

The influence of silvicultural treatments on tree response and on the live ground cover in an East Mediterranean oak scrub community

L'influence de traitements sylvicoles sur la réponse des arbres et de la couverture végétale au sol dans un taillis de chênes de la Méditerranée orientale⁽¹⁾.

by Abraham WEINSTEIN*

Introduction

An account is given of the live ground cover in an eastern Mediterranean oak scrub forest and its reaction to silvicultural treatments. The research was undertaken as part of a study to explore methods that could transform the oak scrub into an open woodland suitable for recreation. The study area is typical of the maquis in Israel, which covers the mountain region of the north and central parts of the country.

A number of recent studies have examined the role of man in modifying the natural vegetation in the Mediterranean region. In France, for example, experiments were carried out in *Quercus coccifera* garrigue in order to clarify the role of human action. The experiments were based on the repeated action of fire and rational grazing after mechanical scrub-clearing. The stability of the original flora is noteworthy, even though species frequency was modified. A few species that are rare in the *Quercus coccifera* garrigue invade the area from the surrounding vegetation. The fire and cutting treatments in the experiment have led to a formation in which the grasses predominate and the majority of woody plants of the Cocciferetum community persists (Poissonet, et al., 1978).

In Israel some parts of the garrigue and maquis are potential recreation areas, but there is very little information available on the silvicultural management of mediterranean oak scrub forest for this purpose. As the ground cover is an important aspect of the recreational value of a scrub forest, this subject was given special emphasis in the present study.

* Abraham WEINSTEIN
Division of Natural Resources
Forestry section
Agricultural Research Organization
The Volcani centre
P.O. box 6
Bet Dagan 50250
Israel

Introduction

Cet article se propose d'apporter des informations sur le tapis végétal d'un taillis fermé de chênes et sur ses réactions à certains traitements sylvicoles. Ces recherches sont intégrées dans une étude visant à transformer des taillis fermés de chênes en paysage plus ouvert utilisable pour les loisirs.

La zone d'étude peut être considérée comme typique du maquis en Israël, maquis qui couvre la région montagneuse au nord et au centre du pays.

Le rôle de l'homme dans la modification de la végétation naturelle a fait l'objet de nombreuses études récentes. C'est ainsi qu'en France, des études ont été menées dans une garrigue de chêne kermès (*Quercus coccifera* L.) afin de préciser le rôle de cette action humaine. Les expérimentations consistaient en l'action répétée du feu, d'une part, et en pâturage raisonnable après éclaircies par des moyens mécaniques, d'autre part. La stabilité de la flore par rapport à celle présente avant les expérimentations est remarquable, même si la fréquence des espèces a été modifiée. Mais quelques espèces, avec une abondance très faible dans la formation de garrigue initiale, envahissent la zone expérimentale à partir des zones environnantes.

Dans ces expérimentations, les traitements par le feu et la coupe ont conduit à une formation végétale où les herbacées dominent mais où persiste la majorité des plantes ligneuses de la communauté initiale, le Cocciferetum (Poissonet et al., 1978). En Israël certaines parties des garrigues et des maquis sont des zones de récréation potentielles, mais l'on dispose de fort peu d'information disponible quant aux aménagements sylvicoles nécessaires dans ce but. Dans la mesure où la couverture végétale juste au-dessus du sol, en-dessous de la strate arborée, constitue un aspect important dans l'estimation de la qualité d'une formation boisée pour la récréation, c'est cet aspect qui sera étudié dans cette étude.

(1) Traduction de François ROMANE.

Experimental site

The investigation was conducted on part of the Qeren haCarmel forest ($35^{\circ} 05' E$ $32^{\circ} 41' N$) located on a spur of the coastal Mt. Carmel range, at an altitude of 480 m above sea level. The climate is xerothermomediterranean (UNESCO, 1963). The dry season (no rainfall) is during the hot summer, with 150 to 200 drought days (defined as the number of days which are dry from the biological point of view). Mean daily maximum temperature in the warmest month and mean daily minimum temperature in the coldest month are 28° and $8.7^{\circ} C$, respectively, and mean annual rainfall is 700 mm (Weinstein and Schiller, 1982).

