutea arborescens, Cornus mas, C. sanguinea, Coronilla emeroides, C. emerus, C. glauca, Corylus avellana, Cowania mexicana \*, Crataegus monogina, Cytisus palmensis \*, C. proliferus \*, C.

scoparius, C. sessilifolius, C. villosus; Eleagnus angustifolia, Ephedra viridis \*, Erica arborea, E. multiflora, E. scoparia, Eriogonium fasciculatum \*, Eucalyptus spp. \*, Eurotia lanata \*, Euonimus europaeus;  
Fagus sylvatica, Fraxinus excelsior, F. ornus, Geijera parviflora \*, Genista germanica, G. pilosa, G. tinctoria, Gleditsia triacanthos \*, Hedera helix;  
Juniperus communis, J. oxycedrus, J. scopulorum, Kochia americana \*, K. georgei \*, K. prostrata \*, K. pyramidata \*, Lespedeza bicolor \*, L. japonica \*, L. thunbergi \*, Leucaena leucocephala \*, Ligustrum vulgare, Lonicera caprifolium;  
Maireana (=Kochia) brevifolia \*, Medicago arborea, Myrtus communis, Moringa oleifera \*, Morus alba, Olea europaea, Opuntia ficus-indica, Osteospermum pachypteris, Ostrya carpinifolia, Osyris alba;  
Periploca laevigata, Phyllirea latifolia, Ph. media, Phytolacca dioica \*, Pistacia lentiscus, P. terebinthus, Platanus occidentalis, Populus canadensis, P. nigra, P. tremula, Prosopis chilensis \*, P. glandulosa \*, P. tamarugo \*, Prunus avium, P. domestica, P. dulcis, P. mahaleb, P. spinosa, Purshia tridentata \*, Pyracanta coccinea, Pyrus piraster; Quercus cerris, Q. gambelii \*, Q. ilex, Q. pedunculata, Q. pubescens, Q. petraea, Q. suber, Rhamnus alaternus, Robinia pseudacacia, Rosa canina, Rubus hirtus, Rumex lunaria, Ruscus aculeatus;  
Salix babylonica \*, Salsola vermiculata, Sambucus ebulus, Sesbania grandiflora \*, Simmondsia chinensis \*, Smilax aspera, Sophora japonica \*, Sorbus aucuparia, S. domestica, S. torminalis, Spartium junceum; Tamarindus indica \*, Tamarix aphylla \*, Tilia cordata, Ulmus carpinifolia, Viburnum lantana, V. tinus, Vitis rupestris, Zizyphus jujuba \*, Z. mauritiana \*.

Il s'agit de 173 espèces. Bien qu'elles peuvent être réduites à environ 120, en enlevant celles qui sont utilisées surtout au dehors du Bassin Méditerranéen, ce nombre reste encore énorme. Il faut remarquer toutefois que presque la moitié de ces dernières doit être considérée comme étant des espèces spontanées, car elles n'ont pas été observées en culture.

Très schématiquement, les espèces ligneuses utilisables comme espèces fourragères pourraient être classés en 3 catégories:

- Espèces spontanées, qui l'on retrouve dans les forêts méditerranéennes. Elles ont été l'objet de pas mal d'observations sur la valeur nutritive (qui presque toujours s'est montrée fort intéressante et souvent supérieure à celle des espèces prairiales) et l'appétibilité (Bullitta et Spanu, 1976; Cecconi et Al., 1984; Ciheam, 1981; Congiu et Al., 1978; Covarelli et Al., 1980; Duranti et Al., 1986; Etienne et Lasseur, 1985; Gualtieri, 1983; Sartl et Al., 1982; Sottini et Geri, 1970; Sottini et Al., 1978). Le tableau n. 1 montre, à titre de exemple, le niveau de consommation par les animaux, suivant les observations faites dans la partie Nord de la région méditerranéenne.
- Repousses d'arbres coupés, dans les opérations de transformation des taillis en futaie. Nous disposons, par exemple, des résultats de quelques essais concernant les repousses de Cornus sanguinea, Alnus glutinosa, Corylus avellana, Populus tremula et Quercus cerris (Antongiovanni et Al., 1985; Lachaux, 1985; Pardini et Al., 1987; Santilocchi et Bonciarelli, 1980). Dans ces essais, l'intérêt productif de ce type de ressource a été bien mis en évidence.
- Arbres et arbustes plantés en culture. Parmi les nombreuses espèces d'intérêt méditerranéen, les plus citées dans la bibliographie et les plus observées en essai ont été jusqu'à présent les suivantes: Acacia cyanophylla, A. salicina, Acer

campestre, A. negundo, Amorpha fruticosa, Atriplex halimus, A. nummularia, Cassia sturtii, Celtis australis, Ceratonia siliqua, Colutea arborescens, Cornus sanguinea, Coronilla emeroides, C. emerus, C. glauca, Eleagnus angustifolia, Fraxinus ornus, Gleditsia triacanthos, Maireana brevifolia, Medicago arborea, Morus alba, Opuntia ficus-indica, Ostrya carpinifolia, Populus nigra, P. tremula, Prunus spp., Pyrus piraster, Robinia pseudacacia, Rumex lunaria, Ulmus carpinifolia, Vitis spp. Leur utilisation réelle dépend, évidemment, des conditions du milieu.

Il faut naturellement souligner que la liste générale présentée avant et le groupe d'espèces indiqué ci-dessus, ne sont pas exhaustives. D'autres Collègues ont évoqué le comportement de plusieurs de ces espèces. Nous nous contenterons de présenter les premières données de l'expérimentation italienne.

### 3. Quelques résultats de l'expérimentation italienne sur les arbres et les arbustes plantés.

L'expérimentation italienne étant récente, les résultats sont tout à fait provisoires. Les observations (tableau n. 2) ont concerné, dans l'ensemble, 56 espèces (20 légumineuses et 36 "autres") et 10 localités appartenant à 6 régions différentes (2 en Toscane, 2 en Ombrie, 1 dans le Latium, 1 en Lucanie, 3 dans les Pouilles et 1 en Sicilie) (Bonciarelli et Santilocchi, 1980; Bonciarelli et Al., 1984; Corleto, 1986; Corleto et Al., 1980; Iannelli, 1979; Stringi et Al., 1987; Talamucci, 1985; Talamucci et Al., 1984). Les précipitations annuelles sont comprises entre 400 mm (Pouilles) et 850 mm (Latium); les moyennes des minimum de janvier entre -0,3°C (Lucanie) et 7,2°C (Sicile). Selon le classement en zones homoclimatiques de le Houérou (1974), les 10 localités appartiennent aux variantes de climat méditerranéen suivantes:

- Toscane: Paganico: sub-humide à hivers frais  
Radicondoli: humide à hivers froids
- Ombrie (Selvapiana et Monticchio): humide à hivers frais
- Latium (Tormancina): humide à hivers tempérés
- Lucanie (Bella): sub-humide à hivers froids
- Pouilles: Foggia: semi-aride à hivers frais  
Ceglia et Crispiano: semi-aride à hivers doux
- Sicilie (Pietranera): semi-aride à hivers chauds

En gros, les localités de Toscane, Ombrie, Latium et Lucanie présentent des variantes assez humides et froides, alors que celles des Pouilles et Sicilie sont plus arides et chaudes. Dans les localités du premier groupe on a observé surtout des espèces à feuilles caduques, tandis que dans les autres on a pris en considération surtout les toujours vertes.

Quant aux rendements moyens obtenus, seules les données de 7 localités et de 37 espèces sont disponibles (tableau n. 3, les moyennes de 3 ans comprennent aussi l'année d'installation). Bien que ces données ne soient pas comparables en raison des diversités des années, des espèces, des modalités d'utilisation, etc., on peut dire que en Toscane, à Paganico se sont fait jour Morus alba, Acer negundo et, parmi les légumineuses, Amorpha fruticosa; à Radicondoli, dans un milieu plus difficile, Robinia pseudacacia et, partiellement, A. negundo. En Ombrie, à Selvapiana, Morus alba, A. fruticosa, R. pseudacacia, A. negundo et Vitis rupestris; Morus alba et A. negundo se sont bien comportés même à Monticchio. Dans les Pouilles, à Ceglia des bons rendements ont été fournis par Atriplex nummularia, A. halimus, Medicago arborea et Atriplex glauca, alors qu'à Crispiano à côté de M. arborea s'est fait jour Atriplex

semibaccata. En Sicilie, enfin, Acacia cyanophylla a fourni des bons rendements par rapport à M. arborea, mais les périodes de production des deux espèces se sont montrées complémentaires.

Les résultats de l'expérimentation italienne obtenus jusqu'à présent indiqueraient donc comme intéressants: A. cyanophylla, Amorpha fruticosa, M. arborea et Robinia pseudacacia parmi les légumineuses; Acer negundo, Atriplex halimus, A. nummularia, A. semibaccata, Morus alba et Populus nigra parmi les "autres". Ils ont donné des rendements supérieurs à ceux que l'on a obtenus dans les forêts à chêne chevelu dans l'Italie du Centre (Pardini et Al., 1987).

Une tentative de caractérisation agronomique de quelques espèces d'après les observations effectuées en Italie est montrée dans le tableau n. A. Ainsi, quant à la rapidité d'installation sont à signaler A. fruticosa, Coronilla glauca, M. arborea, R. pseudacacia, A. negundo, Atriplex halimus, Morus alba, Opuntia fleus-indica, alors que des problèmes ont été montrés par A. cyanophylla, Corylus avellana et Tilia cordata. La période de la chute des feuilles s'est montrée un peu trop précoce (ce qui diminue les possibilités d'utilisation à la fin de l'été) chez toutes les légumineuses ainsi que chez A. negundo et Morus alba. Quelque problème de résistance au froid s'est montré chez Coronilla emeroïdes et O. ficus-indica, alors que pour la résistance à la pâture aucun problème ne s'est présenté. La teneur en M.A.T. s'est avérée assez faible pour Acer campestre, Celtis australis et, bien sûr, O. ficus-indica. Les ovins ont montré des problèmes de consommation pour Alnus cordata et Celtis australis, alors que les bovins n'ont pas trop bien apprécié Coronilla emeroïdes.

Toutes ces caractéristiques, ainsi que d'autres encore, devraient être considérées, comme on le verra plus loin, en tant que critères de choix des espèces, dont l'importance peut s'avérer plus grande que celle du rendement même.

#### 4. Les critères de choix des espèces et de sélection à l'intérieur des espèces.

La première caractéristique dont il faut tenir compte lors du choix des espèces est évidemment l'adaptation au milieu physique au sens large du terme. L'étude de la flore spontanée de la région ou des régions homo-climatiques, ainsi que la connaissance des sols représentent à ce propos une aide indispensable. Si le rendement en M.S. est également un paramètre important, on doit quand-même considérer plusieurs autres caractéristiques telles que: la distribution saisonnière de la production; la facilité de multiplication; la rapidité d'installation; la résistance au froid, à la sécheresse, à la salinité ou à l'acidité du sol; la valeur nutritive; l'appétibilité; la faible teneur en substances toxiques; l'aptitude à la pâture (taille convenable, repousse après utilisation, non nécessité de coupes de régénération); production de semence; aptitude à l'amélioration du sol; adaptation aux techniques de culture. Toutes ces caractéristiques ne constituent pas seulement des paramètres de choix des espèces, mais aussi des critères de sélection à l'intérieur des espèces, là où existe une variabilité intéressante.

#### Distribution saisonnière de la production.

Il est notoire que les espèces à feuilles caduques se prêtent à être utilisées entre le printemps et l'automne, de préférence en été, alors que les espèces toujours vertes peuvent être exploitées pendant toute l'année. Mais, à l'intérieur de ces deux catégories il y a beaucoup de différences quant au rythme de croissance et à la date de tombée des feuilles. Ainsi, par exemple, en Sicilie Acacia cyanophylla a sa croissance maximum dans la période sèche, tandis que Medicago arborea croît bien dans la période froide

(Stringi et Al., 1987). En Toscane et en Ombrie, en restant dans le même genre, Acer negundo montre une chute de feuilles bien plus précoce que A. campestre (Bonciarelli et Al., 1984; Talamucci, 1985). Tout cela est important en fonction des systèmes fourragers envisagés afin de mieux exploiter la complémentarité des rythmes de végétation. Ainsi, par exemple, Atriplex polycarpa paraît avoir un intérêt limité car il produit surtout au printemps, lorsqu'il y a beaucoup d'autres possibilités (Correal Castellanos, 1985).

#### Facilité de multiplication

Les espèces qui peuvent se multiplier facilement, soit par semis (par exemple R. pseudacacia, Artemisia Herba alba, Cassia sturtii), soit par voie végétative (A. fruticosa, Medicago arborea, Populus nigra, Fraxinus excelsior, Vitis spp.) sont évidemment à préférer aux autres (Benrebaha, 1982; Bonciarelli et Al., 1984; Corleto et Al., 1980). La possibilité de obtenir rapidement en pépinière ou en laboratoire le matériel à repiquer est aussi très importante.

#### Rapidité d'installation

La rapidité d'installation après semis ou repiquage est la condition nécessaire pour bien contrôler les mauvaises herbes au départ. Le choix basé sur ce caractère amène à préférer, par exemple, A. fruticosa, M. arborea, Maireana brevifolia, Coronilla glauca, R. pseudacacia, A. halimus, A. polycarpa, Acer negundo, Morus alba, Populus nigra, O. ficus-indica (Bonciarelli et Al., 1984; Forti, 1971. Glatzle, 1985; Iannelli, 1979; Papanastasis, 1985).

#### Résistance au froid, à la sécheresse, à la salinité et à l'acidité

La première caractéristique est particulièrement importante dans les toujours verts lorsqu'elle est associée à une certaine production hivernale (même s'il y a une certaine antinomie, surtout dans les zones plus froides. Les espèces qui paraissent intéressantes à étudier sont Atriplex nummularia, A. undulata, Coronilla glauca et M. arborea (Correal Castellanos, 1980, 1982, 1985; Forti et Levi, 1982; Iannelli, 1979, 1981, 1983; Papanastasis, 1985; Talamucci, 1985). Quant à la résistance à la sécheresse et à la salinité, ce sont surtout les Atriplex qui présentent les possibilités les meilleures. Dans les sols acides on peut faire appel à R. pseudacacia, Arbutus unedo et Colutea arborescens.

#### Valeur nutritive du fourrage

La composition chimique et la digestibilité d'un côté, et la possibilité de conserver longtemps la bonne qualité du fourrage de l'autre, sont des critères de choix fondamentaux dans n'importe quel milieu. Souvent la utilisation combinée de deux espèces (par exemple Atriplex et O. ficus-indica) peut compenser des déséquilibres (El Hamrouni et Sarson, 19737).

#### Appétibilité,

Cette caractéristique devrait être examinée vis-à-vis des principales espèces animales, en prenant en compte même les variations saisonnières. Certaines espèces (par exemple Cassia sturtii et A. cyanophylla) sont bien broutées pendant toute l'année, alors que d'autres (A. nummularia) présentent des périodes moins favorables (Forti, 1971).

### Faible teneur en substances toxiques.

C'est un autre caractère auquel on doit faire attention pour certaines espèces (par exemple plusieurs acacias et Leucaena leucocephala pour la mimosine et, moins dangereusement, Atriplex pour l'excès de sel et d'acide oxalique et O. ficus-indica pour l'excès d'acide) même si le métabolisme des ruminants et la possibilité de mélanges peuvent limiter beaucoup ces déséquilibres (El Hamrouni et Sarson, 1973; Ellern et Al., 1974; Hegarty et Al., 1964; Samish et Ellern, 1975; Stringi et Al., 1987).

### Aptitude à la pâture.

Cette aptitude dérive de la combinaison de la taille (qui devrait être à la portée de la bouche des animaux, ce qui pose quelques problèmes, par exemple pour les acacias) (Correal Castellanos, 1980, 1982, 1985; Forti, 1971; Stringi et Al., 1987), du port (qui ne devrait pas être trop dressé) et de la capacité de repousse aussitôt après les utilisations ou les coupes de régénération; cette capacité est bien évidente, par exemple, chez Colutea arborescens (Zulueta, 1981). Un caractère négatif est représenté par la nécessité fréquente de coupes de régénération (à ce propos les acacias, le robinier et d'autres espèces à feuilles caduques sont assez délicats), mais dans le cas où le bois est utilisé comme combustible, cela ne peut avoir que des conséquences positives.

### Production de semence.

L'aptitude à la production de semence peut se manifester soit à travers le ressemis spontané, soit à travers la fourniture d'une certaine quantité de graine à récolter. La variabilité entre espèces et à l'intérieur des espèces est importante. A titre d'exemple, en Sicilie (Stringi et Al., 1987) on a obtenu en moyenne 4,4 q par hectare chez M. arborea et 1,2 q/ha chez A. cyanophylla.

### Aptitude à l'amélioration du sol.

Elle concerne surtout les légumineuses, qu'il faudrait étudier de manière combinée avec l'efficacité des rhizobium.

### Adaptation aux différentes techniques de culture.

Le choix des espèces doit être mise en relation avec les techniques de culture à adopter, car les interactions sont nombreuses et importantes. Parmi les techniques conditionnant le choix des espèces on doit rappeler surtout les modalités d'implantation (époque, type de matériel de multiplication, densité, etc.). Le peuplement peut varier entre 1000 et 6000 pieds à l'hectare, mais pour certaines espèces (R. pseudacacia en Toscane) on a essayé même un semis à forte densité, comme une prairie, suivi d'utilisations très fréquentes. Le choix des espèces peut être conditionné même par les possibilités d'irrigation à l'installation, par le type de labour du sol (Correal Castellanos, 1985; Franclet et Le Houérou, 1971; Glatzle, 1985; Stringi et Al., 1987), ainsi que par la race animale, la fréquence des pâtures, la hauteur des coupes de régénération. A ce propos en Toscane on a comparé deux hauteurs de coupe différentes (5 et 40 cm) et on a observé que la sensibilité des espèces a été différente (par exemple la hauteur 40 cm a favorisé R. pseudacacia et Acer negundo et n'a pas influencé Ulmus carpinifolia et Alnus cordata).

Dans les régions pas trop défavorisées de l'Italie du Centre, les arbres et les arbustes peuvent être conçus comme des cultures presque intensives, à implanter de préférence dans des sols relativement frais et profonds, à fertiliser et à utiliser comme des sections particulières de pâturage tournant pendant l'été (Bonciarelli, 1980; Bonciarelli et Al., 1984; Talamucci et Al., 1984). Il est bien évident que le niveau

d'intensité des systèmes fourragers envisagés influencé fortement le choix des espèces. Inversement, dès que l'espèce est choisie, il faut y ajouter une grande maîtrise technique de la part des utilisateurs. Enfin, comme les espèces ligneuses cultivées sont des ressources assez coûteuses, avant de les adopter il faut exploiter toute autre possibilité d'amélioration prairiale et pastorale.

#### 5. Le choix des espèces en fonction des systèmes de production.

##### Rapports entre les ligneuses plantées et les autres ressources.

Ces rapports peuvent être de deux types: dans l'espace et dans le temps.

- Dans l'espace on peut envisager des "mosaïques" de cultures, en consacrant aux arbustes, par exemple, les bords des rivières ou bien les coteaux à consolider, en dépendance des espèces et des milieux. On peut également concevoir des associations avec des ressources herbacées, par exemple avec des légumineuses annuelles se ressemant spontanément, ou avec des "warm season grasses". En Toscane on a essayé une association assez curieuse: des arbustes plantés sous forêt afin d'obtenir un étage pâturable plus important pendant l'été.
- Dans le temps on pourrait prévoir, suivant les régions, des "chaînes de pâturage" en combinaison avec d'autres ressources (notamment prairies de différent type et forêts). En Toscane, sous un climat méditerranéen sub-humide à hivers frais, on a essayé un système fourrager à 6 composants (prairies de 4 types, à savoir: brome, trèfle souterrain, raygras rigide et mélange de perennes; forêt de chêne et trois types d'arbustes (frêne, orme et vigne). On a pu assurer une continuité productive de fin février à fin novembre, en faisant appel aux différentes prairies jusqu'au 15 juillet, à la forêt jusqu'à la fin août, aux arbustes en septembre (période de déficit maximum) et aux repousses des prairies jusqu'à la fin novembre (Talamucci et Al., 1984). L'introduction de légumineuses toujours vertes aurait pu prolonger davantage la période d'utilisation.

Toutes ces solutions à ressources combinées obligent à faire appel aux clôtures et peuvent donc devenir assez coûteuses.

##### Compatibilité de la production fourragère avec les autres fonctions..

Les espèces ligneuses peuvent jouer un rôle important même au dehors des systèmes fourragers. Au-delà de la production de bois combustible, dont nous avons déjà parlé et qui souvent est bien compatible avec la production fourragère (par exemple chez *Acacia cyanophylla*, *A. salicina*, *Cajanus cajan*, *R. pseudacacia*, *Leucaena leucocephala*, *Prosopis tamarugo*, *Zizyphus* spp.), les espèces ligneuses peuvent fournir pas mal de produits d'extraction (par exemple chez *Acacia albida*, *A. nilotica*, *A. senegal*, *Albizia lebeck*, *Cassia siamea*, *Ceratonia siliqua*, *Leucaena leucocephala*, *Pistacia lentiscus*, *P. terebinthus*, *Tamarindus indica*, *Tilia cordata*, *Zizyphus mauritiana*); des fruits pour l'alimentation humaine (*Arbutus unedo*, *Ceratonia siliqua*, *Celtis australis*, *Corylus avellana*, *Prunus* spp., *Sorbus* spp., *Tamarindus indica*, *Zizyphus mauritiana*, etc.). Souvent elles favorisent la production de miel (*R. pseudacacia*, *Acacia mellifera*, *Tilia cordata*, etc.).(Preto, 1983).

Outre la fonction productive directe, plusieurs autres services peuvent être rendus par les arbres et les arbustes. Parmi les espèces intéressantes comme brisevent on peut mentionner *Albizia lebeck*, *Eriodendron anfractuosum*, *Casuarina equisetifolia*, *Parkinsonia aculeata*, *Tamarix aphylla*; mais aussi des bonnes fourragères telles que *Leucaena leucocephala*, *Cassia siamea*, *Zizyphus mauritiana*. *Robinia pseudacacia* dans les zones plus humides, et *O. ficus-indica* dans les régions sub-arides

peuvent être utilisées dans les bandes pare-feu. D'autres plantes, telles que L. leucocephala et plusieurs espèces de Acacia et Quercus, peuvent fournir ombrage aux animaux, en permettant un prolongement de la pâture et une meilleure utilisation de l'azote. Enfin il faut considérer les fonctions de contrôle de l'érosion, d'amélioration du sol et de conservation du paysage. Il est clair que l'intérêt de l'utilisateur devra être porté de préférence sur les espèces qui sont en état de fournir au même temps deux ou plus de ces fonctions.

#### 6. Quelques thèmes de recherche possible.

L'examen des résultats acquis jusqu'à présent et des lacunes encore existantes sur les nombreux aspects de la production des arbres et des arbustes fourragers, fait ressortir assez clairement l'extrême complexité des problèmes, mais aussi le grand intérêt du rôle que les espèces ligneuses peuvent jouer dans l'agriculture méditerranéenne, où elles peuvent représenter un outil efficace et moderne pour exploiter et valoriser des grandes surfaces des régions marginales semi-arides, mais aussi sub-humides, tout en conservant l'équilibre entre les différentes ressources. Cet outil si précieux est d'ailleurs encore presque inconnu. Par conséquent plusieurs thèmes de recherche sont à développer. A notre avis, les sujets qui méritent la plus grande attention sont les suivantes:

- Etude de la phénologie et des comportements des différentes espèces afin de disposer d'une caractérisation agronomique plus précise. On pourrait commencer par une dizaine, en choisissant parmi les plus répandues dans les deux grandes catégories: résistantes au froid (à utiliser dans les régions plus nordiques et plus continentales) et sensibles au froid (pour les zones à climat plus doux).
- Détermination de la valeur nutritive et de l'appétibilité pour les différentes catégories d'animaux.
- Amélioration génétique vis-à-vis du port, du rythme de végétation et de résistance au froid.
- Evaluation et amélioration de l'activité des rhizobium des légumineuses ligneuses.
- Comparaison entre espèces ligneuses et cultures fourragères herbacées alternatives afin de réduire les frais d'implantation.
- Evaluation du rôle des espèces ligneuses dans le contrôle de l'érosion et l'amélioration de la fertilité du sol.
- Mise au point des techniques d'implantation, de culture et d'utilisation.
- Evaluation des possibilités d'association entre espèces ligneuses ou en entre ligneuses et herbacées en vue de mieux exploiter les comportements complémentaires.
- Etude des systèmes fourragers comprenant les espèces ligneuses, autant que possible en vraie grandeur pour en contrôler le fonctionnement.
- Examen plus approfondi des différentes possibilités de multi-usage.

Comme on le voit bien, il s'agit de problèmes qui ne sont pas ni simples ni faciles. C'est pour cela que la mise en place de groupes de travail ou, mieux encore, d'un réseau coopératif International sur les espèces ligneuses à usages multiples dans les régions méditerranéennes, nous paraît bien justifiée.

#### SUMMARY

##### Choice of species of Fodder Trees and Shrubs and forage productivity in Italy.

After a review on the role played by shrubs and trees in the forage systems of the mediterranean countries, a list of species of possible utilization is compiled. Concerning

the artificial shrub crops, results of some trials carried out in 6 different regions of Italy are reported and the main criteria of choice of species (for instance: seasonal distribution of production; easiness of establishment cold and drought resistance; nutritive value; palatability; low content in toxic substances; grazing suitability; management practices adaptation) are discussed, also in order to organize a selecting programme.

Possibilities of connection of planted shrubs with other fodder resources in suitable forage systems are pointed out and, at last, some themes for an hypothetical cooperative research network are suggested.

