

# Le genre *Abies* en Italie : écologie générale, gestion sylvicole et ressources génétiques

par Fulvio DUC CI <sup>(1) (2)</sup>, Roberta PROIETTI <sup>(2)</sup>, Jean-Michel FAVRE <sup>(3)</sup>

## Aperçu historique

Le Sapin pectiné (*Abies alba* Mill.) est depuis toujours un important élément du paysage forestier italien. Il a procuré aux populations montagnardes qui ont cohabité ou cohabitent encore aujourd'hui avec lui, de nombreux avantages d'ordre économique et environnemental, si bien que SUSMEL (1955) a pu définir cette espèce comme "l'or de chez nous".

Comme dans toutes les autres parties du bassin méditerranéen qui ont été soumises du fond des âges à une forte influence anthropique et à des oscillations climatiques anciennes ou plus récentes, l'aire occupée par le Sapin en Italie a été progressivement réduite (GRADI, 1983, GABBRIELLI et al., 1993). Des forêts entières ont disparu, transformées en charpentes et en navires, brûlées en représailles lors des nombreuses invasions subies par les populations locales, ou défrichées pour faire place à des pâturages et à des cultures agricoles. Souvent, la

seule trace qui en subsiste réside dans la toponymie. Cette lente mais inexorable érosion du Sapin et des écosystèmes auxquels il participe, s'est poursuivie dans les Alpes et dans les Apennins jusqu'à la période actuelle.

Ceci ne s'est toutefois pas déroulé ainsi, ni toujours, ni partout. Beaucoup des importants peuplements qui subsistent aujourd'hui doivent leur existence à l'action d'institutions qui, dès le début du deuxième millénaire, ont été à l'origine d'une longue tradition de gestion et de culture du Sapin. On peut mentionner particulièrement les communautés monastiques forestières issues de la mouvance bénédictine qui ont permis la perpétuation et l'extension des sapinières, grâce à la mise en place de techniques codifiées, encore utilisées il y a peu (GABBRIELLI et

SETTESOLDI, 1977, 1985).

Ce n'est pas le fruit du hasard si les monastères de Vallombrosa et de Camaldoli en Toscane ainsi que Serra San Bruno en Calabre, se trouvent dans des régions où la tradition forestière, liée à la présence du Sapin, est, de nos jours encore, toujours très forte (Cf. Fig. 1). Les Républiques maritimes, surtout Venise dans les Alpes orientales, de même que la République de Florence et le Grand-Duché de Toscane pour couvrir les besoins des arsenaux de Pise et de Livourne, ou pour alimenter l'Opera del Duomo de Florence, prirent ensuite le relais et se sont attachés à développer des politiques forestières attentives et avisées.

La Sicile, île méditerranéenne par excellence, garde également la trace d'une présence passée du Sapin sur

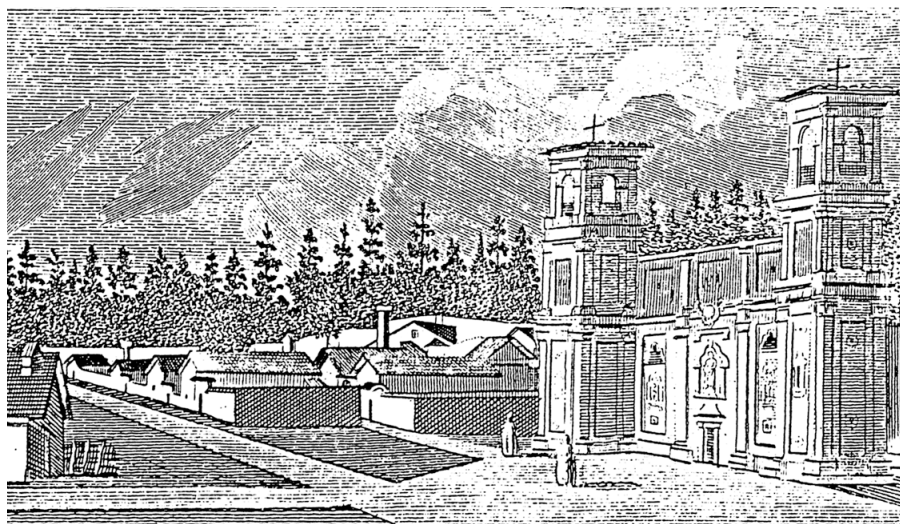


Fig. 1 : La sapinière du Monastère de Camaldoli (Toscane) en 1800.

1. Coordinateur du Groupe de travail IUFRO S2 02 13

2. Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, ISSA

Viale S. Margherita, 80  
52100 Arezzo. Italie.

3. Université Henri Poincaré, Nancy I  
Laboratoire de Biologie Forestière,  
associé INRA, BP 239.

54506 Vandoeuvre lès Nancy cedex

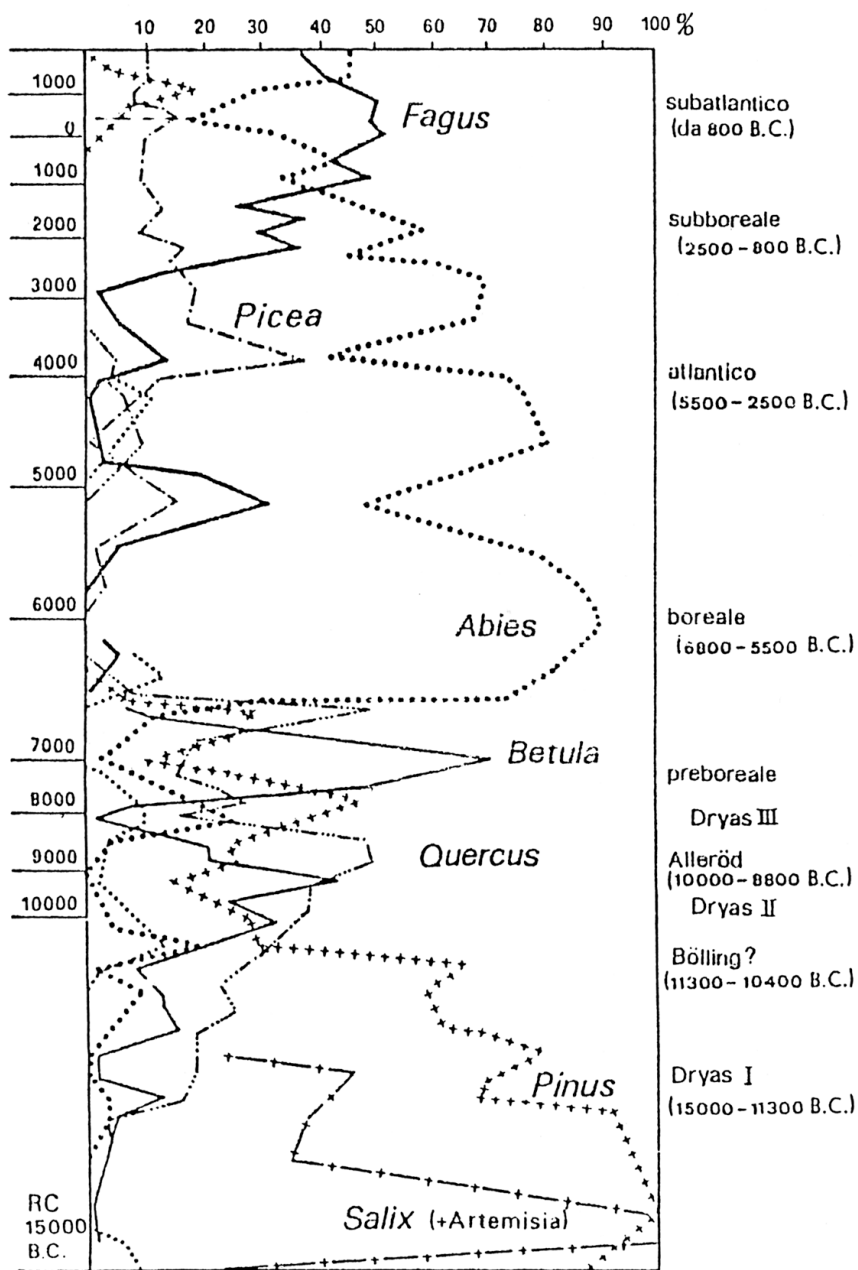


Fig. 2 : Cycles forestiers post-glaciaires établis à partir d'analyses polliniques effectuées dans les Apennins du nord (Bertolani-Marchetti 1986).

son sol. Des pièces de bois fossiles ont révélé l'existence conjointe d' *A. alba* et d'une autre espèce endémique, *A. nebrodensis* (Lojac.) Mattei (BIONDI et RAIMONDO, 1989), dont il ne reste aujourd'hui qu'une trentaine d'individus vivants situés dans les montagnes de la chaîne des Madonie, près de Polizzi Generosa, dans la province de Palerme (KOESTLER, 1956; GRAMUGLIO, 1960; HOFFMANN, 1960; MORANDINI, 1969a; GERACI, 1970; IUCN, 1978; FAO, 1984; FORGIONE, 1987; MORANDINI *et al.*, 1991; RAIMONDO 1992). Ces arbres, dispersés sur une surface d'environ 150 ha, sont

les vestiges vivant d'un passé relativement proche. MORANDINI (*op. cit.*) a pu en effet rassembler des données historiques indiquant une présence bien plus importante de cette espèce, il y a seulement environ un siècle et demi.

Décrit comme une nouvelle espèce par LOJACONO - POIERO (1907) et MATTEI (1908), *A. nebrodensis* a été l'objet d'une longue série d'études et de recherches dont les plus récentes tendent à confirmer qu'il constitue bien un taxon spécifique (VICARIO *et al.*, 1995).

## Aspects écologiques

Les événements géologiques et climatiques survenus depuis la fin du Miocène, ont provoqué une alternance d'expansions, de contractions et de migrations des écosystèmes forestiers existant dans les territoires qui ont pris la forme de l'actuelle péninsule italienne à la fin du Quaternaire (ACQUAFREDDA et PALMENTOLA, 1986).

