

## Likenkunajoj kaj supra arbarlimo en la kalkaj Alpoj de suda Francio

### *Peuplements lichéniques et limite supérieure des forêts dans les Alpes françaises méridionales calcaires*

far Claude Roux\*

\*CNRS, UPRES A 6116, Laboratoire de botanique et écologie méditerranéenne, Institut méditerranéen d'écologie et de paléoécologie, faculté des sciences et techniques de Saint-Jérôme, FR—13997 MARSEILLE cedex 20, France. Courriel: [clauderoux21@wanadoo.fr](mailto:clauderoux21@wanadoo.fr)

**Résumé:** *L'étude des lichens terricoles de trois sites des Alpes françaises méridionales calcaires (départements des Alpes-de-Haute-Provence et Hautes-Alpes) met en évidence trois principaux peuplements lichéniques: de forêts (à grands Peltigera, soit P. canina soit P. praetextata), de pelouses plus ou moins rapidement déneigées (peuplements à Cladonia chlorophaea et C. symphicarpa) et de stations longtemps enneigées, en particulier de combes à neige (peuplements à Lepraria cacuminum et à Solorina bispora). La durée d'enneigement est un facteur majeur dans la répartition de ces deux derniers peuplements,*

**Resumo:** *La studo de la grundoloĝaj likenoj de tri lokoj de la kalkaj sudaj Franciaj Alpoj (departementoj de Alpes-de-Haute-Provence kaj Hautes-Alpes) evidentiĝas tri precipajn kunajojn: de arbaroj (kun grandaj Peltigera, aŭ P. canina aŭ P. praetextata), de herbejoj pli-malpli frue senneĝaj (kunaĵo de Cladonia chlorophaea kaj C. symphicarpa) kaj de kresklokoj longtempe subneĝaj, i.a. neĝvaletoj (kunaĵoj de Lepraria cacuminum kaj Solorina bispora). La daŭro*

**Abstract:** *Lichen communities and timberline of the calcareous southern French Alps. The study of terricolous lichens at three different sites of the calcareous southern French Alps (departments of Alpes-de-Haute-Provence and Hautes-Alpes), shows the existence of three major types of communities: forest (characterized by large Peltigera, either P. canina or P. praetextata), relatively short-term snow covered alpine meadows (communities of Cladonia chlorophaea and C. symphicarpa) and long-term snow covered areas, especially snow drifts (communities of Lepraria cacuminum and Solorina bispora).*

*ce qui permet de les utiliser comme indicateurs de la limite supérieure des forêts. Les indications fournies par ces peuplements, comparées aux résultats des analyses pédoanthracologiques, permettent d'émettre l'hypothèse, suffisamment vraisemblable, que la limite supérieure potentielle des forêts et celle des arbres dispersés ou en petits groupes sont notablement plus élevées que les limites actuelles (respectivement 2500–2600 m et plus de 2900 m, contre 2100–2200 et 2400 m), principalement sur les versants sud très ensoleillés.*

*de subneĝigo estas ĉefa faktoro de la disvastiĝo de tiuj du lastaj kunaĵoj, kio ebligas uzi ilin kiel indikantojn de la supra arbarlimo. La indikoj de tiuj kunaĵoj, parte bazitaj sur pedoantrakologiaj analizoj, ebligas hipotezi, kun sufiĉa verŝajneco, ke la potenciala supra limo de la arbaroj kaj tiu de la arboj disaj aŭ en grupetoj estas notinde pli altaj ol la nunaj (respektive 2500–2600 m kaj pli ol 2900 m, kontraŭ 2100–2200 kaj 2400 m), precipe sur la sudaj flankoj tre sunaj.*

*The duration of snow coverage is a major factor in the delimitation of the two latter communities, and allows the use of these lichen communities as indicators of the original timberline. The information given by these communities, relying partly on pedoanthracological analyses, suggests that the potential upper limit for forests and that for dispersed trees and small groups of trees used to be much higher than today (2500–2600 m and above 2900 m, versus 2100–2200 m and 2400 m respectively), especially on the well-exposed southern side.*

## Enkonduko

Multaj freŝdataj paleoekologiaj laboraĵoj (inter aliaj BEAULIEU, 1997; BURGA, 1988; DAVID, 1993, 1995; PONEL k al., 1992; TALON, 1997; TALON k al., 1998; THINON k TALON, 1998; WEGMÜLLER, 1977) evidentigis, ke la supra arbarlimo en la Alpoj notinde malplialtiĝis en la lastaj jarmiloj pro homaj agadoj (precipe senarbigado, incendiado, paŝtado): ĉ. 500 m en la lokoj de la sudaj Franciaj Alpoj studitaj de TALON k al. (1998). Hodiaŭ tamen observeblas, ke la arboj alsupras de la subalpa etaĝo ĝis herbejoj ĝis nun atribuitaj al la malsupra alpa etaĝo. Tiu alsupro verŝajne rezultas el la kamparana elmigrado, kiu pliiĝis en Francio, interalie en la Alpoj, ekde la fino de la 19a jarcento (BARBERO, 1992; BRUN k al., 1994).

Ĉar la likenoj estas ekologiaj indikantoj tre precizaj, i.a. koncerne al la substrataj kaj klimataj faktoroj (vidu ekzemple ASTA k ROUX, 1977; BRICAUD k ROUX, 1994; CLAUZADE k ROUX, 1975; ROUX, 1978, 1981), estis logike esplori, ĉu ekzistas likenaj indikantoj pri la supra arbarlimo. Efektive, malgraŭ fundamenteco kaj nepra neceso, la paleoekologiaj studoj estas longedaŭraj kaj ofte delikataj: estus oportune, kompletigi ilin per la uzo de likenaj indikantoj, kio ebligus interalie interpreti la klimaksan vaskulan vegetaĵaron de multe pli vastaj areoj.

Unuavice, estis necese evidenti kaj kompari la likenkunaĵojn de la arbaroj kaj herbejoj de la supra subalpa etaĝo kun tiuj de la alpoj herbejoj, laŭeble en lokoj jam studitaj paleoekologie, interalie pedoantrakologie, cele al komparo de la rezultoj ricevitaj per tiuj metodoj kaj al certiĝo, ke tiu bioindikado eblas. En la subalpaj kaj alpoj medioj de la sudaj Franciaj Alpoj, eblas distingi tri ĉefajn tipojn de likenkunaĵoj:

- La plantloĝaj (precipe ŝelloĝaj) kunaĵoj kompreneble mankas super la nuna arbarlimo kaj sekve ne uzeblas por la plej supraj niveloj de la studlokoj; tial mi ne konsideris ilin.

- La petroloĝaj kunaĵoj estas ekologie apartaj pro sia substrato: la ekologiaj karakteroj de la rokoj kaj ŝtonoj (ROUX, 1981) estas notinde diferencaj de tiuj de la grundoj, sur kiuj kreskas la altpontaj arbaroj kaj herbejoj; pro tio ili ne estis uzataj en ĉi tiu studado.

- Sekve mi konsideris nur la grundoloĝajn likenojn, kiuj kreskas ja sur la sama substrato kiel la vaskulplantoj; il ĉestas de la arbaroj ĝis la plej altaj herbejoj kaj neĝvaletoj, kaj mi povis studi ilin de 1800 m ĝis pli ol 2900 m.

## Introduction

De nombreux travaux récents de paléocologie (notamment BEAULIEU, 1997; BURGA, 1988; DAVID, 1993, 1995; PONEL et al., 1992; TALON, 1997; TALON et al., 1998; THINON et TALON, 1998; WEGMÜLLER, 1977) ont montré que la limite supérieure des forêts dans les Alpes s'est notablement abaissée au cours des derniers millénaires, par suite des activités humaines (principalement déboisement, incendies et pâturage: de près de 500 m sur les sites des Alpes françaises méridionales étudiés par TALON et al. (1998). On observe cependant aujourd'hui une remontée des arbres de l'étage subalpin dans des pelouses jusqu'ici attribuées à l'étage alpin inférieur, remontée qui résulte vraisemblablement de l'exode rural qui s'est accentué en France, notamment dans les Alpes, depuis la fin du 19<sup>e</sup> siècle (BARBERO, 1992; BRUN et al., 1994).

Les lichens étant des indicateurs écologiques d'une grande précision, notamment en ce qui concerne les facteurs substratiques et climatiques (voir par exemple ASTA et ROUX, 1977; BRICAUD et ROUX, 1994; CLAUZADE et ROUX 1975; ROUX, 1978, 1981), il était logique de rechercher s'il existe des lichens ou des peuplements de lichens indicateurs de la limite supérieure des forêts. En effet, malgré leur caractère fondamental et absolument indispensable, les études de paléocologie sont longues et souvent délicates: il serait opportun de les compléter par l'utilisation d'indicateurs lichéniques, ce qui permettrait notamment d'interpréter la végétation vasculaire potentielle de surfaces beaucoup plus grandes.

Dans un premier temps, il était nécessaire de mettre en évidence et de comparer les peuplements lichéniques des forêts et pelouses de l'étage subalpin supérieur et des pelouses alpines, si possible dans des sites ayant fait l'objet d'études paléocologiques, en particulier pédoanthracologiques, de manière à pouvoir comparer les résultats obtenus par ces méthodes et s'assurer si une telle bioindication est possible. Dans les milieux subalpins et alpins des Alpes méridionales, on peut distinguer trois types majeurs de peuplements lichéniques:

- Les peuplements épiphytes (surtout représentés par les lichens corticoles) manquent, cela va de soi, au-dessus de la limite actuelle des arbres et sont par conséquent inutilisables pour l'étude des niveaux les plus supérieurs des sites; ils n'ont donc pas été retenus.

- Les peuplements saxicoles ont une écologie particulière, fortement marquée par le support rocheux: les conditions qui y règnent (ROUX, 1981) s'éloignent assez sensiblement de celles des sol où s'établissent les forêts et pelouses orophiles; c'est pourquoi ils ont été écartés de la présente étude.

- Par conséquent, seuls les lichens se développant sur le sol (lichens terricoles), c'est-à-dire sur le même substrat que les

## Materialo kaj metodoj

### Studlokoj

Tial, ke la paleoekologie studitaj lokoj troviĝas en kalkaj masivoj, ĉi tiu laboraĵo temas pri la kalkaj sudaj Alpoj, kie mi elektis tri studlokoj:

- Ĉirkaŭaĵoj de Beauvezer: Alpes-de-Haute-Provence, S de Colmars, en la supra valo de Verdon; studlokoj lokiĝintaj inter «cabane de Congerman» (1900 m) kaj «le petit Coyer» (2580 m). Tiu loko, studita ankaŭ briologie (far J.-P. HÉBRARD, ne publikigite), dendrokronologie (BÉLINGARD, 1996; BÉLINGARD k TESSIER, 1996; Bélingard k al., 1998) kaj koncerne al la dinamiko de la vaskula vegetaĵaro (GABOURIAULT k SANDOZ, ne publikigite), montriĝis taŭga por la studo de la nesupraj niveloj de la likena vegetaĵaro, sed ne ebligis kompletan studadon pro nesufiĉa reliefo, el kiu rezultas la malesto super 2310 m de herbejoj sufiĉe likenriĉaj.

- Ĉirkaŭaĵoj de Barcelonnette kaj de Jausiers: Alpes-de-Haute-Provence, inter «le pas» kaj «le col de la Bonnette», inter 1830 m kaj 2860 m de altitudo. Tiu loko, je iom malpli ol 30 km (fluglinie) NE de la antaŭa, ebligis la studadon de herbejoj kaj neĝvaletoj situantaj je kelkaj centoj da m super la nuna limo de la lastaj arboj; ĝin cetere pedoantrakologie studis TALON (1977: loko 5).

- Ĉirkaŭaĵoj de Molines-en-Queyras: Hautes-Alpes, Queyras, E de Saint-Véran, inter Fontgillarde kaj intermonto Agnel, inter 2000 m kaj 2950 m de altitudo. Tiu loko, la plej norda el la tri studlokoj (proks. 50 km fluglinie kaj NE de la antaŭa), ebligis la studadon de la plej altejaj herbejoj kaj neĝvaletoj; krome ankaŭ ĝin studis pedoantrakologie TALON (1997: loko 2).

### Elekto de la registrolokoj

En ĉiu studloko mi elektis plurajn registrolokojn (7 en Beauvezer, 14 en Barcelonnette-Jausiers, 15 en Molines-en-Queyras), vicigitaj de la tipa arbaro ĝis la plej altaj herbejoj kaj neĝvaletoj likenohavaj.

#### Beauvezer (masivo de «grand Coyer»)

La supra limo de la tipa arbaro troviĝas je 2100 m, sed izolaj individuoj de *Larix decidua* observeblas ĝis 2400 m (laŭ esploroj de C. ROUX k J.-P. HÉBRARD), kelkafoje eĉ super 2400 m (laŭ SANDOZ k GABOURIAULT,

végétaux vasculaires, ont été pris en considération; il s'observe des forêts jusque dans les pelouses et combes à neige les plus élevées et ont été étudiés de 1800 m à plus de 2900 m.

