

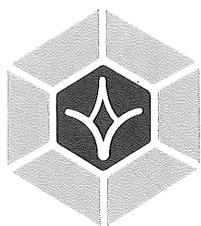
MINISTERE DELEGUE
AUPRES DU PREMIER MINISTRE,
CHARGE DE L'ENVIRONNEMENT.
DIRECTION DE LA PROTECTION
DE LA NATURE

ISSN 0180-961 X

Travaux Scientifiques du Parc National de la Vanoise

Recueillis et publiés sous la direction de
C. PAIRAUDEAU
Directeur du Parc National

et Ch. DEGRANGE
Professeur émérite à
l'Université Joseph Fourier, Grenoble



Tome XVII

1990

Cahiers du Parc National de la Vanoise
135, rue du Docteur-Julliard
B.P. 705, 73007 CHAMBÉRY CEDEX (France)

ISSN 0180-961 X
© Parc National de la Vanoise, Chambéry, France, 1990

SOMMAIRE

COMPOSITION DU COMITÉ SCIENTIFIQUE	5
COMPOSITION DU COMITÉ DE LECTURE	6
LISTE DES COLLABORATEURS	6
B. BROUDOUX, J.-F. RAOULT. - Précisions sur les coupes de l'Aiguille des Aïmes et de la cascade du Manchet, exemples de la Série Val d'Isère-Ambin (zone briançonnaise, Vanoise, Alpes de Savoie)	9-26
L. JUIF, S. FUDRAL, G. NICLOUD. - Les aquifères types de Vanoise	27-45
J.-L. EDOUARD. - Lacs d'altitude et fluctuations glaciaires récentes en Maurienne, Parc National de la Vanoise	47-61
J. ASTA, M.-A. LETROUIT, J. WAGNER. - Colonisation de quartzites en milieu alpin par <i>Rhizocarpon geographicum</i> (L.) DC. (Lichen crustacé saxicole) : 1 - les différents modes de développement du thalle	63-88
J. CHAVOUTIER, P. PELLICIER, - Première contribution à l'inventaire des Bryophytes du Massif de la Vanoise.....	89-126
L. RICHARD. - Ecologie des mégaphorbiaies subalpines à aune vert de la Vanoise et des régions environnantes : 1 - Compréhension de la répartition actuelle des aunaies	127-158
A. TROTTEREAU. - Données chorologiques, écologiques et sociologiques sur quelques plantes nouvellement reconnues dans le Parc national de la Vanoise et sa périphérie	159-165
Ch. DEGRANGE. - Origine et évolution de quelques éléments de l'entomofaune d'un lac-tourbière de Haute-Montagne : le Lac du Lait (2180m.), Parc National de la Vanoise	167-192
J.-P. LUMARET, N. STIERNET. - Inventaire et distribution des Coléoptères Scarabéidés coprophages dans le Massif de la Vanoise	193-228
G. MONTAGUT, C. PRUD'HOMME. - Helminthes parasites de la Marmotte des Alpes dans le Massif de la Vanoise, observation d'une infestation par <i>Capillaria hepatica</i> (Bancroft, 1893)	229-234
G. WIERSEMA, D. GAUTHIER. - Statut du bouquetin dans les Alpes : contribution à la réintroduction et à la gestion de cette espèce	235-252
B. MEILLEUR, M. DELMAS. - Traditions de l'arboriculture fruitière en Savoie : pommiers, poiriers, noyers aux Allues (Tarentaise)	253-275

ABSTRACT

MEMBERS OF THE SCIENTIFIC COMMITTEE	5
MEMBERS OF THE READING COMMITTEE	6
LIST OF CONTRIBUTORS	6
B. BROUDOUX, J.-F. RAOULT. - Some precisions about the cross-sections of Aiguilles des Aimes and Cascade du Manchet, examples of the Val-d'Isère-Ambin series (zone briançonnaise - Vanoise, Alps of Savoie)	9-26
L. JUIF, S. FUDRAL, G. NICLOUD. - Typical kinds of aquifers in Vanoise	27-45
J.-L. EDOUARD. - Lakes of high altitude and recent glacial fluctuations in Maurienne valley - National Park of Vanoise	47-61
J. ASTA, M.-A. LETROUT, J. WAGNER. - <i>Rhizocarpon geographicum</i> (L.) DC. growing on quartzite in alpine environment : 1 - different ways of development of thallus	63-88
J. CHAVOUTIER, P. PELLICIER - A first contribution to the inventory of the Bryophytes in the Massif de la Vanoise	89-126
L. RICHARD. - Ecology of subalpine megaphorbs with green Alder in Vanoise and surroundings regions : 1 - an understanding of the current distribution of green Alder	127-158
A. TROTIEREAU. - Chorological, ecological and sociological data about some plants recently discovered in the National Park of Vanoise	159-165
Ch. DEGRANGE. - Origine and evolution of some insects of a peat-bog-lake (Lac du Lait - 2180 m.) in the National Park of Vanoise	167-192
J.-P. LUMARET, N. STIERNET. - Inventory and distribution of <i>Geotrupidae</i> , <i>Aphodiidae</i> and <i>Scarabaeidae</i> families in the Massif de la Vanoise ...	193-228
G. MONTAGUT, C. PRUD'HOMME. - Parasite helminths of the Marmot in the Massif de la Vanoise : observation of an infestation by <i>Capillaria hepatica</i>	229-234
G. WIERSEMA, D. GAUTHIER. - Status and aspects of the alpine ibex in the Alps : contribution to the reintroduction and management of that species	235-252
B. MEILLEUR, M. DELMAS. - Traditions of fruit-trees culture in the mountainous regions of Savoie : apple-trees, pear-trees and walnut-trees for the commune of les Allues, canton of Bozel (Tarentaise)	253-275

COMPOSITION DU COMITÉ SCIENTIFIQUE DU PARC NATIONAL DE LA VANOISE

Président honoraire :

M. Philippe TRAYNARD, Président Honoraire de l'Institut National Polytechnique de Grenoble.

Président :

M. Denys PRADELLE, Architecte-Urbaniste, Chambéry.

Vice-Présidents :

M. Philippe LEBRETON, Professeur à l'Université Claude Bernard, Lyon 1.

M. André PALLUEL-GUILLARD, Maître Assistant à l'Université de Savoie, Chambéry.

Membres du Comité :

M. Roger BUVAT, Membre de l'Académie des Sciences, Professeur Honoraire à l'Université de Marseille.

M. Marc BOYER, Maître de Conférences à l'Université Lyon 2.

M. Raymond CAMPAN, Professeur à l'Université Paul Sabatier, Toulouse.

M. Yves CARTON, Directeur de Recherches, C.N.R.S., Gif-sur-Yvette.

M. Louis CHABERT, Professeur à l'Université de Lyon 2.

M. Charles DEGRANGE, Professeur émérite à l'Université Joseph Fourier, Grenoble.

M. René DELPECH, Professeur honoraire à l'Institut National Agronomique Paris-Grignon.

M. Philippe DREUX, Professeur à l'Université Pierre et Marie Curie, Paris.

M. Bernard FANDRE, Administrateur Délégué du C.N.R.S., Grenoble.

R.P. Robert FRITSCH, Président de la Société d'Histoire Naturelle de la Savoie.

M. Louis Jean GACHET, Conservateur Adjoint au Musée Savoisien, Chambéry.

M. Pierre GENSAC, Professeur à l'Université de Savoie, Chambéry.

M. Jean HARS, Docteur-vétérinaire, Termignon.

M. Claude MICHEL, Président du District d'Aigueblanche, Annecy.

M. Robert MONDOT, Chef de la Division INERM-CEMAGREF, Grenoble.

M. Paul OZENDA, Membre de l'Académie des Sciences, Professeur émérite à l'Université Joseph Fourier, Grenoble.

- M. Gérard NICOU, Maître de Conférences à l'Université de Savoie, Chambéry.
 M. Paul RAMBEAUD, Ingénieur Général Honoraire du Génie Rural et des Eaux et Forêts, Grenoble.
 M. Louis REYNAUD, Assistant à l'Université Joseph Fourier, Grenoble.
 M. Régis RUFFIER DES AIMES, Maire de Champagny-en-Vanoise, Professeur de Lettres au Lycée de Moûtiers, Champagny-en-Vanoise.
 M. Marc TARDY, Professeur à l'Université de Savoie, Chambéry.
 M. Hubert TOURNIER, Maître de Conférences à l'Université de Savoie, Chambéry.
 M. Daniel VENTELON, Direction Générale de l'Enseignement et de la Recherche, Ministère de l'Agriculture, Paris.

Membres Associés :

- M. François AULAS, Communicateur Scientifique, Le Bourget-du-Lac.
 Melle Sophie CHEVALLIER, Documentaliste, Chambéry.
 M. Brien MEILLEUR, Ethnobotaniste, Amy Greenwell Ethnobotanical Garden, Hawaii, U.S.A.

COMPOSITION DU COMITÉ DE LECTURE

Les manuscrits ne sont acceptés pour publication, qu'après examen par le Comité de lecture dont la composition est la suivante :

- R. BUVAT, Marseille Luminy.
 Ch. DEGRANGE, Grenoble.
 M. LAMOTTE, Paris.
 Ph. LEBRETON, Lyon 1.
 P. OZENDA, Grenoble.
 F. PEDROTI, Camerino,
 Y. THOUVENY, Marseille,
 R. TRÜMPY, Zürich.

LISTE DES COLLABORATEURS DU VOLUME

- ASTA J. – Maître de Conférences à l'Université Joseph Fourier, Grenoble, Laboratoire d'Ecologie végétale.
 BROUDOUX B. – Université de Lille, Laboratoire de Dynamique sédimentaire et structurale.
 CHAVOUTIER J. – Association «Nature en Tarentaise».
 DEGRANGE Ch. – Professeur émérite à l'Université Joseph Fourier, Grenoble, Laboratoire de Zoologie et Hydrobiologie.

- DELMAS M. – Attaché Scientifique à la Direction du Parc National de la Vanoise, Chambéry.
- EDOUARD J.-L. – Chargé de recherches au Laboratoire de la Montagne Alpine, Grenoble, U.R.A. 344 C.N.R.S.
- FUDRAL S. – Maître de Conférences à l'Université de Savoie, Chambéry, Laboratoire de Géologie structurale et appliquée.
- GAUTHIER D. – Directeur du Laboratoire Vétérinaire de la Savoie, Chambéry.
- JUIF L. – Chercheur à l'Université de Franche-Comté, Besançon, Laboratoire de Géologie structurale et appliquée.
- LUMARET J.-P. – Professeur à l'Université Paul Valéry, Montpellier, Laboratoire de Zoogéographie.
- LETROUT M.-A. – Directeur de Recherches, Université Paris VI, Laboratoire de Cryptogamie.
- MEILLEUR B. – Ethnobotaniste, Amy Grennwell Ethnobotanical Garden, Hawaii, U.S.A.
- MONTAGUT G. – Directeur du Laboratoire Vétérinaire de la Dordogne, Périgueux.
- NICOUD G. – Maître de Conférences à l'Université de Savoie, Chambéry, Laboratoire de Géologie structurale et appliquée.
- PELLICIER P. – Association «Nature en Tarentaise».
- PRUD'HOMME C. – Laborantine, Laboratoire Vétérinaire de la Savoie, Chambéry.
- RAOULT J.-F. † – Université de Lille, Laboratoire de Dynamique sédimentaire et structurale.
- RICHARD L. – Professeur émérite à l'Université Joseph Fourier, Grenoble, Laboratoire d'Ecologie végétale.
- STIERNET N. – Chercheur libre à l'Université de Liège, Institut de Zoologie, Laboratoires de Morphologie, Systématique et Ecologie animales.
- TROTTEREAU A. – Attaché du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (Phanérogamie).
- WAGNER J. – Université Paris VI, Laboratoire de Cryptogamie.
- WIERSEMA G. † – Wildbiologische Gesellschaft München.

Rédactrice :

S. CHEVALLIER, Direction du Parc National de la Vanoise, Chambéry

PRECISIONS SUR LES COUPES DE L'AIGUILLE DES AIMES ET DE LA CASCADE DU MANCHET, EXEMPLES DE LA SERIE VAL D'ISERE-AMBIN (ZONE BRIANÇONNAISE, VANOISÉ, ALPES DE SAVOIE)

par Bruno BROUDOUX ⁽¹⁾ et Jean-François RAOULT † ⁽¹⁾

Introduction	10
I. — La coupe de l'Aiguille des Aimes	11
II. — La coupe de la cascade du Manchet	17
III. — Remarques générales et conclusion	22
Références bibliographiques	25

Résumé. — L'analyse détaillée de deux coupes apporte des précisions sur les cycles et séquences du Trias, puis sur les faciès et les microfaunes des assises du Dogger (?) à l'Eocène. On confirme aussi les données publiées, en 1958, par Ellenberger et l'on précise les caractéristiques des termes très réduits de cette série briançonnaise de Val d'Isère-Ambin. En particulier, le mince niveau encroûtant (hard-ground), surmontant et ravinant le Malm, doit correspondre à la totalité de la sédimentation du Sénonien inférieur probable au Paléocène, voire à l'Yprésien.

Mots-clés. — France, Alpes de Savoie, Zone briançonnaise, Série Val d'Isère-Ambin, Lithostratigraphie, Encroûtements, Microfaunes pélagiques (Sénonien, Paléocène).

Summary. — The detailed study of two cross-sections brings some precisions on the Triassic cycles and sequences, then on facies and microfauna of the Dogger to Eocene (?) layers. In addition we confirm the data published, in 1958, by Ellenberger, and refine the characteristics of very reduced termes of this Val d'Isère Ambin «série briançonnaise». Especially, the totality of the sedimentation of probable Lower Senonian to Palaeocene, and even Ypresian must fit to the thin hard-ground level, overlying and gullyng Malm.

Key-words. — France, Alpes de Savoie, Zone briançonnaise, Val d'Isère-Ambin series, Lithostratigraphy, Hard grounds, Pelagic foraminifera (Senonian, Palaeocene).

1) Laboratoire de Dynamique sédimentaire et structurale et U.A. n° 719 au CNRS, Université de Lille Flandres-Artois, 59655 Villeneuve d'Ascq cedex, France.

INTRODUCTION

Dans le domaine Briançonnais, les séries mésozoïques et cénozoïques montrent diverses lacunes, en particulier au Lias et au Crétacé inférieur. Il en est ainsi du Briançonnais de la Vanoise, mais dans les parties orientales de ce massif, les lacunes deviennent si marquées que l'on peut définir un sous-domaine caractérisé par une série dite de *Val d'Isère - Ambin* ou encore *série parautochtone de Vanoise interne* (Ellenberger, 1958, p. 227 et suiv.). Cette série se distingue aussi, outre les lacunes et les réductions d'épaisseur, par l'abondance de brèches à divers niveaux, traduisant l'instabilité du bassin sédimentaire. Les deux coupes classiques de l'Aiguille des Aïmes et de la cascade du Manchet (fig. 1) sont typiques de cette série. Une nouvelle étude de ces secteurs apporte quelques précisions et permet de nouvelles comparaisons.

Ici comme ailleurs en Vanoise, toutes les couches ont subi un métamorphisme polyphasé avec acquisition de deux ou trois foliations et/ou schistosités. Il s'agit donc de marbres, de calcschistes, de schistes ou micaschistes... Néanmoins, nous emploierons plus fréquemment la nomenclature des roches sédimentaires (calcaires, dolomies...) puisque notre but est ici de décrire les séries sédimentaires et de préciser, si possible, leurs conditions de dépôt.

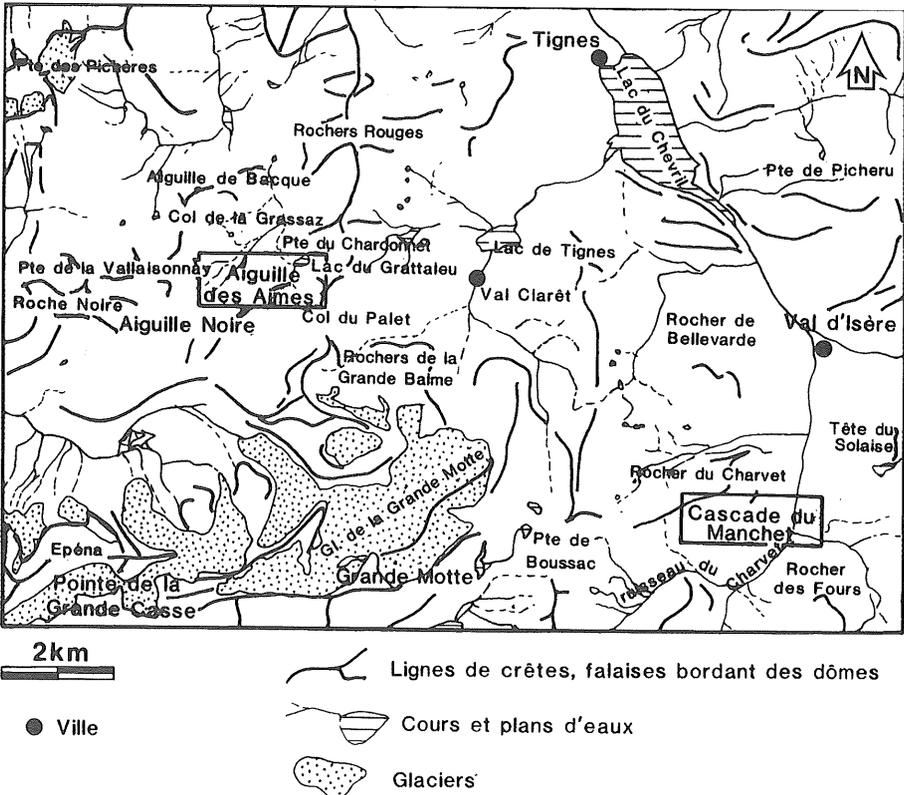


FIG. 1. - Carte de situation des coupes étudiées

I. - LA COUPE DE L'AIGUILLE DES AIMES

Ce chaînon, orienté NE-SW, est d'accès facile, à partir de Tignes-Val Clarêt, par le col du Palet et le refuge du même nom (fig. 2). Sa série, du Trias à l'Eocène, est en grand monoclinale avec des plongements moyens de 30 à 60° au Sud-Est, localement atteignant 80°. Elle est encadrée par des masses de gypse et de cargneules qui, au moins à l'Est et au Sud-Est, représentent la semelle tectonique de la nappe des Schistes lustrés. Une klippe de ceux-ci, en synclinal post-nappe,

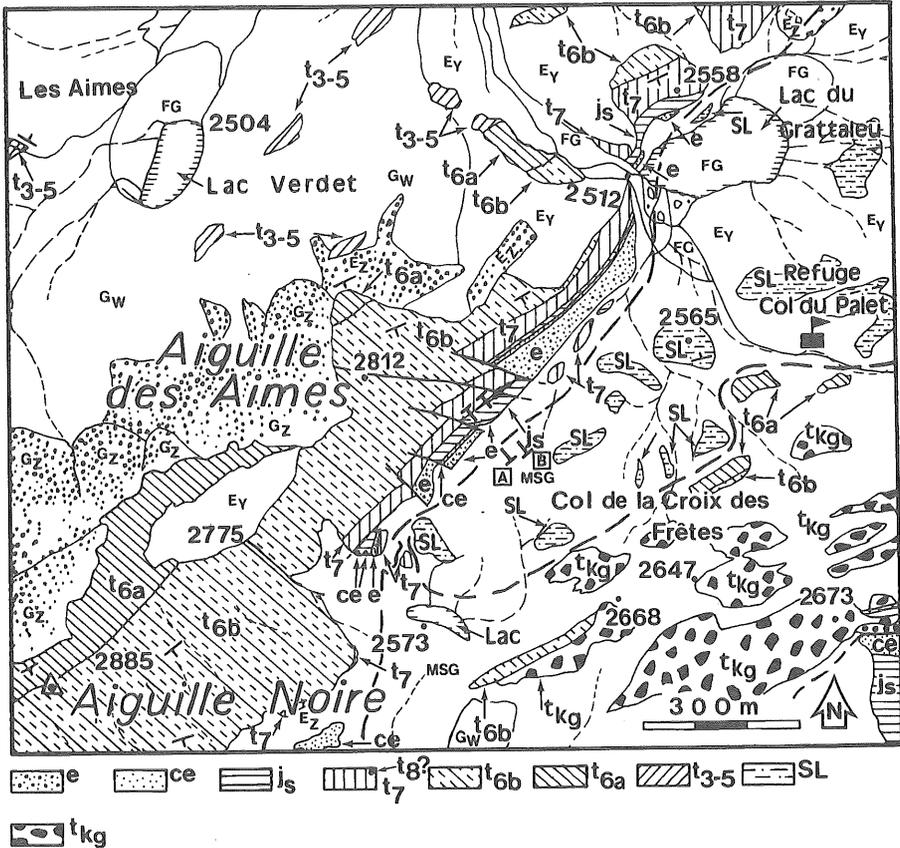


FIG. 2. - Carte géologique du chaînon de l'Aiguille des Aimes

Quaternaire (en blanc) - Ez: éboulis vifs - Ey: éboulis anciens stabilisés - FG: fluvio-glaciaire - Gz: moraines récentes - MSG: modelé syragypseux. Formations - e: Schistes de Pralognan (Eocène moyen-supérieur) - ce: marbres chloriteux (Crétacé supérieur, Paléocène, Eocène inférieur) - js: Malm - t7: Carnien (brèches), points noirs: schistes et grès (voir coupe B) - t6b: Ladinien supérieur (dolomies grises) - t6a: Ladinien inférieur (calcaires rubanés et dolomies blanches) - t3-5: Anisien (calcaires à vermiculations, dolomies jaunes...) - SL: Schistes lustrés à base ophiolitifère - tkg: Trias gypsifère et cargneules associées, avec lentilles de calcaires et dolomies du Ladinien - Les contacts anormaux limitant les unités sont indiqués en tiretés - A et B: situation des coupes de la figure 4.

constitue le massif du Chardonnet (fig.1). A la base des Schistes lustrés, on note des témoins dilacérés de métagabbros (?) et de rares serpentinites, puis quelques mètres de métaradiolarites probables à intercalations centimétriques d'arénites ophiolitifères (Broudoux, 1985).

La coupe des Aimes fut découverte par Raguin (1925, 1930 a et b) puis analysée en détail par Ellenberger (1958, p. 228-230, fig. 25 et 26) ; une image synthétique du sommet de la série a été récemment donnée (d'après Ellenberger *in* Debemas, 1982, fig. 115). La série comporte environ 700 m de Trias calcaréo-dolomitique, puis 5 à 20 m de termes très condensés et lacuneux du Jurassique à l'Eocène, que l'on peut suivre sur 1 km de long de l'Aiguille Noire au lac de Grattaleu (fig. 2).

A) LES ASSISES DU TRIAS

Une vue schématique du Trias est donnée par les colonnes de la figure 3. On y distingue (Broudoux, 1985) une succession de cycles sédimentaires constitués de séquences, dont la succession est établie par comparaison avec les travaux de Baud et Mégard-Galli (1975, 1977) et ceux de Jaillard (1984, 1985 a) sur la Vanoise occidentale.

Les termes les plus bas apparaissent au Nord-Ouest de l'Aiguille Noire, au Sud du Col de la Grassaz, avec des calcaires à vermiculations caractéristiques de l'Anisien (cycle I). Le sommet de la séquence 4 est placé au toit d'un niveau très constant à silex allongés et à rares bioturbations.

Le toit de la séquence 5 est marqué par un mince niveau de dolomie argileuse, à cassure gris clair et à patine orangée, classiquement considéré comme étant un niveau d'émerison (Ellenberger, 1958 ; Mégard-Galli et Baud, 1977). Dans le massif de la Vallaisonnay (2 km à l'Ouest, au Sud-Est de Roche Noire) ces dolomies orangées contiennent des tapis algaires sur environ 5 m d'épaisseur.

Le cycle II montre au Ladinien inférieur la séquence 6 à «calcaires rubanés» (calcaires gris clair, lités, à rares et minces bancs de dolomies blanches). La séquence 7 est constituée de 30 m de dolomies blanches ou cendrées, bien litées. Le cycle III du Ladinien supérieur débute, dans la séquence 8, par un niveau à oncolites au sein de dolomies très sableuses, puis montre des dolomies sableuses, parfois à silex à débris coquilliers indéterminables, avec un banc repère épais de 15-20 cm à grosses encrines ; cette séquence 8 se termine par deux horizons argilitiques verts. La séquence 9 correspond à des dolomies plus sombres et moins sableuses, avec quelques passées bréchiques et laminations algaires rares. Au toit, un niveau orangé (argilites et dolomies schisteuses) marquerait la régression clôturant ce cycle III.

Le cycle IV, qui se confond ici avec la séquence 10, est attribué au Carnien. Il est constitué de brèches dolomitiques, à patine claire mais à cassure noire, souvent monogéniques, avec quelques minces intercalations argileuses ou sableuses. Les séquences 9 et 10 sont ici concordantes. C'est 2 km au Nord-Nord-Ouest (Sud de l'Aiguille de Bacque) que le Carnien ravine le Ladinien avec une discordance angulaire de 60 à 75° (Broudoux, 1985, p. 74 et fig. 57), mais c'est là un phénomène très local ; on ne retrouve pas ici, hormis le caractère bréchré de la sédimentation, les marques d'une tectonique cassante distensive décrite plus à l'Ouest («crise carnienne» de Jaillard, 1984, 1985 b).

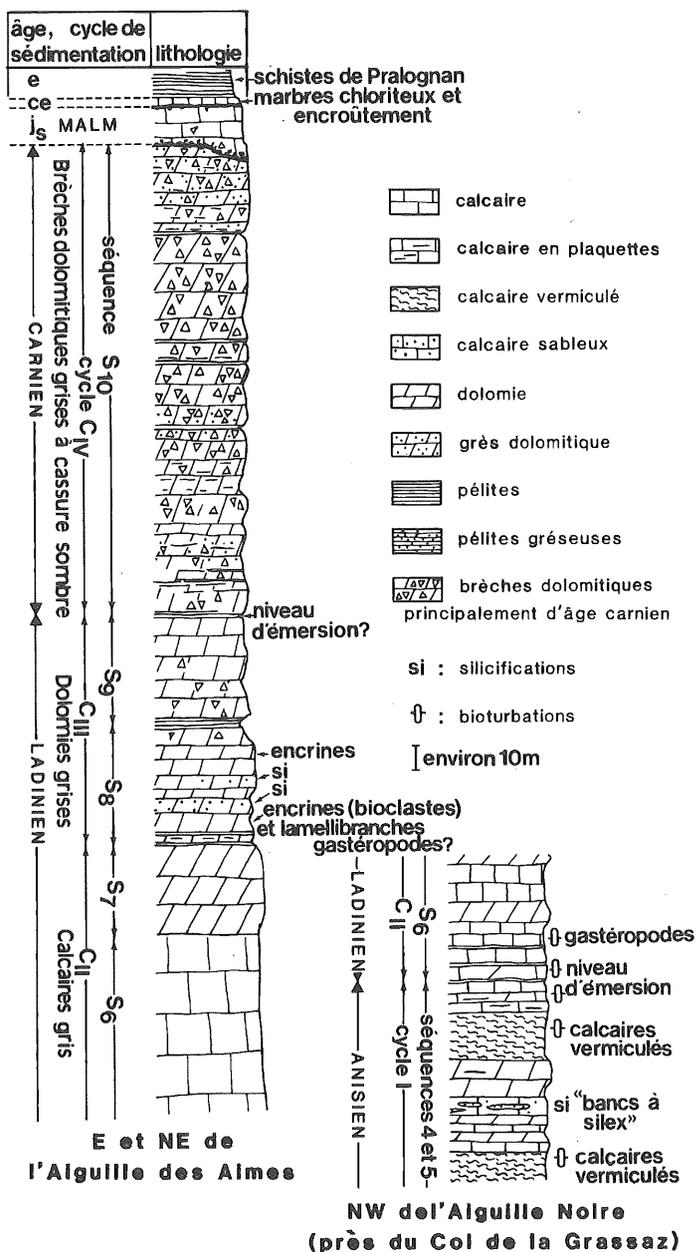


FIG. 3. - Colonnes lithostratigraphiques de la série à l'Aiguille des Aimes
Le Trias totalise environ 700m d'épaisseur ; il comprend plusieurs cycles I à IV) subdivisés en séquences (S₄₋₅ à S₁₀). Les termes du Dogger (?), du Malm (j₃), du Crétacé-Paléocène (ce) et de l'Eocène moyen-supérieur (?) (e) sont très réduits (voir coupe détaillée en figure 4).

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

Les derniers termes, localement cargneulisés, attribués au Trias sont très minces (1 à 3 m) et discontinus (coupe B, fig. 4) : ce sont des grès arkosiques, gris à blanchâtres, surmontés de schistes noirs ou rouge sombre ; on y trouve quartz + micas blancs + albite + pyrite +/- chlorite +/- limonite, et épidote exceptionnelle. A l'affleurement ou en plaque mince (échant. B82-93), des microstratifications obliques attestent que la série est normale. Comme l'a déjà signalé Ellenberger (1958, p. 248, fig. 34), ces niveaux ont des faciès analogues à ceux des lentilles gréseuses et schisteuses emballées dans les cargneules et datées du Keuper par des flores à *Equisetum* (schistes continentaux à *Equisetum* ou grès à végétaux du Carnien élevé ou du Norien basal ; Ellenberger, 1958, p. 201 et suiv. ; Mélard-Galli et Baud, 1977). Ces derniers niveaux gréseux contiennent cependant du microcline et sont riches en pyrite, ce que nous n'avons pas observé dans l'échantillon B82-93.

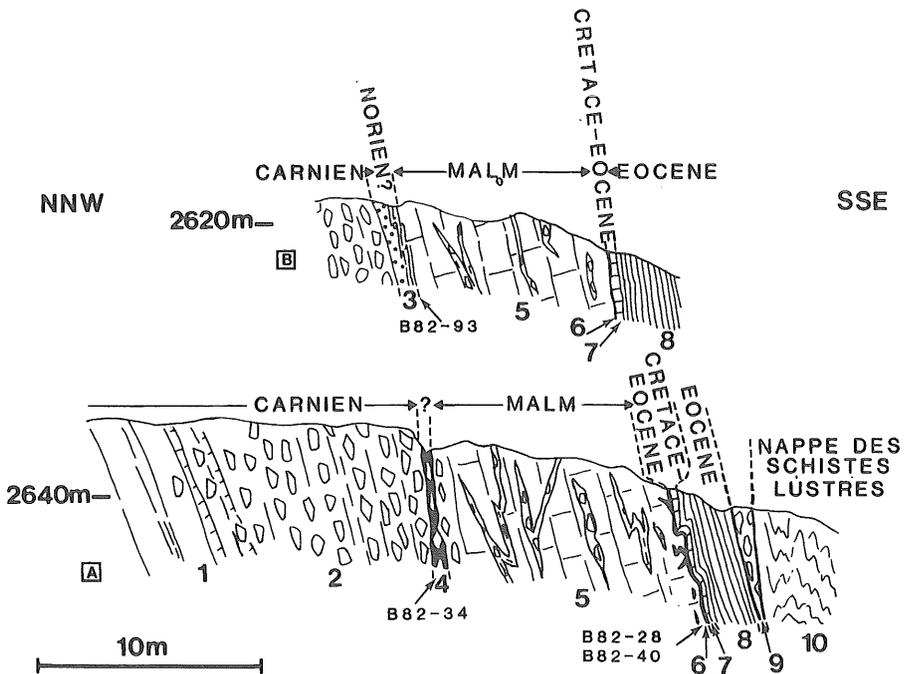


FIG. 4. - Coupes détaillées du sommet de la série de l'Aiguille des Aimes

Ces coupes A et B (situation : fig. 2) montrent : 1 : dolomies grises à noires - 2 : dolomies li-tées à fentes de dessiccation (remplies de dolomie ocre) passant à des brèches syn-sédimentaires grises puis jaunâtres au sommet - 3 : lentille locale arkosique, gris clair à rosé (épaisseur 2m au plus) puis schistes noirs ou rouge sombre (limite Carnien-Norien ?) - 4 : croûte basale, conglomératique (Dogger ?) - 5 : calcaire massif du Malm, à base conglomératique, à passées plus ou moins bréchi-ques rougeâtres, en partie rubéfié à son toit - 6 : encroûtement (hard-ground) ravinant le Malm, à microfaunes du Crétacé supérieur au Paléocène - 7 : marbres chloriteux verdâtres ou vieux rose (Paléocène ? à Yprésien probable) - 8 : Schistes de Pralognan avec schistes et calcschistes gris sombre (Eocène moyen-supérieur ?) - 9 : écaïlle de brèche carnienne - 10 : nappe des Schistes lustrés, en contact par faille, d'où absence ici de la Nappe des Gypses. B82... : échantillons ; voir autres commentaires dans le texte.

B) LES ASSISES DU JURASSIQUE À L'EOCENE

Elles tranchent par leur extrême minceur sur celles du Trias. Avant de les décrire, notons l'absence de tout niveau gypsifère ou cargneulique dans la série, ce qui atteste bien de l'allochtonie des gypses et cargneules encadrant, cartographiquement, le chaînon de l'Aiguille des Aimes.

La succession détaillée des diverses couches est donnée par les coupes de la figure 4. On y ajoutera les remarques qui suivent.

La «croûte basale» n'est pas phosphatée, malgré son aspect évoquant celui des encroûtements supérieurs (voir ci-dessous). Par contre, on y voit quelques plages d'aspect silicifié. Les galets qui s'y trouvent sont bien roulés à la base (au contact des brèches triasiques, jaunies sur 10 cm d'épaisseur) mais anguleux au toit, au passage plus ou moins diffus avec les calcaires massifs, encore bréchiques, attribués au Malm. Ces galets sont essentiellement des fragments de calcaires et dolomies, avec de rares débris de grès fins ; on note par ailleurs la présence d'albite (avec quelques macles du Roc Tourné et de petites amphiboles bleues. Ce niveau est marin (débris d'échinodermes) mais son âge est inconnu. Un peu au Nord de la coupe B, il surmonte les schistes et grès de la limite Carnien-Norien. Sur la coupe A, il surmonte des brèches à faciès carnien et, vers le haut, semble passer progressivement aux calcaires du Malm. Ce niveau serait donc à rattacher au cycle jurassique, et il peut s'agir déjà de Malm, ou alors de Dogger (à comparer ?) au Callovien à ammonites du Roc du Bourget ; Ellenberger, 1958).

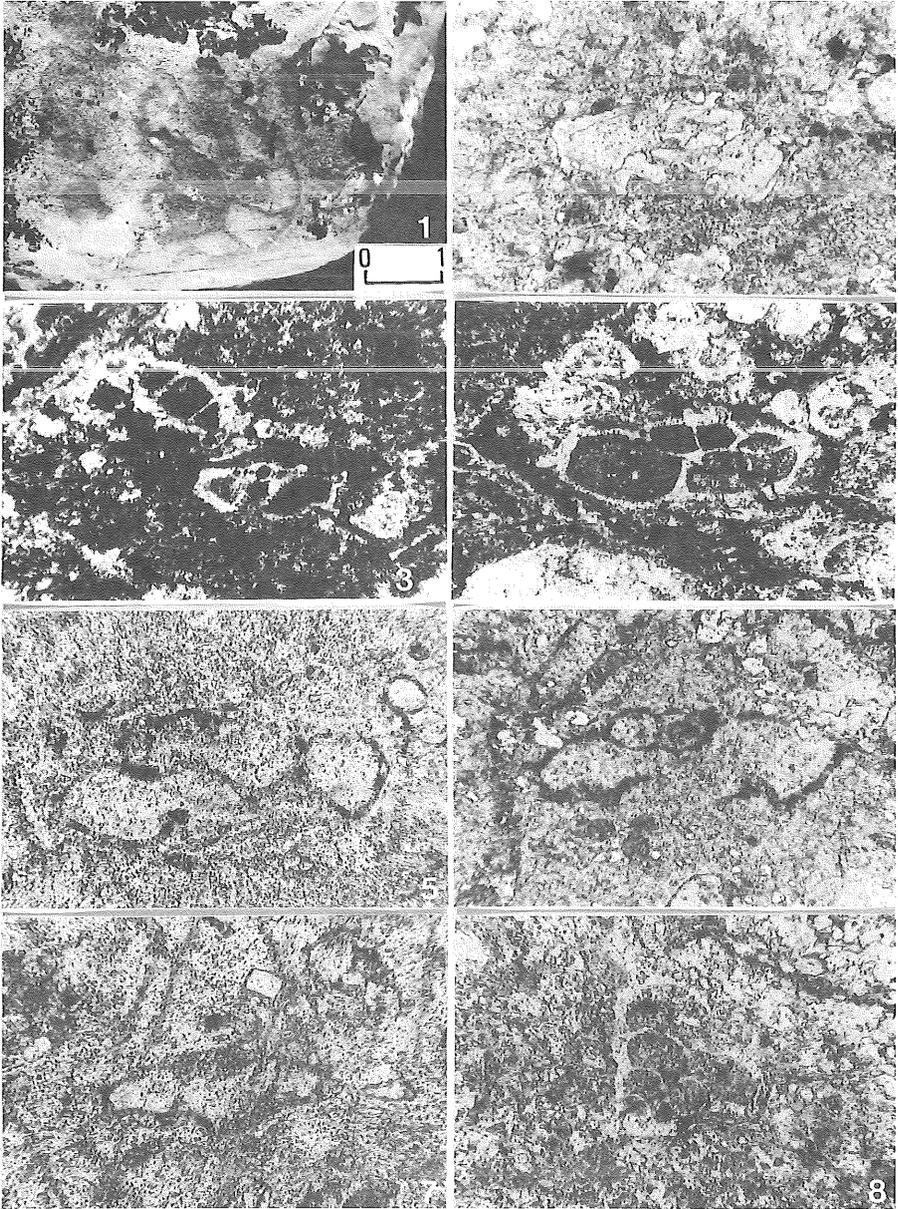
Notons que ce niveau est peut-être aussi à corrélérer avec celui de la coupe de la Clittaz (Est du lac du Chevril) décrit par Marion (1984, p. 47-53) et ayant livré des ammonites indéterminables (voir aussi Ellenberger, 1958, p. 249, pour la Clète). Les plaques minces de ce dernier niveau montrent des structures noduleuses à encroûtement hématitique concentrique (n'ayant pas l'aspect des stromatolites connus plus haut dans la série), des foraminifères encroûtants (gr. des Nubéculaires), des fragments d'échinodermes, des sections de tests variés dont ceux de petites ammonites ; on soulignera enfin la présence d'amphibole bleue.

Les calcaires massifs, attribués au Malm, nous ont fourni des fragments de bélemnites et une ammonite indéterminable (comme à nos prédécesseurs) (Pl.I).

On y note des plages et filets irréguliers de calcaire rouge à rosé, à cassure d'aspect graveleux, à petits galets anguleux gris clair ; ces teintes évoquent celles des marbres de Guillestre (d'âge oxfordien à kimméridgien inférieur), mais il n'y a ici aucun débit noduleux bien exprimé. En plaque mince, on observe des fragments d'échinodermes et des débris coquilliers recristallisés indéterminables.

L'encroûtement (hard-ground) est parfaitement collé sur les calcaires du Malm et, en quelques points, remplit des fissures décimétriques ouvertes dans ce dernier. Plusieurs plaques minces montrent des pellicules ferrifères noires à structures stromatolithiques, des plages de calcaire microcristallin et des nodules ou galets plus ou moins totalement phosphatés (fond subisotrope à apatite microcristalline), d'autres éléments figurés étant clairement des fragments roulés de calcaire ou de dolomie.

La microfaune y est assez abondante (Pl.I) : prismes d'inocérames, petits li-tuolidés et rotalidés, gûmbélines (dont une section de *Sigalia* sp. possible, genre du Santonien), hedbergelles, *Globigerinelloides* sp., et globotruncanidés, plus ou



moins déformés, avec : *Globotruncana (Marginotruncana) gr. sigali-schneegansi*, *G. (M.) cf. coronata*, *G. (M.) gr. linneiana*, *G. cf. marginata*, section évoquant soit *ansgoticarinata* soit *arca* (petite), section à rapporter soit à *elevata*, soit à *conca-vata*. Le cachet général est plutôt celui d'une association du Sénonien inférieur, mais l'on pourrait fort bien avoir mélange de formes du Sénonien inférieur et supérieur, ce qui est fréquent dans ces niveaux très condensés (voir ci-dessous). Latéralement, cet encroûtement paraît passer à des marbres phylliteux de teinte vieux rose qui seraient eux-aussi du Sénonien (cf. Raguin, 1930 a, b), une plaque mince nous ayant montré des «fantômes» de globotruncanidés. C'est néanmoins dans ces mêmes marbres chloriteux roses que des nodules ferrugineux ont livré à Ellenberger des *Globorotalia cf. aragonensis* de l'Yprésien possible (1958, Pl. 27, ph. 7). Nous avons également observé de probables *Globorotalia* sp. et *Truncorotalia* sp. dans un échantillon. On pourrait donc avoir sur moins d'un mètre d'épaisseur une sédimentation extrêmement condensée, avec des remaniements successifs, représentant la totalité des dépôts du Crétacé supérieur à l'Eocène inférieur.

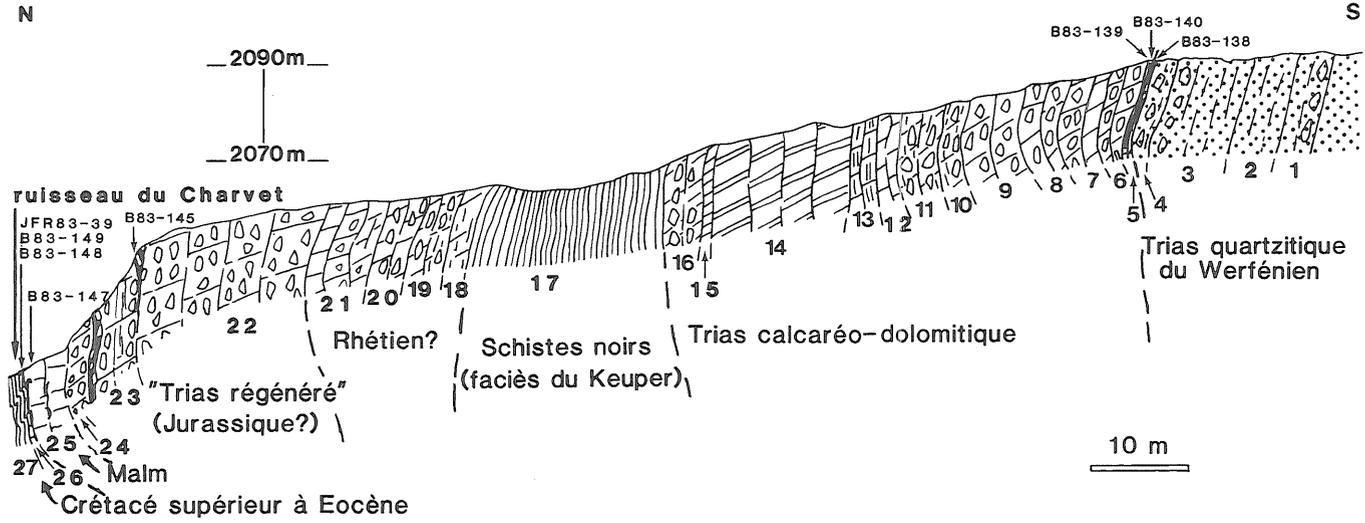
Au-dessus, les marbres chloriteux plus verdâtres passent progressivement (en 1 m) aux «Schistes de Pralognan» et seraient alors au moins de l'Yprésien, le toit de cette série pouvant se situer plus haut dans l'Eocène (Lutétien ? puis Priabonien ?). Rappelons enfin que ces niveaux sont tous assez riches en albite et qu'ils ont des teneurs en sodium les distinguant des autres marbres chloriteux des séries plus occidentales (Broudoux *et al.*, 1985).

II. - LA COUPE DE LA CASCADE DU MANCHET

Ce lieu, accessible en voiture, est situé à 3,5 km au Sud de Val d'Isère (fig. 1). Cette petite cascade, en aval d'une prise d'eau, se trouve au débouché de la gorge du ruisseau du Charvet, entre les Rochers des Lauzes à l'Ouest et les Rochers des Fours au Sud-Est. La coupe a été découverte et décrite, mais non figurée, par Ellenberger (1958, p. 230) qui a souligné la présence de «Trias régénéré» et «la condensation stupéfiante parfois atteinte par la sédimentation postladinienne dans la série Val d'Isère-Ambin».

PLANCHE I - Faune et microfaunes de l'Aiguille des Aimes (voir fig. 2 et 4)

- 1 - Empreinte d'ammonite dans le tiers inférieur des calcaires attribués au Malm.
- 2 - Echant. B 82-28 de l'encroûtement (coupe A, fig. 4) à *Globotruncana* bicarénée, en partie silicifiée.
- 3 et 4 - Même échantillon, *Globotruncana* (gr. *linneiana* ?) épigénisée en phosphate et incluse dans des zones métallifères.
- 5 et 6 - Echant. B 82-40, *Globotruncana (Marginotruncana) gr. sigali-schneegansi*, à test calcitique, au sein d'un nodule phosphaté ayant protégé les foraminifères de la déformation.
- 7 - Même échantillon, *Globotruncana cf. coronata*.
- 8 - Même échantillon, section épigénisée en phosphate d'une gûmbéline, évoquant *Sigalia* sp. (genre du Santonien).



La coupe de la figure 5 donne la succession des couches, subverticales avec localement tendance au renversement, les termes les plus bas étant les quartzites werféniens (scythiens), et les plus haut les Schistes de Pralognan réduits à quelques mètres et affrontant tectoniquement des niveaux du Paléozoïque. De bas en haut, on notera en particulier les points qui suivent.

Les quartzites werféniens contiennent quelques passées de brèches monogéniques synsédimentaires. Au sommet, les teintes vert pâle ou rosées évoquent les faciès versicolores du sommet du Werféniens, mais ici le faciès n'est pas typique. Le contact avec le Trias calcaréo-dolomitique est clairement mécanique. Les plaques minces B83-138 à 140 montrent deux foliations superposées, la plus récente créant un litage tectonique, avec en particulier des bandes de quartz en plaquettes. Ce contact pourrait dériver d'un ancien contact stratigraphique avec laminage des termes pélitiques bigarrés et des cargneules assurant classiquement la transition Werféniens-Anisien, et probablement d'une partie de l'Anisien (absence des faciès à vermiculations entre autres). Il n'est d'ailleurs pas exclu, compte tenu des brèches synsédimentaires du Werféniens, que l'absence d'une partie de la série soit due à d'anciennes failles synsédimentaires, qui auraient joué lors de la tectogenèse alpine.

La succession calcaréo-dolomitique (niveaux 6 à 16) est ici peu épaisse et par ses faciès peut être rapportée au Ladinien supérieur et/ou au Carnien.

Les schistes noirs à passées gréseuses noires elles aussi (environ 20 m d'épaisseur) ont livré des vestiges de végétaux (Ellenberger, 1958, p. 230) ; il s'agit des faciès du Keuper, de la limite Carnien-Norien (Baud et Mégard-Galli, 1977).

Les termes surincombants 18 à 21 marquent la reprise de la sédimentation carbonatée avec de nombreuses brèches, en partie polygéniques. Pour Ellenberger, il s'agit là de faciès rhétiens ; c'est possible mais non assuré faute d'avoir trouvé les niveaux lumachelliques caractéristiques de cet étage.

FIG. 5. - Coupe de la cascade du Manchet

1 : quartzites blancs avec horizons à galets anguleux de quartzite - 2 : quartzites blancs en gros bancs - 3 : quartzites vert clair, à patine rosée, avec conglomérat siliceux au toit - 4 : quartzites schistosés à rares galets - 5 : zone très schistosée (contact mécanique ou «shear zone») - 6 : dolomie bréchique monogénique, gris blanc - 7 : dolomie bréchique, gris bleu sombre - 8 : dolomies à passées bréchiques, gris bleu - 9 : brèche dolomitique noire - 10 : dolomies bréchiques schisteuses - 11 : brèche dolomitique noirâtre à patine jaune pâle - 12 : dolomies noires - 13 : dolomies schisteuses gris noir - 14 : dolomies litées noires - 15 : dolomies gris clair - 16 : dolomies schisteuses et brèches sombres en alternance - 17 : schistes gris à noirs avec passées finement gréseuses ou arkosiques - 18 : dolomies schisteuses grises, à patine gris clair, à joints dolomitiques jaunes - 19 : brèches dolomitiques noires - 20 : brèches dolomitiques noires avec intercalation de schistes noirs - 21 : calcschistes dolomitiques noirs, avec passées microbréchiques - 22 : brèche dolomitique massive, gris sombre passant à gris clair vers le sommet, avec joints phylliteux noirs et fines passées siliceuses - 23 : ensemble plus ou moins bréchique avec horizons encroûtés - 24 : brèche passant vers le haut à un calcaire clair à galets rares et petits - 25 : calcaire massif blanchâtre à passées rougeâtres - 26 : encroûtement (hard-ground) ravinant, et marbres chloriteux vert clair ou rosés, à microfaune du Sénonien au Paléocène - 27 : calcschistes et schistes gris («Schistes de Pralognan») - Autres commentaires : voir texte.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

Les brèches dolomitiques noirâtres (niveau 22), polygéniques ou monogéniques selon les bancs, ont des faciès triasiques bien que d'âge plus récent : c'est le «Trias régénéré», traduisant une resédimentation sans doute brutale à partir de corniches sous-aquatiques taillées dans les assises triasiques. L'existence de ces dépôts reconstitués est maintenant classique en de nombreux points du Briançonnais, ou même dans d'autres domaines (voir par exemple : Caron et Gay, 1977 ; Allenbach, 1982 ; synthèse de Lemoine *in* Boillot *et al*, 1984).

Le niveau noté 23 introduit une coupure. Sa base est un peu bréchique et polygénique (Pl. II) comme l'atteste la présence d'un galet (20 cm) d'un quartzite vert légèrement calcareux (issu du toit du Werfénien ?). Sa moitié supérieure présente un faciès analogue à celui de la «croûte basale» de l'Aiguille des Aimes (voir ci-dessus). Il en est de même quant aux microfaciès. Une plaque mince (éch. B83-145) montre des plages à fins quartz engrenés masquant d'anciennes structures (oolites ? et débris coquilliers) et donc correspondant à d'anciennes zones silicifiées, des débris de fossiles dont de probables petites ammonites, et là encore de fréquents cristaux bien conservés d'amphibole bleue. Les niveaux 22 et 23 pourraient représenter du Dogger.

Le Malm (terme utilisé en partie par commodité faute de datations réelles) comporte deux niveaux intimement liés. A la base, une brèche polygénique de «Trias reconstitué» qui, vers son toit, voit apparaître des passées (en infiltrations) de calcaire blanchâtre puis passe à un calcaire clair à éléments plus petits et plus dispersés, qui lui-même en quelques décimètres passe au calcaire blanc ou rosé à faciès typique du Malm (Pl. II).

Un échantillon (B83-147), pris 1 m sous le toit du Malm, correspond à une mince passée rougeâtre dans un calcaire blanc rosé. En plaque mince, il s'agit d'une micrite peu recristallisée, à quartz, albite et phyllites, à microfaune reconnaissable : *Hedbergella* sp., *Globotruncana* (*M.*) gr. *sigali*. *G.*(*M.*) gr. *linneiana*, *G.*(*M.*) *angusticarinata* ?, *G.* gr. *coronata*. C'est là une association du Sénonien inférieur possible. Cette passée rougeâtre doit, selon nous, être considérée comme un filon sédimentaire ayant rempli une fente ouverte dans les calcaires du Malm, selon un dispositif que nous avons observé en bien d'autres endroits (Langlet, 1983 ; Broudoux, 1985).

Les marbres chloriteux et l'encroûtement (hard-ground) associé qui surmontent le Malm sont réduits à 20-30 cm, 1 m tout au plus. Le hard-ground, finement conglomératique par place, est collé sur le Malm et le ravine en s'y infiltrant sur des profondeurs visibles de 10 à 20 cm.

C'est dans un échantillon de marbre chloriteux vieux rose que F. Ellenberger a découvert une belle microfaune sénonienne ; l'examen de la photographie (1958, Pl. 29, ph. 1) qu'il en donne atteste de la présence de nombreux prismes d'inocérames, *Globotruncana* gr. *Stuarti-stuartiformis*, *G. arca*, *G. gr. linneiana*, une possible *G. havanensis*, soit une association du Sénonien supérieur. La présence signalée de *G.*(*M.*) cf. *angusticarinata* et cf. *coronata* du Sénonien inférieur indiquerait des remaniements.

Nous avons récolté et examiné trois gros échantillons. Les plaques montrent une microfaune souvent abondante mais abîmée du fait des recristallisations et déformations.

Les lames B83-148 et B83-149 montrent dans un ciment microspathique des

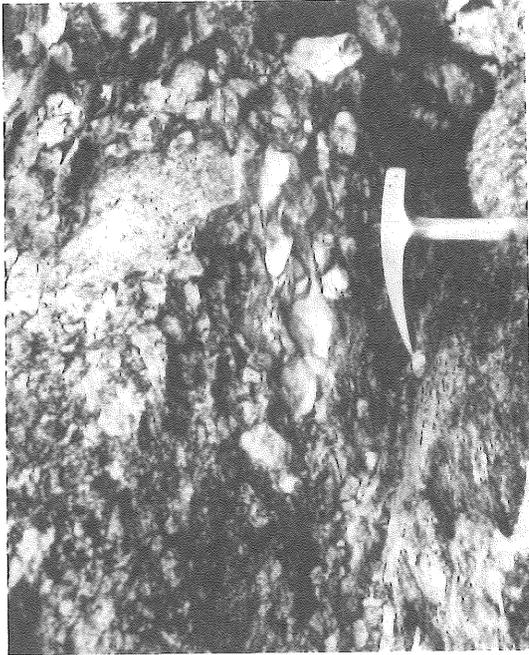


PLANCHE II

A droite : petite corniche au sein des brèches du Trias reconstitué, montrant l'horizon à aspect encroûtant et à galets épars, fortement schistosé (entre les niveaux 22 et 23 de la coupe fig. 5).

A gauche : passage, en série renversée ici, des brèches aux calcaires gris clair du Malm (limite des niveaux 24 et 25 de la coupe fig. 5). On voit clairement la diminution de la taille et la raréfaction des galets lorsqu'on monte dans la série (ici du haut vers le bas).

plages et galets épigénisés en phosphate ou en silice. On note des débris d'inocérames de petits foraminifères benthiques (rotalidés), des hedbergelles et des globotruncanidés monocarénés ou bicarénés (gr. *angusticarinata*, gr. *linneiana*, gr. *coronata*), l'ensemble ayant un cachet du Sénonien inférieur. Mais la lame B83-149 montre en outre de nombreuses sections globuleuses à rapporter plus vraisemblablement à des *Globorotalia* sp. du Paléocène.

L'échantillon JFR83-39 (Pl. III) est très hétérogène et conglomératique. Une même plaque mince présente ainsi :

- un galet d'une microbrèche en partie phosphatisée à lituolidés, textulariidés, petits nodosaridés, *Globigerinelloides* sp. épigénisés en silice, *Globotruncana* à bandeau carénal étroit du Sénonien inférieur probable ;
- zone de calcaire silteux, riche en chlorite, à *G.(M.)* cf. *coronata* ;
- des galets variés, épigénisés en phosphate, parfois bordés d'une pellicule stromatolithique, et des nodules phosphatés à débris coquilliers (échinodermes fréquents) ;
- deux plages irrégulières calcaires (recristallisation en fine mosaïque) à microfaune riche avec tout à la fois des fragments de *Globotruncana* bicarénées dont *G.* cf. *arca*, des *Globorotalia* sp. à loges rondes largement perforées, des *Truncorotalia* sp. à profil anguleux (à cachet paléocène).

La sédimentation est donc très condensée, avec de multiples remaniements, puisque l'on trouve sur quelques centimètres d'épaisseur la totalité des dépôts du Sénonien inférieur au Paléocène probable. Les marbres chloriteux très minces (1 m au plus) et surmontant le hardground sont nécessairement d'âge paléocène ou éocène inférieur. Enfin, les quelques mètres de Schistes de Pralognan qui terminent la série sont sommitalement tronqués par un contact tectonique, et l'on ne peut affirmer que le caractère condensé de la sédimentation se soit maintenu au cours de l'Eocène moyen-supérieur.

III. - REMARQUES GÉNÉRALES ET CONCLUSION

Les données précédentes ne font que préciser celles déjà acquises par Ellenberger (1958). Les séries de ces deux secteurs sont typiquement Briançonnaises par les faciès des diverses assises, mais se singularisent par l'importance des remaniements et des lacunes, avec en particulier une réduction extrême des dépôts du Malm à l'Eocène. Ce sont ces caractéristiques qui ont conduit F. Ellenberger à définir la série Val d'Isère-Ambin, dont l'importance a été confirmée par des travaux récents (p. ex. Siddans, 1984 ; Marion, 1984). Sans passer ici en revue les diverses coupes analysées de cette série Val d'Isère-Ambin, on peut souligner quelques points marquants.

Le Trias, en particulier à l'Aiguille des Aimes, ne se distingue pas de celui des autres séries Briançonnaises. Pour celui de la cascade du Manchet, on ne peut guère prendre en considération les réductions d'épaisseur et l'absence de certains

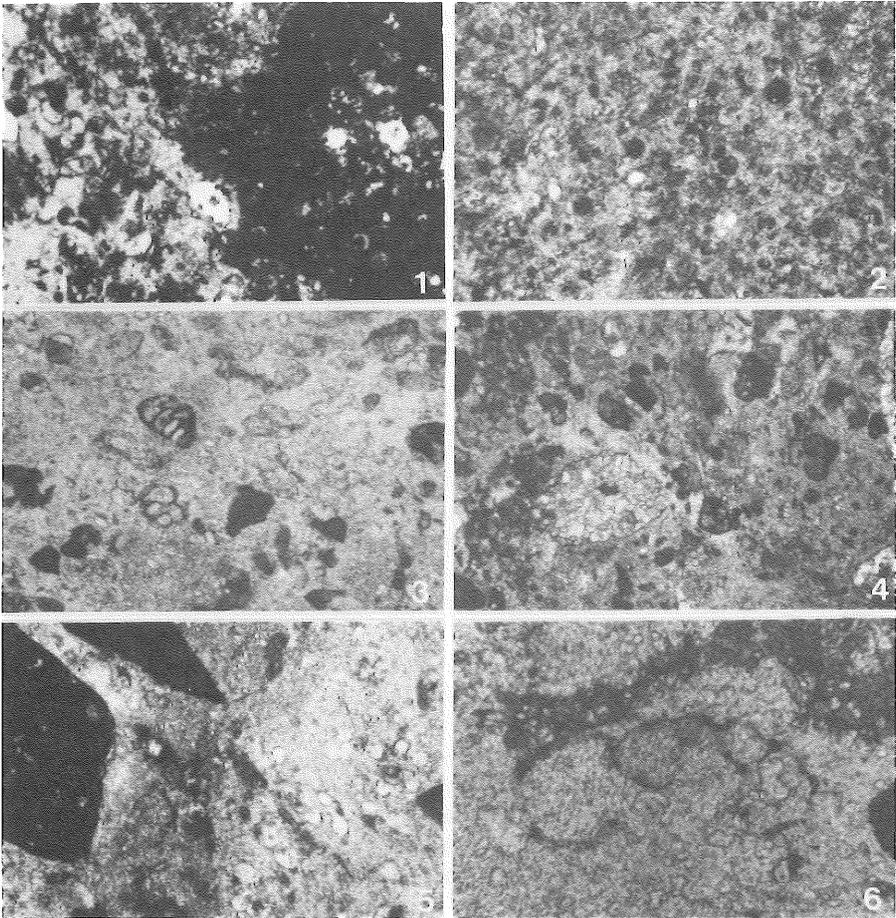


PLANCHE III - Microfaciès et microfaunes de l'encroûtement (hard-ground) à la cascade du Manchet (voir fig. 5); échantillon JFR 8339.

- 1 - Zone phosphatée (à gauche) à débris de *Globotruncana* sp., et zone micritique, plus ou moins ferrifère, à sections rondes largement perforées de *Globorotalia* sp. et *Globigerina* sp.
- 2 - Zone finement spathique (par recristallisation) à intraclastes, à sections mal conservées de *Globorotalia* sp. et *Truncorotalia* sp.
- 3 - Plage phosphatée à intraclastes, à petits foraminifères benthiques et sections de Globotruncanidés.
- 4 - Plage phosphatée et calcaire (microspathique) à petits galets et microfaune épigénisée en oxydes de fer: hedbergelles et gümbélines probables, une section de *Globotruncana* monocarénée (gr. *stuarti-stuartiformis* possible).
- 5 - Plage phosphatée à galets et à débris abondants de Globotruncanidés.
- 6 - Plage phosphatée à *Globotruncana* cf. *arca*.

niveaux, compte tenu d'une part des érosions ayant eu lieu au cours du Mésozoïque et d'autre part des laminages tectoniques.

Comme dans la plupart des séries briançonnaises, il n'y a pas ici d'assises liasiques, et ce secteur a donc été lui aussi émergé et en partie érodé au Lias.

La sédimentation a repris à un moment imprécisé du Dogger, voire du Malm. On doit noter l'absence de faciès continentaux, souvent hyperalumineux, et celle de faciès à *Mytilus* ou à nérinées qui, plus à l'Ouest, caractérisent le Dogger (voir p. ex. Ellenberger, 1958 ; Goffé, 1982 ; Jaillard, 1984, 1985 a ; Broudoux, 1985). Les assises pouvant être du Jurassique moyen sont d'une part des brèches et d'autre part de minces niveaux marins à aspect d'encroûtement. Les brèches à éléments calcaires et dolomitiques, qui donnent le «Trias régénéré ou reconstitué», correspondent vraisemblablement à des écroulements brutaux (avec «debris flow») de corniches côtières ou sous-aquatiques devant correspondre souvent à des escarpements de faille. Dans ce cas, il s'agit d'une sédimentation instantanée, et l'on ne peut tirer argument de l'épaisseur de ces brèches pour estimer des durées et des âges. Les récurrences bréchiques traduiraient des rejeux des mêmes failles.

Les horizons à aspect d'encroûtement ont livré des débris de petites ammonites ; celles-ci étant indéterminables, ce n'est qu'à titre d'hypothèse que l'on peut envisager des corrélations avec les couches calloviennes à ammonites du Roc du Bourget (Ellenberger, 1958, p. 223-227 et 303-304 ; voir aussi Jaillard, 1985 a, pour les modalités de la transgression jurassique). Dans ces mêmes niveaux, les quartz détritiques sont fréquents. Ils peuvent provenir de l'érosion de quartzites werféniens (scythiens) qui, plus à l'Ouest au plateau de la Réchasse, ont alimenté en éléments détritiques la base du Jurassique moyen, avant d'être submergés par la transgression (Raoult *et al.*, 1984).

Le Malm est extrêmement mince et, outre ce caractère, il paraît plus riche en passées rougeâtres ou rosées que les calcaires plus épais et attribués à la même période dans les zones plus occidentales ; sa base est également plus bréchique.

Comme partout en Vanoise, il y a lacune (probablement de sédimentation) du Crétacé inférieur. Sur la surface du Malm, légèrement ravinée et affectée de fentes ouvertes, la sédimentation n'a repris qu'au Sénonien, avec au moins par place un encroûtement centimétrique à décimétrique. Cette sédimentation est très condensée du Sénonien au Paléocène, puisque divers échantillons paraissent contenir des associations du Sénonien inférieur, du Sénonien supérieur, et du Paléocène, voire de l'Yprésien.

Compte tenu des microfaunes (et malgré les imprécisions des déterminations), on peut envisager que les premiers dépôts se soient faits au Sénonien inférieur sous forme de croûte et de nodules phosphatés ; les courants auraient empêché, sauf exception, l'accumulation de boues calcaires à plancton, et auraient apporté quelques petits galets. Ces courants auraient ensuite déplacés les nodules formés qui seraient cimentés par de nouveaux dépôts phosphatés ou ferrifères du Sénonien supérieur, et/ou enveloppés de pellicules stromatolithiques du Sénonien supérieur puis du Paléocène. Sur quelques centimètres d'épaisseur, on peut avoir formation d'un «pseudoconglomérat» encroûté à ciment et nodules complexes, représentant toute la sédimentation d'une période de 40 à 45 millions d'années (approximativement du Sénonien inférieur à l'Yprésien). De tels phénomènes de

sédimentation très réduite et de nodules à croissance très lente sont connus dans des nodules métallifères océaniques. Ainsi, Janin (1985) a décrit un nodule de 5 cm de diamètre, à cœur éocène et à couches concentriques datées du Miocène, du Pliocène, et du Pléistocène (soit 40 m.a. entre le cœur et le cortex).

A partir du Paléocène ou de l'Eocène inférieur, la sédimentation plus banale a repris ; après le dépôt de quelques mètres de marno-calcaires (qui donneront les marbres chloriteux), les apports détritiques fins se sont brutalement accrus. C'est le passage aux niveaux gréséo-pélitiques flyschoides (futurs Schistes de Pralognan), clôturant à l'Eocène moyen ou supérieur la sédimentation de ce domaine et annonçant les prochains bouleversements tectoniques qui, à ce même moment, affectaient les zones plus internes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLENBACH (B.), 1982. - Géologie de la bordure SW du bassin d'Ambin (Alpes occidentales). Lithostratigraphie des séries mésozoïques. Analyse tectonique et modélisation de la déformation. Thèse 3^{ème} cycle, Strasbourg, 144 p., ronéo.
- BAUD (A.) et MEGARD-GALLI (J.), 1975. - Evolution d'un bassin carbonaté du domaine alpin durant la phase pré-océanique : cycles et séquences dans le Trias de la zone briançonnaise des Alpes occidentales et des Préalpes. IX^e congrès Int. Sédimentologie, Nice, p. 45-50.
- BOILLOT (G.), MONTADERT (L.), LEMOINE (M.) et BIJU-DUVAL (B.), 1984. - Les marges continentales actuelles et fossiles autour de la France. Masson Ed., Paris, 342 p.
- BROUDOUX (B.), 1985. - Géologie des unités de Vanoise septentrionale et méridionale de Pralognan à Tignes (Alpes de Savoie). Thèse 3^{ème} cycle, Lille, 237 p., ronéot.
- BROUDOUX (B.), DEBRABANT (P.) et RAOULT (J.F.), 1985. - Géochimie des calcaires et encroûtements du Malm à l'Eocène en Vanoise : données préliminaires (zones briançonnaises internes, Alpes). *Ann. Soc. géol. Nord*, CIV : 193-207, 9 fig., 1 tabl.
- CARON (J.M.) et GAY (M.), 1977. - La couverture mésozoïque du massif d'Ambin, transition entre le domaine briançonnais et le domaine piémontais ? *Eclogae geol. Helv.*, vol. 70/3 : 643-665.
- DEBELMAS (J), 1982. - Alpes de Savoie. Guides géologiques régionaux. Masson Ed., Paris, 182 p.
- ELLENBERGER (F.), 1958. - Etude géologique du Pays de Vanoise (Savoie). *Mém. Serv. Carte géol. Fr.*, 561 p.
- GOFFE (B.), 1982. - Définition du faciès à Fe-Mg - carpholite - chloritoïde, un marqueur du métamorphisme de HP-BT dans les métasédiments alumineux. *Mém. Sc. Terre Univ. P. et M. Curie*, n° 82-04, Paris, 2 vol, 233 p.
- JAILLARD (E.), 1984. - Etude géologique des unités briançonnaises de Vanoise occidentale au sud de Pralognan. Evolution sédimentaire et structurale. Thèse 3^{ème} cycle, Grenoble, 212 p., ronéot.
- JAILLARD (E.), 1985 a. - La transgression jurassique en Vanoise occidentale (zone briançonnaise, Alpes occidentales françaises). Conséquences paléogéographiques. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 301, série II, n° 9 : 633-636.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

- JAILLARD (E.), 1985 b. - Evolutions sédimentaire et paléotectonique de la zone Briançonnaise de Vanoise occidentale (Alpes occidentales françaises). *Géol. alpine*, t. 61 : 85-114, 11 fig.
- JANIN (M.C.), 1985. - Biostratigraphie de concrétions polymétalliques de l'archipel des Touamotou, fondée sur les Nannofossiles calcaires. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (8), t. I, n° 1 : 79-87, 3 fig., 1 tabl., 1 pl.
- LANGLET (Ph.), 1983. - Etude géologique du secteur du Col de la Vanoise en Vanoise méridionale (zone Briançonnaise, Alpes françaises). DEA, Lille, 56 p. ronéot.
- MARION (R.), 1984. - Contribution à l'étude géologique de la Vanoise. Alpes occidentales - Le massif de la Grande Sassièrè et la région de Tignes- Val d'Isère. Thèse 3^{ème} cycle, Chambéry, 172 p. ronéot.
- MEGARD-GALLI (J.) et BAUD (A.), 1977. - Le Trias moyen et supérieur des Alpes nord-occidentales et occidentales, données nouvelles et corrélations stratigraphiques. *Bull. B.R.G.M.*, (2e série) section IV, n° 3 : 223-250.
- RAGUIN (E.), 1925. - Découverte d'une faune de foraminifères très probablement crétacée dans les calcaires hautement métamorphiques du Vallon de Paquier près de la Grande Motte (Savoie). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 181 : 726-728.
- RAGUIN (E.), 1930 a. - Notice explicative de la Feuille de Tignes, 48 p.
- RAGUIN (E.), 1930 b. - Haute-Tarentaise et Haute-Maurienne (Alpes de Savoie). *Mém. Carte géol. Fr.* : 1-120.
- RAOULT (J.F.), LANGLET (P.) et BROUDOUX (B.), 1984. - Présence en Vanoise méridionale d'une série de type Acceglio (Briançonnais, Alpes françaises). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 298, série II, n° 12 : 535-538, 2 fig.
- SIDDANS (A.W.B.), 1984 - L'évolution tectonique d'une partie de la Vanoise : la zone Vanoise-Mont Pourri des environs de Val d'Isère. *B.R.G.M. Géologie de la France*, n°4 : 3-39, 12 fig., 7 pl.

(Reçu pour publication, juin 1986).

LES AQUIFERES TYPES DE VANOISE

par Laurent JUIF⁽¹⁾, Serge FUDRAL⁽²⁾ et Gérard NICOU⁽²⁾

Introduction	28
I. — Géologie de la Vanoise	28
II. — Les aquifères types de Vanoise	35
III. — Quelques comportements hydrogéologiques	39
IV. — Conclusion	42
Bibliographie	44

Résumé. – Des recherches sur l'eau en haute-montagne ont pu s'effectuer grâce au concours du Parc National de la Vanoise (Programme EAU, 1988-1990).

Une approche géologique, d'ordre lithologique et structural, permet de définir trois types de réservoirs (fissuré, alluvionnaire, en zone de contact anormal) caractéristiques de la Vanoise.

Une approche physico-chimique et isotopique sur quatorze sources représentatives de ces milieux met en évidence leur fonctionnement hydrodynamique propre.

Mots-clés. – Vanoise, Eau souterraine, Haute Montagne, Aquifères types, Hydrochimie.

Summary. – Researches on high mountain water has been possible with the help of the Parc National de la Vanoise (Water programme, 1988-1990).

A geological approach, on lithological and structural nature, allow to define three typical kinds of aquifers in Vanoise (fractural, alluvionnal, in anormal contact zone).

A chimico-physical and isotopical approach on fourteen representatives springs of those sets put forward their own hydrodynamical characterisite.

Key-words. – Vanoise, Underground water, High mountain, Aquiferous types, Hydrochemical analysis.

(1) Laboratoire de Géologie structurale et appliquée, Université de Franche-Comté, Place Maréchal Leclerc, F-25030 BESANÇON.

(2) Laboratoire de Géologie structurale et appliquée, Département de Géologie, Université de Savoie, F-73011 CHAMBERY.

INTRODUCTION

Jusqu'à ces dernières décennies, les différentes études sur l'eau en montagne portaient sur l'eau de ruissellement. Celle-ci a fait l'objet d'études quantitatives (utilisation hydroélectrique, alimentation en eau publique, prévention des crues et dimensionnement des ouvrages...) et plus modestement qualitatives.

Pour pallier la méconnaissance des eaux souterraines, le Parc National de la Vanoise a encouragé les recherches en développant le programme «EAU» avec le concours des Universités de Savoie, de Franche-Comté et de Paris VI. Ce programme triannuel (1988/1991) est l'objet d'une thèse d'université (L. Juif) bénéficiant d'une allocation de recherche.

Pour analyser les mécanismes de fonctionnement des aquifères d'altitude (hydrodynamique, hydrochimie, infiltration...), divers moyens ont été mis en œuvre :

- des travaux de terrain : géologie, hydrologie, suivi mensuel de 14 points d'eau répartis sur l'ensemble de la Vanoise, prélèvements pour analyses, traçages...
- des travaux en laboratoire d'analyses : chimie, isotopie...
- d'un traitement des données : cartographie, statistiques...

Devant l'impossibilité de suivre toutes les sources de Vanoise, un choix a été opéré prenant en compte les différentes formations du massif et leurs propriétés hydrogéologiques.

I. - GEOLOGIE DE LA VANOISE

A. CADRE GEOLOGIQUE GENERAL (Fig. 1)

Le secteur étudié appartient à la **ceinture polytectonisée et polymétamorphique** des Alpes franco-italiennes nord-occidentales. (Tardy *et al*, *Bull. Soc. géol. Fr.*, à paraître).

a. C'est un édifice plurinappé

Il est constitué par la superposition d'unités lithostructurales issues pour les plus basses de l'**ancienne marge européenne** (unités Briançonnaises essentiellement) et pour les plus hautes de l'**ancien océan alpin** (unités liguro-piémontaises). (Deville, 1987, Fudral *et al*, 1987).

b. Les contacts tectoniques

Ils ont une géométrie complexe. Celle-ci témoigne de plissements communs des diverses unités après leur superposition tectonique.

* Les contacts intra-Briançonnais sont généralement soulignés par de puissants **amas évaporitiques**. Ces derniers jalonnent également le contact tectonique qui sépare les unités Briançonnaises des unités liguro-piémontaises.

* Par contre, les contacts intra-unités liguro-piémontaises sont dépourvus de ce type de matériaux. Ils demeurent plus délicats à mettre en évidence.

■ Gypses extravasés et exotiques

Zone Briançonnaise

1 : Zone Houillère

- ▨ Mésozoïque et Cénozoïque
- ▩ Houiller et Permien
- ▧ Migmatites ("Gneiss du Sapey")
- ++++ Cristallin du Rutor

2 : Zone Vanoise-Ambin

- ▨ Unité Grande Motte - Grande Casse
- ▩ Mésozoïque et Cénozoïque
- ▧ Permien et Anté-Permien

Complexe des Schistes lustrés

1 : Unités piémontaises s.s.

- ▨ Mésozoïque autochtone et parautochtone
- ++++ Cristallin des massifs du Grand Paradis et de Dora Maira

2 : Unités liguro-piémontaises

- Substratums ophiolitiques et couvertures de schistes lustrés mésozoïques

3 : Unité de la Pointe du Grand Vallon

- ▧ Quartzites feldspathiques et schistes noirs du Crétacé supérieur terminal

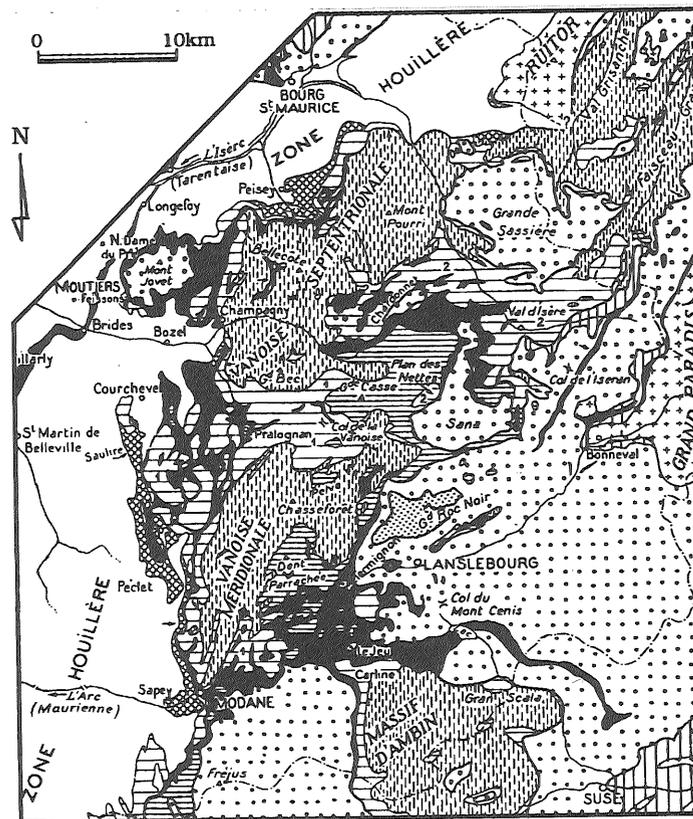


Fig. 1 - Carte structurale des zones alpines internes (R. Barbier et F. Ellenberger 1954, modifiée et complétée).

c. Les épisodes tectoniques alpins tardifs

Ils ont induit d'une part des bombements à grands rayons de courbure et, d'autre part, une fracturation subverticale bien marquée.

B. LITHOSTRATIGRAPHIE (Fig. 2)

Les successions sédimentaires de la zone Briançonnaise et du complexe des Schistes Lustrés sont contrastées.

Elles ont toutes cependant subi l'empreinte du métamorphisme alpin à caractère polyphasé. Aux premières paragenèses métamorphiques développées en condition de haute pression - basse température, ont en effet succédé des assemblages du faciès «schiste vert».

1. La zone Briançonnaise en Vanoise

Il est classique de séparer, à partir de l'histoire des terrains antérieurs au Secondaire, une **zone Houillère** (ou Briançonnaise sensu stricto) et une zone de la Vanoise dite **Vanoise-Ambin** (ou Briançonnaise interne).

Le Parc est largement développé sur cette dernière. La Zone Houillère plus externe englobe une partie du pré-Parc.

La zone Briançonnaise est bien connue depuis les travaux de Ellenberger, 1958. Les recherches récentes menées par Jaillard (1984), Broudoux (1985), Marion (1985), Dondey (1986), Deville (1986-1987), Guillot (1987), ont précisé l'évolution géodynamique de cette zone.

a) La zone Houillère (Briançonnais externe)

Cette zone est bien développée en rive gauche de l'Isère. Elle décrit un arc de cercle qui enveloppe l'Ouest de la Vanoise. Les limites orientales passent par Villaroger, Peisey Nancroix, Macôt-la Plagne, Bozel, Courchevel, Méribel pour rejoindre Orelle au Sud.

Elle présente des croupes molles, herbues ou couvertes de forêts. Les affleurements de terrains en place sont souvent réduits. Ils apparaissent à la faveur des irrégularités du couvert quaternaire assez développé et révèlent les séquences sédimentaires suivantes :

- vers la base, un ensemble formé essentiellement de **grès et de schistes à niveaux de houille**. Il s'agit là de ce qu'on appelle le Houiller productif, daté du Westphalien à l'aide de plantes fossiles.

- au-dessus viennent des niveaux **gréso-conglomératiques** pauvres en passées schisteuses et stériles. Ils appartiennent à la fin du Carbonifère et au début du Permien, et résultent de véritables décharges ou d'épandages sablo-graveleux gigantesques. C'est l'«Assise de Courchevel» des auteurs.

La formation des «**Gneiss du Sapey**» d'origine discutée, visible des Arcs à Peisey Nancroix en Tarentaise, au Mont du Vallon et au Sapey en Maurienne, s'intercale entre les formations houillères précédentes et les classiques assises quartzitiques du Permo-Trias et du Trias inférieur.

b) La zone Vanoise-Ambin (Briançonnais interne)

- L'ossature générale de cette zone est formée par les socles préalpins de Vanoise. Ils supportent une couverture secondaire et tertiaire à caractères bien marqués.

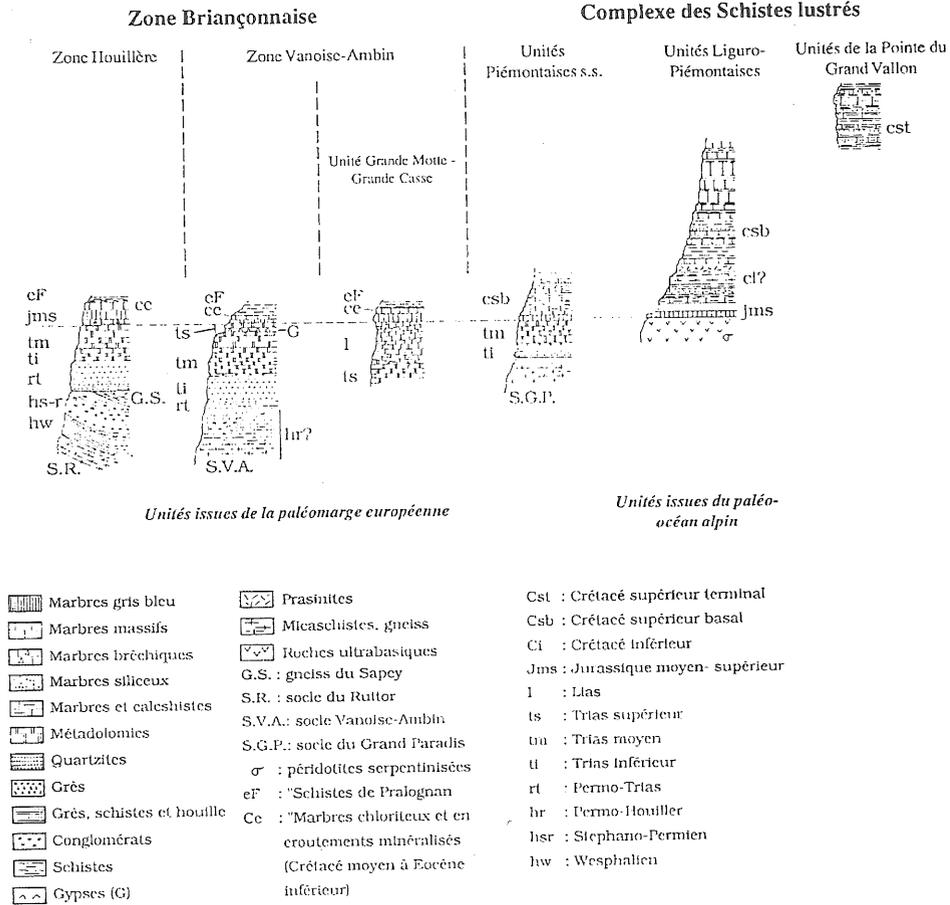


Fig. 2 - Colonnes stratigraphiques synthétiques.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

- Le socle polymétamorphique est largement affleurant en Vanoise septentrionale (Mont Pourri, Bellecôte) et en Vanoise méridionale (Chasseforêt, Ambin).

Il s'agit de **micaschistes**, de **gneiss** et d'**amphibolites** pour l'essentiel. On y retrouve également des **quartzites** conglomératiques, des **quartzites** phylliteux et des **schistes** sériciteux.

L'ensemble est attribué au Permo-Houiller (carte géologique de la France, feuille Annecy 1/250 000). Il pourrait être plus ancien.

c) La couverture

Elle donne une morphologie très particulière. Elle est repérable par ses puissantes falaises quartzitiques ou dolomitiques finement découpées par l'érosion, qui appartiennent à la base de la série mésozoïque.

* Les **quartzites** sont bien stratifiés, soit conglomératiques et verts, soit purs et blancs. Ils sont attribués à la fin du Permien et au début du Trias.

* Les successions **calcaréo-dolomitiques** et dolomitiques confèrent une teinte jaunâtre caractéristique aux paysages. Elles sont également bien stratifiées, et datées du Trias moyen au Trias supérieur.

* Un ensemble de **gypses**, et de **dolomies** souvent **cargneulisées**, témoigne d'un épisode évaporitique important que l'on rattache aux séquences triasiques. Il est responsable de la plupart des duplications de la couverture (Valclaret).

L'épaisseur de ce Trias est comprise entre 300 et 600 mètres.

- Près de la marge interne de la zone Briançonnaise et là seulement, un important Lias se développe. Il est caractérisé par des Calcaires siliceux et des calcaires schisteux (Grande Motte, Grande Casse, Dent Parrachée).

- Le reste de la série sédimentaire est formé de séries condensées généralement **calcaires**.

* Des **marbres** gris à gris-bleu, d'épaisseur métrique le plus souvent, sont attribués au Malm (Grand Marchet, Aiguille de la Vanoise).

* Ils supportent des **marbres** jaune à beige et des **hards-grounds** datés du Crétacé moyen au début du Tertiaire.

* Enfin, des **schistes** chloriteux et des **schistes** noirs terminent la série. Ce sont les «Schistes de Pralognan». Il s'élèveraient jusqu'à l'Eocène inférieur à moyen.

Cette couverture mésozoïque et cénozoïque briançonnaise commune aux deux substrats décrits ci-dessus est généralement décollée, puis repliée, ou écaillée sur elle-même en de nombreuses unités superposées se relayant sur de courtes distances.

2. Le complexe des schistes lustrés

Trois types d'unités de Schistes Lustrés sont différenciés en Vanoise (Deville, 1987, Fudral *et al.*, 1987). Des plus basses vers les plus hautes, il s'agit :

* d'unités appartenant à la bordure de la marge européenne,

* d'unités d'origine océanique,

* d'unités dont l'origine paléogéographique n'est pas connue. L'unité de la Pointe du Grand Vallon décrite récemment en fait partie (Deville, 1986).

** Le premier type d'unités ou unités piémontaises s.str. :*

Le substratum de ces unités est formé par les socles prétriasiques des massifs cristallins les plus internes (Grand Paradis en particulier). Ils supportent une couverture alpine généralement décollée. Jusqu'au milieu du Crétacé, leur histoire géologique n'est pas très différente de celle du Briançonnais. Par contre, elle s'en différencie franchement dès la base du Crétacé supérieur avec l'accumulation d'épais sédiments calcaréo-gréseux et volcano-détritiques (marbres, calcschistes, prasinites). (Marthaler *et al.*, 1986 ; Fudral *et al.*, 1987).

Ce premier ensemble de **schistes lustrés** n'apparaît qu'en bordure Est du secteur étudié. Il frange la retombée méridionale du Grand Paradis. Son importance en volume reste limitée.

** Les unités d'origine océanique ou unités liguro-piémontaises :*

- A l'inverse des précédentes, elles sont largement développées et forment l'essentiel des versants de la vallée de l'Arc entre Bonneval et Termignon (fig.1).

- La base stratigraphique de ces unités est formée de roches basiques et ultrabasiqes provenant d'une croûte océanique. Ce sont généralement des **péridotites serpentinisées**. Elles supportent une couverture dont les premiers termes sont de nature variable (brèches ophiolitiques polygéniques, métapillows, marbres).

- Vient ensuite une épaisse formation faite de **marbres** et de **calcschistes** à intercalations détritiques nombreuses (prasinites, quartzites clairs, paragneiss).

- Les **marbres** adhérents au paléo-plancher océanique sont attribués au Jurassique supérieur. Dans les autres marbres et calcschistes, des restes de foraminifères planctoniques ont été découverts. Ils caractérisent un âge recouvrant le Cénomaniens et le Turonien.

** L'unité sommitale, dite de la Pointe du Grand Vallon :*

Elle participe vraisemblablement à une nappe beaucoup plus vaste dont on retrouve des éléments essentiellement dans le secteur de la Pointe du Grand Vallon en Haute-Maurienne (Deville, 1986). Les schistes lustrés de la Pointe du Grand Vallon couronnent l'édifice structural des unités de Vanoise orientale. Ils reposent tectoniquement tantôt sur les unités océaniques, tantôt sur les unités briançonnaises internes. La base stratigraphique de cette unité n'est pas connue.

Deville (1987) décrit en ces termes le matériel de cette unité : «*Les Schistes lustrés de la Pointe du Grand Vallon présentent un faciès particulier différent de celui des autres formations de «Schistes lustrés» décrites précédemment. Il s'agit essentiellement d'alternances monotones, centimétriques à métriques, de quartzites feldspathiques et micacées sombres et de schistes noirs pélitiques. Plus rarement, on peut observer des barres de marbres siliceux et phylliteux, à patine mauve, d'épaisseur métrique à décamétrique. Ces dépôts sont caractérisés en outre par d'abondantes passées ferrugineuses.*».

L'ensemble des fantômes de foraminifères planctoniques découverts dans les calcschistes et les niveaux de marbres siliceux et ankériteux permet d'attribuer ces schistes lustrés au Maastrichtien supérieur (Deville, 1986).

Ainsi, au métamorphisme près, la formation de la Pointe du Grand Vallon est à comparer au Flysch à Helminthoïdes s.str. (du Sénonien supérieur - Eocène inférieur) avec lequel elle peut être corrélée, par son faciès et son âge.

3. En résumé

Quatre types principaux de roches dominant en Vanoise (fig. 2) :

a) **des micaschistes et des gneiss** (ortho et para) qui constituent l'essentiel des socles cristallins internes (Vanoise-Ambin d'une part, Grand Paradis d'autre part),

b) **des quartzites, des métadolomies et des calcaires** fortement recristallisés (*marbres*) constituant une partie des couvertures des unités de l'ancienne marge européenne (unités piémontaises s. str et unités Briançonnaises),

c) **des schistes et des calcschistes**. Ils sont très développés en Vanoise interne où ils forment la majeure partie des couvertures de l'unité de la Grande Motte et des unités de Schistes Lustrés (piémontaise s. str et liguro-piémontaises),

d) enfin, **d'épais ensembles de gypses et de cargneules** tectoniquement liés aux contacts anormaux.

C. STRUCTURES

Elles résultent de la superposition de structures développées initialement dans un niveau structural **profond** et de structures plus tardives typiques de niveaux structuraux plus **superficiels**.

- Les premières structures, synschisteuses et symmétamorphes ont d'abord affecté les unités de Schistes Lustrés puis l'ensemble des unités de Vanoise. Leur géométrie est extrêmement complexe dans le détail : certaines sont alignées sensiblement E-W, d'autres plutôt N-S. Cette structuration n'a pas modifié l'homogénéité générale propre à chaque ensemble sédimentaire. Elle conditionne en revanche l'extension, la géométrie et le volume des roches impliquées dans les contacts anormaux.

- Les secondes structures sont aussi plicatives et surtout cassantes. Leur caractéristique essentielle est leur géométrie souvent proche de la verticale :

* les failles N 50° sont celles du tréfond continental ancien, restées indifférentes par rapport au passage des nappes ;

* les failles subméridiennes probablement profondes paraissent servir de relais aux structures précédentes.

La tectonique vigoureuse est responsable :

- de la mise en place des éléments structuraux, (grandes unités, écaillages) et du morcellement des ensembles lithologiques par failles, redoublements ou plissements,

- de la création d'ensembles de grandes dimensions à évaporites,

- de la fragilisation des massifs rocheux, les rendant sensibles à l'érosion.

D. EROSION GLACIAIRE ET FORMATIONS SUPERFICIELLES

La Vanoise porte les empreintes des glaciations quaternaires, en particulier de la glaciation würmienne dont il ne subsiste plus aujourd'hui que quelques glaciers reliques. L'élément principal est le façonnement des vallées qui se traduit par un profil transversal en U, et par un profil longitudinal d'**ombilics** et de **verrous** (Sassière, Merlets supérieur, Fond des Fours...). Le comblement partiel des vallées a été assuré par :

- les dépôts de **moraines**. Deux types sont reconnus :

* les **moraines de fond** à matrice silto-sableuse, tapissant les versants et le fond des vallées (vallée de la Leysse, de la Rocheure, du Col de la Vanoise...).

* les **moraines fronto-latérales à blocs**, bien représentées dans les cirques hauts (Grande Casse, Plan du Lac, Merlets...).

- l'action de l'**eau**, où trois dynamiques de comblement sont observées :

* une dynamique **lacustre** avec granoclassement horizontal et vertical des sédiments (Sassière, les Arcs, Fond des Fours...),

* une dynamique **torrentielle** (Rosuel, Ponturin...),

* une dynamique **fluviotorrentielle** terminale développant une couverture caillouteuse pelliculaire (Sassière...).

La cryoclastie a généré des **éboulis**. Peu puissants, ils drapent la pente sous les falaises rocheuses (Sassière, Vallonet, Leysse...).

II. - LES AQUIFERES TYPES DE VANOISE

Pour définir un aquifère *s.l.*, nous nous sommes appuyés sur la définition de De Marsily (1981) qui le définit comme «*un corps de roches perméables (couches, massifs) comportant une zone saturée (ensemble du milieu solide et de l'eau contenue) suffisamment conducteur d'eau souterraine pour permettre l'écoulement significatif d'une nappe souterraine. Un aquifère peut comporter une zone non-saturée*».

Un aquifère est donc une roche réservoir (effet capacitif) capable de restituer à l'exutoire des impulsions d'entrée (pluie, neige) collectées par un impluvium et modifiées par les caractéristiques propres du milieu traversé (perméabilité, solubilité, discontinuité).

Cet aquifère est géométriquement défini et limité par plusieurs formations aquicludes (imperméables).

1. Les formations aquicludes

A l'échelle de la Vanoise, et compte-tenu des objectifs de l'étude, sont globalement considérés comme aquicludes :

- les formations du socle Vanoise-Ambin (gneiss, micaschistes...).
- Le socle granito-gneissique du Grand Paradis.
- Les schistes lustrés de la zone Piémontaise.
- Les schistes houillers de la zone Briançonnaise *s.str.*
- Les calcaires schisteux liasiques des unités de la Grande Motte, de la Grande Casse et de la Dent Parrachée.
- Les moraines de fond et les sédiments lacustres de fond de lacs.

2. Les formations aquifères

Toutes les autres formations peuvent être considérées à divers degrés comme des aquifères potentiels.

a) Les milieux alluvionnaires

Trois d'entre eux sont étudiés et leurs exutoires sont suivis mensuellement

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

(fig.3). Ils sont essentiellement constitués de sédiments sablo-graveleux localisés dans des ombilics.

- **La Sassièr** (x=340,90 : y=5037,65 : z=2300m) : situé dans le Parc Naturel de la Grande Sassièr, le milieu se caractérise par des moraines, des alluvions lacustres à torrentielles de fond de vallée, recouvertes à l'aval de dépôts d'argiles palustres. La superficie de cette nappe légèrement en charge est estimée à 0,42 km².

- **Rosuel** (x=328,78 : y=5043,07 : z=1539m) : d'une superficie estimée de 0,37 km², située dans la vallée du Ponturin, cette nappe est contenue pour l'essentiel dans des sables grossiers et des blocs des cônes de déjection latéraux.

- **Les Arcs** (x=330,95 : y=5048,6 : z=2150m) : attenant à la station d'Arc 2000, un petit ombilic est comblé d'alluvions sablo-graveleuses recouvertes de tourbes et d'argiles. Sa superficie est estimée à 0,15 km². La nappe est en charge.

b) Les milieux fissurés

On peut distinguer deux types de terrain à comportement hydrologique différent :

- *les milieux karstifiés* : ils sont développés dans les terrains carbonatés essentiellement. Leur composition chimique particulière favorise la dissolution, elle-même facilitée par le réseau de fractures résultant des structures plissées. Ce réseau se développe en axes de drainage importants dans les calcaires les plus massifs où s'organisent des **systèmes karstiques**. Le **karst** est structuré par rapport à ce drainage, avec prédominance du cheminement des eaux souterraines par chenaux et par conduits de grandes dimensions, à fonction collectrice ou distributrice, avec existence possible de cavités de grande capacité.

Trois sources représentent ces milieux et sont suivies mensuellement (fig.3) :

* la source de la **galerie E.D.F.** (x=326,05 : y=5015,65 : z=2060m) : elle émerge dans une galerie de visite E.D.F. sur la commune de Sollières-Sardières. Elle se situe en zone broyée dans les calcaires du Jurassique moyen de l'unité de la Dent Parrachée.

* la source du **Creuzet** (x=323,2 : y=5027,85 : z=1710m) : captée par la commune de Pralognan. C'est en fait le collecteur de trois sources rapprochées. Elle émerge dans les calcaires du Jurassique supérieur du synclinal transverse du Col de la Vanoise.