L'examen des relevés palynologiques (Cf. Fig. 2), montre dans toute la partie centrale et méridionale des Apennins une relation évidente entre les oscillations climatiques post-glaciaires et les variations d'extension du Sapin et des cortèges qui lui sont associés (BERTOLANI - MARCHETTI, 1986).

L'espèce est apparue de façon significative, après les *Pinus*, il y a environ 15000 ans, mais son expansion massive ne remonte réellement qu'à 7000-9000 ans avec des alternances de contractions et de progressions coïncidant avec les fluctuations climatiques de type boréal ou atlantiques qui ont suivi (ACQUAFREDDA et PALMENTOLA, *op. cit.*). Dans les Apennins septentrionaux, elle apparaît d'abord associée aux *Quercus* (phase climatique de l'Alleröd) puis, pendant l'épisode pré-boréal qui a suivi (Dryas III), à *Betula* (Cf. Fig. 2). Lors de l'oscillation de type atlantique qui s'est produite il y a 5000 ans environ, on la trouve accompagnée de *Fagus* et de *Picea*, alors que dans les périodes atlantiques ou sub-atlantiques plus récentes elle n'est qu'avec le Hêtre, y compris à des altitudes inférieures à celles où il existe aujourd'hui. (BERTOLANI - MARCHETTI, *op. cit.*). Le Sapin tend ensuite à regresser, tandis que le Hêtre et d'autres feuillus (*Corylus avellana*, *Quercus* sp., *Salix* sp., *Acer* sp., *Fraxinus* sp.) progressent. Plus au sud, à des périodes relativement récentes (7000-8000 ans), des espèces typiques des cénoses méridionales comme *Alnus cordata* et *Castanea sativa* ont occupé une place non négligeable au sein des formations mixtes associant le Sapin et le Hêtre (BERTOLANI - MARCHETTI, *op. cit.*). On peut trouver des vestiges de ce type d'associations forestières anciennes dans les hêtraies-sapinières

| REGION               | Italie<br>(moyenne)         | Apennin<br>du Nord                     | Apennin<br>du Centre<br>Nord           | Apennin<br>du Centre<br>Sud | Apennin<br>du Sud<br>(Lucania)           | Calabre<br>Serra S.<br>Bruno<br>(700 m) | Calabre<br>Aspromonte<br>(1300 m) | Sicile<br>Madonie<br>(900 m) |
|----------------------|-----------------------------|--|--|-----------------------------|--|---|-----------------------------------|------------------------------|
| AUTEURS              | <i>De Philippis</i><br>1958 | <i>Pavari et<br/>Morandini</i><br>1951 | <i>Pavari et<br/>Morandini</i><br>1951 | <i>Susmel</i><br>1959       | <i>Jovino et<br/>Menguzzato</i><br>1993* | <i>Service<br/>Forestier</i><br>1989    | <i>Ciancio<br/>et al</i><br>1985  | <i>Hoffmann</i><br>1960      |
| Tma °C               | 5° ÷ 6°                     | 6,5°                                   | 10,2°                                  | ≤11°                        | 7° ÷ 12°                                 | 8,8° ÷ 9,7°                             | 10°                               | 10°                          |
| Tmmpf °C             | -5° ÷ -6°                   | -3,6°                                  | 0,9°                                   | ≤ 2°                        | -2° ÷ 4°                                 | -0,3° ÷ 0,6°                            | 1,7°                              | 2°                           |
| Pma mm               | 800 ÷ 1000                  | 2684                                   | 1313                                   | 850 ÷ 1200                  | > 1000                                   | 1848 ÷ 2100                             | 1838                              | 1250                         |
| Pme<br>(J+J+A)<br>mm |                             | 268                                    | 189                                    |                             | > 100                                    | 112 ÷ 308                               | 149                               | 100                          |

\*Humidité relative atmosph. haute

**Tab. I : Limites climatiques de la répartition du Sapin dans les Apennins, en Calabre (*Abies alba*) et en Sicile (*A. nebrodensis*).**

du sud de l'Italie actuelle (CORBETTA, 1986).

Il n'est pas possible de définir pour le Sapin en Italie des types stationnels homogènes et continus. Les milieux sont caractérisés par une grande diversité et il est préférable d'intégrer les sapinières aux cénozes forestières du *Fagetum*, avec passage au *Castanetum* froid de PAVARI (1916) à des altitudes inférieures à 700-1000 m dans les Alpes et les Apennins septentrionaux, et à 1400 m dans l'Aspromonte (Calabre) et en Sicile (*A. nebrodensis*). DUCCI (1991) a montré que les conditions écologiques dans le sud sont fondamentalement de type "océanique", même si elles relèvent d'un régime pluviométrique de type méditerranéen.

La descente du Sapin vers des formations de type thermophile, dominées par le châtaignier, semble être la conséquence indirecte des activités humaines, qui ont favorisé l'expansion et la diffusion de ce feuillu (GABBRIELLI *et al.*, *op. cit.*). En effet, comme l'avaient déjà souligné PAVARI (1951), SUSMEL (1952) et MAGINI (1967), le Sapin régénère et se développe bien dans les châtaigneraies clairsemées, ce qui résulte probablement des conditions micro-climatiques particulières liées à ce type de formation forestière. L'existence d'un humus qui permet une bonne croissance des semis, et la présence d'un couvert qui crée des conditions favo-

rables à une bonne croissance en hauteur des régénérations d'une essence plus sciaphile comme le Sapin, jouent sans doute de ce point de vue un rôle important.

Plusieurs auteurs ont fourni des données sur les principaux facteurs climatiques qui paraissent contrôler la répartition du Sapin dans la chaîne des Apennins (Cf. Tab. I). Leur examen montre qu'il n'est pas vrai que cette essence présente dans la péninsule italienne des caractères de xéricité plus importants que dans d'autres parties de son aire. Ses limites altitudinales semblent au contraire être déterminées par les difficultés de l'alimentation hydrique hivernale plutôt que par la faiblesse de la pluviométrie estivale (GABBRIELLI *et al.*, *op. cit.*).

Il faut aussi ramener à sa juste valeur le mythe de la forte héliophilie du Sapin italien. La part du rayonnement incident (IR) nécessaire au maintien et à la croissance des plantules pendant les premières années est estimée à 1-2 %, tandis que le besoin augmente jusqu'à 20-25 % pour des plants de 15-20 ans (MAGINI, *op. cit.*; MAZZINI et PACI 1991 in MERCURIO, 1991).

Le succès de la régénération naturelle dépend beaucoup de la densité des formations forestières. Les formations trop denses ou, au contraire, trop clairsemées sont défavorables. Pour avoir lieu la régénération nécessite des situations de lisières ou de clairières

intraforestières, où la compétition des hautes herbes est faible et l'humidité minimale nécessaire assurée (MAGINI, *op. cit.*; FERRARI et WOLF, 1970; PIUSSI *et al.*, 1971; IGNESTI et PACI, 1989; IOVINO *et al.* 1989).

Du point de vue phytoécologique, les principales formations forestières dans lesquelles le Sapin se place, appartiennent à l'étage montagnard-méditerranéen (FIORI, 1908 in CORBETTA, *op. cit.*). Il participe aussi à d'autres formations dominées ou codominées, selon les conditions écologiques, par *Quercus*, *Q. frainetto*, *Alnus cordata*, *Castanea sativa*, *Fagus sylvatica*, *Pinus leucodermis*, *P. laricio*.

Le schéma (Cf. Fig. 3) proposé par DE PHILIPPIS (in PAVARI, 1958) montre bien toutes les variantes climatiques possibles en climat méditerranéen, en fonction des conditions de température et d'humidité. Les formations à *Fagus* et à *Abies* représentent le climax dans les variantes climatiques froid-humide. On peut aussi trouver le Sapin associé à *Quercus ilex* et à d'autres espèces méditerranéennes de tempérament "océanique".

L'association principale reste cependant l'*Abieti-fagetosum sylvaticae* (CORBETTA, *op. cit.*), avec variantes à *Asperula* sp. et *Luzula* sp., ou d'autres espèces qui indiquent des conditions plus xériques. La présence d'*Ilex aquifolium* (*Aquifolio* - *Fagetum*), de *Taxus baccata*, de *Euonymus euro-*

*paeus*, d' Erables et de Frênes, typique des Apennins (*Aceri lobelii* - *Fagetum*) est fréquente.

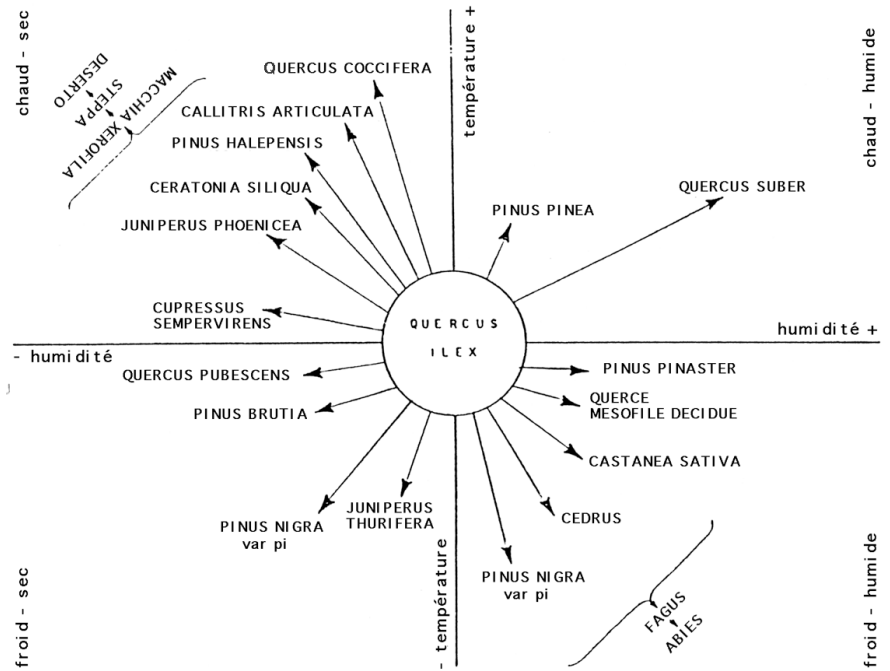
Dans ces associations, la diversité spécifique, le nombre d'espèces rares et/ou vicariantes ainsi que les cas d'endémisme, sont élevés ce qui atteste de l'ancienneté des écosystèmes auxquels elles appartiennent.

