

# L'impact de l'homme et de ses animaux sur la forêt méditerranéenne

## 2<sup>e</sup> partie

par Henri-Noël LE HOUÉROU \*

### SOMMAIRE

<b>1<sup>re</sup> partie (tome II, n° 1)</b>	<b>pages</b>
<b>Introduction :</b> Le rôle de l'homme depuis la préhistoire; le rôle du climat.....	31
<b>1. Esquisse de la végétation du bassin méditerranéen</b> .....	34
– Forêt et bioclimats	
– Considérations générales	
<b>2. L'effet du feu</b> .....	36
– Généralités	
– Qu'est-ce qui brûle où, quand et pourquoi	
– Le rôle du feu dans l'équilibre de la végétation	
– Conclusions	
 <b>2<sup>e</sup> partie</b>	
<b>3. Le pâturage</b> .....	155
– Généralités	
– Les principaux types	
– Améliorations	
– Conclusions	
<b>4. L'agriculture</b> .....	164
– Généralités	
– Pays développés	
– Pays en voie de développement	
<b>5. Autres causes de dégradation</b> .....	167
– Industrie	
– Bois de chauffage	
– Urbanisation	
<b>6. Conséquences de la dégradation de la forêt</b>	168
– Réduction de productivité	
– Erosion et sédimentation	
– Appauvrissement de la faune	
– Appauvrissement des aménités	
<b>Conclusions</b> .....	170
<b>Références</b> .....	171

### LE PÂTURAGE

#### Généralités

Les zones méditerranéennes possèdent actuellement un cheptel domestique d'environ 370 millions d'équivalents-mouton. Ce chiffre est, bien entendu, une estimation, il a été obtenu de la façon suivante.

A partir des statistiques officielles publiées par la FAO pour chaque pays, pour 1976, on a affecté chaque espèce d'un coefficient de proportionnalité représentant la proportion de territoire national située sous le climat méditerranéen. Cette proportion a été estimée sur la base des cartes bioclimatiques et de végétation existantes (GAUSSEN, EMBERGER, DE PHILIPPIS, KASSAS, 1963, ...); on a obtenu les chiffres suivants :

Yougoslavie .....	10 %
France .....	15 %
Albanie .....	20 %
Turquie .....	30 %
Portugal .....	50 %
Italie .....	54 %
Grèce .....	60 %
Espagne .....	60 %
Iran .....	80 %
Iraq .....	90 %
Autres pays .....	100 %

Le nombre d'animaux dans chaque espèce, en zone méditerranéenne, a été ensuite multiplié par un coefficient pour obtenir l'équivalent-mouton. Les coefficients utilisés sont les suivants :

Chevaux .....	5
Mulets .....	5
Anes .....	2,5
Chameaux .....	7
Bovins .....	5
Chèvres .....	0,8

\* **Henri-Noël LE HOUÉROU**

Directeur de Recherches  
Centre International pour l'Elevage en Afrique  
P.O. Box 5689, Addis Abeba, Ethiopie.

La proportion de ce cheptel vivant en zone méditerranéenne et de la végétation méditerranéenne est difficile à évaluer de façon précise. Dans les pays du Nord de l'Afrique et Proche Orient, près de la moitié des ovins des caprins et presque tous les chameaux ont élevés en zone steppique et prédésertique. Dans les pays Européens on a admis arbitrairement que l'effectif du cheptel national vivant en zone méditerranéenne est proportionnel à la superficie de chaque pays soumise à ce climat, ce qui est probablement une hypothèse très optimiste. Il faut donc déduire 80 millions d'ovins et 27 millions de caprins du tableau 13 soit 100 millions d'équivalents ovins. La totalité du cheptel vivant en zone méditerranéenne et dépendant totalement ou en partie de la végétation méditerranéenne serait donc de l'ordre de 270 millions d'équivalents ovins, soit une densité de  $270/158 = 1,7$  équivalent ovin par hectare en zone méditerranéenne ce qui équivalait à un prélèvement de l'ordre de 1 500 kg de matière sèche par hectare et par an.

forêts non productives, dégradées, maquis, garrigues etc... C'est le cas de la Tunisie et de la Grèce, par exemple. En fait toute la végétation naturelle, sauf de rares forêts de production, est utilisée par les herbivores domestiques et doivent être considérées comme « terre à pâturage ». C'est donc la quasi totalité des terres non cultivées qui est utilisée comme pâturage naturel soit environ 52% des superficies agricoles de la zone méditerranéenne. Naturellement une partie importante des 48% de terres cultivables de la région sont utilisées comme pâturage pendant une partie de l'année c'est-à-dire les chaumes de céréales et les jachères dans les pays de l'Afrique du Nord et du Proche-Orient. L'ensemble des terres pâturées en zone méditerranéenne peut ainsi être évaluée à environ 120 millions d'hectares soit 75% de la superficie agricole du bassin. Ce qui correspond à un taux de charge de 2,2 ovins par hectare où l'équivalent d'une production moyenne annuelle de 2 000 kg de matière sèche. Les pâturages naturels améliorés et les pâturages artificiels n'occupent que

Pays	Chevaux	Mulets	Anes	Bovins	Chameaux	Moutons	Chèvres	Total général
Algérie.....	140	180	443	1 300	135	9 540	2 220	
Egypte.....	21	2	1 574	2 148	101	1 938	1 398	
Libye.....	15	3	45	152	60	3 000	1 250	
Maroc.....	312	365	1 200	3 650	210	14 300	4 940	
Tunisie.....	108	67	198	890	190	3 600	950	
Chypre.....	1	4	42	35	-	490	395	
Iran.....	350	121	1 800	6 650	60	35 441	14 375	
Iraq.....	65	28	450	2 550	228	11 400	3 600	
Israël.....	4	2	5	335	11	21	142	
Jordanie.....	3	9	50	36	19	820	490	
Liban.....	4	4	26	84	1	237	330	
Syrie.....	54	47	241	584	7	6 817	985	
Turquie.....	256	97	439	4 230	17	13 245	5 552	
Albanie.....	8	5	10	94	-	232	134	
France.....	56	4	4	3 584	-	1 637	151	
Grèce.....	89	81	168	696	-	4 881	2 714	
Italie.....	142	61	88	3 863	-	4 560	511	
Portugal.....	12	44	90	570	-	1 828	350	
Espagne.....	154	159	145	2 700	-	9 354	1 338	
Yougoslavie.....	81	4	9	564	-	748	15	
<b>Total.....</b>	<b>1 866</b>	<b>1 866</b>	<b>1 539</b>	<b>7 027</b>	<b>34 715</b>	<b>1 039</b>	<b>124 089</b>	<b>41 835</b>
<b>Equivalent-ovins.....</b>	<b>9 330</b>	<b>7 695</b>	<b>17 567</b>	<b>173 575</b>	<b>7 273</b>	<b>124 089</b>	<b>33 468</b>	<b>372 997</b>
<b>facteurs de conversion.....</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>2,5</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>0,8</b>	<b>Env. 373 000</b>

NB. - Pour les pays d'Europe et la Turquie, seul le cheptel de la zone méditerranéenne a été compté.

Tableau 13. - Effectifs des animaux domestiques dans les pays méditerranéens (en milliers, 1976)

### Caractères généraux des terres de pâturage méditerranéens : Les causes du surpâturage

D'après le tableau 14 la superficie des pâturages naturels dans le bassin méditerranéen serait de l'ordre de 27 millions d'hectares soit 17% de la superficie. Ce chiffre, extrait des statistiques officielles, a peu de valeur car la notion de pâturage utilisée a des fins de statistiques varie considérablement d'un pays à l'autre. Dans certains pays il comprend seulement les terrains non forestiers (pelouses, prairies). C'est le cas de la France, de l'Algérie, par exemple. Dans d'autres cas les pâturages dans l'acception des services statistiques, comprennent aussi toutes des superficies indignifiantes; les cultures fourragères irriguées n'occupent guère plus de 10% des terres irrigables

soit 2,2 millions d'hectares (10). Ce taux de charge relativement élevée, l'absence ou la rareté de l'emploi des techniques rationnelles de gestion et d'exploitation des pâturages alliées à l'extension des feux sauvages a conduit depuis des siècles à un appauvrissement général de la valeur pastorale de la végétation naturelle et des jachères par raréfaction progressive puis élimination des espèces les plus recherchées (graminées, légumineuses) et leur remplacement par des espèces délaissées du bétail (Euphorbiacées, Liliacées, Labiées, composées, ombellifères, crucifères, etc...). Comme pour le feu, un des causes principales de ce surpâturage généralisé réside dans la nature du climat méditerranéen.

(10) Les terres irriguées dans la bassin méditerranéen représentaient 22 280 000 hectares en 1976 sur 230 millions irriguées dans le monde soit 9,66 %.

Tableau 14. - Utilisation du sol dans les pays du bassin méditerranéen en 1976 \*

Pays	Superficie totale	Superficie en zone méditerranéenne								Superficie non méditerranéenne				Pays
	Superficie terrestre	Total zone méditerranéenne		Cultures		Forêt maquis garrigues		Pâturages		Steppe et désert		Zone non méditerranéenne		
	10 <sup>3</sup> ha	10 <sup>3</sup> ha	% Total	10 <sup>3</sup> ha	% Z.M.	10 <sup>3</sup> ha	% Z.M.	10 <sup>3</sup> ha	% Z.M.	10 <sup>3</sup> ha	% Total	10 <sup>3</sup> ha	% Total	
Algérie.....	238 714	9 287	3,9	6 500	70,0	2 424	26,1	363	3,9	229 427	96,1	—	—	Algérie
Egypte.....	99 545	—	—	—	—	—	—	—	—	99 545	100,0	—	—	Egypte
Libye.....	175 954	3 158	1,8	2 544	80,6	534	16,9	80	2,5	173 796	98,2	—	—	Libye
Maroc.....	44 630	13 798	31,0	7 830	56,7	5 190	37,6	778	5,6	30 832	69,0	—	—	Maroc
Tunisie.....	15 536	8 190	52,7	4 410	53,8	530	6,5	3 250	39,7	7 345	47,3	—	—	Tunisie
Chypre.....	924	855	100,0	432	50,3	330	38,5	9,3	10,9	—	—	—	—	Chypre
Iran.....	163 600	20 000	12,5	4 000	20,0	14 000	70,0	2 000	10,0	143 600	87,5	—	—	Iran
Iraq.....	43 397	6 800	16,0	4 100	60,3	1 500	22,1	1 200	17,6	36 597	—	—	—	Iraq
Israël.....	2 033	1 367	67,2	433	31,7	116	8,5	818	59,8	666	32,8	—	—	Israël
Jordanie.....	9 178	1 400	14,4	1 175	84,0	125	8,9	100	7,1	8 318	85,6	—	—	Jordanie
Liban.....	1 023	1 023	100	348	34,0	570	55,7	105	10,3	—	—	—	—	Liban
Syrie.....	14 418	6 567	35,6	5 260	80,1	457	7,0	850	12,9	11 851	64,4	—	—	Syrie
Turquie.....	77 076	17 110	22,2	8 309	48,6	6 051	35,4	2 750	16,0	6 000	7,8	53 966	70,0	Turquie
Albanie.....	2 740	496	18,0	132	26,6	248	50,0	116	23,4	—	—	2 244	82,0	Albanie
France.....	54 592	8 742	16,0	3 282	37,5	4 230	48,4	1 230	14,1	—	—	45 850	84,0	France
Grèce.....	13 080	8 102	62,0	2 331	28,8	2 618	32,3	3 153	38,9	—	—	4 978	38,0	Grèce
Italie.....	29 405	11 725	40,0	5 521	47,2	3 409	29,0	2 795	23,8	—	—	17 680	60,0	Italie
Portugal.....	9 164	5 656	61,5	1 800	31,8	3 156	55,8	700	12,4	—	—	3 528	38,5	Portugal
Espagne.....	49 957	31 700	63,5	16 000	50,5	9 200	29,0	6 500	20,5	—	—	18 257	36,5	Espagne
Yougoslavie.....	25 500	2 380	9,1	800	34,3	900	38,6	630	27,1	—	—	23 210	91,0	Yougoslavie
Total.....	1 075 046	158 306	14,8	75 207	47,8	55 588	34,9	27 511	17,3	746 977	70,8	169 713	14,4	

\* Source : FAO Production year book, 1977.

Par zone méditerranéenne nous entendons la proportion de ces pays ayant un climat xérotérique et à pluviosité supérieure à 400 mm, avec  $Pe/Me < 7$  ou  $Pe =$  pluies estivales et  $Me$  moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.

Les hivers méditerranéens sont généralement plus ou moins doux et la neige couvre rarement le sol de sorte que la végétation n'est pas protégée contre la dent du bétail pendant cette saison. Sous les climats tempérés, au contraire, la neige et le gel protègent la végétation au cours de la saison défavorable, ce qui oblige les éleveurs à garder les animaux à l'étable et à les nourrir de fourrages récoltés pendant la bonne saison. Sous le climat méditerranéen, au contraire, la saison défavorable aux végétaux est l'été en raison de la sécheresse. Les animaux restent donc au pâturage toute l'année provoquant un surpâturage généralisé. Il en résulte aussi que les éleveurs ne voient pas la nécessité de constituer des réserves fourragères en vue de la saison défavorable. Il me semble que ces conséquences du climat sont à l'origine de l'un des mécanismes essentiels de la dégradation de la végétation méditerranéenne en général (LE HOUÉROU, 1964);

Il existe d'autres raisons d'ordre socio-économique. L'héritage de la philosophie et la manière de vivre des nomades joue un grand rôle au sud et à l'est de la méditerranée.

Selon cette mentalité, l'animal domestique doit subvenir lui-même à ses besoins alimentaires; il est indigne d'un homme de nourrir un animal; tout au plus l'homme doit-il le protéger contre les prédateurs et le conduire dans les lieux les mieux pourvus en eau et en pâture. Par ailleurs la possession d'un grand nombre d'animaux a longtemps été regardée comme un signe de richesse et de ce fait constitue le symbole du prestige et de la puissance, même chez des individus qui ne sont pas — ou ne sont plus — des éleveurs. De nombreux sédentaires et même beaucoup de citadins dans les pays méditerranéens du tiers-monde (en particulier des fonctionnaires) investissent leurs économies dans l'élevage en particulier des moutons ou des chèvres.

L'élevage des chèvres, au détriment de la végétation forestière en particulier, constitue un des meilleurs investissements possibles avec un coût de gestion très bas (subsistance du berger seulement) et un taux de rentabilité de 15 à 30% ou même plus, en monnaie constante. La croissance démographique des caprins est telle que, sauf accident ou maladie, un couple produit 100 animaux en cinq ans. Dans le même temps un couple de moutons aura produit environ 32 animaux et un couple de bovins 10 seulement (LUNDHOLM, 1977). Par ailleurs la chèvre est l'animal domestique le mieux adapté aux fourrages ligneux en raison de l'anatomie et de la physiologie de son tube digestif.

En effet les fourrages ligneux ont une teneur moyenne à faible en éléments énergétiques soit 400 à 600 kcal d'énergie nette par kg de matière sèche contre 600 à 800 pour les fourrages classiques (par contre les teneurs en protéines, phosphore et carotène sont généralement élevées). Il en résulte que l'animal soit ingérer de plus grandes quantités de fourrage pauvre en énergie pour satisfaire ses besoins. Or la chèvre a des besoins d'entretien, par unité de poids vif, plus faibles que les bovins et les ovins : 19 kcal par kg de poids vif contre 22 pour les ovins et 32 pour les bovins selon SARSON et SALMON, 1978. Elle peut ingérer plus de 6 kg de matière sèche (M.S.) par jour et par 100 kg de poids vif (M) alors que les ovins n'en peuvent ingérer que 3,8 et les bovins 2,9. Donc, compte tenu du coefficient d'encombrement de la ration, la limite inférieure de richesse en énergie pour

satisfaire les besoins d'entretien sont donc : de 32 kcal par kg de MS pour les caprins 58 pour les ovins et 108 pour les bovins (LE HOUÉROU, 1978).