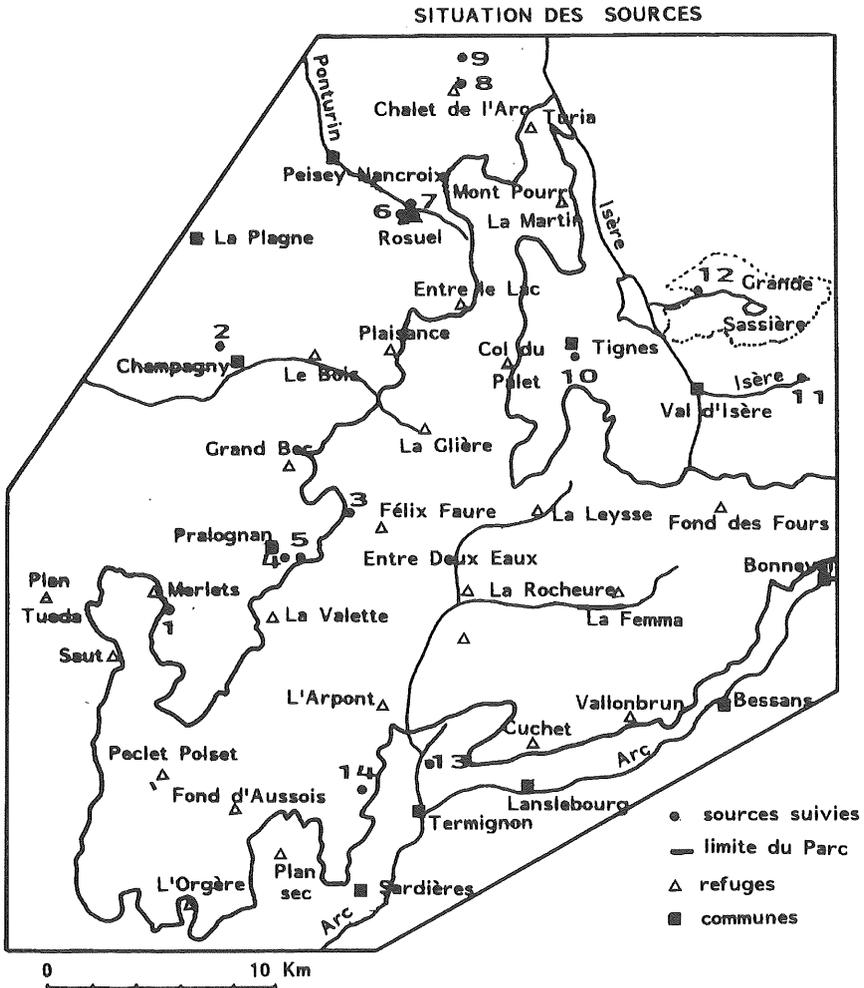
* la source de la **Frêche** (x=322,8 : y=5027,7 : z : 1480m) : Anciennement captée par la commune de Pralognan, elle se situe dans le même contexte géologique que la source du Creuzet, à l'aval de celle-ci, avec toutefois une alimentation à partir du Grand Marchet.

- *Les milieux fissurés s.str (quartzites, calcschistes)* : ils enregistrent aussi la fracturation. Leur composition chimique ne favorise pas la dissolution. Il n'existe pas de réseau de drainage bien développé.

Deux sources issues de ces milieux sont suivies mensuellement (fig. 3) :

* la source des **Merlets** (x=316,75 : y=5025,38 : z=2450m) : ou source des Avals, elle est captée par la commune de Courchevel. Elle émerge dans les calcschistes du Crétacé et de l'Eocène.

* La source du **Vallonet** (x=325,2 : y=5029,85 : z=2300) : elle émerge des quartzites et des marbres du Trias au contact de la moraine de fond. Elle est située sur la commune de Pralognan, près du col de la Vanoise.



- | | |
|--|---|
| <p>1 Source des Merlets
 2 Source des Fontanettes
 3 Source du Vallonet
 4 Source du Creuset
 5 Source de la Frèche
 6 Source de Rosuel
 7 Nappe de Rosuel</p> | <p>8 Nappe d'Arc 2000
 9 Source de Pré St Esprit
 10 Source Coffo
 11 Pont St Charles
 12 Nappe de la Sassièra
 13 Source des Fontagnous
 14 Galerie E.D.F.</p> |
|--|---|

FIG. 3. - Situation des sources suivies mensuellement.

c) Les zones de contacts anormaux

D'épaisses **formations à évaporites** marquent les grands contacts anormaux jalonnant les unités internes. Elles sont parcourues par des réseaux de dissolution, axes de drainage importants liés à des capacités de stockage énormes. Trois sources caractérisant ce milieu sont suivies (fig. 3). Elles ont toutes leur émergence au niveau du Trias (gypse, cargneules) :

* la source de **Rosuel** (x=328,22 : y=5042,85 : z=1550m) : elle est située dans la vallée du Ponturin, au niveau du contact entre la zone Briançonnaise interne et de la zone Briançonnaise externe.

* la source de **Pré Saint Esprit** (x=330,95 : y=5050,1 : z=1850m) : elle émerge près du parking de Pré Saint-Esprit, en-dessous d'Arc 2000, du même contact que la source de Rosuel.

* la source des **Fontagnous** (x=329,02 : y=5017,65 : z=1300m) : elle est captée par la commune de Termignon. Elle émerge au contact de la zone Piémontaise *s.str* de la zone Briançonnaise interne.

Les grands contacts structuraux ont pu être soumis à une **fracturation tardive** qui perturbe l'homogénéité relative du milieu. Localement, et par le biais des fractures, il est possible que de l'eau d'infiltration ou d'aquifères sus-jacents se mêle aux eaux propres à l'aquifère évaporitique. Les sources issues d'un tel système seront alors marquées par les caractéristiques de chaque milieu rencontré. C'est le cas de deux sources suivies mensuellement :

* la source **Coffo** (x=335,32 : y=5036,95 : z=2090m) : elle alimente le lac de Tignes. L'épais niveau de cargneules surmontant l'émergence est le siège d'une intense fracturation. Il y a mélange d'eaux d'infiltration et d'eaux issues de l'aquifère évaporitique. Elle émerge dans la nappe des gypses, au contact de la zone Piémontaise *s. str* et de la zone Briançonnaise interne.

* la source des **Fontanettes** (x=319,6 : y=5036,7 : z=1408m) : elle alimente la commune de Champagny en Vanoise. Une faille sub-verticale affecte la zone de contact entre la zone Briançonnaise interne et la zone Briançonnaise externe et favorise l'infiltration.

Les bassins versants géologiques des sources issues de tels systèmes sont le plus souvent sans rapport avec les bassins versants topographiques.

Remarque :

Les aquifères rencontrés sont parfois issus de bassins versants géologiques hétérogènes mêlant divers types de milieux (fissurés, karstiques, de contacts anormaux) repris par des fractures tardives. Les réponses de ces aquifères reflètent les différents milieux rencontrés.

L'Isère au **Pont Saint Charles** (x=346,45 : y=5036,65 : z=2060m) en est une bonne illustration. Ses eaux gardent la marque du contact anormal (évaporites) et des divers milieux fissurés (diabases, gabbros, calcschistes, Schistes lus-trés) qui composent son bassin versant.

III. - QUELQUES COMPORTEMENTS HYDROGEOLOGIQUES

A ce jour, le suivi des 14 points d'eau sélectionnés porte sur des mesures physiques, chimiques et isotopiques.

1. Les variations du débit (fig. 4)

a) *Les milieux alluvionnaires*

La variation des débits est nette sur l'ensemble de l'année. Elle est aussi perceptible mensuellement. Les nappes réagissent rapidement aux sollicitations (précipitations, fonte). Cela traduit un transfert rapide des eaux à l'exutoire et implique des réserves plutôt limitées.

b) *les milieux fissurés*

La variation des débits est importante, mais moins sensible mensuellement. Elle est plus liée à la fonte de printemps qu'à des événements ponctuels. Cela traduit l'existence de réserves conséquentes.

c) *les zones de contacts anormaux*

La variation est faible, les débits étant sub-constants. La réponse aux précipitations semble nulle, celle liée à la fonte peu marquée : l'augmentation liée à la fonte de printemps se remarque au mois de mai et s'estompe rapidement. L'amortissement est donc très important. Il témoigne de l'existence de réserves considérables.

2. Les variations de la température (fig. 5)

a) *Les milieux alluvionnaires*

Les températures varient beaucoup, traduisant toujours une réaction rapide de l'aquifère aux événements climatiques.

b) *Les milieux fissurés*

Les variations sont là encore importantes, mais moins brutales et plus amorties que précédemment, ce qui confirme l'existence de réserves.

c) *les zones de contacts anormaux*

Les températures sont assez stables, l'évolution peu contrastée. On devine là encore l'existence de fortes réserves entraînant un fort amortissement.

3. Les variations de la conductivité

La conductivité électrique de l'eau traduit sa minéralisation et est représentative de son chimisme.

a) *Les milieux alluvionnaires (fig. 6)*

L'augmentation des débits liés à la fonte de printemps provoque la baisse de la minéralisation. Mais la baisse des débits qui s'amorce en Juillet ne provoque pas la remontée de la conductivité que l'on serait en droit d'attendre. Cela est dû à la saturation de l'aquifère de faible extension et à la vivacité de la nappe. Ces deux facteurs font que les eaux la traversant n'ont pas le temps de se minéraliser.

b) *Les milieux fissurés (fig. 7)*

La conductivité est inversement proportionnelle aux débits. La moindre baisse ou remontée de ceux-ci engendre une variation de la minéralisation. Les temps

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

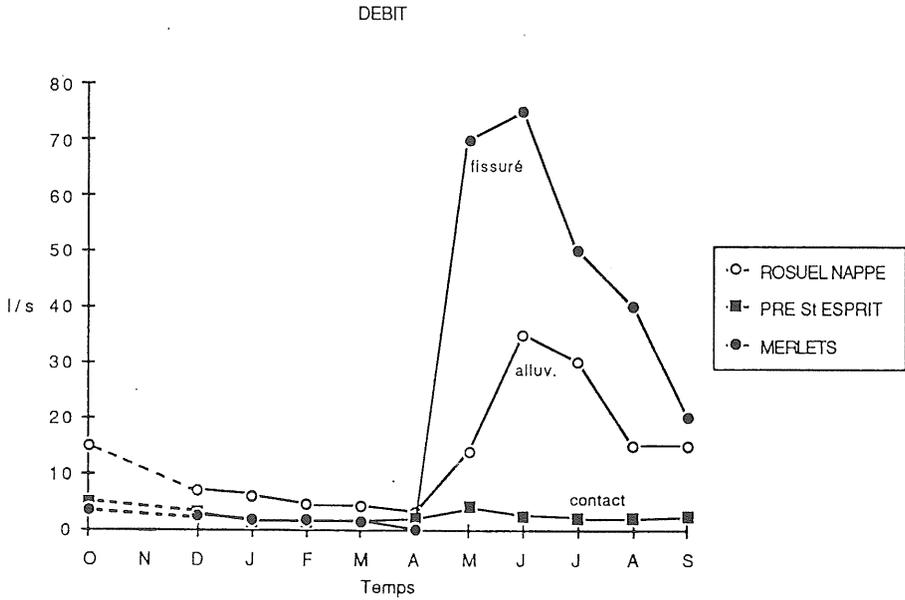


FIG. 4. - Comparaison des variations des débits entre les trois milieux aquifères rencontrés

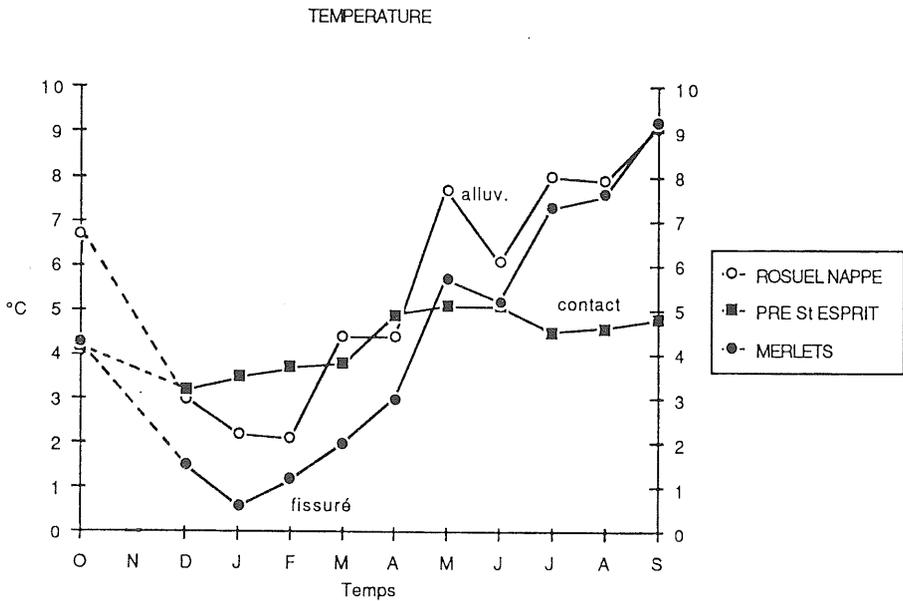


FIG. 5. - Comparaison des variations de la température entre les trois milieux rencontrés

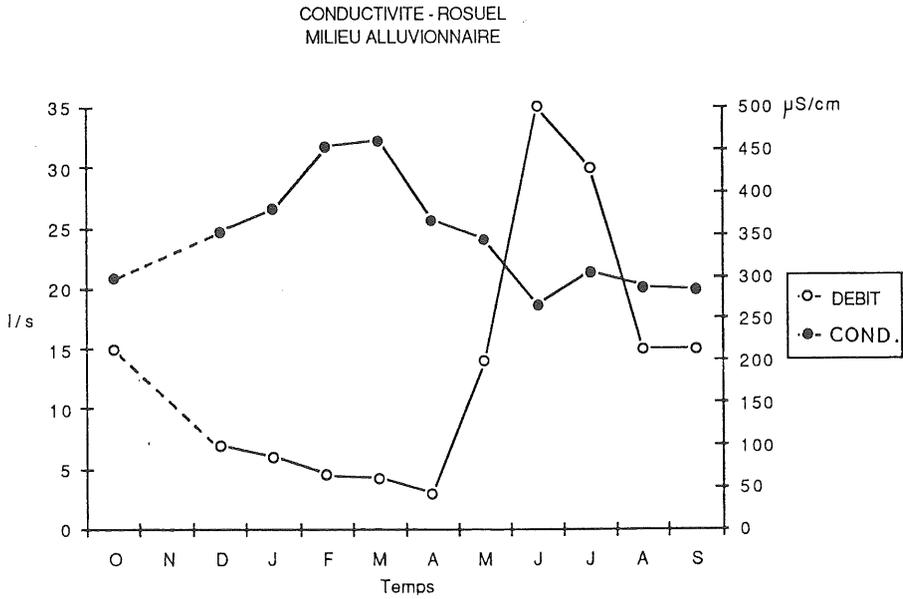


FIG. 6. - Variations de la conductivité en milieu alluvionnaire

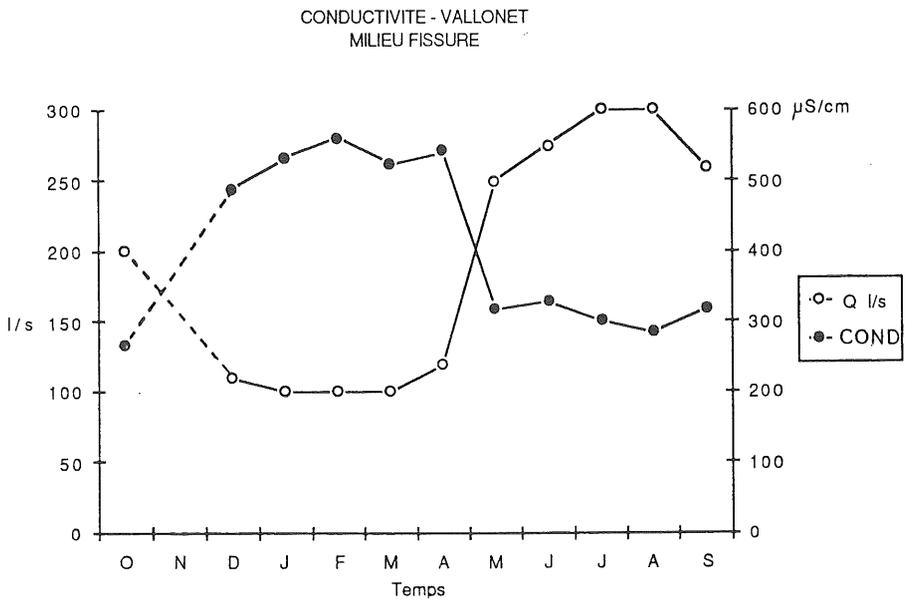


FIG. 7. - Variations de la conductivité en milieu fissuré

de transfert sont assez longs, ce qui permet aux eaux traversant l'aquifère fissuré d'extension plus importante de se reminéraliser.

c) Les zones de contacts anormaux (fig. 8)

Les sources issues de ces milieux se caractérisent par des conductivités élevées liées à la nature évaporitique des roches traversées. Ce sont les teneurs en sulfates, issus de la dissolution des évaporites, qui sont responsables de la forte minéralisation. La variation des conductivités est faible et régulière, celles-ci étant peu sensibles aux variations de débits.

4. Les teneurs en oxygène 18 (fig. 9)

Les teneurs en oxygène 18, dans le cadre limité de la Vanoise, varient en fonction de l'altitude et des saisons. Elles vont nous permettre de définir les altitudes moyennes des bassins versants. Plus la valeur est faible, plus l'altitude du bassin versant est élevée.

a) les milieux alluvionnaires

Les variations sont importantes aussi bien au niveau de l'année que de chaque mois. Elles témoignent de l'hétérogénéité des bassins versants. Comme l'effet tampon n'existe pas dans les nappes, on note de suite quelle partie du bassin versant alimente la nappe (partie haute en décembre, partie basse en février, de nouveau partie haute pour mars, pour l'hiver considéré 1988/1989).

b) les milieux fissurés

L'homogénéisation des réserves déjà remarquée explique les faibles variations des teneurs. L'infiltration du début d'hiver a fourni au réservoir fissuré sa valeur moyenne hivernale.

c) les zones de contacts anormaux.

Les variations des teneurs sont très faibles, ce qui confirme l'homogénéisation des eaux collectées grâce au long temps de transfert et aux réserves en eau importantes qui permettent un bon mélange.

IV. - CONCLUSION

La géologie de la Vanoise met en évidence quatre principaux types de roches pouvant être regroupés en deux grands groupes :

- les micaschistes et gneiss du socle Vanoise-Ambin et les schistes et calc-schistes des couvertures piémontaises et liguro-piémontaises qui constituent les formations aquicludes ;

- les quartzites, calcaires, marbres et dolomies (*a*) de la couverture des unités piémontaises et briançonnaises et les gypses et cargneules des contacts anormaux (*b*) qui constituent les formations perméables.

La tectonique vigoureuse est responsable en Vanoise :

- du morcellement des ensembles lithologiques et de leur fracturation : il s'en est suivi la création d'aquifères en milieu fissuré s.l. issus de (*a*).

- de la création d'ensembles de grandes dimensions à évaporites (*b*) , sièges de circulations en zones de contacts anormaux.

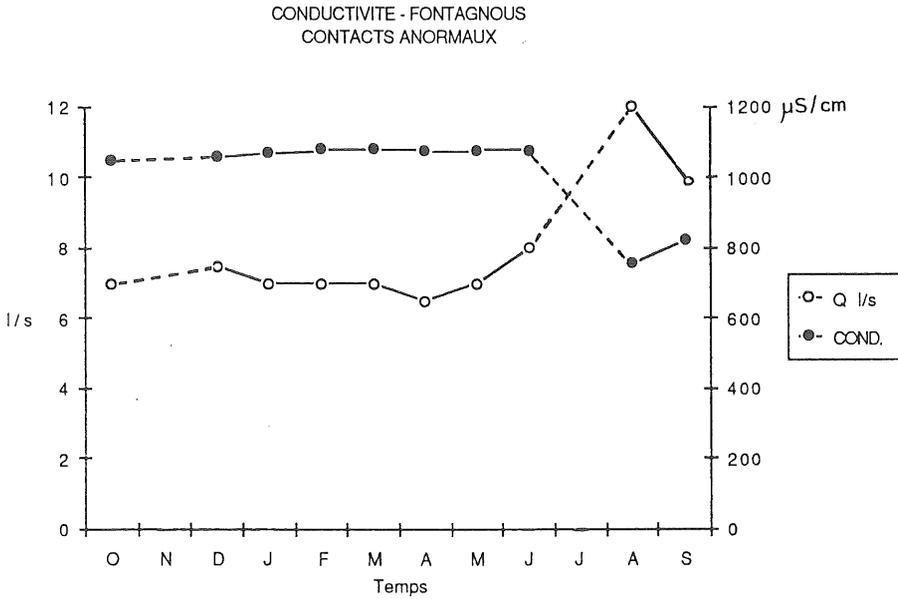


FIG. 8. - Variations de la conductivité en zone de contact

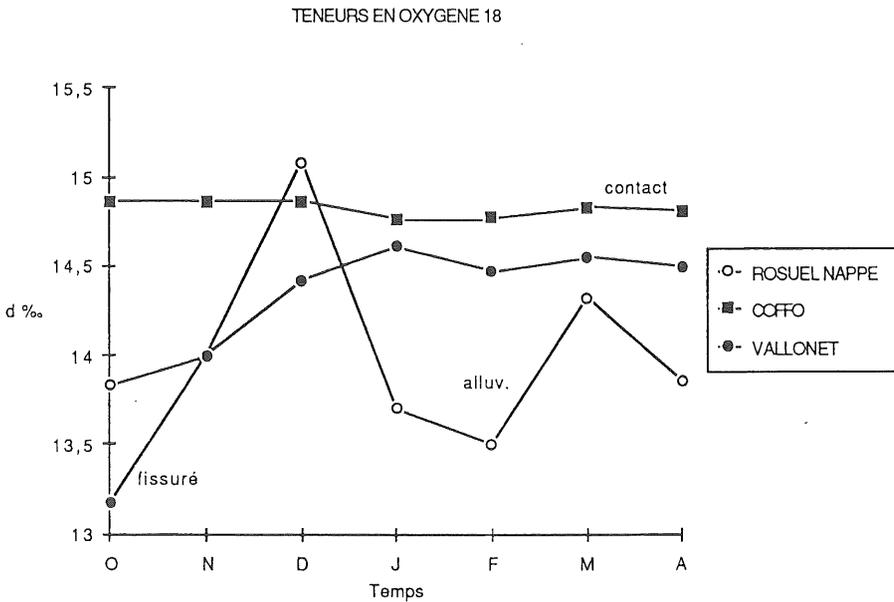


FIG. 9. - Comparaison des variations des teneurs en ¹⁸O entre les trois milieux aquifères rencontrés

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

- de la fragilisation des massifs rocheux qui, érosion aidant, a permis le comblement d'ombilics par des sédiments sablo-graveleux et la création d'aquifères en milieux alluvionnaires.

Quatorze sources représentatives de ces trois types d'aquifères sont actuellement étudiées par le biais de mesures physiques, chimiques et isotopiques. Il en ressort que :

- les aquifères en milieux alluvionnaires ont, du fait de leur faible extension, des réserves limitées, un temps de transfert très rapide et une grande sensibilité aux conditions hydrologiques de surface ;

- les aquifères en milieux fissurés ont des temps de transfert plus longs. Les réserves sont relativement importantes et permettent une certaine homogénéisation des eaux au pas de temps mensuel ;

- les aquifères des zones de contacts anormaux sont caractérisés par des conductivités élevées liées aux teneurs en sulfates. Les temps de transfert sont les plus longs et l'amortissement saisonnier des réponses met en évidence des réserves énormes jouant un rôle tampon.

BIBLIOGRAPHIE

- BROUDOUX (B.), 1985. - Géologie des unités de Vanoise septentrionale et méridionale de Pralognan à Tignes (Alpes de Savoie) - Thèse de 3^{ème} cycle, Université de Lille, 229 pages.
- CRUCHET (M.), 1985. - Influence de la décompression sur le comportement hydrogéologique des massifs cristallins en Basse Maurienne (Savoie, France) - *Géol. Alpine*, t. 61 : 65-73.
- DE MARSILY, 1981. - Hydrogéologie quantitative. Collection Sciences de la Terre, Masson Editeur, Paris, 215 pages.
- DEVILLE (E.), 1986. - Données nouvelles sur le cadre stratigraphique et structural de l'unité de la Grande Motte (Massif de la Vanoise, Alpes de Savoie). Conséquences paléogéographiques - *Géol. Alpine*, t. 62 : 51-61.
- DEVILLE (E.), 1986. - La klippe de la Pointe du Grand Vallon (Vanoise - Alpes occidentales) : un lambeau de métasédiments à foraminifères du Maestrichtien supérieur couronnant les nappes de «Schistes lustrés» - *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 303, II : 1221-1226.
- DEVILLE (E.), 1987. - Etude géologique en Vanoise orientale (Alpes occidentales Françaises, Savoie) - Thèse de 3^{ème} cycle, Université de Savoie, Chambéry, 297 pages.
- DONDEY (H.), 1986. - Etude géologique des unités de Vanoise méridionale de Pralognan à Aussois (Alpes de Savoie) - Thèse d'Université, Grenoble, 246 pages.
- ELLENBERGER (F.), 1958. - Etude géologique du pays de Vanoise - *Mém. Serv. Cart. géol. de Fr.*, 561 pages.
- FABRE (J.), 1961. - Contribution à l'étude de la zone houillère en Maurienne et en Tarentaise (Alpes de Savoie) - *Mém. B.R.G.M.*, n° 2, 315 pages.
- FOURNIER (M.F.), NICOUDE (G.), 1982. - Approche comparative de la porosité efficace des grands ensembles lithologiques des Alpes du Nord par l'analyse des écoulements superficiels, p. 315-322. Les milieux discontinus en hydrogéologie. Coll. nation. G. Castany, Orléans, B.R.G.M.

AQUIFERES DE VANOISE

- FUDRAL (S.), NICOUDE (G.), 1985. - Le substrat géologique du canton d'Aime. Les ressources en eau et le développement touristique. Extraits de «L'aménagement de la haute montagne et ses conséquences sur l'environnement. Le canton d'Aime (Savoie)». Recherche en milieu rural. PIREN-CNRS, p. 31-46 et p. 203-212.
- FUDRAL (S.), DEVILLE (E.), MARTHALER (M.), 1987. - Distinction de trois ensembles d'unités dans les «Schistes lustrés» compris entre la Vanoise et le Val de Suse (Alpes franco-italiennes septentrionales) : aspects lithostratigraphiques, paléogéographiques et géodynamiques - *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 305, II : 467-472.
- GOTTIS (M.) DROGUE (C.), 1983. - Le milieu fissuré. *Hydrogéologie-Géologie de l'ingénieur*, n° 1 : 203-212.
- GOURGAND (B.), 1963. - Hydrogéologie des roches fracturées : étude du massif cristallin du Rissiou et de sa couverture sédimentaire. Aménagement EDF de Grand'Maison (Isère). Thèse de 3^{ème} cycle, Université Sci. et Med. Grenoble, 238 pages.
- GUILLOT (F.), 1987. - Géologie de l'antépermien de Vanoise septentrionale (zone Briançonnaise interne, Alpes occidentales, Savoie, France) - Thèse de doctorat, Université de Lille, 280 pages.
- JAILLARD (E.), 1984. - Etude géologique des unités Briançonnaises de Vanoise occidentale au Sud-Est de Pralognan (Savoie), évolution structurale et sédimentaire - Thèse de 3^{ème} cycle, Université de Grenoble, 212 pages.
- MAIRE (R.), 1984. - Un exemple de karst haut-alpin : le désert de Platé, Haute-Savoie. *Karstologia*, n° 3 : 25-33.
- MARIEZ (G.), DEVILLE (E.), NICOUDE (G.), 1986. - Hydrogéologie et structures géologiques en Vanoise : exemple du Doron de Termignon (Savoie) - *Trav. sci. Parc nation. Vanoise*, XV : 31-46.
- MARION (R.), 1985. - Contribution à l'étude géologique de la Vanoise (Alpes occidentales). Le Massif de la Grande Sassièrre et la région de Tignes. Thèse de 3^{ème} cycle, Université de Savoie, Chambéry, 172 pages.
- MARTHALER (M.), FUDRAL (S.), DEVILLE (E.) et RAMPNOUX (J.P.), 1986. - Mise en évidence du Crétacé supérieur dans la couverture septentrionale de Dora Maira, région de Suse, Italie (Alpes occidentales). Conséquences paléogéographiques et structurales. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 303 : 91-96.
- NICOUDE (G.) RAMPNOUX (J.P.), 1977. - Evaluation des ressources en eau en montagne : le cas des Alpes de Savoie. Coll. nat. B.R.G.M. Les eaux souterraines et l'approvisionnement en eau de la France. Nice, t. II, p. 473-494.
- NICOUDE (G.), 1987. - L'eau potable en haute montagne : contrôle des ressources par les milieux peu perméables fracturés. Exemple des Alpes de Savoie - *Hydrogéologie*, n° 3 : 177-184.
- RAMPNOUX (J.P.), NICOUDE (G.), 1979. - Les circulations souterraines entre le Col de la Vanoise et Pralognan (Massif de la Vanoise, Savoie) - *Trav. sci. Parc nation. Vanoise*, X : 71-82
- TARDY (M.), DEVILLE (E.), FUDRAL (S.), GUELLEC (S.), MENARD (G.) THOUVENOT (F.) et VIALON (P.). - Interprétation structurale des données du profil de sismique réflexion profonde ECORS-CROP Alpes entre le front pennique et la ligne du Canavese (Alpes occidentales). *Bull. Soc. géol. Fr.*, à paraître - 1990.

(Reçu pour publication, décembre 1989).

LACS D'ALTITUDE ET FLUCTUATIONS GLACIAIRES RECENTES EN MAURIENNE PARC NATIONAL DE LA VANOISE

par Jean-Louis EDOUARD⁽¹⁾

Introduction	48
I. — Des lacs de type «polaire» - caractéristiques principales	49
II. — Variations contemporaines des glaciers et apparition récente des lacs	49
Conclusion	60
Bibliographie	60

Résumé. - De nombreux plans d'eau naturels sont apparus au cours du retrait glaciaire depuis le milieu du XIX e siècle. Les documents cartographiques et les photographies aériennes permettent de reconstituer l'histoire de 6 d'entre eux pris comme exemple dans le bassin de l'Arc.

Mots-clés. - lacs d'altitude, variations des glaciers, Alpes françaises, Parc National de la Vanoise.

Abstract. - Many natural lakes have been formed during the glacial retreat since about 1850. The story of 6 lakes, situated in the Arc basin, is reconstituted by means of ancient maps and air photographs.

Riassunto. - Numerosi laghi naturali si sono formati durante la decrescenza glaciale iniziata verso il 1850. Per mezzo dell'analisi di carte topografiche e di fotografie vecchie, è possibile ricostituire l'evoluzione storica di 6 laghi, localizzati nel bacino dell'Arc.

(1) U.R.A. 344 C.N.R.S., Laboratoire de la Montagne alpine, c/o Institut de Géographie Alpine, 17 rue Maurice Gignoux, F-38031 GRENOBLE CEDEX.

INTRODUCTION

La comparaison de cartes topographiques anciennes et récentes, de photographies aériennes prises depuis 50 ans, l'étude des archives glaciologiques des Eaux et Forêts et l'observation des marges proglaciaires mettent en évidence l'existence de nouveaux plans d'eau naturels dans le Parc National de la Vanoise et sa périphérie.

Il s'agit de montrer la dynamique d'apparition et de développement des lacs d'altitude, liée aux variations des glaciers dans le contexte de la décrue glaciaire contemporaine, c'est à dire depuis le milieu du XIX^e siècle. Des lacs se sont aussi formés en période de crue glaciaire (pendant le Petit Age Glaciaire), retenus par des moraines, mais leur étude n'est pas envisagée ici. La reconstitution de l'histoire de quelques lacs «jeunes», ou en cours de formation, illustre un aspect des modifications naturelles perceptibles de l'environnement en haute montagne.

Deux secteurs de la Vanoise ont été choisis à titre d'exemple : celui de la Haute-Maurienne, avec les lacs du Fond, du glacier des Sources de l'Arc et des Evettes et celui du versant oriental du dôme de Chasseforêt, avec les lacs de Chasseforêt et de l'Arpont (fig.1). Cette présentation résume un travail sur l'histoire des lacs d'altitude, effectué dans le cadre d'un contrat de recherche avec le Parc National de la Vanoise.

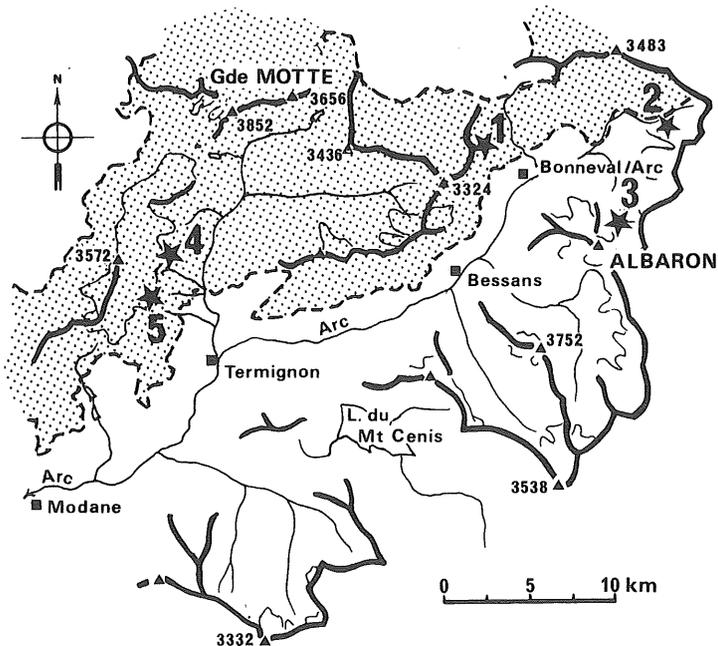


FIG. 1. - Localisation des sites lacs-glaciers étudiés
 1 : lac et glacier du Fond - 2 : lac et glaciers des Sources de l'Arc - 3 : lac et glacier des Evettes - 4 : lacs supérieur et inférieur et glacier de Chasseforêt - 5 : lac et glacier de l'Arpont. Tirets : limites de la zone centrale du Parc national de la Vanoise.

I. — DES LACS DE TYPE « POLAIRE » CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Ces lacs sont situés à haute altitude, entre 2540 m et 2900 m. Leurs dimensions sont réduites, 1 à 7 ha de superficie. Les profondeurs varient 3,5 m à 17,3 m. Des cartes bathymétriques ont été dressées pour trois d'entre eux : lacs des Evettes, des Sources de l'Arc et du Fond (fig.2A, 2B et 2C).

Les six lacs étudiés sont proglaciaires (devant le glacier) :

Le Lac des Evettes se trouve 500 m environ en aval du glacier du même nom. Les deux lacs de Chasseforêt ne sont plus en contact direct avec le glacier de Chasseforêt : le front du glacier est suspendu sur des barres rocheuses au droit des lacs. Des névés persistants bordent partiellement les rives.

Les trois autres lacs, lac du glacier des Sources de l'Arc, lac du Fond et lac de l'Arpont, sont en contact avec la glace et peuvent être qualifiés de lac juxtaglaciaire.

Leurs eaux sont très peu minéralisées (conductivité < 50 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$) ce qui s'explique par un substratum rocheux constitué de roches métamorphiques (micaschistes, schistes lustrés, gneiss du Grand Paradis) et par l'alimentation de type nivo-glaciaire. Les eaux sont souvent turbides, en particulier celles du lac du glacier des Sources de l'Arc (transparence mesurée au disque de Secchi < 30 cm), car les eaux de fusion glaciaire sont chargées en limons.

Ces lacs sont gelés pendant 9 à 10 mois. La température des eaux ne dépasse guère 4 à 5°C au cours de l'été, en raison de l'altitude, de la présence du glacier ou de névés sur les rives et des apports d'eau froide par les torrents glaciaires. Des observations plus détaillées, non publiées, du régime thermique de lacs semblables, situés dans le massif des Ecrins (Arsine, Rouies), montrent que ces lacs juxtaglaciaires connaissent un régime thermique de type monomictique froid (température toujours inférieure à 4°C, un seul brassage de la masse d'eau pendant la courte période de dégel estival).

Ces lacs de haute montagne sont soumis à des conditions de milieu extrêmes, marquées par le froid. Ils constituent des milieux aquatiques où la productivité biologique est quasi nulle, ce qui les classent dans la catégorie dite « des lacs polaires », catégorie qui ressort des résultats d'une classification typologique primaire des lacs d'altitude des Alpes françaises (Groupe de recherche « gestion des eaux continentales des espaces protégés », 1985 et J.P. MARTINOT- A. RIVET, 1986). Les caractéristiques de ces lacs découlent de l'environnement d'altitude et de son évolution récente, donc de leur histoire.

II. — VARIATIONS CONTEMPORAINES DES GLACIERS ET APPARITION RECENTE DES LACS

A - VARIATION DES GLACIERS

La comparaison des cartes topographiques publiées depuis un peu plus d'un siècle met en évidence la diminution des surfaces englacées et la figuration de

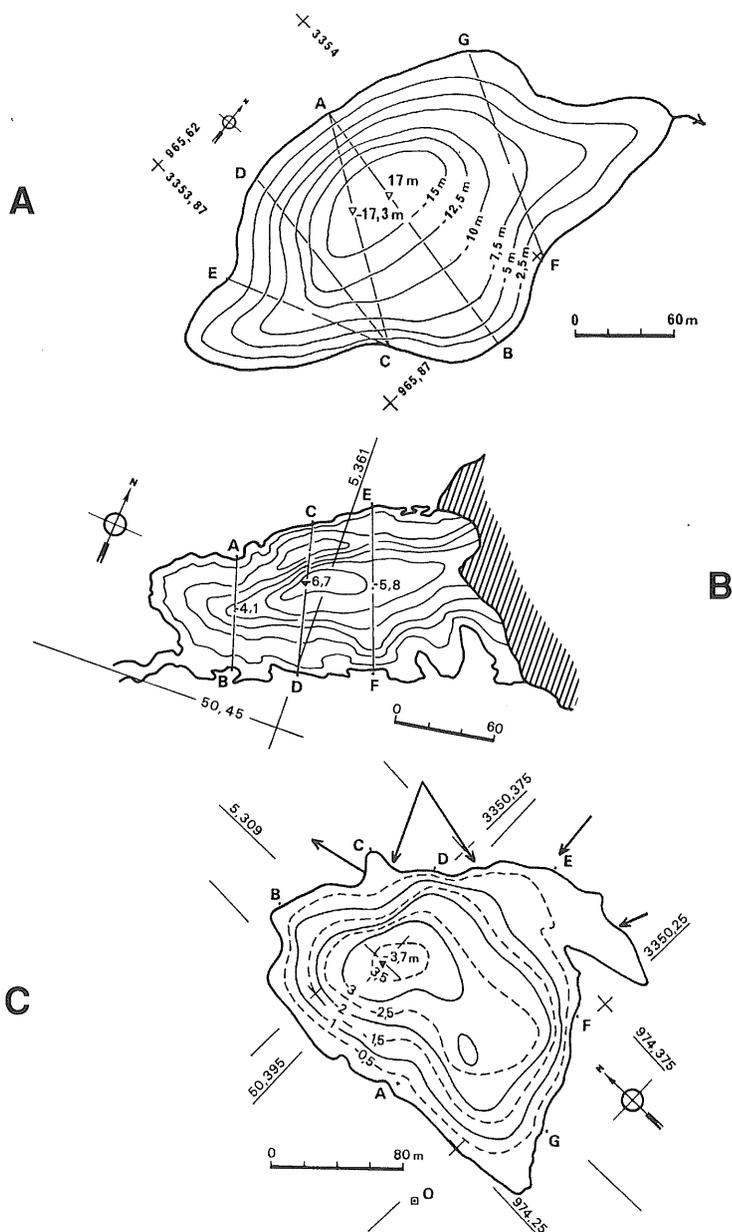


FIG. 2. - Cartes bathymétriques
 A : lac du Fond (sept. 88) - B : lac du glacier Nord des Sources de l'Arc (sept. 87) - C : lac des Evettes (sept. 86)

nouveaux plans d'eau dans les espaces libérés. L'existence de ces lacs est donc liée aux variations récentes des glaciers qui occupent leurs bassins versants. Les variations des glaciers qui nous intéressent ici ne sont bien connues que pour deux d'entre eux : le glacier des Evettes et le glacier des Sources de l'Arc.

Les courbes de variations de leurs fronts ont été reconstituées, en plus des données cartographiques classiques, grâce aux observations initiées par le Prince R. BONAPARTE (1890-1892) et GIRARDIN (1902-1906), aux levés topographiques des Eaux et Forêts récapitulés par MOUGIN (1925, 1934) mais poursuivis jusque vers 1965. Ces derniers sont complétés, plus récemment pour le glacier des Evettes, par les restitutions photogrammétriques du Laboratoire de glaciologie de Grenoble (LGGE-CNRS) pour les années 1975, 1978 et 1981. Ces courbes traduisent un retrait glaciaire globalement continu depuis un siècle et demi (fig. 3) et sont semblables à des nuances près (avancées des années 1920 et 1980 peu ou pas marquées) aux courbes déjà publiées (L. REYNAUD, 1984 et 1988). Le glacier des Evettes qui a reculé de 1500 m environ entre 1860 et 1980, s'est séparé du glacier du Grand Méan vers 1930. Le retrait du glacier des Sources de l'Arc, du même ordre de grandeur, a donné naissance à deux langues glaciaires vers 1960, puis s'est scindé en deux appareils autonomes vers 1970. La carte de 1864 figure un petit lac frontal à 2209 m, aujourd'hui asséché.

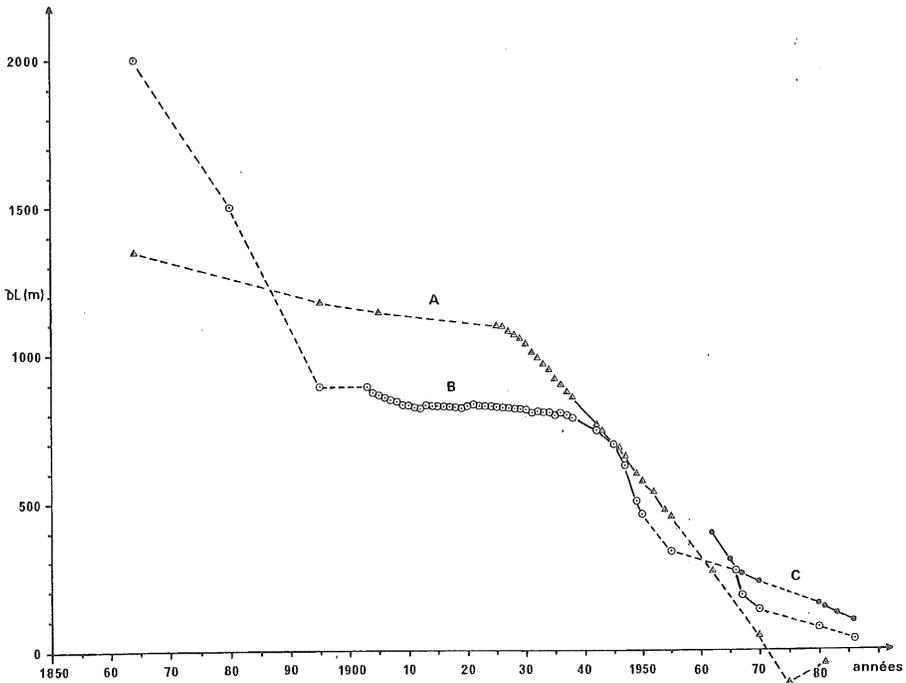


FIG. 3. - Variation des positions des fronts du glacier des Evettes (A), du glacier des Sources de l'Arc (B) et du glacier Nord des Sources de l'Arc, individualisé dans les années 60 et qui s'achève dans le lac (C).

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

Pour les autres glaciers, on ne dispose que des données cartographiques :

- la carte d'Etat Major au 1/80000 (feuilles de St Jean de Maurienne et Bonneval), levée en 1864 : les minutes sont à l'échelle du 1/40000, en couleurs ; il existe deux versions remarquables, l'une sur carton en courbes de niveau (la minute de terrain), l'autre en hachures sur papier (cartothèque IGN, St Mandé).

- le plan directeur à l'échelle du 1/20000, levé en 1899 (Modane 4) et 1902-03 (Tignes 6,8 et Lanslebourg 3,4).

- la carte topographique à l'échelle du 1/25000 (feuilles 3633 Est et 3634 Ouest), établie d'après les photographies aériennes de 1970.

L'examen de la carte d'Etat Major et l'analyse glacio-morphologique (identification des systèmes morainiques du Petit Age Glaciaire) permettent de reconstituer l'extension des glaciers à la fin de cette période, vers le milieu du XIX^e siècle. Avec les cartes suivantes, il est possible de dessiner une carte des modifications des surfaces englacées entre le milieu du XIX^e siècle et 1900, entre 1900 et 1970. Un exemple en est donné avec le site des Evettes (fig.4). Notons que, malgré une réavancée glaciaire récente, constatée d'après le suivi de plusieurs glaciers alpins français (REYNAUD, 1988), les positions des glaciers en 1986 ou 1988 sont en retrait par rapport à celles de 1970, signifiant donc des pertes de glace supplémentaires, non mesurées ici.

En 150 ans, les pertes de superficie sont énormes, entre 30 et 50 %, comme le montre l'exemple des glaciers de Haute-Maurienne :

Glaciers	v.1850-1891	1891-1970	v.1850-1970
	dS (en ha)	dS (en ha)	dS (en ha)
Derrière-les-Lacs	172	130	76
Sources de l'Arc	617	498	368
Mulinet	427	353	262
Grand Méan	439	317	258
Evettes	552	407	347
Total	2207	1705	1311

Le versant oriental du dôme de Chasseforêt a, lui, perdu environ 4,5 km² de glace pendant la même période.

Les espaces libérés ont permis la formation de lacs dans les dépressions topographiques plus ou moins vastes et profondes, dues au surcreusement glaciaire dans un substratum tectonisé. Ces dépressions sont soit entièrement rocheuses (Arpont), soit mixtes (Chasseforêt). Des profils transversaux passant par l'emplacement des lacs ont été dressés d'après les cartes et la position des moraines latérales. 80 à 130 m de glace recouvraient ces cuvettes lacustres au milieu du XIX^e avant de fondre progressivement (fig. 5A, 5B et 5C). Le recul des glaciers n'a pas toujours été suffisant pour isoler complètement la cuvette lacustre, à l'aval du glacier.

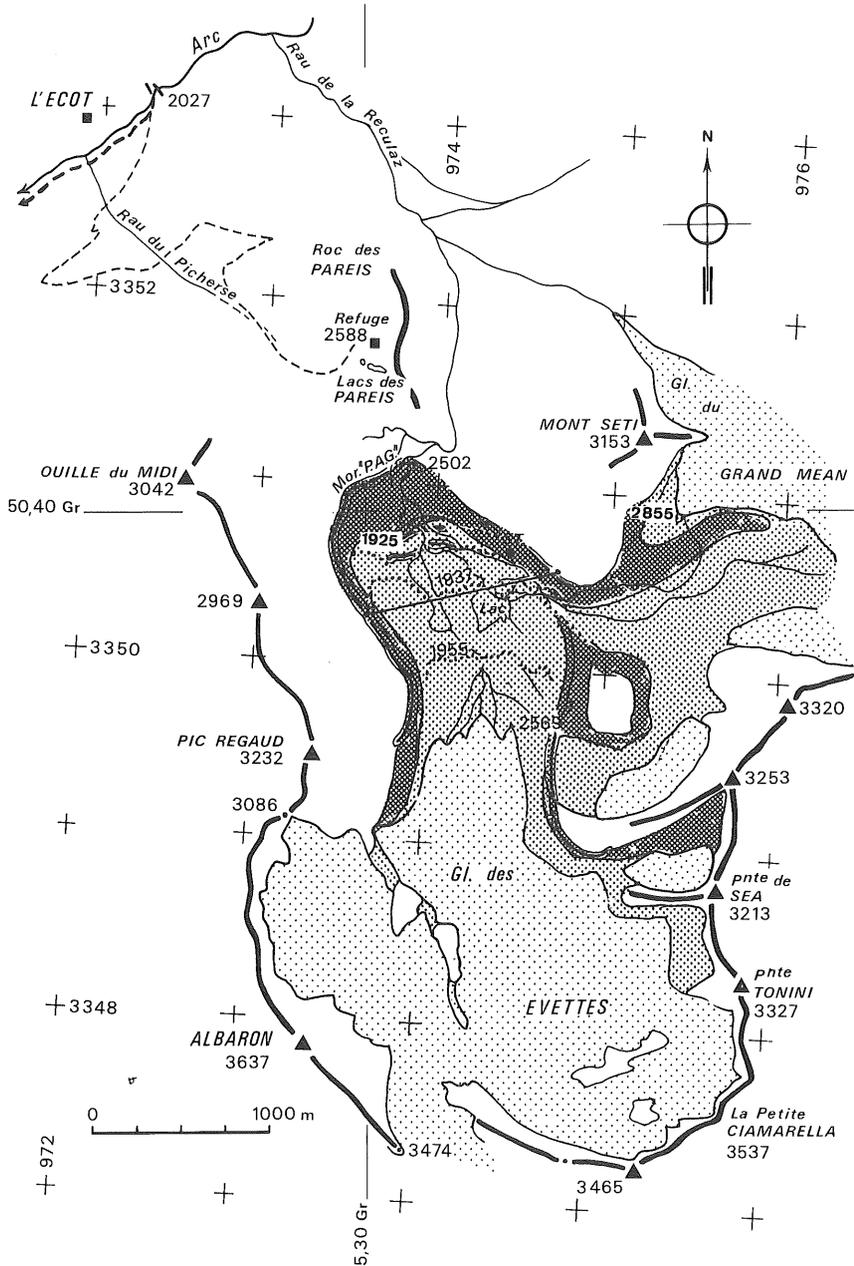


FIG. 4. - Variation de l'extension du glacier des Evettes et de la langue diffulente du glacier du Grand Méan : A - extension en 1970 (trame lâche) ; B - milieu du XIX^e siècle à 1903 (trame serrée) ; C - 1903-1970 (trame intermédiaire).

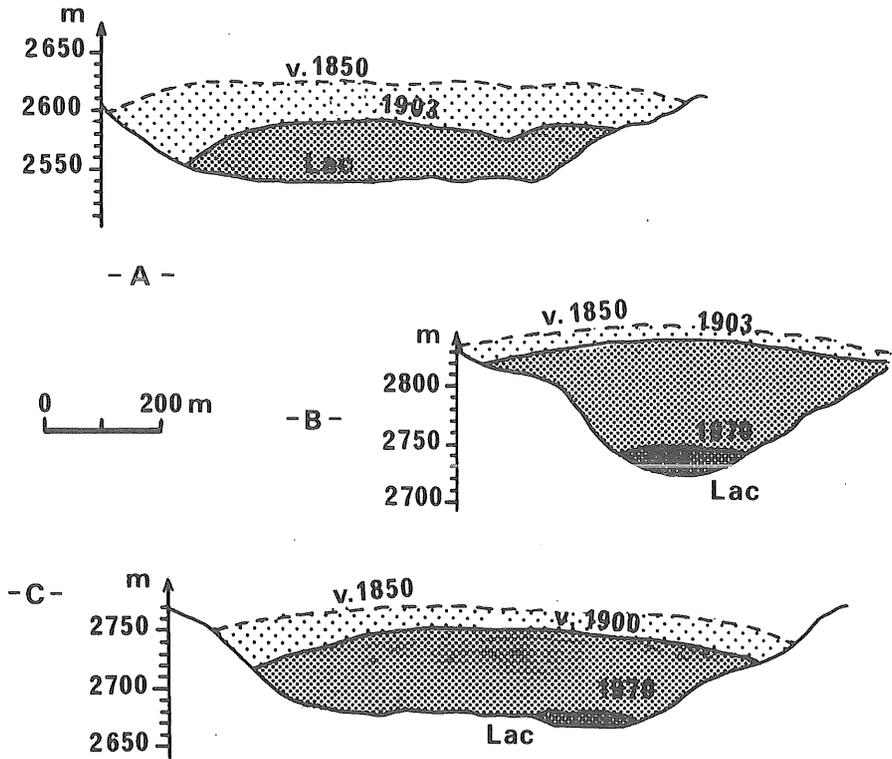


Fig. 5. - Variation d'épaisseur des glaciers des Sources de l'Arc (B), des Evettes (A) et de l'Arpont (C) au droit des lacs entre le milieu du XIX^e siècle et 1970-80.

B - CHRONOLOGIE DU DEVELOPPEMENT DES LACS

Il est possible de préciser la date d'apparition des six lacs et de montrer les étapes de leur développement par une exploitation simple des cartes topographiques et des photographies aériennes IGN et/ou CEMAGREF pour trois d'entre eux. Les plans d'eau visibles sur les photographies aériennes disponibles ont été cadrés et agrandis à l'échelle du 1/2000 après repérage de points caractéristiques au sol, sur photo et mesure des distances réelles.

Les lacs sont présentés dans l'ordre chronologique d'apparition.

1- Lac du Fond

Le Lac du Fond est entouré de cordons morainiques qui marquent l'extension du glacier lors du maximum du Petit Age Glaciaire. D'après la disposition de ces moraines, le glacier occupait tout le cirque et émettait deux langues, l'une vers la rive Sud, l'autre à l'emplacement de l'émissaire actuel du lac. Cela est confirmé par la représentation du glacier sur la minute de la carte d'Etat Major levée en 1864. Le glacier constituait alors une partie d'un glacier plus vaste, nommé glacier de Bézin.

En 1864, le lac n'existe donc pas. Il est figuré, pour la première fois, sur le plan directeur au 1/20 000, levé en 1903, ce qui place la formation du lac du glacier du Fond entre 1864 et 1903. Si le levé topographique est exact, la superficie du lac était d'environ 1 ha en 1903 pour atteindre 3,4 ha en 1970.

2- Lac des Evettes

Les archives glaciologiques des Eaux et Forêts (photographies au sol et levés topographiques du front) permettent de dater avec précision la naissance et l'évolution de la surface du lac en fonction du recul du front du glacier (fig. 6). Des modifications secondaires du tracé des berges non en glace sont dues à la fois à la précision relative du levé des contours du lac (peu de points cotés) et aux épanchages fluvio-glaciaires.

L'évolution de la superficie du lac est donnée par le tableau ci-dessous :

Année	Superficie	Année	Superficie
1936	0,04 ha	1945	2,32 ha
1937	0,15 ha	1946	2,93 ha
1938	0,30 ha	1947	2,85 ha
1942	1,48 ha	1949	3,19 ha
1943	1,74 ha	1981	3,00 ha

Entre 1935 et 1939 (date de la première mission aérienne), le dégagement de la cuvette est commencée, mais se limite à une zone réduite devant la sortie de l'émissaire du glacier, à l'emplacement du futur exutoire du lac. C'est entre 1939 et 1942 qu'un lac juxtaglaciaire se développe. Entre 1942 et 1949, le lac double sa superficie qui passe de 1,5 ha à environ 3 ha, tout en restant en contact avec le front du glacier (photo 1). A partir de 1950, le lac n'est plus en contact avec le glacier des Evettes (photo 2).

3 - Lacs de Chasseforêt

L'examen de la minute au 1/40 000 de la carte d'Etat Major montre que le front du glacier de Chasseforêt s'étale sur un vaste plateau jusqu'à l'altitude d'environ 2650 m, conforme à la position des moraines attribuées au Petit Age Glaciaire.

Le plan directeur au 1/20 000, levé en 1891 et 1904-06, met en évidence un retrait d'environ 400 m de la langue glaciaire de Chasseforêt dont le front est alors à 2730 m et la formation d'un petit lac juxtaglaciaire.

Le Lac inférieur de Chasseforêt est visible sur les photographies aériennes de 1953. Il n'a pas encore son extension maximale, constatée sur les photographies aériennes de 1967. Ce lac a donc commencé à se développer pendant la première moitié du XX^e siècle.

Le Lac supérieur de Chasseforêt, visible pour la première fois sur les photographies aériennes de 1967, se dégage entre 1953 et 1967. Entre 1967 et 1988, la superficie du lac a encore augmenté avec le retrait du front glaciaire sur un gradin rocheux.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

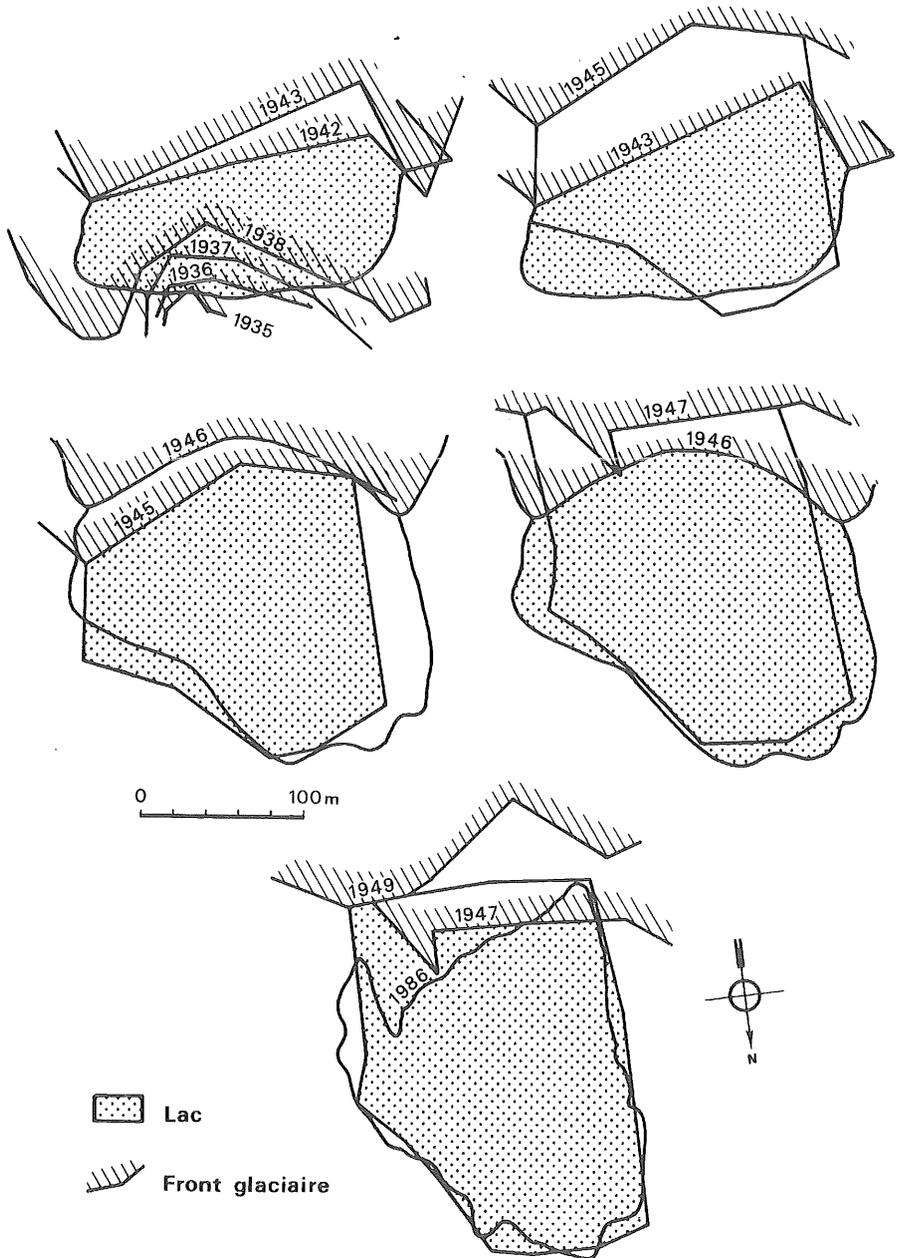


FIG. 6. - Evolution de la surface du lac des Evettes, d'après les levés glaciologiques des Eaux et Forêts entre 1935 et 1949.

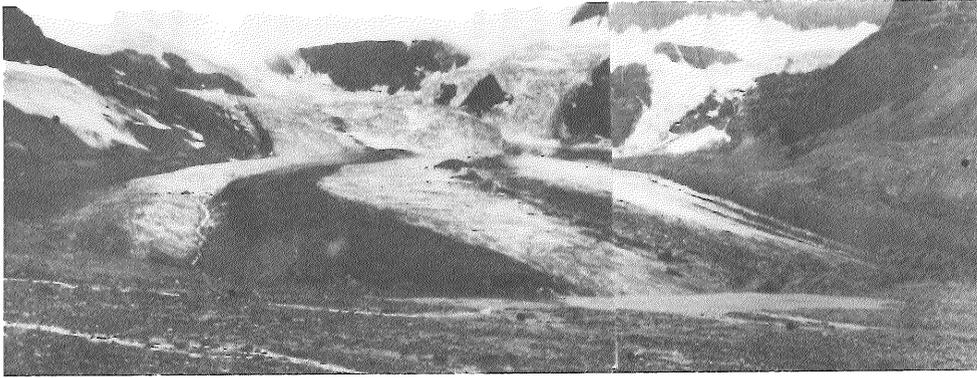


Photo 1 - Lac et glacier des Evettes le 23 août 1943, photomontage d'après cliché Kobloth, Eaux et Forêts, n° 185-187.

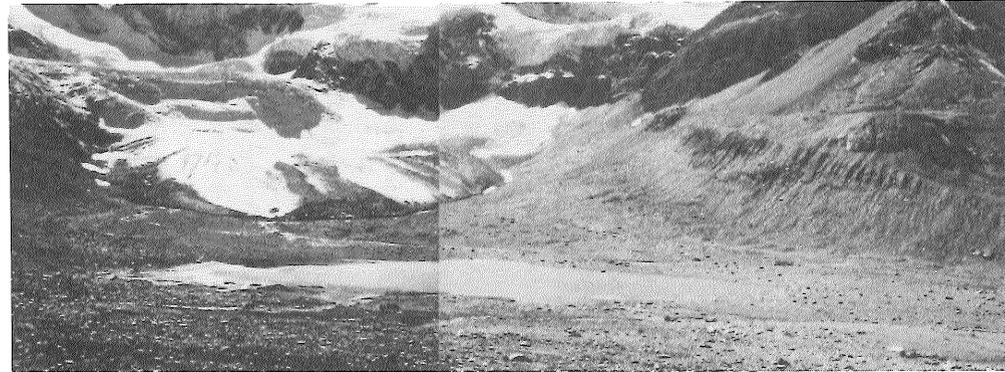


Photo 2 - Lac et glacier des Evettes le 1er octobre 1986, pris du même point. Le front du glacier est 500m en amont du lac. Photomontage d'après cliché Edouard.

4 - Lac de l'Arpont

Il apparaît entre 1953 et 1962. Les photographies aériennes montrent qu'en 1953, le front du glacier de l'Arpont atteignait l'exutoire actuel du lac. La photo-interprétation des missions de 1962, 1967, 1970, 1980 et 1988 permettent de reconstituer l'extension du lac (fig. 7A). L'évolution de la superficie est la suivante :

Année	Superficie	Année	Superficie
1953	0 ha	1970	2,0 ha
1962	0,7 ha	1980	2,9 ha
1967	1,6 ha	1988	2,8 ha

Il est possible d'en déduire également une valeur correcte du retrait du front du glacier entre ces dates, environ 300 m entre 1953 et 1988. Entre 1980 et 1988, la position du front est sensiblement la même. En 1988, le front du glacier est toujours en contact avec le lac. Mais des ruptures de la glace provoquées par le réseau de crevasses permettent de voir un gradin rocheux. Ce dernier limite déjà l'extension future du lac si le recul glaciaire se poursuit. Le Lac de l'Arpont a ainsi probablement atteint sa configuration maximale, d'autant plus qu'un épandage fluvio-glaciaire se développe sur sa rive sud près du front, aux dépens du lac.

5 - Lac du glacier des Sources de l'Arc

C'est l'un des deux principaux lacs de formation récente, avec le lac des Evettes, dans le secteur du haut Arc. Il en existe d'autres, plus petits, par exemple, celui qui se forme au front de la langue Sud du glacier du Grand Méan vers 2850.

L'histoire du Lac du glacier des Sources de l'Arc se reconstitue bien à l'aide des photographies aériennes I.G.N. et CEMAGREF (fig. 7 B).

Celui-ci apparaît entre 1967 et 1970 ; depuis cette date, il ne fait que s'étendre aux dépens de la langue terminale Nord du glacier (recul de 160 m entre 1967 et 1986). En 1967, le front du glacier stationne au niveau du seuil de l'émissaire actuel du lac. En 1970, le lac n'est encore qu'une zone d'épandage inondée, la dépression lacustre, proprement dite, plus en amont, ne s'individualisant qu'en 1975. Actuellement, le front en biseau traduit la poursuite du retrait du glacier. L'extension du lac a probablement atteint son maximum d'après les faibles profondeurs du lac en avant du front glaciaire :

Année	Superficie	Année	Superficie
1967	0,12 ha	1980	0,88 ha
1970	0,25 ha	1981	0,98 ha
1975	0,55 ha	1983	1,30 ha
1978	0,70 ha	1986	1,60 ha

Parallèlement à l'extension continue du lac, le glacier n'a fait que reculer pendant les années 1980 (50 à 60 m entre 1980 et 1986). Ce comportement, moins net dans le cas du glacier de l'Arpont, est différent de celui des glaciers à front terrestre observés classiquement (L. REYNAUD, 1988).

LACS ET FLUCTUATIONS GLACIAIRES

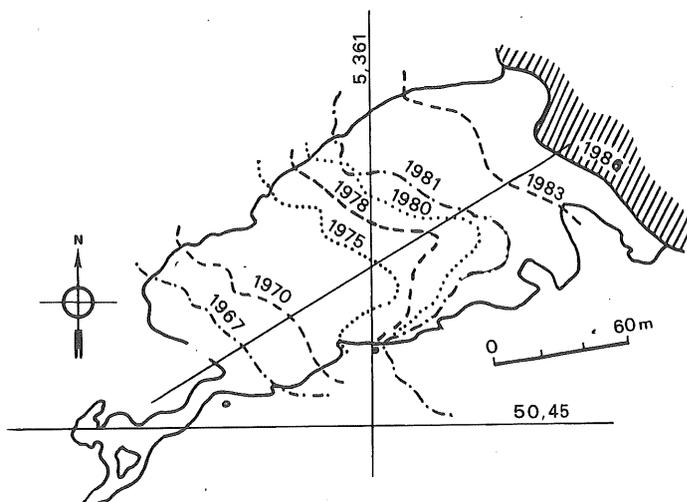
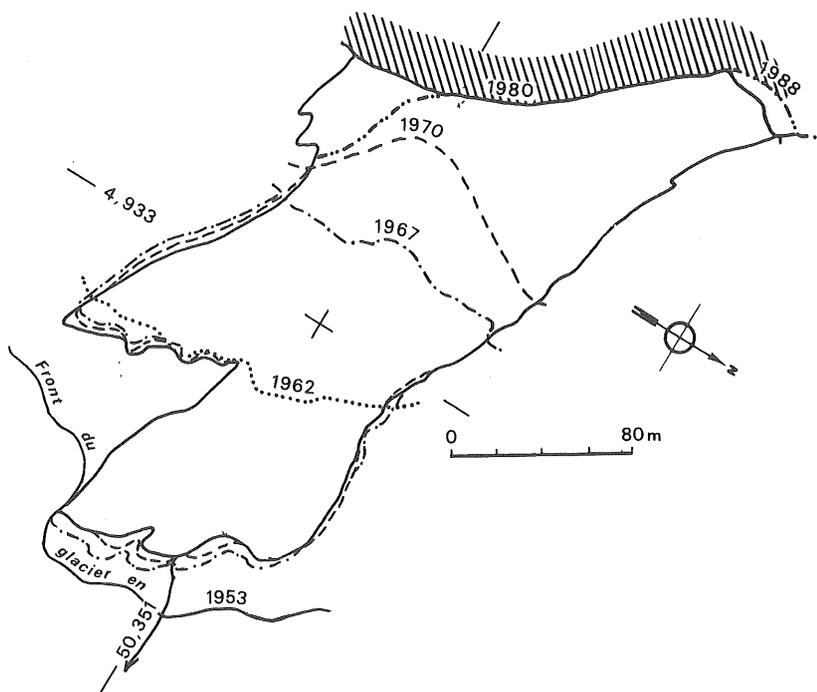


FIG. 7. - Recul des fronts des glaciers de l'Arpont (A) et des Sources de l'Arc (B); extension concomitantes des lacs juxtaglaciaires, d'après les photographies aériennes IGN et CEMAGREF.

CONCLUSION

Ces exemples illustrent un phénomène général dans les régions englacées : tout au long de la période de décrue glaciaire, des lacs apparaissent, isolés ou non du front du glacier. D'autres cas existent en Vanoise : cirque ouest de Chavière, lac au front de la langue diffluyente du glacier de Gébroulaz vers le Lac Blanc de Polset,... En se limitant aux Alpes françaises, des exemples spectaculaires ont aussi été décrits dans le massif des Ecrins et dans celui des Grandes Rousses (EDOUARD, 1985 et 1986).

La formation et l'extension d'un lac est un processus rapide en période de décrue glaciaire, à l'échelle de la génération humaine. Cela donne une idée de la vitesse de mise en place de la plupart des lacs d'altitude à la fin du Tardiglaciaire.

L'étude de l'évolution de la configuration des lacs juxtaglaciaires par photo-interprétation permet aussi de mesurer les variations de glaciers qui n'avait jamais fait l'objet de suivi glaciologique. Ces glaciers dont la langue s'achève dans un lac ne paraissent pas avoir enregistré la réavancée de ces dernières années. Cela peut s'expliquer ainsi : le profil glacier-surface lacustre est marqué par une rupture de pente au contact glace-eau ; en pénétrant dans l'eau, la langue terminale peut subir, selon la profondeur du lac et l'épaisseur du glacier, une poussée qui soulève la masse de glace ; enfin, les eaux lacustres contribuent à la fusion glaciaire. Cassures et vêlages sont donc favorisés et provoquent le retrait du glacier.

Ces phénomènes témoignent de l'évolution du patrimoine du Parc National de la Vanoise. Celui-ci se modifie à la faveur de la décrue glaciaire, d'où l'intérêt de connaître et de suivre cette dynamique en vue de la gestion de ces espaces protégés. Cette surveillance est d'autant plus importante que les lacs de ce type représentent dans certaines conditions un risque potentiel par débordement, lié au vêlage, et/ou par rupture du barrage naturel si ce dernier est morainique. Si les lacs étudiés dans cet article ne présentent pas de risque, les exemples existants justifient la poursuite d'investigations systématiques : rappelons la vidange du lac de Lesché, sous la Dent Parraché en Vanoise (MARNEZY, 1981) et les travaux de protection effectués pour faire face au risque potentiel représenté par le lac d'Arsine dans le massif des Ecrins (EFFENTERRE, 1987 et VALLON, 1989).

BIBLIOGRAPHIE

- BONAPARTE (Prince R.), 1891-92. - Variations périodiques des glaciers français, *Ann. CAF.*, 18^e année : 482-519, p 494, et *Ann. S.T.D.*, 18^e année : 268-280.
- EDOUARD (J.L.), 1985. - Observations nouvelles sur trois lacs juxtaglaciaires dans les massifs du Haut-Dauphiné. Section de Glaciologie de la Société Hydrotechnique de France, communication aux journées de Grenoble, 22 p, non publié.
- EDOUARD (J.L.), 1986. - Evolution récente d'un lac juxtaglaciaire : le Lac des Quirliès (massif des Grandes Rousses, Romanche, Isère). *Rev. Géogr. Alpine*, Mélanges J. Loup « l'air, l'eau, les hommes, itinéraire d'un géographe montagnard », XXIV, 1-2 : 93-98.

LACS ET FLUCTUATIONS GLACIAIRES

- EDOUARD (J.L.), 1986. - Etude du site du glacier et du Lac des Evettes : fluctuations glaciaires, genèse du lac et évolution morphologique de la marge glaciaire. Rapport pour le Parc National de la Vanoise, 67 p., non publié.
- EDOUARD (J.L.), 1989. - Lacs d'altitude et fluctuations glaciaires récentes en Maurienne (Parc National de la Vanoise). Rapport destiné au Parc National de la Vanoise, 101 p., non publié.
- EFFENTERRE (C. van), 1987. - Lac du glacier d'Arsine : étude de risque et travaux de protection. Société Hydrotechnique de France. Section de Glaciologie, Grenoble, non publié.
- GIRARDIN (P.), 1903. - Rapport sur les observations glaciaires en Maurienne, Vanoise et Tarentaise, 21/8 et 24/9/1903, *Ann. CAF.-Paris* : 511-536.
- GIRARDIN (P.), 1906. - Le glacier des Evettes en Maurienne. Etude glaciologique et morphologique. *Zeitschrift für Gletscherkunde*, I : 31-45.
- Groupe de recherche inter-espaces protégés, 1985. - Synthèse des résultats acquis dans le cadre de la typologie primaire des lacs d'altitude. Rapport destiné au Ministère de l'Environnement, 63 p.
- MARNEZY (A.), 1981. - Vidange brutale d'un lac proglaciaire en Vanoise. *Rev. Géogr. Alpine*, t. LXIX, 3 : 489-494.
- MARTINOT (J.P.), 1979, Ecologie et gestion piscicole des lacs de haute altitude du Parc National de la Vanoise. Thèse 3^{ème} cycle, Grenoble 1, 127 p.
- MARTINOT (J.P.), RIVET (A.), 1989. - Lacs de montagne, mieux connaître et bien gérer, 35p, éd. Parc National de la Vanoise, Conseil général de la Savoie et Ministère de l'Environnement.
- MOUGIN (P.), 1925. - Etudes glaciologiques en Savoie, t.V, 224 p., Imp. Nat.
- MOUGIN (P.), 1934. - Etudes glaciologiques, t. VII, 306 p., Imp. Nat.
- REYNAUD (L.), 1984. - Mesures des fluctuations glaciaires dans les Alpes françaises. Collecte des données et résultats. *La Houille Blanche*, 6/7 : 519-528.
- REYNAUD (L.), 1988. - Gébroulaz, un glacier de Vanoise. 22 p, Parc national de la Vanoise-Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement du CNRS.
- RIVET (A.) et MARTINOT (J.P.), 1986. - Typologie écologique des lacs de haute altitude du Parc National de la Vanoise en vue de leur gestion, *Trav. sci. Parc nation. Vanoise*, XV : 47-68 p.
- VALLON (M.), 1989. - Evolution, water balance, potential hazards, and control of a pro-glacial lake in the French Alps. *Annals of Glaciology*, 13 : 273-278.
- VIVIAN (R.), JAIL (M.), 1968. - Le glacier des Sources de l'Arc. *Rev. Géogr. Alpine*, t.56, 1 : 205-208.
- VIVIAN (R.), JAIL (M.), 1968. - Le glacier des Evettes, *Rev. Géogr. Alpine*, LVI, 3-4 : 651-654.
- VIVIAN (R.), 1970. - Les glaciers de Chasseforêt, *Rev. Géogr. Alpine*, t. 58, 1 : 237-240.

(Reçu pour publication, décembre 1989)

COLONISATION DE QUARTZITES EN MILIEU ALPIN PAR *RHIZOCARPON GEOGRAPHICUM* (L.) DC (LICHEN CRUSTACÉ SAXICOLE)

1 - Les différents modes de développement du thalle

par Juliette ASTA⁽¹⁾, Marie-Agnès LETROUT⁽²⁾ et Jean WAGNER⁽²⁾

Introduction	64
I. — Matériel et méthodes	66
II. — Résultats	66
III. — Discussion	71
IV. — Conclusion et perspectives de recherche	74
Bibliographie	75

Résumé. — Le développement de *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC, a été étudié sur une population croissant sur quartzite au Col de la Forcle près d'Aime-la-Plagne (Savoie, Alpes Françaises). Il est montré que la morphogénèse met en jeu quatre phénomènes fondamentaux : formation d'aréoles primaires par l'hypothalle, croissance et compartimentation de ces aréoles, confluence des aréoles primaires et confluence des thalles. Mise en évidence de trois modes de développement et discussion des facteurs intervenant.

Summary. — The development of *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC has been studied through a population growing on quartzite at Col de la Forcle near Aime-la-Plagne (Savoie, French Alps). Four major phenomenons intervene : formation of primary areolae by hypothallus hyphae, growth and division of these areolae, confluence of primary areolae and confluence of thalli. Three ways of development are described of which determining factors are discussed.

(1) Laboratoire d'Ecologie végétale, Université Joseph Fourier, B.P 53 X, F-38041 Grenoble Cedex.

(2) Laboratoire de Cryptogamie, Université Paris VI, 9 Quai-Saint-Bernard, F-75252 Paris.

INTRODUCTION

A. CADRE DE L'ETUDE

Dans le cadre général d'un travail concernant l'impact de l'aménagement d'une station de montagne sur l'environnement immédiat, et particulièrement sur la végétation (ASTA, 1985 ; ASTA, AVNAIM et LETROUT, 1986), l'une de nous a commencé en 1982, à la suite du percement d'une piste de ski au Col de la Forcle (Canton d'Aime, Savoie), un suivi de la colonisation de blocs de quartzite par *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC., lichen à thalle crustacé.

Les observations conduites sur le terrain ont permis de constater la présence de populations variées plus ou moins denses selon les blocs observés et formées de thalles tantôt très petits tantôt plus grands.

B. RAPPELS DE QUELQUES DONNEES SUR L'ONTOGENESE DES THALLES LICHENIQUES

1. Cas des *Rhizocarpon*

Au stade adulte, un thalle de *Rhizocarpon geographicum* est constitué de compartiments juxtaposés jaune vif (ou aréoles) contenant les algues symbiotiques. Ces compartiments sont disposés sur une couche fongique continue et noire, l'hypothalle, visible à la marge et souvent aussi entre les aréoles.

Le *Rhizocarpon geographicum* présente un intérêt particulier car il est très utilisé en lichénométrie pour la datation des supports (moraines, délaissés glaciaires etc...). Cette utilisation est basée sur un postulat - corroboré par les nombreuses courbes de croissance établies (voir INNES, 1985) - selon lequel le diamètre du thalle lichénique s'accroît régulièrement chaque année. En conséquence, un thalle est d'autant plus vieux qu'il a un plus grand diamètre. Il a été montré que cette croissance diamétrale est généralement due à l'activité de la marge du thalle.

On trouve quelques données sur la morphogénèse des thalles de *Rhizocarpon geographicum* en particulier chez GALLÖE (1932), RUNEMARK (1956), WAGNER et LETROUT, 1988). Tous les auteurs constatent que l'hypothalle se forme le premier, après germination des spores, et s'étend radialement.

Selon GALLÖE (1932), la formation des aréoles s'effectue par transformation des filaments d'hypothalle autour d'algues capturées. Si les algues sont abondantes, ce phénomène se reproduit plusieurs fois, les aréoles formées sont nombreuses, elles deviennent alors rapidement contigües et l'hypothalle n'est plus distinct entre elles. Par contre, si les algues sont plus rares, la capture est moins fréquente, et les aréoles restent dispersées sur un hypothalle bien visible.

RUNEMARK (1956) étudie l'ensemble des *Rhizocarpon* à thalle jaune. Cet auteur distingue deux types d'aréoles selon leur mode de formation : les aréoles primaires, résultant de la capture d'algues par les filaments de l'hypothalle, et les

aréoles secondaires issues des aréoles primaires qui se craquèlent au cours de leur croissance. En ce qui concerne le développement du thalle, RUNEMARK observe que dans tous les cas, le jeune thalle débute par la naissance, sur un hypothalle réduit, d'une aréole primaire, initiale. Il décrit ensuite deux voies principales de développement. Dans la première voie, l'aréole initiale s'accroît en se craquelant jusqu'à former le thalle adulte à marge continue et bien délimitée. Dans ce cas, la partie lichénisée du thalle dérive donc d'une seule aréole. Dans la deuxième voie, l'hypothalle se développe beaucoup autour de l'aréole initiale qui ne s'accroît pas. Sur cet hypothalle, de nouvelles aréoles primaires se forment en restant isolées les unes des autres. Deux cas sont alors possibles : les aréoles demeurent petites, rares et dispersées sur un hypothalle très développé ou bien chaque aréole s'accroît en se craquelant et on aboutit ainsi à un thalle adulte identique à celui de la première voie. Pour RUNEMARK, ces différences de développement sont essentiellement dues aux conditions du milieu et dans une moindre proportion seulement, aux variations génétiques des espèces.

WAGNER et LETROUT (1988) constatent que les hyphes provenant de la germination de spores ne sont jamais très développées ; ce n'est que lorsque les hyphes portent une aréole que leur densité augmente beaucoup. Comme GALLÖE (1932), ces auteurs notent la formation d'aréoles nouvelles suite à la capture d'algues par les hyphes de l'hypothalle ; ils observent au cours de la croissance de ces aréoles une fragmentation attribuée à des phénomènes physiques répétés de rétraction/dilatation. Ils posent le problème de la confluence des aréoles et celui de la confluence des thalles.

2. Concepts généraux

La conception de la morphogenèse du thalle lichénique a connu une évolution fondamentale durant ces dix dernières années (voir LALLEMANT *et al.*, 1986 ; JAHNS, 1987 ; OTT, 1987 ; WAGNER et LETROUT-GALINOU, 1988). Ainsi, on a montré que le développement du thalle lichénique des espèces crustacées, foliacées et fruticuleuses, en conditions naturelles ou en culture, se fait en plusieurs étapes :

- a) apparition, sur le substratum, d'un réseau de filaments mycéliens issus soit de spores soit de boutures végétatives préalablement désorganisées (isidies, sorédies...), soit, plus rarement, de thalles ;
- b) formation, de place en place, d'amas inorganisés de filaments fongiques et d'algues (disque primaire) ;
- c) édification, par néoformation, d'un thalle secondaire à structure organisée ;
- d) développement du thalle adulte avec mise en place de la zone de croissance, de la différenciation cellulaire et du type de symétrie.

C. OBJECTIFS DE L'ETUDE

Dans ce travail préliminaire, nous nous sommes proposé d'écrire l'histoire de la croissance et de la morphogenèse des thalles de *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC. Nous avons conduit cette étude, abordée d'un point de vue purement macroscopique, en nous appuyant sur des observations effectuées dans un site de haute altitude.

I. - MATERIEL ET METHODES

A. SITE ETUDIE

Les *Rhizocarpon* ont été observés dans un éboulis de blocs de quartzite exposé au Nord et situé à l'Est du Col de la Forcle, au-dessus de la station d'Aime-la-Plagne, dans le Massif de la Vanoise, à 2 270 mètres d'altitude.

B. METHODES D'ETUDE

Les techniques utilisées dans le présent travail sont simples et sont basées sur l'observation directe des thalles de *Rhizocarpon geographicum* d'abord sur le terrain, ensuite au laboratoire à partir des échantillons récoltés.

Sur le terrain, dans l'éboulis, ont été choisis des blocs sur lesquels l'ensemble des différents types de population évoqués plus haut était présent, caractérisés par le recouvrement, la dispersion, la taille et la morphologie des individus. A côté des thalles jeunes ou moyennement évolués, fréquemment rencontrés, on a recherché les plus grands thalles, c'est-à-dire ceux qui sont utilisés habituellement en lichénométrie. Ces différents types d'individus ont été photographiés directement sur le terrain, à des échelles différentes, avec un appareil photographique Olympus OM2 équipé d'un objectif Olympus OM-System Automacro 1: 3, 5 F = 50 mm et d'une pellicule Ektachrome 100 Asa. Pour compléter ces observations, des échantillons de quartzite de petite dimension et colonisés par des *Rhizocarpon geographicum* aux différents stades repérés ont été récoltés et transportés au laboratoire. On a recueilli, en particulier, des petits blocs sur lesquels se trouvaient de très jeunes germinations.

Au laboratoire, ces échantillons ont été déterminés en utilisant la clé de POELT (1988). Ils ont tous été photographiés, en lumière naturelle, avec le même appareillage que sur le terrain ; en outre, des clichés en noir et blanc ont été réalisés (pellicule FP4 Ilford). En ce qui concerne les stades les plus jeunes, plusieurs techniques ont été utilisées : observations et photographies à l'aide d'une loupe trioculaire Olympus SZ-TR, équipée d'un boîtier Olympus OM2 et d'une pellicule noir et blanc FP4 Ilford, observations et photographies avec un microscope Leitz Orthoplan équipé d'une chambre photographique Orthomat W et d'un éclairage réfléchi Ultropak (pellicule FP4 Ilford). Quelques photographies ont été obtenues en microscopie à balayage (microscope JFM 840 Géol) ; les échantillons séchés naturellement n'ont pas été fixés, mais ont été déshydratés par la méthode du point critique (acétone) et ombrés à l'or (pulvérisation cathodique). Les clichés noir et blanc présentés ici sont issus soit du tirage direct des pellicules de ce type, soit de la conversion en noir et blanc de diapositives couleur.

II. - RESULTATS

A. PREMIERS STADES DE L'ÉDIFICATION DU THALLE (fig. 1 à 5)

1. Les initiums (fig. 1 et 2)

Quand on regarde à l'œil nu les fragments de quartzite entre les plus jeunes

thalles de *Rhizocarpon geographicum*, c'est-à-dire avec des aréoles reconnaissables, on ne voit quasiment rien. Cependant, l'observation à la loupe binoculaire montre que la surface de la roche est recouverte d'initiums (fig. 1). Ces initiums noirs, dispersés, sont constitués d'éléments mycéliens dont l'aspect et la taille varient. Certains sont presque ponctiformes, d'autres sont filamenteux, parfois ramifiés mais ne dépassant pas 100 μm . Certaines parties peuvent s'élargir et il s'en échappe des filaments plus minces. Si les initiums sont nombreux, l'aspect général devient arachnoïde, les surfaces couvertes atteignant jusqu'à 1 mm^2 . Cet aspect semble dû à des phénomènes d'anastomoses entre individus. On remarque de plus que ces initiums épousent les irrégularités de la roche : s'il s'agit d'un sillon, les initiums croissent en le suivant, s'il s'agit d'une bosse, ils la contournent. En microscopie à balayage, on voit que les parties élargies sont formées par la coalescence des hyphes (fig. 2).

2. Apparition de l'aréole initiale (fig. 3 à 5)

C'est dans certaines parties les plus élargies des initiums anastomosés ou non qu'apparaissent les premières aréoles (aréoles primaires au sens de RUNEMARK, 1956). Il semble que la formation de l'aréole commence par un bombement, les algues restant encore cachées sous les hyphes noirs (fig. 3). Puis la coloration jaune vif caractéristique du cortex de l'aréole apparaît à travers les hyphes noirs. A ce moment, autour de chaque aréole aplatie ou plus ou moins bombée, les hyphes noirs forment un liseré étroit d'où s'échappent radialement des cordons mycéliens (fig. 4). L'aréole grossit jusqu'à un 1/2 mm environ en même temps que se multiplient autour d'elle les cordons radiaires qui progressivement vont former un réseau arachnoïde dense caractéristique de l'hypothalle du lichen adulte (fig. 5).

On peut dire qu'alors **un jeune thalle est constitué.**

B. DEVELOPPEMENT ULTERIEUR DES THALLES (fig. 6 à 22)

Le développement des thalles peut se poursuivre selon plusieurs scénarios caractérisés par les combinaisons de quatre phénomènes fondamentaux.

1. Phénomènes fondamentaux mis en jeu

a) Croissance de l'aréole (fig. 6 et fig. 10)

L'aréole s'élargit sans doute par croissance marginale car son pourtour peut prendre un aspect lobé (fig. 6). Simultanément des craquelures irrégulières apparaissent délimitant des compartiments irréguliers (aréoles secondaires au sens de RUNEMARK, 1956). Sur certains échantillons étudiés, une aréole primaire peut atteindre plus de 5 mm de diamètre (fig. 10).

b) Apparition de nouvelles aréoles sur l'hypothalle (fig. 5, 7 et 19)

De nouvelles aréoles primaires, qui se développent comme l'aréole initiale, apparaissent sur l'hypothalle. Elles peuvent se former tout au long du développement du thalle, très tôt ou à un stade ultérieur ; dans ce cas, elles se forment sur l'hypothalle marginal ou vers le centre entre les aréoles déjà présentes.

Le thalle ainsi constitué est donc formé de plusieurs aréoles plus ou moins rapprochées portées sur un même hypothalle.

c) *Confluence des aréoles d'un même thalle (fig. 7, 8 et 18)*

Les aréoles ainsi formées grossissent. Dans les zones où elles sont suffisamment proches, elles finissent par confluer. Ceci peut avoir lieu quand les aréoles sont très jeunes, petites et non fissurées (fig. 7). Dans certains cas, il est difficile de savoir par leur aspect macroscopique, si les fentes visibles au coin d'un groupe d'aréoles correspondent à la limite entre deux aréoles jeunes contiguës ou aux fissures secondaires d'une aréole âgée (fig. 8). Ce phénomène de confluence s'observe aussi entre aréoles plus âgées, principalement dans la zone centrale des thalles ou à la partie périphérique lors de la constitution de la marge (fig. 18).

d) *Confluence des thalles (fig. 1, 9, 10, 11 et 18)*

Les thalles eux-mêmes peuvent confluer ou même fusionner, les filaments de leurs hypothalles s'intriquant. Dans le cas de confluence, la limite entre deux thalles reste visible, dans le cas de fusion, il est impossible de la distinguer, les deux thalles n'en formant plus qu'un. Ce phénomène de fusion s'observe à tous les stades du développement : celui de l'initium (fig. 1), de la première aréole (fig. 9) ou quand les thalles sont plus âgés, atteignant plus d'un cm. Dans ce cas, la fusion n'a lieu que lorsque l'hypothalle est actif, c'est-à-dire bien développé et capable de former de nouvelles aréoles (fig. 10 et 18).

2. Les divers scénarios de développement

Les observations montrent que le développement des thalles de *Rhizocarpon geographicum*, après les premiers stades décrits plus haut, peut se poursuivre selon trois modes.

a) *Premier mode de développement (fig. 1, 4, 11 à 15)*

Ce mode de développement s'observe quand les germinations (fig. 1 et 4) et les jeunes thalles sont très nombreux et rapprochés sur le substratum (fig. 11).

Les thalles s'accroissent par allongement des filaments de l'hypothalle suivant les irrégularités de la roche, notamment les microfissures. Du fait de leur proximité, ils entrent en contact et fusionnent. Il en résulte un hypothalle apparemment unique mais lâche. Parallèlement, les premières aréoles formées grossissent mais elles gardent encore un aspect juvénile, en restant petites, arrondies et sans fractures. Sur l'hypothalle, de nouvelles aréoles apparaissent souvent en grand nombre sur la marge ou entre les précédentes. Déjà à ce stade précoce, on observe la confluence de certaines aréoles (fig. 12).

Ces phénomènes (fusion des thalles, confluence des aréoles, apparition de nouvelles aréoles), se répètent à plusieurs reprises au cours du développement ; à partir d'un certain moment, l'ensemble ainsi formé peut couvrir plusieurs cm² et il n'est plus possible d'y reconnaître la limite de chaque individu (fig. 13). Cet ensemble présente un aspect irrégulier avec des plages de roche encore nue. De plus l'hypothalle est très développé et arachnoïde non seulement à la périphérie mais entre les aréoles. Celles-ci sont de dimensions variées, quelques-unes présentant des fractures, et seulement un petit nombre d'entre elles, parmi les plus grandes sont fertiles avec des ascocarpes jeunes. On note aussi des zones, irrégulièrement

réparties sur l'ensemble formé, où les aréoles sont contiguës et l'hypothalle non visible : on peut penser que ces régions correspondent aux parties centrales des thalles initiaux (fig. 14 flèche). Ultérieurement, ces zones confluent à leur tour.

Plus tard, on passe à la constitution progressive d'un thalle crustacé aréolé conforme aux descriptions classiques, avec une partie centrale jaune, continue, à structure lichénique stratifiée et une partie périphérique noire, l'hypothalle, de nature fongique. On voit sur l'hypothalle de nouvelles aréoles en formation. Les thalles ainsi formés peuvent avoir une forme irrégulière parfois avec des zones de roche non encore recouvertes (fig. 15 A). C'est alors qu'on note à la périphérie de la partie centrale compartimentée, la formation d'une marge continue, issue de la confluence des aréoles périphériques (fig. 15 B) dont la croissance s'arrête vers l'intérieur du thalle faute de place tandis qu'elle se poursuit vers l'extérieur avec formation de lobes. Les lobes des aréoles voisines constituent progressivement une marge continue tout à fait semblable à celle qui peut se former autour d'un thalle développé à partir d'un unique initium, que ce soit chez les *Rhizocarpion* ou chez d'autres espèces lichéniques. En avant de cette marge l'hypothalle est bien visible, il continue à s'accroître radiairement et on y observe de jeunes aréoles en formation.

En résumé, ce mode de développement se caractérise par la densité des germinations sur la roche, la prééminence, pendant une longue période, de l'hypothalle arachnoïde, par la fréquence du phénomène de fusion des thalles, et la constitution finale d'une marge unique.

b) Deuxième mode de développement (fig. 16 à 18)

Quand la densité des germinations est moins importante, le développement de chaque thalle se poursuit avant toute fusion. L'aréole centrale grossit, se lobe, se fissure, peut atteindre jusqu'à 5 mm et, à ce stade, est très généralement fertile (fig. 16). Autour de cette aréole principale, l'hypothalle est actif et il s'y développe des aréoles secondaires généralement nombreuses qui s'accroissent à leur tour (fig. 16 flèche). Chaque thalle est alors constitué de plusieurs aréoles et d'un hypothalle dense. A ce stade, si des thalles sont suffisamment rapprochés sur la roche, ils peuvent fusionner mais ce phénomène, plus tardif, n'est jamais aussi important que dans le cas précédent (fig. 17 A et B).

En s'accroissant, les aréoles deviennent contiguës mais avec des limites restant bien visibles, soulignées par l'hypothalle, puis elles confluent. Chaque thalle est alors constitué d'une partie centrale généralement fertile avec de nombreuses apothécies (fig. 18 A) et d'une partie périphérique où se forme une marge thalline selon le même processus décrit pour le mode précédent. Autour de cette marge, l'hypothalle est très développé avec de nombreuses aréoles en formation (fig. 18 B).

Dans ce mode de développement, les germinations sont dispersées, l'agrégation des aréoles joue un rôle fondamental dans la croissance marginale du thalle tandis que les phénomènes de coalescence entre individus ne jouent qu'un rôle secondaire dans la croissance du thalle.

c) Troisième mode de développement (fig. 19 et 20)

Comme le mode précédent, celui-ci concerne essentiellement de jeunes thalles

se développant isolément sur la roche, mais dans ce cas, le développement de l'hypothalle reste faible autour de la partie centrale lichénisée.

L'hypothalle apparaît, dès les plus jeunes stades, comme un liseré noir, très étroit autour de la partie centrale. On y observe de jeunes aréoles, mais seulement en petit nombre, toujours simples et de petite taille. La partie centrale du thalle est entièrement recouverte d'aréoles contiguës, entre lesquelles l'hypothalle n'est pas visible ; elle a, même dans les thalles de petite dimension, un aspect «vieillot» qui rappelle fortement celui des parties centrales des thalles âgés décrits dans les deux modes précédents : le thalle est peu épais, fortement craquelé avec des aréoles petites et anguleuses (fig. 19).

Les thalles grandissent sans que leur morphologie se modifie. L'hypothalle est peu actif et ne forme qu'un liseré étroit avec un très petit nombre d'aréoles secondaires. La zone centrale du thalle lichénisée, est mince par comparaison à celle du mode 2, les apothécies sont nombreuses et réparties sur toute la surface. Quand deux thalles (ou plus) viennent en contact, leur limite reste bien visible comme c'est le cas pour les thalles âgés des modes précédents et contrairement à ce qui s'observe aux stades jeunes. Le long de la zone de contact, la croissance s'arrête tandis qu'elle se poursuit par ailleurs. En ce qui concerne la croissance de la zone lichénisée, il n'a pas été possible de préciser si elle se fait uniquement par agrégation de nouvelles aréoles ou s'il s'y ajoute une croissance marginale semblable à celle qui est observée dans les stades avancés des deux modes de croissance précédemment décrits (fig. 20).

En résumé, ce mode 3 de développement se distingue du mode 1 par l'absence d'un hypothalle arachnoïde et bien développé jouant un rôle important dans l'occupation de la roche et la fusion précoce des thalles. Il se distingue du mode 2 par l'hypothalle peu actif, ne permettant pas aux thalles contigus de véritablement fusionner. Il faut noter aussi que les aréoles secondaires restent petites et ne présentent jamais la croissance individuelle importante qui caractérise le mode 2. L'aspect senescent des thalles, même petits, est aussi à souligner.

d) Développement ultérieur (fig. 21 et 22)

Quel que soit le mode de développement suivi, on aboutit à un même type de thalle : une partie centrale jaune compartimentée avec une marge bien formée et un hypothalle visible. L'évolution des thalles peut alors se faire selon deux voies.

