



ELSEVIER

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®

C. R. Biologies 326 (2003) 631–637



Biologie et pathologie végétales

Rôle de l'homme dans l'histoire de la végétation de la vallée Ellero (Alpes maritimes, Italie)

Elena Ortu^{a,b,*}, Fernand David^a, Rosanna Caramiello^b

^a Institut méditerranéen d'écologie et de paléoécologie, faculté des sciences de Saint-Jérôme, case 451, 13397 Marseille cedex 20, France

^b Dipartimento di Biologia Vegetale, Università degli Studi di Torino, Viale Mattioli, 25, 10125 Torino, Italie

Reçu le 18 février 2002 ; accepté le 27 mai 2003

Présenté par Paul Ozenda

Résumé

L'analyse pollinique d'une séquence sédimentaire d'une tourbière de l'étage montagnard de la vallée Ellero (Rifugio Mondovi, 1760 m, Alpes maritimes italiennes) met en évidence les particularités de l'histoire postglaciaire de la végétation du piémont italien. Le début de l'enregistrement vers 12000 BP pendant l'optimum du pin se distingue par une faible représentation du bouleau et l'occurrence de chêne caducifolié et de tilleul. Le Dryas récent est caractérisé par une progression d'armoises, recelant des occurrences de chêne caducifolié, de sapin et de hêtre. L'orme est enregistré au début de l'Holocène, pendant le second optimum des pins (9800 BP). Un long hiatus d'environ 3000 ans est enregistré. La reprise de la sédimentation vers 6000 BP se fait dans une sapinière à rhododendrons. La transition actuelle à 1500 m entre les hêtraies et les pelouses, semblable à celle que l'on retrouve dans les Apennins, résulte de l'action humaine en deux étapes : vers 2600 BP, la sapinière décline au profit du hêtre, les chênes décidus et les graminées progressent et le chêne vert apparaît. Vers 1800 BP, le développement du mélèze est enregistré, avec celui du noyer, du châtaignier, des céréales et de la vigne. **Pour citer cet article : E. Ortu et al., C. R. Biologies 326 (2003).**

© 2003 Académie des sciences. Publié par Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract

Man's role in the vegetation history in the Ellero Valley (Maritime Alps, Italy). The pollen analysis of a sediment core from a peat bog (Rifugio Mondovi) at the mountain belt (1760 m) in the Ellero Valley (Italian Maritime Alps) shows the postglacial vegetation history. The sequence starts at 12000 BP during a peak of pine pollen; this first phase shows a low representation of birch and the presence of *Tilia*. Younger Dryas is characterised by increasing percentages of *Artemisia*, showing the presence of deciduous *Quercus*, fir and beech. Elm appears at the beginning of the Holocene during the second pine peak (9800 BP). A 3000-year hiatus is present. Sedimentation resumes at 6000 BP in a *Rhododendron* fir-wood. The present timberline at 1500 m, at the limit of the beech wood, is a result of the decline of the fir-wood at 2600 BP, which allowed an expansion of beech. During this period, there was a continual increase in Gramineae and deciduous oak and the first occurrences of evergreen oak are observed. The development of larch occurs at 1800 BP, together with walnut, chestnut, cereals and vine. **To cite this article: E. Ortu et al., C. R. Biologies 326 (2003).**

© 2003 Académie des sciences. Publié par Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : eortu@yahoo.com (E. Ortu).