Le tableau I donne succinctement les paramètres climatiques de la région des Madonie dans laquelle subsiste le Sapin de Sicile (*A. nebrodensis*). Les index de DE MARTONNE (1926) et de LANG (1915, in PINNA 1977), avec des valeurs respectives de 70 et 120 la situent dans la moyenne des stations de Sapin des Apennins méridionaux. QUEZEL (1980) qualifie de telles situations bioclimatiques de type humide et froid. Du point de vue phytoécologique, elles sont caractérisées par la présence d'associations que l'on peut rattacher au *Fagion* à *Luzula sicula*, au *Quercion petraeae* à *Brachypodium* et *Juniperus*, au *Quercion ilicis* et au *Geranio - versicoloris* - *Fagion* (MARTINO et al., 1977a, 1977b; RAIMONDO et al., 1992a).

## Gestion sylvicole

Le Sapin pectiné couvre aujourd'hui en Italie environ 63 400 ha dont au moins 27 600 ha en peuplements purs (INVENTAIRE FORESTIER NATIONAL, 1985).

Pendant des siècles la gestion de ces forêts a été basée sur des techniques culturales destinées à permettre la régénération naturelle (MERCURIO, *op. cit.*). Ces traitements comportent essentiellement des interventions telles que des coupes d'éclaircies appliquées soit aux espèces associées au Sapin (Hêtre, Chênes ou conifères), soit au Sapin lui-même, afin de permettre une régénération par bouquets ou arbres disséminés. Ce type de pratique a été développé dans les Alpes ainsi que dans les Apennins et en Calabre (Cf. Photo 1). Le mode de gestion actuellement conseillé est celui du jardinage par bouquets en parcelles limitées à 500 - 700 m<sup>2</sup> (MERCURIO, *op. cit.*) afin d'éviter l'installation de conditions microcli-



**Fig. 3 : Diagramme des formations forestière climaciques en fonction des variations climatiques (humidité, température) dans l'aire biogéographique méditerranéenne (De Phillipis in Pavari 1958).**

matiques internes plus "continentales", défavorables au Sapin (SUSMEL, *op. cit.*).

Dans les Alpes orientales, les pratiques sylvicoles sont fortement conditionnées par le caractère sciaphile du Sapin dont la régénération et la croissance se trouvent ainsi avantagées par rapport à d'autres essences telles que l'Épicéa, plus exigeantes en lumière. La réalisation de coupes de jardinage permettant de remédier à cet inconvénient en maintenant une forêt mixte plus diversifiée, relèvent d'une tradition séculaire instituée par l'administration forestière de la République de Venise (SUSMEL, 1955a et 1955b; GIACOBBE, 1926 in GABBRIELLI et al., *op. cit.*).

Dans les Apennins, la tendance est depuis les années 70, de chercher à réduire l'impact négatif sur le paysage des grands peuplements monospécifiques et des coupes à blanc. Des formes de gestion de type naturaliste adaptées à une évolution vers des formations forestières mixtes par arbres ou par bouquets, plus équilibrées sur le plan écologique, ont été expérimentées et sont actuellement développées (PATRONE, 1970; PAGANUCCI, 1983; CIANCIO et al., 1985).

Ce sont les moines forestiers bénédictins qui les premiers ont codifié la

culture "intensive" du Sapin en plantation. Dès le XI<sup>ème</sup> siècle on trouve des documents attestant la pratique de techniques sylviculturales adaptées à la gestion des sapinières naturelles ou artificielles qui confirment l'existence d'une longue tradition, encore enracinée de nos jours.

C'est seulement au XIX<sup>ème</sup> siècle, à la suite de l'introduction des concepts de l'école allemande de sylviculture, que des reboisements artificiels utilisant des plants produits en pépinière ont été réalisés dans les Alpes et dans les Apennins septentrionaux. La plupart des forêts toscanes, en particulier celles du Casentino, sont issues de ce type de pratique (COMUNITÀ MONTANA DEL CASENTINO, 1989).

La sylviculture à tendance économique, utilisée dans le passé essentiellement dans les zones correspondant aux limites écologiques de l'espèce où la régénération naturelle est difficile, est basée sur une régénération artificielle différée, basée sur la plantation en poquets à l'automne ou au printemps, de jeunes plants à racines nues de type S2 + T2 ou S2 + T3 (MAGINI, 1977; GRADI, 1996).

La gestion des plantations, qui doit prendre en compte les contraintes de la protection contre l'érosion, est généralement réalisée en révolutions



Photo 1 : Vue générale de la sapinière d'Abeti soprani dans le centre sud des Apennins.

Photo F. DUCCI

de 120-130 ans, délai traditionnellement considéré comme correspondant à la maturité des arbres.

Les densités de plantation utilisées varient de 1600 à 2000-2500 plants à l'hectare selon les régions avec des distances entre les plants de 1,30-1,50 m sur 1,80-2,00 m (De PHILIPPIS, 1958; PATRONE, *op. cit.*). PATRONE (*op. cit.*) mentionne dans la forêt de Vallombrosa la réalisation de plantations à des densités de 1500 plants à l'ha (2,5 x 2,5 m) dans le but de retarder les premières éclaircies à au moins 30 ans. Habituellement, cependant, les premières éclaircies sont effectuées à 20-25 ans. L'exploitation finale est généralement faite par coupe rase. Dans les premiers stades, la lutte contre la concurrence de la flore herbacée demande des efforts importants.

Les semis sous couvert continu sont en général décevants. Les résultats sont meilleurs lorsque le couvert (Hêtre le plus souvent) est interrompu par taches. Cette méthode peut être appliquée au Sapin, mais aussi à des mélanges d'essences ce qui permet d'accroître la diversité au sein de l'écosystème (PAGANUCCI, *op. cit.*; BIANCHI 1983).

Le Sapin peut être considéré comme une essence productive, compte tenu des fertilités très moyennes des stations dans lesquelles il est habituellement cantonné. Pour des sapinières équiennes, le volume sur pied à 100

ans a été mesuré à 1303, 1206 et 1024 m<sup>3</sup> à l'ha en Toscane orientale, avec des accroissements annuels moyens correspondants de 13,03, 12,06 et 8 m<sup>3</sup> à l'ha (PATRONE, *op. cit.*; CANTIANI et BERNETTI, 1962; COMUNITÀ MONTANA DEL CASENTINO, *op. cit.*) et à 1190 m<sup>3</sup> à l'ha à 80 ans en Calabre avec un accroissement annuel moyen de 14,88 m<sup>3</sup> à l'ha (PRINCIPE, 1974).

La biomasse sèche aérienne après 100 ans s'élève à environ 500 t à l'ha dont 10 % pour les branches et des feuilles avec une biomasse intercalaire d'environ 200 t à l'ha et un accroissement moyen d'environ 7 t à l'ha (CANTIANI, 1974), ce qui est plus ou moins équivalent aux données citées par les autres auteurs. Cependant, des accroissements de 10 - 12 m<sup>3</sup> à l'ha ont été mesurés dans des peuplements mûrs de Calabre.

Le Sapin a très longtemps suscité un intérêt considérable pour la qualité de son bois. Bien qu'il ait aujourd'hui perdu de son importance économique le bois de Sapin peut encore atteindre des prix relativement élevés : 180 000 - 200 000 liras italiennes par m<sup>3</sup> en bois ronds (longueur 4 m et diamètre > 40 cm) et environ 580 000 liras italiennes par m<sup>3</sup> en sciages (in SHERWOOD, 1997). Dans beaucoup de régions, il reste une ressource locale importante et conserve une valeur écologique et paysagère essentielle en terme de

protection de la nature et d'activité touristique.

## Ressources génétiques

Pour *A. alba*, le matériel de base est constitué de 30 peuplements porte-graines représentant environ 9200 ha qui sont, soit classés, soit contrôlés, sur la base des règlements nationaux et européens en vigueur (MORANDINI et MAGINI, 1975). Six d'entre eux sont localisés au nord-est de l'Italie, 6 au nord-ouest, 8 au centre et au nord des Apennins, 3 dans les Apennins méridionaux (MORANDINI et GUIDI, 1970; GUIDI, 1971) et 6 en Calabre (Cf. Tab. II et Fig. 4). La plupart appartiennent à des peuplements naturels à forte valeur patrimoniale et sont inclus dans des réserves biologiques (TOURING CLUB ITALIANO, 1982) placées directement sous la responsabilité des Services forestiers de l'Etat. Ils sont gérés de façon à concilier à la fois la production de graines et la régénération naturelle.

Ce matériel de référence couvre l'essentiel de la ressource italienne en Sapin pectiné.

Différents travaux ont montré l'existence au sein de l'aire italienne de l'espèce, d'un gradient de diversité croissant vers le sud, la Calabre apparaissant comme un centre majeur de variabilité génétique et une source très intéressante de matériel de reboisement utilisé fréquemment, y compris hors d'Italie, dans des régions plus septentrionales (NITZELIUS, 1939; RIKLI, 1943; GIACOBBE, 1973, 1974a, 1974b; MAGINI, 1973; KOESTLER, *op. cit.*; KRAMER, 1984). Les études plus récentes réalisées par WOLF (1990) sur la variation des composés terpéniques, par SCHROEDER (1988), BERGMANN et al. (1990, 1992), SCALTSOYANNES et al., (1991) et LONGAUER (1996) sur la variabilité alloenzymatique, ainsi que les travaux de VICARIO et al. (*op. cit.*) basés sur le polymorphisme de marqueurs RAPD confirment ces données.

