

MINISTÈRE
DE LA QUALITÉ DE LA VIE
DIRECTION
DE LA PROTECTION DE LA NATURE

Travaux Scientifiques du Parc National de la Vanoise

Recueillis et publiés sous la direction de
M. BARDEL
Directeur du Parc National
et P. OZENDA
Correspondant de l'Institut
Professeur à l'Université de Grenoble

Tome V

1974

Cahiers du Parc National de la Vanoise
15, rue du Docteur-Julliand
73000 - CHAMBÉRY - (France)

SOMMAIRE

COMPOSITION DU COMITÉ SCIENTIFIQUE	5
LISTE DES COLLABORATEURS	7
J.P. FOURNO. — Détermination de l'épaisseur du glacier de Gébroulaz par prospection sismique	9
Ch. P. PEGUY. — Etude sur la variabilité de l'enneigement en Vanoise	41
A. REFFAY. — Les alpages de Haute-Tarentaise face au développement touristique	57
P. GENSAC et B. ROTHE. — Carte de la végétation de la réserve de la Grande Sassièrè	77
J. ASTA, G. CLAUZADE et Cl. ROUX. — Compléments à l'étude de la végétation lichénique du massif de la Vanoise	105
A. TROTÈREAU. — <i>Gentiana orbicularis</i> Schur (= <i>G. Favrati</i> Ritten.) en Savoie sud-orientale.	113
J. BIANCO et C. BULARD. — Etude de la germination des graines de <i>Rhododendron ferrugineum</i> L. et de <i>Tofieldia calyculata</i> (L.) Wahlb.	121
R. KUHNER. — Agaricales de la zone alpine. Genre <i>Agaricus</i> L. ex Fr.	131
D. LAMOURE. — Agaricales de la zone alpine. Genre <i>Omphalina</i> . Première partie.	149
B. SERRA-TOSIO. — La mouche des glaciers <i>Diamesa steinbaeckii</i> Goetgh., insecte de montagne à ailes réduites (Diptera, Chironomidae)	165
R. BUVAT. — Recherches sur les Microlépidoptères du Parc National de la Vanoise (3° compte-rendu)	191
H. TOURNIER et Ph. LEBRETON. — Etude de l'avifaune du Parc National de la Vanoise. III. — Inventaire des oiseaux de la Haute-Tarentaise.	199
H. TOURNIER. — Etude de l'avifaune du Parc National de la Vanoise. IV. — Données complémentaires sur l'avifaune de la Haute-Maurienne.	213
J. BOURGOGNE. — La nocivité des lampes à mercure	215

COMPOSITION DU COMITÉ SCIENTIFIQUE DU PARC NATIONAL DE LA VANOISE

Président :

*M. Paul VAYSSIERE, Professeur honoraire au Museum National d'Histoire Naturelle.

Vice-Président :

*M. Philippe TRAYNARD, Professeur à l'Université de Grenoble, Vice Président du C.A.F.

Secrétaire :

*M. Paul OZENDA, Correspondant de l'Institut, Professeur à l'Université de Grenoble.

Membres du Comité :

*M. Clément BRESSOU, Membre de l'Institut, Secrétaire général du Conseil National de la Protection de la Nature.

M. Roger BUVAT, Membre de l'Institut, Professeur à l'Université de Marseille-Luminy.

M^{lle} Camille BULARD, Professeur à l'Université de Nice.

M. Paul BARRUEL, Attaché au Museum National d'Histoire Naturelle.

M. Roger BENOIST, Président de la Société d'Histoire Naturelle de la Savoie.

M. Jean BOURGOGNE, Sous-Directeur au Museum National d'Histoire Naturelle.

M. Louis de CRECY, Ingénieur en chef du Génie Rural des Eaux et Forêts, Grenoble.

M. Charles DEGRANGE, Professeur à l'Université de Grenoble.

M. Philippe DREUX, Professeur à l'Université de Paris.

M. François ELLENBERGER, Professeur à l'Université de Paris-Orsay.

M. René FONTAINE, Ingénieur général honoraire du Génie Rural des Eaux et Forêts, Evian.

M. Pierre GENSAC, Maître de Conférences au Centre Universitaire de Savoie, Chambéry.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

- M. Paul GIDON, Professeur au Centre Universitaire de Savoie, Chambéry.
- M. Alain GILLES, Coordinateur des bureaux régionaux de science et technologie à l'Unesco.
- M. Jean GOGUEL, Directeur du bureau de Recherches Géologiques et Minières.
- M. Robert KUHNER, Professeur à l'Université de Lyon.
- M. Philippe LEBRETON, Professeur à l'Université de Lyon.
- *M. Claude LEVI, Directeur-Adjoint du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- M. Louis LLIBOUTRY, Professeur à l'Université de Grenoble.
- M. Jacques MANOURY, Conservateur chargé de la Section des arts et traditions populaires à l'Inspection des musées classés et contrôlés.
- M. Charles-Pierre PEGUY, Directeur de recherche au C.N.R.S., Grenoble.
- *M. Denys PRADELLE, Architecte-Urbaniste, Chambéry.
- M. Maurice REYDELLET, Directeur départemental des Services vétérinaires des Hautes-Alpes.
- M. Henri RICHARD, Membre de l'Académie d'Agriculture.
- M. Paul VEYRET, Directeur de l'Institut de Géographie alpine, Grenoble.

* Membres du Conseil d'Administration du Parc de la Vanoise.

LISTE DES COLLABORATEURS DU VOLUME

Cette liste comprend, outre les auteurs ayant participé personnellement à certaines parties du volume et qui sont indiqués par un astérisque, les personnes qui ont exécuté des travaux préliminaires ou ont collaboré à la mise au point des cartes, des figures et du manuscrit.

- *J. ASTA, *Maître-Assistante à l'Université de Grenoble.*
- M. BARDEL, *Directeur du Parc National de la Vanoise.*
- E. BERTHILLOT, *Professeur au C.E.S. de Toucy. Yonne.*
- *J. BIANCO, *Assistante à l'Université de Nice.*
- *R. BUVAT, *Professeur à l'Université de Marseille-Luminy.*
- *G. CLAUZADE, *Professeur à l'École Normale d'Avignon.*
- *J.-P. FOURNO, *Docteur de spécialité. Laboratoire de Glaciologie. C.N.R.S. Grenoble.*
- *P. GENSAC, *Maître de Conférences au Centre Universitaire de Savoie, Chambéry.*
- A. GUICHARD, *Aide technique à l'Université de Grenoble.*
- *R. KUHNER, *Professeur honoraire à l'Université de Lyon.*
- *D. LAMOURE, *Professeur à l'Université de Lyon.*
- *Ph. LEBRETON, *Professeur à l'Université de Lyon.*
- L. LLIBOUTRY, *Directeur du laboratoire de Glaciologie du C.N.R.S. Grenoble.*
- M.C. NEUBURGER, *Assistante de Recherche à l'Université de Grenoble.*
- P. OZENDA, *Professeur à l'Université de Grenoble.*
- *Ch. P. PEGUY, *Directeur de Recherche C.N.R.S., ER30, Université de Grenoble.*
- A. PUIPIER, *Dessinateur C.N.R.S., Université de Grenoble.*
- *A. REFFAY, *Chargée de Recherche au C.N.R.S., Institut de Géographie alpine. Grenoble.*
- *B. ROTHE, *Ingénieur à l'École Nationale d'Horticulture de Versailles.*
- *Cl. ROUX, *Laboratoire de Phytosociologie et de Cartographie. Université de Provence. Marseille.*
- *H. TOURNIER, *Maître ès-Sciences Naturelles, Centre Universitaire de Savoie, Chambéry.*
- *M. TROTIEREAU, *364, rue Vaugirard, Paris 15.*
- R. ZANELLA, *Dessinateur C.N.R.S., Université de Grenoble.*

DÉTERMINATION DE L'ÉPAISSEUR DU GLACIER DE GEBROULAZ PAR PROSPECTION SISMIQUE

par J.-P. FOURNO (1)

AVANT-PROPOS

Le travail que j'ai le plaisir de présenter aux lecteurs des Cahiers du Parc a été effectué par J.-P. FOURNO dans le cadre d'une thèse de 3^e cycle, sous la direction de M. VALLON. Ce dernier a participé à toutes les campagnes de prospection sismique menées à bien par le Laboratoire de Glaciologie du CNRS depuis sa création.

En 1960, pour déterminer l'épaisseur de la Vallée Blanche Supérieure et du glacier du Tacul, puis en 1961 sur le glacier de Saint-Sorlin, nous avons fait appel à la Compagnie Générale de Géophysique (qui avait déjà prospecté en 1955 la langue de la Mer de Glace, à la demande de l'EDF). Mais il est vite apparu que le travail très spécial de prospection sismique sur glaciers serait fait plus efficacement par nous-même. L'embauche de l'ingénieur géophysicien S. GLUCK permit en 1965 et 1966 de compléter la détermination du lit rocheux de la Mer de Glace jusqu'au glacier du Tacul, et de la commencer en 1968 au glacier Blanc. A son départ, M. VALLON a pris la relève.

Au départ la CGG, puis S. GLUCK, employèrent les méthodes utilisées en prospection pétrolière : pour déterminer des horizons profonds, on fait quelques tirs profonds et coûteux, et l'on exploite au maximum des enregistrements peu nombreux. Mais sur les glaciers, il vaut mieux multiplier les emplacements de géophones et encore plus les points de tir.

La difficulté est d'apprécier la valeur et la précision des résultats obtenus. On donne ici une méthode relativement simple et très originale, qui sera certainement copiée à l'étranger, et donne toute sa valeur à ce travail.

Certes, on aurait pu ne donner qu'une carte du lit rocheux. C'eut été un travail d'intérêt purement local, comme de signaler l'existence d'une espèce animale sans étudier sa écologie. De plus, il n'est pas mauvais que le lecteur voit de près les précautions prises et la marche des dépouillements, pour qu'il prenne conscience des difficultés à vaincre dès qu'on cesse d'observer superficiellement les glaciers. Car tel est le but ambitieux que s'est donné le Laboratoire de Glaciologie.

Professeur L. LLIBOUTRY,
Directeur du Laboratoire de Glaciologie du C.N.R.S.

(1) Laboratoire de Glaciologie du C.N.R.S., 2, rue Très-Cloîtres, 38031 Grenoble Cédex.

I. — Introduction	10
II. — Prospection sismique	13
III. — Sismique réfraction	14
IV. — Sismique réflexion	20
V. — Carte du lit rocheux	32
Références	36
Annexe	37

Résumé. — Un profil longitudinal de sismique réfraction montre que la vitesse des ondes P sous le glacier est inférieure à 4 000 m.s⁻¹ (roches sédimentaires, roches altérées ou moraine).

L'anisotropie de la glace (vitesse, parallèlement à l'axe du glacier : 3 700 m.s⁻¹) permet d'expliquer la variation de la vitesse apparente des ondes P en fonction de la distance point de tir-géophone et de la direction du tir.

L'épaisseur du glacier (90 à 110 m) est déterminée par sismique réflexion. Un modèle théorique faisant intervenir une erreur aléatoire de $\pm 10^{-3}$ s dans la lecture des temps de propagation permet d'affecter un poids à chaque miroir construit à partir des données correspondant à 4 géophones non alignés. La carte en courbes de niveau du lit est obtenue en tenant compte à la fois de la compatibilité entre miroirs voisins obtenus de manière totalement indépendante et de leurs poids respectifs.

Summary. — A seismic refraction profile reveals a P-wave velocity under the glacier inferior to 4 000 m.s.⁻¹ (sedimentary rocks, weathered rocks or moraine).

The anisotropy of ice (velocity along a parallel to the glacier axis : 3 700 m.s⁻¹; along a perpendicular to it : 3 600 m.s⁻¹) allows to explain the variation of the apparent P-wave velocity as a function of the shot geophone distance and of the direction.

The glacier thickness (90 to 110 m) has been determined by the reflection method. A theoretical model which introduces a random error equal to ± 1 millisecond in the lecture of the travel times allows to attribute a weight to each mirror drawn from the data of 4 non-aligned geophones. A map showing the bedrock contour-lines has been obtained, which is grounded upon the consistency of neighbouring mirrors (obtained by completely independent procedures), and upon their respective weights.

I. — INTRODUCTION

Le glacier de Gébroulaz, seul glacier de vallée du Parc National de la Vanoise, est situé sur le versant nord du massif de Péclet Polset, à la limite occidentale du Parc (lat. 45° 17'; long. 06° 38'). On y accède à partir de Méribel-les-Allues en remontant la vallée du Doron des Allues et le vallon du Saut (refuge du Saut) ou depuis Pralognan par le refuge Péclet Polset et le col du Soufre.

Le synclinal de Chavière, orienté Nord-Sud, entre les anticlinaux de Chasseforêt et de Pécelet Polset constitue une partie de la couverture mésozoïque du dôme permo-houiller de Chasseforêt. Un lambeau de terrain mésozoïque protégé par un repli de l'anticlinal de Pécelet Polset sert de lit au glacier de Gébroulaz. Sur la rive droite du glacier, le col du Soufre s'ouvre dans des calcaires et des cargneules. Sur 2 km la rive droite du glacier et le petit verrou situé entre le débouché de l'émissaire du lac Moncoir et le refuge du Saut (point IGN 2331) sont constituées de gypses et de cargneules (H. ONDE, 1938). La rive gauche du glacier est formée par des grès schisteux gris foncé et des grès à anthracite (Ch. LORY, 1886, carte géologique au 1/80 000, feuille Saint-Jean-de-Maurienne).

Le glacier de Gébroulaz est un appareil de vallée dont la langue atteint 2 km alors que la plupart des glaciers de Maurienne et de Tarentaise sont remarquables par la disproportion entre leur bassin d'accumulation, très étalé et leur zone d'ablation très réduite. Cependant l'exiguïté du bassin d'alimentation dont la surface est de 1,4 km² et son altitude modérée (côtes extrêmes 3530 et 3000 m), ne permettent pas au glacier de Gébroulaz de descendre au-dessous de 2 600 m. Il est faiblement ramifié, seul un petit appareil descendant de l'aiguille du Borgne vient s'y rattacher (carte I). La pente superficielle est faible : 20 % pour l'ensemble et 10 % pour la zone d'ablation.

Fluctuations historiques

1730-1830 recul du front de 320 m soit en moyenne 3,2 m/an;
 1830-1856 recul du front de 180 m soit en moyenne 6,9 m/an;
 1856-1879 recul du front de 922 m soit en moyenne 40 m/an;
 1879-1891 recul du front de 278 m soit en moyenne 23,2 m/an;
 1891-1908 avancée du front 176 m soit en moyenne 10,3 m/an;
 1908-1913 recul du front de 40 m soit en moyenne 8 m/an;
 1916-1922 recul du front de 133 m soit en moyenne 22,2 m/an;
 1922-1930 avancée du front 170 m soit en moyenne 21 m/an;
 1930-1937 recul du front de 50 m soit en moyenne 7 m/an;
 1937-1945 front stable;
 1945-1965 recul du front de 300 m soit en moyenne 15 m/an.

(D'après L. MAURY [1936], RABOT [1909], H. ONDE [1938])

Au début du xx^e siècle de 1908 à 1966, des levés détaillés ont été effectués par l'administration des Eaux et Forêts, les fronts de 1908, 1922, 1937, 1947, 1959 et 1967 sont reportés sur la carte I.

Les quelques documents disponibles pour la période 1730-1908 permettent de dater l'apogée du glacier de Gébroulaz vers 1730. La vitesse moyenne de recul du front croît à partir de 1730 pour passer par un maximum vers 1860-1870. On a constaté deux avancées vers 1890 et 1925 comme pour les autres glaciers des Alpes et une stabilisation en 1940, mais la grande crue de 1818-1820 observée dans le Mont Blanc, en Mau-

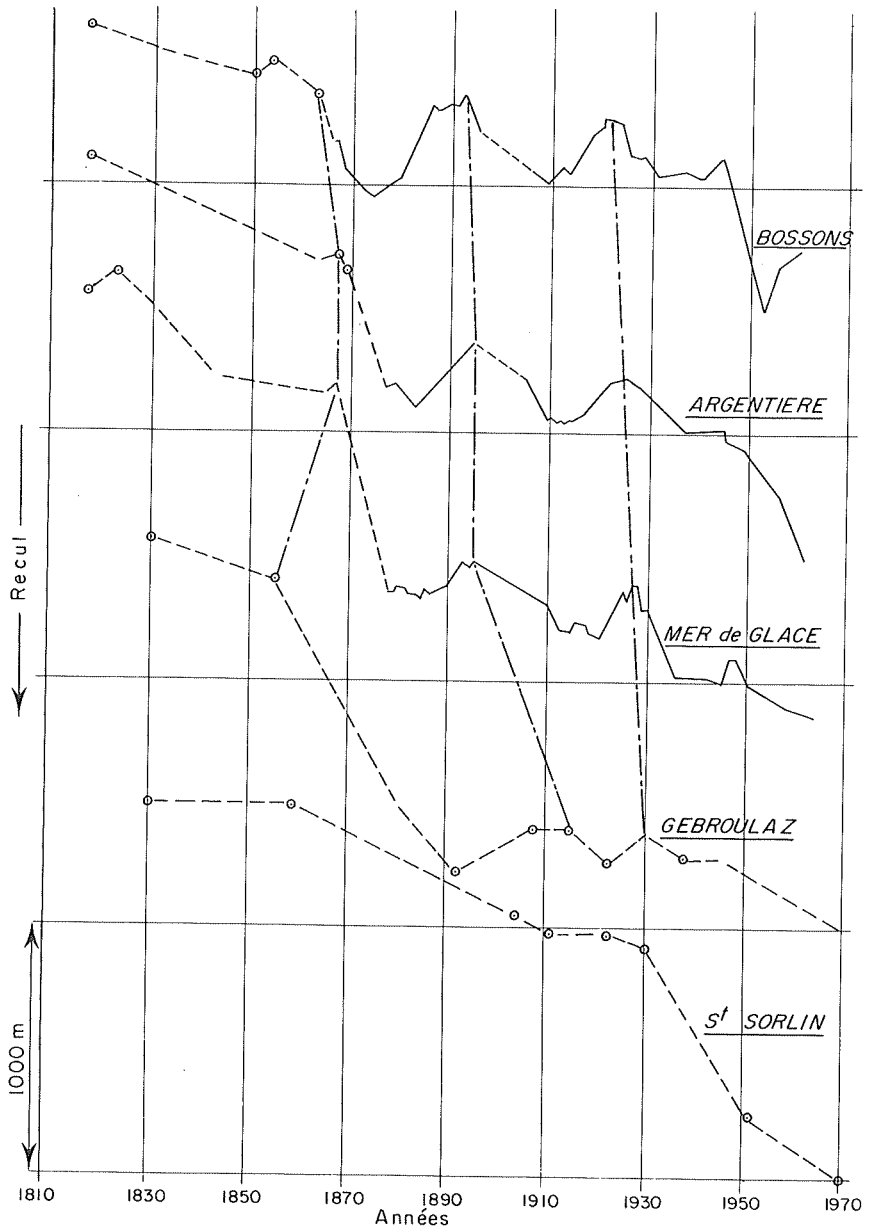


FIG. 1. — Fluctuations récentes de quelques glaciers des Alpes Françaises (Glaciers du Mont-Blanc d'après LIBOUTRY, 1965).

rienne et en Tarentaise n'a pas été constatée. La faible fréquence des renseignements ne permet pas toutefois d'affirmer son absence totale. En 1863 la langue terminale avoisinait le petit verrou gypseux (point IGN 2331) (H. ONDE, 1938). Or l'on constate sur les photos de la couverture aérienne 1967 (Mission Modane-Lanslebourg, clichés 61-62), la présence d'une moraine en amont de ce verrou. Elle peut correspondre à une stabilisation ou à une poussée qui auraient eu lieu entre 1830 et 1860 et qui pourraient correspondre à la crue de 1820.

Le retrait de 1860 particulièrement net sur les appareils du Mont-Blanc est très apparent sur le glacier de Gébroulaz, mais entre 1880 et 1920 on ne constate pas de synchronisme entre les variations des glaciers chamoniards et de Gébroulaz (fig. 1).

La crue qui a débuté, vers 1880 aux Bossons et au Tour, vers 1885 sur la Mer de Glace n'affecte que vers 1890 le glacier de Gébroulaz. En 1916, alors que le glacier des Bossons subit une poussée, celui de Gébroulaz rétrograde pour atteindre en 1922 un minimum que les glaciers chamoniards avaient connu 8 à 12 ans plus tôt. Enfin de 1922 à 1930 une avancée qui correspond à la poussée de 1916 du glacier des Bossons, atteint la ligne de stationnement de 1908 et laisse une moraine observable sur les clichés n° 45-61-62 de la couverture aérienne de 1967. Durant une période normale d'activité glaciaire, un contraste très intéressant apparaît donc entre les appareils du Mont-Blanc et le plus grand glacier de vallée de la zone intra-alpine de Savoie.

II. — PROSPECTION SISMIQUE

1) Matériel utilisé :

On a utilisé un laboratoire SIEP 33 (Southwestern industrial electronics Co. Houston-Texas) :

- amplificateurs : type G 33 (gain maximum de 10^6 , distorsion inférieure à 1 % pour un signal de 0,1 volt);
- géophones : Hall Sears, type HSI (fréquence propre 14 c/s; un shunt de 240Ω assure une courbe de réponse pratiquement plate à partir de 25 c/s);
- galvanomètres : type S (fréquence 125 c/s, sensibilité 2,4 pouces/mA, distance focale 11,5 pouces, shunt de 24Ω);
- boîte de tir : type SBT 500 cF (Sercel) de $10 \mu F$, 500 V;
- explosif : gomme BAM (Davey Bickford);
- sonde à vapeur (Brevet F. GILLET).

L'ensemble du matériel pèse 380 kg, répartis en charges de moins de 44 kg. Il peut donc être porté sur de courtes distances même en terrain difficile.

2) Logistique.

La campagne sismique s'est déroulée du 10 au 31 août 1971. Le matériel (2,7 tonnes) et le personnel (10 hommes) ont été acheminés de Grenoble aux Bellevilles par les véhicules du laboratoire dans l'après-midi du 10 août. Une journée a été nécessaire pour l'héliportage de cinq charges de 500 à 530 kg, l'installation du camp à proximité du col du Soufre et l'implantation d'une ligne de réfraction suivant l'axe du glacier (carte II). Le laboratoire de sismique était abrité sous une tente. Le travail a été réparti de la façon suivante :

- équipe de forage et boutefeu : deux personnes;
- exploitation du laboratoire : deux personnes;
- topographie : trois personnes;
- cuisine et entretien du camp : une personne.

Après trois jours consacrés aux différents réglages et à la ligne de réfraction, on a exploité quatre bases de réflexion (B_0 , C_0 , D_0 , E_0) (carte II). L'implantation d'une base nécessite une journée de travail. En neuf jours, deux cents tirs ont été effectués en trente et un points différents. Deux tirs sont généralement nécessaires pour obtenir un enregistrement exploitable.

L'ensemble de la prospection représente finalement 179 hommes / jour de travail.

3) Topographie.

L'Institut Géographique National n'ayant pas achevé la triangulation dans ce secteur, on a dû établir un réseau de triangulation local et mesurer une base de 236,06 m avec l'aide d'une mire invar Wild. Le nivellement a été effectué à partir des points cotés IGN figurant sur la carte au 1/20 000 (édition 1927). Afin que les résultats de la prospection puissent être intégrés dans le système Lambert, le réseau a été raccordé aux balises de l'IGN.

La position des piliers et le centre des bases sont connus à quelques centimètres près (relèvement au DKM 2). Les points de tir et les géophones (implantés par tachéométrie) sont placés à mieux qu'1 m près. Cette précision est suffisante pour les besoins de la sismique.

III. — SISMIQUE REFRACTION

En l'absence de données sur les vitesses et le bilan, l'épaisseur approximative du glacier était inconnue. Compte tenu des dimensions du

bassin d'accumulation et du diffuseur, on pouvait seulement estimer que l'épaisseur était inférieure à 150 m. Or on ne peut espérer avoir de bons résultats en sismique réflexion sur des glaciers de moins de 100 m d'épaisseur et le dépouillement ne devient vraiment facile que pour des épaisseurs supérieures à 150 m.

En conséquence une sismique réfraction a été effectuée pour choisir la distance point de tir-géophone et les réglages du laboratoire donnant les meilleurs enregistrements (filtres, AGC, gain, profondeur de tir et charge). Enfin, les renseignements obtenus sur la nature géologique du substratum permettraient de choisir la meilleure méthode de prospection soit de réfraction soit de réflexion pour déterminer la topographie sous-glaciaire. On a disposé les géophones parallèlement à l'axe du glacier à trente mètres d'intervalle et effectué des tirs à distances croissantes (carte II).

1) Profondeur de tir, charge.

Les tirs profonds permettent d'éviter les phénomènes de réflexion et réfraction à la base de la couche superficielle de glace altérée (R. J. GRAEBMER, 1960), cette couche peut avoir quelques mètres à quelques dizaines de mètres d'épaisseur. Pour une zone altérée homogène, la profondeur de tir la plus efficace est d'autant plus proche de la base de cette zone que le rapport des vitesses des deux milieux est plus grand (RIMBAULT, 1957, cité par CHOPPY, 1968). Le bourrage des tirs est fait à l'eau. Au voisinage d'une zone fissurée ou crevassée de nombreux trous de tir se vident, les enregistrements sont alors médiocres et il faut effectuer de nouveaux forages.

Tous les tirs ont été effectués entre 1 et 9 m de profondeur. Une profondeur de 2 à 5 m, des charges de 100 à 200 g ont généralement donné des enregistrements satisfaisants. Mais après un certain nombre d'explosions, l'état de la glace au voisinage du trou de tir est profondément modifiée. Deux tirs successifs peuvent alors ne pas donner les mêmes résultats.

2) Elimination du bruit.