Mots-clés : homme ; histoire ; végétation ; analyse pollinique ; Postglaciaire

Keywords: man; history; vegetation; pollen analysis; Postglacial

Abridged English version

The present vegetation in Italian Maritime Alps has a high biodiversity and is rich in endemic plants. These suggest the presence of glacial refuges and a vegetation history different to that of adjacent regions. Despite its distinct nature, there are few palaeobotanical studies of this area of the Italian Maritime Alps, and the Ellero Valley, which is characterised by a calcareous substratum and a very humid climate, has never been studied at all. In spite of the mosaic of substrata that characterize the area, the mountain belt of the Ellero Valley shows a landscape similar to that of the valleys nearby: it is dominated by pastures above 1500 m and conifers are absent. The pollen analysis of the sequence of Rifugio Mondovì (1760 m), at the transition between the mountain and the subalpine belts, outlines vegetation development in the mountain belt and shows the impact of human activities on the evolution of natural vegetal formations in this sector of Alps. The diagram shows the early presence of lime pollen (ca. 12000 BP) and elm pollen (ca. 9800 BP), also found in sites situated nearby on the Italian side of the chain. On the French side, these taxa appear much later. This appears to confirm the hypothesis of the presence of glacial refuges in this region, advanced by precedent studies. The Marguareis and the Argentera–Mercantour massifs would have acted as a biogeographic barrier for the mesophilous deciduous plants migrating toward the French side of the mountain chain. The first phases of vegetal recolonisation in the Early Holocene (9700 BP) show a low representation of birch; however, the presence of a 3000-year stratigraphic hiatus (RM3–RM4) prevents the description of the colonisation phase by pioneer plants and does not allow the development of the stable vegetation to be dated. This hiatus is also found in other sites situated in the area, and is probably the result of a lowering of mountain lake levels caused by climatic warming. The vegetation, which colonizes the Ellero Valley at present, where pastures with gramineae are dominant above 1500 m, shows an abrupt transition between beech woods and pastures. This is similar to

the Apennines, where the conifer belt typical of Alps is not found. Nevertheless, the vegetation history observed from the pollen data shows the development of a *Rhododendron* fir-wood between 5700 and 2575 BP, in which maple and beech were present, while ash grew around the peat bog. The decline of these taxa was caused by human action. The beech was present from this period, but only became important in the vegetation after the first deforestations of fir, during the Roman period (2575 BP). This selective deforestation favoured the development of the beech-wood in the lower valley. The later appearance of larch was a result of human impact on the woods in the higher part of the valley. The later introduction of cultivated plants (1825 BP), e.g. walnut and chestnut, gradually modified the composition of lower forest belts. The culture of cereals and vine at lower altitudes also started in this period. The presence of evergreen *Quercus* is recorded since 1825 BP because of the deforestation by man on the fir-wood, having a pollen filtration role before.

These results confirm the classification of the vegetation belt, in which the peat bog is situated, in the subalpine *Rhododendron* fir-wood series, and show that the present landscape is the result of a strong and ancient anthropisation, which homogenised the vegetation of the region.

1. Introduction

1.1. Problématique

La végétation qui caractérise actuellement les Alpes Maritimes italiennes (Fig. 1) présente une biodiversité et une richesse en endémiques remarquables, qui a fait l'objet de plusieurs études [1–3]. Cela a été attribué [1,3] à la position privilégiée que les Alpes Maritimes et ligures occupent dans l'arc alpin, de par leur position méridionale par rapport au reste de la chaîne, et par leur proximité avec le bassin méditerranéen, qui a permis que les glaciations soient moins ressenties que dans d'autres secteurs des Alpes. Cette situation privilégiée, qui a permis la survie dans cette aire de