Il résulte de ces chiffres que la chèvre est, avec le chameau, le seul ruminant domestique à pouvoir se développer à partir de fourrages ligneux exclusivement; d'où son adaptation et sa prolifération dans les végétations pauvres tels que les maquis et les steppes sub-désertiques (dans ce dernier cas, seul le chameau peut la concurrencer). A ces caractères il faut ajouter l'agilité des caprins, qui grimpent aux arbres, leur extrême résistance à la soif et leur « intelligence » dans la recherche des aliments qui en font un animal admirablement adapté à l'environnement des forêts dégradées méditerranéennes. La plupart des espèces ligneuses méditerranéennes sont consommées par le bétail à des degrés divers en fonction de l'espèce animale, de la saison, et des habitudes alimentaires des animaux. Les espèces particulièrement appréciées sont les chênes; chêne vert, *Quercus rotundifolia*, *Q. calliprinos*, chêne kermès, l'olivier, le caroubier, les filaires, les bruyères, le lentisque, le citise, l'arganier, le frêne, l'orme, le viorne-tin et des ligueux bas comme les légumineuses arborescentes.

Parmi les espèces délaissées du bétail il faut citer : les gymnospermes en général (sauf le thuya de Berbérie, le genévrier de Phénicie et le genévrier oxycèdre : notamment les pins, sapins, cèdres, if, cyprès, sauf parfois à l'état de plantules; beaucoup de labiées (mais pas toutes), beaucoup de composées et d'ombellifères, presque toutes les liliacées, beaucoup de légumineuses (*Cenista*, *Ononis*); beaucoup de crucifères, les euphorbiacées.

De façon générale une espèce végétale donnée est d'autant plus consommée qu'elle présente des organes en voie de croissance : jeunes rameaux, bourgeons, plantules et parfois fleurs. Les chèvres en particulier sont friandes de plantules; on a longtemps cru que le chêne liège *Q. suber* ne se régénérerait plus dans le nord-ouest de la Tunisie; l'expérimentation a montré que les plantules étaient éliminées par les chèvres et que la régénération est excellente après élimination des chèvres.

## Principaux types de pâturage du bassin méditerranéen

### Généralités

La flore de pâturages méditerranéens, et celle de la végétation méditerranéenne en général est bien caractérisée par trois traits principaux :

— La présence d'arbres et d'arbustes sempervirents à feuillage sclérophylle tels que :

<i>Quercus ilex</i>	<i>Olea europea</i>
<i>Q. rotundifolia</i>	<i>Ceratonia siliqua</i>
<i>Q. calliprinos</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>
<i>Q. coccifera</i>	<i>Rhamnus oleoides</i>
<i>Viburnum tinus</i>	<i>Rhamnus alaternus</i>
<i>Laurus nobilis</i>	<i>Phillyrea media</i>
<i>Rhus sp. pl.</i>	<i>Argania sideroxylon</i>
<i>Buxus sempervirens</i>	<i>Styrax officinalis</i>
<i>Myrtus communis</i>	<i>Lonicera implexa</i>
<i>Smilax aspera</i>	<i>Daphne gnidium</i>
<i>Osyris alba</i>	<i>Cnerorum tricoccum</i>
<i>Jasminum fruticans</i>	<i>Ruscus aculeatus</i>
<i>Arbutus unedo</i>	<i>Ruscus hypophyllum</i>
<i>Arbutus andrachne</i>	
<i>Arbutus pavarrii</i>	

(11) Et même 8 kg, selon FRENCH (1970).

La présence d'arbrisseaux à feuillage persistant et aromatiques (dont beaucoup de Labiaceae) :

<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Prasium majus</i>
<i>Thymus vulgaris</i>	<i>Satureja nervosa</i>
<i>Thymus ciliatus</i>	<i>Satureja graeca</i>
<i>Thymus syriacus</i>	<i>Satureja thymbra</i>
<i>Thymus coloratus</i>	<i>Satureja montana</i>
<i>Thymus hirtus</i>	<i>Teucrium polium</i>
<i>Thymus vulgaris</i>	<i>Teucrium flavum</i>
<i>Corydanthus capitatus</i>	<i>Teucrium chamaedrys</i>
<i>Lavandula multifida</i>	<i>Teucrium chamaepitys</i>
<i>Lavandula officinalis</i>	<i>Phlomis fruticosa</i>
<i>Lavandula latifolia</i>	<i>Ballota hirsuta</i>
<i>Lavandula dentata</i>	<i>Thymbra spicata</i>
<i>Ajuga chamaepitys</i>	<i>Origanum vulgare</i>
	<i>Calamintha clinopodium</i>

Cistes :

<i>Cistus sp. pl.</i>	<i>Halimum sp. pl.</i>
<i>Fumana sp. pl.</i>	<i>Inula graveolens</i>
	<i>Inula montana</i>
Composées :	<i>Phagnalon sp. pl.</i>
<i>Inula viscosa</i>	<i>Stachys dubia</i>
<i>Ormenis africana</i>	<i>Rhaponticum acaule</i>
<i>Pulicaria odora</i>	<i>Achillea santolina</i>
<i>Pulicaria arabica</i>	<i>Aster sp. pl.</i>
<i>Leuzea conferta</i>	
<i>Helianthemum sp. pl.</i>	

Familles diverses :

<i>Ruta montana</i>	Légumineuses
<i>Ruta chelepensis</i>	<i>Anthyllis sp. pl.</i>
<i>Ruta angustifolia</i>	<i>Ulex sp. pl.</i>
<i>Haplophyllum linifolium</i>	<i>Dorycnium sp. pl.</i>
<i>Sarcopoterium spinosum</i>	<i>Cytisus sp. pl.</i>
<i>Sanguisorba minor</i>	<i>Ononis sp. pl.</i>
<i>Lithospermum fruticosum</i>	<i>Psoralea bituminosa</i>
<i>Foeniculum piperitum</i>	<i>Ebenus pinnata</i>
<i>Aphyllanthes monspeliensis</i>	<i>Erica multiflora</i>
<i>Globularia alypum</i>	<i>Erica arborea</i>
<i>Genista sp. pl.</i>	<i>Genista sp. pl.</i>
<i>Putoria calabrica</i>	etc...

— Présence de nombreux géophytes des genres :

*Arisarum, Arum, Allium, Asphodelus, Asphodeline, Bellevalia, Biarum, Colchicum, Dipsacis, Gagea, Iris, Gladiolus, Muscari, Ophrys, Pancratium, Scilla, Urginea.*

« Ces trois conditions réunies caractérisent la région méditerranéenne et lorsque l'une d'elles manque les deux autres disparaissent aussitôt » (DURAND et FLAHAULT).

Du point de vue pastoral, on peut y ajouter deux conditions supplémentaires.

— L'existence d'un grand nombre d'espèces délaissées du bétail (inalibiles ou impalatables) parmi lesquelles on peut citer beaucoup d'espèces des second et troisième groupes ci-dessus, notamment les labiés auxquelles il convient d'ajouter.

— Des composées épineuses des genres suivants :

*Atractylis, Carduus, Carduncellus, Carlina, Carthamus, Centaurea, Cirsium, Cynara, Galactites, Onopordon, Pallenis, Sylibum, Scolymus, Xanthium.*

— Des ombellifères, généralement aromatiques :

<i>Amni majus</i>	<i>Bupleurum sp. pl.</i>
<i>Amni visnagas</i>	<i>Daucus sp. pl.</i>
<i>Ferula sp. pl.</i>	<i>Pituranthos sp. pl.</i>
<i>Foeniculum piperitum</i>	<i>Ridolfia segetum</i>
<i>Thapsia garganica</i>	<i>Eryngium sp. pl.</i>

— De nombreuses espèces inalibiles appartenant à diverses familles :

*Aizoon, Mesembryanthemum, Borrigo, Cerinthe, Chenopodium, Euphorbia, Echium, Marrubium, Astragalus, Ononis, Cistus, Convolvulus, Echium, Erodium, Galium, Gensista, Juncus, Linaria, Malva, Ranunculus, Bellardia, Scrophularia, Silene, Solanum, Withania, Datura, etc...*

— La présence presque constante d'un très faible nombre d'individus d'espèces fourragères notamment des graminées et légumineuses annuelles ou vivaces ayant une abondance et un recouvrement généralement très faible.

*Agropyron elongatum, Bromus sp. pl., Brachypodium ramosum, Cenchrus ciliaris, Dactylis glomerata s.l., B. phoenicoides, Eragrostis, Festuca elatior subsp. arundinacea, Koeleria, Lolium multiflorum, L. rigidum, L. perenne, Melica ciliata, Oryzopsis miliacea, O. thomasi, O. coerulescens, O. paradoxa, O. holciformis, Phalaris bulbosa, Ph. truncata, Ph. arundinacea, Ph. coerulescens, Poa bulbosa,*

auxquelles il faut ajouter un grand nombre de graminées annuelles :

*Bromus, Vulpia, Avena, etc...*

Parmi les principales légumineuses, nous avons :

*Caronilla glauca, C. emerus, C. emeroides, C. valentina, Colutea arborescens, Medicago arborea, Cytisus sp. pl., Lotus corniculatus, L. creticus, Bonjenia hisuta, Medicago*

(une quarantaine d'espèces annuelles dont certaines cultivées :

*M. hispida, M. truncatula, M. litoralis, M. scutellata, M. laciniata, M. ciliaris, M. rugosa*

et quelques espèces perennes :

*M. falcata, M. suffruticosa, M. goetula, M. tunetana, M. marina, Melilotus officinalis, M. alba, Onobrychis viciaefolia, O. argentea, Tetragonolobus siliquosus, Trifolium*

(une quarantaine d'espèces parmi lesquelles quelques excellentes fourragères cultivées ou non :

*T. fragiferum, T. resupinatum, T. subterraneum, T. pratense, T. repens, T. squarrosum, T. hirtum, T. cherleri, T. clypeatum, T. spumosum, Hedysarum coronarium, H. flexuosum, H. carnosum, H. naudinianum, H. argentatum, H. perralderianum, H. humile, H. membranaceum, Trigonella arabica, Vicia hirsuta, V. hibraya, V. sativa, V. monantha.*

Ces espèces fourragères présentent un grand nombre de variations et d'adaptations. Certaines ont fait l'objet d'une prospection systématique et de travaux d'amélioration génétique notamment de la part des agronomes australiens. C'est le cas, en particulier des Trèfles (*T. subterraneum*, principalement), des luzernes (*M. sativa, M. truncatula, M. litoralis*), des dactyles et des fétuques. Il convient d'ajouter ici que le bassin méditerranéen présente une grande richesse en espèces fourragères dont un grand nombre sont peu connues, en particulier en Méditerranée orientale (PABOT, 1967) du point de vue de leurs potentialités agronomiques. Il en est de même, à un moindre degré, pour l'Afrique du Nord (LE HOUÉROU, 1978).

En se plaçant sur le plan physiognomique on peut classer les pâturages méditerranéens en six catégories principales :

- les forêts de production,
- les maquis et garrigues,
- les pelouses,
- les prairies,
- les steppes à halophytes.

Les forêts de production sont généralement accessibles au bétail et portent souvent une excellente végétation herbacée. Un exemple en est la forêt de Bab Ahzar au Maroc, une des plus belles forêt de chêne liège du Bassin Méditerranéen, où la production animale représente plus de 40 % de l'ensemble des produits de la forêt (JANSEN, 1970 ; LE HOUÉROU, 1971).

Il en est de même d'un certain nombre de forêt de cèdres où la production herbacée dépasse 1 000 à 1 200 kg par hectare et par an de M.S. fourragère, essentiellement de graminées (TATON, 1966). Cependant la moyenne est probablement plus voisine de la moitié de ce chiffre. Les principales espèces fourragères herbacées sont :

les Brachypodes : *Brachypodium pinnatum*, *B. sylvaticum* ; les Bromes : *Bremus erectus*, *B. squarrosus*, *B. tomentellus* ; les Fétuques : *Festuca arundinacea*, *F. ovina*, *F. pratensis*, *F. rubra*, *F. sylvatica*, *Trisetum flavescens*, *Phalaris bulbosa*, *Ph. coerulescens*, *Lolium multiflorum*, *L. perenne*, *Arrhenaterum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Poa nemoralis*, *Melica uniflora*, *M. minuta*, *M. ciliata*, *Cynosurus cristatus*, *Chrysopogon gryllus*, *Secale montanum*, *Stipa bromoides*.

Parmi les nombreuses légumineuses :

*Trifolium resupinatum*, *T. sub-terranum*, *T. pratense*, *T. repens*, *T. fragiferum*, *Lotus corniculatus*, *Bonjeana hirsuta*, *Onobrychis gaubae*.

Parmi les fourrages ligneux :

*Fraxinus oxyphylla*, *F. ornus*, *F. xyloxanthoides*, *F. excelsior*, *Coronilla emeroides*, *Colutea arborescens*, *Cytisus* sp. pl.

## Les maquis et garrigues.

Les maquis et garrigues constituent d'immenses saltus représentant plus d'un tiers de la végétation méditerranéenne (près de 25 millions d'hectares) où même la quasi-totalité de celle-ci lorsqu'on l'entend au sens strict de certains auteurs. La production de bois est nulle ou négligeable ; un peu de bois de feu, un peu de charbon de bois à partir des souches. Les seules richesses de ces 25 millions d'hectares sont le pâturage, des chèvres essentiellement, et l'élevage des abeilles.

La production varie en fonction des zones bioclimatiques en raison inverse de l'aridité de 600 à 1 800 kg de M.S. par hectare et par hectare et par an dans l'étage semi-aride ; LIACCOS et MOULOPOULOS, 1967 ; PAPANASTASIS, 1977 ; et jusqu'à 1 000 - 3 000 kg M.S./ha<sup>-1</sup>/an<sup>-1</sup> dans les étages subhumides à humide (LONG et al., 1967 ; LE HOUÉROU, 1975 ; ETIENNE, 1978 ; etc...