The Qeren haCarmel forest in Israel is part of the Eu-Mediterranean zonal vegetation, which comprises maquis, forest and dwarf-shrub communities (Zohary, 1973). In this forest the vegetation is represented by the *Quercus calliprinos* — *Pistacia palaestina* association (Eig, 1946; Zohary, 1960 and 1962), which occupies the more mesic conditions (Boyko, 1947). In the Qeren haCarmel forest, apart from the dominant *Quercus calliprinos* Webb and *Pistacia palaestina* Boiss. the stand includes other Mediterranean trees and shrubs such as *Phillyrea latifolia* L., *Laurus nobilis* L., *Arbutus andrachne* L., *Crataegus aronia* (L.) Bosc. ex DC. and *Spartium junceum* L. The average height of the scrub does not exceed 5 m and the crown covers sometimes reaches 100%.

The east Mediterranean scrub is more xeric than the Mediterranean vegetation in the north western part of the Mediterranean basin. Similar vegetation formations occur along the Mediterranean coast line of France, whereas the mesomediterranean attenuated climate has a short dry season, with 40 to 75 drought days (UNESCO, 1963). Total annual rainfall and monthly temperatures are similar (World Atlas of Agriculture, 1969).

The mediterranean oak scrub in France (*Quercion ilicis*) is characterized, inter alia, by *Quercus ilex* L. and the most widespread oak association in mediterranean France is *Quercetum galloprovinciale* (Braun-Blanquet *et al.*, 1952).

Apart of *Quercus ilex* L. the stand includes other West Mediterranean trees and shrubs such as *Quercus suber* L., *Quercus coccifera* L., *Arbutus unedo* L., *Jasminum fruticans* L., *Rosa sempervirens* L., *Pistacia terebinthus* L. Despite the differences there is a great similarity between the associations in the western and eastern Mediterranean subregions and there are many vicarious species (i.e. substituted species) like *Quercus coccifera*-*Quercus calliprinos*, *Pistacia terebinthus*-*Pistacia palaestina*, *Arbutus unedo*-*Arbutus andrachne*.

Photo 1. *Quercus calliprinos*. *Pistacia palaestina* association
Mount Carmel, Israel.

Photo A. WEINSTEIN



Large areas of uniform vegetation are rare both in Mediterranean France and in Israel. Instead there is an everchanging mosaic, with clear differences in age, species composition, dominance and cover. This is what one would expect as a result of various disturbances like fire, felling and grazing.

Material and methods

The study was carried out in 1976-1983 on an experimental area of 2 ha, which was divided into three plots with different treatments :

- a. — Full treatment : Thinning of the scrub to one stem per rootstock, followed by pruning of the remaining stems up to 1/3 of their height and removal of the undergrowth.
- b. — Partial treatment : Thinning and pruning like in the previous plot, but without removal of the undergrowth.
- c. — Untreated control.

The following practices and measurements were conducted regularly :

- a. — Cutting the coppices on the full treatment plot every year.
- b. — Enumeration and measurement of the oak coppices.
- c. — The enumeration of the seedlings and their definition according to the kind of branching.
- d. — Height and diameter of 200 oaks that were under observation during the years of 1976-1983.
- e. — A record of ground cover was made periodically using the Zurich-Montpellier phytosociological method (Braun-Blanquet, 1932). Observations were carried out at the end of March and beginning of April in the years 1977-1980, on 30 permanent plots, each 4 x 3 m in size. There were three relevés (one for each treatment). Each relevé was based on ten plots.

Results and discussion

Significant floristic changes occur in the ground cover vegetation as a result of pruning and thinning of the maquis woody species. The growth of oak is significantly affected by thinning and pruning in the first year after treatment only. However, this treatment is a decisive factor in the conversion of the multistem oaks into single trunk trees and the oak scrub into open woodland. Canopy closure occurred and reached 70-80% after 5-7 years, at which stage the formation of both additional coppice shoots and undergrowth of mainly *Calycotome villosa* was suppressed (Weinstein, 1983). A number of evergreen Palestinian oak seedlings became established but were sparse and irregularly spaced (Weinstein, 1984).

New coppice shoots formed after the initial treatment can be removed either by manual labour, which is generally expensive, or where possible by controlled goat grazing, which prevents re-establishment of the undergrowth.

Livestock grazing in oak scrub management must be considered as a silvicultural method, which benefits for tree growth. As such, its main goal is to control the understory vegetation and the accumulation of dead plant material.