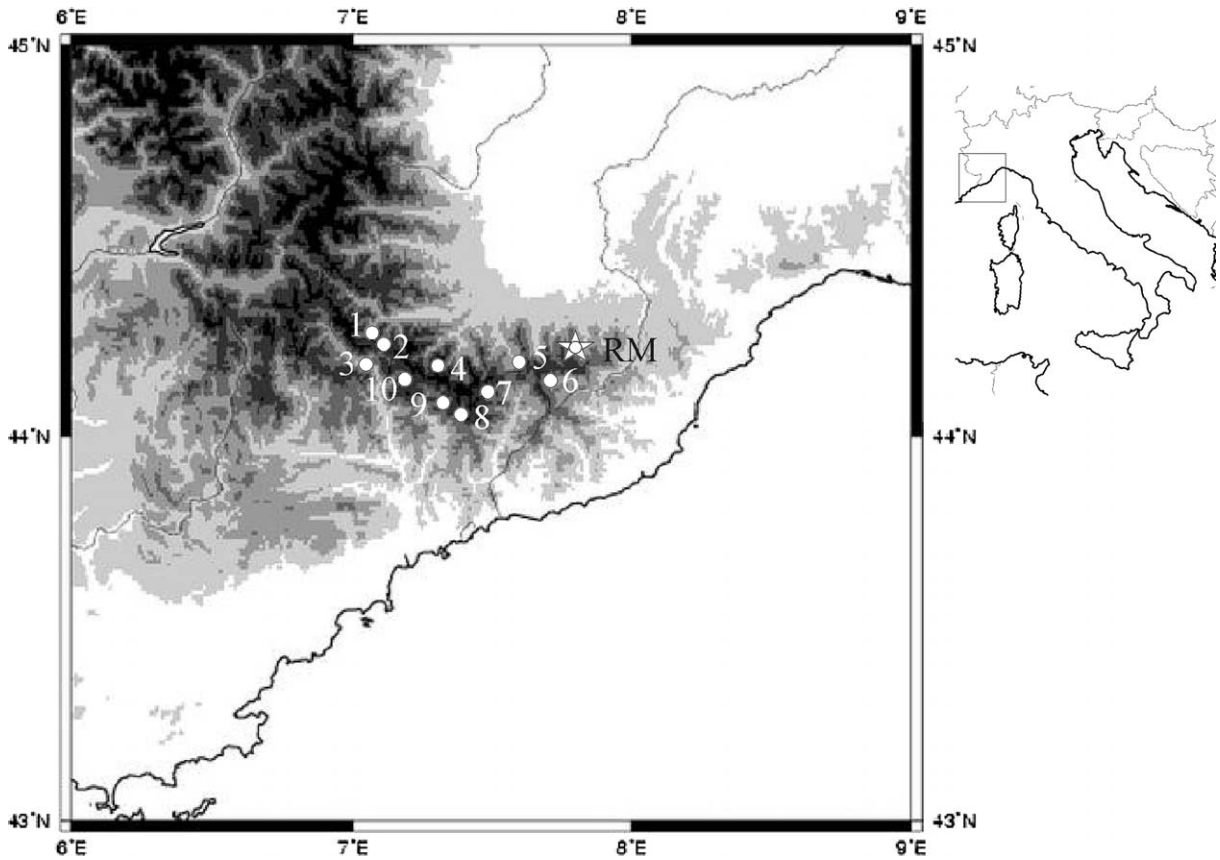


Fig. 1. Carte de localisation des sites cités dans le texte. **RM** (site d'étude) : Rifugio Mondovì ; **1** : Lago delle Fate ; **2** : Laghi dell'Orgials (V. ne di St. Anna di Vinadio) [18] ; **3** : Terres rouges [21] ; **4** : Lago del Vei del Bouc [10] ; **5** : Lago della Perla ; **6** : Selle di Carnino ; **7–10** [7] ; **8** [7,19,20].

plusieurs espèces, a porté certains auteurs [1,4] à formuler l'hypothèse selon laquelle ce secteur aurait offert des refuges glaciaires pour certains taxons arboréens. Cela paraissait d'autant plus probable que des études palynologiques conduites sur le versant méditerranéen des Alpes maritimes [5] supposait la présence de refuges pour les feuillus mésophiles sur le versant médio-européen. Cependant, cette région des Alpes maritimes italiennes n'a que rarement fait l'objet d'études paléobotaniques qui puissent confirmer ces hypothèses [5–8] et aucune n'a concerné la vallée Ellero, qui se caractérise par un substrat calcaire et un climat particulièrement humide (1335 mm/an sur le site) par rapport aux vallées plus septentrionales (1100 mm/an à la même altitude) [9]. Cela aurait dû, a priori, mener au développement d'une végétation locale différente de celle des régions proches. Ceci n'est

pas le cas dans la vallée Ellero, où l'étage montagnard est caractérisé par l'absence de conifères et présente, comme dans les vallées proches, un paysage uniforme de pelouses dès 1500 m, malgré la mosaïque particulièrement complexe de substrats qui caractérise la région [10,11].