Les principales espèces fourragères sont :

Parmi les graminées :

<i>Dactylis glomerata</i> (présent presque partout)	<i>Phalaris bulbosa</i>
<i>Lolium perenne</i> (présent presque partout)	<i>Phalaris coerulescens</i>
<i>Oryzopsis miliacea</i>	<i>Phalaris truncata</i>
<i>Oryzopsis thomasi</i>	<i>Melica ciliata</i>
<i>Oryzopsis caerulescens</i>	<i>Avena bromoides</i>
<i>Oryzopsis holciformis</i>	<i>Brachypodium phoenicoides</i>
<i>Stipa pennata</i>	<i>Brachypodium pinnatum</i>
<i>Hypparhenia hirta</i>	<i>Chrysopogon gryllus</i>
<i>Lolium rigidum</i>	<i>Secale montanum</i>
<i>Andropogon distachyus</i>	<i>Bromus tomentellus</i>
	<i>Bromus inermis</i>

Parmi les légumineuses

<i>Ebenus pinnata</i>	<i>Medicago truncatula</i>
<i>Trifolium subterraneum</i>	<i>Medicago hispida</i>
<i>Lotus corniculatus</i>	<i>Hedysarum coronarium</i>

*Lotus creticus* subsp  
*Collinus*  
*Onobrychis vicoefolia*  
*Onobrychis argenta*  
*Astragalus siliquosus*  
*Medicago sativa*  
*Onobrychis gaubae*  
*Trigonella arabica*

Autres famille :

*Sanguisorba minor*

Parmi les ligneux

*Quercus ilex*

*Quercus rotundifolia*  
*Quercus suber*  
*Quercus coccifera* (jeune)  
*Quercus calliprinos* (jeune)  
*Colutea arborescens*  
*Cytisus* ap. pl.  
*Celtis australis*  
*Pistacia lentis*  
*Argania sideroxylon*

*Hedysarum flexuosum*

*Hedysarum spinosissimum*  
*Hedysarum naudinianum*

*Hedysarum humile*  
*Hedysarum perralderrianum*  
*Hedysarum argentatum*

*Olea europea* var.  
*oleaster*

*Ceratonia siliqua*  
*Rhamnus oleoides*  
*Rhamnus lycioides*  
*Phillyrea media*  
*Coronilla emeroides*  
*Coronilla glauca*  
*Medicago arborea*  
*Withania frutescens* etc.  
*Periploca laevigata*  
*Opuntia ficus indica*  
(naturalisé)

## Les pelouses

Les pelouses constituent des stades dégradés (régresifs ou progressifs) dans un grand nombre de séquences dynamiques. Elles peuvent résulter soit du déboisement soit de l'abandon des terres cultivées.

Elles constituent souvent des pâturages de meilleure qualité et plus productifs que ceux de forêt ou de garrigue. Les espèces fourragères y sont plus nombreuses et surtout plus abondantes et recouvrantes. On peut citer parmi les espèces les plus courantes :

Graminées

<i>Dactylis glomera</i> (s.l.)	<i>Lolium perenne</i>
<i>Oryzopsis miliacea</i>	<i>Phalaris bulbosa</i>
<i>Stipa pennata</i>	<i>Hypparhenia hirta</i>
<i>Stipa barbata</i>	<i>Andropogon distachyus</i>
<i>Brachypodium ramosum</i>	<i>Chrysopogon gryllus</i>
<i>Brachypodium phoenicoides</i>	<i>Avena bromoides</i>
<i>Trisetaria flavescens</i>	<i>Festuca ovina</i>
<i>Arrhenaterum elatius</i>	<i>Festuca rubra</i>
<i>Hordeum bulbosum</i>	

Légumineuses

<i>Trifolium subterraneum</i>	<i>Onobrychis sativa</i>
<i>Hedysarum coronarium</i>	<i>Onobrychis argentea</i>
<i>Hedysarum spinosissimum</i>	<i>Lotophyllus argenteus</i>
<i>Medicago sativa</i>	<i>Argyrolobium linneanum</i>
<i>Medicago tunetana</i>	<i>Coronilla minima</i>
<i>Medicago falcata</i>	<i>Trifolium repens</i>
<i>Medicago hispida</i>	<i>Trifolium pratense</i>
<i>Medicago truncatula</i>	

A ces espèces fourragères s'ajoutent un grand nombre de plantes inappétées : des composées *Carduus*, *Cynara*, *Carthamus*, *Carlina* etc... des ombellifères : *Thapsia*, *Ferula*, *Daucus*, *Foeniculum* des liliacées : *Asphodelus*, *Scilla*, *Aphyllantes*, des *Euphorbiaceae* : *Euphorbia*, et un grand nombre d'hémicryptophytes en rosette. Souvent la pelouse comprend une strate plus ou moins ouverte à chamaephytes en particulier des labiées : *Thymus vulgaris*, *Lavandula latifolia*, *Satureja montana*, *Micromeria nervosa*, *Calamagrostis nepeta* etc. Les pelouses ne couvrent qu'une faible proportion de la végétation méditerranéenne ; très proba-

blement entre 5 et 10 %. Naturellement cette proportion varie, dans les diverses zones climatiques, en raison inverse de l'aridité.

### Les prairies

Les prairies diffèrent des pelouses par une alimentation en eau tout au long de l'année; contrairement aux pelouses elles restent donc vertes en été. Elles sont par conséquent localisées dans les dépressions ayant une nappe phréatique peu profonde, les zones d'épandage, les suintements d'eau et en périphérie des marécages. La végétation des prairies est très caractéristique, à base d'espèces hygrophiles ou tropophiles.

#### Graminées fourragères :

<i>Festuca elatior</i> subsp arundinacea	<i>Agropyrum elongatum</i>
<i>Phalaris arundinacea</i>	<i>Pucciniella distans</i>
<i>Phalaris coerulescens</i>	<i>Alopecurus pratensis</i>
<i>Agropyropsis lolium</i>	<i>Phleum pratense</i>
<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Poa trivialis</i>

#### Légumineuses fourragères :

<i>Trifolium fragiferum</i>	<i>Medicago intertexta</i>
<i>Trifolium resupinatum</i>	<i>Medicago ciliaris</i>
<i>Trifolium subterraneum</i>	<i>Tetragonolobus soliquosus</i>
subsp yanninicum	<i>Bonjeana recta</i>
<i>Lotus corniculatus</i>	<i>Lotus uliginosus</i>

A ces espèces fourragères, souvent dominantes et s'ajoutent de nombreuses mauvaises herbes :

<i>Juncus maritimus</i>	<i>Shoenus migricans</i>
<i>Juncus bufonius</i>	<i>Scirpus holoschoenus</i>
<i>Juncus acutus</i>	<i>Carex sp.pl.</i>
<i>Triglochin bulbosa</i>	<i>Crypsis aculeatus</i>
<i>Phragmites communis</i>	<i>Verbena supina</i>
<i>Coronopus squamatus</i>	<i>Polygonum sp.pl.</i>
<i>Ammi visnaga</i>	<i>Rumex sp.pl.</i>
<i>Lythrum sp.pl.</i>	<i>Ranunculus sp.pl.</i>
<i>Pulicaria sp.pl.</i>	<i>Mentha pulegium</i>
<i>Juncus squarrosus</i>	<i>Melilotus sp.pl.</i>

Les prairies ont une production relativement élevée malgré le surpâturage permanent dont elles sont habituellement l'objet. La production est de l'ordre de 2 000 à 6 000 kg M.S./ha/an. Les prairies n'occupent que de très faibles surfaces en zone méditerranéenne : probablement pas plus de 1 à 2% de la superficie du territoire. Elles présentent néanmoins un intérêt réel en raison de leur période de production et des possibilités de les utiliser en été lorsque toute autre type de pâturage est à l'état sec. Leur contribution à l'alimentation du cheptel est donc plus importante que ne le laisseraient supposer les superficies relativement faibles qu'elles occupent.

### Les steppes à halophytes (12)

Les steppes à halophytes si étendues dans la zone aride méditerranéenne occupent aussi des superficies non négligeables dans la zone eu-méditerranéenne en particulier dans les étages semi-aride et subhumide probablement 1 à 2% du territoire ou 2 à 4% de la végétation naturelle soit 1,6 à 3 millions d'hectares. Les principales espèces sont des salsolacées crassulacées :

<i>Salicornia arabica</i>	<i>Arthrocnemum indicum</i>
<i>Salicornia herbacea</i>	<i>Halocnemum strobilaceum</i>

*Salsola tetrandia*  
*Atriplex halimus*  
*Halimione portulacoides*

*Suaeda fruticosa*  
*Suaeda brevifolia*

Ces pâturages, de qualité médiocre, sont fréquentés principalement par des chameaux, des moutons et des chèvres au Proche-Orient et en Afrique du Nord; en Europe c'est le milieu de prédilection de l'élevage des taureaux de combat : Andalousie, Camargue. Certains espèces ont un potentiel fourrager et sont utilisées en plantations artificielles : *Atriplex halimus*, *A. glauca*. La productivité de ce type de pâturage est de 1 000 à 5 000 kg MS ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup> (LE HOUÉROU, 1969, 1972; LE HOUÉROU et FRANCLÉ, 1971; LE HOUÉROU *et al.*, 1975).

### Productivité des pâturages

La productivité pastorale des garrigues et maquis méditerranéens a fait l'objet de quelques travaux, assez peu nombreux, depuis vingt ans. Parmi les premiers il faut citer ceux de Liaccos et Mouloupoulos en Grèce et ceux de Long et collaborateurs à Montpellier, tous consacrés à des garrigues de *Quercus Coccifera* dans l'étage semi-aride et sub-humide respectivement. D'autres travaux ont été effectués en Afrique du Nord, (Tunisie, Maroc). En Espagne, en Italie, en Corse.

Près de Montpellier, sous un pluviosité de 900-950 mm, LONG *et al.* (1967) trouvent une production moyenne annuelle de 1 000 kg de M.S. de broût ce qui correspond au même ordre de grandeur que pour le Chapparral Californien et le Mallee australien sous des conditions similaires (SPECHT, 1969). LONG *et al.* ont montré que cette productivité pouvait dans certains cas être multipliée par un facteur de 4 à 6 en utilisant des techniques adéquates (voir paragraphe suivant).

En Grèce sous un climat plus sec (500-550 mm de pluviosité) toujours sur une garrigue de *Q. coccifer*, LIACCOS et MOULOPOULS (1967) obtiennent une production de 400-800 kg M.S./ha<sup>-1</sup>/an<sup>-1</sup>, soit une charge de 25 kg de poids vif et 30 kg de lait/ha<sup>-1</sup>/an<sup>-1</sup>, en utilisant des caprins. Des chiffres comparables ont été fournis pour le Maroc (JANSEN, 1970; MAIGNAN, 1978; LE HOUÉROU, 1971) en Tunisie (LE HOUÉROU, 1969; HAMROUNI, 1977; SARSON...).

Les connaissances actuelles sont synthétisées dans la courbe ci-dessous (fig. 1) montrant la production pastorale en fonction de la pluviosité moyenne. Il s'agit, bien entendu, d'ordres de grandeur. La variabilité est très importante; la productivité peut varier dans des proportions de 1 à 10, et même plus, selon le type de pâturage, de sol et de gestion, sous une pluviosité donnée.

(12) Plantes venant sur des sols salés (N.D.L.R.).

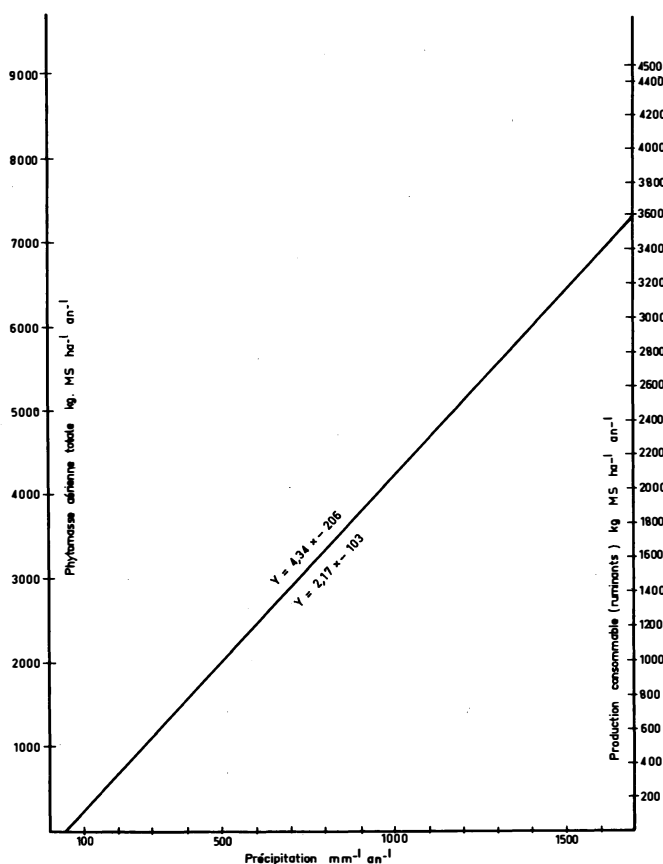


Figure. 1. — Production totale aérienne et production consommable des parcours méditerranéens.

## Amélioration des pâturages

De nombreuses recherches ont été poursuivies depuis la seconde guerre mondiale sur l'amélioration des pâturages méditerranéens.

Plusieurs méthodes ont été testées et quelques-unes ont fait l'objet de vulgarisation à grande échelle. Ce sont par ordre décroissant d'intensité d'intervention (donc de prix de revient) :

- destruction complète ou partielle de la végétation naturelle et création de prairies naturelles par des moyens agricoles classiques ;
- reconversion de terres cultivées en prairies temporaires ou permanentes ;
- élimination progressive de la végétation naturelle et régénération de la flore pastorale par des méthodes agro-forestières plus ou moins complexes ;
- élimination de la végétation naturelle par des feux contrôlés suivis et complétés par les techniques de gestion appropriées ;
- régénération par mise en défens et pâturage différé avec une charge adéquate.

## Destruction complète ou partielle de la végétation naturelle pour la mise en place de prairies artificielles.

En raison de son coût élevé cette méthode n'est justifiable que dans certaines conditions :

- bioclimat relativement humide ( $P > 500$ ) ;
- sols de bonne qualité ;
- topographie favorable (pente inférieure à 15 %).

Dans ces conditions des résultats spectaculaires ont été obtenus sur de grandes superficies dans de nombreux pays : Tunisie (Mogods, Kroumirie), Maroc (Rharb), Espagne (Estramadure), Midi de la France. Il s'agit de créer des prairies artificielles après défrichement des maquis sur sol profond, par les méthodes habituelles : labour, application d'engrais chimiques, semis d'espèces fourragères, exploitation rationnelle par fauche, pâture, fenaillon ou ensilage. Les espèces les plus couramment utilisées sont :

- *Festuca elatior subsp arundinacea* sur les sols argileux, humides, mal drainés ;
- *Phalaris bulbosa*, sols marneux ;
- *Dactylis glomerata*, sols bien drainés ;
- *Lolium multiflorum*, sols bien drainés ;
- *Trifolium subterraneum*, sols sableux ;
- *Hedysarum coronarium*, sols marneux.

La productivité atteint 6 000 à 12 000 kg M.S./ha/an, soit 10 à 20 fois la productivité du maquis originel (THIAULT, 1955, 1958, 1963 ; LE HOURÉROU, 1965, 1969, 1974 ; MAIGNAN, 1971, 1978 ; JARITZ et WADSACK, 1971).

## Reconversion en pâturages artificiels de certaines terres de culture.

En zone méditerranéenne les cultures de céréales occupent environ 40 millions d'hectares, dont près de 50 % produisent des rendements inférieurs au coût de production soit l'équivalent de 1 000 à 1 200 kg de grain par hectare et par an (LE HOUÉROU, 1965, 1972). Ce sont les terres de céréales sur les sols superficiels à croûtes calcaires (sols rouges à croûte, rendzines), les sols argileux sur des pentes supérieures à 10 % (sols bruns calcaires), les sols argileux hydromorphes des dépressions (vertisols), certains sols halomorphes et certains sols sableux. Ces terres sont toutes marginales pour la céréaliculture mais peuvent être reconverties avec bénéfice en pâturages permanents et temporaires par les méthodes agronomiques classiques (semis).