## Matériels et méthodes

### Sites d'étude

Les sites étudiés d'un point de vue paléoécologique se trouvant dans des massifs calcaires, la présente étude porte donc sur les Alpes méridionales calcaires où trois ensembles de stations ont été choisis:

- Environs de Beauvezer: Alpes-de-Haute-Provence, au S de Colmars, dans la haute vallée du Verdon; stations situées entre la cabane de Congerman (1900 m) et le petit Coyer (2580 m). Ce site, également étudié d'un point de vue bryologique (par J.-P. Hébrard, non publié), dendrochronologique (BÉLINGARD, 1996; BÉLINGARD et TESSIER 1996; BÉLINGARD et al., 1998) et de la dynamique de la végétation supérieure (GABOURIAULT et SANDOZ, non publié), s'est révélé intéressant pour l'étude des niveaux non supérieurs de la végétation lichénique, mais n'a pas permis une étude complète à cause de l'insuffisance du relief, qui se traduit par l'absence de pelouses suffisamment riches en lichens au-dessus de 2310 m.

- Environs de Barcelonnette et Jausiers: Alpes-de-Haute-Provence, entre le pas et le col de la Bonnette, à des altitudes comprises entre 1830 m à 2860 m. Ce site, qui se trouve à un peu moins de 30 km (à vol d'oiseau) au NE du précédent m'a permis d'étudier des pelouses et combes à neiges situées à quelques centaines de m au-dessus de la limite actuelle des derniers arbres; il a par ailleurs fait l'objet d'études pédoantracologiques (TALON, 1997: site 5).

- Environs de Molines-en-Queyras: Hautes-Alpes, Queyras, à l'E de Saint-Véran; stations situées entre Fontgillarde et le col Agnel, à des altitudes comprises entre 2000 m et 2950 m. Ce site, le plus septentrional des trois (à près de 50 km à vol d'oiseau au NE du précédent), m'a permis d'étudier les pelouses et combes à neiges les plus alticoles; il a fait également l'objet d'études pédoantracologiques (TALON 1997: site 2).

### Choix des stations

Dans chaque site j'ai choisi plusieurs stations (7 à Beauvezer, 14 à Barcelonnette-Jausiers, 15 à Molines-en-Queyras), échelonnées de la forêt typique jusqu'aux pelouses et combes à neige les plus hautes recelant des lichens.

#### Beauvezer (massif du grand Coyer)

La limite supérieure de la forêt proprement dite est de 2100 m, mais des *Larix decidua* isolés s'observent jusqu'à

parola informo). 7 registroj estis farataj inter «cabane de Congerman» (1900 m) kaj la deklivoj de «petit Coyer» (grundoloĝaj likenoj observitaj ĝis 2310 m):

- b01 (910913/01): Apud «cabane de Congerman» (inter tiu ĉi kaj la torento, ĉirkaŭ 200 m de la torento). Alt. 1880 m. Larikaro densa (kun multaj abiidoj). Kunaĵo de *Peltigera canina*, lokiĝinta en la partoj sen aŭ kun malabunda plantdefaloro, pli speciale, kie la deklivo estas forta.

- b02 (910911/01): De «cabane de Congerman» al la plataĵo «Pisse-en-l'air», super kaj E de la kabano, sur la grundo pli-malpli kalka de densa larikaro. Alt. 2040 m. Kunaĵo de *Peltigera canina* precipe lokiĝinta, kie la deklivo estas forta.

- b03 (910911/02a): Plataĵo «Pisse-en-l'air», sur pli-malpli kalka grundo en malalta herbejo de *Festuca cinerea*. Alt. 2200 m. Kunaĵo de *Cladonia chlorophaea* kaj *C. symphycarpa*.

- b04 (910911/02d): Same kiel b03, sed pli riĉa je specioj.

- b05 (910911/09): Super kaj E de la plataĵo «Pisse-en-l'air», sur pli-malpli kalka grundo en malalta herbejo de *Festuca cinerea*. Alt. 2250 m. Kunaĵo de *Cladonia chlorophaea* kaj *C. symphycarpa*.

- b06 (910914/01a): Super kaj U de la plataĵo «Pisse-en-l'air», samalte kiel la unua alsupraĵo (sub formo de liniforma arbitaro) de lariko, sur proks. nekalka grundo (super Anota grejso) en malalta herbejo. Alt. 2300 m. Kunaĵo de *Cladonia chlorophaea* kaj *C. symphycarpa*.

- b07 (910914/01b). Same kiel b06.

### Barcelonnette–Jausiers (inter Jausiers, la Bonette kaj la montosupro «caire Brun»)

La supra arbarlimo situas je ĉirkaŭ 2000 m, sed izolaj *Larix decidua* observeblas ĝis 2250 m. 14 registroj estis farataj inter «le Pis» (1830 m), la intermonto Bonnette (2802 m) kaj la montosupro «caire Brun» (2860 m).

- r01 (960902/15): SSE de Jausiers, «cabane de Caire» (apud la vojo al Restefond), sur pli-malpli kalka grundo kaj surgrundaj putrintaj branĉoj, en ne tre densa parto de arbaro de *Pinus uncinata*. Alt. 1830 m. Kunaĵo de *Peltigera praetextata*.

- r02 (960902/14): SSE de Jausiers, NU de la kazerno de Restefond, 200 m S de «cabane Noire», sur nekalka grundo de tonsurejo en herbejo de *Festuca spadicea*. Alt. 2160 m. Kunaĵo de *Cladonia chlorophaea* kaj *C. symphycarpa*.

- r03 (960902/13): U de la kazerno de Restefond, supra ekstremaĵo de la ravino Clapouse, iom N de la lago Eissauprés, sur pli-malpli kalka grundo de tonsurejo en densa subalpa herbejo en termalaltaĵo. Alt. 2300 m. Kunaĵo de *Cladonia chlorophaea* kaj *C. symphycarpa* kun *Cetraria islandica* plejkovra.

- r04 (960902/12): Unua ponto malsuper la kazerno de Restefond (same kiel r08, sed ne en malaltaĵo), sur pli-malpli kalka grundo de tonsurejo en herbejo 20–30 cm alta. Alt. 2400 m. Kunaĵo de *Cladonia chlorophaea* kaj *C. symphycarpa*.

- r05 (960902/09a): Tute apude kaj super la kazerno de Restefond, en loko ne tre elmetiĝinta, sur pli-malpli kalka grundo de biotopo transiĝa inter herbejo kaj neĝvaleto, koloniita de malalta herbejo kun *Salix herbacea*. Alt. 2500 m. Kunaĵo de *Cladonia chlorophaea* kaj *C. symphycarpa*.

- r06 (960902/08): U de montpasejo Bonette, malsuper (–60 m) kaj SSE de «caire Brun», sur pli-malpli kalka grundo de malofta

2400 m (prospections de C. ROUX et J.–P. HÉBRARD), parfois même au-dessus de 2400 m selon SANDOZ et GABOURIAUT (communication orale). 7 relevés ont été effectués entre la cabane de Congerman (1900 m) et les pentes du petit Coyer (lichens terricoles observés jusqu'à 2310 m).

- b01 (910913/01): Près de la cabane de Congerman (entre celle-ci et le torrent, à environ 200 m du torrent). Alt. 1880 m. Mélézéin dense (avec nombreuses régénérations de sapin). Peuplements à *Peltigera canina* localisés dans les parties où la litière est absente ou rare, en particulier lorsque la pente est forte.

- b02 (910911/01): De la cabane de Congerman vers le plateau de Pisse-en-l'air, au-dessus et à l'E de la cabane, sur le sol plus ou moins calcaire d'un mélézéin dense. Alt. 2040 m. Peuplements à *Peltigera canina*, localisés dans les parties où la litière est absente ou rare, en particulier lorsque la pente est forte.

- b03 (910911/02a): Plateau de Pisse-en-l'air, sur le sol plus ou moins calcaire d'une pelouse rase à *Festuca cinerea*. Alt. 2200 m. Peuplements à *Cladonia chlorophaea* et *C. symphycarpa*.

- b04 (910911/02d): Comme b03, mais plus riche en espèces.

- b05 (910911/09): Au-dessus et à l'E du plateau de Pisse-en-l'air, sur le sol plus ou moins calcaire d'une pelouse rase à *Festuca cinerea*. Alt. 2250 m. Peuplements à *Cladonia chlorophaea* et *C. symphycarpa*.

- b06 (910914/01a) Au-dessus et à l'O du plateau de Pisse-en-l'air, à hauteur de la première remontée (bosquet) de mélèze, sur le sol, à peu près non calcaire (sur grès d'Anot), d'une pelouse rase. Alt. 2300 m. Peuplements à *Cladonia chlorophaea* et *C. symphycarpa*.

- b07 (910914/01b). Comme b06.

### Barcelonnette–Jausiers (entre Jausiers, la Bonette et le caire Brun)

La limite supérieure de la forêt se situe à environ 2000 m, mais des *Larix decidua* isolés s'observent jusqu'à 2250 m. 14 relevés ont été effectués entre le Pis (1830 m), le col de la Bonnette (2802 m) et le sommet du caire Brun (2860 m).

- r01 (960902/15): SSE de Jausiers, cabane de Caire (près de la route vers Restefond), sur sol plus ou moins calcaire et sur branches pourries à terre, dans une partie peu dense d'un bois de *Pinus uncinata*. Alt. 1830 m. Peuplements à *Peltigera praetextata*.

- r02 (960902/14): SSE de Jausiers, NO de la caserne de Restefond, 200 m au S de la cabane Noire, sur le sol non calcaire d'une tonsure dans une pelouse à *Festuca spadicea*. Alt. 2160 m. Peuplements à *Cladonia chlorophaea* et *C. symphycarpa*.

- r03 (960902/13): O de la caserne de Restefond, début du ravin de Clapouse, un peu au N du lac des Eissauprés, sur le sol plus ou moins calcaire d'une tonsure dans une pelouse subalpine dense, dans une dépression. Alt. 2300 m. Peuplements à *Cladonia chlorophaea* et *C. symphycarpa* à *Cetraria islandica* dominant.

- r04 (960902/12): 1<sup>er</sup> pont au-dessus de la caserne de Restefond (comme r08, mais pas dans une dépression), sur le sol plus ou moins calcaire d'une tonsure dans une pelouse à herbes de 20–30 cm de hauteur. Alt. 2400 m. Peuplements à *Cladonia chlorophaea* et *C. symphycarpa*.

- r05 (960902/09a): Immédiatement au-dessus de la caserne de Restefond, station peu exposée, sur le sol plus ou moins calcaire d'un biotope intermédiaire entre pelouse et combe à neige, colonisée par une formation rase à herbacées et *Salix herbacea*. Alt. 2500 m. Peuplements à *Cladonia chlorophaea* et *C. symphycarpa*.

tonsurejo en herbejo kun altaj herboj plejkovraj. Loko tre suna. Alt. 2800 m. Kunaĵo de *Cladonia chlorophaea* kaj *C. symphicarpa*.

• r07 (960902/07): UNU de montpasejo Bonette, tute apude (5 m) malsuper la supro «caire Brun», sur bazoj de pli-malpli putrintaj herboj, en malofta tonsurejo en alta herbejo (30–40 cm). Sen grundoloĝaj likenoj. Loko aparte tre suna. Alt. 2855 m. Kunaĵo de *Caloplaca cerina* var. *stillicidiorum* kaj *Rinodina mucronatula*.

r08 (960209/11): Unua ponto malsuper la kazerno de Restefond, sur pli-malpli kalka grundo de neĝvaleto koloniita de malaltaj herboj kaj nanaj salikoj. Alt. 2400 m. Kunaĵo de *Lepraria cacuminum* kaj *Solorina bispora*.

• r09 (960902/09b): Iom super kaj U de la kazerno de Restefond, sur pli-malpli kalka grundo de malprofunda neĝvaleto. Alt. 2500 m. Kunaĵo de *Lepraria cacuminum* kaj *Solorina bispora*.

• r10 (960902/02): Inter la montpasejo Bonette kaj la ŝajn-montpasejo de Restefond, 300 m NNU de montpasejo Bonette, sur pli-malpli kalka grundo de neĝvaleto koloniita de malaltaj herboj kaj nanaj salikoj. Alt. 2600 m. Kunaĵo de *Lepraria cacuminum* kaj *Solorina bispora*.

• r11 (960902/01): Inter la montpasejo Bonette kaj la ŝajn-montpasejo de Restefond, 400 m NNU de la montpasejo Bonette, sur pli-malpli kalka grundo de neĝvaleto koloniita de malaltaj herboj kaj nanaj salikoj. Alt. 2700 m. Kunaĵo de *Lepraria cacuminum* kaj *Solorina bispora*.

r12 (960902/05): ESE kaj malsuper caire Brun, sur pli-malpli kalka grundo de malalta herbejo. Alt. 2680 m. Kunaĵo de *Lepraria cacuminum* kaj *Solorina bispora*.

• r13 (960902/03): Inter la ŝajn-montpasejo de Restefond kaj la montsupro «caire Brun», U de Restefond, 10 m sub la supro 2696 m, sur pli-malpli kalka grundo de malalta herbejo kun gramineoj plejkovraj kaj likenaj tonsurejoj. Alt. 2690 m. Loko sufiĉe elmetiĝinta. Kunaĵo de *Lepraria cacuminum* kaj *Solorina bispora*.

• r14 (960902/06): Malsuper kaj SE de la montsupro «caire Brun», sur pli-malpli kalka grundo de malalta herbejo. Alt. 2750 m. Kunaĵo de *Lepraria cacuminum* kaj *Solorina bispora*.

### Molines-en-Queyras (inter Fontgillarde kaj la montpasejo Agnel)

La supra nuna arbarlimo situas je ĉirkaŭ 2100 m, sed izolaj *Larix decidua* observeblas ĝis 2300–2350 m. 15 registroj estis farataj inter Fontgillarde (2000 m) kaj la montpasejo Agnel (2950 m).