## Références bibliographiques

- ANTONGIOVANNI M., GRIFONI F. et LUCIFERO M., 1985. Caratteristiche chimiche nutrizionali di porzioni diverse di polloni di cerro (Quercus cerris L.) in un bosco avviato ad alto fusto. 6° Cong. ASPA 213-220
- BENREBIHA A., 1982. Quelques observations sur la cooperative pastorale de Ain-Oussera (Djelfa) sur la protection des nappes d'armoise. Seminaire sur le reboisement dans la lutte contre la desertification. Argel.
- BONCIARELLI F., 1980. Gli arbusti da foraggio: una risorsa da valorizzare. It. Agricola IV, 130-137.
- BONCIARELLI F. et SANTILOCCHI R., 1980. Primi risultati di prove con arbusti foraggeri da pascolo. Rivista di Agronomia, 14, 21-29.
- BONCIARELLI F., TALAMUCCI P., PAZZI G. et SANTILOCCHI R., 1984. Regolarizzazione del calendario di produzione foraggera nelle aree marginali. CNR Advances "Terre marginali", 18-39.
- BULLITTA P. et SPANU A., 1976. La macchia mediterranea: una fonte di alimentazione per il bestiame. Inf. Agrario, 31, 23571-74.
- CECCONI C.A., VIDRICH V., MICHELOZZI M. et FUSI P., 1984. Sulla composizione minerale delle foglie di alcune specie della macchia mediterranea. Monti e Boschi, 3, 43-45.
- CIHEAM, 1981. Tableaux de la valeur alimentaire pour les ruminants des fourrages et sous-produits d'origine méditerranéenne. Zaragoza, 89 p.
- CONGIU F., DATTOLO M. et SERRA A., 1978. Indagine preliminare sulla composizione chimica e sul valore nutritivo delle principali essenze arbustive presenti in Sardegna. Zoot. Nutr. Anim. 4; 433-441.
- CORLETO A., 1986. Situazione attuale e prospettive delle colture erbacee e dei pascoli degli scenari Fortore Campano, Sub-Appennino Dauno Meridionale, Lambro e Mingardo. Tip. Vivini, Ciampino, 97-147.
- CORLETO A., EROLI A., MAGINI L., 1980. Risultati di prove di radicamento di talee di alcune specie arbustive da pascolo. Rivista Agronomia, 14, 169-171.
- CORLETO A., VENEZIAN M.E., MAGINI L., EROLI A. et CORDELLA S., 1980. Prove di adattamento e produzione di arbusti da pascolo in diverse località della Puglia e della Basilicata. Rivista Agronomia, 14, 42-49.
- CORREAL CASTELLANOS E., 1980. Los arbustos forrajeros, fuente de alimentos para el ganado y freno de la erosion en zonas aridas. I Conferencia regional sobre la erosion en Murcia. INDEMUR.
- CORREAL CASTELLANOS E., 1982. Pastos y forrajes en Murcia. Agricultura, 600, 553-556.
- CORREAL CASTELLANOS E., 1983. La introduccion de arbustos forrajeros en el Sureste Espanol. Soc. Espanola para l'estudio de los pastos. Sevilla, abril 1983. 31 p.

- CORREAL CASTELLANOS E., 1985. Research needs for the introduction, selection, multiplication, establishment and management of fodder shrubs in low rainfall areas with mediterranean climate. FAO Sub-Network on Mediterranean Pastures 4th meeting, Elvas, 1985, 111-113.
- COVARELLI G., BENCIVENGA M. et SANTILOCCHI R., 1980. Osservazioni sul pascolamento di specie spontanee, arbustive ed arboree, da parte di bovini allevati allo stato libero. Rivista di Agronomia, 14, 17-20.
- DURANTI E., CASOLI C. et SANTILOCCHI R., 1986. Variazione della composizione chimico-bromatologica e del valore nutritivo di Medicago arborea L. in funzione dell'epoca di utilizzazione. Zoot. Nut. Anim., 12, 205-211.
- EL HAMROUNI A., 1981. Rapport de synthèse sur l'utilisation des arbustes fourragers dans les régions sèches. Projet M 3 FAO, 8 p.
- EL HAMROUNI A. et SARSON M., 1973. Cactus locaux ou introduits en Tunisie. Note Technique n. 16, INRF, Tunis.
- ELLERN S.J., SAMISH Y.B. et LACHOVER D., 1974. Salt and oxalic acid content of leaves of the Salt-bush Atriplex halimus in the Northern Negev. Journal Range Management, 27, 267-271.
- ETIENNE M. et LASSEUR J., 1985. Fodder from trees and shrubs from a Quercus ilex copse. FAO Sub-Network on Mediterranean Pastures. 4th meeting, Elvas, 1985, 115-119.
- EVERIST S.L., 1969. Use of fodder trees and shrubs. Queensland Department. Leaflet n. 1024.
- FORTI M., 1971. Introduction of fodder shrubs and their evaluation for use in semi-arid areas of the North Western Negev. Beersheva, 11 p.
- FORTI M. et LEVI Y., 1982. Development of research on perennial fodder plants. Ben Gurion University of the Negev, Israel.
- FRANCLET A. et LE HOUEROU H.N., 1971. Les Atriplex en Tunisie et en Afrique du Nord. Rapport technique n. 7 PNUD/FAO Rome.
- GLATZLE A., 1985. Actual and potential rôle of aridoactive forage shrubs in Western Morocco. FAO Sub-Network on Mediterranean Pastures 4th meeting. Elvas, 1985, 129-135.
- GUALTIERI M., 1983. Il valore nutritivo delle principali essenze della macchia mediterranea. Inf. Agrario, 19, 25849-56.
- HEGARTY M.P., SCHINCKEL P.G. e COURT R.D., 1964. Reaction of sheep to the consumption of Leucaena glauca Benth. and to its toxic principle mimosine. Aust. J. Agric. Res., 15, 153-67.
- IANNELLI P., 1979. Il potenziamento della foraggicoltura. Quad. Agronomia 85, 33-51
- IANNELLI P., 1981. Utilizzazione del pascoll. Univ. Naz. Somala, 304 p.
- IANNELLI P., 1983. Forestazione e valorizzazione zootecnica in terre marginali. Inf. Agrario, 7, 24425-28
- LACHAUX M., 1985. Native Fodder shrubs of Southeastern Mediterranean areas of France: the case of cut back Cornus sanguinea. FAO Sub-Network on Mediterranean Pastures 4th Meeting. Elvas, 1985, 121-127.

- LE HOUEROU H.N., 1974. Le cadre bioclimatique des recherches sur les herbages méditerranéens. FAO Sous-Réseau Herbages Méditerranéens, Florence, 1974, 57-67.
- LE HOUEROU H.N. et PONTANIER R., 1987. Les plantations sylvo-pastorales dans la zone aride de Tunisie. Unesco - MAB n. 18, 81 p.
- PAPANASTASIS V., 1985. Performance of certain fodder shrubs in a semidry environment in Greece. FAO Sub-Network on Mediterranean Pastures 4th Meeting. Elvas, 1985, 137-145.
- PARDINI A., ZOPPI L. et TALAMUCCI P., 1987. Offerta di pascolo per bovini ed ovini di un bosco ceduo sottoposto a diradamento geometrico nella Maremma Toscana. Monti e Boschi, 38, 55-63.
- PRETO G., 1983. Importanza e prospettive dell'agro-selvicultura tropicale. Riv. Agric. Subtrop. e Trop., 77, 319-341.
- SAMISH Y.B. et ELLERN S.J., 1975. Titrateable acids in Opuntia ficus-indica L. Journal Range Manag. 28, 365-369.
- SANTILOCCHI R. et BONCIARELLI F., 1980. Risultati delle prove di trasformazione a scopo foraggero di boschi cedui della Val di Taro (Parma). CNR. La problematica delle terre marginali, Vol. IX, Sassari, 1980, 165-176.
- SARTI D.M., CASOLI M., DURANTI E., POLLIDORI P. et RONGONI V., 1982. Aspetti bromatologici delle foglie di arbusti foraggeri da pascolo. Zoot. Nut. Anim., 8, 395-406.
- SOTTINI E. et GERI G., 1970. Composizione chimica, valore nutritivo ed utilizzazione pascoliva dei germogli e delle foglie di alcune essenze tipiche della macchia mediterranea. Alim. Anim., 3, 27-38.
- SOTTINI E., TAVOLAJ M. et GUALTIERI M., 1978. Pascolo cespugliato e bosco per allevamenti bradi. Inf. Agrario, 23, 1989-2004.
- STRINGI L., SARNO R., MATO G., LETO G., CRISTINA L. et CORRADO A., 1987. Shrubs utilization in semi-arid environment bio-agronomic aspects and their use in sheep husbandry. (Sous presse).
- TALAMUCCI P., 1985. Behaviour of some fodder shrubs in South of Tuscany (Italy). FAO Sub-Network on Mediterranean Pastures, 4th Meeting. Elvas, 1985, 147-148.
- TALAMUCCI P., PAZZI G. et 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. Tip. Coppini, Firenze, 13 p.
- ZULUETA J., 1981. Effectos del recepe (corta) a très alturas diferentes en plantas de la Colutea arborescens L. XXI Reunion Científica de la SEEP. Leon.

Tab. 1 - Quelques espèces spontanées non herbacées, broutées par les animaux.

<u>Bien broutées</u>	
Acer campestre	Calluna vulgaris
Acer opalus	Chamaecytisus hirsutus
Acer pseudoplatanus	Clematis flammula
Arbutus unedo	Clematis vitalba
Ceratonia siliqua	Colutea arborescens
Coronilla sanguinea	Cornus mas
Coronilla emerus	Crataegus monogina
Corylus avellana	Cytisus laburnum
Cytisus sessilifolius	Cytisus scoparius
Fraxinus ornus	Cytisus triflorus
Genista germanica	Cytisus villosus
Ligustrum vulgare	Erica arborea
Olea europaea	Fagus sylvatica
Opuntia ficus-indica	Genista scorpius
Ostrya carpinifolia	Juniperus oxycedrus
Osyris alba	Myrtus communis
Phyllirea latifolia	Pistacia lentiscus
Populus tremula	Pistacia terebinthus
Prunus avium	Prunus spinosa
Prunus mahaleb	Pyrus piraster
Quercus ilex	Quercus cerris
Quercus petraea	Quercus pubescens
Rhamnus alaternus	Quercus suber
Robinia pseudacacia	Rosa canina
Smilax aspera	Rubus mirtus
Ulmus carpinifolia	Ruscus aculeatus
	Sorbus aucuparia
<u>Partiellement broutées</u>	Sorbus domestica
Acer monspessulanum	Sorbus torminalis
Alnus cordata	Spartium junceum
	Viburnum tinus

Tab. 2 - Espèces observées en culture dans différentes régions d'Italie

Espèces	Toscane	Ombrie	Latium	Lucanie	Pouilles	Sicile
<u>Légumineuses</u>						
Acacia albida			x			
Acacia aneura			x			
Acacia cyanophylla					x	x
Acacia victoriae					x	
Amorpha fruticosa	x	x		x	x	
Cajanus cajan	x		X			
Cassia sturtii					x	
Cercis siliquastrum		x				
Colutea arborescens	x			x		
Coronilla emeroides	x					
Coronilla emerus	x	x		x		
Coronilla glauca	x					
Cytisus laburnum				x		
Cytisus sessilifolius	x	x				
Leucaena leucocephala	x		x		x	
Medicago arborea	x	x	x	x	x	x
Prosopis tama rugo			x			
Robinia pseudacacia	x	x		x	x	
Sophora japonica	x					
Spartium junceum		x				
<u>Autres</u>						
Acer campestre	x	x				
Acer negundo	x	x		x	x	
Acer pseudoplatanus	x	x		x		
Alnus cordata	x	x				
Atriplex breweri					x	
Atriplex canescens					x	
Atriplex glauca					x	
Atriplex halimus			x		x	
Atriplex lentiformis					x	
Atriplex nummularia			x		x	
Atriplex semibaccata					x	
Atriplex sub-erecta					x	
Atriplex undulata					x	
Atriplex vesicaria					x	
Carpinus betulus	x	x				
Celtis australis	x	x	x		x	
Cercocarpus ledifolius	x					
Cornus sanguinea		x				
Corylus avellana	x					
Eleagnus angustifolius		x		x		
Fraxinus excelsior		x			x	
Fraxinus ornus	x	x			x	
Morus alba	x	x	x	x		
Opuntia ficus-indica					x	
Ostrya carpinifolia	x	x				
Platanus occidentalis	x					
Populus canadensis			x	X		
Populus nigra	x	x			X	
Populus tremula		x				
Prunus avium	x					

Prunus domestica		x			x	
Prunus dulcis		x				
Quercus cerris		x				
Tilia cordata	x	x				
Ulmus carpinifolia	x	x	X			
Vitis rupestris	x	x	X		x	

Tab. 3 - Rendements moyens (T de MS à l'hectare) de quelques espèces plantées en Italie

Espèces	Toscane		Ombrie		Pouilles		Sicile	Moyennes
	Paganico (3 années)	Radicondoli (3 années)	Selvagrande (3 années)	Monticchio (3 années)	Ceglia (1 année)	Crisp. (1 année)	(3 années)	
<u>Légumineuses</u>								
Acacia cyanophylla	-	-	-	-	-	-	5.1	5.1
Amorpha fruticosa	2.7	1.2	4.5	0.6	-	-	-	2.2
Colutea arborescens	1.0	-	-	-	-	-	-	1.0
Coronilla emeroides	0.6	-	-	-	-	-	-	0.6
Coronilla glauca	1.2	-	-	-	-	-	-	1.2
Medicago arborea	1.0	-	-	-	3.1	2.8	1.7	2.1
Robinia pseudacacia	-	3.3	3.9	1.6	-	-	-	2.9
<u>Autres</u>								
Acer campestre	-	1.0	1.2	-	-	-	-	1.1
Acer negundo	4.7	1.6	3.2	2.2	-	-	-	2.9
Acer pseudoplatanus	-	-	1.2	0.6	-	-	-	0.9
Alnus cordata	-	0.9	1.1	0.4	-	-	-	0.8
Atriplex breweri	-	-	-	-	0.7	0.5	-	0.6
Atriplex canescens	-	-	-	-	2.0	0.3 0.6	-	1.1
Atriplex glauca	-	-	-	-	2.5	-	-	1.5
Atriplex halimus	-	-	-	-	5.5	1.0	-	3.2
Atriplex lentiformis	-	-	-	-	0.8	0.4	-	0.6
Atriplex nummularia	-	-	-	-	7.2	0.7	-	3.9
Atriplex semibaccata	-	-	-	-	-	2.3	-	2.3
Atriplex sub-erecta	-	-	-	-	0.8	-	-	0.8
Atriplex vesicaria	-	-	-	-	1.3	0.7	-	1.0
Carpinus betulus	-	-	-	0.2	-	-	-	0.2
Celtis australis	-	1.1	1.9	1.8	-	-	-	1.6
Corylus avellana	0.5	0.3	-	-	-	-	-	0.4
Fraxinus excelsior	-	-	1.2	-	-	-	-	1.2 1.1
Fraxinus ornus	-	1.1	1.7	0.6	-	-	-	-
Morus alba	4.2	1.2	4.9	3.1	-	-	-	3.3
Ostrya carpinifolia	-	0.7	0.9	0.9	-	-	-	0.8
Populus nigra	-	-	1.9	2.4	-	-	-	2.1
Quercus cerris	-	-	0.3	-	-	-	-	0.3
Tilia cordata	-	-	0.6	-	-	-	-	0.6
Ulmus carpinifolia	1.5	1.2	0.4	0.8	-	-	-	1.0
Vitis rupestris	1.0	0.7	3.1	0.7	-	-	-	1.4
Moyennes	1.8	1.2	2.0	1.2	2.7	1.0	3.4	

Tab. 4 - Quelques caractéristiques de 24 espèces, d'après les observations effectuées en Italie.

Espèces	Rapidité d'installation * lente *** très rapide	Date de la chute des feuilles * précoce *** tardive	Résistance au froid * faible *** forte	Résistance à la pâture * faible *** forte	Teneur en MAT * faible * haute	Consommation * faible *** haute	
						par les ovins	par les bovins
<u>Légumineuses</u>							
Acacia cyanophylla	*	TV	**	***	**	***	***
Amorpha fruticosa	***	*	**	***	***	**	**
Colutea arborescens	**	*	***	***	***	**	***
Coronilla emeroides	**	*	*	**	***	***	*
Coronilla emerus	**	TV	**	**	**	**	***
Coronilla glauca	***	TV	**	**	***	***	**
Medicago arborea	***	TV	**	**	***	**	**
Robinia pseudacacia	***	*	***	***	**	***	***
<u>Autres</u>							
Acer campestre	**	***	***	***	*	***	***
Acer negundo	***	*	**	**	**	**	**
Alnus cordata	**	***	***	***	***	*	**
Atriplex glauca	**	TV	***	**	**	***	**
Atriplex halimus	***	TV	**	***	**	***	**
Atriplex nummularia	**	TV	**	**	**	***	***
Celtis australis	**	**	**	***	*	*	**
Corylus avellana	*	***	***	***	**	**	***
Fraxinus ornus	**	**	**	**	**	**	***
Morus alba	***	*	***	*	***	***	***
Opuntia ficus-indica	***	-	*	***	*	***	***
Ostrya carpinifolia	**	***	***	**	**	**	***
Populus nigra	***	***	***	**	**	***	***
Tilia cordata	*	**	**	**	**	**	**
Ulmus carpinifolia	**	**	***	**	**	***	**
Vitis rupestris	**	**	**	**	***	****	**

TV= Toujours vert

# FONCTIONS MULTIPLES DES EUCALYPTUS EN ITALIE DU SUD

par

A. Eccher, G. Gemignani, G. Mughini\*

\* Centro di Sperimentazione Agricola e Forestale, SAF (Groupe ENCC), Roma, Italie

## 1. Introduction

Dans le domaine forestier, le genre Eucalyptus est certainement le plus répandu en dehors de son aire naturelle. Les raisons de cette diffusion résident dans le fait que beaucoup d'espèces y appartenant présentent vitesse d'accroissement et faculté d'adaptation tout à fait exceptionnelles, qui permettent d'obtenir rapidement des productions ligneuses élevées dans des situations pédo-climatiques très variées.

A l'heure actuelle, on estime que les plantations d'eucalyptus, en dehors de l'Australie, couvrent une surface de plus de 4.000.000 d'hectares (Ciancio, Mercurio & Nocentini, 1984), dont 1/4 environ dans le bassin méditerranéen (Espagne, Portugal, Maroc, Italie, Algérie, Tunisie, etc.), 2/4 en Amérique Latine (notamment en Brésil, avec plus d'un million d'hectares) et 1/4 en Afrique (surtout Afrique du Sud).

En Italie, des espèces d'eucalyptus sont citées pour la première fois par Graefer en 1803, se référant au Jardin Botanique du Palais Royal de Caserte (Agostini, 1953). En effet, à cette époque, ils étaient présents surtout en parcs et jardins, comme curiosités botaniques, dans le Midi d'Italie et le long de la côte ligurienne.

Ce ne fut que pendant la seconde moitié du XIXe siècle que les premières plantations d'une certaine extension furent établies dans les environs de Rome (Bois 'Tre Fontane') et en Maremme (Toscane et Latium).

La réalisation des premières plantations d'eucalyptus en Sicile et Sardaigne remonte au bout du même siècle, respectivement à l'initiative de l'Administration des Chemins de Fer de l'Etat, pour l'approvisionnement de traverses, et des Compagnies Minières, pour la production de poteaux de mines (Agostini, 1953).

De 1920 à 1940, période où on exécuta de grands travaux pour l'assainissement des marais, les eucalyptus furent largement employés pour la constitution de brisevent (Pavari & de Philippis, 1941; Susmel, 1951; Giuliani & Savi, 1951) en Sardaigne (Arborea) et Latium (Agro Romano); et, après la dernière guerre mondiale, en Maremme et Pouilles (Bassi, 1951).

A partir des années cinquante, toujours en utilisant les eucalyptus, la 'Cassa per il Mezzogiorno' (actuellement 'Agence pour la promotion et le développement du Midi') a promu la réalisation d'importants reboisements pour la protection du sol, et plus récemment la création de plantations pour la production de matière première destinée à l'industrie papetière.

La superficie à eucalyptus en Italie est actuellement de 50.000 ha environ (Ciancio & Gemignani, 1979; Ciancio, Mercurio & Nocentini, 1984).

## 2. Zones bioclimatiques de diffusion des eucalyptus en Italie

La diffusion du genre 'Eucalyptus' en Italie a intéressé les zones à climat méditerranéen, et notamment les sous-régions thermoméditerranéenne et mésoméditerranéenne (fig. 1) de la Carte Bioclimatique d'Italie (Tomaselli, Balduzzi & Filipello, 1972).

La sous-région thermoméditerranéenne est caractérisée par une période sèche assez marquée, variant de 3 à 5 mois, avec des précipitations moyennes annuelles d'environ 500 mm (de 400 à 700 mm) concentrées surtout en hiver et présentant quand même une grande inconstance de distribution annuelle et saisonnière. Les températures moyennes sont élevées, se situant autour de 17°C; l'indice xérothermique selon la méthode de Bagnouls et Gaussen est compris entre 125 et 200. On peut attribuer à cette sous-région une bonne partie du littoral et de l'hinterland de colline de Sardaigne, Sicile, Calabre, Pouilles et Basilicate.

En ce qui concerne la sous-région mésoméditerranéenne, sont intéressés uniquement les types bioclimatiques A et B présents, outre que dans les zones internes des régions déjà mentionnées, le long du littoral de la Ligurie à la Campanie plus quelques zones de l'hinterland de plaine et de colline. Il s'agit d'une sous-région caractérisée par un indice xérothermique compris entre 40 et 100, avec une période sèche de 2 à 4 mois pour le type A et d'1 mois à peine pour le type B (Ligurie). La température moyenne annuelle est comprise entre 15 et 16°C et les précipitations, concentrées surtout en hiver, varient de 700 à 1300 mm, avec des moyennes de 900 mm pour le type A et de 1100 mm pour le B.

En Italie du Sud, les précipitations annuelles dépassent presque généralement 400 mm et partant la sécheresse ne constitue pas une limite absolue pour la diffusion des eucalyptus, même si elle peut réduire leur production d'une manière considérable. En outre, la présence de condensation nocturne et l'orographie du territoire contribuent à augmenter la quantité d'eau disponible pour la végétation.

Pour ce qui se réfère aux zones à climat mésoméditerranéen, on souligne que le Moyen Adriatique (Abruzzes et Molise) est résulté non approprié aux eucalyptus à cause des vents froids de Nord-Est, notamment pendant la période de reprise végétative.

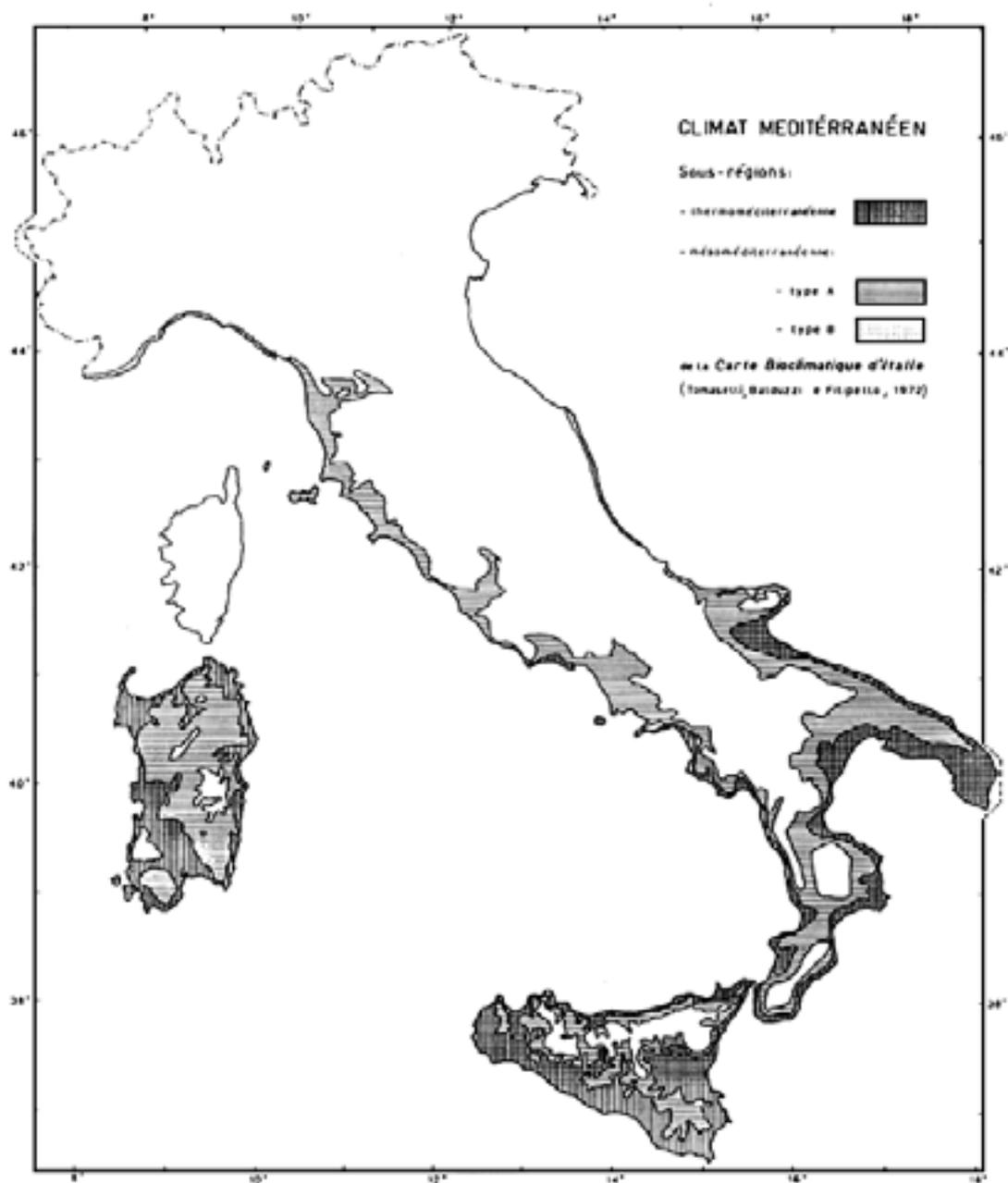


Figure 1 - Aire d'emploi et de possible diffusion des eucalyptus en Italie: zones arides et semi-arides et variantes fraîches en climat méditerranéen.