L'analyse pollinique de la séquence sédimentaire (4,20 m) de la tourbière du Rifugio Mondovì (1760 m) retrace le développement de la végétation dans l'étage montagnard et montre le rôle joué par les activités anthropiques dans l'évolution des formations végétales de ce secteur.

1.2. Présentation du site étudié

La végétation potentielle des Alpes maritimes italiennes [12–15] est représentée par la série de *Quer-*

Tableau 1
Résultats des datations ^{14}C AMS : niveaux, codes et type de matériel daté

Échantillon	Matériel daté	Niveau stratigraphique	Âge non calibré (années ^{14}C BP)	Âge calibré (2σ) (années calendaires BC)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)
LYON-1608(GRA-19353)	tourbe	390	9790 ± 60	–9306, –9195	–28,99
LY-10759	tourbe	370	5725 ± 90	–4776, –4360	–28,02
LY-10758	tourbe	290	2575 ± 60	–829, –523	–28,67
LY-10757	tourbe	260	1965 ± 55	–90, +131 AC	–28,68
LYON-1607(GRA-19351)	tourbe	210	1825 ± 50	+77, +336 AC	–27,35
LYON-1606(GRA-19350)	tourbe	140	965 ± 45	+996, +1185 AC	–29,5

cus robur dans l'étage collinéen, qui cède la place dès 1000 m à la série de l'*Abieti-Fagetum* (étage montagnard), passant graduellement à la série subalpine des sapinières à *Rhododendron* entre 1600 et 1700 m d'altitude, ceci variant en fonction des nombreux microclimats et facteurs édaphiques qui caractérisent la région [16].

La tourbière du Rifugio Mondovì (1760 m) se situe dans la haute vallée Ellero (Fig. 1), à la transition entre les étages montagnard et subalpin.

La végétation actuelle de la vallée est représentée par une châtaigneraie, où *Castanea sativa* est accompagné de *Fraxinus excelsior*, *Acer* sp. pl., *Quercus* sp. pl., *Tilia cordata*, *Fagus sylvatica*, *Salix* sp. pl., *Corylus avellana*, remplacée par une hêtraie à *Ulmus glabra*, *Betula pendula*, *Corylus avellana*, qui se développe dès 1025 m et s'ouvre soudainement à 1500 m, cédant la place aux pelouses à graminées, où poussent *Calluna vulgaris*, *Rhododendron ferrugineum*, *Juniperus nana*. La tourbière, colonisée par une phytocénose du *Caricetalia fuscae*, est entourée de pelouses à *Nardus stricta*; la falaise qui surplombe la tourbière présente des ravins colonisés par *Alnus viridis*, alors que sur les crêtes poussent des individus isolés de *Larix decidua*, *Pinus mugo* et *Abies alba*.

2. Méthodes

2.1. Analyse pollinique

L'analyse a été effectuée sur des séquences sédimentaires recueillies à l'aide d'un carottier de type russe [17]; les carottes semi-cylindriques, récupérées dans des gouttières, ont été scellées dans un emballage plastique et conservées en chambre froide jusqu'à l'échantillonnage. Les échantillons ont été traités, en

fonction de leur nature, selon les méthodes utilisées au laboratoire [18,19]. Au minimum 400 grains de pollen de végétaux terrestres ont été comptés par chaque niveau. Le diagramme pollinique en fréquences relatives a été construit à l'aide du programme GPalWin [20]; les pourcentages polliniques sont calculés sur la base des sommes polliniques totales, excluant le pollen des plantes aquatiques et les spores. Les fréquences inférieures à 1% sont représentées par des points. Les zones d'assemblages polliniques locales sont identifiées par un code (RM) et numérotées de la base au sommet du profil.

2.2. Datations

Les six échantillons de tourbe ont été préparés au Centre de datation par le radiocarbone de Lyon. Les mesures par accélérateur (AMS) ont été effectuées au laboratoire de Tucson et sont présentées dans le Tableau 1.