1- Assez rarement semble-t-il, les thalles de *Rhizocarpon* peuvent atteindre des tailles considérables, jusqu'à plus de 15 cm de diamètre dans le site étudié (fig. 21 A). Ces «grands thalles» sont constitués d'une partie centrale bien développée à aréoles plus ou moins aplaties et à hypothalle bien visible entre elles, d'une marge assez large formée d'aréoles contiguës camouflant l'hypothalle et agencées radialement les unes aux autres, et d'un hypothalle périphérique réduit par rapport à la marge (fig. 21 B).

2- Une dégénérescence des thalles peut survenir même sur des thalles de petit diamètre, soit par vieillissement de la partie centrale, sous l'action de mauvaises conditions du milieu. Elle se traduit par une disparition des aréoles et de l'hypothalle débutant dans la partie centrale du thalle et progressant vers la marge. A la partie périphérique, la marge et l'hypothalle persistent et le thalle prend ainsi un aspect annulaire (fig. 22).

III. - DISCUSSION

Les observations précédentes confirment généralement les résultats des autres auteurs mais en apportant de larges compléments.

1- Confirmation de résultats d'autres auteurs

a - La description que nous donnons des premiers stades du développement (germination et formation de l'aréole initiale) est conforme aux descriptions de GALLOE (1932) et RUNEMARK (1956). Il en est de même pour la mise en place des nouvelles aréoles sur l'hypothalle.

b - Nos résultats confortent la distinction de RUNEMARK entre aréoles primaires (formées par capture d'algues directement sur l'hypothalle) et aréoles secondaires (compartiments découpés dans les aréoles primaires au fur et à mesure de leur développement).

c - Notre étude confirme l'idée de RUNEMARK (1956) selon laquelle les différences morphologiques des thalles sont liées en premier lieu à des phénomènes environnementaux plutôt qu'à des caractéristiques génétiques.

2- Apports nouveaux

Pour la première fois sont décrits pour une espèce précisément déterminée de *Rhizocarpon* l'existence de quatre phénomènes fondamentaux intervenant dans la croissance des thalles, ainsi que trois modes de développement en résultant.

a - Nous décrivons avec précision la croissance des aréoles primaires : les faits suivants nous paraissent particulièrement significatifs. Cet accroissement est probablement dû à l'activité d'une zone marginale de croissance localisée à la périphérie de l'aréole. On connaît l'existence d'une telle zone chez de nombreux lichens (WAGNER, 1984). Cette zone de croissance peut être discontinue, les points végétatifs actifs étant à l'origine des lobes.

Les craquelures qui se forment au cours de cette croissance ont été attribuées à des phénomènes physiques de dilatation/rétraction. Une autre hypothèse, suggérée par l'aspect articulé des lobes, serait de supposer que ces craquelures sont liées à des reprises rythmiques de croissance après interruption saisonnière (comme l'imagine BOISSIERE pour *Parmelia tinctoria*. com. orale), le mécanisme restant à préciser.

On ne connaît pas la taille maximale d'une aréole. En se fondant sur nos observations, nous pouvons dire que cette taille peut aller de quelques mm (modes 1 et 2), à 2 ou 3 cm (mode 3 du développement).

L'apparition des premières apothécies semble liée à l'âge et à la taille des aréoles primaires plutôt qu'à la taille du thalle adulte, la taille minimale des aréoles portant des apothécies semblant être de 2 mm.

b - Nous décrivons avec détail le **phénomène de confluence des aréoles**. Ce point, bien que figuré par RUNEMARK (1956) n'avait fait l'objet d'aucun commentaire par cet auteur.

Cette confluence est liée à la densité des aréoles primaires formées sur l'hypothalle. Elle survient à différents stades de la croissance des aréoles, parfois même

très tôt au cours du développement, alors qu'elles n'ont encore que quelques centaines de μm ou moins (fig. 4).

La croissance s'arrête le long de la ligne de contact des aréoles, mais se poursuit sur les parties libres, ce qui donne à ces figures de confluence un aspect allongé ou irrégulier (figt. 7 et 8).

Nous attribuons à ce phénomène de confluence des aréoles, d'une part la constitution de la partie centrale des thalles, uniformément lichénisée (au moins dans le mode 1 de développement), d'autre part la formation de la marge des thalles adultes. Dans ce cas, l'aspect finement strié du pourtour des thalles est dû au fait que les aréoles ayant conflué, leur croissance ne peut s'effectuer alors que vers l'espace libre, c'est-à-dire la périphérie du thalle (fig. 19 et 21B).

c - **L'apparition de nouvelles aréoles sur l'hypothalle** est liée à la capacité qu'a l'hypothalle de réagir à la présence des algues symbiotes en formant de nouvelles hyphes. Nous qualifions cet hypothalle «d'hypothalle actif» en opposition à celui qui entoure les aréoles formées dans le mode 3 de développement. Cet hypothalle actif est toujours large et arachnoïde, et il serait nécessaire de cerner les conditions en déterminant la formation.

En ce qui concerne les thalles relativement grands, constitués par un hypothalle bien développé avec des aréoles dispersées, de petite taille et rarement fructifiées (mode 1, fig. 12), nous montrons que ces thalles sont au début de leur développement et que les aréoles sont jeunes. Leur taille s'explique probablement par des conditions de milieu favorables au développement d'un hypothalle actif. Ce point de vue s'oppose à celui de RUNEMARK pour qui ces thalles sont adultes ; la petite taille des aréoles s'explique par des conditions écologiques défavorables entraînant une croissance réduite.

d - **Le problème de la confluence et de la fusion des thalles** n'a jamais été soulevé antérieurement par les lichénologues systématiciens alors qu'il l'est régulièrement par les utilisateurs de la lichénométrie.

Nous démontrons l'existence de ces phénomènes dans les trois modes décrits. Cette confluence peut s'effectuer de deux façons :

Nous montrons que le phénomène de fusion est fréquent, qu'il peut s'effectuer à tous les stades du développement et qu'il est lié à un état sans doute juvénile de l'hypothalle actif. CHEVAUGEON et NGUYEN (1961), ont en effet montré que seules les cellules les plus jeunes d'un filament mycélien sont capables de fusion.

Le phénomène de confluence, dans lequel les limites entre thalles persistent (mode 3 du développement et thalles âgés des modes 1 et 2) semble lié à un état moins actif de l'hypothalle.

Des deux phénomènes, c'est celui de la fusion qui interfère le plus avec la taille des individus et qui peut donc poser problème en lichénométrie.

e - Un autre phénomène semblant jouer un rôle important dans la morphogénèse des grands thalles, est, outre la formation de la marge (paragraphe b), **l'apparition tardive entre les aréoles de larges zones d'hypothalle**. Nous émettons l'hypothèse qu'un certain nombre d'aréoles, primaires ou secondaires, formées à la périphérie du thalle meurent et disparaissent au cours du vieillissement de celui-ci au fur et à mesure que leur position relative devient plus centrale. Ce phénomène naturel de mortalité progressive intervient sans doute aussi dans la dégénérescence précoce des thalles. Il s'ajoute aux effets de l'érosion et de la prédation par les animaux signalés par POELT (1988).

f - **Aucun des trois modes de développement distingués ici n'avait été antérieurement aussi complètement décrit et leurs différences analysées.**

La densité des germinations semble jouer un rôle fondamental dans l'évolution selon l'un ou l'autre des modes de développement. En particulier le mode 1 se distingue des deux autres par l'abondance des germinations présentes sur la roche.

Les conditions écologiques pourraient également avoir une influence déterminante : ainsi, le développement de l'hypothalle propre aux modes 1 et 2 serait peut-être favorisé par la rugosité de la roche, sa capacité de rétention en eau, la vitesse d'évaporation qui dépend de facteurs locaux (exposition, luminosité, ombre portée, pente, etc...). Cette influence pourrait se faire sentir directement sur le développement de l'hypothalle ou indirectement par le biais de l'amélioration du métabolisme photosynthétique des aréoles.

g - Malgré la diversité des modes de développement existant, on aboutit à des thalles d'aspect et de taille identiques, avec une partie centrale plus ou moins uniformément couverte d'aréoles et limitée par une marge continue bordée par un hypothalle noir. Cependant, au cours de cette étude, nous n'avons pu préciser la vitesse de croissance des thalles pour chacun des trois modes et nous ne savons pas si ces stades sont atteints en des temps identiques.

On peut donc se poser la question de la définition d'un thalle adulte, définition qui peut s'appuyer sur la taille, la morphologie ou la fertilité. Or, dans le *Rhizocarpon*, ces trois critères ne vont pas toujours de pair. Ainsi, on constate que dans le premier mode de développement, des thalles peuvent couvrir plusieurs cm² dès les premiers stades, les aréoles étant petites et d'aspect juvénile. A l'opposé dans le mode 3, des thalles petits (moins d'un cm²) ont un aspect vieillot, avec un centre compartimenté, un hypothalle étroit et peu actif et de nombreuses apothécies.

On peut donc avoir affaire dans une population de *Rhizocarpon geographicum* à des thalles «petits et vieux» et à des thalles «grands et jeunes».

h - Cette constatation met apparemment en cause le fondement de la lichénométrie, selon lequel deux thalles de même taille ont le même âge. Cette remise en question paraît cependant déraisonnable, la lichénométrie ayant largement fait ses preuves. En réalité, la contradiction n'est sans doute qu'apparente. En effet, les techniques les plus couramment employées sont basées sur la mesure des plus grands thalles d'un site. Cela sélectionne les thalles à croissance rapide, se développant dans des conditions écologiques favorables, et exclut les thalles à croissance lente.

Cependant, la connaissance des résultats de notre étude peut aider les utilisateurs de la lichénométrie dans le choix des thalles à mesurer ou dans l'interprétation des données quand les datations concernent une période récente.

i - Nous notons aussi que la morphogenèse du thalle de *Rhizocarpon geographicum* illustre parfaitement les conceptions modernes de développement du thalle des lichens avec d'abord la formation d'un réseau purement fongique sur lequel prennent naissance les initiums des thalles, autour d'algues symbiotes

capturées. Dans la plupart des cas étudiés (OTT, 1987), concernant des lichens foliacés, le réseau fongique disparaît rapidement, et les initiums se développent, donnant chacun un thalle de plusieurs cm de diamètre. Dans le cas de *Rhizocarpon geographicum*, le réseau fongique persiste, s'accroît et devient l'hypothalle sur lequel les aréoles demeurent petites. Ce cas rappelle d'assez près celui d'*Endocarpon pusillum* étudié par WAGNER (1984) et WAGNER et LETROUIT (1988) et celui de *Baoomyces rufus* (ASTA, AVNAIM et LETROUIT, 1986). Ce mode de développement est certainement très commun chez les espèces crustacées saxicoles aréolées comme nous l'avons constaté chez certaines espèces d'*Aspicilia* (inédit).

IV. – CONCLUSION ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Cette étude soulève quelques questions auxquelles des recherches appropriées devraient permettre de répondre assez vite.

Ainsi il faudrait vérifier si les modalités du développement décrites chez *Rhizocarpon geographicum* se retrouvent chez d'autres *Rhizocarpon*, à thalle jaune ou non, ce que semble indiquer certaines de nos observations inédites faites sur *Rhizocarpon inarense* (Vain). Vain (syn = *R. alpicola* auct.) trouvé en mélange avec *R. geographicum* au Col de la Forcle.

Il conviendrait aussi d'étudier la morphogenèse d'espèces crustacées d'autres genres (*Aspicilia*, *Acarospora*, etc...).

Il faudrait aussi préciser les conditions qui entraînent l'engagement des thalles dans un mode ou l'autre de développement : conditions écologiques puisqu'elles semblent jouer un rôle prépondérant, caractéristiques génétiques du champignon et de l'algue.

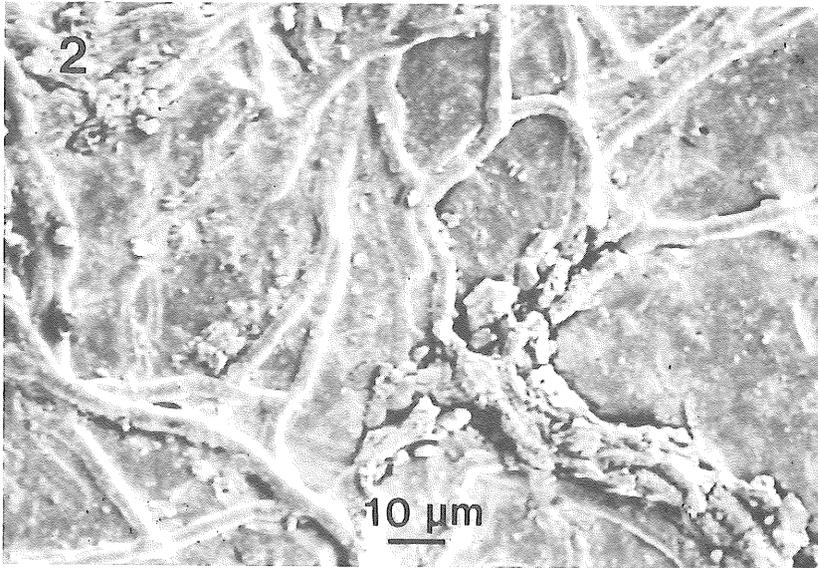
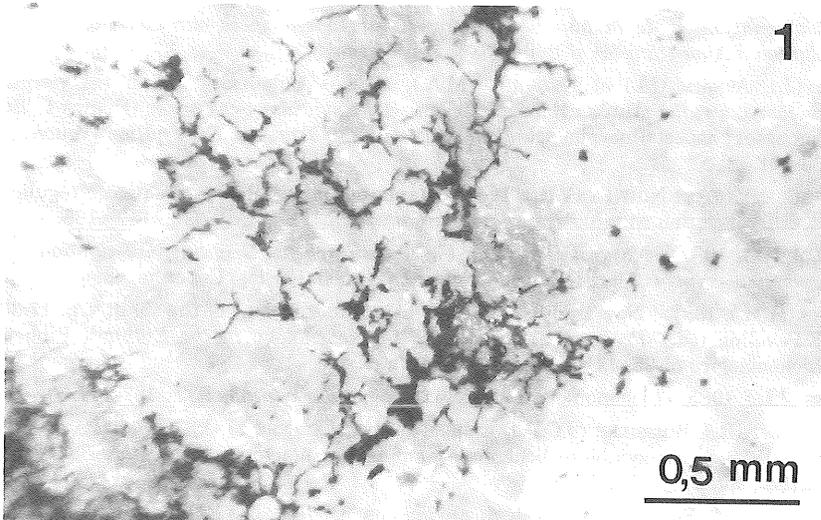
Une autre approche se rattache aux recherches qui se développent actuellement sur la morphogenèse des thalles. Celle-ci est en effet considérée maintenant comme un excellent moyen d'analyse de la symbiose lichénique. En ce qui concerne *Rhizocarpon geographicum*, il faudrait élucider les problèmes de l'organogenèse des aréoles, de leur rapport avec l'hypothalle, des différences cytologiques et cytochimiques existant entre l'hypothalle actif et l'hypothalle non actif. Les résultats de ces recherches seraient à comparer à ceux obtenus chez d'autres lichens et tout particulièrement chez *Endocarpon pusillum*. L'anatomie de ce lichen terricole formé par un système de rhizomorphes porteur de squamules a été en effet comparé à celle de *Rhizocarpon geographicum* par WAGNER (1984) et WAGNER et LETROUIT (1988).

Nous donnerons la priorité à ce dernier type de recherche qui, comme le présent travail, pourrait contribuer à l'évolution du concept de «thalle» chez les lichens.

BIBLIOGRAPHIE

- ASTA (J.), 1985. - Colonisation par les lichens et les mousses dans : CNRS-PIREN MAB. *L'aménagement de la haute montagne et ses conséquences sur l'environnement. Le Canton d'Aime (Savoie)*, p. 266-376.
- ASTA (J.), AVNAIM (M.) et LETROUIT (M.A.), 1986. - Colonisation d'un sol vierge par *Baeomyces rufus* (Huds.) Rebert. (lichen) et *Pogonatum urnigerum* (Hedw.) P. Beauv. (mousse) : aspects morphologiques et structuraux. *Trav. sci. Parc nation. Vanoise*, XV : 83-101.
- CHEVAUGEON (J.) et NGUYEN (V.H.), 1961. - L'auto-incompatibilité, conséquence régulière de la différenciation chez le *Pestalozzia annualta*. *C.R. Acad. Sc*, 252 : 4183-4185.
- GALLOE (O.), 1932. - *Natural History of the danish lichens. Original investigations based upon new princips*, Part III. Aschehong et C°. Dansk For lag, Copenhagen.
- JAHNS (H.M.), 1987. - New trends in developmental morphology of the thallus, p. 17-33 in : E. Peveling (ed.). *Progress and Problems in Lichenology in the Eighties*. Bibliotheca Lichenologica n° 25. J. Cramer, Berlin-Stuttgart.
- INNES (J.L.), 1985. - Lichenometry. *Progress in physical geography* 9, 2 : 187-254.
- LALLEMANT (R.), BOISSIERE (J.C.), BOISSIERE (M.C.), LECLERC (J.C.), VELLY (P.) et WAGNER (J.), 1986. - La symbiose lichénique : approches nouvelles. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 133, *Actual, bot*, 2 : 41-79.
- OTT (S.), 1987. - Reproductive strategies in lichens, p. 81-93. In : E. PEVELING (ed.), *Progress and Problems in Lichenology in the Eighties*. Bibliotheca Lichenologica, n° 25, J. Cramer, Berlin-Stuttgart.
- POELT (J.), 1988. - *Rhizocarpon* Ram. Em. Th. Fr. subgen. *Rhizocarpon* in Europe. *Arctic and Alpine Research*, 20, 3 : 292-298.
- RUNEMARK (H.), 1956. - Studies in *Rhizocarpon* I - Taxonomy of the yellow species in Europe. *Opera botanica*, 2, 1, 152 p.
- WAGNER (J.), 1984. - Etude du thalle et des périthèces du Pyrénolichen *Endocarpon pusillum* Hedw. Thèse de 3^{ème} cycle, Université P. et M. Curie, Paris.
- WAGNER (J.) et LETROUIT (M.A.), 1988. - Structure et ontogenèse du thalle squamuleux du lichen *Endocarpon pusillum* (Pyrénolichens, Verrucariacées). *Can. J. Bot.*, 66 : 2118-2127.

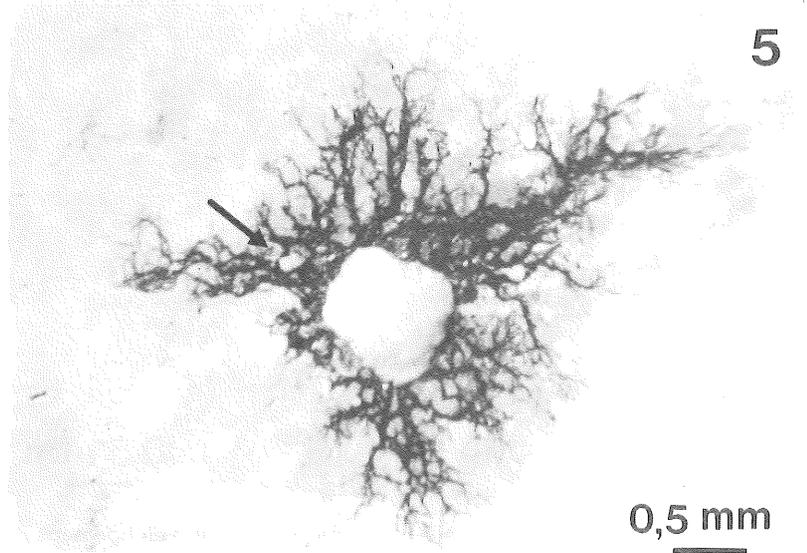
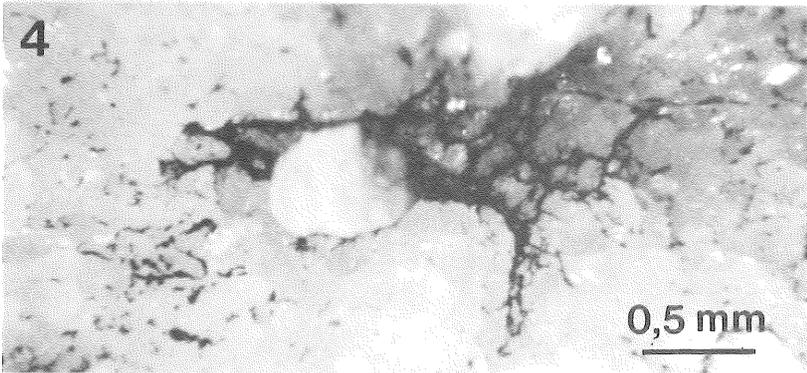
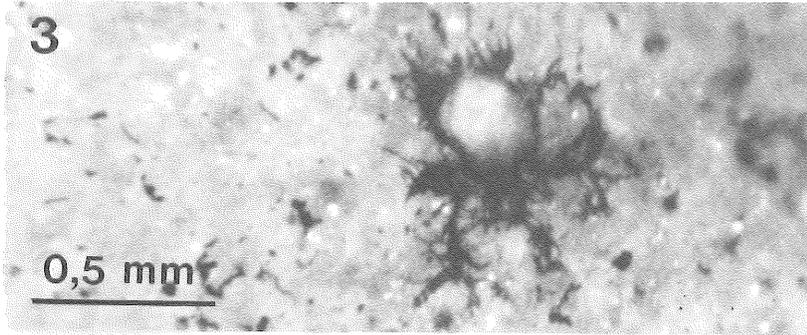
(Reçu pour publication, avril 1989)



Premiers stades de l'édification du thalle : les initiums

FIG. 1. - Initiums sur quartzite (loupe binoculaire).

FIG. 2. - Détail d'un initium avec hyphes isolées et hyphes agrégées à paroi épaissie.

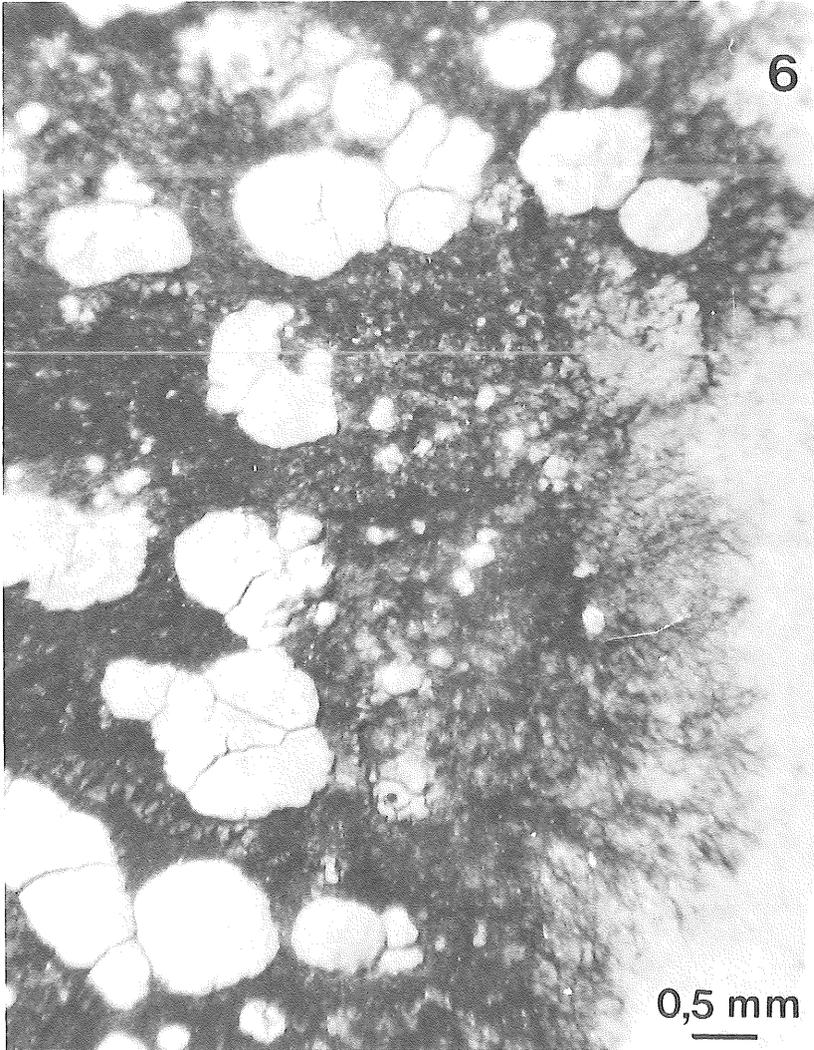


Premiers stades de l'édification du thalle : l'aréole initiale

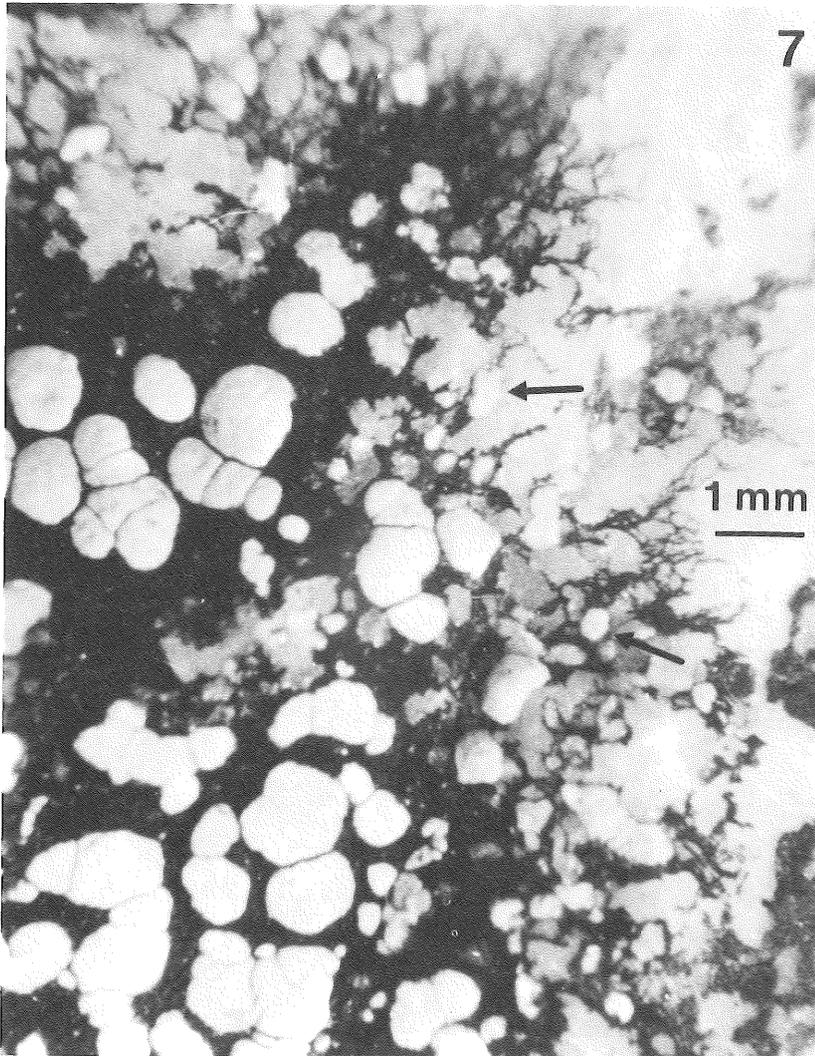
FIG. 3. - Très jeune aréole initiale. Remarquer le développement de l'hypothalle et les initiés isolés.

FIG. 4. - Suite du développement de l'aréole initiale et accroissement de l'hypothalle.

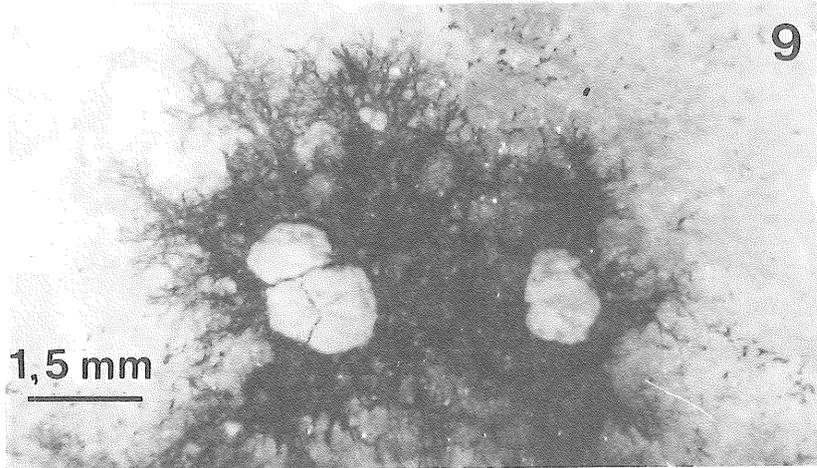
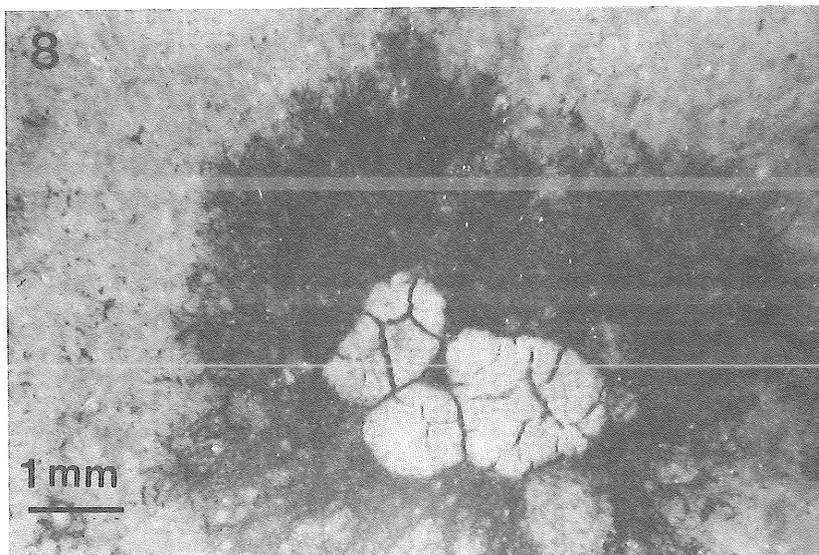
FIG. 5. - Accroissement de l'aréole initiale, développement de l'hypothalle et formation d'aréoles secondaires (flèche).



Phénomènes fondamentaux mis en jeu au cours du développement
FIG. 6. - Croissance des aréoles. Remarquer la formation de craquelures.



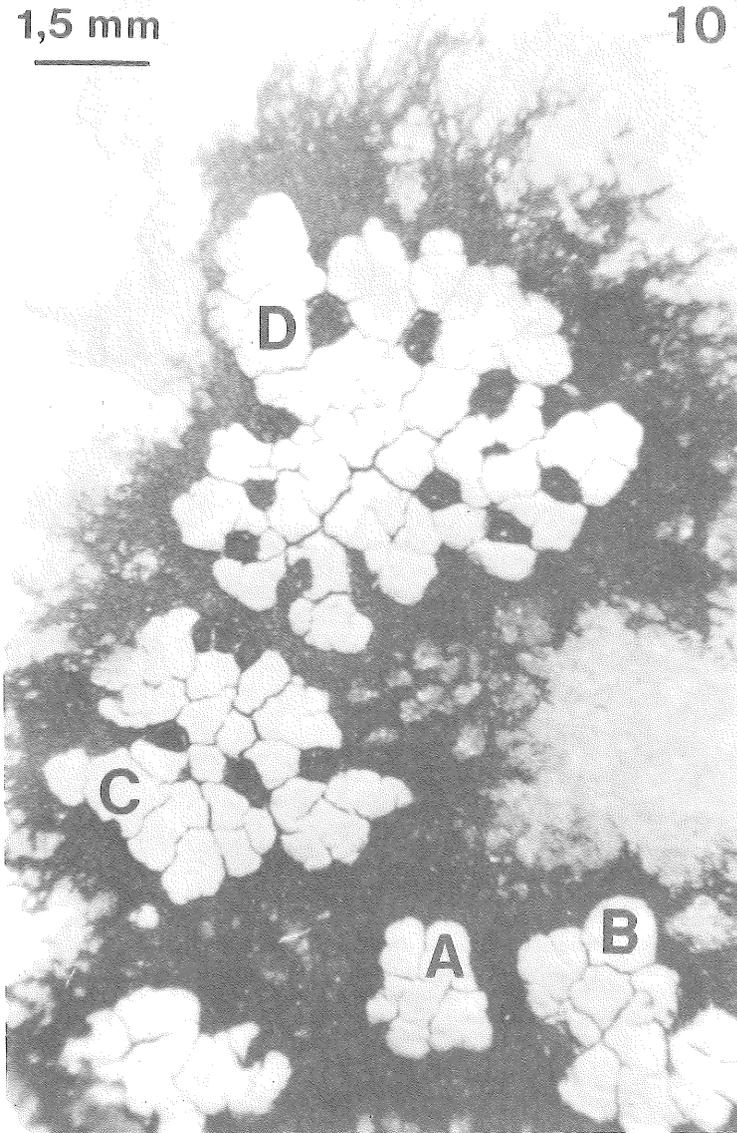
Phénomènes fondamentaux mis en jeu au cours du développement
FIG. 7. - Apparition d'aréoles secondaires (flèche).



Phénomènes fondamentaux mis en jeu au cours du développement

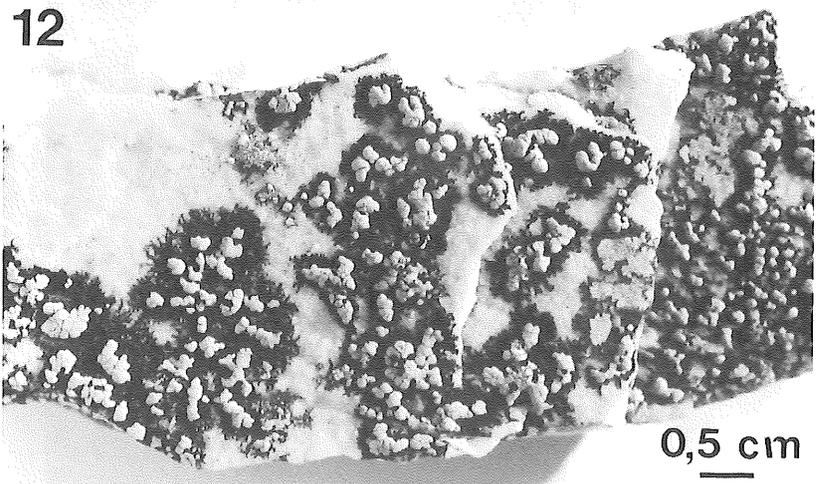
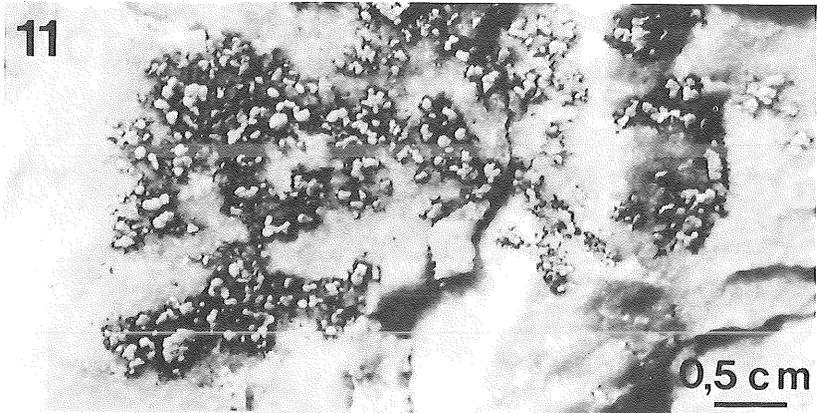
FIG. 8. - Confluence d'aréoles sur un même thalle.

FIG. 9. - Confluence de jeunes thalles.



Phénomènes fondamentaux mis en jeu au cours du développement

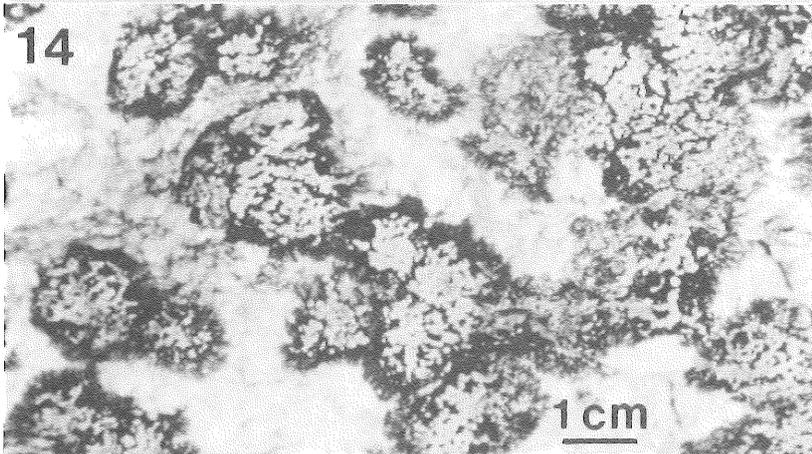
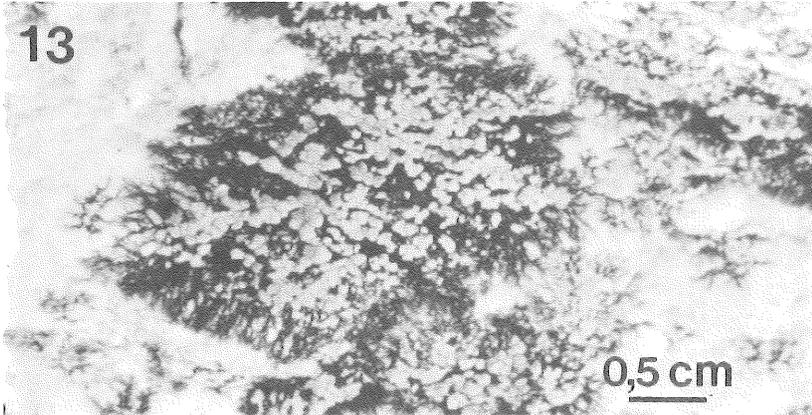
FIG. 10. - Confluence de thalles de taille différente. Chaque thalle porte une aréole primaire unique dont on peut suivre ici le développement de A à D.



Premier mode de développement du thalle

FIG. 11. - Jeunes thalles nombreux et fusionnant à aréoles petites.

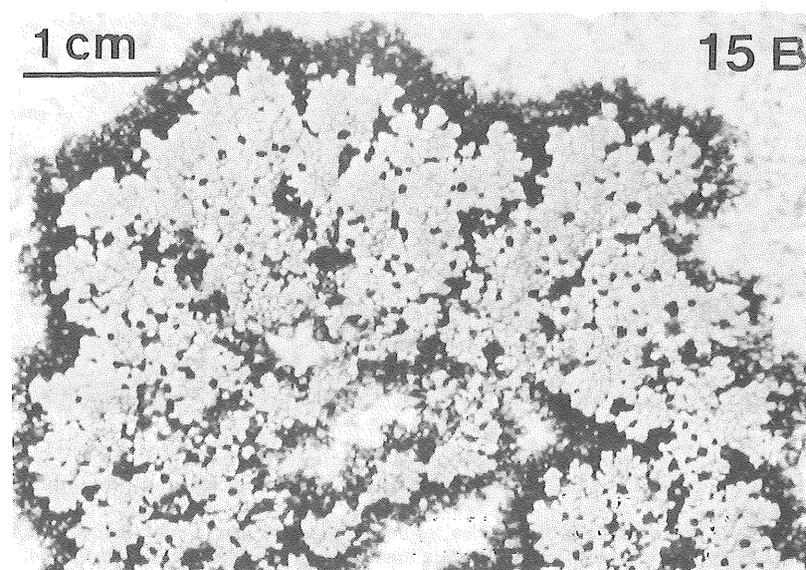
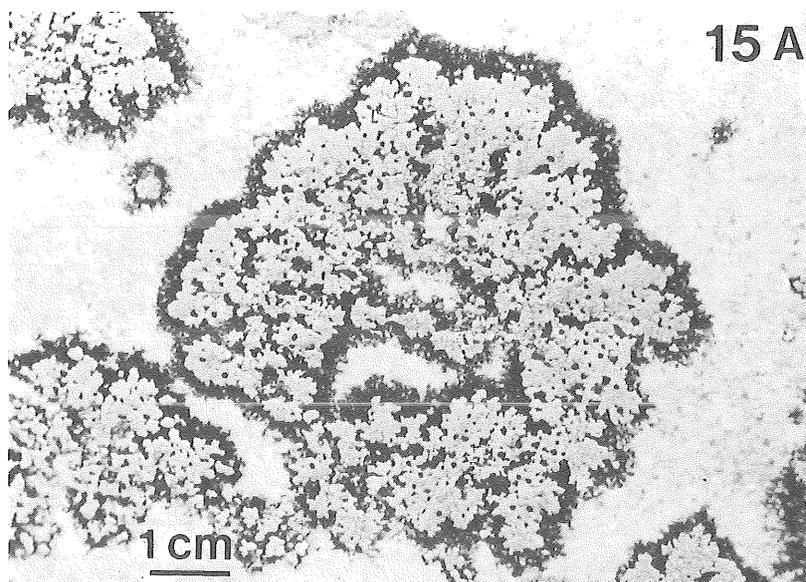
FIG. 12. - Stade ultérieur à thalles plus développés à aréoles lobées. Noter la fusion des hypothalles et la confluence des aréoles.



Premier mode de développement du thalle

FIG. 13. - Individu résultant de la fusion de plusieurs thalles dont les limites sont difficiles à préciser.

FIG. 14. - Stade ultérieur de la fusion des thalles caractérisé par la confluence des aréoles dans les parties centrales des thalles initiaux masquant progressivement l'hypothalle.

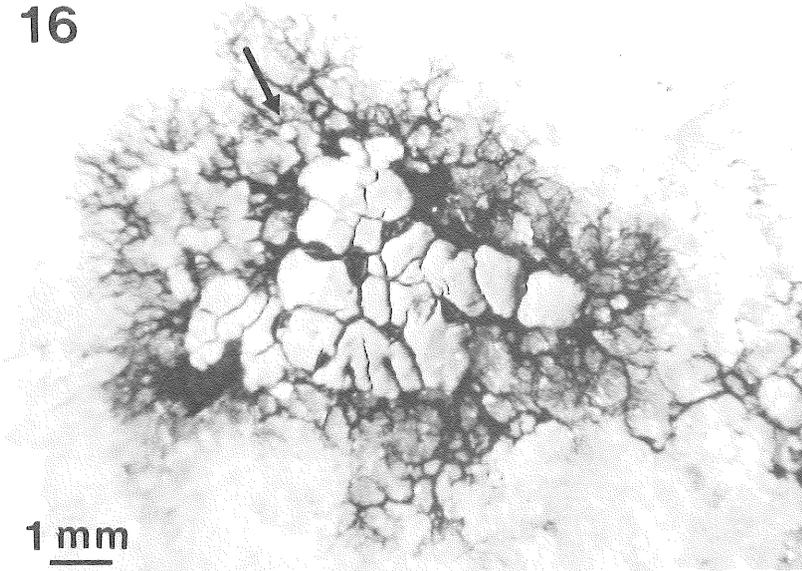


Premier mode de développement du thalle

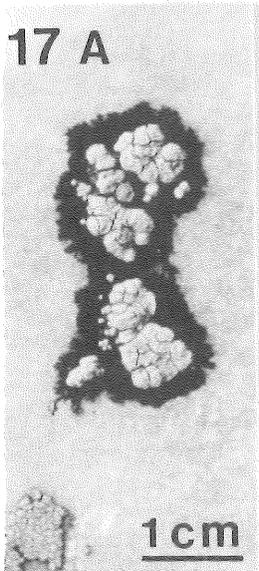
FIG. 15A. - Constitution d'un individu à partir de la fusion de plusieurs thalles avec formation d'une marge unique.

FIG. 15B. - Détail de la figure précédente montrant la formation de la marge par confluence des aréoles.

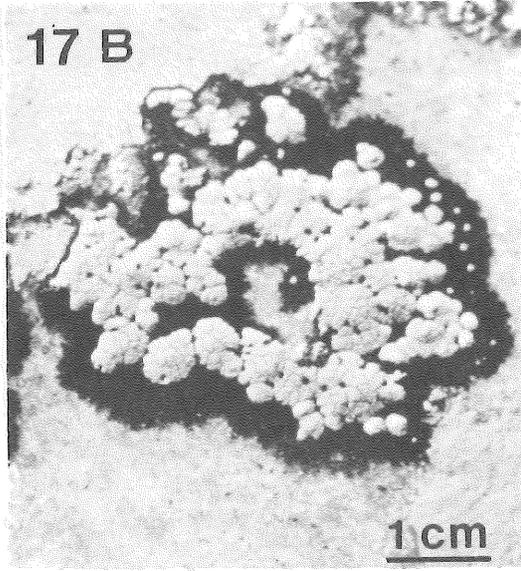
16



17 A



17 B

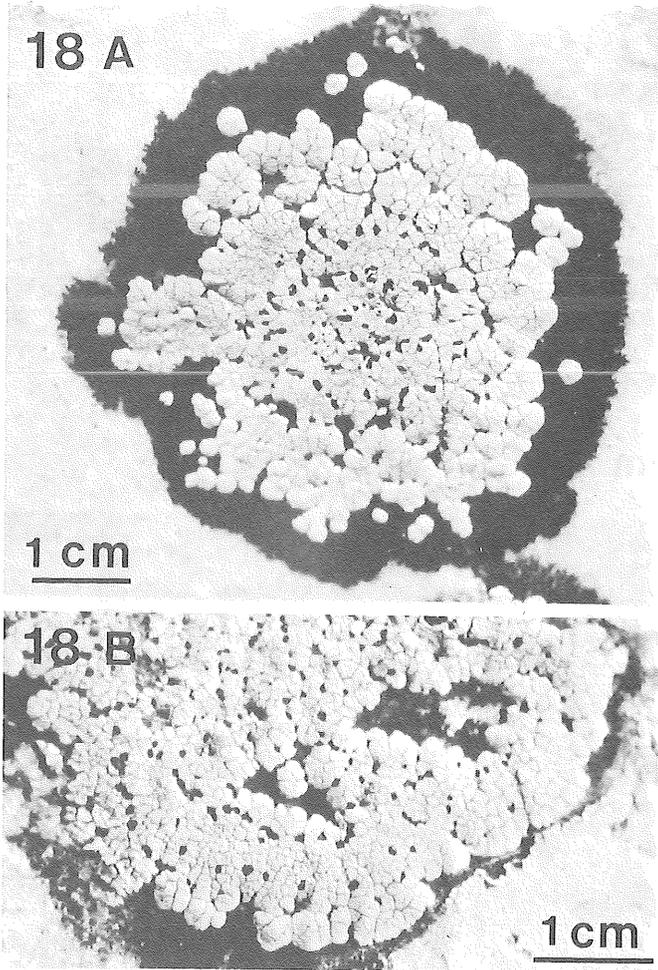


Deuxième mode de développement du thalle

FIG. 16. - Jeune thalle isolé porteur d'une aréole unique lobée fragmentée et fertile. L'hypothalle est bien développé et actif. Voir aussi fig. 5 un stade plus jeune. Formation d'aréoles secondaires (flèche).

FIG. 17A. - Fusion des thalles. Noter l'hypothalle marginal bien développé avec des aréoles secondaires. Voir aussi fig. 10.

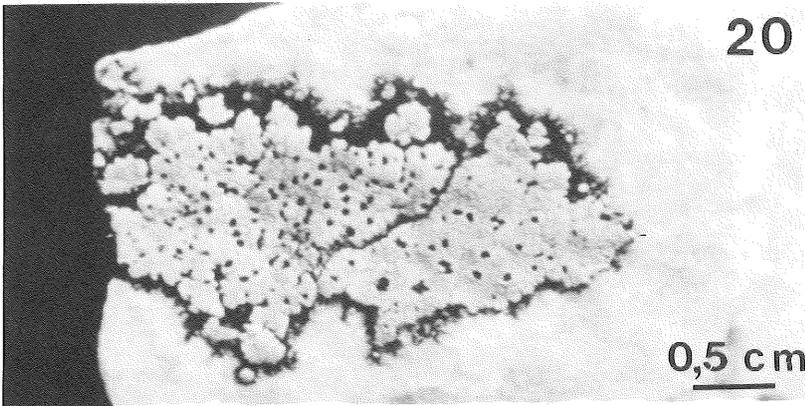
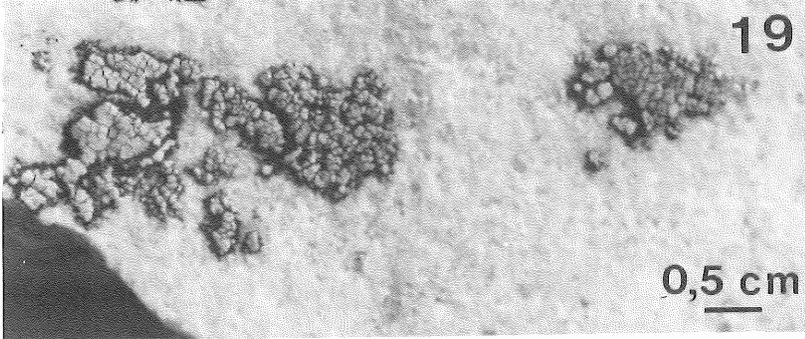
FIG. 17B. - Constitution d'un individu unique par fusion annulaire de thalles.



Deuxième mode de développement du thalle

FIG. 18A. - Thalle adulte avec partie centrale fertile. Confluence des aréoles marginales, formation d'aréoles secondaires sur un hypothalle bien développé.

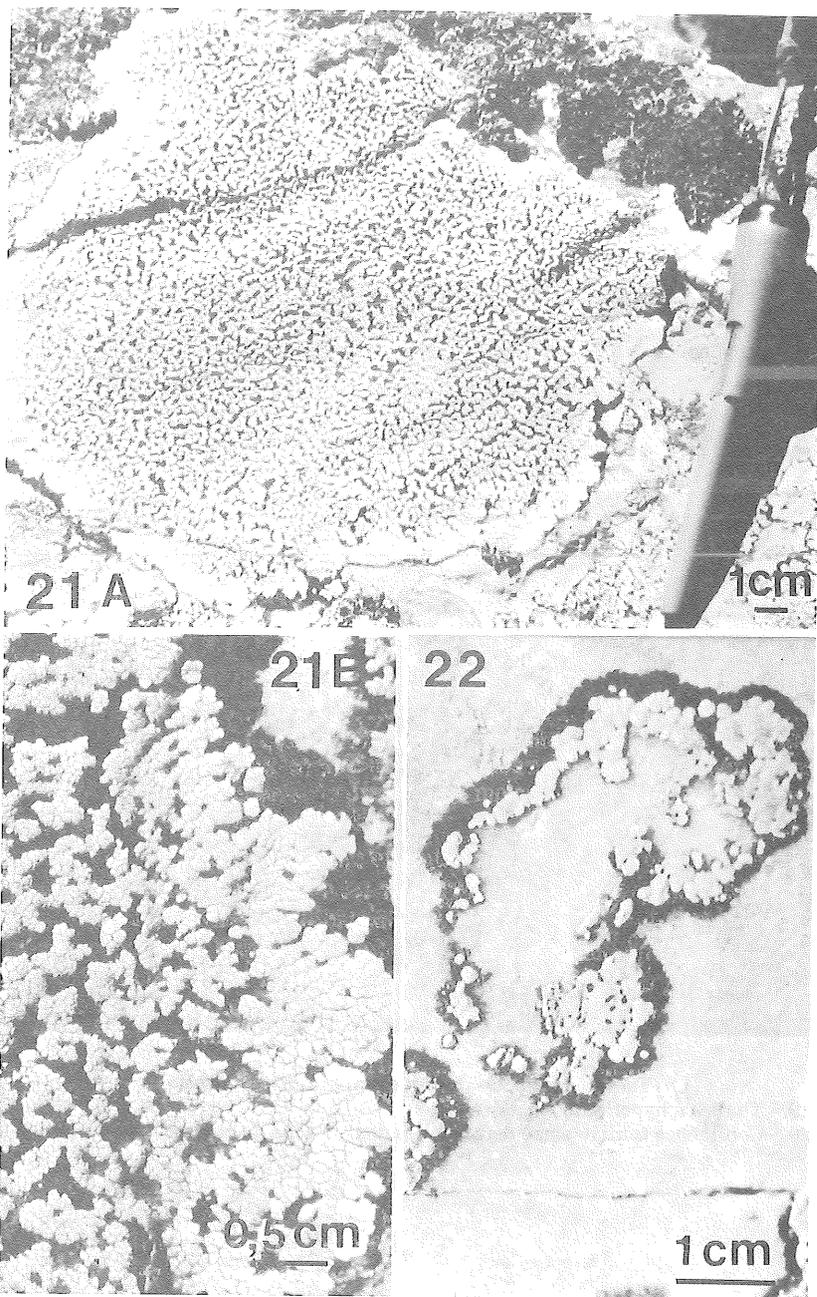
FIG. 18B. - Détail de la marge formée par confluence d'aréoles dont la croissance s'arrête au point de contact.



Troisième mode de développement du thalle

FIG. 19. - Thalles à hypothalle peu développé.

FIG. 20. - Confluence tardive entre deux thalles dont la zone de contact reste bien visible.



Développement ultérieur : grands thalles

FIG. 21A. - Aspect général du thalle.

FIG. 21B. - Détail du thalle montrant une marge bien visible presque lobée et, vers l'intérieur, des aréoles fracturées et regroupées, séparées par un hypothalle d'aspect juvénile.

Développement ultérieur : dégénérescence des thalles

FIG. 22. Dégénérescence précoce de la partie centrale d'un thalle encore peu développé.

PREMIERE CONTRIBUTION A L'INVENTAIRE DES BRYOPHYTES DU MASSIF DE LA VANOISE

Jeanette CHAVOUTIER⁽¹⁾ et Philippe PELLICIER⁽²⁾

Introduction	89
I. — Cadre Géographique et stations.....	90
II. — Nomenclature et distribution taxinomique.....	91
III. — Répartition altitudinale et en fonction des substrats.....	92
IV. — Liste et stations des bryophytes.....	94
Bibliographie	125

Résumé. – 296 espèces de Bryophytes ont été récoltées et déterminées par les auteurs, soit 234 Bryales, 1 Andreaeale, 8 Sphagnales, 4 Marchantiales, 5 Metzgérales, 44 Jungermanniales.

Pour chaque espèce la liste des stations et leurs caractéristiques sont précisées.

INTRODUCTION

La flore des Bryophytes de la Vanoise a fait l'objet de notes déjà anciennes dont les auteurs ont recherché plus les raretés que les espèces communes. Le présent document est le résultat de prospections poursuivies durant les quatre dernières années et doit être considéré comme un premier inventaire concernant plus particulièrement les espèces des étages montagnard et subalpin. Les relevés effectués dans l'étage alpin et dans les zones restées à l'écart de nos prospections (par exemple le versant Sud de la Vallée de l'Arc) feront l'objet d'une publication ultérieure consacrée également à une analyse de la bibliographie des bryophytes de Vanoise et des régions limitrophes, ainsi qu'à une répartition en fonction des étages de végétation.

(1) 73600 Fontaine-Le-Puits

(2) 144 avenue de la Libération, 73600 Moûtiers

I. - CADRE GEOGRAPHIQUE ET STATIONS

Le cadre géographique de nos recherches correspond au Massif de la Vanoise au sens large. La zone concernée est délimitée à l'Est par le tracé de la frontière italienne, au Sud par la vallée de l'Arc, à l'Ouest par la chaîne de la Lauzière et au Nord par la latitude de Bourg-Saint-Maurice. A noter que dans ce cadre, certains secteurs n'ont pas encore été prospectés, ainsi la vallée de l'Isère a été étudiée jusqu'à La Bâthie, et le versant Sud de la Vallée de l'Arc a été totalement exclu. Par contre, la vallée de la Tarentaise a bénéficié de la proximité de notre localisation et les résultats d'observations antérieurs à 1986 ont été inclus dans la liste des espèces mentionnées.

De nombreux échantillons ont été récoltés à l'occasion de sorties botaniques non renouvelées ce qui se traduit par le fait que certaines stations ne soient citées qu'une seule fois. Par contre d'autres prélèvements proviennent de l'exploitation systématique des stations suivantes :

- Aigueblanche : le bois du Morel, entre 500 m et 550 m d'altitude, 4,605 gr, E50, 550 gr.
- Les Allues : à mi-chemin entre le Villaret et Hauteville, altitude 1 150 m, 4,695 gr, 50,475 gr.
- Les Allues : Le Plan de Tueda, altitude 1 710 m, E4, 720 gr, 50,400 gr.
- Champagny en Vanoise : départ du sentier du Plan des Gouilles, 1 430 m, E4, 870 gr, 50,505 gr.
- Courchevel : zone humide près du Lac Bleu, 2 000 m, E4, 750 gr, 50, 450 gr.
- Peisey-Nancroix : chemin du refuge du Mont-Pourri, mélézin et zone subalpine respectivement 1 660 m et 1 930 m, avec un pierrier à 1 840 m, E4,96X gr, 50,58 X gr.
- Peisey-Nancroix : chemin du refuge du Mont-Pourri, «Chalets des Loyes», 2021m, E4, 975 gr, 50, 580 gr.
- Saint-Bon-Tarentaise : Crête du Mont Charvet, 2 300 m, E4, 830 gr, 50,435 gr.
- Sainte-Foy-en-Tarentaise : la petite Sassièrre, lande et tourbière, 1 900 m, E5, 105 gr, 50,690 gr.
- Saint-Marcel : Montfort, Hauteville, au bord du ruisseau, 1 000 m, E4, 720 gr, 50,540 gr.
- Saint-Martin-de-Belleville : Caseblanche, 1 900 m, E4, 59 gr, 50,350 gr.
- Val d'Isère : vallon de Prariond, entre 2 200 m et 2 400 m, E5, 255 gr, 50,500 gr.
- Val Thorens : alt 2 500 m, E4, 700 gr. 50,330 gr.
- Pralognan-la-Vanoise : Bois de Cholière, 1 500 m, E4, 860 gr, 50,415 gr.
- Pralognan-la-Vanoise : le pont de la Pêche, 1 700 m, E4, 835 gr, 50,370 gr.
- Pralognan-la-Vanoise : Haute-Vallée de Rosoire, 2 550 m, E4, 835 gr, 50,330 gr.
- Pralognan-La-Vanoise : Chemin du Refuge du Col de la Vanoise à la pointe de la Réchasse. 2 650 m, E4 94x gr, 50,42X gr.

Enfin la dernière partie des échantillons provient de recherches répétées effectuées sur le territoire des communes ci-après :

- Aigueblanche
- Fontaine-le-Puits
- Moûtiers Tarentaise
- Pralognan-la-Vanoise

- Rognaix
- Saint-Martin-de-Belleville
- Saint-Paul-sur-Isère
- Salins-les-Thermes.

II. - NOMENCLATURE ET DISTRIBUTION TAXINOMIQUE

La nomenclature adoptée est celle de J.P. FRAMM et W. FREY in «Mossflora» (1983) et de A.J.E. SMITH in «The Moss Flora of Britain and Ireland» (1978) pour les espèces non mentionnées dans l'ouvrage précédent.

Les 296 espèces recensées se répartissent ainsi :

- Bryales : 234 espèces soit 79,05 %
- Andreaeales : 1 espèce soit 0,33 %
- Sphagnales : 8 espèces soit 2,70 %
- Marchantiales : 4 espèces soit 1,35 %
- Metzgeriales : 5 espèces soit 1,68 %
- Jungermanniales : 44 espèces soit 14,86 %

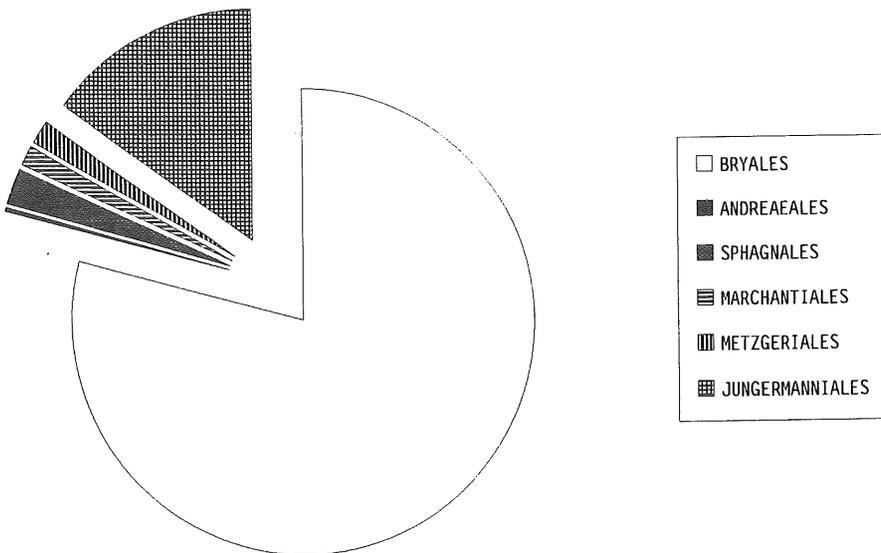


FIG. 1. - Répartition des 296 espèces de Bryophytes recensées

III. - REPARTITION ALTITUDINALE ET EN FONCTION DES SUBSTRATS (fig 2 et 3)

- BRYALES ET ANDREAEALES

C'est entre 1 500 et 2 000 m d'altitude (étage subalpin) qu'ont été recensées le plus grand nombre d'espèces :

- 28 espèces entre 400 et 500 m soit 11,91% des taxons
- 16 espèces entre 400 et 1 000 m soit 6,80 % des taxons
- 19 espèces entre 400 et 1 500 m soit 8,08 % des taxons
- 24 espèces entre 400 et 2 000 m soit 10,21 % des taxons
- 12 espèces entre 400 et 2 500 m soit 5,10 % des taxons
- 5 espèces entre 400 et au-dessus de 2 500 m soit 2,12 % des taxons
- 13 espèces entre 500 et 1 000 m soit 5,53 % des taxons
- 4 espèces entre 500 et 1 500 m soit 1,70 % des taxons
- 9 espèces entre 500 et 2 000 m soit 3,82 % des taxons
- 3 espèces entre 500 et 2 500 m soit 1,27 % des taxons
- 1 espèce entre 500 et au-dessus de 2 500 m soit 0,42 % des taxons
- 9 espèces entre 1 000 et 1 500 m soit 3,82 % des taxons
- 13 espèces entre 1 000 et 2 000 soit 5,53 % des taxons
- 3 espèces entre 1 000 et 2 500 soit 1,27 % des taxons
- 40 espèces entre 400 et 2 000 m soit 17,02 % des taxons
- 14 espèces entre 1 500 et 2 500 m soit 5,95 % des taxons
- 8 espèces entre 1 500 et au-dessus de 2 500 m soit 3,40 % des taxons
- 8 espèces entre 2 000 et 2 500 m soit 3,40 % des taxons
- 3 espèces entre 2 000 et au-dessus de 2 500 m soit 1,27 % des taxons
- 3 espèces au-dessus de 2 500 m soit 1,27 % des taxons.

En résumé, on peut noter que 14 espèces (5,95 % des taxons) n'ont été récoltées qu'au dessus de 2 000 m et peuvent être considérées comme typiquement alpines, alors que 37 autres espèces à large répartition dépassent également cette altitude (15,74 % des taxons) et que 159, enfin, (67,65% des taxons) sont encore présentes à 1 500 m.

- SPHAGNALES

Aucune espèce de sphaignes n'a été récoltée au-dessous de 1 000 m d'altitude :

- 4 espèces entre 1 000 et 1 500 m soit 50% des taxons
- 2 espèces entre 1 500 et 2 000 m soit 25 % des taxons
- 2 espèces entre 2 000 et 2 500 m soit 25% des taxons.

- MARCHANTIALES ET METZGERIALES

Dans l'état de nos recherches, il semble que les différentes espèces d'hépatiques à thalles se relaient en altitude mis à part deux espèces à large répartition :

- 1 espèce entre 400 et 2 000 m soit 11,11 % des taxons
- 2 espèces entre 400 et 2 500 m soit 22,22 % des taxons
- 1 espèce entre 500 et 1 000 m soit 11,11 % des taxons
- 2 espèces entre 1 000 et 1 500 m soit 22,22 % des taxons
- 1 espèce entre 1 000 et au-dessus de 2 500 soit 11,11 % des taxons
- 1 espèce entre 1 500 et 2 000 m soit 11,11 % des taxons
- 1 espèce au-dessus de 2 500 m soit 11,11 % des taxons.

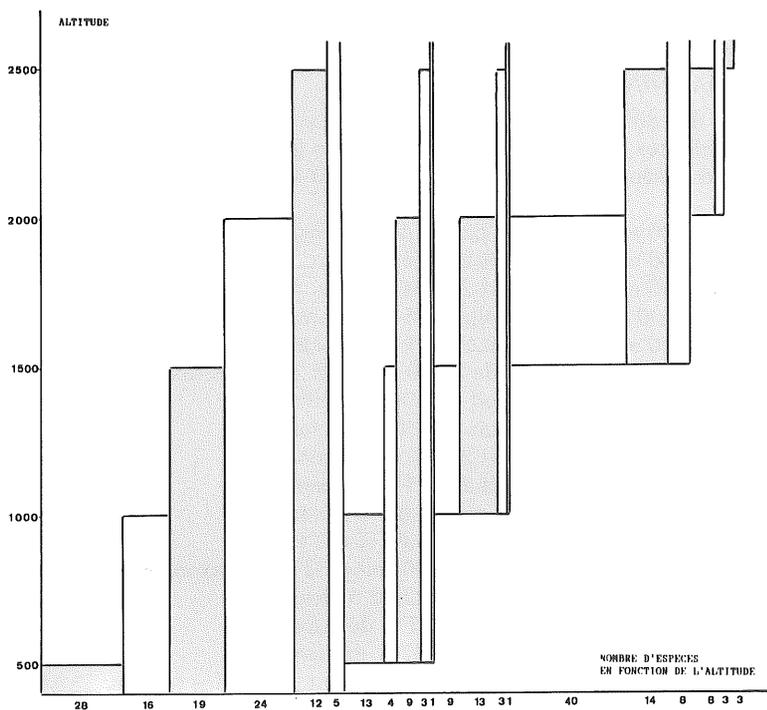


FIG. 2. - Répartition altitudinale des Bryales

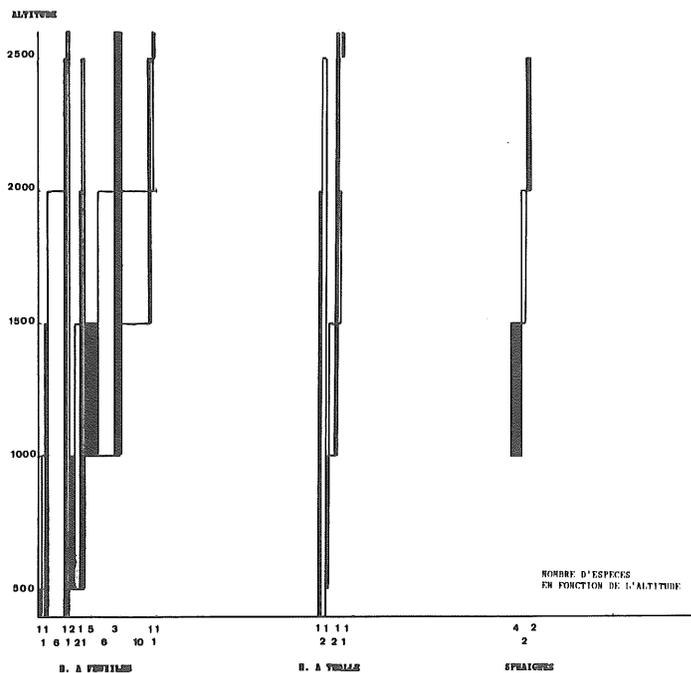


FIG. 3. - Répartition altitudinale des H. à feuilles, H. à thalle et Sphaignes

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

- JUNGERMANNIALES

L'étagement des différentes espèces d'hépatiques à feuilles est moins net que celui des précédentes, peut-être en raison du plus grand nombre d'espèces, 38 des 44 espèces recensées se répartissent entre 1 000 et 2 000 m, dont 30 entre 1 500 et 2 000 m.

- 1 espèce entre 400 et 500 m soit 2,27 % des taxons
- 1 espèce entre 400 et 1 000 m soit 2,27 % des taxons
- 1 espèce entre 400 et 1 500 m soit 2,27 % des taxons
- 6 espèces entre 400 et 2 000 m soit 13,65 % des taxons
- 1 espèce entre 400 et 2 500 m soit 2,27 % des taxons
- 1 espèce entre 400 et au-dessus de 2 500 m soit 2,27 % des taxons
- 2 espèces entre 500 et 1 000 m soit 4,54% des taxons
- 2 espèces entre 500 et 1 500 m soit 4,54% des taxons
- 1 espèce entre 500 et 2 000 m soit 2,27% des taxons
- 1 espèce entre 500 et 2 500 m soit 2,27 % des taxons
- 5 espèces entre 1 000 et 1 500 m soit 11,37 % des taxons
- 6 espèces entre 1 000 et 2 000 m soit 13,65 % des taxons
- 3 espèces entre 1 000 et au-delà de 2 500 soit 6,82% des taxons
- 10 espèces entre 1 500 et 2 000 m soit 22,72 % des taxons
- 1 espèce entre 1 500 et 2 500 m soit 2,27 % des taxons
- 1 espèce entre 2 000 et 2 500 m soit 2,27 % des taxons
- 1 espèce exclusivement au-dessus de 2 500 m soit 2,27% des taxons.

	mousses	Hép. à t.	Hép. à f.	sphaignes	total	en %
terricoles	114	4	18	8	144	48,65
saxicoles	32	1	2	0	35	11,82
corticoles	10	0	2	0	12	4,05
lignicoles	3	0	4	0	7	2,36
ter.+ sax.	52	2	11	0	65	21,96
sax.+ cort.	7	1	3	0	11	3,72
ter. + cort.	5	0	0	0	5	1,69
lign.+ sax.	0	0	1	0	1	0,34
ter. + lign.	3	0	2	0	5	1,69
muscirole	0	1	0	0	1	0,34
sax. + cort.						
+ terr.	8	0	1	0	9	3,04
indifférent	1	0	0	0	1	0,34

TABLEAU. I. - Répartition de la flore bryologique en fonction des supports

IV. - LISTE ET STATIONS DES BRYOPHYTES

Cette liste correspond à celle des échantillons que nous avons récoltés et déterminés, ainsi qu'à ceux recueillis et étudiés par Marianne MEYER provenant des communes de Rognaix, Saint-Paul-sur-Isère et Essert-Blay.

BRYOPHYTES DU MASSIF DE LA VANOISE

La liste des taxons est présentée dans l'ordre alphabétique des genres et au sein de ceux-ci par ordre alphabétique des espèces. Les variétés sont citées après l'espèce type. Les initiales précédant les noms de genres correspondent aux groupements suivants :

- M : Bryales et Andreaeales
- S : Sphagnales
- H.T : Marchantiales et Metzgeriales
- HF : Jungermanniales.

Pour les espèces communes, aucune station n'a été indiquée mais les caractéristiques des biotopes et la répartition altitudinale sont précisées. Pour les autres taxons, toutes les stations sont mentionnées (nom de la commune en lettre capitales, lieu-dit) avec leurs caractéristiques (substrat, altitude) et éventuellement les espèces compagnes.

M- ABIETINELLA C. Müll.

1. *Abietinella abietina* (Hedw.) Fleisch.

- ROGNAIX : Le Bayet, pré, à terre, 400 m ;
- SALINS-LES-THERMES : Les Frasses, prairie sèche, à terre, 600 m ;
- FONTAINE LE PUIITS : La Barme, à terre et sur bloc calcaire, 1 050 m ;
- PEISEY-NANCROIX : chemin du refuge du Mont Pourri, mélèzin, à terre, 1 660 m ; *ibid.* , à terre, 1 930 m, associée à *Tortula norvegica*.

M- ALOINA Kindb.

2. *Aloina ambigua* (B.S.G.) Limpr.

- SALINS-LES-THERMES : station thermophile, à terre et sur vieux mur, exposition SE, pente 0 %, 600 m.

M- AMBLYSTEGIELLA Loeske.

3. *Amblystegiella confervoides* (Brid.) Loeske.

- PEISEY-NANCROIX : chemin du refuge du Mont-Pourri, mélèzin, sur rocher schisteux, 1 660 m.

4. *Amblystegiella jungermannoides* (Brid.) Giac.

- AIGUEBLANCHE : Bois du Morel, sur rocher ombragé, 500 m ;
- FONTAINE-LE-PUITS : le canal, sur racines de *Hedera helix* et sur humus, exposition N, 1 000 m.

M- AMBLYSTEGIUM B.S.G.

5. *Amblystegium juratzkanum* Schimp.

- FONTAINE-LE-PUITS : écoulement d'eau de bassin, au sol, 1 000 m.

6. *Amblystegium serpens* (Hedw) B.S.G.

- AIGUEBLANCHE : Bois du Morel, 2 récoltes sur troncs d'arbres vivants dont une à 1,20 m du sol, 500 m.

M- ANDREAEA Hedw.

7. *Andreaea rupestris* Hedw.

- LES ALLUES : Plan de Tueda, lisière de la forêt de *Pinus cembra*, sur rocher acide, pente 80%, 1 710 m.

M- ANOMODON Hook & Tayl.

8. *Anomodon attenuatus* (Hedw.) Hüb.

- ROGNAIX : sur mur ombragé, 400 m ;
- BRIDES-LES-BAINS : Bois de Cythère, sur tronc de feuillus, 600 m.

9. *Anomodon viticulosus* (Hedw.) Hook & Tayl.

- Endroits plus ou moins ombragés, à la base des troncs, sur les rochers et au ras du sol. Répandue jusqu'à 1 300 m.

HF- ANTHELIA Dum.

10. *Anthelia juratzkana* (Limpr.) Trev.

- PRALOGNAN : Haute-vallée de Rosoire, à terre, quelques pieds parmi d'autres bryophytes, 2 550 m.

M- ANTITRICHIA Brid.

11. *Antitrichia curtipendula* (Hedw.) Brid.

- ESSERTS-BLAY : La Perrière, sur rocher acide en station dégagée, 800 m.

HT- ASTERELLA P. Beauv.

12. *Asterella lindenbergiana* (Corda) H. Arn.

- CHAMPAGNY-EN-VANOISE : Plan Séry, combe à neige sur substrat calcaire, 2 550 m.

M- ATRICHUM P. Beauv.

13. *Atrichum angustatum* (Brid.) B.S.G.

- SAINT-PAUL-SUR-ISERE : à terre, 400 m.

14. *Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv.

- Talus et sols forestiers argileux. Répandue jusqu'à 800 m.

M- AULACOMNIUM Schwaegr.

15. *Aulacomnium androgynum* (Hedw.) Schwaegr.

- Sur bois pourri, rocher recouvert de terre. Assez répandue, jusqu'à 500 m.

16. *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwaegr.

- En tapis denses dans les zones et prairies humides ; associée à *Climacium dendroides*.

- PEISEY-NANCROIX : près du refuge de Rosuel, berges, 1 570 m ;
- SAINTE-FOY-EN-TARENTOISE : la petite Sassièrre, 1 900 m.

HF- *BARBILOPHOZIA* Loeske.

17. *Barbilophozia attenuata* (Mart.) Loeske.

- SAINT-MARCEL : La Pérouse, disséminé parmi *Dicranum scoparium*, 600 m.

18. *Barbilophozia barbata* (Mart.) Loeske.

A terre, sur rochers recouverts d'humus, sur racines d'arbres.

- LES ALLUES : Plan de Tueda, 1 710 m ;
- FONTAINE-LE-PUITS : Le Canal, 950 m ; *ibid.* : Pré du Puits, 1 470 m.

19. *Barbilophozia hatcheri* (Evans) Loeske.

- CHAMPAGNY-EN-VANOISE : près du garage EDF, à terre, 1 430 m ;
- PRALOGNAN-LA-VANOISE : Bois de Cholière, à terre, 1 500 m ; *ibid.* : refuge du Col de la Vanoise, à terre sous un rocher, 2 650 m ;
- LES ALLUES : Plan de Tueda, pente 0 %, sur rocher acide, 1 710 m.

20. *Barbilophozia lycopodioides* (Wallr.) Loeske.

A terre et sur rochers, répandue de 1 200 à 2 600m.

M- *BARBULA* Hedw.

21. *Barbula convoluta*, Hedw.

- SAINT-PAUL-SUR-ISERE : sur bois décomposé, associée à *Bryum caespitium*, 350 m ;
- POMBLIERE-SAINTE-MARCEL : sur les scories, 600 m.

22. *Barbula vinealis* Brid. *ssp. cylindrica* (Tayl.) Bouv.

- FONTAINE-LE-PUITS : Le Canal sur rocher calcaire suintant, 980 m.

23. *Barbula reflexa* (Brid.) Brid.

- AIGUEBLANCHE : le Bois du Morel, sur pierres humides recouvertes de terre, 530 m ;
- LES ALLUES : Hauteville, à terre, sous *Picea excelsa*, 1 150 m, associée à *Lophocolea minor*.

M- *BARTRAMIA* Hedw.

24. *Bartramia ithyphylla* Brid.

- SAINTE-FOY-EN-TARENTEISE : La Petite Sassièrre, à terre, 1 900 m ;
- VILLAROGER : à terre, 2 000 m ;
- PEISEY-NANCROIX : Chalet des Loyes, talus sec, 2 021 m ;
- SAINT-MARTIN-DE BELLEVILLE : Val Thorens, à terre, sol acide, 2 300 m.

25. *Bartramia pomiformis* Hedw..

Sur sols et rochers acides.

- ROGNAIX : 400 m ;
- COURCHEVEL : 1 600 m ;
- TIGNES : 1 900 m.

HF- *BLEPHAROSTOMA* Dum.

26. *Blepharostoma trichophyllum* (L.) Dum.

- FONTAINE-LE-PUITS : La Pesièrre, sur vieille souche de résineux associée à *Tetraphis pellucida*, 1 100 m ;

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

- SAINT-PAUL-SUR-ISERE : Les Saudiers, sur la paroi d'un bassin en bois de *Picea excelsa*, 1 100 m ;
- CHAMPAGNY-EN-VANOISE : sur gros blocs acides recouverts d'humus, 1 430 m ;
- PEISEY-NANCROIX : chemin du refuge du Mont-Pourri, sur bois, 1 930 m.

M- BRACHYTHECIUM B.S.G.

27. *Brachythecium albicans* (Hedw.) B.S.G.

Sur terrains acides, en milieux découverts, à toutes les altitudes.

- ROGNAIX : Le Bayet, pré, à terre sous *Betula alba*, 350 m ;
- FONTAINE-LE-PUITS : Le Puits, pré, associée à *Tortula subulata* var. *angustata*, 1 200 m
- PEISEY-NANCROIX : chemin du Refuge du Mont-Pourri, mélèzin, sur schistes, associée à *Hypnum cupressiforme* var. *uncinatum*, 1 660 m ; *ibid.* : Chalet des Loyes, talus, à terre, 2 021 m ;
- PRALOGNAN-LA-VANOISE : Col de la Grande Pierre, sous abri de rocher acide, à terre, 2 400 m ;
- TERMIGNON : au pied du glacier du Pelve, à terre, 2 450 m.

28. *Brachythecium campestre* (C. Müll.) B.S.G.

ESSERTS-BLAY : en lisière de forêt, à terre et sur les troncs, 1 050 m.

29. *Brachythecium glareosum* (Spruce) B.S.G.

- ROGNAIX : Le Bayet, au bord d'un ruisseau, sur rocher, 350 m ;
- VAL D'ISERE : Prariond, près d'un ruisseau, sur rocher en affleurement, 2 200 m.

30. *Brachythecium populeum* (Hedw.) B.S.G.

Sur bois, pierres et humus. Répandue jusqu'à 1 900 m.

B. p. var. *amoenum* (Milde) Limpr. : PEISEY-NANCROIX, chemin du refuge du Mont Pourri, dans un pierrier, à terre sur rocher acide, 1 840 m.

31. *Brachythecium reflexum* (Starke) B.S.G.

- PRALOGNAN-LA-VANOISE : Bois de Cholière, à terre, 1 500 m ;
- LES ALLUES : Plan de Tueda, sur racines de *Picea excelsa*, 1 710 m ;
- SAINTE-FOY-EN-TARENTEISE : la petite Sassièrre, à terre, en compagnie de *Pseudoleskea incurvata*, 1 900 m ;
- GRANIER-SUR-AIME : Col du Coin, sur rocher acide et au bord de l'eau, 2 000 m ;
- PRALOGNAN-LA-VANOISE : Haute vallée du ruisseau de Rosoire, sur rochers et à terre, 2 550 m ; en compagnie de *Brachythecium starkei*.

32. *Brachythecium rivulare* B.S.G.

Berges des ruisseaux, plus rarement des eaux stagnantes.

- AIGUEBLANCHE : Bois du Morel, 500 m ;
- FONTAINE-LE-PUITS : carrière de gypse, 850 m ;
- VILLAROGGER : Le Planay, 1 700 m ;
- LES ALLUES : Plan de Tueda, 1 710 m.

33. *Brachythecium rutabulum* (Hedw.) B.S.G.

Cosmopolite, jusqu'à 1 200 m.

34. *Brachythecium salebrosum* (Web. & Mohr) B.S.G.

- ROGNAIX : Le Bayet, sur mur, 350 m ;
- SAINT-MARTIN-DE-BELLEVILLE : Les Cariots, à terre, 1 700 m.

35. *Brachythecium starkei* (Brid.) B.S.G.

- SAINT-MARTIN-DE-BELLEVILLE : Caseblanche, marais, 1 900 m ;
- PRALOGNAN-LA-VANOISE : Haute Vallée du ruisseau de Rosoire, à terre, 2 550 m, en compagnie de *Brachythecium reflexum* ;
- VAL D'ISERE : Col de la Galise, berge d'un ruisseau, sur rocher acide, 2 900 m.

36. *Brachythecium velutinum* (Hedw..) B.S.G.

A terre, sur rochers, à la base des troncs. Répandu jusqu'à la limite supérieure de la forêt. Plus rare jusqu'à 2 000 m.

M- BRYOERYTHROPHYLLUM Chen.

37. *Bryoerythrophyllum recurvirostre* (Hedw.) Chen.

- AIGUEBLANCHE : Le bois du Morel, à terre, sous conifères, 500 m ;
- FONTAINE-LE-PUITS : Champriond, sur rocher près d'un bassin en bois, 1 000 m ;
- LES ALLUES ; Hauteville, à terre, sous *Picea excelsa*, 1 150 m.

M- BRYUM Hedw.

Ce genre très vaste, dont les espèces sont très difficiles à séparer est largement représenté à toutes les altitudes. Nous ne citons que les espèces dont la détermination nous a été confirmée.

38. *Bryum alpinum* Huds. s. str.

- SAINTE-FOY-EN-TARENTEISE : La petite Sassièrre, zone humide, à terre, 1 900 m.

39. *Bryum argentum* Hedw.

En tapis denses, à terre. Répandue jusqu'à 1 300 m.

40. *Bryum aespiticium* Hedw.

- SAINT-PAUL-SUR-ISERE : à terre, pente 0%, 350 m, associée à *Barbula convoluta* ;
- FONTAINE-LE-PUITS : en recouvrement important sur route goudronnée, 1 000 m.

41. *Bryum capillare* Hedw. s. str.

A terre, sur rochers ou murs, à la base des troncs, dans les endroits humides et ombragés. Répandue jusqu'à 1 100 m.

42. *Bryum flaccidum* Brid.

- POMBLIERE-SAINTE-MARCEL : Montfort, au bord du ruisseau de Hauteville, à terre et sur rochers calcaires, pente 45%, 950 m ;
- LES ALLUES : Plan de Tueda, en forêt à terre, 1 710 m ;
- PEISEY-NANCROIX : chemin du Refuge du Mont Pourri, mélèzin, à terre, 1 660 m.

43. *Bryum microerythrocarpum* C.Müll. & Kindb.

- ROGNAIX : Le Bayet, terre retournée, 350 m.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

44. *Bryum muehlenbeckii* B.S.G.

- VAL D'ISERE : Prariond, sur sol, talus humide, 2 200 m.

45. *Bryum pallens*, Sw.

- SAINT-MARCEL : immergée dans un bassin, 530 m ;
- FONTAINE-LE-PUITS : dans un bassin, 1 000 m ;
- PRALOGNAN-LA-VANOISE : Pont de la Pêche, talus humide, sur pierres humides, 1 710 m ;
- VAL D'ISERE : Prariond, ruisselet, 2 200 m.

46. *Bryum pallescens* Schleich. : Schwaegr.

- PRALOGNAN-LA-VANOISE : Pont de la Pêche, sur rocher humide, 1 710 m ;
- SAINT-MARTIN-DE-BELLEVILLE : Caseblanche, terre humide, 1 900 m.

47. *Bryum pseudotriquetrum* (Hedw.) Gärtnr., Meyer & Schreb.

- Berges, marais, tourbières. Répandue jusqu'à 2 200 m, associée à *Philonotis* sp.

48. *Bryum rubens* Mitt.

- ROGNAIX : terre retournée, 350 m, associée à *Phascum cuspidatum* et *Enthostodon fascicularis*.

49. *Bryum torquescens* De Not.

- SAINT-MARCEL : Montfort, bord du ruisseau de Hauteville, sur rocher calcaire, 1 000 m.

50. *Bryum turbinatum* (Hedw.) Turn.

- VILLAROGER : Le Planay, à terre, 1 800 m ;
- PRALOGNAN-LA-VANOISE : Haute-Vallée du ruisseau de Rosoire, pelouse sèche, 2 550 m ;
- VAL D'ISERE : Prariond, bord du ruisseau, à terre, 2 850 m.

51. *Bryum weigelii* Spreng.

- AIGUEBLANCHE : Bois du Morel, sur humus à l'ombre, 600 m.

M- CALLIERGON (Sull.) Kindb.

52. *Calliergon giganteum* (Schimp.) Kindb.

- PEISEY-NANCROIX : près du refuge de Rosuel, berges et fond d'un ruisseau à fort courant, 1 570 m ;
- SAINT-MARTIN-DE-BELLEVILLE : lac de Montaulever, sur vase du fond, 2 200 m.

53. *Calliergon richardsonii* (Mitt.) Kindb.

- PEISEY-NANCROIX : Lac de la Plagne, bords du Ponturin, à terre, pente 0%, 1 800 m.

54. *Calliergon sarmentosum* (Wahlenb.) Kindb.

- SAINTE-FOY-EN-TARENTEISE : La petite Sassièrre, lande humide sous *Vaccinium myrtillus*, associée à *Drepanocladus exannulatus*, 1 900 m.

55. *Calliergon stramineum* (Brid.) Kindb.

- SAINTE-FOY-EN-TARENTEISE : la Petite Sassièrre, zone humide, dans les touffes de *Aulacomnium palustre*, associée à *Sphagnum capillifolium*, 1 900 m.

M- CALLIERGONELLA Loeske.

56. *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske.

Dans les lieux humides, à terre ou sur les rochers. Répandue jusqu'à 2 100 m.

HF- CALYPOGEIA Raddi

57. *Calypogeia neesiana* (Mass. d Carest) K. Müll.

– LES ALLUES : Plan de Tueda, à terre et sur tronc de *Sorbus aucuparia*, 1 700 m.

58. *Calypogeia sphagnicola* (Arn. & Perss). Warnst. & Loeske.

– SAINTE-FOY-EN-TARENTEISE : La Petite Sassièrre, tourbière, associée à *Sphagnum compactum* et *Hylocomium pyrenaicum*, 1 900 m.

M- CAMPYLIUM (Bull.) Mitt.

59. *Campylium chrysophyllum* (Brid.) L. Lange

– AIGUEBLANCHE : Bois du Morel, bord du chemin, sous *Pinus silvestris*, 500 m ;

– PEISEY-NANCROIX ; Chemin du Refuge du Mont Pourri, à terre, sol calcaire, 1 930 m.

60. *Campylium halleri* (Hedw.) Lindb.

– POMBLIERE-SAINTE-MARCEL : Montfort, au bord du ruisseau de Hauteville, sur rocher calcaire, 1 000 m ;

– PRALOGNAN-LA-VANOISE : forêt d'Isertan, sur rocher, 1 700 m.

61. *Campylium stellatum* (Hedw.) Lindb.

Dans les endroits humides, terre et rochers. Répandue, jusqu'à 2 300 m.

HF- CEPHALOZIA Dum.

62. *Cephalozia bicuspidata* (L.) Dum.

– AIGUEBLANCHE : Le Bois du Morel, sur bois pourri, 500 m ;

– SAINT-PAUL-SUR-ISERE : à terre, 700 m ;

– PEISEY-NANCROIX : Rosuel, à terre, aux abords d'un ruisseau sous *Alnus viridis*, 1 570 m, associée à *Polytrichum alpinum*.

M- CERATODON Brid.

63. *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid.

– SAINT-PAUL-SUR-ISERE : sur schistes, 400 m.

HF- CHILOSCYPHUS Corda.

64. *Chiloscyphus pallescens* (Ehrh.) Dum.

– POMPLIERE-SAINTE-MARCEL : Montfort, rochers calcaires, 1 000 m ;

– SAINT-MARTIN DE BELLEVILLE : Caseblanche, zone humide, 1 900 m ;

– COURCHEVEL : Lac Bleu, zone humide, 2 000 m.

65. *Chiloscyphus polyanthos* (L.) Corda

- LES ALLUES : Plan de Tueda, berge, 1 700 m.

M- CINCLIDOTUS P. Beauv.

66. *Cinclidotus mucronatus* (Brid.) Mach.

- SALINS-LES-THERMES : sur rocher immergé dans le Doron de Bozel, 400 m, associée à *Hygrohypnum luridum*.

M- CIRRIPHYLLUM Grout.

67. *Cirriphyllum cirrhosum* (Schwaegr.) Grout.

- PEISEY-NANCROIX : chemin du Refuge du Mont Pourri, à terre, sol calcaire, 1 930 m.

68. *Cirriphyllum piliferum* (Hedw.) Grout.

- AIGUEBLANCHE : La Tour à Chapeau, hêtraie, talus de route forestière, 900 m ;
- LES ALLUES : Plan de Tueda, sous *Alnus viridis*, 1 700 m.

M- CLIMACIUM Web. & Mohr.

69. *Climacium dendroides* (Hedw.) Web & Mohr

- Endroits plus ou moins humides, tourbières et marais, associée à *Aulacomnium palustre*. Répandue jusqu'à 2 100 m.

HT- CONOCEPHALUM Web.

70. *Conocephalum conicum* (L.) Dum.

- POMBLIERE-SAINT-MARCEL : Montfort, bord du ruisseau de Hauteville, sur rocher calcaire, près du sol, 1 000 m ;
- SAINT-BON-EN-TARENTOISE : La Jairaz, bord du ruisseau à terre, 1 050 m.

M- CRATONEURON (Sull.) Spruce.

71. *Cratoneuron commutatum* (Hedw.) Roth.

- Lieux humides, berges de ruisseaux, sur calcaire, souvent immergée. Répandue jusqu'à 2 500 m.

72. *Cratoneuron decipiens* (De Not.) Loeske.

- VILLAROGER : à terre près d'un ruisseau, 1 500 m ;
- SAINT-MARTIN-DE-BELLEVILLE : Caseblanche, zone humide, 1 900 m ;
- PEISEY-NANCROIX : Chalet des Loyes, près d'un ruisseau, 2 021 m.

73. *Cratoneuron filicinum* (Hedw.) Spruce

- MOUTIERS : route d'Hautecour, dans un ruisseau, 600 m ;
- LES ALLUES : Plan de Tueda, berge d'un ruisseau, 1 710 m.

M- CTENIDIUM (Schimp.) Mitt.

74. *Ctenidium molluscum* (Hedw.) Mitt.

- Terre et rochers calcaires. Répandue jusqu'à 1 600 m.

75. *Ctenidium procerrimum* (Mol.) Lindb.

- PEISEY-NANCROIX : chemin du refuge du Mont Pourri, à terre, sur sol calcaire, 1 930 m.

M- *DESMATODON* Brid.

76. *Desmatodon latifolius* (Hedw.) Brid.

- SAINT-MARTIN-DE-BELLEVILLE : Caseblanche, à terre et sur rocher associée à *Tortula ruralis* s. str. , 1 900 m.
- D. l.* var. *muticus* Brid. : SAINTE-FOY-EN TARENTEISE : la Petite Sassièrre, rocher acide au ras du sol, 1 800 m.

M- *DICHODONTIUM* Schimp.

77. *Dichodontium pellucidum* (Hedw.) Schimp.

- VAL D'ISERE : Col de la Galise, à terre au bord d'un ruisseau, 2 900 m.

M- *DICRANELLA* (C. Müll.) Schimp.

78. *Dicranella heteromalla* (Hedw.) Schimp.

- AIGUEBLANCHE : Bois du Morel, à terre et sur rochers, 500 m.
- POMBLIERE-SAINTE-MARCEL : Montfort, au bord du ruisseau de Hauteville, sur rocher calcaire, 1 000 m ;
- SAINT-PAUL-SUR-ISERE : Le Bochet, sur schistes, 1 100 m.

79. *Dicranella humilis* Ruthe (= *D. rigidula*).

- COURCHEVEL : Lac Bleu, zone humide, 2 000 m ;
- PEISEY-NANCROIX ; Chalet des Loyes, talus humide, 2 021 m.

80. *Dicranella palustris* (Dicks) E. Warb.

- SAINT-PAUL-SUR-ISERE : source froide, parmi les sphaignes, 1 350 m ;
- SAINTE-FOY-EN-TARENTEISE : La Petite Sassièrre, tourbière, 1 900 m.

81. *Dicranella subulata* (Hedw.) Schimp.

- VILLAROGER : à terre, 2 000 m ;
- PRALOGNAN-LA-VANOISE : Haute vallée du ruisseau de Rosoire, à terre, 2 600 m.

82. *Dicranella varia* (Hedw.) Schimp.

- AIGUEBLANCHE : Bois du Morel, sur schistes, 500 m ;
- PEISEY-NANCROIX : Chalet des Loyes, talus humide, 2 021 m.

M- *DICRANODONTIUM* B.S.G.

83. *Dicranodontium denudatum* (Brid.) Britt.

- SAINT-MARTIN-DE-BELLEVILLE : Caseblanche, à terre, et sur rochers, 1900 m.

M- *Dicranoweisia* Lindb.

84. *Dicranoweisia crispula* (Hedw.) Milde.

- PEISEY-NANCROIX : chemin du refuge du Mont Pourri, mélèzin, à terre, 1 660 m ;

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

- LES ALLUES : Plan de Tueda, à terre, 1 700 m ;
- COURCHEVEL : Lac Bleu, zone humide, 2 000 m.

M- DICRANUM Hedw.

85. *Dicranum bonjeani* De Not.

- SAINT-PAUL-SUR-ISERE : marais, parmi *Sphagnum* sp, 1 350 m.

86. *Dicranum fuscescens* Turn.

- PRALOGNAN-LA-VANOISE : Bois de Cholière, à terre, 1 500 m ;
- SAINT-JEAN-DE BELLEVILLE : La Barcade, sur rocher acide, 1 600 m ;
- COURCHEVEL : Lac Bleu, à terre, 2 000 m ;
- PRALOGNAN-LA-VANOISE : Haute vallée du ruisseau de Rosoire, à terre, 2 600 m ;
- SAINT-MARTIN-DE-BELLEVILLE : Val Thorens, à terre, sol acide, 2 650 m ;
- PRALOGNAN-LA-VANOISE : Chemin du refuge du Col de la Vanoise à la pointe de la Réchasse, à terre, 2 650 m.

87. *Dicranum scoparium* Hedw.

- Espèce nettement forestière. Répandue jusqu'à 2 000 m.

M- DIPHYSCIUM Mohr.

88. *Diphyscium foliosum* (Hedw.) Web. & Mohr

- ROGNAIX : Le Bayet, à terre, 400 m.

HF- DIPLOPHYLLUM Dum.

89. *Diplophyllum albicans* (L.) Dum.

- SAINT-PAUL-SUR-ISERE : à terre, 700 m ;
- SAINTE-FOY-EN-TARENTEISE : La Petite Sassièrre, à terre, sous *Rhododendron ferrugineum*, 1 800 m.