### 3. Les principales espèces employées et leurs productions ligneuses

Les espèces qui ont démontré d'être les moins exigeantes et les plus adaptables sont Eucalyptus camaldulensis et son hybride E. x trabutii; elles ont été diffusées dans la plupart de la sous-région thermoméditerranéenne et dans les zones les plus chaudes de la mésoméditerranéenne, même sur des sols difficiles, arides, argileux ou périodiquement inondés.

Les espèces résultées les plus résistantes aux basses températures sont par contre E. dalrympleana, E. viminalis et E. globulus spp. bicostata, qui peuvent être diffusées même dans la sous-région méso-méditerranéenne (types A et B), exception faite pour les zones les plus froides et pour les terrains très argileux, calcaires et/ou superficiels.

En revanche, E. globulus spp. globulus et E. maidenii sont à considérer hautement productifs, mais sensibles aux basses températures et exigeants en ce qui concerne l'humidité et la profondeur des sols.

E. occidentalis et E. gomphocephala se sont révélés résistants à la sécheresse et aptes aux terrains argileux; toutefois, ils peuvent être employés exclusivement dans la sous-région thermoméditerranéenne, où la température ne descend jamais au-dessous de -3/-5°C.

La productivité des eucalyptus en Italie, outre que de l'espèce, dépend en bonne mesure de la variabilité des sols et des modulus culturaux adoptés. Les données relevées dans les essais expérimentaux et dans les plantations productives, constituées sous des conditions ambiantes les plus variées, confirment que les eucalyptus sont en mesure d'exprimer leur productivité et de donner des accroissements élevés uniquement dans les stations favorables, sur des terrains appropriés et en présence de caractéristiques climatiques telles à ne pas déterminer d'arrêts ou de ralentissements prolongés de l'activité végétative dus à des déficiences thermiques ou hydriques.

E. globulus ssp. globulus, sur des terrains frais et profonds de l'Agro Pontino', avec une certaine disponibilité en eau dans la période estivale aussi a fait enregistrer des accroissements moyens annuels jusqu'à 30-35 m /ha (Avanzo, 1963; Ciancio & Gemignani, 1979).

Dans des conditions plus difficiles, telles que celles de la Sicile centrale (Piazza Armerina), les eucalyptus (notamment E. camaldulensis) ont fourni des productions moyennes de 6-7 m /ha/an et de 8-9 m /ha/an respectivement pendant le premier (phase gamique) et le second cycle (Ciancio, Mercurio & Nocentini, 1984). Avec E. globulus, dans les zones les plus fraîches de la même station, on a obtenu des accroissements moyens compris entre 10 et 15 m /ha/an (Ciancio, 1966; Cantiani, 1975), nettement supérieurs à ceux d'E. camaldulensis. Pour E. camaldulensis et pour son hybride E. x trabutii, les productions rayennes du taillis varient de 7 à 10 m /ha/an avec des minimums de 3-4 m /ha/an dans les conditions les plus difficiles, comme dans le cas des plantations de protection établies dans le versant ionien-calabrais, où E. x trabutii surtout a été planté sur des terrains pauvres et dégradés et/ou argileux avec stagnation hydrique pendant l'hiver.

E. occidentalis, employé surtout en Calabre pour la protection du sol, a atteint des accroissements moyens compris entre 6-7 et 1-2 m /ha/an. Il faut cependant souligner qu'on est en présence de conditions limites, avec un phénomène de dégradation tellement avancé qui ne permettait l'emploi d'aucune autre espèce.

E. viminalis, largement utilisé en Maremme (Toscane et Latium), a fourni des productions comprises entre 7 et 15 m<sup>3</sup>/ha/an.

Dans l'ensemble, les résultats de production obtenus par les eucalyptus en Italie confirment l'importance d'un choix réfléchi de l'espèce en fonction des caractéristiques écologiques, en excluant les terrains les plus difficiles et en adoptant un module initial qui entraîne une technologie très avancée (Ciancio, Mercurio & Nocentini, 1984).

#### **4. Techniques d'élevage en pépinière et de mise en place**

En Italie, les eucalyptus sont multipliés par graines et élevés généralement dans des sachets en plastique (diamètre 6 cm, hauteur 18 cm, 1 kg de terreau). En effet, le matériel en motte a donné des résultats bien plus satisfaisants que le matériel à racine nue, surtout en ce qui concerne la survie à la mise en place.

A cause des dimensions réduites des graines, il est nécessaire d'élever les eucalyptus en milieu protégé pour les repiquer ensuite dans les sachets.

Récemment, on a mis au point une technique de semis direct en sachets (Piotto, 1987) en employant des graines enrobées (pellets) qui permettent l'élimination du repiquage.

Pour la mise en place on utilise généralement des semis de 6—8 mois. Les résultats les meilleurs ont été obtenus sur terrains labourés en plein et en profondeur.

Toutefois, la pente et le type de terrain ont une grande influence sur les méthodes de travail à adopter et partant des labourages terrassements où en banquettes sont exécutés là où il y a le problème de la protection du sol.

#### **5. Usages multiples des espèces considérées**

En Italie, les eucalyptus ont été employés pour des fins soit de protection (protection du sol, brise-vent et fixation des dunes) que de production (pâtes à papier, panneaux de copeaux, pieux, bois de raines, emballages, dérivés chimiques, fleurs, branchage, chauffage et énergie).

##### **5.1 Protection du sol**

Pour la protection du sol on a surtout employé E. x trabutii et E. occidentalis. En particulier, 18.000 ha ont été reboisés le long du versant ionien de la Calabre (Ciancio & Hermanin, 1984), surtout sur des terrains de colline d'origine argileuse, présentant beaucoup de chlorures, très dégradés et en phase avancée de désordre hydrogéologique. Pour ce qui se réfère à la couverture du sol, les résultats diffèrent en fonction de la variabilité de la station, tandis qu'ils sont peu satisfaisants lorsqu'on prétend d'obtenir de bonnes productions de reboisements expressément établis pour des buts de protection.

##### **5.2 Brise-vent**

Les brise-vent d'E. camaldulensis, E. x trabutii, E. globulus ssp. globulus et E. viminalis, constitués pour protéger les cultures agricoles dans l'Agro Pontino' et en Maremme (Toscane et Latium), sont bien représentés.

Un vaste réseau de brise-vent a été établi, en outre, pour l'assainissement d'Arborea en Sardaigne (Giuliani & Savi, 1951); de même en Sicile, dans la plaine de Gela.

En ce qui concerne la protection contre le vent, les résultats ont été excellents et accompagnés, par ajout, d'une considérable production ligneuse, même s'il est imputable aux eucalyptus une excessive expansion au niveau des systèmes racinaires.

### 5.3 Fixation des dunes

En Sicile, les eucalyptus (notamment E. camaldulensis et E. globulus ssp. globulus) ont été plantés avec succès seuls ou en consociation avec des acacias et des conifères méditerranéens, pour la fixation de dunes côtières dans la 'Playa di Catania' et près d'Agrigente et de Raguse.

Les mêmes résultats positifs ont été obtenus par E. camaldulensis et E. globulus employés pour consolider les dunes dans les zones côtières de la Sardaigne centrale (Oristano).

### 5.4 Combustible ligneux

Comme bois de feu, le bois d'eucalyptus était utilisé de façon limitée dans les zones rurales. Suite la crise énergétique et à la diffusion de la mode des cheminées dans les nouvelles résidences, ce type d'emploi s'est largement répandu, surtout en Sardaigne et en Sicile. Récemment, on a commencé à utiliser les copeaux de bois, y compris celui d'eucalyptus, pour l'alimentation de chaudières thermiques destinées au chauffage de bâtiments. En effet, le bois d'eucalyptus présente des caractéristiques (forte densité et faible degré de lignification) qui le rendent particulièrement approprié au procédé de combustion ainsi qu'à la conversion soit thermique (production de combustible) que chimique (production de composés de base pour la chimie organique industrielle; production de cellulose, hémicellulose et de leur dérivés). Les espèces les plus riches en substances extractives sont, par contre, les plus aptes à être exploitées directement comme combustible.

### 5.5 Bois à trituration

En Italie, le bois d'eucalyptus est destiné en partie à la trituration pour l'industrie papetière et pour celle des panneaux.

Les perplexités suscitées par la coloration et par l'abondance de substances extractives dans le bois de quelques espèces très diffusées dans le Midi, telles qu 'E. camaldulensis et E. x trabutii, qui réduisent la rentabilité et augmentent sensiblement la consommation de réactifs dans les procédés de blanchissage des pâtes, ne semblent pas toujours justifiées, si l'on considère que notre Pays est largement déficitaire non seulement de pites blanchies, mais aussi de pâtes brutes pour papier Kraft et cartons.

### 5.6 Derivés chimiques

Le bois d'eucalyptus est exploité pour l'extraction du tannin par la 'Legnochimica' de Cosenza (Calabre), conjointement avec d'autres espèces ligneuses comme le marronnier.

Les feuilles de quelques espèces d'eucalyptus contiennent des quantités assez importantes d'huiles essentielles qui peuvent trouver large emploi dans les industries de médicaments et de parfums ainsi que comme solvants ou produits intermédiaires dans les synthèses organiques.

### 5.7 Fleurs et feuilles

Ces derniers ans, on a assisté, en Italie aussi, à un remarquable développement de l'usage de rameaux d'eucalyptus, soit verts que fleuris (Bazzocchi et al., 1987), pour ornement et décoration.

En plus d'E. globulus pour les fleurs et d'E. gunnii pour le feuillage, plusieurs autres espèces sont en train de s'imposer, et surtout celles de montagne (E. bridgesiana, E. cinerea, etc.) grâce aux caractéristiques morphologiques et ornementales des feuilles juvéniles.

#### 5.8 Amélioration du paysage

La diffusion des eucalyptus dans beaucoup de zones du Sud a certainement modifié le paysage préexistant et, pour la plupart des cas, de manière positive. En effet de vastes superficies presque désertiques et dépourvues de végétation ont été transformées en des aires riches de vert plus agréables pour leurs habitants et refuge sûr pour la faune.

### 6. **Les techniques d'aménagement**

Soit que les plantations soient effectuées pour d'objectifs de protection que de production, et dans ce dernier cas le bois est généralement destiné à la trituration, les rotations sont comprises, en fonction de la fertilité de la station, entre 10-12 ans pour la futaie (premier cycle) et entre 8-10 pour les cycles suivants, en régime de taillis simple, adoptant des espacements de 3 x 2 ou 3 x 3 m.

Les rotations peuvent atteindre 15-20 ans ou même plus, lorsqu'il s'agit de brise-vent ou de plantations établies dans des conditions particulièrement difficiles.

En revanche, pour la production de branchage à but ornemental, les rotations sont annuelles, avec élevage en massif et forte densité de plantation (1x1 m).

### 7. **Contraintes techniques et socio-économiques s'opposant au développement massif des espèces considérées**

L'obstacle principal au développement de la cultivation des eucalyptus en Italie est occasionné par la difficulté de commercialisation du bois à des prix rémunérateurs.

Il s'agit d'un problème qui concerne une large partie du secteur forestier national, généralement considéré un secteur d'assistance et d'importance secondaire dans l'économie du Pays. Partant, faute d'une politique qui s'occupe de contenir les coûts de production ainsi que d'une planification qui prévoit un cycle intégré entre production de matière première, sa commercialisation et son emploi industriel, le marché national de l'eucalyptus languit à cause d'une différence considérable entre coûts de production et prix de vente des plantes sur pieds.

En revanche, nous assistons en Italie à une florissante activité d'importation de bois d'eucalyptus d'autres pays européens (Espagne, Portugal) et même extra-européens (Argentine, Afrique du Sud), qui témoigne l'existence d'une demande non satisfaite par la production nationale. En outre, l'industrie papetière a une nette préférence pour le bois d'eucalyptus à pâte claire, pour contenir les coûts de blanchissage; puisque la plupart des espèces employées en Italie donnent du bois à pâte rouge, on trouve des difficultés à les placer sur le marché.

A ces considérations, on doit ajouter l'hostilité de certains écologistes vers la diffusion des eucalyptus, considérés, comme d'autres espèces exotiques, polluants de la flore indigène. Comme affirma justement de Philippis (1980): 'Siffatta ostilità riflette, per lo più, uno spirito conservazionistico spinto a livello dogmatico e talvolta un acritico conformismo che, se fossero portati alle logiche conseguenze, ci dovrebbero indurre a frenare anche l'espansione delle culture agrarie, quando modificano profondamente il paesaggio naturale...!\*

\* 'Cette hostilité reflète, au plus, un esprit conservateur poussé à niveau dogmatique et parfois un conformisme irrationnel qui, s'ils étaient tirés aux logiques conséquences, nous devraient amener à contenir même l'expansion des cultures agricoles, lorsqu'elles modifient profondément le paysage naturel...'

## **8. Les principaux thèmes de recherche**

Le facteur principal limitant la diffusion de l'eucalyptus dans notre pays est constitué par la sensibilité au froid de la majorité des espèces introduites. De toute première importance est partant la recherche d'espèces, provenances, variétés et génotypes résistants aux basses températures. Un autre thème de recherche, qui peut fournir des résultats intéressants en des temps relativement brefs, est celui de l'accroissement qualitatif et quantitatif de la production à travers l'amélioration génétique et culturale. Une importance particulière revêt aussi la recherche de nouvelles et plus avantageuses possibilités de destination de la production.

## **9. Modalités de mise en oeuvre d'un programme de recherche**

L'objectif primaire est l'accroissement de la production ligneuse totale soit pour biomasse soit pour l'industrie papetière. Dans le cas de la biomasse il n'existe pas d'exigences en ce qui concerne la couleur du bois, alors que l'industrie papetière préfère nettement le bois clair.

Les lignes à suivre pour parvenir à l'objectif susdit sont les suivantes:

- a) **élargissement de la base génétique pour un nombre limité d'espèces reconnues appropriées par l'expérimentation déjà réalisée (E. carnaldulensis, E. x trabutii, E. globulus, E. viminalis, E. occidentalis), qui permette de mieux définir leurs caractères écologiques et culturaux et de disposer de matériel apte à l'élection;**
- b) connaissance des possibilités de propagation végétative pour les espèces considérées, accompagnée de l'évaluation de la rentabilité, et mise au point de techniques de croisement contrôlé;
- c) d'après les résultats obtenus, démarrage d'un véritable programme d'amélioration qui, selon les différents cas, préverra la création d'arboretums à graines, ou de clones pour les espèces aptes à cette pratique.

Le choix de programmes permanents visant à augmenter, au moyen de générations successives de sélection, la production commerciale de matériel obtenu par voies soit sexuée qu'asexuée, est subordonné à l'importance économique de l'espèce.

A l'heure actuelle, les espèces faisant l'objet de programmes de recherche sont celles du point a).

**Des essais sont en cours sur E. occidentalis, E. viminalis & E. globulus pour l'évaluation de la variabilité d'une série de caractères choisis (comparaison entre provenances et familles); en est en train d'étudier également la possibilité de micro- et macro-propagation d'E. trabutii, E. viminalis et E. globulus spp. bicostata.**

L'augmentation du nombre des espèces à étudier serait justifiée seulement en prévision d'un élargissement de l'aire de diffusion ou d'utilisations du bois autres (bois d'oeuvre) que celles actuelles. C'est dans cette orientation qu'on doit interpréter les récents essais d'introduction de provenances d'E. regnans, E. delegatensis et E. nitens.

## BIBLIOGRAPHIE

- AA.VV. 1986. Schede informative sulle specie arboree da legno ad elevata produttività. Quad. Intervento Straord. Mezzog. N° 11 pp. 56-69.
- AGOSTINI R. 1953. Cenni storici sulla introduzione degli Eucalitti in Italia. Italia for. mont. 8:117-22.
- ANDREUCCETTI E. 1953. La coltura degli eucalipti nella Sicilia centrale. Monti Boschi 4:446-54.
- ANDREUCCETTI E. 1964. Prime utilizzazioni di eucalitteti in Sicilia: consistenza e produttività degli impianti. Monti Boschi 15(5):- 27-40.
- ANDREUCCETTI E. 1974. Precisazioni sulla attuale situazione della eucalittocoltura e sull'impiego del legno per usi industriali. Italia for. mont. 29:216-8.
- ASCIUTO G. 1967. Considerazioni sui costi d'impianto di eucalitteti in Sicilia. Giornata Naz. Eucalitto, IV Mostra Merc. Agric. Zootec. Ente Auton. Fiera Medit., Palermo.
- ASCIUTO G. & CRESCIMANNO M. 1986. L'eucalittocoltura siciliana, aspetti attuali e prospettive di sviluppo. Cellulosa Carta 37(4):6-13.
- AVANZO E. 1964. L'accrescimento degli eucalitti. Considerazioni e confronti dopo un decennio di esperienze. Atti Prima Giorn. Ital. Eucalitto. ENCC, Roma.
- AVOLIO S. & CIANCIO O. 1975. Osservazioni sulla rinnovazione agatnica di *Eucalyptus x trabutii* e di *E. occidentalis*. Annali Ist. sper. Selvic. 6:121-47.
- AVOLIO S. & CIANCIO O. 1976. Sul campo d'applicazione della relazione tra diametro alla base e diametro a petto d'uomo in popolamenti di *Eucalyptus camaldulensis*, *E. x trabutii* e *E. occidentalis*. Tavole cormoraetriche a una sola entrata. Annali Ist. sper. Selvic. 7:27-44.
- BASSI V. 1951. La coltura dell'Eucalipto nel tavoliere di Puglia. Monti Boschi 2:487-93.
- BASSI V. 1956. Osservazioni e considerazioni sulla coltura dell'eucalitto in alcune zone dell'Italia Meridionale. Monti Boschi 7:445-57.
- BAZZOCCHI R. GIORGIONI M.E. & CALZOLARI S. 1987. *Eucalyptus* per la produzione di fronde recise. Culture Protette 16(6):27-32.
- BOGGIA L. 1986. L'eucalittocoltura italiana. Cellulosa Carta 37(2):- 7-12.
- BRONZI A. LA MARCA O. & PASQUINI V. 1987. La coltivazione dell'eucalitto nell'Agro Romano. Cellulosa Carta 38(3):24-32.
- CANTIANI M. 1975. I cedui di eucalitto (*E. camaldulensis* ed *E. globulus*) nella Sicilia centrale. Parte I - Tavole alsonetriche. Ric. sper. Dendrom. Auxom. N° 7:3-29.
- CASCIO A. 1975. I cedui di eucalitto (*E. camaldulensis* e di *E. globulus*) nella Sicilia centrale. Parte II - Tavole cormometriche. Ric. sper. Dendrom. Auxom. N°7:31-54.
- CIANCIO O. 1966. Tavola cormometrica dell'*Eucalyptus camaldulensis* e dell'*Eucalyptus globulus* di Piazza Arraerina. Italia for. roont. 21:156-68. CIANCIO O. 1970. Tavola cormometrica dell'*Eucalyptus camaldulensis* di Policoro. Annali Ist. sper. Selvic. 1:271-91.

- CIANCIO O. 1977. Sull'epoca di taglio e sulla produttività dei cedui di *Eucalyptus camaldulensis* ed *E. globulus* di Piazza Armerina. Annali Ist. sper. Selvic. 8:43-96.
- CIANCIO O. et al. 1981. Gli eucalitti in Sicilia: problemi tecnici ed economici. Quad. for. INSUD N°3.
- CIANCIO O. ECCHER A. & GEMIGNANI G. 1979. Specie esotiche in Sicilia e riflessi sulla produzione legnosa. Convegno 'Ambiente e Foreste in Sicilia'. CCIAA, Palermo.
- CIANCIO O. ECCHER A. & GEMIGNANI G. 1980. Eucalitti, pino insigne, douglasia e altre specie forestali a rapido accrescimento. Italia agric. 117(1):190-218.
- CIANCIO O. & GEMIGNANI G. 1979. Gli eucalitti in Italia. Agricoltura Ricerca 2(3):38-45.
- CIANCIO O. & HERMANIN L. 1974. Tavole cormometriche a doppia entrata per l'E. occidentalis e l'E. x trabutii della Calabria. Annali Ist. sper. Selvic. 5:23-36.
- CIANCIO O. & HERMANIN L. 1976. Gli eucalitteti della Calabria - Tavole alsometriche dell'*Eucalyptus occidentalis* e dell'E. x trabutii. Annali Ist. sper. Selvic. 7:67-107.
- CIANCIO O. MERCURIO R. & NOCENTINI S. 1984. Le specie forestali esotiche nella selvicoltura italiana. Annali Ist. sper. Selvic. 12/13(1982-83). pp.512-69.
- CIANCIO O & MORANDINI R. 1971. Esperienze sull'epoca di ceduzione negli eucalitteti di Piazza Armerina. Annali Ist. sper. Selvic. 2:71-162.
- CURRO' P. 1979. Rimboschimento e arboricoltura da legno: caratteristiche e principali destinazioni del legno prodotto nelle piantagioni. Agricoltura Ricerca 2(3):73-7.
- de PHILIPPIS A. 1956. Il clima dei territori di bonifica dell'Italia centro-meridionale - Azione modificatrice dell'alberatura. Atti Convegno Alberatura Legno Bonifica Mezzogiorno. ENCC, Roma.
- de PHILIPPIS A. 1962. Gli eucalitti. Monti Boschi 13:617-28.
- de PHILIPPIS A. 1964. A che punto siamo con gli eucalitti? Monti Boschi 15(4):3-10. de PHILIPPIS A. 1967. Orientamenti e possibilità del rimboschimento e dell'arboricoltura da legno in Sardegna. Atti Convegno 'Prospettive econ.-ind. prod. legnosa Sardegna'. CIS, Cagliari.
- de PHILIPPIS A. 1980. 'Selvicoltura Industriale'. Italia agrie. 117(3):103-7.
- FAO. 1979. Eucalypts for planting. FAO Forestry Ser., no. 11.
- GEMIGNANI G. 1967. Osservazioni sulla potatura di *E. camaldulensis*. Ente Auton. Fiera Medit., IV Mostra Merc. Agric. Zootec, Giornata Naz. Eucalitto, Palermo.
- GENTILLI J. 1960. Il fattore termico nelle ecologia degli eucalitti. Pubbl. Cent. Sper. agric. for. 4:53-119.
- GIACOBBE A. 1963. L'arboricoltura da legno in Sicilia: gli eucalitti. Monti Boschi 14:547-56
- GIORDANO E. 1967. La giornata nazionale dell'eucalitto alla Fiera del Mediterraneo. La prima industria con cellulosa di eucalitti italiani. Monti Boschi N°6 (nov-dic)
- GIORDANO G. 1950. Le principali caratteristiche del legno di eucalitto dei rimboschimenti italiani. Monti Boschi 1:420-5.

- GIORDANO G. 1964. Caratteristiche ed usi del legno di eucalitto. Atti Prima Giorn. Ital. Eucalitto. ENCC, Roma.
- GIULIANI R. & SAVI L. 1951. Frangivento e rimboschimento nella bonifica di Arborèa. Monti Boschi 2:499-510.
- HILLIS W.E. & BROWN A.G. 1984. Eucalypts for wood production. CSIRO/Academic Press.
- IUFRO/CSIRO/AFOCEL. 1984. Colloque international sur les eucalyptus résistants au froid, Bordeaux 1983. Exposés. AFOCEL, Nangis.
- JACOBS M. R. 1964. Gli eucalitti come specie esotiche. Pubbl.Cent. Sper. agric. for. 7(1963-64):30-54.
- LOPINTO M. 1986. Prospettive colturali dell'Eucalyptus in Puglia alla luce dei danni da gelo del 1985. Cellulosa Carta 37(3):13-20.
- MAGRINI P. & ROMANO D. 1986. L'eucalitticoltura in Toscana. Cellulosa Carta 37(6):14-20.
- MAIOLO G.G. 1986. Gli eucalitti in Calabria. Cellulosa Carta 37(5):4-11.
- METRO A. 1970. Les Eucalyptus dans le monde méditerranéen. Revue for. fr. 22:339-54.
- MOGGI G. 1957. Inventario delle specie del genere Eucalyptus esistenti in Italia. Pubbl. Cent. Sper. agric. for. 1(1956):5-53.
- MORANDINI R. 1964. Gli eucalitti nella regione mediterranea. Annali Accad. ital. Sci. for. 13:111-28.
- PAVARI A. & de PHILIPPIS A. 1941. La sperimentazione di specie forestali esotiche in Italia. Risultati del primo ventennio. Annali Sper. agr. 38.
- PIOTTO B. 1987. Influenza della confettatura sulla germinabilità dei semi di Eucalyptus gomphocephala in laboratorio ed in vivaio. Quad. Ric. SAF. N°13.
- SANFILIPPO E. 1986. Gli eucalitti in Sardegna. Cellulosa Carta 37(2):13-9.
- SUSMEL L. 1951. I frangiventi nell'Agro Pontino. Monti Boschi 11:475-86.
- TOMASELLI R. BALDUZZI A. & FILIPELLO S. 1973. Carta Bioclimatica d'Italia. Minist. Agric. For., Collana Verde N°33 pp.5-55.

# MULTIPLE USE OF THE EUCALYPTS IN SOUTHERN ITALY

by

A. Eccher, G. Gemignani, G. Mughini

## **Summary**

After a short introduction on eucalypts' diffusion in the world, in the Mediterranean basin and in Italy, the Italian bioclimatic zones, where they are preferably used, the main species and their wood production, as well as nursery and cultivation techniques, are reported.

Then, the various, current and potential, uses of the eucalypts in Southern Italy from protective and environmental (water control and soil preservation, windbreak, dunes fixation, landscape improvement) to strictly productive ones ( energy chipping wood, chemical derivatives, flowers and leaves for ornamental use) are examined.

Finally, the technical and socio-economical aspects limiting eucalypts' diffusion on larger scale are studied, and furthermore the main themes, targets and strategies of a systematic research program, in line with the country needs, are identified.

# MULTIPURPOSE WOODY PLANTS FOR THE MEDITERRANEAN ARID ZONE OF GREECE

By

VASILIOS P. PAPANASTASIS

University of Thessaloniki

Thessaloniki-Greece

## INTRODUCTION

Woody plants are part of the Mediterranean environment. Mediterranean people have been using them to make their living since the early history of the region. Up until herbaceous crops were domesticated, wild trees and shrubs' were almost the only source of plant food both for the people and their animals. Nevertheless, even after the cultivation of crops was initiated, wild or tamed woody species continued to provide fruits, nuts, fodder, firewood, charcoal, construction material, shade and fenceposts as well as a variety of other products such as resin, honey, gum mastic, tannins and dyes. Being conservation-minded, Mediterranean peasants selected those woody plants which could provide more than one product or use and introduced them into their farming systems. As a result, multipurpose woody plants became inevitable components in practically all traditional farming systems of the region.