A l'exception du bruit électronique de l'appareillage, le bruit est formé d'un ensemble de parasites et d'ondes que l'on ne peut ou ne désire pas exploiter. Le bruit provoqué par l'explosion est réduit par un choix judicieux de la profondeur du tir. Les ondes de Rayleigh n'interfèrent pas avec les réflexions qui sont peu profondes et arrivent immédiatement après l'onde directe. Le bruit à basse fréquence de l'écoulement de l'eau de fonte dans les bédrières et moulins n'apparaît pas sur les enregistrements car la bande passante que l'on enregistre par le laboratoire est de 73 à 600 c/s. De plus, un voltage de suppression est appliqué aux amplificateurs.

Les phénomènes d'induction sont peu nombreux sur le glacier. Seules les masses nuageuses ont une influence appréciable. Pour limiter ce facteur, il faut éliminer le contact des parties non isolées avec la glace en soignant les raccords des géophones sur la flûte qui est déroulée en évitant de former des boucles fermées.

D'autres bruits, identifiables, sont faciles à contrôler : déplacement de l'équipe travaillant sur le glacier, passage d'un avion. Enfin légèrement enfouis les géophones sont à l'abri du vent.

3) Implantation des géophones.

L'implantation des géophones doit être faite avec beaucoup de soin car le géophone constitue avec le sol un système résonnant dont l'effet est équivalent à celui d'un filtre (CHOPPY, 1968).

Pour enfoncer la base pointue du géophone, on a foré un trou de diamètre correspondant à l'aide d'un simple tube de duralumin. Cependant, le couplage glace-géophone reste de très mauvaise qualité : il y a fusion de la glace autour des géophones et une pellicule d'eau intervient dans le couplage. En outre, les géophones s'inclinent rapidement, ce qui provoque une modification de leurs caractéristiques électromécaniques. On est donc amenés à réimplanter fréquemment les géophones, ceci occupe chaque jour deux personnes durant deux heures.

Des essais d'implantation en profondeur (1 à 2m) de géophones possédant une période propre de 4c/s n'ont pas donné de meilleurs résultats, car on ne peut ni assurer la verticalité du géophone ni un contact de bonne qualité glace-géophone. Cette méthode ne présente donc un intérêt que lorsque l'on doit s'affranchir de l'influence d'une couche de névé. D'autre part, la récupération de ces géophones est très laborieuse et nécessite l'usage de la sonde à vapeur.

4) Longueur du dispositif.

Les meilleures réflexions sont obtenues pour des distances point de tir-géophones comprises entre 100 et 400 m. Lorsque l'on éloigne le géophone du point de tir, le rapport signal sur bruit est meilleur; la masse de glace jouant le rôle d'un filtre de hautes fréquences. De plus, au-delà d'une certaine distance se produit une réflexion totale et l'énergie réfléchie augmente. Cependant, il y a génération d'une onde conique (généralement appelée « réfractée » bien que le terme soit impropre). Le déphasage entre les énergies réfractée et réfléchie augmente quand la distance point de tir-géophone croît, les trois impétus (P, réfléchie et réfractée) sont alors très difficiles à identifier et le dépouillement devient très délicat.

5) Réglage du laboratoire.

Dans le cas particulier de la prospection à Gébroulaz, les réflexions sont peu profondes, l'intervalle de temps entre les impétus des ondes P, réfractées et réfléchies est court (0,01 s). Il peut alors arriver que les amplificateurs et galvanomètres ne puissent reprendre assez rapidement leurs caractéristiques pour reproduire fidèlement la réflexion. Pour obtenir de bons enregistrements, il est nécessaire de contrôler l'intensité du signal d'entrée et le gain de l'amplificateur. Pour cela, on utilise un voltage de suppression de haute fréquence (4 000 c/s) appliqué sur l'amplificateur de l'AGC. Le circuit AGC abaisse le gain des amplificateurs proportionnellement au voltage de suppression, ce qui évite la saturation des amplificateurs, un réglage individuel sur chaque amplificateur permet un réglage fin.

Le gain est bien contrôlé durant l'application du voltage de suppression, cependant si la suppression est excessive, la première arrivée peut ne pas être enregistrée. Ainsi, quand le bruit du vent ou les interférences augmentent, on doit limiter la suppression. Par contre, si la charge d'explosifs est diminuée ou pour un rendement du tir plus faible, la suppression doit être diminuée en conséquence.

6) Résultats.

Les dromochroniques des tirs de réfraction et réflexion ont en moyenne une ordonnée à l'origine de $-5 \cdot 10^{-3}$ s. Cela signifie que le signal de mise à feu (TB) est en retard sur l'explosion. Cette anomalie provient des caractéristiques de la boîte de tir utilisée. Cette boîte de tir ne doit pas donner de signal au moment de la mise à feu, mais donner un signal au moment de la rupture de la ligne de tir. Or ceci ne se produit que pour une résistance de la ligne de tir supérieure à 25 Ω . Les détonateurs utilisés ayant une résistance de 2 Ω et la ligne de tir étant très courte, le signal enregistré correspond en réalité à l'instant de réallumage du néon stabilisateur de tension à la suite de la rupture de la ligne de tir, quelques millisecondes après la coupure de la ligne.

On a fait exploser, en laboratoire, une série de détonateurs dans une cantine contenant du sable; un géophone était placé à quelques centimètres du détonateur.

a) retard des détonateurs : l'explosion se produit 2 à 3 millisecondes après l'application de la tension.

b) retard du signal TB sur l'instant d'explosion : pour une série de 6 tirs les retards sont 7, 7, 6, 4, 3, 2 millisecondes soit une moyenne de 5 millisecondes et un écart standard de 2 millisecondes.

Il y a donc 65 % de chance que le retard moyen déterminé sur un grand nombre de mesures se situe entre 3 et $7 \cdot 10^{-3}$ s.

7) Influence de la couche altérée superficielle.

La courbe de fréquence des retards du signal TB a été tracée en fonction de la profondeur du tir : pour des profondeurs de 2, 4, 5 m les retards moyens sont respectivement de : 4, 8; 5; $4 \cdot 10^{-3}$ s. Il n'y a donc pas de différence significative avec la valeur du retard déterminé en laboratoire et l'on ne peut rien conclure sur l'influence de la couche altérée.

Pour le dépouillement des enregistrements, on prendra comme origine des temps l'intersection de la dromochronique avec l'axe des temps; ce qui équivaut à négliger l'influence de la couche altérée quelle que soit son épaisseur. Puisque cette épaisseur est négligée, la carte qui est établie aura ses courbes de niveau majorées de l'épaisseur de la couche altérée.

On peut considérer que l'ordonnée à l'origine sur la dromochronique est en moyenne de $3 \cdot 10^{-3}$ s. L'intersection des deux branches de la dromochronique a une abscisse $D < 30$ m. On définit donc une vitesse maximale $V_1 \approx 2600$ m/s d'où l'on déduit un ordre de grandeur maximum de l'épaisseur de la couche altérée $h < 6$ m (selon Glück, 1968 $V = 2420$ m/s sur le glacier Blanc)

8) Profil du lit rocheux suivant l'axe de la ligne de réfraction.

Pour des distances point de tir - géophone variant de 30 à 1300 m on n'observe aucune rupture de pente sur la dromochronique; des zones très crevassées n'ont pas permis l'exploitation de distances supérieures. On obtient donc aucun renseignement par la méthode de réfraction. Cependant, des réflexions nettes sont visibles et vont permettre la définition du lit rocheux. Pour ce faire, on utilise un abaque de dromochroniques construit pour une vitesse de propagation des ondes de compression de 3650 m/s, vitesse moyenne des tirs de réfraction. On suppose que les réflexions se sont produites à la verticale de la ligne de tir, à égale distance du point de tir et du géophone qui reçoit l'onde réfléchie; (miroirs parallèles à la surface). Des réflexions latérales sont possibles si l'on se trouve sur les bords du glacier ou encore si la vallée glaciaire est très resserrée. Cette éventualité paraît peu probable sur le glacier de Gébroulaz, large en moyenne de 700 m.

Les miroirs construits (fig. 2) permettent de définir un lit moyen; le lissage est effectué en calculant la moyenne des miroirs sur une distance de 100 m. Les miroirs sont compatibles, l'imprécision de dix mètres correspond à l'imprécision des lectures d'épaisseur sur l'abaque.

Les tirs en AM_{400} (carte II) donnent des réflexions incohérentes; ce peut être le résultat d'un relief tourmenté dans cette région.

DÉTERMINATION DE L'ÉPAISSEUR DU GLACIER DE GERBOULAZ

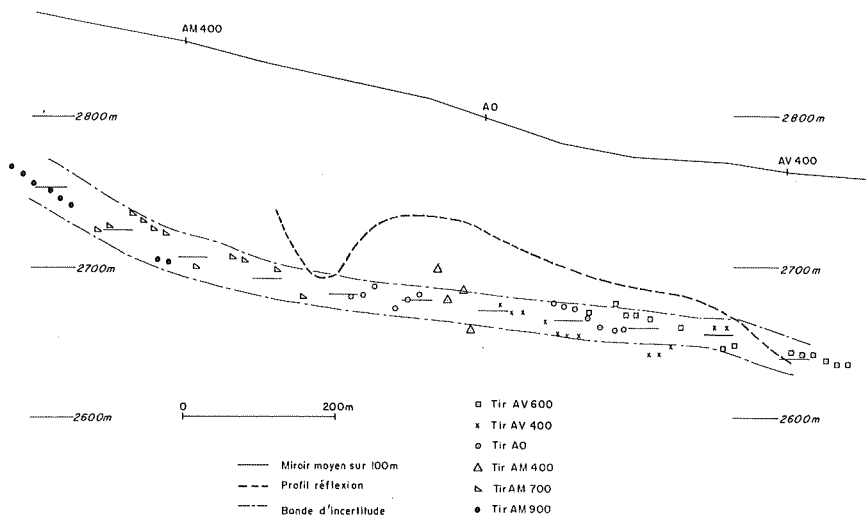


FIG. 2. — Profil du lit rocheux suivant l'axe de la ligne de réfraction.

9) Conclusions.

a) Profil du lit : la cohérence des résultats que donnent les différents points de tir permettent de définir l'épaisseur du glacier qui varie de 100 à 140 mètres;

b) Nature du lit rocheux : on peut calculer la vitesse maximum des ondes de compression dans le milieu sous-jacent en utilisant :

$$h = (x/2) [(V_2 - V_1) / V_2 + V_1]^{1/2}$$

où x est la distance à laquelle l'onde réfractée arrive au même instant que l'onde directe, h est l'épaisseur du glacier, V_1 et V_2 les vitesses de l'onde de compression dans la glace et le milieu sous-jacent.

Pour $h = 140$ m, $x = 1300$ m, $V_1 = 3650$ m/s, on obtient $V_2 = 4000$ m/s; pour $h = 100$ m, $V_2 = 3825$ m/s.

C'est une vitesse de propagation qui correspond à des sédiments ou des roches altérées. Contrairement aux autres glaciers des Alpes françaises bien étudiés jusqu'à présent (glacier Blanc, Mer de Glace, glacier de Saint-Sorlin et d'Argentière) le glacier de Gébroulaz, comme un certain nombre de glaciers du Tyrol (LIBOUTRY, 1965) reposerait sur une épaisse couche de matériaux meubles.

IV. — SISMIQUE REFLEXION

L'exploitation des réflexions ayant permis de définir approximativement le profil du lit, on poursuit la prospection en utilisant la méthode de sismique réflexion. On veut obtenir une bonne couverture du lit rocheux et un grand nombre de miroirs par zone étudiée pour permettre une connaissance statistique des erreurs commises. On ne recherchera pas de dispositifs compliqués tel l'octogone de GLUCK (1968), qui pour une campagne de durée limitée sacrifie à la recherche d'une précision illusoire (cf. infra) le nombre de miroirs et la surface prospectée.

1) Base de réflexion (carte II).

Une base de réflexion est formée de 4 groupes de 4 géophones disposés aux sommets de carrés de 30 mètres de côté. Ces carrés sont espacés de 60 à 90 m. La base B₀ est centrée en A₀.

Les points de tir sont répartis autour de la base entre 100 et 400 mètres des géophones. Pour chaque tir on peut espérer définir quatre miroirs indépendants. L'utilisation de quatre géophones permet à la fois d'éliminer des réflexions ne provenant pas d'un même miroir et d'effectuer un calcul d'erreur pour chaque miroir construit.

2) Vitesse de l'onde P.

La précision sur la vitesse de propagation (pente de la dromochronique) est :

$$dV = dt. V^2/D$$

Le dispositif de géophone s'étend en moyenne sur 200 mètres, en appréciant la demi-milliseconde, on définit les vitesses à 40 m/s près. Pour chaque base la vitesse moyenne et l'écart quadratique moyen (σ) sont :

Base B ₀	V _m = 3 640 m/s	σ = 74 m/s
C ₀	V _m = 3 590 m/s	σ = 70 m/s
D ₀	V _m = 3 717 m/s	σ = 146 m/s
E ₀	V _m = 3 674 m/s	σ = 40 m/s

L'écart quadratique moyen pour la base D₀ est le double de celui observé pour les bases B₀ et C₀. L'étude des sismogrammes et des conditions de tir permettent d'expliquer les vitesses extrêmes qui augmentent l'écart moyen.

TABLEAU I

Vitesses anormales : pour chaque trou de tir, nous portons les résultats obtenus par l'exploitation des différentes bases.

Base Tir	Ligne IA	Base B ₀	Base C ₀	Base D ₀	Base E ₀
A ₀	3646 m/s ± 40 m/s 30 m	3700 m/s ± 80 m/s 60 m	3636 m/s ± 40 m/s 120 m	4060 m/s ± 100 m/s 250 m/s -3 ms	
BV ₂			3696 m/s ± 40 m/s 300 m	3450 m/s ± 100 m/s 150 m 0 ms	
BV ₃		3700 m/s ± 40 m/s 250 m	3450 m/s ± 40 m/s 400 m	3636 m/s ± 40 m/s 150 m 9 ms	
AV ₆₀₀	Ligne IA 3640 m/s sur les 12 géophones aval, 40 m à 400 m 3950 m/s " " " " amont, avec déca- lage de la dromochronique, 400 m à 760 m 10 ms (même caractéristique que AV ₄₀₀ , fig. 3)				Base D 3925 m/s ± 40 m/s 280 m -3 ms

Dans le tableau I on donne pour chaque trou de tir :

- la vitesse obtenue dans l'exploitation de chacune des bases;
- la précision sur cette vitesse;
- la distance point de tir-géophone;
- le retard du signal TB par rapport au point d'intersection de la dromochronique avec l'axe des temps.

Les trous de tir A₀ et AV₆₀₀ de la base D₀ qui donnent des vitesses élevées ont déjà servi pour les mesures de la ligne de réfraction et pour celles des bases B₀ et C₀.

Le tir AV₆₀₀ présente les mêmes caractéristiques que le tir AV₄₀₀ (fig. 3) : vieillissement du trou, suppression trop forte font que l'onde directe n'a pas été enregistrée et que l'on a tracé la dromochronique de l'onde réfractée ou réfléchié; il en est de même pour le tir A₀. On atteint ainsi une vitesse apparente plus ou moins précise et l'extrapolation de la branche de la dromochronique donne un point d'intersection avec l'axe des temps dont l'ordonnée a une valeur supérieure à la valeur moyenne.

L'étude de la dromochronique du tir BV₂ enregistré sur la base D₀ montre que les géophones de la rive droite ont un retard de une milli-

seconde, on obtient alors une vitesse de $3\,640\text{ m/s} \pm 40\text{ m/s}$; un mauvais réglage de la suppression explique ce retard.

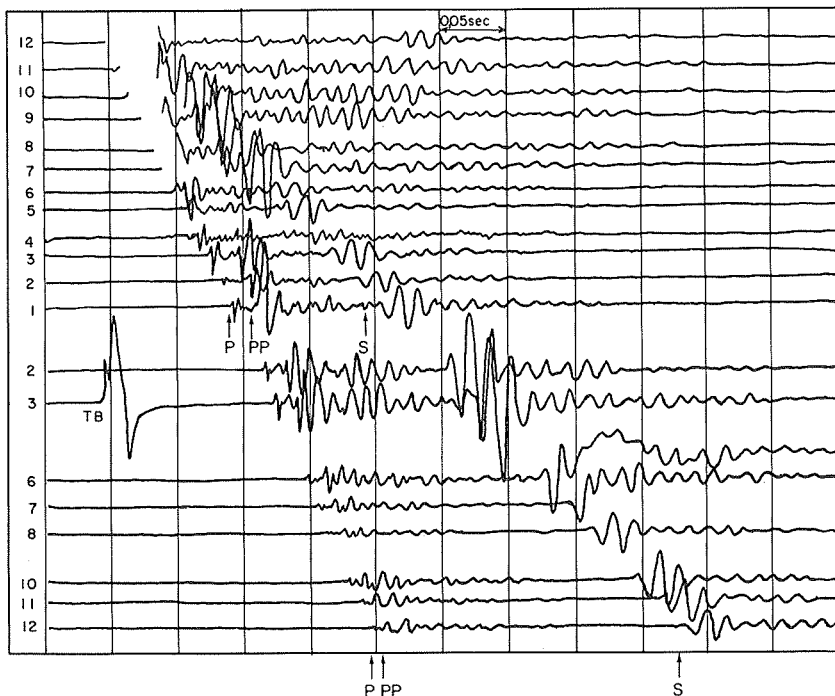


FIG. 3. — Tir AV₁₀₀ (100 g, 5 m). Le premier géophone est à 40 m du point de tir. On discerne les réflexions à partir du géophone n° 9 (130 m).

Ainsi ces vitesses ne caractérisent pas celles de la glace, la vitesse moyenne et l'écart standard de la base D₀ sont alors : $V_m = 3\,680\text{ m/s}$, $\sigma = 53\text{ m/s}$.

Répartition des vitesses sur le glacier : la carte des vitesses pour chaque base comporte les vitesses dont la précision est au moins de 40 m/s (exemple : base B₀, fig. 4).

La ligne de réfraction ne donne pas de variations de vitesse avec la distance. Or dans la même région les bases B₀ D₀ E₀ donnent des résultats différents. La vitesse varie suivant la distance et la direction par rapport à l'axe du glacier.

Ces fluctuations s'interprètent facilement en faisant intervenir une faible anisotropie de la glace.

Étudions par exemple le cas présenté fig. 5 où l'on considère que la vitesse de propagation de l'onde P varie linéairement avec l'azimuth.

DÉTERMINATION DE L'ÉPAISSEUR DU GLACIER DE GERBOULAZ

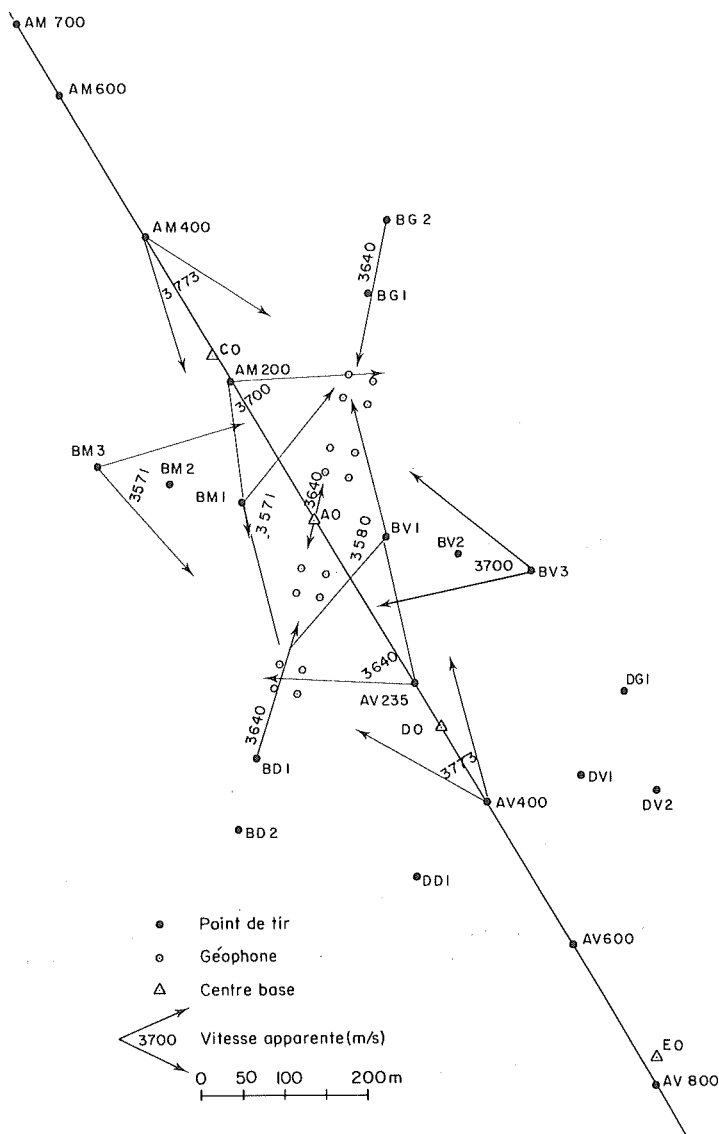


Fig. 4. — Base B₀ : la répartition des vitesses est symétrique, les vitesses croissent avec la distance au centre de la base; elles sont maximales (3 770 m/s) suivant l'axe du glacier et minimales pour les tirs perpendiculaires.

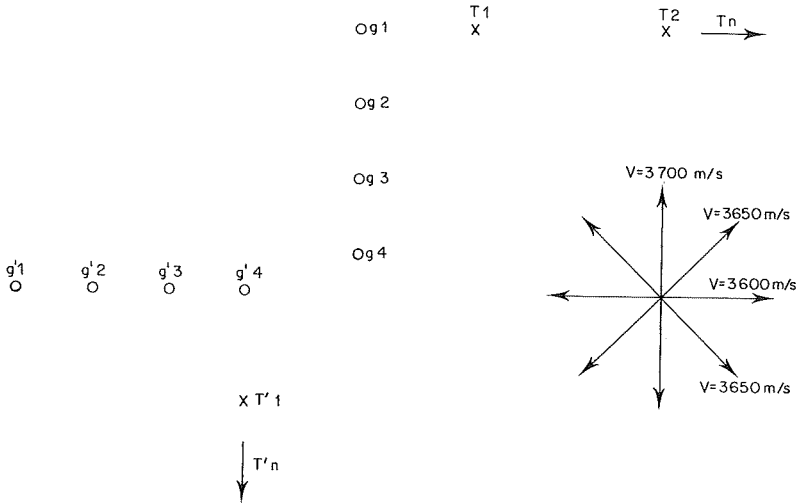


FIG. 5. — Variation de la vitesse apparente avec la distance point de tir-géophone et la direction de la ligne de tir dans un milieu anisotrope (cf. texte).

Pour le tir T_1 l'onde P arrivera en g_1 à l'instant $g_1 T_1 / 3600$ et en g_4 à $g_4 T_1 / 3675$. La vitesse apparente (pente de la dromochronique) de l'onde sera :

$$(g_4 T_1 - g_1 T_1) / [(g_4 T_1 / 3675) - (g_1 T_1 / 3600)]$$

c'est-à-dire supérieure à 3675 m/s.

Lorsque le point de tir s'éloigne ($T_2 \dots T_n$), la vitesse apparente tend vers 3600 m/s; lorsque T se rapproche de g_1 , la vitesse apparente tend vers 3700 m/s. On observe donc une diminution de la vitesse avec la distance. Inversement, pour le point de tir T'_1 , la vitesse apparente :

$$(g'_1 T'_1 - g'_4 T'_1) / [(g'_1 T'_1 / 3625) - (g'_4 T'_1 / 3700)]$$

sera inférieure à 3625 m/s.

On peut ainsi obtenir des vitesses apparentes variant de 3550 à 3750 m/s et rendre compte qualitativement des observations reproduites fig. 4 par exemple. Mais l'imprécision sur l'instant de mise à feu et l'impossibilité de tenir compte du retard entraîné par la couche superficielle ne permettent pas une étude approfondie de l'anisotropie du glacier.

3) Restitution des miroirs dans l'espace.

On suppose le miroir-plan. Le lieu géométrique de l'hypocentre H (point symétrique du point de tir par rapport au miroir) est la sphère centrée sur le géophone dont le rayon est égal au trajet de l'onde réfléchie ($V \times t$). L'hypocentre sera donc déterminé par l'intersection de 3 sphères

DÉTERMINATION DE L'ÉPAISSEUR DU GLACIER DE GERBOULAZ

centrées sur 3 géophones non alignés, recevant l'onde réfléchiée par le même miroir. Le plan du miroir est le plan médiateur du segment joignant le point de tir à l'hypocentre. Le point miroitant est alors déterminé par l'intersection de ce plan et du segment joignant l'hypocentre au géophone.

Les géophones sont situés aux sommets d'un carré. Les quatre sphères définissant l'hypocentre ont des rayons très voisins et sont centrées en des points dont la distance est faible (30 m) devant les rayons (300 m). On peut alors considérer une sphère de rayon moyen

$$r_m = (r_1 + r_2 + r_3 + r_4) / 4$$

qui constitue un premier lieu géométrique de l'hypocentre (sphère moyenne).

Cet hypocentre appartient aussi aux plans d'intersection des sphères 1, 2, 3 et 4 centrées sur leur géophone respectif. Soit deux de ces plans P_{12} et P_{23} ; si les géophones 1, 2 et 3 ne sont pas alignés l'intersection des plans P_{12} et P_{23} est une droite lieu de l'hypocentre; l'intersection de cette droite avec la sphère moyenne définira la position de l'hypocentre dans l'espace (LLIBOUTRY, 1965). (Cf. annexe).

4) Erreur sur les coordonnées horizontales de l'hypocentre.