• q01 (951020/12): «Font Gillarde», 200 m N de la ponto «Peyre Bartino», sur huma grundo kaj muskoj en densa larikaro. Alt. 2000 m. Kunaĵo de *Peltigera canina*.

• q02 (951020/11): 200 m oriente de la oratorio Notre-Dame-du-Berceau, sur huma grundo de tonsurejo en relative alta herbejo; subgrundo nekalka. Alt. 2200 m. Kunaĵo de *Cladonia chlorophaea* kaj *C. symphicarpa* kun *Cetraria islandica* plejkovra.

• q03 (951020/10): Unua ĝirejo malsuper la rifuĝejo Agnel, sur huma grundo de tonsurejo en relative alta herbejo. Alt. 2400 m. Kunaĵo de *Cladonia chlorophaea* kaj *C. symphicarpa*.

• q04 (951020/09): Same kiel q03.

• q05 (951020/13): 500 m UNU de la rifuĝejo Agnel, sur elstara

• r06 (960902/08): O du col de la Bonette, sous le sommet (–60 m) et au SSE du caire Brun, sur le sol plus ou moins calcaire d'une rare tonsure dans une pelouse à herbes hautes dominantes. Station bien ensoleillée. Alt. 2800 m. Peuplements à *Cladonia chlorophaea* et *C. symphicarpa*.

• r07 (960902/07): ONO du col de la Bonette, immédiatement (5 m) sous le sommet du caire Brun, sur les bases d'herbes plus ou moins décomposées, rare tonsure dans une pelouse à herbes hautes (30–40 cm). Pas de lichens terricoles. Station particulièrement bien ensoleillée. Alt. 2855 m. Peuplements à *Caloplaca cerina* var. *stillicidiorum* et *Rinodina mucronatula*.

• r08 (960209/11): 1<sup>er</sup> pont sous la caserne de Restefond, sur le sol plus ou moins calcaire d'une combe à neige colonisée par une formation rase à herbacées et saules nains. Alt. 2400 m. Peuplements à *Lepraria cacuminum* et *Solorina bispora*.

• r09 (960902/09b): Un peu au-dessus et à l'ouest de la caserne de Restefond, sur le sol plus ou moins calcaire d'une combe à neige peu prononcée. Alt. 2500 m. Peuplements à *Lepraria cacuminum* et *Solorina bispora*.

• r10 (960902/02): Entre le col de la Bonette et le faux col de Restefond, 300 m au NNO du col de la Bonette, sur le sol plus ou moins calcaire d'une combe à neige colonisée par une formation rase à herbacées et saules nains. Alt. 2600 m. Peuplements à *Lepraria cacuminum* et *Solorina bispora*.

• r11 (960902/01): Entre le col de la Bonette et le faux col de Restefond, 400 m au NNO du col de la Bonette, sur le sol plus ou moins calcaire dans une combe à neige colonisée par une formation rase à herbacées et saules nains. Alt. 2700 m. Peuplements à *Lepraria cacuminum* et *Solorina bispora*.

• r12 (960902/05): À l'ESE et au-dessous du caire Brun, sur le sol plus ou moins calcaire d'une pelouse rase à herbacées. Alt. 2680 m. Peuplements à *Lepraria cacuminum* et *Solorina bispora*.

• r13 (960902/03): Entre le faux col de Restefond et le caire Brun, à l'ouest de Restefond, 10 m sous le sommet coté 2696 m, sur le sol plus ou moins calcaire d'une pelouse rase à graminées dominantes avec tonsures de lichens. Alt. 2690 m. Station assez exposée. Peuplements à *Lepraria cacuminum* et *Solorina bispora*.

• r14 (960902/06): Sous le sommet et au SE du caire Brun, sur le sol plus ou moins calcaire d'une pelouse rase à herbacées. Alt. 2750 m. Peuplements à *Lepraria cacuminum* et *Solorina bispora*.

### Molines-en-Queyras (entre Fontgillarde et le col Agnel)

La limite supérieure actuelle de la forêt est actuellement aux environ de 2100 m, mais des *Larix decidua* isolés s'observent jusqu'à 2300–2350 m. 15 relevés ont été effectués entre Fontgillarde (2000 m) et le col Agnel (2950 m).

• q01 (951020/12): Font Gillarde, 200 m au N du pont de Peyre Bartino, sur sol humifère et mousses, dans un mélézéin dense. Alt. 2000 m. Peuplements à *Peltigera canina*.

• q02 (951020/11): 200 m à l'E de l'oratoire de Notre-Dame-du-Berceau, sur sol humifère, dans une tonsure d'une pelouse relativement haute; sous-sol non calcaire. Alt. 2200 m. Peuplements à *Cladonia chlorophaea* et *C. symphicarpa* à *Cetraria islandica* dominant.

• q03 (951020/10): Premier virage sous le refuge Agnel, sur sol humifère, dans une tonsure d'une pelouse relativement haute. Alt. 2400 m. Peuplements à *Cladonia chlorophaea* et *C. symphicarpa*.

teramaso, sur huma grundo de tonsurejo en relative alta herbejo. Alt. 2590 m. Kunaĵo de *Cladonia chlorophaea* kaj *C. symphicarpa*.

• q06 (951020/03): Inter la montpasejoj Agnel kaj Vieux, 300 m E de «cabane des Douanes», sur huma kaj muska grundo de malprofunda neĝvaleto kun *Salix herbacea*. Alt. 2750 m. Kunaĵo de *Lepraria cacuminum* kaj *Solorina bispora*.

• q07 (951020/08): Inter la montpasejoj Agnel kaj Vieux, 200 m ENE de «cabane des Douanes», sur huma kaj muska grundo de neĝvaleto. Alt. 2750 m. Kunaĵo de *Lepraria cacuminum* kaj *Solorina bispora*.

• q08 (951020/01): Malsuper kaj N de la montpasejo Agnel, sur huma kaj muska grundo de neĝvaleto. Alt. 2700 m. Kunaĵo de *Lepraria cacuminum* kaj *Solorina bispora*.

• q09 (951020/02): NNE de la montpasejoj Agnel kaj Vieux, 500 m E de q08, sur malalta teramaso, sur huma kaj muska grundo de herbejo. Alt. 2750 m. Kunaĵo de *Lepraria cacuminum* kaj *Solorina bispora*.

• q10 (951020/04): 200–300 m NE kaj super la montpasejo Vieux, NE de la montpasejo Agnel, sur huma kaj muska grundo de neĝvaleto. Alt. 2850 m. Kunaĵo de *Lepraria cacuminum* kaj *Solorina bispora*.

• q11 (951020/05): Super la intermonto Vieux, 10 m NE de q10, sur huma kaj muska grundo de neĝvaleto. Alt. 2850 m. Kunaĵo de *Lepraria cacuminum* kaj *Solorina bispora*.

• q12 (951020/06): Super q11, sur la flanko de teramaso 10 m alta, sur huma kaj muska grundo de malalta herbejo. Alt. 2900 m. Kunaĵo de *Lepraria cacuminum* kaj *Solorina bispora*.

• q13 (951020/07): Super q12, sur la supro de la teramaso, sur huma kaj muska grundo de malalta herbejo. Alt. 2910 m. Kunaĵo de *Lepraria cacuminum* kaj *Solorina bispora*.

• q14 (970823/02): Iom U de la montpasejo Eychassier, 5–10 m malsuper supro, densa herbejo sen- aŭ malmult-likena krom lokloke, sur tre huma grundo kaj super kalka subgrundo. Alt. 2915 m. Loko tre suna. Kunaĵo de *Cladonia chlorophaea* kaj *C. symphicarpa*.

• q15 (970823/02): U de la montpasejo Agnel, inter la montpasejo Eychassier kaj la rifuĝejo Agnel, en densa herbejo sen- aŭ malmult-likena krom lokloke; likenoj precipe sur la bazoj de mortaj herboj; grundo tre huma, super kalka subgrundo. Alt. 2800 m. Loko tre suna. Kunaĵo de *Cladonia chlorophaea* kaj *C. symphicarpa*.

### **Studmetodoj de la likena vegetaĵaro**

En ĉiu registroloko oni registras areon superan aŭ egalan al la kvanta minimuma areo (ROUX, 1990) de la studita kunaĵo. Tiu areo, je 1200cm<sup>2</sup> koncerne la kunaĵojn de grandaj *Peltigera* kaj je 900cm<sup>2</sup> koncerne la aliajn kunaĵojn, estas tute elprenita kaj poste enlaboratorie studita laŭ la metodo de la totala elpreno (ROUX, 1990). Nur la likenoj kaj la nelikenigintaj fungoj likenlogaj estis konsiderataj, sed la kovro de la briofitoj kaj tiu de la vaskulplantoj estis surterene mezurataj. La

• q04 (951020/09): Comme q03.

• q05 (951020/13): 500 m à l'ONO du refuge Agnel, sur une butte exposée, sur sol humifère d'une tonsure dans une pelouse relativement haute. Alt. 2590 m. Peuplements à *Cladonia chlorophaea* et *C. symphicarpa*.

• q06 (951020/03): Entre le col Agnel et le col Vieux, 300 m à l'E de la cabane des Douanes, sur sol humifère et moussu, dans une combe à neige peu prononcée, avec *Salix herbacea*. Alt. 2750 m. Peuplements à *Lepraria cacuminum* et *Solorina bispora*.

• q07 (951020/08): Entre le col Agnel et le col Vieux, 200 m à l'ENE de la cabane des Douanes, sur sol humifère et moussu, dans une combe à neige. Alt. 2750 m. Peuplements à *Lepraria cacuminum* et *Solorina bispora*.

• q08 (951020/01): Au-dessous et au N du col Agnel, sur sol humifère et moussu d'une combe à neige. Alt. 2700 m. Peuplements à *Lepraria cacuminum* et *Solorina bispora*.

• q09 (951020/02): NNE du col Agnel et du col Vieux, 500 m à l'E de q08, sur une petite butte; sol humifère et moussu d'une tonsure dans une pelouse. Alt. 2750 m. Peuplements à *Lepraria cacuminum* et *Solorina bispora*.

• q10 (951020/04): 200–300 m au NE et au-dessus du col Vieux, au NE du col Agnel, sur sol humifère et moussu d'une combe à neige. Alt. 2850 m. Peuplements à *Lepraria cacuminum* et *Solorina bispora*.

• q11 (951020/05): Au-dessus du col Vieux, 10 m au NE de q10, sur sol humifère et moussu d'une combe à neige. Alt. 2850 m. Peuplements à *Lepraria cacuminum* et *Solorina bispora*.

• q12 (951020/06): Au-dessus de q11, sur le versant d'une butte de 10 m de haut, sur sol humifère et moussu d'une pelouse rase. Alt. 2900 m. Peuplements à *Lepraria cacuminum* et *Solorina bispora*.

• q13 (951020/07): Au-dessus de q12, sur le sommet de la butte, sur sol humifère et moussu d'une pelouse rase. Alt. 2910 m. Peuplements à *Lepraria cacuminum* et *Solorina bispora*.

• q14 (970823/02): Un peu à l'O du col de l'Eychassier, 5–10 m sous un sommet, pelouse dense avec peu ou pas de lichens, sauf localement, sur sol très humifère et sous-sol calcaire. Alt. 2915 m. Station bien ensoleillée. Peuplements à *Cladonia chlorophaea* et *C. symphicarpa*.

• q15 (970823/02): O du col Agnel, entre le col de l'Eychassier et le refuge Agnel, pelouse dense avec peu ou pas de lichens, sauf localement; lichens surtout sur la base des plantes herbacées mortes; sol très humifère sur sous-sol calcaire. Alt. 2800 m. Station bien ensoleillée. Peuplements à *Cladonia chlorophaea* et *C. symphicarpa*.

### **Méthodes d'étude de la végétation lichénique**

Dans chaque station on relève une surface supérieure ou égale à l'aire minimale quantitative du peuplement étudié (ROUX, 1990). Cette surface, de 1200cm<sup>2</sup> pour les peuplements de grands *Peltigera* et de 900cm<sup>2</sup> pour les autres peuplements, est entièrement prélevée puis étudiée au laboratoire selon la méthode du prélèvement intégral (ROUX, 1990). Seuls les lichens et champignons lichénicoles sont pris en considération, mais le recouvrement des bryophytes et celui des plantes vasculaires est mesuré sur le terrain. Le recouvrement des lichens, mesuré en cm<sup>2</sup> au laboratoire, au moyen d'une feuille de polyéthylène transparente quadrillée, est exprimés en %. Les relevés des trois sites sont présentés sur le tableau

kovroj de la likenoj, enlaboratorie mezurataj en cm<sup>2</sup> per travidebla polietilena folio kvadrata, estis esprimataj en %. La registroj de la tri studlokoj kuŝas sur la tabelo 1, grupigitaj laŭ flaŭraj kaj ekologiaj afinoj kaj klasitaj laŭ la parametroj de ĉeesto (P) kaj mezkovro (RMG), ofte uzataj en plantsociologio, kaj kies difino kuŝas ekzemple en CLAUZADE k ROUX (1975: 206–207) aŭ ROUX (1981: 42–43).