The most common species of the ground cover and their frequency, as

Le site expérimental

Les recherches ont été effectuées dans une partie de la forêt Queren haCarmel ($35^{\circ}05' E$ $32^{\circ}41' N$) située sur les contreforts de la chaîne du M' Carmel à une altitude de 480 m. Le climat y est xérothermoméditerranéen si l'on suit la classification de l'UNESCO (1963). La saison sèche, c'est-à-dire sans pluie, a lieu durant l'été qui est chaud et l'on compte de 150 à 200 jours de sécheresse, c'est-à-dire de jours « biologiquement secs ». La température maximale moyenne journalière du mois le plus chaud (M) est de $28^{\circ}C$ et celle minimale moyenne journalière du mois de plus froid (m) de $8,7^{\circ}C$; quant aux précipitations moyennes annuelles elles sont de 700 mm (Weinstein et Schiller, 1982) en Israël. Cette forêt du Queren haCarmel fait partie de la zone de végétation eu-méditerranéenne qui comprend, d'après Zohary (1973), des maquis, des forêts et des garrigues (« dwarf-shrub »). Dans cette forêt la végétation est constituée par l'association à *Quercus calliprinos* Webb. et *Pistacia palaestina* Boiss. (Eig, 1946; Zohary, 1960 et 1962) qui occupe les conditions de milieu moyennes (Bokyo, 1947). En plus des deux espèces dominantes de cette association on trouve d'autres arbres et arbustes méditerranéens tels que *Phillyrea latifolia* L., *Laurus nobilis* L., *Arbutus andrachne* L., *Crataegus aronia* (L.) Bosc. ex DC. et *Spartium junceum* L. La taille moyenne de cette formation n'excède pas 5 m et la couverture des couronnes peut parfois atteindre 100%. Ces formations végétales basses, (« scrub ») à l'est du bassin méditerranéen sont dans des conditions plus sèches que celles situées dans la partie nord-ouest. On retrouve des végétations similaires le long du littoral en France puisque le climat méditerranéen atténué a une saison sèche courte avec seulement de 40 à 75 jours « secs » (UNESCO, 1963). Quant aux précipitations annuelles et aux températures mensuelles elles sont du même ordre (World Atlas of Agriculture, 1969). Les taillis de chênes méditerranéen en France (*Quercus illicis*) sont caractérisés, entre autres, par le chêne vert (*Quercus ilex* L.) et l'association végétale la plus répandue dans la région méditerranéenne française est le *Quercetum galloprovinciale* (Braun-Blanquet et al., 1952).

En plus du chêne vert ont trouvé également d'autres arbres et arbustes du bassin méditerranéen occidental comme le chêne liège (*Quercus suber* L.), le chêne kermès (*Quercus coccifera* L.), l'arbousier (*Arbutus unedo* L.), le jasmin (*Jasminum fruticans* L.), l'églantine (*Rosa sempervirens* L.), le pistachier térébinthe (*Pistacia terebinthus* L.). Malgré quelques différences il y a une assez forte similitude entre les associations qui se trouvent à l'est et à l'ouest du bassin méditerranéen et de nombreuses espèces peuvent être considérées vicariantes (c'est-à-dire espèce substituée à une autre). C'est par exemple le cas du *Quercus coccifera* et du *Q. calliprinos* du *Pista-*



Photo 2. The plot of the full treatment, 7 years after thinning, pruning and removal of the shrubs.

La parcelle traitée, sept ans après l'éclaircissement, l'élagage et le nettoyage des broussailles.

Photo A.W.



Photo 3. The non treated control plot.
La parcelle témoin non traitée.

Photo A.W.

cia terebinthus et du *P. palaestina* ou encore de l'*Arbutus unedo* et de l'*A. andrachne*. Du point de vue de l'agencement de ces formations, les grandes plages de formations végétales uniformes sont rares tant en France qu'en Israël. La situation la plus commune consiste au contraire en une mosaïque en perpétuel changement du point de vue de l'âge, de la composition floristique, de la dominance et du couvert. C'est ce que l'ont peu attendre de l'action de perturbations aussi variées que le feu, la coupe ou le pâturage.

Matériels et méthodes

L'étude a été réalisée de 1976 à 1983 sur un site expérimental de 2 ha qui avait été divisé en 3 parties correspondant chacune à un traitement :

a. — Traitement complet : éclaircie du taillis de façon à aboutir à un seul rejet de souche, suivi par

un élagage des rejets restants jusqu'à 1/3 de leur hauteur. Dans ce traitement on élimine la strate inférieure de la végétation (« débroussaillage »).

- b. — Traitement partiel : Eclaircie et élagage comme dans le traitement complet mais sans élimination de la strate inférieure.
c. — Partie non traitée servant de témoin.

