

PRÉSENCE DE PINS PROSTRÉS DANS LE MASSIF DU MONT CENIS (*PINUS MUGO TURRA*) : DISCUSSION SUR LA PÉRENNITÉ DE LA POPULATION

par Christopher Carcaillet^{1,2}, Adam A. Ali^{1,2}, Nicolas Fauvart¹,
Paul Roiron¹ et Jean-Frédéric Terral¹

Résumé. Des pins prostrés ont été découverts en juillet 2004 dans la vallée de la Maurienne, sur le versant nord du mont Cenis où ils constituent manifestement une population naturelle et spontanée de *Pinus mugo* subsp. *mughus*. Fragile au regard des effectifs recensés, celle-ci est actuellement isolée, et pourrait résulter de populations qui, il y a plus de 9 500 ans, ont dû couvrir de plus vastes territoires des vallées duranciennes à la vallée de la Maurienne, via la vallée de Suse en Italie. Sur une aire de distribution actuellement fragmentée, le devenir de la population de pins mughos du mont Cenis semble compromis au regard des nécroses importantes observées sur les parties sommitales des houppiers, à l'exception des individus situés hors du domaine skiable du Val Cenis. Une procédure conservatoire semble nécessaire pour préserver cette population naturelle, la seule connue à ce jour dans les Alpes françaises du Nord.

Mots-clés : Biogéographie - *Pinus mugo Turra* - Maurienne (Savoie)

Presence of Mugo Pine in the Mont Cenis (*Pinus mugo Turra*) : discussion on the viability of the population

Key-words : Biogeography - *Pinus mugo Turra* - Maurienne (France).

INTRODUCTION

Dans les Alpes occidentales, le «pin prostré», considéré comme une sous-espèce *mughus* (Scop.) O. Schwarz du « pin de montagne » *Pinus mugo Turra* (pin mughos), espèce collective prise au sens large (Christensen, 1987 ; Farjon 1998 ; Monteleone *et al.*, 2006), est connu de quelques stations de part et d'autre de la frontière franco-italienne vers 2 000-2 500 m d'altitude (Montacchini, 1968 ; Chas, 1994). Ces populations occidentales de pin mughos constituent avec les stations des Abruzzes (Boratynska *et al.*, 2005) des stations périphériques disjointes d'une aire de distribution très fragmentée et complexe (Hamernik et Musil, 2007). Cette sous-espèce de *Pinus mugo* présente une distribution plus étendue dans les Alpes orientales (Est de la Suisse et de l'Italie, Autriche, Slovénie) et plus à l'Est dans les Carpates, où les peuplements se structurent sous la forme de landes très denses et très étendues (Ozenda, 1985 ; Richardson, 1998 ; Lauber et Wagner, 2001).

En juin et octobre 2004, au cours d'une campagne de prospection de sites paléocologiques, des pins de forme prostrée et typique de *Pinus mugo* subsp. *mughus* ont été découverts sur le versant nord du massif du mont Cenis (vallée de la Maurienne), zone plutôt dévolue au taxon érigé, le pin à crochet (*P. uncinata* ou *P. m.* subsp. *uncinata*). Ces découvertes nous ont conduits à nous interroger sur la singularité de la présence de cette population au regard de sa

¹ Centre de bio-archéologie et d'écologie (UMR5059 CNRS), Université Montpellier 2, Institut de botanique, 163 rue Broussonet, F-34090 Montpellier, France.

² Paléoenvironnement et Chronoécologie, École pratique des hautes études (PALECO EPHE), Institut de botanique, 163 rue Broussonet, F-34090 Montpellier France.

distribution connue, du fait qu'il n'en est fait nulle part mention dans les ouvrages de botanique consacrés à la région Vanoise *sensu lato* (Bartoli, 1966 ; Gensac, 1974 ; Parc national de la Vanoise, 1993). Cette découverte est quasi synchrone de la mise au jour de travertins (accumulations carbonatées riches en empreintes végétales fossiles), dans la haute vallée de Suse (Italie, sud de la Maurienne). Ces travertins présentent de nombreuses empreintes de cônes dont l'analyse morphologique a conduit à la détermination de *Pinus sylvestris* et *P. mugo mughus* daté de 11 500 à 9 500 ans avant nos jours (Ali *et al.*, 2006).

Cette note vise à décrire la population de pin mugho découverte sur les pentes du mont Cenis, apporter des informations importantes quant à son probable indigénat et considérer son statut en terme de vulnérabilité et de conservation.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Description du site

La zone d'étude se situe en Haute Maurienne, au sud du massif de la Vanoise (Alpes internes, Savoie). La vallée de la Maurienne subit un climat continental, froid et sec. C'est l'une des vallées les plus sèches de l'arc alpin. Les précipitations (Tableau I) sont régulièrement réparties au cours de l'année avec un maximum à la fin du printemps (mai, juin) et au début de l'automne (septembre, octobre). La durée de l'enneigement est de l'ordre de 5 mois de la mi-novembre jusqu'à la fin avril, et la période de végétation est relativement courte, de juin à septembre.