La plus grande partie de ces terres sont localisées dans l'étage semi-aride (sols à croûte, sols halomorphes) et sub-humide (sols bruns calcaires, vertisols). Les principales espèces utilisées sont :

<i>Medico sativa</i>	<i>Trifolium fragiferum</i>
<i>Medico truncatula</i>	<i>Lotus creticus</i>
<i>Medico hispida</i>	<i>Lotus corniculatus</i>
<i>Hedysarum coronarium</i>	<i>Onobrychis sativa</i>
<i>Sanguisorba minor</i>	<i>Festuca elatior subsp</i>
<i>Oryzopsis miliacea</i>	<i>arundinacea</i>
<i>Phalaris bulbosa</i>	<i>Dactylis glomerata</i>
<i>Phalaris truncata</i>	<i>Lolium perenne</i>
<i>Trifolium subterraneum</i>	

Chacune de ces espèces a des exigences propres en matière d'adaptation climatique et édaphique, beaucoup

d'entre elles possèdent des cultivars de précocité, d'utilisation et de productivité différentes.

La productivité est en général plus faible que dans le cas précédent (mais pas toujours); mais d'autre part les coûts de production sont très inférieurs. Les productions se situent au niveau de 3 000 à 4 000 kg de M.S. consommable/ha/an sur les sols peu profonds et jusqu'à 10 000 - 12 000 dans les dépressions humides (LE HOUËROU, 1965, 1971; MAIGNAN, 1971, 1978).

### Elimination progressive de la végétation naturelle et régénération de la flore pastorale spontanée.

Cette technique consiste essentiellement à broyer mécaniquement, le matériel ligneux de la garrigue ou du maquis qui est ainsi éliminé par des broyages successifs. La matière organique broyée est laissée sur le sol où elle se décompose.

La régénération des espèces fourragères est aidée par un apport d'engrais chimiques (50 à 100 kg de N, P et K).

Cette méthode a été utilisée sur garrigue à chêne Kermès près de Montpellier (LONG *et al.*, 1964, 1967) et sur un maquis à ciste de Montpellier et Bruyère arborescente en Corse (ETIENNE, 1976, 1977, 1978).

Cette méthode a permis de multiplier la production pastorale par un facteur de 4 à 6 dans le premier cas et de 8 à 18 dans le second; ces chiffres sont basés sur la production primaire et secondaire. Cependant ces méthodes ne sont pas applicables à tous les types de garrigues et de maquis. Elles supposent un sol assez peu caillouteux, relativement profond et une topographie relativement peu tourmentée. Selon ETIENNE (1977) la méthode pourrait s'appliquer à 10 % du maquis corse soit 30 000 à 50 000 ha, où elle permettrait une charge de 5 à 10 unités ovines à l'hectare.

Ce coefficient de 10 % d'applicabilité de la méthode me paraît un ordre de grandeur valable à l'échelle du bassin méditerranéen.

Elle est donc susceptible d'intéresser une superficie de l'ordre de 2,5 millions d'hectares pour l'ensemble du bassin ce qui permettrait en théorie d'accroître de 30 % le cheptel ovien de la région.

### Elimination de la végétation naturelle par des feux contrôlés suivis et complétés de techniques de gestions appropriés.

Cette méthode a été utilisée sur des garrigues à chêne Kermès dans la région de Montpellier (LONG *et al.*, *ibid.*; TRABAUD, 1973), également sur garrigue à chêne Kermès en Grèce (PAPANASTASIS, 1977) et sur maquis à ciste et bruyère en Corse (ETIENNE, 1977). Cette technique a été utilisée depuis de nombreuses années également dans le chaparral californien (BISWELL, LOVE, BENTLEY) (13).

Il existe quatre variantes selon que des graines d'espèces fourragères sont semées ou non dans la cendre immédiatement après le brûlage de la végétation naturelle ligneuse et selon que des engrais chimiques sont utilisés ou non.

(13) Cf. Alexandrian, Chautrand, Debreze. Prescribed fire study tour, pp. 229-236 (N.D.L.R.).

Cette technique produit des résultats moins spectaculaires que la précédente, elle permet néanmoins de multiplier la productivité par un facteur de 2 à 3 par rapport à la végétation naturelle (PAPANASTASIS, 1977; ETIENNE, 1977).

L'intérêt majeur de cette technique est double :

- coût beaucoup moins élevé que les méthodes précédentes;
- possibilités d'application à des zones où les autres techniques sont inapplicables (pentes trop fortes, présence de rochers ou d'une proportion trop élevée de cailloux).

### Régénération par mise en défens, pâturage différé et charge modérée.

Cette technique est d'application délicate car elle requiert une connaissance précise de la dynamique de la végétation que l'on veut transformer. De plus elle ne peut être appliquée à tous les types de végétation, puisque certains types évoluent inéluctablement vers des peuplements ligneux presque purs sans intérêt pastoral. Cependant, la combinaison de fortes charges instantanées et de périodes de repos à certains stades phénologiques et l'utilisation judicieuse de différentes espèces animales permettent de régénérer la valeur pastorale de certaines fermes et de certaines pelouses ou prairies (THIAULT, 1955, 1958, 1963).

### Remarques conclusives sur le rôle de l'homme sur les terres à pâturages du bassin méditerranéen.

D'une manière générale l'action de l'homme a été catastrophique; mais il n'en est pas toujours et nécessairement ainsi. Certains systèmes d'exploitation ont été quelques fois mis au point au cours des siècles. C'est le cas de l'écosystème « Dehesa » en Espagne occidentale ou du « Montado » Lusitanien. Ces écosystèmes sont des forêts-parcs à *Q. suber* et/ou *Q. ilex* s.l. d'une densité de 10 à 50 arbres par ha où le sol, épisodiquement cultivé en céréales, est recouvert d'un tapis herbacé pastoral utilisé par les ovins tandis que les glands sont utilisés par les troupeaux de « porcs ibériques ». On retrouve des formations similaires dans les chênaies-parc caducifoliées de la Californie du Nord. C'est un système en équilibre dont la production peut être aisément améliorée par l'utilisation des engrais.

Malheureusement une épizootie de Peste Porcine Africaine, non maîtrisée depuis quelques années, met le système en péril en Espagne. Il existe d'autres systèmes comparables en particulier la forêt-parc à *Argania Sideroxylon* du Sous (Sud Marocain) basée sur l'élevage des chèvres, une céréaliculture épisodique et la production d'huile d'Argan. Il existe d'autres systèmes similaires dans un certain nombre de pays méditerranéens : Maroc, (Sous, Rharrb), Italie (Sardaigne, Sicile), Chypre, Turquie, Algérie, Tunisie; malheureusement ils intéressent seulement des superficies insignifiantes. Les principaux arbres utilisés sont *Q. ilex*, *Q. uber*, *Olea europaea*, *Ceratonia siliqua*. Rien ne s'oppose, en principe, à l'extension de tels systèmes semi-naturels, équilibrés (pas d'érosion), productifs, esthétiques.

Dans un but d'équilibre biologique aussi bien qu'esthétique (organisation du paysage), les pâturages améliorés devraient comprendre une certaine proportion de sol (10-20 %) couvert de ligneux fourragers (bosquets d'arbres et haies vives de clôture). Les bosquets d'arbres produisent un abri aux heures chaudes ou contre les vents glacés; les haies produisent les protéines et le carotène dont les animaux ont besoin en saison sèche, constituent une clôture utile d'entretien facile et peu coûteux et un moyen de lutte efficace contre l'érosion. Les principales espèces utilisées sont :

#### Arbres :

*Q. ilex*, *Q. suber*, *Q. faginea*, *Q. infectoria*, *Q. ithaburensis*, *Q. aegylops*, *Olea europaea*, *Ceratonia siliqua*, *Fraxinus oxyphylla*, *Morus alba*, *Celtis australis*, *Broussonetia papyrifera*, *Gleditschia triacanthos*.

#### Arbustes conduits en haies :

*Opuntia ficus indica* var *inermis* *Medicago arborea*, *Coronilla glauca*, *Atriplex halimus*, *Atriplex nummularia*, *Morus alba*, *Eleagnus angustifolia*, *Vitis vinifera*, *Olea europaea*.

On ne peut manquer d'être frappé par la similitude des méthodes d'amélioration pastorale utilisées dans les autres pays à climat xérophérique dans le monde : Australie méridionale et occidentale, Chili central et Californie.

Ces méthodes utilisent non seulement les mêmes techniques mais aussi le même matériel végétal, provenant quasi exclusivement du bassin méditerranéen. Certaines méthodes mises au point en Australie ou en Californie sont introduites depuis quelques années dans le bassin méditerranéen. C'est le cas de l'association céréaliculture - mouton basé sur le « ley farming » de *Trifolium subterraneum* et *Phalaris bulbosa*, l'introduction des « medics » australiens dans l'assolement céréalière en lieu et place de la jachère cultivée ou paturée (*M. truncatula*, *M. hispida*, *M. litoralis*, *M. scutellata*, *M. rugosa*). La méthode californienne d'installation de prairies par semis direct dans les cendres après brûlage du chapparal a été testée avec succès dans le bassin méditerranéen. Les recherches effectuées au Chili (GASTO et CONTRERAS, 1972) montrent tout l'intérêt des espèces ligneuses comme réserves fourragères d'été utilisant les mêmes genres et souvent les mêmes espèces que dans le bassin méditerranéen.

Enfin, il convient de souligner la richesse considérable du bassin méditerranéen en espèces fourragères spontanées dont il reste un grand nombre peu ou mal connues du point de vue de leur biologie et leur potentiel agronomique. Ceci est vrai non seulement au niveau de l'espèce mais au niveau de la variété botanique et de l'écotype. Un champ immense reste ouvert à la prospection et à l'expérimentation dans ce domaine. L'effort effectué par la FAO en 1954-58 à l'occasion du projet régional « uniform mediterranean nurseries » fut extrêmement utile et mériterait d'être repris. Les Flores de l'Afrique du Nord et surtout du Proche-Orient (Turquie, Iran, Afghanistan en particulier) offrent d'immenses possibilités à la fois dans le domaine des graminées, des légumineuses et des ligneux. Les magnifiques travaux australiens dans ce domaine montrent la voie; ils ont permis une révolution agricole dans ce pays; mais ils n'ont exploré qu'une faible partie du potentiel fourrager de la flore méditerranéenne.

Il reste à souhaiter que la dégradation accélérée de la végétation méditerranéenne à laquelle nous assistons ne produira pas de perte irréparable dans la conservation du stock génétique encore disponible dans la flore actuelle : mais le danger est pressant; il y a là un thème important pour le projet UNESCO MAB 3.

## L'AGRICULTURE

### Généralités

Le tableau 14 montre que les terres cultivées occupent près de 50 % du territoire dans le bassin méditerranéen (47,8 % soit 75 millions d'hectares). Naturellement cette proportion varie grandement d'un pays à l'autre et d'une province à l'autre à l'intérieur de chaque pays. A titre d'exemple une zone typiquement méditerranéenne dans le département de l'Hérault dans le Midi de la France : la proportion de terre cultivée est de 38 % (TRABAUD, 1971).

Du point de vue de l'occupation du sol on peut distinguer deux tendances. Dans les pays développés d'Europe on assiste à une réduction des superficies cultivées par abandon progressif des terres marginales et de certaines cultures également en voie de marginalisation telles que l'olivier.

Dans les pays en voie de développement, au contraire, les superficies cultivées sont en constant accroissement, sensiblement au même rythme que l'accroissement démographique (2 à 3 % par an) (LE HOUÉROU, 1973). Cet accroissement est obtenu aux dépens des forêts et garrigues de montagne et des steppes pré-désertiques. L'accroissement de la production agricole nécessaire pour faire face à l'accroissement démographique a été presque entièrement obtenu par l'extension des surfaces cultivées; les rendements agricoles sont restés stables ou ont même légèrement régressé dans ces pays depuis trente ans, à quelques exceptions près (LE HOUÉROU, *ibid.*); les statistiques officielles sont très claires à cet égard, si l'on considère les moyennes quinquennales ou décennales afin d'éliminer les importantes variations annuelles d'origine climatique. L'évolution des superficies cultivées par pays est donnée dans le tableau 15.

### Cas des pays développés

Du fait de l'accroissement rapide du niveau de vie depuis les années 50 on assiste dans ces pays à une désertion progressive des campagnes. Cette évolution a commencé plus ou moins tôt selon les pays; elle est également plus ou moins rapide selon les pays. Si on prend comme exemple la zone méditerranéenne française on assiste actuellement aux phénomènes suivants :

- abandon des terres marginales à forte pente et faible productivité qui évoluent vers la garrigue puis la forêt;
- abandon progressif de l'élevage extensif;
- généralisation de la monoculture viticole;
- extension des cultures riches : primeurs, fruits, légumes;
- extension des zones résidentielles à la périphérie des grandes villes et des résidences secondaires dont beaucoup de non-méditerranéens (Allemands, Belges, Hollandais, Suisses);
- création et extension de complexes touristiques le long du littoral (Port Camargue, Aresquiers, Espiguette, La Grande Motte, Cap d'Agde, Port-la-Nouvelle, Barcarès, etc..., pour ne pas parler de la Costa Brava, de la Costa del Sol, de la Côte Adriatique, de la Côte d'Azur, de la Riviera ou de la Costa Smeralda) !...

Tableau 15

Evolution de l'utilisation des terres dans les pays du bassin méditerranéen de 1965 à 1976  
(en milliers hectares).

PAYS	TERRAINS BOISÉS				TERRES DE CULTURE			
	a 1965	b 1976	a-b ha	a-b %	c 1965	d 1976	d-c ha	d-c %
Algérie.....	2 549	2 424	125	4,9	6 261	7 110	+ 849	+ 13,6
Libye.....	491	534	- 43	+ 8,7	2 509	2 544	35	1,4
Maroc.....	5 302	5 164	112	2,8	7 066	7 830	764	10,8
Tunisie.....	674	530	144	18,8	4 406	4 410	4	0,1
Iran.....	18 000	18 000 *	0	0	15 358	16 280	922	6,0
Iraq.....	1 953	1 550	453	23,2	4 810	5 290	480	10,0
Jordanie.....	125	125	0	0	1 177	1 365	188	16,0
Liban.....	92	78	14	15,2	276	348	72	26,1
Syrie.....	446	457	- 11	+ 2,7	6 523	5 672	- 852	- 13,1
Turquie.....	20 170	20 170 *	0	0	25 775	27 699	+ 1 924	+ 7,5
Arabie Séoudite.....	-	-	-	-	339	1 110	+ 771	230,0
Subtotal.....	49 802	48 982	820	1,65	74 161	79 658	5 497	7,4
Albanie.....	1 266	1 242	+ 24	- 1,9	497	660	+ 163	+ 32,8
France.....	11 905	14 576	2 671	+ 22,4	21 067	18 730	- 2 337	- 11,1
Grèce.....	2 479	2 618	139	5,6	3 800	3 885	+ 85	+ 3,0
Italie.....	5 984	6 313	329	5,5	15 454	12 348	- 3 016	- 19,5
Portugal.....	3 165	3 641	476	15,0	4 332	3 600	- 732	- 16,9
Espagne.....	13 160	15 333	2 173	16,5	20 709	20 659	- 50	- 0,2
Yougoslavie.....	8 744	9 071	327	3,7	8 349	8 005	- 344	- 4,1
Subtotal.....	46 730	52 794	6 091	13,0	74 208	67 887	6 321	8,6
Total.....	96 505	101 776	5 270	5,5	148 369	147 545	824	0,6

\* Chiffres invariables et inattendus, non fiables.

- décentralisation vers la zone méditerranéenne de firmes à niveau technologique élevé et d'Instituts de recherches (phénomène analogue constaté aux Etats-Unis, en Californie, Floride et dans les « Etats du Soleil »).