3. Résultats

Le diagramme pollinique en fréquences relatives est présenté sous forme simplifiée (Fig. 2). Huit zones polliniques marquent les différentes phases de l'histoire de la végétation dans la vallée, depuis 12000 BP. La séquence tardiglaciaire, extrêmement comprimée, montre un Alleröd à dominance de pin (RM1), suivie par un Dryas récent (RM2), où l'armoise domine avec d'autres herbacées steppiques; des occurrences régulières de tilleul singularisent ces biozones. Le passage au début de l'Holocène est brusque (RM3) et sous-entend une lacune sédimentaire, marquée par un changement stratigraphique: du sédiment lacustre de nature argileuse (RM1–RM2) à une alternance de

Rifugio Mondovi 1760 m analysis: E. Ortu

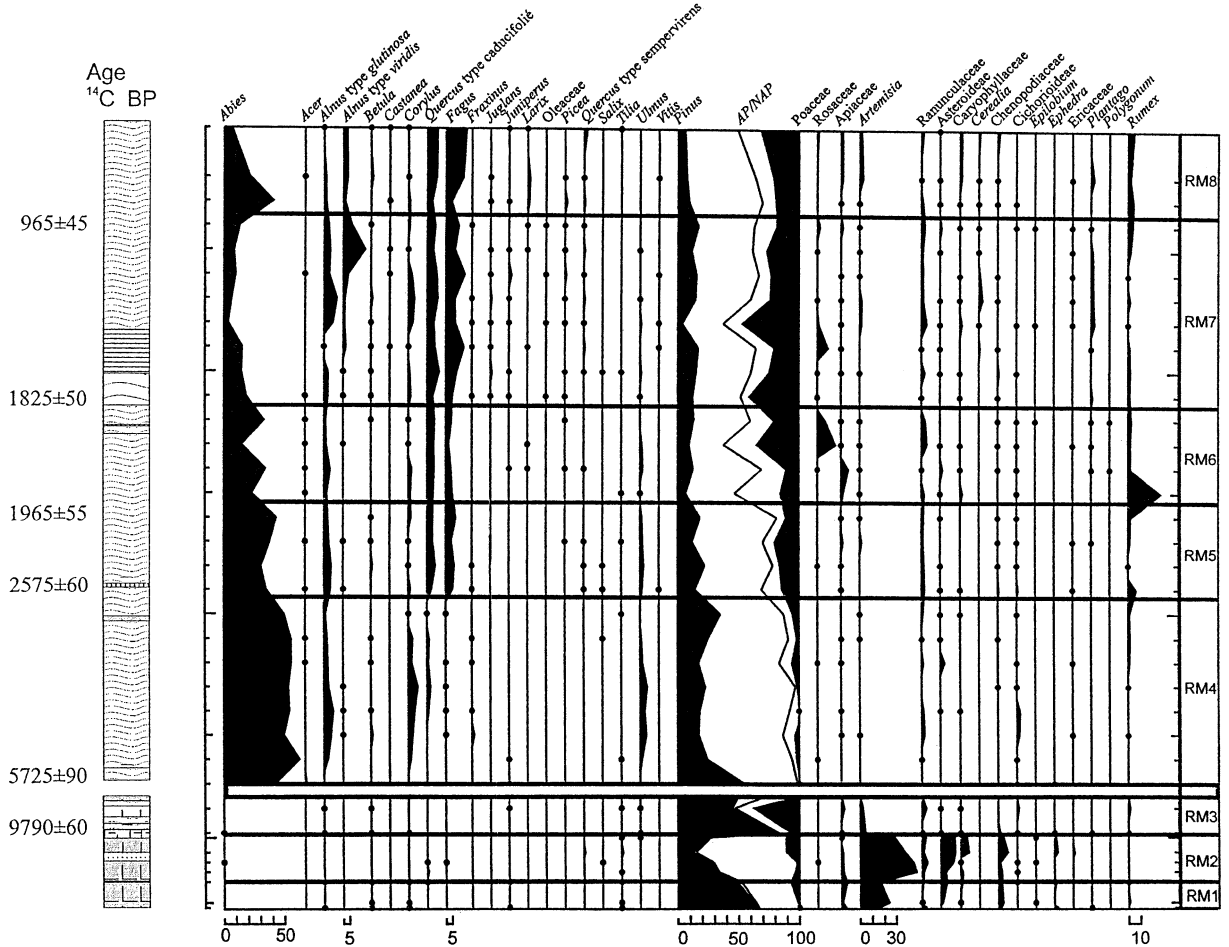


Fig. 2. Diagramme pollinique réduit en pourcentages relatifs : les taxons polliniques n'atteignant pas 1% et les spores ne sont pas présentés.

tourbe et de gyttja. Cette phase datée 9790 ± 60 BP voit l'apparition des premières occurrences d'orme. Une lacune stratigraphique importante sépare cette zone pollinique de la suivante (RM4), qui débute à 5725 ± 90 BP et est dominée par *Abies* (> 60%); *Fagus*, *Quercus caducifolié*, *Fraxinus*, *Corylus*, *Ulmus*, *Acer*, *Alnus glutinosa* et les éricacées montrent des occurrences régulières. Un morceau de bois de frêne retrouvé au niveau 350 confirme la présence de l'arbre. Le déclin de la sapinière se situe à 2575 ± 60 BP (RM5) et correspond à l'augmentation du hêtre et du chêne ainsi qu'à celle des graminées. Cette phase est séparée de la suivante (RM7) par une zone (RM6) perturbée par un éboulement, responsable de la présence

d'une couche de cailloux au niveau 240 cm; cet événement se situe entre 1965 ± 55 BP et 1825 ± 150 BP. La zone RM7 montre une diminution ultérieure d'*Abies*, la chute d'*Alnus glutinosa*, l'augmentation des graminées suivie de celle d'*Alnus viridis*, et la présence continue de *Quercus sempervirens*. Cette période de plus fort impact anthropique se termine avant 965 ± 45 BP et donne lieu à la reprise provisoire du sapin (RM8).