Station	Année	Été (JJA)	Hiver (DJF)
Lanslebourg-Mont Cenis (alt. : 2 000 m, T : 1971-1999 ; P : 1971-1999)			
Températures	3,5 ±2,3	12,7 ±5,1	-4,2 ±1,8
Précipitations	925 ±233	247 ±96	158 ±86
Bessans (alt. : 1 715 m ; T : 1984-1999 ; P : 1951-1999)			
Températures	3,5 ±0,6	12,5 ±0,7	-5,6 ±1,2
Précipitations	884 ±167	201 ±61	239 ±110

Tableau I. Paramètres climatiques de la zone d'étude
températures (T) mensuelles et précipitations (P) annuelles et saisonnières (moyennes ± écart-types).

Les sols sont bruns faiblement lessivés à humus de type mull ou mull-moder (Bartoli, 1966) ; ils reposent sur des dépôts glaciaires tardi-würmiens couvrant une roche-mère composée de calcschistes et de marbres du Crétacé (Fudral *et al.*, 1994). L'âge moyen des espèces composant le couvert forestier est en général de moins de 60 ans, bien que des parcelles de forêts matures (>300 ans) aient été observées, en particulier sur la commune de Lanslevillard, à l'est du torrent du Chatel (Beilhe *et al.*, 2009). Les forêts subalpines environnantes sont composées pour l'essentiel de mélèze (*Larix decidua* Mill.), pin cembro (*Pinus cembra* L.) et épicéa (L.) Karst. On observe également la présence de feuillus caducifoliés, notamment dans les couloirs d'avalanches de neige : saule marsault (*Salix caprea* L.), aulne vert (*Alnus viridis* (Chaix) DC.), sorbier des oiseleurs (*Sorbus aucuparia* L.) et, plus rarement, bouleau verruqueux (*Betula pendula* Roth.). Le sous-bois comprend rhododendron (*Rhododendron ferrugineum* L.), myrtille (*Vaccinium myrtillus* L.), airelle des marais (*Vaccinium uliginosum* L.), airelle rouge

(*V. vitis-idaea* L.), genévrier nain (*Juniperus sibirica* Loddiges ex Burgsdorff), alisier nain [*Sorbus chamaemespilus* (L.) Crantz], ou encore camérisier bleu (*Lonicera caerulea* L.).

Archives documentaires

Les documents concernant les travaux et aménagements forestiers réalisés sont conservés aux Archives du service de Restauration des terrains en montagne, à l'Office national des forêts à Chambéry. Toutes les archives forestières domaniales et communales de la division de Haute Maurienne (Modane) ont été examinées en novembre 2005. Une attention particulière a été portée aux documents concernant les communes de Lanslebourg et de Lanslevillard. L'objectif était de vérifier les registres de plantation et de s'assurer qu'aucun pin mugho n'avait été semé ou planté, sous les appellations possibles suivantes : pin mugo, p. de(s) montagne(s), p. à crochet, p. couché, *Pinus pumilio*, *P. mugo*, *P. montana*, *P. uncinata*, *P. mughus*.

Prospection du massif et recensement des individus

La zone prospectée se trouve sur les versants nord et ouest du mont Cenis à des altitudes comprises entre 1 900 et 2 500 m, dans l'étage subalpin et à la base des pelouses alpines. Les communes concernées par cette prospection sont Lanslebourg-Mont-Cenis et Lanslevillard et, pour partie la commune de Bessans, depuis le lac de Soliet (rive gauche du torrent du Ribon) à l'est (commune de Bessans) jusqu'au col du mont Cenis et la combe de Cléry à l'ouest (nord du Signal du Petit Mont Cenis). La prospection systématique dans l'objectif d'un recensement le plus exhaustif possible a été réalisée de façon méthodique par une équipe de 6 personnes durant une semaine en juin 2005.

RÉSULTATS

La prospection a révélé un effectif de 23 pins présentant les caractéristiques de *Pinus mugo* subsp. *mughus* : individus prostrés munis, pour les plus développés, de cônes parfaitement symétriques (Tableau II). Des incertitudes de déterminations peuvent exister pour certains d'entre eux dont la petite taille et l'absence de cônes pourraient laisser entrevoir une confusion avec des pins à crochet juvéniles (*Pinus mugo* subsp. *uncinata*). Toutefois, il est remarquable de noter que dans la zone parcourue, aucun pin à crochet n'a été observé, bien que des forêts existent en aval dans la même vallée, en particulier sur les communes de Termignon à Aussois, soit entre 10 et 30 km à vol direct de la zone visitée.