Les opérations suivantes ont été réalisées régulièrement :

- a. — Coupe des jeunes rejets dans le traitement complet.
b. — Comptage des germinations et classement d'après le type de ramifications.
c. — Mesure de la hauteur et du diamètre de 200 chênes qui ont été observés durant les années 1976 à 1983.
d. — Mesure régulière du couvert végétal près du sol en utilisant la méthode phytosociologique

Table I. — The most common species of the ground cover and their frequency in the experimental plots.

Liste des espèces les plus fréquemment rencontrées dans la strate de végétation près du sol et leur fréquence dans les sites expérimentaux.

Species Espèces	Typical habitat Forma- tions végétales habituelles	Full Treatment complet		% frequency Partial treatment % Fréquence faible Traitement		Control (no treatment Témoin (sans Traitement)	
		1977	1980	1977	1980	1977	1980
1. Ainsworthia trachycarpa Boiss.	Batha	50	60	50	—	50	20
2. Allium subhirsutum L.	Rocks	10	20	—	80	50	40
3. Arisarum vulgare Targ. Tozz.	Ruderal Segetal	80	90	50	70	50	70
4. Asparagus aphyllus L.	Forest	80	70	10	40	80	40
5. Carduus argenteus L.	Batha	20	60	70	40	10	10
6. Clematis cirrhosa L.	Forest	—	30	60	—	50	40
7. Clematis flammula L.	Forest	100	90	20	60	100	90
8. Cyclamen persicum Mill.	Batha	90	100	90	90	80	90
9. Dactylis glomerata L.	Batha	50	90	20	40	—	40
10. Eryngium creticum Lam.	Ruderal Segetal	30	60	20	90	—	30
11. Geranium purpureum Vill.	Ruderal Segetal	60	100	40	80	60	30
12. Rubia tenuifolia D'Urv.	Forest	70	90	90	100	80	100
13. Ruscus aculeatus L.	Forest	60	40	60	30	30	70
14. Smilax aspera L.	Forest	50	80	60	80	50	80
15. Stachys arabica Hornem.	Ruderal Segetal	50	80	60	80	50	80
16. Tamus communis L.	Forest	100	100	90	100	60	100
17. Vicia palaestina Boiss.	Batha	30	70	50	100	—	10

recorded in the trial plots in the first (1977) and last (1980) years, is given in Table I. The entire data of ninety five species are available and they are fairly representative of the local maquis. From the second year after the silvicultural treatment, the number of species during the subsequent 4 years of observations (1977 to 1980) was : 54, 88, 83 and 83, respectively. Table II lists the ecological groups, distinguished on the basis of water relations, their usual habitats, biological spectrum and phytogeographical origin of the listed species.

The ecological groups include xerophytes, succulents and mesophytes. Xerophytes, are characterised by structural features that are adaptations to arid habitats. One of the most outstanding features of this group is the small ratio of the external leaf surface to its volume. Heavy cuticularization and extreme cutinization of the epiderms are common in xerophytes. Some of the xerophytes have a hairy covering on the leaves, which prevents water loss, especially where stomata are abundant.

Succulents are characterized by fleshy leaves or stems, in which water and mucilaginous substances are stored.

The mesophytes are adapted to an environment of average or optimum water supply and have a normal structure. They include the majority of the best known wild and cultivated plants of temperate regions (Warming, 1902; Weaver *et al.*, 1938; Poplavskaja, 1948; Fahn, 1967).

The classification in our study is according to Post, 1932-1933; Zohary, 1962; Zohary *et al.* 1966-1978; Zohary, 1976; Dafni, 1981; Kollman, 1985). The phytogeographical origin of the listed species was in most cases Mediterranean and Irano-Turanian. The biological spectrum includes life-forms of plants (according to the system of Raunkiaer, 1934), distinguished by their adaptation to survival during unfavorable seasons of the year. Five basic life forms were distinguished (Table II).

Between mesophytes on the one hand and extreme xerophytes on the other, there are all gradations of form

and many degrees of structural adaptation. Nevertheless, xerophytes and mesophytes are readily distinguishable as groups, since each has a more or less definite habitat and characteristic appearance. As seen in Table II, the mesophytes are the dominant ecological group, and this reflects the mesophytic character of the herbaceous cover in the maquis on Mt. Carmel.