Partant de l'équation en x du plan P_{ij} contenant l'hypocentre (géophones situés dans un plan horizontal).

$$2 D . x = V^2 (t_i^2 - t_j^2)$$

GLUCK (1968) effectue un calcul d'erreur

$$\frac{dx}{x} = \frac{2 dV}{V} + \frac{4 t_i dt_i}{t_i^2 - t_j^2}$$

pour $V = 3665 \text{ m/s}$, $dV = 50 \text{ m/s}$

on a : $\frac{2 dV}{V} = 3 \%$

pour $t_j = 200.10^{-3} \text{ s}$, $t_i = 205.10^{-3} \text{ s}$, $dt_i = 0,5.10^{-3} \text{ s}$

on a : $\frac{4 t_i dt_i}{t_i^2 - t_j^2} = \frac{4 dt_i}{t_i - t_j} = 25 \%$

Il conclut que l'influence de l'erreur sur la vitesse est négligeable et qu'une amélioration fondamentale consiste à rendre $t_i - t_j$ maximum

et pour ce faire propose d'adopter un dispositif de géophone octogonal. Mais cette erreur relative n'a pas de signification; en effet, si $t_i - t_j$ est petit, l'erreur dx/x est grande mais x est petit et en réalité l'erreur absolue reste constante, de l'ordre de 90 m pour $dt_i = 05 \cdot 10^{-3}$ s, $t_i = 200 \cdot 10^{-3}$ s.

Il n'est donc pas nécessaire de rechercher des dispositifs compliqués qui n'apportent rien à la précision de la mesure.

5) Influence des erreurs sur les temps de parcours, carré d'hypocentre.

On considère un modèle (fig. 6) correspondant à la majorité des miroirs construits, une erreur de $\pm 10^{-3}$ s sur la durée du trajet des ondes réfléchies se traduit par une variation des rayons des cercles lieu de l'hypocentre de $\pm 3,6$ m. Cette variation est minime mais les sphères étant presque tangentes, le point d'intersection se déplace très rapidement.

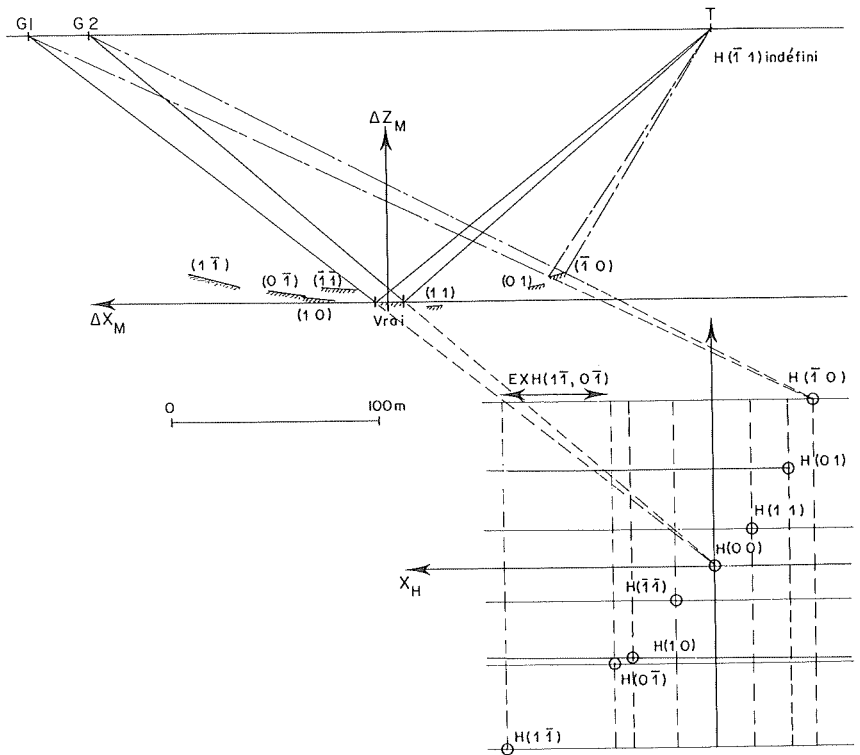


FIG. 6. — Déplacement de l'hypocentre et du miroir dû à une erreur de 10^{-3} s sur les sphères 1 et 2. Les erreurs 0, -10^{-3} , 10^{-3} s sont notées 0 $\bar{1}$ 1.

L'hypocentre subit alors un grand déplacement dans l'espace. On note 0, $\bar{1}$, 1, les erreurs de 0, -10^{-3} et $+10^{-3}$ s sur la durée du trajet de l'onde réfléchi qui arrive aux géophones que l'on placera toujours dans l'ordre suivant g_1, g_2, g_4, g_3 .

Pour deux sphères centrées en g_1 et g_2 , les combinaisons des erreurs sur les rayons conduisent aux différentes positions de l'hypocentre représentées fig. 6. Le cas H ($\bar{1}$ 1) ne définit pas l'hypocentre : si la profondeur considérée n'est pas supérieure à 130 m, les cercles $g_1(\bar{1})$ et $g_2(1)$ ne se coupent pas.

Pour déterminer un miroir, on utilise quatre sphères. Leurs intersections deux à deux définissent les plans x_{12}, x_{43} et y_{14}, y_{23} . On prend le plan moyen comme lieu de l'hypocentre. L'erreur sur la position de ce plan est donc une moyenne des erreurs commises.

Les intersections de ces plans définissent quatre positions possibles de l'hypocentre. LIBOUTRY (1965) considère la dimension du carré formé par ces quatre positions comme critère de fiabilité. Sur la figure 6 on apprécie la dimension des côtés des carrés obtenus. Suivant les cas la longueur du côté du carré d'hypocentre est petite, par exemple de H($\bar{1}$ 0) à H(1 1); H(1 1) à H(0 0) ou nulle H($\bar{1}$ $\bar{1}$) à H($\bar{1}$ $\bar{1}$). Cependant, un seul cas de cet ensemble est juste H(0 0), et les cas où l'erreur se compense sont ceux pour lesquels les sommets du carré d'hypocentre sont situés de part et d'autre de l'hypocentre vrai tel H(1 1) à H($\bar{1}$ $\bar{1}$). La taille des carrés d'hypocentre n'est donc pas suffisante comme critère de fiabilité des miroirs.

Mais ce critère peut être exploité : pour chaque dimension du carré d'hypocentre, l'on va déterminer le nombre de cas où l'erreur commise sur le miroir reste faible, donc la probabilité avec laquelle on peut considérer que le miroir est juste.

6) Erreur moyenne sur un miroir déterminé à partir de quatre mesures exploitables.

On obtient 81 cas possibles d'erreur moyenne en considérant les quatre sphères (tableau II). Lorsque $x_{H12} > 0$ et $x_{H43} < 0$ et inversement (fig. 6), les erreurs se compensent partiellement. Les erreurs sur les coordonnées d'un miroir horizontal sont représentées figure 7 : l'erreur DXM_{12} du miroir construit par rapport au miroir réel, mesurée sur la figure 6 est portée en abscisse, DXM_{43} en ordonnée. Chaque point d'intersection des parallèles aux axes représente une erreur moyenne possible. Les moyennes où les erreurs se compensent appartiennent aux cadrans II et IV; les cas de compensation totale sont situés sur la diagonale. Dans les cadrans II et IV, l'erreur DXM est égale à la moitié de la distance joignant le point représentatif à la diagonale suivant une direction parallèle aux axes.

Pour les quatre cas : (1 1 . 1 $\bar{1}$); ($\bar{1}$ 0 . $\bar{1}$ $\bar{1}$); (1 $\bar{1}$. 1 1); ($\bar{1}$ $\bar{1}$. $\bar{1}$ 0) l'erreur DXM est grande (35 m), on totalise cependant ces cas. D'autre part on ajoute aux cas considérés comme satisfaisants les six moyennes

TABLEAU II
Combinaison des erreurs pour quatre mesures exploitables

Δx_{12} / Δx_{43}	$\bar{1}\bar{1}$	$0\bar{1}$	10	$\bar{1}\bar{1}$	00	11	01	$\bar{1}0$	$\bar{1}\bar{1}$
$\bar{1}\bar{1}$	0 $\bar{1}\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	1 $0\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	1 $10\bar{1}\bar{1}$	2 $\bar{1}\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	2 $00\bar{1}\bar{1}$	2 $\bar{1}\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	3 $01\bar{1}\bar{1}$	3 $\bar{1}0\bar{1}\bar{1}$	4 $\bar{1}\bar{1}\bar{1}\bar{1}$
$0\bar{1}$	1 $\bar{1}\bar{1}0\bar{1}$	0 $0\bar{1}0\bar{1}$	0 $100\bar{1}$	1 $\bar{1}\bar{1}0\bar{1}$	1 $000\bar{1}$	1 $\bar{1}\bar{1}0\bar{1}$	2 $010\bar{1}$	2 $\bar{1}00\bar{1}$	3 $\bar{1}\bar{1}0\bar{1}$
10	1 $\bar{1}\bar{1}10$	0 $0\bar{1}10$	0 1010	1 $\bar{1}\bar{1}10$	1 0010	1 $\bar{1}\bar{1}10$	2 0110	2 $\bar{1}010$	3 $\bar{1}\bar{1}10$
$\bar{1}\bar{1}$	2 $\bar{1}\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	1 $0\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	1 $10\bar{1}\bar{1}$	0 $\bar{1}\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	0 $00\bar{1}\bar{1}$	0 $\bar{1}\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	4 $01\bar{1}\bar{1}$	1 $\bar{1}0\bar{1}\bar{1}$	2 $\bar{1}\bar{1}\bar{1}\bar{1}$
00	2 $\bar{1}\bar{1}00$	1 $0\bar{1}00$	1 1000	0 $\bar{1}\bar{1}00$	0 0000	0 $\bar{1}\bar{1}00$	1 0100	1 $\bar{1}000$	2 $\bar{1}\bar{1}00$
11	2 $\bar{1}\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	1 $0\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	1 $10\bar{1}\bar{1}$	0 $\bar{1}\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	0 $00\bar{1}\bar{1}$	0 $\bar{1}\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	1 $01\bar{1}\bar{1}$	1 $\bar{1}0\bar{1}\bar{1}$	2 $\bar{1}\bar{1}\bar{1}\bar{1}$
01	3 $\bar{1}\bar{1}01$	2 $0\bar{1}01$	2 1001	1 $\bar{1}\bar{1}01$	1 0001	1 $\bar{1}\bar{1}01$	0 0101	0 $\bar{1}001$	1 $\bar{1}\bar{1}01$
$\bar{1}0$	3 $\bar{1}\bar{1}\bar{1}0$	2 $0\bar{1}\bar{1}0$	2 $10\bar{1}0$	1 $\bar{1}\bar{1}\bar{1}0$	1 $00\bar{1}0$	1 $\bar{1}\bar{1}\bar{1}0$	0 $01\bar{1}0$	0 $\bar{1}0\bar{1}0$	1 $\bar{1}\bar{1}\bar{1}0$
$\bar{1}\bar{1}$	4 $\bar{1}\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	3 $0\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	3 $10\bar{1}\bar{1}$	2 $\bar{1}\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	2 $00\bar{1}\bar{1}$	2 $\bar{1}\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	1 $01\bar{1}\bar{1}$	1 $\bar{1}0\bar{1}\bar{1}$	0 $\bar{1}\bar{1}\bar{1}\bar{1}$

$\bar{1}\bar{1}\bar{1}\bar{1}$
$00\bar{1}\bar{1}$
$\bar{1}\bar{1}\bar{1}\bar{1}$
4

erreur compensée $\Delta x_M < 35$ m;

erreur non compensée mais faible, < 10 m;

cas $\bar{1}$ 1, les sphères ne se coupent pas lorsque l'épaisseur est inférieure à 130 m;

classe EXM n° 4.

DÉTERMINATION DE L'ÉPAISSEUR DU GLACIER DE GERBOULAZ

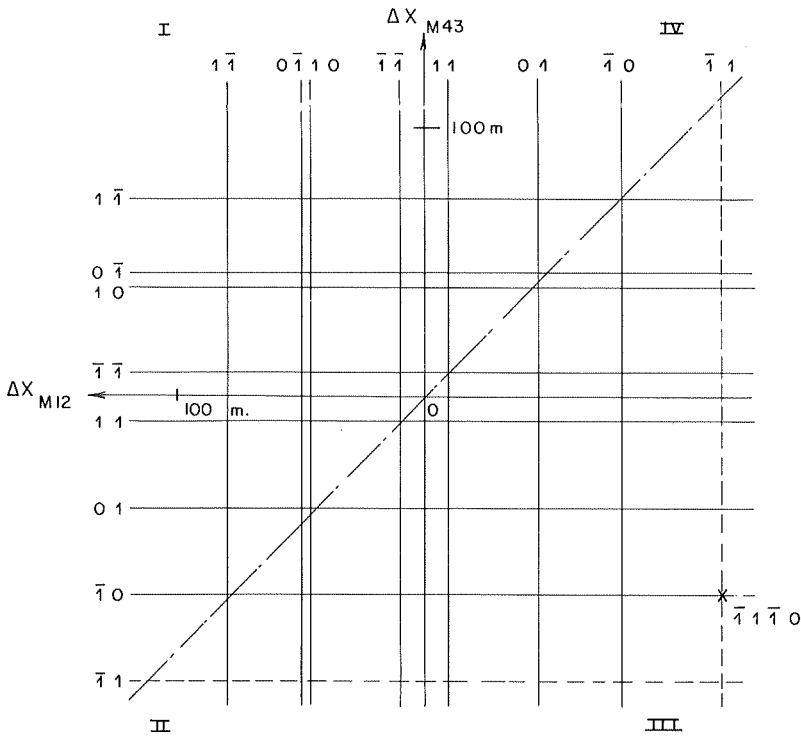


FIG. 7. — Erreur sur les coordonnées d'un miroir horizontal correspondant au modèle de la figure 6.

($\bar{1} \bar{1} . \bar{1} \bar{1}$); ($\bar{1} \bar{1} . 0 0$); ($0 0 . \bar{1} \bar{1}$); ($0 0 . 1 1$); ($1 1 . 0 0$); ($1 1 . 1 1$) voisines de l'origine des axes (erreur non compensée mais inférieure à 10 m).

Les moyennes qui minimisent l'erreur sur l'abscisse du miroir sont déterminées; ceci implique une erreur sur chacune des sphères lieu de l'hypocentre. L'erreur sur l'ordonnée de l'hypocentre et sur celle du miroir est alors imposée puisque l'on détermine les plans y_{H14} et y_{H23} par intersection des mêmes sphères. Pour caractériser l'erreur DYM, il suffira de permuter les chiffres représentatifs de l'erreur commise sur chaque sphère.

$EXH = r_2^2 + r_4^2 - r_1^2 - r_3^2$ est la longueur du côté du carré d'hypocentre. Pour une erreur de lecture des temps dt_i :

$$EXH = \frac{V^2}{2d} \left[(t_2 + dt_2)^2 + (t_4 + dt_4)^2 - (t_1 + dt_1)^2 - (t_3 + dt_3)^2 \right]$$

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

en première approximation

$$t_2 \approx t_4 \approx t_1 \approx t_3$$

$$(dt)^2 \approx 10^{-6} \text{ s}$$

$$EXH = \frac{V^2 t}{d} [dt_2 + dt_4 - dt_1 - dt_3]$$

TABLEAU III
Corrélation $\Delta x_M \Delta y_M$

N° de classe EXH	EXH lue	$\Delta x_{H12} \Delta x_{H43}$	$\Delta y_{H23} \Delta y_{H14}$	Δx_M	Δy_M
0	0	00 00	00 00	0	0
	10	00 11	01 01	10	50
	10	00 11	01 01	10	50
	10	11 00	10 10	10	50
	10	11 11	11 11	0	0
	10	11 11	11 11	0	80
	10	11 00	10 10	10	80
	10	11 11	11 11	0	indéfini
	10	11 11	11 11	0	0
1	40	01 11	11 01	15	60
	50	01 11	11 01	15	indéfini
	50	10 11	01 11	15	50
	50	11 01	11 10	15	15
	50	11 10	10 11	15	15
	50	10 11	01 11	35	35
	40	11 01	11 10	15	indéfini
	50	11 10	10 11	35	80
2	80	01 01	11 00	0	80
	80	01 10	10 01	0	0
	80	01 01	11 00	5	indéfini
	100	01 10	00 11	15	5
	80	10 01	01 10	0	0
	100	10 10	00 11	15	40
	100	11 11	11 11	35	35
	100	11 11	11 11	35	indéfini
	100	10 01	01 10	15	15
	100	10 10	00 11	15	indéfini
3	150	01 11	11 01	15	60
	150	11 01	11 10	15	indéfini
	150	11 10	10 11	0	0
	150	10 11	01 11	0	indéfini

DÉTERMINATION DE L'ÉPAISSEUR DU GLACIER DE GERBOULAZ

En prenant $t \approx 10^{-1}$ s; $V = 3\ 650$ m/s; $d = 30$ m, on a $EXH = n \cdot 44$ m avec n entier variant de -4 à $+4$. Nous appellerons $|n|$ le numéro de classe EXH.

Pour chaque classe EXH on obtient un nombre déterminé d'erreurs moyennes parmi lesquelles certaines sont compensées (tableau III). Les erreurs du type (I 1) seront rattachées à la classe EXH n° 4.

Dans le tableau III sont rassemblés : le numéro de la classe EXH et dans cette classe les erreurs qui sont compensées et faibles $(D_{x_{H12}} + D_{x_{H43}}) / 2$, l'erreur moyenne $(D_{Y_{H23}} + D_{Y_{H14}}) / 2$ correspondante, la valeur lue sur la figure 7 de DXM et DYM et la valeur lue sur la figure 6 de $(D_{x_{H12}} + D_{x_{H43}}) / 2 = EXH$. On note, indéfini, les erreurs du type (I 1) et on élimine les cas tels que $DYM > 60$ m et DYM, indéfini.

Ce tableau permet de déterminer pour chaque classe le rapport du nombre de miroir ayant une erreur faible au nombre total de miroirs. Ce rapport caractérise la probabilité d'obtenir dans une classe EXH donnée un miroir satisfaisant au critère d'erreur défini précédemment $DXM \leq 35$ m, $DYM \leq 60$ m, $DZM < 10$ m (tableau IV).

TABLEAU IV

Probabilité d'un miroir d'appartenir à une classe EXH (P)
et probabilité pour chaque classe EXH d'obtenir un miroir tel que
 $\Delta x_M < 35$ m, $\Delta y_M < 60$ m, $\Delta z_M < 10$ m (Pe)

N° de classe EXH	P	Pe
0	9/32	1/3
1	7/16	1/6
2	7/32	3/7
3	1/16	1/2
4	17/81	0

7) Incertitude dans le cas de trois mesures exploitables.

On obtient un tableau de même nature que dans le cas précédent, les notations sont conservées (tableau V).

Il ne peut y avoir compensation des erreurs du fait que l'on n'effectue pas une moyenne sur les mesures. Les seuls cas où l'erreur restera acceptable seront ceux pour lesquels les rayons des cercles varient dans le même sens (fig. 6). D'où une probabilité de 3/24 d'obtenir un miroir satisfaisant à l'incertitude admise.

TABLEAU V
Combinaison des erreurs pour trois mesures exploitables

$g_i \backslash x_{ij}$	$1\bar{1}$	01	10	$\bar{1}\bar{1}$	00	11	$0\bar{1}$	$\bar{1}0$	$\bar{1}\bar{1}$
0	$1\bar{1}0$	$0\bar{1}0$	100	$1\bar{1}0$	000	110	010	$\bar{1}00$	$1\bar{1}0$
1	$1\bar{1}1$	$0\bar{1}1$	101	$1\bar{1}1$	001	111	011	$\bar{1}01$	$1\bar{1}1$
$\bar{1}$	$1\bar{1}\bar{1}$	$0\bar{1}\bar{1}$	$10\bar{1}$	$1\bar{1}\bar{1}$	$00\bar{1}$	$1\bar{1}\bar{1}$	$01\bar{1}$	$\bar{1}0\bar{1}$	$1\bar{1}\bar{1}$



erreur faible;



cas $\bar{1}1$ indéfini pour des épaisseurs inférieures à 130 m.

8) Poids affecté à un miroir.

Lors du dépouillement on calculera EXH que l'on rattachera facilement aux classes EXH de l'analyse précédente. Le poids donné à chaque miroir sera la probabilité correspondant à sa classe EXH (tableau IV).

V. — CARTE DU LIT ROCHEUX

1) Tracé des courbes de niveau.

Les enregistrements obtenus permettent de calculer les coordonnées de 140 miroirs qui sont reportés sur une carte au 1/2 000 avec leur poids respectif; trente et un miroirs correspondant au cas « indéfini » et pour lesquels $EXH > 200$ m ont été tout d'abord éliminés.

La carte du lit rocheux a été tracée en tenant compte à la fois du poids et de la cohérence des résultats dans une zone limitée de quelques hectares. Si l'on cherche à utiliser le plus grand nombre possible de miroirs trouvés, le tracé des courbes de niveau est difficile et très subjectif (fig. 8). La possibilité d'éliminer la plupart des miroirs de poids faible permet de tracer beaucoup plus facilement les courbes de niveau. Mais ce tracé demeure encore subjectif si l'on se contente d'éliminer les

DÉTERMINATION DE L'ÉPAISSEUR DU GLACIER DE GERBOULAZ

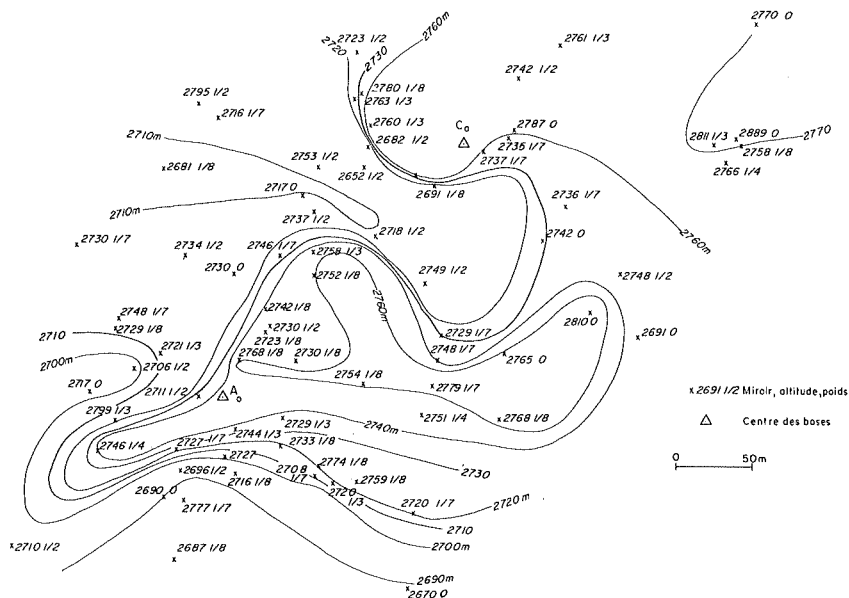


FIG. 8. — Carte des miroirs obtenus (Base C₀ et B₀) et interprétation possible.

miroirs que l'on estime incohérents car dans la classe la plus favorable le poids des miroirs n'est que de 1/2. Par contre, il est possible d'obtenir une image lissée mais parfaitement objective du lit en calculant pour chaque point de la carte la moyenne pondérée des altitudes des miroirs

TABLEAU VI

*Comparaison des probabilités obtenues par calcul
sur le modèle de la figure 6 et par construction de la carte*

EXH	nombre de miroirs construits	nombre de miroirs utilisés	Probabilité de la classe EXH		Probabilité d'un miroir tel que $\Delta x_M < 35 \text{ m}$, $\Delta y_M < 60 \text{ m}$, $\Delta z_M < 10 \text{ m}$	
			utilisés	modèle	utilisés	modèle
0	35	11	5/16	4,5/16	0,95/3	1/3
1	37	18	4,2/16	7/16	1/2	1/6
2	27	21	3,1/16	3,5/16	5,4/7	3/7
3	10	7	1,15/16	1/16	1,4/2	1/2
4	31	0	18/81	17/81	0	0
3pt	23	2			0, 7/8	1/8

dans un rayon de 20 à 50 m suivant la densité des miroirs disponibles (fig. 9).

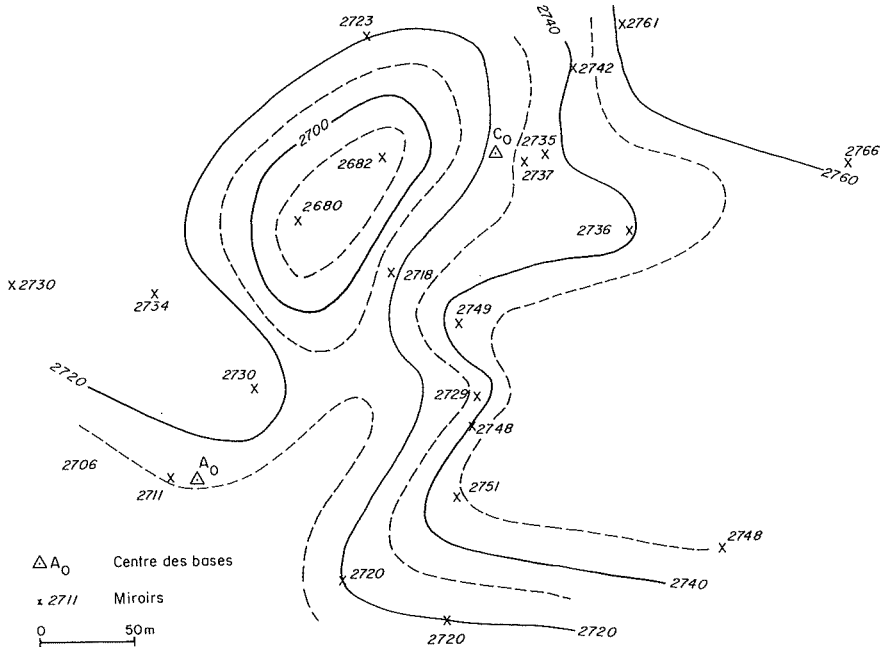


FIG. 9. — Miroirs retenus sur l'ensemble des miroirs de la figure 8 et courbes de niveau du lit probables.

La répartition des miroirs parmi les classes EXH, le nombre de ceux retenus pour construire la carte, permettent de définir des proportions sur la base des calculs effectués d'après le modèle de la figure 6 et de comparer l'ensemble des résultats obtenus (tableau VI).