Les pins prostrés découverts se distribuent de 2 180 à 2 400 m d'altitude (Tableau II). La plupart des individus sont localisés dans des pelouses et prairies pâturées, riches en éricacées comme *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Sprengel, *Vaccinium uliginosum*, *V. myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *Rhododendron ferrugineum*, mais aussi *Juniperus sibirica* et *Cotoneaster integerrimus* Medik. À proximité d'un pied bien développé de pin mugho, sur la commune de Lanslevillard, il a été observé *Arctostaphylos alpinus* (L.) Sprengel le raisin d'ours des Alpes, une espèce assez rare pour être mentionnée ici. Quelques pieds de pin mugho sont situés à la limite supérieure des forêts subalpines, vers 2 250-2 300 m d'altitude, composées pour l'essentiel de pins cembro, de mélèzes et quelques fois d'épicéas.

Les individus (ind.) se distribuent dans deux secteurs différents, d'une part du côté de l'alpage des Crozats au sud du Signal du Grand Mont Cenis, commune de Lanslevillard (5 ind.), et d'autre part dans l'alpage de la Femaz à l'ouest de l'Ouillon des Arcellins au col du mont Cenis, commune de Lanslebourg (18 ind.). On n'observe aucune structuration altitudinale dans la répartition des individus, tant en hauteur qu'en circonférence. Les individus couvrant la plus grande surface ne sont ni les plus, ni les moins alticoles (Figure 1).

N°	Altitude (m)	Latitude	Longitude	Contexte de végétation
1	2250	45°17,400'	6°56,983'	Boisement à <i>Larix decidua</i> et <i>Pinus cembra</i>
2	2265	45°17,183'	6°56,995'	Pelouse pâturée
3	2300	45°17,118'	6°57,214'	Pelouse avec forte régénération de <i>Pinus cembra</i>
4	2382	45°17,092'	6°57,416'	Pelouse pâturée
5	2395	45°15,941'	6°57,452'	Pelouse pâturée
6	2280	45°15,870'	6°54,611'	Pelouse pâturée riche en <i>Arctostaphylos uva-ursi</i>
7	2311	45°15,863'	6°54,695'	Pelouse à <i>Dryas octopetala</i>
8	2300	45°15,855'	6°54,630'	Pelouse pâturée
9	2295	45°15,855'	6°54,622'	Pelouse pâturée
10	2295	45°15,823'	6°54,622'	Pelouse écorchée proche d'un télésiège
11	2391	45°15,774'	6°54,797'	Pelouse à <i>Dryas octopetala</i>
12	2367	45°15,643'	6°54,791'	Pelouse riche en <i>Festuca paniculata</i>
13	2373	45°15,480'	6°54,868'	Pelouse à <i>Arctostaphylos uva-ursi</i>
14	2230	45°15,561'	6°54,361'	Pelouse pâturée
15*	2203	45°15,717'	6°54,626'	Pelouse pâturée
20	2261	45°15,816'	6°54,485'	Pelouse à <i>Festuca paniculata</i> , le long d'une piste de ski
21	2250	45°15,788'	6°54,443'	Pelouse à <i>Festuca paniculata</i> , le long d'une piste de ski
22	2239	45°15,795'	6°54,415'	Pelouse pâturée
23	2240	45°15,796'	6°54,402'	Pelouse pâturée
24	2239	45°15,796'	6°54,304'	Pelouse pâturée
25	2202	45°15,739'	6°54,365'	Pelouse à <i>Festuca paniculata</i>
26	2212	45°15,859'	6°54,292'	Pelouse à <i>Juniperus sibirica</i> , plantules de <i>Larix decidua</i> et <i>Picea abies</i>
27	2184	45°15,895'	6°54,264'	Pelouse à <i>Arctostaphylos uva-ursi</i> et <i>Juniperus sibirica</i>

* En 2005 : Individu sénescant.

Tableau II. Coordonnées géographiques et contexte de végétation des *Pinus mugo* subsp. *mughus* découverts sur le versant nord et ouest du massif du mont Cenis.

Quatre des cinq individus du secteur des Crozats (n° 1 à 4) présentent un feuillage large (circonférence du houppier max. : 31 m, Figure 2), abondant, sans nécrose apparente et portent des cônes (Figure 3). Le dernier (n°5) est petit et au feuillage partiellement nécrosé (Figure 3). Les individus de l'alpage de la Femaz ont un houppier de plus petites dimensions (circonférence <7 m ; hauteur max. 1,5 m). Le feuillage de la plupart des individus est partiellement nécrosé dans sa partie sommitale (Figure 3, ind. 6 à 27).