In Greece, forests are considered to be climax plant communities almost throughout the country (Dafis 1973). This is the reason that woody plants are present everywhere. Over the years, however, the majority of these forests were cleared to open up agricultural or grazing land. In the process, several woody plants were kept by the people and incorporated into their fanning and grazing systems to better serve their needs. The selection was based on the capacity of these plants to adapt to the new systems, on the one hand, and to provide more than one product or use, on the other. Some of these species were kept wild while most of them were improved. Meanwhile, occasional attempts were made to introduce exotic, highly productive species, but their distribution never became so extensive to threaten or replace homologous native plants.

It should be noted that the multipurpose woody plants became especially important in meeting the needs of the people in the drier parts of Greece, where herbaceous crops were unable to produce during the long and dry summer period. In this paper the most important such plants, growing in the arid zone of the country are described and discussed.

## MEDITERRANEAN ARID ZONE

The upper and the lower limits of the arid zone depend on the kind of criteria used for their definition. For example, if purely climatic criteria are used, larger areas would fall into the arid zone than if only biological criteria are preferred. Based on such biological criteria, especially the natural vegetation patterns, which can delineate the arid bioclimate much more rationally than pure climatic data, Le Houérou (1981) suggests as limits for the Mediterranean arid zone the isohyets of 400 and 100 mm annual rainfall, respectively for the upper and the lower limits. As an additional feature of the Mediterranean arid zone, he indicates the considerable annual rainfall variability which ranges between 30 and 60%.

Following the classification developed by Emberger, Mavrommatis (1980) attempted the delineation of the bioclimatic floors of Greece. He could not differentiate a

typical arid zone. On the contrary, he specified a large semi-arid zone in the southeastern coastal part of the country (Fig. 1). The area of this zone amounts to about 2,6 million ha or one fifth of the whole Greece. The author further subdivided it into the variants with warm winter ( $m^* > 7^{\circ}\text{C}$ ), with temperate winter ( $3^{\circ}\text{C} < m < 7^{\circ}\text{C}$ ) and with cold winter ( $0^{\circ}\text{C} < m < 3^{\circ}\text{C}$ ), covering 4.65%, 5.00% and 9.70% of the whole country respectively.

\*m = average daily minimum temperature of the coldest month.,

According to Le Houérou (1977), the semi-arid zone of Emberger is bordered by the isohyets of 600 and 400 mm annual rainfall, respectively for the upper and the lower limit. However, since most of the stations falling within the semi-arid zone of Greece have an annual variability from 20 to 40%, quite a few years may have annual rainfall below the 40.0 mm lower limit, even below 200 mm (Balafoutis 1977). Furthermore, Mariolopoulos (1960) reports that several islands of the Cyclades complex have annual rainfall below 400 mm. This means that the semi-arid zone of Greece does have features of the arid zone, as described by Le Hou  ou (1981). For this reason, it will be considered as the critical zone for growing multipurpose woody plants.

## DESCRIPTION OF THE MOST IMPORTANT PLANTS

### A. Trees

#### 1. CERATONIA SILIQUA

##### Distribution-Ecological requirements

*Ceratonia siliqua* (Carob tree) is a medium-sized tree of about 7-10 m in height, mostly found in areas with warm to temperate semi-arid Mediterranean bioclimate. According to Dafis (1973), it is mainly distributed in the lower (warmer) part of the plant alliance Oleo-ceratonion, while Mavrommatis (1980) reports that it may go higher, to the upper part of the same zone too, where the dominant species is Pistacia lentiscus. Finally, Diapoulis (1950) states that the carob tree is grown along a coastal belt of *no* more than 25 km wide and with altitude less than 500 m (Fig. 2).

As far as its soil requirements are concerned, the carob tree is one of the least demanding woody plants known. It grows in all sorts of soils including the shallow, calcareous and stony soils of the Aegean islands provided that they have cracks so that its roots can penetrate.

Carob tree is one of the oldest cultivated trees in Greece. In 1950, there were a total of 2,8 million trees (wild and tamed) producing 31,000 tonnes of pods (Diapoulis 1950). In 1980, the number of cultivated trees was higher (3,3 million) but the production was lower (25,000 tonnes)(Anonymous 1982). The reason is that the price of pods was very low until a few years ago, when many farmers abandoned their carobs and switched to the more profitable olive tree culture. However, the prices started to go up again since 1984 resulting in a renewed interest of people to carob trees (Shultz et al. 1987, Tsikalakis 1987). It is interesting to mention that more than 80% of the trees are found in Crete, which is thus one of major producers of carob pods in the world (Baumer 1983). Also, 40% of the trees are grown in orchards while the remaining 60% are scattered (Anonymous 1982).

##### Establishment

Carob tree is a slow growing species and its seeds do not germinate readily, They need to be treated either by terracing them in sand or by soaking them in hot water. Then, they are planted directly in situ or more often in plastic bags or paper pots. In the

latter case, they are transferred to the field once they reach a height of 15-20 cm (Diapoulis 1950). Since the plants coming from the seed are wild they need to be grafted with improved varieties in the 4-5th year. Usually, instead of growing carob seedlings, the spontaneously grown wild plants are grafted.

Reproduction by cuttings is much more difficult because it needs greater care (Diapoulis 1950). This is why it is not widely practiced. (Tsikalakis 1987). Spacing may range from 50 to 100 trees per hectare depending on the soil.

#### Multiple uses

The main reason for growing carob trees in Greece is the production of pods which may be used for food by both humans and especially by animals. The nutritive value of pods is very high? one kg of pods is equivalent to one Feed Unit (Baumer 1983). The sugar content of the pods amounts to 20-30%, which may be extracted (Diapoulis 1950). The pulp may be used as syrup, for producing alcohol, for flavouring tobacco, for making chocolates, ice-creams, cosmetics, textiles, paper, and in the computer industry. Most of the production in Greece is exported.

Other uses of the carob tree include the protection of soil, the production of timber for furniture, the production of good quality charcoal. Also, it is excellent for apiculture (Tsikalakis 1987). Although it is a legume, it is not known to fix nitrogen in the soil (Baumer 1983). In general, the carob-tree is one of the most suitable trees to reforest barren, poor, rocky and calcareous soils of the semi-arid zone and it can also serve for aesthetic purposes due to its beautiful crown.

#### Management

Once it is established, it needs little care. Irrigation will help in the first summer but it is not necessary. If it is cut, it reproduces easily. This makes it very resistant to wildfires. All uses can be served concurrently if appropriate varieties are selected and propagated among farmers. At least six varieties are grown in Crete while the one cultivated in Cyprus is considered as superior. Protection from the insect *Asphondylia Gennadii* is thought to be the key problem in carob tree management in Crete (Tsikalakis 1987).

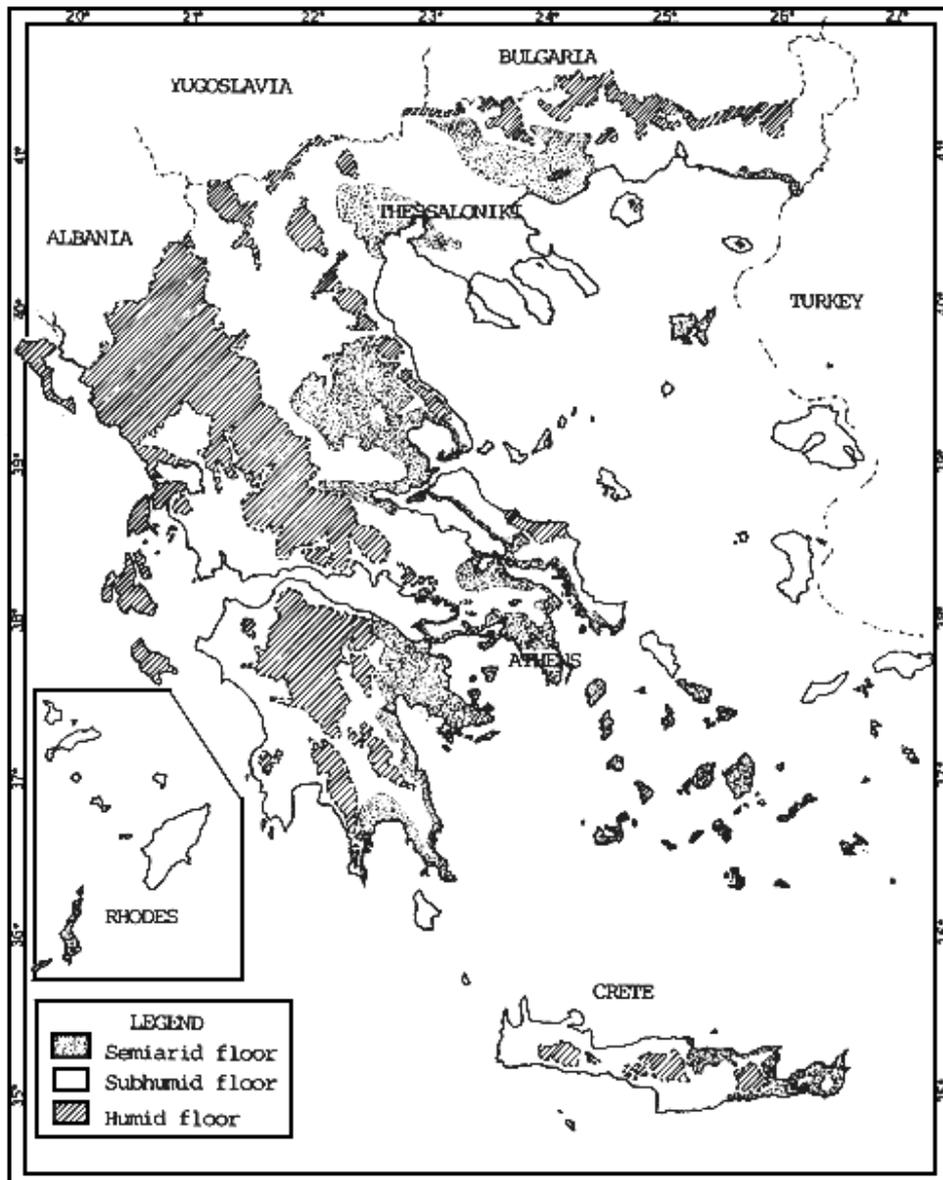


Figure 1. MAP OF BIOCLIMATIC FLOORS OF GREECE  
 (Adapted from Mavrommatis, 1980)

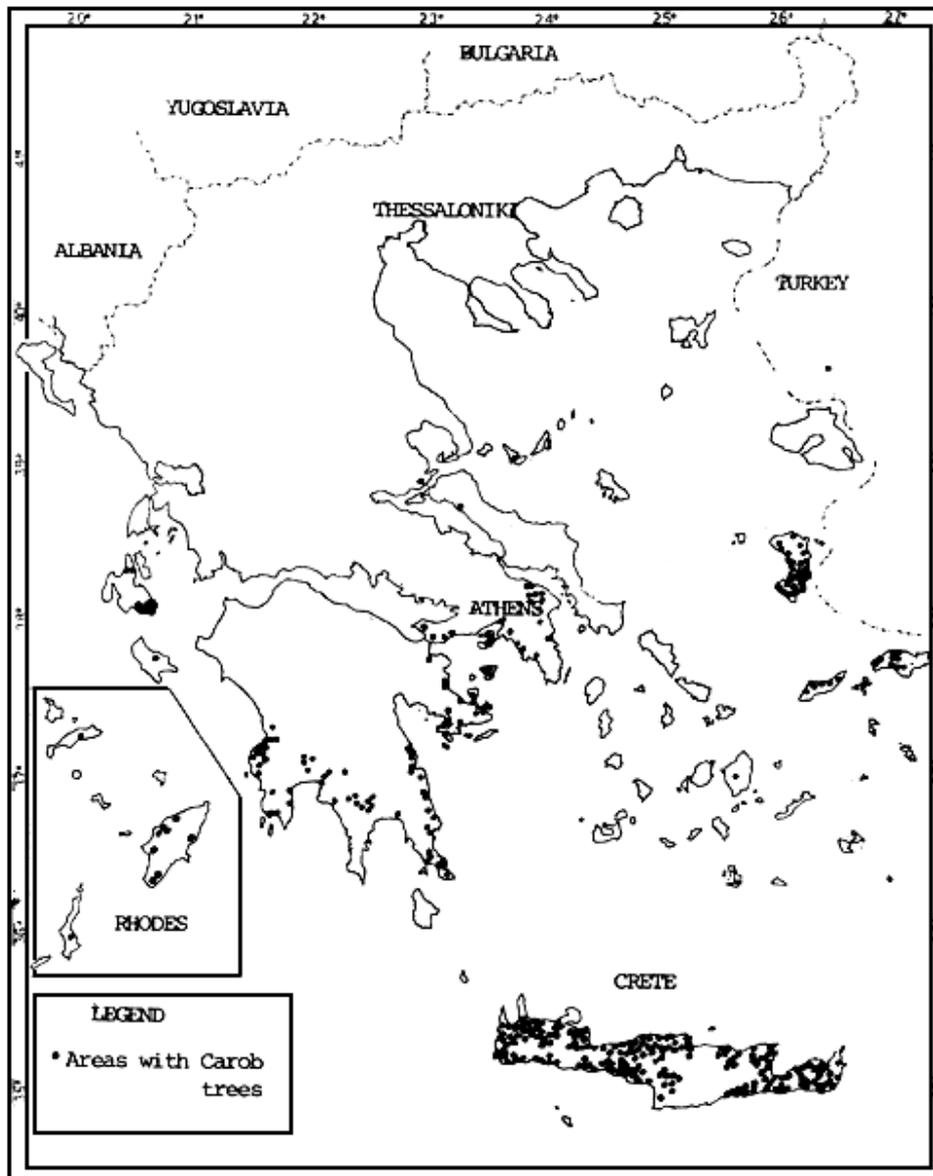


Figure 2. DISTRIBUTION OF CAROB TREE IN GREECE (After Diapoulis, 1950)

## 2. OLEA EUROPAEA

### Distribution-Ecological requirements

Olea europaea is a shrub or a tree up to 20 m high. It is mainly distributed in the temperate semi-arid zone, where the plant association Oleo-lentiscetum is found, while it may go up to the cold variant of the semi-arid Mediterranean bioclimate in the plant alliance Quercion ilicis (Dafis 1973, Mavrommatis 1980). This means that the olive tree prefers cooler environments than the carob tree. Like the latter species, it has low soil requirements and it can grow in poor, rocky, calcareous soils if they have cracks where its roots can penetrate. For high production, however, better soils are required with good depth, loamy texture, good drainage and pH 6-8 (Sfakiotakis 1987).

Olive tree culture dates back to 3,000 B.C. Today, it is the main cultivated tree in Greece with 122,4 million of planted trees covering 640 thousands hectares of land and producing 275,000 tonnes of oil which corresponds to 16% of the world production (Sfakiotakis 1987). More than 80% of the olive trees are grown in orchards, while the majority of trees are found in Peloponnisos, Crete, Central Greece and the Aegean Islands (Anonymous 1982). In addition, Forest Service is using the wild olive in the reforestation projects but in a relatively small scale (Ministry of Agriculture 1986).

### Establishment

Olive tree may be reproduced either by seeds or vegetatively. Reproduction by seed requires pretreatment to remove the pit and then terracing in sand to facilitate the germination. After one year, the seedlings are transferred to the nursery where they stay for two more years until they are grown enough to be grafted.

Due to the long time involved and the grafting required, reproduction by seed is not preferred nowadays. Instead, reproduction is practiced with vegetative methods. Such methods include wood cuttings, leaf cuttings and runners (Sfakiotakis 1987).

Planting is done in the autumn. Saplings may be planted in rows on terraces if the land is steep or in geometrical designs in orchards if the land is flat. About 200-300 trees per hectare are recommended on good soils with high rainfall but on poor soils less dense spacings are necessary (Sfakiotakis 1987).

### Multiple uses

The main use of olive tree is the production of fruits for human consumption or for extracting oil. However, olive leaves are very palatable to animals, especially goats, while olive branches are used as fuelwood. More-over, olive trees are excellent for holding, protecting and improving the soil as well as for the beautification of the landscape. Like the carob tree, olive tree is one of the few trees available to plant dry, barren and desertified Mediterranean environments for multiple benefits.

### Management

Although olive tree is faster growing than carob tree, still it is considered as a slow growing species. If the objective is to produce maximum quantity of olives, then it needs good management. Such management include irrigation, soil cultivation, although not very much, fertilization with N-P-K, pruning, and of course, fruit collection. In less intensive cultures, the management required is restricted to pruning and some soil cultivation around the trees.

### 3. PINUS HALEPENSIS

#### Distribution-Ecological requirements

Pinus halepensis (Aleppo pine) grows naturally in the temperate semi-arid zone where the plant association Oleo-lentiscetum is found, although its optimum distribution is in the higher sub-humid zone where the plant alliance (Quercus ilicis) is grown (Dafis 1973). It is a drought resistant pine tree, capable of growing in poor, dry, rocky and shallow soils of the coastal zone in the southern mainland and in some islands of Greece.

There are about 330,000 hectares of natural Aleppo pine forests in Greece which produce 26,000 m<sup>3</sup> of round timber and about 12,500 tonnes of resin (Ministry of Agriculture 1986). These forests support a very lush understory vegetation composed of phryganic or sclerophyllous evergreen shrubs which burn very easily. This vegetation along with the fact that the Aleppo pine forests are located near the urban centers (ex. Attica) are the main reasons that most of the wildfires occur in these forests, namely 70% of the fires in coniferous forests (Megalophonos 1984).

#### Establishment

Partly to replace the burned forests and partly to rehabilitate dry and degraded areas, the Forest Service is using Aleppo pine in the reforestation projects of the semi-arid zone. During the year 1983, they were produced 378,000 seedlings which were used to plant 180 ha of land. Most of these seedlings (86%) were produced in plastic or paper containers, while the remaining 14% were used as bare-rooted plants (Ministry of Agriculture 1986). The seeds are collected from selected natural seed stands; their planting and the preparation of the seedlings is done in the forest nurseries. About 30% of these plants are given to private people or organizations. The seeds are planted in spring and they transferred to the field the first or the second autumn after terracing and cultivating the soil with special machinery. In rocky areas, machines are used to open holes.

#### Multiple uses

Natural Aleppo pine forests serve a variety of purposes which include resin and timber production, aesthetics, soil and environmental protection, honey production thanks to the coccid Marchalina *hellenica* which lives parasitically on the branches of the tree, and grazing of the understory by domestic and wild animals. Also, the understory is used for production of fuelwood in some areas. Planted Aleppo pine aims at providing all these uses, except grazing by domestic animals because it is neither palatable nor resistant to browsing. When it grows high enough, however, the plantations can be used for grazing, too.

#### Management

If animal grazing is controlled, Aleppo pine forests and plantations can be managed to provide all different uses. Their only problem is the wildfires which may be reduced if the understory vegetation is controlled either by prescribed fire or by rational grazing (Liacos 1980,81).

## B. Shrubs

### 4. MEDICAGO ARBOREA

#### Distribution-Ecological requirements

Medicago arborea (tree medic) is a leguminous shrub of 2-3 m height. It is a winter growing plant being well adapted in the warm and temperate variants of the semi-arid zone while its growth in the cold variant is hampered by the low temperatures of the winter period. It can grow in all soils with a pH 6 or more and it is well adapted to rocky, barren and calcareous soils. In the classical times, it was widely cultivated in the Aegean islands for the production of fodder but nowadays its cultivation is very much restricted. Forest Service is using the tree medic in the reforestation projects, especially in the Attica region, but more commonly is donating the shrub to private people or organizations for ornamental and apicultural purposes. In 1983, 37,000 plants were given to people free of charge (Ministry of Agriculture 1986). Lately, the tree medic is systematically used to improve degraded rangelands for grazing by goats and sheep in Crete and other islands as well as in Macedonia and Thessaly.

#### Establishment

The tree medic is easily established by seeds either directly in the field or more preferably in plastic or paper containers. The seed germinates readily and if planted in the nursery in the spring the seedlings are ready to be transferred to the field the following autumn. Reproduction by cuttings is not done because it is difficult (Droukalis 1976). Planting of seedlings in the field is done either in holes, if the soil is rocky, or in rows on cultivated and terraced land.

#### Multiple uses

The main use of tree medic is the production of fodder for the animals, grazing directly or feeding them in the form of hay. It is a very palatable plant with crude protein content more than 20%. Another important use is for production of honey. Also, it is an excellent ornamental plant with its yellow flowers. Finally, as a leguminous shrub it improves the soil with nitrogen.

#### Management

The main problem with the tree medic is its high palatability and its low resistance to grazing. If planted with other shrubs, it will be eaten first by the animals and it will be destroyed, if the grazing is not regulated. Another problem is that it takes 2-3 years after planting to fully grow and start using it, although it is generally a fast growing species. However, if grazing is regulated the tree medic can serve all its uses simultaneously and for this purpose is one of the best available shrubs for the semi-dry Mediterranean bioclimate.

### 5. ACACIA CYANOPHYLLA

#### Distribution-Ecological requirements

Acacia cyanophylla (Blue-leaved acacia) is a shrub, 4-5 m tall, native to western Australia. It was introduced to Greece and used by the Forest Service to stabilize sand dunes in western Peloponnisos in the past while nowadays is cultivated mainly for ornamental purposes. Although it, is a woody plant of the sub-humid Mediterranean climate, it can grow also in the semi-arid zone, preferably on sandy soils (Baumer 1983). Lately, it started to be used also for improvement of rangelands in the Attica region and in the islands.

## Establishment

A. cyanophylla is established by seeds after treating them in boiling water and planting them in paper or plastic containers to be later transplanted in the field. It can also get established by direct sowing on cultivated soil.

## Multiple uses

Besides stabilizing the sandy soils, A. cyanophylla can be used for grazing. Its feeding value is high but depends on the particular accession (Baumer 1983). It can also be used for landscape planning, for firewood, for fences and paper wood.

## Management

If grazing is controlled, management of A. cyanophylla stands can be regulated so that all particular uses are provided. The shrub reproduces easily after clear cutting and it can be managed as a coppice with 5-10 years rotation (Baumer 1983).

## 6. ATRIPLEX HALIMUS

### Distribution-Ecological requirements

Atriplex halimus is a native shrub to Greece, up to 2 m high. It grows in areas with semi-arid Mediterranean climate and on saline or alkaline soils. It is found in several Aegean islands, usually on protected areas such as the borders of fields, hillsides near villages or castles and the ancient walls. Its optimum growth is in the warm to temperate Mediterranean climate but it can also grow in its cold variant, too. It can withstand cold much more than A. nummularia. In the last few years, A. halimus is being used to improve dry and poor rangelands for grazing of sheep and goats in Macedonia, Crete and other Aegean islands.

### Establishment

The establishment of A. halimus is relatively easy and is done by seeds. The germination is prolific and seedlings are prepared in plastic or paper containers. If sowing is done in spring, seedlings are ready to be transplanted in situ in the following winter or early spring. Planting may be done in holes or preferably in rows after preparation of the soil.

### Multiple uses

A. halimus is used as a fodder shrub. Its nutritive value is good but inferior to A. nummularia or to Medicago arborea. It is a suitable species to rehabilitate poor saline or alkaline soils, to improve the soil and ameliorate the landscape. Its main value lies on the fact that grows and provides forage in the summer months, a critical period in the Mediterranean semi-arid bioclimate.

### Management

Once established, A. halimus may be browsed in two years time since plantation. Old shrubs need to be rejuvenated to produce more foliage than wood. This can be done by cutting them down to 10-20 cm from the ground level. Besides direct browsing, A. halimus can be also cut for hay. After reviewing the relevant literature, Baumer (1983) recommends a shrub cover of 30-40% with shrubs being no more than 50 cm high.

## 7. OPUNTIA FICUS-INDICA

Opuntia ficus-indica is an introduced but spontaneously grown shrub in the eastern coastal zone of the mainland and in the Aegean islands with semi-arid climate. In the past, it was used in several islands to produce fruits for consumption by humans. It is found in abandoned fields, roadsides, near sheep stalls with good soil and animal manure. Animals rarely browse them because the strains found in Greece are spiny. In recent times no efforts is known to cultivate this shrub, but if spineless varieties are introduced they may be used to secure, besides fruits, forage to animals for the summer period in the dry Aegean islands.

### C. Other Woody Plants

Several other woody plants are used in the semi-arid zone for reforestation or as fodder plants, but in a very small scale. The most important are the following:

8. Spartium junceum. It is a shrub used by the Forest Service to stabilize friable soils, sliding slopes and roadbanks mainly in the sub-humid zone but to some extent in the semi-arid zone, too (ex. in Attica). In 1983, more than one million bare-rooted plants were planted (Ministry of Agriculture 1983). Besides stabilizing the soils, S. junceum is an excellent plant for bees and with its aromatic flowers makes a good shrub for improving the landscape.

9. Quercus coccifera. It is a tree which in a shrubby form covers extensive areas in Greece, mainly in the sub-humid zone. Q. coccifera shrublands are very important browsing areas for goats. It can grow also in the cold variant of the semi-arid climate, on rocky and calcareous soils, where Forest Service is planting it for reforestation but also for providing forage to animals.

### CONSTRAINTS TO MASSIVE PLANTATIONS

With the exception of the olive tree, which is essential in production of olive oil, all other woody plants of multiple use are cultivated in relatively small and restricted areas. On the other hand, the potential of these plants is very high since huge areas of barren and rocky land in the semi-arid zone of Greece need to be planted not only to ameliorate the landscape but also to increase their production for the benefit of the local and national economy.

Several constraints are involved in this restricted development and utilization of the multipurpose woody plants.