Au sein de ce pôle calabrais de variabilité, 4 grandes provenances, au moins, peuvent être reconnues : Pollino au nord, Serra San Bruno et Gari-glione au centre et Aspromonte au

| N. dans le Livre National | Provenance       | Altitude moyenne<br>m | Temp. moyenne<br>C° | Pluviosité moyenne annuelle<br>mm | Pluviosité moyenne estivale<br>mm |
|---------------------------|------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 11                        | Val Pesio        | 1300                  | 7,3                 | 1365                              | 380                               |
| 126                       | Gouta Val Nervia | 1150                  | 9                   | 1000                              | 220                               |
| 9                         | Val Maira        | 1350                  | 6,5                 | 1265                              | 228                               |
| 7                         | Val Germanasca   | 1400                  | 4,5                 | 950                               | 290                               |
| 87                        | Salbertrand Sup. | 1600                  | 5                   | 760                               | 240                               |
| 113                       | Salbertrand Inf. | 1350                  | 5,5                 | 725                               | 214                               |
| 75                        | Lavarone         | 1250                  | 6,5                 | 1274                              | 460                               |
| 51                        | Asiago           | 1450                  | 5,5                 | 1400                              | 560                               |
| 85                        | Asiago-Segafredo | 1150                  | 6,7                 | 1400                              | 530                               |
| 92                        | Comelico         | 1150                  | 7                   | 1139                              | 494                               |
| 93                        | Val Visdende     | 1500                  | 4,5                 | 1123                              | 522                               |
| 91                        | Paularo          | 900                   | 10                  | 1754                              | 661                               |
| 64                        | Abetone          | 1350                  | 6,1                 | 2524                              | 482                               |
| 82                        | Consuma          | 1100                  | 9,9                 | 1122                              | 249                               |
| 70                        | Vallombrosa      | 1000                  | 9,9                 | 1390                              | 300                               |
| 115                       | Campigna         | 1100                  | 8,2                 | 2000                              | 365                               |
| 74                        | Badia Prataglia  | 1100                  | 8                   | 1544                              | 365                               |
| 66                        | Campigna-Pratov. | 1100                  | 8,5                 | 1500                              | 350                               |
| 65                        | Camaldoli        | 1100                  | 7,7                 | 1687                              | 360                               |
| 12                        | Fonte Volpona    | 950                   | 11                  | 1100                              | 240                               |
| 71                        | Abeti Soprani    | 1200                  | 9                   | 945                               | 203                               |
| 13                        | Collemeluccio    | 900                   | 8,2                 | 907                               | 225                               |
| 120                       | Gariglione       | 1500                  | 5,8                 | 1612                              | 158                               |
| 39                        | Serra S. Bruno   | 1250                  | 8,3                 | 1723                              | 140                               |
|                           | M. Pecoraro      |                       |                     |                                   |                                   |
| 106                       | Serra S. Bruno   | 1150                  | 10,1                | 1848                              | 182                               |
|                           | Archiforo        |                       |                     |                                   |                                   |
| 107                       | Serra S. Bruno   | 1030                  | 10,8                | 1848                              | 182                               |
|                           | S. Maria         |                       |                     |                                   |                                   |

**Tab. II : Caractéristiques altitudinales et climatiques des peuplements porte-graines classés d' *Abies alba* en Italie (d'après Morandini et Magini 1975)**

sud, sans qu'il soit possible toutefois de parler de véritables races identifiables à partir de caractères phénotypiques à déterminisme génétique fort.

Parmi ces 4 provenances, Serra San Bruno se distingue par son haut degré de diversité génétique, sa plus grande vigueur, ses meilleures capacités d'adaptation, et une faible interaction génotype x milieu. Elle possède des caractères de tempérament légèrement méditerranéen. MESSERI *et al.* (1963) ont également montré que cette provenance possède la plus grande réactivité aux variations de température et de photopériode.

L'existence de variations de type clinal pour des caractères physiologiques, adaptatifs, anatomiques et

morphologiques a aussi été mise en évidence à l'intérieur des Apennins (FRENI, 1954; SUSMEL, 1954; GIANNINI et MAGINI, 1970; MAGINI et GIANNINI, 1972; MAGINI 1973; CIAMPI et DI TOMMASO 1973; DI TOMMASO et CALAMASSI, 1980; GRADI, *op. cit.*; RINALLO et GELLINI 1988; DUCCI, *op. cit.*; PENNACCHINI et DUCCI, 1991). Il est important cependant de souligner que le haut degré de polymorphisme observé par plusieurs auteurs au niveau des provenances des Apennins du centre et du nord (SCALTSOYANNES *et al.*, *op. cit.*; LONGAUER *op. cit.*) est lié à la plantation de matériel allochtone venant d'une part, de Serra San Bruno (planté entre 1945 et 1960) et d'autre part de Bohême par l'intermé-

diaire des Services Forestiers du Grand Duché de Toscane (BORCHI, 1989).

L'origine de cette diversité particulière du Sapin en Italie du sud a suscité de nombreuses discussions parmi les forestiers et les dendrologues locaux et étrangers. LARSEN (1981, 1986a, 1986b, 1988) notamment, dont les travaux ont contribué de façon déterminante à la connaissance de l'évolution post-glaciaire d'*Abies alba*, a souligné le rôle de refuge glaciaire qu'a pu jouer la Calabre.

Les premiers tests de provenances ont été réalisés par PAVARI (PAVARI et MORANDINI, 1951), qui dès 1925, commença à mettre en place des plantations expérimentales comprenant 20 provenances européennes, dont 14 originaires d'Italie. Ces essais ont montré l'absence de différences entre régions de provenance pour les paramètres de croissance et de vigueur mesurés, ou vis-à-vis d'une éventuelle héliophilie. En revanche, des différences nettes sont apparues en terme de caractères adaptatifs. C'est ainsi que les provenances méridionales paraissent être caractérisées par une plus grande tolérance à la sécheresse et une moins bonne adaptation à des conditions climatiques de type continentales. Ces conclusions vont dans le même sens que les observations réalisées en France par GUINIER (1949) sur le même matériel.

MESSERI (*op. cit.*), SENNI (1941) et KOESTLER (*op. cit.*) au niveau international, ont été les premiers à tenter d'attirer l'attention des forestiers et des scientifiques sur la situation critique des derniers représentants d'*Abies nebrodensis* subsistant sur les pentes de la chaîne des Madonie. Il a fallu cependant attendre 1968 et le premier inventaire effectué par MORANDINI (23 arbres recensés!), pour que des mesures concrètes destinées à sauvegarder la dernière population de cette espèce endémique de Sicile soient prises. Les actions de sensibilisation très rapidement engagées auprès de l'administration forestière ont permis la mise en place sur le site d'une réserve biologique, transformée ensuite, en 1990, en réserve intégrale à l'intérieur du Parc Régional des Madonie (Cf. Photo 2).

Un deuxième inventaire actualisé a

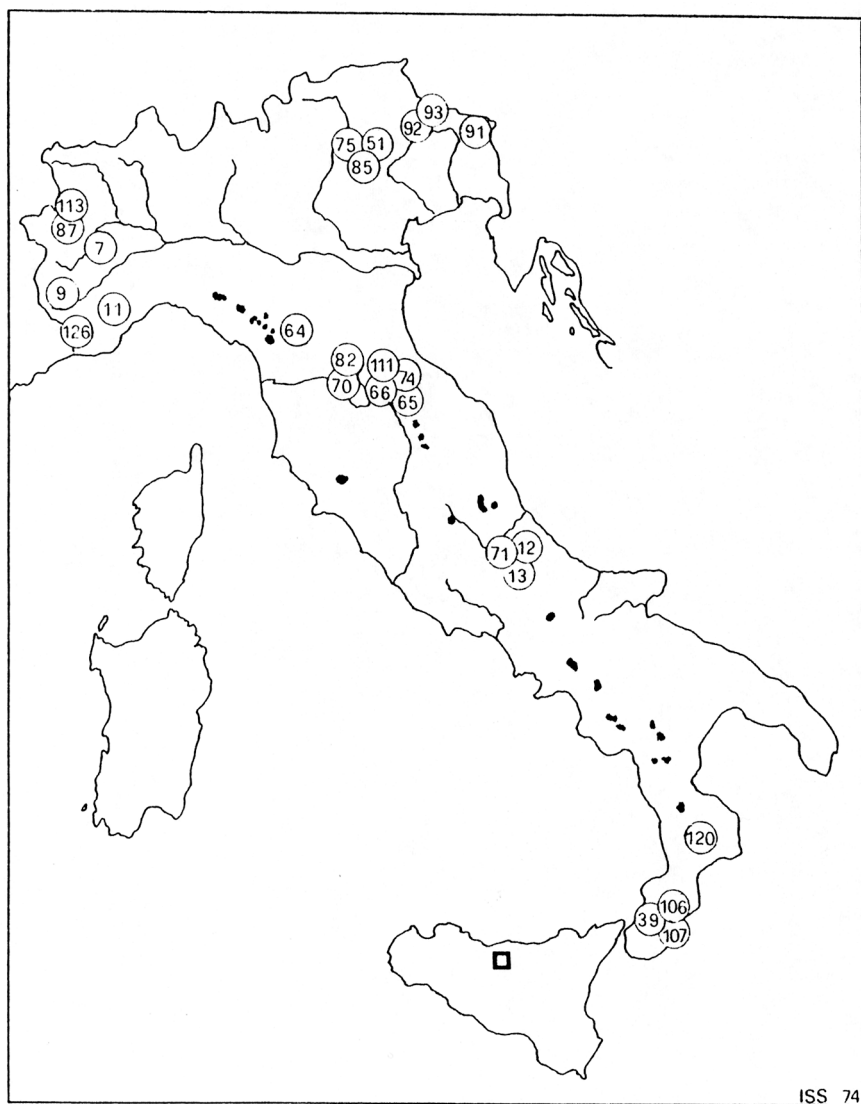


Fig. 4 : Localisation des peuplements porte-graines classés d'*Abies alba* en Italie (d'après Morandini et Magini, 1975 et Rovelli, 1993).



Photo 2 : Vue de la partie haute de Vallone Prato (chaîne des Madonie ; Sicile) montrant *Abies nebrodensis* in situ.