L'analyse des documents des services forestiers de Restauration des terrains en montagne (RTM) aux archives départementales de l'Office national des forêts (ONF Chambéry) montre qu'aucune plantation d'arbres n'a été réalisée sur les communes de Lanslebourg et de Lanslevillard (Tableau III). De toutes les archives consultées, de Sollières-Sardières à Bessans, aucune ne rapporte de plantation de pin mugho, que ce soit en forêts communales ou dans les séries de plantations RTM domaniales. Les seules plantations recensées ont été réalisées en 1975 en fond de vallée, à Bessans, à proximité de la route départementale (parcelles F et G), puis de 1982 à 1987 en pin cembro et épicéa dans la forêt communale de mélèze en versant nord, dans un objectif de « diversification d'essence ». Des plantations dans des séries RTM sont signalées à Termignon et Sollières-Sardières, mais les essences utilisées ne sont pas mentionnées.

N° d'archive	Intitulé des archives
28	ONF – Forêt communale de Bessans (1992), Révision d'aménagement forestier (1991-2015), Rapport de M. Collas, Direction régionale de Rhône-Alpes, Service départemental de la Savoie, Division de Modane, 52 p. + annexes
123	ONF – Forêt communale de Lanslebourg, Révision d'aménagement forestier (1979-2000), Direction régionale de Rhône-Alpes, Service départemental de la Savoie, Division de Haute-Maurienne
124	ONF – Forêt communale de Lanslevillard, Révision d'aménagement forestier, Direction régionale de Rhône-Alpes, Service départemental de la Savoie, Division de Haute-Maurienne
206	ONF – Forêt domaniale RTM de Sollières-Sardières, Révision d'aménagement forestier (1999-2018), Direction régionale de Rhône-Alpes, Service départemental de la Savoie, Division de Haute-Maurienne, 47 p.
207	ONF – Forêt domaniale RTM de Termignon, Révision d'aménagement forestier, Direction régionale de Rhône-Alpes, Service départemental de la Savoie, Division de Haute-Maurienne

Tableau III. Archives documentaires visitées au service de l'Office national des forêts à Chambéry concernant la Haute Maurienne, pour les communes de Termignon à Bessans. ONF : Office national des forêts ; RTM : Restauration des terrains en montagne.

DISCUSSION

L'absence de plantation de pin et de toute autre espèce d'arbres sur les communes de Lanslebourg et Lanslevillard suggère que la population de *Pinus mugo* découverte est naturelle et spontanée. Les seules plantations enregistrées ne concernent pas directement la zone visitée comprenant les pins mugho du mont Cenis. Les essences utilisées par les forestiers sont le mélèze, l'épicéa et le pin sylvestre.

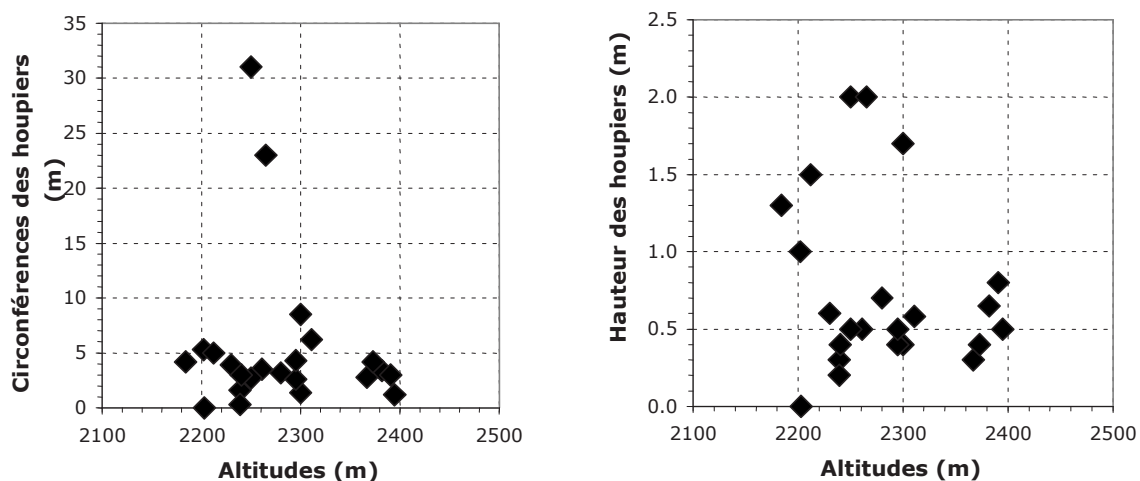


Figure 1. Structure dendrométrique des pins du massif du mont Cenis en fonction de l'altitude.