M- DISTICHUM B.S.G.

90. *Distichium capillaceum* (Hedw.) B.S.G.

- Sur terre et rochers calcaires. Répandue, jusqu'à 2 600 m.

M- DITRICHUM Hampe

91. *Ditrichum flexicaule* (Schwaegr.) Hampe.

- PRALOGNAN-LA-VANOISE : forêt d'Isertan, à terre, 1 500 m ;
- LES ALLUES : Plan de Tueda, à terre, berge de ruisseau, 1 700 m.

92. *Ditrichum heteromallum* (Hedw.) Britt.

- SAINTE-FOY-EN-TARENTEISE : La Petite Sassièrre, à terre, associée à *Nardia scalaris*, 1 900 m.

M- DREPANOCLADUS (C. Müll.) Roth.

93. *Drepanocladus exannulatus* (B.S.G.) Warnst.

- LES ALLUES : Plan de Tueda, à terre, berge de ruisseau, 1 710 m .

BRYOPHYTES DU MASSIF DE LA VANOISE

- SAINTE-FOY-EN-TARENTEISE : La Petite Sassièrre, à terre, lande humide sous *Vaccinum myrtillus*, 1 900 m ;
- SAINT-MARTIN-DE-BELLEVILLE : Lac de Montaulever, immergée, associée à *Calliergon giganteum*, 2 200 m.

94. *Drepanocladus revolvens* (Sw.) Warnst.

- COURCHEVEL : Les Verdons, zone humide, 2 000 m.

95. *Drepanocladus vernicosus* (Mitt.) Warnst.

- FONTAINE-LE-PUITS : Le Puits, immergée dans un bassin en pierre, paroi verticale, 1 200 m.

M- ENCALYPTA Hedw.

96. *Encalypta streptocarpa* Hedw.

- AIGUEBLANCHE : Bois du Morel, rochers calcaires (espèce fructifiée, ce qui est assez rare pour cette espèce), 500 m ;
- SALINS-LES-THERMES : Leschaud, à terre, 600 m ;
- SAINT-MARCEL : Montfort, au bord du ruisseau de Hauteville, sur rocher calcaire, 1 000 m ;
- PRALOGNAN-LA-VANOISE : Bois de Cholière, à terre, sur rocher et sur bois pourri, 1 500 m ;
- PEISEY-NANCROIX : Chemin du refuge du Mont Pourri, sur sol calcaire, 1 930 m.

97. *Encalypta vulgaris* Hedw.

- MOUTIERS : sur un vieux mur, 480 m ;
- SALINS-LES-THERMES : le long du Doron de Bozel, à terre dans la hétraie, 500 m ;
- SAINT-MARCEL : la Pérouse, à terre, 600 m ;
- FONTAINE-LE-PUITS : sur rocher calcaire, 1 200 m.

M- ENTHOSTODON Schwaegr.

98. *Enthostodon fascicularis* (Hedw.) C. Müll.

- ROGNAIX : Le Bayet, à terre, pelouse sèche, 400 m.

M- EPHEMERUM Hampe.

99. *Ephemerum minutissimum* Lindb.

- ROGNAIX : Le Bayet, à terre, 400 m.

M- EURHYNCHIUM B.S.G.

100. *Eurhynchium angustirete* (Broth.) Kop.

- SAINT-PAUL-SUR-ISERE : à terre, 400 m.

101. *Eurhynchium pulchellum* (Hedw.) Jenn.

E. p. var. *diversifolium* (B.S.G.) C. Jens.

- FONTAINE-LE-PUITS : Le Puits, à terre, 1 200 m ;
- PEISEY-NANCROIX : chemin du Refuge du Mont Pourri, sur sol calcaire, 1 930 m.

E.p. var. pulchellum

- CHAMPAGNY-EN-VANOISE : au départ du sentier du Plan des Gouilles, sur blocs acides recouverts de terre, peissière, 1 430 m.

102. *Eurhynchium speciosum* (Brid.) Jur.

- FONTAINE-LE-PUITS : Le Canal, écoulement d'eau temporaire, recouvrement important, 980 m.

103. *Eurhynchium striatum* (Hedw.) Schimp.

- AIGUEBLANCHE : Bois du Morel, à terre, 500 m ;
- ESSERTS-BLAY : à terre et sur rochers, en forêt, 600 m ;
- ROGNAIX : talus de route forestière, 650 m.

Espèce de basse altitude.

104. *Eurhynchium swartzii* (Turn.) Curnow.

- A terre, dans les prés, les talus et en lisière de forêts. Répandue jusqu'à 1 750 m.

M- FISSIDENS Hedw.

105. *Fissidens adianthoides* Hedw.

- PRALOGNAN-LA-VANOISE : Bois de Cholière, à terre, 1 500 m ;
- SAINT-MARTIN-DE-BELLEVILLE : Caseblanche, marais, à terre, 1 900 m.

106. *Fissidens bryoides* Hedw.

- AIGUEBLANCHE : Bois du Morel, à terre, 500 m ;
- PRALOGNAN-LA-VANOISE : Bois de Cholière, à terre, 1 500 m.

107. *Fissidens cristatus* Wils. : Mitt.

- PRALOGNAN-LA-VANOISE : Bois de Cholière, à terre, 1 500 m ;
- PEISEY-NANCROIX : Chemin du Refuge du Mont-Pourri, à terre, 1 930 m.

108. *Fissidens taxifolius* Hedw.

Sur sols humides et gras. Répandue, jusqu'à 2 000 m.

M- FONTINALIS Hedw.

109. *Fontinalis antipyretica* hedw.

- PEISEY-NANCROIX : près du refuge de Rosuel, lit d'un ruisseau à fort courant, 1 570 m.

110. *Fontinalis hypnoides* Hartm.

- LA BATHIE : ruisseau de Bénétant, 400 m.

HF- FRULLANIA Raddi.

111. *Frullania dilatata* (L.) Dum.

Sur troncs vivants de feuillus. Répandue jusqu'à 1 500 m

112. *Frullania tamarisci* (L.) Dum.

- ESSERT-BLAY : sur rocher acide et sur écorce en forêt, 850 m.

M- FUNARIA Schreb.

113. *Funaria hygrometrica* Hedw.

A terre, à découvert, pleine lumière. Très répandue jusqu'à 1 200 m.

M- GRIMMIA Hedw.

114. *Grimmia affinis* (Hornsch).

- PEISEY-NANCROIX : chemin du refuge du Mont Pourri, sur rocher acide dans un pierrier, exposition Sud, 1 840 m.

115. *Grimmia alpestris* Limpr.

- PEISEY-NANCROIX : chemin du Refuge du Mont Pourri, sur rocher acide dans un pierrier, exposition Sud, 1 840 m ;
- SAINT-MARTIN-DE-BELLEVILLE : Caseblanche, sur terre et rocher, 1 900 m.

116. *Grimmia anodon* B.S.G.

- FONTAINE-LE-PUITS : Pierre Bise, sur blocs calcaires, pente 90 %, exposition Est, 1 050 m ;
- PEISEY-NANCROIX : chemin du refuge du Mont Pourri ; sur sol calcaire, exposition S-SW, 1 930 m, associée à *Hypnum vaucheri*.

117. *Grimmia commutata* Hüb.

- SAINT-PAUL-SUR-ISERE : sur rocher acide, 400 m ;
- PEISEY-NANCROIX : chemin du refuge du Mont Pourri, sur blocs acides, 1 840 m.

118. *Grimmia donniana* Sm.

- PEISEY-NANCROIX : chemin du refuge du Mont-Pourri, sur blocs acides, 1 840 m ;
- VAL D'ISERE : moraines des Sources de l'Isère, sur rocher acide, 2 400 m.

119. *Grimmia hartmannii* Schimp.

- SAINT-MARTIN-DE-BELLEVILLE : Caseblanche, sur rocher, 1 900 m.

120. *Grimmia laevigata* (Brid.) Brid.

- FEISSONS-SUR-ISERE : sur rocher acide, à découvert, 400 m.

121. *Grimmia pulvinata* (Hedw.) Sm.

Sur murs et rochers. Très répandue, jusqu'à 2 200 m.

M- HEDWIGIA P. Beauv.

122. *Hedwigia ciliata* (Hedw.) P. Beauv.

- ESSERTS-BLAY : Sur rochers acides, 400 m ;
- PEISEY-NANCROIX : Chemin du refuge du Mont Pourri, sur rocher acide, 1 810 m.

M- HETEROCLADIUM B.S.G.

123. *Heterocladium dimorphum*, (Brid.) B.S.G.

- SAINT-PAUL-SUR-ISERE : Champ-Tardy, à terre, 1 000 m ;
- PRALOGNAN-LA-VANOISE : Bois de Cholière, à terre, 1 500 m.

124. *Heterocladium heteropterum* B.S.G.

- SAINTE-FOY-EN-TARENTEISE : La Petite Sassièrre, sol, entre rochers schisteux, 1 900 m.

M- HOMALIA (Brid.) B.S.G.

125. *Homalia trichomanoides* (Hedw.) B.S.G.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

- SAINT-PAUL-SUR-ISERE : sur rocher acide humide, 400 m ;
- AIGUEBLANCHE : le long du Morel, à terre, 500 m ;
- BRIDES-LES-BAINS : Bois de Cythère, sur troncs, 600 m.

M- HOMALOTHECIUM B.S.G.

126. *Homalothecium lutescens* (Hedw.) Robins.

- LES ALLUES : Plan de Tueda, à terre dans la pelouse, 1 710 m.

127. *Homalothecium sericeum* (Hedw.) B.S.G.

- Sur rochers, surtout calcaires, sur troncs d'arbres. Très répandue, jusqu'à 1 600 m.

M- HOMOMALLIUM (Schimp.) Loeske.

128. *Homomallium incurvatum* (Brid.) Loeske.

- FONTAINE-LE-PUITS : La Barme, sur rocher calcaire au ras du sol, et à la base d'un tronc, 1 050 m ;
- PEISEY-NANCROIX : chemin du refuge du Mont Pourri, sur rocher à découvert, 1 810 m.

M- HYMENOSTYLIUM Brid.

129. *Hymenostylium recurvirostrum* (Hedw.) Dix.

- SALINS-LES-THERMES : Les Frasses, sur rocher calcaire avec écoulement d'eau, recouvrement important, 600 m ;
- VAL D'ISERE : sur rocher calcaire avec écoulement d'eau, dans les gorges de Malpasset, 2 100 m.

M- HYGROHYPNUM Lindb.

130. *Hygrohypnum luridum* (Hedw.) Jenn.

- PEISEY-NANCROIX : près du refuge de Rosuel, dans un ruisseau à fort courant, 1 570 m.

H. l. var. *subsphaericarpum* (Brid.) C. Jens. : AIGUEBLANCHE : dans un bassin, 500 m ;

- SALINS-LES-THERMES : sur les rochers immergés et sur les berges du Doron de Bozel, 600 m.

H. l. var. *tenellum* (Schimp.) Podp. : VAL D'ISERE : chemin du col de la Galise, berges d'un ruisseau temporaire, sur rochers acides, 2 600 m.

M- HYLOCOMIUM B.S.G.

131. *Hylocomium brevirostre* (Brid.) B.S.G.

- ROGNAIX : talus de route forestière, à terre, 600 m, associée à *Eurhynchium striatum*.

132. *Hylocomium pyrenaicum* (Spruce) Lindb.

- CHAMPAGNY-EN-VANOISE : au départ du sentier du Plan des Gouilles, à terre, 1 430 m ;
- LES ALLUES ; Plan de Tueda, à terre, dans la prairie, 1 710 m ;

BRYOPHYTES DU MASSIF DE LA VANOISE

- SAINTE-FOY-EN-TARENTEISE : La Petite Sassièrre, tourbière, associée à *Sphagnum compactum* et *Calypogeia sphagnicola*, 1 800 m ;
- COURCHEVEL : près du lac Bleu, zone humide, 2 000 m ;
- SAINT-BON-EN-TARENTEISE : Col de la Grande Pierre, sur rocher acide abrité, 2 400 m.

133. *Hylocomium splendens* (Hedw.) B.S.G.

A terre, en forêt. Très répandue, jusqu'à 2 000 m.

134. *Hylocomium umbratum* (Hedw.) B.S.G.

- LES ALLUES : Plan de Tueda, à terre, à la base de *Sorbus aucuparia*, 1 710 m.

M- HYPNUM Hedw.

135. *Hypnum cupressiforme* Hedw. s. str.

Espèce polymorphe et cosmopolite. Très répandue jusqu'à 2 500 m.

H.c. var. *brevisetum* Schimp. : AIGUEBLANCHE : chemin de la Pierre, sur bois pourri, 550 m.

H. c. var. *filiforme* Brid. à la base des troncs lisses ; très répandue.

H.c. var. *uncinatum* Boulay : SAINT-PAUL-SUR-ISERE : sur écorce, 500 m, fo. minor ;

- PEISEY-NANCROIX : chemin du refuge du Mont Pourri, sur rocher schisteux, 1 660 m, associée à *Brachythecium velutinum*.

136. *Hypnum jutlandicum* Houmen & Warncke.

- ROGNAIX : Clairière, sur blocs granitiques, 400 m.

137. *Hypnum resupinatum* Tayl.

- AIGUEBLANCHE : le long du Morel, sur écorce, 500 m.

138. *Hypnum vaucheri*, Lesq.

- BRIDES-LES-BAINS : sur sol calcaire, 600 m, associée à *Trichodon cylindricus* ;
- PEISEY-NANCROIX : chemin du refuge du Mont Pourri, terre calcaire, 1 930 m.

M- ISOTHECIUM Brid.

139. *Isoetecium alopecuroides* (Dubois) Isov.

- SAINT-PAUL-SUR-ISERE : aux alentours du collège, en forêt, à terre, 400 m ;
 - POMBLIERE-SAINTE-MARCEL : Montfort, bord du ruisseau de Hauteville, sur rocher calcaire et à terre, pente 45%, 950 m ;
 - FONTAINE-LE-PUITS : Le Canal, sur rocher calcaire humide, 980 m ;
 - CHAMPAGNY-EN-VANOISE : au départ du sentier du Plan des Gouilles, clairière, sur rochers acides recouverts d'humus, 1 430 m ;
 - PRALOGAN-LA-VANOISE : Bois de Cholière, à terre, 1 500 m ;
 - LES ALLUES : altiport, sur troncs, 1 800 m.
- Répandue en forêt jusqu'à la limite supérieure de celle-ci.

M- KIAERIA Hag.

140. *Kiaeria falcata* (Hedw.) Hag.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

- SAINT-MARTIN-DE-BELLEVILLE : Val Thorens, combe à neige, 2 500 m ;
- LES ALLUES : bord du lac du Mont Coua, combe à neige, 2 672 m.

141. *Kiaeria starkei* (Web. & Mohr) Hag.

- VAL D'ISERE : chemin du col de la Galise, berges d'un ruisseau temporaire, sur rocher acide, 2 900 m.

HF- *LEIOCOLEA* Buch.

142. *Leiocolea heterocolpos* (Thed.) Buch.

- CHAMPAGNY-EN-VANOISE : au départ du sentier du plan des Gouilles, sur rocher acide recouvert de terre et sur autres bryophytes, 1 430 m ;
- PRALOGNAN-LA-VANOISE : haute-vallée du ruisseau de Rosoire, à terre, associée à d'autres bryophytes, 2 550 m.

143. *Leiocolea muelleri* (Nees) Jörg.

- SAINT-MARCEL : Montfort, bord du ruisseau de Hauteville, sur rocher calcaire, à 2 mètres du sol, 1 000 m, associée à *Encalypta streptocarpa*, *Scapania calcicola*, et *Lophocolea minor* ;
- PEISEY-NANCROIX : chemin du refuge de Mont Pourri, à terre, 1 930 m.

HF- *LEJEUNEA* Lib.

144. *Lejeunea cavifolia* (Ehrh.) Lindb.

- ESSERTS-BLAY : «Chez Loup», bois de feuillus, sur rocher acide, 500 m, associée à *Metzgeria furcata*.

HF- *LEPIDOZIA* Dum.

145. *Lepidozia reptans* (L.) Dum.

- LE BOIS : au-dessus de Saint-Nicolas, sur souche pourrie, 1 100 m, associée à *Tetraphis pellucida*.

M- *LESCURAEA* B.S.G.

146. *Lescuraea saxicola* (Br. Eur.) Milde

- PEISEY-NANCROIX : chemin du refuge du Mont Pourri, sur rochers schisteux, dans le mélèzin, recouvrement important, 1 660 m.

M- *LESKEELLA* (Limpr.) Loeske.

147. *Leskeella nervosa* (Brid.) Loeske

- SAINT-PAUL-SUR-ISERE : hétraie, tronc abattu, 1 100 m ;
- PRALOGNAN-LA-VANOISE : pont de la Pêche, à terre, 1 700 m.

M- *LEUCOBRYUM* Brid.

148. *Leucobryum glaucum* (hedw.) Angstr.

- SAINT-PAUL-SUR-ISERE : Les Saudiers, pessière, sur rocher acide et au sol, 1 100 m.

149. *Leucobryum juniperoideum* (Brid.) C. Müll.

- SAINT-PAUL-SUR-ISERE : chataigneraie, souche pourrie, 400 m.

M- LEUCODON Schwaegr.

- 150. *Leucodon sciuroides*** (Hedw.) Schwaegr.
Sur troncs et sur rochers. Répandue jusqu'à 1 900 m.

HF- LOPHOCOLEA Dum.

- 151. *Lophocolea cuspidata*** (Nees) Limpr.
– AIGUEBLANCHE : Les Emptes, La Tour à Chapeau, à terre, 900 m;
- 152. *Lophocolea heterophylla*** (Schrad.) Dum.
Sur bois pourri, plus rarement à terre. Répandue jusqu'à 2 100 m.
- 153. *Lophocolea minor*** Nees.
Calcicole, à terre et sur rocher. Répandue jusqu'à 2 100 m.

HF- LOPHOZIA Dum.

- 154. *Lophozia excisa*** (Dicks.) Dum.
– VILLAROGER : au-dessus du Plan de l'Aiguille, à terre, 2 000 m.
- 155. *Lophozia longidens*** (Lindb.) Mac.
– LES ALLUES : Plan de Tueda, sur rocher acide, en lisière de cembraie, 1 710 m ;
– COURCHEVEL : Aux alentours du Lac Bleu, à terre, 2 000 m.
- 156. *Lophozia obtusa*** (Lindb.) Evans
– ESSERTS-BLAY : à terre, 500 m ;
– LES ALLUES : Plan de Tueda, sous *Alnus viridis*, à terre, 1 710 m.
- 157. *Lophozia ventricosa*** (Dicks.) Dum.
– FONTAINE-LE-PUITS : La Barne, à terre, 1 050 m ;
– LES ALLUES : Plan de Tueda, en lisière de la cembraie, sur rocher acide, 1 710 m ;
– COURCHEVEL : zone humide près du Lac Bleu, à terre, 2 000 m.

HT- MARCHANTIA L.

- 158. *Marchantia polymorpha*** L.
Sur sol humide ou inondé. Répandue jusqu'à 2 050 m (BONNEVAL-SUR-ARC : chemin de l'Ecot au refuge du Criou).

HF- MARSUPELLA Dum.

- 159. *Marsupella funckii*** (Web. & Mohr) Dum.
– SAINTE-FOY-EN-TARENTEISE : La Petite Sassièrre, à terre et entre rochers schisteux, 1 800 m.

HT- METZGERIA Raddi.

- 160. *Metzgeria furcata*** (L.) Dum.
Sur écorces de feuillus, sur rochers, en forêt. Très répandue jusqu'à 1 600 m.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

161. *Metzgeria pubescens* (Schrank) Raddi.

- FONTAINE-LE-PUITS : La Pésière, incrustant *Neckera crispa* à la base d'un tronc, 1 100 m.

M- *MNIUM* Hedw.

162. *Mnium ambiguum* H. Müll.

- PEISEY-NANCROIX : Chemin du refuge du Mont Pourri, en lisière d'aulnaie verte, dans une dépression humide, à terre, 1 950 m, associée à *Mnium stellare*.

163. *Mnium marginatum* (With.) P. Beauv.

- PRALOGNAN-LA-VANOISE : Bois de Cholière, à terre, 1 500 m, associée à *Plagiochila asplenioides* ;
- TIGNES : les Brévières, talus très humide, 1 600 m ;
- PEISEY-NANCROIX : Chemin du refuge du Mont-Pourri, mélèzin, à terre, 1 660 m, associée à *Pohlia cruda* et *Distichium capillaceum* ;
- LES ALLUES : Plan de Tueda, pelouse entre ruisseau et forêt, sur le sol, 1 710 m.

164. *Mnium stellare* Reich : Hedw.

- ROGNAIX : talus de route forestière sur schiste, 700 m ;
- PEISEY-NANCROIX : chemin du refuge du Mont Pourri, cavité rocheuse humide et ombragée, aulnaie verte, 1 950 m, associée à *Mnium ambiguum*.

165. *Mnium thomsonii* Schimp.

- POMBLIERE-SAINT-MARCEL : Montfort, bord du ruisseau de Hauteville, sur rocher calcaire, 1 000 m, associée à *Lophocolea minor* ;
- FONTAINE-LE-PUITS : lisière de bois de feuillus, sur rocher, 1 000 m ;
- CHAMPAGNY-EN-VANOISE : au départ du sentier du plan des Gouilles, sur bloc acide recouvert d'humus, en forêt, 1 430 m ;
- PEISEY-NANCROIX : chemin du refuge du Mont Pourri, sur terre calcaire, 1 930 m, associée à *Fissidens cristatus* ;
- BONNEVAL SUR-ARC : chemin de l'Ecot au refuge du Criou, à terre, 2 050 m.

M- *MYURELLA* B.S.G.

166. *Myurella julacea* (Schwaegr.) B.S.G. var. *scabrifolia* Limpr.

- PEISEY-NANCROIX : «Chalet des Loyes», chemin du refuge du Mont Pourri, à terre, sur talus humide, 2 021 m.

HF- *NARDIA* S. Gray.

167. *Nardia scalaris*, S. Gray.

- SAINTE-FOY-EN-TARENTEISE : La Petite Sassièrre, à terre entre rochers schisteux, 1 900 m.

M- *NECKERA* Hedw.

168. *Neckera complanata* (Hedw.) Hüb.

- ROGNAIX : Le Bayet, sur mur, 400 m ;

BRYOPHYTES DU MASSIF DE LA VANOISE

– POMBLIERE-SAINT-MARCEL : sur rocher calcaire, 600 m.

169. *Neckera crispa* Hedw.

Sur troncs et rochers. Répandue jusqu'à 1 200 m.

HF- NOWELLIA Mitt.

170. *Nowellia curvifolia* (Dicks.) Mitt.

– AIGUEBLANCHE : Bois du Morel, sur tronc pourrissant, 500 m, associée à *Lophocolea heterophylla*.

M- OLIGOTRICHUM Lam. & Cand.

171. *Oligotrichum hercynicum* (hedw.) DC.

– GRANIER-SUR-AIME : à terre, et sur rocher acide, au-dessous du Col du Coin, 2 200 m.

M- ONCOPHORUS Brid.

172. *Oncophorus virens* (Hedw.) Brid.

– VAL-D'ISERE : Prariond, sur rocher calcaire à 2 400 m, et au bord d'un petit ruisseau à 2 200 m ;
– TERMIGNON : au pied du glacier du Pelve, à terre, 2 450 m.

M- ORTHODICRANUM (B.S.G.) Loeske.

173. *Orthodicranum flagellare* (Hedw.) Loeske.

– SAINT-PAUL-SUR-ISERE : en forêt, sur souche de chataignier, 700 m.

M- ORTHOTRICHUM Hedw.

174. *Orthotrichum affine* Brid.

Sur troncs de feuillus, parfois sur rocher. Répandue jusqu'à 1 200 m.

175. *Orthotrichum anomalum* Hedw.

Sur rocher. Répandue jusqu'à 1 500 m.

176. *Orthotrichum cupulatum* Brid.

– FONTAINE-LE-PUITS : Pierre Bise, sur bloc calcaire, exposition Est, sur paroi verticale, 1 050 m.

177. *Orthotrichum diaphanum* Brid.

– ROGNAIX : sur mur en béton, 400 m ;
– AIGUEBLANCHE : le Bourjaillet, sur tronc de *Robinia pseudoacacia* à 2 mètres du sol, 470 m ;
– MOUTIERS : sur mur en béton, au centre ville, 480 m.

178. *Orthotrichum lyellii* Hook. & Tayl.

– AIGUEBLANCHE : Bois du Morel, sur tronc de *Populus nigra*, 500 m.

179. *Orthotrichum obtusifolium* Brid.

– AIGUEBLANCHE : Le Bourjaillet, tronc de *Robinia pseudoacacia*, à 2 mètres du sol, associée à *Orthotrichum diaphanum*.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

180. *Orthotrichum pallens* Brid.

– AIGUEBLANCHE : berges de l'Isère, sur tronc de *Populus nigra*, 470 m.

181. *Orthotrichum rupestre* Schwaegr.

– PEISEY-NANCROIX : chemin du refuge du Mont Pourri, sur bloc acide, 1 840 m.

182. *Orthotrichum stramineum* Brid.

– LES ALLUES : Plan de Tueda, sur racines de *Hedera helix*, 1 710 m.

M- PARALEUCOBRYUM (Limpr.) Loeske.

183. *Paraleucobryum longifolium* (Hedw.) Loeske var. *subalpinum* Milde.

– LES ALLUES : Plan de Tueda, lisière de forêt, rocher acide, pente 0%, 1 710 m.

HT- PELLIA Raddi.

184. *Pellia endiviifolia* (Dicks.) Dum.

– SALINS-LES-THERMES : les Frasses, sur concrétions calcaires d'eaux incrustantes, 600 m.

185. *Pellia neesiana* (Gott.) Limpr.

– SAINT-MARTIN-DE-BELLEVILLE : Caseblanche, marais, à terre, 1 900 m.

M- PHASCUM Hedw.

186. *Phascum cuspidatum* Hedw.

– ROGNAIX : Le Bayet, terre retournée, 400 m ;

– FONTAINE-LE-PUITS : dans un pré, à terre, 1 200 m.

P. c. var. *piliferum* (Hedw.) Hook. & Tayl : FONTAINE-LE-PUITS : terre retournée, 1 030 m.

M- PHILONOTIS Brid.

187. *Philonotis calcarea* (B.S.G.) Schimp.

– SAINT-JEAN-DE-BELLEVILLE : entre la Saulce et Deux-Nants, à terre, berge de ruisseau, 1 600 m.

P. c. var. *aquatica* Loeske & Bauer ; SAINT-PAUL-SUR-ISERE : «Champ-Tardy», immergée dans un ruisseau, 1 000 m.

188. *Philonotis fontana* (Hedw.) Brid.

Au bord des ruisseaux, dans les marais et les tourbières, Répandue de 1 500 à 2 300 m.

189. *Philonotis seriata* Mitt.

– PEISEY-NANCROIX : près du refuge de Rosuel, zone humide, 1 570 m ;

– SAINT-MARTIN-DE-BELLEVILLE : Caseblanche, marais, à terre, 1 900 m ;

– PEISEY-NANCROIX : «Chalet des Loyes», chemin du refuge du Mont Pourri, talus humide près d'un ruisseau, 2 021 m.

190. *Philonotis tomentella* Lor.

– SAINTE FOY-EN-TARENTEISE : La Petite Sassièrre, tourbière, à terre, 1 900 m ;

BRYOPHYTES DU MASSIF DE LA VANOISE

- COURCHEVEL : près du Lac Bleu, zone humide, à terre, 2 000 m ;
- VILLAROGGER : au-dessus du Plan de l'Aiguille, zone humide, à terre, 2 000 m ;
- VAL D'ISERE : moraines des sources de l'Isère, à terre, 2 400 m.

HF- *PLAGIOCHILA* Dum.

191. *Plagiochila asplenioides* (L.) Dum.

En forêt, à terre et sur rocher calcaire. Répandue jusqu'à 1 800 m.

192. *Plagiochila porelloides* (Nees) Lindenb.

- SAINT-BON-EN-TARENTEISE : La Jairaz, berge du ruisseau à terre et sur béton, associée à *Conocephalum conicum* ;
- PRALOGNAN-LA-VANOISE : rocher de la Fraiche, à terre, 1 450 m ;
- PEISEY-NANCROIX : chemin du refuge du Mont Pourri, à terre, 1 930 m.

M- *PLAGIOMNIUM* Kop.

193. *Plagiomnium affine* (Funck.) Kop.

A terre, en forêt. Répandue jusqu'à 1 750 m.

194. *Plagiomnium cuspidatum* (Hedw.) Kop.

A terre, en forêt, dans les endroits frais, répandue jusqu'à 1 500 m.

195. *Plagiomnium elatum* (B.S.G.) Kop.

- PEISEY-NANCROIX : «Chalet des Loyes», chemin du Refuge du Mont-Pourri, berge d'un ruisseau, à terre, 2 021 m.

196. *Plagiomnium ellipticum* (Brdi.) Kop.

- PEISEY-NANCROIX : près du refuge de Rosuel, zone humide, près d'un ruisseau, à terre, 1 600 m ; *ibid.* : «Chalet des Loyes», chemin du Refuge du Mont Pourri, talus humide à terre, 2 021 m.

197. *Plagiomnium rostratum* (Schrad.) Kop.

- AIGUEBLANCHE : Bois du Morel, à terre, 500 m ;
- PRALOGNAN-LA-VANOISE : Pont de la Pêche, talus de terre, et sur rocher, 1 700 m.

198. *Plagiomnium undulatum* (Hedw.) Kop.

Sur sol forestier, berges des ruisseaux, à terre, dans les endroits humides et frais, répandue jusqu'à 1 200 m.

M- *PLAGIOPUS* Brid.

199. *Plagiopus oederianus* (Sw.) Crum & Anders.

- FONTAINE-LE-PUITS : La Pésièrre, sur vieille souche de résineux, 1 100 m ;
- PEISEY-NANCROIX : «Chalet des Loyes», chemin du refuge du Mont Pourri, talus humide, à terre, 2 021 m.

M- *PLAGIOTHECIUM* B.S.G.

200. *Plagiothecium cavifolium* (Brid.) Iwats.

- ESSERTS-BLAY : La Perrière, hétraie, à terre, 800 m ;
- FONTAINE-LE-PUITS : le Canal, sur racines de *Hedera helix*, à l'ombre, 1 000 m.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

201. *Plagiothecium denticulatum* (Hedw.) B.S.G.

- ESSERTS-BLAY : en forêt, à terre, 400 m ;
- LES ALLUES : Plan de Tueda, en forêt, à terre et sur racines de *Picea excelsa*, 1 710 m.

202. *Plagiothecium laetum*, B.S.G.

- ESSERTS-BLAY : en forêt, à terre, contre un tronc, 400 m.

203. *Plagiothecium nemorale* (Mitt.) Jaeg.

- ESSERTS-BLAY : en forêt sur rocher acide humide, 500 m.

204. *Plagiothecium undulatum* (Hedw.) B.S.G.

- SAINT-PAUL-SUR-ISERE : «Champ Tardy», hêtre, à terre, 1 000 m.

M-*PLEUROCHAETE* Lindb.

205. *Pleurochaete squarrosa* (Brid.) Lindb.

- SALINS-LES-THERMES : à terre, exposition Sud, 600 m.

M-*PLEUROZIUM* Mitt.

206. *Pleurozium schereberi* (Brid.) Mitt.

- Sur sol acide. Répandue de 800 à 2 000 m.

M. *POGONATUM* P. Beauv.

207. *Pogonatum aloides* (Hedw.) P. Beauv.

- SAINT-PAUL-SUR-ISERE : Le Bochet, pessière, à terre, 1 100 m.

208. *Pogonatum urnigerum* (Hedw.) P. Beauv.

- Lieux ouverts, pierreux, uniquement colonisés par la strate muscicole, talus de routes forestières. Répandue de 400 à 2 100 m.

M-*POHLIA* Hedw.

209. *Pohlia cruda* (Hedw.) Lindb.

- A terre, sur rochers recouverts de terre, dans les fentes des rochers. Répandue jusqu'à 2 050 m.

P.c. var. *alpina* Hagen : SAINTE-FOY-EN-TARENTEISE : La Petite Sassièrre, à terre entre rochers schisteux, 1 800 m.

210. *Pohlia ludwigii* (Schwaegr.) Broth.

- SAINT-MARTIN-DE-BELLEVILLE : VAL THORENS, bord du ruisseau, 2 500 m.

211. *Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb.

- SAINT-PAUL-SUR-ISERE : en forêt, à terre, 400 m ;
- SAINTE-FOY-EN-TARENTEISE : La Petite Sassièrre, à terre, 1 800 m.

212. *Pohlia obtusifolia* (Brid.) L. Koch.

- SAINTE-FOY-EN-TARENTEISE : La petite Sassièrre, lande humide à *Vaccinium myrtillus*, à terre, 1 800 m ;
- GRANIER-SUR-AIME : berge d'un petit ruisseau avant le col du Coin, 2 200 m.

213. *Pohlia wahlenbergii* (Web. & Mohr.) Andrews

- VILLAROGER : à terre, 2 200 m ;
- SAINT-MARTIN-DE-BELLEVILLE : VAL THORENS, à terre, 2 500 m.

M- POLYTRICHUM Hedw.

214. *Polytrichum alpinum* Hedw.

- CHAMPAGNY-EN-VANOISE : au départ du sentier du Plan des Gouilles, en forêt, sur blocs acides recouverts de terre, 1 430 m ;
- PEISEY-NANCROIX : près du refuge de Rosuel, à terre, sous *Alnus viridis*, berge de ruisseau 1 570 m ;
- SAINTE-FOY-EN-TARENTEISE : La Petite Sassièrre, à terre et entre les rochers schisteux, 1 900 m.

215. *Polytrichum commune* Hedw.

- SAINTE-FOY-EN-TARENTEISE : La Petite Sassièrre à terre sous *Vaccinium myrtillus* et dans la lande humide, 1 800 m.

216. *Polytrichum formosum* Hedw.

- LES ALLUES : Plan de Tueda, en forêt, à terre, 1 710 m.

217. *Polytrichum juniperinum* Hedw.

Stations ouvertes, pelouses, berges, moraines, à terre. Répandue de 1 600 à 2 900 m.

218. *Polytrichum piliferum* Schreb. : hedw.

- ESSERTS-BLAY : Plan du Chuet, à terre, 700 m ;
- SAINTE-FOY-EN-TARENTEISE : La Petite Sassièrre, à terre, 1 900 m, associée à *Pterigynandrum filiforme* ;
- PRALOGNAN-LA-VANOISE : Haute vallée du ruisseau de Rosoire, à terre et sur rochers, 2 550 m ; *ibid.* : Col de Chavière à terre, entre les rochers, 2 900 m.

219. *Polytrichum sexangulare* Brid.

- CELLIERS : Col de la Madeleine, à terre, 1 900 m ;
- SAINT-MARTIN-DE-BELLEVILLE : VAL THORENS, à terre, 2 500 m, associée à *Kiaeria falcata*.

HF- PORELLA Lindb.

220. *Porella platyphylla* (L.) Pfeiff.

Sur rochers et écorces, rarement à terre. Répandue, jusqu'à 1 900 m.

M- POTTIA Fürnr.

221. *Pottia intermedia* (Törn.) Fürnr.

- ROGNAIX : Le Bayet, sur vieux mur de tuf, 400 m ;
- FONTAINE-LE-PUITS : site éclairé, à terre, 1 000 m.

222. *Pottia lanceolata* (Hedw.) C. Müll.

- MOUTIERS : coteau de Hautecour, talus sec, à terre, 550 m.

HT- PREISSIA Corda.

223. *Preissia quadrata* (Scop.) Nees

- POMBLIERE-SAINTE-MARCEL : Montfort, bord du ruisseau de Hauteville, base d'un rocher calcaire, 1 000 m ;
- SAINT-JEAN-DE-BELLEVILLE : La Saulce, à terre, 1600 m ;

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

- PEISEY-NANCROIX : «Chalet des Loyes», chemin du refuge du Mont Pourri, talus humide, à terre, 2 021 m, associée à *Calliergonella cuspidata*.

M- PSEUDOLESKEA B.S.G.

224. *Pseudoleskea incurvata* (Hedw.) Loeske

- LES ALLUES : Plan de Tueda, pré, à terre et sur rochers, 1 710 m ;
- SAINTE-FOY-EN-TARENTOISE : La Petite Sassièrre, talus humide, à terre sous *Rhododendron ferrugineum*, 1 800 m ;
- VAL D'ISERE : Prariond, rocher à ras de terre, près d'un ruisselet, 2 200 m ;
ibid. : Rocher calcaire sec, 2 400 m.

225. *Pseudoleskea patens* (Lindb.) Kindb.

- SAINT-MARTIN-DE-BELLEVILLE : Caseblanche, à terre et sur rocher, 1 900 m.

226. *Pseudoleskea radicata* (Mitt.) Kindb. & Mac.

- CHAMPAGNY-EN-VANOISE : départ du sentier du Plan des Gouilles, pessière, sur bloc acide recouvert d'humus, 1 430 m ;
- SAINT-MARTIN-DE-BELLEVILLE : VAL THORENS, à terre et sur rocher acide, 2 500 m ;
- CHAMPAGNY-EN-VANOISE : Plan Séry, sol calcaire, combe à neige, à terre, 2 500 m ;
- PRALOGNAN-LA-VANOISE : Haute Vallée du Ruisseau de Rosoire, sur rocher et à terre, 2 550 m ; *ibid.* : chemin du refuge Félix Faure, à la pointe de la Réchasse sous un rocher et à terre, 2 650 m.

Cette espèce, donnée comme rare dans la littérature, est assez fréquente.

M- PSEUDOLESKEELLA Kindb.

227. *Pseudoleskeella catenulata* (Schrad.) Kindb.

- FONTAINE-LE-PUITS : le Canal, chénaie, à terre et sur rochers humides et ombragés, 950 m ;
- POMBLIERE-SAINTE-MARCEL : Montfort, bord du ruisseau de Hauteville, sur rocher calcaire, 1 000 m, associée à *Plagiomnium cuspidatum* ;
- PEISEY-NANCROIX : chemin du refuge du Mont Pourri, dans un pierrier, à terre au pied d'un rocher acide, 1 840 m.

M- PTERIGYNANDRUM Hedw.

228. *Pterigynandrum filiforme* Hedw.

- BRIDES-LES-BAINS : Bois de Cythère, à terre, 700 m ;
- ESSERTS-BLAY : sur tronc pourri, 800 m ;
- PRALOGNAN-LA-VANOISE : Bois de Cholière, sur rocher, 1 500 m ;
- PEISEY-NANCROIX : chemin du refuge du Mont Pourri, base d'un tronc de *Larix decidua*, 1 660 m ;
- LES ALLUES : Plan de Tueda, sur racines de *Picea excelsa*, 1 710 m ;
- PEISEY-NANCROIX : chemin du refuge du Mont Pourri, sur bloc acide, 1 840 m ;
- SAINT MARTIN DE BELLEVILLE : Caseblanche, sur rocher et terre, 1 900 m.

M- PTERYGONEURUM Jur.

229. *Pterygoneurum ovatum* (Hedw.) Dix.

- SALINS-LES-THERMES : à terre, pente 80 %, exposition SE, 600 m.

HF- PTILIDIUM Nees.

230. *Ptilidium pulcherrimum* (G. Web.) Vainio.

- ESSERTS-BLAY : sur souche de *Picea excelsa*, 1 100 m ;
- PRALOGNAN-LA-VANOISE : Bois de Cholière, même substrat, 1 500 m.

M- PTILIDIUM De Not.

231. *Ptilidium crista-castrensis* (Hedw.) De Not.

- DOUCY-EN-TARENTEISE : Le Crétet, pessière, à terre, 1 100 m ;
- CHAMPAGNY-EN-VANOISE : pessière, bloc acide recouvert de terre, 1 430 m ;
- PRALOGNAN-LA-VANOISE : bois de Cholière, à terre, 1 500 m.

M- PTYCHODIUM Schimp.

232. *Ptychodium plicatum* (Web. & Mohr.) Schimp.

- FONTAINE-LE-PUITS : «Pré du Puits», sur rocher recouvert de terre, 1 450 m ;
- PEISEY-NANCROIX : chemin du refuge du Mont Pourri, sur rocher à plat, 1 810 m ; *ibid.*, sur terre calcaire, exposition S, 1 930 m ; *ibid.* : aulnaie, creux de rocher ombragé et humide, 1 950 m.

M- PTYCHOMITRIUM Fürnr.

233. *Ptychomitrium polyphyllum* (Sw.) B.S.G.

- ROGNAIX : sur schistes inclinés, en lisière de forêt, 400 m.

M- PYLAISIA B.S.G.

234. *Pylaisia polyantha* (Hedw.) B.S.G.

- AIGUEBLANCHE : Bois du Morel, sur tronc de feuillu, 530 m.

HF- RADULA Dum.

235. *Radula complanata* (L.) Dum.

Sur tronc de feuillus. Répandue jusqu'à 1 800 m.

236. *Radula lindenbergiana* Hartm. F.

- LES ALLUES : Plan de Tueda, au pied de *Sorbus aucuparia*, à terre, 1 710 m.

M- RACOMITRIUM Brid.

237. *Racomitrium aquaticum* (P. Beauv.)

- ROGNAIX : Le Bayet, rochers acides, 400 m.

238. *Racomitrium canescens* (Hedw.) Brid.

À terre et sur rochers non calcaires. Répandue jusqu'à 2 000 m.

R.c. var. *ericoides* Brid. : Villaroger, 2 000 m.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

239. *Racomitrium heterostichum* (Hedw.) Brid. *ssp. sudeticum* (Funk.) Dix.

- LES ALLUES : Plan de Tueda, lisière de forêt, rocher acide, exposition S, 1 710 m ;
- SAINTE-FOY-EN-TARENTEISE : La Petite Sassièrre, à terre, contre un rocher, sous *Vaccinium myrtillus*, 1 800 m.

240. *Racomitrium lanuginosum* (Hedw.) Brid.

- CHAMPAGNY-EN-VANOISE : en forêt, sur rocher acide, exposition N, 1 430 m ;
- SAINT-JEAN-DE-BELLEVILLE : Deux-Nants, rochers acides, 1 600 m.

M-RHIZOMNIUM (Broth.) Kop.

241. *Rhizomnium magnifolium* (Horik.) Kop.

- SAINT-MARTIN-DE-BELLEVILLE : Caseblanche, marais, à terre, 1 900 m.

242. *Rhizomnium pseudopunctatum* (B.S.G.) Kop.

- COURCHEVEL : près du Lac Bleu, zone humide, à terre, 2 000 m.

243. *Rhizomnium punctatum* (Hedw.) Kop.

- PEISEY-NANCROIX : près du refuge de Rosuel, zone humide, à terre, 1 570 m ;
- TIGNES : les Brévières, talus humide, à terre, 1 600 m.

M- RHODOBRYUM (Schimp.) Limpr.

244. *Rhodobryum roseum* (Hedw.) Limpr.

- POMBLIERE-SAINTE-MARCEL : La Pérouse, forêt, à terre, 600 m ;
- LES ALLUES : Plan de Tueda, sous *Alnus viridis*, à terre, 1 710 m.

M- RHYNCHOSTEGIUM B.S.G.

245. *Rhynchostegium megapolitanum* (Web. & Mohr) B.S.G.

- ROGNAIX : Le Bayet, contre un mur à l'ombre, à terre, 400 m.

246. *Rhynchostegium riparioides* (Hedw.) Card.

- AIGUEBLANCHE : Bellecombe Tarentaise, dans un bassin, 480 m
- POMBLIERE-SAINTE-MARCEL : immergée dans un bassin, 530 m, associée à *Bryum pallens* ;
- FONTAINE-LE-PUITS : La Fontaine, immergée dans un bassin, 1 150 m.

M-RHYTIDIADELPHUS (Limpr.) Warnst.

247. *Rhytidiadelphus loreus* (Hedw.) Warnst.

- LES ALLUES : Méribel-Altiport, pessière, à terre, 1 710 m ;
- COURCHEVEL : zone humide, à terre, 2 000 m.

248. *Rhytidiadelphus squarrosus* (Hedw.) Warnst.

A terre, dans les endroits humides et frais, les pelouses en lisière de forêt. Répandue jusqu'à 1 800 m.

249. *Rhytidiadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst.

A terre, en forêt, très répandue et abondante, jusqu'à 1 900 m.

HT- RICCARDIA S.F. Gray.

250. *Riccardia pinguis* (L.) S.F. Gray

- PEISEY-NANCROIX : «Chalet des Loyes», chemin du refuge du Mont Pourri, talus humide, à terre, 2 021 m ;
- BONNEVAL-SUR-ARC : chemin de l'Ecot au refuge du Criou, à terre, talus humide, 2 050 m.

HF- SACCOBASIS Buch.

251. *Saccobasis polita* (Nees) Buch

- LES ALLUES : Plan de Tueda, berges de ruisseau, à terre, 1 710 m ;
- COURCHEVEL : Lac Bleu, zone humide, 2 000 m.

Cette espèce des zones humides et inondées des étages subalpins et alpins est donnée comme rare dans la littérature. Il semble qu'elle ne le soit pas et qu'elle puisse être relativement facilement trouvée dans son biotope spécifique.

M- SANIONIA Loeske

252. *Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske.

A terre et sur les rochers. Très répandue et abondante, jusqu'à 2 800 m.

HF- SCAPANIA Dum.

Certains échantillons de la zone alpine n'ont pu être déterminés avec certitude.

253. *Scapania aspera* H. Bern.

- SALINS-LES-THERMES : bord du Doron de Bozel, hétraie, à terre, 510 m ;
- ibid.* : Château Branlant, à terre, 600 m ;
- POMBLIERE-SAINT-MARCEL : Montfort, bord du ruisseau de Hauteville, sur rocher calcaire, 1 000 m ;
- SAINT-BON-EN-TARENTOISE : Dent du Villard, entonnoir de gypse, à terre, 2 250 m.

254. *Scapania calcicola* (S.Arn. & Perss.) Ingh.

- SAINT-MARCEL : Montfort, bord du ruisseau de Hauteville, sur rocher calcaire, 1 000 m, associée à *Leiocolea muelleri*.

255. *Scapania cuspiduligera* (Nees) K. Müll.

- PRALOGNAN-LA-VANOISE : Pont de la Pêche, à terre, 1 710 m.

256. *Scapania irrigua* (Nees) Dum.

- AIGUEBLANCHE : Bois du Morel, à terre, 530 m ;
- SAINTE-FOY-EN-TARENTOISE : La Petite Sassièrre, marais, à terre, 1 900 m, associée à *Philonotis fontana*, *Dicranum scoparium* et *Aulacomnium palustre* ;
- PRALOGNAN-LA-VANOISE : Haute-vallée du ruisseau de Rosoire, à terre, dispersée parmi les autres bryophytes, 2 550 m.

257. *Scapania paludosa* (K. Müll.) K. Müll.

- SAINT-PAUL-SUR-ISERE : source froide, parmi les *Sphagnum*, 1 350 m ; associée à *Dicranella palustris*.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

258. *Scapania paludicola* Loeske.

- SAINTE-FOY-EN-TARENTEISE : La petite Sassièrre, tourbière, à terre, 1 900 m ;
- SAINT-MARTIN-DE-BELLEVILLE : Caseblanche, marais, à terre, 1 900 m.

259. *Scapania umbrosa* (schrud.) Dum.

- SAINT-PAUL-SUR-ISERE : Les Saudiers, sur bois mort, 1 100 m.

M- SCHISTIDIUM Brid.

260. *Schistidium apocarpum* (Hedw.) B.S.G. em. Poelt.

Sur rochers. Très répandue, jusqu'à 2 400 m.

S.a. ssp. papillosa (Culmann) Poelt : ROGNAIX, le Bayet, 400 m.

M- SCLEROPodium B.S.G.

261. *Scleropodium purum* (Hedw.) Limpr.

Sol forestier et en lisière. Répandue jusqu'à 1 200 m.

S- SPHAGNUM L.

262. *Sphagnum capillifolium* (Hedw.) Ehrh.

- SAINTE-FOY-EN-TARENTEISE : La Petite Sassièrre, à terre, 1 900 m.

263. *Sphagnum compactum*, D.C.

- SAINTE-FOY-EN-TARENTEISE : La petite Sassièrre, à terre, sous *Vaccinium myrtillus*, 1 900 m ;
- VAL D'ISERE : Prariond, à terre, 2 300 m.

264. *Sphagnum girgensohnii* Russ.

- VAL D'ISERE : Prariond, à terre, 2 300 m, parmi les touffes de *Sphagnum compactum*.

265. *Sphagnum palustre* L.

- SAINT-PAUL-SUR-ISERE : Charvan, à terre, 1 400 m.

266. *Sphagnum quinquefarium* (Lindb.) Warnst.

- DOUCY-EN-TARENTEISE : Le Crétet, pessière, à terre, 1 150 m ;
- SAINT-PAUL-SUR-ISERE : pessière, à terre, 1 200 m.

267. *Sphagnum rubellum* Wils.

- SAINTE-FOY-EN-TARENTEISE : La Petite Sassièrre, tourbière, à terre, 1 900 m.

268. *Sphagnum squarrosum* Crome

- SAINT-PAUL-SUR-ISERE : Les Roux, à terre, 1 100 m.

269. *Sphagnum subnitens* Russ.

- ESSERTS-BLAY : Le Darbelay, tourbière, à terre, 1 400 m.

HF- SPHENOLobus Steph.

270. *Sphenolobus minutus* (Schreb.) Steph.

- CHAMPAGNY-EN-VANOISE : au départ du sentier du Plan des Gouilles, pessière, rochers acides recouverts de terre, 1 430 m.

M- TAYLORIA Hook.

271. *Taylora serrata* (Hedw.) B.S.G.

- LES ALLUES : Plan de Tueda, sur rocher recouvert d'humus, 1 710 m.

BRYOPHYTES DU MASSIF DE LA VANOISE

M- *TETRAPHIS* Hedw.

272. *Tetraphis pellucida* Hedw.

- SAINT-PAUL-SUR-ISERE : sur vieille souche, 400 m ;
- LE BOIS : La Pésièrre, sur vieille souche pourrie, 1 100 m ; associée à *Lepidozia reptans* ;
- ESSERTS-BLAY : sur bois pourrissant, 1 300 m ;
- LES ALLUES : Plan de Tueda, sur racines de *Picea excelsa*, 1 710 m.

M- *THAMNOBRYUM* Nieuwl.

273. *Thamnobryum alopecurum* (Hedw.) Nieuwl.

- ESSERTS-BLAY : hêtraie, à terre, 500 m.

M- *THUIDIUM* B.S.G.

274. *Thuidium delicatulum* (Hedw.) Mitt.

- ESSERTS-BLAY : sur rocher acide, 400 m ;
- ROGNAIX : Le Bayet, talus et vieux mur, 400 m.

275. *Thuidium philibertii* Limpr.

- ROGNAIX : Le Bayet, dans un pré, à terre, 400 m ;
- AIGUEBLANCHE : Bois du Morel, à terre, 600 m ;
- FONTAINE LE PUITTS : le Canal, endroit frais, à terre, sur rochers et à la base des troncs de chênes, 950 m, en compagnie de *Plagiomnium cuspidatum* ;
- LES ALLUES : le Villaret, talus forestier, à terre, 1 150 m.

276. *Thuidium recognitum* (Hedw.) Lindb.

- ROGNAIX : le long du Bayet, à terre, 400 m ;
- AIGUEBLANCHE : Bois du Morel, à terre, 550 m.

277. *Thuidium tamariscinum* (Hedw.) B.S.G.

En forêt, à terre. Répandue et abondante jusqu'à 1 400 m.

M- *TIMMIA* Hedw.

278. *Timmia austriaca* Hedw.

- SAINT-JEAN-DE BELLEVILLE : la Combe , sous rocher calcaire humide, 1 200 m.

M- *TORTELLA* Limpr.

279. *Tortella bambergerei* (Schimp.) Broth.

- PRALOGNAN-LA-VANOISE : Bois de Cholière, à terre, 1 500 m ;
- PEISEY-NANCROIX : chemin du refuge du Mont Pourri, mélèzin, à terre, 1 660 m ; *ibid.* : dans un pierrier, à terre contre un rocher, 1 840 m ;
- VAL D'ISERE ; Prariond, Rocher calcaire, 2 200 m ;
- CHAMPAGNY-EN-VANOISE : Plan Séry, combe à neige, à terre, 2 400 m.

280. *Tortella inclinata* (Hedw. f.) Limpr.

- PEISEY-NANCROIX : chemin du refuge du Mont Pourri sur sol calcaire, à terre, 1 930 m, associée à *Hypnum cupressiforme* var. *uncinatus* et *Encalypta vulgaris* et *E. streptocarpa*.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

281. *Tortella tortuosa*, (Hedw.) Limpr.

Sur rochers et sols calcaires. Répandue jusqu'à 2 400 m.

M- *TORTULA* Hedw.

282. *Tortula inermis* (Brid.) Mont.

- ROGNAIX : Le Bayet, sur mur et bord de pré sec, 400 m ;
- FONTAINE-LE-PUITS : Le Canal, sur rocher, 980 m.

283. *Tortula muralis* Hedw.

- FONTAINE-LE-PUITS : sur mur calcaire recouvert d'humus, 1 000 m.

284. *Tortula norvegica* (Web.) Lindb.

- SAINT-MARTIN-DE-BELLEVILLE : Caseblanche, à terre et sur rocher, 1 900 m ;
- PEISEY-NANCROIX : chemin du refuge du Mont Pourri, à terre, 1 930 m, associée à *Abietinella abietina*.

285. *Tortula papillosa* Wils.

- AIGUEBLANCHE : La Planchette, sur tronc de *Populus nigra*, 500 m.

286. *Tortula ruralis* (Hedw.) Gärtn., Meyer & Scherb.

Sur rochers, vieux murs recouverts de terre, répandue et abondante, jusqu'à 2 900 m.

287. *Tortula ruraliformis* (Besch.) Ingh.

- MOUTIERS : Champoulet, talus, à terre, 600 m.

288. *Tortula subulata* (hedw.) P. Beauv.

- ROGNAIX : le Bayet, talus à terre, 400 m ;
- FONTAINE-LE-PUITS : la Chaintraz, sur mur de pierres sèches, 1 000 m ;
- LES ALLUES : le Villaret, talus forestier, à terre, 1 150 m, associée à *Lophocolea minor*.
T.s. var. *angustata* (Schimp.) Limpr.
- FONTAINE-LE-PUITS : le Puits, pré, à terre, 1 200 m, associée à *Brachythecium albicans*.

289. *Tortula virescens* (De Not.) De Not.

- AIGUEBLANCHE : Le Bourjaillet, sur tronc de *Robinia pseudoacacia*, à 2 m du sol, 470 m.

M- *TRICHODON* Schimp.

290. *Trichodon cylindricus* (Hedw.) Schimp.

- SALINS-LES-THERMES : sur terre calcaire, 600 m, associée à *Hypnum vaucheri* ;
- SAINTE-FOY-EN-TARENTEISE : la Petite Sassièrre, à terre et entre les rochers schisteux, 1 800 m ;
- PEISEY-NANCROIX : chemin du refuge du Mont Pourri, à terre, 1 930 m.

HF- *TRITOMARIA* Schiffn.

291. *Tritomaria quinquedentata* (Huds.) Buch

- CHAMPAGNY-EN-VANOISE : départ du sentier du Plan des Gouilles, pessière, blocs acides recouverts d'humus, 1 430 m.

BRYOPHYTES DU MASSIF DE LA VANOISE

M- *ULOTA* Mohr.

292. *Ulotia crispa* (Hedw.) Brid.

- SAINT-PAUL-SUR-ISERE : chemin de la cascade, sur tronc, 600 m.

M- *WEISIA* Hedw..

293. *Weisia condensata* (Voit) Lindb.

- SALINS-LES-THERMES : route des Frasses, à terre, exposition S, 600 m.

294. *Weisia controversa* Hedw.

- ESSERTS-BLAY : lisière de forêt à terre, 1 050 m.

295. *Weisia microstoma* (Hedw.) C. Müll.

- FONTAINE-LE-PUITS : Pierre Bise, sur bloc calcaire, 1 050 m ;
- PEISEY-NANCROIX : «Chalet des Loyes», chemin du refuge du Mont Pourri, talus, à terre, 2 021 m.

296. *Weisia perssonii* Kindb. (Citée dans Smith)

- PEISEY-NANCROIX : «Chalet des Loyes», chemin du refuge du Mont Pourri, talus humide, à terre, 2 021 m.

REMERCIEMENTS – Les finalités de l'Association «Nature en Tarentaise», dont nous sommes membres, sont à l'origine du présent travail. Nous tenons à remercier tout particulièrement Marianne MEYER qui a participé aux premières prospections et déterminations.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à Monsieur Marcel CONTET, bryologue jurassien, qui a bien voulu examiner certains spécimens de détermination délicate et qui nous a permis de progresser dans la connaissance des bryophytes.

Enfin, nous remercions très chaleureusement Madame Patricia GEISSLER, Conservateur au conservatoire et jardin botanique de la ville de Genève dont l'aide scientifique a été déterminante et qui a assuré la révision de la nomenclature.

BIBLIOGRAPHIE

AMANN (J.), MEYLAN (C.), 1918. - Flore des mousses de la Suisse. Lausanne : Imprimeries réunies, 414 p. : 12 fig.

AUGIER (J.), 1966. - Flore des bryophytes. Paris : Lechevallier, 702 p. : 72 pl., 61 fig., (Encyclopédie biologique ; 64).

DANIELS (R.E.), EDDY (A.), 1985. - Handbook of European Sphagna. Institute of territorial ecology, 262 p. : 45 fig.

DIXON (H.N.), JAMESON (H.G.), 1954. - The student's handbook of british mosses. 2e éd., Sumfield and Day Ltd., Eastbourne, 582 p. : 63 pl.

FRAHM (J.P.), FREY (W.), 1983. - Moosflora. Ulmer, Stuttgart, 522 p. : 107 pl.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

- GAMS (H.), 1973. - Die Moos - und Farnpflanzen, Gustav Fischer, Verlag Stuttgart, 248 p. : 116 fig.
- HUSNOT (T.), 1922, (rééd. 1967). - Hepaticologia Gallica : Flore analytique et descriptive des Hépatiques de France et des contrées voisines. Anastatica éd., Amsterdam, 163 p. : 23 pl.
- HUSNOT (T.), 1884-1890-1894, (rééd. 1967). - Muscologia Gallica - Descriptions et figures des Mousses de France et des contrées voisines. Anastatica éd., Amsterdam, 458 p. : 125 fig.
- MEYLAN (C.), 1924. - Les hépatiques de la Suisse. Nat. Flore Cryptog. Suisse, Fretz éd., 6 (1), 318 p. : 213 fig.
- NYHOLM (E.), 1954-1969. - Illustrated Moss Flora of Fennoscandia, Musci, fasc. 1-6, Swedish natural science research council, 799 p. : 498 fig.
- SMITH (A.J.E.), 1978. - The Moss flora of Britain and Ireland. University Press, Cambridge, 706 p. : pls.

(Reçu pour publication, avril 1990)

ÉCOLOGIE DES MEGAPHORBIAIES SUBALPINES A AUNE VERT DE LA VANOISE ET DES REGIONS ENVIRONNANTES

(Première partie)

Compréhension de la répartition actuelle des aunaies

par Lucien RICHARD ^{(1) (2)}

Avant-propos	128
I. — Aune vert et mégaphorbiaies	128
II. — Les aunaies de la Vanoise et des régions avoisinantes	138
III. — Aire de répartition alpine d' <i>Alnus viridis</i>	151
Conclusion	153
Bibliographie	156

Résumé. — Les caractéristiques écologiques de l'aune vert et des groupements à hautes herbes qui l'accompagnent (mégaphorbiaies) sont précisées. L'étude des facteurs de milieu déterminants pour l'implantation des aunaies (microclimats, sols, pressions humaines) permet de dresser l'aire potentielle d'*Alnus viridis* dans la Vanoise. Une comparaison instructive est établie avec l'aire réelle de l'aune vert, pour la même région.

Une carte de la répartition de l'*Alnetum viridis*, dans la chaîne alpine, fait ressortir l'originalité biogéographique des aunaies de la Vanoise.

Mots-clés. — Mégaphorbiaies, *Alnetum viridis*, Parc National de la Vanoise.

(1) Laboratoire d'Ecologie végétale, Université Joseph Fourier, B.P. 53 X, F-38041 GRENOBLE CEDEX.

(2) Avec la collaboration de Mmes A. Guichard et A. Tonnel (Laboratoire d'Ecologie végétale, Grenoble).

AVANT-PROPOS

Les mégaphorbiaies en général et les aunaies d'aune vert en particulier constituent des groupements dont les originalités expliquent le nombre élevé de publications qui leur sont consacrées.

Malgré des apports scientifiques substantiels, des études complémentaires sont apparues souhaitables, pour les raisons suivantes.

- L'intérêt accru, manifesté depuis quelques années, par les biologistes végétaux, pour les milieux humides auxquels on peut joindre les mégaphorbiaies.

- L'aménagement des espaces subalpins pour le développement d'activités forestières, pastorales, touristiques, rencontre des difficultés dans les territoires où s'installent de vastes aunaies, en raison des contraintes inhérentes à ces milieux (avalanches, humidité).

- Les méthodes d'investigation et d'interprétation affinées (notions qualitatives et quantitatives de groupes écologiques, meilleure approche des relations sols-végétation) conduisent souvent à une réévaluation des travaux antérieurs.

- Le couvert végétal de la Vanoise a fait l'objet, depuis une vingtaine d'années, d'une somme importante d'études : pessières (GENSAC, 1970), pelouses alpines (DELPECH, 1972 ; GENSAC, 1977), impacts des aménagements sur la végétation (GENSAC et Coll., 1985). Cependant, un créneau, celui de l'*Alnetum viridis*, ne semblait pas encore réactualisé.

- Les aunaies vertes recouvrent environ 7% du Montagnard supérieur et du Subalpin de la Vanoise : elles marquent le paysage de nombreuses vallées : Eau Rousse, Morel, Belleville, Chavières, Champagny, Ponturin, Haute-Isère. Leur impact s'atténue en Maurienne.

Le but de cette étude est d'expliquer, en partie, l'extension actuelle, en fonction de l'écologie de l'aune vert, des caractéristiques de divers milieux de la Vanoise et des actions humaines. La dynamique de ces groupements ne peut manquer d'avoir quelques conséquences sur l'occupation de surfaces à vocation pastorale, touristique ou forestière.

I. – AUNE VERT ET MEGAPHORBIAIES

A. L'AUNE VERT, ORIGINALITES MORPHOLOGIQUES ET ECOLOGIQUES

1- Morphologie (Photos 1 et 2)

Cet arbuste subalpin forme des taillis denses, quasi impénétrables. Ses branches, très flexibles, de 8 à 10 cm de diamètre (maximum observé : 15 cm vers 60 ans) se couchent vers l'aval puis se redressent pour porter, jusqu'à 2 ou 3 m de hauteur, une voûte dense de feuillage caduc. L'hiver, les rameaux aériens sont enfouis sous la neige qui joue le rôle d'abri thermique et hygrométrique. Les coulées d'avalanches glissent au-dessus des branches plaquées au sol.



PHOTO. 1. - Tiges feuillées d'*Alnus viridis*. Troncs courbés en crosse vers l'aval

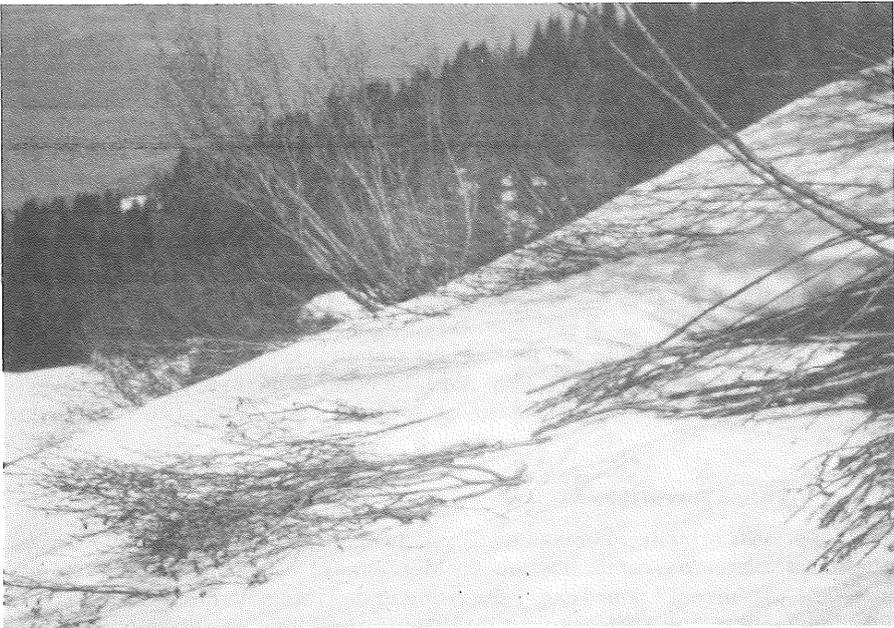


PHOTO. 2. - Tiges d'*Alnus viridis*. ployées sous le manteau de neige et se redressant au printemps

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

La multiplication végétative est rapide, par marcottage.

Cette morphologie rappelle celle d'autres arbustes ou sous-arbustes de pentes neigeuses : *Rhododendron ferrugineum*, *Salix grandifolia*.

2- Anatomie (L. Richard, 1969)

Le bois de l'aune vert montre une croissance lente (1 mm par an), ses constituants (fibres, vaisseaux, parenchymes) sont de plus faible diamètre et plus lignifiés que ceux des aunes de basses régions (aune blanc, aune glutineux). Il en résulte un bois relativement dur, avec une bonne résistance à la traction, ce qui peut être bénéfique pour résister aux chocs des avalanches. Les vaisseaux de petit diamètre et de faible surface relative ne facilitent pas une circulation rapide de la sève brute, nécessaire en cas de transpiration intense (Photo 3).

Ses volumineuses nodosités radiculaires fixatrices d'azote font, de l'aune vert, une espèce amélioratrice des sols, même si le pouvoir de fixation semble plus faible que celui de l'aune glutineux (MOIROUD, 1979) (Photos 4, 5, 6, 7). Les conséquences en sont importantes.

- L'aune vert colonise des supports pauvres en éléments nutritifs : arènes granitiques, alluvions torrentielles caillouteuses.

- Ses feuilles sont plus riches en azote et en cations que celles d'autres ligneux de la même station ; la décomposition des litières et des vieilles nodosités induit des humus à grande activité biologique (C/N \neq 10). Ces sols permettent une bonne nutrition minérale dont profitent, en premier lieu, les hautes herbes de la mégaphorbiaie et, aussi, les ligneux environnants.

3- Les besoins en eau (L. Richard, 1969)

L'aunaie transpire beaucoup en raison des faits suivants :

a) une surface foliaire élevée : 9 m² de feuilles peu cutinisées par m² d'arbustes, alors que, dans une rhodoraie, la surface évaporatrice devient quatre fois plus faible avec des feuilles à caractères xéromorphe ;

b) l'intensité transpiratoire des feuilles d'aune surpasse celle d'arbustes ou de sous-arbustes situés dans le même groupement (fig. 1) ;

c) si une certaine régulation se manifeste aux heures chaudes de la journée, liée peut-être à la fermeture des stomates, la masse journalière d'eau transpirée croît rapidement dans des sites ensoleillés (aunaies-rhodoraies).

Des taillis denses d'aune vert transparent, globalement, au cours du mois de juillet, une tranche d'eau de 200 mm. Il faut y ajouter l'eau évaporée par la luxuriante strate herbacée compagne (200 mm). Le bilan «évapotranspiration réelle - précipitations» devient souvent négatif, au cours de l'été, et constitue un facteur limitant.

4- Concurrence forestière

L'aune vert, arbuste colonisateur, supporte mal le couvert des forêts denses subalpines (pessières, cembraies) ou du Montagnard supérieur (sapinières, hêtraies). La concurrence pour l'eau, l'abaissement de l'intensité lumineuse, des sols biologiquement moins actifs peuvent intervenir. Aussi, tout ce qui contribue à éliminer les groupements arborés d'ubac favorise l'extension de l'aune (avalanches, pastoralisme).

MEGAPHORBLAIES A AUNE VERT

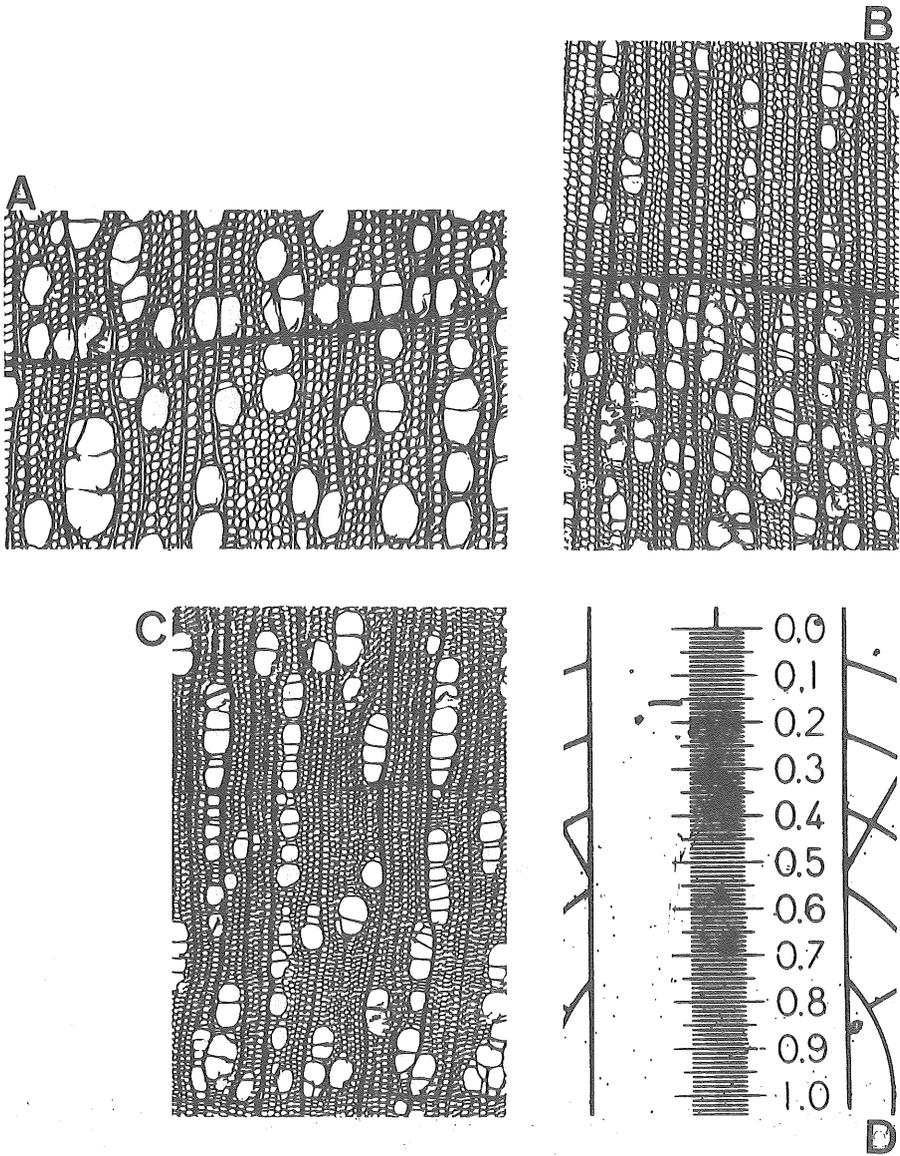


PHOTO. 3. - Coupes transversales : A) Aune glutineux - B) Aune blanc - C) Aune vert
- D) Echelle micrométrique.

Nodosités radiculaires d'*Alnus viridis*



PHOTO 4. - Groupe de nodosités.

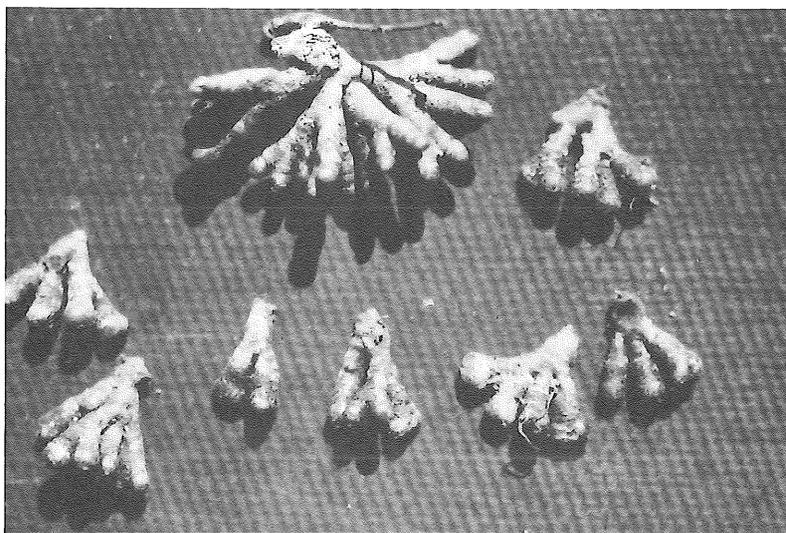


PHOTO 5 - Nodosités dissociées : radicules hypertrophiées.

Nodosités radicales d'*Alnus viridis*

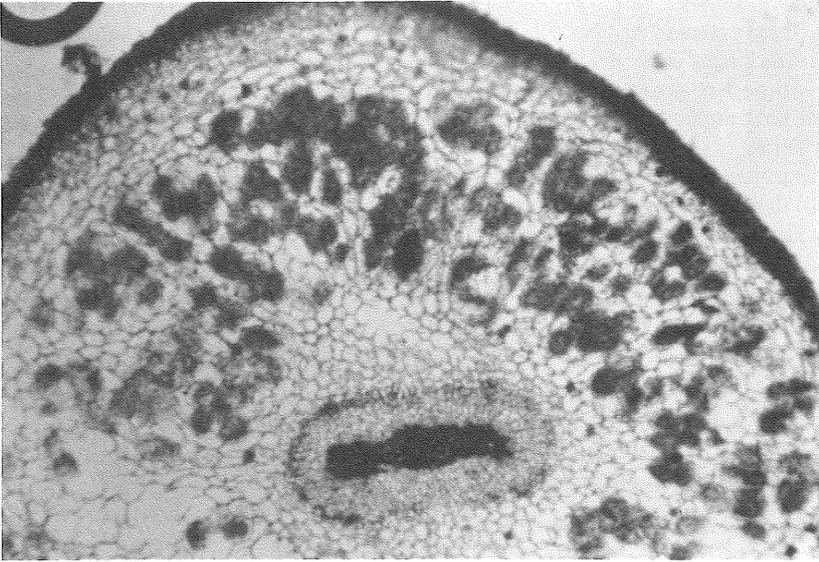


PHOTO 6. - Coupe transversale dans une nodosité.
Parenchyme cortical très développé, cellules avec endophyte.

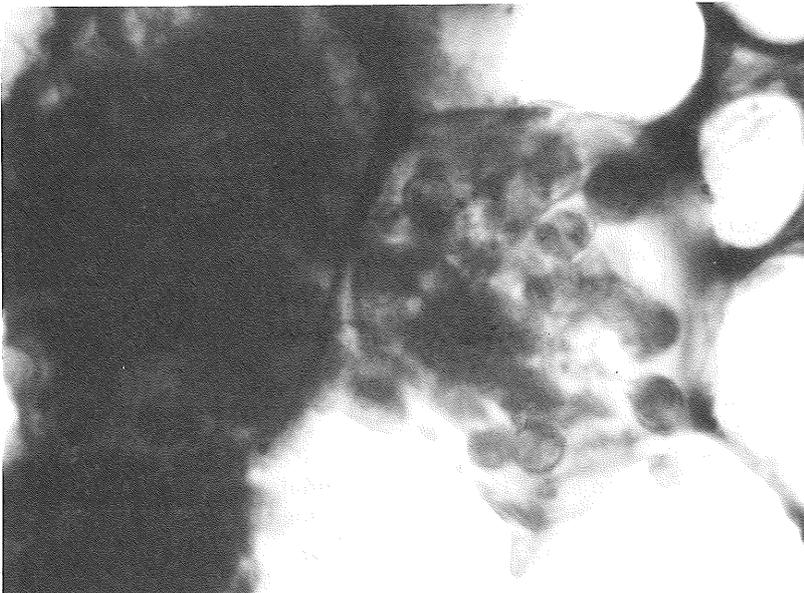


PHOTO 7. - Cellules de parenchyme cortical avec endophyte.

5- Sols

L'aune vert trouve son optimum édaphique sur des sols colluviaux à mull-modér, désaturés, aérés en surface, bien irrigués ou ayant une bonne réserve en eau. Il ne colonise pas les sols hydromorphes asphyxiques de bas marais, les sols rocaillieux sans réserves d'eau et s'implante mal sur des humus bruts.

L'aune est presque toujours lié aux pentes subalpines sur silice, à enneigement long et souvent instable. Il trouve, dans ces stations, les facteurs favorables suivants :

- a) une eau d'irrigation froide, aérée, provenant de la fonte lente des névés ;
- b) des sols colluviaux, désaturés, rajeunis par les coulées de neige ;
- c) un microclimat ombré, humide ;
- d) une concurrence forestière atténuée, voire éliminée, par des avalanches ;
- e) une protection nivale contre le froid et la déshydratation hivernales.

B. QUELQUES PARTICULARITES DES MEGAPHORBIAIES SUBALPINES

L'aune vert s'associe fréquemment aux mégaphorbiaies avec lesquelles il possède de nombreuses affinités écologiques. Les plus belles aunaies recouvrent des mégaphorbiaies exubérantes où les buissons d'aunes et les plages de hautes herbes constituent des mosaïques complexes.

1- Définition

Les mégaphorbiaies réunissent des associations à hautes herbes vivaces (hémicryptophytes) dont les organes aériens se caractérisent par un développement considérable de surfaces foliaires peu cutinisées. L'édification rapide, chaque été, d'une importante biomasse exige une mobilisation intense de réserves, aussi les mégaphorbiaies recherchent des sols humides, riches et à forte activité biologique.

2- Organisation spatiale (fig. 2)

a) A un mètre du sol, s'épanouissent les larges limbes d'*Adenostyles alliariae* et les tiges feuillées de *Rumex arifolius*, *Cicerbita alpina*, ainsi que des frondes de fougères : *Athyrium distentifolium*, *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris dilatata*. Cette voûte verte est surmontée, fin juillet, d'inflorescences très colorées : violettes (*Adenostyles*), bleues (*Cicerbita*), jaunes (*Sisymbrium tanacetifolium*), blanches (*Achillea macrophylla*).

b) une strate interne, moins fournie, de 30-40 cm de haut, rassemble *Stellaria nemorum*, *Saxifraga rotundifolia*, plus avides d'humidité atmosphérique que d'ombre.

c) Au ras du sol, s'installent des sciaphiles issues parfois d'autres groupements : *Oxalis acetosella*, *Viola biflora*).

Dans des mégaphorbiaies moins denses, la stratification s'estompe. Les espèces à large limbe se raréfient aux dépens d'espèces à feuilles composées (frondes de fougères) ou moins larges (*Rumex arifolius*, *Senecio nemorensis*) et les sous-étages deviennent moins humides et moins sombres.

3- Autres particularités de l'appareil végétatif

- Organes souterrains avec de gros rhizomes qui accumulent beaucoup de réserves, pendant la courte saison estivale ;

MEGAPHORBIAIES A AUNE VERT

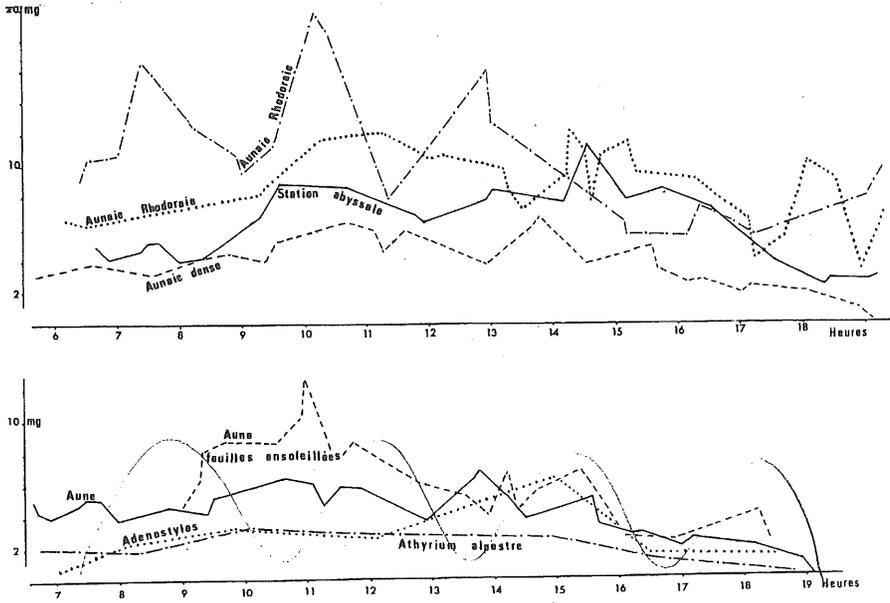


FIG. 1. - Intensités transpiratoires comparées de l'aune vert et de divers arbustes subalpins au cours d'une journée d'été.

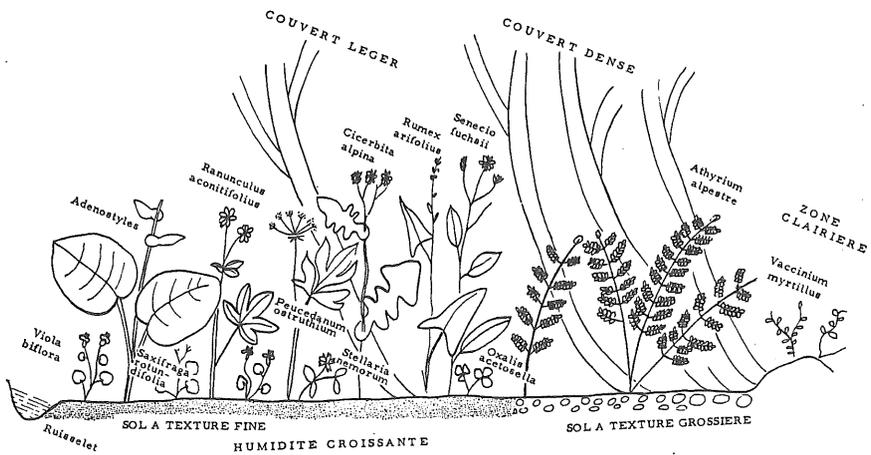


FIG. 2. - Structure d'une mégaphorbiaie

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

- multiplication végétative très efficace par fragmentation du rhizome ou des souches conduisant à des peuplements denses, à fort pouvoir colonisateur ;
- développement tardif mais très rapide des organes aériens, la période végétative s'étalant de juin à la fin août ;
- forte teneur en eau des tiges aériennes.

4- Les mégaphorbiaies ne sont pas liées exclusivement à l'*Alnetum viridis*.

Leurs besoins microclimatiques convergent, certes, avec ceux des aunaies ; elles trouvent aussi, sous ces dernières, une bonne nutrition azotée. Cependant, leurs aires de répartition dépassent largement celles de l'aune vert en raison d'exigences écologiques moins strictes.

- Elles paraissent indifférentes au complexe absorbant du sol, ce qui, dans les Alpes nord-occidentales, explique leur extension aussi bien sur les massifs cristallins que dans les massifs subalpins (Chartreuse, Bauges) où l'aune vert devient rare.

- Moins sensibles à la concurrence forestière, elles s'infiltrèrent sous divers types de forêts humides (pessières, hêtraies-sapinières, érablaies) ou constituent, à l'inverse, des champs de hautes herbes, alors que les aunaies apparaissent comme des groupements de substitution de la forêt.

- Leur aire biogéographique recouvre toutes les hautes montagnes européennes, des Alpes à l'Ouest européen : Massif Central, Vosges, voire Pyrénées, alors que l'aire de l'aune vert correspond aux chaînes alpines sensu stricto.

Cela est peut-être lié au fait que l'aune, essence subalpine, d'origine «centro-asiatique», n'a pas trouvé des conditions de milieu très favorables dans des massifs peu élevés, à climat atlantique.

Il en résulte que l'*Alnetum viridis* constitue, dans le vaste ensemble des groupements à hautes herbes, une association originale (Tabl. I).

C. HISTORIQUE DE LEUR IMPLANTATION

1- Beaucoup d'espèces des mégaphorbiaies naissent au Miocène par une spéciation à l'intérieur de genres boréo-tertiaires européens, sur les lisières forestières, pendant l'orogénèse alpine. Leur morphologie foliaire paraît adaptée à un climat humide et chaud.

Très tôt après sa spéciation, la végétation autochtone s'enrichit par la migration d'espèces centro-asiatiques, adaptées aux biotopes des lisières comme *Alnus viridis*. Ce dernier genre est apparu aussi au tertiaire, dans le Nord-Est asiatique. Il différencie trois espèces biogéographiques, liées à des migrations vers trois contrées différentes :

- *Alnus crispa* sur le bouclier canadien,
- *Alnus fruticosa* en Sibérie et vers le Japon,
- *Alnus viridis* en Europe où il se mêle aux mégaphorbiaies subalpines.

L'extension tertiaire d'*Alnus viridis* dépassait l'aire actuelle (restes trouvés dans le Massif Central).

2- Les oscillations climatiques du quaternaire entraînent de brusques changements.

a) Une élimination des espèces qui ne peuvent pas s'adapter, par formation d'écotypes, aux nouveaux climats plus froids et moins humides.

1 CHAMPS DE HAUTES HERBES

Adenostylo-Cicerbitum (Br.Bl. 26)
Calamagrostietum villosae adenostyletosum (KUCH 70)

2 MEGAPHORBIAIES SOUS COUVERT ARBUSTIF

- 2 -1 Brousses d'Aune vert
Alnetum viridis (Rübel) (Br.Bl. 18)
- 2 -2 Taillis de Saules
Salicetum grandifoliae (HORVAT) (62)
Salicetum helveticae (Br.Bl. 50)
- 2 -3 Taillis de Sorbiers des oiseleurs
Sorbo-Aceretum (MOOR 52)

3 MEGAPHORBIAIES SOUS COUVERT FORESTIER

- 3 -1 Mêlèzeins et Cembraies à hautes herbes
Larici-Cembretum alnetosum viridis (MAYER 74)
- 3 -2 Pessières subalpines à hautes herbes
Adenostylo alliariae- Piceetum subalpinum (MAYER 74)
- 3 -3 Erablaies à Erable sycomore
Aceri-Fagetum (MOOR 52)
- 3 -4 Sapinières-Pessières à hautes herbes
Adenostylo-Abietetum prenanthosum (KUCH 54)
- 3 -5 Hêtraies -Sapinières à hautes herbes
Abieti-Fagetum adenostyletosum (KUCH 54)

4 GROUPEMENTS AFFINES

- Mésophylophiles et nitratophiles
- 4 -1 Reposoirs à bestiaux
Rumicetum alpini (Br.Bl.) (BERGER 22)
- 4 -2 Groupements à Petasites sur alluvions
Personata - Petasitetum (OBERDORFFER 57)

TABLEAU I. - Principaux types de groupements à hautes herbes

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

b) Des migrations vers des zones peu ou non glacées, avec de grandes diversités suivant les massifs. Pour les Alpes, des pentes bien exposées, encadrant les grands fleuves glaciaires, constituent des refuges potentiels pour l'aune vert, le pin cembro, les mégaphorbiaies. Il en est de même des régions peu glacées du Centre et de l'Est européen : Bavière, Basse-Autriche, Carpates. Les stations actuelles à aune vert de la Bavière, de la Bohême représentent, peut-être, des reliques de ces refuges.

c) Le réchauffement post-glaciaire déclenche une nouvelle migration des mégaphorbiaies, vers des territoires subalpins d'ubac, sous l'aspect de manteaux forestiers : mégaphorbiaies primaires qui ont pu, secondairement, s'étendre dans des zones clairiérées intra-forestières. L'installation de l'aune, dans les mêmes sites, se manifeste intensément dès le Subatlantique mais il reste cantonné à l'arc alpin et à ses marges.

3- La différenciation des climats actuels

Elle modifie la densité des mégaphorbiaies qui régressent dans les zones à étés secs et chauds : Briançonnais, Ubaye, Corse, Apennins, Pyrénées orientales. Par contre, les massifs bien arrosés (Vosges, Massif Central, Jura, Préalpes, Massifs cristallins externes et intermédiaires) conservent de vastes mégaphorbiaies climaciques avec ou sans aune.

4- Cet historique conduit à différencier trois ensembles d'aulnaies

a) *Aulnaies primitives*. Elles constituent des manteaux forestiers d'ubac avec des ourlets de hautes herbes, à la limite supérieure des forêts subalpines.

b) *Aulnaies secondaires*. Ce sont des groupements de substitution de forêts d'ubac éliminés par des contraintes naturelles quasi permanentes, avalanches en particulier. S'y rattachent les très belles aulnaies des vallées de Champagny, du Ponturin, de la Haute-Isère. Toute dynamique de la végétation paraît bloquée.

c) *Aulnaies secondaires anthropozoogènes*. Ces brousses colonisent des surfaces subalpines déboisées artificiellement en vue d'exploitations pastorales et ensuite abandonnées.

Ces aulnaies, souvent moins vigoureuses que les précédentes, moins associées à des mégaphorbiaies, constituent, parfois, des «aulnaies-rhodoraies». Une évolution lente aboutit à la restauration d'une strate arborée : pessière ou cembraie à hautes herbes. Cependant, sur les pentes accentuées, l'aune favorise la reptation de la neige et le retour au climax forestier s'avère très lent, sinon impossible ; dans ce cas, la distinction, dans le paysage, des deux types d'aulnaies secondaires (naturelles et anthropozoogènes) apparaît difficile.

Les reliefs mous, sur schistes, flyschs et schistes lustrés, favorables aux implantations pastorales, portent, souvent, de vastes aulnaies de substitution : vallée des Avanchers, par exemple. Des aulnaies secondaires envahissent, spectaculairement, des surfaces déboisées pour l'établissement des pistes de ski.

II. - LES AUNAIES DE LA VANOISE ET DES REGIONS AVOISINANTES

A. LES SITES ÉTUDIÉS

Les observations principales portent sur les zones situées entre la vallée de l'Arc (Maurienne) et la Tarentaise (fig. 3). Cette région réunit deux ensembles géologiques.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

1- Les massifs cristallins externes :

Grand-Arc, Lauzière (2 829 m d'altitude), au noyau formé de roches cristallines encadrées d'épaisses couvertures sédimentaires calcaréo-argileuses.

2- Les massifs internes (Vanoise) où s'intriquent trois unités structurales (nappes de charriage) se chevauchant d'Est en Ouest. Il en résulte une lithomorphologie complexe ; les substrats décarbonatés dominent encore, mais des calcaires, des schistes lustrés affleurent sur des surfaces non négligeables. Altitude maximum à la Grande Casse : 3 852 m.

D'autres observations se rapportent aux massifs avoisinants : Beaufortin, Mont-Cenis.

B. LES FACTEURS DE MILIEU DANS LA VANOISE ET SES BORDURES

Nous mettrons en évidence les facteurs qui ont une action directe ou indirecte déterminante sur le développement des aunaies.

1- La situation biogéographique

Le périmètre étudié s'étend sur trois zones biogéographiques alpines :

- zone externe pour le Grand-Arc, la Lauzière et le Beaufortin.
- zone intermédiaire sur la Moyenne-Tarentaise et la Basse-Maurienne.
- zone interne caractéristique de la Moyenne et Haute-Maurienne.

A altitude comparable, les conditions de milieu, pour les aunaies, s'altèrent en se dirigeant vers les zones internes plus xériques.

2- La topographie

Les hautes chaînes, disséquées par de nombreuses vallées, offrent, potentiellement, beaucoup de sites propices aux mégaphorbiaies.

a) Les sommets élevés constituent des puissants pôles de condensation, spécialement pour les versants recevant directement les flux pluvieux : effets de « pied de monts ». Les glaciers et les névés représentent un important potentiel hydrique à la disposition des pentes sous-jacentes, au moment du démarrage de la végétation.

b) Beaucoup de vallées développent de vastes ubacs (Champagny, Peisey-Nancroix, Haute-Maurienne). Des expositions nord-est, presque aussi froides, caractérisent la Haute-Tarentaise (sous le Mont Pourri).

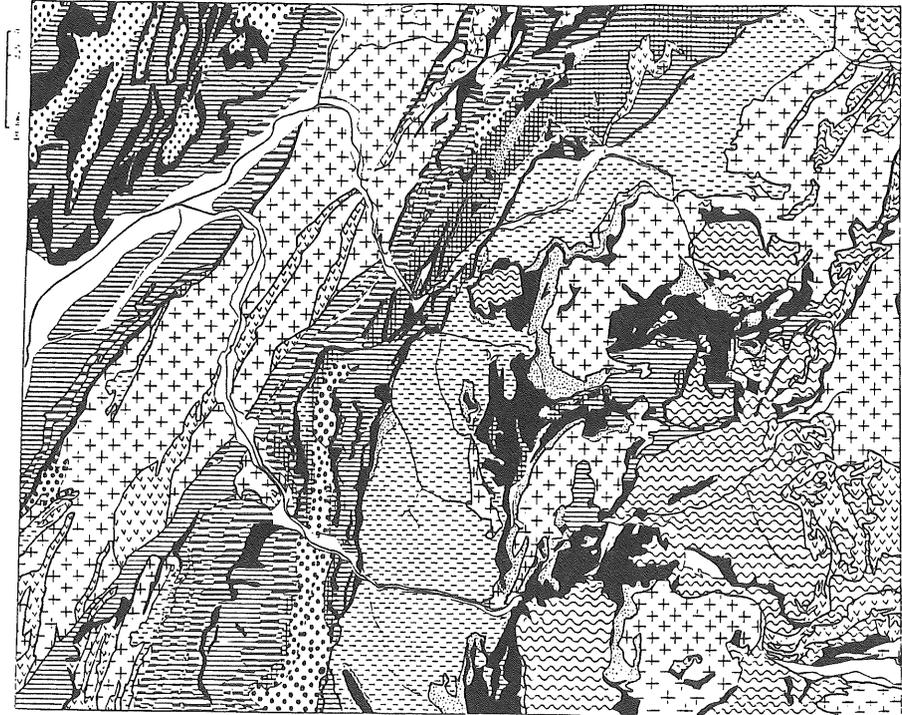
c) Les auges glaciaires présentent des pentes latérales accentuées, sur lesquelles l'élimination de la forêt par un manteau neigeux instable favorise l'extension d'aunaies en ubac.

3- La lithologie

La carte lithologique simplifiée (fig. 4) montre une grande extension de roches silicatées (roches siliceuses cristallines, grès), supports de choix pour une essence acidophile. Les grès argileux du Houiller qui affleurent largement en Tarentaise portent les aunaies les plus luxuriantes.

Moins riches en silicates, mais facilement altérables, les marnes et les schistes lustrés engendrent des sols profonds, à bonnes réserves hydriques, souvent désaturés en surface, où des aunaies secondaires colonisent rapidement les pâturages abandonnés.

A l'opposé, les calcaires massifs, les gypses réunissent toutes les conditions défavorables pour l'installation de l'aune vert : sols souvent saturés, pas de réserve hydrique. Les quartzites constituent également des supports secs.



- | | | | | | |
|---|---|---|----|---|--------------------------------|
| 1 |  | Calcaires (massifs, gypses, cargneules) | 7 |  | Grès argileux (houiller) |
| 2 |  | Calcaires gréseux | 8 |  | Grès siliceux (quartzites) |
| 3 |  | Calcaires argileux (marnes) | 9 |  | Grès siliceux (flysch gréseux) |
| 4 |  | Calcaires argileux (schistes lustrés) | 10 |  | Roches siliceuses cristallines |
| 5 |  | Grès argileux | 11 |  | Roches "vertes" |
| 6 |  | Grès argileux | | | |

FIG. 4. - Carte lithologique: mise en évidence des supports géologiques favorables ou défavorables aux aunaies (d'après GIDON, modifié).

Cependant, les roches en place sont fréquemment recouvertes d'alluvions fluvio-glaciaires, d'éboulis, et ce sont ces dépôts superficiels qui jouent un rôle essentiel.

4 - Les facteurs climatiques déterminants

Rappelons que les mégaphorbiaies subalpines exigent une abondante alimentation en eau, un enneigement durable et des températures estivales fraîches.

a) Les précipitations liquides

Dans les Alpes occidentales, la Vanoise se trouve à la limite entre des régions à influence atlantique, bien arrosées en été, et des zones à tendance méditerranéenne (fig. 5).