Photo F. DUCCI

été réalisé en 1992 (MORANDINI *et al.*, 1991). Vingt-neuf arbres adultes et 20 semis situés à proximité de quelques uns d'entre eux dans le Vallone della Madonna degli Angeli et sur le Vallone Prato ont été étiquetés, cartographiés (Cf. Fig. 5) et chacun a fait l'objet d'une description dendrométrique précise. En outre, des greffons ont pu être prélevés sur 27 des 29 arbres adultes inventoriés et greffés sur des semis d'*Abies alba* provenance Serra San Bruno âgés de 3 - 4 ans, pour constituer 2 collections de copies végétatives conservées au sein de l'Institut Expérimental pour la Sylviculture d'Arezzo. Ce matériel qui représente un gémoplasme presque exhaustif de la population, pourra servir à divers types de recherches et surtout permettre une production de semences dans des conditions strictement contrôlées.

Diverses études concernant les particularités morphologiques et anatomiques de l'espèce ont été réalisées à partir des années 60 (ARENA, 1959, 1960a ; GRAMUGLIO, 1960, 1962 ; MORANDINI, *op. cit.* ; BOTTACCI *et al.*, 1990).

Parallèlement, des investigations portant sur sa position systématique exacte ont été engagées (MESSERI, 1958 ; ARENA 1960b ; VICARIO *et al.*, *op. cit.*). Il en ressort de façon assez convaincante qu' *A. nebrodensis* constitue bien une espèce différente d' *A. alba*, appartenant à une très ancienne cénose restée isolée dans les montagnes de la Sicile septentrionale comme le prouvent les nombreux cas d'endémisme relevés dans la faune (BINAZZI et COVASSI, 1991) et la flore (FREJ, 1938 ; MARTINO *et al.*, *op. cit.*) de la région.

Il est important de souligner par ailleurs que la variabilité génétique à l'intérieur de cette unique population relictuelle d' *A. nebrodensis* reste du même ordre que celle observée au sein des populations dynamiques d' *A. alba* situées en Calabre dans des conditions de milieu comparables (VICARIO *et al.*, *op. cit.*). On peut donc rester relativement confiant quant au potentiel de l'espèce à retrouver une dynamique.

Deux obstacles importants bloquent cependant ses possibilités de régénération naturelle :

- le premier réside dans l'insuffisance de la production des semences. En effet, si la présence de cônes sur

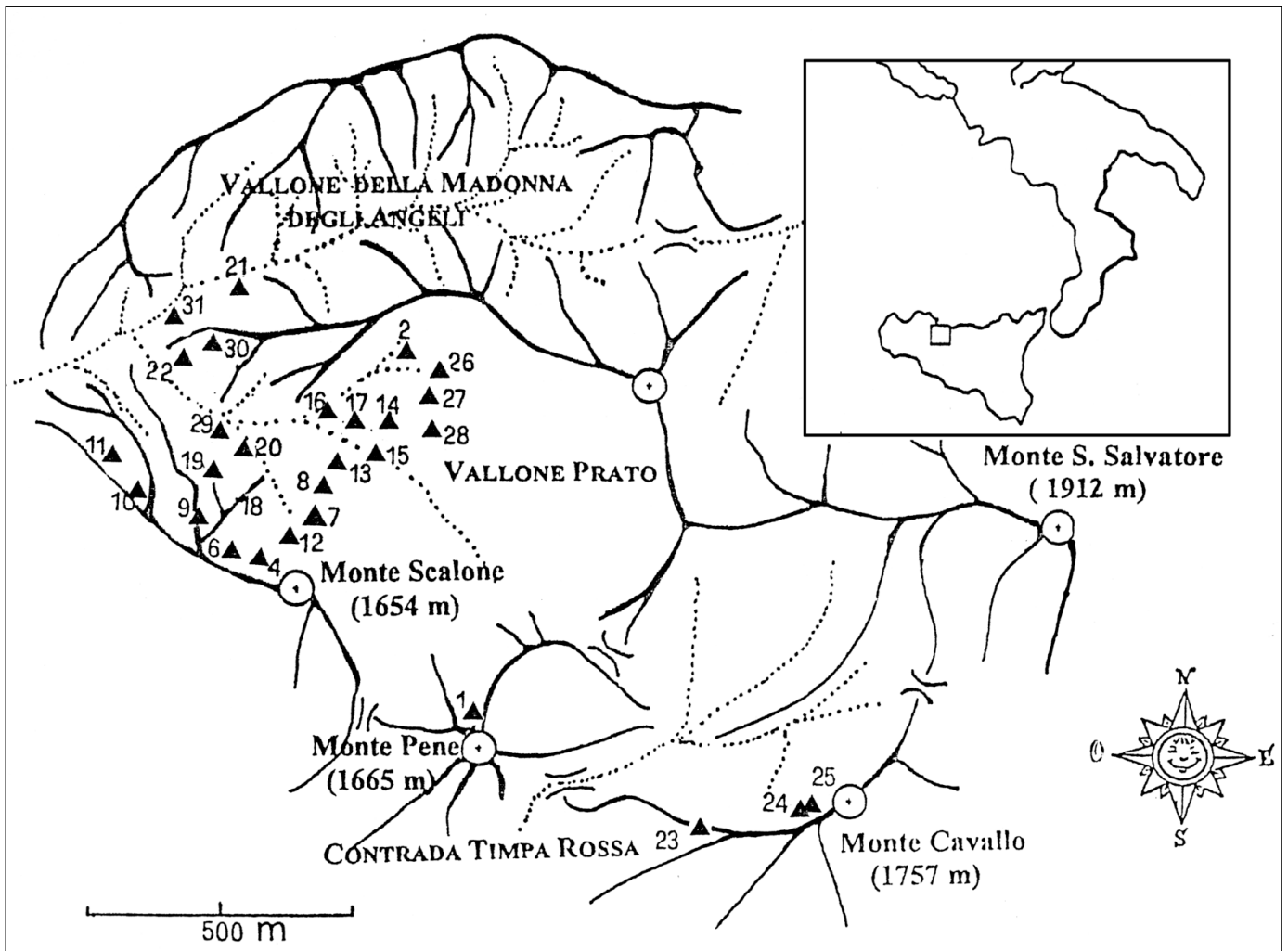


Fig. 5 : Localisation in situ des individus d'*Abies nebrodensis* dans la région des Madonie (Sicile).

certaines arbres a bien été observée dès 1960 (GRAMUGLIO, *op. cit.*) et confirmée par la suite, notamment lors de l'inventaire de 1992, en réalité, 4 arbres seulement semblent en situation de jouer le rôle de semenciers efficaces (MORANDINI et *al.*, *op. cit.*). De plus, la viabilité des graines produites est très faible (de 1 à 30 % de germinations en conditions de laboratoire), la plupart d'entre elles étant vides, ou ne contenant qu'un embryon avorté. Les capacités de reconquête naturelle du milieu semblent donc actuellement très faibles.

- Le second concerne la qualité du milieu défavorable à la régénération, à la fois dans la zone centrale de Vallone Prato du fait du développement excessif de la hêtraie et sur les crêtes de Monte Scalone, Monte Pene et Monte Cavallo, où le substrat est très dégradé, et les arbres exposés à des contraintes climatiques particulièrement drastiques.

La seule zone qui pourrait constituer un foyer d'expansion de l'espèce est localisée à l'entrée nord du Vallone de la Madonna degli Angeli, où 2 arbres (n. 21 et 22) régénèrent. Ils sont associés à *Q. ilex* et à divers arbustes méditerranéens décidus ou non (*Arbutus unedo*, *Ilex aquifolium*, *Juniperus* sp., *Cistus* sp., *Phyllirea* sp.) caractérisés par un tempérament hygrophile, conformément à ce qui a été décrit par QUEZEL (*op. cit.*) et QUEZEL et BARBERO (1990).

Cette zone qui pourrait être favorable à une certaine expansion spontanée de l'espèce est cependant limitée à 50-100 ha cernés de crêtes rocheuses et de pentes particulièrement fortes. En outre, les semences produites par les 2 arbres fertiles sont peu abondantes et de qualité médiocre, peut-être en raison d'une insuffisante production de pollen et/ou d'un excès d'autopollinisations.

La relance d'une dynamique au sein de l'exceptionnel patrimoine génétique que représente l'unique population de cette espèce de sapin endémique de la Sicile nécessiterait donc une assistance et la mise en œuvre de mesures de gestion adaptées. Celles-ci devraient être soigneusement différenciées en fonction des particularités des différentes zones dans lesquelles se trouvent les arbres. Dans le Vallone Prato, la réalisation d'éclaircies dans la hêtraie pourrait permettre de créer des conditions plus favorables à la germination des semences et à la croissance des semis, comme cela a déjà été réalisé pour *A. alba* (PAVARI *op. cit.*, SUSMEL *op. cit.*, MAGINI *op. cit.*, MAZZINI et PACI *op. cit.*, IGNESTI et PACI *op. cit.*).

En revanche, dans le Vallone de la Madonna degli Angeli, aucune intervention sylvicole ne semble nécessaire, au moins au niveau de la zone centrale où se trouvent les 2 arbres qui



régénèrent. Par contre, en périphérie dans les zones où le relief et les conditions de milieu paraissent beaucoup più difficili, on pourrait envisager d'implanter des noyaux d'espansione permettando d'accelerare la progressione della rigenerazione tutto in arricchendo il pool genetico. Ce tipo d'operazione potrebbe essere realizzato a partire da materiale proveniente da Vallone Prato, in utilizzando des semences produites par les arbres mis en collection par l'Institut Expérimental pour la Sylviculture d'Arezzo (lorsqu'il y en aura), plutôt que des graines récoltées in situ à partir des 3 ou 4 arbres actuellement fertiles. Ceci devrait permettre d'assurer une meilleure stabilité aux populations ainsi renforcées, et augmenter les chances de relancer une dynamique durable de l'espèce.

## Remerciements :

Les auteurs remercient l'Administration Forestière Régionale de la Région Sicile et l'Ente Parco Madonie pour l'aide apportée à l'étude et à la préservation d' *A. nebrodensis*. Ils expriment également leur gratitude à M. le Prof. Riccardo MORANDINI pour la relecture de ce travail, qui a été réalisé en partie dans le cadre du programme de coopération scientifique bilatérale Italo - Français "Galilée".

F.D., R.P., J.M. F.