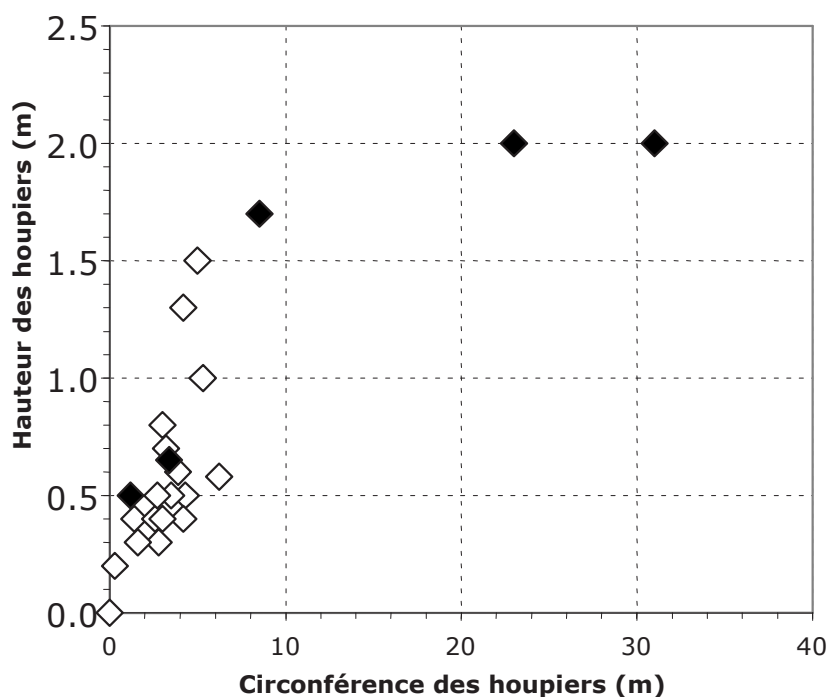


Figure 2. Dendrométrie des pins du massif du mont Cenis. Les losanges vides correspondent aux individus de l'alpage de la Femaz (Lanslebourg) et les pleins à ceux des Crozats (Lanslevillard).



Figure 3. Photographies et altitudes de quelques spécimens de pin mugho du massif du mont Cenis (juin 2005).

La situation biogéographique du pin mugho au mont Cenis est remarquable. Cette espèce est représentée en Europe centrale par des peuplements vastes et denses en Autriche, Suisse, Italie du nord-est, Slovénie, Tchéquie, Roumanie, Pologne, Slovaquie et Bulgarie. Dans les Alpes occidentales, la population du mont Cenis est la première station découverte dans les Alpes françaises du Nord. Les seules populations connues jusqu'alors en France se situent au sud dans les Alpes duranciennes (massif du Queyras, vallée Étroite), et en Italie dans la vallée de Suse, et beaucoup plus au sud dans les Alpes maritimes dans les vallées de la Tinée, de la Vésubie et de la Roya (Bono *et al.*, 1967 ; Montacchini, 1968 ; Montacchini et Caramiello, 1968 ; Chas, 1994 ; Figure 4). Au nord, les populations les plus occidentales se trouvent en Suisse, dans la vallée d'Entremont à l'extrême sud-ouest du canton du Valais. Si, en termes de distance, les pins du mont Cenis semblent isolés, un corridor biogéographique permet de connecter les peuplements de pin mugho depuis le massif du Queyras jusqu'au mont Cenis *via* les cols du mont Genève, des Thures et de la vallée Étroite jusqu'à la vallée de Suse. Tous ces cols, à moins de 2 200 m d'altitude, semblent parfaitement accessibles à *Pinus mugo mughus* au regard de la distribution altitudinale des populations connues. Ces populations, le long de la frontière franco-italienne, sont le plus souvent isolées, mais semblent réparties selon un axe virtuel qui illustrerait une distribution passée plus importante et mieux connectée voire homogène dans les Alpes occidentales, au moins depuis la vallée de la Maurienne jusqu'aux vallées duranciennes *via* la vallée de Suse (Figure 4 : stations des Alpes internes). Les populations méridionales des Alpes maritimes et septentrionales du Valais semblent totalement déconnectées des populations situées de la Maurienne à la Durance au regard des altitudes des massifs et des cols qui séparent les Alpes duranciennes des Alpes maritimes et ligures. Une connexion est possible à condition de considérer des corridors de basse altitude, ce qui est impossible pour le pin mugho dans un contexte interglaciaire au regard de la compétition avec les arbres des étages collinéens et montagnards. Une connexion par les basses altitudes peut être envisagée durant la dernière glaciation, soit par la plaine du Pô (Italie), soit par les collines de la façade méditerranéenne (France).