The species characteristics of the different vegetation forms varied widely between treatments. In the full treatment 37.2-41.9 % of the species were related to batha, 30.2-41.4 % to the ruderal-segetal habitat, and 17.1-18.6 % — to forest and maquis. In the partial treatment the proportions were : 41.9-48.6 %; 25.7-35.5 %; and 19.4-22.9 %. In the control, the respective figures were : 30.0-32.2 %, 15.16 % and 42.7-45 %. Thinning and pruning in the oak scrub increase the number of ruderal and segetal species in the ground cover. The forest and maquis grass species do not decrease following the treatments, as they occur mainly under the crowns and around the stems of the trees. On the non-treated plots, the forest and maquis species dominate; the percentage of batha species is nevertheless high, but ruderal and segetal species are relatively few.

The percentage of rock and cliff species is connected with the presence of base rock and stones on the soil surface.

The biological spectrum on treated plots is dominated by therophytes : 44.2-58.6 % in the full treatment plot and 37.1-54.8 % in the partial treatment plot. Cryptophytes (29.2-40.0 %) and phanerophytes (25.0-30.0 %) dominate in the control plot of the oak scrub. The data in Table II show a continually increasing percentage of therophytes and a decreasing percentage of cryptophytes in the treated plots. The percentage of hemicryptophytes and chamaephytes changes but little. It should be noted that phanerophytes are more numerous than chamaephytes, and the proportion of hemicryptophytes in the ground cover is relatively low.

Most of the species in the grass cover are of a Mediterranean — Irano-Turanian distribution having a more Mediterranean character, except for the treated plots in the first year after the thinning and pruning, when an invasion of species from non-forest habitats was observed.

Conclusions

The floral composition of the ground cover in the treated plots of the Mediterranean oak scrub in Israel faithfully reflects the influence of man's activity. The high number of batha components within the *Quercus calliprinos* — *Pistacia palaestina* association is the result of the influence of anthropogenic pressure over long periods. Many dwarf shrubs and perennial herbs of batha linger on within the oak community for as long as they manage to obtain sufficient light. Thinning and pruning change the dynamic equilibrium in the short term by increasing the proportion of therophytes and decreasing that of cryptophytes and phanerophytes. Among the other life forms their is little change. After thinning and pruning, the oak scrub is open to invasion of species from habitats around human dwellings, waste places and cultivated fields. The annual are the most successful early invaders, with the invasion taking place mainly during the first year after the silvicultural treatment. These invaders persist and even increase during the first 4 years.

Management of the scrub forest as a recreation area requires removal of coppice shoots, at least during the first five years after the initial thinning and pruning, where possible this is best accomplished by controlled goat grazing. Otherwise, removal by manual labour is necessary, but this can be very expensive. It appears, therefore, that controlled grazing should be an integral part of scrub forest management for recreational use, at least until the tree canopy has closed sufficiently to prevent the development of coppices and undesirable understory shrubs.

A.W.

Acknowledgement

Thanks are due to the Forest Department, Land Development Authority, for financial support of the research.

zuricho-montpelliéenne
(Braun-Blanquet, 1932).

Ces observations ont été faites à la fin de mars et au début d'avril pour les années 1977 et 1980 sur 30 placettes de 4×3 m chacune. Il y avait donc 3 « relevés », un pour chaque traitement, chaque relevé étant constitué par 10 placettes.

Résultats et discussion

Des changements floristiques significatifs sont apparus, résultats de l'élagage et de l'éclaircie de ce maquis, mais la croissance du chêne a seulement été significativement modifiée dans la première année qui a suivi ces opérations. Cependant ces opérations constituent un facteur décisif tant pour le passage d'un système de taillis « multi-rejets » à un système avec un seul rejet par souche que pour le passage d'une formation végétale fermée à une formation plus ouverte. La fermeture de la couronne des arbres s'est également faite, atteignant 70 à 80 % au bout de 5 à 7 ans, stade à partir duquel disparaissent et les nouveaux rejets de souche du taillis et le sous-bois constitué essentiellement de *Calycotome villosa* (Weinstein, 1983). On a pu noter également un certain nombre de germinations de chêne de Palestine (feuillage persistant) mais ces germinations étaient assez dispersées et réparties irrégulièrement (Weinstein, 1984).

Les nouveaux rejets qui se forment après l'opération initiale d'éclaircie, peuvent être supprimés soit manuellement, mais il s'agit là d'une opération relativement coûteuse, soit par un pâturage contrôlé de chèvres qui permet ainsi d'empêcher le rétablissement du sous-bois.

L'utilisation du pâturage pour l'aménagement de ces boisements fermés peut être considéré comme une méthode sylvicole, qui bénéficie à la croissance des arbres. Son but principal est de contrôler le développement de la strate inférieure de végétation et donc l'accumulation de matériel végétal mort.