### ***Determino de la taksonoj kaj nomenklatur***

Danke al la metodo de la totala elpreno, ĉiuj registritaj taksonoj estis enlaboratorie kontrolataj per fotona mikroskopio (stereomikroskopo kaj lummikroskopo) kaj, ĉefe por la genroj *Lepraria* kaj *Cladonia*, per silicoĵela maldiktavola kromatografio laŭ la klasikaj metodoj de CULBERSON (1972), CULBERSON k AMANN (1979) kaj CULBERSON k KRISTINSSON (1970). La adoptita nomenklatur ĝenerale sekvas koncerne la likenojn la determinlibro de CLAUZADE k ROUX (1985) kaj ĝiaj suplementoj (CLAUZADE k ROUX, 1987 k 1989), koncerne la nelikeniĝintajn fungojn likenloĝajn tiu de CLAUZADE k al. (1989). Tamen, pro detiamaj nomenklaturaj ŝanĝoj, freŝdataj katalogoj—pli speciale CLERC (2004), DIEDERICH k SÉRUSIAUX (2000), HAFELLNER k TÜRK (2001), LLIMONA k HLADUN (2001), NIMIS (1993), SANTESSON (1993), SCHOLTZ (2000)—kaj diversaj publikaĵoj estis konsiderataj por ĝisdatigi la nomenklaturon. La aŭtoroj de la taksonoj ne aperas en la teksto kaj la tabelo, sed kuŝas en aneksaĵo (Listo de la menciitaj taksonoj de likenoj kaj nelikeniĝintaj fungoj likenloĝaj).

## **Rezultoj**

La 36 faritaj registroj (tabelo 1, sur la sekvaj paĝoj) ampleksas 78 likenojn kaj nelikeniĝintajn fungojn likenloĝajn kaj ebligas distingi tri ĉefajn tipojn de likenkunaĵoj laŭ flaŭraj kaj ekologiaj kriterioj.

### ***La kunaĵoj de grandaj Peltigera en arbaroj de Larix decidua aŭ Pinus uncinata***

En la arbaroj de la subalpa etaĝo, inter 1800 kaj 2100 m, lokloke troviĝas kunaĵoj de grandaj *Peltigera*, en kiuj ege plejkovras *P. canina* (en la arbaroj de *Larix decidua*) aŭ *P. praetextata* (en la sola studita arbaro de *Pinus uncinata*: registro r01, SSE de Jausiers, «cabane de Caire»). Tiuj kunaĵoj lokiĝas sur surfacoj relative malriĉaj je plantdefaloro, kiu pro kovro kontraŭas al la instaligo de la likenoj, kies kresko estas multe pli

1 où ils sont regroupés par affinités floristico-écologiques et classés par degré de présence (P) et recouvrement moyen global (RMG), paramètres couramment employés en phytosociologie et dont on trouvera la définition par exemple dans CLAUZADE et ROUX (1975: 206–207) ou ROUX (1981: 42–43).

### ***Détermination des taxons et nomenclature***

Grâce à la méthode du prélèvement intégral, tous les taxons relevés ont été vérifiés au laboratoire par la microscopie (stéréomicroscope et microscope photonique à transmission) et, essentiellement pour les genres *Lepraria* et *Cladonia*, la chromatographie sur couche mince de gel de silice selon les méthodes classiques de CULBERSON (1972), CULBERSON et AMANN (1979) et CULBERSON et KRISTINSSON (1970). La nomenclature adoptée suit généralement les flores de CLAUZADE et ROUX (1985) et de ses suppléments (CLAUZADE et ROUX 1987 et 1989), pour les lichens, et de CLAUZADE et al. (1989) pour les champignons lichénicoles non lichénisés. Cependant, en raison des changements nomenclaturaux intervenus depuis lors, des catalogues récents—plus particulièrement CLERC (2004), DIEDERICH et SÉRUSIAUX (2000), HAFELLNER et TÜRK (2001), LLIMONA et HLADUN (2001), NIMIS (1993), SANTESSON (1993), SCHOLTZ (2000)—et diverses publications ont été pris en considération pour présenter une nomenclature actuelle. Les autorités des taxons ne sont pas mentionnées dans le texte et les tableaux, mais figurent en annexe (Liste des taxons de lichens et champignons lichénicoles non lichénisés mentionnés).

## **Résultats**

Les 36 relevés effectués (tableau 1, sur les pages suivantes) ont livré 78 lichens et champignons lichénicoles non lichénisés. Le tableau montre que trois types majeurs de peuplements lichéniques peuvent être distingués sur des bases floristiques et écologiques.

### ***Les peuplements à grands Peltigera des forêts de Larix decidua ou de Pinus uncinata***

Dans les forêts de l'étage subalpin, entre 1800 et 2100 m, se rencontrent çà et là des peuplements de grands *Peltigera*, dans lesquels domine très largement *P. canina* (dans les forêts de *Larix decidua*) ou *P. praetextata* (dans l'unique forêt de *Pinus uncinata* étudiée: relevé r01, SSE de Jausiers, cabane de Caire). Ces peuplements sont localisés sur des surfaces relativement pauvres en litière qui, par sa couverture, s'oppose à l'établissement des lichens dont la croissance est beaucoup plus lente que celle des plantes vasculaires. C'est pourquoi ils se rencontrent surtout sur les talus à pente de 30 à 45° et occupent une proportion particulièrement faible

**Tabelo 1.** Tabelo de la registroj. La kovroj (R) estas esprimitaj en %, tiuj malsuperaj al 0,05% indikitaj per 0,0 ; la signifo de la mallongigoj kuŝas dekstre de la tabelo. Registrita areo de 1200 cm<sup>2</sup> por la kunaĵoj de grandaj *Peltigera*, de 900 cm<sup>2</sup> por ĉiuj aliaj registroj.

Numeroj de la registroj	Kunaĵoj de <i>Peltigera</i>					Kunaĵo (ne neĝeja) de <i>Cladonia chlorophaea</i> kaj <i>C. symphicarpa</i> (0)															P	RMG					
	b01	b02	q01	r01	P	RMG	b03	b04	b05	b06	b07	r02	r03	r04	r05	r06	r07	q02	q03	q04			q05	q14	q15		
Altitudo (m)	1880	2040	2000	1830			2200	2200	2250	2300	2310	2160	2300	2400	2500	2800	2855	2200	2400	2400	2590	2915	2800				
Orientiĝo ĝenerala	NNU	N	N	SU			NU	NU	SSU	USU	USU	N	NU	SU	U	SSE	SSE	USU	SSU	SU	NNU	SE	SE				
Orientiĝo loka	NNU	N	N	SU			NU	ESE	SSU	USU	U	N	NU	SU	U	SSE	SSE	NNU	SSU	SU	NNU	SE	SE				
Deklivo (°)	45	45	20	30			2	5	35	45	60	10	5	25	15	40	10	10	15	10	30	15	40				
R de la arba strato (%)	80	70	80	80			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
R de la herbeca strato (%)	20	15	15	10			45	40	50	45	50	80	60	40	35	40	30	30	20	50	30	30	40				
R de la briofitoj (%)	30	30	7	35			25	10	20	20	15	20	10	10	15	20	30	10	1	8	10	20	20				
R de la plantdefalaro (%)	15	10	15	20			10	10	10	0	0	30	10	10	5	10	10	10	10	10	20	2	4				
<b>Specioj de la kunaĵoj de grandaj <i>Peltigera</i></b>																											
<i>Peltigera canina</i>	65,5	71,4	91,4		IV	57,1																					
<i>Peltigera praetextata</i>				65,6	II	16,4																					
<i>Cladonia fimbriata</i>			0,0		II	0,0																					
<i>Lichenocodium</i> sp. (1)		0,0			II	0,0																					
<b>Specioj de la kunaĵo de <i>Cladonia chlorophaea</i> kaj <i>C. symphicarpa</i></b>																											
<i>Peltigera rufescens</i> *							2,2	1,2			4,4				4,5								2,1	II	0,8		
<i>Bacidia bagliettoana</i> *							0,2	0,3		1,7	0,4							0,1						II	0,2		
<i>Caloplaca tirolensis</i>															0,4			0,0	0,0				0,1	II	0,0		
<i>Phaeorrhiza sareptana</i> var. <i>sphaerocarpa</i>																							2,4	I	0,1		
<i>Peltigera malacea</i> *								0,2						0,2	2,0										I	0,1	
<i>Leptogium tenuissimum</i> *																		0,0			2,1				I	0,1	
<i>Aspicilia verrucosa</i>																							0,7	I	0,0		
<i>Chromatochlamys muscorum</i> var. <i>m.</i> *								0,2																	I	0,0	
<i>Lecanora hagenii</i> f. <i>h.</i> *																							0,1	I	0,0		
<i>Caloplaca jungermanniae</i>																							0,0	I	0,0		
<b>Specioj komunaj al la kunaĵoj de grandaj <i>Peltigera</i> kaj al la kunaĵo de <i>Cladonia chlorophaea</i> kaj <i>C. symphicarpa</i></b>																											
<i>Leptogium lichenoides</i> var. <i>l.</i>				0,1	II	0,0			0,0					0,0											I	0,0	
<i>Lepraria incana</i>			0,0		II	0,0																0,3		I	0,0		
<i>Lepraria lobificans</i>			0,0		II	0,0																					
<b>Specioj de la kunaĵo de <i>Lepraria cacuminum</i> kaj <i>Solorina bispora</i></b>																											
<i>Lepraria cacuminum</i>																											
<i>Catapyrenium daedaleum</i>										0,6															I	0,0	
<i>Catapyrenium lachneum</i> var. <i>l.</i>								0,1															0,1		I	0,0	
<i>Psoroma hypnorum</i>									0,7	0,2		0,1													I	0,1	
<i>Rinodina mniarea</i> var. <i>cinnamomea</i>												0,2													I	0,0	
<i>Solorina bispora</i> (algotipo) (2)																											
<i>Arthonia</i> sp. (3)																											
<i>Psora decipiens</i> *																											
<i>Solorina bispora</i> subsp. <i>b.</i>																											
<i>Rinodina mniarea</i> var. <i>m.</i>																						0,6			I	0,0	
<i>Bryonora castanea</i>												0,1													I	0,0	
<i>Rhymocarpus neglectus</i> (3)																											
Likeno senfrukta sp1. (3)																											
<i>Myxobilimbia accedens</i>																											
<i>Lepraria obtusatica</i> (f. <i>grundoloĝa</i> )																											
<i>Dacampia hookeri</i> sensu Poelt																											
<i>Protomicarea limosa</i>																											
<i>Pannaria praetermissa</i>																											
Likeno senfrukta sp.2 (5)																											
<i>Solorina crocea</i>																											
<i>Lichenochora inconspicua</i> (6)																											
<i>Stigidium mycobilimbiae</i> * (7)																											
<i>Lichenostigma</i> (?) sp.1 (8)																											
<i>Lichenostigma</i> (?) sp.2 (9)																											
<i>Stigidium croceae</i> (10)																											
<i>Lichenochora sinapispermae</i> (11)																											





Tabelo 1. Tabelo de la registroj (fino).

Numeroj de la registroj	Kunaĵoj de <i>Peltigera</i>					Kunaĵo (ne neĝeja) de <i>Cladonia chlorophaea</i> kaj <i>C. symphicarpa</i> (0)															P	RMG				
	b01	b02	q01	r01	P	RMG	b03	b04	b05	b06	b07	r02	r03	r04	r05	r06	r07	q02	q03	q04			q05	q14	q15	
<b>Specioj komunaj al la kunaĵoj de <i>Lepraria cacuminum</i> kaj <i>Solorina bispora</i> kaj al la kunaĵoj de <i>Cladonia chlorophaea</i> kaj <i>C. symphicarpa</i></b>																										
<i>Cladonia chlorophaea</i> (12)	1,2		1,6	4,3	IV	0,7	25,9	0,8	39,2	1,4	14,2	0,4	8,6	66,1				6,5		1,1		47,0	41,1		IV	14,8
<i>Cladonia symphicarpa</i> (13)							17,8	58,9	4,3	43,1	31,5	18,9	7,0		20,1	55,2		5,4	69,8	46,9	31,5	18,6	7,5		V	25,7
<i>Placynthiella uliginosa</i>																		5,4	12,1	2,0		0,5	0,1		II	1,2
<i>Cetraria islandica</i> subsp. <i>i.</i>							0,2		0,3				30,2		26,7			29,9							I	5,1
<i>Caloplaca sinapisperma</i>							1,4	0,0					0,1												I	0,1
<i>Peltigera kristinssonii</i>									0,6	0,3		0,4			0,1			10,9							II	0,7
<i>Myxobilimbia lobulata</i>														0,3	0,4								0,1	0,7	II	0,1
<i>Leptogium subtile</i>								0,2		2,1	0,3				0,1	0,6									III	0,2
Likeno senfrukta sp.3 (14)											0,2		1,2												I	0,1
« <i>Lecideia</i> » <i>berengeriana</i>											0,2		1,2												I	0,1
Likeno senfrukta sp.4 (15)															0,9	0,5		0,0							I	0,1
<i>Rinodina mucronatula</i>																	48,1								I	2,8
<i>Rinodina olivaceobrunnea</i>													0,0			5,7									I	0,3
<i>Peltigera venosa</i>											2,4				0,2			2,7							I	0,3
<i>Peltigera lepidophora</i>															1,2								0,3		I	0,1
<i>Caloplaca cerina</i> var. <i>stillicidiorum</i>																	1,2	0,0					0,1		I	0,1
<i>Coelocaulon aculeatum</i>														0,3											I	0,0
<i>Clauzadea</i> sp.											0,1														I	0,0
<i>Collema tenax</i> var. <i>corallinum</i>																									I	0,0
<i>Leptogium corniculatum</i>							0,1																		I	0,0
<b>Specioj akompanaj aŭ ekologie malbone konataj</b>																										
<i>Lichenostigma</i> (?) sp. (16)								0,1		0,0				0,0				5,9	0,0	0,6	0,0	0,1			III	0,4
<i>Cladonia deformis</i>																								0,7	I	0,0
<i>Physconia muscigena</i> var. <i>m.</i>																									I	0,0
<i>Candelariella vitellina</i> var. <i>v.</i>																		0,0							I	0,0
<i>Catapyrenium cinereum</i>																							0,5	I	0,0	
<i>Lepraria</i> sp. (17)																							0,2	I	0,0	
<i>Lecanora dispersa</i> f. <i>d.</i>																		0,0		0,0					I	0,0
<i>Agonimia vouauxii</i>								0,0																	I	0,0
<i>Trapeliopsis granulosa</i>																									I	0,0
<i>Lecanora</i> gr. <i>dispersa</i> 1 (18)																							0,0	I	0,0	
<i>Lecanora</i> gr. <i>dispersa</i> 2 (18)																							0,0	I	0,0	
<i>Steinia geophana</i>																									I	0,0
<i>Intralichen christiansenii</i> (19)								0,0																	I	0,0
<i>Lichenochora</i> sp. (20)																0,0									I	0,0
<i>Amandinea punctata</i>																									I	0,0
R de la likenoj kaj nelikeniĝintaj fungoj	66,7	71,4	93,0	70,0		57,8	47,9	61,9	44,4	49,7	53,7	20,2	48,7	66,7	56,9	62,1	49,3	61,0	88,0	50,0	34,8	66,1	57,0			54,0
Nb de likenoj kaj nelikeniĝintaj fungoj	2	2	5	3		3,0	7	12	5	9	8	4	10	4	13	5	2	10	7	4	5	5	20			7,6

malrapida ol tiu de la vaskulplantoj. Tial ili precipe renkontiĝas sur la talusoj 30–45°-deklivaj kaj okupas tre malgrandan proporcion de la subarbaro. Ili malriĉas je specioj (meznumero de specioj en registro: 3,0).