Des données paléo-biogéographiques font émerger une extension ancienne plus étendue du type prostré de *Pinus mugo* dans les vallées intra-alpines mentionnées. En effet, une empreinte fossile de cône de pin de type mugho aurait été découverte dans des travertins de la vallée de Suse, datés à la transition Tardiglaciaire-Holocène (Ali *et al.*, 2006). Cependant, ces informations sont à prendre avec précaution au regard de la méthode d'identification fondée sur la physionomie des empreintes. Une exploration plus systématique des archives travertineuses est à mettre en œuvre. Croisées avec une analyse quantitative de la structure morphologique d'empreintes d'écaillés de cônes, nos investigations permettraient de mieux cerner l'étendue passée de cette espèce et d'explorer les déterminismes écologiques à l'origine de sa fragmentation. Parmi les causes de la fragmentation de sa distribution, l'intensification des usages sylvo-pastoraux dans les territoires subalpins paraît probable lorsque l'on constate la vigueur des peuplements de pin mugho dans les régions caractérisées par une déprise pastorale importante (Dullinger *et al.*, 2003). Mais des facteurs biotiques telle la compétition entre espèces, notamment lors de l'expansion holocène de *Pinus cembra* espèce subalpine dominante et abondante originellement (Ali *et al.*, 2005). Les études polliniques sont *a priori* inopérantes pour restituer l'histoire de *Pinus mugo*, dont le pollen se confond avec les autres pins diploxyloons de la région (*Pinus silvestris*, *P. uncinata*, *P. nigra*, *P. halepensis*, *P. pinaster*, *P. pinea*), mais pas avec *Pinus cembra*, un pin haploxylooon. L'analyse des macrorestes, et en particulier des cônes fossiles, semble capable de décrypter l'histoire postglaciaire de *Pinus mugo*, c'est-à-dire *P. m. mughus* par rapport à *P. m. uncinata*.