Dans le cas d'un miroir subhorizontal, toutes les erreurs se traduisent par une diminution de l'épaisseur (fig. 6). Donc dans les zones à faible pendage on adoptera la valeur minimale de l'altitude compatible avec l'ensemble des miroirs retenus.

Lorsque le pendage devient plus important, les erreurs de lecture des temps introduisent des variations d'épaisseur parfois positives, parfois négatives; on pourra adapter l'altitude des courbes de niveau, dans le domaine DZM permis en faisant en sorte que le pendage soit assez régulier puisque l'on n'observe pas de chute de séracs en surface. Cependant, un grand nombre de crevasses traduit une topographie sous-glaciaire relativement tourmentée et l'on peut prévoir deux bosses qui déterminent deux réseaux de crevasses entrecroisées. La première est située rive droite, légèrement en amont de la base E_0 et la deuxième rive gauche entre les bases B_0 et C_0 (carte I).

2) Fréquence des différentes classes EXH.

Les probabilités établies en dénombrant les miroirs retenues pour l'élaboration de la carte sont supérieures aux probabilités déduites de l'analyse des erreurs possibles. Ceci s'explique car l'erreur tolérée sur l'altitude DZM = 20 m pour la construction de la carte est supérieure au DZM = 10 m adopté dans le modèle. D'autre part, en tenant compte de la cohérence des miroirs sur une zone limitée, on retient un plus grand nombre de miroirs de poids faible.

En outre le temps de propagation intervient dans le calcul de EXH : pour une erreur donnée sur les temps de propagation, la dimension du carré d'hypocentre varie avec l'épaisseur de glace et la distance point de tir-géophone. On peut donc commettre des erreurs en définissant l'appartenance d'un miroir à une classe EXH de numéro donné d'après la dimension de son carré d'hypocentre.

Compte tenu de l'ensemble de ces remarques, il y a donc une bonne corrélation entre les probabilités obtenues avec les hypothèses de calcul ($dt = 10^{-3}$ s, $h \approx 130$ m, $D \approx 300$ m (fig. 6) et celles que l'on déduit de l'ensemble des mesures.

3) Profil longitudinal du lit.

Le profil du lit suivant la ligne de réfraction déduit de la carte établie par la méthode de réflexion (carte III) est reporté sur la figure 2. De A_0 à AV_{400} s'étend un plateau peu incliné, les deux profils ne s'écartent pas de plus de dix mètres. On définit donc la position du lit à cinq mètres près, soit une précision de 5 %. En amont de A_0 , le relief est plus tourmenté, les deux profils s'écartent d'une trentaine de mètres, soit une détermination à quinze mètres près équivalente à une précision de 10 % sur la position du lit.

La présence d'une bosse en amont de A_0 mise en évidence par la restitution complète des miroirs permet de comprendre cette divergence car les résultats obtenus par l'exploitation de la ligne de réfraction lissent le relief.

Remerciements.

Cette étude a été réalisée dans le cadre des contrats de recherche n° 5 (1971) et n° 2 (1972) du Parc National de la Vanoise, sous la direction de M. VALLON, qui m'a prodigué aide et conseils.

Je voudrais que le personnel du Laboratoire de Glaciologie dont j'ai particulièrement apprécié le dynamisme lors de la mise en état du matériel et au cours du travail ingrat et pénible que représentait la campagne sismique à haute altitude, trouve ici l'expression de ma reconnaissance.

Je remercie le directeur et les membres du Conseil Scientifique du Parc National de la Vanoise de l'intérêt qu'ils ont porté au projet, et d'avoir permis sa publication.

REFERENCES

- BONAPARTE, Prince R. (1891). — Les variations périodiques des glaciers français. *Annuaire du Club Alpin Français*, 18, 482-519.
- CHOPPY, J.C. (1968). — *Pratique de la sismique réflexion. Essais et dispositifs spéciaux*. Masson & Cie, Paris, 101 p.
- FOURNO, J.P. (1972). — *Prospection sismique sur le glacier de Gébroulaz*. Thèse de 3^e cycle. Université Scientifique et Médicale de Grenoble, 71 p. (inédit).
- GLUCK, S. (1967). — *Etude de la Mer de Glace. Détermination de l'épaisseur du glacier par sismique réflexion*. Rapport scientifique n° 111, Laboratoire de Glaciologie de Grenoble, 60 p. (inédit).
- GLUCK, S. (1969). — Epaisseur du Glacier Blanc (Massif de l'Oisans) dans sa partie supérieure. *Comptes rendus Acad. Sci.*, Paris, 268, 1583-1585.
- GRAEBNER, R.J. (1960). — Seismic data enhancement. *Geophysics*, 25, 2977-2990.
- LLIBOUTRY, L. (1965). — *Traité de Glaciologie, Tome 2 : Glaciers, variations du climat, sols gelés*. Masson et Cie, Paris, 537-551 et 699-700.
- LORY, Ch. (1886). — Trias du Massif de la Vanoise. *Bul. Soc. Geol. France* (3^e série), 15, 40-48.
- ONDE, H. (1938). — *La Maurienne et la Tarentaise (Etude de Géographie physique)*, B. Arthaud, Grenoble, p. 24, 25, 28, 50, 51, 105, 108, 109, 121, 122, 487-509.
- RABOT C. (1909). — Revue de Glaciologie, *Mem. Soc. Fribourgeoise Sci. Nat.*, 5 (Géologie et Géographie), 201-207.

ANNEXE

Calcul analytique des hypocentres.

On prend comme axes ox et oy les médiatrices du carré de géophones, l'altitude moyenne des géophones sera prise comme origine de l'axe z .

Les côtés du carré d'hypocentre valent, D étant le côté du carré de géophones :

$$EXH = EYH = \frac{|r_2^2 + r_4^2 - r_1^2 - r_3^2|}{2D}$$

L'équation de la sphère de rayon moyen centrée au centre du carré des géophones est :

$$x^2 + y^2 + z^2 = \left[\frac{r_1 + r_2 + r_3 + r_4}{4} \right]^2 = r_m^2$$

Si on pose :

$$K_1 = r_2^2 + r_3^2 - r_1^2 - r_4^2$$

$$K_2 = r_3^2 + r_4^2 - r_1^2 - r_2^2$$

$$K_3 = + 2 (z_2 + z_3 - z_1 - z_4)$$

$$K_4 = + 2 (z_3 + z_4 - z_1 - z_2)$$

où z_i est la côte du géophone i , et :

$$G = (K_1 \cdot K_3 + K_2 \cdot K_4)^2 + (16 D^2 r_m^2 - K_1^2 - K_2^2) \cdot (K_3^2 + K_4^2 + 16 D^2)$$

L'hypocentre est à l'intersection de cette sphère et des plans :

$$x = XH = \frac{K_1 + K_3 \cdot z}{4 D}$$

$$y = YH = \frac{K_2 + K_4 \cdot z}{4 D}$$

Les coordonnées du point miroitant sont :

$$XM = \frac{\lambda M \cdot XH}{1 + \lambda M} \quad YM = \frac{\lambda M \cdot YH}{1 + \lambda M} \quad ZM = \frac{\lambda M \cdot ZH}{1 + \lambda M}$$

avec :

$$\lambda M = \frac{XH^2 + YH^2 + ZH^2 - XT^2 - YT^2 - ZT^2}{(XH - XT)^2 + (YH - YT)^2 + (ZH - ZT)^2}$$

Pendage :

L'angle du dièdre formé par le miroir et un plan horizontal est :

$$p = \text{arc tg} \frac{[(XT - XH)^2 + (YT - YH)^2]^{1/2}}{ZT - ZH}$$

La direction du pendage par rapport à l'axe des ordonnées oy est :

$$\omega = \text{arc tg} \frac{XT - XH}{YT - YH}$$

Coordonnées de l'hypocentre lorsque l'on ne dispose que de trois géophones p, q, r :

Supposons qp parallèle à l'axe des x , qr parallèle à l'axe des y .

L'équation de la sphère de rayon moyen centrée au centre c du triangle de géophones est :

$$x^2 + y^2 + z^2 = \left(\frac{r_p + r_q + r_r}{3} \right)^2 = r_m^2$$

En posant :

$$K_1 = r_p^2 - r_q^2$$

$$K_2 = r_r^2 - r_q^2$$

$$K_3 = 2(z_p - z_q)$$

$$K_4 = 2(z_r - z_q)$$

$$x = XH = \pm \frac{K_1 + K_3 z}{2D}$$

$$y = YH = \pm \frac{K_2 + K_4 z}{2D}$$

D'où, en posant :

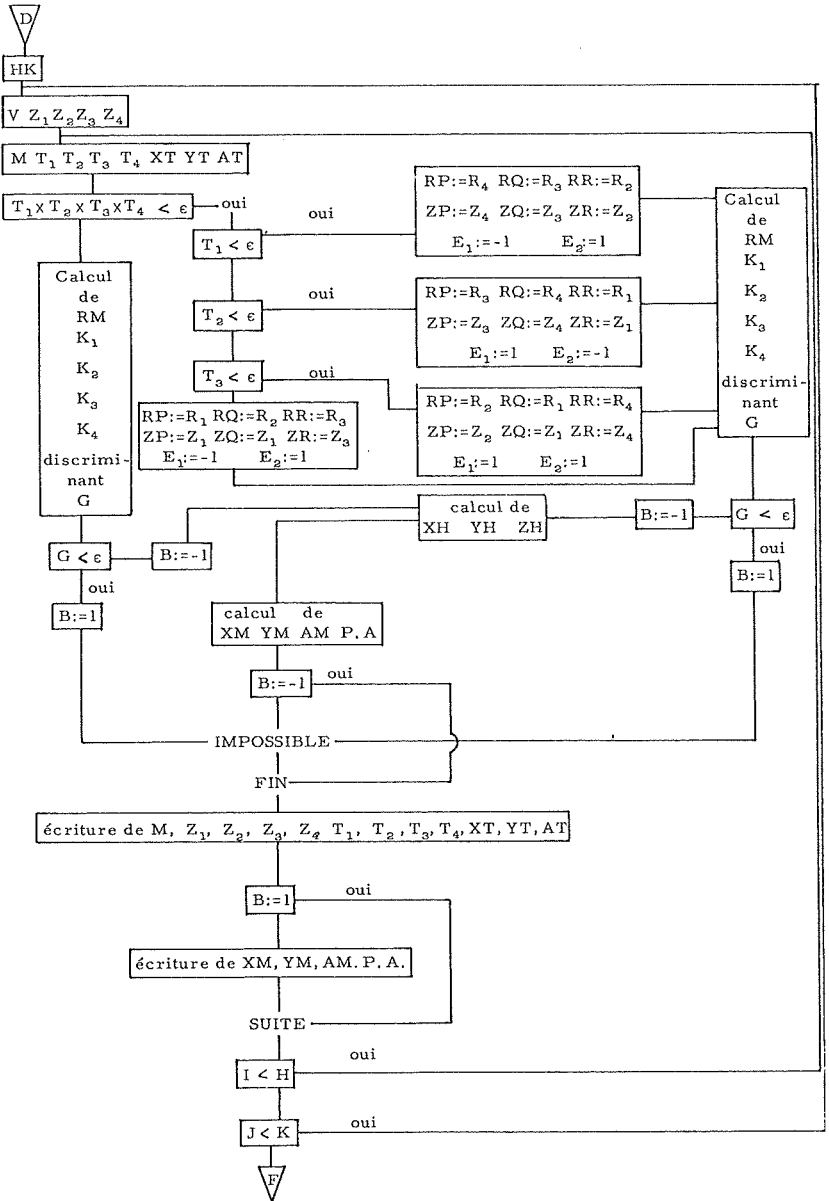
$$G = (K_1 \cdot K_3 + K_2 \cdot K_4)^2 - (K_1^2 + K_2^2 - 4 D^2 \cdot r_m^2) (K_3^2 + K_4^2 + 4 D^2)$$

$$ZH = \frac{-K_1 \cdot K_3 - K_2 \cdot K_4 - \sqrt{G}}{K_3^2 + K_4^2 + 4 D^2}$$

Connaissant les coordonnées de l'hypocentre, la suite des calculs s'effectue de la même façon que lorsque l'on connaît les données de quatre géophones d'un même carré.

L'organigramme ci-dessous résume la programmation. Les calculs ont été exécutés avec l'ordinateur IBM-360 de l'Institut de Mathématiques Appliquées de Grenoble.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE



ÉTUDE SUR LA VARIABILITÉ DE L'ENNEIGEMENT EN VANOISE

par Ch. P. PÉGUY (1)

Résumé. — Après avoir analysé quelques caractéristiques du manteau neigeux, en terme de moyenne (épaisseur, durée...) sur sept points de mesure situés en Tarentaise et en Maurienne, au-dessus de 1 400 m, l'auteur propose une méthodologie permettant d'exprimer la variabilité de l'enneigement d'une année à l'autre. L'épaisseur du manteau est considérée comme une variable aléatoire; pour les séries trop courtes, un complément d'information peut être apporté en utilisant les corrélations avec les précipitations cumulées de semestre froid. Une représentation graphique originale donne en conclusion la probabilité de voir telle épaisseur de neige dépassée à tel moment de l'hiver.

L'étude présentée ici même il y a peu de temps (2) et consacrée à la variabilité des précipitations de semestre froid en Vanoise n'aurait guère eu d'intérêt, sinon purement théorique, si elle n'avait comporté en arrière-plan l'étude de la variabilité du manteau neigeux. La connaissance de cette variabilité paraît d'un intérêt évident. L'on se rappelle que nous avons admis, en première approximation, que la totalité des précipitations se faisaient sous forme solide de novembre à avril, en Vanoise, au-dessus de 2 500 m. Mais une étude réelle du manteau neigeux n'est possible que par l'examen direct de celui-ci.

C'est l'épaisseur (ou « puissance ») brute du manteau neigeux au sol, mesurée en cm, que nous avons choisie comme variable : paramètre complexe, sans doute (puisque produit de la valeur en eau par l'inverse de la densité), mais paramètre qui s'intègre le mieux, directement, dans le « paysage » Nous devons communication des données de base utilisées à la

(1) Travail collectif effectué par l'Equipe de Recherche n° 30 du Centre National de la Recherche Scientifique (*Recherches cartographiques appliquées au Climat et à l'Hydrologie*) sous la direction de Ch. P. Péguy. Nous tenons à remercier spécialement M. Emile BERTHILLOT, Professeur au C.E.S. de Toucy, pour l'étendue de son concours relatif aux travaux numériques et graphiques nécessités par ce travail.

(2) Etude sur la variabilité des précipitations de semestre froid en Vanoise. *Travaux Scient. du Parc National de la Vanoise*, III, 1973, p. 9-25.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

Direction Technique Générale d'Electricité de France : nous remercions vivement cet organisme d'avoir bien voulu permettre la conception même de ce travail.

Huit emplacements de sondages ont été utilisés, 6 sur le versant tarin et 2 en Maurienne, échelonnés en altitude de 1 480 à 2 515 m. Les durées d'observations vont de 17 à 21 hivers : périodes beaucoup plus courtes, comme on le voit, que celles des observations pluviométriques sur lesquelles peuvent reposer des estimations de fréquence de précipitations. Le tableau I précise les hivers d'observations effectives pour chacune des stations utilisées.

TABLEAU I
Epaisseur du manteau neigeux
— données disponibles —

	Le Pré	Le Villaret	Val d'Isère	Les Verdens	Lac de l'Ouillette	Bonneval	Le Carrelet
1949 (50)	X						
1950 (51)	X	X					
1951 (52)	X	X					
1952 (53)	X	X					X
1953 (54)	X	X			X		X
1954 (55)	X	X	X		X	X	X
1955 (56)	X	X	X	X	X	X	X
1956 (57)	X	X	X	X	X	X	X
1957 (58)	X	X	X	X	X	X	X
1958 (59)	X	X	X	X	X	X	X
1959 (60)	X	X	X	X	X	X	X
1960 (61)	X	X	X	X	X	X	X
1961 (62)	X	X	X	X	X	X	X
1962 (63)	X	X	X	X	X	X	X
1963 (64)	X	lacune	X	X	X	X	X
1964 (65)	X	X	X	X	X	X	lacune
1965 (66)	X	X	X	X	X	X	X
1966 (67)	X	X	X	X	X	X	X
1967 (68)	X	X	X	X	X	X	lacune
1968 (69)	X	X	X	X	X	X	X
1969 (70)	X	X	X	X	X	X	X
1970 (71)	X	X	X	X	X	X	lacune

Les observations étant effectuées selon une périodicité en général hebdomadaire, parfois décadaire, et à des dates variables d'une année sur l'autre (sans préjudice d'inévitables lacunes accidentelles), les données brutes ont d'abord été reportées sur 23 périodes décadaires, la première commençant le 1^{er} novembre et la vingt-troisième se terminant le 18 juin.

Malgré d'importantes réserves que l'on sera amené à faire sur le calcul d'une épaisseur « moyenne » du manteau neigeux pour une période déterminée de l'hiver, il est apparu utile d'effectuer au départ ces calculs, au demeurant rapides. Ceci en l'absence de toute indication antérieure

TABLEAU II
Régimes moyens et écarts-types de la puissance du manteau neigeux
par décades (en cm)

Décades	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	
Le Villaret 1 730 m																								
\bar{x} .	5	12	16	27	46	63	74	86	96	99	110	124	117	112	105	95	74	53	31	12	5			
σ	9	15	17	32	38	46	48	42	47	41	41	43	39	41	44	57	57	51	41					
Val d'Isère 1 850 m																								
\bar{x}	6	14	21	33	50	67	78	89	101	106	117	131	126	122	121	120	95	72	41	15	3			
σ	10	17	23	32	34	41	47	49	54	47	54	62	55	52	51	66	65	60	50	27				
Lac de l'Ouillette 2 530 m																								
\bar{x}	15	24	43	59	73	100	114	135	142	151	163	176	175	185	186	192	188	182	163	128	96	61	23	
σ	16	24	39	45	45	50	53	58	69	64	64	66	58	63	56	55	57	48	51	56	52	43	28	
Bonneval 1 790 m																								
\bar{x}	4	10	14	26	49	61	77	81	86	93	97	106	98	95	86	74	43	26	12	4				
σ	7	17	16	24	29	35	38	39	35	41	37	53	40	42	38	56	57	44	23					
Identification des "décades"																								
1.	1 - 10 novembre					6. 21 - 30 décembre					11. 9 - 18 février					16. 31 mars - 9 avril					21. 20 - 29 mai			
2.	11 - 20 novembre					7. 31 déc. - 9 janv.					12. 19 - 28 février					17. 10 - 19 avril					22. 30 mai - 8 juin			
3.	21 - 30 novembre					8. 10 - 19 janvier					13. 1 - 10 mars					18. 20 - 29 avril					23. 9 - 18 juin			
4.	1 - 10 décembre					9. 20 - 29 janvier					14. 11 - 20 mars					19. 30 avr. - 9 mai								
5.	11 - 20 décembre					10. 30 janv. - 8 févr.					15. 21 - 30 mars					20. 10 - 19 mai								

existant dans la bibliographie sur la variation saisonnière du manteau neigeux. Nous donnons dans le tableau II les valeurs moyennes décadaires successives du manteau neigeux pour trois stations échelonnées en altitude sur le versant tarin (Le Villaret — 1730 m, Val d'Isère — 1850 m, le Lac de l'Ouillette — 2530 m), ainsi que pour Bonneval (1790 m) sur le versant mauriennais. Comme il fallait s'y attendre, l'enneigement augmente en durée, et surtout en épaisseur, avec l'altitude, tandis que le fond de la Maurienne témoigne d'une relative médiocrité. Pour ces quatre stations, l'indication de la puissance moyenne du manteau neigeux a été complétée par celle de l'écart-type de celui-ci, l'un et l'autre exprimé en cm.

La figure 1 est l'expression graphique de cette puissance moyenne du manteau neigeux, calculée par décades, pour le Val d'Isère et le Lac de l'Ouillette.

Comme il fallait s'y attendre, l'enneigement est plus long et surtout plus épais, dans la plus élevée de ces stations. Mais il est difficile de préciser cette dernière notion pour définir une sorte de « gradient » de la puissance du manteau neigeux. En effet, le calcul effectué par les anciens auteurs (BENEVENT, ONDE) d'une « épaisseur moyenne » du manteau neigeux à travers tout l'hiver revient à sous-estimer cette épaisseur dans les stations d'enneigement le plus long, donc à sous-estimer le gradient. Il vaudrait mieux, à notre sens, comparer soit les valeurs maximales — même non concomitantes — soit des moyennes limitées à la période d'enneigement maximum. Il se trouve, dans le cas de Val d'Isère et de l'Ouillette, que l'écart entre les enneigements décadaires moyens maximaux et l'écart entre les moyennes portant sur les 60 jours les plus enneigés est le même : environ 65 cm. Cela conduit à dire que, sur ce versant de la Haute-Isère, *l'enneigement moyen s'accroît de 9 à 10 cm par 100 m de dénivelé*, pendant la période de l'hiver où cet enneigement est le plus fort.

Cette figure permet de constater ce fait — attendu — que *l'enneigement moyen maximum est d'autant plus tardif que l'on s'élève en altitude* : dans la première décade d'avril à l'Ouillette, contre la fin de février — début de mars pour Val d'Isère. Compte tenu du réchauffement alors plus marqué de l'atmosphère (et d'un apport direct plus fort de calories solaires) la fusion se trouve alors d'autant plus brutale que l'enneigement a été fort et tardif. Tout ce comportement du manteau neigeux avec l'altitude en montagne suit d'ailleurs d'assez près celui qu'offre ce même manteau quand on s'élève en latitude du domaine continental au subarctique.

Là s'arrêtent, croyons-nous, les enseignements que l'on paraît pouvoir légitimement tirer des régimes *moyens* du manteau neigeux. La moyenne est en effet ici peu caractéristique des valeurs annuelles successives, surtout en fin de saison, du fait de la grande variabilité dans le temps de la fin de l'enneigement. A Val d'Isère, l'épaisseur moyenne du manteau pour nos décades 18, 19 et 20 s'élève respectivement à 72, 41 et 15 cm. Mais le nombre des valeurs nulles — c'est-à-dire des années pour lesquelles le sol était déjà entièrement déneigé pour les périodes considérées — passe de son côté de 3 à 7 et finalement 10 sur 17. Il serait

VARIABILITÉ DE L'ENNEIGEMENT EN VANOISE

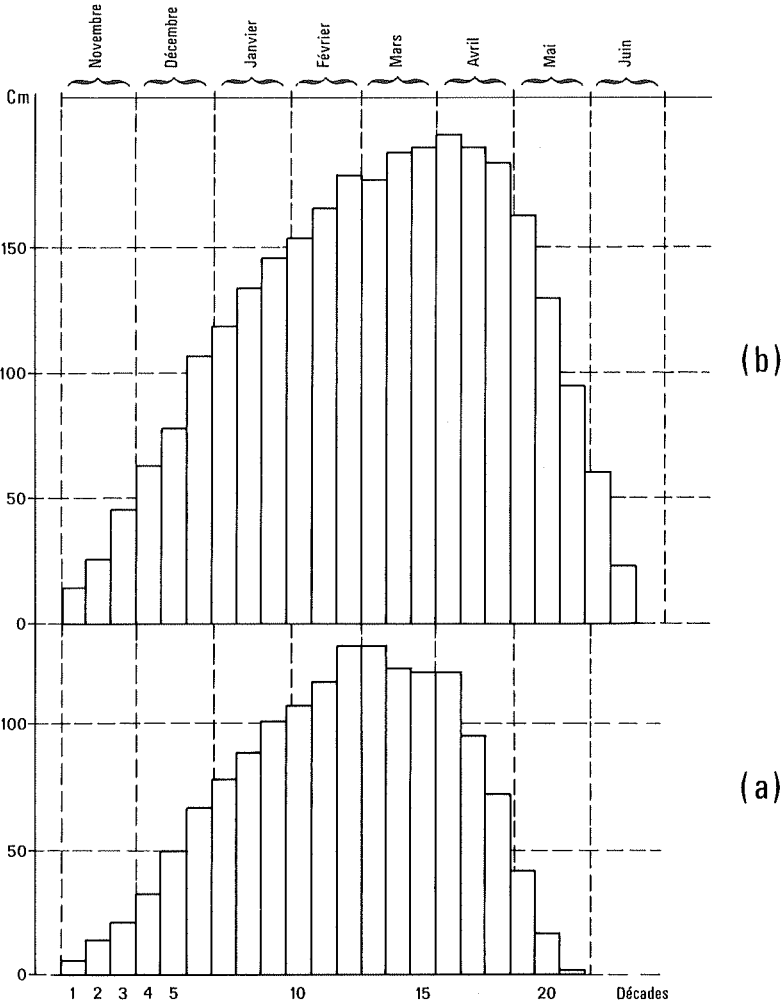


FIG. 1. — Variation du manteau neigeux avec l'altitude.
Hauteurs de neige au sol en cm.

(a) Val d'Isère 1 850 m;
(b) Lac de l'Ouillette 2 530 m. Moyennes arithmétiques portant sur une période homogène de 17 hivers consécutifs : 1954-55 à 1970-71.

donc faux de tirer de l'examen des épaisseurs moyennes la conclusion que celles-ci diminuent au printemps d'environ 30 cm en 10 jours, soit 3 cm par jour : la fusion se trouve en effet ici fictivement comptée pour nulle chaque fois que la neige a achevé de disparaître tandis qu'elle

s'élève en fait à 10 ou 12 cm par jour pendant les années où la neige subsiste encore.

Les écarts-types qui ont été portés sur le tableau II suggèrent quelques réflexions. C'est ainsi, qu'après une période initiale d'une à deux décades, la période d'enneigement paraît se diviser partout en deux parties. L'une (qui correspond par exemple aux décades 3 à 12 pour l'Ouillette) voit l'écart-type s'accroître régulièrement avec l'épaisseur du manteau neigeux. Il n'y a pas proportionnalité, mais relation linéaire (au Lac de l'Ouillette : $\sigma = 0,22 \bar{x} + 29,8$). C'est la phase d'accumulation (qui n'exclut évidemment pas le tassement). Pendant la seconde partie de l'hiver, les écarts-types passent par un minimum pour s'accroître ensuite à nouveau ou, pour la station la plus élevée, paraissent devenir complètement aléatoires (fig. 2). C'est évidemment que la fusion devient ici un facteur capital de l'évolution du manteau neigeux.