En d'autres termes la zone méditerranéenne se présente comme une région préférentielle d'accueil de la société ludique post-industrielle du XXI<sup>e</sup> siècle.

Des études très précises ont été poursuivies depuis 50 ans sur la dynamique du peuplement végétal post-cultural (MOLINIER, 1935, 1939, 1945, 1947; PONS, 1952; KUHNHOLTZ-LORDAT, 1945, 1949, 1953; BARRY, 1952, 1956, 1960).

Les deux derniers auteurs ont suivi l'évolution de la végétation en Languedoc depuis le XVI<sup>e</sup> siècle par l'étude des registres d'impôts (Compoix) par commune puis par l'étude du cadastre (depuis 1835). De ces études on peut tirer un certain nombre de conclusions générales (BARRY, 1960).

Il y a eu un certain équilibre entre le champ (*ager*) le pâturage (*saltus*) et la forêt (*silva*) dès le début de l'ère chrétienne; cet équilibre économique, dû à l'autarcie de la région a provoqué un déséquilibre de la végétation spontanée progressivement dégradée par le complément nécessaire du troupeau, le feu. Cet équilibre économique s'est affermi aux XVI<sup>e</sup> siècle et XVII<sup>e</sup> siècle; il n'y a, au XVIII<sup>e</sup>

siècle, que des rectification mineures des trois secteurs, confirmés au XIX<sup>e</sup> siècle par les données cartographiques des cadastres. L'évolution de l'occupation du sol peut être schématisé comme suit (BARRY, *op. cit.*):

1. Néolithique      Peu ou pas de défrichements
2. Age du fer (200 av. J.-C.)      *Saltus* et *silva* de plateau  
*Ager* faiblement représenté en plaine
3. Civilisations gallo-romaine (1<sup>er</sup> siècle après J.-C.)      Défrichement des pente et des pentes
4. Compoix (XVI, XVII et XVIII<sup>e</sup>s.).      Ager de plaine, de pente et de plateau  
Cadastre (depuis 1835)      *Saltus* de pente et de plateau  
*Silva* de plateau
5. Crise phylloxérique (1870-1880) 1<sup>re</sup> guerre mondiale (1914-1918)      Ager de plaine *Saltus* de pente et de plateau en régression  
*Silva* de plateau
6. 2<sup>e</sup> guerre mondiale (1939-1945)      Ager de plaine *Silva* de pente et de plateau en voie d'organisation  
disparition du *Saltus*.

Il y a donc régression de la culture et disparition progressive du *Saltus* depuis 100 ans. L'étude des cadastres a permis de définir de dater et de localiser avec la plus grande précision cette évolution.

Les divers stades postcultureux ont reçu une datation relative et absolue. Ainsi dans la zone étudiée, la Vaunage, combe marneuse située dans la zone des garrigues à l'Ouest de Nîmes, nous avons les stades suivants (BARRY, *op. cit.*) :

A. Pendant 8-10 ans après l'abandon de la culture :

Stades à *Plantago Cynops*

*Inula viscosa*  
*Verbascum sinuatum*  
*Psoralea bituminosa*  
*Stachelina dubia*  
*Thymus Vulgaris*  
*Lavandula latifolia*

B. 10 à 40 ans après l'abandon des cultures

Stades à *Brachypodium phoenicoides*

*Dorycnium suffruticosum*  
*Cistus albidus*  
*Cistus monspeliensis*  
*Cistus salviifolius*

C. 40 à 100 ans après l'abandon des cultures chénaie climacique mixte à *Quercus ilex* et *Quercus pubescens*.

L'évolution vers la forêt climacique est souvent entravée ou arrêtée par l'homme au moyen de hache, du feu et du troupeau qui favorisent le chêne Kermès (*Q. Coccifera*) et le Buis (*Buxus sempervirens*) sur les calcaires et les marnes et l'arbusier (*Arbutus unedo*) sur les sols siliceux ou décarbonatés.

Dans la région voisine de Provence, MOLINIER (1935); BRAUN-BLANQUET (1936) et PONS (1952) donnent les séquences suivantes consécutives à l'abandon des olivettes (PONS, *op. cit.*) :

1. Sur pente et sols meubles non exposés au Sud

A. Stade à annuelles

<i>Iberis pinnata</i>	<i>Holosteum umbellatum</i>
<i>Filago spathulata</i>	<i>Ajuga chamae litys</i>
<i>Anchusa azurea</i>	<i>Cnicus benedictus</i>
<i>Anthemis arvensis</i>	<i>Papaver rhoeas</i>
<i>Plantago cynops</i>	<i>Euphorbia serrata</i>
<i>Fumaria officinalis</i>	<i>Reseda phyteuma</i>

B. Stade à *Brachypodium phoenicoides*

<i>Brachypodium phoenicoides</i>	<i>Inula viscosa</i>
<i>Plantago cynops</i>	<i>Verbascum sinuatum</i>

C. Stade à *Rosmarinus officinalis*

<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Ulex parviflorus</i>
<i>Lithospermum fruticosum</i>	<i>Stachelina dubia</i>
<i>Stipa juncea</i>	<i>Fumana spachii</i>
<i>Aphyllantes monspeliensis</i>	<i>Spartium Junceum</i>
<i>Juniperus oxycedrus</i>	<i>Cistus albidus</i>

D. *Quercetum ilicis*

<i>Quercus ilex</i>	<i>Phillyrea media</i>
<i>Ruscus aculeatus</i>	<i>Viburnum tinus</i>
<i>Asparagus acutifolius</i>	<i>Carex distachya</i>
<i>Teucrium chamaedrys</i>	<i>Euphorbia characias</i>
<i>Clematis flammula</i>	<i>Lonicera implexa</i>
<i>Smilax aspera</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>
<i>Pinus halepensis</i>	<i>Ulex parvifolius</i>
<i>Brachypodium phoenicoides</i>	

2. Sur surfaces horizontales à exposition sud, à sols caillouteux ou squelettique.

A. Stade à annuelles

<i>Linum strictum</i>	<i>Trifolium stellatum</i>
<i>Euphorbia cyparissias</i>	<i>Echinops ritro</i>
<i>Plantago cynops</i>	<i>Euphorbia serrata</i>
<i>Cerastium glutinosum</i>	<i>Linaria simplex</i>

B. Stade à labiées sous-frutescentes

<i>Thymus vulgaris</i>	<i>Lavandula latifolia</i>
<i>Juniperus oxycedrus</i>	<i>Cistus albidus</i>
<i>Brachypodium ramosum</i>	<i>Helichrysum staechas</i>

C. Juniperaie à ocyèdre

<i>Juniperus oxycedrus</i>	<i>Cistus albidus</i>
<i>Ulex parvifolius</i>	<i>Q. ilex</i>
<i>Pistacia terebinthus</i>	<i>Q. coccifera</i>

D. *Quercetum ilicis*

<i>Q. ilex</i>	<i>Juniperus oxycedrus</i>
<i>Rubia peregrina</i>	<i>Teucrium chamaedrys</i>
<i>Asparagus acutifolius</i>	<i>Euphorbia characias</i>
<i>Pistacia terebinthus</i>	<i>Clematis flammula</i>
<i>Cistus albidus</i>	<i>Buxus sempervirens</i>

Des séries homologues ont été décrites pour la chénaie pubescente :

1. Sols compacts limoneux ou marneux

A. Stade à annuelles

B. Stade à *Deschampsia media*

C. Stade à *Lavandula vera*  
ou à *Brachypodium phoenicoides*

D. Stade à *Juniperus communis*  
ou à *Spartium junceum*

E. Chénaie Climacique à *Quercus pubescens*

2. Sols superficiels, caillouteux

A. Stade à annuelles

B. Stade à pelouse à *Phleum nodosum* et *Trisetum flavescens*

C. Stade à *Lavandula vera* et *Satureja montana*

D. Stade à *Genista cinerea*

E. Chénaie climacique à *Q. pubescens*

Ces quatre cas ci-dessus ont été donnés à titre d'exemple; ils sont connus depuis 45 ans (MOLINIER, 1935). Des séquences analogues ont été décrites dans d'autres parties du bassin méditerranéen (Espagne, Italie, Tunisie, Israël, Syrie etc...).

Par ailleurs les homologues entre les groupements végétaux naturels et ceux des terres de culture ont été établis notamment en Tunisie (LE HOUÉROU, 1958, 1959, 1969; GOUNOT, 1959; FLORET *et al.*, 1967-68) où les stades progressifs à partir de la culture sont exceptionnels, mais où les défrichements sont courants.

Dans les pays développés méditerranéens d'Europe (14) les superficies boisées ont augmenté de 13,0% de 1965 à 1976, tandis que les superficies cultivées diminuaient de 8,6% pendant la même période, d'après les statistiques officielles publiées par la FAO. Ces proportions varient naturellement d'un pays à l'autre; par exemple en France les superficies boisées ont augmenté de 22,4% pour l'ensemble du pays et très vraisemblablement encore beaucoup plus pour la zone méditerranéenne, et les cultures ont diminué de 11,1%, en Grèce les terres boisées ont augmenté de 5,6% tandis que les terres cultivées s'accroissaient de 3,0% au cours de cette décennie de référence.

(14) Espagne, Portugal, France, Italie, Yougoslavie, Grèce.

## Cas des pays en voie de développement

La tendance est exactement inverse de celle des pays développés. Pour la même décennie de référence les superficies boisées ont diminué de 10% environ (15) alors que les cultures augmentaient de 7% mais ici les statistiques sont moins fiables. En effet, d'après les sources officielles les superficies forestières n'auraient pas changé de 1965 à 1976 en Iran et en Turquie (18 millions et 20 millions d'hectares respectivement), ce qui est contraire à l'avis de tous les experts. En fait, la tendance est nettement plus accusée que ne le laissent apparaître les chiffres officiels. De nombreuses études de détail en font foi.

Si on observe la variation des superficies cultivées en blé (16) pour la période 1948-1976 on constate qu'elles ont exactement doublé en 29 ans : 12,2 millions d'hectares en 1948, 19,0 millions en 1957, 21,0 millions en 1967 et 24,4 millions en 1976, soit une progression géométrique de 2,4 % par an, légèrement inférieure au taux d'accroissement démographique (2,5 à  $\approx$  3,0%). On constate exactement le même phénomène en matière d'élevage dans les mêmes pays pour la même période de référence : le nombre d'ovins est passé de

72,7 millions en 1948

84,1 millions en 1956

108,7 millions en 1968

133,6 millions en 1976

soit un accroissement de 83,8% en 29 ans ou une progression géométrique de 2% par an, environ.

La réduction des superficies de pâturages par déforestation et l'accroissement des superficies cultivées jointes à la croissance exponentielle du troupeau explique de façon très claire la dégradation rapide et intense de la végétation méditerranéenne à laquelle nous assistons dans les pays en voie de développement.

La destruction de la végétation méditerranéenne par l'agriculture n'est pas récente. Elle a commencé au néolithique au Proche-Orient et à l'âge du fer en Europe. En Grèce, Theophraste qui vivait à Lesbos en 471 av. J. C. a laissé deux ouvrages traitant d'agriculture : *Historia plantarum* et *De Causis plantarum*. Un autre traité d'agriculture est attribué à Aristote (384-322 av. J.-C.). En Afrique du Nord le punique Magon publiait un traité d'agronomie en 28 volumes il y a environ 2 200 ans : il fut traduit en latin et des extraits nous sont parvenus par les auteurs latins qui, de leur côté, publièrent des ouvrages similaires (Caton l'ancien (234-149 av. J.-C.), Columelle, Varron, Palladius). Massinissa, roi de Numidie, livra aux romains 200 000 quintaux de blé entre 200 et 170 av. J.-C. tandis que les marchands carthaginois commercialisent des quantités bien plus considérables (CAMPS, 1960). On estime qu'en Afrique du Nord seulement plus de 10 millions d'hectares ont été défrichés depuis le début de la période historique (2 200 ans) jusqu'à la fin de la seconde guerre mondiale (BOUDY, 1948), soit plus de 15 millions jusqu'à ce jour.

(15) Les chiffres officiels du tableau 10 sont manifestement irréalistes pour certains pays.

(16) Pour les 12 pays suivants : Algérie, Égypte, Libye, Maroc, Tunisie, Iran, Iraq, Jordanie, Liban, Arabie Séoudite, Syrie, Turquie.

## AUTRES CAUSES DE DÉGRADATION DE LA VÉGÉTATION NATURELLE

Outre le feu, le pâturage et l'agriculture il existe de nombreuses causes de déforestation ; ce sont :

**Les besoins de l'industrie :** charpente, constructions, outils, chantiers navals, métallurgie, forge, fours à chaux, verrerie et, depuis le moyen-âge, usines à sucre. Ces activités sont toutes grandes consommatrices d'énergie dont le bois était l'unique source jusqu'au XIX<sup>e</sup> siècle. Lorsqu'on songe que la Rome impériale comptait plus d'un million d'habitants, Carthage 300 000 à 500 000 etc. on peut imaginer les destructions au cours de près de 3 000 ans d'histoire. Il est vrai qu'il y eut quelques « combats retardateurs » tels les règlements d'exploitation édictés par Hadrien (117-138 A.D.) pour la forêt Libanaise, Syrienne et Palestinienne, suite aux exploitations abusives de bois d'œuvre.

**L'émigration de populations minoritaires** vers les refuges montagnards, refoulées par les guerres et les invasions.

Ces populations sédentaires, nombreuses, ont exercé une très importante influence sur le déboisement des montagnes libanaises (Druzes, maronites), du Djebel Ansarieh, encore boisé au XII<sup>e</sup> siècle, où se réfugièrent les Alaouites et les Ismaéliens. C'est aussi le cas des montagnes de l'Afrique du nord : Atlas, et, surtout Rif, Kabylie, refuge des hétérodoxes kharijites puis des berbères autochtones au moment des invasions bédouines du X<sup>e</sup> siècle.

**Le bois de chauffage.** La cueillette du bois de feu reste encore en 1980 un facteur très important de déboisement dans les pays en voie de développement une population de 200 millions. Les 12 pays considérés ont actuellement une population de 200 millions d'habitants dont plus de 50 millions dépendent entièrement de ce type de combustible (ou du charbon de bois) pour leur vie quotidienne, à quoi il faut ajouter les bains publics, les fours des boulangers etc.

Comme les besoins minimums de subsistance sont de 1,5 kg de bois sec par personne et par jour (6 300 kcal) nous avons donc une consommation théorique de 75 000 tonnes par jour soit 27 millions de tonnes par an c'est-à-dire approximativement l'équivalent de la production annuelle de 27 millions d'hectares de forêt, maquis et garrigues. Or la superficie boisée dans ces 12 pays était de 49,3 millions d'hectares en 1976 ; mais les zones step-piques contribuent aussi dans une large mesure à cet approvisionnement en bois de feu. On peut néanmoins estimer avec prudence que le bois de feu et de charbon de bois représentent plus de la moitié de la production annuelle des forêts maquis et garrigues dans ces pays ; une grande partie du reste de la production est consommée sur pied par les animaux puisque les quantités de bois produites et commercialisées dans ces 12 pays en 1976 ont été de 32,3 millions de m<sup>3</sup>/an (19 000 tonnes) de bois rond ( $\varnothing > 7$  cm) et 13,5 millions de m<sup>3</sup> par an (400 tonnes) de bois de chauffage et de charbon de bois (en équivalent-bois).

Bien entendu seule une faible partie du bois de chauffage est commercialisée, en majeure partie sous forme de charbon.