Les espèces les plus fréquentes du tapis végétal près du sol ainsi que leur fréquence, notées dans les placettes d'essai lors de la première année (1977) et lors de la dernière année (1980) sont présentées dans le tableau I. L'ensemble des données pour 90 espèces, largement représentatives du maquis local, est aussi disponible. A partir de la deuxième année après l'opération sylvicole le nombre d'espèces durant les 4 années d'observation successives (1977 à 1980) a été de : 54, 88, 83 et 83.

Quant au tableau II il fournit les groupes écologiques établis à partir de leur comportement hydrique, leur habitat normal, leur spectre biologique ainsi que l'origine phytogéographique des espèces.

Les groupes écologiques incluent les xérophytes, les succulentes et les mésophytes.

Les xérophytes sont caractérisées par des propriétés de structure qui sont des adaptations aux milieux arides. L'une des propriétés saillantes de ce groupe est le petit rapport entre la surface extérieure de la feuille et son volume. La présence d'une cuticule épaisse et la « sclérisation » de l'épiderme sont aussi des phénomènes fréquents chez les xérophytes. Il faut aussi noter dans ce groupe la présence possible d'un feutrage de poils couvrant les feuilles, feutrage considéré comme un moyen pour éviter les pertes en eau, en particulier lorsqu'il y a beaucoup de stomates.

Les succulentes sont caractérisées par des feuilles ou des tiges succulentes où eau et substances mucilagineuses sont mises en réserve.

Les mésophytes sont adaptées à des milieux moyennement, ou bien, alimentés en eau et elles ont une structure « normale ». Ce groupe inclut dans les régions tempérées la majorité des espèces bien connues, tant naturelles que cultivées (Warming, 1902; Weaver et al., 1938; Polavskaja, 1948; Fahn, 1967).

La classification adoptée suit celle d'auteurs tels que Post (1932 et 1933), Zohary (1962), Zohary et al., (1966 et 1978), Zohary (1976), Dafni (1981), Kollman (1985). Quant à l'origine phytogéographique des espèces notées elle est essentiellement méditerranéenne ou irano-touranienne. Les spectres biologiques incluent le type biologique, d'après le système de Raunkiaer (1934), basé sur le type

Table II. — Ecological and phytogeographical elements in the live ground cover of maquis.

Caractères écologiques et phytogéographiques dans la strate de végétation près du sol dans le maquis.

	Percentage of total number of species in each plot Pourcentage du nombre total d'espèces dans chaque placette					
	Full treatment Traitement complet		Partial treatment Traitement faible		Control (no treatment) Témoin (sans traitement)	
	1977	1980	1977	1980	1977	1980
<i>Ecological group</i>						
Mesophytes	84.1	84.3	74.3	80.6	75.0	79.2
Xerophytes	13.6	14.3	25.7	19.4	25.0	20.8
Succulents	2.3	1.4				
<i>Usual habitat</i>						
Forest and maquis	18.6	17.1	22.9	19.4	45.0	42.7
Batha	41.9	37.2	48.6	41.9	30.0	32.2
Rocks and cliffs	9.3	4.3	2.8	3.2	10.0	9.1
Ruderal and Segetal	30.2	41.4	25.7	35.5	15.0	16.0
<i>Raunkiaer life-form classes</i>						
Phanerophytes	14.0	10.0	20.0	11.3	30.0	25.0
Chamaephytes	4.6	2.9	2.9	3.2	5.0	4.1
Hemicryptophytes	14.0	17.1	14.3	12.9	5.0	12.5
Cryptophytes	23.2	11.4	25.7	17.8	40.0	29.2
Therophytes	44.2	58.6	37.1	54.8	20.0	29.2
<i>Phytogeographical origin</i>						
Mediterranean	30.2	41.4	34.3	50.0	35.0	45.8
Irano-Turanian	37.2	35.7	40.0	27.4	35.0	37.5
Other	32.6	22.9	25.7	22.6	30.0	16.7
Number of species	43.	70	35	62	20	24

Key :

1. Phanerophytes. Perennial plants, that bear regeneration buds well above the surface of the ground.
2. Chamaephytes. Perennial plants, that bear buds above the surface of the ground, but near the soil.
3. Hemicryptophytes. Perennial plants, that bear buds on the surface of the ground.
4. Cryptophytes. Perennial plants, that bear buds below the surface of the soil.
5. Therophytes. Annual plants, that survive during unfavorable seasons in the form of seeds.