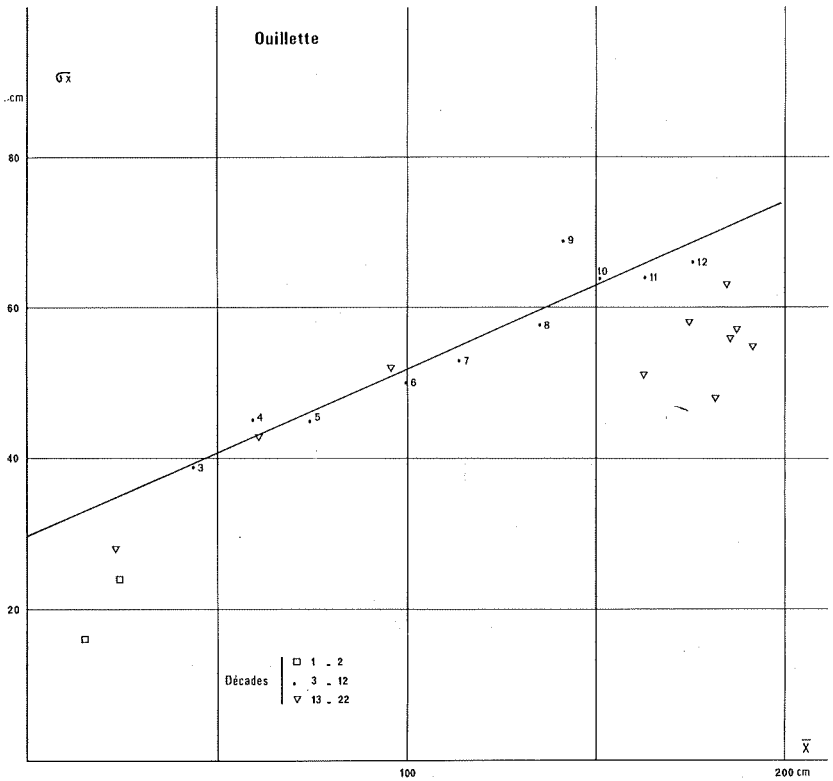


FIG. 2. — Corrélation entre l'écart-type de la hauteur de neige au sol et la valeur moyenne de celle-ci, par décades.
Lac de l'Ouillette, 2 530 m

VARIABILITÉ DE L'ENNEIGEMENT EN VANOISE

*
**

D'une année à l'autre, les hivers se suivent et ne se ressemblent pas. Aussi, l'étude fréquentielle des enneigements annuels particuliers successifs s'impose, telle que s'imposait celle de la pluviométrie des semestres froids. Avant d'aborder celle-ci, évoquons d'un mot les deux paramètres qui ont été retenus récemment ailleurs pour caractériser l'enneigement (3). Il s'agit d'une part, de la durée moyenne de la présence de la neige au sol, d'autre part, de l'épaisseur en dessous de laquelle le manteau neigeux ne descend pas pendant une période de 60 jours consécutifs (« épaisseur caractéristique 60 jours »). Cette valeur est estimée hiver par hiver et l'on fait ensuite la moyenne arithmétique des valeurs particulières. Ces deux paramètres figurent dans le tableau III.

TABLEAU III
*Caractéristiques d'enneigement de quelques sites
en année moyenne.*

Sites	Altitudes	Durée du manteau	Epaisseur caractéristique 60 jours
<i>Tarentaise</i>			
Le Pré	1 480 m	165 jours	90 cm
Le Villaret	1 730 m	160 jours	100 cm
Val d'Isère	1 850 m	180 jours	110 cm
Les Verdon	2 100 m	185 jours	130 cm
Lac de l'Ouillette	2 530 m	220 jours	165 cm
<i>Maurienne</i>			
Bonneval	1 790 m	165 jours	85 cm
Le Carrelet	2 050 m	150 jours	80 cm

On ne devra pas perdre de vue que la durée de l'enneigement a été parfois estimée de façon médiocre; les dates de fin d'enneigement ne sont le plus souvent pas portées sur les bordereaux récapitulatifs de l'Electricité de France. La disparition de la neige est alors estimée d'après la dernière épaisseur relevée (qui peut atteindre plus d'un mètre). La seconde notion — celle d'« épaisseur caractéristique 60 jours » — si elle peut paraître d'une conception plus abstraite, a le mérite d'intégrer un grand nombre de données relatives à la période de l'hiver où les mesures offrent précisément le plus d'intérêt et sont effectuées avec le plus de soin.

Rappelons que les chiffres cités en tableau III sont, comme pour ceux portés sur la *Carte Climatique Détaillée* de simples moyennes arithmétiques. Pour l'un comme pour l'autre des caractères retenus, la variabilité interannuelle est grande. A Bonneval, les durées d'enneigement se sont échelonnées de 130 jours à 195. En ce qui concerne la variabilité

(3) *Carte climatique détaillée de la France*. Coupure Gap, carton H. Gap et Paris (Ophrys), 1971.

de l'épaisseur caractéristique 60 jours, citons Le Carrelet, où elle a pu atteindre 155 cm en 1965-1966, tandis qu'à deux reprises au cours d'années antérieures, — en 1957 et en 1964 — la neige avait complètement disparu du sol au début de février, ce qui entraînait des valeurs nulles pour l'épaisseur caractéristique 60 jours (ce paramètre s'annule en effet, par construction, dès que pour l'hiver considéré l'enneigement ne persiste pas au sol plus de 60 jours consécutifs).

*
**

Toutes ces remarques ne font que souligner la nécessité où l'on se trouve de tenter une approche statistique directe de l'épaisseur du manteau neigeux lui-même, considéré comme une « variable aléatoire ». Une première difficulté se présente, due au fait que la périodicité des mesures n'est pas la même pour tous les emplacements, et surtout qu'elles ne sont pas répétées à des dates identiques d'une année sur l'autre. Pour simplifier le problème, la période d'enneigement a été divisée en décades, comme indiqué dans le tableau II pour le calcul des régimes moyens; quand deux mesures se trouvaient faites dans la même décade, leur moyenne arithmétique était substituée aux valeurs individuelles et, ce travail préliminaire fait, on a pu classer les données se rapportant à chacune des décades et aboutir enfin à un graphique brut de leurs fréquences cumulées.

Il n'est pas utile d'insister sur la parenté de formes existant entre de tels graphiques et ceux par lesquels nous avons en 1973, tenté de rendre compte de la variabilité des totaux pluviométriques cumulés depuis le début de la saison froide. Toutefois, comme l'épaisseur du manteau neigeux croît, normalement, pour passer par un maximum et décroître ensuite — à la différence des précipitations cumulées qui ne peuvent que croître avec le déroulement des mois — il est nécessaire, pour conserver des courbes lisibles, de prévoir au moins deux figures par stations, correspondant respectivement aux deux phases d'enneigement croissant, puis décroissant.

L'examen des valeurs successives de σ sur le tableau II montre que la « dispersion » de l'enneigement pour une date donnée ne paraît pas varier d'un mois à l'autre, d'une manière aussi significative que pour les cumuls pluviométriques. Les décades 10 - 12 (mois de février) ne se caractérisent pas par une dispersion aussi forte qu'on aurait pu l'imaginer.

Cette technique, bien familière aujourd'hui à ceux qui étudient la variabilité de climat, est susceptible de recevoir diverses améliorations dont nous allons montrer rapidement le principe.

Tout d'abord, dans le cas de Val d'Isère, et de Bonneval — localités dont il est superflu de souligner l'intérêt géographique — nous ne disposons de mesures d'enneigement que pour 17 hivers : nombre, on en conviendra bien faible. Par comparaison avec des stations voisines offrant 21 hivers d'observations, l'on a tenté, néanmoins, de classer les hivers à Val d'Isère par ordre d'enneigement décroissant sur 21 années. Pour les quatre hivers sans données à Val l'on a simplement « sauté » les rangs

que les quatre hivers en question tenaient dans la série longue, compte tenu des observations voisines.

Voici par exemple le détail de la démarche pour la décade 15 (21-30 mars), à Val-d'Isère :

220 cm	115 (médiane brute)
210	110
190	X (hiver 1952-53)
170	105
X (hiver 1950-51)	100
140	X (hiver 1953-54)
130	75
120	70
115	65
X (hiver 1951-52)	65
	50

La figure 3 donne le graphique brut des fréquences cumulées de cette décade ainsi reconstituées sur 21 ans.

Deuxième possibilité : l'allure gaussienne de la distribution suggère le tracé d'une courbe théorique — ici une droite calée sur \bar{x} et σ . La significativité d'une telle courbe théorique sera améliorée, éventuellement, soit par ajustement de \bar{x} sur des stations voisines possédant une plus longue période de référence, soit par une estimation indirecte de σ pour les mois où une liaison suffisante existe entre σ et \bar{x} .

Troisième possibilité, enfin : le recours à la variabilité des précipitations cumulées pour tenter une approche indirecte de la variabilité de l'enneigement. Il se trouve, en effet, que le nombre des hivers d'observations nivométriques n'atteint guère souvent que la moitié du nombre des années pour lesquelles nous disposons de données pluviométriques satisfaisantes (17 contre 35 à Val-d'Isère). Il y a là, certainement, matière à améliorer la qualité de notre information, d'autant plus, en ce qui concerne la région, que la physionomie de l'hiver moyen depuis 1953-1954 s'avère assez sensiblement différente de celle offerte par les années antérieures. Il se trouve en effet que si la moyenne pluviométrique de semestre froid est plus élevée pour la période 1953-1970 que pour la période précédente 1935-1951 (à Sainte-Foy, respectivement 603 mm contre 552 mm), cette supériorité globale de la période récente est entièrement due aux fortes valeurs de la seconde moitié de l'hiver (fig. 4).

Le degré de liaison existant entre l'alimentation en neige, cumulée entre les dates d_1 et d_2 , et l'épaisseur du manteau à la date d_2 s'exprime par un tableau de matrices de corrélations. Nous présentons ici, dans le tableau IV, les précipitations à Sainte-Foy et l'enneigement à l'Ouillette. Il est nécessaire, en effet, de réserver cette technique d'approche pour des étages d'altitude élevée pour lesquels la quasi-totalité des précipitations se fait sous forme solide.

On voit que, sur chaque ligne du tableau, la corrélation passe par un maximum le mois *suivant* le mois initial. A partir du troisième mois,

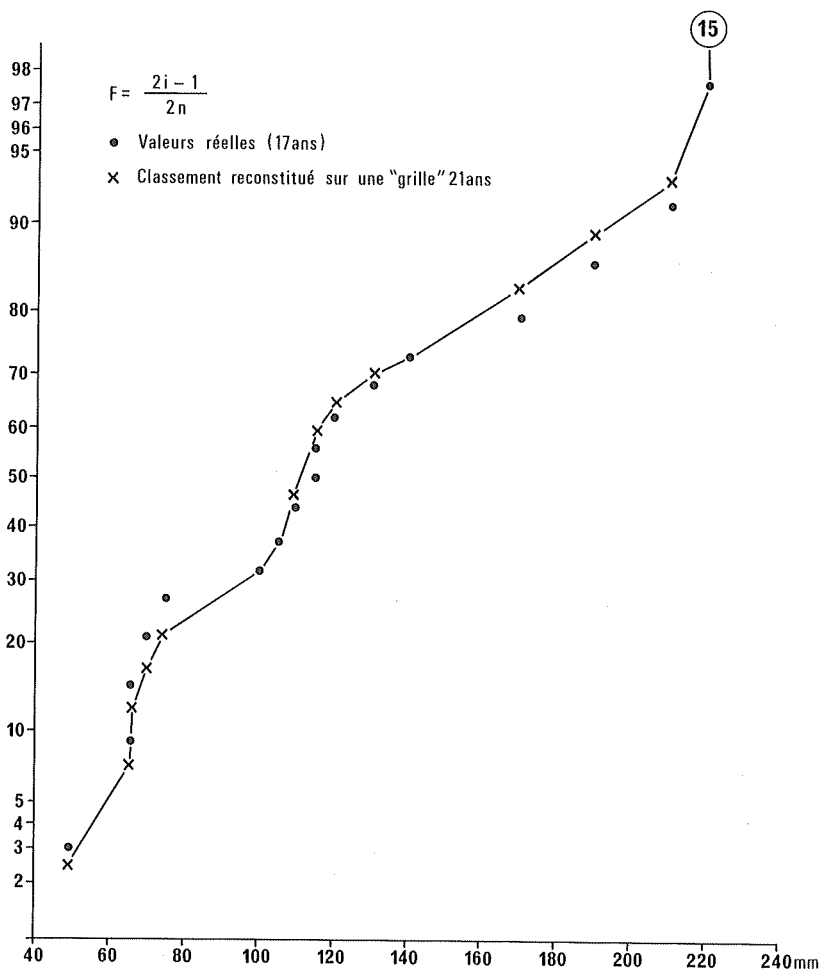


Fig. 3. — Fréquences cumulées des hauteurs de neige au sol
Val d'Isère, 1850 m. Décade 15 (21 au 30 mars)

Période 1954-55 à 1970-71. F. : fréquences. i = rang de l'observation.
 n = nombre d'observations.

elle diminue, le tassement et la fusion prenant une part prépondérante dans la détermination de la puissance du manteau. Si l'on veut bien se rappeler qu'un coefficient de corrélation inférieur à 0,7 est toujours très peu significatif (coefficient de détermination inférieur à 0,5) on notera que la prise en considération des seules précipitations cumulées depuis le 1^{er} janvier n'apporte qu'un gain d'information dérisoire, sauf pour le seul mois de février. Par contre, le cumul des précipitations depuis le 1^{er} novembre est d'un intérêt bien plus grand, l'ensemble de ce que nous

VARIABILITÉ DE L'ENNEIGEMENT EN VANOISE

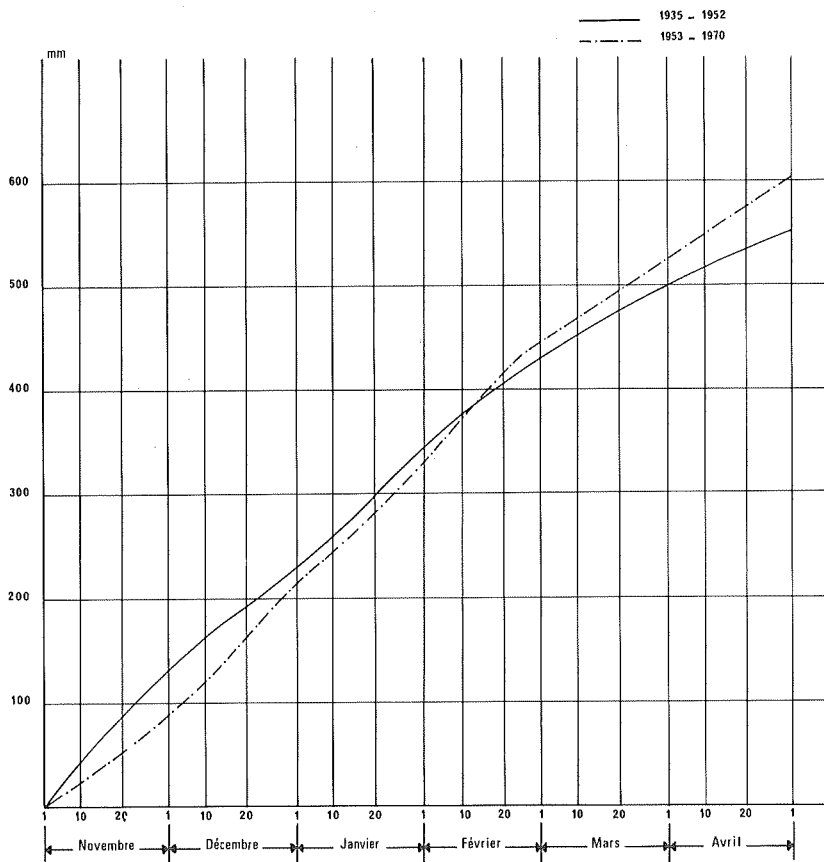


FIG. 4. — Comparaison des précipitations de semestre froid pour les périodes 1935-36 à 1952-53 et 1953-54 à 1969-70. Cumul des précipitations moyennes depuis le 1^{er} novembre.

TABLEAU IV

Précipitations et enneigement : matrices de corrélations

Précipitations à Sainte Foy, cumulées depuis :	Enneigement au Lac de l'Ouillette, Puissance du manteau neigeux				
	fin décembre	fin janvier	fin février	fin mars	fin avril
— le 1 ^{er} novembre	0,87	0,90	0,78	0,77	0,60
— le 1 ^{er} décembre	0,86	0,92	0,86	0,84	0,70
— le 1 ^{er} janvier		0,57	0,83	0,69	0,62

avons appelé les « précipitations cumulées de semestre froid » paraît bien constituer ainsi le facteur dominant de l'épaisseur du manteau neigeux jusqu'à la fin de mars.

La corrélation la plus forte qui se révèle sur notre tableau est celle liant l'épaisseur du manteau neigeux à la fin de janvier avec le cumul bimestriel des précipitations décembre-janvier ($R = 0,92$). La droite de régression a pour équation : $y = 0,49 x + 27$, la puissance y du manteau neigeux étant, selon l'usage le plus courant, exprimé en *centimètres* et le

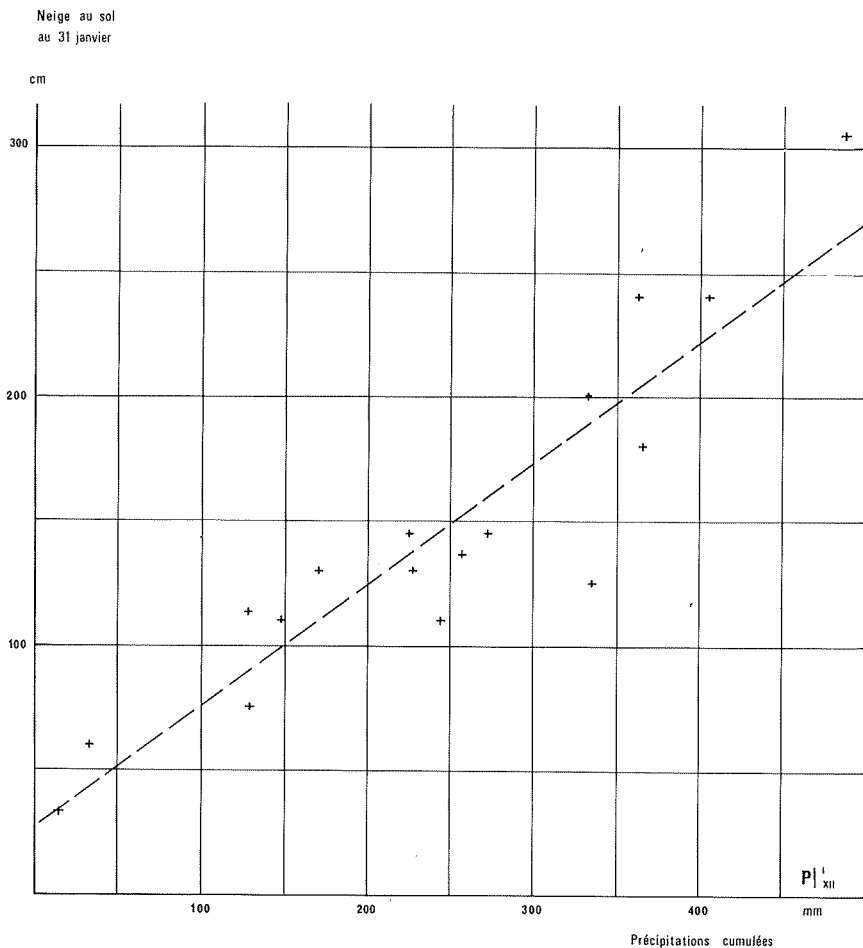


FIG. 5. — Corrélation entre les précipitations cumulées (1^{er} décembre au 31 janvier) et la hauteur de neige au sol au 31 janvier.
Précipitations à Sainte-Foy (1 250 m); enneigement au Lac de l'Ouillette (2 350 m).
Période 1954-55 à 1970-71.

cumul x des précipitations en *millimètres* de lame de fusion (fig. 5). Il est évident que l'ordonnée à l'origine n'est pas nulle : dans l'hypothèse où aucune précipitation n'interviendrait pendant les deux mois considérés, on retrouverait à la fin de janvier un résidu neigeux datant de novembre. Si l'on veut bien se rappeler que l'enneigement moyen à la fin de novembre est à l'Ouillette de 43 cm (tableau II), la différence de $43 - 27 = 16$ cm exprime le double jeu du tassement et de la fusion dans cette hypothèse limite d'un bimestre décembre-janvier complètement sec. On ne perdra pas de vue qu'à l'altitude considérée les températures moyennes de décembre et de janvier tournent autour de -8° .

L'expression graphique finale d'une estimation probabiliste de l'enneigement en fonction du temps sera finalement présentée sous une forme analogue à celle des précipitations cumulées de semestre froid à Bourg-Saint-Maurice (4) : temps en abscisses (de novembre à juin), probabilités en ordonnées sur échelle gaussienne, les courbes figurent l'égalité épaisseur du manteau neigeux. Ces courbes sont tracées ici pour Val d'Isère (fig. 6) et pour l'Ouillette (fig. 7). Quelques indications chiffrées seront peut-être utiles au lecteur pour se familiariser avec le graphisme : c'est ainsi qu'à Val-d'Isère, pour la date du 10 janvier, nous avons 70 chances sur 100 de voir la neige dépasser 60 cm d'épaisseur, mais 20 chances seulement sur 100 de la voir dépasser 120 cm. A l'Ouillette le 1^{er} février, la neige reste une année sur 10 en dessous de 70 cm (*décile inférieur* de l'enneigement), mais une année sur 10 aussi, par contre, elle peut atteindre ou dépasser 230 cm (*décile supérieur*). Le triple maximum de fréquence qui s'observe pour les valeurs élevées du manteau sont évidemment le fait du nombre insuffisant de données. Ces valeurs constituent ce que nous proposons d'appeler l'« espérance de neige au sol ». La courbe 0 exprime la probabilité que l'on a de voir, pour une date donnée, un sol complètement déneigé. Trois fois par siècle en moyenne la neige n'apparaît ainsi à Val-d'Isère qu'après le 10 décembre; trois hivers par siècle elle est déjà disparue le 15 avril. Mais avec une fréquence sensiblement égale, le manteau neigeux peut encore, à cette date, approcher des 2 mètres.

Étant donné le faible nombre des mesures réelles sur lesquelles s'appuient de telles courbes, l'on doit rester très prudent dans leurs commentaires. Il semble que l'on doit toutefois considérer comme significatives leurs dissymétries : à tous niveaux de fréquence, le manteau neigeux est bien plus rapide à disparaître qu'à se former. Pour des épaisseurs garanties faibles (40 cm), les plus fortes probabilités sont déportées vers la fin de la saison. Par contre, en hiver exceptionnellement neigeux, les valeurs records sont atteintes dès le mois de février, la hauteur de 240 cm étant approximativement décennale à Val-d'Isère pour la décade 12 (19-28 février). Enfin, la droite d'ordonnée 50 % (cotée 50 sur les graphiques présentés ici, permet de lire le *régime médian* de la station que l'on comparera au *régime moyen* (donné pour Val-d'Isère, fig. 1). La neige apparaît ainsi à Val-d'Isère une fois sur

(4) *Travaux Scientifiques du Parc National de la Vanoise*, III, 1973, p. 17.

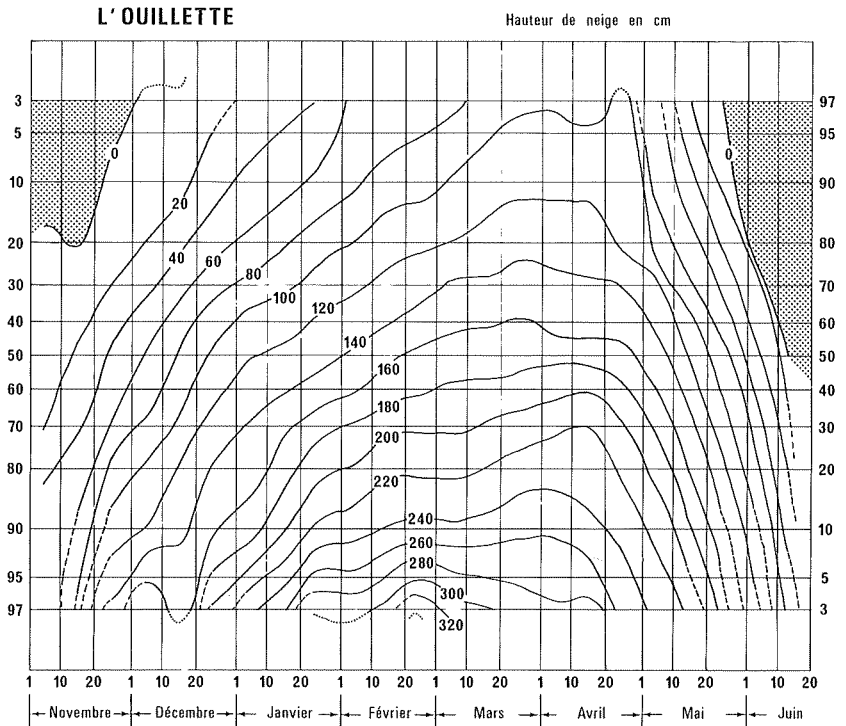


Fig. 6. — Espérance de neige au sol. Val-d'Isère (1850 m).

deux avant le 7 novembre et une fois sur deux après cette date. L'épaisseur de 100 cm a plus d'une chance sur deux d'être dépassée entre le 15 janvier et le 10 avril. La date médiane de disparition du manteau se situe vers le début de mai (peut-être le 4 ? — mais il s'agit d'une lecture par extrapolation). Il se trouve que la durée médiane de l'enneigement (175-180 jours) se trouve sensiblement égale, à Val-d'Isère, à la durée moyenne de celui-ci : résultat qui peut se trouver purement fortuit et qui sera à confronter avec des calculs similaires à effectuer ultérieurement pour d'autres stations.