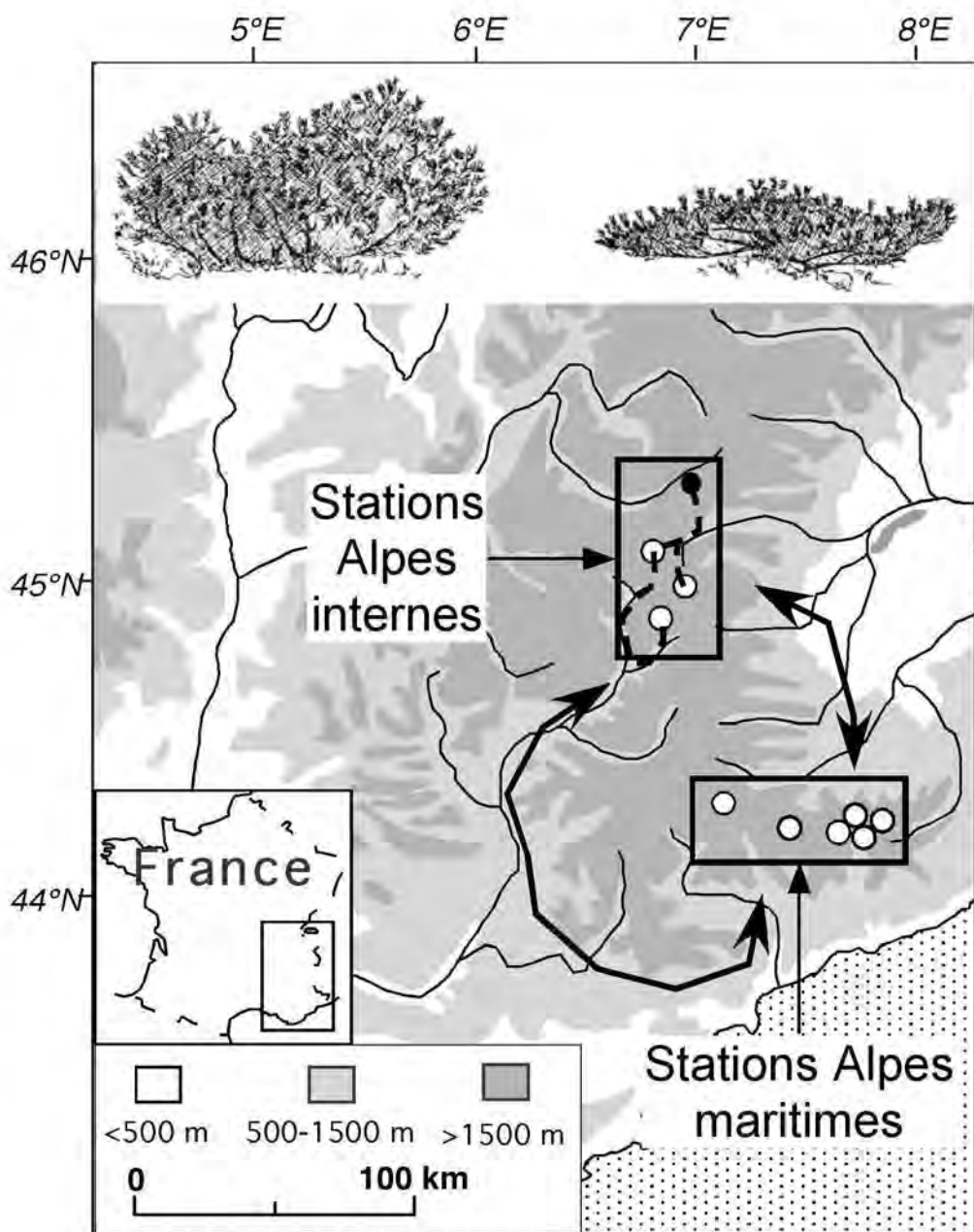


Figure 4. Carte de distribution de *Pinus mugo* subsp. *Mughus* dans les Alpes occidentales.

Le point noir correspond à la population du mont Cenis. Les autres sont les populations connues précédemment. En pointillé, corridor virtuel des populations éteintes de pin mugho dans les Alpes internes. Les flèches noires épaisses identifient les connexions glaciaires probables entre les populations des Alpes maritimes et celles des Alpes internes.

La population du mont Cenis n'est pas uniforme, ni même concentrée en un seul site, alors même que ses effectifs sont faibles ($N = 23$). Il est intéressant de remarquer qu'il n'existe pas de distribution altitudinale structurée. Nous aurions pu nous attendre à des individus plus petits et moins développés en plus haute altitude, par exemple. En revanche, selon la localisation des individus, leur physionomie n'est pas la même. De toutes évidences, les individus situés sur Lanslevillard (alpage des Crozats) présentent une bien meilleure conformation que ceux de Lanslebourg (alpage de la Femaz), qui sont presque tous nécrosés (Figure 3) et de plus petite vigueur, tant en hauteur qu'en circonférence de houppier (Figure 1).

Les individus de Lanslebourg se trouvent tous dans un espace récréatif dédié à la pratique du ski alpin. Il n'est pas impossible de penser que cette activité puisse être liée à l'état pathologique observé des pins du mont Cenis, expliquant en partie le caractère nécrosé des aiguilles. Le passage répété des skieurs, voire des appareils de damage du domaine skiable, contribue à densifier et réduire l'épaisseur de la couche de neige, exposant artificiellement les aiguilles aux aléas climatiques, notamment aux vents chargés de particules de glace. En effet, le col du mont Cenis est réputé pour ses vents forts et pour sa rigueur climatique. La situation des individus de *Pinus mugo* subsp. *mughus* semble critique et leur existence pourrait ainsi être rapidement compromise par la poursuite des activités de ski. Une procédure de conservation de la population et une mise en protection des individus semblent nécessaires, d'autant que ce taxon est inscrit à l'annexe 1 de l'arrêté du 20 janvier 1982 relatif à la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire national français. Cet arrêté implique, pour les espèces de l'annexe 1, « l'interdiction de destruction, de coupe, de mutilation et d'arrachage » excepté « dans le cadre d'opérations d'exploitation courante des fonds ruraux sur les parcelles habituellement cultivées », ce qui ne devrait pas s'appliquer aux activités de ski, puisque les parcelles en cause ne sont pas cultivées.

CONCLUSION

Les pins prostrés du mont Cenis constituent une population naturelle et spontanée de *Pinus mugo* Turra subsp. *mughus*. Cette population, fragile au regard des effectifs recensés, est actuellement isolée et résulterait de populations qui, avant 9 500 ans avant nos jours, auraient couvert de plus vastes territoires des vallées duranciennes à la vallée de la Maurienne, *via* la vallée de Suse. Actuellement fragmentée, la population de pin mugho du mont Cenis apparaît altérée, à l'exception des individus qui ne croissent pas dans le domaine skiable du Val Cenis. Une procédure conservatoire semble nécessaire pour préserver cette population, la seule connue à ce jour dans les Alpes françaises du Nord.

Remerciements. Cette étude a bénéficié du soutien de l'Institut national des sciences de l'univers au travers du programme CONSECOL (ACI ECCO, responsable : C. Carcaillet). Les auteurs remercient Marion Martinez et Sarah Ivorra pour leur aide lors de la prospection de la montagne, et Fanny Combet pour la recherche des archives forestières. Merci également à Virgile Noble pour l'accès à la base de données botanique du Conservatoire botanique de Porquerolles.