1. The main constraint is the problem of land tenure. Most of the land to be planted is considered as state-owned but its use belongs to the local people, who graze it in a communal way. This means that any plantation of woody plants has to be fenced to keep out the free grazing domestic animals. This fencing increases the cost of plantation on the one hand and provokes reaction from the local people who consider the land free, on the other. The fact that in some islands the land is claimed as private by the local people, without this claim being recognized by the State, further complicates the problem. As a result, plantations can be done only in clearly defined and recognized private land which is usually arable and restricted in size.
2. Associated with the land tenure problem is the constraint of irrational grazing management. If a plantation is done primarily for use by domestic animals, it is difficult to regulate grazing because of the communal use status. Every shepherd would try to graze in the plantation without being concerned with

the consequences of overutilization. In the past, beautiful stands of *Medicago arborea*, planted in the island of Evia by the Forest Service, were destroyed by overgrazing once the animals were let in to graze because of the inability to control the management.

3. A third constraint is the high cost of establishing woody plants, at least with the existing methods, because most of the land to be planted is rocky, steep and inaccessible. In fact, the majority of the Aegean islands are remote, difficult to communicate and they lack the necessary manpower for planting woody species.
4. A fourth constraint is the low market value associated with the woody plants' products which make them less attractive to farmers than other agricultural crops. A case in point is the low price of carob pods as compared to olive oil after the II world war, which forced many farmers in Crete to promote olive culture at the expense of carob trees. A recent price rise in pods changed the picture and gave new impetus to carob culture. The same is true with other arable crops including grapes which are subsidized and thus become more competitive than planting woody plants.
5. A fifth constraint is the lack of the necessary communication between land managers and the local people who usually view such projects as being outside of their immediate interest due to the insufficient information that technicians normally provide to them. Another reason is the fact that local people always look for the short run benefits that many woody plants are unable to provide. This is a socio-cultural constraint which many times has prevented the plantation of woody plants not only for reforestation but also for grazing by their own animals.

#### MAIN THEMES OF RESEARCH

To promote establishment and utilization of multiple use woody plants in the semi-arid zone of Greece in a large scale, vigorous research is needed, besides overcoming the socio-economic and cultural constraints described in the previous chapter. The main themes of research are the following:

1. Investigation of the traditional techniques and species cultivated by the people of the semi-arid zone as well as the management applied in association with the social structure and organization.
2. Development of fast and least cost methods of establishing woody plants in rocky and steep areas. Such methods may include:
  - direct seeding in the field,
  - mechanical preparation of seedlings in paper pots,
  - least culture techniques including mechanical opening of holes on the ground, etc.
3. Selection of fast growing varieties from indigenous plants in the semi-arid and arid zone which can withstand drought and better serve the multiple products and services objective. Among such plants, legumes must be preferred because they improve the soil with nitrogen.

4. Introduction of exotic species or varieties with fast growth after testing them in the semi-arid environment for adaptation. This introduction must be done with special care to avoid any adverse ecological consequences.
5. Promotion of agroforestry techniques in using the land, by introducing the woody plants into the existing farm system.

#### COMMON RESEARCH PROGRAMS

The problems associated with the establishment and utilization of woody plants in dry Mediterranean areas are too many to be solved by each country individually. Hence, cooperation is needed to confront these problems collectively and find the solutions after exchanging ideas and experiences.

The best way of cooperation would be to establish one or more research projects with common protocol and meet once a while to exchange results and information. The common protocol would facilitate the comparison of results and thus secure the most possible information. Such projects may include common plants, or common methods of establishment or identical ways of management. The success of such projects would depend on securing funds from an international source so that each member country or Institution with small national research budget can participate. The supervision of such projects may be undertaken by CIHEAM or another International Organization.

Another way of cooperation is to create a group of interested scientists or Institutions who will meet regularly (ex. once every two years) and exchange ideas and experiences on the basis of their own research. Such a group may be linked to the Subnetwork of Mediterranean pastures already functioning under the auspices of FAD.

A third way of cooperation would be to establish a documentation center in one of the CIHEAM Institutes where every scientist will be referred to for securing information. Such an Institute may also become a research center where Mediterranean scientists would be able to go for short periods to conduct research and also to participate in education and research seminars for elevating their research status.

#### BIBLIOGRAPHY

- Anonymous. 1982. Agricultural Statistics of Greece, year 1980. National Statistical Service of Greece, Athens, 111 p. (In Greek).
- Balafoutis, C.J. 1977. Contribution to the Study of the climate of Macedonia and Thrace. Ph.D. Thesis, University of Thessaloniki, 121 p. (In Greek).
- Baumer, M. 1983. Notes on trees and shrubs in arid and semi-arid regions. EMASAR PHASE II. FAD, Rome, 270 p.
- Dafis, S. 1973. Classification of forest vegetation in Greece. Annals of the Agriculture and Forestry School, IE (B): 73-90 (In Greek).
- Diapoulis, Ch. A. 1950. The carob tree (Ceratonia siliqua L.), especially in Greece. Ministry of Agriculture, Athens, 40 p. (In Greek).
- Droukalis, J.L. 1976. Tree medic (Medicago arborea L.). *Dassika Chronica*, 12: 315-321 (In Greek).
- Le Houérou, H.N. 1977. Plant sociology and ecology applied to grazing lands research, survey and management in the Mediterranean basis, p. 213-274. In: Handbook of vegetation Science, Part XIII. Application of vegetation Science to grassland husbandry (W. Krause, ed.). Dr. W. Jung B.V. Publ.- The Hague.

- Le Houérou, H.N. 1982. The arid bioclimates in the Mediterranean isoclimatic zone. *Ecologia Mediterranea* - T. VIII: 103-114.
- Liacos, L. 1980. Livestock grazing in Mediterranean forests. In: *Incontri internazionali: problemi della conservazione e ricostituzione della copertura forestale*. Palermo, Italy, 6-11 October.
- Liacos, L. 1981. Grazing management of evergreen brushlands in Greece., p. 270-275. In: *Dynamics and management of Mediterranean-type ecosystems*, USDA-Forest Service General Technical Report PSW-58.
- Mariolopoulos, E.G. 1960. *Climatography of the Greek regions*. Athens, 57 p. (In Greek).
- Mavrammatis, G.N. 1980. Bioclimate of Greece, Relations between climate and natural vegetation, Bioclimatic maps. *Forestry Research: I-Suppl.* 63 p. (In Greek).
- Megalophonos, C. 1984. Forest fires. *Agrotica Themata*: 39-43 (In Greek).
- Ministry of Agriculture. 1986. *Annals of statistical data for the Greek forestry, year 1983*. Athens, 242 p. (In Greek).
- Sfakiotakis, E.M. 1987. *Courses in olive tree culture*. Thessaloniki, 124 p. (In Greek).
- Schultz, A.M., V.P. Papanastasis, T. Katelman, C. Tsiouvaras, S. Kandrelis, and A. Nastis. 1987. *Agroforestry in Greece (Under Preparation)*.
- Tsikalakis, A. 1987. A study of carob tree and of the use of carob pods. *Agricultural Bank of Greece*, mimeo 20 p. (In Greek).

## LES ESPÈCES LIGNEUSES À USAGES MULTIPLES DE ZONE ARIDE MÉDITERRANÉENNE DE GRÈCE

Vasilios Papanastasis

Université de Thessalonique, Grèce

### RÉSUMÉ

Depuis les temps anciens, les plantes ligneuses étaient un capital important en nature; rendant des services à l'élevage de bestiaux dans la zone aride de la Grèce. Cette zone couvrant 20% de la superficie du pays a une pluviométrie annuelle de l'ordre de 400 à 600 mm. Les plantes les plus importantes cultivées en usages multiples dans cette zone sont: Ceratonia siliqua, Olea europaea et Pinus halepensis (arbres) et Medicago arborea, Acacia cyanophylla, Atriplex halimus et Opuntia ficus-indica (arbustes). Le problème qui se pose c'est que, sauf pour les oliviers, la culture d'autres espèces est bien limitée surtout en raison du régime juridique complexe administrant les terrains de parcours, du coût important d'établissement et des difficultés d'aménagement. Il est proposé qu'une recherche collective des pays méditerranéens pourrait donner une solution au problème.

# LES ESPÈCES LIGNEUSES À USAGES MULTIPLES DES ZONES ARIDES MÉDITERRANÉENNES A VARIANTE CHAUDE

Par

M. Ksontini

Chef de laboratoire des techniques de reboisement  
Institut National de Recherches Forestières - Tunis

## 1- INTRODUCTION :

Cette note étudie un certain nombre d'espèce ligneuses de la zone aride méditerranéenne à variante chaude. Ces espèces y jouent un grand rôle écologique et socio-économique et répondent à des besoins importants, à savoir: le fourrage, le bois de chauffage, le bois de service, l'amélioration du sol, la protection des cultures contre le vent, la stabilisation des dunes et la production de menu-produits.

Longtemps négligées dans les programmes de formation et de recherche, ces espèces apparaissent d'une utilité vitale dans les actions de lutte contre la désertification et appellent un effort important et soutenu en vue de leur développement et utilisation.

## 2- LES EXIGENCES CLIMATIQUES ET EDAPHIQUES DES ESPECES:

Définir l'adaptabilité de telle ou telle espèce suppose que l'on s'intéresse autant aux facteurs bioclimatiques qu'aux facteurs pedo-écologiques.

En ce qui concerne les bioclimats, les facteurs limitants sont :

- la sécheresse ;
- les basses températures ;
- les vents.

Pour les sols, les facteurs limitants sont :

- la profondeur exploitable par les racines
- le bilan et circulation de l'eau ;
- la présence d'ions toxiques ;
- la pauvreté des sols en matière organique.

Le tableau I résume les exigences climatiques et édaphiques de 33 espèces pour la zone aride méditerranéenne.

## 3- LES DIFFERENTS ASPECTS DE L'USAGE MULTIPLE :

Les aspects suivants sont considérés les plus intéressants (tableau 2) :

- Fourrage
- Bois de service
- Bois de chauffage
- Fixation et amélioration du sol
- Fixation du sable
- Brise-vent

- Autres produits : industriel, médicinal, millifère. etc..

### 3.1. Fourrage :

Les ligneux constituent source importante de fourrage naturel sous forme de feuilles branches et fruits (gousses). Ce fourrage est riche en protéines, minéraux et vitamines. L'absence du fourrage de bonne qualité pendant la saison sèche est une contrainte majeure à la production animale puisque les chaumes sont déficients en protéine, en certaines vitamines et minéraux.

Les ligneux jouent également un rôle important comme réserves de fourrage durant la saison sèche, puisqu'ils sont mieux adaptés que les plantes annuelles à survivre au cours de longues sécheresses.

Ce rôle vital et complémentaire des ligneux dans l'alimentation du bétail est maintenant bien reconnu, quoiqu'en matière de développement et d'utilisation sur une grande échelle beaucoup reste encore à faire pour élargir en particulier la gamme d'espèces actuellement en utilisation et déterminer la meilleure combinaison d'espèce et leurs techniques d'aménagement et d'exploitation.

Jusqu'à présent, trois genres ont fait l'objet de travaux importants: Acacia, Atriplex, Opuntia.

Les Acacia : plusieurs espèces d'acacia ont été introduites dans la région aride méditerranéenne et ont donné d'excellents résultats sous des pluviométries inférieures à 150mm. Les espèces les plus importantes sont Acacia cyanophylla, Acacia salicina et A. aneura. Leur valeur fourragère est d'environ 0.3, 0.28, 0.23 UF./Kg de matière sèche (feuillage) respectivement.

Les atriplex contiennent plusieurs espèces intéressantes pour la zone aride dont les plus importants sont Atriplex nummularia et A. halimus. Des mesures de productivité ont montré que Atriplex nummularia ou A. halimus peut produire de 1.000 à 1.500 unités fourragères par hectare avec une précipitation d'environ 200 mm. Ceci présente une production dix fois plus élevée qu'un parcours naturel dans les mêmes conditions climatiques.

Les Opuntia ont été connus et cultivés dans la zone méditerranéenne depuis au moins 4 siècles. L'expérience actuelle montre que les cactus peuvent réussir seulement dans des zones recevant plus de 200mm de pluie. Il peuvent se développer sous des pluviométries plus faibles s'il y a appoint d'eau de ruissellement. A l'inverse de l'Atriplex et de l'Acacia, le cactus ne peut pas être pâturé sur pied sinon la plantation est rapidement saccagée, puis détruite. Sous 400 mm de pluviométrie moyenne annuelle, un ha de cactus peut fournir des fruits et 50 à 60 tonnes de raquettes en moyenne chaque année. La valeur fourragère est faible : 0,06 à 0,08 U.F. par kg de matière fraîche. Les raquettes sont riches en eau de sorte que les animaux nourris en bonne partie de cactus peuvent subsister plusieurs semaines sans boire. Elles sont aussi riches en sucre et en calcium mais pauvres en protéines, en matières grasses et en phosphore. Un animal (bovin, ovin, caprin) peut consommer chaque jour le 1/10 ème de son poids en cactus, mais pour équilibrer la ration, il faut ajouter un aliment bien pourvu en matière sèche et en azote.

D'autres espèces cultivées sur de petites échelles pour la production fourragère sont :

- Ceratonia siliqua : la valeur nutritive est de près de 0.3 U.F./kg de matière sèche pour les feuilles et de 1.15 U.F./kg de matière sèche pour tes gousses.

On peut obtenir une vingtaine à une quarantaine de kg de gousse annuellement par arbre.

- *Medicago arborea* : la valeur nutritive est élevée, 0.66 U.F./kg de matière sèche, craint les sols salés
- *Prosopis juliflora*: la valeur nutritive est de 0.87 U.F./kg de matière sèche pour les gousses.
- *Morus alba* : P>500mm. Son feuillage n'est apprécié du bétail qu'en période estivale et à ce moment les feuilles ont perdu une partie de leur valeur nutritive du printemps (0.71 U.F./kg de matière sèche). Un préséchage (1 à 2 jours) augmente leur appetibilité.

### 3.2. Bois de chaüffage :

C'est l'élément le plus important après le fourrage et sa prise en considération dans les zones arides est primordiale. La majorité des espèces naturelles, arbres ou arbustes, ainsi que les espèces introduites, sont utilisées comme source pour l'énergie.

La consommation de bois est de l'ordre de 1 à 2kg par personne et par jour. Comme une steppe aride méditerranéenne en bon état présente une biomasse de l'ordre de 1.000 kg/ ha, chaque personne détruit en moyenne au moins 1/2 ha par an. Comme environ 10 à 15 millions de personnes utilisent cette source d'énergie en Afrique du Nord, la destruction théorique serait donc de 5 à 7 millions d'ha par an sur environ 500 millions d'ha de steppe, soit environ 1 à 1.5% par an. Si l'on estime qu'il y a une certaine régénération une année sur deux cela fait tout de même 500 000 à 700 000 ha détruits par an.

On peut considérer que l'on connaît à peu près les espèces susceptibles d'être utilisées en région aride méditerranéenne pour la satisfaction des besoins en combustible. Les difficultés actuelles résident dans la faible production des espèces utilisées locales ou introduites. Dans la zone aride méditerranéenne et à l'exception de quelques cas isolés (existence d'une nappe superficielle, plantation dunaire,...), cette production ne dépasse pas 5m<sup>3</sup> /ha/an.

Il paraît peu probablement que l'on trouve une "espèce nouvelle miracle". Par contre, beaucoup reste encore à faire pour :

- améliorer les techniques de pépinière et plantation
- mettre au point des techniques d'entretien
- améliorer le matériel végétal (provenances, production des graines sélectionnées, techniques de multiplication végétative).

### 3.3. Le bois :

Les plantations pour la production de bois de service et d'oeuvre constituaient dans les années soixante la préoccupation majeure des pays du bassin méditerranéen. Plusieurs pays ont élaboré des plans nationaux de reboisement. Les espèces les plus employées pour les plantations de feuilles sont les eucalyptus et les peupliers, Quand les disponibilités en eau et en sol le permettent, la populiculture prend d'une façon générale un développement rapide.

Parmi les espèces d'eucalyptus utilisées dans la zone aride, on rencontre E. camaldulerisis, E. gomphocephala, E. occidentalis. Ces espèces produisent des piquets, des perches, du bois de chuffage et du charbon de bois. Elles produisent du bois de sciage et des bois utilisés pour la fabrication des panneaux de fibre et de particules.

Les rendements signalés pour les eucalyptus sont très variables. Des rendements de 10 - 15 m<sup>3</sup>/ha/an ont été obtenus sur sol de dunes côtières sous une pluviométrie de 300mm. Sous cette même pluviométrie et sur des sols pauvres, les rendements enregistrés n'ont pas dépassé 3 m<sup>3</sup>/ha/an. Pour l'ensemble des pays méditerranéens de la zone aride, il est plus prudent de compter sur 4 à 5 m<sup>3</sup>/ha/an comme un bon rendement.

Mais l'engouement pour les plantations en eucalyptus sur grande échelle semble être aujourd'hui freiné. Beaucoup de déboires ont été constatées : attaque par *Phoracantha*, faible rendement, effet sur la nappe phréatique, etc.. Les plantations actuelles se limitent de plus en plus aux plantations linéaires (brise-vent, bande routière, boqueteaux,...). Par contre, ce sont les acacias qui semblent prendre la relève comme essences à usages multiples, et à croissance plus rapide que les Eucalyptus.

#### 3.4. Amélioration physique et chimique du sol

Le rôle que jouent certains arbres et arbustes, et en particulier les légumineuses, dans la restauration et l'amélioration de la fertilité des sols est bien connu. Malheureusement, ce rôle n'a pas été encore exploité dans la région pour améliorer la production des terres agricoles et pastorales. Tous les exemples sur le rôle bénéfique des arbres sur l'amélioration de la fertilité du sol se trouvent en dehors de la région. Les espèces généralement citées sont *Prosopis juliflora*, qui peut fixer jusqu'à 100 kg d'azote par ha et par an, et *Faidherbia albida*, qui peut fixer 460 kg d'azote sous des pluviométries de 500 mm/an dans la zone sahélienne.

#### 3.5. Les menu-produits

La flore de la zone aride méditerranéenne présente une source inestimable de produits non ligneux : fruit, produits pharmaceutiques, huiles essentielles, goudron et tanin.

Nombre de ligneux sont producteurs de pollen et/ou de nectar appréciés des abeilles : *Casuarina s.p.*, *Tamarix*, *Gleditsia*, *Rosmarinus*. La plupart des acacias et eucalyptus sont visités par les abeilles.

Plusieurs espèces donnent des fruits comestibles (caroubier, cactus, mûrier) et des graines (pin d'Alep, pin pignon).

L'huile de *Rosmarinus officinalis* sert à la fabrication de produits pharmaceutiques et cosmétiques ainsi que *Artemisia herba alba*. *Tamarix aphylla* produit des galles riches en tanin (50%), l'écorce de l'*Eucalyptus astringens* donne de 40 à 45% de tanin ainsi que *Rhus tripartita* de ses racines (28%). *Prosopis juliflora* et *Tetraclinis articulata* fournissent de la gomme pour des produits pharmaceutiques et vernis.

*Juniperus phoenicea* peut donner des produits pharmaceutiques et aussi des produits pour la fabrication du savon. *Argania spinosa* produit 8 à 10 kg d'huile pour l'alimentation par ha. 100 kg de fruit produisent 1kg à 1,800kg d'huile.

### 4- TECHNIQUES DE PREPARATION DU SOL

Les techniques de préparation du sol découlent directement des conditions de terrain et particulièrement des conditions difficiles du milieu et du climat. Les techniques généralement utilisées sont les suivantes :

#### 4.1. Techniques basées sur une préparation manuelle :

Elles consistent à placer les graines ou les plants issus de pépinières dans des poquets constitués par des trous creusés à la houe ou à la pioche, de dimension 60 x 60 ou de 80 x 80 x 80 cm. C'est la méthode des "grands poquets". En aval de chaque plant, un bourrelet d'environ 10 cm de hauteur est confectionné, et on le relie par 2 rigoles aux poquets situés en aval sur les deux rangées voisines. Quand la plantation est faite en quinconce, le dispositif offre l'aspect d'une grande arête de poisson, d'où le nom donné à cette méthode. Deux entretiens (binage et désherbage) sont pratiqués la première année, et un entretien la deuxième année.

Sous des pluviométries inférieures à 400mm, un arrosage est fait à la plantation (10 à 20 l par plante) et annuellement pendant généralement 3 ans. Les doses employées (de 20-90 l<sup>1</sup>/par plant et par an) dépendent de la méthode utilisée: remplissage de la cuvette, pal injecteur, tuyau de poterie, jarre enfouie dans le trou.

Des travaux plus récents montrent l'inutilité de l'arrosage dans la mesure où la méthode de préparation peut favoriser la concentration, l'infiltration et le stockage maximum des eaux de pluie. La résistance à la sécheresse (stress hydrique) apparaît un facteur sur lequel on peut agir en habituant les jeunes plants dès la pépinière à supporter un déficit hydrique.

#### 4.2. Les techniques basées sur une préparation mécanique du sol :

La méthode steppique : elle consiste à réaliser un rootage partiel ou en plein du sol, à établir selon les courbes de niveau à l'angle doser ou à la niveleuse de gros billons qui recouvrent certaines raies de rootage et à planter sur ces billons. Avec un tel travail du sol, l'eau de pluie s'infiltré entièrement ; elle est d'une part retenue entre deux billons successifs et d'autre part absorbée par les raies de rootage. Pour éviter le déchaussement par tassage de la terre, les plants ne sont pas mis au sommet des bourrelets mais sur une face latérale à environ 2/3 du sommet. L'équidistance des bourrelets est fonction de l'aridité du climat : plus le climat est aride plus l'écartement est grand. Cette technique a permis de réaliser sans arrosage de nombreuses plantations forestières sous 300 à 400mm/an de pluviométrie.

#### 4.3. Les techniques basées sur l'utilisation de matériel plastique et de produits "conditionneurs du sol":

La méthode utilisant le matériel plastique consiste à couvrir la cuvette ou le trou de plantation avec une feuille en plastique trouée au centre et retenue à ses bords par des pierres ou de la terre. La couverture en plastique empêche l'évaporation et le développement de mauvaises herbes et collecte sur ces bords l'humidité occulte qui s'infiltré dans le centre de la cuvette, ce qui permet d'augmenter l'humidité du sol auprès des racines. Une variante de cette méthode consiste à couvrir complètement la feuille en plastique, d'une dimension de 50 x 50 cm., après l'avoir perforé sur toute la surface et introduit le plant au milieu.

Les produits "conditionneurs du sol" : plusieurs polymères ont fait leur apparition sur le marché comme agents d'amélioration de la structure du sol et, par suite, de sa capacité de rétention d'eau. Certains polymères contiennent des éléments nutritifs.

Ces méthodes sont encore récentes et ce n'est qu'au bout d'un certain temps que l'on pourra savoir si les résultats justifient les dépenses. Il est encore trop tôt pour comparer ces méthodes avec la méthode de préparation manuelle ou mécanique.

## 5- TECHNIQUES D'INSTALLATION ET D'AMENAGEMENT DE CERTAINES ESPECES :

### 5.1. Prosopis juliflora :

- Les graines germent vigoureusement après passage par le tube digestif des animaux.
- Semis à la volée des semences prétraitées, après un léger labour.
- Plants élevés aussi en pépinière en pot.
- Régénération naturelle : rejette de souche.
- Conduite du peuplement : - Exploitation à 10-15 ans pour le combustible ligneux et reconstitution du peuplement par rejets.

### 5.2. Argania spinosa (Argania sideroxylon).

- Régénération par rejets et rarement par semis
- Conduite du peuplement : (production de fruits).
- Futaie sur souche: par contenance et coupe rase (4 x 35 ans) la durée de la révolution est de 140 ans lorsque le diamètre est de 0,30m à 0,35 m.
- Taillis: éclaircies - dépressage à l'âge de 30 ans, avec une division de la série en 30 coupons et une éclaircie à 30 ans.
- Une mise en défens de 10 ans.

### 5.3. Opuntia ficus indica var inermis :

- Bouturage: Boutures (raquettes) terminales âgées de 10 à 12 mois.
- Durée maximale de stockage des boutures avant plantation: moins de 12 jours.
- Date optimale de plantation : avril.
- Fumure pendant la plantation:
  - Organique: une bouture (raquette) simple + 2kg de fumier par pied-mère, l'utilisation de deux raquettes est délicate (cassure par le vent).
  - Minérale: le double apport d'azote (N + N), 100g/ plant.

### 5.4. Eucalyptus gomphocephala :

- Densité de plantation, 1100 plants/ha (3 x 3 cm).
- Rejette de souche.
- Régime en futaies de longue durée (60 ans) pour donner du bois d'oeuvre.
- Taillis simple : le traitement avec une durée de 10 à 20 ans pour donner du bois de mine, cellulose, tanin.

### 5.5. Juniperus phoenicea :

- Les graines germent difficilement à l'état naturel. Elles doivent être débarassées de l'enduit résineux par macération une ou deux semaines dans l'eau ou par un malaxage avec du sable. Les graines séparées du sable sont

alors semées en pépinière. La régénération par semis direct est aussi possible.

- Application de la sylviculture des forêts de protection :
  - a) mise en défens prolongée des quartiers de régénération en cas de semis:
  - b) furetage prudent dans le reste de la forêt.

#### 5.6. Tetraclinis articulata :

- Régénération par semis et par rejets de souche: les graines se conservent pour plus de 638 mois, les rejets de souche donnent naissance à des taillis très denses.
- L'âge d'exploitabilité : 60 ans pour donner des poteaux de mine avec un diamètre de 0,60m et 6581 de hauteur.
- Mode de traitement: taillis simple, régénération par semis.
- Les opérations culturales: coupes de régénération et d'éclaircies pour la production du bois de mine: 0,12 à 0,20m de diamètre, 50 à 60 ans.
- Opérations d'éclaircies = 0,35 à 0,40m de diamètre vers 25 à 30 ans; densité 500 à 600 tiges/hectare avec 2 perches en moyenne et mise en défens pendant 8 à 10 ans.
- Bois d'oeuvre: taillis sous futaie, réserver des tiges à chaque révolution de taillis de 60 ans, 30 à 40 par hectare.

#### 5.7. Populus alba :

C'est un arbre dioïque:

- Bouturage: bouture élevée en pépinière, récepagement des plants au moment de la plantation.
- Plantation: en janvier: des trous de 1 à 3,50m de profondeur. Espacement: 4x3,5m, 5x5,5m, 6x6m. En brise vent, plantation en ligne de 3x3m.