**La kunaĵoj de herbejoj mal- aŭ mez-daŭre subneĝaj: kunaĵo de *Cladonia chlorophaea* kaj *C. symphicarpa***

La lokoj mal- aŭ mez-daŭre subneĝaj estas ĝenerale kovritaj de altaj herbejoj, apartenantaj al diversaj asocioj, el kiuj menciindas nur la plej disvastiĝintaj. *Centaureetum-Festucetum spadiceae* Br.-Bl. 1954 (en

du sous-bois. Ces peuplements sont pauvres en espèces (nombre moyen d'espèces par relevé: 3,0).

**Les peuplements des pelouses à enneigement peu ou modérément prolongé: peuplements à *Cladonia chlorophaea* et *C. symphicarpa***

Les stations à enneigement peu ou modérément prolongé sont généralement couvertes de pelouses hautes, appartenant à diverses associations dont nous ne mentionnerons que les plus répandues. Le *Centaureetum-Festucetum spadiceae* Br.-Bl. 1954 (dans lequel a été effectué le relevé r02) supporte un enneigement assez prolongé (jusqu'à 6 à 7 mois dans le

Tableau 1. Tableau des relevés (fin).

Kunaĵo (neĝeja) de <i>Lepraria cacuminum</i> kaj <i>Solorina bispora</i>														P	RMG	
r08	r09	r10	r11	r12	r13	r14	q06	q07	q08	q09	q10	q11	q12			q13
32,6	0,8	13,8	17,3	.	33,9	3,5	28,9	2,2	2,7	0,4	3,3	2,7	.	5,7	V	9,9
2,0	26,2	1,2	0,2	8,7	0,5	38,4	5,6	.	7,6	6,0	10,5	8,2	9,9	2,0	V	8,5
.	.	.	7,5	1,0	1,7	3,7	0,7	6,6	0,6	.	11,9	4,9	0,8	2,8	IV	2,8
.	.	0,1	.	.	0,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0,0
.	3,1	2,0	2,8	.	.	.	.	.	2,1	.	8,5	16,4	.	.	II	2,3
.	0,1	1,1	0,2	.	0,7	0,1	.	.	0,3	.	.	.	.	.	II	0,2
0,1	1,2	.	0,1	0,1	1,0	0,1	.	.	.	.	.	2,7	.	0,0	III	0,4
.	0,0	0,0	0,0	.	0,0	0,6	0,6	.	.	.	.	.	.	.	II	0,1
1,0	.	0,3	0,1	0,0	.	0,2	.	.	0,0	.	0,3	.	.	.	III	0,1
1,0	.	0,3	0,1	0,0	.	.	.	.	0,0	.	0,3	.	.	.	II	0,1
.	0,8	0,1	0,0	0,0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	0,1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2,7	.	.	I	0,2
.	.	.	.	.	3,9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0,3
.	.	0,1	.	.	0,1	.	.	.	0,6	.	.	.	.	.	I	0,1
.	.	.	0,1	.	0,2	.	.	.	.	.	.	0,1	.	.	I	0,0
.	0,0	.	.	.	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0,0
.	.	.	.	.	.	.	.	0,0	.	.	.	.	.	.	I	0,0
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,0	.	.	.	.	I	0,0
.	.	0,1	0,0	.	.	.	.	.	.	.	0,0	.	.	.	I	0,0
.	.	.	.	.	0,0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0,0
.	.	.	0,0	.	0,0	.	0,0	0,0	.	0,0	0,0	0,0	.	0,0	III	0,0
.	.	.	.	.	.	.	.	5,9	1,2	.	.	.	.	.	I	0,5
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,5	.	.	I	0,0
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,0	.	.	.	.	.	I	0,0
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	0,0	.	0,0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0,0
.	.	.	.	.	0,0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0,0
.	.	.	.	.	.	0,0	.	.	.	.	.	.	.	.	I	0,0
46,7	65,6	61,0	66,8	61,7	49,8	52,8	60,7	46,6	55,3	61,2	80,0	68,0	71,7	65,2	.	60,9
15	12	23	23	14	22	13	9	14	21	11	19	18	10	15	.	14,1

Nombre total d'espèces de lichens et de champignons lichénicoles: 78

\* indique une caractéristique locale

Localisation des relevés: voir les sections Matériels et méthodes (Sites d'étude et Choix des stations dans chaque site)

**Abréviations**

- Nb: nombre
- P: présence
- R: recouvrement
- RMG: recouvrement moyen global

**Notes**

- (0) Sauf r07: peuplements à *Caloplaca caerina* var. *stillicidiorum* et *Rinodina mucronatula*
- (1) Sur thalle de *Peltigera canina*; conidies de 9-12 µm de diamètre
- (2) À aspect de *S. spongiosa* (voir Roux et al., 2003)
- (3) Sur *Lepraria cacuminum*
- (4) Thalle granuleux-squamuleux, à aspect voisin de celui de *Lepraria cacuminum*, mais à chimie très différente
- (5) Thalle granuleux-pulvérulent, vert
- (6) Sur thalle de *Mycobilimbia berengeriana*
- (7) Sur thalle de *Myxobilimbia accedens*
- (8) Sur *Lepraria cacuminum*
- (9) Sur thalle de *Psora decipiens*
- (10) Sur thalle de *Solorina crocea*
- (11) Sur thalle de *Caloplaca sinapisperma*
- (12) Chémotype à atranorine et chémotype à atranorine et acide *n*-stictique
- (13) Chémotype à acide fumarprotocétrarique
- (14) Thalle granuleux vert
- (15) Thalle granuleux-pulvérulent jaune
- (16) Sur *Cladonia chlorophaea*
- (17) Thalle jaunâtre clair; matériel insuffisant pour une étude chromatographique
- (18) Ne semble pas figurer dans les flores et monographies modernes
- (19) Dans l'hyménium de divers lichens
- (20) Sur thalle crustacé stérile

kiu estis farata la registro r02) eltenas sufiĉe longan subneĝdaŭron (de 6 ĝis 7 monatoj en Queyras laŭ LAVAGNE kaj al., 1983), sed renkontiĝas je nefortaj altitudoj, ĝis 2200 m, tio estas malsuper la nuna arbolimo. *Seslerieto-Avenetum montanae* Br.-Bl. 1954 renkontiĝas samaltitude, sed pro elmetiĝo fruevolue senneĝiĝas. *Festucetum pumilae* Br.-Bl. 1913 kreskas ĝis ĉ. 2600 m sur deklivoj sufiĉe frue senneĝaj, ĉar ĝenerale tre sunaj. Super 2600 m, sur ventaj krestoj kaj teramasoj frue senneĝaj, kreskas herbejoj, kie plejkovras *Carex curvula* subsp. *rosea* kaj *Elyna spicata* (*Elynetum spicatae* Br.-Bl. 1913 kaj *Caricetum curvulae elynetosum spicatae* Br.-Bl. 1926). Fine la kunaĵoj de *Cladonia chlorophaea*

Queyras selon LAVAGNE et al., 1983), mais se rencontre à des altitudes peu élevées, jusque vers 2200 m, soit au-dessous de la limite actuelle des arbres. Le *Seslerieto-Avenetum montanae* Br.-Bl. 1954 se rencontre aux même altitudes, mais, bien exposé, il est rapidement déneigé. Le *Festucetum pumilae* Br.-Bl. 1913 s'établit jusque vers 2600 m sur des pentes assez rapidement déneigées car généralement bien ensoleillées. Au-dessus de 2600 m, se rencontrent, sur les crêtes et les buttes ventées rapidement déneigées, des pelouses dominées par *Carex curvula* subsp. *rosea* et *Elyna spicata* (*Elynetum spicatae* Br.-Bl. 1913 et *Caricetum curvulae elynetosum spicatae* Br.-Bl. 1926). Enfin les peuplements à *Cladonia chlorophaea* et *C. symphicarpa* se rencontrent

kaj *C. symphicarpa* ĉeestas ankaŭ en la malsupra parto (2300–2400 m) de la herbejoj de *Festuceto violaceae–Trifolietum thalii* Br.–Bl. 1926 (vd. poste), kiuj eltenas pli longedaŭran subneĝigon (ĉ. 8 monatojn). Ĉiuj tiuj herbejoj estas somere submetataj al intensa paŝtado.

La produktado de plantdefaloro, kvankam notinde pli malforta ol en la arbaroj, sufiĉe gravas por efike kontraŭi al la instaligo de likenkunajoj, escepte lokloke, en malvastaj areoj (ĝenerale de unu aŭ kelkaj m<sup>2</sup>), nomataj tonsurejoj, kie la herbejo estas malpli densa kaj pli malalta kaj kie la akumulo de plantdefaloro estas relative malpli forta. En la likenohavaj areoj, krome notindas, ke parto el la likenoj kreskas sur bazoj de mortaj herboj kaj sur vegetajaj defalajoj ankoraŭ ne putrintaj. En la loko r07, neniuj grundoloĝaj likeno ĉeestas kaj la defalajloĝaj specioj, malmultaj, grupiĝas en kunaĵoj de *Caloplaca cerina* var. *stillicidiorum* kaj *Rinodina mucronatula*, kie malestas *Cladonia chlorophaeae* kaj *C. symphicarpa*. En tiuj biotopoj, la grandaj arbaraj *Peltigera* tute malestas, dum (escepte de r07) distingeble plejkovras la skvametaĵoj *Cladonia* (*C. chlorophaeae* kaj *C. symphicarpa*); el la aliaj likenoj notindas *Cetraria islandica* (arbedeca), kelkaj foliecaj (*Peltigera malaceae*, *P. kristinsonnii*, *P. rufescens*) kaj multaj krustecaj (*Bacidia bagliettoana*, *Caloplaca sinapisperma*, *C. tirolensis*, «*Lecidea*» *berengeriana*, *Myxobilimbia lobulata*, *Placynthiella uliginosa*, *Phaeorrhiza sareptana* var. *sphaerocarpa*, k.a.). La meznumero de specioj en registro (7,6) estas notinde pli alta ol en la arbaraj kunaĵoj de *Peltigera*, sed multe malpli grava ol en la longdaŭre subneĝaj biotopoj (vd. poste). Tiu kunaĵo—kies plejkovraj specioj, *C. chlorophaea* kaj *C. symphicarpa*, havas tre vastan ekologian amplitudon (ili kreskas de la mezomediterranea ĝis la supra alpa etaĝo)—renkontiĝas en la studita regiono ĝis 2400 m je ĉiu orientigo kaj elmetigo; ĝi ankoraŭ abundas ĝis ĉ. 2600 m en la herbejoj sufiĉe frue senneĝaj kaj observeblas pli alte (ĝis pli ol 2900 m) nur sur la sudorientiĝaj flankoj, tre sunaj kaj frue senneĝaj.

### ***La neĝvaletoj kaj la malaltaj herbejoj longtempe subneĝaj: kunaĵo de Lepraria cacuminum kaj Solorina bispora***

La neĝvaletojn karakterizas inter aliaj la abundo de nanaj salikoj—pli speciale *Salix herbacea* (*Salicetum herbaceae* Br.–Bl. 1913) kaj *Salix retusa* kaj *S. reticulata* (*Salicetum retuso–reticulatae* Br.–Bl. 1926)—kaj ankaŭ longe daŭra subneĝigo (de 9 ĝis 10 monatoj laŭ

ĝis la parto inférieure (2300–2400 m) des pelouses à *Festuceto violaceae–Trifolietum thalii* Br.–Bl. 1926 (voir plus loin) qui supportent un enneigement nettement plus prolongé (d'environ 8 mois). Toutes ces pelouses sont soumises à un pâturage intensif à la saison estivale.