## Bibliographie

- ACQUAFREDDA P., PALMENTOLA G. Il glacialismo quaternario nell'Italia meridionale dal Massiccio del Matese all'Aspromonte. Biogeographia, Soc. It. Biogeogr., Bologna, Italia, X, (1984) 1986 : 13 - 18.
- ARENA M., 1959 - Caratteristiche ecologiche degli organi vegetativi giovanili di *Abies nebrodensis* (Lojac.) Mattei, desunte dalla loro struttura. Atti della Accademia Nazionale dei Lincei, Roma (Ser. 8) 26 (2) : 252 - 8 + 28 foto.
- 1960a - Anatomia comparata di alcuni organi vegetativi di *Abies nebrodensis* (Lojac.) Mattei ed *Abies alba* Miller. Atti reale Acc. It. Lincei, Mem. Cl. Sc. Fis., (3a), Bot., 26 : 252 - 258.
- 1960b - Sul potere di germinabilità dei semi e sulla vitalità dei semenzali di *Abies nebrodensis* (Lojac.) Mattei. L'It. For. e Mont., 15 (6) : 247 - 250.
- BERGMANN F., LARSEN J. B., GREGORIUS H. R. Genetische Variation in verschiedenen Arealen der Weisstanne *Abies alba* Mill.. Erhaltung forstlicher Genressourcen, Schrift. a. d. Forstl. Fak. Goettingen, Band (98), 1990 : 130 - 140.
- BERGMANN F., GREGORIUS H. R.. Ecogeographical Distribution and thermostability of Isocitrate dehydrogenase (IDH) alloenzymes in European Silver Fir (*Abies alba*). Biochemical Systematics and Ecology, 21 (5), 1992 : 597 - 605.
- BERTOLANI MARCHETTI D. Dall'Appennino alle Serre Calabre - Cenni palinologici e paleoclimatici. Biogeographia, Soc. It. Biogeogr., Bologna, Italia, X (1984) 1986 : 67 - 87.
- BIANCHI M. Piano di assestamento della foresta di Campigna per il quinquennio 1979 - 1983. Tip. Coppini, Firenze, Italia.
- BINAZZI A., COVASSI M. Il genere *Dreyfusia* Boerner in Italia con la descrizione di una specie nuova (*Homoptera Adelgidae*). Redia, LXXIV,(1), 1991 : 233 - 299.
- BIONDI E., RAIMONDO F. M. Primo rinvenimento di legni fossili sulle Madonie. Giorn. Bot. It., (114), 1980 : 128 - 129.
- BORCHI S.. Foreste Casentinesi. Ed. DREAM, Firenze, 1989 : 160 p.
- BOTTACCI A., GELLINI R., GROSSONI P.. Morphological and anatomical aspects of *Abies nebrodensis* (Lojac.) Mattei. Proc : International EEC Workshop on Mediterranean Firs, 11-15.06.1990, Avignon, 1990 : 117 - 124.
- CANTIANI M. Prime indagini sulla biomassa dell'abete bianco. Ricerche sperimentali di dendrometria e auxometria, Firenze, 5, 1974 : 43 - 57.
- CANTIANI M., BERNETTI G.. Tavola alsometrica delle abetine coetanee della Toscana. Ann. Acc. It. Sc. For., Firenze, 11, 1962 : 293 - 332.
- CIAMPI C., DI TOMMASO P. L.. Osservazioni morfo-anatomiche sul comportamento in vivaio di semenzali di abete bianco di differenti origini geografiche. L'Italia Forestale e Montana, 1973 : 61 - 90.
- CIANCIO O. Sul clima e sulla distribuzione altimetrica della vegetazione forestale in Calabria. Ann. Istit. Sper. Selv., Arezzo vol. II, 1973 : 321-372.
- CIANCIO O., IOVINO F., MENGUZZATO G., MIRABELLA A. L'abete (*Abies alba* Mill.) in Calabria. Ann. Ist. Sper. Selv., Arezzo. vol. XVI, 1985 : 7 - 249.
- COMUNITÀ MONTANA DEL CASENTINO. Piano di assestamento delle Foreste Casentinesi. Regione Toscana ed., Stia (Arezzo, Italia), 1989 : 247 p.
- CONSEIL D'EUROPE. Liste des Plantes rares, menacées et endémique en Europe. Collection Sauvegarde de la Nature, n. 14, Strasbourg, 1977.
- CORBETTA F. Lineamenti vegetazionali dell'Appennino meridionale (dal Campano alle "Serre" calabresi). Biogeographia, Soc. It. Biogeogr., Bologna, Italia, X (1984) 1986 : 141 - 159.
- DE MARTONNE E. Une nouvelle fonction climatologique : l'indice d'aridité. La météorologie, 2, 1926 : 449 - 459.
- DE PHILIPPIS A. Lezioni di Selvicoltura speciale. Università di Firenze, Firenze, 1958. 376 p.
- DI TOMMASO P. L., CALAMASSI R. Studi sul modello organizzativo di semenzali di abete bianco (*Abies alba* Mill.) di differente origine geografica. L'Italia Forestale e Montana XXXV (1), 1980 : 25 - 39.
- DUCCI F. Variabilità di indici di forma in semenzali di provenienze di abete bianco (*Abies alba* Mill.) dell'Italia centro - meridionale. Ann. Ist. Sperim. Selvic., Arezzo, XXII (1991), 1994 : 53 - 72.
- ENTE PARCO MADONIE. Nel Parco. Palermo, 1992 : 1 - 61.
- FERRARI G.A., WOLF U. Considerazioni sui suoli e la rinnovazione naturale dell'abete bianco (*Abies alba* Mill.) del bosco Abeti Soprani. Ann. Acc. It. Sci. For., Firenze XXV (19), 1970 : 423 - 439.
- FRENI C. Andamento del ritmo vegetativo in *Abies alba* Mill. dell'Aspromonte. Ann. Acc. It. Sci. For., Firenze IV, 1954 : 135 - 155.
- IOVINO F., MENGUZZATO G. L'abete bianco sull'Appennino lucano. Ann. Acc. It. Sci. For., 1993 : 185 - 214.
- F.A.O. Databook on endangered tree and shrub species and provenances. FAO forestry paper (77), 1984 : 11 - 20.
- FORGIONE M. Indagine sull'*Abies nebrodensis* (Lojac.) Mattei- Tesi di Laurea Anno Accad.1986 - 87, Università degli Studi di Reggio Calabria, Italy, 1987.
- FREJ M. Die Gliederung der Sizilianischen Flora und Vegetation und ihre Stellung in Mittelmeergebiet. Zuerich, 1938.
- GABBRIELLI A., LA MARCA O., PACI M. L'abete bianco sull'Appennino. Cellulosa e carta (1), 1991 : 2 - 16.
- GABBRIELLI A., SETTESOLDI E. La storia della foresta casentinese nelle carte dell'archivio dell'Opera del Duomo del Duomo di Firenze dal sec. XIV al sec. XIX. Collana Verde n.43, CFS, Roma, 1975.
- Vallombrosa e le sue selve. Nove secoli di storia. Collana Verde n.68, CFS, Roma, 1985
- GIACOBBE A. Per il Prof. De Philippis. L'Italia Forestale e Montana XVII (4), 1973 : 167 - 170.
- Ricerche sperimentali recenti sull'abete appenninico. L'Italia Forestale e Montana XXIX (4), 1974a : 137 - 144.
- A proposito della var. appennina Giac.