4. Discussion

L'enregistrement précoce du pollen de *Tilia* dès 12000 BP et d'*Ulmus* dès 9800 BP dans notre sé-

quence se retrouve également dans les sites proches du lac du Vei del Bouc [8] et du Vallon de Santa Anna di Vinadio [21], tandis que ces taxons n'apparaissent que bien plus tard dans les séquences du versant français des Alpes sud-occidentales [5,22,23]. Cela semble appuyer les questions soulevées par les études précédentes [1,4,5] concernant les refuges glaciaires éventuels dans la région sur la base de la présence de nombreuses endémiques. Les massifs du Marguareis et de l'Argentera–Mercantour ont pu jouer un rôle de barrière biogéographique vis-à-vis de l'expansion des feuillus mésophiles vers le versant français de la chaîne.

Les premières phases de recolonisation végétale au début de l'Holocène (9700 BP) montrent une faible représentation du bouleau ; cependant, la présence d'une lacune stratigraphique de plus de 3000 ans (RM3–RM4) nous empêche de décrire la phase de colonisation par les essences pionnières et d'en situer la transition avec le développement de la végétation du modèle de stabilisation. Une telle lacune sédimentaire entre 9000 et 6000 BP est souvent présente dans les diagrammes polliniques dans l'aire, dans nos sites comme dans les sites proches (Selle di Carnino, Lago della Perla, Lago delle Fate, Lago del Vei del Bouc) [5,19,24]. Cela pourrait être dû à un abaissement du niveau des lacs d'altitude, alimentés essentiellement par les eaux de fonte des neiges, en raison du réchauffement climatique et d'une sécheresse plus forte, qui semble caractériser cette période [25,26] et qui la rapproche climatiquement à la période actuelle ; de nombreux petits lacs d'altitude dans la région sont actuellement desséchés.