#### 5.8. Atriplex halimus:

- Régénération naturelle.
- Bouturage enraciné.
- Dans les zones soumises à l'érosion hydrique, plantation sur bourrelets établis le long des courbes de niveau.
- Dans les zones recevant un appoint d'eau de ruissellement (zones d'épandage, thalwegs), établissement des banquettes interrompues, basses à profils amortis installées en courbe de niveau ou des fossés aveugles destinés à augmenter la pénétration de l'eau dans le sol.
- En peuplement naturel, présenté par des touffes énormes de 2 à 3m de haut et 135m de diamètre, des coupes périodiques sont faites pour assurer la régénération, éliminer les parties trop ligneuses et mettre des jeunes rameaux à la portée des animaux.

5.9. Acacia cyanophylla :

- Elevage en sachet plastique (méthode sûre).
- Elevage à racine nue: les plants extraits vers l'âge d'un an, avec 15 à 25cm de diamètre au collet sont alors récépés à 10cm au dessus du collet, leur racines sont "habillées" et ils sont plantés directement (méthode de plantation en "Stump").
- Semis direct en terre labourée pendant la saison de pluies, avec des graines probablement traitées (scarification, ou ébouillantage).
- Conduite du peuplement artificiel: taillis, avec rotations courtes de 5 à 10 ans, la production possible serait de 6 à 12 m<sup>3</sup>/ha/an dans les dunes.

5.10. Tamarix aphylla:

- Le bouturage est la seule méthode de propagation utilisée, il se pratique en février - mars à partir de segments de tige de 60 cm de long et jusqu' à 4 cm de diamètre.
- Conduite du peuplement artificiel :
  - Rejetée facilement par rejet de souches.

5.11. Autres espèces (voir tableau 3):

**EXIGENCES CLIMATIQUES ET EDAPHIQUES DES ESPECES**  
**TABLEAU 1**

Espèces	S. Aride		Aride		Saharien		Sols	Minimum pluie en mm	Minimum temp. en janv. (°C)	Observations
	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.				
<i>Acacia aneura</i>	temp	ch temp	ch temp	ch	-	-	superficiel, calcaire, sable	150-200	2	
<i>Acacia cyanophylla</i>	ch temp	ch temp	ch temp	-	-	-	sable profond, tous types	250	3	sensible aux embruns
<i>Acacia gummifera</i>	ch	temp	ch	temp	-	-	superficiel, calcaire ou siliceux		0	1200 m
<i>Acacia ligulata</i>	-	-	ch	ch	-	-	sable profond	150	3	
<i>Acacia tortilis</i>	-	-	temp	temp	temp	-	sable, berge d'oued	100	0	1000 m
<i>Argania spinosa</i>	-	ch temp	ch temp	ch temp	-	-	croûte calcaire, colluvions légers, gypse en profondeur, craint sable mobile	-	-	1500 m
<i>Artemisia erba alba</i>	ch fr	ch fr	ch fr	ch fr	-	-	gypse et sol salé, alluvions croûte calcaire, sec.	150	-2	
<i>Atriplex alimus</i>	ch	ch doux	-	ch temp	-	-	gypse et sol salé, limoneux argileux; sable grossier	150	0	30 gr/1 Na Cl
<i>Atriplex nummularia</i>	ch	ch	ch	ch	-	-	argileux, marneux, hydromorphe, salé, calcaire	200	1	36 gr/1 Na Cl
<i>Calligonum comosum</i>	-	-	-	temp	ch temp	ch temp	sableux	80	-1	
<i>Casuarina glauca</i>	ch	ch	-	-	-	-	sol sableux, salé	500	-33	supporte jusqu'à 12 g/1 de sel
<i>Ceratonia siliqua</i>	-	temp ch	-	-	-	-	calcaire dure, calcaire faible couche colluviona	300	3	
<i>Cupressus sempervirens</i>	frais	ch frais	ch frais	ch	ch temp	ch temp	Indifférent, encroûtement calcaire,	250	-15	vent, croissance rapide 2000 m
<i>Cupressus dupreziana</i>	-	-	-	ch temp	ch temp	ch temp		-	-	
<i>Cupressus arizonica</i>	frais	frais temp	-	-	-	-	sol caillouteux humide calcaire,	250	-27	vent

<i>Eucalyptus gomphocephala</i>	doux	temp	temp	ch	temp	-	-	calcaire marneux, encroûtement calcaire	150	-5	12 gr/kg terre sèche, enbrun, craint vent froid
<i>Eucalyptus microcheca</i>	ch	temp	temp	ch	temp	-	-	croûte calcaire, couche colluvion, gypse profond, argile	200	5	resiste au chlorure
<i>Juniperus phoenicea</i>	temp	ch doux	temp	ch	temp	-	-	encroûtement; calcaire superficiel, sable	350	-25	2400 m
<i>Medicago arborea</i>	ch temp	ch temp	-	-	-	-	-	gypse, superficiel, argilo-gypseux à texture fine	300	2	exige une humichité atmosphérique
<i>Olea europea</i>	ch	ch	-	-	-	-	-	argileux, mameux, argile, sableux	200	2	lumière
<i>Opuntia ficus-indica inermis</i>	ch	doux	doux	ch	-	-	-	sol léger, calcaire,	200	2	craint froid
<i>Periploca laevigata</i>	ch temp	-	-	superficiel, squelettique, argile ou marne ou calcaire, bas-fonde des oueds	100	3					
<i>Pistacia lentiscus</i>	ch frais	ch frais	-	-	-	-	-	brun calcaire, humifère, dune, argile	400		1600 m
<i>Pistacia atlantica</i>	ch frais	-	-	indifférent, tolérant à l'argile	160	-5	2000 m				
<i>Populus alba</i>	ch	ch	ch	ch	ch	-	-	terrain humide, meuble, frais, limoneux, craint le littoral	400		croissance rapide 2,5 gr/1 Na Cl
<i>Prosopis Juliflora</i>	ch	ch	ch	ch	ch	-	-	différents, pauvre et aride sablonneux craint le froid	150	2	600 - 800 m
<i>Retama retan</i>	temp	temp	temp	ch temp	ch temp	-	-	sable fixe, dune littorale à salce calcaire et dune de sable	200	2	
<i>Rhus tripartita</i>	-	-	-	ch temp	ch temp	-	-	superficiel, squelettique	100	-5	
<i>Rosmarinus officinalis</i>	ch temp	-	-	calcaire marneux, faible couche de colluvions, bien drainé	250						
<i>Stipa tenacissima</i>	temp	temp	temp	doux	doux	-	-	indifférent, mal sur sol compact ou gypseux, non salin	100		2400 a



TABEAU 2

LES DIFFERENTES USAGES DES ESPECES

ESPECES	UTILISATIONS									
	Fourrage	Bois	Bois de chauffage	Fixation du sol	Amélioration du sol	Fixation du sable	Brise-vent	Industriel, médical	alimentation	
Acacia aneura	x		x	x	x					
" cyanophylla	x		x	x	x	x	x			
" gummiifera	x			x	x					
" ligulata	x			x		x				
" tortilis	x			x		x				
Argania spinosa	x	x	x	x					huile	
Artemisia herba alba	x			x					médicinal	
Atriplex halimus	x									
Atriplex nummularia	x		x							
Calligonum cornosum	x					x				
Casuarina glauca			x	x	x		x			
Ceraonia silliqua	x		x	x					pharmaceutique	
Cupressus sempervirens		x							ébénisterie pharmaceutique	
" dupresiana		x							x	
" arizonica		x				x				
Eucalyptus gomphocephala		x								Tanin, millifère
Eucalyptus occidentalis		x								papeterie millifère tanin
Eucalyptus microtheca		x		x						
Juniperus phoenicea	x	x	x							ébénisterie, phar. industriel (savon)
Medicago arborea	x			x						



TABEAU 3

TECHNIQUES DE PLANTATIONS POUR LE RESTE DES ESPECES

Especies	Référence	Semis direct/ graine	Planta élevés en pépinière	Rejet	Bouture	Drageon	Observations
Artemisia herba alba	4	x					Régénération naturelle
Medicago arborea	4-8	x	x		x		Régénération difficile
Retama retan	4	x				x	Eclat de Bouche
Stipa tenacissima	4						
Periploca laevigata	4	x	x		x		Régénération naturelle
Rosmarinus officinalis	4					x	"
Ziziphus lotus	4	x					"
Calligonum	4	x	x				
Ceratonia siliqua	8-1	x		x			
Olea europea	8-1			x			
Cupressus sempervirens	1-4	x	x		x	x	Eclaircie 15 à 20 ans
Casuarina glauca		x	x		x		

## SYNTHESE ET CONCLUSION:

Les potentialités de développement des espèces à usages multiples pour la zone méditerranéenne aride sont énormes. Quelques espèces ont déjà fait l'objet d'études et d'essais d'introduction et sont maintenant utilisées à grande échelle dans certains pays. Certaines de ces espèces, telles par exemple le cactus, le caroubier et le prosopis, ont été adoptées par les populations elles-mêmes en raison des produits et des services tangibles qu'elles leur procurent. Mais les possibilités de ce matériel végétal important et varié sont plus grandes. Les études et les recherches sur les espèces ligneuses ont été longtemps négligées et peu d'intérêt leur a été accordé en comparaison avec les cultures agricoles, les graminées fourragères et les arbres fruitiers. Quoiqu'ils constituent les formes de plantes les plus visibles dans les zones arides, ces arbres et arbustes ont reçu peu d'attention dans les programmes de recherches et les politiques d'aménagement des terres. Dans un souci d'augmenter la production fourragère à partir d'espèces annuelles, plusieurs programmes de recherches ont été orientés vers l'éradication de ces espèces ligneuses et la dimension de ces programmes a amené plusieurs chercheurs et aménagistes à croire que c'est seulement par la conversion des terres à arbres et arbustes en prairies à base de graminées qu'il est possible d'obtenir un système productif. Cette approche, qui persiste encore au niveau de la formation et dans l'action, cache les possibilités énormes que peuvent offrir ces espèces ligneuses pour le maintien de la fertilité des sols, la satisfaction des besoins en combustibles ligneux, la production fourragère, l'alimentation humaine et la fourniture de matière première (résine, gomme, fibres...) essentielle pour l'artisanat rural.

L'amélioration de cette situation passe par une intensification des programmes de recherches et de développement sur les espèces à usages multiples les plus caractéristiques des principales zones arides méditerranéennes. De telles recherches doivent porter notamment sur :

- a) la biologie et la physiologie de ces espèces,
- b) leur sélection et leur amélioration génétique de façon à disposer d'un matériel productif et adapté aux conditions climatiques.
- c) les relations qui existent entre la végétation ligneuse et la végétation herbacée,
- d) la multiplication des semences et les différentes méthodes de propagation,
- e) la mise au point de méthodes et de techniques peu onéreuses de régénération et de création de plantations artificielles,
- f) la détermination de leur meilleur mode d'exploitation

## BIBLIOGRAPHIE

- 1) Boudy, p. 1952 Guide du forestier en Afrique du Nord, la Maison rustique, Paris
- 2) Bouraoui, H Culture des Atriplex dans la région de Souassi 2 P., Rom.  
1969 Mise en valeur de Souassi. Ministère de l'Agriculture, Tunis,
- 3) El Hamrouni, A.,M. Sarson. Les méthodes de plantations du Juin  
1975 Cactus inerme. Note de recherches No.6. Institut National de  
Recherches Forestière Tunis.
- 4) El Hamrouni, A. et al. Les plantes pastorales des zones arides.  
1986 Ceinture verte des pays de l'Afrique du Nord, Tunis.
- 5) El Hamrouni, A. et M. Sarson. Valeur alimentaire de certaines plantes  
spontanées ou introduites en Tunisie. 17p. mimeo. Note de recherches No.2,  
Institut National de Recherches Forestière, Tunis.
- 6) El Hamrouni, A.et M.Sarson. Cactus locaux ou introduits en aout  
1973 Tunisie. Note technique No.16, Institut National de Recherches  
Forestières. FAO, Tunis.
- 7) Goodin, J.R. et CM. Mekell. Shrub productivity. A reappraisal of arid  
1971 lands. In Food Fibre and Arid Lands of Arizona Press.
- 8) Le Houerou, H.N. The role of shrubs and trees in the management of natural  
octobre 1978 grazing lands. Huitième Congres Forestier Mondial, Jakarta.
- 9) Le Houerou, H.N. et M.D. Froment. Principes, méthodes et techniques  
1969 d'amélioration pastorale et fourragère en Tunisie. FAO, Rome.
- 10) Le Houerou, H.N. et A. Franclet. Les Atriplex en Tunisie et en Afrique du Nord.  
1971 Rapport technique N.7. Institut de Reboisement. FAO, Tunis.
- 11) Le Houerou, H.N. La végétation de la Tunisie steppique. Institut National de  
1969 Recherches Agronomiques, Tunis. Vol. 42, Fasc. 5.
- 12) Le Houerou, H.N. Browse in North Africa. International Sym- Avris 1980 posium  
on Browse in Africa. Addis Abeba.
- 13) Le Houerou, M.N. Recherches écologiques et floristiques sur la végétation de la  
1959 Tunisie méridionale seconde partie: la flore. Mémoire  
No.6.Université d'Alger. Centre National de la Recherche  
Scientifique.
- 14) Marion, J.et J.Poupon. Manuel pratique de reboisement. Rapport technique  
1974 No.2. Institut de Reboisement. FAO, Tunis.
- 15) Ministère de l'Agriculture. Guide pratique du reboiseur au Maroc. Direction des  
1978 Eaux et Forêts et de la Conservation des Sois. Maroc.
- 16) McKell C.M. Multiple Use of Fodder Trees and Shrubs, a Apris Worldwide  
1980 Perspective. International Symposium on Browse in Africa. Addis  
Abeba
- 17) Osara, N.A. Les méthodes de plantations forestière en zones arides FAO, Rome.
- 18) Pellow, R. Colloque international sur les fourrages ligneux en Afrique. Addis  
Avris 1980 Abeba.
- 19) Poulsen, G. Les gousses de prosopis, une ressource sous- utilisée. Nairobi.  
Juillet 1979 C.R.D.I, Sylvana africana 4:9
- 20) Rodin, L. et al. Etude géobotanique des paturages du secteur est du

- 1970            Département de Medea (Algérie). 123p.
- 21) Russel.S.J. Tree crops, a permanent agriculture. The Devin adain Coc, New  
1953            York.
- 22) Schoenenberger, A. et al. Premiers renseignements des arboretums forestiers  
en  
1971            Tunisie. Rapport technique No. 5. Institut de Reboisement, Tunis
- 23) Treep, L. Le choix des espèces forestières en Algerie. Pays-Bas.  
1976
- 24) Ziani, P. Exploitation des formations naturelles d'Atriplex halimus, 7p. Roneo.  
1969            FAO. Institut de Reboisement Tunis.

# LES ARBRES ET LES ARBUSTES DANS LA LUTTE CONTRE LA DESERTIFICATION

Bachir KADIK

Ministère de l'Hydraulique de l'Environnement et des Forêts

Institut National de Recherche Forestière

République Algérienne Démocratique et Populaire

## I. INTRODUCTION

Les conditions géographiques et écologiques de l'Algérie imposent une dynamique de plus en plus intense en matière de lutte contre la désertification. La zone aride et semi-aride y est particulièrement sensible aussi bien dans les steppes présahariennes, les Djébel boisés de l'Atlas saharien ou les Hauts plateaux steppiques. C'est justement dans ces régions à vocation pastorale qu'on assiste à un gaspillage important des richesses naturelles renouvelables. Le patrimoine steppique est en voie de destruction rapide par une surcharge importante des parcours. Par ailleurs, la propriété collective constitue souvent un handicap à la gestion rationnelle des pâturages. L'évolution régressive dangereuse des groupements végétaux s'est traduite par la disparition des espèces annuelles appréciées. Les plantes pérennes broutées cessent de fleurir et de fructifier, d'où l'absence de la régénération naturelle.

On assiste à la prolifération des espèces épineuses (Noéa, Atractylis..). Même les arbustes susceptibles de freiner la vitesse du vent et de constituer une "banque" de germination (les graines y trouvent un refuge favorable) sont détruits par voie d'extraction, pour le chauffage ou la culture (Jujubier, Rhus...). Le sol lui-même tassé par le piétinement devient le signe d'une érosion éolienne intense (destruction de la matière organique et de la structure) et hydrique importante.

La violence des précipitations provoque le ruissellement même sur les terrains à faible pente. S'appuyant sur des signes flagrant de dégradation constatés, des cris d'alarmes sont lancés depuis de nombreuses années.

On constate une rupture de l'ancien équilibre entre l'élevage et la production fourragère, entre les possibilités du milieu et la densité du cheptel.

Dans ces zones à équilibre fragile et instable on se rend de plus en plus compte, au fur et à mesure que le développement s'organise, que l'homme a besoin du végétal. La prise de conscience s'oriente vers deux sens privilégiés :

- celui de la protection (la faire produire à l'unité de surface, la quantité la plus élevée possible),
- celui de la protection par une conservation et restauration des biocénoses arides et semi-arides.

Dans ce contexte, la végétation forestière de la région doit jouer plusieurs rôles : rôle écologique et de production ligneuse. La protection des forêts naturelles et l'extension des reboisements dans les zones à vocation forestière se fait dans le cadre d'un équilibre destiné à freiner la dégradation du milieu naturel et à fournir des produits ligneux nécessaires au développement de l'économie.

Aussi, la forêt, les arbres et les arbustes sont indispensables à la protection des parcours et des cultures. En effet, le rôle protecteur de cette végétation concerne tout d'abord le sol lui-même dont elle assure le maintien de sa fertilité et de sa stabilité.

Dans la zone aride et semi-aride, la forêt occupe surtout les rides des Djebels montagneux. Cette forêt doit être aménagée et préservée.

Les plantations d'arbres et arbustes fourragers interviennent dans la steppe pour :

- la production des fourrages,
- la lutte contre l'érosion éolienne par l'implantation de brise-vent,
- la fixation de sable.

Nous allons essayer de donner un aperçu sur l'expérience Algérienne dans ce domaine, après avoir brossé un tableau général sur le milieu écologique.

## **II. LE MILIEU NATUREL**

Nous allons intéressons surtout aux zones arides et semi-arides de l'Atlas saharien, région sensible et qui fait l'objet d'un programme intensif de lutte contre la désertification dans le cadre du projet "Barrage Vert".

### **II. 1. Les facteurs climatiques**

La région est située à proximité de l'un des plus grands déserts chauds du monde, le relief montagneux de l'Atlas Saharien, condansant l'humidité qui a pu passer a travers les zones plus basses des Hauts Plateaux et de l'Atlas Tellien. D'une manière générale, on peut dire qu'il y a deux saisons bien tranchées : l'une chaude, et l'autre très froide, s'étendant sur plusieurs mois. Il est inutile de s'étendre sur tous les paramètres climatiques dont nous allons néanmoins donner les principaux traits dominants.

L'influence du Sahara imprime à cette zone un climat sec et chaud à amplitude très exagérée par suite du relief et des barrières naturelles constitués par l'Atlas Tellien vis à vis des influences maritimes provenant du Nord et du Nord-Ouest.

Ces montagnes et ces hautes plaines sont parcourues en hiver par des courants de vents glaciaux et en été par des courants secs et chauds.

Le Sirocco, vent chaud et sec, est fréquent et *exerce* une influence néfaste.

La température moyenne annuelle est comprise entre 13°C (AFLOU) et 13,50°C (AIN-SEFRA).

La moyenne des minima du mois le plus froid varie entre -1,8°C (EL-EAYADH) et 1,9°C (TEBESSA).

La moyenne des maxima du mois le plus chaud oscille entre 37,6°C (AIN-SEFRA) et 33,1°C (ARRIS).

Le minimum absolu atteint -12°C et le maximum absolu peut dépasser +45°C.

On voit que l'amplitude thermique saisonnière est très grande, elle dépasse 37°C à AIN-SEFRA et 32°C à BATNA. Le climat est donc caractérisé pa sa continentalité.

Les pluies tombent le plus souvent sous forme d'averses orageuses et torrentielles, quelquefois mêlées à la grêle. La tranche pluviométrique annuelle dépasse rarement les 400 mm ; elle se situe à une moyenne générale de 250 mm/an.

Les hauteurs des précipitations subissant une baisse vers l'Ouest (AIN-SEFRA), par suite de la présence du grand Atlas marocain, augmentent progressivement vers le centre (DJELFA, AFLOU, EL-BAYADH), puis diminuent vers BOU-SAADA et M'SILA dominés par l'influence de l'enclave saharienne du HODNA. Les Monts du HODNA des AURES sont mieux pourvus, sauf dans la partie qui donne sur la partie désertique.

Le nombre de jours de pluie par an varie entre 37 (AIN-SEFRA) et 80 (TEBESSA).

Le régime saisonnier des précipitations est du type AHPE, le minimum pluviométrique d'été classe le climat dans le type méditerranéen accentué a précipitations d'automne et d'hiver.

Cependant, ces moyennes ne sont qu'une approximation, car on sait que la pluie dans ces zones se caractérise par une irrégularité et une infidélité déconcertantes. La répartition est capricieuse aussi bien dans l'année, qu'au cours des années successives.

Le degré hygrométrique reste faible, la moyenne annuelle varie entre 40 et 50 %, il est légèrement supérieur en zone montagneuse.

Nous avons analysé séparément température et pluviométrie. En réalité, ces deux variables climatiques ne sont pas indépendantes dans leur mode d'action sur la végétation.

Ils agissent souvent en sens inverse l'un de l'autre. De nombreuses formules ont été élaborées pour traduire leur action par un coefficient unique. Parmi celles-ci, nous retiendrons le quotient pluviothermique d'EMBERGER.

$$Q2 = \frac{1000 P}{\frac{(M + m)(M - m)}{2}}$$

Il montre que la notion d'aridité dépend de l'amplitude thermique annuelle, c'est à dire de l'écart entre la moyenne des températures maxima du mois le plus chaud (M) et celle des températures minima du mois le plus froid (m). Ce quotient pluviothermique est d'autant plus fort que le climat est plus humide.

L'application de cet indice pour le cas de l'Algérie détermine les données suivantes :

13,37 a AIN-SEFRA, AFLOU 34, DJELFA 30 et TEBESSA 35.

Sur le plan bioclimatique, les zones soumises à la désertification sont comprises dans les bioclimats suivants :

- aride inférieur froid : AIN-SEFRA,
- semi-aride inférieur froid : EL-BAYADE - DJELFA,
- semi-aride inférieur frais : TEBESSA - KHENCHELA.

Ces bioclimats correspondent à des Q2 compris entre 17 et 37 et m compris entre -1 et 13°C.

Sur le plan phytogéographique, écologique et phytosociologique, la zone correspond à un milieu steppique dans ses grandes lignes et un milieu forestier sur les montagnes et les rides des Atlas Sahariens les plus favorables et les mieux pourvues en eau.

	<b>Pluviométrie</b>	<b>Années</b>	<b>Pluviométrie</b>	<b>Années</b>
AIN-SEFRA	192 37	1913-38	194	1952-75
MECHERIA	293 62	"	311,5	"
EL-BAYADH	326 80	"	311,2	"
SAIDA	430 75	"	419,1	"
DJELFA	308	"	324	1926-61
BATNA	355		393	1952-70

On remarque d'après ce tableau que l'assèchement du climat n'est pas évident ; nous constatons même une augmentation de la pluviométrie au cours des périodes allant jusqu'en 1975.

Le tableau ci-dessus indique que pour les stations d'EL-BAYADH et MECHERIA le creux de sécheresse s'est produit surtout entre 1930 et 1950, période à partir de laquelle une reprise en hausse semble s'amorcer.

En définitive, ces zones sont caractérisées ; d'une part, par la proximité du désert dont l'influence favorise la dégradation et d'autre part, par un milieu purement steppique à faible pluviométrie. Ces deux actions conjuguées tendent à diminuer le couvert végétal et à accentuer les rigueurs climatiques.

## **II. 2. Les sols**

Le substratum géologique (roche mère), est très varié dans notre zone ; on constate ainsi de nombreux affleurements rocheux, des surfaces encroûtées, des glacis d'âge quaternaire moyen ou ancien.

Les sols sont généralement peu profonds. La grande majorité des sols se situe dans la classe des sols calcimagnésiques. Les principaux types rencontrés sont :

### **a. Classe des sols minéraux bruts**

on y trouve 3 groupes :

- **Lithosols** : sur calcaire, dur, localisé dans les affleurements rocheux et les roches dénudées.

- **Regosols** : sur marnes plus ou moins gypseuses, les argiles versicoles alternent avec les grés du Crétacé.

Ce sont des sols jeunes, sujets souvent à une érosion active, ils sont peu riches en matière organique et ne diffèrent souvent de la roche mère que par le degré d'altération.

On trouve aussi des sols minéraux bruts d'apport alluvial dans les lits d'oueds et les zones soumises à des crues annuelles ou périodiques.

- Les sols minéraux bruts : d'apport éoliens, se sont constitués sur des sables en mouvement (dunes, microdunes) en bordure des sebkhas, des chotts ou des oueds.

### **b. Classe des sols peu évolués**

on trouve :

- Les sols peu évolués d'érosion sur les affleurements de grés ou de roches calcaires dures.

- Les sols peu évolués d'apport alluvial, qui sont situés surtout dans les lits d'oued, les thalwegs et les terrasses récentes. Ils sont souvent caractérisés par une nappe phréatique à plus ou moins grande profondeur. L'horizon supérieur du profil présente une texture grossière à moyenne, plus ou moins caillouteuse. Ils peuvent contenir une certaine quantité de chlorures ou de sulfates et sont généralement pauvres en matières organiques

- Les sols alluviaux sont intéressants pour des cultures, souvent ils peuvent être irrigués et sont en général fertiles.

### **c. Classe des sols calcimagnésiques**

Ce sont généralement des sols occupés par une forêt claire ou un mattoral arboré.

- **Renzines** : se localisent sur le calcaire dur et sont recouvertes par une forêt de pin d'Alep, de genévrier de Phoenicie ou un mattoral résultant de la dégradation. Ces sols

sont bien pourvus en matière organique, ont une bonne structure et un profil du type A C. Ils sont riches en calcaire actif.