- Les totaux de précipitations annuelles et estivales (fig. 6 et fig. 7) : l'efficacité des pôles de condensation est forte sur les massifs subalpins (Bauges) et les massifs cristallins externes (Lauzière, Beaufortin) ; elle diminue dans la Vanoise *sensu stricto* et s'affaiblit sur les chaînes frontières, entre la Maurienne et la Vallée de Suse en Italie. Pour une tranche altitudinale donnée, les précipitations diminuent des Préalpes aux Alpes internes.

Remarque : Des flux d'origine lombarde franchissent les inflexions des chaînes frontières franco-italiennes et contrebalancent, légèrement, l'amenuisement des courants atlantiques, en Haute-Maurienne et en Haute-Tarentaise.

- Les régimes : les précipitations d'hiver et d'été sont les plus bénéfiques pour les aunaies. Ces optimums caractérisent la Tarentaise et les massifs externes aux vallées verdoyantes. L'été devient souvent une saison sèche en Moyenne-Maurienne.

b) L'enneigement

Ce facteur joue un rôle essentiel dans l'écologie des mégaphorbiaies et des aunaies subalpines : alimentation en eau, actions édaphiques, induction d'un microclimat froid et humide, élimination de la concurrence forestière dans les couloirs d'avalanches. La durée moyenne de l'enneigement, dans des stations proches d'aunaies (1 800 m en Tarentaise, 2 000 m en Maurienne), atteint 210 jours par an.

Les profils du manteau neigeux constituent une bonne caractéristique ; cependant leur réalisation directe, au sein des aunaies, n'est guère envisageable (accès, avalanches). Une approche indirecte nous est fournie par les observations du Centre d'Etude la Neige (C.E.N.), dans des sites offrant, au point de vue topographique, des affinités avec les situations d'aunaies : 1 600 m à 2 000 m d'altitude, exposition nord. Une comparaison de profils, dans une même tranche altitudinale, mais dans des situations biogéographiques différentes, est illustrée par la fig. 8. Elle réunit des sites de Tarentaise et de Maurienne : un premier ensemble entre 1 750 m et 1 850 m d'altitude, un second ensemble entre 2 000 et 2 200 m.

L'examen des graphiques conduit aux conclusions suivantes :

- Un affaiblissement des profils, depuis les zones externes (massifs cristallins) jusqu'aux zones internes, ce qui entraîne, pour ces dernières, un déneigement précoce.

- Une croissance altitudinale du manteau neigeux avec un optimum fin février, vers 2 000 m.

- La supériorité de l'enneigement en Tarentaise, vis-à-vis de la Maurienne, as-

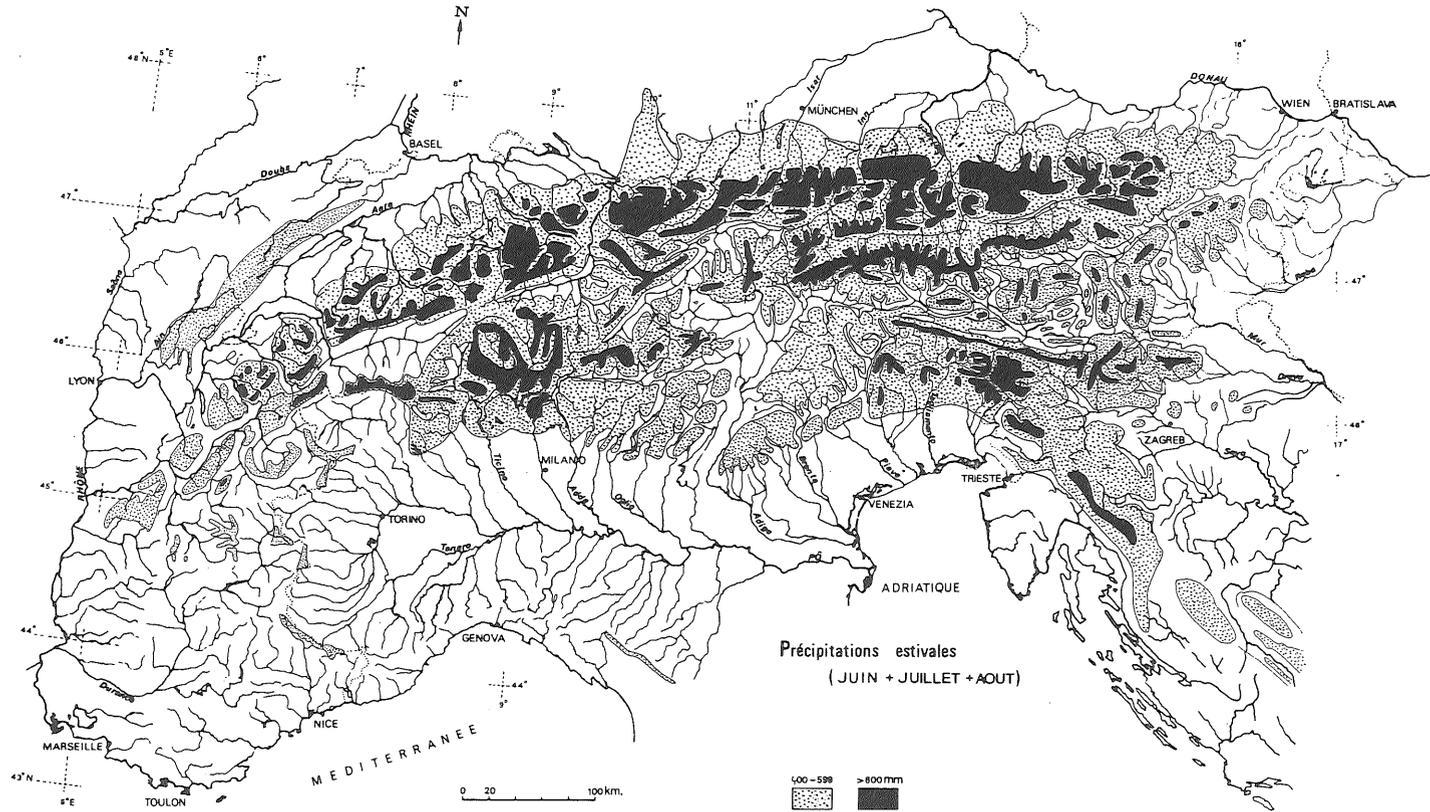


FIG. 5. - Précipitations estivales dans les Alpes occidentales. Situation intermédiaire de la Vanoise, entre les régimes atlantiques et méditerranéens.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

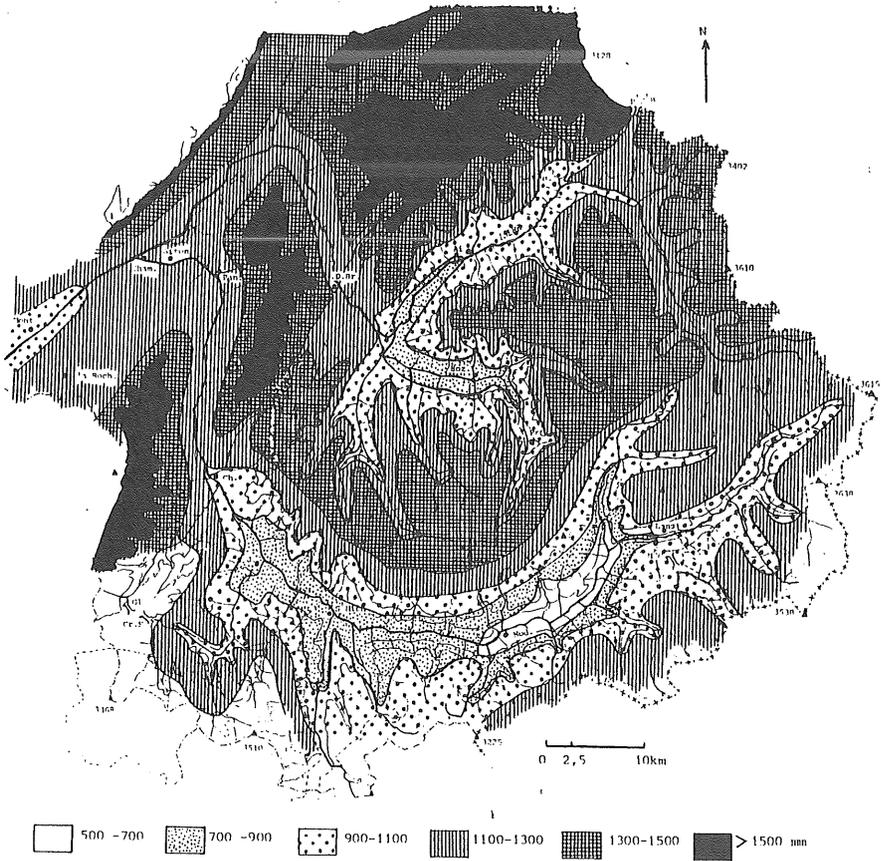


FIG. 6. - Précipitations annuelles pour le Massif de la Vanoise et les régions environnantes.

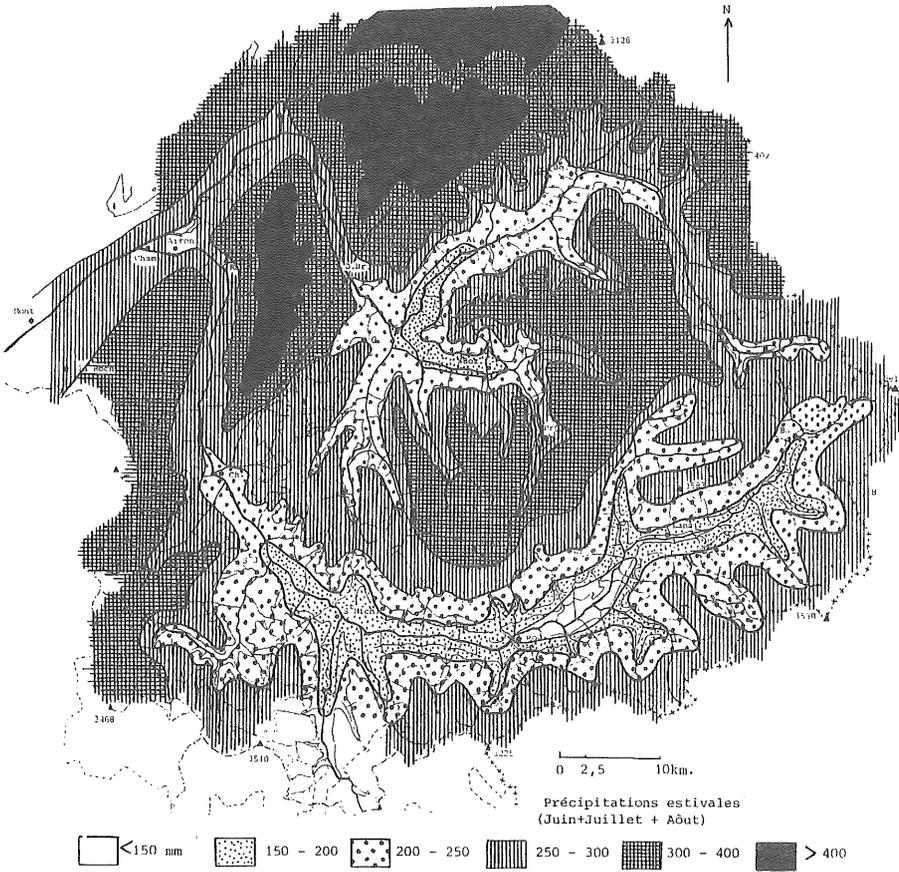


FIG. 7. - Précipitations estivales pour le Massif de la Vanoise et les régions environnantes.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

sure une meilleure irrigation des ubacs, en été. Elle confirme aussi la suprématie de la Tarentaise pour les sports d'hiver.

- L'équivalent en eau de la neige, mesuré pour les trois mois les plus neigeux (janvier, février, mars), montre l'importance du stock hydrique accumulé au niveau altitudinal des aunaies vertes et qui sera mobilisé à la fin du printemps et au début de l'été (Tableau II).

	Les Arcs 2060m		La Plagne 1990m		Les Menuires 1800m		Les Karellis 1610m		Pesey- Nancroix
	Pmm	H cm	Pmm	H cm	Pmm	H cm	Pmm	H cm	
Janv.Fév.Mars 1985	232,5	430	225,8	333	195,8	291	248	202	
Janv.Fév.Mars 1986	411,6	809	322	579	385,7	524	299,6	481	361mm
Janv.Fév.Mars 1987	206	458	286	349	214,8	312	266,8	312	
Janv.Fév.Mars 1988	463,9	886	466,5	694	371,4	543	461,1	618	

TABLEAU II. - Précipitations et hauteurs de neige cumulées dans quelques stations subalpines à proximité d'aunaies (d'après les informations du Centre d'Etude de la Neige).

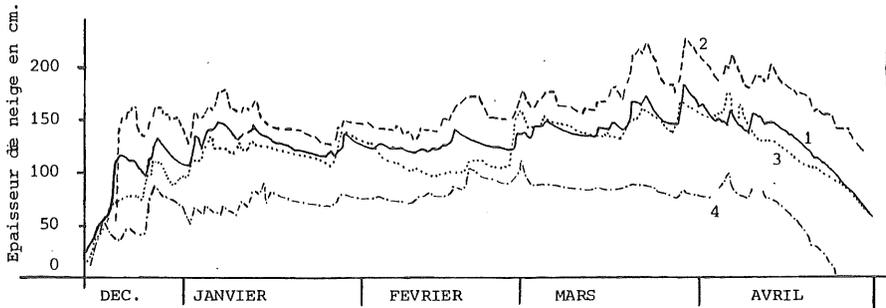
c) Les températures

Le mésoclimat thermique, au niveau de l'*Alnetum viridis*, correspond aux zones les plus froides du Subalpin. Le dépouillement des archives du C.E.N. nous permet de fixer un ordre de grandeur des moyennes hivernales vers 2 000 m d'altitude, à la limite supérieure des aunaies (Tableau III).

Le gel continu s'installe souvent de janvier à la fin mars ; des pointes de froid très intenses (inférieures à -20°) se manifestent en janvier.

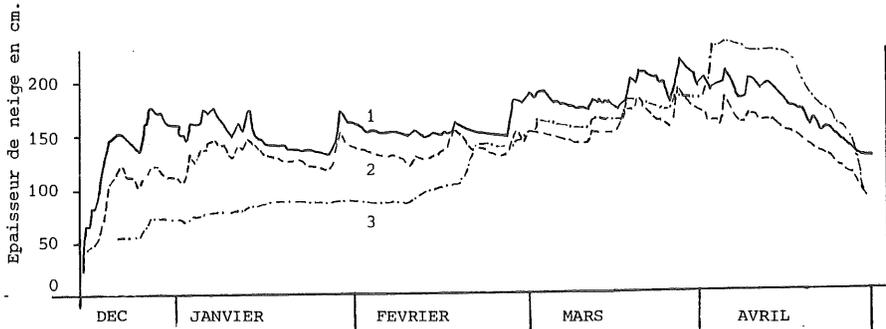
	Années	Les Arcs 2 060 m			La Plagne 1 990 m			Les Menuires 1 800 m			
		Janv	Fév	Mars	Jan	Fév	Mars	Janv	Fév	Mars	
Moyennes T° minim.	1985	-9,9	-3,5	-5,6	-10,7	-3,7	-6,1	-9,1	-1,9	-4,5	Moyennes T° mini.
	1986	-7,9	-10,2	-4,6	-7,6	-9,6	-4,2	-6,2	-8,3	-3,4	
	1987	-7,5	-5,8	-7,5	-7,3	-5,7	-7,0	-5,6	-4,1	-5,8	
	1988	-4,5	-8,1	-6,7	-3,7	-7,2	-6,4	-2,0	-5,4	-4,8	
Minimas absolus	1985	-25,2	-13,0	-12,4	-24,7	-14,4	-14,4	-22,5	-13,5	-14,0	Minima absolus
	1986	-19,2	-28,0	-10,2	-18,2	-25,6	-9,7	-17,0	-24,0	-10,0	
	1987	-28,0	-14,9	-14,0	-13,0	-14,5	-14,5	-25,0	-12,2	-11,5	
	1988	-13,0	-18,4	-18,2	-13,0	-18,0	-16,7	-11,5	-13,5	-13,8	

TABLEAU III. - Températures hivernales au niveau d'aunaies denses du Massif de la Vanoise (d'après les informations du Centre d'Etude de la Neige).



Centre d'étude de la neige - E.E.R.M. (Service des pistes) hiver 1986-1987

- 1: Courchevel, altitude 1775m (Vanoise)
- 2: Avoriaz, altitude 1850m (Chablais)
- 3: Val d'Isère, altitude 1850m (Haute-Tarentaise)
- 4: Bessans, altitude 1707m (Haute-Tarentaise).



Hiver 1986-1987 (C.E.N. - E.E.R.M.)

- 1: Les Arcs, altitude 2060m (Vanoise)
- 2: La Plagne, altitude 1990m (Vanoise)
- 3: Val Fréjus, altitude 2200m (Maurienne).

Fig. 8. - Profils nivométriques comparés pour deux ensembles altitudinaux de Tarentaise et de Maurienne. Meilleur enneigement dans la Tarentaise, nette supériorité de la station préalpine (Avoriaz).

C. EXTENSION DES AUNAIES EN VANOISE

1- Les zones potentiellement favorables aux aunaies d'aune vert

Elles correspondent aux territoires où se juxtaposent l'ensemble des facteurs du milieu les plus propices à *Alnus viridis* et que nous résumons ci-après.

- a) Altitudes comprises entre 1 500 et 2 000 m.
- b) Exposition globale d'ubac.
- c) Roches-mères engendrant des sols désaturés.
- d) Précipitations hivernales et estivales abondantes.
- e) Vallées encaissées au pied de hauts massifs riches en névés.
- f) Déforestations naturelles ou d'origine anthropozoogène.

Tenant compte de l'intensité relative de ces facteurs, dans chaque vallée, la fig. 9 montre, dans la tranche altitudinale 1 500-2 000 m, la plus ou moins grande facilité théorique d'installation de l'aune vert.

2- Répartition réelle des aunaies

a) Méthodologie

Les cartes de végétation constituent les sources principales d'informations. Les documents à grande échelle, essentiellement phytosociologiques (CLAUDIN et GENSAC, 1973 ; GENSAC et ROTHE, 1974), donnent une répartition précise des aunaies mais n'intéressent que quelques sites. Les cartes des séries de végétation, à petite échelle, 1/250 000, (PAUTOU et Coll., 1982) ou à moyenne échelle, 1/50 000, (GENSAC, 1967 et 1972) recouvrent presque toute la Vanoise ; cependant, il n'a pas toujours été techniquement possible d'y figurer des aunaies peu étendues, intriquées dans d'autres séries mais qui offrent beaucoup d'intérêt au point de vue dynamique.

Des précisions complémentaires proviennent des sources suivantes :

- prospections de terrain, spécialement en Tarentaise, au cours de l'année 1985 ;
- interprétation de la couverture photographique aérienne infra-rouge à 1/15 000 mise à notre disposition par le Service R.T.M. de la Savoie ;
- enquêtes réalisées par le centre de gestion O.N.F. d'Albertville, en 1986, sur les parcelles forestières soumises.

b) la carte de répartition (fig. 10)

Elle suggère les remarques suivantes :

- La localisation classique des aunaies aux orientations Nord apparaît nettement sur les longs ubacs de certaines vallées tarines : Champagny, Ponturin, Pralognan, Haute-Isère. La vallée de Champagny abrite une des plus vastes aunaies de France. Du côté de la Maurienne, cette orientation se fait plus stricte.

- Les limites altitudinales :

. la limite supérieure des aunaies denses se situe vers 1 900 m en Tarentaise, 2 000 m en Maurienne ;

. la limite inférieure paraît irrégulière car beaucoup d'aunaies enfoncent des pointes au sein de pessières subalpines, spécialement le long de ravines. D'autres stations abyssales d'aune vert correspondent à des surfaces d'ubac récemment déforestées. Il s'agit, souvent, de peuplements transitoires de faible vigueur. Il en résulte que la carte de répartition de l'*Alnetum viridis* n'offre pas l'aspect d'une bande régulière supraforestière, mais présente un profil inférieur en dents de scie.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

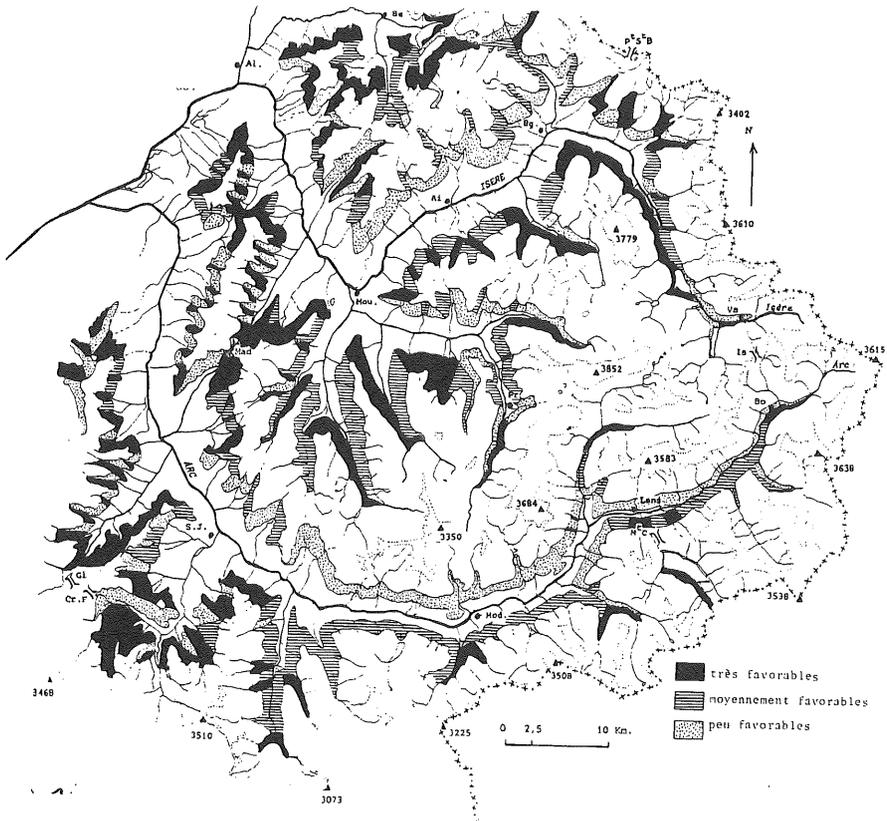


FIG. 9. - Zones potentiellement favorables aux aunaies d'aune vert dans la tranche altitudinale 1500-2000m. Prise en compte de l'exposition, de la lithologie et du mésoclimat.

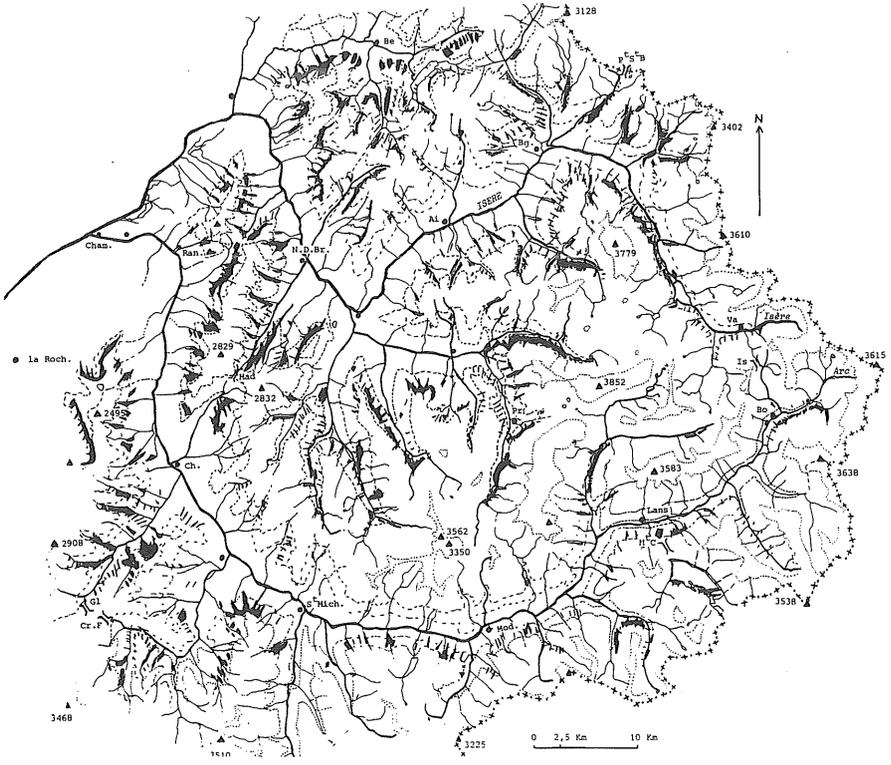


FIG. 10. - Extension des aunaies d'aune vert en Vanoise et dans les régions environnantes (d'après observations de terrain et photo-interprétation).

C'est en Tarentaise que l'extension des aunaies est optimum. La supériorité de la Tarentaise sur la Maurienne, plus interne, apparaît logique du point de vue climatique, voire édaphique. L'optimum tarin sur les zones externes (Beaufortin, Lauzière), moins prévisible, s'explique par les originalités suivantes de la Tarentaise : réserves nivales plus importantes en raison de l'altitude, déforesta-tions d'origine pastorale plus développées.

c) Corrélations entre l'extension des aunaies et les caractéristiques du milieu

Un transect illustre la répartition et l'importance relative des aunaies, en fonction de la lithomorphologie, de la situation biogéographique et du mésocli-mat.

Ce transect Montvalezan-Fourneau (fig. 11) intéresse cinq vallées présentant toutes de vastes ubacs, sauf la vallée de Pralognan (n°4), orientée Nord-Sud et dont le transect coupe le flanc orienté vers l'Ouest. Ces vallées s'enfoncent entre les sommets dépassant 3 000 m d'altitude, pôles de condensation efficaces. La vallée de l'Arc, à Fourneau, paraît moins favorisée du point de vue hydrique. Les roches-mères sont siliceuses pour l'ensemble des vallées 1, 2, 3 et 5 ; par contre, les calcaires affleurent dans le bassin de Pralognan (4).

Les précipitations estivales, dans les fonds de vallée de la Tarentaise, dépassent 300 mm vers 1 200 m d'altitude ; l'optimum se situe dans les vallées de Champagny et de Pralognan. Ce total s'affaisse à moins de 180 mm en Maurienne.

Des pentes avalancheuses bordent les vallées 2, 3 et 4, où l'élimination de la forêt favorise l'extension de l'*Alnetum viridis*. Par contre, au début de la Haute-Tarentaise (1) et sur les ubacs de Maurienne, des groupements forestiers subal-pins concurrencent souvent les aunaies, qui sont alors localisées dans des ravines.

Le développement optimum de l'aune vert se situe dans les vallées de Champagny en premier lieu, du Ponturin ensuite. Dans celle du Doron de Pralognan, l'exposition Ouest, moins fiable, est en partie compensée par la pré-sence de vastes coupoles glaciaires en altitude. En Maurienne, le mésoclimat de vallée interne relègue l'*Alnetum* dans le Subalpin supérieur.

III. - AIRE DE RÉPARTITION ALPIENNE DE L'*ALNUS VIRIDIS* CHAIX

A. METHODOLOGIE

La carte de répartition de l'aune vert dans les Alpes (L. RICHARD, 1969) a été affinée, après consultation des travaux récents de cartographie de la végétation.

B. RESULTATS (fig. 12)

a) Absence ou très faible implantation de l'*Alnetum* dans des régions où apparaissent des facteurs limitants :

- Alpes sud-occidentales françaises aux étés secs et chauds. Cette péjoration climatique est aggravée, dans les massifs subalpins méridionaux (Sud-Vercors) et les chaînes provençales, par la dominance de substrats calcaires et par les faibles

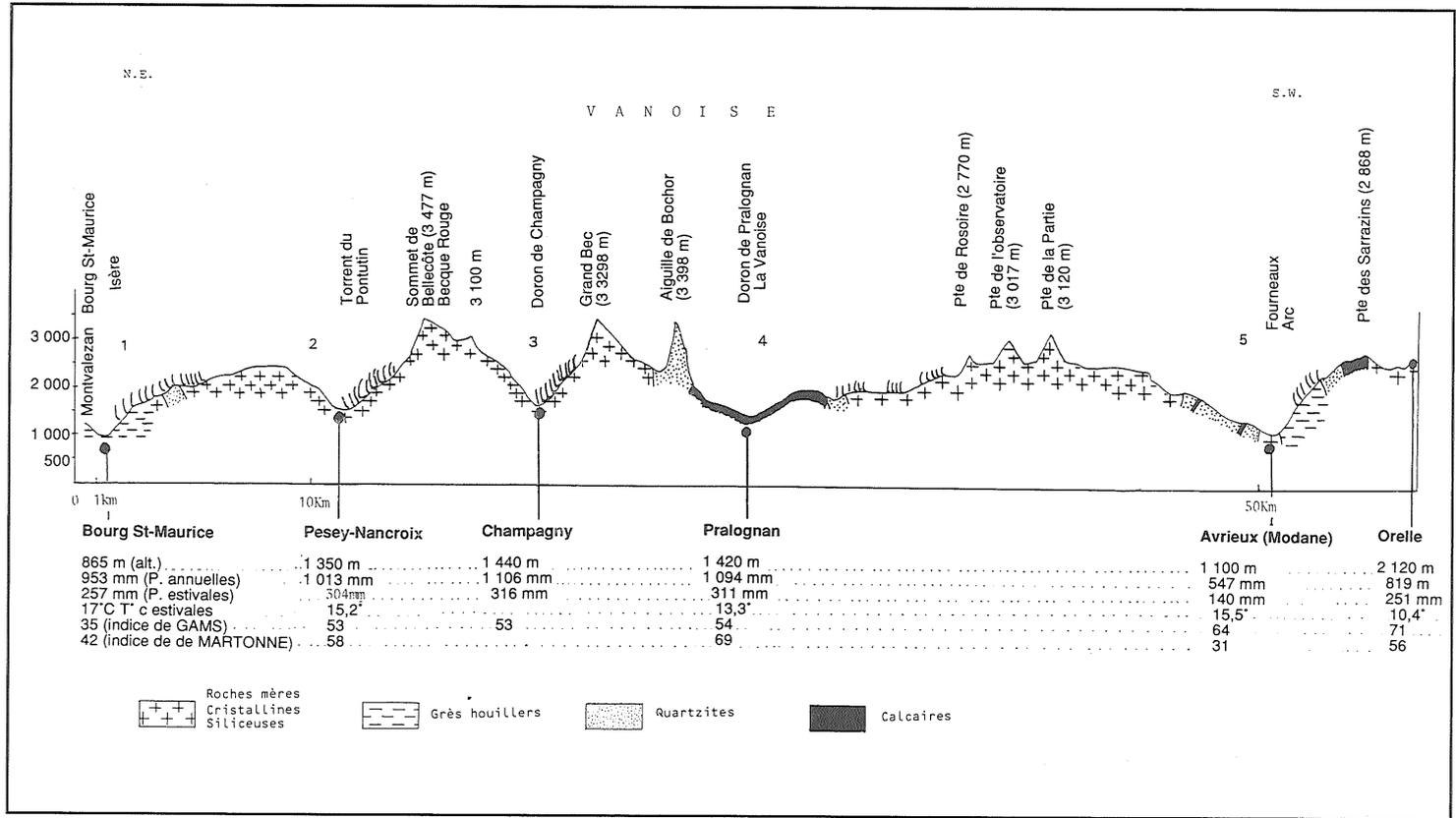


FIG. 11. - Situation des aunaies d'aune vert le long d'un transect NESE : Montvalezean (Tarentaise), Fourneaux (Maurienne). Influences de l'exposition, de la lithologie et du mésoclimat.

altitudes. La limite méridionale des vastes aunaies, dans les Alpes françaises, se situe à proximité du Col du Lautaret, au Bois de la Madeleine ;

- massifs subalpins, de hauteurs modestes, où des calcaires massifs constituent l'essentiel des sommets. Malgré des facteurs climatiques favorables, les aunaies y sont rares et localisées sur quelques affleurements de marnes. Citons le Vercors septentrional, la Chartreuse, une partie des Bauges. On peut y rattacher le Haut-Jura et les chaînons du Jura méridional ;

- une partie des Dolomites pour des raisons surtout édaphiques ;

- vallées internes aux étés secs et aux hivers peu neigeux. Cette situation est aggravée quand les montagnes environnantes ne portent pas de glaciers (bassin de Suse, Moyenne-Maurienne). Lorsque de hautes chaînes encadrent le bassin principal, des aunaies peuvent s'implanter dans des vallées suspendues, à haute altitude (1 900-2 100 m) : Val d'Aoste, Valais suisse.

b) **Extension optimum des brousses d'aune vert**, là où se juxtaposent de bonnes conditions lithomorphologiques, climatiques et biotiques. Les hautes chaînes cristallines bien arrosées, les massifs préalpins dépassant 2 500 m d'altitude avec de vastes affleurements de grés et de schistes réunissent ces conditions. Citons en particulier :

- les Préalpes : Chablais français, Alpes bernoises, Préalpes autrichiennes du Nord ;

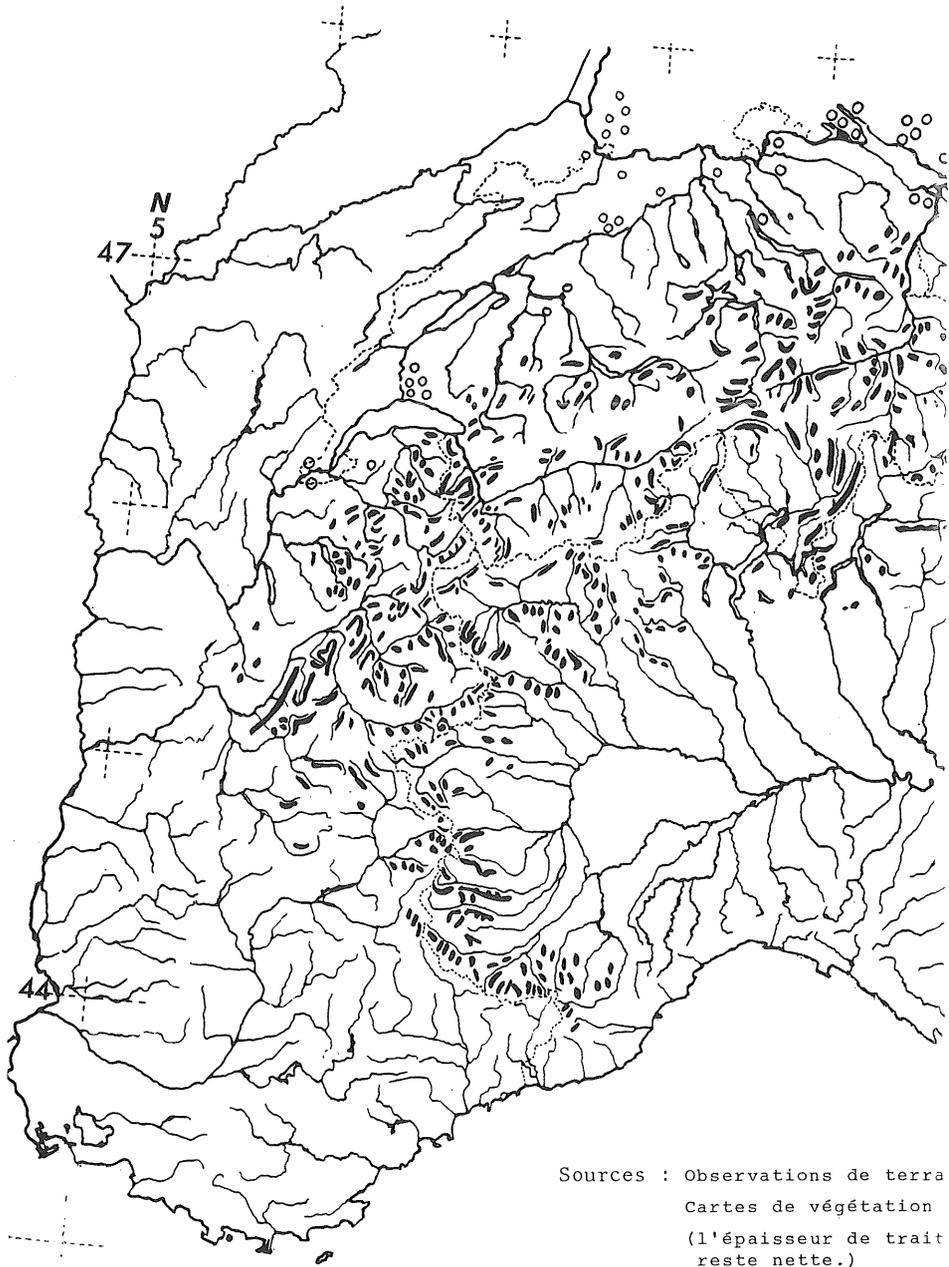
- l'axe cristallin dans ses parties externes et intermédiaires, des Alpes dauphinoises aux Alpes orientales. Pour les Alpes sud-occidentales, seule la façade piémontaise assez bien arrosée porte des aunaies développées. L'optimum se situe sur les flancs nord ou nord-ouest des plus hauts massifs : Belledonne, Mont-Blanc, Alpes pennines, Gothard, Wildspitz, Tauern. Une seconde zone, à haute densité d'aunaies, caractérise le Tessin et les régions environnantes très pluvieuses (Bernina).

c) **Stations dispersées**, là où les facteurs favorables dominent irrégulièrement. Citons le massif subalpin des Bornes-Aravis où de belles aunaies caractérisent les klippen (roches charriées) et des affleurements de grés siliceux. Autres exemples : les terminaisons orientales des Préalpes et des chaînes cristallines (Alpes de Styrie), les Préalpes gardésannes.

CONCLUSION

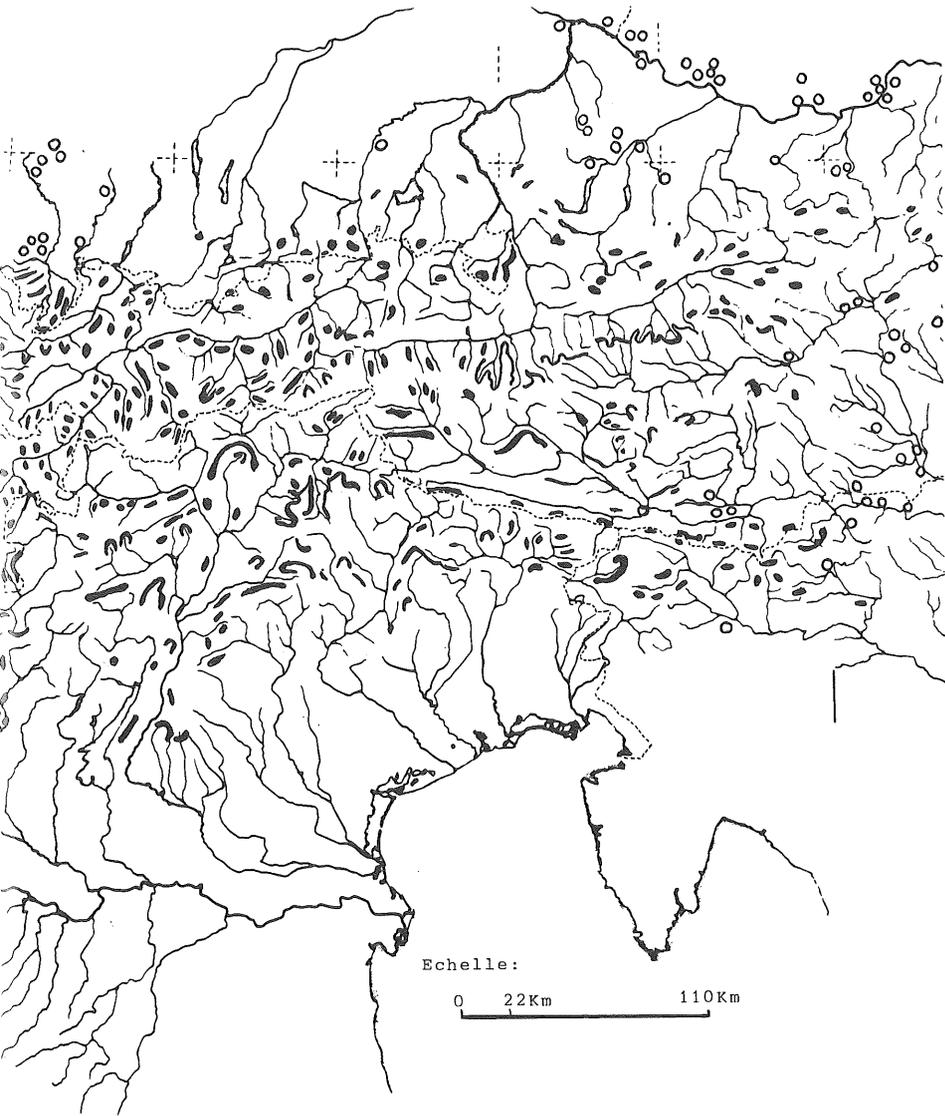
L'extension de l'aune vert, dans les massifs de la Vanoise, atteint son optimum au niveau de la zone biogéographique intermédiaire qui correspond à la vallée de la Tarentaise et aux affluents de la rive gauche de l'Isère. Cette suprématie des zones intermédiaires, qui se manifeste des Alpes nord-occidentales françaises jusqu'aux Alpes orientales, semble liée aux faits suivants : présence de hautes chaînes dépassant 3 000 m d'altitude, bien enneigées en hiver et assez bien arrosées en été ; dominance des substrats décarbonatés ; contraintes naturelles (avalanches) ou anthropozoogènes (pastoralisme) diminuant la concurrence forestière subalpine.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE



Sources : Observations de terrain
Cartes de végétation
(l'épaisseur de trait
reste nette.)

MEGAPHORBIAIES A AUNE VERT



Répartition des mégaphorbiaies à Aune vert

(*Alnetum viridis*)

pour les Alpes

(par L.RICHARD doctorat en Sciences 1967)

divers auteurs pour l'ensemble de la chaîne alpine

de taches a été exagérée pour que l'expression cartographique

FIG. 12. - Répartition de l'aune vert dans l'arc alpin et ses marges.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

Dans les Alpes occidentales françaises, la Vanoise se situe à proximité de la limite sud des aunaies denses ; l'*Alnetum viridis* perd de sa vigueur, d'une part, dans les zones internes et les Alpes méridionales françaises (déficiences climatiques), d'autre part, dans les massifs externes subalpins et préalpins calcaires.

BIBLIOGRAPHIE

- AMANDIEZ (L.), GASQUEZ (J.) 1978. - Contribution à l'étude phytoécologique et floristique du vallon de la Rocheure (Parc National de la Vanoise). *Boissiera*, 27, 153 p.
- BARBERO (M.), BONIN (G.), 1968. - Groupements végétaux de la carte de Vievola (Viève) à 1/50 000 (Alpes maritimes et ligures). *Webbia*, 23, n°2 : 513-583, 2 cartes.
- BARTOLI (Ch.), 1962. - première note sur les Associations forestières du Massif de la Grande Chartreuse. *Ann. E.N.G.R.E.F. et C.N.R.F.*, XXIII, 3 : 433-749.
- BARTOLI (Ch.), 1966. - Etudes floristiques sur les associations forestières de la Haute-Maurienne. *Ann. Sc. Forest.*, 23 : 432-751.
- BARTOLI (Ch.), 1967. - Carte phytosociologique des Forêts de la Haute-Maurienne. *Doc. Carte Vég. Alpes*, V : 63-79.
- BUCHOT (C.), 1978. - *Le foëhn en Haute-Tarentaise*. Ministère des Transports. Direction de la Météorologie Nationale, n° 108, 78 p.
- CAPELLANO (A.), MOIROUD (A.), 1979. - Etude de la dynamique de l'azote à haute altitude. II - Etude ultrastructurale de l'endophyte des nodules d'*Alnus viridis* Chaix. *Bull. Soc. Linn.*, 7 : 383-441.
- CLAUDIN (J.), GENSAC (P.), 1973. - Carte de la végétation et conditions écologiques de la région du col de Chavière (Parc National de la Vanoise). *Trav. sci. Parc nation. Vanoise*, 3 : 27-41.
- DAVID (B.), 1975. - Carte géologique des Alpes, feuille Albertville 1/50 000. *Doc. Cartogr. Ecol.*, XXI : 95-125.
- DELPECH (R.), 1976. - Recherches sur la végétation des alpages (inventaire et typologie, utilisation, potentialités, valeur bio-indicatrice, dynamique et expérimentation). *Trav. sci. Parc nation. Vanoise* ; VII : 69-70.
- FRITSCH (R.), 1986. - Connaissance du milieu naturel : les aunaies vertes de la Vanoise et leurs cortèges floristiques. *Flash Info Vanoise*, 10 : 3-8.
- GAPILLOUT (A.), 1975. - Carte écologique du bassin de Bourg Saint-Maurice. *Doc. Cartogr. Ecol.*, XV : 41-58.
- GAUSSEN (H.), s.d. - Carte de la pluviosité annuelle des Alpes, du Bassin du Rhône et de la Corse, à 1/500 000. Ministère des travaux Publics, Paris.
- GEHU-FRANCK (J.), GEHU (J.M.), 1984. - Aperçu synécologique sur la station à *Eryngium alpinum* du Doron de Pralognan (Savoie). *Doc. Phytosociol.*, VIII : 247-256.
- GEHU (J.M.), GEHU-FRANCK (J.), 1987. - Groupements arbustifs et mégaphobiaies du Haut Jura français. Quelques aspects particuliers. *Lazaroa*, 7 : 25-35.
- GENSAC (P.), 1967. - Les forêts d'Epicéa de Moyenne-Tarentaise. Recherche des différents types de Pessières. *Rev. Gén. Bot.* 74 : 425-528.
- GENSAC (P.), 1967. - Feuilles de Bourg-Saint-Maurice et de Moûtiers. *Doc. Carte Vég. Alpes*, V : 7-61.

- GENSAC (P.), 1970. - Les Pessières de Tarentaise comparées aux autres Pessières alpestres. *Veröff. d. Geobot. Inst. Eth Zürich*, 43 : 104-139.
- GENSAC (P.), 1970. - Carte lithomorphologique du Parc National de la Vanoise. *Doc. Carte Vég. Alpes*, VII.
- GENSAC (P.), 1972. - Notice explicative de la carte écologique de Moûtiers 1/100 000. *Trav. sci. Parc nation. Vanoise*, II : 49-71.
- GENSAC (P.), ROTHE (B.), 1974. - Carte de la végétation de la réserve de la Grande Sassièr. *Trav. sci. Parc nation. Vanoise*, II : 49-71.
- GENSAC (P.), 1977. - Sols et séries de végétation dans les Alpes Nord-Occidentales (partie française). *Doc. Cartogr. Ecol.*, XIX : 21-44.
- GENSAC (P.), 1985. - L'aménagement de la haute montagne et ses conséquences sur l'environnement. Le canton d'Aime, Savoie, PIREN - CNRS, 358 p.
- GIDON (M.), 1979. - Carte géologique simplifiée des Alpes occidentales du Léman à Dignes, 1/250 000. *B. R.M.G.*, Didier-Richard, Grenoble.
- HEIM (R.), 1922. - La végétation du bois de la Madeleine et des îlots arbustifs du Col de Lautaret. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, session du Briançonnais, 69 : 61-77.
- LACOSTE (A.), 1976. - Relations floristiques entre les groupements prairiaux du Trisetopolygonion et les mégaphorbiaies (Adenostylion) dans les Alpes occidentales. *Vegetatio*, 31 (3) : 161-176.
- LACOSTE (A.), 1984. - Essai de synthèse sur les mégaphorbiaies subalpines (Cicerbito-Adenostyletum) des Alpes occidentales et centrales. *Coll. Phytosociol.*, XII, Séminaire Mégaphorbiaies, Bailleul : 35-48.
- LAVAGNE (A.), 1968. - La végétation forestière de l'Ubaye et des pays de Vars. Thèse de Doctorat d'Etat, Univ. Marseille, 401 p.
- LEGROS (J.P.) et CABIDOCHÉ (Y.M.), 1977. - Les types de sols et leur répartition dans les Alpes et les Pyrénées cristallines. *Doc. Cartogr. Ecol.*, XIX : 1-19.
- LHOTE (P.), 1984. - Les mégaphorbiaies du Haut-Jura : compte-rendu de la session d'étude de l'Amicale Internationale de Phytosociologie (15-16 juillet 1984). *Coll. Phytosociol.*, XII - Séminaire Mégaphorbiaies, Bailleul : 175-187.
- MOIROUD (A.) et CAPELLANO (A.), 1979. - Etude de la dynamique de l'azote à haute altitude. I - Fixation de l'azote (réduction de l'acétylène) par *Alnus viridis*. *Can. J. Bot.*, 57 : 1979-1985.
- NEUBURGER (M.Cl.), 1982. - Recueil et traitement d'une documentation scientifique sur les pays de la Vanoise en tant que cellule représentative du système alpin. *Trav. sci. Parc nation. Vanoise*, XII : 5-146.
- OZENDA (P.) et WAGNER (H.), 1975. - Les séries de végétation de la chaîne alpine et leur équivalence dans les autres systèmes phytogéographiques. *Doc. Cartogr. Ecol.* XVI : 49-64.
- OZENDA (P.), 1981. - Végétation des Alpes sud-occidentales. Notice détaillée des feuilles 60 Gap, 61 Larche, 67 Digne, 68 Nice, 75 Antibes. Edit. du C.N.R.S., Paris, 257 p.
- OZENDA (P.), 1985. - La végétation de la chaîne alpine dans l'espace montagnard européen. Masson, Paris, 330 p.
- PAIRAUDEAU (Cl.), 1966. - Contribution à l'étude des principales associations végétales de l'étage alpin dans la chaîne des Aravis (Haute-Savoie). *Ann. Sci. Forest.*, 23 : 375-424.
- RICHARD (L.), 1968. - Ecologie de l'Aune vert (*Alnus viridis* Chaix). Facteurs climatiques, facteurs édaphiques. *Doc. Carte Vég. Alpes*, VI : 107-158.
- RICHARD (L.), 1969. - L'aire de répartition de l'Aune vert (*Alnus viridis* Chaix). *Doc. Carte Vég. Alpes*, V : 81-113.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

- RICHARD (L.), 1969. - Une interprétation éco-physiologique de la répartition de l'Aune vert (*Alnus viridis*). *Doc. Carte Vég. Alpes*, VII : 9-24.
- RICHARD (L.), 1973. - Carte écologique des Alpes au 1/50 000, feuille Annecy-Ugine. *Doc. Cartogr. Ecol.*, XI : 17-48.
- RICHARD (L.), 1975. - Carte écologique des Alpes, Feuilles de Cluses et Chamonix. *Doc. Cartogr. Ecol.* XVI : 65-96.
- RICHARD (L.), 1978. - Carte écologique des Alpes au 1/100 000, feuille de Chamonix et Thonon-les-Bains. *Doc. Cartogr. Ecol.*, XX : 41-61.
- RICHARD (L.) et PAUTOU (G.), 1982. - Alpes du Nord et Jura méridional. Notice détaillée des Feuilles 48 Annecy, 54 Grenoble. Editions du C.N.R.S., Paris, 316 p.
- RICHARD (L.) 1985. - Contribution à l'étude bioclimatique de l'arc alpin. *Doc. Cartogr. Ecol.*, XXVIII : 33-64.

(Reçu pour publication, décembre 1989).

DONNEES CHOROLOGIQUES, ECOLOGIQUES ET
SOCIOLOGIQUES SUR QUELQUES PLANTES
NOUVELLEMENT RECONNUES
DANS LE PARC NATIONAL DE LA VANOISE
ET SA PERIPHERIE

par André TROTTEREAU⁽¹⁾

Résumé. - Cinq taxons, dont deux cotés comme rareté au niveau national (*Androsace alpina* var. *pedunculata* et *Gentiana solstitialis*) ont été récemment observés. Leur biologie stationnelle donne lieu à des analyses comparatives.

Mots-clés. - Savoie, Parc national de la Vanoise, découverte floristique, rareté, écologie

Summary. - Among plant species recently discovered and new for the «Parc National de la Vanoise», five taxons have been studied on chorological, ecological and sociological basis.

Key-words. - Savoie, Parc national de la Vanoise, floristic discoveries, rate of rarity, ecology

Méthodes employées pour noter l'humidité des stations et la rareté des espèces : L'humidité apparente des stations a été notée selon le code défini par le Centre d'études physiologiques et écologiques de Montpellier (1983), Editions du C.N.R.S., 189 p.

La rareté des espèces est notée selon la notation préconisée par TOMBAL (P.) et MÉRIAUX (J.L.), 1980, basée sur des critères chorologiques. Elle varie de 9 (valeur internationale) à 1 (valeur régionale).

(1) Attaché du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (Phanérogamie),
364 rue de Vaugirard, F-75015 PARIS

***Herminium monorchis* (L.) R. Br.**
syn : ***Herminium clandestinum* G.G.**

Cette espèce eurasiatique vivace des plaines et plateaux froids est en régression à basse altitude en France. Elle est moins rare en région montagneuse où elle atteint la zone subalpine.

Le nom et l'écologie de l'*Herminium* ont été discutés. En ce qui concerne le nom, certains auteurs jugent le terme «*monorchis*» comme inadapté en raison de la présence de plusieurs petits tubercules secondaires. Or, au moment de la floraison, il n'y a qu'un seul tubercule ; ce n'est qu'après la floraison qu'apparaissent ces tubercules adventifs aux extrémités de plusieurs stolons. Le terme «*monorchis*» paraît donc justifié. Quant à l'écologie, certains auteurs tels que FOURNIER (1946) note l'*Herminium* comme espèce des terrains secs, mais la grande majorité des observations conduit à admettre que cette espèce ne croît que sur des terrains au moins temporairement humides, souvent marneux. Les quatre stations reconnues et étudiées dans le Parc National de la Vanoise et sa zone périphérique correspondent à des biotopes humides à très humides.

Ces stations sont : Champagny (vers le barrage), Bessans au Ribon, Avérole, et plus récemment nous l'avons vu à Termignon où elle était déjà citée par le Dr. POUCEL (1946), dans les prairies humides. PERRIER de la BATHIE (1928) dans son «Catalogue» ne cite l'espèce qu'en Haute-Savoie. C'est une plante à floraison souvent tardive en montagne (août et septembre).

ÉCOLOGIE : pH 7 - 7,5 ; Humidité apparente des stations : code 5 à 7

COTATION DE RARETÉ : 1 = valeur régionale

PHYTOSOCIOLOGIE : *Molinio-Juncetea* (Br.-Bl. 1947), *Caricion davallianae* (Klika 1934).

***Polygonum alpinum* All.**

L'aire de cette espèce eurasiatique dans les Alpes françaises va du massif du Taillefer au Nord, à la vallée de la Vésubie au Sud. On la trouve aussi dans les Pyrénées orientales (var. *undulatum* Meiss.), et en Corse. C'est un orophyte plutôt méridional peu commun bien qu'il soit parfois très abondant dans certaines de ses stations. La Renoué des Alpes ne figure pas dans le «Catalogue» de PERRIER de la BATHIE. Elle était connue du Mont-Cenis presque au bord du lac (LENOBLE, 1920). Nous ne l'avons pas retrouvée. Il est probable que cette station a disparu sous les eaux du barrage. Depuis peu, on connaît *Polygonum alpinum* en Maurienne aux environs de Bessans. Cette plante de pleine lumière est un robuste géophyte qui atteint 80 cm. Ses panicules de fleurs blanches peuvent attirer de loin l'attention. Dans toute l'étendue de son aire, comme dans sa station satellite de Haute-Maurienne, elle fréquente les prairies grasses plus ou moins acides, riches en substances nutritives. Dans cette station, elle présente le cas d'une espèce d'affinité méridionale à l'extrême limite Nord de son aire française, comme un certain nombre d'orophytes, qui trouvent leurs limites septentrionales dans le Sud-Est de la Savoie dans le Parc National de la Vanoise ou à sa périphérie.

ÉCOLOGIE : altitude 1 700 m. environ ; humidité : code 4 ; pH : 5,5 - 6

COTATION DE RARETÉ : 1 valeur régionale.

En ce qui concerne sa sociologie, elle varie beaucoup en fonction de l'altitude de ses stations entre 800 et 2 200 m. *Arrhenatheretea* Br.-Bl. 1947, *Trisetopolygonion bistorti* (Br.-Bl. et Tx 1943).

Viola palustris L.

Espèce hémicryptophyte, cléistogame, d'affinité nordique (HULTEN, 1971, dans son Atlas, l'a figurée jusqu'au-delà du 70e parallèle), *Viola palustris* est assez rare en plaine et dans les étages inférieurs et très rare dans la zone subalpine supérieure et la zone alpine inférieure. Dans le Sud-Est de la Savoie, les marécages acides qui peuvent constituer pour cette espèce des biotopes réunissant des conditions écologiques favorables sont rares. Nous n'en connaissons actuellement qu'une station dans le Parc et sa périphérie.

Elle aurait existé au Mont-Cenis d'après E. CHEVALLIER cité par PERRIER de la BATHIE (1928). Ce ne pourrait qu'être avant les relèvements du niveau du lac par les barrages successifs, celui-ci dans son état primitif comportait alors des bordures marécageuses en plusieurs secteurs de sa périphérie.

En 1980, nous avons découvert cette Violette à la Sassièrre de Sainte-Foy où elle était assez abondante.

ÉCOLOGIE DE CETTE STATION : marécage d'altitude vers 2 000 m. ; pH 5,5 ; humidité apparente : code 4

COTATION DE RARETÉ DE L'ESPECE : 1 = valeur régionale

PHYTOSOCIOLOGIE : *Caricetalia fuscae* Koch (1926).

Androsace alpina (L.) Lam.

var. *pedunculata* Saint-Lager (Photo 1)

On sait qu'*Androsace alpina* est sujette à variations sur l'ensemble de son aire (du Dauphiné au Steiermark). Plusieurs auteurs ont décrit ces variations, parfois très marquées. En Vanoise, nous avons déjà un exemple de variabilité de l'espèce avec *A. alpina* var. *atropurpurea* Bvrd. (BEAUVERD, 1930), variété concolore à fleurs rouges foncées dont les feuilles sont très nettement plus petites que celles du type et découverte par cet auteur aux environs de Pralognan ; nous la connaissons aussi des environs de l'Iseran.

Dans les formes nettement pédonculées, on connaît la var. *tiroloensis* décrite par WETTSTEIN, qui ne peut se comparer aux autres variétés à longs pédicelles car s'écartant trop du type par ses inflorescences en glomérules. HEGI (1980, 2e éd.) a cité plusieurs variétés d'*A. alpina* et décrit une forme «*pedunculata*» Clairv. du Tyrol méridional. D'autre part, SAINT-LAGER (1883) a récolté à Zermatt au pied du

Cervin une forme qu'il a nommée aussi *pedunculata* sans donner d'autres précisions. Une comparaison critique des exemplaires de ces deux variétés pourrait seule éclairer la question de savoir s'il s'agit de la même plante. D'autres *Androsaces* de la section *Aretia* Hall. ayant, peut-être à tort d'ailleurs, le rang d'espèces telles que *A. wulfeniana* Sieb. des Alpes Orientales et *A. brevis* Heg. des Alpes Centrales ont également des pédicelles allongés. *A. brevis* syn. de *A. charpentieri* Herr. doit son nom à ses rameaux courts, mais ses pédicelles sont très nettement élevés au-dessus de la rosette des feuilles.

C'est probablement cette variété qui se rapproche le plus de la forme que nous avons découverte en Haute Tarentaise à pédicelles plus longs, que nous nommons provisoirement, var. *pedunculata* Saint-Lager. On peut noter encore que PERRIER de la BATHIE (1928) a trouvé au Cheval Noir *Androsace alpina* à fleurs longuement pédicellées dont il dit dans son «Catalogue» qu'elle pourrait appartenir à la var. *charpentieri* Heer. Mais *A. brevis* syn. *A. charpentieri* a d'autres caractères discriminants que PERRIER a paru ignorer. On ne peut donc être sûr qu'il s'agit de cette variété des Alpes Centrales.

Dans les exemplaires typiques, présents ailleurs dans le Sud-Est de la Savoie, les pédicelles très courts restent inclus dans le coussin de feuilles et les fleurs semblent être plaquées sur celui-ci. Dans la var. *pedunculata* trouvée en Haute Tarentaise dans le Parc National de la Vanoise, les fleurs dépassent très nettement les rosettes, le coussin de fleurs est moins dense et plus irrégulier et l'ensemble de ces caractères attire l'attention. Les fleurs sont blanches ou rosées. Dans la station où existe cette variété, tous les exemplaires ont les mêmes caractères, sans mélange avec des exemplaires du type.

ECOLOGIE : sol d'éboulis fin et de terre fine ; Humidité : code 4-5 ; pH 5 - 6 ; altitude : 2 500 - 2 700 m.

COTATION DE RARETÉ DE LA VARIÉTÉ : 4 = valeur nationale.

SOCIOLOGIE : *Androsacion alpinae* Br.-Bl. (1926).

Gentiana germanica Willd. ssp. *Gentiana solstitialis* (Wetts.) Vollm. (Photo 2)

Parmi les nombreuses espèces du genre *Gentiana* présentes dans le Sud-Est de la Savoie (Parc National de la Vanoise et sa périphérie), la section *Endotricha* Fröl. est représentée par *G. campestris*, *G. germanica* ssp. *solstitialis* Wettst. et *G. ramosa*. *G. ciliata* bien qu'ayant les lobes de la corolle à marges frangées est, par ailleurs, suffisamment différenciée pour être dans une autre section : section *Crossopetalum* Fröl. Le genre *Gentiana* dans le Sud-Est de la Savoie a fait l'objet d'une recension commentée, (TROTEREAU 1983), qui ne comportait pas encore *G. germanica* ssp. *solstitialis*. Depuis, nous avons trouvé cette plante dans la vallée d'Avérole en 1985 et revue en 1988.

G. germanica ssp. *eu-germanica*, qui existe en Haute-Savoie et en Dauphiné, n'a pas, à notre connaissance, encore été trouvée dans le Sud-Est de la Savoie où elle paraît être remplacée par *G. germanica* ssp. *solstitialis* comblant ainsi une lacune chorologique dans cette partie des Alpes françaises. C'est WETTSTEIN



PHOTO 1. - *Androsace alpina* var. *pedunculata* Saint-Lager (2x).



PHOTO 2. - *Gentiana germanica* ssp. *solstitialis* : dents du calice un peu variables en longueur, séparées par des angles aigus. La corolle varie du violet au violet rougeâtre. Elle n'est pas rameuse dès la base (3x).

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

(1896) qui, dans son importante étude sur la section *Endotricha* Fröhl., a donné sa légitimité à *G. solstitialis*. C'est maintenant la vingtième Gentiane recensée dans le Parc National de la Vanoise ou à sa périphérie, les variétés et les hybrides n'étant pas pris en compte.

La section *Endotricha* Fröhl est remarquable par son foisonnement biotypique avec un nombre important d'espèces et de sous-espèces réparties dans les régions tempérées de l'hémisphère boréal. Beaucoup sont voisines les unes des autres et existent dans les mêmes stations. Les Alpes centrales et orientales sont particulièrement riches en Gentianes de cette section.

Gentiana solstitialis diffère du *G. germanica* par ses feuilles moins nombreuses, ses entrenœuds plus espacés ce qui donne à la plante un port plus léger caractéristique. C'est une espèce de milieux un peu humides, ce qui est différent des biotopes plus xériques du *G. germanica*. Bien qu'étant considéré comme véritable orophyte, le *G. solstitialis* ne semble cependant que très rarement dépasser la partie inférieure de la zone subalpine ; à l'inverse, elle ne descend pas en plaine comme c'est le cas pour le *G. germanica*.

C'est, comme l'indique son nom, une plante précoce et G. BEAUVERD (1911) qui l'a pour la première fois découverte dans les Alpes françaises, dans la partie septentrionale des Aravis, région de Sallanches, l'a trouvée avec *G. germanica*, espèce assez automnale et a observé que deux mois et plus peuvent séparer les dates de floraison de ces deux Gentianes. En plus de sa rareté, *G. solstitialis* par sa floraison précoce a pu, jusqu'à ces dernières années, échapper aux observations des botanistes qui, depuis plus d'un siècle, ont parcouru le Sud-Est de la Savoie. A ce sujet, on peut rappeler que *G. ramosa*, pourtant moins rare, n'a été découvert en Haute Maurienne qu'en 1950 par R. de VILMORIN et C. GUINET (notons que ce groupe de gentianes est aujourd'hui classé dans le genre *Gentianella*)

ÉCOLOGIE dans sa station d'Avérole : sol pH 7,5 ; humidité changeante : code 5 à 7

COTATION DE RARETÉ de *G. solstitialis* : 4 = valeur nationale

SOCIOLOGIE : *Molinion - Juncetea* Br.-Bl. (1947)

BIBLIOGRAPHIE

- BEAUVERD (G.), 1911. - Complément à la florule des Préalpes de Sallanches. *Bull. Soc. bot. Genève*, 2^{ème} S, 3.
- BEAUVERD (G.), 1930. - Polymorphisme de quelques plantes du Massif de la Vanoise (Savoie). *Bull. Soc. bot. Genève*, XXII : 439-464.
- FOURNIER (P.), 1946. - Les quatre flores de la France. 1091 p.
- GENSAC (P.), 1974. - Catalogue écologique des plantes vasculaires du Parc National de la Vanoise et des régions limitrophes. *Trav. sci. Parc nation. Vanoise*, IV, 232 p.
- HEGI (G.), 1980. - *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*. - 2e éd., Parey, Berlin.
- HULTEN (E.), 1971. - *Atlas över växternas utbredning i Norden*. - 2e éd., Generalstabens Litografiska Anstalts Förlag, Stockholm, 531 p.

ESPECES VASCULAIRES NOUVELLES

- LENOBLE (F.), 1920. - *Bull. Soc. bot. Fr.* Session extraordinaire 63 : XL-XLII.
- PERRIER de la BATHIE (E.), 1917-1928. - *Catalogue raisonné des plantes vasculaires de Savoie : départements de la Savoie et de la Haute-Savoie, plateau du Mont-Cenis*. Ed. Léon Lhomme, Paris, 2 vol.
- POUCCEL (J.), 1943. - *A la découverte des Orchidées de France*. Ed. Stock.
- SAINTE LAGER (J.B.), 1883. - *Catalogue des plantes vasculaires de la flore du bassin du Rhône. - Lyon ; Genève ; Bâle*, Libr. H. Georg, 886 p.
- TOMBAL (P.), MERIAUX (J.L.), 1980. - Contribution à une méthode propre à inventorier, évaluer et hiérarchiser les sites naturels à l'échelle régionale et nationale. 3e séminaire de phytosociologie appliquée, Metz, p. 57-68
- TROTIEREAU (A.), 1983. - Contribution à l'étude du genre *Gentiana* dans le Parc National de la Vanoise et régions limitrophes. *Trav. sci. Parc nation. Vanoise*, XIII : 101-127.
- VILMORIN (R. de) et GUINET (C.), 1951. - Haute-Maurienne. 78e Session extraordinaire : «Coupe botanique des Alpes, du Tyrol à la France». *Bull. Soc. bot. Fr.*, 98 : 101-127.
- WETTSTEIN (R. von), 1896. - Die europäischen Arten der Gattung *Gentiana* aus der Sektion *Endotricha* Froel. *Denkschr. Akad. Wiss., math. nat. Kl. Wien*, 64 : 309-382.

(Reçu pour publication, février 1989)

ORIGINE ET EVOLUTION DE QUELQUES ELEMENTS
DE L'ENTOMOFAUNE D'UN LAC-TOURBIERE
DE HAUTE-MONTAGNE : LE LAC DU LAIT (2 180 M)
PARC NATIONAL DE LA VANOISE

par Charles DEGRANGE⁽¹⁾

Introduction	168
I. — Entomofaune du Lac du Lait	170
II. — Biocénoses et réseaux trophiques	183
III. — Origine et fluctuations du peuplement	185
IV. — Espèces menacées et protection du site	187
Bibliographie	187

Résumé. — Des prospections effectuées durant une vingtaine d'années ont permis de suivre l'évolution de différentes populations d'insectes en fonction de l'isolement du biotope et de l'influence des conditions climatiques.

Mots-clés. — Ephémères, Odonates, Hémiptères, Mégaloptères, Trichoptères, biogéographie, écologie - Lac-tourbière, Vanoise.

Summary. — Prospecting accomplished during a period of about twenty years has made it possible to follow the changes in different populations of insects under the influence of climatic conditions and according to whether the biotope is more or less isolated.

(1) Laboratoire de Zoologie et Hydrobiologie, Université Joseph Fourier, B.P. 53 X, 38041 Grenoble Cedex.

INTRODUCTION

Le Lac du Lait représente un biotope unique dans les limites du Parc National de la Vanoise (J.P. MARTINOT & A. RIVET, 1985). Ce lac-tourbière, situé dans une cuvette d'environ un hectare sur houiller métamorphique (P. GENSAC, 1970), est alimenté par les eaux de fonte des neiges et de ruissellement ainsi que par quelques résurgences issues d'infiltrations en provenance du Lac Blanc de Termignon (2246 m) ; plusieurs émissaires temporaires en évacuent le trop-plein vers le ruisseau de Chavière de telle sorte que le niveau subit des fluctuations modérées (20 à 40 cm) et que le plan d'eau ne s'assèche jamais même en année de fort déficit hydrique²⁾. La profondeur moyenne est de 40 cm avec des fosses atteignant 1m 50 à 2 m.

Sphaignes et carex (*Carex rostrata* Stokes : *C. ampullacea* Good et *C. vesicaria* L.) ont envahi la plus grande partie de la cuvette et la zone d'eau libre est colonisée par un potamot (*Potamogeton rufescens* Schrad). Au niveau de buttes rocheuses en saillie dans le plan d'eau et sur les promontoires de la rive est, la mousse *Polytrichum strictum* Banks³⁾ entre en concurrence avec les sphaignes. A noter l'absence de *Drosera* qui n'a pas été recensée dans le Parc de la Vanoise (P. GENSAC, 1974).

Comme pour tout milieu de ce type le pH des eaux est fonction du lieu de prélèvement : voisin de la neutralité au niveau du plan d'eau libre il s'abaisse à 4 à 5 au sein de la ceinture de sphaignes. Il en résulte une diversité marquée de la microflore et du peuplement d'entomostracés.

Le phytoplancton a fait l'objet de recherches approfondies : 81 taxons ont été recensés (P. BAIER, 1978 ; P. BAIER, J.P. MARTINOT & A. RIVET, 1984) de même que 11 espèces d'entomostracés ont été répertoriées (J. TETART, 1970 ; J.P. MARTINOT & A. RIVET, 1985).

Surplombant la cuvette du lac, sur une butte à 2200 m d'altitude, existe une minuscule tourbière rectangulaire (25 m x 5 m, environ 2 m de profondeur), sans alimentation visible, à fond humique et aux eaux brunes et acides (pH 6, 4 - 6, 5) avec une ceinture de sphaignes, d'hypnacées, de carex et de rares sparganiums. Ce microbiotope aquatique permanent s'est révélé le lieu de reproduction de plusieurs espèces d'insectes.

De 1970 à 1989 nous avons suivi l'évolution de quelques éléments de l'entomofaune aquatique : Ephémères, Odonates, Hémiptères, Mégaloptères et Trichoptères.

Des milieux palustres similaires des Alpes de Savoie et du Dauphiné nous ont servi de termes de comparaison dans l'analyse du peuplement ; cependant, étant donné l'isolement de ce biotope sans équivalent dans le Parc de la Vanoise (J.P. MARTINOT & A. RIVET, 1985) nous avons été amenés à rechercher l'origine possible d'une colonisation par certaines espèces à partir d'une tourbière à hypnacées située à 1 235 m d'altitude sur la commune de Termignon.

2) Le lac doit vraisemblablement son nom à la ceinture de sphaignes desséchées en fin de période estivale.

3) Déterminations Pr. G. Pautou et O. Manneville, Laboratoire d'Ecologie végétale, Université Joseph Fourier, Grenoble.



Photo 1 - Lac du Lait (Cariçaie, plan d'eau à potamots, tourbière à sphaignes).
A l'arrière plan, la Dent Parrachée (cliché J.P. MARTINOT).

I. - ENTOMOFAUNE DU LAC DU LAIT

EPHEMEROPTERES

Dans les Alpes françaises à des altitudes supérieures à 2000 m, les éphémères des eaux stagnantes sont représentés par quatre espèces : *Cloëon simile* Etn., *Cloëon praetextum* Bngtss., *Leptophlebia vespertina* (L.) et *Siphonurus lacustris* Etn.

Cloëon simile est le seul éphémère présent au Lac du Lait. C'est une espèce à ample répartition altitudinale dont les larves peuplent les lacs, étangs et mares de plaine (étang de Jarrie, près de Grenoble, 210 m. ; lac d'Annecy, 448 m) mais également les tourbières de moyenne altitude (lac Luitel, 1 235 m., Isère).

En plaine, les générations se succèdent du printemps à l'automne : il s'agit d'une espèce polyvoltine comme l'ont confirmé les élevages en laboratoire.

Au Lac du Lait les vols nuptiaux des mâles n'ont été observés que durant les mois d'août et de septembre tandis que des larves peuvent être capturées dès le début de l'été. C'est ainsi que le 26.07.1986 aucun adulte n'était observé alors que le 3.09.1986 des centaines d'imagos mâles effectuaient leur vol ascensionnel caractéristique à 2 m environ au-dessus du niveau de l'eau de 10h45 à 12h00 tandis que les femelles demeuraient, pour la plupart, posées sur les carex.

Dans cette station l'espèce est apparemment univoltine. Afin de déterminer s'il s'agissait d'une caractéristique génétique ou d'un simple accommodat biologique une femelle fécondée a été rapportée au laboratoire et induite à déposer sa ponte (637 œufs) le 4.09.1986.

A une température de 20°C le développement embryonnaire s'est effectué en 8 à 10 jours et l'élevage des larves a permis d'obtenir 15 imagos mâles et 13 femelles dans un laps de temps de 36 à 84 jours. Dans des milieux de plaine la durée totale du développement permettrait la succession de plusieurs générations du printemps à l'automne. Il s'agit donc d'une simple adaptation physiologique de l'espèce aux conditions locales. Il faut ajouter que les œufs ont exactement les mêmes structures et dimensions que ceux des individus de plaine (Ch. DEGRANGE, 1960) mais chaque femelle n'en développe qu'environ quatre fois moins.

Dans quelques lacs de montagne du Dauphiné à des altitudes comprises entre 1950 m (lac de l'Infernet, Massif de Belledonne) et 2063 m (lac Faucille, Massif des Rousses) nous avons découvert une espèce très proche de la précédente : *Cloëon praetextum*, décrite initialement de Suède, retrouvée en Pologne et en Autriche, dont la structure des œufs permet une identification sans confusion possible (Ch. DEGRANGE, 1960 ; R. SOWA, 1980). Cette espèce boréo-alpine, univoltine en altitude, maintient son type de développement caractérisé par une diapause embryonnaire obligatoire lorsqu'elle est ramenée en plaine.

HEMIPTERES

L'étude de la répartition altitudinale des Hémiptères aquatiques des Alpes dauphinoises (Ch. DEGRANGE & A. CHEVALLIER, 1963) a montré que sur 13 espèces recensées au-dessus de 1000 m deux seulement : *Arctocorisa carinata* (Shlb.) et *Gerris costai* (Hrrech-Schf) ont été signalées à 2380 m (lac Lérié, Massif du Pelvoux).

La première espèce est considérée comme un hémiptère des lacs froids, espèce boréo-alpine typique cantonnée dans des stations entre 1000 et 2500 m. (R. POISSON, 1957). Comme nous l'avons déjà mentionné le caractère sténothermique de ce *Corixidae* devrait être réexaminé étant donné la localisation de l'espèce dans les zones les plus chaudes des émissaires de différents lacs. En Vanoise des spécimens ont été recueillis au lac du Mont Coua, 2672 m., (leg J.P. MARTINOT) et au lac inférieur de Turc, 2610 m. (leg. J. TETART). A notre connaissance *A. carinata* n'a pas été mentionnée des milieux de tourbière.

Gerris costai costai est un élément moins typique de la faune d'altitude pouvant se rencontrer accidentellement en plaine dans le cours inférieur des torrents, mais en règle générale cette espèce ne se rencontre pas au-dessous de 1000 m.

Au Lac du Lait, ce *Gerris* est constamment présent à l'état larvaire ou imaginal, mais les populations semblent présenter d'importantes fluctuations d'une année à l'autre. Mis à part les grands lacs froids c'est une espèce présente sur de nombreux plans d'eau, même temporaires, du Parc de la Vanoise.

Des larves de *Notonectes* ont été capturées une seule fois (9.7.1976) et n'ont pu être déterminées. Ce que nous connaissons de la répartition des espèces du genre dans les Alpes françaises laisserait supposer qu'il s'agit de *Notonecta obliqua obliqua* Glln., espèce d'affinités septentrionales, recueillie à près de 2000 m. (Lac de l'Infernet, 1980 m., Massif de Belledonne, Isère) souvent bien représentée dans les lacs-tourbières (lac Luitel, 1213 m, Massif de Belledonne) associée à l'espèce très ubiquiste *N. glauca glauca* L.

MEGALOPTERES

Des six espèces européennes du genre *Sialis*, dont trois sont connues des Alpes françaises, *S. lutaria* L. est la plus répandue : présente dans les cours d'eau lents, les étangs, les lacs de plaine et jusque dans les plans d'eau à fond humique de haute altitude (lac Noir du plateau d'Emparis, 2445 m., Massif des Ecrins).

La biologie de l'espèce a fait l'objet de recherches dans des stations qui correspondent aux limites de la répartition altitudinale. Le cycle biologique comporte dix stades larvaires et se boucle en un an au Danemark, River Susa (altitude 11 à 36 m., T.M. IVERSEN & J. THORUP, 1987) en deux ans au Sempachersee (507 m., Suisse, A.M. DU BOIS & R. GEIGY, 1935) tandis qu'il s'étend sur trois années au lac de Port-Bielh (2285 m., Pyrénées centrales, N. GIANI & H. LAVILLE, 1973).

Les prélèvements effectués au Lac du Lait ne nous permettent pas de préciser le type de développement : les larves y sont rares et les imagos ont toujours été capturées au cours des mois de juillet et jamais en abondance.

Dans les Alpes *S. lutaria* est une espèce assez caractéristique des tourbières ou lacs-tourbières : lacs Luitel et de Praver (Massif de Belledonne), lac de la Sagne (Massif des Sept Laux) lacs Poursollet, Claret, Noir (Massif du Taillefer).

TRICHOPTERES⁽⁴⁾

Deux phryganéides du genre *Oligotrichia* ont été capturés à l'état imaginal au Lac du Lait : *O. ruficrus* (Scop.) et *O. striata* (L.).

(4) Déterminations F. Vaillant, Professeur émérite, Université Joseph Fourier, Grenoble.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

La première espèce est commune dans les Alpes françaises, abondante surtout entre 1500 et 2000 m. *O. striata* est répandue dans toute l'Europe centrale et occidentale y compris l'Angleterre et la Scandinavie mais n'a pas été signalée d'Italie et de la péninsule ibérique.

Les larves à fourreau végétal vivent dans la zone des héliophytes de la cariçaie des lacs.

ODONATES

Des spécimens de huit espèces ont été observés au Lac du Lait :

Anisoptères

Aeshnidae	<i>Aeshna juncea</i> (L.)
Corduliidae	<i>Somatochlora alpestris</i> (Selys)
Libellulidae	<i>Libellula quadrimaculata</i> L. <i>Sympetrum danae</i> (Sulzer). <i>Sympetrum flaveolum</i> (L.) <i>Leucorrhinia dubia</i> (V. d. Lind.).

Zygoptères

Coenagrionidae	<i>Coenagrion hastulatum</i> (Charp.) <i>Enallagma cyathigerum</i> (Charp.).
----------------	---

Parmi ces huit espèces deux sont des Odonates dont les larves sont liées aux eaux à sphaignes et qualifiées de véritables tyrphobiontes. Dans notre région *S. alpestris* et *L. dubia* sont inféodées aux tourbières hautes et aucune d'elles ne descend au-dessous de 1000 m.

Somatochlora alpestris

S. alpestris et *Aeschna coerulea* sont les deux seuls Odonates reconnus comme véritables éléments boréo-alpins (D. ST QUENTIN, 1938 ; K. ANDER, 1950) et à ce titre leur répartition a été tout particulièrement étudiée.

S. alpestris appartient au groupe d'espèces de la faune d'invasion (D. ST QUENTIN, 1960) dont l'extension en Europe occidentale est postérieure à la dernière période glaciaire, contingent encore qualifié d'«eurosibérien». Il est possible que la répartition actuelle de cette espèce témoigne d'une période plus froide et que dans le sud de son aire elle puisse être considérée comme une véritable relique dont les larves ne se développent que dans des milieux refuges de tourbières comme cela a été noté pour certains éléments de la flore.

S. alpestris a sa plus grande expansion au nord de la Scandinavie au-delà du cercle polaire et jusqu'à l'océan glacial Arctique (K.J. VALLE, 1952). En Sibérie, B.F. BELYSHEV, 1968 mentionne seulement quelques stations dispersées, mais l'espèce s'étend jusqu'au Japon (île d'Hokkaido, K.J. ANDER, 1950).

S. alpestris ne fait pas partie de la faune des îles britanniques par contre l'espèce est présente dans une grande partie de l'Europe Centrale : Allemagne (E. SCHMIDT, 1929 ; K. ANDER, 1950 ; H. SCHIEMENZ, 1957 ; Eb. SCHMIDT, 1967 ; Suisse (F. RIS, 1911 ; J. de BEAUMONT, 1941 ; P.A. ROBERT, 1958 ; J. de MARMELS & H. SCHIESS, 1977-1978 ; C. DUFOUR, 1978, 1982) ; Autriche (P. AUSSERER, 1867 ; K.J. MORTON, 1928 ; F. PRENN, 1935 ; D. St QUENTIN, 1959) ; Italie (K.J. MORTON, 1926 ; C. CONCI & C. NIELSEN, 1956 ; I. BUCCIARELLI, 1972 ; E. BALESTRAZZI I. BUCCIARELLI & P. A. GALLETI, 1983) ; Tchécoslovaquie (A. SCHOTTNER, 1952) ; Pologne (S. MIELEWCZYK, 1969) ; Roumanie (F. CIRDEI & F. BULIMAR, 1965).

En France *S. alpestris* a été signalée d'Alsace et des Vosges (J. BARRA, 1963) d'après des exemplaires du Musée zoologique de Strasbourg et des recensements d'auteurs antérieurs et tout récemment de cinq stations des Vosges à des altitudes comprises entre 900 et 1230 m (J.P. BOUDOT, G. JACQUEMIN & P. GOUTET, 1985).

Dans les Alpes nous avons déjà mentionné la présence de cette espèce en deux autres stations : le lac Noir du Massif du Taillefer (2040 m., Isère) et une petite tourbière près du lac Achard du Massif de Belledonne (1880 m., Isère).

Nous pouvons y ajouter le lac de Pormenaz (1947 m. Haute-Savoie, 5.08.1976) et un marais tourbeux près du lac Vert (1420 m., Haute-Savoie, 5.08.1976).

Au Lac du Lait *S. alpestris* a été recueillie à l'état d'exuvie (23.07.1970, leg. J. TETART), puis capturé à l'état d'imago ♂ en vol au-dessus de la tourbière (9.08.1973), l'espèce y semble très rare.

La biologie de cette espèce est mal connue, d'après H. SCHIEMENZ (1957) la période de vol, selon l'altitude s'étend du mois de juin à la mi-septembre et la durée de vie des imagos de 4 à 5 semaines, les œufs déposés en juillet éclosaient après 4 à 6 semaines et ceux pondus au mois d'août hiverneraient. Le nombre de stades larvaires n'a pas été déterminé et la durée du développement est estimée à trois ans ou plus dans les stations au-dessus de 2000 m.

Leucorrhinia dubia

Comme *S. alpestris*, *L. dubia* appartient au groupe d'espèces eurosibériennes de la «faune d'invasion».

La répartition de cette espèce est extrêmement vaste. A l'est depuis les îles d'Hokkaido et de Honshu à la frontière de l'U.R.S.S. et de la Corée jusqu'à l'Océan Indien dans la région du désert de Thor (B.F. BELYSHEV, 1961) ; en Europe : toute la péninsule scandinave, Finlande (K.J. VALLE, 1952), Suède (K. ANDER, 1944), Norvège (S. SOMME, 1937) ; toute l'Europe centrale, Danemark (P. ESBEN-PETERSEN, 1910), Allemagne (U. JACOB, 1969 ; G. JURZITZA, 1962, H. SCHIEMENZ, 1957 ; Er. SCHMIDT, 1929), Pologne (S. MIELEWCZYK, 1969), Autriche (K.J. MORTON, 1928 ; D. ST QUENTIN, 1959), Roumanie (F. CIRDEI & F. BULIMAR, 1965) ; la majeure partie de l'Europe occidentale, Hollande (M. A. LIEFTINCK, 1926), îles britanniques (C. LONGFIELD, 1949 ; C.O. HAMMOND, 1983), Suisse (J. de BEAUMONT, 1941 ; Ch. DUFOUR, 1978 ; W. MATTHEY, 1971 ; A. PORTMANN, 1921 ; P.-A. ROBERT, 1958), Italie (E. BALESTRAZZI, I. BUCCIARELLI & P.A. GALLETTI, 1983 ; C. CONCINI & C. NIELSEN, 1956). A notre connaissance l'espèce n'a été mentionnée ni de Hongrie (V. SANDOR, 1957) ni de la péninsule ibérique (A. BENITEZ MORERA, 1950) à l'exception de la chaîne pyrénéenne.

En France, l'espèce est connue de Lorraine (BARBICHE, 1987 ; J. BARRA, 1963 ; J.-P. BOUDOT, G. JACQUEMIN & P. GOUTET, 1985) ; du Massif Central (P. AGUESSE, 1964 ; A.-J. FRANCEZ & J. BRUNHES, 1983) ; des Pyrénées (E. ANGELIER, 1961 ; A. HEYMER, 1967).

Nous avons mentionné cette espèce de plusieurs hautes tourbières du Dauphiné (Ch. DEGRANGE & M.-D. SEASSAU, 1970) et l'avons retrouvée en différentes stations des Alpes de Savoie : lac de Pormenaz (1947 m) et de la Remua (2211 m), Massif des Aiguilles Rouges ; lac des Confins (1340 m) Chaîne des Aravis ; lac du Clou (1707 m) Beaufortain.

Avant d'être reconnue comme une espèce caractéristique des tourbières

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

hautes (Eb. SCHMIDT, 1967) ou comme tyrphobionte (S. MIELEWCZYK, 1969) *L. dubia* a été à l'origine d'une véritable querelle entre H. STEINER (1950) qui, le premier, avait montré la liaison de cet odonate aux tourbières à sphaignes et H. SCHIEMENZ (1954) qui la contestait.

La biologie des imagos - faciles à observer en raison de leur faible tendance à s'éloigner de leur biotope d'origine - a donné lieu à de très intéressantes observations de V.I. PAJUNEN (1962) en Finlande sur les populations de cinq petites tourbières situées dans un vallon de 700 m de longueur et 200 m de largeur.

Au Lac du Lait la plupart des observations ont été faites au cours du mois de juillet. Après la métamorphose la période de maturation (une dizaine de jours) se passe à proximité de la tourbière et les imagos y reviennent pour la reproduction. Les mâles n'ont pas de véritable comportement territorial, mais en fin de saison lorsque la densité de la population diminue, certains d'entre eux peuvent s'attacher à un secteur déterminé (PAJUNEN, *loc. cit.*). Le comportement du mâle lors de la ponte a fait l'objet de nombreuses controverses tenant au rôle de surveillance et de protection assumé pendant l'oviposition. Après séparation du couple au-dessus du lieu de ponte (végétaux submergés) le mâle accompagne sa partenaire et tente d'éloigner ses congénères s'ils ne sont pas trop nombreux ou trop entreprenants (Eb. SCHMIDT, 1975).

Au Lac du Lait les imagos sont déjà rarissimes durant le mois d'août (1 ♂ le 10 août 1987). La période de vol correspondrait à la durée de vie maximum des adultes (environ 40 jours, PAJUNEN, *loc. cit.*) et serait en relation avec un regroupement des métamorphoses en une dizaine de jours.

La durée du développement embryonnaire a été déterminée en laboratoire (F. PRENN, 1930 ; A.E. GARDNER, 1953 ; Ch. DEGRANGE, 1963 non publié) : à une température moyenne de 20°C ; elle est d'environ trois semaines.

Dans le milieu naturel, la durée du développement larvaire est fonction de la latitude c'est-à-dire de la photopériode et de la température, ainsi dans le sud de la Suède le cycle vital est normalement de trois ans (V. NORDLING, 1976 & 1984).

Dans les Alpes le développement larvaire demande près de deux ans (F. PRENN, 1930) et comporte deux quiescences de six à neuf mois dont la seconde se situe avant la métamorphose. Ainsi au Lac du Lait le 28.9.1989 plusieurs larves de dernier stade étaient capturées dont la mise en élevage montrait qu'elles ne se transformeraient qu'au début de l'été suivant. Toutefois la synchronisation des métamorphoses semble moins parfaite que dans le nord de l'aire de répartition (une imago en métamorphose le 13.9.1977). Par ailleurs, la présence simultanée en automne de larves de trois classes de taille différente (respectivement 5, 10 et 25 mm) correspondrait à un cycle vital de trois ans comme dans les stations du Sud de la Suède.

PRENN (*loc. cit.*) a montré qu'en captivité il était possible d'obtenir un développement accéléré en 11 à 12 mois et décompté 13 stades larvaires. Toutefois cette dernière donnée mériterait d'être précisée sur un plus grand nombre d'exemplaires (cf. les cycles biologiques de *Aeshna juncea* et *Sympetrum flaveolum*).

Au sein du peuplement odonatologique du Lac du Lait deux espèces *Sympetrum danae* et *Coenagrion hastulatum* peuvent être qualifiées de tyrphophiles au sens de F. PEUS (1932) c'est-à-dire présentant un développement optimal dans les tourbières à sphaignes mais capables de coloniser d'autres biotopes notamment des tourbières à hypnacées.

Sympetrum danae

Élément holarctique de la «faune d'invasion» ce petit *Sympetrum* noir a une répartition générale assez semblable à celle de *L. dubia* c'est-à-dire eurosibérienne mais en outre circumboréale (E.M. WALKER & P.S. CORBET, 1975).

En France, l'espèce est connue des régions de l'est (A. BARBICHE, 1887 ; J. BARRA, 1963 ; J.P. BOUDOT, G. JACQUEMIN & P. GOUTET, 1985), du Massif Central (P. AGUESSE, 1964 ; A.J. FRANCEZ & J. BRUHES, 1983), des Pyrénées (P. AGUESSE, 1958), mais aussi de régions de faible altitude : Normandie, Bretagne, Charente (R. MARTIN, 1931). Dans la partie sud de son aire géographique et en particulier dans la zone de l'arc alpin il ne se trouve pas au-dessous de 700 m d'altitude.

Dans les Alpes françaises nous connaissons l'espèce de différents lacs - tourbières de Savoie et du Dauphiné - notamment de la chaîne de Belledonne, Isère (Ch. DEGRANGE & M.-D. SEASSAU, 1970) - à des altitudes comprises entre 1100 et 1880 m (lac Achard, Isère).

«Moorlibellen» d'après la classification proposée par Eb. SCHMIDT (1967), «tyrphophile strict» selon S. MIELEWCZYK (1969) cette espèce serait, selon nous, à placer dans le groupe des «tyrphophiles facultatifs» comme semble le montrer sa présence au lac des Confins (1360 m, Haute-Savoie), dans un plan d'eau dépourvu de sphaignes, à pH 8,5 - 9, à végétation phanérogamique représentée par *Elodea canadensis* et *Ranunculus* sp. Dans cette station la capture d'une unique imago mâle de *L. dubia* pourrait être mise au compte de l'erratisme mais la présence de spécimens de *S. danae* en métamorphose (10.8.62) ou matures (13.9.69) et d'un cortège d'espèces dont certaines sont caractéristiques des eaux acides ou s'y retrouvent fréquemment telles que *Aeshna juncea*, *Coenagrion hastulatum*, *Enallagma cyathigerum*, tandis que d'autres sont des euryèces ou des «tolérantes» comme *Aeshna cyanea*, *Libellula quadrimaculata*, *Cordulia aenea*, *Lestes sponsa*, nécessiterait une étude plus approfondie des caractéristiques du biotope.

S. danae a été observé une seule fois à l'état imaginal au Lac du Lait (9.8.1973) : les femelles immatures posées dans la cariçaie. Les recherches ultérieures laissent supposer que l'espèce n'est présente que sporadiquement dans la station : des larves y ont été recueillies le 28.9.1989. La biologie de cette libellule et une colonisation temporaire à partir de la tourbière de Termignon pourraient expliquer cette présence intermittente.

En effet, *S. danae* fait partie, pour la phénologie, des espèces dites «estivales». Théoriquement, la période de vol s'étend, en plaine, de la fin du mois de juin au mois d'octobre ou même au début novembre, mais à une altitude supérieure à 1800 m. les métamorphoses n'ont souvent lieu qu'à la fin de l'été (lac Achard, 19.9.1959) et les perturbations climatiques déciment les adultes avant reproduction.

Le couple se forme au voisinage du plan d'eau. Si la femelle s'est précédemment accouplée avec un autre partenaire au cours des premières minutes de la copulation le mâle élimine préalablement jusqu'à 87% du sperme déjà déposé dans la spermathèque de la femelle et assure ainsi jusqu'à 100% de la fécondation du lot d'œufs qui seront immédiatement déposés tandis que le couple demeure associé en tandem (N.K. MICHIELS & A.A. DHONDT, 1988). L'absence de comportement territorial des mâles est ainsi compensée.

La durée du développement embryonnaire a été déterminée par plusieurs

chercheurs, en laboratoire (P. MUNCHBERG, 1930 ; A.E. GARDNER, 1951 ; P.A. ROBERT, 1958) ou en milieu seminaturel (J. WARINGER, 1983). Selon les conditions de température des durées de 93 (MUNCHBERG) à 258 jours (ROBERT) ont été rapportées impliquant dans tous les cas une diapause embryonnaire avant catatrepsis (= retournement de l'embryon dans l'œuf) par rapport au développement direct d'autres espèces comme *Sympetrum striolatum* dont la durée est d'environ 15 jours à une température de 20°C (non publié).

Selon les auteurs déjà cités, le nombre de stades larvaires, déterminé par élevage, serait de 8 (MUNCHBERG, ROBERT), 10 (GARDNER, WARINGER) ou 11 (H. SCHIEMENZ, 1957). A noter que dans tous les cas ces données correspondent à un ou deux spécimens parvenus à l'état imaginal.

D'après les mêmes sources et en fonction de la température la durée du développement post-embryonnaire serait comprise entre 94 (ROBERT) et 188 jours (GARDNER).

Dans des conditions les plus proches de celles du milieu naturel le développement préimaginal s'étend sur une période de 12 à 13 mois avec comme conséquence possible l'extinction de l'espèce dans les stations en limite supérieure de répartition altitudinale.

Cœnagrion hastulatum

Comme les espèces précédentes cet agrionide appartient au contingent de la «faune d'invasion» (D. St. QUENTIN, 1960). C'est un élément eurosibérien typique qui a été considéré à tort comme une «relique glaciaire» (O. HARNISCH, 1925 ; A. PORTMANN, 1921 ; F. RIS, 1909 ; E. SOMME, 1937) ou espèce boréo-alpine (P. AGUESSE, 1968 ; J. de BEAUMONT, 1941 ; C. CONCI & C. NIELSEN, 1956 ; C. LONGFIELDS, 1949).

L'espèce est répandue dans tout le nord de l'Europe : Scandinavie (P. ESBEN-PETERSEN, 1910 ; E. SOMME, 1937 ; K.J. VALLE, 1952), Sibérie (B.F. BELYSHEV, 1968), Ecosse (C. LONGFIELDS, 1949), Hollande (M.A. LIEFTINCK, 1926), Luxembourg (J. HOFFMANN, 1960), Allemagne (F. RIS, 1909 ; Er. SCHMIDT, 1929 ; Eb. SCHMIDT, 1967 ; H. SCHIEMENZ, 1957), Autriche (K.J. MORTON, 1928 ; D. St QUENTIN, 1959), Pologne (S. MIELEWCZYK, 1969), Tchécoslovaquie, Hongrie, Roumanie (F. CIRDEI & F. BULIMAR, 1965), Suisse (J. de BEAUMONT, 1941 ; C. DUFOUR, 1978 ; A. PORTMANN, 1921 ; P. A. ROBERT, 1958). Italie (E. BALESTRAZZI, I. BUCCIARELLI & P.A. GALETTI, 1983 ; I. BUCCIARELLI, 1972 ; C. CONCI & C. NIELSEN, 1956).