La production de litière, bien que notablement plus faible qu'en forêt, est suffisamment importante pour s'opposer efficacement à l'établissement des peuplements de lichens sauf localement, dans des zones de surface réduite (en général de l'ordre du m<sup>2</sup>), nommées tonsures, où la pelouse est moins dense et plus rase et où l'accumulation de litière est relativement faible. Dans les stations hébergeant des lichens, on note en outre qu'une partie de ceux-ci s'installent sur les bases mortes des herbes et sur les débris végétaux non encore décomposés. Dans la stations r07, aucun lichen terricole ne se rencontre et les espèces détriticoles, peu nombreuses, forment des peuplements à *Caloplaca cerina* var. *stillicidiorum* et *Rinodina mucronatula* où *Cladonia chlorophaeae* et *C. symphicarpa* sont absents. Dans ces biotopes, les grands *Peltigera* forestiers sont totalement absents, tandis que (à l'exception du relevé r07) dominant nettement des *Cladonia* squamuleux (*C. chlorophaeae* et *C. symphicarpa*); parmi les autres lichens, on note la présence de *Cetraria islandica* (fruticuleux), de quelques foliacés (*Peltigera malaceae*, *P. kristinsonnii*, *P. rufescens*) et de nombreux crustacés (*Bacidia bagliettoana*, *Caloplaca sinapisperma*, *C. tirolensis*, «*Lecidea*» *berengeriana*, *Myxobilimbia lobulata*, *Placynthiella uliginosa*, *Phaeorrhiza sareptana* var. *sphaerocarpa*, etc.). Le nombre moyen d'espèces par relevés (7,6) y est nettement plus élevé que dans les peuplements forestiers à *Peltigera*, mais beaucoup moins important que dans les milieux longtemps enneigés (voir plus loin). Ces peuplements, dont les espèces dominantes, *C. chlorophaea* et *C. symphicarpa*, ont une très vaste amplitude écologique puisqu'elles peuvent s'établir de l'étage mésoméditerranéen à l'étage alpin supérieur, se rencontrent, dans la région étudiée, à toute orientation et exposition, jusque vers 2400 m; ils sont encore abondants jusque vers 2600 m dans les pelouses assez rapidement déneigées et ne s'observent plus haut que sur les flancs sud, bien ensoleillés et rapidement déneigés, et ce jusqu'à plus de 2900 m.

### ***Les combes à neiges et les pelouses rases longtemps enneigées: peuplements à Lepraria cacuminum et Solorina bispora***

Les combes à neige sont caractérisées notamment par l'abondance des saules nains, en particulier *Salix herbacea* (*Salicetum herbaceae* Br.–Bl. 1913) et *Salix retusa* et *S. reticulata* (*Salicetum retuso–reticulatae* Br.–Bl. 1926), ainsi que

LAVAGNE k al., 1983). Ili aperas de 2400 m (registro r08, en *Salicetum herbaceae*), sed oftas nur inter 2600 kaj 2900 m. Ankaŭ la supra parto (2400–2600 m) de *Festuceto violaceae–Trifolietum thalii* Br.–Bl. 1926 kaj transiĝaj formoj inter tiu ĉi kaj la neĝvaletoj, kiuj konsistigas malaltajn herbejojn, estas longtempe subneĝaj (ĉ. 9 monatojn).

En ĉiuj tiuj kunaĵoj, la herbeca kovraĵo estas ĉiam malalta kaj tre densa, do la plantdefaloro malabunda, kio klarigas, ke la likenkunaĵoj estas tie multe pli oftaj ol en la herbejoj loĝigantaj la kunaĵon de *Cladonia chlorophaea* kaj *C. symphicarpa*; krome, la meznombro de specioj en registro tie estas notinde pli alta (14,1). *Cladonia chlorophaea* kaj *C. symphicarpa*, de la antaŭaj kunaĵoj, daŭre ĉeestas sed malpli abundas, kaj cetere ekzistas ne neglektinda nombro de specioj komunaj al la du kunaĵoj, el kiuj *Placynthiella uliginosa*, *Peltigera kristinssonii*, *Leptogium subtile*. La kunaĵo de *Lepraria cacuminum* kaj *Solorina bispora* distingiĝas precipe pro la ofteco de specife altmontaj specioj, el kiuj la plej konstantaj kaj abundaj estas *Lepraria cacuminum*, parazitita de *Rhombocarpus neglectus* kaj de nelikeniginta *Arthonia* sp., *Catapyrenium daedaleum*, *C. lachneum* kaj *Psoroma hypnorum*; el la aliaj likenoj menciindas *Bryonora castanea*, *Dacampia hookeri*, *Myxobilimbia accedens*, *Protomicarea limosa*, *Pannaria praetermissa*, *Rinodina mniarea* kaj var. *cinnamomaea*, *Solorina bispora* (krom la tipa formo, observeblas algoritipo, kies talo konsistas el eksteraj cefalodioj kaj aspektas kiel *S. spongiosa*: vd. Roux kaj al., 2003).

## Diskuto

### *Sinsistematika loko de la kunaĵoj*

Ne eblas atribui la ĉi-supre difinitajn kunaĵojn al jam priskribitaj asocioj pro la jenaj kialoj:

1) La kalkaj sudaj Alpoj ne estis likensociologie studataj koncerne al la grundoloĝaj likenkunaĵoj, kaj la literaturo pri la altmontaj asocioj grundoloĝaj de aliaj partoj de Alpoj (ASTA k al., 1972; KLEMENT, 1955; WUST, 2002) ne enhavas kunaĵojn identajn aŭ eĉ tre parencajn al la kunaĵoj ĉi-artikole difinitaj. La kunaĵo de *Lepraria cacuminum* kaj *Solorina bispora* ŝajnas iel parenca al *Fulgensietum alpini* Poelt 1951—kreskanta sur la kalkaj grundoj, interalie en rokfendoj, de la nordaj Alpoj, super 2300 m—sed ili flaŭre tre diferencas de tiu ĉi. *Cladonietum symphicarpa* Doppelbauer 1950 kompareblas kun la kunaĵo de *Cladonia chlorophaea* kaj

par un enneigement prolongé (9 à 10 mois selon Lavagne et al. 1983). Elles apparaissent à partir de 2400 m (relevé r08, dans un *Salicetum herbaceae*), mais ne sont fréquentes qu'entre 2600 et 2900 m. La partie supérieure (2400–2600 m) du *Festuceto violaceae–Trifolietum thalii* Br.–Bl. 1926 et les formes de transition entre celui-ci et les combes à neige, qui constituent des pelouses rases, sont également longtemps enneigées (environ 9 mois).

Dans toutes ces formations, le couvert herbacé est toujours ras et peu dense, donc la litière peu abondante, ce qui explique que les peuplements de lichens y sont beaucoup plus fréquents que dans les pelouses hébergeant les peuplements à *Cladonia chlorophaea* et *C. symphicarpa*; en outre, le nombre moyen d'espèces par relevés y est nettement plus élevé (14,1). *Cladonia chlorophaea* et *C. symphicarpa*, des peuplements précédents, se maintiennent, mais il sont moins abondants, et d'ailleurs il existe un contingent non négligeable d'espèces communes aux deux types de peuplements, parmi lesquelles *Placynthiella uliginosa*, *Peltigera kristinssonii*, *Leptogium subtile*. Les peuplements à *Lepraria cacuminum* et *Solorina bispora* se distinguent surtout par la fréquence d'espèces typiquement orophiles, dont les plus constantes et abondantes sont *Lepraria cacuminum*, parasité par *Rhombocarpus neglectus* et un *Arthonia* sp. non lichénisé, *Catapyrenium daedaleum*, *C. lachneum* et *Psoroma hypnorum*; parmi les autres lichens on peut mentionner *Bryonora castanea*, *Dacampia hookeri*, *Myxobilimbia accedens*, *Protomicarea limosa*, *Pannaria praetermissa*, *Rinodina mniarea* et var. *cinnamomaea*, *Solorina bispora* (outre le type, s'observe un phycotype à thalle formé de céphalodies externes, à aspect de *S. spongiosa*: voir ROUX et al., 2003).

## Discussion

### *Position synsystématique des peuplements*

Il n'est pas possible de rattacher les peuplements définis ci-dessus à des associations déjà décrites pour les raisons suivantes:

1) Les Alpes méridionales calcaires n'ont fait l'objet d'aucune étude lichénosociologique portant sur les peuplements terricoles, et la littérature sur les associations orophiles terricoles des Alpes (ASTA et al., 1972; KLEMENT 1955; WUST 2002) ne décrit pas de communautés identiques ou même très apparentées aux peuplements définis dans le présent travail. Les peuplements à *Lepraria cacuminum* et *Solorina bispora* semblent apparentés dans une certaine mesure au *Fulgensietum alpini* Poelt 1951—des sol calcaires, notamment dans les fentes de rochers, des Alpes septentrionales,

*C. symphicarpa*, sed flaŭre tro diferencas de tiu ĉi por esti atribuita al ĝi. Eĉ se la kunaĵo de *Lepraria cacuminum* kaj *Solorina bispora* estas ja karakteriza, estas tro frue por priskribi novan asocion pro la nuna stato de la konoj, tre nesufiĉa, de la kalkejaj grundoloĝaj kunaĵoj en la sudaj Alpoj.

2) Pluraj specioj estis nekonataj ĝis antaŭ nelonge, ekzemple *Lepraria cacuminum* (certece determinebla nur per kromatografio) kaj ties specifaj nelikenigintaj fungoj likenloĝaj. Aliaj specioj iam konfuzis la likenologojn, ekzemple *Catapyrenium lachneum*, ankaŭ nomata *Dermatocarpon hepaticum* kaj *D. trapeziforme* inter 1950 et 1975, kies kompreno estis multe tro vasta ĝis la apero de la monografio de la genro fare de BREUSS (1990). La fakto, ke tiuj specioj ĉeestas en la tabelo 1 sed ne troviĝas en la antaŭaj laboraĵoj (ekzemple ASTA k al., 1972; KLEMENT, 1955) verŝajne devenas el tio, ke ili estis nekonataj de tiuj aŭtoroj aŭ konfuzataj kun aliaj taksonoj. Ekzemple, la «*Dermatocarpon trapeziforme*» menciita de ASTA k al. (1972) en Vanoise (nordaj Franciaĵaj Alpoj) verŝajne estas *Catapyrenium lachneum*, dum la «*Dermatocarpon hepaticum*», menciita en diversaj asocioj fare de KLEMENT (1955), respondas al pluraj specioj de *Catapyrenium*, verŝajne al, inter aliaj, *C. lachneum* kaj *C. squamulosum*.

### **Graveco de la daŭro de subneĝiĝo**

La evidentigitaj likenkunaĵoj (vd. la sekcion Rezultoj) laŭekologie diferencas inter si esence pro la daŭro de subneĝiĝo, kio evidentigas la ĉefan rolon de tiu faktoro en la instaligo de la altmontaj grundoloĝaj kunaĵoj. Se entute la kunaĵo de *Lepraria cacuminum* kaj *Solorina bispora* estas des pli ofta, ju pli la altitudo grandas, notindaj esceptoj klarigeblas nur per konsidero al la daŭro de subneĝiĝo; ekzemple la kunaĵo de *Lepraria cacuminum* kaj *Solorina bispora* observita je nur 2400 m, sed en neĝvaleto, aŭ kontraŭe la ĉeesto de la kunaĵo de *Cladonia chlorophaeae* kaj *C. symphicarpa* inter 2800 kaj pli ol 2900 m, sed en lokoj tre sunaj kaj sekve sufiĉe frue senneĝaj.

La daŭro de subneĝiĝo estas kompreneble ĉefa ekologia faktoro ankaŭ por la vaskulplantoj. Ekzemple ARCHILOQUE k al. (1970), AUBERT k al. (1965) kaj LAVAGNE k al. (1983) distingigas varman kaj neĝan progresajojn en la superarbaraj herbejoj de la sudaj Franciaĵaj Alpoj. Krome la daŭro de subneĝiĝo estas unuaranga faktoro por la arboj, tial ke ĝi limigas

au-dessus de 2300 m—mais ils en sont floristiquement très distincts. Le *Cladonietum symphicarpa* Doppelbauer 1950 peut être comparé aux peuplements à *Cladonia chlorophaea* et *C. symphicarpa*, mais ceux-ci en diffèrent trop floristiquement et écologiquement pour pouvoir lui être rattachés. Même si les peuplements à *Lepraria cacuminum* et *Solorina bispora* sont bien caractérisés, il serait tout à fait prématuré de décrire une nouvelle association étant donné l'état actuel des connaissances, tout à fait insuffisant, des peuplements terricoles-calciocoles des Alpes méridionales calcaires.

2) Plusieurs espèces ont été méconnues jusqu'à une date récente, par exemple *Lepraria cacuminum* (déterminable avec certitude seulement par chromatographie) et ses champignons lichénicoles spécifiques. D'autres espèces ont fait l'objet de confusions, par exemple *Catapyrenium lachneum*, nommé également *Dermatocarpon hepaticum* et *D. trapeziforme* entre 1950 et 1975, qui a été compris dans un sens beaucoup trop large jusqu'à la parution de la monographie du genre par BREUSS (1990). Le fait que de telles espèces figurent dans le tableau 1 mais n'ont pas été mentionnées dans des travaux antérieurs (ASTA et al., 1972, et KLEMENT, 1955, par exemple) résulte vraisemblablement de ce qu'elles n'étaient pas connues de ces auteurs ou confondues avec d'autres taxons. Par exemple le «*Dermatocarpon trapeziforme*» mentionné par ASTA et al. (1972) en Vanoise (Alpes françaises septentrionales) est vraisemblablement *Catapyrenium lachneum*, tandis que le «*Dermatocarpon hepaticum*», mentionné dans diverses associations par KLEMENT (1955) correspond à plusieurs espèces de *Catapyrenium*, vraisemblablement, entre autres, *C. lachneum* et *C. squamulosum*.