## L'urbanisation, le tourisme.

On assiste depuis la seconde guerre mondiale à un phénomène nouveau : l'expansion explosive du tourisme. Des cités nouvelles, des complexes touristiques se sont créés un peu partout sur les rivages de la méditerranée. Les côtes méditerranéennes recevaient 73 millions de touristes en 1975 (TANGUI, 1977). L'accroissement de 1960 à 1975 a été de 300% (24 millions en 1960) ce qui correspond à une population probable de près de 95 millions de visiteurs en 1980 et 150 millions en 1995, sauf accident (crise économique). Ici encore il y a de grandes différences entre le Nord et le Sud de la méditerranée; le nombre de touristes par mètre linéaire de littoral qui était de 2,74 en 1974 au Nord de la méditerranée passerait à 5,04 en 1990.

Sur les côtes de la méditerranée méridionale elle était de 0,10 en 1974 et atteindrait 0,5 en 1990.

Naturellement, le résultat de telles concentrations est la destruction des écosystèmes naturels le long du littoral par la « bétonnisation » et l'« asphaltation » de celui-ci. Il convient cependant de remarquer que cette transformation, à bien des égards regrettables par ses excès, ne concerne qu'une frange littorale relativement étroite ne dépassant guère 10-12 km de large. L'arrière pays est affecté à un degré beaucoup moindre par l'installation de résidences secondaires ou l'extension des zones urbaines; la densité de celles-ci est telle que la végétation naturelle ne semble guère menacée. Cependant il faut reconnaître que l'accroissement exponentiel du nombre d'incendies de forêt depuis 1960 est, de toute évidence, lié à l'accroissement des activités touristiques. D'autre part le touriste a d'autres effets positifs indirects : dans la zone de Provence-Côte d'Azur en France, l'industrie touristique fournit 50% des emplois de la région. Ce qui correspond aussi à une réduction des superficies cultivées, de l'élevage et à l'extension des superficies boisées par suite de la désertion des campagnes.

L'impact du tourisme peut être facilement réduit à des proportions acceptables par une planification soigneuse tenant compte des impératifs de sauvegarde de l'environnement; c'est par exemple le cas dans la région du Languedoc-Roussillon, dans le sud de la France où des « fenêtres vertes » ont été aménagées sur le littoral.

## Les conséquences de la dégradation de la végétation naturelle.

Les conséquences de la dégradation des écosystèmes méditerranéens sont nombreuses mais difficiles à quantifier. Ces sont essentiellement

- La réduction de la productivité
- L'érosion et la sédimentation
- Le coût croissant des travaux de reboisement
- Appauvrissement de la faune.

## La réduction de la productivité.

Le tableau 16, extrait des statistiques officielles publiées par la FAO, montre la très faible productivité des écosystèmes boisés, méditerranéens à l'échelle globale. Cette production atteint à peine 2 m<sup>3</sup> soit 1 200 kg de M.S., de bois par hectare an<sup>-1</sup> dans les meilleures cas (les chiffres les plus élevés sont très suspects); la production totale commercialisée dans les 12 pays cités plus haut est de 45 millions de m<sup>3</sup> pour une superficie de 49 millions d'hectares, soit 0,9 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup> ou 470 kg de M.S. ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup> (17).

Par ailleurs les recherches sur la productivité des écosystèmes, malheureusement peu nombreuses montrent que la biomasse et la productivité des peuplements ligneux sont inversement proportionnels à leur état de dégradation; il en est de même de la production fourragère.

La biomasse aérienne d'une forêt méditerranéenne adulte en bon état varie de 100 à 300 tonnes/ha, le plus souvent comprise entre 100 et 150 tonnes. Les taillis de chêne vert ont une biomasse aérienne de 30 à 69 tonnes/ha.

Les garrigues à chêne Kermès présentent une biomasse aérienne de 10 à 30 tonnes/ha.

Les pelouses à *Brachypodium ramosum* ne dépassent pas 1 t/ha (LONG *et al.*, 1967; PARDE, 1961; NAHAL, 1962; LE HOUÉROU, 1969; RAPP, 1969 a, 1969 b, 1970, 1974; LOSSAINT et RAPP, 1969 a, 1969 b; LOSSAINT, 1973; LIACCOS et MOULOPOULOS, 1967; MARGARIS, 1979; PAPANASTASIS, 1977; CABANETTES et RAPP, 1978; AUSSÉNAC, 1969; ETIENNE, 1972).

Exemples dans le bioclimat subhumide des environs de Montpellier :

Forêt de chêne vert.....	260 t
Forêt de pin d'Alep.....	156 t
Forêt de pin pignon.....	124 t
Garrigue de chêne Kermès.....	20 à 35 t
Maquis à Cistes en Corse.....	4 à 12 t

La production est nettement plus faible dans le bioclimat semi-aride. Les forêts de pin d'Alep, par exemple, produisent 1,5 à 4 m<sup>3</sup>/ha/an de bois fort dans l'étage subhumide (PARDE, NAHAL, *op. cit.*) et seulement 0,5 à 1,5 m<sup>3</sup>/ha/an dans le bioclimat semi-aride de l'Afrique du Nord (LE HOUÉROU, 1969).

On voit donc que la biomasse aérienne a été réduite dans des proportions de 1 à 100 au cours de la série régressive des environs de Montpellier. Dans le même temps la réserve totale du sol en matière organique diminue de 300 tonnes sous forêt de chêne vert à 25 tonnes sous garrigue de chêne Kermès (RAPP, 1970).

La production primaire nette décroît de façon beaucoup moins spectaculaire que la biomasse aérienne, mais cependant importante :

Forêt de chêne vert.....	6 à 7 t/ha/an
Forêt de pin d'Alep.....	3 à 5 t/ha/an
Forêt de pin pignon.....	11 t/ha/an (18)
Garrigue à chêne Kermès.....	1,5 à 4 t/ha/an
Phrygane de Grèce.....	4 t/ha/an
Maquis à Cistes de Corse.....	0,2 à 4 t/ha/an

soit un taux de conversion de l'énergie solaire de 0,007 à 0,42 % sur l'année. Sous le bioclimat semi-aride de l'Afrique du Nord la biomasse aérienne des forêts de pin d'Alep à chêne vert est de l'ordre de 60-120 t/ha, avec une production primaire nette de 2 500 à 4 500 kg/ha/an (LE HOUÉROU, 1969). Les garrigues et maquis les plus dégradés ne dépassent pas alors une biomasse aérienne de 3 000 à 6 000 kg avec une production primaire nette de 600-1 200 kg/ha/an. En d'autres termes les facteurs de réduction de la biomasse et de la productivité entre les termes extrêmes de la série sont du même ordre de grandeur que sous le bioclimat subhumide du Midi de la France.

(17) Sur la base suivante : 1 m<sup>3</sup> de bois rond ( $\varnothing > 7$  cm) = 600 kg de M.S.; 1 m<sup>3</sup> de bois fin ( $\varnothing < 7$  cm) = 300 kg de M.S.

(18) Peuplement immature âgé de 33 ans.

Tableau 16

Production forestière en 1975 dans les pays du bassin méditerranéen.

Pays	Pourcentage de zone méditerranéenne	Bois rond en milliers de m <sup>3</sup>	Bois de chauffage + charbon de bois en milliers de m <sup>3</sup>	Total en milliers de m <sup>3</sup> en zone méditerranéenne seulement	Superficie totale en milliers d'ha	Superficie en zone méditerranéenne en milliers d'ha	Rendement m <sup>3</sup> /ha
Algérie .....	100	1 486	1 295	2 781	2 424	id.	1,15
Libye .....	—	462	400	862	534	—	1,61
Maroc .....	—	3 154	2 725	5 879	5 190	—	1,13
Tunisie .....	—	1 818	1 725	3 543	840	—	4,22
Chypre .....	—	75	14	89	171	—	0,52
Iran .....	80	6 239	1 997	6 588	18 000	14 400	0,46
Iraq .....	90	65	15	72	1 500	1 350	0,05
Israël .....	100	108	12	120	116	id.	1,00
Jordanie .....	—	9	5	14	125	—	0,11
Liban .....	—	80	60	140	78	—	1,79
Syrie .....	—	91	50	141	457	—	0,31
Turquie .....	30	18 570	11 356	8 978	20 170	6 051	1,48
<b>Subtotal .....</b>	—	<b>32 157</b>	<b>19 654</b>	<b>29 207</b>	<b>49 605</b>	<b>27 785</b>	<b>1,05</b>
Albanie .....	20	2 330	1 608	787	1 242	248	3,17
France .....	15	28 683	3 100	4 767	14 576	2 186	2,18
Grèce .....	60	2 636	2 090	2 835	2 618	1 570	1,81
Italie .....	54	6 621	3 350	5 384	6 313	3 409	1,58
Portugal .....	50	7 587	500	4 043	3 641	1 820	2,22
Espagne .....	60	12 823	4 623	10 467	15 333	9 200	1,14
Yougoslavie .....	10	14 027	3 860	1 788	9 071	907	1,97
<b>Subtotal .....</b>	—	<b>74 707</b>	—	<b>30 071</b>	<b>52 794</b>	<b>19 340</b>	<b>1,55</b>
<b>Total</b>	—	<b>106 864</b>	<b>19 131</b>	<b>59 278</b>	<b>102 399</b>	<b>47 125</b>	<b>1,26</b>

## Erosion et sédimentation

Le climat méditerranéen est l'un des plus agressifs en matière d'érosion en raison principalement de la violence des orages d'automne survenant après plusieurs mois de sécheresse quasi absolue. Lorsque ces déluges, atteignant des intensités instantanées de 100 à 200 mm/heure, s'abattent sur un sol dénudé et en pente on aboutit rapidement à des paysages de « badlands » si fréquents dans les collines et montagnes marneuses.

On dispose de nombreuses mesures sur des bassins versants de caractéristiques diverses avec des séries de données sur des périodes relativement longues. De plus on a mesuré le cubage de sédiments accumulés derrière les barrages réservoirs. On a aussi comparé et mesuré les effets de l'érosion sur des séries de photographies aériennes prises à 10-30 ans d'intervalle. De toutes ces données on peut tirer quelques remarques générales (LE HOUÉROU, 1969, p. 57-65).

1. Les taux d'érosion sont inversement proportionnels aux taux de boisement; c'est-à-dire qu'ils sont plus élevés au Sud et à l'Est de la Méditerranée qu'au Nord et à l'Ouest. Il y a cependant des exceptions comme les Apennins du Centre et du Sud.

2. 60 à 70 % de l'érosion annuelle survient de septembre à novembre.

3. Le taux d'érosion, toutes autres conditions étant égales, est 50 fois plus élevé sur terre nue que sous un couvert forestier bien développé, tandis que le taux de ruissellement est 5 fois plus élevé dans le premier cas que dans le premier.

4. Les taux d'abrasion sur les petits bassins versants boisés en Afrique du Nord vont de 2 à 3 tonnes/ha/an, et jusqu'à 20 t/ha/an dans les petits bassins déboisés sur roche friable (collines marneuses). Ces taux atteignent 5 à 10 tonnes sur les grands bassins peu boisés. Dans certains

\* Chiffre peu réaliste mais « officiel ».

cas de grands bassins déboisés avec de larges affleurements de marnes et de calcaires marneux on atteint les effrayants maximum de 30 t/ha/an et même 53 t/ha/an respectivement sur les bassins versants des oueds Fodda et Agrioun en Algérie. Les taux d'abrasion mentionnés plus haut correspondent à des tranches érodées de 0,2 à 4 mm par an sur les bassins verdants;

5. Les débits solides des cours d'eau sont habituellement de l'ordre de 50 kg/m<sup>3</sup> mais ils peuvent au cours des crues d'automne atteindre 3 à 4 fois ce chiffre.

Il est difficile d'évaluer l'importance des pertes de sols dans l'ensemble du bassin méditerranéen. Un spécialiste a estimé que l'Algérie seule perdait du fait de l'érosion environ 40 000 hectares de sol cultivable tous les ans (GRECO, 1966) soit 0,06 % de la superficie agricole de ce pays. Il est certain que ce taux est beaucoup plus faible dans certains pays en particulier dans les pays européens; mais il y est parfois aussi plus élevé localement, notamment dans les montagnes dénudées à substrat marno-calcaire ou marneux sous haute pluviosité. C'est le cas d'une grande partie du Rif Marocain, de la Kabylie Algérienne, d'une partie du Taurus Turc et la moitié méridionale des Apennins italiens.

Comme dans le cas des incendies les pertes en vies humaines ne sont malheureusement pas rares (23 morts à Lorca en 1978, 2 000 à Murcia le 15 octobre 1879).

Ces ravages sont attestés par les nombreuses coulées de solifluxion visible dans les paysages de ces contrées, les surfaces concaves-convexes des versants, etc...

## Appauvrissement de la faune

Les grands mammifères, abondants au début des temps historiques, ont à peu près disparu.

## CONCLUSIONS

La végétation méditerranéenne subit les assauts de l'homme et de ses animaux depuis environ 10 000 ans, à tel point qu'elle représente maintenant seulement 1/3 des superficies de la zone, sur des terres incultivables ou marginales. La plus grande partie de ces terres boisées est formée de maquis et garrigues plus ou moins dégradés par la déforestation, les incendies, le surpâturage, les défrichements, le charbonnage, la distillation et le tourisme.

Ces dégradations ont varié en intensité au cours de la préhistoire et de l'histoire; elles ont atteint leur apogée au cours des périodes de paix et de prospérité économique qui voyaient une rapide croissance du peuplement humain. Ces paroxysmes ont été entrecoupés de rémissions au cours des périodes troublées, des guerres, des épidémies et famines durant lesquelles la population humaine tendait à décliner ou du moins, à se stabiliser.

Les périodes les plus agressives à cet égard ont été l'époque de la domination romaine et byzantine du II<sup>e</sup> siècle B.C. jusqu'au VII<sup>e</sup> siècle A.D., puis la période actuelle, en particulier depuis la seconde guerre mondiale. Pour les 12 pays en voie de développement du bassin méditerranéen la population était de :

94 millions en 1950,  
105 millions en 1956,  
140 millions en 1968,  
125 millions en 1975,  
220 millions en 1980.

L'accroissement actuel dépasse 8 millions de personnes par an. Dans ces pays les superficies boisées ont diminué d'au moins 1 % par an de 1965 à 1976 tandis que les terres cultivées s'accroissaient de 0,7 % par an.

Dans les pays développés la situation est différente : l'accroissement de la population est faible ou nul; les superficies boisées ont augmenté de 13 % au cours de la dernière décennie tandis que les cultures régressaient de près de 9 %. Néanmoins, dans ces pays l'accroissement exponentiel du tourisme (7 % par an) avec une fréquentation actuelle de près de 100 millions de personnes par an crée de nouveaux problèmes avec des répercussions importantes sur la végétation et l'environnement :

- désertion des campagnes, abandon de l'élevage extensif d'où l'augmentation de combustibilité des forêts et maquis par l'absence de pâturage donc risques accrus d'incendie;
- augmentation parallèle des incendies forestiers dont beaucoup sont dûs à des touristes (inconscients et pyromanes) et du coût très élevé de prévention et de lutte contre ces incendies;
- grave danger de destruction totale de la végétation naturelle dans une étroite frange littorale;
- danger modéré de régression de la végétation en zone sub-littorale par l'extension des résidences secondaires et des périmètres urbains et suburbains;
- pollution, très grave de la Méditerranée et des écosystèmes aquatiques et marins.