- dell'*Abies alba*. L'It. For. e Mont., XXIX, (4), 1974b.
- GERACI L. Nuovi reperti di *Abies nebrodensis* (Lojac.) Mattei rinvenuti sulle Madonie nella zona di indigenato (Coniferopsida, Pinaceae). Il Naturalista Siciliano, s. 4, 3 (1 - 2), 1979 : 106 - 114.
- GIANNINI R., MAGINI E. Risultati di indagini preliminari su semi e semenzali di abete bianco (*Abies alba* Mill.) di provenienza diversa. L'Italia Forestale e Montana XXV (3), 1970 : 121 - 130.
- GRADI A. Declino e riespansione dell'abete bianco. Roma, Economia Montana 15 (4), 1983 : 16 - 22.
- Manuale tecnico pratico per l'allevamento in vivaio delle piantine forestali. Regione Autonoma Friuli Venezia-Giulia, Dir. Reg. Foreste e Parchi, Serv. Selvicoltura, Udine, 1996 : 243 p.
- GRAMUGLIO G. Appunti sulla distribuzione geografica dell'*Abies nebrodensis* (Lojac.) Mattei. Acc. naz. dei Lincei, 29, 1960 : 106 - 114.
- Sexual awakening of *Abies nebrodensis*. Giorn. Bot. Ital., 69 (1/3), 1962 : 207 - 210.
- GUIDI G.-1971- Nota preliminare sulla distribuzione e sui caratteri ecologici delle abetine del Molise. Ann. Ist. Sper. Selv., Arezzo vol. II : 279 - 296.
- GUINIER Ph. Sapins et sapinières ou de la relativité en sylviculture. Bull. de la Soc. Botanique de France Comté, t. XXV, 11, 1949.
- HOFFMANN A. Il faggio in Sicilia. Memoria n. 2 da Flora et vegetatio italica, Monografie sulla flora e vegetazione d'Italia, Gianasso Editore, Palermo, 1960 : 9 - 235.
- IGNESTI S., PACI M. Studi sulla rinnovazione naturale dell'abete bianco (*Abies alba* Mill.) nella foresta di Vallombrosa. Ann. Acc. It. Sc. For., Firenze, 38, 1989 : 541 - 584.
- IOVINO F., MENGUZZATO G., VELTRI A. Studio sulle condizioni termometriche dell'aria e del suolo nelle abetine di Serra S. Bruno. Ann. Acc. It. Sci. For., Firenze (37), 1988 : 495 - 538.
- IOVINO F., KRAMER W., MENGUZZATO G. Temperatur und Feuchtigkeit der Luft und des Bodens in Tannenswäldern von Serra S. Bruno (Kalabrien/Italien). Forstarchiv 60. Jahrgang. Heft (6), 1989 : 233 - 236.
- I.U.C.N. The IUCN plant red data book. Morges, IUCN, 1978.
- KOESTLER J. N. Tannen zwischen Skylla und Charybdis. Jahrbuch 1956 des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere, Muenchen, 1956 : 83 - 91.
- KRAMER W. Die Weisstanne- *Abies alba* Mill.; in Kalabrien : Beobachtungen und Eindruck Forstarchiv, 1984 : 96 - 99, 150 - 155.
- LARSEN J. B. Waldbauliche und ertragskundliche Erfahrungen mit verschiedenen Provenienzen der Weisstanne (*Abies alba* Mill.) in Daenemark. Forstwiss. Cbl. (100), 1981 : 275 - 287.
- Das Tannensterben : eine neue Hypothese zur Klaerung des Hintergrundes dieser raetselhaften Komplexkrankheit der Weisstanne (*Abies alba* Mill.). Forstwiss. Cbl (105), 1986a : 391 - 396.
- Die geographischen Variation der Weisstanne (*Abies alba* Mill.) Wachstumsentwicklung und Frost-Resistenz. Forstwiss. Cbl (105), 1986b : 396 - 406.
- Ecoysiological reactions of different provenances of European Silver fir (*Abies alba* Mill.) to SO<sub>2</sub> Exposure during winter. Eur. J. For. Path., (18), 1988 : 44 - 50.
- LOJACONO - POIERO M. Flora sicula. Vol. II, pars II, 1907 : 421.
- LONGAUER R. Genetic diversity of European silver fir (*Abies alba* Mill.). Doctoral thesis, Technická Univerzita vo Zvolene, Zvolen - Slovakia, Lesnícka fakulta, 1996
- MAGINI E. Ricerche sui fattori della rinnovazione naturale dell'abete bianco sull'Appennino. L'It. for. e Mont., Firenze, 22, 1967 : 261 - 270.
- Esiste sull'Appennino una varietà dell'abete bianco? (Risposta al Prof. A. Giacobbe). L'Italia. Forestale e Montana, Firenze, XVIII (5), 1973 : 173 - 176.
- Appunti di vivaistica forestale. Ed. Clusf, Firenze.
- MAGINI E., GIANNINI R. Indagini su semenzali di due anni di abete bianco di provenienza diversa. L'Italia Forestale e Montana, Firenze, XVII (5), 1972 : 173 - 177.
- MARTINO A. D., MARCENO C., RAIMONDO F. M. [1] Nota preliminare sulla vegetazione gipsofila della Sicilia centro-meridionale. Giorn. Bot. It., (111), 6, 1977a : 369 - 370; - [2] Sintesi degli studi condotti sulla vegetazione delle Madonie. Giorn. Bot. It., (111), 6, 1977b : 370 - 371.
- MATTEI G. E. L'Abete dei Nebrodi. Boll. del R. Orto Bot. e Giard. Col. di Palermo. Anno VII, 1908 : 56 - 59.
- MAZZINI A., PACI M. Distribuzione e caratteristiche del novellame di abete bianco cresciuto in differenti condizioni di illuminazione in alcuni boschi della Toscana. Ann. Acc. It. Sc. For., Firenze, 40, 1991 : 237 - 270.
- MERCURIO R. Esperienze sul trattamento delle abetine nelle foreste casertinesi. Ann. Ist. Sperim. Selvic., Arezzo, Italia, 22, (1991) 1994 : 95 - 116.
- MESSERI A., INNAMORATI M., JACOPI Z. Germinazione ed accrescimento dell'abete bianco (*Abies alba* Mill.) in diverse condizioni termiche e fotoperiodiche. Giorn. Bot. Ital., Firenze, 70, 1963 : 287 - 302.
- MESSERI A., SALVI F. Contributi alla conoscenza della ecologia dell'abete bianco (*Abies alba* Mill.). Ann. Acc. It. Sci. For., Firenze, XIII, 1964 : 129-172.
- MORANDINI R. L'abete bianco di Serra S. Bruno. In : Esperienze ed indagini su le provenienze e razze dell'Abete bianco (*Abies alba* Mill.) di A. Pavari, 1951. Pubblicazioni della Staz. Sper. Selv., Firenze, 8, 1951 : 86 - 92.
- *Abies nebrodensis* (Lojac.) Mattei, Inventario 1968. Pubblicazione n. 18 dell'Ist. Sper. Selvic. di Arezzo, Firenze, 1969a : V + 93 p.
- Per la protezione dell'abete in Sicilia. La Sezione Fiorentina del C.A.I 1868-1968. Firenze : 411 - 414. serie VIII, (29), f. 1 - 2, luglio - agosto, 1969b : 106 - 114.
- MORANDINI R., GUIDI G. L'abetina di Fonte Vetica. Ann. Ist. Sper. Selv., Arezzo vol. I, 1970 : 345 - 363.
- MORANDINI R., DUCCI F., MENGUZZATO G. *Abies nebrodensis* (Lojac.) Mattei - Inventario 1992. Ann. Ist. Sperim. Selvic., Arezzo, (1991) 1994, XXII : 5 - 51.
- MORANDINI R., MAGINI E. Il materiale forestale di propagazione in Italia. Collana Verde n. 34, Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, Roma, 1975 : 298 pp.
- NITZELIUS T. A review of the firs in the Mediterranean. Uppsala, 1969 : 178 - 181.
- PAGANUCCI L. Piano di assestamento della riserva naturale biogenetica di Camaldoli per il quinquennio 1980 - 1984. Tip. Coppini, Firenze, 1983.
- PATRONE G. Piano di assestamento delle foreste di Vallombrosa e S. Antonio per il quindicennio 1970 - 1984. Min. agr. e For., ASFD, Firenze, 1970 : 308 p.
- PAVARI A. Carta delle zone climatico forestali. Firenze, 1916.
- Esperienze ed indagini sulle provenienze e razze di abete bianco (*Abies alba* Mill.). Pubblicazioni della Staz. Sper. Selv., Firenze (18), 1951 : 96 p.
- Scritti di ecologia, selvicoltura e botanica forestale. Pubblicazioni dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, 1958 : 94 - 95.
- PENNACCHINI F., DUCCI F. Prova di resistenza ad inquinanti di 6 provenienze italiane di abete bianco. Ann. Istit. Sperim. Selvicoltura, Arezzo, Italia, XXII, (1991), 1994 : 71 - 93.
- PINNA M. Climatologia. UTET, Unione Tipografico Editrice Torinese, Torino, Italia 1977 : 312-316.
- PIRONE G. L'abete bianco in Lucania. Natura e Montagna (2), 1982 : 43 - 55.
- PIUSSI P., SANESI G., SULLI M. Osservazioni sull'unidità del suolo nella foresta di Vallombrosa. Ann. Ist. Sperim. Selvic., Arezzo, 2, 1971 : 299 - 320.
- PIZZIGALLO V. Le abetine di Serra S. Bruno. Riv. For. It., 1941 : 179 p.
- PRINCIPE M. Piano di assestamento dei boschi di Serra S. Bruno (1974 - 1983). Corpo Forestale dello Stato, Mongiana, Catanzaro, 1974.

- QUEZEL P. Biogeography and ecology of conifers in the Mediterranean area. Pesson, P. (Editor) : Recent research in forest ecology. Soils, flora, fauna.: Gauthier - Villars, Paris, 1980 : 205 - 255.
- QUEZEL P., BARBERO M. Caractéristiques écologiques, dynamiques et structurales des populations naturelles de sapins sur le pourtour méditerranéen. International EEC workshop on Mediterranean Firs, 11-15.06.1990, Avignon, Atti : 23 - 25.
- RAIMONDO F. M., GIANCUZZI L., SCHICCHI R. Carta della vegetazione del massiccio carbonatico delle Madonie (Sicilia centro - settentrionale). Quad. Bot. Ambientale, (3), 1992 : 23 - 40.
- RAIMONDO F. M., GIANCUZZI L., ILARDI V. Inventario delle specie "a rischio" nella flora vascolare nativa della Sicilia. Quad. Bot. Ambientale, (3), 1992 : 65 - 132.
- RIKLI M. Das Pflanzenkleid der Mittelmeerlaender. Berna, 1943.
- RINALLO C., GELLINI R. Morphological and anatomical traits identifying the silver fir (*Abies alba* Mill.) from Serra S. Bruno provenance. Giorn. Bot. Ital. (122), 1988 : 149 - 166.
- ROVELLI E. La distribuzione dell'abete (*Abies alba* Mill.) sull'Appennino. Monti e Boschi, 6, 1993 : 5 - 13.
- SCALTSOYANNES A., PANETSOS K.P., ZARAGOTAS D. Genetic variation of greek fir as determined by isozyme analysis and its relation to other mediterranean firs. Proc. EEC-Iufro "Mediterranean Firs" International meeting, 11-16 June 1990 Avignon.
- SCHROEDER S. Die Isoenzym - Variation der Weisstanne (*Abies alba* Mill.) 16 europäischer Provenienzen. Mitt. Verein f. Forstl. Standortskunde u. Forstpflanzenzüchtung, 34, 1988 : 77 - 81.
- SUSMEL L. Trattamento, rinnovazione e stato normale delle abetine dell'Alto Cadore. Monti e Boschi, Bologna, Italia 4,6, 9, 1952, in Susmel L. 1955b.
- Indagini sulla differenziazione del ritmo dell'attività vegetativa in provenienze di *Abies alba* Mill. L'Italia Forestale e Montana, Firenze, IX (6), 1954 : 289 - 302.
- Riordinamento su basi bio-ecologiche delle abetine di S. Vito di Cadore. Pubbl. n.9 della Staz. sperim. di Selvicoltura, Firenze, 1955a.
- Conservazione e miglioramento delle abetine delle Alpi Orientali. Acc. It. Sc. For., Firenze, Atti Congr. Naz. di Selvicoltura del 1954, 1955b : 331 - 370.
- Ecologia, biologia e possibilità attuali di coltivazione dell'abete bianco (*Abies alba* Mill.) nell'Appennino centro meridionale. Ann. Acc. It. Sc. For., Firenze : 8, 1959 : 165 - 202.
- TOURING CLUB ITALIANO. Riserve naturali statali. In : Parchi e riserve naturali in Italia. Touring Club Italiano ed., Milano, G15, 1982 : 207 - 226.
- VICARIO F., VENDRAMIN G. G., ROSSI P., LIÒ P., GIANNINI R. Allozyme, chloroplast DNA and RAPD markers for determining genetic relationships between *Abies alba* and the relic population of *A. nebrodensis*. Theor. Appl. Genet., 90, 1995 : 1012 - 1018.
- WOLF H. Die Variation des Monoterpenmusters verschiedener Herkunfte der Weisstanne (*Abies alba* Mill.) aus dem gesamten europaeische Verbreitungsgebiet. Erhaltung forstlicher Genressourcen, Schriften a. d. Forstl. Fak. d. Univ. Goettingen Band (98), 1990 : 118 - 129.