En France, l'espèce est connue des régions Nord-Est : Alsace, Lorraine, Vosges (A. BARBICHE, 1887 ; J. BARRA, 1963), du Massif Central (P. AGUESSE, 1964 ; A. J. FRANCEZ & J. BRUNHES, 1983), des Pyrénées (P. AGUESSE, 1958 ; E. ANGELIER, 1961 ; A. HEYMER, 1967).

Dans les Alpes nous avons mentionné la présence de cette espèce dans les mêmes stations que celles de *Sympetrum danae* : lac des Confins (Haute-Savoie), lacs du Massif de Belledonne (Isère), mais en outre au lac-tourbière Punay du Massif du Taillefer (Isère) et enfin dans une station de basse altitude : les étangs-tourbières à sphaignes de Commelle (500 m d'altitude, Isère).

Le degré de liaison de *C. hastulatum* aux tourbières à sphaignes est relatif comme le reconnaît MIELEWCZYK en classant l'espèce parmi les tyrphophiles facultatifs. En réalité, les facteurs limitants de la reproduction de cette espèce sont encore à découvrir (P.S. CORBET, C. LONGFIELD & N.W. MOORE, 1960).

C. hastulatum fait partie des espèces printanières dont la période de vol s'étend de la fin du printemps au début de l'été (Eb. SCHMIDT, 1964). Au Lac du Lait, comme dans toutes les stations de montagne des Alpes, les imagos ont été observés du début du mois de juillet à la fin du mois de septembre.

Après l'accouplement les deux partenaires demeurent associés en tandem tandis que la femelle dépose ses œufs dans les hélophytes (*Carex*) et pénètre parfois sous l'eau ainsi accompagnée.

En Grande-Bretagne A.E. GARDNER (1954) en a étudié le développement et montré que l'espèce était univoltine. A une température d'environ 22°C le développement demande 18 jours et la vie larvaire 330 jours. Neuf stades ont été ainsi décomptés pour la seule larve parvenue à métamorphose.

En Suède, selon U. NORLING (1984), le cycle biologique de l'espèce d'une ou deux années dans les stations méridionales peut durer 3 à 4 ans dans les régions plus nordiques.

Au Lac du Lait il est possible que le développement complet puisse s'étaler sur deux ans : des larves de dernier stade capturées le 29.9.1972 se sont métamorphosées en laboratoire le 15.12.1972.

Ainsi dans leur milieu d'origine les larves du dernier stade pourraient présenter, en fonction de la température et de la période, une quiescence de neuf mois environ correspondant à un accomodat semblable à celui que nous avons mentionné pour l'éphéméroptère *Cloëon simile*. Les fluctuations très marquées de la population d'une année sur l'autre observées dans la station, pourraient s'en trouver expliquées.

Des quatre autres espèces répertoriées au lac du Lait aucune n'est à notre avis, caractéristique des milieux de tourbières bien que toutes y soient fréquemment associées.

Aeshna juncea

Comme les précédentes, cette espèce appartient à la «faune d'invasion» (D. St QUENTIN, 1960). C'est une forme eurosibérienne, holarctique et circumboréale avec la sous-espèce *americana* (E.M. WALKER, 1958).

Dans le sud de son aire de répartition cet odonate colonise les pièces d'eau de montagne et parvient ainsi jusqu'au cœur de la péninsule ibérique. (A. BENITEZ MORERA, 1950).

En France, l'espèce est connue d'Alsace et de Lorraine (A. BARBICHE, 1887 ; J. BARRA, 1963), des Vosges (J.P. BOUDOT, G. JACQUEMIN & P. GOUTET, 1985), du Massif Central (A.J. FRANCEZ & J. BRUHNES, 1983), des Pyrénées (P. AGUESSE, 1958 ; E. ANGELIER, 1961 ; A. HEYMER, 1967), des Alpes (Ch. DEGRANGE & M.-D. SEASSAU, 1970).

Espèce caractéristique des tourbières selon Eb. SCHMIDT (1964), tyrphophile stricte selon S. MIELEWCZYK (1969) et G. JURITZA (1962), en réalité comme nous l'avons précisé antérieurement la distribution de cette espèce est davantage fonction de l'altitude que de la présence de sphaignes ou du degré d'acidité des eaux.

C'est ainsi que dans les Alpes françaises la répartition altitudinale de cette espèce est comprise entre 960 m (étangs de la Beunaz, Haute-Savoie) et 2380 m (lac Lérié, Isère) et nous avons observé cet odonate dans plus de trente stations du lac Léman à la Méditerranée (lac de Beuil, 1736 m, Alpes-Maritimes).



PHOTO 2. - *Aeshna juncea* (L.). Larve en métamorphose et exuvie nymphale (cliché J.P. MARTINOT).



PHOTO 3. - *Aeshna juncea* (L.). Imago ♂ (cliché J.P. MARTINOT).

Si de nombreux biotopes correspondent à des tourbières à sphaignes typiques ou à des lacs-tourbières dans les limites de sa répartition altitudinale cette espèce se développe dans des plans d'eau de types variés notamment des étangs eutrophes à riche végétation phanérogame : lac des Confins (1340 m Haute-Savoie) lac du Loup (1512 m, Savoie), étang le Marais (1175 m., Isère), lac de Beuil (1736 m., Alpes Maritimes).

En Vanoise c'est l'odonate le plus communément observé à l'état d'imago. En période de préreproduction les adultes en quête de nourriture, prospectent tous les plans d'eau, même ceux dépourvus de végétation phanérogame et impropres au développement de l'espèce. Les prélèvements effectués au Lac du Lait montrent que c'est de loin l'espèce la plus abondante par le nombre des larves.

La période de vol s'étend du début du mois de juillet au mois d'octobre et il est vraisemblable que seules les premières chutes de neige provoquent la mort des dernières imagos.

Bien que non territorial *A. juncea* présente un comportement reproducteur particulier : le mâle survole les zones de végétation à la recherche de femelles déjà en ponte dans les tiges de carex. Cette prospection s'effectue généralement suivant un parcours déterminé par des allers et retours plusieurs fois répétés. Tout congénère entrant dans la zone surveillée est immédiatement pris en chasse et nous avons même observé (3.9.1986) qu'un mâle, vivement coloré, mort à la surface de l'eau était l'objet d'une attaque avortée. Une femelle étant repérée, le mâle par un brusque piqué tente de s'en saisir et si la manœuvre est couronnée de succès le tandem s'éloigne de l'eau et la copulation proprement dite, d'une durée souvent supérieure à dix minutes, a lieu le couple posé sur la végétation ou les rochers.

La présence simultanée de trois catégories de larves de tailles différentes laissait supposer un cycle pluriannuel. Nos élevages en laboratoire confirment les données de P.A. ROBERT (1958) à savoir un développement embryonnaire affecté d'une diapause obligatoire, expérimentalement nous avons montré que la durée de ce développement pouvait être ramenée de 9 mois 1/2 à 3 mois.

La croissance larvaire est entrecoupée de deux quiescences obligatoires respectivement de 4 à 6 mois et de sorte que le cycle biologique complet nécessite trois années quelles que soient les conditions d'élevage (par exemple 20°C + 2°)⁽⁵⁾. Le nombre de stades larvaires a été déterminé à partir de l'élevage de 106 larves issues de la ponte d'une seule femelle, 52 sont parvenues à métamorphose correspondant respectivement à trois types de développement en 14 (11 individus), 15 (40) et 16 (1) stades.

A titre de comparaison l'espèce *A. cyanea* qui cohabite avec *A. juncea* dans des milieux de moyenne altitude (lac Luitel 1235 m., Isère) peut se développer expérimentalement en une année (Ch. DEGRANGE & M.-D. SEASSAU, 1964) et présente quatre types de développement en 10, 11, 12 et 13 stades.

Le fait que l'élevage de *A. juncea* ait pu être mené à bien en laboratoire et dans une eau à pH voisin de la neutralité confirme que l'espèce n'est pas limitée par le facteur acidité ce qu'indiquait déjà la diversité des biotopes colonisés.

(5) A noter toutefois que selon T.T Macan (1964) le cycle biologique de l'espèce se bouclerait en un ou deux ans.

Enallagma cyathigerum

Cette espèce à répartition circumboréale, répandue de l'Alaska au Québec sur le continent nord-américain (E.M. WALKER, 1953) et des îles britanniques au Kamtchatka sur le continent euro-asiatique (B.F. BELYSHEV, 1968) est peut-être l'odonate le plus abondant au monde.

En Europe si la répartition d'*E. cyathigerum* au-delà du cercle polaire est bien connue, par contre la limite méridionale est plus difficile à préciser : l'espèce a été mentionnée d'Espagne (A. BENITEZ MORERA, 1950), d'Italie, de Grèce, d'Asie Mineure.

Dans la partie sud de son aire de répartition cette espèce a été parfois considérée comme limitée aux massifs montagneux et à leurs piémonts : Alpes, Massif Central, Pyrénées (P. AGUESSE, 1964 ; C. CONCI & C. NIELSEN, 1956). En réalité elle a été recensée en France de mares de garrigues de la région montpelliéraine (F. CASSAGNE-MEJEAN, 1965) et nous l'avons mentionnée des départements du Vaucluse (Ch. DEGRANGE & J. BOUVET, 1963) et des Alpes Maritimes (Ch. DEGRANGE & M.D. SEASSAU, 1968) à des altitudes d'environ 300 m. En Italie elle a été découverte à la tourbière d'Iseo (E. BALESTRAZZI, 1975).

Il s'agit donc d'une espèce répandue dans toute l'Europe et dont la répartition altitudinale s'étend du niveau de la mer jusqu'à 2270 m sur la chaîne alpine.

ST QUENTIN inclut *E. cyathigerum* dans le groupe d'invasion qui s'est répandu vers le sud après la dernière glaciation.

Cette extension se poursuivrait encore comme semblent le montrer les stations les plus méridionales récemment découvertes.

Dans le quart Sud-Est de la France cette espèce euryèce peuple des biotopes aussi divers que des étangs de plaine (Ch. DEGRANGE, 1981) des lacs subalpins (Annecy, Paladru...) des étangs et lacs de moyenne altitude et des lacs-tourbières de haute montagne. Bien que fréquemment associée aux odonates de tourbière *E. cyathigerum* ne peut donc en être considérée comme caractéristique.

La période de vol est fonction de l'altitude : en plaine elle débute à la fin du mois de mai, au Lac du Lait les premiers imagos n'apparaissent qu'en juillet et les derniers adultes ont été observés à la mi-septembre. Compte-tenu des durées de vie moyenne et maximum (12-39 jours, M. J. PARR, 1976) des imagos mâles matures, les métamorphoses s'échelonnent au cours de l'été.

Le comportement reproducteur de l'espèce a fait l'objet d'observations détaillées. H. M. ROBERTSON & E.H. PATERSON (1982) ont montré que les organes tactiles sensoriels du thorax des femelles des différentes espèces du genre *Enallagma* présentaient une répartition correspondant à la forme des pièces de l'extrémité postérieure de l'abdomen des mâles permettant ainsi une reconnaissance entre individus de même espèce et la formation en tandem.

La copulation proprement dite, d'une durée d'une vingtaine de minutes, a lieu le couple étant posé et comporte plusieurs phases (P.L. MILLER & C.A. MILLER, 1981) dont l'élimination éventuelle du sperme d'un précédent partenaire puis l'insémination proprement dite.

La ponte endophytique débute mâle et femelle toujours associés ; lorsque la femelle pénètre éventuellement sous l'eau pour insérer ses œufs dans le support végétal, le mâle abandonne son conjoint mais demeure en surveillance au lieu d'immersion (Eb. SCHMIDT, 1975). La pondeuse peut séjourner ainsi jusqu'à 90

minutes d'affilée (G.P. DOERFSEN, 1980), s'enfonçant progressivement tête en bas au fur et à mesure de l'insertion des œufs.

Le développement embryonnaire direct s'effectue en deux à trois semaines ; le processus d'éclosion est un phénomène complexe mettant en jeu à la fois des mécanismes physiologiques et hydrostatiques (Ch. DEGRANGE, 1961).

La durée de la vie larvaire, déterminée à partir de mensurations de larves capturées à intervalles réguliers, a été évaluée à une, deux ou trois années pour la même station (T.T. MACAN, 1964).

Parmi les spécimens capturés au Lac du Lait à la fin de l'été certains avaient atteint un stade de développement suffisamment avancé pour être en état de métamorphose l'année suivante. En tenant compte des conditions de température de l'eau (20°C) au sein de la cariçaie durant la période de croissance un développement d'une durée d'un an semble probable.

Le nombre de stades larvaires est inconnu, les données de F. BALFOUR-BROWNE (1909) reprises par H. SCHIEMENZ (1957) ne permettent aucune estimation.

Sympetrum flaveolum

Comme toutes les espèces d'odonates présents au Lac du Lait *S. flaveolum* appartient à la «faune d'invasion», cependant cet élément eurosibérien ne fait pas partie du contingent holarctique (D. St QUENTIN, 1960). Par contre sa répartition est extrêmement étendue : des îles britanniques, où sa présence sporadique n'est due qu'à des migrations temporaires à partir du continent, jusqu'au Kamtchatka et au Japon (C. LONGFIELD, 1949 ; B.F. BELYSHEV, 1968) et de la partie méridionale de la Scandinavie à la moitié septentrionale de la péninsule ibérique, de l'Italie, de la Grèce. On peut qualifier cette espèce de transeurasiatique (S. MIELEWCZYK, 1977).

Bien que non lié aux tourbières ce *Sympetrum* est fréquemment associé aux espèces caractéristiques de ces biotopes. C'est ainsi que Eb. SCHMIDT (1967) le place dans le groupe des espèces tolérantes.

Dans les Alpes *S. flaveolum* nous est connu du Léman à la Méditerranée, de milieux assez différents mais dont la majorité sont représentés par des tourbières à sphaignes ou à hypnacées.

Ainsi des spécimens de l'espèce ont été observés à différentes reprises au-dessus d'une tourbière à hypnacées résultant du comblement partiel de l'un des étangs de la Beunaz (alt. 960 m., Haute-Savoie). Seize espèces d'odonates ont été recensées dans cette station au cours des années 1970 à 1984 ; à noter parmi celles-ci, la présence d'*Aeshna juncea* et de *Lestes sponsa* que S. MIELEWCZYK rattache au groupe des tyrphophiles stricts et de *Leucorrhinia albifrons* qu'il place dans les tyrphophiles facultatifs.

La tourbière à sphaignes des Creusates (alt. 1320 m., Massif des Bauges, Savoie) héberge plusieurs espèces caractéristiques de ce biotope, dont *Somatochlora arctica*, ou tout au moins fréquemment associées à ce milieu telles que *Aeshna juncea*, *A. cyanea*, *Pyrrhosoma nymphula*, *S. flaveolum* y a été capturé le 26.7.1985 à l'état d'imago.

Plusieurs stations jalonnent le Massif de Belledonne (Isère) : marais du col de Pré Long (alt. 1175 m) où des spécimens de *S. flaveolum* ont été capturés avec ceux de *Lestes dryas*, lac de Praver (alt. 1170 m)...

La tourbière de pente du Lac de Petichet (alt. 925 m, plateau des lacs de Laffrey, Isère) représente un biotope particulier : le 4.8.1963 de très nombreux spécimens de *S. flaveolum* étaient observés en vol au-dessus des petits ruisseaux bordés de sphaignes et de *Drosera rotundifolia*. Les autres espèces d'odonates représentées par *Sympetrum sanguineum*, *S. striolatum*, *Orthetrum coerulescens*, *O. cancellatum*, *Gomphus vulgatissimus*, *Ischnura elegans* et *Lestes dryas*, faisant partie du peuplement proprement lacustre.

Enfin, à l'autre extrémité de la chaîne alpine le lac de Beuil (alt. 1736 m., Alpes Maritimes) comportait le 7.8.1968 une importante population en période de reproduction (Ch. DEGRANGE et M.D. SEASSAU, 1968).

S. flaveolum n'a été capturé au Lac du Lait qu'à l'état d'imagos isolés. La présence de cette espèce à cette altitude n'a rien d'insolite puisque de nombreux auteurs mentionnent sa présence au-dessus de 2000 m (A. HEYMER, 1967 ; F. RIS, 1909 ; K. J. VALLE, 1952) et jusqu'à 2800 m (P. AUSSERER, 1867).

De même la présence sporadique de cet odonate pourrait correspondre aux fluctuations caractéristiques de cette espèce, signalées par différents spécialistes (R. MARTIN, 1886 ; C. DUFOUR, 1978).

Selon l'altitude la période de vol s'étend de la fin mai à la mi-octobre. La femelle pond accompagnée ou non par le mâle (A. PORTMANN, 1921 ; D. ST QUENTIN, 1931) et dépose en général ses œufs à sec sur le sol en bordure de la pièce d'eau.

A notre connaissance la durée du développement embryonnaire et le nombre de stades larvaires n'ont pas été déterminés. En laboratoire une ponte (519 œufs) obtenue le 4.8.1963 a donné naissance à 423 larves entre le 15.2.1964 et le 18.4.1964 soit un développement embryonnaire d'une durée de 195 à 256 jours (84% d'éclosions au 209^e jour) entrecoupé d'une diapause obligatoire. Trente-cinq imagos ont été obtenus dont quatorze (5 mâles, 9 femelles) ayant présenté huit stades larvaires et vingt et un (12 mâles, 9 femelles) neuf stades pour un développement larvaire d'une durée moyenne de soixante jours.

Compte-tenu des conditions du milieu l'espèce pourrait se développer en une année au Lac du Lait.

Libellula quadrimaculata

La répartition de cette espèce rappelle celle d'*Enallagma cyathigerum* : c'est un élément holarctique de la «faune d'invasion» à distribution circumboréale (E.M WALKER & P. S. CORBET, 1975) s'étendant sur le continent euroasiatique des îles britanniques au Japon avec la sous-espèce *asahinai* (Er. SCHMIDT, 1957).

Dans la région alpine, *L. quadrimaculata* nous est connue d'une trentaine de plans d'eau : du piémont (étang des Eparres, alt. 210 m, Isère) jusqu'à 1980 m. (lac de l'Infernet, chaîne de Belledonne, Isère).

La diversité des biotopes est comparable à celle d'*E. cyathigerum* de sorte qu'on retrouve cette espèce dans la plupart des milieux de tourbière (Ch. DEGRANGE & M. D. SEASSAU, 1970).

En fonction de l'altitude les métamorphoses s'échelonnent du début du mois de juillet à la fin du mois d'août. Après la période de maturation et retour au plan d'eau la conjonction des partenaires ne dure que quelques secondes à une minute (H. SCHIEMENZ, 1957) puis la femelle libérée se met à pondre en frappant l'eau à intervalles réguliers de l'extrémité de l'abdomen et en abandonnant à chaque fois de deux à trois dizaines d'œufs. L'accouplement est renouvelé plusieurs fois.

Le développement embryonnaire est de type direct, de 16 à 19 jours à une température moyenne de 18° C comme nous l'avons observé en laboratoire (6.7.1963 - 22 ou 27.7.1963).

Par contre la durée de la vie larvaire n'a jamais été déterminée avec précision, deux ou trois ans selon les auteurs (P.A. ROBERT, 1958 ; H. SCHIEMENZ, 1957). Il est vrai que l'élevage expérimental semble délicat et s'accompagne d'une forte mortalité après chaque mue. Ainsi sur 75 larves néonates mises en élevage dix seulement sont parvenues au 8^e stade en l'espace de trois mois (9. VI - 15. VIII) et n'étaient apparemment qu'à mi-développement.

Dans les mêmes conditions J.-G. PILON & J. DESFORGES (1989) ont pu montrer que l'espèce nord-américaine *L. julia* Uhler présente quatre types de développement en 12, 13, 14 et 15 stades.

Nous n'avons pu prouver la reproduction de *L. quadrimaculata* au Lac du Lait. Cet odonate est un migrateur avéré (H.J. DUMONT & B.O.N. HINNEKINT, 1973) et les imagos observés (19.7.1989) pourraient être des individus erratiques à la recherche de milieux permanents après assèchement des biotopes habituels (voir plus loin). Néanmoins la possibilité d'une colonisation n'est pas à exclure, celle-ci étant effective en d'autres stations de même altitude.

II. - BIOCENOSES ET RESEAUX TROPHIQUES

Le Lac du Lait représente comme tout lac-tourbière un écosystème très complexe dont la diversité des biocénoses est immédiatement perceptible par la nature et la distribution de la végétation. Cariçaie et potamaie hébergent une faune se développant en milieu neutre ou voisin de la neutralité, faune comparable à celle des étangs ou de la zone littorale des lacs situés à même altitude. Par contre, les sphaignes sont à l'origine de microbiotopes qui abritent des espèces acidophiles caractéristiques des tourbières. Ainsi s'expliquent la richesse et la diversité de la microflore (P. BAIER, 1978 ; P. BAIER, J.P. MARTINOT & A. RIVET, 1985).

A l'entomofaune des étangs se rattachent l'éphémère *Cloëon simile*, les odonates *Enallagma cyathigerum*, *Libellula quadrimaculata*, *Sympetrum flaveolum*, le mégaloptère *Sialis lutaria* et l'hémiptère *Gerris costai*.

Aux eaux acides sont plus ou moins liés les odonates *Somatochlora alpestris*, *Leucorrhinia dubia*, *Sympetrum danae*, *Coenagrion hastulatum*.

Selon S. MIELEWCZYK (1969) l'étude faunistique des tourbières des régions de montagne devrait permettre de préciser le degré de liaison de certaines espèces d'odonates avec les eaux à sphaignes. Par ses caractéristiques mixtes le Lac du Lait s'y prête mal, par contre l'analyse du peuplement de la petite tourbière perchée, complètement isolée, sans alimentation autres que les précipitations (cf. p.168) pourrait apporter un élément de réponse.

La capture de larves et la présence d'exuvies indiquent que trois espèces d'odonates (*A. juncea*, *L. dubia*, *E. cyathigerum*) s'y reproduisent de même que

Sialis lutaria et *Gerris costai*. Ce que nous connaissons de l'écologie de ces différentes espèces n'apporte qu'une confirmation de la liaison de *L. dubia* aux tourbières à sphaignes et du caractère eurytope des autres espèces.

Des observations récentes (B.-I. HENRIKSON, 1988) faites sur des lacs du Sud de la Suède acidifiés par les précipitations remettent en cause l'attribution de *L. dubia* au groupe des typhobiontes : l'espèce a colonisé des lacs où elle était jusque là absente et dont les poissons avaient été éliminés par la pollution acide et s'y est maintenue en l'absence de prédateurs, après chaulage et retour du milieu à la neutralité.

Dépourvu de population piscicole le Lac du Lait n'héberge régulièrement que l'amphibien *Rana temporaria* L. en période de reproduction (P. CHIBON, 1976) et accidentellement des oiseaux palustres migrateurs (28.9.1989). Les chaînes trophiques des consommateurs se composent essentiellement d'invertébrés.

Les larves de trichoptères limnephilidés, très abondantes dès la fin de l'été, n'éliminent que partiellement les débris végétaux de sorte que les processus d'atterrissement se poursuivent très activement au niveau de la cariaie.

Le régime de l'éphémère *Cloëon simile* est plus difficile à préciser, en tant que «racleurs de substrat» les larves se nourrissent du périphyton (microorganismes animaux et végétaux) qui recouvre les tiges de carex et de potamots, ainsi que de matière organique de la couche superficielle de vase.

Tous les autres insectes des groupes considérés sont des prédateurs. L'alimentation en milieu naturel des odonates peut être évaluée après capture des larves par l'examen des sacs péritrophiques rejetés périodiquement par celles-ci lorsqu'elles sont conservées à jeun en captivité. L'analyse du régime est compliquée par le fait qu'en plus du déchiquetage des proies celles-ci sont elles-mêmes des prédateurs d'autres invertébrés. Ainsi les larves de diptères du genre *Chaoborus* et de certaines espèces de chironomides, proies fréquentes des larves d'*Aeshna juncea*, sont des consommateurs de crustacés cladocères dont on retrouvera les carapaces dans le contenu digestif des larves d'odonates avec les restes des premiers prédateurs (D. GRIFFITH, 1970).

Une ségrégation des différentes espèces d'odonates au sein des microhabitats décrits et en fonction de leur comportement semble réduire suffisamment les interactions pour permettre leur coexistence. Néanmoins pour *A. juncea*, espèce la plus abondante, représentée simultanément par trois générations d'individus de tailles très différentes un certain cannibalisme ne semble pas exclu. Les cladocères planctoniques et les larves d'éphémères représentent l'essentiel des proies des larves chassant à vue (*Aeshna*, *Somatochlora*, *Enallagma*, *Coenagrion*), tandis que les cladocères benthiques et les larves de chironomides sont capturés de préférence par les larves vivant à la surface de la vase (*Leucorrhinia*, *Sympetrum*). Ces résultats d'analyses de contenu digestif doivent être pondérés par des observations de terrain, c'est ainsi que les jeunes têtards de grenouille sont décimés par les larves d'*Aeshna* des derniers stades et leurs restes ne sont pas identifiables dans les excréta.

III. - ORIGINE ET FLUCTUATIONS DU PEUPELEMENT

Dans le cadre du Parc National de la Vanoise où plus de 90 plans d'eau ont été recensés le Lac du Lait représente un milieu unique par ses caractéristiques ; l'origine de son peuplement entomologique se pose en particulier pour les éléments liés aux tourbières.

La colonisation par des odonates bons voiliers tels que *A. juncea* et *S. alpestris* ou migrateurs comme *S. flaveolum* qui y ont trouvé des conditions optimales de développement peut être une explication plausible à la présence d'un certain nombre d'espèces.

Par contre pour les insectes à faibles moyens de dispersion, comme l'éphémère *Cloëon simile*, un entraînement passif par les courants aériens à partir de milieux situés à plus faible altitude peut être envisagé. C'est ainsi que nous avons été amenés à prospecter une tourbière à hypnacées située sur la commune de Termignon, en rive droite de l'Arc, en contrebas de la R.N. 6, à 1235 m d'altitude et 500 m en aval de l'agglomération.

Cette zone marécageuse d'environ un demi hectare, plusieurs fois remaniée, au voisinage d'anciennes sablières, est envahie par des héliophytes variés : *Carex*, *Phragmites*, *Typha...* et des hydrophytes : *Ranunculus*, *Utricularia*, *Chara...* Alimentée par la nappe phréatique de l'Arc la tourbière en subit les fluctuations de niveau et se trouve fréquemment complètement asséchée en fin d'été (29.9.1972, 5.9.1973...) ; c'est ainsi que durant l'été 1989 la tourbière en grande partie à sec au début du mois de juillet (19.7.1989) avait été ravagée par les sangliers à la fin du mois de septembre (28.9.1989) comme en témoignaient le tapis de mousse retourné par lambeaux et les nombreuses souilles.

Ce milieu aquatique temporaire s'est révélé extrêmement intéressant. Neuf espèces d'odonates y ont été recensées : *Lestes viridis*, *Coenagrion puella*, *Ischnura pumilio*, *Enallagma cyathigerum*, *Aeshna juncea*, *Aeshna cyanea*, *Libellula quadrimaculata*, *Sympetrum danae*, *Sympetrum flaveolum* ; de même que l'éphémère *Cloëon simile* et les hémiptères *Gerris costai* et *Limnopus rufocutellatus*.

Ce recensement fait apparaître que sept espèces présentes au Lac du Lait se retrouvent dans cette tourbière à hypnacées située quelque mille mètres plus bas et à environ 5 km à vol d'oiseau. De plus certaines de ces espèces y sont représentées par d'importantes populations (*S. danae*, *S. flaveolum*, *C. simile*) dont les imagos sont capables de chercher refuge en milieu permanent lors des périodes d'assèchement alors que leur développement embryonnaire à diapause ou quiescence leur permet de subsister dans le milieu d'origine.

Les fluctuations observées au Lac du Lait, milieu permanent, ont une autre origine. D'après nos relevés dans les Alpes françaises sept des espèces d'odonates observées en Vanoise s'y trouvent en limite supérieure de répartition altitudinale. Pour certaines d'entre elles, comme il a été précisé, les métamorphoses ne se produisent qu'à la fin de l'été et les intempéries peuvent décimer les populations d'imagos les plus fragiles, zygoptères notamment. C'est ainsi que des chutes de neige précoces, à la fin du mois d'août (années 1986 et 1988) se sont traduites par des baisses spectaculaires de densité des populations de *C. hastulatum* au cours des années suivantes. Le suivi de populations d'autres espèces montre que la si-

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

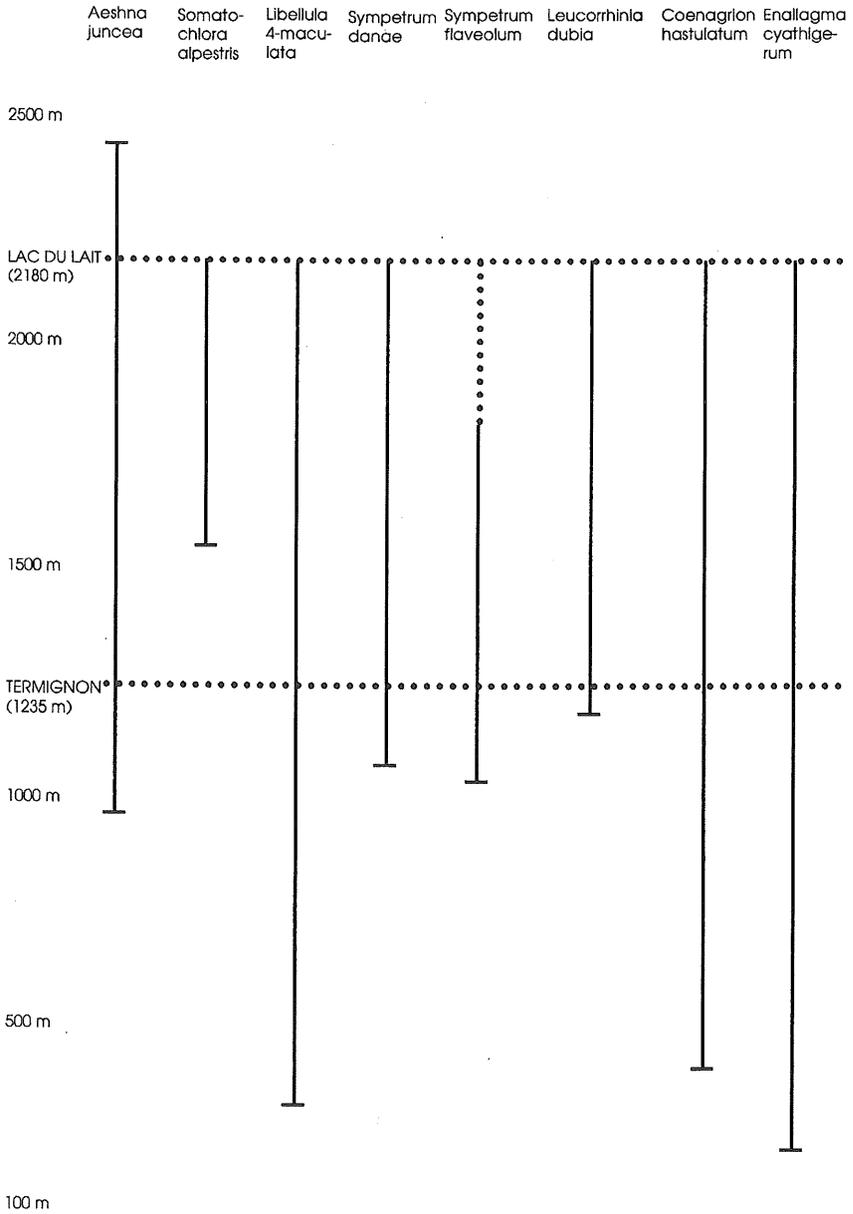


TABLEAU I. - Amplitude de la répartition altitudinale des Odonates présents au Lac du Lait dans l'ensemble des Alpes françaises.

tuation est plus complexe que ce simple constat : types de développement et stratégies démographiques interfèrent pour amortir les effets des intempéries. Les espèces semivoltines, dont le développement larvaire demande plusieurs années (*A. juncea*, *S. alpestris*...) sont capables de supporter de tels accidents s'ils ne sont qu'occasionnels et n'éliminent que les imagos d'une génération, néanmoins ces populations rattachées aux stratégies de type K (maturité tardive, vie adulte longue, fécondité stable) présentent des fluctuations de densité importantes. A l'opposé des stratégies de type r (maturité précoce, vie adulte brève, fécondité élevée), tels que l'éphémère *Cloëon simile* dont la métamorphose peut être retardée en période défavorable, suivie dans un court délai de la reproduction, se maintiennent avec une densité à peu près constante dans un milieu à conditions climatiques relativement instables.

IV. - ESPECES MENACEES ET PROTECTION DU SITE

Aucune des espèces mentionnées au Lac du Lait ne peut être considérée en danger actuellement en France (J. V. TOL & M. J. VERDONK, 1988) même si plusieurs d'entre elles y sont rares et localisées aux milieux de tourbières (*Coenagrion hastulatum*, *Somatochlora alpestris*, *Leucorrhinia dubia*). Il faut toutefois se remémorer que la majorité des espèces répertoriées se trouvent en limite supérieure de répartition altitudinale, très sensibles aux accidents climatiques survenant en période de reproduction et donc menacées de disparition dans cette station.

La protection apportée par un Parc National élimine toute inquiétude sur le devenir d'un milieu dont il faut rappeler qu'il est unique dans le Massif de la Vanoise.

Les recherches paléoclimatiques envisagées - conduites avec précaution - devraient apporter, à partir des données de la sédimentologie et de la palynologie, des informations qui font défaut sur l'origine et l'évolution de ce milieu et préciser en particulier s'il s'agit d'un ancien lac parvenu au stade de lac-tourbière ou d'une dépression de faible profondeur dont le substrat imperméable a été rapidement envahi par la végétation palustre.

BIBLIOGRAPHIE

- AGUESSE (P.), 1964. - Notes sur l'écologie et la répartition des Odonates du Massif Central. *Bull. Soc. ent. France*, 69, n° 9 - 10 : 223-232.
- AGUESSE (P.), 1968. - Les Odonates - *Faune de l'Europe et du Bassin Méditerranéen*, 4, Masson, Paris, p. 1-258.
- AGUILAR (J.d'), DOMMANGET (J.-L.), PRECHAC (R.), 1985. - Guide des Libellules d'Europe et d'Afrique de Nord. Delachaux & Niestlé, Neuchâtel - Paris, 341 p.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

- ANDER (K.), 1944. - Catalogus Insectorum Sueciae. IV. Odonata. *Opusc. Entomol.*, 9, n° 3-4 : 157-164.
- ANDER (K.), 1950. - Zur Verbreitung und Phänologie der borealpiner Odonaten der Westpalaarktis. *Opusc. Entomol.*, 15 : 53-71.
- ANGELIER (E.), 1961. - Les Lacs de l'Estibère : remarques sur le peuplement des Lacs de Montagne. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 96, n° 1-2 : 7-14.
- ASKEW (R.R.), 1988. - The Dragonflies of Europe. Harley Books, Colchester, p. 1-222, 29 pls.
- AUSSERER (P.), 1867. - Neuroptera tirolensia. *Zeitschr des Ferdinandeums für Tirol und Vorarlberg*, 3^e Folge, 14 H : 219-288, 2 tab.
- BAIER (P.), 1978. - Contribution à la connaissance des Desmidiées du Parc National de la Vanoise. *Trav. sci. Parc nation. Vanoise*, 9 : 147-165.
- BAIER (P.), MARTINOT (J.P.), RIVET (A.), 1984. - Typologie écologique des lacs de haute altitude du Parc National de la Vanoise en vue de leur gestion. Étude du phytoplancton. *Trav. sci. Parc nation. Vanoise*, 14 : 61-108.
- BALESTRAZZI (E.), BUCCIARELLI (I.), 1975. - Ricerche faunistiche sulle torbiere d'Iseo. III. Odonata. *Redia*, 56 : 231-269.
- BALESTRAZZI (E.), BUCCIARELLI (I.), GALLETTI (P.A.), 1983. - Gli Odonati della torbiera di Pian di Gembro, Trivigno (Sondrio). *G. it. Ent.*, 1 : 211-224.
- BALFOUR-BROWNE (F.), 1909. - The Life-History of the Agrionid Dragonfly. *Proc. Zool. Soc., London* : 253-285, pls 23 et 24.
- BARBICHE (abbé), 1887. - Faune Synoptique des Odonates de la Lorraine. *Bull. Soc. Hist. Nat. Metz*, 17^e cahier, 2^e série : 85-163.
- BARRA (J.), 1963. - Introduction à l'étude écologique des Odonates autour de Strasbourg. *Bull. Soc. Zool. France*, 88, n°1 : 108-124.
- BEAUMONT (J. de), 1941. - Les Odonates de la Suisse romande. *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, 61, n° 256 : 441-450.
- BELYSHEV (B.F.), 1961. - The Boundary of Palaearctic Asia on Base of the Distribution of the Odonata. *Ann. Zool. Warszawa*, 19, n°12 : 437-453.
- BELYSHEV (B.F.), 1968. - Contributions to the Knowledge of the Fauna of Dragonflies (Odonata) of Siberia. IV. Geography of the Dragonflies of Siberia. *Fragm. Faun., Warszawa*, 14, n° 13 : 407-536.
- BENITEZ MORERA (A.), 1950. - Los Odonatos de España. *Inst. Espagnol Entom. Madrid*, 101 p.
- BOUDOT (J.-P.), JACQUEMIN (G.), GOUTET (P.), 1985. - Présence et abondance dans les Vosges de trois Odonates méconnus : *Aeschna subarctica* Walker (*Aeschnidae*), *Somatochlora alpestris* Selys et *Somatochlora arctica* Zetterstedt (*Corduliidae*) *Bull. Soc. Hist. Nat. Moselle*, 44 : 217-228.
- BRETSCHKO (G.), 1965. - Zur Larvalentwicklung von *Cloëon dipterum*, *Cloëon simile*, *Centropitulum luteolum* und *Baetis rhodani*. *Z. wiss. Zool.*, 172 : 17-36.
- BUCCIARELLI (I.), 1972. - L'*Aeschna caerulea* (Ström) in Italia e altre interessanti catture nella regione alpina. *Boll. Soc. Entomol. Ital.*, 104, n°6-7 : 94-99.
- CASSAGNE-MEJEAN (F.), 1965. - Sur quelques espèces de Zygoptères (Odonates) nouvelles pour la région montpelliéraine. *Ann. Soc. Hort. Hist. Nat. Hérault*, 105 : 65-67.
- CHIBON (P.), 1976. - Les amphibiens dans le Parc national de la Vanoise. *Trav. sci. Parc nation. Vanoise*, 7 : 149-155.
- CIRDEI (F.), BULIMAR (F.), 1965. - Odonata. *Fauna Republicii Populare Romane, Insecta* 7, Fasc. 5 : 1-274.

ENTOMOFAUNE DU LAC DU LAIT

- CONCI (C.), NIELSEN (C.), 1956. - Odonata. *Fauna d'Italia*, 1, Calderini, Bologna, X + 1-298 p.
- CORBET (P.S.), LONGFIELD (C.), MOORE (N.W.), 1960. - Dragonflies. *The New Naturalist*, 41, Collins, London, XI + 1-260 p.
- COUPE (S.), MARTINOT (J.-P.), 1982. - Lacs de Savoie, découverte, pêche et randonnées. Glénat, Grenoble, 224 p.
- DEGRANGE (Ch.), 1960. - Recherches sur la reproduction des Ephéméroptères. *Trav. Lab. Hydrobiol. Grenoble*, 50/51 : 7-193.
- DEGRANGE (Ch.), 1961. - L'éclosion des Odonates Zygoptères *Agrion puella* (L.) et *Enallagma cyathigerum* (Charp.). *Trav. Lab. Hydrobiol. Grenoble*, 52/53 : 69-76.
- DEGRANGE (Ch.), 1981. - Odonates des zones humides de lisière in Les milieux aquatiques de lisière dans la vallée du Rhône en amont de Lyon, T.I. Ministère de l'Environnement. Comité Faune Flore, Grenoble, 19 pp.
- DEGRANGE (Ch.), BOUVET (J.), 1963. - Odonates du Vaucluse. *Trav. Lab. Hydrobiol. Grenoble*, 54/55 : 143-153.
- DEGRANGE (Ch.), CHEVALLIER (A.), 1963. - Hémiptères aquatiques de la région grenobloise. *Trav. Lab. Hydrobiol. Grenoble*, 54/55 : 155-176.
- DEGRANGE (Ch.), SEASSAU (M.-D.), 1964. - Recherches sur la croissance de l'Odonate Anisoptère *Aeschna cyanea* (Müller). *Trav. Lab. Hydrobiol. Grenoble*, 56 : 85-103.
- DEGRANGE (Ch.) SEASSAU (M.-D.), 1968. - Odonates des Alpes-Maritimes. *Trav. Lab. Hydrobiol. Grenoble*, 59/60 : 65-82.
- DEGRANGE (Ch.), SEASSAU (M.-D.), 1970. - Odonates de quelques hautes tourbières et étangs à sphaignes du Dauphiné. *Trav. Lab. Hydrobiol.*, 61 : 89-106.
- DEGRANGE (Ch.), SEASSAU (M.-D.), 1974. - Odonates *Corduliidae* de Savoie et du Dauphiné. *Trav. Lab. Hydrobiol.*, 64/65 : 289-308.
- DOERKSEN (G.P.), 1980. - Notes on the reproductive behaviour of *Enallagma cyathigerum* (Charpentier) (Zygoptera : Coenagrionidae). *Odonatologica*, 9 : 293-296.
- DU BOIS (A.-M.), GEIGY (R.), 1935. - Beiträge zur Oekologie, Fortpflanzungsbiologie und Metamorphose von *Sialis lutaria* L. (Studien am Sempachersee). *Rev Suisse. Zool.*, 42 : 169-248.
- DUFOUR (C.), 1978. - Etude faunistique des Odonates de Suisse romande. Conservation de la faune et Section protection de la nature et des sites du canton de Vaud. 1-68 + 1-147 p.
- DUFOUR (C.), 1982. - Odonates menacés en Suisse romande. *Adv. Odonatol.*, 1 : 43-54.
- DUMONT (H.J.) et HINNEKINT (B.O.N.), 1973. - Mass migration in dragonflies especially in *Libellula quadrimaculata* L. a review, a new ecological approach and a new hypothesis. *Odonatologica*, 2 : 1-20.
- ESBEN-PETERSEN (P.), 1910. - Guldsmede, Dognfluer, Slorvinger of Copeognather (Pseudoneuropterer). *Danemarks Fauna*, 8 : 1-163.
- FRANCEZ (A.J.), BRUHNES (J.), 1983. - Odonates des tourbières d'Auvergne (Massif Central Français) et répartition en France des odonates d'altitude. *Notul. Odonatol.*, 2, n° 1 : 1-16.
- GARDNER (A.E.), 1951. - The life history of *Sympetrum danae* (Sulzer) : *S. scoticum* (Donovan). (Odonata). *Entomologist's Gazette*, 2 : 109-127.
- GARDNER (A.E.), 1953. - The life-history of *Leucorrhinia dubia* (Van der Lind). (Odonata). *Entomologist's Gazette*. 4 : 45-65.
- GARDNER (A.E.), 1954. - The life-history of *Coenagrion hastulatum* (Charp.) (Odonata : Coenagrionidae). *Entomologist's Gazette*, 5 : 17-40.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

- GENSAC (P.), 1970. - Carte litho-morphologique du Parc national de la Vanoise. *Trav. sci. Parc nation. Vanoise*, 1 : 13-38, 1 carte.
- GENSAC (P.), 1974. - Catalogue écologique des plantes vasculaires du Parc national de la Vanoise et des régions limitrophes. *Trav. sci. Parc nation. Vanoise*, 4 : 1-232.
- GIANI (N.), LAVILLE (H.), 1973. - Cycle biologique et production de *Sialis lutaria* L. (Megaloptera) dans le lac de Port-Bielh (Pyrénées Centrales). *Annls. limnol.*, 9, n° 1 : 45-61.
- GRIFFITHS (D.), 1970. - Observations on the food of dragonfly nymphs from a bog water in north Norway. *Entomologist's mon. Mag.*, 106 : 41-47.
- HAMMOND (C.O.), 1983. - The Dragonflies of Great Britain and Ireland. Harley Books, Colchester, 116 p.
- HARNISCH (O.), 1925. - Studien zur Ökologie und Tiergeographie der Moore. *Zool. Jahrb.*, 51, n° 1 : 1-160.
- HENRIKSON (B.-H.), 1988. - The absence of antipredator behaviour in the larvae of *Leucorrhinia dubia* (Odonata) and the consequences for their distribution. *Oikos*, 51 : 179-183.
- HEYMER (A.), 1967. - Contribution à la connaissance des Odonates de la région lacustre du Massif de Néouvielle dans les Pyrénées centrales. *Annls. limnol.*, 3, n°1 : 75-89.
- HOFFMANN (J.), 1960. - Les Odonates du Grand-Duché de Luxembourg. *Archives. Luxembourg*, 27 : 219-238.
- IVERSEN (T.M.), THORUP (I.), 1987. - Population dynamics and production of *Sialis lutaria* L. (Megaloptere) in the Danish River Susa. *Freshwat. Biol.*, 17 : 461-469.
- JACOB (U.), 1969. - Untersuchungen zu den Beziehungen zwischen Ökologie und Verbreitung heimischer Libellen. *Faun. Abh. Mus. Tierk. Dresden*, 2, n° 24 : 197-239.
- JURZITZA (G.), 1962. - Die Libellen zweier Hochmoore des nördlichen Schwarzwaldes. *Beitr. naturk. Forsch. Sw. Deutschl.*, 21, n° 45-47.
- LIEFTINCK (M.A.), 1925. - Odonata Neerlandica. De libellen of waternimfen van Nederland en het aangrenzend gebied. Erste gedeelte : Zygoptera. *Tijdsch. entomol.*, 68 : 61-174.
- LIEFTINCK (M.A.), 1926. - Odonata Neerlandica. De libellen of waternimfen van Nederland en het aangrenzend gebied. Tweede gedeelte : Anisoptera. *Tijdsch. entomol.*, 69 : 85-226.
- LONGFIELD (C.), 1949. - The Dragonflies of the British Isles. Warne London & New York, 256 p.
- MACAN (T.T.), 1964. - The Odonata of a moorland fishpond. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, 49, n° 2 : 325-360.
- MARMELS (J. de), SCHIESS (H.), 1978. - Le Libellule del cantone Ticino e delle zone limitrofe. *Boll. Soc. tic. Sci. nat.*, 1977/78 : 29-83.
- MARTIN (R.), 1886. - Les Odonates du département de l'Indre. *Rev. entomol.*, 5 : 231-251.
- MARTIN (R.), 1931. - Pseudonévroptères et Névroptères. *Hist. Nat. France*, 9 bis, Deyrolles, Paris, 220 p.
- MARTINOT (J.-P.), RIVET (A.), 1985. - Typologie des lacs de haute altitude du Parc national de la Vanoise en vue de leur gestion. Ministère de l'Environnement, 63 p.
- MATTHEY (W.), 1971. - Ecologie des insectes aquatiques d'une tourbière du Haut-Jura. *Rev. suisse Zool.*, 78, n° 2 : 367-536, pls II-IV.
- MICHIELS (N.K.), DHONDT (A.A.), 1988. - Direct and indirect estimates of sperm precedence and displacement in the dragonfly *Sympetrum danae* (Odonata : Libellulidae). *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 23 : 257-263.
- MIELEWCZYK (S.), 1969. - Odonatenlarven einiger *Sphagnum* - Moore Polens. *Polskie Pismo Entom.*, 39, n° 1 : 17-81.

- MIELEWCZYK (S.), 1977. - Bottom fauna of the heated Konin lakes. VIII. *Odonata*. *Monografie Fauny Polski*, 7 : 205-223.
- MILLER (P.L.), MILLER (C.A.), 1981. - Field observations on copulatory behaviour in Zygoptera, with an examination of the structure and activity of the male genitalia. *Odonatologica*, 10, 3 : 201-218.
- MORTON (K.J.), 1926. - Notes on Dragonflies observed in the Italian lake District. *The Entom.*, 59 : 235-239.
- MORTON (K.J.), 1928. - Odonata collected in Austrian Tirol, the Trentino and Tuscany. *Ent. Month. Mag.*, 64 : 254-260.
- MUNCHBERG (P.), 1930. - Beiträge zur Kenntnis der Biologie der Odonaten Nordostdeutschlands. *Sber. Ges. Naturf. Freunde Berl.*, 5 : 205-234, Abb. I-IV.
- NORLING (V.), 1976. - Seasonal regulation in *Leucorrhinia dubia* (vander Linden) Anisoptera : Libellulidae. *Odonatologica*, 5, n° 3 : 245-263.
- NORLING (V.), 1984. - The life cycle and larval photoperiodic responses of *Coenagrion hastulatum* (Charpentier) in two climatically different areas (Zygoptera : Coenagrionidae). *Odonatologica*, 13, n° 3 : 429-449.
- PAJUNEN (V.I.), 1962. - Studies on the population ecology of *Leucorrhinia dubia* v.d. Lind. (Odon., Libellulidae). *Annls. zool. Soc. Vanamo*, 24, n° 4 : 1-79.
- PARR (M.J.), 1976. - Some aspects of the population ecology of the damselfly *Enallagma cyathigerum* (Charpentier) (Zygoptera : Coenagrionidae). *Odonatologica*, 5, n° 1 : 45-57.
- PEUS (F.), 1932. - Die Tierwelt der Moore unter besonderer Berücksichtigung der Europäischen Hochmoore, in *Handbuch der Moorkunde*, Bd 3, VIII + 277 p. Berlin, Borntraeger.
- PILON (J.G.), DESFORGES (J.), 1989. - Morphologie larvaire de *Libellula julia* Uhler (Anisoptera : Libellulidae). *Odonatologica*, 18, n° 1 : 51-64.
- POISSON (R.), 1957. - Hétéroptères aquatiques. *Faune de France*, 61, Lechevalier, Paris, 263 p.
- PORTMANN (A.), 1921. - Die Odonaten der Umgebung von Basel. Beitrag zur biologischen Systematik der mitteleuropäischen Libellen. Inaugural-Dissertation, Basel, 1-101 p., 2 pl.
- PRENN (F.), 1930. - Aus der Nordtiroler Libellenfauna. 3. Zur Biologie von *Leucorrhinia dubia* (Vand.). *Verh. Zool. - Bot. Ges. Wien*, 79 : 283-296.
- RIS (F.), 1909. - Odonata in Brauers *Die Susswasserfauna Deutschlands*, 9, G. Fischer, Jena : 1-67.
- RIS (F.), 1911. - Uebersicht der mitteleuropäischen Cordulinen-Larven. *Mitt. Schweiz. Ent. ges.*, 12, n°2 : 25-36.
- ROBERT (P.-A.), 1958. - Les Libellules (Odonates). Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, 1-364 p.
- ROBERTSON (H.M.), PATERSON (H.E.H.), 1982. - Mate recognition and mechanical isolation in *Enallagma* damselflies (Odonata : Coenagrionidae). *Evolution*, 36, n° 2 : 243-250.
- SCHIEMENZ (H.), 1954. - Über die angebliche Bindung der Libelle *Leucorrhinia dubia* v. d.L. an das Hochmoor. *Zool. Jb. Jena (Syst.)*, 82 : 473-480.
- SCHIEMENZ (H.), 1957. - Die Libellen unserer Heimat. Urania, Leipzig, Jena, 1-154 p.
- SCHMIDT (Eb.), 1964. - Biologisch ökologische Untersuchungen an Hochmoorlibellen (Odonata). *Z. wiss. Zool.*, 169 : 313-386.
- SCHMIDT (Eb.), 1967. - Zur Odonatenfauna der Hinterzartener Moores und anderer mooriger Gewässer des Südwarzwaldes. *Deuts. ent. Z.*, N.F., 14 : 371-386.
- SCHMIDT (Eb.), 1975. - Zur Klassifikation des Eiablageverhaltens der Odonaten. *Odonatologica*, 4, n°3 : 177-183.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

- SCHMIDT (Er.), 1929. - Libellen, Odonata. *Die Tierwelt Mitteleuropas*, 4, Bd 1b, Lief. IV : 1-66.
- SCHMIDT (Er.), 1957. - Ist unser Vierfleck (*Libellula quadrimaculata* Linné) eine homogene Art ? (Odonata). *Ent. Z. Frankf. a. M.*, 67 : 73-91.
- SCHOTTNER (A.), 1952. - Ueber ein weiteres Vorkommen von *Somatochlora alpestris* Selys and *Somatochlora arctica* Zett. (Odonata) in der Tschechoslovakei. *Ent. Z. Frankf. a. M.*, 62 : 107-112.
- SOMME (E.), 1937. - Contributions to the biology of norwegian fish food animals. III, Zoogeographische Studien über norwegische Odonaten. *Avh. Vidensk Akad. Oslo Math. nat. Kl.*, 1936, 12, 134 p., 23 pls.
- SOWA (R.) 1980. - Taxonomy and ecology of European species of the *Cloëon simile* Eaton group (Ephemeroptera : Baetidae). *Ent. scand.*, 11 : 249-258.
- STEINER (H.), 1950. - Die Bindung der Hochmoorlibelle *Leucorrhinia dubia* Van. an ihren Biotop. *Zool. Jb. Jena (Syst)*, 78 : 65-96.
- ST. QUENTIN (D.), 1938. - Die europäischen Odonaten mit borealpiner Verbreitung. *Zoogeographica. Jena*, 3 : 485-493.
- ST. QUENTIN (D.), 1959. - Catalogus Faunae Austriae. teil XII^e, Odonata : 1-11.
- ST QUENTIN (D.), 1960. - Die Odonatenfauna Europas ihre Zusammensetzung und Herkunft. *Zool. Jb. Jena (Syst.)*, 87 : 301-316.
- TETART (J.), 1970. - Crustacés entomostracés du Parc national de la Vanoise. *Trav. sci. Parc nation. Vanoise*, 1 : 139-141.
- VALLE (K.J.), 1952. - Die Verbreitungsverhältnisse der ostfennoskandischen Odonaten. *Acta Ent. Fenn.*, 10 : 1-87.
- WALKER (E.M.), 1953. - The Odonata of Canada and Alaska. Vol. 1. University of Toronto Press, XI + 1-292 p.
- WALKER (E.M.), 1958. - The Odonata of Canada and Alaska. Vol. 2. University of Toronto Press, XI + 1-318 p.
- WALKER (E.M.), CORBET (P.S.), 1975. - The Odonata of Canada and Alaska. Vol. 3. University of Toronto Press, XVI + 1-307 p.
- WARINGER (J.), 1983. - A study on embryonic development and larval growth of *Sympetrum danae* (Sulzer) at two artificial ponds in lower Austria (Anisoptera : Libellulidae). *Odonatologica*, 12 : 331-343.

(Reçu pour publication, Décembre 1989)

INVENTAIRE ET DISTRIBUTION DES COLEOPTERES SCARABEIDES COPROPHAGES DANS LE MASSIF DE LA VANOISE

par Jean-Pierre LUMARET⁽¹⁾ et Nicole STIERNET⁽²⁾

Introduction	194
Répartition et écologie des espèces	195
Conclusions	220
Bibliographie	222
Annexe	223

Résumé. - Quarante espèces, appartenant à 8 genres répartis en 3 familles (*Geotrupidae*, *Aphodiidae*, *Scarabaeidae*), ont été dénombrées dans le Massif de la Vanoise. La distribution d'une partie de celles-ci a été cartographiée. Quatre groupes écologiques ont été définis selon l'altitude : espèces de plaine et de l'étage collinéen ; espèces ubiquistes résistantes au froid ; espèces montagnardes et subalpines ; espèces alpines *sensu stricto*. Tous les groupes sont marqués par la prédominance des *Aphodiidae*.

Summary. - Forty species (eight genera) were observed in the Vanoise region. They belong to the *Geotrupidae*, the *Aphodiidae* and the *Scarabaeidae* families. The distribution of a part of them is mapped. Four ecological groups were defined according to altitude : hill and lower alpine species ; ubiquitous cold resistant species ; subalpine and upper alpine species ; subnival and nival species. They show predominance of *Aphodiidae* species.

(1) Laboratoire de Zoogéographie, Université Paul Valéry, B.P. 5043, F-34032 Montpellier Cedex 1 - France.

(2) Université de Liège, Institut de Zoologie, Laboratoires de Morphologie, Systématique et Ecologie animales, Quai Van Beneden, 22, B-4020 Liège - Belgique.

INTRODUCTION

Les travaux récents effectués sur les Coléoptères Scarabéides des Alpes françaises ont principalement visé à préciser le statut taxonomique d'espèces ou de sous-espèces voisines. Citons en particulier les travaux de NICOLAS (1964, 1969, 1971) et NICOLAS et RIBOULET (1967) qui ont ouvert la voie à des études écologiques fines basées sur un matériel biologique connu avec précision.

Le présent travail rassemble les données recueillies entre 1982 et 1987 dans le cadre de recherches poursuivies en Vanoise en vue de déterminer la structure et le fonctionnement des peuplements d'insectes coprophages en région alpine (LUMARET et STIERNET, 1984, 1990). Il couvre à la fois la zone centrale du Parc National et sa zone périphérique.

Le Parc National proprement dit (52839 hectares) s'étage entre 1250 et 3852 mètres d'altitude et comprend 107 sommets de plus de 3000 mètres, dont 18 dépassant 3500 mètres. Les pelouses alpines y sont fort étendues (45% de la surface totale), tandis que les parties en rochers et pierrailles sont loin d'être négligeables (28,2 % du total). Quant aux glaciers et névés persistants, leur surface cumulée atteint 10,1%. Dans les zones les plus basses, les prairies de fauche occupent 17% du Parc, les forêts proprement dites ne couvrant qu'une surface minime (0,8%).

Le groupe des Coléoptères Scarabéides coprophages constitue un maillon essentiel dans la chaîne des décomposeurs en milieu montagnard, dans la mesure où ils participent d'une manière extrêmement efficace à la disparition rapide des excréments des Mammifères de toutes tailles. De par leur nombre ils peuvent aussi constituer localement une ressource complémentaire appréciable pour de nombreux Vertébrés, en particulier les Corvidés qui fouillent les bouses et les crottins à la recherche des insectes. De ce point de vue, le Parc National de la Vanoise représente une zone privilégiée grâce à son statut qui, à la fois, préserve la faune sauvage et permet le maintien d'un élevage traditionnel. Il en résulte une abondance de Mammifères variés qui restituent chaque jour une quantité importante d'excréments dont profitent les insectes coprophages. En effet, si l'on ne prend en compte pour le calcul que les animaux présents dans la zone centrale du Parc, on obtient les chiffres suivants :

Animaux domestiques :

- gros bétail : 2700 têtes (données de 1979). Les animaux séjournent à l'intérieur du Parc de Mai à Septembre, restituant journallement environ 70 tonnes de bouses ;

- brebis : 18000 têtes (en 1979), de Mai à Septembre, ces animaux pouvant monter jusqu'à 3000 mètres en altitude ; chèvres : 540 têtes (en 1979). Leurs déjections journalières peuvent être estimées à 20 tonnes (poids frais).

Faune sauvage :

Les animaux séjournent dans le Parc durant toute l'année, utilisant potentiellement 90% de sa surface (excepté l'hiver). Il s'agit principalement des espèces suivantes :

- bouquetins : 700 têtes (données de 1986) ; chamois : 4700 têtes (en 1986).

Ces Ongulés produisent journallement en moyenne 10 tonnes d'excréments. Il

convient d'ajouter à ces chiffres les marmottes (plusieurs milliers) qui localement peuvent être relativement abondantes.

Pour l'ensemble de la zone centrale du Parc, ce sont ainsi environ 100 tonnes d'excréments frais qui sont déposés chaque jour au sol. Dans la zone périphérique les Mammifères sont également nombreux, en particulier les bovins et les ovins. En conséquence cette faune bien répartie à tous les paliers d'altitude apporte journellement des quantités très importantes d'excréments dont profitent les Scarabéides coprophages, dont nous avons pu estimer le nombre entre 20 000 et 40 000 individus par hectare selon l'altitude.

REPARTITION ET ECOLOGIE DES ESPECES

Quarante espèces appartenant à trois familles (*Geotrupidae*, *Aphodiidae* et *Scarabaeidae*) ont été recueillies (chasses à vue et piégeages) au cours de 200 relevés dans 178 sites. Les coordonnées (en grades) des stations et leur altitude sont données en Annexe 1 ; 69% d'entre elles sont situées à des altitudes supérieures à 1 800 m (fig. 1).

La nomenclature utilisée ici est celle de PAULIAN et BARAUD (1982) pour les *Geotrupidae* et les *Scarabaeidae*, et celle de DELLACASA (1983) pour les *Aphodiidae*. Certaines espèces n'ont pas été capturées dans les strictes limites administratives du Parc National, mais simplement en zone périphérique. Elles ont cependant été incluses dans l'étude, dans la mesure où cela permet de mieux comprendre les rapports existant entre les peuplements entomologiques des différents niveaux d'altitude.

FAMILLE DES GEOTRUPIDAE

Trois espèces d'inégale importance se rencontrent en Vanoise : *Geotrupes stercorarius* (L.), *Anoplotrupes stercorosus* (Scriba) et *Trypocopris alpinus* (Hag.) (fig. 2).

L'activité des Géotrupes est essentiellement axée sur le printemps et l'automne dans les stations de l'étage montagnard, tandis qu'en zone subalpine, elle est surtout estivale. Ces insectes sont toujours très minoritaires au sein des peuplements d'insectes coprophages. Toutefois leur forte taille leur confère un rôle qui n'est pas négligeable. Ainsi à Bessans (site n° 136), au sein de la première vague d'émergence des espèces printanières, *G. stercorarius* représente 7,5% de la biomasse printanière, alors que ses effectifs atteignent à peine 0,1% des insectes en activité. En automne, cette même espèce joue à Bessans un rôle majeur, avec 55% de la biomasse totale, malgré des effectifs toujours faibles (2,5% de l'ensemble des captures).

Geotrupes stercorarius (Linné), 1758

Cette espèce (16-25 mm) est régulièrement distribuée tout le long du profil (26 stations) jusqu'à 2 100 m, altitude au-delà de laquelle elle n'a plus été rencontrée. Nettement plus abondante en zone périphérique que dans la zone centrale du Parc, elle exploite les excréments les plus divers (vache, cheval, âne, homme).

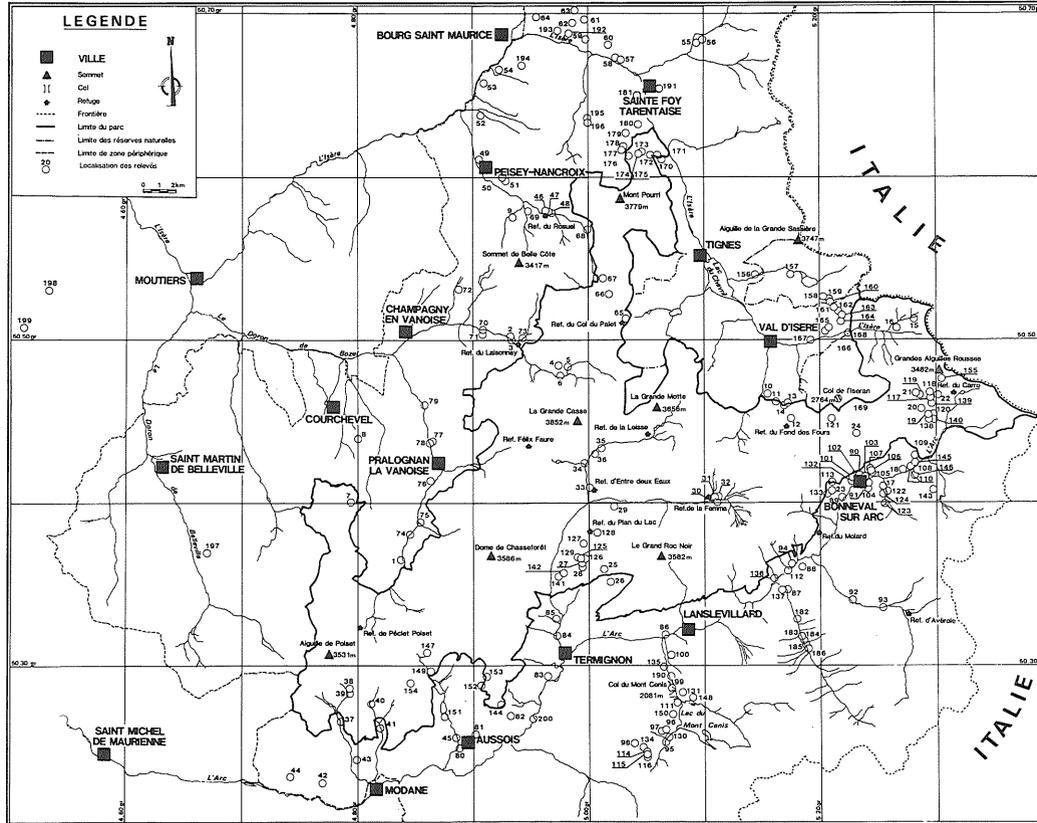


FIG. 1. - Emplacements des relevés dans le Parc et la zone périphérique (O).

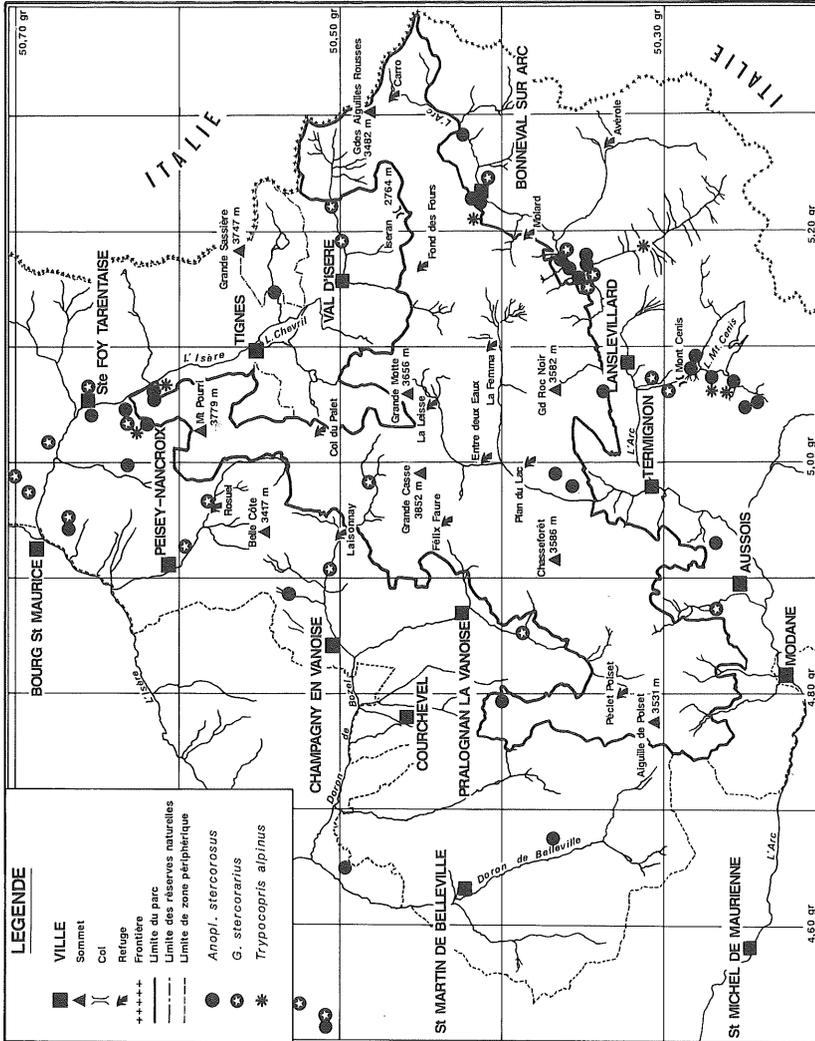


FIG. 2. - Captures de *Geotrupes stercorarius*, *Anoplotrupes stercorosus* et *Trypocopris alpinus*.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

Bien que PAULIAN et BARAUD (1982) aient signalé que seule la larve au 3^{ème} stade hiverner, il est fort probable qu'il en soit de même pour l'adulte dans la mesure où des imagos aux téguments légèrement usés ont été capturés à Bessans (site n° 136) dès la dernière semaine de Mai.

Anoplotrupes stercorosus (Scriba), 1791

= *A. sylvaticus* Panzer

Légèrement plus petite que la précédente (12-19 mm), cette espèce remonte un peu plus haut en altitude (13 relevés dans le niveau 2 100-2 400 mètres). Les imagos hivernent et de nombreux imagos sont déjà actifs fin Mai dans les stations de l'étage montagnard. Leur régime alimentaire est fort varié (excréments de vache, cheval, mouton, marmotte), mais la plupart des individus préfèrent toutefois les bouses dont la taille et la consistance sont plus conformes à leurs besoins.

Trypocopriss alpinus (Hagenbach), 1825

= *T. epistomalis* Mulsant, 1871

Longueur : 10-12 mm. Selon PAULIAN et BARAUD (1982), les individus des Alpes françaises correspondraient à la sous-espèce *epistomalis* Mulsant. Ils diffèrent de la forme typique des Alpes centrales par leur corps mat, non luisant, et par leur forme un peu plus ramassée. Cette espèce reste toujours rare en Vanoise, bien qu'elle soit plus commune en Haute-Maurienne. Les insectes préfèrent les pelouses sèches et bien exposées entre 1 700 et 2 300 mètres d'altitude, où ils exploitent surtout les crottins de brebis et les bouses anciennes.

FAMILLE DES APHODIIDAE

Trois genres sont présents en Vanoise : *Aphodius* Illiger (24 espèces), *Euheptaulacus* Mulsant (2 espèces) et *Oxyomus* Stephens (1 espèce).

En montagne les *Aphodius* sont le groupe dominant parmi les Coléoptères coprophages, à la fois par le nombre élevé de leurs espèces et par leurs effectifs. Alors que dans les étages montagnard et subalpin ils représentent déjà selon les saisons entre 45 à 90% de l'ensemble des Scarabéides, leur proportion passe à 99 ou 100% pour l'étage alpin.

Aphodius (Colobopterus) erraticus (Linné), 1758

Taille : 6-9 mm ; corps noir luisant à élytres brun clair. Cette espèce ubiquiste à distribution paléarctique se rencontre très régulièrement à toutes les altitudes jusqu'à 2 100 mètres environ (fig. 3) ; au-delà elle se raréfie considérablement mais atteint toutefois 2 458 mètres à l'Aiguille de Doran (station n°40, bouquetin). Sa distribution altitudinale explique sa moindre fréquence dans la zone centrale du Parc, plus élevée par rapport aux secteurs périphériques. Trouvée surtout dans les bouses et le crottin de cheval, elle exploite également les crottins des brebis, chèvres et bouquetins. Cette espèce hiverne à l'état adulte, d'où sa grande abondance dès le printemps dans les stations sèches et sur les pentes bien exposées. Contrairement à ce qui a été observé dans le Nord de l'Europe par LANDIN (1961), il ne semble pas que cet *Aphodius* présente deux générations par an en Vanoise.

Aphodius (Teuchestes) fossor (Linné), 1758

Cette grosse espèce (10-11 mm) au corps noir unicolore ne dépasse guère 1700 mètres en altitude (fig. 4). Elle préfère les prairies humides de l'étage montagnard, où on la trouve surtout dans les bouses de vache. Elle est surtout fréquente en Tarentaise, où elle hiverne à l'état larvaire (3^{ème} stade), pour n'émerger ensuite qu'en début d'été.

Aphodius (Otophorus) haemorrhoidalis (Linné), 1758

Il s'agit d'une petite espèce (4-5 mm) au corps noir luisant et à l'apex des élytres à la fois mat et rougeâtre. Distribuée dans tout le massif de la Vanoise (fig. 3), principalement entre 900 et 2200 m d'altitude, elle atteint 2760 m au-dessus du refuge du Carro (station n° 139). C'est essentiellement une espèce estivale qui émerge début Juin et dont l'activité se poursuit jusqu'à l'automne. On la rencontre principalement dans les bouses de vache, beaucoup plus rarement dans les excréments de brebis, cheval et marmotte. Elle hiverne à l'état larvaire (3^{ème} stade).

Aphodius (Plagiogonus) arenarius (Olivier), 1789

= *A. putridus* (Fourcroy), 1785

Cette petite espèce (2,5-3 mm) au corps brun-noir et aux élytres roux est très sporadique en Vanoise (fig. 5). Elle peut toutefois être localement abondante, comme à Bessans (Haute-Maurienne) où près de 200 individus ont été observés entre Juin et Septembre. C'est une espèce de moyenne altitude (1700-2100 m), surtout printanière et estivale, que l'on rencontre aussi bien dans les bouses de vache que dans les crottins d'ovidés.

Aphodius (Acrossus) luridus (Fabricius), 1775

Cet *Aphodius* au corps brun clair moucheté de noir, de taille moyenne (6-9 mm), est commun en plaine dans toute l'Europe occidentale. Il est particulièrement abondant en région méditerranéenne où il exploite divers excréments, surtout ceux d'ovins. Trouvé uniquement dans la moyenne vallée de la Tarentaise entre Bourg-Saint-Maurice et Sainte-Foy-Tarentaise, il remonte jusqu'à 1300 mètres en exposition Sud (fig. 6). Jamais en très grand nombre, on le trouve surtout dans les bouses de vache. Cette espèce hiverne à l'état adulte, ce qui lui permet d'être active dès le début du printemps.

Aphodius (Acrossus) depressus (Kugelann) 1792

Cette espèce au corps noir et allongé, de taille moyenne (6-9 mm), est une ubiquiste de moyenne montagne principalement distribuée entre 900 et 2400 mètres d'altitude (fig. 6). Elle atteint 2760 m (relevé n° 139) dans la Haute-Maurienne, à proximité du refuge du Carro. Présente dans tout le Parc et sa zone périphérique, elle exploite les excréments les plus divers (vache, chèvre, mouton, cheval, marmotte). Elle hiverne à l'état adulte et sort en masse au printemps (Juin) où elle peut représenter jusqu'à 60% des coprophages de l'étage montagnard. *Aphodius depressus* disparaît ensuite presque totalement de ce niveau d'altitude au cours des mois suivants, la sortie estivale de quelques individus dans les stations des niveaux subalpin et alpin traduisant un simple décalage phénologique dans le cycle biologique de cette espèce, lié à la température.

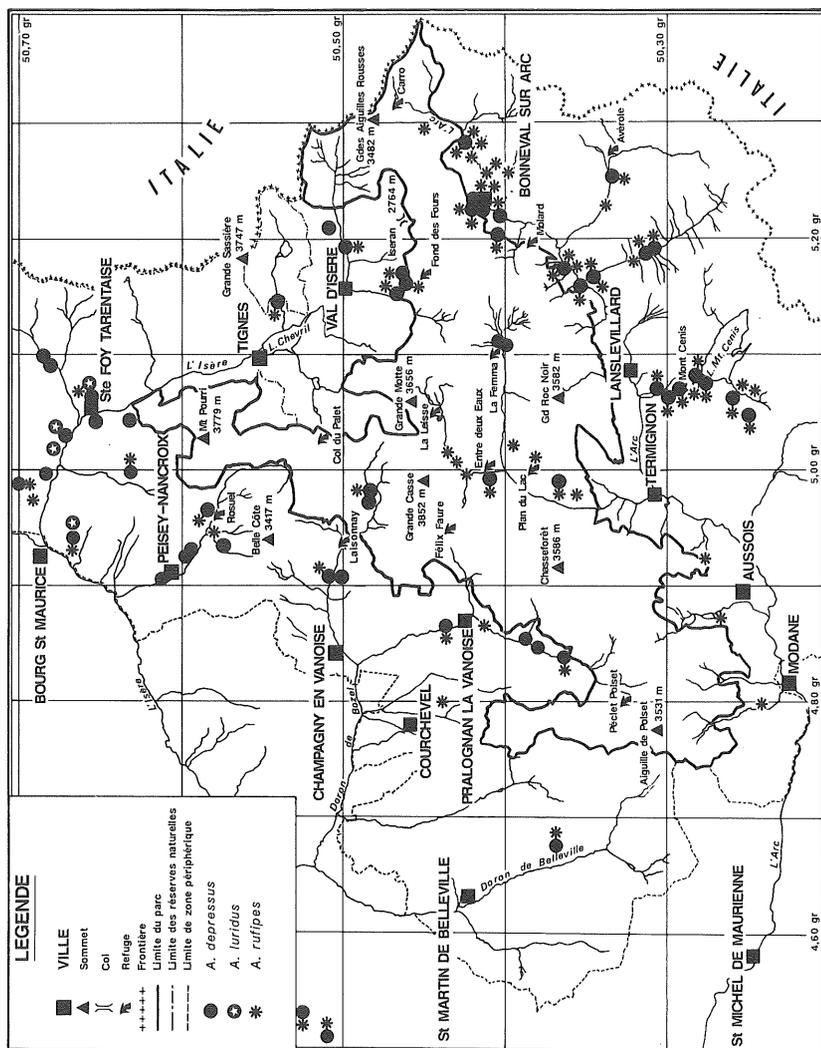


FIG. 6. - Captures d'*Aphodius luridus*, *Aph. depressus* et *Aph. rufipes*.

Aphodius (Acrossus) rufipes (Linné), 1758

Cette espèce, commune en plaine dans les régions de climat tempéré, est bien distribuée en Vanoise (Parc et zone périphérique) entre 1200 et 2200 mètres d'altitude (fig. 6), atteignant 2400 mètres au-dessus de Bonneval-sur-Arc, en exposition Sud (station n° 138). Plus grande que les deux autres *Acrossus* (11-13 mm), de couleur brun-noir, elle passe l'hiver dans les bouses ou le sol sous-jacent à son dernier stade larvaire, émergeant à l'état adulte au début du mois de Juin. *Aphodius rufipes* constitue une part relativement importante, aussi bien en effectifs qu'en biomasse, des peuplements estivaux d'insectes coprophages des niveaux montagnard et subalpin, n'entrant ensuite que de façon très sporadique dans la composition des peuplements de type alpin. Essentiellement inféodée aux excréments volumineux d'équidés et surtout de bovins où se développent ses larves (12 à 15 mm), cette espèce ne se rencontre qu'exceptionnellement, et toujours à l'état adulte, dans les autres types de déjections (mouton, chèvre, marmotte, homme).

Aphodius (Agolius) abdominalis Bonelli, 1812

= *A. mixtus* A. & G.B. Villa, 1833

= *A. discus* W. Schmidt, 1840

Les individus sont assez petits (5-6,5 mm), de couleur brun-noir à rougeâtre. Il s'agit de l'une des espèces les plus caractéristiques des régions alpines. Elle ne descend qu'exceptionnellement au niveau montagnard (n° 136, 1750 m d'altitude), ne devenant vraiment abondante qu'au-dessus de 2100 mètres, jusqu'au delà de 2800 mètres (fig. 7). *Aphodius abdominalis* passe habituellement l'hiver sous forme larvaire (dernier stade). Elle émerge massivement à la fin du mois de Juin, où des densités moyennes de 20 individus par mètre carré ont pu localement être observées au fond des combes humides (station n° 24, Pont de l'Oulietta, 2492 m). Les mâles sont très actifs à ce moment-là et volent dès que le soleil brille. De nombreux individus se posent ainsi accidentellement à la surface des plaques de neige, encore nombreuses à cette saison, attirés par la réverbération. Souvent incapables de repartir, ils errent à leur surface et finissent par périr. On en trouve également à ce moment-là en nombre parfois important dans certaines bouses et dans les crottins de brebis. Les femelles sont très rares dans les excréments et, d'une manière plus générale, sont beaucoup moins actives. Elles pondent dans les endroits où le sol est riche en matière organique ainsi que sous les vieilles bouses, les larves se développant dans des matières d'origine végétale dont le degré de décomposition est déjà bien avancé.

Aphodius (Neagolius) amblyodon K. Daniel, 1900

La biologie de cette petite espèce (3,5 à 5 mm) endémique des Alpes occidentales est encore mal connue, sans doute à cause de sa relative rareté, de la brièveté de sa période d'apparition et surtout de sa localisation très restreinte en France. On ne l'a rencontrée en effet qu'à proximité du Col du Mont-Cenis, au-dessus de 2000 mètres d'altitude (fig. 7), ainsi que sur le versant italien adjacent (Valle Stura). *Aphodius amblyodon* devient actif dès que la neige commence à fondre (début Juin), l'espèce entrant à ce moment-là pour plus de 70% dans la composition des peuplements printaniers de Scarabéides coprophages. Toutes les captures réalisées par piégeage à cette période sont des mâles. Les femelles sont brachyptères et restent enterrées au niveau des racines des graminées, ou sous

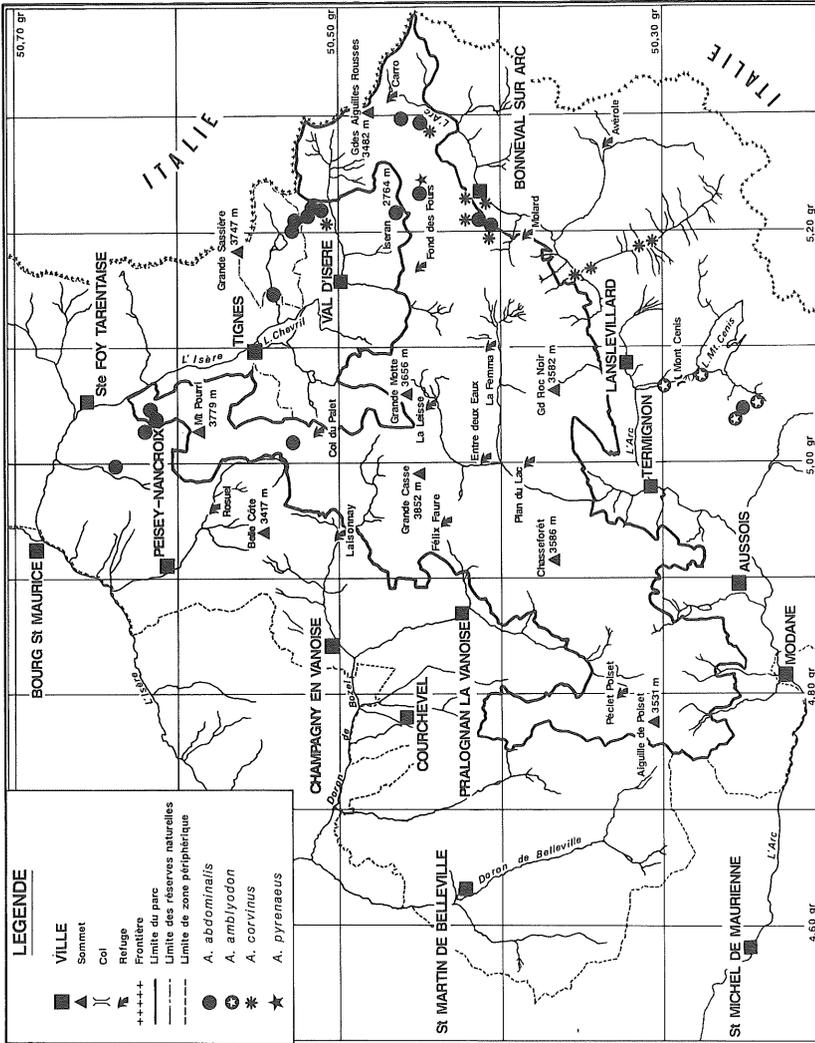


FIG. 7. - Captures d'*Aphodius abdominalis*, *Aph. amblyodon*, *Aph. corvinus* et *Aph. pyrenaeus*.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

des pierres enfoncées. Dès la mi-Juillet, l'espèce disparaît totalement, quelques rares individus étant à nouveau observés en Septembre. Il est fort vraisemblable que l'hiver se passe à l'état adulte.

Aphodius (Neagolius) montivagus Erichson, 1848,
ssp. ***cenisius*** J. Daniel, 1902.

Il s'agit de la sous-espèce décrite en 1902 d'une espèce des Alpes autrichiennes. La localité type en est le Mont-Cenis, mais sa rareté est telle que sa biologie demeure inconnue. Sans doute ne diffère-t-elle pas beaucoup de celle des autres *Neagolius*. Malgré des piégeages intensifs dans cette zone, cette espèce n'a pas été reprise et elle n'est citée ici que pour mémoire.

Aphodius (Chilothorax) sticticus (Panzer), 1798
= *A. (Volinus) equestris* (Panz.), 1798

Il s'agit d'une espèce de l'Europe tempérée et septentrionale, préférant d'ordinaire les régions boisées et humides. En Vanoise elle se comporte comme une espèce de piémont, cantonnée à la Tarentaise où elle occupe les stations les plus basses et les mieux exposées (fig. 5). Elle remonte cependant jusqu'à 1 200 mètres en exposition Sud-Ouest (station n° 194, au-dessus de Bourg-Saint-Maurice). On la trouve le plus souvent dans les excréments volumineux (vache, cheval). L'espèce hiverne à l'état adulte.

Aphodius (Amidorus) obscurus Fabricius, 1792

C'est l'espèce la plus commune en Vanoise entre 1 400 mètres et 3 000 mètres d'altitude (fig. 8). De taille moyenne (6-8mm), les élytres mats et noirs à brun-noirs, elle est distribuée dans tout le Parc et sa zone périphérique. C'est l'espèce dominante des peuplements subalpin et alpin de Scarabéides coprophages, dans lesquels elles représentent généralement plus de 50 % des effectifs et jusqu'à 90% de ceux-ci aux plus hautes altitudes. Elle est à la fois ubiquiste et opportuniste, et domine au printemps et en été à l'étage montagnard. Elle se révèle plus estivale et automnale aux niveaux supérieurs, son activité se poursuivant alors jusqu'aux premières chutes de neige. *Aphodius obscurus* exploite absolument tous les excréments, sans préférences alimentaires très marquées et sans discrimination quant à leur taille (bouses, crottins de brebis ou de chamois, fèces de marmottes,...). De même la ponte s'effectue dans toutes sortes d'excréments, et même dans les accumulations de fumier que l'on rencontre en alpage au niveau des aires de repos du bétail (repositoires). Les larves se développent ensuite soit librement dans les excréments lorsque la taille de ceux-ci est suffisante (bouses), soit dans de petits terriers creusés dans le sol sous-jacent et qui sont approvisionnés par la larve elle-même à partir de la surface, ce qui a l'avantage de prévenir toute dessiccation des insectes lorsque l'excrément se dessèche. La nymphose a toujours lieu dans le sol (2-6 cm de profondeur). La démographie d'*A. obscurus* dépend de l'altitude. Dans les stations des niveaux montagnard et subalpin, cette espèce présente deux générations par an, au printemps et à l'automne. A plus haute altitude, et jusqu'aux niveaux subnival et nival, il n'y a plus qu'une seule génération chaque année. Dans toutes les stations quelques insectes hivernent à l'état adulte (principalement des mâles). Les autres passent l'hiver à l'état larvaire (3^{ème} stade), la nymphose et l'émergence des imagos ayant lieu après la fonte de la neige et dès que la température du sol est suffisante (en général $t^{\circ} > 5^{\circ}\text{C}$).

Aphodius (Amidorus) immaturus (Mulsant), 1842

= *A. sericatus* var. *immaturus* Mulsant, 1842.

= *A. (Amidorus) germandi* Nicolas et Riboulet, 1967

Très voisine de *A. obscurus* par sa taille (6,5-8,5 mm), cette espèce en diffère par l'aspect de ses élytres, plus luisants, et surtout par la forme de son édéage terminé par des expansions membraneuses très développées. *Aphodius germandi* est typique des peuplements de Scarabéides au-dessus de 1800 mètres d'altitude (fig. 9). Cet *Aphodius* n'est cependant jamais très abondant, ne représentant dans le meilleur des cas, qu'environ 2% de l'effectif des peuplements estivaux du niveau alpin. Présent dans tout le Parc, ainsi que dans les massifs les plus élevés de la zone périphérique, il exploite tous les excréments, avec toutefois une certaine préférence pour les crottins de brebis et ceux de chamois, et pour les crottes de marmotte. Sa période d'activité est continue de Juin à Octobre.

Aphodius (Esymus) pusillus (Herbst), 1789.

Cette petite espèce (3-4,5 mm), noire à brun-noir, est caractéristique des régions tempérées (fig. 5). Elle reste essentiellement cantonnée à l'étage montagnard jusque vers 1800 m d'altitude, ne remontant qu'exceptionnellement plus haut (relevé n° 196, Lac des Combes, 2 120 m). Elle se trouve ainsi limitée à la zone périphérique du Parc. Surtout abondante en Juin et Juillet, elle peut localement représenter jusqu'à 30% des effectifs des insectes coprophages dans les bouses. Les imagos hivernent.

Aphodius (s.str.) fimetarius (Linné), 1758

Répartie dans toute la région holarctique, de taille moyenne (5-8 mm), cette espèce est très abondante en Vanoise jusqu'à environ 2000 mètres (fig. 10). Plus sporadique ensuite, elle remonte cependant jusqu'à 2760 mètres (station n° 139, près du refuge du Carro). On la trouve surtout dans les bouses de vache, beaucoup plus rarement dans les autres excréments, même s'ils sont disponibles aux niveaux d'altitude atteints par *A. fimetarius* (cheval, ovins, chamois, marmotte,...). Il s'agit d'une espèce eurytope qui présente deux générations par an aux étages collinéen et montagnard. Les insectes se rencontrent continuellement dans les bouses d'âges variés du printemps à l'automne ; ils passent l'hiver à l'état adulte. L'émergence de la première génération a lieu en Août.

Aphodius (s. str.) foetens Fabricius, 1787

= *A. vaccinarius* Herbst, 1789

= *A. aestivalis* Stephens, 1839

Voisine de la précédente et largement distribuée de l'Europe méridionale (où elle est sporadique) jusqu'en Asie mineure et Sibérie occidentale, cette espèce est rare en Vanoise (fig. 5). On la rencontre parfois dans les bouses à l'étage montagnard, bien qu'elle puisse atteindre 2 100 mètres en Savoie. C'est une espèce estivale (Août généralement), qui habituellement hiverne à l'état larvaire (3^{ème} stade). Elle n'a été trouvée qu'à deux reprises durant nos prospections, à proximité de Bourg-Saint-Maurice (station n° 194) et à Bessans (n° 136).

Aphodius (Agoliinus) satyrus Reitter, 1892

Cette petite espèce (5,5-6 mm) au corps noir et brillant est caractéristique des stations de haute altitude (fig. 4). On peut déjà la trouver dès 1 750 mètres dans

des conditions microclimatiques favorables (descentes nocturnes d'air froid, comme à Bessans, station n° 136), mais elle ne devient réellement commune en Vanoise qu'à partir de 2 100 mètres d'altitude, jusqu'à environ 2 750 mètres (refuge du Carro). Elle exploite principalement les crottins d'ovins, parfois aussi les excréments de marmotte, de vache, de cheval et de chamois. Il s'agit d'une espèce qui hiverne très vraisemblablement à l'état larvaire. Elle sort en masse l'été et peut localement représenter à cette saison jusqu'à 40% de l'ensemble des Scarabéides coprophages de l'étage alpin (station n° 138, au-dessous du refuge du Carro, Août 1986 et Juillet 1987). *Aphodius satyrus* affectionne particulièrement les pelouses au sol humide ; en situation plus xériques, elle a tendance à devenir plutôt forestière (cas du Parc national suisse ; STIERNET, non publié).

Aphodius (Planolinus) fasciatus (Olivier), 1789, sensu Fabr. 1792

= *A. putridus* Herbst, 1789 nec Fourcroy, 1785

= *A. foetidus* Fabr., 1792 nec Herbst, 1783

= *A. tenellus* Say, 1823.

Cette petite espèce (4-5 mm), au corps noir et élytres brun-rouges, émerge en automne (Septembre) et colonise massivement les bouses de vache, où plusieurs dizaines d'individus peuvent être observés ensemble (fig. 11). Elle représente près de 40% de l'effectif de la faune coprophage automnale près du Col du Mont-Cenis. Surtout abondante entre 1 500 et 2 400 mètres, elle devient sporadique ensuite, atteignant 2 760 mètres près du refuge du Carro (station n° 139).

Aphodius (Agrilinus) scybalarius (Fabricus), 1781

= *A. rufus* (Moll.), 1782

= *A. rufescens* Fabr., 1801

Cette espèce brun-rouge, de taille moyenne (5-7 mm), se rencontre en Vanoise le long des vallées de moyenne montagne, entre 1 200 et 2 250 mètres d'altitude (fig. 10). La sortie des insectes débute en Juillet et se poursuit jusqu'en Septembre, avec un fort maximum en Août. L'espèce hiverne au troisième stade larvaire. Elle préfère les bouses de vache.

Aphodius (Agrilinus) ater De Geer, 1774

Bien que relativement sporadique en Vanoise, *A. ater* (3-6 mm, noir) est largement distribué entre 900 et 2 500 mètres d'altitude (fig. 11). On le trouve plutôt en Juin et Juillet dans les bouses de vache et les crottes de brebis. La larve creuse elle-même son terrier, et enterre sa nourriture jusqu'à 20 cm de profondeur. La nymphe a lieu en Juillet. L'adulte hiverne.

Aphodius (Oromus) alpinus (Scopoli), 1763

Ce petit *Aphodius* au corps noir et aux élytres brun-roux (5-7 mm) apparaît durant les derniers jours de Juin, et reste actif jusqu'à la fin de l'automne ; il hiverne très vraisemblablement à l'état larvaire. C'est une espèce typique des hautes altitudes, au deuxième rang après *A. obscurus* par ses effectifs au niveau de l'étage nival (fig. 12). Bien distribuée dans tout le Parc de la Vanoise, elle reste très sporadique au-dessous de 1 400 mètres, pour ne devenir abondante qu'au delà de 1 800 mètres. Elle atteint près de 3 000 mètres sous le Col de Gontière (site n° 155). Ses préférences alimentaires sont peu marquées (excréments de vache, cheval, brebis, chèvre, chamois, marmotte,...).

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

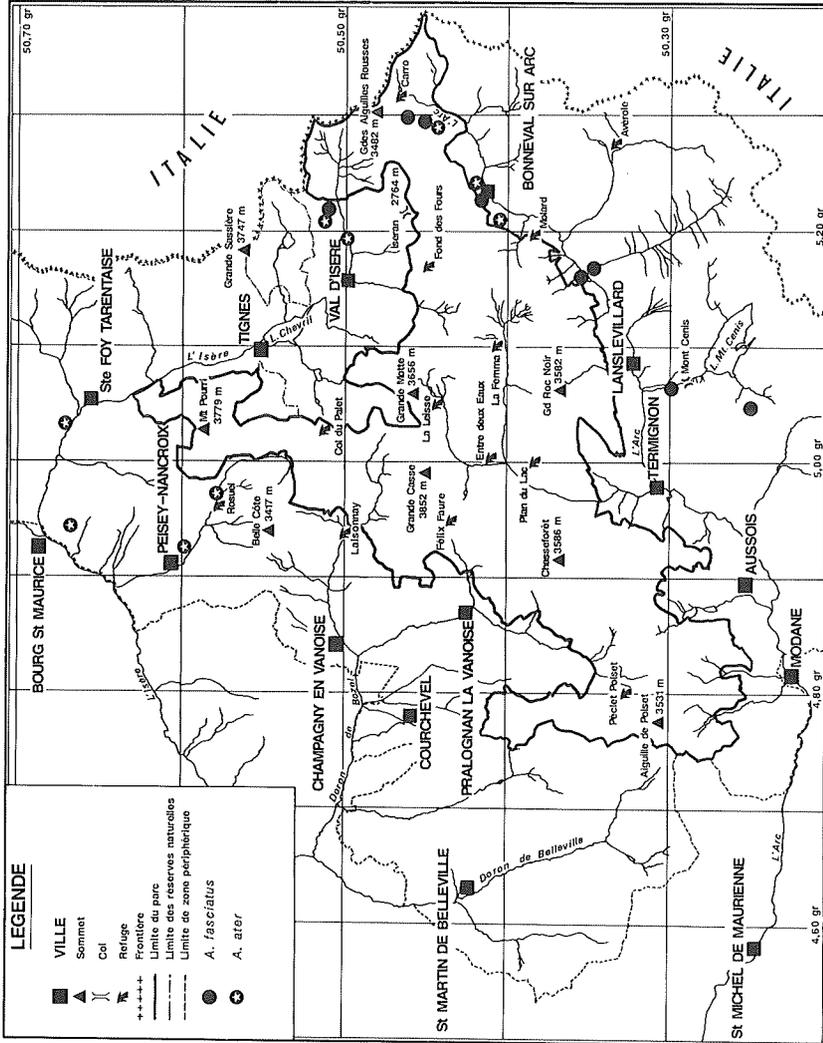


FIG. 11. - Captures d'*Aphodius fasciatus* et *Aph. ater*.