L'objet de cet article, comme de celui auquel il fait suite et dont on a rappelé la référence, était avant tout méthodologique. Il est vraisemblable que certaines techniques, notamment en ce qui concerne les corrélations précipitations cumulées/enneigement, pourront être sensible-

VARIABILITÉ DE L'ENNEIGEMENT EN VANOISE

VAL D'ISERE

Hauteur de neige en cm

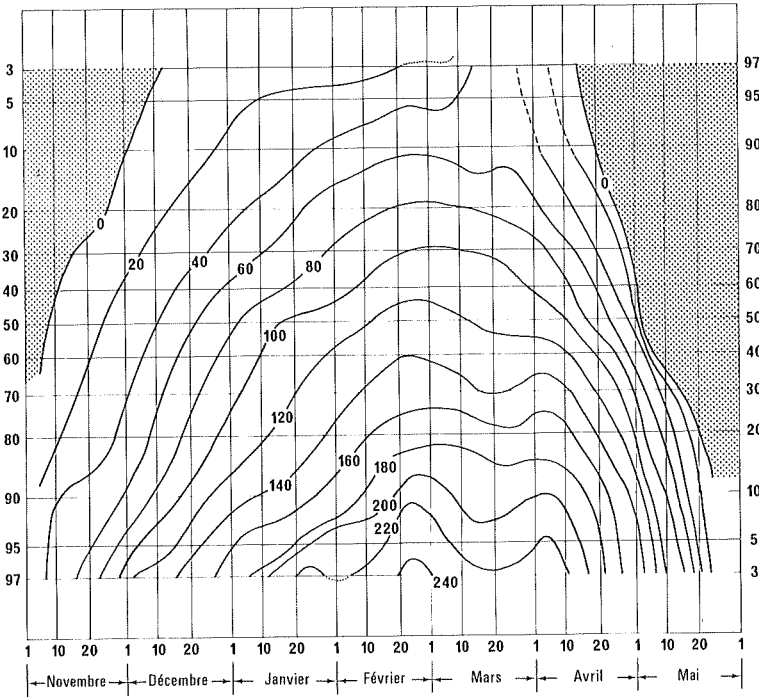


FIG. 7. — Espérance de neige au sol, Lac de l'Ouillette (2 530 m).

ment améliorées. Il conviendrait de faire intervenir également les données thermométriques. L'accueil fait à ce premier essai et les suggestions qui nous seront faites conditionneront ces améliorations.

Manuscrit remis en mai 1972.

LES ALPAGES DE HAUTE-TARENTEISE FACE AU DÉVELOPPEMENT TOURISTIQUE

par A. REFFAY (1)

Cet article est un hommage à la mémoire de Madame VEYRET à qui tenait à cœur « un aménagement réaliste et humaniste des Alpes ».

I. — Le développement touristique et ses conséquences directes pour l'utilisation des alpages	59
II. — Le maintien de la vie pastorale dans le contexte touristique	68
Conclusion	75
Bibliographie	75

Résumé. — En dépit de l'essor touristique, l'exploitation pastorale se maintient en Haute-Tarentaise, mais ses formes les plus prospères reposent de moins en moins sur l'agriculture locale. Elle assure à moindres frais l'entretien des pistes de ski et des sites dans le cadre des stations et du Parc National de la Vanoise. Son avenir, lié à un problème de main-d'œuvre, supposerait qu'une aide efficace soit apportée aux agriculteurs.

Summary. — Despite tourism development, transhumance is still in use in the upper Isère valley, but its more adequate types are due to lack a local basis. Transhumance is the cheapest way to keep ski-slopes safe and have

(1) Institut de Géographie alpine, Grenoble.

Nous remercions les alpagistes, agriculteurs, commerçants, maires et secrétaires de mairie des communes de Val-d'Isère, Tignes, Sainte-Foy, Villaroger et Montvalezan qui ont facilité nos enquêtes sur le terrain. Nous savons gré à la Direction Départementale de l'Agriculture (Chambéry), à l'Institut National d'Etudes Rurales Montagnardes (Grenoble), à la Commission Interministérielle pour l'Aménagement Touristique de la Montagne (Chambéry), à la Direction du Parc National de la Vanoise (Chambéry), de nous avoir laissé consulter et utiliser leurs archives. Enfin nous disons notre reconnaissance à M^{lle} M. G. DURAND et à M. P. GENSAC, qui, intéressés au même thème de recherche, ont mis à notre disposition la documentation dont ils disposaient sur la Haute-Tarentaise.

mountain grass growing in the Vanoise National Park, for tourist and scientific enjoyment. But its future depends on effective help being brought to mountain agriculture.

Zusammenfassung. — Den Aufschwung des Fremdenverkehrs zum Trotz wird der Hirtenbetrieb in Ober-Tarentaise erhalten; die örtliche Landwirtschaft aber verleiht ihm immer seltener eine günstige Entwicklung. Die Betriebsangehörigen nehmen sich auf wenige Kosten der Unterhaltung von Wintersportbahnen und Naturlandschaften an, im Umfang der Wintersportorte und des Nationalparks der Vanoise. Die Zukunft, die auf Arbeitskräfte ankommt, lässt sich nur im Verhältnis zu einer wirksamen, den Bauern gebrachten Hilfe auffassen

Riassunto. — Malgrado lo slancio turistico, l'uso dei pascoli si mantiene nella valle superiore dell'Isère, ma le sue forme più prospere sono sempre di meno basate sull'agricoltura locale. Quell'uso garantisce con poca spesa il mantenimento delle piste di sci e dei luoghi nelle stazioni invernali e nel Parco Nazionale della Vanoise. Legato a un problema di manodopera, il suo avvenire dipende da un aiuto efficace concesso agli agricoltori.

Tous les écrits concernant la zone périphérique du premier parc national français (BARDEL 1962-63, 1971, PREAU 1964, VEYRET-VERNER 1966) préconisent la promotion des collectivités locales grâce au développement, non seulement du tourisme d'accueil, mais aussi de l'agriculture et de la vie pastorale traditionnelles, garantes de la préservation des équilibres naturels et économiques. Quelle distance sépare la réalité des principes ? Pour tenter cette estimation, nous choisirons le cadre de la Haute-Tarentaise dont les alpages allient l'étendue à la variété, et, où Val d'Isère, le lac de Tignes et la Rosière de Montvalezan représentent divers types et degrés dans l'aménagement des stations de sports d'hiver.

De 1963 à 1973, grâce à ces dernières, la capacité d'hébergement en Haute-Tarentaise a plus que quadruplé, passant de 5 900 à 25 628 lits, alors que la longueur des remontées mécaniques, portée de 25 km à 84 km, faisait plus que tripler (chiffres de 1963). L'ouverture en 1965 du Parc National de la Vanoise a incorporé les communes sans station à ce spectaculaire essor touristique. On pourrait penser qu'en contre-partie la vie pastorale a subi un déclin non moins spectaculaire, les alpages devenus champs de ski ou jalonnés d'itinéraires pédestres étant soustraits à leur vocation première et les nouveaux emplois, quelques 5 000 au total si l'on admet qu'il s'en crée un pour quatre touristes supplémentaires (VERIN, 1970, p. 90) provoquant une désaffection pour l'agriculture de montagne. De fait, ce déclin, bien que réel, reste sans commune mesure avec le développement touristique et il ne s'affirme pas nécessairement davantage dans les communes à station. Faut-il penser que l'essor du tourisme, loin de provoquer l'abandon de la vie pastorale, en encourage dans une certaine mesure le maintien ?

I. — LE DEVELOPPEMENT TOURISTIQUE ET SES CONSEQUENCES DIRECTES POUR L'UTILISATION DES ALPAGES

En Haute-Tarentaise, sur 14 555 ha d'alpages, 8 215 ha, soit 56,7 %, sont devenus espaces de récréation, qu'ils fassent partie du domaine skiable réel (4 235 ha) ou qu'ils soient incorporés au Parc National (4 010 ha). Mais les contraintes consécutives pour la vie pastorale diffèrent selon le type d'aménagement subi.

A) LES ALPAGES — CHAMPS DE SKI (tabl. I).

Le cas le plus fréquent est celui de l'alpage simplement aménagé en champ de ski, c'est-à-dire supportant une certaine longueur de pistes et de remontées mécaniques. Mais, entre la Rosière de Val-d'Isère, simplement traversée par une piste, et Belvalarde, le Grand-Pré ou le Pâquis recouverts d'un dense réseau d'itinéraires pour skieurs, il existe toute une gamme de nuances.

Jusqu'à ces dernières années, balises des pistes et pylônes des remontées mécaniques composaient une infrastructure ponctuelle peu gênante pour l'alpage. Mais à l'heure où les bulldozers remodelent la topographie afin d'obtenir des pistes lisses, sans cailloux, permettant la pratique du ski malgré un enneigement réduit, des plaies s'ouvrent dans les pelouses qui ne se cicatrisent que lentement. Il faut attendre quatre ans en effet pour que l'herbe, résultat des semis effectués sur les pentes ainsi « labourées » puisse être pâturée. Grâce aux schistes houillers tendres, à la topographie molle qui occupent en totalité la commune de Montvalezan, la jeune station de la Rosière a pu se dispenser de tels travaux. Mais il n'en a pas été de même à Tignes et Val-d'Isère où, en sus des schistes lustrés, affleurent les calcaires et les quartzites du Trias, générateurs de fortes déclivités et d'éboulis grossiers. Là, depuis 1967, les bulldozers sont entrés en action sur des champs de ski — alpages à moutons, partie la plus escarpée du domaine pastoral : vallons de l'Iseran et de la Leissière, pentes de Belvalarde, du Chardonnet, du Col du Palet. Mais l'œil, choqué par ces dégradations inesthétiques du tapis végétal tend à en exagérer l'importance. De fait, celles-ci n'affecteraient en tout qu'une vingtaine d'hectares, 12 à Val-d'Isère, 10 à Tignes. Admettons que ces superficies soient sous-estimées. Il reste que quelques dizaines d'hectares soustraits à un domaine pastoral, qui dans ces deux communes d'amont compte près de 9 000, ne sauraient y déterminer le déclin de l'estive. Tout au plus obligent-ils les bergers à une surveillance plus étroite des troupeaux qu'il s'agit d'éloigner des aires nouvellement réengazonnées.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

TABLEAU I
Alpages skiables et communes touristiques

	AMENAGEMENT				intensité				PHYSIQUE				UTILISATION (ha)					
	D	S	Type (ha)	4	1	2	3	4	ha	SA	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha
VAL D'ISERE																		
9-Rosière	1963	30	30						1	4,50								
4-Coret-Vachet	1963	260	260						1	3,18	1,80							
5-Arcellaz	1962	130	130						4	2,98	18,78							
Total alp. bovins	1963	440	440						6	10,53	7,48							
6a. Tovière	1971	150	150									9	6 %					
6b. Grand Pré	1963	400	400						10	5,07	15,75							
3. Bellevarde	1971	170	170						5	56,00	21,47							
2a. Vallon	1960	500	500						13	22,15	7,42							
Total alp. ovins	1961	1820	1820						29	36,78	10,11							
Total alp. skiables	1961	2060	30	1890	190				34	31,08	9,59	9						
Total commune	1959	3080							51									
2a. Total	1963	5542							12	4,3								
Tignes																		
7-Lac de Tignes	1953	595							14	17,34	13,84	215,5	36,21%					
Total alp. bovins	1953	595																
6c. Charbonnet	1962	500							14	17,34	13,84	215,5	36,21%					
6d. Col du Palet	1965	200							2	3,84	2,70							
6e. Péguis	1962	200							3	20,84	9,00							
Total alp. ovins	1962	500							3	20,42	9,93							
Total alp. skiables	1953	1495							14	26,50	5,70							
Total commune	1973	3645							22	13,78	8,98	215,5						
2a. Total	1961	3306							37									
Montvallejan																		
2a. Rosière	1961	680							8	5,23	6,58	35	5,14%					
Total alp. bovins	1961	680							8	5,23	6,58	35	5,14%					
Total alp. skiables	1967	680							8	5,23	6,58	35	5,14%					
Total commune	1961	1220							9	5,43	6,75	35						
2a. Total	1961	5542							100%									
Total alp. bovins	1963	1715	30	410	1275				35	29,28		28	12,26	9,33	250,5	1715	870	1635
Total alp. ovins	1961	2320							26	12,58	9,57	6				640	1890	2320
Total alp. skiables	1961	4335							74	34,75	22,54	22	12,75	8,28	239,5	340	3395	4335
Total commune	1959	10155							100			56				5316	1639	1700
% total		41,5%							74%			56%						

Plus contraignante apparaît, pour les usagers des montagnes à bovins, la nécessité d'enlever les clôtures. Les parcs en effet sont utilisés de plus en plus, soit qu'ils suppléent aux pachons, soit qu'ils s'y substituent. Mais l'Arcelle, le Manchet, les montagnes du Lac de Tignes, la Rosière de Montvalezan, continuent d'être utilisés par les bovins, bien que l'hiver ils se convertissent en champs de ski. En fait, les parcs à bétail sont facilement amovibles et le système du pâturage rotatif, assurant une fumure rationnelle des prairies, entraîne leur déplacement fréquent, parfois quotidien, au cours de la période d'estivage. La suppression des clôtures à l'automne, lorsque les animaux quittent l'alpage n'oblige pas à des travaux exceptionnels en nature et en importance et les alpagistes font de bonne grâce place nette sur les pistes.

Ils se plaindraient plutôt de la négligence des skieurs qui, abandonnant boîtes de conserves vides, voire bâtons de ski, provoquent l'absorption dangereuse par le bétail de pièces métalliques coupantes. Pour les animaux paissant sur des montagnes aux sols pauvres en calcium, telle est l'Arcelle à Val-d'Isère, ce genre de tentation est paraît-il assez courant. Mais une vigilance accrue dans la surveillance des troupeaux peut réduire le nombre des accidents.

En résumé, la transformation des alpages en champs de ski est sans grande conséquence pour leur exploitation estivale traditionnelle. Du reste, aucune montagne simplement occupée par des pistes et des remontées mécaniques n'a été frappée d'abandon depuis son aménagement pour les sports d'hiver. Mieux, les effectifs inalpés semblent s'y mieux maintenir que sur les alpages situés en dehors du domaine skiable.

B) LES ALPAGES URBANISES.

Mais il n'en est pas de même pour les alpages dont l'aménagement touristique a signifié l'urbanisation.

1) Des villes nouvelles sur les alpages.

Une station comporte en effet deux parties : les champs de ski, ou domaine skiable au sens restreint et le domaine urbanisé qui inclut les

Légende du tableau I

* Anomalies dans les totaux :

1. La même piste traverse plusieurs alpages.
2. En 1963, la Rosière de Val-d'Isère n'était pas exploitée en alpage.

Abréviations :

(D) : date du début des aménagements; (S) : surface des alpages en ha.; (type 1) : alpage à piste; (type 2) : alpage à piste et remontées mécaniques; (type 3) : alpage urbanisé; (type 4) : alpage urbanisé, à piste et remontées mécaniques; (N) : nombre; (L/ha) : longueur (en mètres) des pistes ou des remontées mécaniques à l'ha; (S.A.) : surface aménagée; (% ST) : pourcentage de surface totale; (GMP) : grande montagne particulière; (TR) : transhumants; (OL) : ovins locaux.

constructions nécessaires à l'hébergement et aux services publics, l'infrastructure des transports (routes, parkings, altiports), et les espaces de récréation (courts de tennis, terrains de golf, piscines, etc.) dont l'importance s'accroît en taille et en variété avec le développement d'une saison touristique d'été. L'urbanisation frappe exclusivement les alpages à bovins, parce qu'ils sont situés à la partie inférieure du domaine pastoral et du domaine skiable et parce que, peu déclives, ils offrent des espaces à bâtir.

L'urbanisation n'a pas touché les alpages de Val-d'Isère, station de type traditionnel. Le tourisme d'hiver y débuta en 1931, lorsqu'un des deux hôtels que comptait alors le chef-lieu, modeste village d'habitat permanent, demeura ouvert pendant ce qui était encore « la mauvaise saison » (VEYRET-VERNER, 1956). Si, à partir de 1939, pistes et remontées mécaniques partirent à la conquête des versants et des vallées affluentes sur la rive gauche de l'Isère, de multiples constructions, produits d'initiatives privées, ont bourgeonné autour d'un foyer constitué par le vieux village. Seule la Daille fait exception : une société promotrice y réalise depuis quelques années une urbanisation rationnelle et concentrée. Mais la Daille est elle-même greffée sur un petit hameau d'habitat permanent encore plus éloigné des alpages que ne l'est le chef-lieu.

Le Lac de Tignes et la Rosière de Montvalezan sont au contraire des stations intégrées, créées de toutes pièces, et en totalité à l'étage pastoral. Le Lac de Tignes, une des premières stations françaises intégrées, revêtit ce caractère par nécessité. En 1952, la mise en eau du barrage noyait 11 hôtels, 1 magasin de sports, 1 téléski, 1 patinoire (MATHIOT, 1965, p. 27), premiers éléments qui auraient pu faire de Tignes un second Val-d'Isère. La disparition sous les eaux de ces installations ne découragea pas la municipalité qui pendant 16 ans suscita et contrôla le développement de la station de Super-Tignes dans les alpages entourant un petit lac naturel sis à plus de 2 000 m. Mais, suite à de nombreuses vicissitudes, en 1967 l'initiative locale céda la place à une société promotrice attirée sur les lieux par les possibilités d'aménagement qu'offrait le Glacier de la Grande Motte.

L'histoire de la Rosière de Montvalezan est un raccourci de celle de Tignes. En 1964, une société promotrice prend la relève d'une société communale d'aménagement en proie à des difficultés financières après trois ans de fonctionnement (MARCHAND-MAILLET, 1972). Mais, en raison des dimensions de la station, les phénomènes d'urbanisations sont plus limités et ne concernent que 35 ha, contre 215 ha à Tignes.

2) Les méfaits de l'urbanisation.

L'urbanisation peut mettre brutalement fin à l'exploitation pastorale la plus prospère. Le Marais, un des joyaux de la couronne d'alpages à bovins du Lac de Tignes, en offre le triste exemple. Pour le malheur de ses propriétaires, cette belle montagne de 120 ha exploitables occupe le site le plus favorable à l'installation d'un altiport commun à Tignes et à Val-d'Isère. Les travaux débiteront à l'automne 1973, une fois parties

les 75 bêtes à cornes, dont 70 laitières, qui l'occupent du 10 juin au 27 septembre (Pl. III).

Mais le Marais ne constitue pas un cas unique. Autour du Lac de Tignes, il existait, en 1963, 8 autres exploitations pastorales du type grande montagne. En 1973, il n'en subsiste que deux. Ce déclin peut être mis directement en rapport avec le développement que la station a connu depuis 1967. L'entrée en scène de la société promotrice conduisit à l'urbanisation de 215 ha, presque la moitié d'un domaine pastoral qui en compte environ 475. Ces terrains furent acquis à l'amiable et le dédommagement s'effectua partie en espèces, partie en nature sous forme d'appartements dans les immeubles du Val Claret. Mais, devant l'amputation subie par leurs montagnes et l'atmosphère de chantier peu favorable à leur utilisation, 6 alpagistes ont abandonné la partie, 2 autres se sont accrochés ; mais sur des alpages réduits à la moitié de leur surface, coupés en deux tronçons par les nouvelles constructions, les effectifs inalpés ont été en conséquence limités, passant, pour l'un, de 90 à 58 têtes de bétail, pour l'autre, de 60 à 20. Ces deux exploitations n'utilisent qu'un nombre restreint de bâtiments. L'alpagiste du Finil habite toute l'année un des immeubles du Val Claret ; il utilise occasionnellement 2 ou 3 chalets pour abriter le bétail en cas de mauvais temps. L'autre, ancien Tignard émigré à Bourg-Saint-Maurice, réside l'été dans son chalet du Claret où le troupeau peut se réfugier si les conditions météorologiques l'imposent. Tous ces bâtiments se trouvent en dehors du périmètre urbanisé. Mais à l'intérieur de ce dernier, les anciennes constructions de pierre et de lauze, étouffées par le béton et arborant parfois les panneaux disgracieux vantant les mérites de leurs envahissants voisins, composent un spectacle pathétique (Pl. IV).

A la Rosière, l'urbanisation n'a frappé que 35 ha, pris pour l'essentiel dans les bois qui séparent les chalets et prés de fauche particuliers de l'alpage communal. C'est dire qu'elle n'a pas amputé le domaine pastoral. Elle a, par ailleurs, respecté le vieux village d'alpage. Néanmoins, le déclin de l'estive est bien réel et peut être mis partiellement en rapport avec les aménagements touristiques. En 1950, les trois hameaux de la Rosière, des Eucherts et de la Devanča accueillaient en été 50 exploitations du type petite montagne. En 1963, leur nombre se maintenait à 40. En 1973, il n'en demeure plus qu'une, à caractère épisodique. En 1965, ces entreprises familiales firent place à un alpage communal à génisses. Or, en 1964, la municipalité de Montvalezan avait signé la convention qui remettait les destins de la station naissante à une société promotrice. Il s'en suivit un développement accéléré des remontées mécaniques et de la construction. Ces chantiers entravèrent sans doute les déplacements des troupeaux. Mais surtout, les anciens chalets d'alpage se transformèrent peu à peu en maisons d'habitat permanent hébergeant les employés de la station ou les ouvriers qui travaillaient à sa construction. Certains furent convertis en meublés à l'usage des touristes. C'est dans ce nouveau contexte que s'organisa l'alpage communal à bêtes sans lait.

Ainsi, l'urbanisation des alpages représente un facteur direct de déclin pour la vie pastorale. Elle entraîne une réduction des surfaces pâturées, et, en conséquence, une diminution des effectifs inalpés, sinon l'abandon

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

de certaines exploitations. Elle ne détruit pas les bâtiments pastoraux, mais elle les soustrait à leur usage traditionnel.

C) LES ALPAGES EN DEFENS

Epargnés par l'urbanisation, les alpages à ovins ont peu pâti de l'implantation des stations, sinon indirectement. C'est ainsi qu'en 1961, la municipalité de Val-d'Isère décida d'interdire aux moutons la montagne du Prarion pour assurer l'alimentation adéquate en eau potable d'une agglomération touristique en plein accroissement. Trois montagnes tignardes d'un seul tenant, Cote Sassièrè, le Santel, le Plan du Cheval, traditionnellement louées à des entrepreneurs de transhumance, ont été en 1972 incluses dans le périmètre du Parc National, ce qui a entraîné leur mise en défens. Mais, en l'occurrence, leur abandon par le bétail est une conséquence indirecte du développement de la station du Lac de Tignes en direction de la Grande Motte. 700 ha furent soustraits au Parc sur la rive gauche de l'Isère, et, en compensation 1 600 ha lui furent adjoints sur la rive droite, au pied de la Grande Sassièrè.

Toutes les autres mises en défens résultent de l'incorporation de montagnes pastorales au Parc National de la Vanoise dès sa création. La Sache, sur le territoire de Tignes, ancien alpage communal à génisses, était devenu un terrain de parcours pour les ovins locaux lorsque la mise en eau du barrage désorganisa l'agriculture de la commune. Les Fours, à Val-d'Isère, étaient réservés aux transhumants.

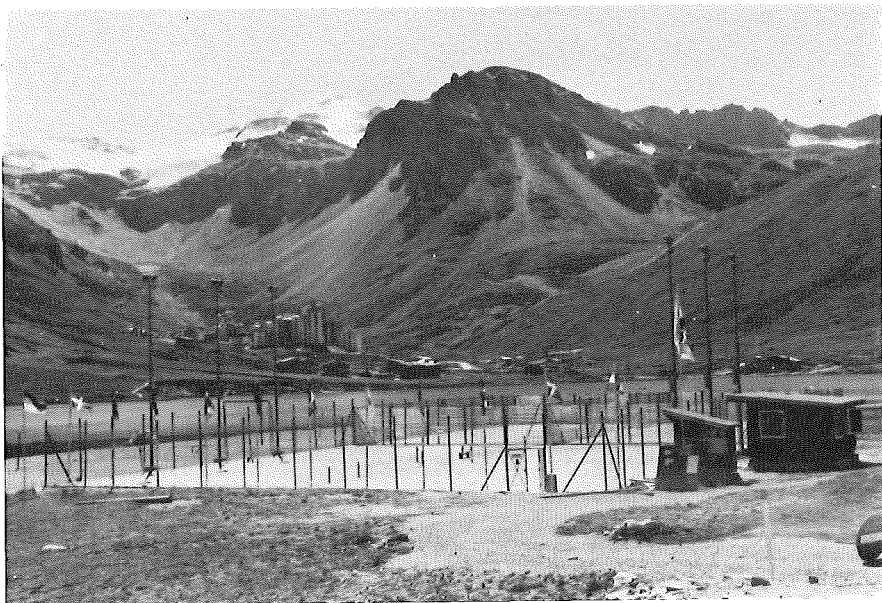
Ce déclassement d'alpages a entraîné l'abandon d'autres montagnes : Vallon de l'Iseran à Val-d'Isère, Sous les Thoules à Tignes, bien que ces dernières soient demeurées hors du périmètre du Parc. Mais elles appartenaient aux mêmes unités pastorales que les alpages frappés d'interdit.

Néanmoins, les troupeaux transhumants n'ont pas abandonné la Haute-Tarentaise. Ils ont, depuis 1963, relativement maintenu leurs effectifs et se sont déplacés vers les montagnes du Grand-Pré et de la Tovièrè à Val-d'Isère, du Chardonnet, Col du Palet, Pâquis à Tignes. Ce domaine pastoral, à cheval sur deux communes mais d'un seul tenant, fait actuellement l'objet d'une seule exploitation. Ainsi, les mises en défens opérées à la suite du développement des stations et de la création du Parc National de la Vanoise ont provoqué l'abandon de vastes superficies d'alpages, 2 810 ha au total. Mais elles n'ont pas amené une diminution d'effectifs pour les troupeaux.