### **Importance de la durée de l'enneigement**

Les peuplements lichéniques mis en évidence (voir la section Résultats), se distinguent d'un point de vue écologique essentiellement par la durée de l'enneigement, ce qui montre le rôle majeur de ce facteur dans l'établissement des peuplements de lichens terricoles orophiles. Si dans l'ensemble les peuplements à *Lepraria cacuminum* et *Solorina bispora* sont d'autant plus fréquents que l'altitude est élevée, des exceptions notoires ne s'expliquent qu'en tenant compte de la durée d'enneigement; c'est le cas de peuplements à *Lepraria cacuminum* et *Solorina bispora* observés à seulement 2400 m, mais dans une combe à neige, ou au contraire de la présence de peuplements à *Cladonia chlorophaeae* et *C. symphicarpa* entre 2800 et plus de 2900 m, mais dans des stations bien ensoleillées et assez rapidement déneigées.

La durée d'enneigement est bien sûr un facteur écologique majeur également pour les végétaux vasculaires. Par exemple, ARCHILOQUE et al. (1970), AUBERT et al. (1965) et LAVAGNE et al.

ilian daŭron de vegetado, kiu estu minimume de 3 monatoj kaj duono por *Larix decidua* (falfolia) kaj de 6 monatoj por *Pinus cembra* (daŭrafolia) laŭ FRIEDEL en TRANQUILLINI (1979). La nuna spaca disvastiĝo de la likenkunaĵoj povas do liveri gravajn elementojn por la determino de la potenciala supra limo de la arboj kaj arbaroj. La nunaj observoj efektive montras alsupron de la supra arbolimo en la sudaj Alpoj sekve de la malpliigo de la ŝafa kaj kapra paŝtadoj. Krome la paleoekologiaj donitaĵoj, pli speciale pedoantrakologiaj, evidentigas, ke la koniferaj arboj atingis, antaŭ ol la paŝtismo ekgravis, altitudojn notinde superajn al la nunaj, interalie en la sudaj Alpoj.

### *Likenkunaĵoj rilate al la supra arbolimo kaj arbarlimo*

Tiel THINON kaj TALON (1998) kaj TALON (1997) pruvis, ke koniferoj (*Larix decidua* kaj *Pinus cembra*) ĉeestis ĝis pli ol 2900 m apud Molines-en-Queyras (sur la suda flanko de Foréant) kaj apud Barcelonnette-Jausiers (sur la suda flanko de «caire Brun»), antaŭ ĉ. 1500 jaroj antaŭ nuno, precize en la lokoj, kie mi observis aparte rimarkindan alsupron de la kunaĵo de *Cladonia chlorophaea* kaj *C. symphicarpa*. Estas do verŝajne, ke la kunaĵo de *Cladonia chlorophaea* kaj *C. symphicarpa*, kies ekologia amplitudo estas tre granda, sed kiu ne eltenas tro longedaŭran subneĝigon, estas indikanto de la potenciala ĉeesto de arboj, se ne de arbaroj, tiom pli ke ĝi kreskas en herbejoj kun dika grundo eble arbardevena, kie pedoantrakologoj malkovris multajn koniferajn lignokarberojn. Kontraŭe, la neĝeja kunaĵo de *Lepraria cacuminum* kaj *Solorina bispora* takseblas kiel indikanto de la malesto de arbaro kaj eble eĉ de arbo. Bedaŭrinde la pedoantrakologoj tre malmulte studas la neĝvaletojn, kie plejkovras tiu kunaĵo, ĉar ili estas malaltaĵoj kun grundo ĝenerale maldika kaj kiuj krome pro gravito povas ricevi erojn, devenantajn el pli supraj lokoj.

Laŭ la ĉi-supra, verŝajna, hipotezo, bazita sur indikoj de la likenkunaĵoj kaj parte sur pedoantrakologiaj donitaĵoj, eblas opinii, ke arboj unu- aŭ plur-opaj aŭ eĉ loke formantaj arbar(et)ojn, ĉeestis sur la sudaj flankoj tre sunaj ĝis pli ol 2800–2900 m, tio estas 400–500 m super la nuna supra arbolimo. Ĉar la kunaĵo de *Cladonia chlorophaea* kaj *C. symphicarpa* ĉeestas preskaŭ ĉie malsuper 2500–2600 m, estas probable, ke la potenciala supra limo de la tipaj arbaroj estas do de 2500–2600 m, tio estas 400 m super la nuna limo en la studitaj lokoj.

(1983) distinguent une gradation thermique et une gradation nivale dans les pelouses supraforestières des Alpes françaises du Sud. En outre la durée d'enneigement est un facteur de tout premier plan pour les espèces arborées puisqu'elle limite leur période de végétation et que celle-ci doit être au minimum de 3 mois et demi pour *Larix decidua* (caducifolié) et de 6 mois pour *Pinus cembra* (sempervirant) selon FRIEDEL in TRANQUILLINI (1979). La répartition spatiale actuelle des peuplements lichéniques peut donc fournir des éléments importants dans la détermination de la limite supérieure potentielle des arbres et de celle des forêts. Les observations actuelles montrent en effet une remontée de la limite supérieure des arbres dans les Alpes du sud par suite de diminution de la pression du pâturage ovin et caprin. En outre les données de la paléoécologie, plus particulièrement de la pédoanthracologie, montrent que des arbres conifères atteignaient, avant que le pastoralisme prenne de l'importance, des altitudes bien supérieures à celles d'aujourd'hui, notamment dans les Alpes du Sud.

### *Peuplements de lichens et limite supérieure des forêts et des arbres*

Ainsi THINON et TALON (1998) et TALON (1997) ont établi que des conifères (*Larix decidua* et *Pinus cembra*) étaient présents jusqu'à plus de 2900 m à Molines-en-Queyras (sur le flanc sud du Foréant) et à Barcelonnette-Jausiers (sur le flanc sud du caire Brun), il y a environ 1500 ans BP, justement dans les stations où j'ai noté une remontée particulièrement remarquable des peuplements à *Cladonia chlorophaea* et *C. symphicarpa*. Il est donc vraisemblable, que les peuplements à *Cladonia chlorophaea* et *C. symphicarpa*, qui présentent une amplitude altitudinale très grande mais ne supportent pas un enneigement trop prolongé, soient un indicateur de la présence potentielle d'arbres sinon de forêts, d'autant plus qu'ils se trouvent dans des pelouses aux sols profonds, peut-être d'origine forestière, où les pédoanthracologues ont découvert de nombreux charbons de bois de conifères. Par contre, les peuplements chionophiles à *Lepraria cacuminum* et *Solorina bispora* peuvent être considérés comme des indicateurs de l'absence potentielle de forêt et peut-être même d'arbre. Malheureusement les pédoanthracologues n'étudient que très peu les combes à neiges, où dominent ces peuplements lichéniques, car ce sont des dépressions qui montrent un sol en général peu épais et qui peuvent en outre recevoir par gravité des matériaux provenant des parties plus élevées.

Selon l'hypothèse ci-dessus, vraisemblable, basée sur les indications des peuplements lichéniques et reposant en partie sur les données de la pédoanthracologie, on peut envisager que des arbres isolés ou sous forme de bosquets, ou peut-être même formant des bois ou forêts localisées, existaient sur

Plu en la kadro de tiu hipotezo, oni ne povas ekskludi la ĉeeston de notindaj arbaraj alsuproj ĝis 2800 m sur la sudaj flankoj. La spaca disvastiĝo de la neĝeja kunaĵo de *Lepraria cacuminum* kaj *Solorina bispora* do ŝajne respondas al la partoj, kie arboj ne aŭ nur tre malfacile povas instaligi pro tro longedaŭra subneĝiĝo (9 aŭ 10 monatojn). Nun, danke al neĝvaletoj, tiu kunaĵo povas desupri sufiĉe malalte (mi ĝin observis ĝis 2400 m), sed sub malriĉa formo. Tamen kadre de la hipotezo de la potenciala supra arbarlimo je proksimume 2500–2600 m, tiaj lokoj estus verŝajne klimate modifitaj fare de la arbara ĉirkaŭaĵo kaj tiel perdus sian neĝvaletan econ: oni do taksu ilin kiel klimakse arbaraj. Plu laŭ tiu hipotezo, la grava hiato inter la alpa kaj subalpa etaĝoj, kiun oni observas hodiaŭ, ĉefe fontus el homa agado. Laŭ klimaksa vidpunkto, estas pli verŝajne konsideri la ekziston de iompostioma transiĝo de arbara vegetaĵaro densa kaj vasta ĝis arba vegetaĵaro malpli densa, emanta lokiĝi en la pli sunajn partojn (sudajn flankojn), kie la kondiĉoj de vegetado de la arboj ankoraŭ eblas.

Hodiaŭ, en la kalkaj sudaj Franciaj Alpoj, la kunaĵo de *Cladonia chlorophaea* kaj *C. symphicarpa* kaj la herbejoj ilin loĝigantaj, ŝajnas do indiki lokojn klimakse arbajn, se ne arbarajn. Kontraŭe la kunaĵoj de *Lepraria cacuminum* kaj *Solorina bispora* estas indikanto de lokoj longtempe subneĝaj, pli speciale de neĝvaletoj, klimakse netaŭgaj al la instaligo de arboj, escepte verŝajne malsuper 2500 m.

### DANKOJ

Mi elkore dankas V. REEB (Durham, USA), pro la traduko de la resumo en la anglan, kaj F. GUIBAL, P. MOUTTE, B. TALON kaj M. THINON (Marseille), kiuj metis je mia dispono publikajojn pri dendrokronologio, plantekologio kaj pedoantrakologio.

### REMERCIEMENTS

Je remercie chaleureusement V. REEB (Durham, USA) pour la traduction du résumé en anglais, ainsi que F. GUIBAL, P. MOUTTE, B. TALON et M. THINON (Marseille) qui ont mis à ma disposition des publications de dendrochronologie, phytoécologie et pédoantrakologie.

les versants sud bien exposés jusqu'à plus de 2800–2900 m, soit 400–500 m plus haut que la limite supérieure actuelle des arbres. Comme les peuplements à *Cladonia chlorophaea* et *C. symphicarpa* sont présents à peu près partout au-dessous de 2500–2600 m, il est probable que la limite supérieure potentielle des forêts bien constituées soit donc de 2500–2600 m, c'est-à-dire 400 m au-dessus de la limite actuelle observée dans les sites étudiés. Toujours dans le cadre de cette hypothèse, on ne peut pas exclure la présence de remontées forestières importantes jusqu'à 2800 m sur les versants sud. La répartition spatiale des peuplements chionophiles à *Lepraria cacuminum* et *Solorina bispora* semble donc correspondre aux zones potentielles où les arbres ne pourraient s'établir ou auraient de grandes difficultés à s'installer à cause d'un enneigement trop prolongé (9 ou 10 mois). Actuellement, ces peuplements peuvent descendre relativement bas (je les ai observés jusqu'à 2400 m), mais sous une forme appauvrie, à la faveur de combes à neiges. Toutefois, dans l'hypothèse de la limite potentielle supraforestière située vers 2500–2600 m, de telles stations seraient vraisemblablement modifiées d'un point de vue climatique par l'environnement forestier et perdraient ainsi leur caractère de combe à neige: elles doivent donc être considérées comme potentiellement forestières. Toujours selon cette hypothèse, le hiatus majeur entre l'alpin et le subalpin, tel qu'on l'observe aujourd'hui, serait d'origine surtout anthropique. D'un point de vue potentiel, il est plus vraisemblable d'envisager l'existence d'un passage progressif de formations forestières denses et importantes à des formations plus clairsemées, ayant tendance à se localiser aux parties les mieux ensoleillées (versants sud) où les conditions de végétation des arbres sont encore possibles.

Aujourd'hui, dans les Alpes françaises méridionales calcaires, les peuplements à *Cladonia chlorophaea* et *C. symphicarpa* et les pelouses qui les hébergent, semblent donc être caractéristiques de zones potentiellement boisées sinon forestières. Au contraire, les peuplements à *Lepraria cacuminum* et *Solorina bispora* sont des indicateurs de milieux longtemps enneigés, plus particulièrement des combes à neige, potentiellement impropres à l'installation des arbres, sauf probablement au-dessous de 2500 m.