- Sols bruns calcaires : comportent des groupements forestiers à pin d'Alep et genévrier de Phoenicie ou des groupements de dégradation (mattoral a genévrier Oxycèdre). Ils reposent généralement sur des marnes calcaires, des marnes plus ou moins encroûtées ou des calcaires. De structure gruméleuse ils ont un taux suffisant de matière organique. Le profil est du A (B) C.

**Sols bruns à accumulation calcaire** : Il y a 3 sous groupes :

- Sols bruns à dalles calcaires,
- Sols bruns à croûte calcaire,
- Sols bruns à encroûtement.

Ces sols sont occupés par une steppe a ALFA, à CHIF ou par d'autres faciès de dégradation de la steppe. Leur structure est mal définie ; ils sont surmontés d'un encroûtement, de croûte feuilletée, à pellicule rubanée. Ces accumulations calcaires, parfois de faible profondeur dans ces zones à faible pluviométrie leur donnent une vocation de parcours ou de production alfatière.

## **PROFILS CARACTERISTIQUES ET DONNEES ANALYTIQUES DE QUELQUES TYPES DE SOL DANS LA ZONE**

**Forêt** : (forêt de BENI-MELLOUL à pin d'Alep).

### **1. Sols bruns calcaires sur calcaires Turonien intercalés de bancs de marne.**

Prof. en cm

- 0 - 1 : litières de feuilles et d'aiguilles en décomposition
- 2 - 10 : humus du type mull, brun noir
- 10 - 30 : brun, texture limono-argileuse, structure gruméleuse, vive effervescence a l'acide, poreux, nombreuses racines, très humifère
- 30 - 50 : brun jaunâtre, humus bien incorporé texture équilibrée à argileuse, structure peu nette, polyédrique sub-anguleuse, poreux pseudo mycellium nombreux graviers et cailloux ; calcaires, forte effervescence
- 50 - 70 : calcaire forte effervescence. Le sol est très riche en matière organique surtout dans les horizons superficiels.

### **2. Rendzine sous forêt claire de pin d'Alep BENI-MELLOUL. Rendzine sur calcaire dur.**

- 0 - 5 : litière en voie de décomposition.
- 5 - 25 : brun noir, texture limono-argileuse, structure gruméleuse, nombreux cailloux et graviers calcaires de forme angulaire, effervescence très forte.
- 25 - 50 : brun noir, forte densité de cailloux calcaires avec pseudomycelium, nombreuses racines.
- 50 : roche mère calcaire.

### **3. Sols bruns calcaires xériques à l'encroûtement calcaire sur glaciaires d'ablation à MAALBA (DJELFA).**

**Végétation** : Alfa à *Launea acanthoclada*

- 0 - 16 : sec, brun rougeâtre, structure fragmentaire peu nette, lamellaire sur les premiers centimètres ; racines moyennes denses.
- 16 - 45 : horizon calcaire, texture limono-sableuse, structure particulière, nombreuses racines, fines à moyennes, transition nette.

45 : horizon calcaire à grande accumulation calcaire, encroûtement avec feuillet oblique.

- voir tableau en annexe 1 -

#### 4. Sol peu évolué d'apport colluvial

**Végétation** : steppe à Alfa a **Dactylis glomerata** dans le synclinal d'EL-BAYADH à 1400 m d'altitude.

**Synclinal** : d'EL-BAYADH, sol peu évolué d'apport colluvial à encroûtement calcaire.

**Roche mère** : série gréseuse, infra-crétacé.

**Pente** : 5 %

**Géomorphologie** : bas de versant, recouvrement de cailloux.

**Végétation** : parcours dégradés, **Atractylis cancellata**.

##### (A) 0 - 20 cm :

7,5 YR 4/4, limon-sableux, structure particulière à prismatique assez dure, présence de racines pivotantes, peu riche en matière organique, bonne activité biologique, présence de cailloux plus ou moins aplatis, anguleux, grés siliceux (pas d'effervescences à l'HCL), limite avec l'horizon inférieur assez nette, peu d'effervescence à l'HCL.

##### (B) 20 - 50 cm :

7,5 YR 5/4 limons sableux, prismatique a polyédrique faible assez dure, peu d'activité biologique, présence de gravier calcaire, limite assez nette avec l'horizon inférieur, intense effervescence à l'HCL en profondeur.

##### 50 cm :

Encroûtement tuffeux, peu perméable très dure, effervescence a l'HCL très forte.

##### Commentaire :

Sol assez lourd, présence de cailloux pouvant gêner la mise en valeur, peu calcaire en surface.

Moyenne à l'arboriculture, bonne à l'amélioration pastorale et le reboisement.

#### 5. Sierozem à croûte calcaire

Steppe à Alfa et **Launea acanthoclada** sur terrain à pente légère à 250 mm de pluviométrie à BENHAR (AIN-OUSSERA).

##### Prof. en cm

0 - 10 : 7,5 YR 4/3 : fine pellicule superficielle, structure particulière assez friable, peu de racines, sablo-limoneux, présence de cailloux et graviers calcaires.

10 - 24 : 7,5 YR 4/3, brun plus foncé, finement sablo-limoneux, structure grumeleuse faible a moyenne, poreux, friable, nombreuses racines cailloux calcaires.

24 - 30 : 7,5 YR 6/4, beige, rose claire finement sablo-limoneux, massif, nodules et cailloux calcaires plus arrondis, présence de racines.

35 - 60 : Croûte a encroûtement calcaire, assez dure dans sa partie supérieure, pas de racines, passage assez rapide à l'horizon inférieur.

## Résultats analytiques

- voir tableau annexe 1 -

Parcours de qualité moyenne.

Monsieur POUGET (1977) distingue aussi un autre groupe qu'il a appelé **sols xériques** à accumulation calcaire qu'il a localisé sur les glacis d'érosion du quaternaire moyen et les cônes de déjections du quaternaire ancien.

### d - Classe des sols isobumiques

Ces sols sont occupés généralement par des groupements steppiques. La minéralisation organique est active ; la matière organique est uniformément répartie dans l'horizon. Ils sont localisés sur le quaternaire moyen ou ancien et sont généralement à croûte ou situés sur une croûte, ou un encroûtement.

#### Sierozem :

Ces sols comportent des accumulations calcaires et sont à profil assez développé. Le calcaire est partiellement entraîné en profondeur. La teneur en matière organique est assez faible et bien répartie sur tout le profil. La structure en surface est lamellaire et devient polyédrique ou nuciforme en profondeur. Ils sont généralement développés sur limons du quaternaire moyen ou ancien.

Ce sont généralement des sols peu profonds à vocation pastorale moyenne.

#### Sols gris subdésertiques :

Ces sols sont souvent confondus avec les sierozems. Ils comportent une végétation steppique et sont peu riches en matière organique.

### e - Classe des sols HALOMORPHES

Ces sols sont faiblement représentés dans la région. Ils sont localisés en aval des émergences d'eau salée à proximité des chotts et des accumulations de sols. Ces sols sont soit dépourvus de végétation, soit occupés par des halophytes.

Leur structure diffuse est généralement défavorable aux développements des plantes sensibles au sol. Leur vocation peut être pastorale (Atriplex et autres Chénopodiacées pallatables).

Ces quelques précisions nous permettent de dire que la zone est caractérisée par des sols peu profonds situés sur des affleurements rochaux, des glacis et des collines. La présence d'accumulation calcaire sous forme de croûte, d'encroûtement ou autre constitue un frein à la mise en valeur.

Cependant, en fonction des caractéristiques et des propriétés physiques et des contraintes qui limitent leurs possibilités, l'orientation principale en matière de mise en valeur donne les aptitudes suivantes :

- **Forêts** : sols calcimorphes, en pente, à faible encroûtement diffus ou nodulaire.
- **Parcours**: sols gris subdésertiques, Sierozem à encroûtement calcaire diffus ou massif.
- **Cultures** : sols d'alluvions et de colluvions profonds situés dans les dayas, les talwegs ou autre à condition de compléter par un apport d'eau supplémentaire.

### 3. La végétation forestière et steppique

La couverture végétale étant la réplique du climat et dans une moindre mesure du sol, les formations végétales qui caractérisent le milieu peuvent être schématisées comme suit :

**3.1. La végétation forestière** : ce sont surtout des forêts de pin d'Alep (**Pinus halepensis**), de genévrier de Phoenicie (*Juniperus phoenicea*) et chêne vert (**Quercus ilex**). Les dayas (dépressions alluvionnaires) à texture limoneuse comportent des formations à Pistachier de l'Atlas (**Pistacia Atlantica**) et à Jujubier sauvage (**Ziziphus lotus**).

Sur les monts du HODNA et des AURES, on trouve aussi de beaux peuplements de cèdres (**Cedrus Atlantica**).

L'Atlas saharien qui va de BOU-SAADA à AFLOU est occupé particulièrement de forêts de pin d'Alep. Les peuplements sont constitués de futaies (SENALBA, SAHARI), la frange périphérique est dégradée ; elle est souvent cultivée et subit une forte pression (parcours, coupe de bois illicite).

Le faciès continental du pin d'Alep comporte un certain nombre d'espèces caractéristiques : Romarin, Globulaire, Helianthèmes, Leuzéa, Cistes.

La forêt de pin d'Alep couvre dans cette zone plus de 150 000 hectares. On y trouve aussi une steppe arborée de genévriers de Phoenicie dans les versants plus secs et plus exposés aux influences désertiques.

L'Alfa, plante typique de la steppe, s'introduit partout et se régénère par semis dans la forêt ; alors qu'en milieu steppique ce mode de régénération est rare.

La zone des Monts du KSOURS et une partie du DJEBEL AMOUR ont des conditions écologiques beaucoup plus sévères. La végétation sur les Djébels est constituée par un matorral à Genévrier et taillis de Chêne vert. Sur les hautes plaines et les vallées on retrouve la steppe à Graminées.

A l'Est, les Monts du HODNA sont couverts d'environ 60 000 hectares de forêts de pin d'Alep et de Chêne vert, avec sur les reliefs quelques bouquets de Cèdre.

Les AURES comportent des forêts de Cèdres et l'une des pinèdes les plus importantes (BENI-IMLOUL, OULED YAGOUB).

Le taux de boisement y est relativement élevé, plus de 200 000 hectares de forêts.

Les Monts de THEBESSA et de NEMEMCHA sont plus secs et comportent quelques massifs de pin d'Alep dégradés.

D'une manière générale, l'Ouest est moins boisé que l'Est ; il est soumis à des conditions écologiques beaucoup plus sévères. Le taux de boisement pour l'ensemble de la zone ne dépasse pas 10 %. Il faudrait pour permettre un équilibre théorique atteindre 25 %.

Ce bref aperçu sur la végétation montre que les vocations des terres de la zone sont multiples.

- **Forestière** : sur les hauteurs des Djébels recevant une pluviométrie supérieure à 300 mm.
- **Pastorale** : dans les groupements, à CHIH et à ALFA.

- **Production de cellulose à base d'Alfa** : dans les zones occupées par l'Alfa et dont la dégradation n'atteint pas un seuil critique.
- **Agricole** : là où il est possible d'irriguer pour produire du maraîchage, des fourragers et des fruitiers. La mobilisation des eaux de surfaces pourrait être un atout à la bonification des terres.

### 3.2. La végétation steppique

La zone steppique peut être subdivisée en 3 types.

**a - La steppe graminéenne à base d'Alfa**, surtout (**Stipa tenacissima**), on trouve aussi dans les sols plus argileux à texture plus fine, la steppe à Sparte (**Uvgeum spartum**) et sur les sols sableux les steppes à Drinn (**Aristida pungens**).

C'est cependant la steppe à Alfa qui couvre la plus grande superficie. L'Alfa est une plante dont les feuilles sont récoltées annuellement pour la cellulose (papier). Le troupeau ovin ne consomme que les parties tendres (jeunes feuilles) pendant les périodes de disette. Cette formation est fortement dégradée et son taux de recouvrement est très bas, environ 20 %. Son exploitation anarchique a favorisé le phénomène de désertification, car après l'Alfa il ne reste plus que le sol nu.

**b - La steppe à armoire blanche (Artemisia herba alba)** : occupe les sols à texture fine. L'armoire blanche est consommée par les troupeaux et constitue de ce fait un excellent parcours.

**c - La steppe à Halophytes** : occupe les terrains salés à proximité des chotts ou des dépressions salées. Ce sont surtout les Soudes, les Salsola et aussi les **Atriplex** qui eux aussi constituent un bon fourrage. Cependant, cette steppe est peu représentée dans la zone.

A toutes ces steppes correspondent des séries de dégradations : en cas d'excès de pâturages on constate une prolifération de plantes épineuses (**Noéa, Atractylis**) et de plantes toxiques (**Peganum harmala...**).

On trouve aussi des groupements dérivant d'anciennes cultures : ce sont les Armoires champêtres, les Plantains, ou encore des espèces rattachées à l'encroûtement, **Stipa lagascaeae, Stipa parviflora**.

**Les groupements à Jujubier à Pistachier de l'Atlas occupent** les dayas. Ils sont aussi réputés pour leur valeur fourragère à condition qu'ils soient exploités rationnellement.

### III. L'EROSION EOLIENNE

L'érosion par le vent s'exerce dans toute la zone semi-aride et aride. En effet, la pluviométrie est généralement inférieure à 300 mm. La saison sèche dépasse souvent 5 à 6 mois. Le sol insuffisamment protégé par la végétation est sensible au vent et à la pluie, d'autant plus que la dégradation a atteint un seuil critique.

Le déplacement des particules du sol est lié d'une part à l'intensité de la force qui leur est appliquée (vitesse du vent) et à leur taille.

Au niveau du sol la vitesse du vent est nulle, sur une hauteur de quelques millimètres la circulation est laminaire, ensuite la turbulence entraîne le mouvement des particules. À mesure que l'on s'éloigne de la surface du sol la vitesse du vent augmente comme le logarithme de hauteur (HENIN, 1960). L'épaisseur de la couche d'air est d'autant plus épaisse que la rugosité de la surface du sol est plus forte, d'où l'intérêt d'un travail approprié de l'horizon de surface.

Le déplacement des particules dont le diamètre est voisin de 0,1 mm se fait le premier pour une vitesse de vent supérieure à 15 km/h du vent mesuré à 30 cm de hauteur. Les particules plus grosses sont entraînées à partir de 20 km/h.

Le déplacement des particules se fait aussi en fonction de la granulométrie. Les grosses particules roulent sous forme de reptation, celles de dimensions inférieures avancent par bonds ou saltation. Les particules très fines sont entraînées en suspension dans l'air sous forme de poussière et peuvent parcourir de grandes distances par mouvements ascendants (phénomène tourbillonnaire).

Le processus de transport s'accélère avec la puissance du vent et le nombre de particules mises en mouvement (effet d'avalanche).

La végétation s'oppose à cet effet d'avalanche.

Les sols les plus sensibles à l'érosion sont les sols meubles secs, finement émiettés, ce sont les sols riches en sable fin, pauvre en argile et en matière organique. La sensibilité est d'autant plus grande que le taux de sable est plus élevé, caractérisé par l'instabilité de leur structure. La sensibilité du sol à l'érosion est accrue par le défrichement et les labours.

#### **IV. LA PROTECTION CONTRE L'ÉROSION ÉOLIENNE PAR LES BRISE-VENT**

##### **IV.1. Généraux**

La steppe est une vaste étendue dépourvue d'arbres, d'où la nécessité de rideaux brise-vent pour assurer la protection des parcours contre l'érosion éolienne.

Les brise-vent ont un double rôle :

- mécanique par la réduction de la vitesse du vent,
- modifier le microclimat et permettre une augmentation de la production fourragère.

La longueur de la zone protégée s'exprime généralement en multiple de la hauteur du brise-vent. L'effet brise-vent varie aussi avec la perméabilité dont l'optimum varie entre 40 et 50 %.

L'épaisseur compte peu. En effet, une simple haie de roseaux a pratiquement la même action qu'un rideau d'arbres de même perméabilité et un brise-vent de 20 m exerce une action plus nette qu'une bande de 600 m (perméabilité inférieure).

La forme rectangulaire du brise-vent est préférable ; quant à la longueur protégée elle doit être égale à 15 ou 20 fois la hauteur.

Une grande partie du territoire Algérien du Nord est soumise au climat méditerranéen semi-aride et souffre d'une sécheresse plus ou moins prolongée. L'importance de l'eau dans ces régions est primordiale. La forêt joue un grand rôle à cet égard.

Depuis quelques années un grand effort est fait en faveur de ces zones pour lutter contre l'aridité, l'érosion éolienne et l'action des vents desséchants.

On remarque que quand s'accroît l'aridité, la végétation naturelle devient de moins en moins couvrante, la nécessité de conserver l'eau pour la mettre à la disposition des plantes cultivées a conduit à l'élimination progressive de la végétation naturelle.

De telles pratiques généralisées ont abouti à une érosion rapide des sols et à l'accentuation des vents de sable dans les terrains cultivés.

Les brise-vent sont connus dans les plaines riches, leur emploi est destiné à la protection des cultures irriguées. L'emploi des rideaux-abris des brise-vent l'est

beaucoup moins en cultures sèches et encore moins dans les zones de parcours steppiques.

Ceci est peut-être dû aux difficultés de trouver des arbres qui conviennent, de les planter et surtout de les protéger contre les pâturages extensifs en usage dans ces zones.

Depuis un certain temps, on commence à mieux sentir l'effet des brise-vent et à mieux saisir la nécessité de les installer dans ces régions particulièrement exposées.

Les zones arides sont caractérisées par une pluviosité faible et irrégulière, des vents fréquents, desséchants et violents qui accélèrent l'évaporation de l'eau et activent la transpiration des plants. Jusqu'à maintenant, les solutions apportées pour lutter contre la sécheresse sont insuffisantes et imparfaites.

La lutte contre l'érosion éolienne, en effet, comporte 2 types d'intervention :

- agir sur l'atténuation de la violence des vents, au moyen de brise-vent et de bandes boisées,
- agir sur le sol en augmentant sa résistance vis-à-vis des agents de l'érosion.

Le maintien de la résistance du sol se fait par l'augmentation de la structure du sol par l'incorporation des résidus de récoltes et le travail du sol en profondeur, tout en maintenant en surface une structure favorable. C'est le but du rootage qui est fait dans certaines conditions. Ces solutions peuvent avoir un effet sur la production.

La bande boisée de protection conditionne la mise en valeur dans les hautes plaines situées sur le versant Sud de l'Atlas Tellien.

Il y a plus d'un siècle en Russie steppique le besoin de créer des bandes de protection a été senti. Des glands de chêne sont semés pour créer des boisements artificiels. DOKOUCHAEF se proposait ainsi de lutter contre les sécheresses, par :

- la création de bandes boisées dans un but de modification de microclimat et de conservation de l'humidité apportée par les précipitations, la régularisation de l'écoulement des eaux,
- des résultats seront obtenus grâce à une politique agraire ne limitant pas les interventions et à la mécanisation des travaux. Des accroissements de récoltes ont été enregistrés des 1956 - 1960, 500 000 ha ont été plantés représentant 570 000 km de bandes boisées.

#### **IV. 2. CARACTERISTIQUES DES BANDES BOISEES**

Les bandes boisées sont généralement établies perpendiculairement à la direction des vents dominants en réseau plus ou moins dense. Suivant la hauteur des arbres, leur densité, la nature des espèces, leur répartition, la largeur boisée, les bandes exercent une action différente. Plusieurs types peuvent être distingués en fonction de leur perméabilité :

##### **- Type perméable**

La masse de feuillage est uniforme et moins dense. La vitesse du vent est réduite de moitié. L'accroissement de la vitesse est lente et progressive sans tourbillons.

##### **- Type poreux**

Présente de larges trouées à la partie inférieure qui ne comporte pas d'espèces buissonnantes. Sont moins efficaces que le type précédent, surtout à des vitesses de vents élevées.

L'expérience montre que les meilleurs résultats sont obtenus par le deuxième type avec en plus des trouées représentant 20 à 30 % du profil longitudinal.

La vitesse minimum dans ce cas est obtenue jusqu'à 3 fois sa hauteur, elle augmente légèrement jusqu'à 6 fois la hauteur et enfin on constate un accroissement lent et progressif.

#### **IV. 3. ESSENCES EMPLOYEES**

- **Le brise-vent** : n'est constitué que d'une ou de deux rangées d'arbres. Il ne crée pas une ambiance forestière.

- **La bande boisée** : la densité des arbres peut constituer un véritable peuplement forestier. On peut associer à une espèce principale des espèces auxiliaires, buissonnantes, ce qui donne une meilleure action sur le climat local. Les espèces utilisées sont classées en 2 catégories :

- les espèces principales : elles forment l'étage dominant. Ce sont des espèces de grande taille, les plus couramment employées sont le Cyprès toujours vert, le Cyprès de l'Arizona, le pin d'Alep, le Cyprès glabre, le **Casuarina glauca**, **C. stricta**, Atriplex sp.

- les espèces auxiliaires : elles forment le sous étage et doivent donc tolérer le couvert, elles assurent une meilleure répartition de la masse de feuillage en remplissant les vides, s'opposent à la croissance des herbes, procurent à l'espèce principale un abri latéral permettant une meilleure croissance. Citons les plus utilisées : olivier de Bohême, le Tamarix.

La longueur de la bande est de 20 m, la largeur entre chaque rangée d'arbre est de 2,5 m, il y a 8 rangées d'arbustes. Les combinaisons d'espèces doivent répondre au type de structure recherché.

Nous pouvons faire appel aux espèces d'Eucalyptus suivantes : E. Sidéroxyton, E. Salmophoia, E. Occidentalis.

#### **V. LA FIXATION DES DUNES**

L'Institut National de Recherche Forestière a entrepris une série d'essais de fixation des dunes en faisant appel à des matériaux disponibles par la comparaison d'efficacité.

Après plusieurs années de travaux comparatifs, le choix s'est pris sur la maille plastique extrudée de 2 mm.

L'investissement initial pour important qu'il soit peut être rapidement amorti pour deux raisons principales :

- les dunes fixées deviennent productives dès la 2<sup>ème</sup> année,
- la protection dont bénéficient les dunes fixées s'étend à toute la zone environnante.

##### **Fixation des dunes**

La lutte contre la désertification par la fixation des sables consiste avant tout à favoriser la fixation des sables mobiles par des espèces végétales capables de se développer et se régénérer. L'emploi d'espèces destinées à différents usages fait de cette opération une action de mise en valeur.

L'opération comporte deux actions :

- protection mécanique par différents procédés,
- fixation biologique par des espèces végétales adaptées.

### **Fixation mécanique des dunes**

La protection mécanique devrait permettre aux plants de se développer et à la végétation naturelle de se régénérer.

Le principe de la fixation mécanique consiste à ériger des obstacles capables à la fois de freiner la vitesse du vent et d'éviter le déplacement du sable.

La maille plastique extrudée utilisée pour ce faire présente les caractéristiques suivantes :

- maille de dimensions 2mm X 2mm, hauteur 1,30 m, couleur noire.

### **Description du dispositif de lutte mécanique**

Le dispositif consiste en un carroyage intégral de la dune à l'aide de palissades en mailles plastiques dressées verticalement et formant des carrés de 6 m de côté.

### **La mise en place de la palissade est faite à l'aide :**

- Des piquets de 1,90 m de long en fer ou en bois suffisamment solides pour résister à l'action du vent.
- La maille plastique ( 2 mm X 2 mm) est découpée en bandes de 0,100 m et 0,30 m de large.
- La mise en place des piquets qui sont enfoncés verticalement à 0,100 m dans le sable.
- La confection d'une tranchée profonde de 0,30 m environ creusée d'un côté de chaque ligne délimitant le carroyage, afin de pouvoir fixer la maille à 0,20 m au dessous du niveau du sol.
- La mise en place de la maille plastique de 1,00 m de large contre les piquets 0,80 m hors sable, 0,20 m sous sable. La fixation de la maille aux piquets par des fils d'attache apposés tous les 0,20 m.

### **FIXATION BIOLOGIQUE DES DUNES ET DES ESPACES INTERDUNAIRES**

Ce procédé peut avoir lieu par voie naturelle. Nous n'y avons pas recours dans ce cas pour plusieurs raisons :

- La régénération naturelle est lente et de ce fait pourrait ne pas assurer un recouvrement suffisant à l'expiration de l'effet protecteur du dispositif mécanique.
- Nous ne pouvons exercer aucun contrôle sur les espèces utiles, peuvent se joindre à des espèces sans aucune valeur fourragère.
- La strate herbacée qui aura tendance à occuper le terrain ne pourra offrir une protection aussi efficace et durable qu'une couverture multi-strate.

La fixation biologique fait appel à la plantation d'espèces arborescentes et arbustives, ou semis artificiel herbacées.

Les espèces sont choisies en raison de leur adaptation au milieu (sable, gel, faible pluviosité, sécheresse...).

- **Retama retam** (Retara)
- **Prosopis juliflora**
- **Tamarix gallica** (Tarta)
- **Tamarix articulata** (Ylia)

Nous avons remarqué que le Drinn (*Austida pungens*) et *Pseudoerucaria teretifolia* colonisent la dune fixée mécaniquement.

### **Valorisation des espaces inter-dunaires**

Les espaces interdunaires (bas-fonds) sont généralement stables. Leur relative instabilité provient du fait qu'ils sont peu à peu envahis par les dunes en mouvement. Ces espaces doivent être correctement mis en valeur pour au moins deux raisons :

- Les sols y sont parfois riches, la nappe phréatique peu profonde. Ces espaces peuvent de ce fait supporter une végétation fourragère. Par ailleurs, l'implantation d'une couverture végétale à plusieurs niveaux diminue la vitesse du vent.

Ce sont :

Olivier de Bohême

- Espèces arbusives : les plantations seront faites également en mélange ligne par ligne, à l'aide des espèces suivantes espacées de 1,5 m X 1,5 m

- *Atriplex halimus*
- *Atriplex canescens*
- *Medicago arborea*

Pour les zones où il n'y a pas de signes de gel, on peut utiliser les *Prosopis*, les *Acacias*, les *Cactus*...

## **VI. LES ARBRES ET LES ARBUSTES FOURRAGERS**

La lutte contre la désertification se fait aussi par la diminution de la pression sur la végétation spontanée, afin de lui permettre de se régénérer et aussi adapter la possibilité au prélèvement.