Aphodius (Parammoecius) corvinus Erichson, 1848

Il s'agit d'une petite espèce (3-4 mm), au corps entièrement noir et luisant. On la trouve surtout dans des excréments pâteux et partiellement deshydratés qu'elle ne colonise souvent que plusieurs jours après leur émission. Elle recherche préférentiellement les crottins de brebis, mais se retrouve occasionnellement dans les bouses âgées. En Vanoise cette espèce a été trouvée entre 1500 et 2400 mètres, de Juin à Septembre sans interruption (fig. 7).

Aphodius (Parammoecius) pyrenaicus, 1842

= *A. intactus* A. Schmidt, 1922, *nom. nov.* ; nec *A. fimetarius* var. *monticola* Heer, 1841

= *A. davidi* (ssp. ?) Hoffmann, 1954.

Cet *Aphodius* n'a été trouvé (6 exemplaires) qu'au Pont de l'Oulietta (n°24, 2492 m), en Août 1985 dans des crottins de brebis (fig. 7). Généralement rare et localisé, son aire de distribution est discontinue : Hautes-Pyrénées, Pyrénées Orientales, massif du Pelvoux, et quelques stations des Alpes occidentales.

Aphodius (Calamosternus) granarius (Linné), 1767

Cette petite espèce cosmopolite (3-5 mm), au corps noir, est relativement rare en Vanoise (fig. 5). Elle n'a été trouvée à chaque fois qu'en un seul exemplaire dans trois sites, tous situés dans la moyenne Tarentaise, et ceci malgré une campagne de piégeage intensive en Maurienne. Deux des sites sont situés au-dessous de 900 mètres d'altitude ; le troisième (station n° 172) est à 2 110 mètres, en exposition Nord-Est. Les adultes hivernent.

Euheptaulacus carinatus (Germar), 1824

Il s'agit d'une petite espèce (4,5-5mm), reconnaissable à son pronotum fortement cilié, et à ses élytres brun-clairs, tachés de noir et carénés. Bien distribuée dans toute la Maurienne entre 1500 et 2400 mètres (fig. 13), elle préfère les pelouses arides où elle recherche indifféremment tous les types possibles d'excréments (vache, cheval, brebis, chèvre, marmotte, homme). Durant sa brève période d'activité (mi-Juillet et Août) il lui arrive de pulluler, au point de représenter localement jusqu'à 23 % des Scarabéides coprophages actifs en Août à l'étage montagnard.

Euheptaulacus villosus (Gyllenhal), 1806

De mêmes exigences que l'espèce précédente mais nettement plus rare, *E. villosus* n'a été trouvée qu'en Août (exemplaires isolés) dans quatre stations de Haute-Maurienne (fig. 13), entre Bessans et Bonneval-sur-Arc (entre 1700 et 2000 mètres). Elle est vraisemblablement présente également en Tarentaise, mais sa très faible fréquence rend sa capture souvent aléatoire (fréquence d'environ 0,01 %).

Oxyomus silvestris Scopoli, 1763

Cette petite espèce (2,5-3,7 mm) noire aux élytres carénés, très largement distribuée dans toute la région holarctique, n'a été trouvée qu'une seule fois en Vanoise, en moyenne Tarentaise (station n° 57, 900 mètres), dans une bouse de vache. Elle hiverne à l'état adulte.

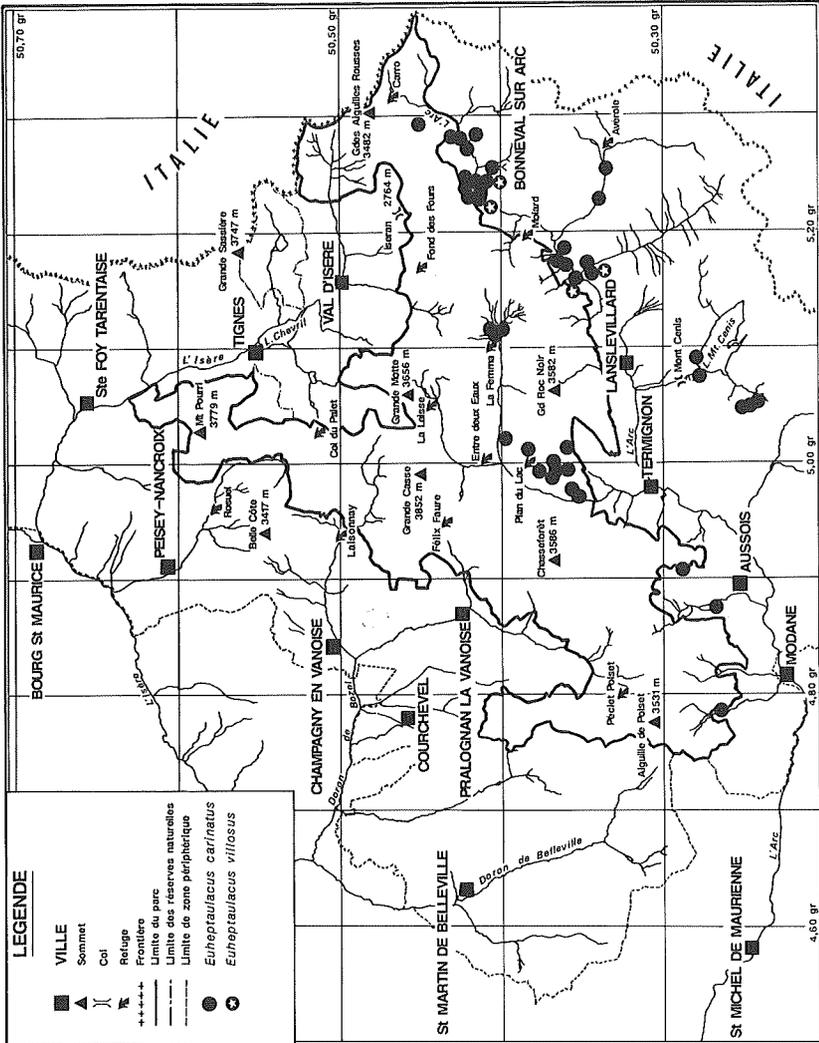


FIG. 13. - Captures d'*Eiheptaulacus carinatus* et *Eihept. villosus*.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

FAMILLE DES SCARABAEIDAE

Deux genres ont été recensés en Vanoise : *Onthophagus* Latreille (9 espèces) et *Euoniticellus* Janssens (1 espèce). Deux de ces espèces seulement sont typiquement montagnardes. Il s'agit d'*O. baraudi* et *O. fracticornis* qui remontent assez haut en altitude tout en étant bien distribuées dans l'ensemble du massif. Les autres espèces sont sporadiques, et ne pénètrent au cœur du massif qu'au travers des vallées, en particulier par celle de la Tarentaise qui est souvent plus large et moins encaissée que la Maurienne. Leur maintien sur place dépend ensuite principalement de l'exposition des stations et de leurs conditions microclimatiques.

Onthophagus ovatus (Linné), 1797

Cette petite espèce (4-6 mm) de l'Europe tempérée et méditerranéenne n'a été trouvée qu'en périphérie du massif de la Vanoise, à Saint-Martin-la-Chambre (station n° 189, 620 mètres). Il s'agit d'un site très abrité et chaud, comme en témoigne la présence de vignobles à proximité immédiate. Cette espèce ne pénètre pas dans l'intérieur du massif.

Onthophagus joannae Goljan, 1953

Voisine de l'espèce précédente, mais d'exigences moindres quant à la température, c'est une espèce de moyenne montagne. Bien distribuée dans toute l'Europe tempérée, elle ne dépasse pas 1600 mètres d'altitude en Vanoise (fig. 14). Commune en moyenne Tarentaise entre Bourg-Saint-Maurice et Sainte-Foy en exposition Sud, elle a été également trouvée dans un site de Haute-Maurienne au-dessus de Termignon (exposition Sud). Elle exploite les excréments les plus variés, sans préférence marquée pour l'un ou l'autre d'entre eux (vache, cheval, sanglier, chien,...).

Onthophagus baraudi Nicolas, 1964

Cet *Aphodius* appartient au même groupe que les deux espèces précédentes, sa taille étant légèrement supérieure (5-7 mm). Connu uniquement des régions élevées des Alpes, il est distribué en Vanoise entre 1450 m et 2250 m (fig. 14). Cette espèce est souvent rare. Cependant elle peut parfois être localement abondante, comme à Bonneval (station n° 132) où elle représente une part notable (15 à 20 %) de la faune des Coléoptères Scarabéides en Juin et Juillet. *Onthophagus baraudi* apparaît en début de printemps, est actif durant deux mois environ et disparaît jusqu'au printemps suivant. Il hiverne au stade adulte.

Onthophagus fracticornis (Preyssler), 1790

= *O. verticornis* ab. *maculatus* Cleu, 1953

= *O. anonymus* Delabie, 1956

Cet *Onthophage* est largement distribué de la zone périphérique du Parc (station n° 189, 620 mètres) jusque vers 2400 mètres d'altitude (fig. 15). Il présente deux pics d'activité, l'un au printemps qui correspond à l'émergence des insectes ayant passé l'hiver à l'état d'imago, et le second au début de septembre, qui traduit l'émergence de la nouvelle génération d'imagos qui vont ensuite hiverner jusqu'au printemps suivant. *Onthophagus fracticornis* peut constituer une fraction notable des insectes coprophages en activité à l'automne (56 % à Bonneval, en Septembre). Cette espèce a été trouvée dans des bouses de vache en de nombreux sites mais elle préfère le crottin de cheval et les excréments humains malgré leur plus grande rareté.

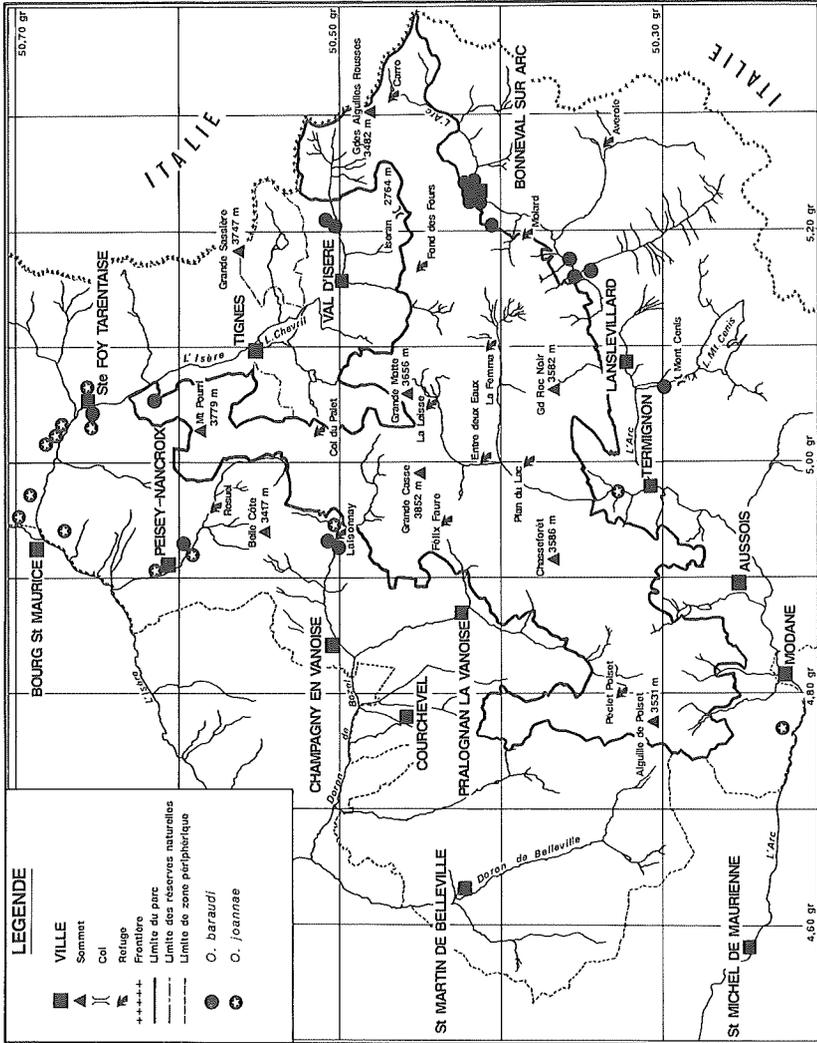


FIG. 14. - Captures d'*Omithophagus joannae* et *O. baraudi*.

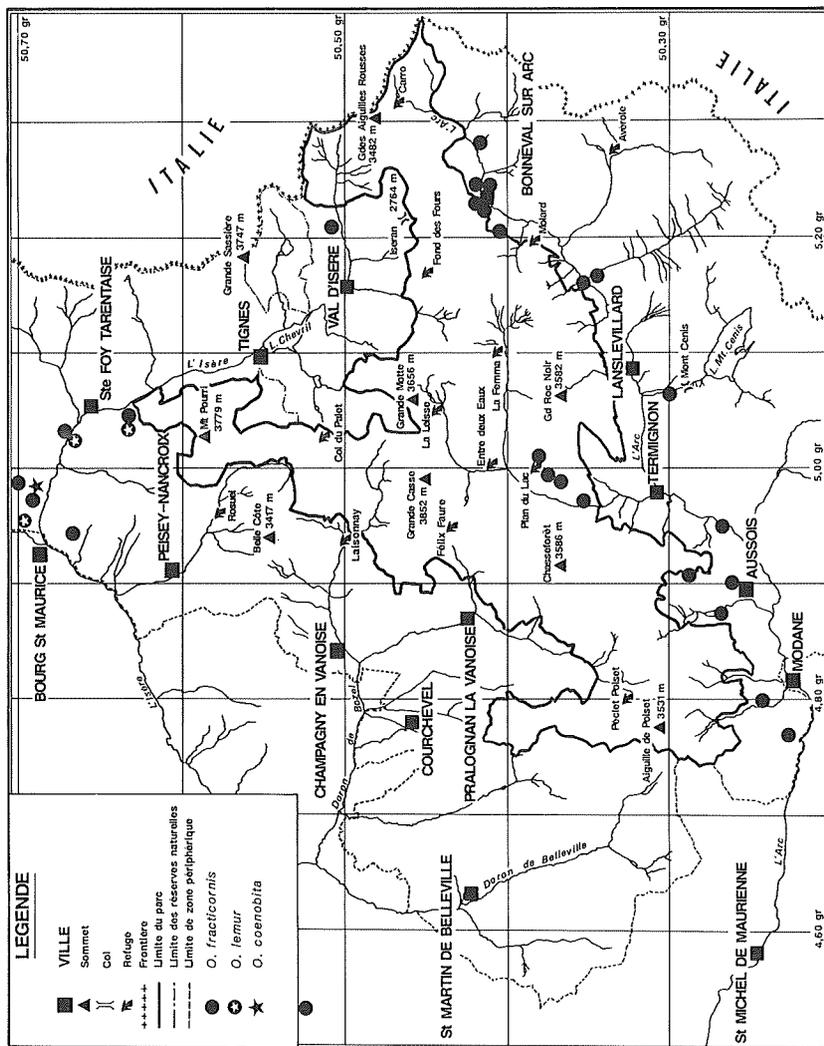


FIG. 15. - Captures d'*Onthophagus fracticornis*, *O. coenobita* et *O. lemur*.

***Onthophagus coenobita* (Herbst), 1783**

Cette espèce assez rare en montagne recherche préférentiellement les excréments humains, en milieu semi-fermé à fermé. Elle n'a été capturée qu'une seule fois, à proximité de Bourg-Saint-Maurice (station n° 192), à 870 mètres d'altitude (fig. 15).

***Onthophagus lemur* (Fabricius), 1781**

Il s'agit d'une espèce de l'Europe méridionale distribuée jusqu'en Asie Mineure, qui ne se maintient dans les massifs montagneux que dans des sites particulièrement chauds et bien exposés. Il n'est donc pas surprenant de la rencontrer en moyenne Tarentaise entre Bourg-Saint-Maurice et Sainte-Foy-Tarentaise, où d'autres espèces de mêmes exigences thermiques ont été également trouvées (fig. 15). *Onthophagus lemur* est également présent en Haute-Maurienne (proximité d'Aussois, sur une pente ensoleillée exposée au Sud). Plus fréquent à basse et moyenne altitude, de 600 à 1500 mètres, *Onthophagus lemur* remonte jusqu'à 1890 mètres en Vanoise (station n° 180).

***Onthophagus vacca* (Linné), 1767**

Largement distribuée en France et dans toute l'Europe jusqu'en Iran, cette espèce est susceptible de remonter en altitude jusqu'à 1600 mètres environ. Elle n'a été trouvée cependant qu'en une seule station de Vanoise (n° 189), à 620 mètres d'altitude. D'ordinaire on la rencontre principalement dans les bouses.

***Onthophagus verticicornis* (Laicharting), 1781**

= *O. nutans* Fabricius, 1787

Il s'agit d'une espèce assez rare en France, bien que largement distribuée à peu près partout. Commune dans les parties montagneuses de la région méditerranéenne, elle n'a été rencontrée qu'une seule fois en périphérie du massif de la Vanoise, en compagnie d'*O. vacca* (station n° 189).

***Onthophagus taurus* (Schreber), 1759**

Cette espèce, distribuée en Afrique du Nord et dans toute l'Europe jusqu'en Afghanistan, peut remonter en altitude jusque vers 1000 mètres. Elle a été trouvée une fois lors des prospections, en compagnie des deux espèces précédentes (station n° 189).

***Euoniticellus fulvus* (Goeze), 1777**

Il s'agit d'une espèce largement distribuée dans toute l'Europe et l'Afrique du Nord, qui préfère les milieux chauds et bien exposés. En Vanoise elle a été rencontrée en trois sites, dont l'un nous paraît accidentel. Il s'agit du Col de la Madeleine (2000 m, station n° 188), où un individu isolé a été trouvé mort sur une plaque de neige. Sa présence au col a été très vraisemblablement facilitée par les ascendances d'air chaud provenant de la vallée en contrebas. Son origine probable est un site proche, sur les contreforts de la vallée du Bugeon. Une station de ce type répond à ces caractéristiques. Il s'agit de celle de La Côte (n° 189) 620 mètres d'altitude en exposition Sud, où de nombreux exemplaires d'*E. fulvus* ont été observés le même jour (08.07.1987) en compagnie d'*O. vacca*, *O. taurus*, *O. verticicornis*, *O. fracticornis* et *O. ovatus*. *Euoniticellus fulvus* a été aussi observé à proximité de Bourg-Saint-Maurice (station n° 194, 1220 mètres) avec là encore plusieurs autres espèces indicatrices d'un microclimat relativement tempéré (*A. luridus* et *A. fossor*, par exemple).

CONCLUSIONS

Si des compléments d'inventaire pourraient s'avérer encore nécessaires pour préciser la distribution de quelques espèces, en particulier dans la partie occidentale de la zone périphérique du Parc, il apparaît néanmoins déjà que la Vanoise est remarquable pour la richesse et l'abondance de sa faune d'insectes coprophages (40 espèces). Il est probable que cette liste s'allongera encore de quelques unités dans les années à venir, mais sans apporter de réels bouleversements dans les conclusions que l'on peut déjà en tirer.

Les *Geotrupidae* représentent 7,5 % des espèces, les *Scarabaeidae* 25 % et les *Aphodiidae* 67,5%. Si l'on compare ces résultats avec ceux obtenus pour les Grisons, en Suisse (Parc National et vallées alentour), où des inventaires du même type ont été réalisés (HANDSCHIN, 1963 ; ALLENSPACH, 1970 ; CHRISTANDL-PESKOLLER & JANETSCHKE, 1976 ; BESUCHET, 1983 ; DETHIER, 1985 ; STIERNET, en cours), on constate de grandes analogies entre ces deux milieux alpins. En effet 36 espèces ont été recensées dans les Grisons, où les *Geotrupidae* et les *Scarabaeidae* constituent chacun 8,3 % de la faune totale, les *Aphodiidae* étant relativement un peu plus nombreux (83,3 %, 30 espèces). Tous les Géotrupes répertoriés (3 espèces) sont communs à la fois aux massifs de la Vanoise et des Grisons ; il en est de même pour 20 espèces d'*Aphodiidae* (genres *Aphodius*, *Euheptaulacus* et *Oxyomus*) et pour 2 Onthophages.

La richesse relative de la Vanoise en *Scarabaeidae* tient à la fois à sa situation relativement excentrée dans la chaîne des Alpes, qui lui permet d'être directement en contact avec des espèces thermophiles ou de climat tempéré, et à son système de vallées qui donne la possibilité à ces insectes de pénétrer profondément au cœur du massif montagneux. La largeur des vallées et leur exposition sont déterminantes pour faciliter le passage et l'implantation des espèces de plaine. La moyenne Tarentaise est à cet égard une zone privilégiée riche en espèces de ce groupe.

La Vanoise abrite aussi quelques espèces rares. Certaines sont des endémiques strictes, cantonnées au massif et à sa périphérie immédiate ; c'est le cas d'*A. montivagus* ssp. *cenisius*, du Mont-Cenis et d'*A. amblyodon*, également du col du Mont-Cenis et du versant italien adjacent. D'autres ont une aire un peu plus étendue, tout en restant strictement localisées dans les Alpes occidentales. C'est le cas d'*O. baraudi*, distribué des Hautes-Alpes jusqu'aux Alpes-maritimes, et qui déborde un peu en Italie vers les Alpes du Piémont ; c'est le cas aussi d'*A. immaturus*, du Mont Ventoux et des Alpes françaises.

Les relevés que nous avons réalisés sont compris entre 600 mètres et 3000 mètres d'altitude. On peut quantifier pour chaque espèce sa préférence le long d'un tel gradient altitudinal (8 classes d'altitude, par tranches de 300 mètres de dénivelée).

On utilise pour cela la position du barycentre g ($g = x_1 + 2x_2 + 3x_3 + \dots + nx_n / \sum x$, d'après DAGET, 1977), en regroupant les espèces présentant un barycentre de même ordre de grandeur (tableau I). Les valeurs de x sont corrigées pour tenir compte du nombre différent de relevés dans chaque classe d'altitude (n classes, voir Annexe 2). L'ordination des barycentres g permet de distinguer 4 groupes :

COLEOPTERES SCARABEIDES COPROPHAGES

Espèces	Classes d'altitude								Groupes altitudinaux	
	1	2	3	4	5	6	7	8		
<i>O. ovatus</i>	○									Espèces de plaine et de l'étage collinéen
<i>O. taurus</i>	○									
<i>O. vacca</i>	○									
<i>O. coenobita</i>	○									
<i>O. verticicornis</i>	○									
<i>E. fulvus</i>		○								
<i>A. granarius</i>		○								
<i>A. sticticus</i>		○								
<i>O. lemur</i>		○								
<i>Oxyomus silvestris</i>		○								
<i>O. joannae</i>		○								
<i>A. luridus</i>		○								
<i>A. fossor</i>		○								
<i>A. pusillus</i>		○								
<i>O. fracticornis</i>			○							Espèces ubiquitales résistantes au froid
<i>G. stercorarius</i>			○							
<i>A. foetens</i>			○							
<i>A. timetarius</i>			○							
<i>A. erraticus</i>			○							
<i>A. ater</i>			○							
<i>A. rufipes</i>			○							
<i>A. depressus</i>			○							
<i>A. haemorrhoidalis</i>			○							
<i>Euheptaulacus villosus</i>			○							
<i>A. scybalarus</i>			○							Espèces montagnardes et subalpines
<i>O. baraudi</i>			○							
<i>Anopl. stercorosus</i>			○							
<i>A. arenarius</i>			○							
<i>Trypocopris alpinus</i>			○							
<i>A. corvinus</i>			○							
<i>Euheptaulacus carinatus</i>			○							
<i>A. amblyodon</i>			○							
<i>A. obscurus</i>			○							
<i>A. alpinus</i>			○							
<i>A. montivagus</i> esp. <i>oenisius</i>			○							
<i>A. fasciatus</i>			○							
<i>A. satyrus</i>			○							
<i>A. immaturus</i>			○							
<i>A. pyrenaeus</i>			○							Espèces alpines
<i>A. abdominalis</i>			○							

TABLEAU I. - Ordination des espèces en fonction des valeurs de leur barycentre g pour l'altitude (8 classes de 300 mètres de dénivelée chacune, entre 600m et 3000 mètres).

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

- les espèces de l'étage collinéen, qui atteignent parfois l'étage montagnard à la faveur de microclimats chauds et secs. Leur répartition est sporadique ; elles sont surtout limitées à la frange externe de la zone périphérique du Parc de la Vanoise. Il s'agit de la plupart des Onthophages et de quelques *Aphodius* comme *A. luridus*, *A. granarius*, *A. sticticus*, *A. fossor* et dans une certaine mesure, *A. pusillus*.

- les espèces ubiquistes, ordinairement de plaine mais qui peuvent remonter assez haut en altitude ou en latitude (LANDIN, 1961) du fait de leur grande résistance au froid. Il s'agit en particulier d'*O. fracticornis*, *A. fimetarius*, *A. haemorrhoidalis*, *A. erraticus*, *A. rufipes*, *A. depressus* et *A. ater* pour les plus communes.

- les espèces montagnardes, qui descendent rarement en plaine. Cantonnées principalement aux étages montagnard et subalpin, on les trouve à la fois dans la zone périphérique et dans le Parc. Il s'agit d'*A. scybalarius*, *A. fasciatus*, *A. arenarius*, *A. corvinus*, *A. amblyodon*, *A. alpinus*, *A. obscurus*, *O. baraudi*, et des espèces du genre *Euheptaulacus*.

- enfin, les espèces propres à la haute montagne, comme *A. immaturus* et *A. abdominalis*, qui forment la faune la plus caractéristique du cœur du Parc.

REMERCIEMENTS

Cette étude a pu être réalisée grâce à une aide matérielle de l'Administration du Parc National de la Vanoise. Nous sommes heureux de pouvoir exprimer ici notre gratitude à son Directeur, Monsieur C. PAIRAUDEAU, ainsi qu'à MM. J.P. MARTINOT et M. DELMAS, Attachés Scientifiques, et R. BALMOT, Chef de Secteur à Bonneval-sur-Arc.

Une partie de ce travail a été également soutenue financièrement grâce à une bourse du Fond national Belge de la Recherche Scientifique (1986-1987).

Nous tenons aussi à remercier Mlle G. RICOU et MM. T. LAFRANCHIS et F. POUBELLE pour leur aide sur le terrain, Mlle M. COULOMB pour la mise en forme du manuscrit et M.R. QUISSAC pour l'illustration.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLENSPACH (V. von), 1970. - *Coleoptera Scarabaeidae u Lucanidae*. Insecta Helvetica, Catalogus 2. Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft, Imprimerie la Concorde, Lausanne, p. 1-186.
- BESUCHET (C.), 1983. - Coléoptères des Alpes suisses atteignant ou dépassant l'altitude de 3 000 m. *Bull. romand Ent.*, 1 : 167-176.
- CHRISTANDL-PESKOLLER (H.) et JANETSCHKE (H.), 1976. - Zur Faunistik und Zoozönotik der südlichen Zillertaler Hochalpen. *Alpin-Biologische Studien*, VII : 1-134.
- DAGET (P.), 1977. - Ordination des profils écologiques. *Naturalia monspeliensia, sér. Bot.*, 26 : 109-128.
- DELLACASA (G.), 1983. - Sistematica e nomenclatura degli Aphodiini italiani (*Coleoptera Scarabaeidae : Aphodiinae*). Museo Regionale di Scienze Naturali, Monografie I, Torino, p. 1-465.
- DETHIER (M.), 1985. - Coléoptères des pelouses alpines au Parc national suisse. *Bull. Soc. entom. Suisse*, 58 : 47-67.

COLEOPTERES SCARABEIDES COPROPHAGES

- HANDSCHIN (E.), 1963. - Die Coleopteren des schweizerischen Nationalparks und seiner Umgebung. *Ergeb. wiss. Unters. Schweiz. Nat. Prk* 8 (NF), 49 : 1-304.
- LANDIN (B.O.), 1961. - Ecological studies on dung beetles. *Opusc. Ent.*, suppl. XIX : 1-227.
- LUMARET (J.P.) et STIERNET (N.), 1984. - Contribution à l'étude de la faune des Alpes suisses. Description de la larve d'*Aphodius (Agolius) abdominalis* Bonelli, 1812 (*Coleoptera, Aphodiidae*) *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.*, 57 (4) : 335-340.
- LUMARET (J.P.) et STIERNET (N.) (sous presse) - Alpine dung beetles. *In.* : HANSKI I. and CAMBEFORT Y., *Dung Beetle Ecology*, Princeton University Press, N. Y. chapitre 14.
- NICOLAS (J.L.), 1964. - Les *Onthophagus* français du groupe *ovatus* (L.). Description d'une espèce nouvelle (Col. Scarabaeidae). *Bull. mens. Soc. linn. Lyon*, 33 (1) : 7-13.
- NICOLAS (J.L.), 1969. - Deuxième contribution à l'étude des Aphodiini de la faune française. Le cas d'*Aphodius piceus* Gyll. (Col. Aphodiidae). *Bull. mens. Soc. linn. Lyon*, 38 (8) : 293-296.
- NICOLAS (J.L.), 1971. - Troisième contribution à l'étude des Aphodiini de la faune française : le complexe *A. (Agolius) mixtus* Villa (Col. Aphodiidae). *Bull. mens. Soc. linn. Lyon*, 40 (5) : 154-156, et 40 (6) : 157-160.
- NICOLAS (J.L.) et RIBOULET (R.), 1967. - Les *Aphodius* français du groupe *obscurus* (F.) ; le cas d'*immaturus* Muls. (Col. Scarabaeidae). *Bull. mens. Soc. linn. Lyon*, 36 : 113-118.
- PAULIAN (R.) et BARAUD (J.) 1982. - Faune des Coléoptères de France : II - *Lucanoidea* et *Scarabaeoidea*. *Encyclopédie Entomologique*, XLIII. Editions Lechevalier, Paris, p. 1-477.

(Reçu pour publication, août 1989)

Annexe 1

Liste des relevés, avec leur altitude et leurs coordonnées géographiques (en grades). Types d'excréments dans lesquels les insectes ont été prélevés : âne (A), bouquetin (B), brebis (MO), chamois (CA), cheval (CH), chèvre (C), chien (CI), homme (H), marmotte (M), sanglier (S), vache (V) ; les plaques à neige sont notées PL.

- n° 1 : Pralognan, La Motte, 1870 m ; 4,840 E/50, 365 N ; (V).
- n° 2 : Champagny-en-Vanoise, le Laissonnay, 1559 m ; 4,940 E/50, 497 N ; (CH).
- n° 3 : *id.* ; (C).
- n° 4 : Champagny-en-Vanoise, chalet des Barmes, 2326 m ; 4,970 E/50, 488 N ; (V).
- n° 5 : Champagny-en-Vanoise, chalet de la Glière, 2050 m ; 4,985 E/50, 483 N ; (V).
- n° 6 : Champagny-en-Vanoise, Caves de la Plagne, 2 062 m ; 4,965 E/50, 480 N ; (C).
- n° 7 : Courchevel, chalet des Merlets, 2 390 m ; 4,795 E/50, 400 N ; (V) et (M).
- n° 8 : Méribel, chalet d'Ariondaz, 2 219 m ; 4,800 E/50, 440 N ; (C).
- n° 9 : Peisey-Nancroix, les Grandes Baraques, 1992 m ; 4,930 E/50, 576 N ; (V).
- n° 10 : Val d'Isère, le Manchet, 1957 m ; 5,152 E/50, 467 N ; (V).
- n° 11 : Val d'Isère, Plan de l'Arselle, 2 100 m ; 5,170 E/50, 465 N ; (CH).
- n° 12 : Val d'Isère, Fond des Fours, 2 260 m ; 5,175 E/50, 455 N ; (V).
- n° 13 : *id.* n°11 ; (C).
- n° 14 : Val d'Isère, au-dessus du Pan de l'Arselle, 2245 m ; 5,170 E/50, 463 N ; (MO).

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

- n° 15 : Val d'Isère, proximité Col de la Galise, 2 750 m ; 5,278 E/50, 512 N ; (CA).
n° 16 : Val d'Isère, refuge de Prariond, 2500 m ; 5,268 E/50, 509 N ; (CA).
n° 17 : Bonneval-sur-Arc, le Criou, 2 018 m ; 5,270 E/50, 410 N ; (V).
n° 18 : Bonneval-sur-Arc, l'Écot, 2 000 m ; 5,270 E/50, 423 N ; (V).
n° 19 : Bonneval-sur-Arc, Le Montet, 2 430 m ; 5,300 E/50, 452 N ; (MO).
n° 20 : Bonneval-sur-Arc, le Vallon, 2620 m ; 5,288 E/50, 472 N ; (MO).
n° 21 : Bonneval-sur-Arc, 2 652 m ; 5,298 E/50, 458 N ; (V).
n° 22 : Bonneval-sur-Arc, le Carro, 2 760 m ; 5,305 E/50, 467 N ; (V).
n° 23 : Bonneval-sur-Arc, les Roches, 2 453 m ; 5,225 E/50, 405 N ; (MO).
n° 24 : Bonneval-sur-Arc, Pont de l'Oulietta, 2 492 m ; 5,230 E/50, 443 N ; (MO).
n° 25 : Termignon, GR 5 prox. le Piou, 2 320 m ; 5,014 E/50, 360 N ; (MO).
n° 26 : Termignon, la Fema, 2 450 m ; 5,020 E/50, 350 N ; (V).
n° 27 : Termignon, la Chavière, 2 320 m ; 4,995 E/50, 368 N ; (V).
n° 28 : Termignon, la Chavière, 2 320 m ; 4,995 E/50, 362 N ; (MO).
n° 29 : Termignon, Plume Fine, 2 174 m ; 5,026 E/50, 397 N ; (CH).
n° 30 : Termignon, Refuge de la Femma, 2 323 m ; 5,105 E/50, 402 N ; (CH).
n° 31 : *id.* ; (V).
n° 32 : *id.* ; (M).
n° 33 : Termignon, refuge d'Entre-Deux-Eaux, 2 120 m ; 5,000 E/50, 407 N ; (V).
n° 34 : Termignon, Vallon de la Leisse, 2 100 m ; 4,998 E/50, 424 N ; (MO).
n° 35 : Termignon, Vallon de la Leisse, 2 200 m ; 5,080 E/50, 433 N ; (CH).
n° 36 : Termignon, Vallon de la Leisse, 2 152 m ; 5,050 E/50, 430 N ; (V).
n° 37 : Modane, Polset, GR 55, 2 020 m ; 4,788 E/50, 265 N ; (MO).
n° 38 : Modane, Le Grand Planay, 2 507 m ; 4,792 E/50, 255 N ; (CA).
n° 39 : *id.* ; (M).
n° 40 : Modane, Aiguille de Doran, 2 458 m ; 4,815 E/50, 275 N ; (B).
n° 41 : Modane, Le Fournet, 1 965 m ; 4,820 E/50, 262 N ; (V).
n° 42 : St André, Les Léchères, 1 300 m ; 4,768 E/50, 228 N ; (S).
n° 43 : Modane, la Perrière, 1 620 m ; 4,800 E/50, 242 N ; (V).
n° 44 : St André, le Villard, 1 200 m ; 4,740 E/50, 235 N ; (S).
n° 45 : Aussois, 1 482 m ; 4,890 E/50, 255 N ; (CH).
n° 46 : Peisey-Nancroix, refuge de Rosuel, 1 540 m ; 4,960 E/50, 580 N ; (V).
n° 47 : *id.* ; (CH).
n° 48 : *id.* ; (MO).
n° 49 : Peisey-Nancroix, 1 220 m ; 4,905 E/50, 605 N ; (V).
n° 50 : Peisey-Nancroix, la Combe, 1 520 m ; 4,925 E/50, 600 N ; (V).
n° 51 : *id.* ; (MO).
n° 52 : Landry, le Chêne, 1 060 m ; 4,908 E/50, 638 N ; (V).
n° 53 : Bourg-Saint-Maurice, le Chal, 780 m ; 4,911 E/50, 655 N ; (V).
n° 54 : Bourg-Saint-Maurice, le Fayet, 860 m ; 4,924 E/50, 666 N ; (V).
n° 55 : Sainte-Foy-Tarentaise, Maison Longue, 1 720 m ; 5,093 E/50, 687 N ; (V).
n° 56 : Sainte-Foy-Tarentaise, Tête du Plane, 1 800 m ; 5,099 E/50, 688 N ; (C).

COLEOPTERES SCARABEIDES COPROPHAGES

- n° 57 : Sainte-Foy-Tarentaise, la ViClaire, 900 m ; 5,024 E/50, 672 N ; (V).
 n° 58 : *id.* ; (CI).
 n° 59 : Montvalezan, le Solliet, 1 120 m ; 4,997 E/50, 686 N ; (V).
 n° 60 : Montvalezan, 1300 m ; 5,018 E/50, 682 N ; (A).
 n° 61 : Sééz, la Tête du Mont, 1470 m ; 4,995 E/50, 697 N ; (MO).
 n° 62 : Sééz, Montperron, 1300 m ; 4,987 E/50, 694 N ; (V).
 n° 63 : Sééz, Les Ecludets, 1180 m ; 4,986 E/50, 704 N ; (V).
 n° 64 : Sééz, Bois des Bochères, 880 m ; 4,955 E/50, 698 N ; (CI).
 n° 65 : Peisey-Nancroix, refuge du Col du Palet, 2630 m ; 5,029 E/50, 508 N ; (M).
 n° 66 : Peisey-Nancroix, Plan de la Grassaz, 2320 m ; 5,018 E/50, 528 N ; (FL).
 n° 67 : Peisey-Nancroix, Lac de la Plagne, 2230 m ; 5,012 E/50, 538 N ; (M).
 n° 68 : Peisey-Nancroix, Chalet de Derrière la Rèbe ; 2000 m ; 4,995 E/50, 570 N ; (V).
 n° 69 : Peisey-Nancroix, les Lanches, 1575 m ; 4,945 E/50, 582 N ; (V).
 n° 70 : Champagny-en-Vanoise, Friburge, 1530 m ; 4,906 E/50, 504 N ; (V).
 n° 71 : *id.* ; (MO).
 n° 72 : Champagny-en-Vanoise, la Vélière, 2160 m ; 4,886 E/50, 530 N ; (V).
 n° 73 : Champagny-en-Vanoise, le Laissonnay d'en Haut, 1580 m ; 4,940 E/50, 500 N ; (C).
 n° 74 : Pralognan-la-Vanoise, Les Ruelles, 1730 m ; 4,841 E/50, 370 N ; (C).
 n° 75 : Pralognan-la-Vanoise, Les Prioux, 1720 m ; 4,853 E/50, 390 N ; (V).
 n° 76 : Pralognan-la-Vanoise, la Challière, 1560 m ; 4,860 E/50, 412 N ; (V).
 n° 77 : Pralognan-la-Vanoise, les Granges, 1400 m ; 4,863 E/50, 437 N ; (V).
 n° 78 : *id.* ; (CH).
 n° 79 : Planay, la Novaz, 1220 m ; 4,859 E/50, 461 N ; (V).
 n° 80 : Aussois, 1480 m ; 4,891 E/50, 251 N ; (V).
 n° 81 : Aussois, Rossanches, 1530 m ; 4,903 E/50, 258 N ; (CH).
 n° 82 : Sollières-Sardières, Sardières, 1500 m ; 4,936 E/50, 271 N ; (V).
 n° 83 : Sollières-Sardières, l'Adroit, 1330 m ; 4,964 E/50, 294 N ; (V).
 n° 84 : Termignon, Pont des Gouilles, 1310 m ; 4,973 E/50, 317 N ; (V).
 n° 85 : Termignon, le Châtelard, 1320 m ; 4,972 E/50, 327 N ; (V).
 n° 86 : Lanslebourg-Mont-Cenis, les Champs, 1530 m ; 5,069 E/50, 319 N ; (V).
 n° 87 : Bessans, Pont du Ribon, 1730 m ; 5,170 E/50, 350 N ; (V).
 n° 88 : Bessans, Herbarias, 1730 m ; 5,186 E/50, 361 N ; (CH).
 n° 89 : Bonneval-sur-Arc, le Rieu, 1770 m ; 5,221 E/50, 406 N ; (V).
 n° 90 : Bonneval-sur-Arc, 1930 m ; 5,238 E/50, 415 N ; (V).
 n° 91 : Bonneval-sur-Arc, 1790 m ; 5,240 E/50, 413 N ; (V).
 n° 92 : Bessans, Vincendières, 1830 m ; 5,225 E/50, 342 N ; (V).
 n° 93 : Bessans, Avérole, 1920 m ; 5,249 E/50, 337 N ; (V).
 n° 94 : Bessans, Planferret, 1720 m ; 5,175 E/50, 363 N (V).
 n° 95 : Lanslebourg-Mont-Cenis, les Rivets, 2120 m ; 5,062 E/50, 253 N ; (V).
 n° 96 : Lanslebourg-Mont-Cenis, Savalin, 2240 m ; 5,055 E/50, 254 N ; (M).
 n° 97 : Lanslebourg-Mont-Cenis, Savalin, 2270 m ; 5,048 E/50, 253 N ; (V).
 n° 98 : Sollières-Sardières, le Grand Plan, 2480 m ; 5,035 E/50, 255 ; (M).

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

- n° 99 : Lanslebourg-Mont-Cenis, Col du Mont-Cenis, 2 070 m ; 5,071 E/50, 287 N ; (V).
n° 100 : Lanslebourg-Mont-Cenis, Forêt de Lanslevillard, 1 780 m ; 5,074 E/50, 308 N ; (V).
n° 101 : Bonneval-sur-Arc, 1 900 m ; 5,226 E/50, 414 N ; (V).
n° 102 : *id.* ; (M).
n° 103 : Bonneval-sur-Arc, 1 890 m ; 5,234 E/50, 414 N ; (C).
n° 104 : Bonneval-sur-Arc, 1 900 m ; 5,238 E/50, 410 N ; (V).
n° 105 : Bonneval-sur-Arc, Tralenta, 1 880 m ; 5,244 E/50, 419 N ; (C).
n° 106 : Bonneval-sur-Arc, Tralenta, 2 000 m ; 5,244 E/50, 421 N ; (C).
n° 107 : *id.* ; (M.).
n° 108 : Bonneval-sur-Arc, la Mandettaz, 2 090 m ; 5,283 E/50, 424 N ; (V).
n° 109 : *id.* ; (C).
n° 110 : Bonneval-sur-Arc, le Mollard, 2 020 m ; 5,280 E/50, 422 N ; (C).
n° 111 : Lanslebourg-Mont-Cenis, la Vachère, 1990 m ; 5,079 E/50, 278 N ; (V).
n° 112 : Bessans, Planfenet, 1 710 m ; 5,174 E/50, 359 N ; (V).
n° 113 : Bonneval-sur-Arc, les Roches, 2 150 m ; 5,212 E/50, 412 N ; (au sol).
n° 114 : Lanslebourg-Mont-Cenis, le Grand Plan, 2 180 m ; 5,050 E/50, 249 N ; (V).
n° 115 : *id.* ; (MO).
n° 116 : Lanslebourg-Mont-Cenis, le Grand Plan, 2 140 m ; 5,050 E/50, 246 N ; (V).
n° 117 : Bonneval-sur-Arc, Ouille de Gontière, 2 800 m ; 5,296 E/50, 465 N ; (MO).
n° 118 : *id.* ; (V).
n° 119 : Bonneval-sur-Arc, Le Vallon, 2 800 m ; 5,288 E/50, 466 N ; (MO).
n° 120 : Bonneval-sur-Arc, Le Montet, 2 520 m ; 5,299 E/50, 455 N ; (M.).
n° 121 : Bonneval-sur-Arc, Pont de la Neige, 2 530 m ; 5,211 E/50, 452 N ; (M).
n° 122 : Bonneval-sur-Arc, Le Vallonnet, 2 100 m ; 5,259 E/50, 408 N ; (V).
n° 123 : Bonneval-sur-Arc, le Vallonnet, 2 250 m ; 5,261 E/50, 400 N ; (V).
n° 124 : Bonneval-sur-Arc, le Vallonnet, 2 080 m ; 5,256 E/50, 407 N ; (V).
n° 125 : Termignon, Bellecombe, 2 307 m ; 4,991 E/50, 366 N ; (CH).
n° 126 : *id.* ; (MO).
n° 127 : Termignon, Plan-du-Lac, 2 370 m ; 4,997 E/50, 375 N ; (MO).
n° 128 : Termignon, refuge du Plan-du-Lac, 2 360 m ; 5,000 E/50, 384 N ; (CH).
n° 129 : Termignon, Bellecombe, 2 330 m ; 4,987 E/50, 364 N ; (V).
n° 130 : Lanslebourg-Mont-Cenis, Savalin, 2 020 m ; 5,071 E/50, 256 N ; (V).
n° 131 : Lanslebourg-Mont-Cenis, la Buffat, 2 140 m ; 5,081 E/50, 287 N ; (V).
n° 132 : Bonneval-sur-Arc, 1 960 m ; 5,222 E/50, 415 N ; (V).
n° 133 : Bonneval-sur-Arc, les Roches, 2 240 m ; 5,208 E/50, 406 N ; (MO).
n° 134 : Lanslebourg-Mont-Cenis, le Grand Plan, 2 230 m ; 5,048 E/50, 251 N ; (V).
n° 135 : Lanslebourg-Mont-Cenis, la Ramasse, 2 000 m ; 5,067 E/50, 299 N ; (V).
n° 136 : Bessans, 1 750 m ; 5,162 E/50, 355 N ; (V).
n° 137 : Bessans, Traribon, 1 735 m ; 5,168 E/50, 347 N ; (V).
n° 138 : Bonneval-sur-Arc, le Montet, 2 410 m ; 5,296 E/50, 453 N ; (V).
n° 139 : Bonneval-sur-Arc, balcon du Montet, 2 760 m ; 5,298 E/50, 462 N ; (V).
n° 140 : *id.* ; (V).

COLEOPTERES SCARABEIDES COPROPHAGES

- n° 141 : Termignon, le Lac Blanc, 2 270 m ; 4,975 E/50, 355 N ; (H).
 n° 142 : Termignon, Praz Bouchet, 2 330 m ; 4,983 E/50, 358 N ; (V).
 n° 143 : Bonneval-sur-Arc, refuge des Evettes, 2 590 m ; 5,299 E/50, 409 N ; (M).
 n° 144 : Sardières, Monolithe, 1 700 m ; 4,926 E/50, 276 N ; (H).
 n° 145 : Bonneval-sur-Arc, l'Ecot, pont St Clair, 2 020 m ; 5,282 E/50, 422 N ; (CH).
 n° 146 : Bonneval-sur-Arc, l'Ecot, 2 070 m ; 5,280 E/50, 418 N ; (V).
 n° 147 : Aussois, refuge du Fond d'Aussois, 2 440 m ; 4,860 E/50, 308 N ; (V).
 n° 148 : Lanslebourg-Mont-Cenis, lac Mont-Cenis, 2 060 m ; 5,090 E/50, 280 N ; (V).
 n° 149 : Aussois, pont de la Sétériat, 2 210 m ; 4,861 E/50, 294 N ; (MO).
 n° 150 : Lanslebourg-Mont-Cenis, lac Mont-Cenis, 2 030 m ; 5,075 E/50, 265 N ; (V).
 n° 151 : Aussois, Le Droset, 1 860 m ; 4,875 E/50, 268 N ; (V).
 n° 152 : Aussois, Grasse Combe, 2 250 m ; 4,907 E/50, 287 N ; (H).
 n° 153 : Sardières, Roc des Corneilles, 2 650 m ; 4,911 E/50, 293 N ; (MO).
 n° 154 : Aussois, Pointe de l'Echelle, 2 400 m ; 4,844 E/50, 288 N ; (MO).
 n° 155 : Bonneval-sur-Arc, Col de Gontière, 2 960 m ; 5,301 E/50, 472 N ; (MO).
 n° 156 : Tignes, Le Saut, 2 280 m ; 5,148 E/50, 541 N ; (V).
 n° 157 : Tignes, les Grands Creux, 2390 m ; 5,175 E/50, 540 N ; (M, H).
 n° 158 : Tignes, Lac du Santel, 2 750 m ; 5,202 E/50, 526 N ; (PL).
 n° 159 : Tignes, sous col de la Bailletta, 2 810 m ; 5,206 E/50, 524 N ; (PL).
 n° 160 : Val d'Isère, le Couart dessus, 2 725 m ; 5,216 E/50, 519 N ; (MA).
 n° 161 : Val d'Isère, le Couart dessus, 2700 m ; 5,217 E/50, 518 N ; (PL).
 n° 162 : Val d'Isère, le Couart dessus, 2 650 m ; 5,220 E/50, 515 N ; (MO).
 n° 163 : *id.* ; (MA).
 n° 164 : Val d'Isère, le Couart dessus, 2 500 m ; 5,219 E/50, 512 N ; (MO, PL).
 n° 165 : Val d'Isère, le Museau, 2 250 m ; 5,209 E/50, 508 N ; (MO).
 n° 166 : Val d'Isère, le Museau, 2 120 m ; 5,205 E/50, 506 N ; (MO).
 n° 167 : Val d'Isère, le Fornet, 1 950 m ; 5,192 E/50, 501 N ; (V).
 n° 168 : Val d'Isère, Pont-St-Charles, 2 060 m ; 5,226 E/50, 505 N ; (H).
 n° 169 : Val d'Isère, Col de l'Iseran, 2 750 m ; 5,215 E/50, 465 N ; (PL).
 n° 170 : Villaroger, La Gurraz, 1 780 m ; 5,062 E/50, 612 N ; (MO).
 n° 171 : Villaroger, le Fenil, 1 960 m ; 5,059 E/50, 614 N ; (V, MO).
 n° 172 : Villaroger, Le Cousset, 2 110 m ; 5,053 E/50, 614 N ; (MO).
 n° 173 : Villaroger, sous la Turia, 2 300 m ; 5,047 E/50, 616 N ; (MO).
 n° 174 : Villaroger, refuge de la Turia, 2 450 m ; 5,045 E/50, 616 N ; (M).
 n° 175 : *id.* ; (PL).
 n° 176 : Villaroger, Riondaz, 2 430 m ; 5,034 E/50, 614 N ; (PL).
 n° 177 : Villaroger, pied Aiguille Rouge, 2 280 m ; 5,028 E/50, 618 N ; (PL).
 n° 178 : *id.* ; 2 260 m ; 5,030 E/50, 620 N ; (PL).
 n° 179 : Villaroger, ruisseau du Pisse, 2 160 m ; 5,031 E/50, 628 N ; (CH).
 n° 180 : Villaroger, le Crêt, 1 890 m ; 5,043 E/50, 634 N ; (CH).
 n° 181 : Villaroger, Le Sivertet, 1 450 m ; 5,041 E/50, 643 N ; (CH).
 n° 182 : Bessans, vallée du Ribon, 2 000 m ; 5,180 E/50, 330 N ; (V).

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

- n° 183 : Bessans, vallée du Ribon, 2 000 m ; 5,182 E/50, 323 N ; (MO).
n° 184 : Bessans, Pierre Grosse, 2 010 m ; 5,189 E/50, 313 N ; (V).
n° 185 : *id.* ; (MO).
n° 186 : *id.* ; (M).
n° 187 : St François-Longchamp, la Grande Montagne, 1 850 m ; 4,480 E/50, 476 N ; (V).
n° 188 : St François-Longchamp, col de la Madeleine, 2 000 m ; 4,487 E/50, 483 N ; (PL).
n° 189 : St Martin-la-Chambre, la Côte, 620 m ; 4,430 E/50, 415 N ; (CH).
n° 190 : Lanslebourg-Mont-Cenis, la Fémaz, 2 090 m ; 5,091 E/50, 293 N ; (V).
n° 191 : Ste-Foy-Tarentaise, le Baptieu, 1 130 m ; 5,058 E/50, 654 N ; (V).
n° 192 : Séez, Le Breuil, 870 m ; 4,982 E/50, 685 N ; (H).
n° 193 : Séez, Le Breuil, 870 m ; 4,969 E/50, 687 N ; (A).
n° 194 : Bourg-Saint-Maurice, la Millerette, 1 220 m ; 4,942 E/50, 669 N ; (V).
n° 195 : Bourg-Saint-Maurice, Lac des Combes, 2 120 m ; 4,999 E/50, 637 N ; (PL).
n° 196 : *id.* ; (M).
n° 197 : St-Martin-de-Belleville, les Ménuires, 1 790 m ; 4,669 E/50, 369 N ; (V).
n° 198 : La Léchère, Celliers, 1 300 m ; 4,533 E/50, 528 N ; (A).
n° 199 : La Léchère, Le Rozet, 1 620 m ; 4,509 E/50, 505 N ; (V).
n° 200 : Sollières-Sardières, 1 230 m ; 4,950 E/50, 267 N ; (H).

Annexe 2

Classes d'Altitude

- Classe 1 : $600 \geq x < 900$ m
Classe 2 : $900 \geq x < 1200$ m
Classe 3 : $1200 \geq x < 1500$ m
Classe 4 : $1500 \geq x < 1800$ m
Classe 5 : $1800 \geq x < 2100$ m
Classe 6 : $2100 \geq x < 2400$ m
Classe 7 : $2400 \geq x < 2700$ m
Classe 8 : $x \geq 2700$ m.

HELMINTHES PARASITES DE LA MARMOTTE DES ALPES DANS LE MASSIF DE LA VANOISE, OBSERVATION D'UNE INFESTATION PAR *CAPILLARIA* *HEPATICA* (BANCROFT, 1893)

par Gérard MONTAGUT⁽¹⁾, Christiane PRUD'HOMME⁽²⁾⁽³⁾

Introduction	230
I. — Matériel et méthodes	230
II. — Résultats	231
III. — Discussion	233

Résumé. - Les vers parasites ont été systématiquement recherchés sur 19 marmottes du massif de la Vanoise mortes accidentellement. Le tube digestif était fréquemment parasité, quelquefois de manière abondante, par *Ctenotaenia marmotae* (Frölich, 1802) et *Ascaris laevis* (Leidy, 1856). Le parasitisme intestinal était bien toléré. Une infestation massive par *Capillaria hepatica* (Bancroft, 1893) avec élimination d'œufs dans la bile a été observée. Ce parasitisme n'avait jamais été mentionné jusqu'alors chez la Marmotte des Alpes.

Mots-clés. - Helminthes parasites, Marmotte des Alpes, Vanoise, *Capillaria hepatica*.

Summary. - The parasite worms were systematically searched for on 19 marmots from the Massif de la Vanoise accidentally died. The digestive tract was frequently parasitized, sometimes plentifully, by *Ctenotaenia marmotae* and *Ascaris laevis*. The intestinal parasitism was well tolerated. A mass infestation by *Capillaria hepatica* with elimination of eggs in the gall could be observed. That parasite had never been mentioned in the Alpine marmot until now.

Key-words. - Vanoise - Alpine marmot - parasite Helminths - *Capillaria hepatica*.

(1) Laboratoire Vétérinaire de la Dordogne - Avenue Churchill - COULOUNIEUX-CHAMIERES - 24016 PÉRIGUEUX cedex.

(2) Laboratoire Vétérinaire de la Savoie - BP 1113 - 73001 CHAMBÉRY cedex.

(3) Ont collaboré à ce travail : Marie-Claude NEUBURGER † (Laboratoire d'Ecologie végétale, Grenoble), Jean HARS (vétérinaire - Termignon - 73500 Modane), Dominique GAUTHIER (Laboratoire vétérinaire de la Savoie), Raoul BALMOT et André BENOIT - Chefs de Secteur Parc national de la Vanoise.

INTRODUCTION

La marmotte (*Marmota m. marmota*) est abondante dans les Alpes, mais sa pathologie est peu connue parce qu'il est rare de pouvoir obtenir des marmottes malades encore vivantes ou récemment mortes, probablement en raison du fait qu'elles sont rapidement dévorées par les prédateurs. Nous avons pu disposer, par l'intermédiaire des vétérinaires et des gardes intervenant, dans le Parc National de la Vanoise, de prélèvements provenant de 19 marmottes, mortes à la suite de traumatismes ou de captures. Aucun signe de maladie contemporaine de la mort ou antérieure à celle-ci n'a été mis en évidence à l'exception du parasitisme helminthique qui était fréquent et parfois abondant. Le présent article traite de ce parasitisme et rapporte une infestation par *Capillaria hepatica*, parasite jusqu'alors non mentionné chez la Marmotte des Alpes.

I. - MATERIEL ET METHODES

Les prélèvements (cadavres entiers ou viscères de marmotte) ont été recueillis de septembre 1978 à juin 1985.

19 marmottes ont été concernées : 4 provenaient de la Haute-Tarentaise (Région de Tignes-Val d'Isère), 15 de la Haute-Maurienne (Haute-vallée de l'Arc - Vallon de la Rocheure).

Toutes avaient trouvé la mort entre juin et octobre, au cours de la période d'activité.

9 cadavres entiers, frais ou congelés et en bon état de conservation, ont pu être autopsiés.

Sur 4 cadavres le foie et le tube digestif ont été prélevés sur le terrain et expédiés au Laboratoire après congélation ou conservation en eau formolée.

Sur 3 cadavres le foie seul a été prélevé, conservé en eau formolée et expédié au Laboratoire.

Sur 3 autres cadavres le tube digestif seul a été prélevé, conservé en eau formolée et expédié au Laboratoire.

Au total, 16 foies, 16 tubes digestifs (ne provenant pas toujours du même animal) et 9 appareils respiratoires ont pu être examinés.

La recherche, la récolte et l'inventaire des vers parasites du tube digestif, du foie et de l'appareil respiratoire ont été effectués selon les méthodes décrites par EUZEBY.

Les examens coproscopiques ont été réalisés selon une technique de flottaison à l'iodo-mercurate de potassium avec dénombrement sur lame de Mac Master.

Les cadavres entiers ont été autopsiés et la cause de la mort a été recherchée.

II. - RESULTATS

Des helminthes parasites ont été observés dans le tube digestif et le foie. L'appareil respiratoire n'en contenait jamais.

A) PARASITISME INTESTINAL

1. Helminthes parasites

Deux espèces ont été observées : un ver rond (*Ascaris laevis*) et un ver plat (*Ctenotaenia marmotae*).

- *Ascaris laevis* est un nématode appartenant à l'ordre des *Ascarididae*, famille des *Ascarididae*. Il mesure de 80 à 100 mm de long sur 2,4 à 2,8 mm de diamètre au milieu du corps pour la femelle et de 30 à 48 mm de long sur 1,2 à 1,8 mm de diamètre pour le mâle. Son cycle évolutif est monoxène et semi direct, les larves infestantes effectuent une migration dans l'organisme de l'hôte avant d'atteindre le tube digestif où vit et pond l'adulte. *Ascaris laevis* ne parasiterait pas d'autres mammifères dans la zone alpine.

- *Ctenotaenia marmotae* est un cestode appartenant à l'ordre des *Cyclophyllidae*, famille des *Anoplocephalidae*. Il mesure de 50 à 180 mm de long sur 10 à 15 mm dans sa plus grande largeur (nous n'avons jamais observé de *Ctenotaenia marmotae* dont la longueur dépassait 100 mm). Son cycle évolutif est dixène, les hôtes intermédiaires chez lesquels se développe la larve infestante sont des acariens (Oribatides) qui vivent dans les sols. Il serait spécifique du genre *Marmota*.

2. Fréquence du parasitisme

Sur 16 intestins examinés, 12 étaient parasités soit 75%. *Ctenotaenia marmotae* était présent dans les 12 intestins parasités. *Ascaris laevis*, toujours associé à *Ctenotaenia marmotae* était présent dans 6 intestins.

3. Importance du parasitisme

La marmotte la plus fortement infestée hébergeait 400 *Ctenotaenia marmotae* et 50 *Ascaris laevis*, les plus fortes infestations observées pour chacune des 2 espèces. Ces 450 vers, recueillis dans un cristalliseur, représentaient un volume important par rapport à celui de l'intestin de leur hôte.

Du point de vue de l'importance de l'infestation, venaient ensuite 2 marmottes hébergeant 200 *Ctenotaenia marmotae* non associés à *Ascaris laevis* pour l'une et 100 *Ctenotaenia marmotae* associés à 30 *Ascaris laevis* pour l'autre. Les autres présentaient des infestations inférieures à 90 *Ctenotaenia marmotae* et 20 *Ascaris laevis*.

Les plus faibles infestations observées étaient de 8 *Ctenotaenia marmotae* et de 2 *Ascaris laevis*.

B) PARASITISME HEPATIQUE

Une seule espèce d'helminthe parasite du foie a été observée : *Capillaria hepatica*, nématode de l'ordre des *Trichinellidae*, famille des *Trichuridae*, mesurant

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

3 à 8 cm sur 50 à 150 µm. Ce ver vit dans le parenchyme hépatique, la longévité des adultes est brève, elle n'excéderait pas 2 mois (FREEMAN). Son cycle évolutif est tout à fait particulier. Les œufs, pondus dans le parenchyme hépatique où ils demeurent emprisonnés, ne donnent naissance à une larve infestante qu'après un séjour à l'air libre ; cela implique une lyse du viscère dans le milieu extérieur ou son ingestion par un prédateur, jouant le rôle d'hôte intercalaire, qui rejette par la suite les œufs dans ses excréments. Les œufs emprisonnés dans le foie sont encapsulés dans le tissu conjonctif et demeurent vivants longtemps (jusqu'à 22 mois chez *Mus musculus*).

L'élimination directe d'œufs de *Capillaria hepatica* n'a pas été mentionnée sur des animaux naturellement infestés mais elle a été observée par FREEMAN chez des rongeurs sauvages d'Amérique du Nord soumis à des infestations expérimentales. Elle se produit exceptionnellement et, lorsqu'elle existe, elle dure peu (2 ou 3 semaines) et a lieu dans les 5 à 7 semaines qui suivent l'infestation, le nombre d'œufs éliminés est faible.

Capillaria hepatica est surtout un parasite des rongeurs (particulièrement des rats) et aussi des lagomorphes, des carnivores, des suidés et de l'homme.

Un seul foie sur les 16 examinés présentait des lésions macroscopiques. Il avait été conservé en eau formolée après avoir été prélevé sur une marmotte tuée par un chasseur en septembre 1978 dans le secteur de Val d'Isère. Le foie est le seul organe de cette marmotte qui a pu être examiné. Les lésions intéressaient 1/3 de son volume et correspondaient à une infestation massive, elles étaient de deux types :

- d'une part des lésions légèrement en relief à la surface du foie sous la capsule de GLISSON, ne pénétrant pas dans le parenchyme, blanchâtres et de consistance pâteuse, hémisphériques lorsqu'elles étaient de petite dimension (1 à 2 mm), étalées en tache lorsqu'elles étaient plus grandes, souvent confluentes (leur dimension variait ainsi de quelques millimètres à quelques centimètres).

- d'autre part, des foyers de nécrose inclus dans le parenchyme, de couleur beige, de consistance boueuse. La dimension de ces foyers variait de 20 mm à 70 mm dans leur plus grand diamètre.

Les deux types de lésions contenaient de grandes quantités d'œufs de *Capillaria hepatica* mesurant en moyenne 52 x 30 µm. Les vers n'étaient pas présents dans les lésions mais très abondants dans le parenchyme hépatique situé à la périphérie. Il n'a pas été possible d'isoler un ver entier car *Capillaria hepatica* est étroitement inclus dans le parenchyme hépatique. Nous n'avons pu recueillir que des fragments n'excédant pas 40 mm de longueur.

Ce foie présentait une particularité remarquable du point de vue de l'infestation par *Capillaria hepatica* : des œufs (plusieurs dizaines par millilitre) étaient présents dans la bile contenue dans la vésicule biliaire. La marmotte infestée les éliminait donc dans ses excréments au moment où elle a été chassée.

C) EXAMENS COPROSCOPIQUES

Ils ont toujours révélé l'infestation par *Ascaris laevis*. En revanche, dans deux cas sur 12 ils n'ont pas permis de mettre en évidence d'œufs de *Ctenotaenia marmotae* alors que l'animal était infesté : dans un cas par 12 *Ctenotaenia marmotae*, dans l'autre cas par 17 *Ctenotaenia marmotae*.

Des ookystes coccidiens, qui n'ont pas été identifiés, étaient souvent présents dans les excréments.

D) AUTOPSIES

Les autopsies des 9 cadavres entiers et les renseignements dont nous disposions pour certains d'entre eux sur les circonstances de leurs découvertes ont permis d'établir que quatre marmottes étaient mortes à la suite de traumatismes provoqués par des véhicules ou des chiens. Trois étaient mortes après avoir été capturées et ne présentaient aucune lésion macroscopique.

Aucun des 16 tubes digestifs examinés, parasités ou non parasités, n'étaient porteurs de lésions macroscopiques.

Aucune des autopsies pratiquées sur des marmottes parasitées, parmi lesquelles figuraient les trois marmottes les plus fortement infestées, n'ont révélé la présence de lésions pouvant résulter du parasitisme intestinal. Celui-ci était bien toléré et sans incidence sur l'état général des hôtes qui était identique à celui des marmottes peu parasitées mortes à la même saison.

III. - DISCUSSION

Parasitisme intestinal

La fréquence et l'importance quelquefois élevée du parasitisme intestinal par *Ctenotaenia marmotae* et *Ascaris laevis* que nous avons observé ainsi que la bonne tolérance des marmottes à ce parasitisme correspondent à ce qui a été rapporté à ce sujet (COUTURIER, HUBER, SABATIER...).

Nous n'avons jamais observé le nématode *Citellina alpina* (JETTMAR et ANSCHAU) alors que SABATIER l'observe sur la totalité des 18 marmottes âgées de plus de un an qu'il a examinées de 1982 à 1988 (14 provenaient des Alpes du Sud, 4 de la Vanoise). SABATIER est le second auteur à avoir observé *Citellina alpina*, la première observation a eu lieu en 1951 en Autriche (JETTMAR et ANSCHAU). Nous ignorions l'existence de ce ver et nous ne l'avons pas recherché. Il est probable qu'il infestait certaines marmottes que nous avons examinées.

Les bons résultats obtenus pour la mise en évidence par coproscopie du parasitisme par *Ascaris laevis* sont en accord avec la grande prolificité habituellement manifestée par les femelles d'*Ascaris* parasites des mammifères domestiques.

Les résultats, moins bons, de la coproscopie pour révéler l'infestation par *Ctenotaenia marmotae* sont liés à l'absence d'orifice de ponte sur les segments ovigères de cette espèce dont les œufs sont libérés après déchirure de ces derniers. La coproscopie n'est positive que dans les cas où les segments ovigères sont déchirés avant d'être évacués du tube digestif de l'hôte.

Parasitisme hépatique

L'observation de ce cas de capillarose hépatique est intéressante à double titre :

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

1) Il s'agit du premier cas rapporté chez la Marmotte des Alpes. D'après SABATIER, auteur en 1989 d'une synthèse bibliographique minutieuse sur les parasites de la Marmotte des Alpes, *Capillaria hepatica* n'a jamais été mentionné comme parasite de ce mammifère.

2) La marmotte, naturellement infestée, éliminait directement dans la bile des œufs de *Capillaria hepatica*.

Dans l'hypothèse où l'infestation chez la marmotte présente les mêmes caractères que chez les rongeurs infestés par FREEMAN, le foie, massivement parasité, que nous avons examiné provenait d'un animal récemment infesté (5 à 10 semaines auparavant).

Les œufs présents dans la bile étaient évacués à l'air libre par les excréments et pouvaient donc donner naissance à des larves infestantes. *Capillaria hepatica* pouvait ainsi directement, sans l'intervention d'un prédateur, être disséminé dans la colonie de marmottes à laquelle appartenait notre animal.

Il y aurait lieu de rechercher soigneusement, la présence d'œufs de *Capillaria hepatica* dans tous les foies de marmotte qui peuvent être examinés, en effectuant une digestion artificielle du parenchyme, pour évaluer l'incidence de la capillariose hépatique chez cet animal. Peut-être n'est-elle pas exceptionnelle ?

Les 15 autres foies de marmottes que nous avons examinés n'ont pas été soumis à une digestion artificielle, il est possible qu'une ou plusieurs infestations discrètes n'aient pas été reconnues.

BIBLIOGRAPHIE

- COUTURIER (M.J.A.), 1964. - Le gibier des montagnes françaises. Grenoble : Arthaud, 471 p.
- EUZEBY (J.), 1958 - Diagnostic expérimental des helminthoses animales. Paris : Vigot, 368 p. 297 fig.
- EUZEBY (J.), 1961, 1963. - *Les maladies vermineuses des animaux domestiques*, Paris : Vigot - Maladies dues aux Nematelminthes, t. I, fasc. 1, 473 p, 164 fig. et t.I, fasc. 2, 843 p., 268 fig.
- FREEMAN (R.S.), WRIGHT (K.A.), 1960. - Factors concerned with the epizootiology of *Capillaria hepatica* (Bancroft, 1893) in a population of *Peromyscus maniculatus* in Algonquin Park Canada. *J. Parasit.* 46 : 373-382.
- HUBER (W.), 1978. - La Marmotte des Alpes. Paris : Office national de la chasse, 35 p. traduit de l'allemand «*Das Alpenmurmeltier*» par C. GINDRE.
- JETTMAR (H.M.), ANSCHAU (M.), 1951. - Beobachtungen an parasiten steirischer Murmeltier (*Arctomys marmota*). *Zeitschr. Tropenm. Parasitol.* 2 (3) : 412-428.
- SABATIER (B.), 1989. - Les parasites de la marmotte alpine : étude dans les Alpes françaises et synthèse bibliographique. Th. Doct. Vét. : Université Claude Bernard : Ecole Vétérinaire : Lyon, 178 p.
- YAMAGUTI (S.), 1961. - *Systema Helminthum*. New York ; London : Interscience Publishers, vol. III, Part. I, II, 1261 p.

(Reçu pour publication, Août 1989)

STATUT DU BOUQUETIN DANS LES ALPES : CONTRIBUTION A LA REINTRODUCTION ET A LA GESTION DE CETTE ESPECE

Par Gerbrandt WIERSEMA⁽¹⁾

(traduction : Dominique GAUTHIER)⁽²⁾

Introduction	236
I. — Méthodes	237
II. — Résultats	237
III — Discussion	241
A - Estimations numériques récentes	
B - Potentialités pour de nouvelles réintroductions	
C - Habitats saisonniers et réintroduction	
D - Croissance d'une population et régulation des effectifs	
E - Impact du bouquetin sur son habitat	
F - Gestion et surabondance	
Références bibliographiques	251

Summary. — A survey of ibex (*Capra i. ibex L*) habitat in the European Alps reveals for 1983 a total number of c. 18,000 animals. Of these, Switzerland and Italy account for respectively 56 % and 25 %, followed by Austria with 10 % and France with 7%, while the remaining numbers occur in Germany and Jugoslavia.

There is still a potential for further re-introduction of the ibex in five major mountain massifs in the franco-italian Alps and in South Tyrol. New insights in re-introduction techniques are discussed against the background of landscape ecology and behavioural ecology. In thriving populations, ibex numbers increase at an estimated annual rate of 11 %.

(1) Wildbiologische Gesellschaft München, Postfach 170, D-8103 Oberammergau. Note du traducteur : Gerbrandt WIERSEMA est décédé accidentellement en décembre 1985, alors qu'il effectuait des observations sur le rut du bouquetin dans le Parc national du Grand Paradis (Italie). La communauté scientifique tient à exprimer sa douleur devant la disparition de celui qui fut un collaborateur de grande valeur, homme de terrain jusqu'à sa dernière minute. Gerbrandt WIERSEMA était l'un des principaux promoteurs des efforts récents de conservation et de réintroduction du bouquetin à l'échelle de l'Arc alpin. Il était responsable d'un programme européen de recherche sur cette espèce : le projet IBEX (1983-1985).

(2) Parc National de la Vanoise, B.P. 705, F-73007 CHAMBÉRY.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

Hunting in Switzerland and in Austria, together with poaching are major man-induced regulating factors of ibex numbers. Nowadays the emphasis in ibex conservation and management has shifted towards population management and problems of local abundance.

It is argued that management orientated research should be undertaken, and especially the monitoring of the impact of the ibex on habitat condition.

Recent pressure to undertake culling in the largest ibex population of the Alps, the Grand Paradiso-Vanoise massif, is critically discussed.

Key-words. – Ibex, distribution, status, re-introduction, landscape approach, Perron des Encombres, Ecrins, hunting, poaching

Résumé. – Une étude de la répartition du bouquetin (*Capra i. ibex L.*) dans les Alpes européennes révèle un effectif d'environ 18 000 animaux en 1983. Il existe encore des sites potentiels pour la réintroduction du bouquetin dans cinq massifs montagneux majeurs des Alpes franco-italiennes et du Sud-Tyrol. Les techniques de réintroduction sont discutées au regard de critères de physionomie du paysage et de comportement des animaux.

L'auteur propose que la recherche soit finalisée vers la gestion spécialement en ce qui concerne le suivi de l'impact du bouquetin sur son milieu. Enfin, cet article examine de manière critique les pressions dont fait l'objet la plus grande population de bouquetins des Alpes, celle du Massif Grand-Paradis-Vanoise, pour y instaurer un prélèvement sélectif.

Mots-clés. – Bouquetin, répartition, statut, réintroduction, physionomie du paysage, Perron des Encombres, Ecrins, chasse, braconnage

INTRODUCTION

Après quelque 130 années de protection, dont une trentaine furent consacrées à des réintroductions répétées, le bouquetin (*Capra ibex ibex L.*) est actuellement considéré comme hors de danger dans les Alpes européennes. L'histoire de ces réintroductions a été décrite de manière exhaustive par différents auteurs, notamment COUTURIER (1962).

Durant ces vingt dernières années, les principales orientations de conservation et de gestion se sont traduites par les faits suivants :

- le repeuplement de plusieurs massifs montagneux en Autriche, Italie et France grâce à des efforts continus de réintroduction,
- une stabilisation des effectifs des plus grandes populations de bouquetins comme celles du Parc National du Grand Paradis,
- l'intervention à partir de 1977 de la sélection par tir en Suisse,
- une augmentation des réintroductions réalisées par «transfert primaire», c'est-à-dire à partir de bouquetins directement issus de la population autochtone du Grand-Paradis (PERACINO, 1980). Il est à noter que dans les années 1960, presque toutes les réintroductions ont été effectuées par le biais de «transferts-relai», ce terme désignant la création d'une nouvelle population à partir de quelques individus, ceux-ci provenant d'une population-mère déjà établie de cette manière (MAYR, 1975).

Des informations récentes sur le statut du bouquetin sont données par WOLF

(1977), GRAF (1979), le Conseil International de la Chasse (C.I.C.) (1978, 1984), TOSI et PERCO (1981) et BRÜLLHARDT et LÜPS (1984). Le présent article réactualise ces données relatives aux effectifs et à la répartition du bouquetin. Il donne également un aperçu général des potentialités pour de futures réintroductions.

La préoccupation majeure vis à vis de l'espèce a été jusqu'alors sa conservation. Elle dérive actuellement vers des notions de gestion de populations prospères et de régulation de leurs effectifs, notamment au regard de l'impact sur le milieu. La recherche appliquée à la gestion, appréciant l'abondance des populations de bouquetins, pourrait se développer mais elle est encore récente et n'a fait l'objet que de rares publications (BUCHLI, 1980 ; KOFLEK et SCHRÖDER, 1985).

I. - METHODES

Une synthèse des documents publiés sur le statut du bouquetin a été réalisée et complétée par les informations émanant des administrations, des parcs nationaux, des organisations cynégétiques et des garde-chasses locaux.

En 1982 et 1983, une analyse de quelques sites français a permis d'établir des modèles concernant la physionomie du «paysage» et les habitats saisonniers (WIERSEMA, 1983b ; 1983c). A l'aide de photographies aériennes, nous avons analysé pour cela les paramètres de végétation et de terrain, selon la méthode décrite par ZONNEVELD *et al.* (1979).

Enfin, des contacts internationaux ont permis de confronter les expériences et les pratiques des différents pays alpins (France, Italie, Suisse, Autriche, Allemagne, Yougoslavie) en matière de protection et de gestion.

II. - RESULTATS

A - EFFECTIFS ET REPARTITION

Le statut et la répartition du bouquetin en 1983 sont présentés respectivement dans le tableau I et la figure 1, qui se réfèrent en partie aux données de WOLF (1977), GRAF (1979), PERACINO (1980), TOSI et PERCO (1981), BRÜLLHARDT et LÜPS (1984) et du C.I.C. (1978, 1984).

La majorité des bouquetins est localisée en Suisse et en Italie, ces deux pays totalisant 81 % du stock alpin. L'Autriche et la France ont également des populations respectables, respectivement 9,8 % et 7,0 % du total. L'Allemagne et la Yougoslavie jouent un rôle mineur dans la conservation du bouquetin. La figure 1 présente la répartition de ces populations ; plusieurs classes ont été utilisées pour illustrer plus clairement l'importance relative des différents sites :

- (a) les très petites populations, n'excédant pas 20 animaux,
- (b) les petites populations, entre 21 et 50 animaux,
- (c) les populations moyennes, entre 51 et 100 animaux.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

- (d) les grosses populations d'effectif supérieur à 100 animaux. Ces dernières peuvent être constituées par plusieurs noyaux occupant le même ensemble montagneux. On trouve ces grosses populations de bouquetins le long de tous les versants Sud de l'Arc alpin et le long de la frontière franco-italienne. Les Alpes du Nord et de l'Est hébergent des populations plus petites.

Pays	Nombre de populations	Nombre de bouquetins	Pourcentage du stock alpin
Suisse	50	10 206	56,1 %
Italie	26	4 608	25,3 %
Autriche	37	1 782	9,8 %
France	13	1 281	7,0 %
Allemagne	3	174	1,0 %
Yougoslavie	4	139	0,8 %
	133	18 190	100 %

TABLEAU I. - Populations de bouquetins et leur effectif en 1983.

B - LE BIOTOPE DU BOUQUETIN DES ALPES

La figure 2 décrit deux sites à bouquetins sur la base d'une interprétation de photos aériennes afin d'apprécier l'homogénéité morphologique du biotope et la validité de l'habitat.

La figure 2A donne la disposition des quartiers saisonniers dans le cas de la population de bouquetins du Perron des Encombres ; cette population prospère est située dans la vallée de la Maurienne (Savoie) à environ 15 km à l'Ouest du Parc National de la Vanoise (Fig. 3). La cohésion spatiale entre les différents quartiers saisonniers est manifeste : les zones d'hivernage sont proches des zones de mise-bas, ou même les chevauchent ; de plus elles se prolongent graduellement vers les zones utilisées pendant les périodes printemps-été et été-automne. Lors des pointes de chaleur estivales, les bouquetins ont la possibilité de quitter les secteurs exposés au soleil, versants sud et sud-est de la ligne de crête, pour les pentes nord-ouest plus froides situées à l'ombre la majeure partie de la journée. La population du Perron des Encombres s'est installée spontanément dans le milieu des années soixante, à partir de bouquetins originaires du Parc National de la Vanoise (LIEGEON, comm. pers.). Par cette colonisation spontanée, les animaux venaient réinvestir un massif précédemment occupé, d'où les bouquetins avaient disparu en 1924 (DERRIER, comm. pers.). En 1977, la population avait doublé de taille, et en 1983, elle comptait 120 individus.

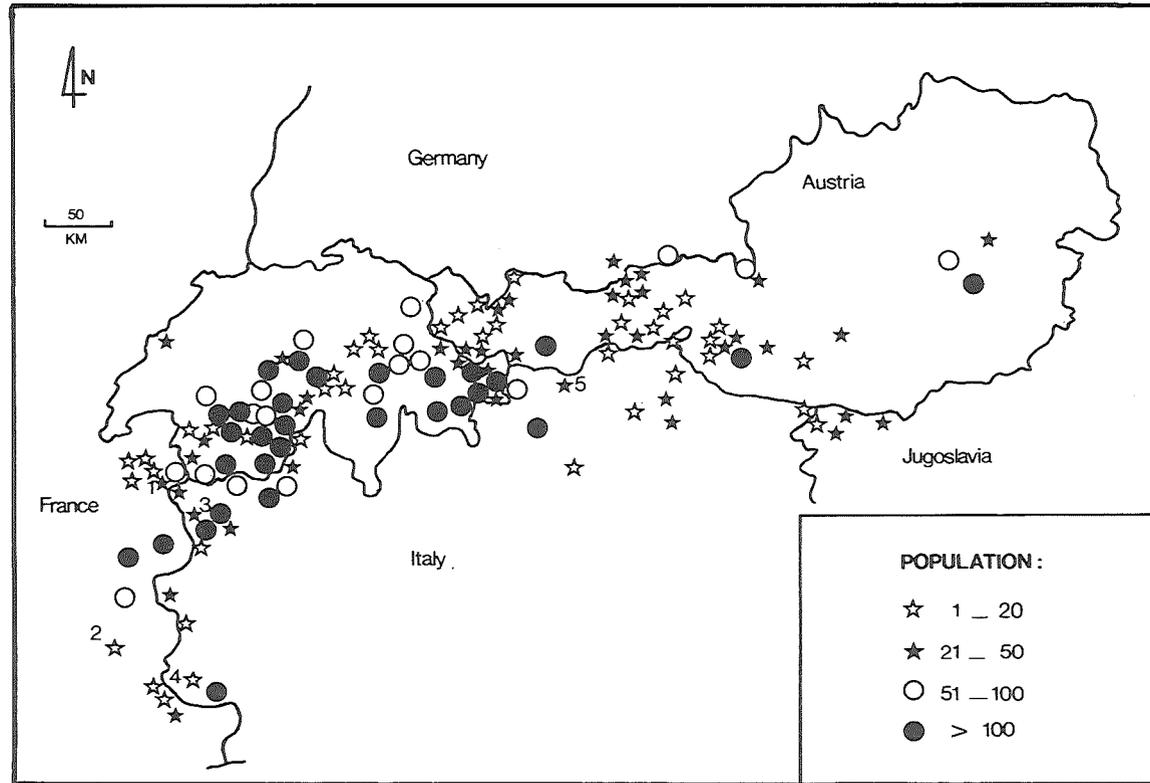


FIG. 1. - Effectifs et répartition du bouquetin en 1983. Les localisations mentionnées dans le texte sont :
1 : Perron des Encombres - 2 : Parc national des Ecrins - 3 : Parc national du Grand Paradis - 4 : zone
frontalière franco-italienne - 5 : Sud-Tyrol.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

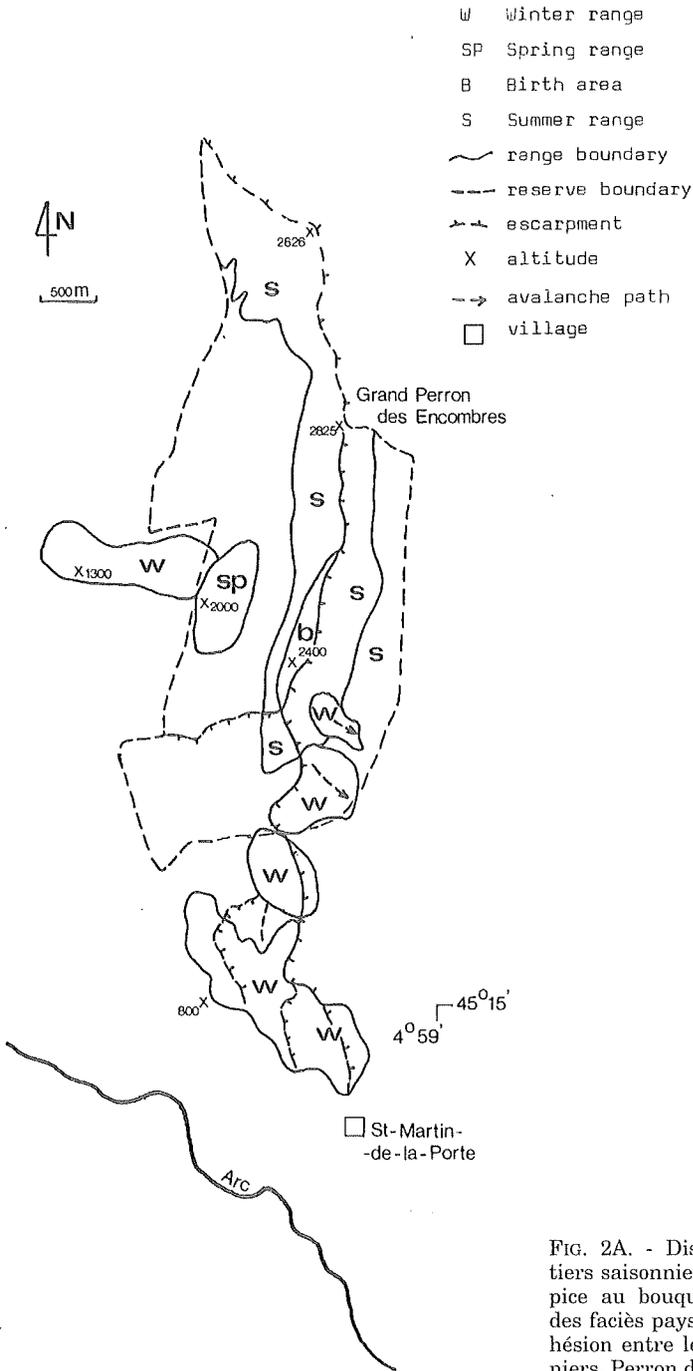


FIG. 2A. - Disposition des quartiers saisonniers dans un site propice au bouquetin. La continuité des faciès paysagers permet la cohésion entre les quartiers saisonniers. Perron des Encombres.

La figure 2B illustre un biotope peu propice au bouquetin, en bordure du Parc National des Ecrins (fig. 4). En mai et juin 1977, des bouquetins furent relâchés sous une petite barre rocheuse dans une zone de colline à 1450 m. La pente escarpée adjacente constitue potentiellement une petite zone exploitable en quartier d'hivernage, mais elle est trop réduite et trop facile d'accès pour représenter une zone de mise-bas correcte.

Tant pour les mâles que pour les femelles, il n'existe pas de continuité morphologique suffisante avec les quartiers d'été, car cette zone d'hivernage fragmentaire est entourée d'alpages cultivés, vallonnés, sans zone-refuge à proximité. Les secteurs les plus escarpés et exposés au soleil, qui pourraient être utilisés comme quartier estival par les bouquetins, sont actuellement occupés par des troupeaux de moutons. Seules quelques falaises proches, mais exposées au Nord restent libres pour les bouquetins car trop pentues pour les moutons et les bovins. Ceux-ci y ont d'ailleurs été observés sporadiquement ; cependant les ressources en fourrage sont insuffisantes et l'exposition n'est pas adéquate. En fait, tous les quartiers qui possèdent les caractéristiques morphologiques favorables au bouquetin sont trop restreints, et de plus sont isolés les uns des autres par des secteurs à moutons typiques constitués de prairies vallonnées.

III. - DISCUSSION

A - ESTIMATIONS NUMERIQUES RECENTES

A partir de 1950, les populations suisses de bouquetins ont augmenté exponentiellement (DESAX, 1972), et, au cours de ces 10 dernières années, leurs effectifs ont doublé jusqu'à dépasser les 10 000 en 1983. Pour l'année 1977, une divergence est cependant à signaler entre deux auteurs : DESAX (in C.I.C., 1978) estime les effectifs alpins de bouquetins à 17 000 individus, alors que GRAF (1979) donne le nombre de 14 000. On peut donner deux explications à cette différence. D'une part, les estimations de DESAX n'avait pas encore pris en compte la sévère mortalité survenue dans le Parc National du Grand Paradis et consécutive à l'hiver rigoureux de 1976-77 : un déficit de 1341 bouquetins avait été noté lors du recensement de 1977. D'autre part, les études de GRAF n'avaient pas pris en compte 16 populations italiennes représentant 1524 bouquetins en 1977. En définitive, la population totale de bouquetins comptait en 1977, après correction, 15 500 animaux environ.

Ensuite, de 1977 à 1983, les effectifs de bouquetins n'ont que faiblement augmenté, jusqu'à 18 000 individus. Les raisons majeures de cette diminution du taux d'accroissement sont les suivantes :

- l'introduction en 1977 des tirs de sélection en Suisse, d'où une stabilisation des effectifs suisses à environ 10 000 bouquetins,
- et les effets du braconnage (voir plus loin).

Dans la figure 1 et le tableau I, la notion de «population» a été préférée à celle de «colonie». Le terme de «colonie» de bouquetins est employé habituellement de façon trop imprécise. Une définition permettant de réellement caractériser les

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

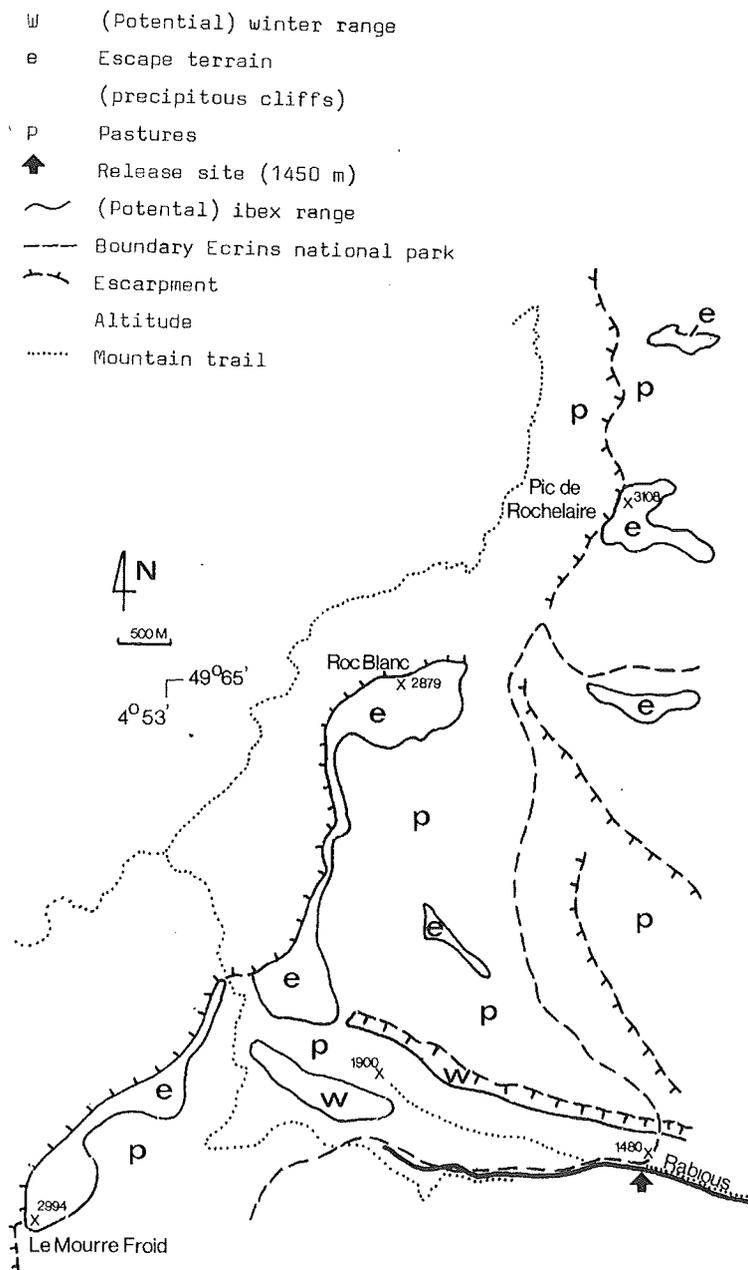


FIG. 2B. - Site inapproprié pour le bouquetin. Les quartiers saisonniers sont fragmentés du fait de la discontinuité des faciès. De plus, ces quartiers sont trop peu étendus. Vallée de la Durance, Massif de Pelvoux-Ecrins.

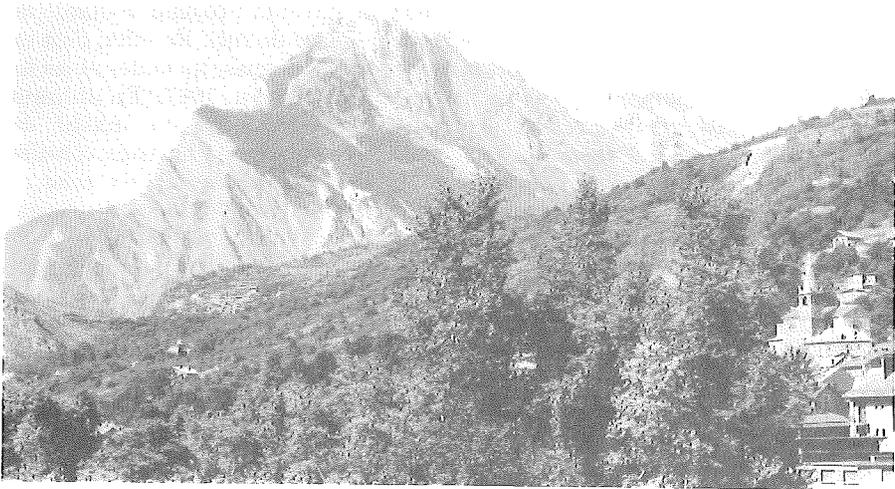


FIG. 3. - Panorama à partir de Saint-Martin-d'Arc : pentes Sud et Est de la réserve du Perron des Encombres. Au pied de la montagne, en aval des secteurs d'hivernage, est situé le village de Saint-Martin-de-la-Porte (voir la fig. 2A) (cliché G. WIERSEMA, août 1983).



FIG. 4. - Vallée de Rabioux, bordant le Massif de Pelvoux-Ecrins et la vallée de la Durance. La photographie montre un site d'hivernage potentiel en lisière de forêt ouverte. Ce site est probablement trop exigu pour servir de support à un groupe de bouquetins hivernants, et cet habitat est isolé des lieux de mise-bas et d'estive (cliché G. WIERSEMA, sept. 1983).

différents noyaux de populations pourrait-être la suivante : colonie = «harde de bouquetins, utilisant année après année la même place de rut». En effet, c'est en période de rut que des groupes définis peuvent être distingués, les mâles et les femelles ne se regroupant que durant cette saison (NIEVERGELT, 1967). En utilisant le critère proposé ci-dessus, la population de bouquetins du massif du Mercantour-Argentera (France/Italie) pourrait être subdivisée en trois colonies (de MENEGHI, 1984), le Parc National de la Vanoise compterait six colonies (MARTINOT *et al.*, 1983), et la grande population du Parc National du Grand Paradis pourrait être subdivisée en sept colonies (voir WIERSEMA, 1983 a).

L'emploi courant du terme de «colonie» comme synonyme de population totale d'un site, faisant abstraction de l'existence de ces noyaux distincts de populations, brouille les données actuelles de répartition du bouquetin. L'exemple de la Suisse est significatif de cet état de fait : en l'espace d'une très courte période, le nombre de «colonies» est passé de 82 (DESAX, 1972) à 50 (C.I.C., 1978). Ceci est dû à l'occupation de zones vierges, amenant les populations de différents sites à se mélanger.