La vallée Ellero se distingue des régions voisines par son substrat calcaire et son climat particulièrement humide, sans que cette originalité ne se traduise dans la végétation ligneuse qui la colonise actuellement. Le paysage déboisé, où dominent les graminées, est tout à fait semblable à celui des vallées proches, avec une limite supérieure de la forêt située à 1500 m environ. Cela produit une transition brusque entre la hêtraie et les pelouses, ce qui rappelle la situation des Apennins, où manque complètement l'étage à conifères typique des Alpes.

Cependant, une sapinière à *Rhododendron* s'est développée entre 5700 et 2575 BP avec la présence de l'érable, du hêtre et du frêne en bordure de la tourbière. Cet étagement de la végétation passée est plus

conforme au schéma altitudinal observé dans le reste de la chaîne alpine. Le déclin de cette essence est imputable à l'action humaine. La présence du hêtre est ressentie dès cette période, mais son importance dans la végétation ne s'accroît qu'à partir des premières interventions de déboisement, remontant à l'époque romaine (2575 BP) (RM5). Ce déboisement sélectif, justifié par la meilleure qualité du bois de sapin, a favorisé le développement de hêtraies pures à plus basse altitude [27]. L'apparition tardive du mélèze (1965 BP) par rapport aux secteurs proches du Mercantour [5] et du col de la Lombarde (Terres rouges [24] et vallon de Santa Anna di Vinadio [21]) dérive également de l'ouverture du milieu d'origine anthropique dans la haute vallée. L'introduction plus tardive d'essences cultivées, datée 1825 BP (RM7), telles que le noyer et le châtaignier, a ensuite modifié graduellement la composition forestière des étages inférieurs. De cette époque datent aussi la culture de la vigne et des céréales à basse altitude. Le début, dès 1825 BP, de l'enregistrement continu de *Quercus sempervirens*, suite à la chute d'*Abies* dans le diagramme, peut s'expliquer par le déboisement d'origine anthropique qui a réduit l'action de filtration des apports polliniques éoliens, effectuée auparavant par la sapinière.

L'ensemble de ces résultats conforte le classement par les phytoécologues de l'étage de végétation, dans lequel la tourbière étudiée se situe, dans la série subalpine des sapinières à *Rhododendron* [12], et permettent d'affirmer que le paysage actuel n'est que le résultat d'une forte et ancienne anthropisation, qui a mené à une uniformisation de la végétation dans toute la région d'étude.

Références

- [1] M. Barbero, L'endémisme dans les Alpes maritimes et ligures, Bull. Soc. Bot. Fr. 114 (1967) 5–6.
- [2] E. Martini, Lineamenti geobotanici delle Alpi Liguri e marittime: endemismi e fitocenosi, Lav. Soc. Ital. Biogeogr. 9 (1982) 51–134.
- [3] F. Medail, R. Verlaque, Ecological characteristics and rarity of endemic plants from southeast France and Corsica: implications for biodiversity conservation, Biol. Conserv. 80 (1997) 269–281.
- [4] M. Barbero, Problème floristiques et phytosociologiques dans les Alpes maritimes et ligures, thèse, 1967, Marseille.