## BIBLIOGRAFIO

- ARCHILOQUE A., BOREL L. k LAVAGNE A., 1970.— Feuille de la Javie (XXXIV–40) au 1/50 000. *Doc. Carte Végét. Alpes*, **8**: 35–71.
- ASTA J., CLAUZADE G. k ROUX C., 1972.— Premier aperçu de la végétation lichénique du parc national de la Vanoise. *Trav. sci. Parc nat. Vanoise*, **2**: 73–105.
- ASTA J. k ROUX C., 1977.— Étude écologique et phytosociologique de la végétation lichénique des roches plus ou moins décalcifiées en surface aux étages subalpin et alpin des Alpes françaises. *Bull. Mus. Hist. nat. Marseille*, **37**: 23–81.
- AUBERT G., BOREL L. k LAVAGNE A., 1963.— Feuille d'Embrun–Est (XXXV–38). Élaboration d'une carte à moyenne échelle (1/50 000) à partir de levés exécutés à grande échelle (1/20 000). *Doc. Carte Végét. Alpes*, **3**: 62–80.
- BARBERO M., 1992.— Évolution de la végétation et des paysages dans les Alpes du Sud: quelle gestion pour les espaces? *Bull. mensuel ONC*, **176**: 6–12.
- BEAULIEU J.–L. (de), 1977.— *Contribution pollenanalytique à l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation des Alpes méridionales françaises*. Doktoriga tezo pri sciencoj, Univ. de Aix–Marseille III, 358 p.
- BÉLINGARD C., 1996.— *Étude dendroécologique de la dynamique de la limite supérieure de la forêt dans les Alpes du sud, en relation avec les facteurs climatique et anthropique*. Doktoriga tezo pri sciencoj, Univ. de Aix–Marseille III, 102 p.
- BÉLINGARD C. k TESSIER L., 1996.— Étude dendrochronologique comparée de vieux peuplements de mélèzes (*Larix decidua* Mill.) dans les Alpes françaises du sud. *Dendrochronologia*, **11**: 69–78.
- BÉLINGARD C. k TESSIER L., 1998.— Trees, man and climate over the last thousand years in the Southern French Alps. *Dendrochronologia*, **15**: 73–87.
- BÉLINGARD C., TESSIER L. k ÉDOUARD J.–L., 1998.— Reboisement et dynamique naturelle dans les forêts d'altitude (Haut-Verdon, Alpes du Sud, France). *Géographie physique et Quaternaire*, **52**(2): 227–236.
- BREUSS O., 1990.— Die Flechtengattung *Catapyrenium* in Europa. *Stappia*, **23**: 1–153 + 15.
- BRICAUD O. k ROUX C., 1994.— Deux associations lichéniques corticoles nouvelles, mésoméditerranéennes, sciaphiles: le *Ramonia–Striguletum mediterraneae* Bricaud et Roux ass. nov. et le *Striguletum affinis* Bricaud et Roux ass. nov. *Lichenologist*, **26**(1): 113–134.
- BRUN J.–J., DELCROS P. k GROSSI J.–L., 1994.— Landscape pattern and biodiversity management in abandoned mountain land (French Alps). In: BELLAN–SANTINI D., BONIN G. k EMIG C. (kunord.), *Functioning and dynamics of natural and perturbed ecosystems*: 468–477. Lavoisier eld., Parizo.
- BURGA C. A., 1988.— Swiss vegetation history during the last 18 000 years. *New Phytol.*, **110**: 581–602.
- CLAUZADE G. k ROUX C., 1975.— Étude écologique et phytosociologique de la végétation lichénique des roches calcaires non altérées dans les régions méditerranéenne et subméditerranéenne du sud–est de la France. *Bull. Mus. Hist. nat. Marseille*, **35**: 153–208.
- CLAUZADE G. k ROUX C., 1985.— *Likenoj de Okcidenta Eŭropo. Ilustrita determinlibro*. S.B.C.O. eld. (Bull. Soc. bot. Centre–Ouest, speciala n. 7), Royan.
- CLAUZADE G. k ROUX C., 1987.— Likenoj de Okcidenta Eŭropo. Suplemento 2a. *Bull. Soc. bot. Centre–Ouest*, nova ser., **18**: 177–214.
- CLAUZADE G., DIEDERICH P. k ROUX C., 1989.— *Nelikenigintaj fungoj likenoĝaj—Ilustrita determinlibro*. Soc. linn. Provence eld. (Bull. Soc. linn. Provence, speciala n. 1), Marseille.
- CLAUZADE G. k ROUX C., 1989.— Likenoj de Okcidenta Eŭropo. Suplemento 3a. *Bull. Soc. linn. Provence*, **40**: 73–110.
- CLERC P., 2004.— Les champignons lichénisés de Suisse. Catalogue bibliographique complété par des données sur la distribution et l'écologie des espèces. *Cryptogamia helvetica*, **19**: 1–320.
- CULBERSON C. F., 1972.— Improved conditions and new data for the identification of lichen products by a standardized thin-layer chromatographic method. *J. Chromatography*, **72**: 113–125.
- CULBERSON C. F. k AMMANN K., 1979.— Standardmethode zur Dünnschichtchromatographie von Flechtensubstanzen. *Herzogia*, **5**: 1–24.
- CULBERSON C. F. k KRISTINSSON H. D., 1970.— A standardized method for the identification of lichen products. *J. Chromatography*, **46**: 85–93.
- DAVID F., 1993.— *Évolution de la limite supérieure des arbres dans les Alpes françaises du nord depuis la fin des temps glaciaires*. Doktoriga tezo pri sciencoj, Univ. de Aix–Marseille III.
- DIEDERICH P. k SÉRUSIAUX E. (kunlab. VAN DEN BOOM P. P. G. k BRAND A. M.), 2000.— *The lichens and lichenicolous fungi of Belgium and Luxembourg. An annotated checklist*. Musée national d'histoire naturelle de Luxembourg eld.
- HAFELLNER J. k TÜRK R., 2001.— Die lichenisierten Pilze Österreichs—eine Checkliste der bisher nachgewiesenen Arten mit Verbreitungsangaben. *Stappia*, **76**: 3–167.
- KLEMENT O., 1955.— Prodomus der mitteleuropäischen Flechtengesellschaften. *Feddes Répert.*, **135**: 5–194.
- LAVAGNE A., ARCHILOQUE A., BOREL L., DEVAUX J.–P. k MOUTTE P. (kunlab. CADEL, G.), 1983.— La végétation du parc naturel régional du Queyras. Commentaires de la carte phyto–écologique au 50000<sup>e</sup>. *Rev. Biol. Écol. médit.*, **10**(3): 175–248.
- LLIMONA X. k HLADUN N. L. (kunlab. BURGAS A. R., GÓMEZ–BOLEA A., GIRALT M., NAVARRO–ROSINÉS P., BARBERO M. k BOQUERAS M.), 2001.— Checklist of the lichens and lichenicolous fungi of the Iberian and Balearic Islands. *Bocconea*, **14** (OPTIMA, Commission for lichens, publikajo n. 4): 1–581.
- NIMIS P. L., 1993.— *The lichens of Italy*. Monografio 12, Museo regionale Scienze naturalis eld., Torino.
- ROUX C., 1978.— Complément à l'étude écologique et phytosociologique des peuplements lichéniques saxicoles–calcicoles du SE de la France. *Bull. Mus. Hist. nat. Marseille*, **38**: 65–185.
- ROUX C., 1981.— Étude écologique et phytosociologique des peuplements lichéniques saxicoles–calcicoles du sud–est de la France. *Bibliotheca lichenologica*, **15**: 1–557.
- ROUX C., 1990.— Échantillonnage de la végétation lichénique et approche critique des méthodes de relevés. *Cryptogamie, Bryol., Lichénol.*, **11**(2): 95–108.
- ROUX C., GUEIDAN C. k CLERC P., 2003.— Lichens et champignons lichénicoles des Alpes françaises: espèces nouvelles et intéressantes. *Cryptogamie, Mycologie*, **24**: 275–286.
- SANTESSON, R., 1993.— *The lichens and lichenicolous fungi of Sweden and Norway*. SBT–förlaget eld., Lund.

- SCHOLZ P., 2000.— Katalog der Flechten und flechtenbewohnenden Pilze Deutschlands. *Schriftenreihe für Vegetationskunde*, **31** (Bundesamt für Naturschutz, Bonn – Bad Godesberg): 1–288.
- TALON B., 1997.— *Évolution des zones supraforestières des Alpes sud-occidentales françaises au cours de l'holocène: analyse pédoanthracologique*. Doktoriga tezo pri sciencoj, Univ. de Aix-Marseille III.
- TALON B., CARCAILLET C. k THINON M., 1998.— Études pédoanthracologiques des variations de la limite supérieure des arbres au cours de l'holocène dans les Alpes françaises. *Géographie physique et Quaternaire*, **52**(2): 195–208.
- THINON M. k TALON B., 1998.— Ampleur de l'anthropisation des étages supérieurs dans les Alpes du Sud: données pédoanthracologiques. *Écologie* **29**(1–2): 323–328.
- TRANQUILLINI W., 1979.— Physiological ecology of the alpine timberline. *Ecological Studies*, **31**, Springer-Verlag eld., Berlino k Heidelberg.
- VUST, M., 2002.— *Les lichens terricoles de Suisse*. Doktoriga tezo pri sciencoj, Univ. de Genevo.
- WEGMÜLLER S., 1977.— *Pollenanalytische Untersuchungen zur spät und postglazialen Vegetationsgeschichte der französischen Alpen (Dauphiné)*. Paul Haupt eld., Berno.
- Catapyrenium squamulosum* (Ach.) Breuss  
*Cetraria aculeata* (Schreb.) Fr.  
*Cetraria islandica* (L.) Ach. subsp. *islandica*  
*Chromatochlamys muscorum* (Fr.) H. Mayrhofer k Poelt var. *m*.  
*Cladonia chlorophaea* (Flörke ex Sommerf.) Spreng.  
*Cladonia deformis* (L.) Hoffm.  
*Cladonia fimbriata* (L.) Fr.  
*Cladonia symphicarpa* (Ach.) Fr.  
*Collema tenax* (Sw.) Ach. var. *corallinum* (A. Massal.) Degel.  
*Fuscopannaria praetermissa* (Nyl.) M. Jørg.  
*\*Intralicthen christiansenii* (D. Hawksw.) D. Hawksw. k M. S. Cole  
*Lecanora dispersa* (Pers.) Sommerf. f. *d*.  
*Lecanora hagenii* (Ach.) Ach. f. *b*.  
«*Lecidea*» *berengeriana* (A. Massal.) Th. Fr.  
*Lepraria cacuminum* (A. Massal.) Lothander  
*Lepraria incana* (L.) Ach.  
*Lepraria lobifcans* Nyl.  
*Lepraria obtusatica* Tønsberg (grundoloĝa formo, *forme terricole*)  
*Leptogium corniculatum* (Hoffm.) Minks.  
*Leptogium lichenoides* (L.) Zahlbr. var. *lichenoides*  
*Leptogium subtile* (Schrad.) Torss.  
*Leptogium tenuissimum* (Dicks.) Körb.  
*\*Lichenochora inconspicua* Hafellner  
*\*Lichenochora sinapispermae* Etayo k Nav.–Ros.  
*Myxobilimbia accedens* (Arnold) Hafellner  
*Myxobilimbia lobulata* (Sommerf.) Hafellner  
*Peltigera canina* (L.) Willd.  
*Peltigera kristinssonii* Vitik.  
*Peltigera lepidophora* (Nyl. ex Vain.) Bitter  
*Peltigera malacea* (Ach.) Funck  
*Peltigera praetextata* (Flörke ex Sommerf.) Zopf  
*Peltigera rufescens* (Weiss) Humb.  
*Peltigera venosa* (L.) Hoffm.  
*Phaeorrhiza sareptana* (Tom.) H. Mayrhofer k Poelt var. *sphaerocarpa* (Th. Fr.) Mayrhofer k Poelt  
*Physconia muscigena* (Ach.) Poelt var. *m*.  
*Placynthiella uliginosa* (Schrad.) Coppins k P. James  
*Protomicarea limosa* (Ach.) Hafellner  
*Psora decipiens* (Hedw.) Hoffm.  
*Psoroma hypnorum* (Vahl) Gray  
*\*Rhymbocarpus neglectus* (Vain.) Diederich k Etayo  
*Rinodina mniaraea* (Ach.) Körb. var. *mniaraea*  
*Rinodina mniaraea* var. *cinnamomea* Th. Fr.  
*Rinodina mucronatula* H. Magn.  
*Rinodina olivaceobrunnea* C. W. Dodge k G. E. Baker  
*Solorina bispora* Nyl.  
*Solorina crocea* (L.) Ach.  
*Steinia geophana* (Nyl.) Stein  
*\*Stigmidium croceae* (Arnold) Cl. Roux k Triebel  
*\*Stigmidium mycobilimbiae* Cl. Roux, Triebel k Etayo  
*Trapeliopsis granulosa* (Hoffm.) Lumbsch

**ANEKSAJO: LISTO DE LA MENCIIATAJ TAKSONOJ  
DE LIKENOJ KAJ NELIKENIĜINTAJ FUNGOJ  
LIKENLOĜAJ**

**ANNEXE: LISTE DES TAXONS DE LICHENS ET  
CHAMPIGNONS LICHÉNICOLES NON LICHÉNISÉS  
MENTIONNÉS**

Asterisko (\*) indikas la nelikeniĝintajn fungojn likenloĝajn.

L'astérisque (\*) indique les champignons lichénicoles non lichénisés.

- Agonimia vouauxii* (de Lesd.) A. M. Brand k Diederich  
*Amandinea punctata* (Hoffm.) Coppins k Scheid.  
*Aspicilia verrucosa* (Ach.) Körb.  
*Bacidia bagliettoana* (A. Massal. k De Not.) Jatta  
*Bryonora castanea* (Hepp) Poelt  
*Caloplaca cerina* var. *chloroleuca* (Sm.) Th. Fr.  
*Caloplaca jungermanniae* (Vahl) Th. Fr.  
*Caloplaca sinapisperma* (Lam. k DC.) Maheu k A. Gillet  
*Caloplaca tirolensis* Zahlbr.  
*Candelariella vitellina* (Hoffm.) Müll. Arg. var. *v*.  
*Catapyrenium cinereum* (Pers.) Körb.  
*Catapyrenium daedaleum* (Kremp.) Stein  
*Catapyrenium lachneum* (Ach.) R. Sant. var. *l*.