Ces dangers sont évitables par une planification rigoureuse du développement intégrant tous les facteurs y compris la protection de l'environnement. Il en existe quelques exemples. Le problème n'est pas différent dans les pays du tiers monde en ce sens que le développement agricole



devrait davantage s'orienter vers l'intensification de la production (accroissement des rendements) plutôt que vers l'extension des superficies cultivées, comme cela a été presque toujours le cas jusqu'ici.

Les dizaines de milliers d'hectares artificiellement reboisés chaque année à des coûts très élevés de 1 000 à 2 000 \$ U.S. par hectare ne présentent aucune commune mesure avec l'ampleur des destructions; il serait moins onéreux et plus profitable de sauver ce qui peut encore l'être.

H.-N. L. H.

(fin).



Photo J. B.

## RÉFÉRENCES

- ARÈNES J., 1928. — *Les Associations Végétales de Basse-Provence*. Chassel édit., Méricourt, Vosges, 248 pp.
- ARONICA I. and BERTINI C., 1971. — Statistica degli incendi boschivi e criteri generali di prevenzione e propaganda. In : Aronica e Bertini eds : *L'incremento del Patrimonio Forestale e la sua Difesa dal Fuoco*, Serviz. Forestale, Bergamo, Italy, pp. 121-137.
- ASTIER A., 1972. — Les équipements et la mise en defens de la forêt dans le périmètre d'aménagement Calanques - Ste-Baume. *Bull. Techn. d'Inform., Min. Agric.*, Paris, 268 : 431-440.
- AUSSENAC G., 1969. — Production de litière dans divers peuplements forestiers de l'Est de la France. *Oecol. Plant.*, vol. 4, n° 3, 225-236.
- BARRY J.-P., 1952 a. — Essai de cartographie parcellaire de la commune de Boissières (Gard). Introduction à l'étude de la Vaufrage. *Atlas de cartographie parcellaire*. Lab. Ecol. et Prot. Nat. Museum Nat. Hist. Nat., Paris, 43 pp.
- BARRY J.-P., 1952 b. — Contribution à la Géographie Agraire du Languedoc méditerranéen. *La Cartographie Agraire de la commune de Boissières (Vaufrage)*. Mimeo, Lab. Ecol. et Prot. Nat. Museum Nat. Hist. Nat., Paris, 66 pp.
- BARRY J.-P., 1956. — *La Cartographie Parcellaire dans ses Rapports avec l'Aménagement du Territoire*. Congr. U.I.C.N., Edinburgh, 6 pp.
- BARRY J.-P., 1960. — Contribution à l'étude de la végétation de la région de Nîmes. *L'Année Biologique*, Sér. 3, 36 : 309-550.
- BENTLEY J.R., 1967. — Conversion of chaparral areas to grassland : techniques used in California. 35 p. Agric. Handbook no 328, Forest Service, US Dept. of Agric. Washington.
- BISWELL H.H., 1963. — Research in Wildland fire ecology in California. *Proceeds*, 2nd annual Tall Timbers Fire Ecol. Confer., 63-99. Tall Timbers Res. Stat. Tallahassee, Fla.
- BISWELL H.H., 1963. — Effects of fire on chaparral in : T.T. Kozlowski and CE Ahlgren eds, *Fire and Ecosystems*, pp. 321-364, Acad. Press., N.Y.
- BOBEK H., 1951. — Die natürlichen Wälder und Gehölzfluren Irans. *Bonner Geogr. Abhand.*, 8, 1-62.
- BOBEK H., 1952. — Beiträge zur klimatologischen Gliederung Irans. *Erdkunde*, 6 : 65-84.
- BOUDY P., 1948. — *Economie Forestière Nord-Africaine*. 4 vols, Larose édit., Paris, 2 422 pp.
- BRAUN-BLANQUET J., 1936. — La chaîne d'Yeux méditerranéenne. *Comm. n° 45, SIGMA Mém. Soc. Sc. Nat. Nîmes*, 5.
- BRAUN-BLANQUET J., ROUSSINE M. and NÈGRE R., 1952. — *Prodrome des groupements végétaux de la France méditerranéenne*. C.N.R.S., Paris, 297 pp.
- CABANETTES A. and RAPP M., 1978. — Biomasse, minéralomasse et productivité d'un écosystème à Pins pignons du littoral méditerranéen. *Oecol. Plant.*, 13 : 270-286.
- CAMPS C., 1960. — Massinissa ou les débuts de l'histoire. *Libyca*, 8 : 1-320.
- CASAMAJOR P., 1971. — *Forest Fire Problems in Greece*. FAO, Rome, 47 pp.
- CHAUTRAND L., 1972. — Les incendies de forêt en Provence - Côte d'Azur. *Bull. Techn. Inform., Min. Agric.*, Paris, 268 : 405-414.
- DEBAZAC E.F., 1959. — La végétation forestière de la Kroumirie. *Ann. Ec. Nat. Eaux et Forêts*, 14 (2) : 1-131.
- DESPOIS J., 1961. — Développement de l'utilisation des terres de l'Afrique septentrionale (avec référence à l'Espagne) in : Dudley Stamp, edit : *Histoire de l'utilisation des terres des régions arides*, 245-262, Rech. sur la zone Aride, XVII, UNESCO, Paris.
- DI CASTRI F. and MOONEY H. A. (editors), 1973. — *Mediterranean type ecosystems. Origin and structure (Ecological studies : Analysis and Synthesis, vol. 7)*. Springer Heidelberg, 405 pp.
- DUGRAND R., 1964. — *La Garrigue Montpellieraine*. Presses Univ. de France, Paris, 292 pp.
- DURAND E. and FLAHAUT C., 1886. — Les limites de la végétation méditerranéenne en France. *Bull. Soc. Bot. France*, 33 : 24-33.
- EMBERGER L., 1930. — La végétation de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. *Rev. Gén. Bot.*, 43 : 641-662 and 705-729.
- EMBERGER L., 1939. — Aperçu général sur la végétation du Maroc. *Mém. H.S. Soc. Sc. Nat. Maroc*, 40-157, carte Coul. H.T. 1/1 500 000, XI pl., 5 fig. veroff. Geobot. Inst. Ribel, 14 Heft, Zurich.
- EMBERGER L., GAUSSEN H., KASSAS M. and DE PHILLIPIS, 1963. — *Carte Bioclimatique de la Région Méditerranéenne*. FAO/UNESCO, Rome, Paris, 2 sheets 15/ 000 000.
- ETIENNE M., 1976. — Etude sur les conditions d'amélioration des parcours dans la vallée du Golo (Corse). 9 p. mimeo, 8 phot. 2<sup>e</sup> réunion, Groupe d'Etude de Herbages méditerranéens 20-30 avril 1976.
- ETIENNE M., 1977. — *Bases Phytoécologiques du Développement des Ressources Pastorales en Corse*. Thèse Fac. Sci., Montpellier, 210 p.
- ETIENNE M., 1978. — Amélioration des conditions de parcours et des pâturages naturels pour la production de protéines animales en zone montagnaise. *XVII Congr. Forest Mond.*, Jakarta, 15 pp.
- FAO, 1978. — *Production yearbook : 1977*, vol. 31, 825 p. FAO, Rome.
- FLAHAUT C., 1937. — *La Distribution Géographique des Végétaux dans la Région Méditerranéenne Française*. Lechevallier, Paris, 178 pp.
- FRENCH M. H., 1970. — *Observations sur la Chèvre*. FAO, Rome, 240 pp.

- GACHET J. P. et JARITZ G., 1972. - Situation et perspectives de la production fourragère en culture sèche en Tunisie septentrionale. *Fourrages* 49, 3-15.
- GASTO J. y CONTERAS D., 1972. - Analisis del potencial pratenso de fanerofitas y camefitas en regiones mediterraneas de pluviometria limitada. *Bolet. Techn.* N° 35, 31-61, Universidad De Chile, Fac. de Agronomia Estac. Exper. Agron. Santiago.
- GAUSSEN H., 1950. - *Le Dynamisme de Biocénoses Végétales*. Coll. Intern. C.N.R.S. sur l'Ecologie, Paris, pp. 9-22.
- GAUSSEN H., 1954. - Géographie des plantes, 2<sup>e</sup> édit., 224 p. A. Colin, Paris.
- GOUNOT M., 1959. - Contribution à l'étude des groupements végétaux messicoles et ruderaux de la Tunisie. *Ann. Serv. Bot. et Agron. Tunisie*, 31, 1-282; 1 carte, 17 tabl.
- GOUNOT M., FLORET C., ROSSETTI C. et SCHWAAR D., 1968. - Conception générale des travaux de Cartographie phytécologique réalisée par le CNRS en Tunisie septentrionale. *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Tunisie*, 41, 1, 1-142. Tunis.
- GRECO J., 1966. - *L'érosion, la Défense et la Restauration des Sols en Algérie*. Min. Agric. Ref. Agr., Alger, 393 pp.
- HENRY P. M., 1977. - The Mediterranean : a threatened microcosm. *Ambio* 16 : 300-307.
- IBN EL AWAM, 1977. - 1158. Le livre de l'Agriculture (Kitab el Felah) 2<sup>e</sup> édit., 3 vol., Bouslama, Tunis, 657, 293 et 460 pp.
- JANSEN A. M., 1970. - Etude de l'Aménagement de la Forêt de Bab Ahzar (Maroc) 30 p. mimeo. Serv. Forêts Min. Agric. Rabat.
- JARITZ G. et WADSACK J., 1971. - Mise au point d'un système de production fourragère dans la région des mogods. 15 p. mimeo. Séminaire sur l'élevage et la Production de la viande.
- KUHNHOLTZ-LORDAT G., 1938. - *La Terre Incendiée. Essai d'Agronomie Comparé*. Maison Carrée, Nîmes, 361 pp.
- KUHNHOLTZ-LORDAT G., 1945. - la *Silva*, le *Salus* et l'*Ager* de garrigue. *Ann. Ecole Nat. Agric. de Montpellier*, 26 (4) : 1-84.
- KUHNHOLTZ-LORDAT G., 1949a. - La cartographie parcellaire de la végétation (ses principes et ses applications agronomiques). *Atlas de Cartographie Parcelaire*. Labor. Ecol. et Prot. Nature Mus. Nat. Hist. Nat., Paris.
- KUHNHOLTZ-LORDAT G., 1949b. - L'*Ager*, le *Salus* et la *Silva*... et le cadastre. *Bull. Techn. Inform.*, 37 : 55-58.
- KUHNHOLTZ-LORDAT G., 1952. - *Le Tapis Végétal dans ses Rapports avec les Phénomènes Actuels de Surface en Basse Provence*. Le Chevalier, Paris, 208 pp.
- KUHNHOLTZ-LORDAT G., 1958. - *L'écran Vert*. Edit. du Museum, Paris, 276 pp.
- LE HOUÉROU H. N., 1959. - Recherches écologiques et floristiques sur la végétation de la Tunisie méridionale. 510 p., 54 Tabl., 4 cartes, Mém. H.S. Inst. Rech. Sah. de l'Univ. Alger.
- LE HOUÉROU H. N., 1964. - *Les pâturages du Bassin Méditerranéen et leur Amélioration*. Goat Raising Seminar, FAO, Rome, 26 pp.
- LE HOUÉROU H. N., 1965. - Les cultures fourragères en Tunisie. 81 p. Doc. Techn. n° 13, Inst. Nat. Rech. Agron. de Tunisie, Tunis.
- LE HOUÉROU H. N., 1968. - La désertisation du Sahara septentrional et des stepes limitrophes (Algérie, Tunisie, Libye). *Ann. Algér. de Géogr.*, 3, 6, 2-27.
- LE HOUÉROU H. N., 1969 a. - La végétation de la Tunisie steppique (avec références aux végétations analogues d'Algérie, de Libye et du Maroc). *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Tun.*, 42 (5) : 1-624.
- LE HOUÉROU H. N., 1969 b. - Principes, méthodes et techniques d'amélioration pastorale et fourragère. Tunisie. Pâturage et Cultures fourragères, étude n° 2. FAO, Rome 291 p., 63 phot., 33 tabl., 9 graph.
- LE HOUÉROU H. N., 1971. - *Rapport de Mission au Maroc*. 10 p. AGPC, Misc., FAO, Rome.
- LE HOUÉROU H. N., 1972. - An assessment of the primary and secondary production of the arid grazing lands ecosystems of North Africa. *Proceeds sympos. on Ecophysiological foundations of ecosystem productivity in Arid zone*, pp. 168-172, Nauka, Leningrad.
- LE HOUÉROU H. N., 1973 a. - Fire and vegetation in the Mediterranean Basin. *Tall Timbers Fire Ecology Conf.*, 13 : 237-277.
- LE HOUÉROU H. N., 1973 b. - Ecologie, démographie et production agricole dans les pays méditerranéens du Tiers Monde. *Option Médit.*, 17 : 53-61.
- LE HOUÉROU H. N., 1974. - *Principles, Methods and Techniques for Range Management and Fodder Production*. FAO, Rome, 214 pp.
- LE HOUÉROU H. N., 1975. - Les pâturages naturels de l'Afrique du nord : Typologie, production, productivité et développement C.R. Coll. *Inventaire et Cartogr. des Pâturages en Afrique Tropicale*. Centre Internat. pour l'Élevage en Afrique, Addis Abeba, pp. 41-55.
- LE HOUÉROU H. N., 1977. - Plant sociology and ecology applied to grazing lands research, survey and management in the Mediterranean basin. In : (W. Krause, ed.), *(Handbook of Vegt. Science, XIII)*, Junk, The Hague, pp. 213-274.
- LE HOUÉROU H. N., 1978. - Resources and potential of the native flora for fodder and sown pasture production in the arid and semi-arid zones of North Africa. In : (J. Goodin ed.), *Proceedings of the Arid Land Conference on Plant Research*, Texas Tech. univ., Lubbock, 24 pp.
- LE HOUÉROU H. N., 1978. - The role of shrubs and trees in the management of natural grazing lands (with particular reference to protein production). *Position paper, Item n° 10, 8th World Forestry Congress*, Jakarta, 34 pp.
- LE HOUÉROU H. N., et FRANCIET A., 1971. - Les Atriplex en Tunisie et en Afrique du Nord. FO : SF/TUN 11, Rapp. Techn. n° 7, FAO, Rome, 249 pp.
- LE HOUÉROU H. N., CLAUDIN J., HAYWOOD M. et DONNADIEU J., 1975. - *Etude Phytécologique du Hodna*. AGS, FAO, Rome, 154 pp., 2 cartes coul. 1/200 000.
- LE HOUÉROU H. N. and HOSTE C., 1977. - Rangeland production and annual rainfall relations in the Mediterranean Basin and in the African Sahelo-Sudanian zone. *Journal of Range Mgt.*, 30 : 181-189.
- LIACCOS L. G., 1973. - Present studies and history of burning in Greece. *Proceeds, Tall Timber Fire Ecol. Conf.*, 13, 65-96, Tallahassee, Fda.
- LIACCOS L. and MOULOPOULOS C., 1967. - *Contribution to the Identification of some Range Types of Quercus coccifera*. Univ. of Thessaloniki, 54 pp.
- LIGNON R., 1976. - Nourrir les méditerranéens. *Revue 2000*, 37, Numéro special : Méditerranée + 20, pp. 15-20.
- LONG G., 1974-1975. - *Diagnostic Phytécologique et Aménagement du Territoire*. 2 vol., Masson, Paris. 474 p.
- LONG G., 1979. - Les bases écologiques du développement de l'espace rural méditerranéen. *Le Courrier du CNRS*, 31 : 17-26.
- LONG G., FAY F. et THIAULT M., 1964. - Possibilités d'utilisation de la garrigue par le mouton. *Journées CETA, étude n° 982*, 6 p., CEPE, Montpellier.
- LONG G., FAY F., THIAULT M. and TRABAUD L., 1967. - *Essais de Détermination Expérimentale de la Productivité d'une garrigue à Quercus coccifera*. CEPE-CNRS, Montpellier, Doc. no. 39, 28 pp.
- LOSSAINT P., 1967. - Etude intégrée des facteurs écologiques de la productivité au niveau de la pédosphère en région méditerranéenne dans le cadre du PBI. Programme et description des stations. *oecol. Plant.*, 2, 4, 341-366.
- LOSSAINT P. and RAPP M., 1969 a. - Respiration de la matière organique, productivité et cycles des éléments minéraux dans les écosystème de climat méditerranéen. (P. Duvigneaud éd.), *Productivité des Ecosystèmes Forestiers, Actes Coll. Bruxelles (Ecologie et Conservation, 4)*, UNESCO, Paris, pp. 597-617.
- LOSSAINT P. and RAPP M., 1969 b. - Le cycle du carbone dans les forêts de *Pinus halepensis*. (P. Duvigneaud éd.), *Productivité des Ecosystèmes forestiers, Actes Coll. Bruxelles (Ecologie et Conservation, 4)*, UNESCO, Paris pp. 213-216.
- LOVE R. M., 1967. - The problem of improvement of the rangelands in Greece, 75 p. mimeo Consult. Rep. FAO, Rome.
- LOVE R. M. and JONES B. J., 1952. - Improving California Brush ranges. 38 p., circular n° 37, Calif. Agric. Exp. Stn, Coll. of Agric. Univ. of Calif.
- LUNDHOLM B., 1976. - Domestic animals in arid ecosystems. IN : A. Rapp, H. N. Le Houérou and B. Lundholm (Editors) *Can Desert Encroachment be stopped?* (Ecol. Bull., 24), Stockholm pp. 29-42.
- MAIGNAN F., 1971. - Essais de culture fourragère à Si Lakhdar (Algérie) 121 p., ACP : SF/ALG 16, Rapp Techn. n° 1, FAO, Rome.