- [5] J.-L. de Beaulieu, Contribution pollenanalytique à l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation des Alpes méridionales françaises, thèse, université d'Aix-Marseille-3, 1977.
- [6] D. Arobba, R. Caramiello, Agricoltura e ambiente dal VI al I millennio a.C.: ricostruzione su base palinologica, in: L. Mercurio, M. Venturion Gambari (Eds.), Archeologia in Piemonte. La Preistoria, Soprintendenza Archeologica del Piemonte, Torino, 1998, pp. 55–73.
- [7] D. Arobba, R. Caramiello, Cenni storici sul paesaggio vegetale dell'altipiano, in: M. Cordero, L. Mano (Eds.), Cuneo da ottocento anni: 1298–1998, L'Artistica, Savigliano, 1998, pp. 41–43.
- [8] W. Finsinger, Vegetation history and human impact at the Lago del Vei del Bouc (Argentera Massif, Maritime Alps), Quaternaire 12 (4) (2001) 223–233.
- [9] A. Biancotti, S. Bovo, Precipitazioni e temperature. Collana studi climatologici in Piemonte, Vol. 2, Regione Piemonte, direzione servizi tecnici di prevenzione, Torino, 1998.
- [10] R. Malaroda, Carta Geologica del Massiccio de l'Argentera alla scala 1:50 000, Mem. Soc. Geol. Ital. IX (1970) 557–663.
- [11] M. Julian, Les Alpes maritimes franco-italiennes – Étude géomorphologique, Atelier reproduction des thèses, université Lille-3, 1976.
- [12] M. Barbero, A propos des hêtraies des Alpes maritimes et ligures, Ann Fac. Sci. Marseille XLIV (1970) 43–78.
- [13] M. Barbero, P. Ozenda, Carte de la végétation potentielle des Alpes piémontaises à 1/400 000, Doc. cartogr. écol. XXI (1979) 139–162.
- [14] M. Barbero, M. Gruber, L. Roger, Les forêts caducifoliées de l'étage collinéen de Provence, des Alpes maritimes et de la Ligurie occidentale, Ann. Univ. Provence – Sciences XLV (1971) 157–202.
- [15] G. Bono, M. Barbero, Carte écologique de la province de Cuneo, Doc. Cartogr. Ecol. XVI (1976) 1–43.
- [16] M. Barbero, Les pelouses orophiles acidophiles des Alpes maritimes et ligures, leur classification phytosociologique: *Nardetalia strictae*, *Festucetalia spadiceae* et *Caricetalia curvulae*, Ann. Fac. Sci. Marseille 43 (1970) 173–196.
- [17] P.C. Jowsey, An improved peat sampler, New Phytol. 65 (1966) 245–248.
- [18] C. Goeury, J.-L. Beaulieu, À propos de la concentration du pollen à l'aide de la liqueur de Thoulet dans les sédiments minéraux, Pollen Spores 21 (1) (1979) 239–251.
- [19] T. Nakagawa, E. Brugiapaglia, G. Digerfeldt, M. Reille, J.-L. de Beaulieu, Y. Yasuda, Dense-media separation as a more efficient pollen extraction method for use with organic sediment/deposit samples: comparison with the conventional method, Boreas 27 (1998) 15–24.
- [20] C. Goeury, Gestion, traitement et représentation des données de la paléoécologie, in: XV^e Symp. APLF, Lyon, 1997, p. 31.
- [21] E. Ortu, Reconstruction sur base pollinique de la dynamique de la végétation tardiglaciaire et holocène dans les Alpes maritimes italiennes, thèse ès sciences, universités de Pavie/Aix-Marseille-3, 2002.
- [22] M. Kharbouch, Paléoenvironnement végétal de la région du mont Bego (Tende-Alpes-Maritimes) depuis 15 000 ans. Contribution palynologiques et interprétations paléoclimatiques, thèse, Institut de paléontologie humaine, Tende, 1996.
- [23] M. Kharbouch, Nouvelles analyses polliniques dans la région de la vallée des Merveilles. Étude du lac Long supérieur (Tende, Alpes Maritimes), Quaternaire 11 (2000) 243–256.
- [24] F. Gelloz, Histoire de la végétation forestière et fluctuation de la limite supérieure des forêts dans un site des Alpes-Maritimes (France): étude paléoécologique (pollen et macrorestes) de la tourbière de Terre Rouge, DEA Biosciences de l'environnement et santé, université d'Aix-Marseille-3, 1995.
- [25] G. Digerfeldt, J.-L. de Beaulieu, J. Guiot, J. Mouthon, Reconstruction and paleoclimatic interpretation of Holocene lake-level changes in Lac de Saint-Leger, Haute Provence, southeast France, Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 136 (1997) 231–258.
- [26] M. Magny, J. Guiot, P. Schoellammer, Quantitative reconstruction of Younger Dryas to Mid-Holocene paleoclimates at Le Locle, Swiss Jura, using pollen and lake-level data, Quat. Res. 56 (2001) 170–180.
- [27] H. Küster, The economic use of *Abies* wood as timber in central Europe during roman times, Veget. Hist. Archaeobot. 3 (1994) 25–32.