Définitions

1. Phanerophytes = plantes pérennes dont les bourgeons de renouvellement sont largement au-dessus de la surface du sol.
2. Chamaephytes = plantes pérennes dont les bourgeons sont au-dessus de la surface du sol mais près de cette surface.
3. Hemicryptophytes = plantes pérennes dont les bourgeons se trouvent à la surface du sol.
4. Cryptophytes = plantes pérennes dont les bourgeons se trouvent sous la surface du sol.
5. Thérophytes = plantes annuelles qui survivent durant les saisons défavorables sous la forme de semences.

d'adaptation utilisé pour survivre durant la mauvaise saison de l'année. « Ce système est basé sur la position du bourgeon de renouvellement (N.D.T.). » Il existe cinq types biologiques principaux. Entre les mésophytes d'une part et les xérophytes à l'autre extrême, existent toutes les formes intermédiaires. Cependant les xérophytes et les mésophytes sont assez facilement distinguables, en particulier car chaque groupe a un aspect caractéristique et se trouve dans des conditions de milieu assez définies.

Le tableau II montre que les mésophytes constituent le groupe écologique dominant, ce qui reflète le caractère « mésophytique » de la strate herbacée dans le maquis du Mont Carmel.

Les espèces caractéristiques des différents types de végétation varient largement suivant le traitement considéré.

Dans le traitement complet de 37,2 à 41,9 % des espèces sont liées aux formations de garrigues basses, 30,2 à 41,4 % aux formations rudérales ou ségétales et 17,1 à 18,6 % aux formations de forêts ou de maquis. Dans le traitement partiel les pourcentages sont les suivants 41,9 à 48,6 %, 25,7 à 35,5 % et 19,4 à 22,9 %. Dans le témoin les chiffres sont respectivement : 30,0 à 32,2 %, 15 à 16 % et 42,7 à 45 %. L'éclaircie et l'élagage dans les formations basses à chêne augmentent le nombre d'espèces rudérales ou ségétales dans le couvert végétal près du sol. Les herbacées de forêt et de maquis ne diminuent pas à la suite du traitement, se trouvant surtout sous la couronne, ou autour du tronc, des arbres. Dans la partie témoin, ce sont les espèces de forêts et de maquis qui dominent; le pourcentage des espèces de garrigues basses est néanmoins assez élevé alors que celui des rudérales ou ségétales est assez bas.

Quant à la présence des espèces de rochers et de falaises, elle est liée à celle de la roche-mère affleurante et celle de pierres à la surface du sol.

Le spectre biologique des parties ayant subi le traitement complet est dominé par les thérophytes : 44,2 à 58,6 % et de 37,1 à 54,8 % dans la partie avec le traitement partiel. Dans la partie témoin ce sont les cryptophytes (29,2 à 40,0 %) et les phanérophytes (25,0 à 30,0 %) qui dominent.

Le tableau II fait apparaître un pourcentage croissant de thérophytes, et décroissant de cryptophytes dans les parties ayant subi un traitement. Si les pourcentages d'hémocryptophytes et de chaméphytes changent ce n'est que dans des proportions assez faibles. Il faut cependant remarquer que les phanérophytes sont plus nombreux que les chaméphytes et que la proportion d'hémocryptophytes dans la strate herbacée est relativement basse.

La plupart des espèces dans la strate herbacée correspondent à des espèces ayant une origine méditerranéenne ou irano-touranienne avec un caractère plus méditerranéen. Cependant cela n'est pas vérifié pour les

parties ayant subi un traitement dans la première année qui suit l'éclaircie et l'élagage, lorsqu'il y a invasion d'espèces provenant de milieux non forestiers.

Conclusions

La composition floristique de la strate de la végétation près du sol d'un taillis dense sous climat méditerranéen en Israël reflète fidèlement l'influence de l'action de l'homme. Le nombre élevé d'espèces de garrigue basse (« batha ») dans les taillis denses de l'association à *Quercus calliprinos* et *Pisiacia palaestina* est le résultat de l'influence de la pression humaine depuis fort longtemps. Beaucoup d'arbustes bas et d'herbacées pérennes de la garrigue basse « s'attardent » dans les communautés de chênes dans la mesure où elles arrivent à conserver suffisamment de lumière. L'éclaircie et l'élagage change l'équilibre dynamique à court terme en augmentant la proportion de thérophytes et diminuant celles des cryptophytes et des phanérophytes. Pour les autres types biologiques il y a peu de changement. Cette éclaircie et cet élagage ouvre aussi la porte à l'invasion d'espèces provenant de milieux situés autour des zones habitées, des zones rudérales et des zones cultivées.