L'extension des boisements par les plantations d'arbres et d'arbustes permet aussi de préconiser un apport fourrager d'une part, mais peut constituer une "banque" verte disponible à tout moment ; ce qui permettra de pallier aux crises fourragères épisodiques qui se produisent dans la steppe.

Les principales espèces ayant donné des résultats dans ces milieux sont les suivants :

### **LES PROSOPIS**

Sont peu exigeants du point de vue propriétés des sols. Ils poussent en bioclimat aride, semi-aride tempéré à chaud. Ils redoutent le gel. Les fruits sont consommés par le bétail. Ils se multiplient par graines.

**Principales espèces :**

- *Prosopis juliflora*
- *Prosopis tamarugo*
- *Prosopis spicigera*.

### **LE CAROUBIER (*Ceratonia siliqua*)**

C'est une espèce du bioclimat semi-aride tempéré à chaud, il craint le gel, il est peu exigeant en sol. Il se multiplie facilement par graines.

Les gousses sont utilisées pour l'alimentation du bétail ou dans la fabrication des aliments concentrés.

### **LE FEVIER D'AMERIQUE (*Gledischia triacanthos*)**

Arbre assez exigeant en sol (profond frais et fertile), il peut cependant s'accrocher à des sols friables des talus par son système racinaire développé. Il résiste au froid. Espèce du bioclimat subhumide à semi-aride supérieur frais à froid ; elle peut cependant prospérer en zone aride dans les sols de dayas. Se reproduit par graine. La gousse est riche et peut être utilisée comme fourrage.

### **LE PISTACHIER DE L'ATLAS (*Pistacia atlantica*)**

Espèce fortement répandue en Algérie, du Tell aux confins saharien, elle pousse très bien dans le daya ou sa régénération naturelle est possible si elle n'est pas perturbée par la dent du bétail. Se reproduit facilement par graine. Ses feuilles sont appréciées par le cheptel.

### **LE FRENE OXYPHYLLLE (*Fraxinus oxyphylla*)**

Espèce du bioclimat subhumide, elle peut être plantée dans les dayas. Son feuillage est fortement estimé par le cheptel.

### **LE FRENE DES AURES (*Fraxinus dimorpha*)**

Arbre buissonnant, pousse naturellement dans les Aurès et Boutal. Il est peu exigeant en sol et se multiplie facilement par graines. Son feuillage est bien apprécié par le bétail.

### **LES ACACIAS (*Acacia cyanophylla*)**

Les acacias sont des espèces peu résistantes au froid, étage semi-aride et aride tempéré à chaud. Ils redoutent les sols marneux argileux. Ils peuvent être multipliés par graines (semis directs). Ils sont utilisés pour la fixation des dunes. Ses feuilles constituent un appoint fourrager intéressant.

### **LA LUZERNE ARBORESCENTE (*Medicago arborea*)**

Espèce de subhumide et de semi-aride tempéré à frais, peu exigeant en sol, elle se multiplie par bouture ou par graines. Elle peut produire un fourrage de qualité.

### **LES ATRIPLEX**

Se multiplient par boutures et par graines.

**Atriplex halimus** : arbuste spontané en Algérie à développement printanier et estival, supporte le gel.

**Atriplex canesca** : originaire d'Amérique, c'est une espèce qui développe un puissant système racinaire (dunes).

**Atriplex nummularia** : assez rustique il est peu exigeant en sol, il donne de bons résultats en zone aride et semi-aride. Son feuillage est estimé par le cheptel.

D'autres espèces d'Atriplex sont en expérimentation, les résultats obtenus jusqu'à maintenant ne nous permettent pas de nous prononcer quant à l'éventualité de leur utilisation.

**Atriplex glauca, A. semi baccata, A. vesicaria, A. portulacoides..**

### **LES OPUNTIAS**

Les cactées comprennent 130 genres et 1500 espèces (BERTRAND et GUILLAUMIN 1955) sont originaires du Sud des Etats-Unis et du Mexique principalement.

L'I.N.R.F. possède plusieurs collections de référence comprenant plus de 60 espèces, introduites notamment à BEN-HAR, DJELFA et autre.

Les Opuntias sont indiqués soit en bioclimat subhumide, semi-aride et aride à hiver doux. Ils redoutent le gel, notamment les espèces inermes (**Opuntia ficus indica**). Les espèces épineuses sont plus résistantes (**O. robusta**). La multiplication se fait par graines ou par boutures.

Ce sont des espèces pionnières des sols pauvres à faible pluviométrie.

La raquette peut être utilisée dans l'alimentation du bétail en complément à d'autres fourrages.

## **CONCLUSION**

La steppisation et la désertification constituent la dynamique des zones semi-arides et arides, dynamique liée à la satisfaction des besoins alimentaires fondamentaux. Le système de production en place et le mode de gestion des ressources naturelles sont en rapport avec l'évolution régressive de ces zones. Les recherches entreprises, quoique de peu d'envergure, visent à freiner le processus de dégradation et à donner les bases nécessaires à un développement harmonieux. Cependant, c'est une véritable course contre la montre qu'il convient d'adopter, puisque les pertes de la végétation et par voie de conséquence l'appauvrissement du milieu, atteignent déjà un seuil alarmant. La progression des déserts et la désertification des milieux naturels sont la conséquence directe de la pression de l'homme et de son troupeau. Les mesures techniques que nous avons proposées rentrent dans le cadre général et global du développement de la steppe.

Le modèle de gestion à mettre en place doit avant tout apporter une solution à celui qui dégrade. La problématique du développement de la steppe passe par l'analyse de tous les facteurs de production ; celui de l'amélioration pastorale apparaît aujourd'hui comme le plus évident. Partant du niveau de connaissances actuelles on peut adopter des schémas directeurs des parcours par une intégration des facteurs sociologiques, économiques et écologiques.

## **BIBLIOGRAPHIE CONSULTÉE**

BENREBIHA A., 1982 - Aménagement pastoral en zone aride et semi-aride (cas des coopératives d'AIN OUSSERA) Thèse de Magister : inédite

BOURBOUZE A., 1980 - Utilisation d'un parcours forestier paturé par des caprins. In hommes terres - eaux. Revue marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires, Vol. 11; 37, pp. 65-76

CHAMPEVAL D., 1946 - Notes sur la culture des Luzernes arborescentes. La voix des colons n° 1378-1379, ALGER, p. 4

DELHAYE R.E., 1981 - Information et directives à l'usage des arrondissements forestiers à propos des aménagements pastoraux et des cultures et plantations d'appoint fourrager à réaliser dans les différentes conditions écologiques rencontrées dans le pays. Projet PNUS/FAO.TUIU77), p. 142

DREGNE H.E., 1981 - Dimensions et caractéristiques de la désertification dans les régions arides. In "lutte contre la désertification par le développement intégré". PNUE/URSS - MOUSCOU pp. 20-21

DAGET Ph., 1977 - Le bioclimat méditerranéen. Analyse des formes climatiques. Le système d'EMBERGER. Vegetatio, 34, (2), 87-103

DJEBAILI S., 1978 - Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien algériens. Thèse Doc. Etat, U.S.T. Languedoc Montpellier, 229 pages + annexes.

EL-HAMROUNI A. et SARSON, 1975 - Méthodes de plantation du cactus inerme. Note de recherche, n°6 Projet Tun. 71/1540 I.N.R.F., p. 16

HABIT M.A., 1981 - Prosopistamarugo. Arbuste fourrager pour zones arides. Org. des Nations Unies pour l'alimentation ROME, p.116

KADIK B., 1974 - Les plantations semi-forestières et leurs possibilités dans l'aménagement pastoral I.N.R.F., p. 18

KADIK B., 1976 - Aperçu sommaire sur les possibilités du prosopis. I.N.R.A., C.N.R.F., p. 19

KADIK B., 1980 - Bref aperçu sur le barrage vert en Algérie et sa place dans la lutte contre la désertification. UFRO/MAB ARRIZONA (U.S.A.), p.11

LEHOUEIROU H.N., 1965 - Note sur les possibilités d'extension des cultures fourragères dans les oasis et les périmètres du Centre du Sud de la Tunisie. Dir. Prod. Veg et Agric. Min. Agric. TUNISIE, p.10

LEHOUEIROU H.N., 1976 - Restauration des pâturages dégradés. Ecol. Bull. (STOKHOLM) Vol. 24 (1976) pp. 195-213

**TABLEAUX ANNEXE 1**

PROFONDEUR	PH	GRANULOMETRIE					M.O. %	CO3 CU % TOTAL
		A	LF	LG	SE	SG		
0 - 16	7,9	12	17	14	34	20	1,50	21

PROFONDEUR	PH	GRANULOMETRIE					M.O. %	CO3 CU % TOTAL
		A	LF	LG	SE	SG		
10-24	9,0	16	15	12	35	20	0,40	25

## ANNEXE

### PRINCIPAUX GROUPEMENTS VEGETAUX DE LA ZONE DU BARRAGE VERT ATLAS SAHARIEN (Groupements végétaux types)

#### Groupement à Pin d'Alep à Chêne-vert

<u>Rosmarinus</u>	<u>Tournefortii</u>	Romarin
<u>Cistus.</u>	<u>Clusii</u>	Ciste
<u>Dorycnium</u>	<u>Suffrictorum</u>	Dorycnium
<u>Carex</u>	<u>halleriana</u>	Carex
<u>Leuzea</u>	<u>conifera</u>	Leuzea
<u>Lonicera</u>	<u>implera</u>	Chevrefeuille
<u>Asparagus</u>	<u>acutifolius</u>	Asperge sauvage
<u>Ampelodesma</u>	<u>mauritanicum</u>	Diss
<u>Cynsurus</u>	<u>elegans</u>	Cynosurus
<u>Dianthus.</u>	<u>carycphyllus</u>	Oeuller
<u>Pistacia</u>	<u>lentiscus</u>	Lentisque
<u>Pistacia</u>	<u>terebinthus</u>	Terebinthe
<u>Globularia</u>	<u>alypum</u>	Globulaire
<u>Jasminum</u>	<u>bruticans</u>	Jasmin
<u>Genista.</u>	<u>Pseudo-pilosa</u>	Genêt
<u>Thymelaea.</u>	<u>nitida</u>	Passerine
<u>Stipa</u>	<u>Tenacissimu</u>	Alfa
<u>Juniperus</u>	<u>Phoenicea</u>	Genevrier rouge

#### Groupement à Genevrier de Phénicie

<u>Stipa</u>	<u>tenacissima</u>	Alfa
<u>Rosmarinus</u>	<u>Tournefortii</u>	Romarin
<u>Carex</u>	<u>halleriana</u>	Carex
<u>Atractylis</u>	<u>caespitesa</u>	Atractylis
<u>Atractylis</u>	<u>scrratuloides</u>	Atractylis
<u>Centaurea</u>	<u>incana</u>	Centaurea
<u>Asparagus</u>	<u>albus</u>	Asperge
<u>Alyssum</u>	<u>oerpyullifolium</u>	Alyssura
<u>Helianthemum</u>	<u>pergamaceum</u>	Hélianthème
<u>Phillyrea</u>	<u>angustifolia</u>	Phillaire
<u>Thymelaea</u>	<u>nitida</u>	Thymelaea
<u>Cistus</u>	<u>clustii</u>	Ciste
<u>Cistus</u>	<u>villosus</u>	Ciste velu
<u>Genista</u>	<u>pseudo-pilosa</u>	Genêt
<u>Fumana</u>	<u>ericoides</u>	Fumana
<u>Helianthemum</u>	<u>Cinereum ssp Rubellum</u>	Hélianthème

<u>Hedysarum</u>	<u>pallidum</u>	<u>Sulla</u>
<u>Groupement à Genevrier de Phénicie</u>		
<u>Rosmarinus</u>	<u>officinalis</u>	Romarin
<u>Globularia.</u>	<u>Alypum</u>	Globulaire
<u>Cistus</u>	<u>villosus</u>	Ciste velu
<u>Genista</u>	<u>cinerea</u>	Genêt cendre
<u>Genista</u>	<u>microcephalla</u>	Genêt à petite tête
<u>Avena</u>	<u>bromoides</u>	Avena brome
<u>Phagnalon</u>	<u>rupestre</u>	Phagnalon
<u>Ephtra</u>	<u>altissima</u>	Ephedra
<u>Phillyrea</u>	<u>angustifolia</u>	Phillaire à feuille algues
<u>Thymus</u>	<u>algeriensis</u>	Thym
<u>Astragalus</u>	<u>armatus ssp Numidicus</u>	Astragalus épineux
<u>Fumana</u>	<u>thymifolia</u>	Fumana à feuilles de thym
<u>Thymelaea</u>	<u>nitida</u>	Passerine

## AURES NEMEMCHA

Groupement à *Ciôte* : ( altitude supérieure à 1 400 m ).

<u><i>Ilex</i></u>	<u><i>aquifolium</i></u>	Houx
<u><i>Quercus</i></u>	<u><i>ilex</i></u>	Chêne-vert
<u><i>Juniperus</i></u>	<u><i>Oxycedrus</i></u>	Genévrier oxycèdre
<u><i>Taxus</i></u>	<u><i>baccata</i></u>	II
<u><i>Genista</i></u>	<u><i>tricuspidata</i></u>	Genêt à 3 pointes
<u><i>Rhamnus</i></u>	<u><i>alpina</i></u>	Rhamnus
<u><i>Crataegus</i></u>	<u><i>Laciniata</i></u>	Eglantier
<u><i>Cotoneaster</i></u>	<u><i>Fontanesii</i></u>	Cotoneaster
<u><i>Rosa</i></u>	<u><i>agrostis</i></u>	Aubépine
<u><i>Viola</i></u>	<u><i>Munbyana</i></u>	violète
<u><i>Silene</i></u>	<u><i>atlantica</i></u>	Silène
<u><i>Ranunculus</i></u>	<u><i>alpestris</i></u>	Renoncule
<u><i>Ptichotis</i></u>	<u><i>atlantica</i></u>	Ptichotis
<u><i>Geranium</i></u>	<u><i>malvaeflorum</i></u>	Geranium
<u><i>Sorbus</i></u>	<u><i>aria</i></u>	Sorbier

Groupement à Chêne-vert : ( 900 à 1 400 m )

<u><i>Genista</i></u>	<u><i>cinerea</i></u>	Genêt
<u><i>Cistus</i></u>	<u><i>villosus</i></u>	Ciste velu
<u><i>Erinacea</i></u>	<u><i>anthyllis</i></u>	Erinacea
<u><i>Asparagus</i></u>	<u><i>acutifolius</i></u>	Asperge sauvage
<u><i>Ampelodesma</i></u>	<u><i>mauritanicum</i></u>	Diss
<u><i>Coronilla</i></u>	<u><i>valentina</i></u>	Coronille
<u><i>Juniperus</i></u>	<u><i>Oxycedrus</i></u>	Genévrier oxycèdre
<u><i>Leuzea</i></u>	<u><i>conifera</i></u>	Leuzea
<u><i>Fraxinus</i></u>	<u><i>xanthoxyloides</i></u>	Frêne dimorphe
<u><i>Asperula</i></u>	<u><i>cynanchica</i></u>	Aspérula

Groupement i Pin d'Alep ( 800 à 1 200 ir. )

<u><i>Quercus</i></u>	<u><i>ilex</i></u>	Chêne-vert
<u><i>Erinacea</i></u>	<u><i>anthyllis</i></u>	Erinacea
<u><i>Rosmarinus</i></u>	<u><i>officinalis</i></u>	Romarin
<u><i>Juniperus</i></u>	<u><i>Oxycedrus</i></u>	Genévrier oxycèdre
<u><i>Carex</i></u>	<u><i>Halleriana</i></u>	Carex
<u><i>Genista</i></u>	<u><i>cinerea</i></u>	Genêt
<u><i>Teucrium</i></u>	<u><i>Polium</i></u>	Teucrium

## HAUTS PLATEAUX STEPPIQUES

### ALGERO-ORANAIS

#### Groupement à Alfa

Bromus rubens

Brome

Koeleria pubescens

Koeleria

Helianthemum pergamaceum

Hélianthème

Eruca sativa

Eruca

Atractylis caespitosa

Atractylis

Atractylis serratuloides

Atractylis

Matthiola lunata

Matthiola

Noaea spinocissima

Noaea

Malva aegyptiaca

Mauve

Plantago albicans

Plantain blanc

Alyssum campestre

Alyssum

Stipa tortilis

Stipa

Artemisia herba-alba

Armoise

#### Groupement à Armoise

Artemisia campeotris

Armoise champêtre

Plantago albicans

Plantain

Peganuiti harrtiala

Harmel

Koeleria pubescens

Koeleria

Malva aegyptiaca

Mauve

Hordeum murinum

Orge des rats

Schismus calvcinus

Schismus

Matthiola lunata

Matthiola

Xeranthemum inapertum

Xeranthemum

#### Groupement à DRINN (Aristida pungens)

Pituranthos chloranthus

Pituranthos

Ononis glabrescens

Ononis

Malcolmia aegyptiaca

Malcolmia

Launaea residifolia

Launaea

Catananche arenaria

Catananche

Senecio coronopifolius

Senecio

Muricaria próstata

Muricaria

Euphorbia guyoniana

Euphorbia

Cutandia memphitica

Cutandia

DONNEES PLUVIOMETRIQUES (en mm) DES PRINCIPALES STATIONS DE LA ZONE A BIOCLIMAT SEMI-ARIDE ET  
ARIDE

SEMI-CONTINENTAL (M. ABDELKRIM, 1982).

STATION	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANNEE	OBSERVATION
Batna	40	30	43	28	39	23	7	20	29	29	36	36	355	1913 - 38
	36	32	35	42,5	42,5	32	11	18	33	32	34	37	393	52 - 70
M'Sila	21	20	21,2	11,5	17	13,5	9	10	24	25	24	23	222	56 - 69
Tebessa	33	26	39	30	39	29	10	10	33	29	31	29	338	1913 / 38
	26,9	10,8	37,5	53,2	44	35,1	14,5	31,3	41,8	50,6	44,5	26	424	52 - 61
Djelfa	34	28	29	21	35	22	6	10	31	23	34	35	308	1913 / 38
	24	27	28	37	32	18	6	19	38	31	24	32	324	26-61
	17	43	43	19	35	34	14	13	38	17	44	22	342	73-77
Laghouat	12,8	10,9	15,6	15,2	16,8	10,6	4,7	9,6	23,9	15,8	11,8	18,3	166,4	DUBIEP
	17,1	10,3	14,5	12,2	20,2	10,8	14,9	8,1	20,6	12	11,1	18,7	160,6	26 - 68
Tadmit	19,5	11,2	19,6	26,6	26,2	14,2	5,5	14,0	32,5	29,4	13,9	24,7	236	DUBTEF
Aflou	31	33	38	32	28	28	9	11	24	45	30	33	342	SELTZER 1913/38
Ouled Djellal	12	10	14	8	14	7	3	2	16	18	17	15	136	SELTZER 1913/38

## INDEX DU PROGRAMME DE RECHERCHE

### **3.1- ETUDE ET AMENAGEMENT OES MILIEUX NATURELS DES TERRES DE MONTAGNES**

#### 3.2 - THEME : ETUDE DE LA DESERTIFICATION DES MILIEUX NATURELS

##### 3.2.1 - SUJET :

#### **Les processus de désertification et leurs effets sur la végétation et les éléments de la surface du sol.**

##### 3.2.1.1 - ACTION

Recherches sur les indicateurs indirects de la désertification : indicateurs des moyens et niveaux de prélèvement des ressources naturelles.

##### 3.2.1.2 - ACTION

Recherches sur les indicateurs directs de la désertification : les données de la végétation, les données sur les sols, les données sur l'érosion, les données sur les eaux superficielles et profondes, les données sur les calamités naturelles.

##### 3.2.1.3 - ACTION

Recherches sur les indicateurs de l'évolution de la désertification : degré et vitesse de désertification, vulnérabilité des sols à la désertification, risques de désertification.

##### 3.2.1.4 - ACTION

Recherches sur l'expression cartographique des risques de désertification.

##### 3.2.1.5 - ACTION

Recherches sur l'évaluation de l'évolution des paramètres climatiques.

##### 3.2.1.6 - ACTION

Recherches sur la dendrochronologie des principales espèces en zones soumises à la désertification : Pin d'Alep, Pistachier de l'Atlas, Genévrier de Phoenicie, Rhas tripartitum.

##### 3.2.1.7 - ACTION

Recherches sur l'évolution du climat et de la végétation par l'étude palinologique.

##### 3.2.1.8 - ACTION

Recherches sur la dynamique des vents.

##### 3.2.1.9 - ACTION

Recherches sur les processus de l'érosion éolienne et sur l'origine des sables.

##### 3.2.1.10 - ACTION

Recherches sur les processus de formation et d'évolution des dunes.

#### **3.2.2 - SUJET :**

#### **La lutte contre la désertification**

##### 3.2.2.1 - ACTION

Recherches sur les critères de mise en défense et les techniques de régénération de la végétation naturelle.

##### 3.2.2.2 - ACTION

Recherches sur l'efficacité des différents types de brise-vent, en fonction des critères intervenant dans la diminution des effets néfastes des vents.

### 3.2.2.3 - ACTION

Introduction d'espèces végétales en vue de l'étude de leur comportement et des possibilités de leur extension.

### 3.2.2.4 - ACTION

Recherches sur les techniques de mobilisation des eaux de ruissellement.

### 3.2.2.5 - ACTION

Recherches sur la limitation de l'évaporation sur les plans d'eau.

### 3.2.2.6 - ACTION

Recherches sur la limitation de l'évapotranspiration de la végétation.

### 3.2.2.7 - ACTION

Recherches sur l'utilisation des énergies : éoliennes solaires, géothermiques.

## 3.2.3 - SUJET:

### **Les moyens de lutte contre l'ensablement**

#### 3.2.3.1 - ACTION

Détermination des critères d'intervention en matière de fixation des dunes.

#### 3.2.3.2 - ACTION

Recherches sur la fixation mécanique des formations dunaires par différents procédés et matériaux.

#### 3.2.3.3 - ACTION

Essais de comportement et d'adaptation des espèces autochtones et introduites résistantes à l'ensablement.

#### 3.2.3.4 - ACTION

Recherches sur les techniques et les espèces de valorisation des dunes et des espaces interdunaires.

#### 3.2.3.5 - ACTION

Recherches sur les modèles de développement intégrant les ressources du milieu naturel et les données socio-économiques.

## 3.2.4 - SUJET :

### **Etude des zones salées et de leurs mise en valeur**

#### 3.2.4.1 - ACTION

Recherches sur la biologie des espèces spontanées et leur adaptation à la salinité et à la sécheresse.

#### 3.2.4.2 - ACTION

Recherches sur la biologie des espèces introduites et leur adaptation à la salinité et à la sécheresse.

#### 3.2.4.3 - ACTION

Recherches sur la régénération et la multiplication des espèces résistantes au sel.

3.2.4.4 - Valorisation des sols salins par les amendements et la fertilisation.

### **3.3 - THEME : CONNAISSANCE ET AMENAGEMENT DU MILIEU STEPPIQUE**

#### **3.3.3 - SUJET :**

##### **Régénération et effet des procédés d'exploitation des nappes alfatières**

###### **3.3.3.1 - ACTION**

Recherches sur la dynamique des groupements a Alfa.

###### **3.3.3.2 - ACTION**

Recherches phénologiques liées à la périodicité de la cueillette.

###### **3.3.3.3 - ACTION**

Recherches sur la productivité de l'Alfa liée à l'intensité de la cueillette.

###### **3.3.3.4 - ACTION**

Amélioration génétique de l'Alfa.

###### **3.3.3.5 - ACTION**

Recherches sur les modalités de récolte, traitement et conservation des semences.

###### **3.3.3.6 - ACTION**

Recherches sur les techniques de multiplication et de régénération des nappes alfatières.

###### **3.3.3.7 - ACTION**

Recherches sur les effets du nettoyage et du paillage.

###### **3.3.3.8 - ACTION**

Recherches sur les techniques de fertilisation des sols.

###### **3.3.3.9 - ACTION**

Recherches sur l'influence des différents types de machines et d'outils sur l'évolution des sols.

###### **3.3.3.10 - ACTION**

Recherches sur l'influence des différents types de machines et d'outils sur le devenir des touffes d'Alfa et de la végétation.

###### **3.3.3.11 - ACTION**

Recherches sur l'influence de la mécanisation des autres travaux alfatières sur l'évolution des sols et de la nappe alfatière.

### **3.4 - THEME : CONNAISSANCE DES MILIEUX SAHARIENS**

#### **3.4.1 - SUJET :**

##### **Connaissance et amélioration de la végétation naturelle saharienne**

###### **3.4.1.1 - ACTION**

Inventaire et évaluation des caractères écologiques des espèces reliques : Cyprès du Tassili, Arganier, Olivier du Sahara, Figuier du Sahara, Myrthus nivellei.

###### **3.4.1.2 - ACTION**

Inventaire et évaluation des caractères écologiques des espèces de sols salins et alluvionnaires : Tamarix, Atriplex, Retam, Calligonum, Ephedra.

###### **3.4.1.3 - ACTION**

Inventaire et évaluation des caractères écologiques des espèces des Dayas et alluvions anciennes : Pistachier, Rhus tripartitum.

#### 3.4.1.4 - ACTION

Inventaire et évaluation des caractères écologiques de l'*Acacia radiana*.

#### 3.4.1.5 - ACTION

Possibilité de conservation et d'utilisation de la végétation saharienne.

#### 3.4.1.6 - ACTION

Plantation de conservation des espèces reliques : Cyprès du Tassili, Arganier, Olivier du Sahara, Figuier du Sahara, *Myrthus nivellei*.

#### 3.4.1.7 - ACTION

Recherches sur les possibilités d'extension des espèces des sols salins et alluvionnaires : *Tamarix*, *Atriplex*, *Retam*, *Calligonum*, *Ephedra*.

#### 3.4.1.8 - ACTION

Recherches sur les possibilités d'extension des espèces des Dayas et alluvions anciennes : Pistachier, *Rhus tripartitum*.

#### 3.4.1.9 - ACTION

Recherches sur les possibilités d'extension et d'utilisation de l'*Acacia radiana*.