D) BILAN DES MEFAITS DU TOURISME.

Le développement touristique en Haute-Tarentaise a provoqué l'abandon de 3 070 ha d'alpages, dont 2 810 ont été mis en défens et 260 ont

Dans un site comparable.

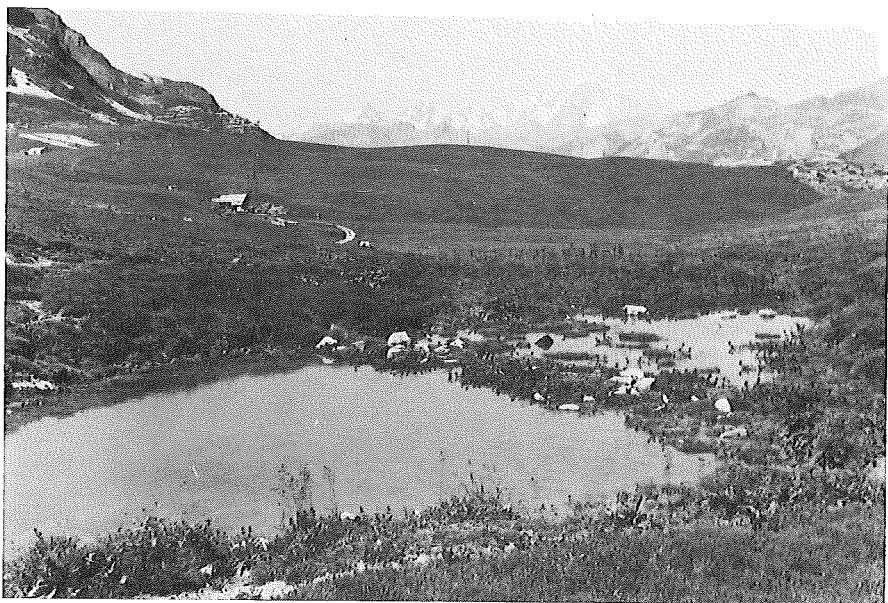


Pl. I. — Le lac de Tignes, alpage « urbanisé ».



Pl. II. — La Sassières de Sainte-Foy, alpage « épargné ».

Les méfaits de l'urbanisation.



Pl. III. — Le Marais, alpage condamné, futur altiport.



Pl. IV. — Le Val Claret, juxtaposition de la pierre et du béton.

LES ALPAGES FACE AU DÉVELOPPEMENT TOURISTIQUE

servi de cadre à l'urbanisation. Il a conduit à une réduction impressionnante du nombre des exploitations pastorales qui se chiffre par 48 unités; signalons que ce résultat exprime essentiellement une transformation du mode d'exploitation affectant les alpages de la Rosière à Montvalezan, où 38 petites montagnes ont fait place à un alpage communautaire. Les 10 autres exploitations disparues correspondent à 6 grandes montagnes à bovins (au Lac de Tignes), à 3 entreprises de transhumance (2 à Val-d'Isère, 1 à Tignes) et à 1 alpage à ovins locaux (la Sache, à Tignes). Quant à la diminution des effectifs inalpés, elle s'élève à 155 têtes de bovins, 5 900 têtes ovines dont 5 300 transhumants. Ces chiffres expriment la différence entre l'exploitation pastorale telle qu'elle se situe à l'heure actuelle et l'état où elle se trouvait lorsque les alpages furent affectés par les aménagements touristiques. Les dates-clefs retenues sont les suivantes : 1961, mise en défens du Prarion par la municipalité de Val-d'Isère; 1964, urbanisation de la Rosière de Montvalezan; 1965, inauguration du Parc National de la Vanoise; 1967, urbanisation accélérée du Lac de Tignes; 1972, inclusion de la Grande Sassièrre dans le périmètre du Parc National de la Vanoise.

Comparons le bilan réel des méfaits du tourisme (estimé à partir des seuls alpages affectés par les aménagements) à celui de l'évolution de la vie pastorale pour la totalité des alpages de Haute-Tarentaise, ceci pour la période 1963-1973. Ceci nous amène à laisser de côté l'alpage du Prarion (800 ha, 800 transhumants) dont la mise en défens est antérieure à 1963.

TABLEAU II
*Bilan des méfaits du tourisme sur la vie pastorale
en Haute-Tarentaise*

	Diminutions affectant la totalité des alpages de Hte-Tarentaise	Diminutions affectant les alpages concernés par le tourisme
Surface exploitée	1 070 ha	2 270 ha
Nombre d'exploitations	48	48
Nombre de bovins inalpés	145 têtes	155 têtes
Nombre d'ovins inalpés	2 120 têtes	5 100 têtes
dont transhumants	2 000 têtes	4 500 têtes
dont ovins locaux	120 têtes	600 têtes

On peut tirer les conclusions suivantes :

— Les aménagements touristiques portent en totalité la responsabilité de l'abandon d'exploitations pastorales (48 au total); mais cet abandon a pu être un signe de transformation (comme nous le montre l'exemple de la Rosière de Montvalezan) et non pas toujours de déclin. Les montagnes à bovins surtout sont touchées, mais, celles qui demeurent tendent à accueillir plus de bétail : aussi les effectifs inalpés ne diminuent-ils pas dans les mêmes proportions.

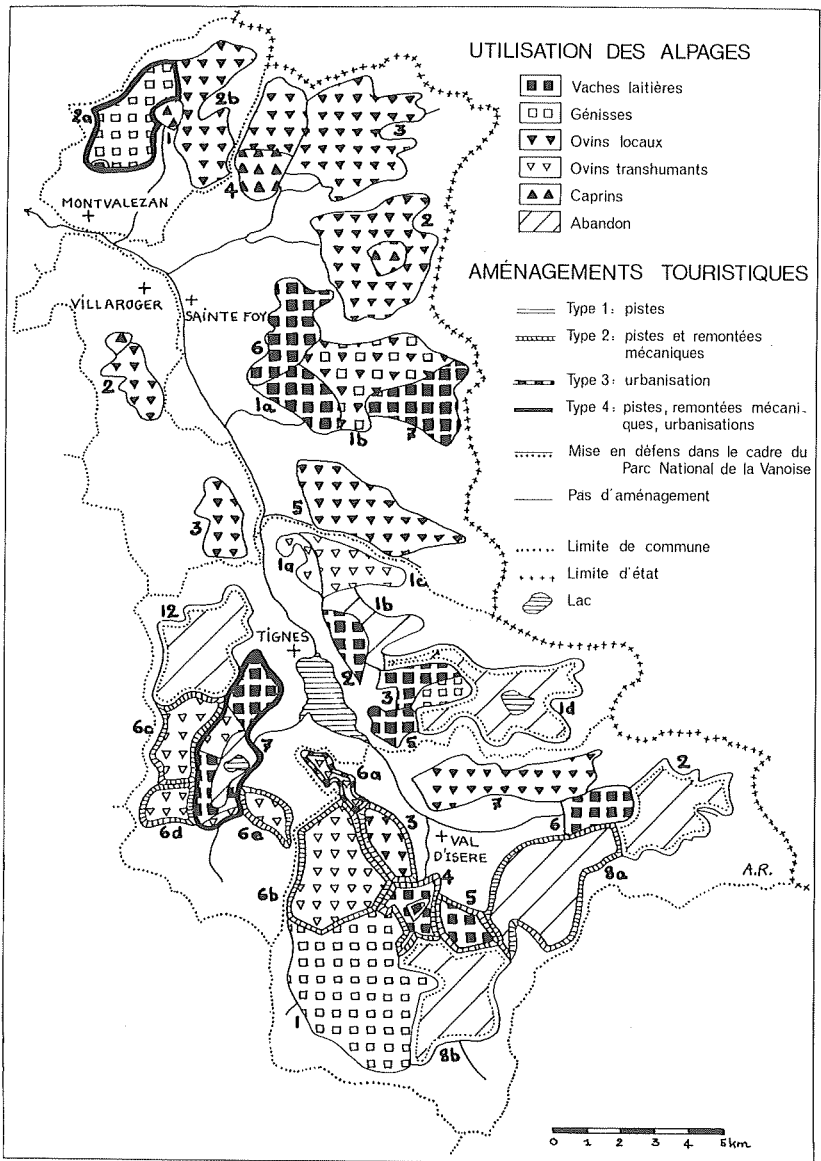


Fig. 1. — Les alpages de Haute-Tarentaise : Utilisation et aménagements touristiques.

N. B. Les limites des alpages, à quelques modifications près, correspondent à celles qui figurent sur la carte pastorale accompagnant l'enquête 1970-71. Dans la mesure du possible, les numéros affectés aux alpages sont les mêmes que sur la carte précitée.

— Les aménagements touristiques ont entraîné une réduction des surfaces exploitées portant sur 2 270 ha. Mais celle-ci s'est trouvée partiellement compensée, la réduction totale ne portant que sur 1 070 ha. Cela signifie : 1) que l'exploitation pastorale a conquis de nouveaux terrains; la Rosière de Val d'Isère en est un exemple; 2) que, dans les communes non touristiques d'aval (Sainte-Foy, Villaroger), l'inalpage des bovins en nette régression fait place à celui d'ovins locaux qui utilisent de façon plus extensives de plus grands espaces.

— Les aménagements touristiques auraient entraîné une réduction considérable des effectifs ovins inalpés (5 100 têtes), ceci à la suite des mises en défens opérées dans le cadre du Parc National. Mais des troupeaux transhumants plus importants ont fréquenté d'autres alpages dans les communes d'amont et l'inalpage des ovins locaux a progressé dans les communes d'aval. Aussi, pour l'ensemble de la Haute-Tarentaise, la diminution n'a-t-elle porté que sur 2 120 têtes.

Autrement dit, l'urbanisation liée au développement des stations intégrées et les mises en défens opérées dans le cadre du Parc National de la Vanoise, n'ont pas tué la vie pastorale, et cela pour deux raisons. D'une part, la ténacité des alpagistes maintient l'exploitation de montagnes « éprouvées » par l'urbanisation. D'autre part, les alpages « épargnés » représentent plus des 3/4 du domaine pastoral (11 585 ha sur 14 555 ha); et l'utilisation de ces vastes espaces s'organise sur des modes nouveaux dont il convient d'apprécier la viabilité (fig. 1).

Liste des alpages de Haute-Tarentaise avec leurs références numériques.

VAL-D'ISÈRE.

1. Le Charvet; 2. Prarion-Galise; 3. Bellevarde; 4. Goret-le-Manchet; 5. L'Arcelaz; 6. Saint-Charles; 6 a. La Tovière; 6 b. Le Grand Pré; 7. Le Dôme-Bailletta; 8 a. Le Vallon de l'Iseran; 8 b. Les Fours.

TIGNES.

1 a. La Davie, Orsière, Nazondaz; 1 b. Sous les Thoules, Sous la Revirettaz; 1 c. Plan Genièvre; 1 d. Côte Sassièrè, Santel, Plan du Cheval; 2. La Revirettaz; 3. Le Saut, Le Chargeur; 4. La Sassièrè; 5. La Cha; 6 c. Chardonnet; 6 d. Col du Palet; 6 e. Le Pâquis, 7. Le Lac de Tignes; 12. La Sache.

SAINTE-FOY.

1 a. Le Clou; 1 b. Le Plan; 2. La Motte, Col du Mont; 3. La Sassièrè; 4. Pierre Giret, La Savonne 5. Le Mayencet, Les Achets, Les Balmettes 6. Crêt Serru; l'Arpettaz; 7. Les Balmes.

VILLAROGÈRE.

2. L'Arc, Le Plan de l'Aiguille; 3. La Martin.

MONTVALEZAN.

1. Putétruit; 2 a. La Rosière, Les Eucherts, La Devancha; 2 b. Plan Pigeux.

II. — LE MAINTIEN DE LA VIE PASTORALE DANS LE CONTEXTE TOURISTIQUE

Si l'on s'en tient à de pures considérations de rentabilité agricole, le maintien de la vie pastorale en Haute-Tarentaise ne trouve guère de justification économique. Par contre, il apparaît très souhaitable dans le cadre du développement touristique. Reste à savoir sous quelles formes il doit s'effectuer et quelles mesures doivent être prises pour l'encourager.

A) LES FORMES DE MAINTIEN DE LA VIE PASTORALE (Tabl. III).

Sur un total de 29, les exploitations pastorales prospères de Haute-Tarentaise sont au nombre de 16. Elles appartiennent à 4 types différents dont 3 seraient condamnés en fonction des normes actuelles de rentabilité.

1) Les divers types d'exploitations pastorales prospères.

La Haute-Tarentaise compte encore 11 montagnes à vaches laitières. Trois sont condamnées à brève échéance : à Tignes, le Marais, par la prochaine implantation d'un altiport; à Sainte-Foy, le Fruit Commun du Clou par la cherté de la main d'œuvre salariée et les Balmes par leur mauvaise desserte. Trois autres, situées à Val-d'Isère, ont un avenir incertain : la Rosière, fantaisie d'un hôtelier, l'Arcellaz, propriété d'un agriculteur à mi-temps qui l'utilise épisodiquement, le Manchet-St Charles, alpages loués par un agriculteur à plein temps dont l'esprit d'entreprise est en butte à de multiples tracasseries dans une commune où le secteur tertiaire l'emporte. Il subsiste donc 5 exploitations laitières en bonne santé : Crêt Serru et la Revirettaz mal desservies, fabriquent le Beaufort à l'alpage; le Chargeur, le Finil, le Claret, grâce à des routes goudronnées livrent le lait à une fruitière d'été fonctionnant aux Boisses sur le territoire de Tignes.

Les montagnes à transhumants représentent un autre type traditionnel de l'exploitation pastorale en Haute-Tarentaise cantonné à ses communes d'amont. En dépit des mises en défens effectuées dans le cadre du Parc National, il en subsiste 2 exemplaires : l'un utilise 1 450 ha d'alpage appartenant au domaine skiable de Tignes et Val-d'Isère et l'autre environ 400 ha dont 60 correspondant à 3 anciens alpages à bovins.

Les montagnes à ovins locaux sont au nombre de 9. Quatre sont des montagnes communales et leurs effectifs vont s'amenuisant, que les

LES ALPAGES FACE AU DÉVELOPPEMENT TOURISTIQUE

TABLEAU III
Evolution de l'exploitation pastorale

	VAL D'ISERE	TIGNES	MONTVALEZAN	C. T.	SteFOY-VILLAR	CNT	H.T.
	alpages	alpages	alpages	alpages	alpages	alp.	alp.
	skiab.	Totaux	skiab.	Totaux	skiab.	Totaux	Totaux
Nombre D'EXPLOITATIONS							
1950	4	8	11	20	50	52	65
1963	5	7	10	16	40	43	54*
1973	5	6	4	7	2	8	10*
évolution 1950-1973 %	+20,0	-25,0	-63,6	-96,0	-52,3	-84,5	-80,0
" 1963-1973 %	0,0	-14,2	-60,0	-56,2	-95,0	-90,6	-81,4
PAIN D'OEUVRE							
1950	5	13	34	66	100	110	139
1963	11	15	38	60	70	78	116*
1973	13	14	14	18	5	8	29*
évolution 1950-1973 %	+160,0	+7,6	-29,4	-72,7	-95,0	-92,7	-79,1
" 1963-1973 %	+18,1	-6,6	-63,1	-70,0	-92,9	-89,7	-75,0
SURFACE EXPLOITEE TOTALE							
1950	530	2490	904	3002	180	741	1614
1963	960	2160	904	3288	180	731	2044
1973	1160	2060	1370	2050	115	520	2645
évolution 1950-1973 %	+118,9	-17,2	51,5	-31,7	-36,1	-29,8	63,8
" 1963-1973 %	+20,8	-4,6	+51,5	-37,5	-36,1	-28,8	+29,4
SURFACE EXPLOITEE BOVINS							
1950	200	510	350	1088	180	241	770
1963	240	690	390	638	180	231	810
1973	440	890	230	510	115	135	785
évolution 1950-1973 %	+120,0	+74,5	-41,0	-53,1	-36,1	-43,9	+1,9
" 1963-1973 %	+83,3	+28,9	-41,0	-20,0	-36,1	-41,5	-3,0
OVINS (TOTAL)							
1950	130	465	280	701	171	271	581
1963	160	278	307	552	34	91	501
1973	100	372	158	409	30	41	288
évolution 1950-1973 %	-23,7	-20,0	-43,5	-41,6	-82,4	-84,8	-50,4
" 1963-1973 %	-37,5	-33,8	-48,5	-25,9	-11,7	-54,9	-42,5
VACHES LAITIÈRES							
1950	130	165	250	530	94	134	474
1963	155	155	277	422	28	58	460
1973	101	131	131	251	3	8	235
évolution 1950-1973 %	-22,3	-20,6	-47,6	-52,6	-96,6	-94,0	-50,4
" 1963-1973 %	-34,8	-15,4	-52,7	-40,5	-89,2	-86,2	-48,9
OVINS (TOTAL)							
1950	2700	3800	1730	3545	230	560	4660
1963	2900	3200	1500	5300	400	400	3300*
1973	3000	3000	2500	4055	0	500	3000*
évolution 1950-1973 %	+11,1	-21,0	+44,5	+14,3	-100,0	-10,7	-35,6
" 1963-1973 %	+13,4	-6,2	+66,6	-33,1	-100,0	+25,0	-9,0
TRANSHUMANTS							
1950	2300	3100	1200	3000		3200	6100
1963	2500	2500	1500	5000		2500*	6000*
1973	2500	2500	2500	4000		2500*	4000*
évolution 1950-1973 %	+8,7	+19,3	+108,3	+33,3		-21,9	-34,4
" 1963-1973 %	0,0	0,0	+66,6	-20,0		0,0	-33,3
CAPRINS							
1950	0	0	30	60	0	0	30
1963	15	15	0	40	0	66	15
1973	0	0	0	0	30	80	30
évolution 1950-1973 %	0,0	-100,0	-100,0	-100,0	+300,0	+166,7	-100,0
" 1963-1973 %	100,0	0,0	0,0	-100,0	+200,0	+150,0	-33,3

* Totaux anormaux provenant du fait qu'une même exploitation de transhumance utilise des alpages sur Tignes et Val-d'Isère.

N.B. Ces statistiques ne tiennent pas compte de la montagne de la Cha à Tignes qui fait actuellement l'objet d'une exploitation de type semi-pastoral et dont le mode d'exploitation antérieurement à 1971 n'est pas connu avec précision.

Abréviations : C.T. : communes touristiques; CNT : communes non touristiques; H.T. : Haute-Tarentaise.

moutons soient confiés à un berger (le Dôme - Bellegarde à Val-d'Isère) ou qu'ils soient laissés en liberté (la Martin et l'Arc à Villaroger, la Sassièrè à Sainte-Foy). Le type d'exploitation dominant, et le plus prospère est représenté 5 fois : aux Achets - Mayencet, au Plan, au Col du Mont, à la Savonne et à Plan Pigeux. Il correspond à une entreprise individuelle de type grande montagne. Un alpagiste, qu'il soit ou non exploitant agricole, prend en charge 500 à 600 ovins en provenance de sa commune ou des environs immédiats moyennant le paiement d'une pension.

Avec ces montagnes à moutons indigènes, les montagnes à chèvres caractérisent les communes d'aval. L'avènement de ce nouveau type d'exploitation pastorale laitière est lié à la création en 1966 du syndicat d'élevage caprin des deux Savoie, organisme qui établit ses bases dans les communes tarines de Sééz et de Sainte-Foy. Bien que ces bases n'existent plus, les 4 montagnes à chèvres de Putétruit, du Plan de l'Aiguille, de Pierre-Giret et de la Motte sont des entreprises dynamiques, groupant une soixantaine de bête chacune, où la fabrication s'effectue sur l'alpage, en dépit de conditions matérielles précaires. Deux des alpagistes (Pierre-Giret, Plan de l'Aiguille) possèdent en propre un cheptel caprin représentant plus de 80 % des troupeaux inalpés.

2) Facteurs de viabilité des exploitations prospères.

Si l'on se fonde sur les critères usuels de rentabilité (GARDELLE, 1973, p. 451-454), seules sont viables en Haute-Tarentaise les montagnes à ovins indigènes, bien adaptées au caractère extensif de l'activité pastorale, recourant à un personnel réduit et reposant sur un cheptel dont l'entretien hivernal facile peut s'accomplir dans le cadre d'une exploitation agricole à mi-temps. La rentabilité des entreprises de transhumance est trop grévue par les frais de transport à longue distance. Les alpages laitiers, trop exigeants en main-d'œuvre, pour le gardiennage, la traite et, éventuellement, pour la fabrication sont condamnés sans appel. De fait, en Haute-Tarentaise, la prospérité d'une exploitation pastorale ne repose pas uniquement sur l'inalpage des bêtes sans lait : sur 16 montagnes en bonne santé, 9 sont des montagnes laitières; 5 reçoivent des vaches, 4 des chèvres. Mais ces entreprises restent viables parce qu'elles font appel à une main d'œuvre essentiellement familiale : les 9 montagnes en question occupent 18 personnes parmi lesquelles on ne compte que 2 bergers salariés (1 à la Revirettaz, 1 à Putétruit) et 1 berger stagiaire au Plan de l'Aiguille. Autre défi lancé aux normes classiques : ces montagnes à lait ne sont pas toutes desservies par des routes carrossables; 4 d'entre elles, la Revirettaz, le Crêt Serru, la Motte, le Plan de l'Aiguille ne sont accessibles que par des chemins muletiers.

Le défi lancé par les alpages de Haute-Tarentaise aux normes usuelles de rentabilité peut signifier que, dans cette région de stations, la prospérité d'une exploitation pastorale se fonde sur une symbiose avec l'activité

touristique. Ce phénomène concerne 50 % des exploitations pastorales prospères et 30 % de leur personnel : ce second pourcentage est légèrement supérieur à celui calculé pour l'ensemble de la région (28,8 %). Notons aussi que, dans le cas des montagnes prospères, cette complémentarité sur le plan professionnel existe plus volontiers au niveau des chefs d'exploitation (31,2 %) qu'à celui de la main d'œuvre (28,5 %). En tenant compte de tous les alpages, c'est le contraire qui se produit (28 % des chefs d'exploitation; 29,4 % de la main d'œuvre). Il reste que 4 seulement parmi les 16 exploitations prospères (le Finil, le Plan, la Motte, les Achets-Mayeneet) ont leurs chefs engagés à mi-temps dans une activité touristique. Qu'en est-il des 12 autres ?

Sept exploitations sont gérées par des agriculteurs locaux à plein temps, dont 5 résident dans les communes non touristiques de Sainte-Foy et Villaroger et 2 dans les communes à station (I à Tignes et I à Montvalezan). Deux seulement hivernent en presque totalité le bétail qu'ils inalpent : il s'agit des exploitants de montagnes à chèvres : Pierre-Giret, le Plan de l'Aiguille. Trois exploitants de montagnes à moutons indigènes (Col du Mont, la Savonne, Plan-Pigeux) louent en grande majorité les moutons dont ils assurent le gardiennage pendant l'été. L'alpagiste du Chargeur place à l'hiverne en Basse-Tarentaise et dans la Combe de Savoie la plupart de ses vaches laitières, ne conservant à Tignes que quelques génisses et une trentaine de moutons. Cinq exploitations sont dépourvues de bases agricoles en Haute-Tarentaise. Trois alpagistes n'ont pas de bétails en propre (le Claret, Crêt Serru, Putétruit). Deux autres sont entrepreneurs de transhumance. Cette indépendance affichée par la vie pastorale à l'égard de l'agriculture de montagne lui confère des bases fragiles. La vocation d'alpagiste existe encore chez de jeunes adultes, par ailleurs moniteurs de ski ou artisans, parce qu'ils ont été élevés dans un contexte rural. Qu'en sera-t-il de leurs enfants ?

B) MAINTIEN SOUHAITABLE DE LA VIE PASTORALE.

Et pourtant, le maintien de la vie pastorale apparaît éminemment souhaitable dans la région touristique qu'est devenue la Haute-Tarentaise grâce aux stations et au Parc National de la Vanoise. Les arguments si souvent invoqués pour que persiste l'exploitation des alpages trouvent ici, tout particulièrement, leur bien fondé.

1) Les arguments en faveur du maintien de la vie pastorale.

a) *La sécurité des stations.*

L'entretien de pistes de ski, de plus en plus nombreuses et aménagées à des altitudes de plus en plus élevées est un sujet de préoccupations grandissantes pour les municipalités de Tignes et de Val-d'Isère. Il s'agit d'allonger au maximum leur période d'utilisation, c'est à dire veiller à

ce qu'elles ne soient pas envahies par la lande alpine dont les arbrisseaux sont gênants et dangereux pour la pratique du ski lorsque l'enneigement n'est pas suffisant. Il s'agit surtout de les protéger des avalanches et d'étendre cette protection à la zone urbanisée des stations. Lutter contre les avalanches, c'est encore déclarer la guerre à la lande, car, une fois recouverts par la neige, et ployant sous son poids, Rhododendrons et Aunès verts, deviennent propices à leur déclenchement. Or, la Haute-Tarentaise se pique d'être abondamment enneigée. Par ailleurs, les grandes herbes « qui se couchent sous les premières neiges et préparent aux avalanches un plan de glissement idéal » (VEYRET, 1972, p. 10) parviennent à se développer fort haut dans cette vallée des Alpes internes où les limites supérieures des étages de végétation sont particulièrement élevées : les prés de fauche peuvent se rencontrer jusqu'à plus de 2 000 m. Toutes les communes de Tarentaise sont intéressées par la lutte contre les avalanches car il faut protéger les routes d'accès aux stations. Or, de Bourg Saint-Maurice au Lac de Tignes ou à Val-d'Isère, celles-ci sont exposées aux méfaits de 12 et 16 avalanches, sans tenir compte de celles qui se produisent rive gauche, sur le territoire de Villaroger et dont certaines sont susceptibles de traverser la vallée; et les zones de départ de ces avalanches, que les experts se préoccupent de rendre inopérantes, se situent pour 80 % entre 1 500 et 2 500 m et pour 60 % entre 1 800 et 2 400 m, c'est-à-dire à l'étage même des alpages (LOUP et LOVIE, 1967 p. 592 et 594).