## Résumé

Le genre *Abies* est représenté en Italie par deux espèces indigènes : *A. alba* et *A. nebrodensis*.

*A. alba* (63 400 ha, dont 27 600 au moins en peuplements purs) est localisé dans les Alpes et dans les Apennins, jusqu'à l'Aspromonte, en Calabre. Dans les Alpes et dans les Apennins du nord, il forme des peuplements purs du fait, le plus souvent, de l'intervention de l'homme. Au sud, l'espèce est présente partout, mais sous l'effet de fortes pressions anthropiques elle est fréquemment réduite à l'état de petites populations isolées ou de peuplements clairsemés. Partout la succession *Fagus-Abies* est dominante, mais il arrive qu'*A. alba* soit aussi associé à des Chênes à feuilles caduques ou persistantes (*Q. ilex*) ou à d'autres conifères.

*A. nebrodensis* n'est constitué que d'une petite population relictuelle composée d'environ 30 arbres situés dans la chaîne des Madonie au nord de la Sicile, à une altitude d'environ 1500 m. L'espèce qui représente l'expression la plus méridionale du Sapin en Europe participe sur une aire de quelques hectares à diverses associations : *Quercion ilicis*, *Q. pubescentis-petraeae* et *Fagion* au sein duquel elle se régénère.

Partout les cénozes auxquelles le Sapin participe, ont été l'objet d'intenses pres-

sions de la part des différentes populations humaines qui se sont succédées dans la péninsule. Les moines bénédictins ont codifié dès le début du second millénaire la culture "intensive" de l'espèce.

Aujourd'hui, les plantations sont réalisées à la densité initiale de 2500 plants à l'ha. Les premières éclaircies sont faites à 20-25 ans. La durée de rotation est d'environ 120-130 ans. L'exploitation est généralement faite par coupe rase.

En peuplements naturels purs ou mélangés, ou bien lorsque l'on veut favoriser une évolution vers un état plus équilibré de l'écosystème forestier, des modèles sylviculturaux fonctionnels basés sur la dynamique naturelle de la forêt sont privilégiés. Ils comportent des interventions telles que des coupes d'éclaircies appliquées aux espèces associées au Sapin (*Hêtre*, *Chênes*, conifères), ou au Sapin lui-même, afin de permettre une régénération naturelle par bouquets ou arbres disséminés.

*A. alba* peut être considéré comme une essence productive compte tenu des conditions de milieu très moyennes dans lesquelles elle est habituellement cantonnée. En Toscane, le volume sur pied à 100 ans est de l'ordre de 1000 à 1300 m<sup>3</sup>/ha avec des accroissements moyens de 8 à 12 m<sup>3</sup>/ha /an. Des valeurs de 10-12 m<sup>3</sup>/ha /an ont même été enregistrées dans des peuplements murs de Calabre.

Bien qu'il ait perdu de son importance économique, le bois de Sapin peut encore atteindre des prix relativement élevés. Dans beaucoup de régions il reste une ressource locale importante.

Le matériel génétique de base pour *A. alba* est constitué de 30 peuplements porte-graines représentant environ 9200 ha qui sont soit classés, soit contrôlés, sur la base des règlements nationaux et européens en vigueur. La plupart sont des peuplements naturels inclus dans des réserves biologiques et placés directement sous la responsabilité des Services Forestiers de l'Etat. Ils sont gérés selon un cahier des charges particulier destiné à assurer à la fois une régénération naturelle et la production de graines.

*A. nebrodensis*, dont l'unique population bénéficie d'une protection totale sous forme d'une réserve intégrale au sein du Parc Régional des Madonie ne figure pas au catalogue des espèces commercialisées. Les études en cours sont centrées sur une meilleure connaissance de la diversité génétique résiduelle au sein de l'espèce et de son organisation in situ, ce qui devrait permettre d'envisager diverses mesures de gestion susceptibles de favoriser une reprise de sa dynamique.

## Riassunto

Il genere *Abies* è rappresentato in Italia da due specie indigene : *A. alba* e *A. nebrodensis*. Il primo è distribuito in popolazioni pure o miste a latifoglie sulle Alpi e sull'Appennino fino all'Aspromonte in Calabria. La seconda specie è rappresentata da una sola popolazione relictica di circa 30 piante sulla catena delle Madonie, in Sicilia.

In tutto il Paese le cenosi a cui l'abete partecipa sono state sottoposte ad intense erosione e pressione da parte di tutte le civiltà che hanno colonizzato la penisola.

La superficie attualmente interessata dall'abete in Italia è di circa 63 400 ha, di cui almeno 27 600 ha costituiti da abetine pure.

Nelle abetine pure e miste, quando si vuole portare la foresta ad uno stato prossimo a quello naturale e verso un maggiore equilibrio ecologico, si privilegiano dei modelli di gestione più funzionali dal punto di vista bio-ecologico. Questi prevedono trattamenti particolari, basati principalmente sui tagli successivi, che interessano sia le specie associate (faggio, querce o conifere), sia lo stesso abete, con lo scopo di garantire una buona rinnovazione naturale per gruppi o per piede d'albero. Molti studi di questo tipo sono stati condotti sia nella regione delle Alpi, sia negli Appennini ed in Calabria.

L'abete può fornire buone produzioni, considerate le condizioni ambientali in cui la specie si trova relegata. Negli Appennini, massa in piedi a 100 anni è variabile da 1000 a 1300 m<sup>3</sup>/ha con incrementi medi annui di 8 - 12 m<sup>3</sup>/ha e 10 - 12 m<sup>3</sup>/ha in Calabria.

Accrescimenti di 10 - 12 mcl/ha sono stati stimati nelle foreste calabresi.

Oggi, l'abete bianco ha perduto la maggior parte della sua importanza economica, ma costituisce ancora un'importante risorsa a livello locale e il suo valore ecologico e paesaggistico giuoca un ruolo importante per la creazione di aree protette e di conseguenza per il turismo.

In Italia, sono stati classificati 30 popolamenti da seme, per una superficie di 9200 ha circa. Essi costituiscono il materiale di base italiano di abete bianco e sono in parte definiti come materiale "classificato" ed in parte "provato" secondo le norme dell'attuale legislazione nazionale ed europea.

Molti di questi popolamenti, di origine naturale per la maggior parte, si trovano in riserve biogenetiche e sono direttamente gestiti dai servizi forestali pubblici a causa della loro importanza ecologica e naturalistica.

E'ormai noto che esiste un gradiente positivo del livello della variabilità genetica da nord a Sud e che la Calabria è un'importante fonte di diversità intra-specifica e di materiale di buona qualità, frequentemente impiegato anche nella selvicoltura nord-europea.

Numerosi sono gli studi sulla distribuzione di questa diversità e sulla sua strutturazione a livello intraspecifico, necessari per migliorare la gestione e la conservazione delle risorse genetiche.

Gli studi su *A. nebrodensis*, data l'importanza particolare di questa specie, hanno analizzato i rapporti con le popolazioni più prossime e sono destinati a meglio conoscere e gestirne le risorse in situ.

## Summary

The genus *Abies* is represented in Italy by two native species : *A. alba* and *A. nebrodensis*. The distribution of the first is in pure stands or in mixed, where it is associated with broadleaved species in the Alps and in the Apennines down to Aspromonte, in Calabria.

The second species exists only as just one surviving vestigial stand, made up of about 30 individual trees. It is situated near the town of Cefalù, in North Sicily, in the Madonia range.

Throughout Italy, the types of biotope in which the fir occurs have long been under pressure from the peoples who have colonised the peninsula. There are now some 63, 400ha. of silver fir forest, of which 27,600ha. are pure stands.

In both the pure and mixed fir forests, whenever the aim is to bring the woodlands to a nearly natural state or to a greater ecological equilibrium, management models are favoured that are most effective from a bio-ecological point of view. Such models require specific methods based in the main on successive fellings of either the associated species (beech, oak or conifers) of the firs themselves, as a way of ensuring good natural

regeneration in groups or via scattered specimens. Many studies on this type of practice have been carried out both in the Alps region and in the Apennines in Calabria.

Considering the average habitat to which the species is relegated, the fir offers good yields. In Tuscany, the dry biomass above ground after 100 years has been estimated at around 500t./ha., of which 10 % is made up of leaves and branches, with an intermediary biomass of 200t./ha. and a average increment of 7t./ha..

Incremental growth of 10-12cm./ha. has been estimated for mature trees in Calabria.

At the present time, the silver fir has lost most of its economic importance. However, it is still an important local resource and by its ecological value and contribution to the landscape, plays a role in the creation of protected areas, and thus has an influence in relation to tourism..

In Italy, there are 30 stands of silver fir classified as "for seed supply", covering a total of 9,200ha. These stands provide the basic Italian material for *A. abies* : some of them are in the "classified", others in the "tested" categories, following national and European legislation currently in effect.

Many of the fir stands, natural for the most part, are located in biogenetic reserves and in view of their ecological and naturalist significance, are managed directly by the National Forestry Service.

It is now known that there is a positive gradient of genetic variability from northern to southern Italy and that Calabria is an important source of intra-specific diversity and of good quality genetic material often used in silviculture in northern Europe.

Currently, there are detailed studies under way on the distribution of this diversity along with intra-specific configuration. They aim to improve the management and the preservation of these genetic resources.

The studies of *A. nebrodensis*, which as a species is of special importance, analyse its relations with closely adjacent stands and aim to better understand and manage the intra-specific (or intra-population) variability in situ .