- MAIGNAN F., 1978. — Productivity of *Lolium Rigidum* in a forest of oak trees (*Quercus suber*) Proceeds 1st Intern. Rangeland Congr. 239-241.
- MARGARIS N. S., 1979. — *Can we Harvest Mediterranean Type Ecosystems to Obtain Energy and Organics?* Mimeo. Lab. Ecol. Fac. Physics, Univ. Thessaloniki, 8 pp.
- MOGHADDAM M. R., 1968. — *Recherche sur l'Ecologie des Plantes Pastorales de l'Iran*. Thèse, Dr. Ing., Fac. Sci., Montpellier, 370 pp.
- MOLINIER René, 1935. — Etudes phytosociologiques en Provence occidentale. *Ann. Mus. Hist. Nat. Marseille*, 27 (1) : 1-273.
- MOLINIER René, 1937. — Carte des associations végétales des Massifs de Carpiane, Puget et Marseille Veyre. *Le Chêne*, 44 : 1-46.
- MOLINIER René, 1938. — La végétation du Massif du Luberon (Vaucluse). *Le Chêne*, 45 : 78-104.
- MOLINIER René, 1939. — Les associations végétales du Massif de la Sainte Baume. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 73 : 27-68.
- MOLINIER René, 1942. — Note sur la flore et la végétation du massif d'Allauch (Marseille). *Le Chêne*, 47.
- MOLINIER René, 1951. — *Carte des groupements végétaux de la France*. Aix S.-O. 1/20 000 CNRS. Serv. Carte Group. Vég.
- MOLINIER René, 1952. — Les massifs de l'Etoile et de Notre Dame des Anges de Milet (B. du R.). *Bull. Mus. Hist. Nat., Marseille*, 12 : 15-50.
- MOLINIER René, 1968. — La dynamique de la végétation provençale. *Collect. Botanic*, 7 (2) : 1-48.
- MOLINIER René et MOLINIER Roger 1971. — La forêt méditerranéenne en Basse-Provence. *Bull. Mus. Hist. Nat., Marseille*, 30 : 1-76.
- MOLINIER René et NÈGRE R., 1947. — Observations géobotaniques sur la chaîne de la Sainte Victoire (Provence Occidentale) *Natur. Montpel. Série Bot.*, III.
- MOLINIER René and TALLON G., 1949. — Les prairies de Crau. *Ann. Agron.*, 3 : 410-442.
- MOLINIER René and TALLON G., 1950. — La végétation de la Crau. *Rev. Gén. Bot.*, 56-57 : 252-363.
- MOLINIER Roger, 1972. — Protection de la forêt méditerranéenne : la prévention par l'information du public. *Bull. Techn. d'Inf.*, 268, 425-430, Minist. Agric. Paris.
- MONOD T., 1958. — Parts respectives de l'homme et des phénomènes naturels dans la dégradation du paysage et le déclin des civilisations à travers le monde méditerranéen *lato sensu* avec les déserts au semi-déserts adjacents, au cours des derniers millénaires. *C.R. 7<sup>e</sup> Réunion IUCN*, Athènes : 31-69.
- MOONEY H. A. and CONRAD C. E. eds, 1978. — Proceedings of the symposium on the environmental consequences of fire and fuel management in mediterranean ecosystems. USDA, Forest service, General Technical Report WO-3, Washington, 498 p.
- NAHAL I., 1962. — Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.). Etude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicole. *Ann. Ecole Nat. Eaux et Forêts*, 19 (4) : 473-686.
- NAVEH Z., 1966. — Mediterranean ecosystems and vegetation types in California and Israel. *Ecology*, 48 : 445-459.
- NAVEH Z., 1973. — The ecology of fire in Israel. *Proc. Tall Timbers Fire Ecology Conf.*, 13 : pp. 131-170.
- NAVEH Z., The evolutionary significance of fire in the Mediterranean region. *Vegatatio*, 29 : 199-208.
- NAVEH Z. and DAN J., 1973. — The human degradation of mediterranean landscapes in Israël. In : (F. Di Castri and H. A. Mooney (Editors), *Mediterranean studies, Analysis and Synthesis*. vol. 7). Springer Verlag, Berlin, pp. 373-390.
- OZENDA P., 1970. — Sur une extension de la notion de zone et d'étage subméditerranéens, C.R. Somm. Seance. Soc. Biogéogr., 47, 92-103.
- OZENDA P., 1975. — Les limites de la végétation méditerranéenne en montagne, en relation avec le projet de *Flora mediterranea*. Cptes Rendus Coll., CNRS n° 235. La flore du Bassin méditerranéen : essai de systématique synthétique, pp. 335-343, 1 fig., CNRS, Paris.
- PABOT H., 1957. — Rapport au Gouvernement de la Syrie sur l'écologie végétale et ses applications. *Rapport PEAT* n° 663, FAO, Rome.
- PABOT H., 1967. — Pasture development and range improvment through botanical and ecological studies. Report to the Government of Iran. *Report PEAT* n° 2311, FAO, Rome, 129 pp.
- PANNOUX P., 1953. — Préhistoire et climat dans la région des Matelles. *Cahiers Ligures de Préhistoire et d'Archéologie*, 2 : 141.
- PANNOUX P. and PANNOUX M., 1956. — La préhistoire dans la région des Matelles. *Congr. Nat. de Préhistoire*, Poitiers.
- PAPANASTASIS V., 1977. — *Conversion of Quercus coccifera* L. Brushlands to Grasslands in Greece. Forest Res. Inst., Thessaloniki, 5 pp.
- PARDE J., 1957. — La productivité des forêts de pin d'Alep en France. *Ann. Ec. Eaux et For. Nancy*, XV, 2, 369-414.
- PLANHOL X. De, 1976. — Le déboisement du Moyen-Orient. Etapes et processus. *Coll. sur la Désertification, Nouakchott*, 1972, Nouvelles Edit. Afric., Dakar-Abidjan, pp. 102-105.
- PONS A., 1953. — Le repeuplement végétal sur les anciennes cultures de la région du Grand Luberon (Vaucluse). *Rec. Trav. Lab. Bot. Géol. et Zool. Fac. Sci. Montpellier*, Série Botanique, 6 : 135-148.
- QUÉZEL P., 1956. — *Contribution à l'Etude des Forêts de Chêne à Feuilles Caduques d'Algérie*. Soc. Hist. nat. Afr. du Nord, Alger, 57 pp.
- QUÉZEL P., 1976. — Les forêts du pourtour méditerranéen. *Note Techn. MAB*, 2 : 9-34.
- QUÉZEL P., 1979. — La région méditerranéenne française et ses essences forestières. — Signification écologique dans le contexte circum-méditerranéen. *Le Tholonet, Forêt méditerranéenne*, I, 1 : 7-18.
- RAPP A., 1974. — A review of desertization in Africa : water vegetation and Man, SIES, Stockholm, 77 pp.
- RAPP M., 1969. — Production de litière et apport au sol d'élément minéraux dans deux écosystèmes méditerranéens : la forêt de *Quercus coccifera* L. *Oecol. Plant.*, 4 : 377-410.
- RAPP M., 1970. — *Contribution à l'Etude du Bilan et de la Dynamique de la Matière Organique et des Eléments Minéraux Biogènes dans les Ecosystèmes à Chêne vert et à Chêne Kermès du Midi de la France*. Thèse, Fac. Sci., Univ. Montpellier, 204 pp.
- REED C.A., 1969. — The pattern of animal domestication in the prehistoric Near East. In : P. J. Ucko and G. W. Dimbley (Editors), *The Domestication and Exploitation of Plants and Animals*, Duckworth, London, pp. 361-380.
- SARSON M. 1976. — Aménagement des parcours forestiers en Tunisie FO-SF/TUN 71-540, Rapp Techn. n° 3, FAO Rome.
- SARSON M. and SALMON P., 1978. — Le rôle des arbres et des arbustes fourragers dans l'aménagement des pâturages naturels en Afrique du Nord. *Supporting paper*, Item no 10, 8th Forestry Congress, Jakarta, 4 pp.
- SHOENENBERGER A., 1970. — *Contribution à l'Etude de la végétation forestière de l'Aures*. Forest Dept., FAO, Rome, 35 pp.
- SPECHT R.L., 1969. — A comparison of the sclerophyllous vegetation characteristic of Mediterranean type climates in France, California and Southern Australia. *Austr. J. Bot.*, 17, 277-308.
- SUSMEL L., 1973. — *Sviluppi e Problemi Attuali del Controllo degli Incendi nella Foresta Mediterranea*. Forest Dept., FAO, Rome, 92 pp.
- SAUVAGE C., 1961. — Recherches géobotaniques sur les subéraies marocaines. *Trav. inst. Scient. Cheriff., Série Bot.*, 21 : 1-461.
- TANGUI M., 1977. — Tourism and environment. *Ambio*, 6 : 336-341.
- TATON A. S., 1966. — L'amélioration des pâturages et de la production fourragère dans une vaste zone de parcours du Moyen-Atlas. 30 p. mimeo, 25 phot. projet Sebou, FAO, Rabat.
- THIAULT M., 1955. — L'évolution des pâturages en Tunisie en fonction du mode d'exploitation. *Ann. Serv. Bot. Agron. Tun.*, 11 : 181-208.
- THIAULT M., 1958. — Les perspectives ouvertes à l'élevage par les nouvelles méthodes de culture de l'herbe. 22 p. La Tunisie Agricole, Avri-Mai 1958.
- THIAULT M., 1963. — Rapport au Gouvernement Tunisien sur l'amélioration des pâturages et de la production fourragère. *PEAT* n° 1689, FAO, Rome, 62 pp.
- TOMASELLI R., 1970. — Note illustrative della carta della vegetazione naturale potenziale d'Italia (cou una carta 1/1 000 000) Collana Verde, 27, Min. Agric. For. Roma.

- TOMASELLI R., 1976. - La dégradation du maquis méditerranéen. *Note Techn. MAB*, UNESCO, 2 : 35-76.
- TOMASELLI R., 1977. - The degradation of the Mediterranean maquis. *Ambio*, 6 : 356-362.
- TRABAUD L., 1969. - *La Végétation et les feux de végétation en particulier dans la zone des garrigues*. CNRS-CEPE, Montpellier, 29 pp.
- TRABAUD L., 1970. - Quelques valeurs et observations sur la phytodynamique des surfaces incendiées dans le Bas-Languedoc. *Natur. Monspel., Ser. Bot.*, 21 : 231-242.
- TRABAUD L., 1971. - *Les combustibles végétaux dans le département de l'Hérault*. CNRS-CEPE, Montpellier, 78 pp.
- TRABAUD L., 1973. - Experimental study on the effects of prescribed burning on a *Quercus coccifera* L. Garrigue : Early results. *Proceed. Annual tall Timbers Fire Ecology Conf.*, 13 : 97-129.
- TRABAUD L., 1976. - Inflammabilité et combustibilité des principales espèces de la garrigue. *Oecol. Plant.*, 11 : 117-136.
- TRABAUD L., 1977. - Matereali combustibili fitomasse epigee di alcuni popolamenti del Mediterraneo francese Il Montanaro d'Italia-Monte e Boschi, XXVIII, 4, 45-49.
- TRABAUD L., 1978. - Comparison between the effect of prescribed fires and wild fires on the global quantitative evolution of the Kermès scruboak (*Quercus coccifera* L.) garrigues. *Proceeds of Sympos. on the environmental consequences of fire and fuel management in Medit. Ecosystems*, pp. 271-282. H.A. Mooney and C.E. Conrad eds, USDA Forest Service, Gen. Techn. Rep. WO-3, US Dept. of Agric. Washington.
- TRABAUD L., 1979. - Etude du comportement du feu dans la garrigue de chêne Kermès à partir des températures et des vitesses de propagation. *Ann. Sciences Forest.*, (36) (1) : 13-38.
- TRABAUD L. and ALLEG F., 1976. - *Etude de la Sensibilité aux Incendies des Différents Biotoques du haut Languedoc*. CNRS-CEPE, Montpellier, 48 pp.
- TRABAUD L. and ALLEG F., 1976. - *Notice de la Carte des Risques d'Incendie de la Partie Héraultaise du Parc Natuel Regional du Haut Languedoc*. CNRS-CEPE, Montpellier, 14 pp.
- VAVILOV M. I., 1951. - *The Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants*. (*Chronica botanica*, 13). Chronica Botanica, Waltham, Mass., 1-366 pp.
- WHYTE R. O., 1961. - Evolution de l'utilisation des terres en Asie du Sud-Ouest. In : D. Stamp, edit. *Histoire de l'Utilisation de Terres des Régions Arides*. (Rech. Zone Aride, XVIII), UNESCO, Paris, pp. 65-132.
- ZELLER W., 1958. - *Etude Phytocociologique du Chêne Liège en Catalogne*. Ist. Est. Pirenceicos, Cons. Sup. inv. Cient., Zaragoza, 194 pp.
- ZEUNER F.E., 1963. - *A history of domesticated animals*. Hutchinson, London, 560 pp.
- ZOHARY D., 1973. - The origin of cultivated cereals and pulses in the Near East. In J. Wahrman and K. R. Lewis, edits : *chromosomes. Today*, pp. 307-320, John Wiley and Sons, NY.
- ZOHARY D. and SPEGEL-ROY P., 1975. - Beginnings of fruit growing in the old world, *Science*, 187, 319-327.