BIBLIOGRAPHIE

- Ali A.A., Carcaillet Ch., Talon B., Roiron P., et Terral J.-F. (2005). *Pinus cembra* L. (arolla), a common tree in the inner French Alps since the early Holocene and above the present treeline: a synthesis based on charcoal data from soils and travertines. *J. biogeogr.*, 32 :1659-1669.
- Ali A.A., Martinez M., Fauvart N., Roiron P., Fioraso G., Guendon J.L., Terral J.-F. et Carcaillet Ch. (2006). Incendies et peuplements à *Pinus mugo* Turra dans les Alpes occidentales (Val de Suse, Italie) durant la transition Tardiglaciaire-Holocène : une zone refuge évidente. *C. R. Biologies*, 329 : 494-501.
- Bartoli Ch. (1966). Etude écologique sur les associations végétales forestières de la Haute Maurienne. *Ann. sci. for.*, 23 : 432-761.
- Beilhe F., Carcaillet Ch. et Chauchard S. (2009). Elévation de la limite supérieure du sapin pectiné (*Albies alba*) depuis 1950 en Maurienne, Savoie. *Trav. sci. Parc natl. Vanoise*, XXIV : 45-56.
- Bono G., Barbero M. et Poirion L. (1967). Groupements de “*Pinus mugo*” Turra (“*Pinus mughus*” Scop.) dans les Alpes maritimes et ligures. *Allionia*, 13 : 55-80.
- Boratynska K., Marcysiak K. et Boratynski A. (2005). *Pinus mugo* (Pinaceae) in the Abruzzi Mountains : high morphological variation in isolated populations. *Bot. j. Linn. Soc.*, 147: 309-316.
- Chas E. (1994). *Atlas de la flore des Hautes-Alpes*. Gap : Conservatoire botanique national de Gap-Charance ; Conservatoire des espaces naturels de Provence et des Alpes du Sud ; Gap : Parc national des Écrins. 816 p.
- Christensen K.I. (1987). Taxonomic revision of the *Pinus mugo* complex and *P. _ rhaetica* (*P. mugo _ sylvestris*) (Pinaceae). *Nord. J. Bot.*, 7: 383-408.
- Dullinger S., Dirnbock T., Grabherr G. (2003). Pattern of shrub invasion into high mountain grasslands of the northern calcareous Alps, Austria. *Arct. antarct. alp. res.*, 35 : 434-441.
- Farjon A. (1998). *World Checklist and Bibliography of Conifers*. Richmond, U.K.: Royal Botanic Gardens at Kew. VI-298 p.
- Fudral S., Deville E, Pognante U., Gay M., Fregolent G., Lorenzoni S., Roberd D., Nicoud G., Blake C., Jayko A., Jaillard E, Bertrand J.M., Forno M.G. et Massazza G. (1994). Carte géologique France (1/50 000), feuille Lanslebourg-Mont d’Ambin (776). Orléans : BRGM.
- Gensac Ph. (1974). Catalogue écologique des plantes vasculaires du Parc national de la Vanoise et des régions limitrophes. *Trav. sci. Parc natl. Vanoise*, 4 : 1-232.
- Hamerník J. et Musil I. (2007). The *Pinus mugo* complex – its structuring and general overview of the used nomenclature. *J. For. Sci.*, 53 : 253-266.
- Lauber K. et Wagner, G. (2001). *Flora Helvetica= Flore illustrée de Suisse*. Deuxième édition. Berne (Suisse) : P. Haupt. 1 615 p.
- Montacchini F. (1968). Il “*Pinus mugo*” Turra ed il “*Pinus uncinata*” Miller in Piemonte – La vegetazione. *Allionia*, 14 : 123-151.
- Montacchini F., Caramiello R. (1968). Il *Pinus mugo* Turra ed il *Pinus uncinata* Miller in Piemonte. Note critiche e distribuzione. *Giornale botanico italiano*, 102: 529-535.
- Monteleone I., Ferrazzini D. and Belletti P. (2006). Effectiveness of neutral RAPD markers to detect genetic divergence between the subspecies *uncinata* and *mugo* of *Pinus mugo* Turra. *Silva Fenn.* 40 : 391-406.
- Ozenda P. (1985). La végétation de la chaîne alpine dans l’espace montagnard européen. Paris : Masson. 330 p.
- Parc national de la Vanoise (1993). *Fleurs de Vanoise /* sous la direction de M. Delmas. Aix-en-Provence : Edisud. 318 p.
- Richardson, D.M. (1998). *Ecology and Biogeography of Pinus*. Cambridge, Grande-Bretagne : Cambridge University Press. XVII-527 p.