B – POTENTIALITES POUR DE NOUVELLES REINTRODUCTIONS

La plupart des biotopes favorables au bouquetin se trouvent soit dans des régions au climat sub-méditerranéen, soit dans des régions continentales et, dans ce dernier cas, plus spécialement liés à des vallées intraalpines au climat sec. Cinq ensembles montagneux majeurs possédant ces caractéristiques climatiques n'ont pas encore été repeuplés par le bouquetin. Ces massifs sont (voir la fig. 1 pour leur localisation) :

- le Parc National des Ecrins (France) avec son climat d'influence essentiellement sub-méditerranéenne. Les derniers bouquetins y ont été exterminés dans la dernière décennie du XIX^e siècle (DELAUNAY, 1981). En 1983, quelques investigations sur les potentialités d'accueil du bouquetin ont été menées dans trois vallées du Parc, révélant que la plus méridionale d'entre elles : la vallée de Champoléon, offrait des habitats d'hiver et de printemps de première qualité, avec de vastes pâturages pour l'été-automne (WIERSEMA 1983b) (fig. 5). Les conditions de précipitations et de couverture neigeuse sont toutes deux favorables : les hauteurs annuelles des précipitations se classent entre 600 à 1200 mm, de 800 à 1600 m ; l'hiver est à la fois doux et court, avec seulement 38 jours de neige ;

- une deuxième région constituant un habitat de prédilection pour le bouquetin, se trouve en périphérie du Parc National du Grand Paradis. Elle comprend quatre noyaux de population, mais les effectifs de bouquetins sont continuellement décimés par un braconnage intensif ;

- une troisième potentialité est représentée par la zone frontalière franco-italienne, s'étendant entre le massif du Grand Paradis et celui du Mercantour-Argentera dans les Alpes méditerranéennes (fig. 6). Quelques colonisations spontanées se sont déjà produites dans cette chaîne (fig. 1) ;

- la partie Sud-Est du Parc National de la Vanoise, le long de la haute vallée de la Maurienne, mérite un examen attentif des sites susceptibles de convenir à des lâchers. Actuellement, toutes les autres parties du Parc sont occupées par le bouquetin et il se pourrait que la colonisation spontanée à partir de ces secteurs vers les versants Sud-Est du massif soit retardée, voire empêchée, par le décou-

PARC NATIONAL DE LA VANOISE



FIG. 5. -Habitat d'été potentiel pour le bouquetin, dans la vallée de Champoléon, Parc national des Ecrins (cliché G. WIERSEMA, sept. 1983).



FIG. 6. - Habitat d'hiver du bouquetin, dans le Massif de l'Argentera (Italie). Les pentes, exposées au soleil, sont couvertes de formations boisées à hêtres (*Fagus sylvatica*) (cliché G. WIERSEMA, avril 1984).

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

page des vallées et surtout l'aménagement de la montagne par l'homme, que les bouquetins semblent répugner à traverser (NIEVERGELT, 1968) ;

- le Sud-Tyrol (Italie) possède dans de nombreux secteurs de bons biotopes à bouquetins, comme par exemple la vallée d'Ahr, le Riesenfern Gruppe, et les parties italiennes des Alpes d'Oetztal. A part une réintroduction réussie dans les Pfossental, aucun effort sérieux de réintroduction n'y a été tenté.

C – QUARTIERS SAISONNIERS ET REINTRODUCTION

Le biotope du bouquetin, comme l'illustre la figure 2, doit être appréhendé en termes de physionomie du paysage qui reprend les caractéristiques des différents quartiers saisonniers. Chaque quartier devra répondre aux exigences écologiques du bouquetin propres à la période concernée : l'hiver, le printemps, et l'été-automne. Par ailleurs, ces quartiers saisonniers devront être disposés en continuité spatiale.

Ce concept de domaine vital séparé en quartiers saisonniers a également des implications quant aux techniques-mêmes de réintroduction. Par exemple, on considère encore que les bouquetins, avant d'être relâchés, doivent d'abord s'habituer à leur nouvel environnement en enclos (en allemand «Eingewöhnungsgatter»). Cette pratique est totalement contradictoire avec le comportement de ces animaux, qui consiste à passer d'un quartier saisonnier à l'autre en sélectionnant librement les secteurs comportant un microclimat favorable ou les ressources végétales adéquates.

Une autre conséquence de cette stratégie d'utilisation de l'espace concerne la période de capture en vue de réintroduction. Relâcher les bouquetins à la fin du printemps, comme cela est souvent pratiqué, présente l'inconvénient suivant : l'activité exploratoire amenant la reconnaissance du nouveau territoire semble maximale dans la période juste consécutive au lâcher ; or à la fin du printemps, les animaux gagnent déjà les hautes altitudes vers les secteurs d'été et d'automne, et de ce fait, les individus lâchés ne seront pas habitués à l'utilisation des quartiers hivernaux, qui sont habituellement en zone alpine basse et en zone sub-alpine.

Pour les opérations de capture et de lâcher, la fin de l'automne représenterait sans doute une meilleure période. En effet, les bouquetins montrent une activité migratoire moindre, s'ils sont lâchés près de zones d'hivernage propices (NIEVERGELT, 1981). On peut alors s'attendre à ce que les bouquetins aient moins tendance à «vagabonder». Cet erratisme a souvent été observé après les lâchers de printemps.

L'habitude de pratiquer les réintroductions au printemps s'est développée à une époque où seules les cages de reprise étaient appropriées pour les captures : la saison de capture par cages de reprise était principalement limitée à la période de fin d'hiver-printemps, alors que les bouquetins se maintiennent en milieu forestier ouvert de la zone subalpine, où les trappes sont classiquement installées.

D – ACCROISSEMENT D'UNE POPULATION ET REGULATION DES EFFECTIFS

Aucune population de bouquetins des Alpes ne fait l'objet de régulation significative par des prédateurs. De ce fait, l'augmentation des effectifs n'est pas limitée, sauf par les maladies, les facteurs sociaux, les ressources alimentaires, les

accidents naturels comme les avalanches, la chasse et le braconnage, ou le climat. Les maladies contagieuses, comme la gale, la kérato-conjonctivite et les pleuro-pneumonies, ont beaucoup attiré l'attention, mais n'ont pas eu d'effet régulateur durable sur le niveau des populations (HARS et GAUTHIER, 1984 ; KUTZER, 1978 ; ROSSI, comm. pers.).

Les mécanismes sociaux qui interagissent avec les densités de population furent décrits par NIEVERGELT (1966), qui observa que l'accroissement de la densité de population était accompagné d'un allongement du temps de renouvellement de la population, en même temps que d'une augmentation de l'âge de maturité sexuelle des femelles. Ces mécanismes agissent en effet feed-back. Les effets des ressources alimentaires sur les performances d'une population n'ont pas été étudiés, tandis que les accidents naturels ne jouent qu'un rôle mineur dans la régulation des effectifs (cf. LINZI, 1978 ; NIEVERGELT, 1966). Enfin, les conséquences des précipitations et des hivers rigoureux ont été traitées par NIEVERGELT (1966) et LINZI (1978).

KOFLER (1981) a calculé les taux d'accroissement pendant la période de croissance maximale des populations et a trouvé des valeurs variant entre 10 % (Wildalpen, Allemagne), 16 % (Hochlantsch, Autriche) et 17 % (Piz Albris, Suisse). RATTI (1981) évalue le taux de recrutement annuel du bouquetin dans les Grisons (Suisse) à 18 %. Ce résultat donne un accroissement de population à 11 % par an si on lui applique un taux de perte naturelle estimé à 7 % pour toutes les classes d'âge. LINZI (1978) trouve pour le Parc National du Grand Paradis un taux d'accroissement égal à 18,3 % pour la période 1951-1958, et 15,8 % pour la période 1959-1978.

En Suisse, la chasse a été instituée en 1977 du fait de densités en bouquetins considérées comme préjudiciables aux animaux et à leur habitat (RATTI, 1981). Le système cynégétique mis en place propose un schéma de sélection proportionnel à la taille de la population. En Autriche, la chasse est pratiquée depuis 1972, mais le prélèvement est encore restreint avec une moyenne de 66 bouquetins par an pour la période de 1978 à 1980 (MARGL comm. pers.). En Italie, France, Allemagne et Yougoslavie, la chasse est actuellement strictement interdite. Le braconnage a cependant un impact sévère, notamment dans certains sites italiens. Pour le Parc National du Grand Paradis, on a estimé qu'environ 200-250 bouquetins sont braconnés chaque année (LINZI, 1978). Ce nombre équivaut à environ 40-50 % du recrutement annuel (soit près de 560 jeunes).

L'importance du braconnage sur le bouquetin peut être appréciée en première approche par la connaissance des gardes des Parcs, mais peut être également calculée d'après la discordance entre le recrutement en bouquetins (évalué par les recensements annuels) et le nombre d'animaux qui sont réellement trouvés morts. En 1977, la proportion de bouquetins retrouvés morts sur le terrain était de 46 % seulement de la perte calculée (LINZI, 1978).

Pour le Parc régional de l'Argentera (Italie) une baisse des effectifs de même qu'une inversion du sex-ratio furent observés à partir de 1976 (fig. 7) durant la période de construction d'un barrage hydroélectrique avec une importante population permanente et isolée d'ouvriers. Les altérations de la structure de population sembleraient révéler les conséquences du braconnage, puisque le nombre de mâles chute significativement plus que le nombre de femelles. En particulier, le sex-ratio observé depuis 1979, égal à un mâle pour 1,7 femelles, diverge forte-

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

ment des sex-ratios observés ailleurs. Pour la Suisse, où il n'existe pratiquement aucun braconnage du fait du sérieux des contrôles, un sex-ratio de 1 / 1,2 est relevé par AESCHBACHER (1978), tandis que RATTI (1981) mentionne un chiffre de 1/1,1.

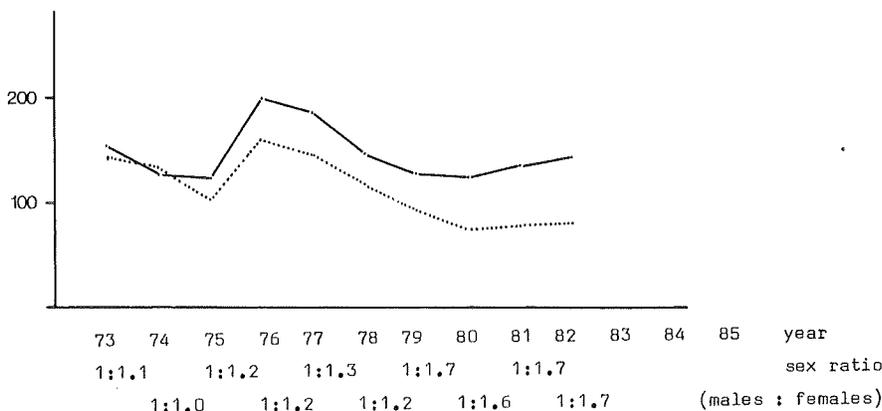


FIG. 7. - Fluctuations des effectifs de bouquetins et de leur sex-ratio dans le Parc régional de l'Argentera (Italie). D'après les données de Meneghi (1984).

Les bouquetins mâles sont très recherchés à cause de la grande valeur de leur trophée sur le marché noir. Les cornes d'un mâle de premier choix (5-10 ans) peuvent atteindre un prix supérieur à 1,5 millions de lires (\$ 600). De plus, les mâles sont plus faciles à braconner que les femelles, car ils sont plus confiants et leur distance de fuite est beaucoup plus faible (COUTURIER, 1962). Au printemps, les mâles ont plus propension à descendre vers les terrains vallonnés à plus basse altitude que les femelles, celles-ci préférant rester près des zones-refuge comportant des falaises à pic. Ils constituent alors des cibles faciles, plus spécialement dans les pâtures exploitées près des fonds de vallées. De surcroît, les mâles âgés de plus de 7 ans sont réputés avoir des distances de fuite significativement plus courtes que les mâles les plus jeunes (KRÄMER et AESCHBACHER, 1971).

Les conséquences du braconnage sur une population de bouquetins sont multiples :

- il déséquilibre la structure de population en prélevant une plus forte proportion de vieux mâles. Or en hiver et notamment pendant la période de rut, ce sont ces mâles dominants qui poussent les populations à se disperser en plusieurs hardes différentes, ceci permettant une bonne répartition de la pression de pâturage sur le quartier d'hivernage (NIEVERGELT, 1977). En l'absence de ces vieux mâles, les individus s'agrègent en groupes plus importants, ce qui se traduit par des pressions de pâturage localement plus élevées ;

- il touche plus particulièrement les « colonisateurs » qui sortent des zones surveillées. Les jeunes mâles montrent probablement la plus forte aptitude à la dispersion, comme tendent à le prouver quelques observations à ce sujet (BENOIT comm. pers. ; NIEVERGELT, 1981). Le braconnage favorisera donc les bouquetins non colonisateurs, plus sédentaires, agissant ainsi à l'encontre des mécanismes naturels de dispersion des animaux ;

- de même, les animaux les plus confiants sont tirés les premiers, alors que les animaux plus méfiants réagissent aux perturbations provoquées par l'homme (tir mais aussi tourisme en montagne) en se retirant dans des zones-refuge, et ils exploitent probablement moins bien les possibilités de leurs habitats. Ce comportement de refuge pourrait également conduire à des augmentations locales de la pression de pâturage.

E – IMPACT DU BOUQUETIN SUR SON HABITAT

En 1936, on considérait déjà que le célèbre site de Piz Albris (Pontresina) en Suisse était saturé par le bouquetin (NIEVERGELT, 1968). Durant la période comprise entre le début des années 50 et la fin des années 70, on eut recours à une solution temporaire consistant à capturer et à transférer quelques 1600 bouquetins vers d'autres sites (RATTI, 1981). Finalement, à partir de 1977, les effectifs furent régulés par la chasse. En fait, malgré la longue période de réintroduction et les augmentations successives des effectifs de bouquetins dans la plupart des régions alpines, aucun suivi de l'impact sur le milieu n'a été réalisé. De ce fait, on ne connaît pas réellement de critères objectifs pour apprécier la densité des populations d'après les modifications de la végétation ou des sols. Cependant, des observations occasionnelles suggèrent fortement que le bouquetin est susceptible de causer des dommages à son environnement. En certains endroits, on a pu noter du surpâturage, des dégâts par abrouissement et des blessures aux arbres provoquées par les cornes, dans une zone particulière supraforestière nommée zone de combat, ainsi que dans des secteurs de reforestation créés pour les besoins de la protection contre les avalanches (HOLTMEIER, 1969a). (NB : la zone de combat est la transition entre la lisière de futaie et la prairie alpine ; en allemand : «Kampfzone» ; en anglais : «timberline ecotone»).

Egalement, une érosion accélérée sur des sites de solifluction a été notée. HOLTMEIER (1969b) considère que le bouquetin, en broutant et en piétinant les landes à arbustes nains et les prairies alpines, a un impact sur le milieu qui s'inscrit en continuité avec la pression exercée par les grands troupeaux de moutons du début du XX^e siècle sur le paysage des Grisons. Après le retrait de l'élevage ovin, la couverture végétale surpâturée ne s'était pas suffisamment reconstituée, et, en 1921, des bouquetins originaires du Parc National suisse colonisèrent spontanément le site de Piz Albris.

La croissance des cornes et les paramètres de reproduction sont considérés comme des indicateurs sensibles de la densité des populations (NIEVERGELT, 1966). Ces variables pourraient aisément être corrélées avec les modifications de la végétation et du sol dans le cadre d'une recherche appliquée à la gestion. Les massifs encore vierges de bouquetin, cités plus haut, peuvent fournir d'excellents sites d'investigation pour une telle étude.

F – GESTION ET SURABONDANCE

La situation actuelle de la protection des bouquetins plaide à l'évidence pour cette recherche finalisée à la gestion.

En effet, malgré les observations fortuites de dégât à la végétation et aux sols, nos connaissances actuelles sur le bouquetin ne nous permettent pas de définir une surpopulation en termes de dépassement d'une densité d'équilibre. CAUGHLEY

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

(1981) conçoit cette surpopulation comme «un équilibre déplacé qui ne devrait être discuté qu'en termes scientifiques relativement objectifs». Par ailleurs, le qualificatif de surabondance, qui a été utilisé en Suisse, se réfère largement à un jugement de valeur subjectif d'une situation où il y a «trop d'animaux pour leur propre bien».

Les difficultés rencontrées pour donner une définition claire et objective de la surabondance pour le bouquetin reflètent l'ambiguïté de la notion de gestion suivant que l'on adopte une politique d'espace protégé ou non. Par exemple les Parcs nationaux ont été créés pour permettre un développement non perturbé des populations animales et végétales. De ce fait, la limitation des populations de grands herbivores comme le bouquetin ne correspond pas avec leurs objectifs. Dans les Alpes, cinq Parcs nationaux hébergent maintenant le bouquetin : en France, Vanoise et Mercantour ; en Italie, Grand Paradis et Stelvio ; et en Suisse, le Parc National d'Engadine. Parmi eux, la Vanoise est le seul Parc comportant une population importante de bouquetins qui ne soit pas sérieusement affectée par le braconnage. Elle pourrait ainsi faire l'objet d'une expérimentation intéressante, consistant en un suivi des problèmes liés à la densité, en fonction des ressources du milieu. Les autres parcs nationaux sont soit sérieusement touchés par le braconnage (Grand Paradis et Stelvio), soit peu propices à cette expérimentation : fréquentation par le bouquetin seulement estivale (Mercantour), ou habitats occupés trop petits (Parc National suisse).

On assiste actuellement à de fortes pressions politiques en Italie, ainsi que dans certaines organisations cynégétiques internationales, pour instaurer la chasse au bouquetin dans le Parc National du Grand Paradis. Les principaux arguments sont qu'une chasse contrôlée porterait un coup d'arrêt au braconnage, et procurerait des revenus par le biais des permis de chasse. Les partisans de la chasse pensent que le Parc National aurait meilleur compte à profiter de ces revenus qu'à perdre ses bouquetins par braconnage. Cependant, il semble bien que, dans ce débat, on passe complètement sous silence notre incompetence à formuler des critères d'appréciation d'une surpopulation, alors que la surabondance serait en dernier ressort le seul argument pour introduire une sélection dans le Parc National.

La phrase de SINCLAIR (1981) traduit bien la situation relative au bouquetin : «les caractéristiques de stabilité déterminant un équilibre, ou exprimant une aptitude, sont complexes et en général au delà de nos connaissances actuelles.»

Selon l'opinion internationale sur le but des Parcs nationaux, une plus grande priorité devrait être donnée à l'amélioration de la protection du Parc National du Grand Paradis, au lieu de remplacer le braconnage par une chasse réglementée.

Cette politique s'inscrirait mieux dans la logique qui veut que la sélection de mammifères autochtones devienne une pratique exceptionnelle pour les Parcs nationaux (CAUGHLEY, 1981). D'un autre côté, il n'est pas souhaitable de maintenir un état de non-intervention dès lors que le bouquetin s'avère apporter une nuisance réelle à son habitat, et que, par là son abondance menace sa survie. Le suivi scientifique apparaît ainsi essentiel pour déterminer les axes de gestion des Parcs nationaux.

REMERCIEMENTS

Le financement de ces travaux a été assuré par la Commission Européenne

(Programmes de Recherche sur l'Environnement) grâce aux contrats ENV-336-D et ENV-493-D passés avec le Wildbiologische Gesellschaft München. L'auteur a reçu une bourse scientifique et technique de la Commission Européenne, pour préparer une thèse sur l'analyse des habitats en milieu naturel.

Je suis tout particulièrement redevable à Luca Rossi pour son aide précieuse, au Parc National de la Vanoise, au Parc National des Ecrins et à la Fédération départementale des chasseurs de la Savoie pour leurs informations sur les populations de bouquetins, et aux professeurs Dr W. SCHROEDER et I.S. ZONNEVELD pour leurs commentaires sur ce manuscrit.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AESCHBACHER (A.), 1978. - Das Brunftverhalten des Alpensteinwildes. Rentsch Verlag, Erlenbach-Zürich, 88 p.
- BRÜLLHARDT (H.), LÜPS (P.), 1984. - Entwicklung und Regulierung von Steinwild-Beständen (*Capra ibex* L.) im Berner Oberland. *Mitt. Naturf. Ges. Bern N.F.*, n° 41 : 153-169
- BUCHLI (Ch.), 1980. - Die ersten drei Steinwildhegeabschüsse im Kanton Graubünden. Fornat, Zernez, 52 p.
- CAUGHLEY (G.), 1981. - Overpopulation. in : JEWELL (P.A.) and HOLT (S.) (Eds.), *Problems in management of locally abundant wild mammals*. Academic Press, New York : 7-19.
- C.I.C., 1978. - Arbeitstagung über Steinwild. DESAX (C.) (Ed.). Conseil International de la Chasse, Pontresina, 93 p.
- C.I.C., 1984. - Arbeitstagung über Steinwild. Mimeogr. Conseil International de la Chasse, Pontresina, 93 p.
- COUTURIER (M.A.J.), 1962. - Le Bouquetin des Alpes. Arthaud, Grenoble, 1564 p.
- DELAUNAY (G.), 1981. - Inventaire documentaire des espèces vivantes et disparues des parcs nationaux français. Rapport technique, Gap.
- DESAX (C.), 1972. - Der Stand der Wiederansiedlung von Steinwild. *Schweiz. Zeitschr. f. Forstw.*, 123 (9) : 582-589
- GRAF (C.), 1979. - Zum Stand der Wiedereinbürgerung des Alpensteinbockes (*Capra ibex ibex* L.). M. Sc. thesis. University of Munich, 181 p.
- HARS (J.), GAUTHIER (D.), 1984. - Suivi de l'évolution de la kératoconjunctivite sur le peuplement d'ongulés sauvages du Parc National de la Vanoise en 1983. *Trav. sci. Parc nation. Vanoise*, XIV : 157-210
- HOLTMEIER (F.K.), 1969a. - Das Steinwild in der Landschaft von Pontresina. *Natur u. Museum*, 99 (1) : 15-24
- HOLTMEIER (F.K.), 1969b. - Die Landschaft von Pontresina (Oberengadin) im Luftbild. *Erdkunde*, XXIII, 2 : 133-142
- KOFLER (H.), 1981. - Ökologisch-Vegetationskundliche Untersuchungen zur Nahrungswahl und Konkurrenz von Gams (*Rupicapra rupicapra* L.) und Steinbock (*Capra ibex ibex* L.) im Hochlantschstock/Steiermark. Ph. D. thesis, University of Graz, 139 p.
- KOFLER (H.), SCHROEDER (W.), 1985. - Harvesting an atypical ibex population : a management plan. in : LOVARI (S.) Ed., *The Biology and Management of Mountain Ungulates*. Croom Helm, London, p. 212-215
- KRAEMER (A.), AESCHBACHER (A.), 1971. - Zum Fluchtverhalten des Steinwildes (*Capra ibex*) im Oberengadin, *Schweiz. Säugetierkundliche Mitteilungen*, 19 (2) : 164-171

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

- KUTZER (E.), 1978. - Auswirkungen der Sarcopoteräude auf Gams- und Steinwildpopulationen. In : ONDERSCHIEKA (K.) and GOSSOW (H.), Eds., *Proc. 3rd Int. Conf. on chamois*, Mayrhofen : 89-95
- LINZI (M.P.), 1978. - Analisi preliminare dell'ecologia della colonia di stambecchi (*Capra ibex* L., 1758) del Parco Nazionale del Gran Paradiso. M. Sc. thesis, University of Rome
- MARTINOT (J.P.), DELMAS (M.), RUFFIER (A.), RUFFIER-LANCHE (F.), 1984. - Contribution à la connaissance de la biogéographie et de l'écoéthologie du bouquetin en Vanoise. *Actes du VII^e colloque de Mammalogie* ; Grenoble.
- MAYR (E.), 1975. - Populations, species and evolution. Harvard University Press, 4th ed., 124 p.
- MENEGHI (D. de), 1984. - Principali parametri ecologici in territori sottoposti a vincoli naturalistici in Piemonte (Parco naturale dell'Argentera). M.Sc. thesis, Università di Torino.
- NIEVERGELT (B.), 1966. - Der Alpensteinbock (*Capra ibex* L.) in seinen Lebensraum : ein ökologischer Vergleich. Perey, Hamburg, 85 p.
- NIEVERGELT (B.), 1967. - Die Zusammensetzung der Gruppen beim Alpensteinbock. *Z. f. Säugetierkunde*, Bd. 32 (3) : 129-144
- NIEVERGELT (B.), 1968. - Die Steinbockkolonie am Piz Albris. In WIRTH, H. (Ed.), *Geschützte Natur*. Ziemens Verlag, Wittenberg-Lutherstadt : 155-158.
- NIEVERGELT (B.), 1977. - Chasse et tirs de réduction dans les colonies de bouquetins : quelques considérations d'ordre écologique et éthologique. *Diana*, 94 (9) : 277-282.
- NIEVERGELT (B.), 1981. - Ibexes in an African environment. Springer Verlag, Berlin, 189 p.
- PERACINO (V.), 1980. - Servizio sanitario del Parco Nazionale Gran Paradiso (relazione di servizio 1980). Techn. rapporto, Torino, 35 p.
- RATTI (P.), 1981. - Zur Hege des Steinwildes im Kanton Graubünden. *Z. Jagdwiss*, n°27 : 41-57
- SINCLAIR (A.), 1981. - Environmental carrying capacity and the evidence for overabundance. In : JEWELL (P.A.) and HOLT (S.) (Eds.), *Problems in management of locally abundant mammals*. Academic Press, New York, p. 247-257
- TOSI (G.), PERCO (F.), 1981. - Stambecco (*Capra ibex* Linnaeus 1758). Distribuzione e biologia di 22 specie di mammiferi in Italia. Consiglio Nazionale della Ricerca, Roma, p. 169-174
- WIERSEMA (G.J.), 1983a. - Ibex habitat analysis using Landsat imagery. *ITC Journal*, 2 : 139-147
- WIERSEMA (G.J.), 1983b. - Rapport technique final sur la réintroduction de ibex dans le Parc National des Ecrins. Gap : Parc nat. des Ecrins, 5 p.
- WIERSEMA (G.J.), 1983c. - L'Habitat saisonnier du bouquetin (*Capra ibex* L.) dans le Parc National de la Vanoise. *Trav. sci. Parc nation. Vanoise*, XIII : 211-222
- WOLF (F.J.), 1977. - Über die Wiedereinbürgerung von Steinwild in Tirol und Salzburg (Stand Ende 1976). Universität Innsbruck, 112 p.
- ZONNEVALD (I.S.), GILS (H.), THALEN (D.), 1979. - Aspects of the I.T.C. approach to vegetation survey. *Doc. Phytosoc.*, 4 : 1029-1063

(Reçu pour publication, décembre 1985)

TRADITIONS DE L'ARBORICULTURE FRUITIERE EN SAVOIE : POMMIERS, POIRIERS ET NOYERS AUX ALLUES.

par Brien MEILLEUR⁽¹⁾

(traduit de l'anglais par Michel DELMAS)⁽²⁾

Introduction	254
La culture traditionnelle des arbres fruitiers	254
Dictionnaire - les taxons populaires du verger alluétais	264
Bibliographie	274

Summary. - Apple, pear, and walnut arboriculture formed an integral though poorly known feature of traditional agriculture in the mountainous regions of Savoie in the initial decades of this century and certainly much earlier. The role of apple, pear, and walnut trees in the agro-pastoral economy, the various propagation and harvest periods and techniques, and the varieties themselves are described for the commune of Les Allues, canton of Bozel (Tarentaise).

Résumé. - L'arboriculture de la pomme, de la poire, et de la noix constituait une partie importante mais mal connue de l'agriculture traditionnelle de la haute montagne savoyarde dans les premières décennies de ce siècle et certainement bien avant. Le rôle du pommier, du poirier et du noyer dans l'économie agro-pastorale, les périodes et techniques de propagation et de récolte, et les variétés elles-mêmes sont présentés pour la commune des Allues, canton de Bozel (Tarentaise).

(1) Amy B. H. Greenwell Ethnobotanical Garden, Bishop Museum, P.O. Box 1053, Captain Cook, HAWAII 96704, U.S.A.

Extrait modifié du chapitre 6 de sa thèse : «Alluetain ethnecology and traditional economy: the procurement and production of plant resources in the Northern French Alps», Ph. D. dissertation (Anthropology), University of Washington (Seattle, WA), 1986. B. MEILLEUR a bénéficié d'un contrat de recherche signé entre le Parc national de la Vanoise et le FIVQ du Ministère de l'Environnement : «Les plantes cultivées traditionnellement en zone périphérique du Parc national de la Vanoise». Il remercie ces deux organismes. pour leur soutien. Il tient aussi à remercier ses collaborateurs sur le terrain : François BARRAL, Denise CHAPUIS, Eugène CHARDON, Francis CHEDAL-ANGLEY, Antoine COLLOMB, Ferdinand MARTIN, Eugène GORMIER, Henri MATTEX, Mme et Mr PIOPO, Jeanne RAFFORT

(2) Parc national de la Vanoise

INTRODUCTION

Des variétés domestiquées de pommiers, poiriers et noyers ont été cultivées, de façon extensive, aux Allues et dans les communes environnantes au début de ce siècle. En 1929, par exemple, les Allues comptaient 15 ha de «vergers, cultures arborescentes, pépinières» (DDA, SS 1929). L'arboriculture fruitière est ancienne dans les hautes communes de Tarentaise : les rapports locaux des XVIII^e et XIX^e siècles se réfèrent périodiquement à cette agriculture et, à plusieurs occasions, des variétés particulièrement méritantes comme les «pommes calvilles et reinettes» ont été citées (ADS, C863 ; VERNEILH, 1807 : 447 ; ADS, 1FS 594). Bien que l'arboriculture fruitière ait décliné dans les années récentes de façon drastique et que de nombreux arbres aient été abandonnés ou coupés, plusieurs variétés de pommiers et poiriers peuvent encore être trouvées aux Allues et ailleurs dans le canton de Bozel. En revanche, il n'y a pas de preuves que d'autres variétés, à fruits charnus ou secs, connues ailleurs dans la région, en particulier la cerise domestiquée ou la châtaigne douce, aient été cultivées aux Allues. Quant aux pruniers, ils étaient habituellement placés dans les jardins, près des maisons : nous verrons ainsi qu'ils ne font pas partie intégrante du «verger» alluétain⁽³⁾.

En dépit de l'importance de cette activité culturelle, peu de choses sont connues dans les Alpes Françaises du Nord au sujet de maints aspects de l'arboriculture fruitière (variétés, propagation, culture,...). Il en va de même en ce qui concerne l'aspect nutritionnel et pour l'ensemble des contributions économiques fournies par ce secteur de l'économie traditionnelle. Beaucoup de cultivars (de l'anglais «cultivated variety») recensés pendant ce travail n'avaient jamais été décrits pour la Savoie. Cette lacune descriptive, dans ce qui doit être considéré comme une branche à part entière et ancienne de l'agriculture de montagne des Alpes du Nord, est probablement due à la non-orientation traditionnelle de cette production vers le marché, ainsi qu'à la difficulté d'identifier les cultivars locaux et de déchiffrer leur synonymie régionale souvent complexe. Bien que les chiffres de production donnés pour la commune des Allues soient généralement bas (voir Tableaux IV à VIII), dans cette seule commune et dans la commune qui lui est traditionnellement reliée de Brides-les-Bains, au moins une douzaine de variétés de pommes, une demi-douzaine de variétés de poires et une variété de noix étaient cultivées au début de ce siècle.

LA CULTURE TRADITIONNELLE DES ARBRES FRUITIERS

EMPLACEMENT DES ARBRES. LE CONCEPT DE LO VERD^{3E(4)}

Les pommiers, poiriers et noyers, au contraire des pruniers, étaient ordinaire-

(3) Dans quelques publications antérieures, j'ai employé les formes alluétains/alluétaines au lieu d'alluétais/alluétaises employées ici. La première forme se rapproche plutôt du français, la deuxième plutôt du dialecte franco-provençal. Désormais, j'utiliserai la deuxième expression

(4) J'emploie ici l'alphabet phonétique international (API) pour la transcription phonétique du patois savoyard des Allues. Les articles définis sont *lo*, *lu* (masc. sing. et pl.) ; *la*, *le* (fém. sing. et pl.). Toutes les consonnes précédées de l'apostrophe sont accentuées.

ment cultivés en dehors des hameaux proprement dits aux Allues. Selon les habitants, ces trois espèces domestiquées, à l'inverse de certaines variétés de pruniers, ne pouvaient pas être cultivées au dessus de 1250 mètres environ et, en effet aucun pommier, poirier ou noyer n'a été découvert autour des hameaux à des altitudes plus élevées. Tous les hameaux en dessous de 1250 mètres étaient entourés par un bon nombre de pommiers et de poiriers ; les noyers étaient confinés – du moins en ce qui concerne la période couverte par notre étude – à une zone qui ne dépassait pas 1000 m d'altitude ou plus bas.

Bien que le terme *lo verd ʒe* («le verger») soit quelquefois utilisé pour nommer les emplacements où pommiers, poiriers et noyers étaient cultivés aux Allues (le terme *la nojare* «la noyeraie» a été rencontré comme un lieu-dit de la commune voisine de Brides-les-Bains), il n'était pas souvent employé en référence aux parcelles individuelles contenant des arbres fruitiers.

Pommiers, poiriers et noyers étaient plantés dans des propriétés privées, le long des sentiers principaux ou dans les prés à faucher, habituellement à moins de 100 m. des hameaux situés en dessous de 1250 m d'altitude. Même plantées d'arbres, de nombreuses parcelles de ce type étaient fauchées et il était commun de les dénommer individuellement *lo pra* («le pré»). Pour les alluétails les plus âgés aujourd'hui, *lo verd ʒe* représente souvent une concentration d'arbres fruitiers orientée intensivement vers un but de marché du fruit (image idéale pour les alluétails d'un verger «commercial»). Par contre, la plupart des familles alluétaises possédant des variétés de pommiers, poiriers et noyers, avaient généralement moins d'une douzaine d'arbres au total, et la production était d'abord orientée vers la consommation familiale interne. Un tel patrimoine était rarement groupé en une seule parcelle ; il était plutôt dispersé en plusieurs parcelles et emplacements autour du hameau. Une petite parcelle typique contenant une partie de cette propriété – c'est-à-dire trois à quatre arbres au moins - n'était pas appelée *˜ verd ʒe* («un verger»), pas tant à cause de son orientation non commerciale, mais parce que ces trois ou quatre arbres regroupés ensemble n'étaient pas assez «importants» pour «mériter» l'utilisation de ce terme. Cependant, il arrivait souvent que les pommiers et poiriers d'un hameau donné soient regroupés à plusieurs endroits autour de lui. De tels sites étaient généralement formés par de nombreuses petites parcelles contiguës appartenant à autant de propriétaires. Alors que peu de propriétés familiales individuelles d'arbres fruitiers étaient assez conséquentes pour mériter l'utilisation du terme *lo verd ʒe*, les parcelles contiguës de plusieurs familles, toutes plantées d'arbres fruitiers et considérées comme un tout, constituaient *˜ verd ʒe*. Le tableau I présente les taxons botaniques populaires associés aux vergers alluétails. Les cultivars de pommiers, poiriers et noyers sont décrits individuellement dans le dictionnaire ci-joint⁽⁵⁾.

PROPAGATION ET GESTION

Tous les pommiers, poiriers et noyers cultivés aux Allues et dans les parcelles situées sur Brides-les-Bains et appartenant à des alluétails étaient gérés sous la forme d'arbres «plein-vent» : les pommiers produisant vigoureusement jusqu'à 50

(5) Voir MEILLEUR (B.), 1984. - Une recherche ethnoécologique en Vanoise. *Travaux scientifiques du Parc national de la Vanoise*, t. XIV : 123-133 pour l'explication des termes et concepts associés aux taxons botaniques populaires.

ou 75 ans d'âge, les poiriers et noyers jusqu'à un âge plus avancé. Quelques-uns des poiriers les plus gros sont même crédités de plusieurs siècles. Bien qu'il soit établi que toutes les variétés de pommiers, poiriers et les noyers aient été greffés, les alluétais, même les plus âgés (car le greffage et la propagation des arbres étaient des activités masculines) ont expérimenté seulement le greffage des pommiers : tous les poiriers et noyers ont été greffés par des générations précédentes.

Les pommiers ont été propagés principalement par greffage en fente mais plusieurs arboriculteurs âgés connaissaient aussi la technique du greffage en couronne. Dans les premières années après ces opérations, les jeunes arbres étaient légèrement formés pour s'assurer que les branches partent vers le haut et vers l'extérieur depuis le point de greffage.

Le stock de porte-greffes était presque toujours fourni à partir du pommier sauvage (*lo krwaez ne / Malus sylvestris* Mill.) commun dans les forêts décidues (*lu vebje*) des Allues. Les jeunes arbres, de 1 à 2 centimètres de diamètre (appelés *lu b tse* / «les boucs») étaient transportés près de la maison et greffés ; le stock de porte-greffes pouvait également être produit en plantant le résidu de pommes sauvages râpées issu de la fabrication du cidre, puis en utilisant les pieds qui germaient. Pour s'assurer que les racines ne poussent pas trop profondément avant que les arbres greffés soient transportés dans le verger (habituellement après trois ans), certains plaçaient des lauzes sous le résidu des pommes râpées ou sous les arbres transplantés avant greffage. Cela assurait une croissance horizontale des racines pour au moins les toutes premières années et facilitait ainsi la transplantation. Il était commun de trouver plusieurs pommiers sauvages dans les vergers. Le fruit, petit mais juteux, était en effet un ingrédient important entrant dans la fabrication du cidre.

Les greffons étaient pris sur les variétés choisies pour être propagées, entre le milieu et la fin de l'hiver. On les coupait en général en février, pour les garder en terre humide au cellier puis les greffer en avril ou début mai quand les arbres commençaient à fleurir. D'autres collectaient leurs scions en avril ou mai, juste avant de greffer. On préférait le bois de 2^e année plutôt que celui d'un an. On disait que cela avançait la première année de floraison des nouveaux arbres de 1 à 2 ans. Une fois que les 2 ou 3 scions étaient placés dans les fentes (1 ou 2 fentes parallèles étaient faites suivant le diamètre des porte-greffes) ou dans les ouvertures créées pour le greffage en couronne (2 ou 3 ouvertures séparant l'écorce du cambium), la zone de greffage était couverte par de l'argile humide (*lo dzi*), ou de la boue, ou même avec une motte de terre et enveloppée avec de la corde de chanvre ou d'une autre matière. On préférait un temps nuageux pour ces opérations. La plupart des cultivateurs comptaient alors de sept à dix ans avant que les arbres ainsi greffés produisent leurs premiers fruits. La technique, aujourd'hui la plus courante du greffage «en écusson» n'était pas connue, ni les formes de greffage à l'anglaise.

Comme la plupart des arbres fruitiers et des noyers ont été plantés par des générations d'alluétais que nous n'avons pas connues, il est difficile de dire avec certitude si la taille était un trait important de la gestion du verger. Elle n'était probablement pas du tout pratiquée pour les pruniers, poiriers et noyers. Alors que les drageons et «les gourmands», le gui et la mousse étaient enlevés des pommiers par la plupart des gens au début du siècle, le degré d'attention porté par chaque famille semble, par la suite, avoir varié considérablement.

La plupart des gens ne pratiquaient pas de fertilisation directe des arbres fruitiers et des noyers ; par contre, les animaux domestiques qui pâturaient dans les vergers à l'automne ont dû contribuer indirectement à leur fertilisation. Les arbres fruitiers n'étaient traités traditionnellement avec aucun type d'insecticide.

LA RECOLTE

La majorité des variétés de fruits à pépins ou à noyaux – dont également les prunes et les pommes sauvages (*lu krəʒʒ*) – étaient cueillies en octobre durant une période de récolte appelée *la frita* («le fruit»), qui réunissait un grand nombre de personnes. Il était préférable de finir la cueillette des fruits début octobre avant d'entreprendre la vendange et la récolte des pommes de terre. De cette façon, les fruits des vergers étaient ramassés avant que les bovins ne soient descendus des alpages près des «montagnettes» pour pâturer autour des hameaux, habituellement fin octobre. On avait peur que les animaux s'étouffent en mangeant les poires ou les pommes qui étaient déjà tombées à terre. Si pour quelque raison (habituellement liée au temps) la cueillette des fruits était retardée, les bovins étaient gardés loin des vergers. Les plus beaux fruits des variétés de table étaient ramassés par les cueilleurs qui grimpaient aux arbres. Pour le reste, les branches étaient secouées et les fruits ramassés à terre. Les fruits étaient mis dans des sacs ou des caisses en bois, puis transportés aux hameaux sur des traîneaux.

La plupart des fruits cueillis en octobre étaient produits par les variétés à cidre et par des variétés de table aux fruits non encore arrivés à maturité. Cette production était employée directement à la fabrication du cidre. Cependant, les fruits les plus jolis étaient gardés à part, ce qui leur permettait de mûrir progressivement durant l'hiver pour la consommation «à la main». Peu de ces variétés mûrissaient en même temps ; la plupart achevaient leur maturation à intervalles décalés entre octobre et mai ou juin de l'année suivante (voir Tableaux II et III). Ces variétés à mûrissement tardif, combinées à celles à couteau plus douces, mûrissant tôt, et cueillies et consommées en août ou septembre, permettaient à une famille possédant une bonne diversité d'arbres fruitiers, de manger des fruits de table pendant environ 10 à 11 mois de l'année.

Il y avait donc une logique engendrant les configurations de la plupart des patrimoines familiaux d'arbres fruitiers : pour assurer une fourniture variée et continue de pommes et poires par différentes consommations, durant l'année – aussi bien que d'une année sur l'autre – une famille moyenne cherchait à posséder non seulement plusieurs variétés fonctionnellement distinctes, mais aussi des variétés à maturités précoce, moyenne et tardive.

Cependant, aucun des propriétaires alluétais d'arbres fruitiers ne possédait à lui seul toutes les deux douzaines de variétés qui ont été recensées dans la commune. Les variétés utilisées dans la fabrication de produits importants tels que le cidre (qui pouvait absorber facilement la production d'une saison entière), étaient cultivées par la plupart des familles. Bien que trouvées dans de nombreuses propriétés familiales, les variétés qui produisaient des fruits consommés seulement «à la main», ont été trouvées en nombre beaucoup plus faible.

LA PRODUCTION ET LA DISPOSITION DES PRODUITS ISSUS DE LA POMME, DE LA POIRE ET DE LA NOIX

Bien qu'elles soient difficilement interprétables, il existe cependant des don-

nées quantitatives relatives à la production et à la consommation des produits issus des fruits et des noix aux Allues et dans les communes avoisinantes.

La production de pommes, poires et noix a été irrégulièrement notée au cours des ans. En plus, entre les années 1750 (date des premiers chiffres de production disponibles) et les années 1950, les procédures de rapport ont été modifiées un bon nombre de fois en fonction des changements d'administrations politique et agricole. Alors que la production de noix a été notée plus régulièrement que celle des autres fruits, des différences dans les données gênent l'interprétation du rendement pour les deux groupes. Sur la plupart des années où des statistiques agricoles sont disponibles, les quantités de noix ont été décrites, mais, pour quelques années, c'est la production d'huile de noix qui est citée. Le problème est plus aigu pour les pommes et les poires. Certaines années, la production de «pommes» est notée, pour d'autres, c'est la production de «pommes à cidre», pour d'autres encore, la production de «pommes à cidre et poires», etc... (voir tableaux IV à VIII qui donnent quelques chiffres de production pour les pommes, poires et noix). En dépit de ces problèmes, un coup d'oeil à ces chiffres suggère que la production des fruits et des noix aux Allues a pu être d'une importance considérable. Le rapport agricole de 1929, qui estimait qu'il y avait 1500 «pommiers à cidre», 450 «autres pommiers» et 230 noyers sur la commune, conforte cette conclusion.

De façon évidente, une telle information suggère que l'arboriculture fruitière pourrait être considérée comme un secteur de production substantiel de l'économie traditionnelle alluétaise. Il est cependant difficile de connaître l'exacte disposition de cette production. Alors qu'il est présumé que la plupart de la production de pommes, poires, et noix ait été consommée de façon interne, par les familles alluétaises, une partie de celle-ci devait être vendue au marché de Moûtiers.

Les pommes, poires et noix étaient utilisées de plusieurs façons aux Allues. La distinction la plus commune – faite aujourd'hui pour pommes et poires – entre les fruits de table et les fruits à cidre, par exemple, exprime seulement de façon partielle la diversité des produits qui étaient localement consommés. Il est vrai que beaucoup de variétés de pommes et de poires étaient mangées «à la main» après avoir été conservées en cellier et plusieurs variétés étaient cultivées seulement pour ce type de consommation. Par exemple, les plus douces variétés de table, qui mûrissaient tôt en août ou début septembre, étaient très attendues pour être mangées fraîches. Néanmoins, une de ces variétés entrait dans la fabrication du «cidre doux» (*la sitra d.ɔθə*). Pour les autres variétés de pommes et poires, la plupart étaient à maturité demi-tardive ou tardive. Pendant la période de récolte d'octobre, ces variétés, pas encore mûres et à goût acide, étaient ainsi meilleures à cette époque de l'année pour la fabrication du cidre fermenté (*la sitra*) et à un moindre degré, pour la cuisine. Plus tard ces variétés se voyaient consommées à la main ou sur la table, préparées de plusieurs façons.

Alors que la plupart des familles alluétaises possédaient des vignes dans la commune voisine de Brides-les-Bains (et le vin était la boisson préférée), un grand nombre de personnes consommaient des quantités considérables de cidre durant l'année, surtout les familles qui avaient peu de vignes, ou de nombreux arbres fruitiers ou les deux à la fois. Une note descriptive, concernant tout le canton de Bozel, provenant de la «Statistique décennale» de 1862 (ADS, 27 M 11) nous donne une idée approximative de la consommation de cidre aux Allues et

dans les communes avoisinantes : «les petits propriétaires boivent du cidre pendant la moitié de l'année et environ 1/2 litre par jour».

Le cidre était quelquefois rajouté au marc de la grappe, à partir duquel deux vins avaient déjà été fabriqués : un premier vin ordinaire et un deuxième vin issu de la fermentation du marc. Ce mélange, auquel du sucre était ajouté, fermentait encore un peu. On obtenait ainsi une boisson légèrement alcoolisée, ayant à la fois le goût du cidre et du vin (cette boisson est décrite dans les pays suisses de langue française par FAES et al, 1924 : 43). Le marc de la pomme, appelée *la p'omada*, était distillé en novembre ou décembre en alcool (*la g'c ta d' la p'omada*). Le marc était aussi parfois placé autour de la base des arbres comme fertilisant ou «planté» dans un fossé peu profond afin de produire un stock de porte-greffes. Les familles possédant peu de vignes pouvaient distiller une combinaison de tous les marcs : raisin, pomme et poire, ainsi que le marc de prune séparément.

Il n'a pas été possible d'estimer les quantités relatives de pommes et poires consommées à la main, cuisinées, transformées en cidre, données parfois à manger aux bêtes (surtout au cochon) ou vendues. Plusieurs variétés de poires à maturité tardive étaient pelées et cuisinées, parfois cuites dans le vin rouge ou le cidre, ou cuites et servies comme dessert avec du sucre versé sur le dessus. Les plus jolis fruits de pommes et poires étaient consommés «à la main» pendant les mois d'hiver au fur et à mesure qu'ils mûrissaient, ou – cela dépendait des circonstances personnelles de chaque famille – , vendus sur le marché local. Bien qu'il soit probable qu'une partie des fruits les plus beaux et les plus recherchés aient été vendus à Moûtiers, au moins à partir du milieu du XVIII^e siècle (voir ADS, C863 : Moûtiers, 1755), toutes autres preuves montrent à l'évidence que la plupart des fruits étaient consommés à l'intérieur des familles.

Pour beaucoup de familles des hameaux les plus bas, les noix (*le nwe*) étaient la principale source d'huile. Le résidu de presse de l'huile (*la tr'ja d' lo nwe*) était conservé et donné aux animaux domestiques. Quelques personnes ont dit qu'ils en mangeaient un peu de temps en temps. Durant les cent dernières années environ, et spécialement juste avant et pendant les deux guerres mondiales, la vente des noyers sur pied (*lu noje*) augmenta de façon dramatique (apparemment du fait de la demande pour la fabrication des crosses de fusils). Ainsi, très peu d'arbres peuvent être trouvés dans la commune aujourd'hui.

CONCLUSION

Bien que bref, cet aperçu sur la culture traditionnelle des arbres fruitiers a abordé l'un des secteurs les moins étudiés de l'économie traditionnelle de la haute montagne savoyarde (voir par exemple, COLLOMB et RAULIN 1979 : 134). Sans doute la complexité et l'importance de l'arboriculture fruitière pour les familles alluétaises dépassent cette description. Les patrimoines familiaux d'arbres fruitiers étaient divers et fournissaient aux familles une production variée importante tout le long de l'année. Cependant, peu de données quantitatives sont disponibles pour démontrer concrètement en quoi la contribution de variétés fruitières pouvait satisfaire les besoins nutritionnels de base. De plus, on ne comprend pas en particulier comment les résidents des hameaux situés au dessus de 1250 m environ réagissaient à, ou compensaient l'impossibilité de cultiver des pommes, poires et noix à des altitudes plus élevées.

TABLEAU I. - Les taxons botaniques populaires de *lo verdz̥e* aux Allues

- Luz arbrə frytʃe* / les arbres fruitiers
La bl̥k̥etə / *Pyrus communis* L. / une variété de «Poire blanquette» (présumée)
L elo / *Malus domestica* Borkh. / «l'Eylau»
D'əba / les plantes herbacées
L' əba epja / les graminées
Lo fr̥ā rəʒp / *M. domestica* Borkh. / «la Pomme franc-roseau» (présumée)
La gr̥āt alə ks̥ādr / *M. domestica* Borkh. / Grand Alexandre
La kalvin / *M. domestica* Borkh. / une variété rouge de Calleville (présumée)
Lo krwaez η e / *Malus sylvestris* Mill. / «la Pomme sauvage»
La m̥sa / la mousse
Lo noje / *Juglans regia* L. / le noyer
La pikardə / *M. domestica* Borkh. / ?
La p̥ma, lo p̥mje / *Malus* spp. / la pomme, le pommier
La p̥ma d' ad̥ā / *M. domestica* Borkh. / «la Pomme d'Adam» (présumée)
La p̥ma bl̥āts / *M. domestica* Borkh. / «Transparente jaune» (présumée)
La p̥ma grizə / *M. domestica* Borkh. / «la Pomme grise»
La p̥ma mal / *M. domestica* Borkh. / «la Pomme mâle» ou «Galantine»
La p̥ma rava / *M. domestica* Borkh. / ?
Lo pri, lo p̥rfe / *Pyrus communis* L. (+ *Cydonia oblonga* Mill.)
 Paires (+ Coing)
Lo pri a dwezy / *P. communis* L. / «la Poire à deux yeux»
Lo pri a livrə / *P. communis* L. / «la Poire à livre» (présumée)
Lo pri mart̥ēt / *P. communis* L. / «la Poire de martin-sec»
Lo pri rom̥ā / *P. communis* L. / «la Poire romaine» (présumée)
Lo pri v̥erde / *P. communis* L. / ?
La ren̥tə / *Malus domestica* Borkh. / «la Reinette du Canada»
Lo v̥erd̥ / *Viscum album* L. / le gui.

CULTURE DU POMMIER AUX ALLUES

TABLEAU II. - Les cultivars de pommiers alluétails, époques de cueillette et mûrissement, périodes de consommation.

	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fev.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.
La pomme blanche	/—/	(cueillie fin août début septembre, consommée à la main ou en cidre "doux", pouvait durer 15 jours)										
La grand alexandre	/—	(cueillie en octobre, le plus souvent transformée en cidre mais aussi consommée à la main durant un mois)										
La pomme rave	/—	(cueillie en octobre, utilisée principalement pour le cidre, mais les plus beaux fruits étaient dégustés à la main jusqu'en décembre/janvier)										
La pomme d'adan	/—	(cueillie en octobre, le plus souvent transformée en cidre, mais consommée également à la main durant un mois)										
La picarde	/—	(cueillie en octobre, transformée principalement en cidre mais les plus beaux fruits étaient dégustés à la main en décembre et janvier)										
L'eylau	/—	(cueillie en octobre, mangée à la main jusqu'à fin janvier)										
La pomme grise	/—	(cueillie en octobre transformée en cidre puis consommée à la main de janvier à mars)										
Le franc-roseau	/—	(cueillie en octobre, le plus souvent consommée à la main jusqu'en avril)										
La calleville	/—	(cueillie en octobre, consommée à la main de décembre à avril)										
La reinette	/—	(cueillie en octobre transformée en cidre, consommée à la main de janvier à juin)										
La pomme mâle	/—	(cueillie fin octobre le plus souvent pour le cidre, pouvait être mangée à la main de mars à fin juin)										

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

TABLEAU III. - Les cultivars de poiriers alluétais, époques de cueillette et mûrissement, périodes de consommation.

	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fev.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.
La poire blanquette	/—/											
	(mûre et cueillie vers mi-août, consommée durant deux semaines environ à la main)											
La poire à deux yeux	/—/											
	(mûre et cueillie fin août/début septembre, consommée à la main durant un mois)											
La poire romaine	/—/											
	(mûre et cueillie fin septembre, consommée à la main jusqu'à la 2ème ou 3ème semaine d'octobre)											
La poire martin-sec				/—/								
	(cueillie fin novembre, mûre en janvier, consommée jusqu'en mars)											
La poire à livre				/—/								
	(cueillie en novembre, commence à mûrir en janvier, mangée le plus souvent cuisinée jusqu'en avril ou mai)											
La poire verte				/—/								
	(cueillie la dernière, fin novembre/début décembre, souvent après les premières bonnes gelées ; durait un mois seulement, consommée cuisinée)											

TABLEAU IV. - Production de «pommes».

1818	0 quintaux	1823	118 quintaux
1819	0 quintaux	1824	79 quintaux
1820	5 quintaux	1825	39 quintaux
1821	0 quintaux	1828	20 quintaux
1822	0 quintaux	1829	4 quintaux

Données provenant de ADS, 1FS594, 5FS312, 5FS313, 5FS314, 5FS315, 5FS316, 5FS317, 5FS324. Les quantités originales étaient en «bichets du pays». Le bichet de Moutiers est égal à 0,1543 hl (RAYMOND, 1838).

L'hectolitre, une mesure de volume, a été converti en quintal, une mesure de poids, par la formule 1 hl de pommes = approx. 0,85 quintal (WATT et MERRILL, 1963, Composition of Foods, USDA Agricultural Handbook n° 8).

CULTURE DU POMMIER AUX ALLUES

TABLEAU V. - Production de «pommes à cidre».

1888 216 quintaux 1894 12 quintaux 1900 1500 quintaux

Données provenant de ADS, 27M20, 27M28, 27M36. Les quantités originales étaient en quintaux.

TABLEAU VI. - Production de «poires».

1818	0 quintaux	1823	26 quintaux
1819	0 quintaux	1824	20 quintaux
1820	0 quintaux	1825	26 quintaux
1821	0 quintaux	1828	28 quintaux
1822	0 quintaux	1829	6 quintaux

Les données proviennent de ADS, 1FS594, 5FS312, 5FS313, 5FS314, 5FS315, 5FS316, 5FS317, 5FS324. Les quantités originales étaient en «bichets du pays». Le bichet de Moûtiers est égal à 0,1543 hl (RAYMOND, 1838).

L'hectolitre a été converti en quintal par la formule 1 hl de poires = approx. 0,83 quintal (WATT et MERRILL, 1963).

TABLEAU VII. - Production de «pommes à cidre et poires».

1905	200 quintaux	1920	50 quintaux
1910	100 quintaux	1935	10 quintaux
1915	7 quintaux		

Les données proviennent de ADS, 27M45, 27M54, 27M63, 27M72, 27M90. Les quantités originales étaient en quintaux.

TABLEAU VIII. - Production de «noix».

1756	5 quintaux	1894	5 quintaux
1820	3 quintaux	1900	100 quintaux
1821	0 quintaux	1905	5 quintaux
1822	18 quintaux	1910	0 quintaux
1823	81 quintaux	1915	5 quintaux
1824	81 quintaux	1920	0 quintaux
1825	23 quintaux	1925	49 quintaux
1828	27 quintaux	1929	4 quintaux
1829	0 quintaux	1935	4 quintaux
1888	80 quintaux		

Les données proviennent de ADS, 5FS312, 5FS313, 1FS594, 5FS315, 5FS316, 5FS317, 5FS324, 27M20, 27M28, 27M36, 27M45, 27M54, 27M63, 27M72, 27M78, DDA SS 1929, 27M90. Toutes les quantités originales antérieures à 1888, excepté celle de 1822 (en décalitres), étaient en «bichets du pays». Celles postérieures à 1888 étaient en quintaux. Le bichet de Moûtiers est égal à 0,1543 hl (RAYMOND, 1838).

L'hectolitre a été converti en quintal par la formule 1 hl de noix sèches donne approx. 0,35 quintal (GUICHERD, 1930 : 176).

DICTIONNAIRE

LES TAXONS POPULAIRES DU VERGER ALLUETAIS

Ce lexique présente les taxons botaniques populaires d'arbres fruitiers communément associés aux vergers aux Allues, y compris les pruniers associés aux jardins.

La détermination des variétés de pomme et poire au niveau du cultivar, – la plupart d'entre elles non reconnues dans le «Catalogue Officiel des Espèces et Variétés, Tome 3 Arbres fruitiers» (Document GEVES-INRA) – a présenté des difficultés considérables. Cependant, dans tous les cas, nous avons tenté d'établir une équivalence entre un spécimen sur le terrain et une variété domestiquée décrite dans une pomologie publiée, les meilleures de celles-ci datant du XIX^e siècle. Cela n'a pu être fait dans plusieurs cas, l'équivalence est alors présumée mais non prouvée.

* *luz arbrə frytʃe* /*Malus spp., Pyrus communis* L., *Prunus domestica* L.
les arbres fruitiers (Pommier, poirier, prunier)

Le pommier (*lo pɔmʃe* /*Malus domestica* Borkh.) et le poirier (*lo pɛʃe* /*Pyrus communis* L.) domestiqués représentaient la végétation dominante des vergers. Les variétés cultivées de ces deux espèces et celles du prunier (*lo prɔmʃe* /*Prunus domestica* L.), plantées dans/ou près des jardins, étaient regroupées par le taxon populaire d'ordre supérieur : *luz arbrə frytʃe*. Ce terme est parfois étendu au cognassier, pêcher et abricotier, connus pour avoir été cultivés sur la commune de Brides-les-Bains, et occasionnellement au pommier sauvage (*lo krwæzɛŋ* e /*Malus sylvestris* Mill.)

* *la blǎ'kətə* /*Pyrus communis* L.

une variété de «poire blanquette» (présumée)

De nombreux poiriers de «la blanquette» étaient présents aux Allues et dans les communes avoisinantes au début du siècle. Cette variété produisait une poire jaune, petite, douce mais parfumée, mûrissant très tôt, d'ordinaire en août. Le fruit ne pouvait pas être conservé très longtemps et était consommé «à la main» dans un intervalle d'une semaine à 10 jours. Elle était spécialement appréciée pour sa précocité, son parfum doux et savoureux et sa capacité à rester consommable plusieurs jours après maturité (c'est-à-dire avant de devenir blette). Comme les pommiers à «pommes blanches» (*la pɔma blǎts*, *infra*), les poiriers à «blanquette» étaient toujours maraudés par les enfants. Les arbres étaient connus pour produire régulièrement chaque année mais rarement en grandes quantités. L'arbre croissait jusqu'à 10 mètres de haut environ.

Il est probable que la variété de «la blanquette» cultivée aux Allues et dans le Canton de Bozel corresponde à un des quatre *cultivars* de «Poire blanquette» décrits par LEROY (1867 : 443-448).

* *l'elo* /*Malus domestica* Borkh. L'«Eylau»

L'«Eylau» était l'une des variétés les plus connues, la meilleure et la plus largement cultivée en Tarentaise au début du siècle (réputée pour avoir été apportée

de la région d'Eylau, actuellement en U.R.S.S. occidentale, par un soldat de Napoléon ; Société Pomologique de France 1947 : 238). Dans quelques régions de la Savoie, elle était produite à des fins commerciales et eut un remarquable succès sur le marché. Dans son évaluation pomologique du département, en 1930, GRISARD (1931:110) nota que la seule région de la Combe de Savoie, entre Albertville et Grésy-sur-Isère (immédiatement à l'entrée de la Tarentaise), exportait annuellement 20 wagons de cette variété par chemin de fer. Cette région apparaît avoir été la région où la part en «Eylau» de la production commerciale de pommes atteignit sa plus grande proportion en Savoie (20 % en 1944 ; VEYRET-VERNER, 1944). Pour tout le département, l'«Eylau» était estimée représenter 10 % de la production commerciale totale en pomme en 1958 (Min. de l'Agriculture, 1961:24).

Dans les communes de montagne du Canton de Bozel, dont les Allues, la production de pomme était, principalement, non commerciale. Cependant des petites quantités d'«Eylau» furent vendues sur le marché de Moûtiers au début du siècle. Le fruit, doux, rouge-violet profond, strié, parfois allongé, était consommé «à la main» entre octobre, à la cueillette, et janvier, bien que quelquefois, il ait pu être conservé plus longtemps. Aux Allues, de nombreux arbres peuvent encore être trouvés. Il est intéressant de noter que cette variété, qui a eu tant de succès en Tarentaise, n'a pas été recensée ou citée en Suisse Romande, ni par FAES *et al.* dans les années 1920, ou plus récemment par MONICO (1980).

* *lo frã rəʒo* /*Malus domestica* Borkh. «la pomme franc-roseau» (présumée)

La «pomme franc-roseau» a été décrite par LEROY (1873 : 313), qui la considérait comme une pomme de première qualité. La même pomme, ou une variété rapportée sous le même nom, était cultivée en Suisse romande en 1928, spécialement dans le canton de montagne du Valais (FAES *et al.* 1928 : 550). Après avoir trouvé le «franc-roseau» cultivé dans plusieurs régions de la Savoie, dont la Tarentaise, et avoir apprécié «la beauté du fruit et la qualité de sa chair à la saveur subtile», GRISARD (1931 : 110) recommanda que sa production soit augmentée dans le département. Cependant, GRISARD reconnut deux formes : un «grand franc-roseau» et un «petit franc-roseau» et il conseilla que le «petit franc-roseau» soit retenu, car le «grand» était «privé des qualités mentionnées...»

Ces observations de GRISARD ont été d'une aide précieuse pour classer ce qui est devenu une situation agronomique et nomenclaturale complexe dans le Canton de Bozel. Deux types de «franc-roseau» étaient cultivés à au début du siècle, mais dans plusieurs cas, le même terme dialectal - *lo frã rəʒo* - a été utilisé pour se référer aux deux. Cependant au moins trois arboriculteurs locaux ont fait une certaine distinction de nomenclature entre les deux, en privilégiant habituellement la forme la plus petite (*lo frã frã rəʒo* le «petit franc-roseau», ou encore *lo mje rəʒo* = «la pomme miel-rouge», qui nous paraît être un synonyme).

Les deux formes sont similaires en apparence. Elles produisent des fruits de grosseur moyenne, aplatis horizontalement, rouge profond, striés verticalement. Cependant le fruit du «grand franc-roseau» est quelque peu plus gros, rouge plus clair, à maturité plus précoce et d'une conservation moins bonne, avec un arbre connu pour être plus productif. Le «petit franc-roseau» est plus petit, rouge plus profond, à maturité plus tardive et à conservation plus longue, avec un arbre connu pour être moins productif. Aux Allues, aucune de ces formes n'a été trou-

vée dans les années 1980, alors que plusieurs cultivateurs âgés soutenaient que *lo frã rəʒo* et *lo rəʒo* avaient été cultivés durant leur jeunesse. Des descriptions verbales du fruit correspondaient plutôt avec le «grand franc-roseau». Les deux formes ont été trouvées dans les communes avoisinantes durant la période de travail. Toutes les deux étaient considérées comme d'excellentes variétés de table, bien que la plus petite ait été plus appréciée du fait de sa conservation jusqu'en avril (il s'agit peut-être de la forme décrite par FAES *et al.*, alors que la grande forme, à maturité plus précoce, est peut être celle décrite par LEROY).

* *la grãt aləksãdr* /*Malus domestica* Borkh. Grand Alexandre

La «Grand Alexandre», une grosse pomme jaune-vert avec une joue rouge assez grande mais de taille variable, était cultivée aux Allues et dans les communes avoisinantes en petite quantité. Elle n'était pas considérée comme une bonne variété de table et bien que produisant un jus abondant, sa valeur pour le cidre était diminuée par le fait que son fruit pourrissait souvent sur l'arbre avant la cueillette (ce défaut a été également noté par FAES *et al.* 1928 : 55 et par BEACH 1905 (2) : 4). La «Grand Alexandre» ou «Alexandre» était néanmoins recommandée par GRISARD (1931 : 110) au congrès de la Société Pomologique de France, à Chambéry en 1930, comme une addition valable aux vergers savoyards, spécialement dans les sols humides. La variété est bien décrite par LEROY (1873 : 333-334).

A au moins deux occasions, on m'a montré ce que je pensais être la «Grand Alexandre» par des propriétaires qui, bien que très connaisseurs en arboriculture fruitière, ne savaient pas le nom plus commun de cette variété. Une personne l'appelait simplement *la poma rədz* «la pomme rouge» (voir Soc. Pom. de France, 1947 (1): 394 pour une observation similaire).

* *la kalvin, la kal'vila* /*Malus domestica* Borkh.

une variété de Calleville rouge (présumée).

De nombreuses variétés de pommes «callevilles» blanches et rouges ont été décrites dans les traités pomologiques français (voir en particulier LEROY (1873 : 166+ ; Soc. Pom. de France 1927 : 382). Une variété présumée de Calleville rouge, appelée simplement *la kalvin* ou *la kal'vila*, a été trouvée dans plusieurs communes du Canton de Bozel, dont les Allues. Le fruit, très allongé, de taille moyenne, violet rouge sombre, est connu comme très parfumé, d'arôme excellent, peu juteux et d'une bonne conservation. Sa chair blanche était veinée - quelquefois de façon importante - de rouge et, quand il était complètement mûr, on pouvait entendre les graines remuer dans les locules quand on secouait le fruit. Au Villard-des-Allues, le fruit était cueilli durant la période de récolte d'octobre et était mangé «à la main» durant l'hiver, quelquefois jusqu'au printemps. Cette variété était considérée par bon nombre d'arboriculteurs comme la pomme la plus fine en qualité dans la région. Il s'agit probablement de la variété de «Calleville», hautement estimée, qui fut pour la première fois mentionnée en Tarentaise en 1755 (ADS, C 863), puis à nouveau en 1807 (VERNEILH, 1807 : 447) et en 1821 (ADS, 1 FS 594).

* *lo krwaz η e* /*Malus sylvestris* Mill. le pommier sauvage

Le pommier sauvage est un élément assez commun de la forêt décidue dans la partie basse de la Commune des Allues. De petits spécimens sauvages (*lu*

bətse («les boucs») étaient transplantés au verger où ils servaient de stock de porte-greffe pour les variétés améliorées. Comme le jus de la pomme sauvage servait comme ingrédient de base du cidre aux Allues (cela ajoutait l'acidité nécessaire pour un goût équilibré et une bonne conservation), des arbres non-greffés étaient parfois transplantés près des hameaux. Le jus bouilli était utilisé aussi pour laver et désinfecter les tonneaux de vin. La pomme sauvage était un aliment d'hiver dans quelques maisons. Les fruits sauvages étaient cueillis à la fin de l'automne, stockés et quand on voulait en manger, on les laissait à l'extérieur pour les faire geler. On disait que cela diminuait le goût acide du fruit.

* *lo noje* /*Juglans regia* L. le noyer

En 1930, PRALLET commençait un court traité sur la culture du noyer en Savoie en affirmant: «il paraît avoir été toujours très répandu autour des villages et en bordure des routes et des chemins ruraux.» (GUICHERD 1930 : 167). Il découvrit que les noyers étaient cultivés jusqu'à des altitudes bien supérieures à 1000 m, et même jusqu'à 1350 m sur la commune de Bozel. En 1929, 230 arbres furent recensés sur la commune des Allues (DDA, SS 1929).

Les noyers étaient cultivés aux Allues, pour la plupart, le long de la route et des sentiers principaux conduisant, ou partant du Chef-Lieu ou du hameau de Villard-des-Allues, et ceci en général au-dessous de 1200 m. Bien qu'aucune énumération systématique n'ait été faite, il est apparu que la plupart des arbres appartenaient aux habitants des hameaux les plus bas (les familles habitant plus haut possédaient peu d'arbres ou même pas du tout). Comme partout, l'huile était le premier produit dérivé des noyers (pour les salades ou pour la friture...); le «tourteau» (*la trəja də nwe*), restant après avoir pressé les noix cassées, était gardé et donné en tant qu'aliment aux animaux domestiques, notamment aux veaux. Les noix (*le nwe*) étaient ramassées au sol en octobre puis gardées dans des sacs pour sécher jusqu'en décembre. Ecaler les noix étaient la tâche de nombreux membres de la famille lors des premières soirées d'hiver passées auprès des animaux à l'étable. Les coquilles étaient cassées avec un marteau sur un morceau de bois ou une lauze. Les noix étaient mangées crues, ou stockées pour être plus tard apportées à Bozel ou Aigueblanche où elles pouvaient être chauffées et pressées en huile. Bien que les statistiques de production soient fragmentaires et puissent être variablement interprétées (noix avec ou sans coquilles, séchées ou non, voir le tableau VIII), la production fut quelquefois significative. Plusieurs alluétais âgés ont décrit la vente et l'abattage des noyers dans la première moitié du siècle. On m'a affirmé que la demande - en temps de guerre - pour les crosses de fusil, stimula ce marché.

Presque rien n'a pu être appris au sujet des variétés utilisées ou sur les techniques traditionnelles de propagation. Quelques personnes pensaient que les arbres avaient été greffés, d'autres non. CADORET (1918 : 242,293) cite quatre variétés cultivées en Savoie et plusieurs autres étaient, semble-t-il, aptes à des conditions locales de culture. PRALLET (1930 : 146) cite cinq variétés connues au niveau national et trois variétés «locales» qu'il avait apparemment trouvées en culture dans le département. Cependant, aucun nom populaire de variété n'a pu être recensé aux Allues ou sur les communes avoisinantes.

* *la pikardə* / *Malus domestica* Borkh. ?

La pikardə, connue aussi aux Allues comme *la pɔma də Vilarlyrẽ* («la pomme de Villarlurin») : commune voisine à l'Ouest), ou *la mʒta ɲard* («la montagnarde»), est la plus énigmatique variété de pomme des Allues. Alors que nous avons pu établir que ce fut une variété importante aux Allues et dans les villages voisins de Saint-Laurent-de-la-Côte et Villarlurin, à l'Ouest, j'ai été incapable de l'associer à un *cultivar* précédemment décrit dans la littérature pomologique. Facilement identifiable à son pédoncule renflé, c'était une variété très fertile mais de goût assez pauvre, aux fruits mi-rouges mi-verts, produisant une grande quantité de jus. Pour beaucoup de familles alluétaises, la «picarde» était la pomme à cidre la plus importante et de nombreuses familles possédaient plusieurs arbres. Les fruits les plus beaux pouvaient être gardés et mangés «à la main» jusqu'en janvier, ou préparés en beignets. Le fruit était considéré à son mieux, pour la consommation de table, en décembre.

Il est possible que la «picarde» soit un hybride local entre *la pɔma 'rava* (peut-être la «Jacques Lebel», voir *infra*) et *la pɔma mal* (la «pomme mâle», voir *infra*).

* *la 'pɔma, lo pɔmje* / *Malus domestica* Borkh.

mais aussi parfois *Malus spp.* la pomme, le pommier.

Le terme *la pɔma*, bien que usuellement pris pour décrire le fruit du pommier, a aussi été, quelquefois employé de façon taxinomique. Alors même que les alluétais préféraient toujours utiliser des noms «propres» pour leurs taxons populaires, beaucoup trouvaient confortable d'utiliser *la pɔma* ou *lo pɔmje* («le pommier») comme un taxon sous lequel étaient rassemblées toutes les variétés domestiquées de pomme. En général, ce taxon était perçu par la plupart des gens comme étant en contraste direct avec *lo krwæz ɲe* («pommier sauvage», *supra*). Cependant, *lo krwæz ɲe* était aussi vu comme une variété de *la 'pɔma*, utilisant alors le terme de manière polysémique pour former une catégorie supérieure incluant à la fois les espèces sauvage et domestique.

L'évidence suggère que le pommier sauvage *M. sylvestris* Mill. s'est diffusé très tôt en Europe de l'Ouest depuis son épiceutre génétique en Asie de l'Est (ZEVEN et ZHUKOVSKY 1975 : 140). Des restes de fruit ont été largement trouvés dans les sites lacustres des Alpes du Nord. HEER (1878) et GUINIER (1908) trouvèrent des pommes coupées en deux, apparemment pour faciliter le séchage et la conservation pour la consommation en hiver. Occasionnellement, une sorte de bouillie a été découverte, interprétée comme reste d'une production de cidre (RENFREW 1973 : 138). Deux positions existent dans la littérature paléoethnobotanique concernant la domestication préhistorique de la pomme en Europe de l'Ouest. HEER, par exemple, affirme avoir trouvé des pommes domestiquées à l'Age du Bronze, sur le site de Robenhausen ; cette hypothèse a été soutenue par d'autres auteurs (DE CANDOLLE, 1863 : 188, par exemple). HELBAEK (1952 : 112) et plus récemment VILLARET VON ROCHOW (1969 : 201) ont contesté cette affirmation. Ce dernier auteur a montré que, bien que la taille moyenne des pommes de Robenhausen soit supérieure à celle de la pomme sauvage, les tailles mesurées se situaient cependant à l'intérieur des intervalles de variation des pommes sauvages poussant dans la Suisse contemporaine. L'utilisation des pommes était, sans conteste, importante pour les peuples installés au bord des lacs, mais leur domestication durant la période pré-

historique demeure incertaine. Cinq cent ans plus tard, pendant la période romaine, CATON (II^{ème} siècle environ avant JC), in *De Agricultura*, signala plusieurs variétés cultivées de pomme. Deux cent ans plus tard (77 après JC), PLINIE L'ANCIEN nommait 22 formes (WATKINS 1976 : 248). Environ une douzaine de variétés furent traditionnellement cultivées aux Allues sur les 30 variétés connues pour avoir été cultivées autour du Massif de la Vanoise dans les années 1980 (MEILLEUR B.- Manuscrit inédit, chez l'auteur) ; l'origine de la plupart de ces variétés demeure inconnue.

* *la pɔma d'adã/Malus domestica* Borkh. «la Pomme d'Adam» ?

Un seul arbre de «pomme d'Adam» (*la pɔma d'adã*) a été trouvé aux Allues dans les années 1980. Quelques spécimens de cette variété rouge et jaune, apparemment peu cultivée, ont été découverts dans les communes avoisinantes, au Nord et à l'Est. La «pomme d'Adam» était récoltée en octobre et entrainait principalement dans la fabrication du cidre, bien qu'elle ait été également consommée à la main en novembre. Une bonne description du cultivar connu sous ce nom n'a pu être trouvée dans la littérature pomologique. LEROY (1873 : 51), par exemple, avait entendu le nom mais n'avait pas pu en localiser un exemplaire pour la décrire (mais voir sa «pomme-figue d'hiver», 1873 : 304). Il suggéra que le terme était utilisé pour représenter plusieurs variétés différentes d'origines diverses. La «pomme d'Adam» est connue pour avoir été cultivée pendant ce siècle dans le département des Hautes-Alpes (Soc. Pom. de France 1947 (2) : 211). FAES *et al* (1924 : 40) trouvèrent une variété connue sous ce nom dans le district de Nyon (canton de Vaud), en Suisse au début du siècle, où elle était utilisée pour le cidre.

* *la pɔma blãts /Malus domestica* Borkh.

une variété de transparente jaune (présumée)

Un cultivar de pommier à maturité précoce, hautement fertile et n'alternant pas, aux fruits jaune-crème, était cultivé en petit nombre dans le Canton de Bozel y compris les Allues. Plusieurs arbres peuvent encore être trouvés. Le fruit ne pouvait pas être conservé plus de deux ou trois jours après sa récolte. Ce pourrissement rapide conduisait chaque famille à ne posséder généralement qu'un arbre. La variété était connue aussi bien comme *la pɔma blãts* («la pomme blanche») ainsi que *la pɔma 'dɔsa* («la pomme douce») ou encore, comme elle pourrissait et était rapidement consommée en août, *la pɔma di m'ɛdu* («la pomme du mois d'août»). Sa précocité était très appréciée. Au mois d'août et au début de septembre, même les variétés de la saison précédente mûrissant le plus tard n'étaient plus utilisables. Pendant les derniers mois où ces variétés à maturité tardive étaient consommées (mai-juin), elles avaient déjà perdu la plupart de leur fermeté et de leur jus. L'attraction des «pommes blanches», fraîches, sucrées et juteuses au mois d'août conduisait des groupes de jeunes à des parties de «maraude». Les fruits échappant à ce genre de visite étaient consommés frais ou en cidre «doux» (pressé en petite quantité et consommé en trois ou quatre jours).

Il est probable que ce cultivar soit membre du groupe de la «transparente», pommes blanc-crème précoces (peut être la «transparente blanche» ou «transparente jaune», décrite par LEROY 1873 : 846). Voir aussi la «transparente

jaune» décrite par BEACH (1905(2) : 247) ; des spécimens de cette dernière variété ont été régulièrement découverts dans les communautés de montagne de Suisse Romande (FAES *et al.* 1928 : 566 ; MONICO 1980 : 286).

* ***la poma grise / Malus domestica Borkh.*** «la pomme grise»

La «pomme grise» de BEACH (1905(1) : 264), la «pomme reinette grise» de LEROY (1873 : 684) et *la poma grise* des Allues et du Canton de Bozel semblent être soit la même variété, soit des variétés très proches. Dans la plupart des descriptions, la taille du fruit est connue pour varier considérablement : les arbres trouvés aux Allues produisent généralement un fruit petit, légèrement aplati, doré-gris, vert jaunâtre, à peau rugueuse (peut-être la Reinette grise Haute Bonté de GRISARD (1931 : 110), mais voir aussi FAES *et al.* 1928 : 551). La variété était modérément représentée dans le Canton de Bozel ; plusieurs arbres ont été trouvés aux Allues dans les années 1980 (la forme plus grande de «Reinette grise» décrite couramment dans la littérature pomologique sous le nom de «Reinette grise du Canada» sera commentée sous le terme *re'n'etə, infra*).

La poma grise était considérée comme un fruit de table de haute qualité, à chair ferme et sèche. Elle était également appréciée en compote. Le fruit était récolté en octobre, mûrissait en janvier et était consommé jusqu'en avril ou mai.

* ***la poma mal / Malus domestica Borkh.*** «la pomme male ou «galantine».

Ce cultivar hautement fertile, à maturité très tardive, et connu sous le nom de *la poma mal* («la pomme male») était intensivement cultivé au début du siècle en Tarentaise, dans le canton de Bozel et dans la commune des Allues. Cette variété produisait un fruit moyen, verdâtre, avec une joue rouge. Elle est apparemment peu connue hors de Savoie, bien qu'elle ait joui d'un succès considérable dans le département comme fruit de commerce dans la première moitié du siècle. Aucune description du fruit n'a pu être trouvée sous ces noms dans les références pomologiques de la fin du XIX^e siècle et du début du XX^e. Les noms de «Pomme male» ou de «Galantine» n'ont pu être trouvés, comme citations, jusqu'au début des années 1930 (GUICHERD 1930 : 166 ; GRISARD 1931 : 110). Vers le milieu des années 1950, cette variété représentait approximativement 5 % de la production commerciale de pomme en Savoie (Min. de l'Agriculture, 1961 : 24). Elle est brièvement décrite dans le *Verger Français* (Soc. Pom. de France 1947 (2) : 280).

Cueillie à la fin de la période de récolte des fruits, la «pomme male» était utilisée par des familles alluétaises pour augmenter la quantité et l'acidité du cidre nécessaire à sa réussite (voir FAES *et al.* 1924 : 44 sur l'importance des constituants majeurs - sucre, acide, tanin - dans la fabrication du cidre). Les beaux fruits étaient consommés «à la main» depuis mars jusqu'en juin de l'année suivante.

* ***la poma 'rava / Malus domestica Borkh. ?***

Connue aussi comme *la poma plat* - «la pomme plate» - *la poma 'rava* («la pomme rave») était cultivée en nombre assez important aux Allues et ailleurs sur le Canton de Bozel. Cette pomme, grosse, plate, jaune-vert, rouge carmin sur la joue exposée au soleil et creuse au toucher, était sucrée, juteuse, hautement fertile (même au-dessus de 1000 m d'altitude) et appréciée à la fois pour la

table et le cidre. Le fruit mûrissait fin septembre début octobre et était la première variété cueillie à l'époque de la récolte des fruits (*la fritta*). Les beaux fruits étaient gardés pour la table, mangés frais ou cuisinés, mais ne pouvaient être conservés au delà de novembre ou décembre au plus tard.

Il est possible que la «pomme rave» des Allues soit la «Jacques Lebel» des dictionnaires pomologiques (LEROY 1873 : 400+ ; FAES *et al* 1928 : 543-544), une variété cultivée avec succès dans les communautés suisses de langue française (MONICO 1980 : 286).

* *lu pri, lo pæʃe* / *Pyrus communis* L. (+ *Cydonia oblonga* Mill.)
les poires (et le coing).

Lo, ou plus souvent, *lu pri* (m.pl.) représentait un taxon populaire sous lequel étaient résumées les variétés cultivées de poire, la poire sauvage (*Pyrus communis* L.) et le coing (*lo pri kwɛ̃* *Cydonia oblonga* Mill.), ce dernier croissant dans les communes avoisinantes, à des altitudes plus basses.

Des poires ont été occasionnellement trouvées dans les sites lacustres préhistoriques des Alpes du Nord, mais beaucoup moins souvent que des pommes. RENFREW (1973 : 140) considère qu'au moins un spécimen préhistorique a été cultivé. HOMERE nomma plusieurs variétés de poires cultivées lors du premier millénaire avant J.C., ainsi que PLINE L'ANCIEN, ce dernier au premier siècle après J.C. (WATKINS, *op.cit.*). Au moins six variétés de poire ont été cultivées aux Allues.

* *lo pri a dwezy* / *Pyrus communis* L. «la poire à deux yeux»

«La poire à deux yeux» ou, également, «la poire à deux têtes» a bien été décrite par LEROY (1869 : 23-24) et dans le *Catalogue descriptif des Fruits Adoptés* (Soc. Pom. de France, 1927 : 509). LEROY affirme que «parmi les poires cultivées de France, il n'y en a probablement pas de plus ancienne que celle-ci» (*ibid* : 23).

Des arbres produisant cette poire jaune-pâle pouvaient se rencontrer ici et là dans le Canton de Bozel, y compris les Allues, au début du siècle. Le fruit mûrissait rapidement en fin août début septembre et était consommé «à la main» ou en cidre «doux». Les fruits à presser en cidre étaient cueillis une semaine ou plus avant que le volume des poires commence à mûrir. Les arbres, très fertiles et n'alternant pas, croissaient rarement au delà d'une hauteur de 4 mètres.

* *lo pri a livrə* / *Pyrus communis* L. «la poire à livre» (présumée)

«La poire à livre» ou «la poire de livre» est une variété ancienne bien connue, extensivement cultivée dans le Nord de la France (LEROY, 1869 : 346-348 ; Soc.pom. de France, 1927 : 514). *Lo pri a livrə*, la poire la plus cultivée aux Allues, semble correspondre à cette variété. Le fruit, énorme et vert, à joue brun-vert, était cueilli en novembre et mangé de janvier à avril ou mai. Très dur avant mûrissement, il était le plus souvent cuit dans le vin rouge, le cidre ou dans les soupes ou bien cuisiné et mangé avec du sucre versé sur le dessus. A la fin du printemps, quand elle était mûre, elle était quelquefois consommée «à la main». *Lo pri a livrə* croissait jusqu'à 6 à 7 mètres de haut aux Allues.

* *lo pri martɛ̃sɛt* / *Pyrus communis* L. «la poire de martin-sec»

«La poire de martin-sec» ou «la poire de St. Martin» a été décrite par LEROY

(1869 : 408-409) et dans le *Catalogue descriptif des Fruits Adoptés* (Soc. Pom. de France, 1927 : 310). Il s'agit d'une très vieille variété d'origine inconnue. Alors que nous avons été incapable de localiser des arbres de cette variété aux Allues durant la période de ce travail, des arboriculteurs âgés connaissaient la variété et pensaient qu'elle y avait été présente au début du siècle. Plusieurs arbres ont été découverts dans les communes avoisinantes, en particulier sur Brides-les-Bains, au hameau de la Saulce. Les fruits étaient cueillis en fin d'automne, habituellement de mi à fin-novembre. Les poires, relativement petites, sèches, et rouges étaient le plus souvent cuisinées de janvier au début du printemps, mais étaient également consommées « à la main » à la fin de la saison. Elle ne semble pas avoir été une bonne variété à cidre.

* *lo pri romã/Pyrus communis* L. «La Poire romaine» (présumée)

Lo pri romã («la poire romaine»), trouvée ici et là dans le canton de Bozel et aux Allues, paraît bien correspondre avec la poire «Beurré romain» (syn. «Poire romaine»), décrite par LEROY (1867 : 420-421). Le fruit, jaune, de taille moyenne et parfois irrégulière, mûrissait de fin septembre à début octobre et pouvait être mangé « à la main » pendant plusieurs semaines avant de blettir. Du fait de son goût particulièrement sucré et savoureux, de son odeur très parfumée, elle était considérée comme une des meilleures variétés de poire pour la consommation de table. Cependant, la hauteur parfois extrême des arbres, qui rendait la cueillette difficile et entraînait des blessures sur les fruits tombant à terre, ajoutée à sa fertilité irrégulière, constituaient des handicaps bien notés par les arboriculteurs montagnards.

* *lo pri vørde /Pyrus communis* L. ?

L'établissement d'une équivalence même présumée avec une variété décrite précédemment n'a pu être fait pour cette variété, assez commune aux Allues. Plusieurs types de «poires vertes» ont été décrites par LEROY (1869 : 349-350, 726, 729+) mais le choix d'une variété précise parmi ces descriptions ou celles de plusieurs autres auteurs utilisant le terme «vert» («vert», «gros-vert», «verte-longue», etc...) n'a pas été possible.

Lo pri vørde était cueillie à la fin de l'automne, souvent après la première grosse gelée de l'hiver. On disait que la gelée aidait à faire tomber les fruits, vert-gris, des très grands arbres (10 à 12 mètres). Même à cette époque de l'année, les fruits étaient «aussi durs que la pierre». Ils ne pouvaient être mangés que pelés et cuisinés, comme ceux de *lo pri a livrə*. Cependant, au contraire des fruits de cette dernière variété, qui pouvaient être conservés jusqu'au printemps, *lo pri vørde* blettissait rapidement et n'était plus consommable dès fin-décembre à début janvier.

* *la r'enet/Malus domestica* Borkh. Reinette du Canada.

Connue dans les pomologies comme la «Pomme reinette du Canada», la «Reinette blanche du Canada» (LEROY, 1873 : 637 ; Soc. Pom. de France, 1927 : 423) ou la «Reinette du Canada» (BEACH, 1905 : 53), *la r'enetə* est généralement appréciée comme la pomme de la plus grande qualité, le fruit le plus apprécié de Savoie, l'archétype commercial du département (GRISARD, 1931 : 100 ; GUICHERD 1930 : 166). Depuis les premières décennies de ce siècle, elle a dominé la production commerciale du fruit en Savoie (60 % de la production totale de pomme

dans le milieu des années 50, Min. de l'Agriculture 1961 : 24). Il a été avancé ailleurs que la première «reINETTE» a été importée en Savoie dans les premières décennies du XIX^e siècle par des émigrants saisonniers (D.D.A., s.d. : 20). Cependant, si nous acceptons qu'une citation de 1755 de «pommes... reINETTES» dans plusieurs communes de Moyenne Tarentaise, se réfère à cette variété (ADS, C863), il est évident que l'histoire de la ReINETTE du Canada en Savoie est considérablement plus ancienne (voir aussi VERNEILH, 1807 : 647).

Aux Allues, au début du siècle *la reINETTE* était utilisée à la fois pour le cidre et la table, mais au contraire des vergers commerciaux des régions plus basses, où elle dominait, ce n'était pas la variété la plus commune dans les vergers des Allues. La «Picarde», considérablement plus fertile que la reINETTE, était probablement plus répandue. Son importance augmenta au début du siècle du fait de sa réputation comme fruit de table de très grande qualité, ce qui impliqua une demande pour le marché. Aux Allues, les fruits étaient récoltés en fin octobre. Les pommes les moins jolies étaient ajoutées au mélange du cidre. Les meilleurs fruits étaient gardés jusqu'à maturité en janvier. Ils pouvaient alors être mangés «à la main» jusqu'au printemps. Appréciée aussi en compote et en tarte, la reINETTE était quelquefois vendue sur le marché de Moûtiers. Quelques alluetais préparaient du cidre «doux» avec cette variété durant l'hiver.

Une seconde variété de «ReINETTE» de grande taille, correspondant probablement à la «ReINETTE grise du Canada» (LEROY, 1873 : 689), a été trouvée aux Allues et dans le canton de Bozel, bien que moins souvent observée que la ReINETTE blanche du Canada. Ce cultivar, noté souvent comme quelque peu différent de la ReINETTE du Canada par les arboriculteurs, était appelé du même nom et traité de la même façon.

Ce lexique a brièvement présenté une douzaine de variétés de pommes, six variétés de poires, ainsi que la noix, traditionnellement cultivées aux Allues et dans plusieurs des communes du canton de Bozel. Durant la période de cette enquête, au début des années 1980, ces variétés ont été, soit trouvées en nombre significatif, soit décrites par des arboriculteurs âgés des Allues comme anciennes ou importantes historiquement, ou les deux.

Au moins quinze autres variétés de pommes et une douzaine de variétés de poires ont été trouvées en culture, ailleurs dans le canton ou bien mentionnées comme ayant été cultivées à une période ancienne. Elles sont restées introuvables et peu connues aux Allues. L'établissement de relations entre ces formes et des variétés précédemment décrites dans les pomologies a été tenté avec plus ou moins de succès. Dans la liste suivante, là où une similarité de nomenclature avec une variété précédemment décrite ou citée paraît possible, les références sont fournies.

Autres variétés de pommes et de poires signalées dans le Canton de Bozel lors des années 80.

Pommes

Belle de Boskoop (Soc. Pom. de France 1927 : 369)

Belle fleur jaune (Soc. Pom. de France 1927 : 372)

Belle Josephine (Soc. Pom. de France 1947 (2) : 122)

Golden (Delicious) (Soc. Pom. de France 1947 (2) : 533)

lo gwě də vjo («le groin de veau»)

la karka'vda (Soc. Pom. de France 1947 (2) : 169)

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

- Nationale (Soc. Pom. de France 1927 : 547)
Pomme d'Api (Lero_ 1873 : 65 + ; Soc. Pom. de France 1927 : 366)
Pomme barbe (Soc. Pom. De France 1927 : 524)
la poma kerpžli (la pomme court pendu ?)
(Soc. Nat. d'Hort. de France 1928 : 470)
Pomme de fer (Leroy 1873 : 299+)
la ram'bala (?)
Reine des reinettes (Leroy 1873 : 611+)
Reinette d'Angleterre (Leroy 1873 : 616)
Winter banana (Soc. Nat. d'Hort. de France 1928 : 522)

Poires

- Poire passe-crassane (Leroy 1869 : 505)
lo pri byre («la poire beurré»... Leroy 1867 : 292+)
lo pri d'žkwa («la poire curé»... Leroy 1867 : 610)
lo pri kormar («la poire Colmar»... Leroy 1867 : 572+)
lo pri kwě («la poire coing» = coing/*Cydonia oblonga* Mill.
lo pri mēsir žā («la poire messire jean»... Leroy 1869 : 419)
lo pri mod («la poire maude» ou «de mode»... Guicherd 1930 : 183)
lo pri murbys («la poire mouille-bouche»... Leroy 1869 : 729)
lo pri myska («la poire muscat»... Faes *et al.* 1924 : 40)
lo pri ržslě (?)
la virgulər («la poire virgouleuse»... Leroy 1869 : 743)

BIBLIOGRAPHIE

- BEACH (S.), 1905. - The Apples of New York. Ed. J.B. Lyon ; Albany ; New York, 2 vol.
CADORET (A.), 1918-1929. - L'agriculture en Savoie. 2 vol. dactyl., 714 p., exemplaire à la Bibliothèque municipale de Chambéry.
CANDOLLE (A. de), 1883. - Origine des plantes cultivées. Paris, Baillière.
COLLOMB (G.) et RAULIN (H.), 1979. - Agriculture, élevage et pêche. dans *Les sources régionales de la Savoie*/Ch. Abry, R. Devos, H. Raulin, Paris, éd. Fayard, p. 119-206.
FAES (H.), LAVANCHY (G.), PIQUET (G.) et TONDUZ (P.), 1924. - Enquête fruitière en Suisse romande : l'étude des fruits à cidre, 1921-1923. *Annuaire agricole de la Suisse*, 25 : 1-52.
FAES (H.), LAVANCHY (G.) et AUBERT (P.), 1928. - Enquête fruitière en Suisse romande : l'étude des pommes de table, 1926-1928. *Annuaire agricole de la Suisse*, 29 : 534-566.
FRANCE. Direction départementale de l'agriculture, s.d. - Les vergers de la Savoie, Chambéry, D.D.A.
FRANCE. Ministère de l'agriculture, 1961. - Monographie agricole départementale: 73 - la Savoie. Paris, la Documentation française, 57 p.
GRISARD (M.), 1931. - Congrès pomologique de Chambéry. dans *La pomologie française*, juillet-août 1931, n°7-8.
GUICHERD (J.), 1930. - L'agriculture du département de la Savoie. Office régional agricole de l'Est central et Office départemental agricole de la Savoie, Dijon, Impr. Bernigaud et Privat, VIII-349 p., fig., 2 cartes h.t.

CULTURE DU POMMIER AUX ALLUES

- GUINIER (P.), 1908. - Végétation dans le bassin du lac d'Annecy. *Bull. de l'herbier Boissier*, 2^e série, tome 8(12) : 883-900.
- HEER (O.), 1866. - Treatise on the plants of the lake Dwellings. dans *The Lake Dwellings of Switzerland Other Parts of Europe*, London, F. Keller, trans. J. Lee.
- HELBAEK (H.), 1952. - Preserved apples and panicum in the prehistoric site at Nove Sandegaard in Bornholm. *Acta Archaeologica*, 23.
- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE, 1984. - Catalogue officiel des espèces et variétés : 3 - arbres fruitiers. Documents GEVES, INRA-G.L.S.M.
- LEROY (A.), 1873. - Dictionnaire de pomologie : pommes. Angers, tome 3 et 4.
- MONICO (P.), 1980. - Recensement et description de vieilles variétés de pommes cultivées en Suisse. *Revue suisse vitic. arbor. hort.*, 12(6) : 285-295.
- PRALLET (P.), 1930. - Le noyer, in *L'agriculture du département de la Savoie*/J. Guicherd, Dijon, impr. Bernigaud et Privat, p. 167-176.
- RAYMOND (G.), 1838. - Notice sur les poids et mesures du Duché de Savoie, Chambéry, Puthod.
- RENFREW (J.), 1973. - Palaeoethnobotany : the prehistoric food plants of the Near East and Europe. New York, Columbia univ. press, 248 p.
- SOCIÉTÉ NATIONALE D'HORTICULTURE DE FRANCE, 1928. - Les meilleurs fruits au début du XX^e siècle. Paris, S.N.H.F., 638 p.
- SOCIÉTÉ POMOLOGIQUE DE FRANCE, 1927. - Catalogue descriptif des fruits adoptés par le congrès pomologique. Villefranche, impr. Reveil du Beaujolais, 627 p.
- SOCIÉTÉ POMOLOGIQUE DE FRANCE, 1947. - Le verger français. Lyon ; Paris, S.P.F., 2 vol.
- VERNEILH (. de), 1807. - Statistique générale de la France : département du Mont-Blanc. Paris.
- VEYRET-VERNER (G.), 1944. - La pomme dans la Combe de Savoie. *Revue de Géographie Alpine*, 32(3) : 465-474
- VILLARET von ROCHOW (M.), 1969. - Fruit size variability of Swiss prehistoric *Malus sylvestris*. in *The domestication and exploitation of plants and animals*, P. Ucko et G. Dimbleby (eds.), London.
- WATKINS (R.), 1976. - Apple and pear. dans *Evolution of Crop plants*, N. Simonds (ed.), London et New York, Longman, p. 247.
- WATT (B.), MERRILL (A.), 1963. - Composition of foods. *Agricultural Handbook*. # 8, U.S. Dept. of agriculture, 190 p.
- ZEVEN (A.) et ZHUKOVSKY (P.), 1975. - Dictionary of Cultivated Plants and their Centres of Diversity. Wageningen, Centre for Agricultural Pub. and Docum., 219 p.

ARCHIVES CITEES

ADS (Archives Départementales de la Savoie) • 1FS594 • 5FS312 • 5FS313 • 5FS314 • 5FS316 • 5FS317 • 5FS324 • 27M11 • 27M20 • 27M28 • 27M36 • 27M45 • 27M54 • 27M63 • 27M72 • 27M78 • 27M90 • C863 • DDA, SS (Direction Départementale de l'Agriculture, Service Statistiques) : 1929