Les plantes annuelles sont les envahisseurs qui ont le plus de succès, ces invasions ayant lieu surtout la première année après les opérations de sylviculture. Leur nombre persiste et même augmente durant les quatre premières années.

L'aménagement des taillis pour les loisirs demande que les nouveaux rejets soient supprimés au moins durant cinq années après l'éclaircie et l'élagage initiaux. Cet entretien peut être réalisé par un pâturage contrôlé avec des chèvres pour éviter le coût très élevé d'opérations faites manuellement. Le pâturage contrôlé apparaît ainsi comme faisant partie intégrante de l'aménagement de ce type de forêt dense et basse en vue des loisirs. Ce contrôle par pâturage doit être maintenu au moins jusqu'à ce que la strate constituée par la couronne des arbres soit suffisamment fermée afin d'éviter le développement de nouveaux rejets ou de buissons.

A.W.

References

- Boyko, H. (1947). — A laurel forest in Palestine (*Lauretum quercetosum infectoriae*). *Palest. J. Bot. Rehovot Ser 6* : 1-3.
- Braun-Blanquet, J. (1932). — Plant Sociology. McGraw-Hill Book Co., New York, NY, 439 pp.
- Braun-Blanquet, J., N. Roussine and R. Nègre. (1952). — Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 297 pp.
- Dafni, A. (1981). — [A new guide to the Orchidaceae of Israel]. *Rotem, Bulletin of the Israel Plant Information Center 2* : 11-12 (in Hebrew).
- Eig, A. (1946). — Synopsis of the phytosociological units of Palestine. *Palest. J. Bot. Jerusalem Ser. 3* : 183-246.
- Fahn, A. (1967). — Plant anatomy. Pergamon Press, Oxford, 534 pp.
- Kollmann, F. (1985). — [The genus Allium in Israel]. *Rotem, Bulletin of the Israel Plant Information Center 15* : 3-131 (in Hebrew).
- Poissonet, P., F. Romane, M. Thiault and L. Trabaud (1978). — Evolution d'une garrigue de *Quercus coccifera* L. soumise à divers traitements : quelques résultats des cinq premières années. *Vegetatio 38* (3) : 135-142.
- Poplavskaja, G.J. (1948). — Ecology of Plants. Sovetskaja Nauka, Moscow, 295 pp. (in Russian).
- Post, C.E. (1932-1933). — Flora of Syria, Palaestine and Sinai 2 vols. 2nd ed. by J.E. Dinsmore American Press, Beirut.
- Raunkiaer, C. (1934). — The life forms of plants and statistical plant geography Clarendon Press, Oxford. 632 pp.
- UNESCO, (1963). — Bioclimatical Map of the Mediterranean Zone. *Arid Zone. Res. 21* : 58 pp.
- Warming, E. (1902). — Ecology of Plants. Russ. trans. Brockhouse-Efron Press, St. Peterburg, 474 pp.
- Weaver, J.E. and Clements, F.E. (1948). — Plant Ecology McGraw-Hill Company, Inc., New York 601 pp.
- Weinstein, A. (1983). — [Effect of silvicultural treatment on development of Mediterranean oak scrub]. *La Ya'aran 25* : 19-24. (in Hebrew).
- Weinstein, A. (1984). — [Acorn Production and seedling crop in *Quercus calliprinos*]. *La Ya'aran 34* : 1-4. (in Hebrew).
- Weinstein, A. and Schiller, G. (1982). — Microclimate recreational value and management for recreation of Mediterranean oak scrub. *For. Ecol. Mgmt 4* : 333-340.
- World Atlas of Agriculture (1969) France vol. 1. Istituto Geographico De Agostini-Novara, Novara pp. 114-118.
- Zohary, M. (1960). — The maquis of *Quercus calliprinos* in Israel and Jordan. *Bull. Res. Coun. Israel 9D* : 51-72.
- Zohary, M. (1962). — Plant Life of Palestine. Ronald Press, New York, NY. 262 pp.
- Zohary, M. (1973). — Geobotanical Foundation of the Middle East. vol. 2. Gustav Fischer Verlag., Stuttgart, and Swets and Zeitlinger, Amsterdam. 398 pp.
- Zohary, M. (1976). — [A New Analytical Flora of Israel Am Oved,] Tel-Aviv 540 pp. (in Hebrew).
- Zohary, M. and Feinbrun, N. (1966-1978). — Flora Palaestina. vol. 1-3 Israel Academy of Sciences and Humanities, Jerusalem.