Il existe divers moyens artificiels de lutte contre les avalanches : débroussaillage chimique, brûlis, construction de banquettes, pose de rateliers métalliques. Tous, sauf le premier, ont été expérimentés à Val-d'Isère et à Tignes. Mais les uns sont onéreux : 1 m de ratelier reviendrait à 2 800 F; les autres sont inefficaces : les banquettes s'éboulent facilement et, trop espacées, n'empêchent pas toujours la formation de coulées de neige dans leur intervalle (renseignements oraux recueillis à Tignes et à Val-d'Isère); certains enfin sont dangereux : tels les incendies dont la maîtrise peut devenir difficile. « Il serait probablement plus sage et plus rentable de maintenir ou de restaurer une exploitation pastorale normale, par des troupeaux autochtones, ou, au besoin par des transhumants » (DE CRECY, 1968-69, p. 235). La dépaissance du bétail évite en effet la prolifération des grandes herbes et de la lande à arbrisseaux. Et le piétinement des animaux crée les multiples sentiers sur les versants déclives qui l'emportent sur les banquettes pour l'efficacité et le prix de revient.

b) *L'entretien des sites.*

Un autre sujet de préoccupation pour les municipalités de Haute-Tarentaise est le développement d'une saison touristique d'été, suscité par la pratique de plus en plus courante du ski sur glacier et l'attrait exercé par le Parc National de la Vanoise. Tignes et Val-d'Isère cherchent à offrir à leur clientèle internationale et sportive des loisirs qui soient conformes à ses goûts et développent en conséquence piscines, tennis et terrains de golf. Mais pour ne pas demeurer en reste avec Sainte-Foy,

Villaroger et Montvalezan où meublés et petits hôtels accueillent une clientèle plus familiale, elles recommandent dans leurs dépliants touristiques divers itinéraires de randonnées pédestres et proposent des safaris-photos. C'est dire que les grandes stations se préoccupent de leur environnement naturel. Ce dernier n'étant qu'en partie inclus dans le Parc National, c'est aux municipalités qu'incombe directement son entretien. Or, « il faut bien reconnaître que les alpages abandonnés se couvrent de Rhododendrons — qui ne sont beaux qu'au moment de la floraison — ou d'Aunes — laids et désagréables en toute saison —, que les sentiers s'effacent et que la montagne se détériore très vite » (VEYRET, 1966, p. 8). Une fois encore, le maintien de la vie pastorale offre aux communes de Haute-Tarentaise le moyen de préserver leur patrimoine touristique.

Ce maintien est souhaitable, même à l'intérieur du Parc National où le concept de rentabilité n'a plus cours et où il s'agit de préserver la flore et la faune. Or ce qui fait l'originalité des Alpes par rapport aux montagnes tempérées du Nouveau Monde, c'est l'existence d'une pelouse alpine. Dans les Rocheuses, on passe sans transition, selon la latitude, des forêts aux rochers, ou des forêts à une lande à Saules nains qui fait place vers le haut à des plaques de végétation rase. Or, en Haute-Tarentaise, les alpages abandonnés retournent à la lande : la montagne de la Sache à Tignes mise en défens depuis 1965 en offre un regrettable exemple. Il ne conviendrait pas que les belles prairies du Pâquis, actuellement pâturées par des transhumants, subissent un jour le même sort. Par ailleurs, bovins et moutons sont les hôtes immémoriaux de l'étage des alpages et, à ce titre, ils ont leur place dans un parc où l'on s'efforce de préserver la faune et les équilibres naturels. Bannir les transhumants permet certes aux chamois de proliférer l'été, mais l'hiver venu, la pénurie de nourriture et d'abris se fera d'autant plus durement sentir que les hardes seront plus nombreuses. Des alpagistes nous ont signalé avoir découvert en abondance au printemps les carcasses de ces gracieux animaux. D'autres nous ont dit avoir pu, l'été, admirer des chamois de très près, qui, en quête de sel et d'herbe de belle qualité, se mélangeaient sans crainte aux troupeaux.

2) Les moyens.

Considérations financières, esthétiques et scientifiques s'allient donc pour souhaiter le maintien de l'utilisation des alpages en Haute-Tarentaise. Mais peu d'actions ont été entreprises dans ce sens. Un millier d'hectares d'alpages, viennent, tout récemment encore, d'être mis en défens dans le Vallon de la Grande Sassièrè. Des projets sont restés sans lendemain, tel celui formulé en 1963 par le conseil municipal de Val-d'Isère et qui aurait consisté à « verser une subvention aux éleveurs de la commune pour les inciter à poursuivre l'élevage et conserver ainsi à la vallée sa note pittoresque traditionnelle ». C'est sans doute cette dernière préoccupation qui, jointe à une reconfortante boomanie, incite un hôtelier de Val d'Isère à demeurer éleveur et alpagiste. Mais il ne convient pas de jeter la pierre à Val-d'Isère, théâtre d'une entreprise

délibérée pour encourager le maintien de la vie pastorale : depuis 1973, la commune prend à sa charge les frais de gardiennage du bétail indigène sur la montagne à génisses du Charvet et les montagnes à moutons du Dôme et de Belledarde. Signalons aussi que la municipalité de Sainte-Foy a cherché à soulager les alpagistes en assurant par l'entremise de ses employés l'entretien des chemins pastoraux. Précisons enfin qu'à Tignes les transhumants sont bien accueillis et que la société promotrice loue à leurs gardiens d'anciennes montagnes à vaches dont elle s'est rendue propriétaire.

Mais ces mesures en faveur du maintien de l'exploitation pastorale en Haute-Tarentaise sont si timides, si éparses et si peu nombreuses que nous nous permettrons de faire les suggestions suivantes :

— Dans le cadre du Préparc de la Vanoise, ne siérait-il pas de protéger les alpages à station d'une urbanisation parfois contestable dans son esthétisme comme dans son utilité, lorsque ces alpages sont activement exploités ?

— S'il convient d'éviter la surcharge pastorale, dangereuse pour les gazons d'altitude, il ne semble pas souhaitable d'opérer sur de grands espaces des mises en défens radicales; dans les montagnes humanisées que sont les Alpes, ces mesures ne sont profitables ni pour la flore, ni pour la faune. Vrai et que l'interdit frappe surtout les transhumants et moins le cheptel indigène. Mais une commune comme Tignes, où l'élevage ovin est réduit à sa plus simple expression, a besoin des transhumants pour l'entretien de ses sites et de ses pistes à haute altitude

— On maintiendra l'exploitation pastorale en Haute-Tarentaise en l'encourageant sous ses formes les plus prospères. Dans la conjoncture actuelle, les montagnes collectives sont condamnées parce qu'elles utilisent une main d'œuvre salariée de plus en plus rare et coûteuse. Le Fruit Commun du Clou, les alpages communaux à génisses et moutons de Montvalezan et de Val d'Isère voient leurs effectifs s'amenuiser. Mieux vaudrait pour les municipalités subventionner des entreprises privées, faisant appel à une main d'œuvre familiale : montagnes à vaches laitières des communes d'amont, montagnes à petit bétail, chèvres et ovins indigènes des communes d'aval.

— Pour que demeure cette main d'œuvre locale, il conviendrait d'aider les exploitations agricoles à plein temps. Or, chaque commune de Haute-Tarentaise, Val-d'Isère compris, compte de telles exploitations dont certaines ont bénéficié d'une concentration de bon aloi consécutive au déclin de l'agriculture de montagne. Mais elles sont aux prises avec deux types de problèmes. Tout d'abord, leur développement est paralysé par diverses contraintes administratives dont l'appartenance au Préparc semble avoir multiplié le nombre : dans le cadre des plans d'urbanisme, les permis de construire sont malaisés à obtenir et les normes de construction onéreuses à respecter. Par ailleurs, une lourde incertitude pèse sur leur avenir. Le métier d'agriculteur, sans rémunération fixe, ni loisirs, exerce une faible attraction sur la jeune génération, par ailleurs sollicitée de tous côtés par les nouveaux emplois du tourisme et de l'artisanat créés chaque année par le développement des stations. Ces problèmes

ne sont pas sans remède. Il serait possible, certainement, de simplifier les formalités préliminaires à l'agrandissement d'une exploitation. Et pourquoi les agriculteurs exerçant leur activité dans le Préparc, et, par là, plus que tout autres « jardiniers des sites » ne bénéficieraient-ils pas à ce titre d'un salaire fixe ?

Mais la mise en application de toutes ces mesures supposerait que la zone périphérique, à l'égal du Parc National, soit « érigée en établissement public et dotée d'un véritable instrument de concertation »... (VERIN, 1970). Tel n'est point encore le cas.

CONCLUSION

En Haute-Tarentaise, l'aménagement de 3 stations de sports d'hiver et de 9 098 ha de Parc National se poursuit, ignorant l'exploitation pastorale et provoquant parfois directement son déclin. Cette dernière assure pourtant à moindre frais la conservation d'un patrimoine touristique exceptionnel : 4 235 ha d'alpages — champs de ski supportant 130 km de pistes et 4 010 ha d'alpages — parc offrant pour la joie du promeneur et du naturaliste une formation végétale typiquement alpine, la pelouse d'altitude. Pour le moment, en dépit des bouleversements apportés dans cette région au cours des vingt dernières années par la mise en eau d'un barrage et un développement accéléré du tourisme, la vie pastorale demeure, en Haute-Tarentaise, une activité qu'il ne convient pas encore de « restaurer », mais tout simplement de maintenir. Il serait souhaitable que les mesures prises dans ce sens soient coordonnées par un organisme conscient à la fois des besoins réels du Parc National et de ceux des stations. Il faudrait, afin d'assurer à l'exploitation pastorale des bases solides, que ces mesures se traduisent par une aide aux agriculteurs locaux.

BIBLIOGRAPHIE

Documents disponibles

- Enquête pastorale 1950 (I.N.E.R.M. Grenoble)
- Enquête pastorale 1963 (I.N.E.R.M. Grenoble)
- Enquête pastorale 1973 (I.N.E.R.M. Grenoble)

Ouvrages et articles

- BARDEL, M. (1962-63). — Le Parc National de la Vanoise, cadre d'efforts convergents en faveur de la montagne, *B.F.F.E.A.*, n° 13, 259-265.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

- BARDEL, M. (1971). — Qu'est-ce que le Parc de la Vanoise, *Revue forestière française*, n° spécial, 100-108.
- DE CRECY, L. (1968-69). — Protection contre les avalanches des stations de sports d'hiver, *B.F.F.E.A.*, n° 19, 225-241.
- GARDELLE, C. (1973). — La vie pastorale dans les Alpes françaises, *R.G.A.*, Tome LXI, fasc. 3, 449-461 .
- LOUP, J. et LOVIE, C. (1967). — Sur la fréquence des avalanches en Tarentaise, *R.G.A.* Tome LV, fasc. 4, 587-604.
- PREAU, P. (1964). — Le Parc National de la Vanoise, banc d'essai d'une politique d'aménagement de la montagne, *R.G.A.*, tome 52, fasc. 3; 393-436.
- PREAU, P. — De la protection de la nature à l'aménagement du territoire : l'expérience caractéristique du Parc National de la Vanoise.
- VEYRET, P. (1972). — L'agriculture de montagne : le problème de la survie, *R.G.A.* Tome 60, fasc. 1, 5-24.
- VEYRET, P. et G. (1966). — Tourisme et vie rurale en montagne; à propos d'un colloque national, *R.G.A.*, Tome 54, fasc. 1, 5-15.
- VEYRET-VERNER, G. (1956). — Le tourisme au secours de la montagne : l'exemple de Val d'Isère, *R.G.A.*, Tome 48, fasc. 1, 37-53.
- VEYRET-VERNER, G. (1966). — Parcs nationaux et régionaux dans les Alpes françaises, *Cahiers de l'Alpes*, oct. nov. 1966, n° 28, 151-155.
- VEYRET-VERNER, G. (1961). — Aménager les Alpes, mythes et réalités, *R.G.A.* Tome 59, fasc. 1, 5-62.
- XXX. — Le Parc National de la Vanoise, Chambéry, les Imprimeries Réunies.

Mémoires dactylographiés

- MARCHAND-MAILLET, C. (1972). — La région touristique du Petit Saint-Bernard, T.E.R., I.G.A., Grenoble.
- MATHIOT, P. (1965). — L'économie d'une région de haute montagne : Tignes, D.E.S. Lyon.
- VERIN, B. (1970). — L'économie touristique en Tarentaise et Maurienne, T.E.R., Aix-en-Provence.
- XXX. — (1963). — Tignes, Caisse centrale du crédit hôtelier et commercial.
- XXX. — (1963). — Val d'Isère, Caisse centrale du crédit hôtelier et commercial.

CARTE DE LA VÉGÉTATION DE LA RÉSERVE DE LA GRANDE SASSIÈRE

par P. GENSAC (1) et B. ROTHÉ (2)

I. — Le milieu	78
II. — Inventaire des groupements végétaux	83
1. Les pelouses alpines	83
2. Les éboulis et les rochers	94
3. Groupements de l'étage subalpin	98
4. Hydroséries	100
Conclusions	103
Bibliographie	103

Résumé. — Après un rapide rappel des conditions de milieu : dominance des calcschistes, climat de haute montagne, pâturage important, un inventaire des groupements végétaux est dressé. Dans la réserve, les pelouses alpines sont particulièrement développées et on peut y distinguer différents groupements; sur les rives torrentielles et dans les marécages, la flore présente un très grand intérêt.

Summary. — After a brief reminder of the environmental conditions : pre-dominance of limy schists (schistes lustrés), high altitude climate, important grazing activities by cattle, an inventory of plants communities is drawn up. Inside the natural protected areas, the alpine grass-lands are particularly large and different communities can be numbered there. Along the banks of the torrents and in the marshy areas, the flora is most interesting.

La richesse floristique du vallon de la Sassièrè est connue depuis les travaux de EVRARD et CHERMEZON (1918) sur la Haute-Tarentaise. Ces auteurs ont alors découvert de nombreuses espèces de grand intérêt,

(1) Biologie végétale, Centre universitaire de Savoie, 73011 Chambéry.

(2) Ecole Nationale d'Horticulture de Versailles.

mais depuis, et ceci malgré la facilité d'accès due à la route E.D.F., ce vallon n'a été que peu visité par les floristes, si bien que lors de la création du Parc National de la Vanoise, cette région pourtant très intéressante n'a pas été incorporée aux territoires protégés. Dix ans après la création du Parc, à la faveur d'un troc, la mise en réserve naturelle a pu être envisagée. C'est afin de montrer l'importance scientifique de cette mise en réserve et d'établir un inventaire le plus complet possible que nous avons entrepris la cartographie des groupements végétaux du vallon. Cet inventaire sera d'autant plus utile que l'administration du Parc a décidé de louer le vallon qui était parcouru jusqu'ici par un immense troupeau de moutons transhumants. Ainsi à l'étude statique de description des groupements pourra succéder une étude dynamique liée à l'abandon du pâturage.

Ces travaux ont été facilités par l'accueil et l'aide de l'administration du Parc qui a toujours montré à notre égard une très grande compréhension, qu'elle veuille trouver ici le témoignage de notre gratitude.

I. — LE MILIEU

A. — SITUATION

Le vallon de la Sassièrè est la première vallée importante affluente de celle de l'Isère sur sa rive droite. C'est dire qu'il se trouve dans la partie la plus interne de la Haute-Tarentaise, bien protégé des vents d'Ouest par les massifs plus occidentaux dont celui de Bellecote est le plus élevé. Il domine la rive orientale du lac du Chevril (fig. 1).

B. — LITHOLOGIE.

Le vallon de la Sassièrè présente une grande unité lithologique car ce sont les schistes lustrés qui constituent la roche-mère dominante de toute la rive droite, alors que sur la rive gauche ils forment l'important dôme de Picheru. A leur côté, dans la partie Sud orientale, les marbres chloriteux occupent une vaste zone dominée par la Bailledda et surtout la Tsanteleina. Comme schistes lustrés et marbres chloriteux sont de composition voisine et que leur comportement morphogénétique est presque semblable, on comprendra que l'aspect du vallon ainsi que sa végétation soient assez uniformes : rive droite entièrement en éboulis schisteux d'où émergent à différents niveaux des lignes de rochers, rive gauche en exposition Nord, soumise à une géolitturbation intense. Les seuls accidents à cette uniformité sont dus aux calcaires durs des rochers du Franchet, aux quartzites du Dôme et aux schistes du Houillier méta-

CARTE DE LA VÉGÉTATION DE LA GRANDE SASSIÈRE

morphique formant la pointe de la Traversière. Les glaciers, surtout celui de Rhême-Golette, ont laissé d'importants dépôts morainiques dont certains très récents.

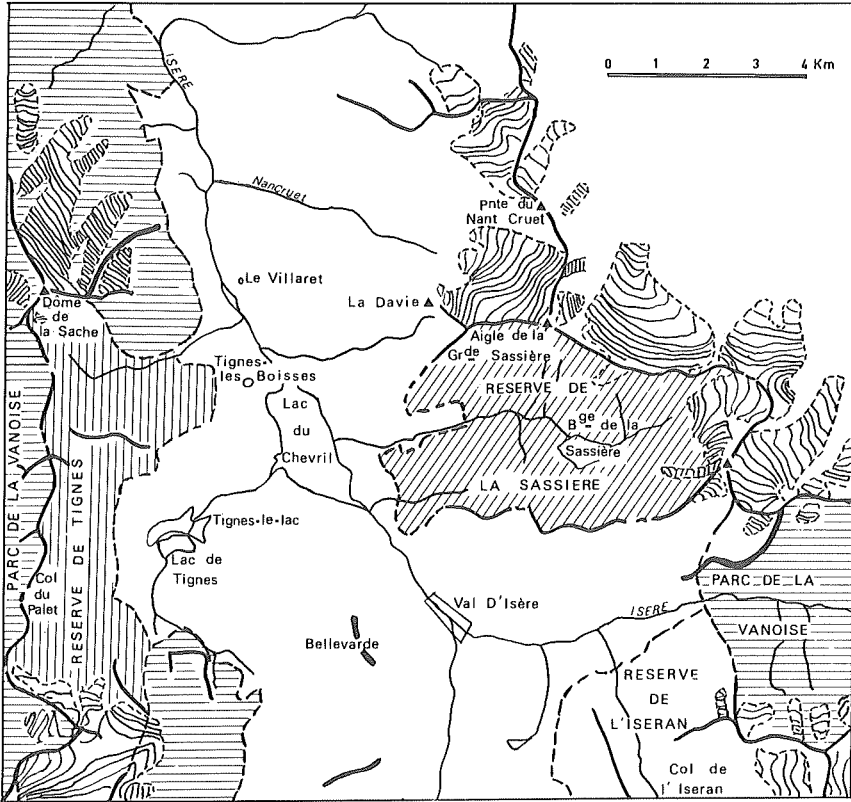


FIG. 1. — Situation de la réserve de la Grande Sassièrè.

C. — CLIMATOLOGIE.

La proche station du Villaret située à 1730 m donne d'une façon précise les principales caractéristiques du climat régnant à la Sassièrè. Elles sont confirmées pour les précipitations par les données de Val d'Isère. Il s'agit d'un climat de haute montagne, très contrasté, avec de fortes précipitations hivernales sous forme de neige bien que pour le vallon proprement dit, l'enneigement soit nettement inférieur aux régions plus occidentales comme le bassin de Tignes. La durée du manteau neigeux

dans le vallon est dominée par l'exposition des versants. En 1972, nous avons constaté que la rive droite exposée au Sud était libre de neige de mai à octobre inclus, alors que la rive gauche était encore très enneigée début juillet et que, dès les premières chutes de la fin octobre, la couverture s'y trouvait pratiquement continue. Nous avons pu suivre de semaine en semaine le déneigement et le cartographier. Deux catégories de groupements d'ubac nous ont paru particulièrement être affectées par la durée du manteau neigeux : les groupements où *Elyna myosuroides* domine sont les premiers déneigés tandis que dans beaucoup de combes la neige peut séjourner jusqu'au début juillet et provoque l'installation du groupement à *Salix herbacea*. Entre ces deux termes, il paraît assez difficile de lier d'une façon précise la composition des groupements à la durée de l'enneigement sans avoir recours à une étude auto-écologique.

Le régime des précipitations comporte également un maximum estival ce qui confirme le caractère subcontinental de la Haute-Tarentaise vis à vis du caractère subméditerranéen de la Haute-Maurienne (fig. 2).

Les deux maxima sont séparés par deux minima printanier et automnal. Celui du printemps est le plus prononcé, il assure un déneigement rapide des adrets et, sur ces versants, un brutal démarrage de la végétation, alors que sur les ubacs, ce même essor est ralenti par les précipitations de juin. Le minimum automnal est très marqué mais malheureusement entrecoupé par les gels nocturnes, si bien que rapidement la végétation perd son activité et entre en repos dès octobre.

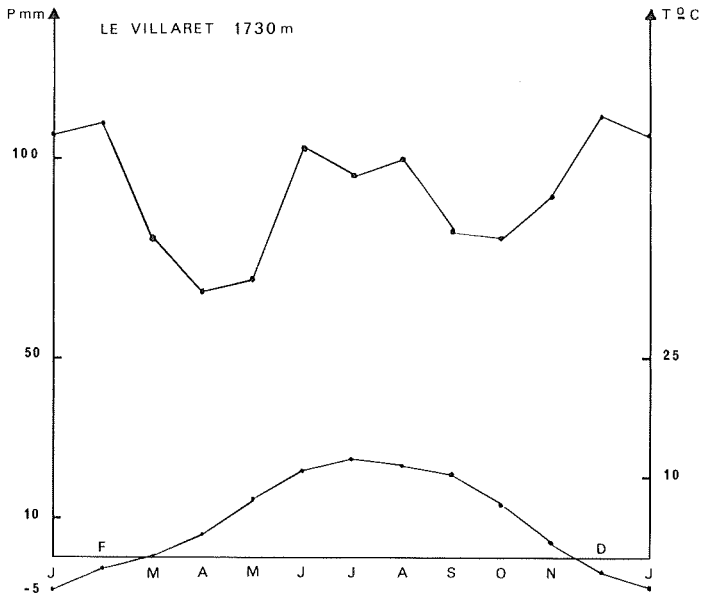


FIG. 2. — Diagramme ombrothermique du Villaret.

D. — INFLUENCE HUMAINE.

Le vallon de la Sassièrè a été loué jusqu'à présent par la commune de Tignes à un troupeau de transhumants qui jusqu'en 1950 se limitait à 1 800 têtes alors qu'en 1963 on en dénombrait 3 000.

C'est dire la forte concentration ovine durant la période estivale avec toutes ses conséquences sur le milieu et la végétation : le floriste ne pouvait trouver dès la moitié d'août que des échantillons soigneusement rasés à 3 cm du sol. En 1972, l'administration du Parc s'est portée locataire de ce pâturage ce qui nous permettra de juger assez rapidement des répercussions de l'abandon du parcours par les animaux sur une vaste région. Signalons toutefois que le fond du vallon reste fréquenté par un troupeau d'une vingtaine de génisses ainsi que les pâturages du Minoret au-dessus du Franchet. La cessation du pâturage peut laisser espérer un meilleur équilibre de la végétation, ainsi qu'un développement de la faune : chamois sur toute la rive gauche contiguë au massif du Dôme, bouquetins en face Sud dans les éboulis de la Grande Sassièrè.

L'influence humaine s'est également manifestée par la construction de deux barrages hydro-électriques. L'un de taille réduite au niveau du Saut, l'autre beaucoup plus important sur l'emplacement du lac de la Sassièrè. Ces travaux ont nécessité une grande quantité de matériaux tirés sur place, si bien, qu'en rive gauche du lac, le paysage et la végétation sont fortement perturbés par ces exploitations.

E. — GRANDES LIGNES DE LA VÉGÉTATION.

La réserve se situe entièrement au-dessus de 1 850 m, la végétation appartient donc aux étages subalpin et alpin.

Les arbres, Mélèze et Pin à crochets, très disséminés sont localisés exclusivement sur un territoire exigu à l'extrémité Sud de la réserve. Les landes également réduites sont localisées à l'entrée de la réserve. La majeure partie de l'étage subalpin est donc occupée par des pelouses pâturées thermophiles. Elles couvrent le fond du vallon et la base de l'adret de la Grande Sassièrè, elles représentent la zone la plus productive.

Les étages alpin et nival sont constitués pour plus de la moitié par des rochers et des éboulis. Au niveau de l'Alpin, les pelouses se divisent en deux groupes suivant leur exposition : pelouses thermophiles d'adret, pelouses d'ubac subissant pour la plupart un enneigement de longue durée.

Les problèmes phytosociologiques les plus importants résident dans la distinction des groupements thermophiles subalpins et alpins où le pâturage s'est plus particulièrement manifesté et dans la reconnaissance des faciès dûs aux caractères spéciaux de la roche-mère dominante.

F. — PRINCIPES CARTOGRAPHIQUES.

Au niveau de la réserve de la Sassièrè, plusieurs facteurs interviennent dans la répartition des groupements végétaux. Des facteurs climatiques liés d'une part, à la grande différence d'altitude, de 1 850 m au niveau des gorges de la Daille à 3 750 m au niveau de l'Aiguille de la Grande Sassièrè, d'autre part, à l'orientation générale du vallon qui détermine très nettement un adret et un ubac. Les facteurs édaphiques n'interviennent que secondairement, les schistes lustrés et les marbres phylliteux constituant les roches-mères dominantes; néanmoins, la valeur de la pente joue un rôle déterminant dans la pédogenèse et par cela intervient dans la plus ou moins grande acidité du substrat. Le pâturage développé dans les parties inférieures atténue très fortement les effets de l'altitude, sans toutefois empêcher la distinction des étages subalpin et alpin. Enfin la persistance de la neige, facteur complexe, et l'hydromorphie créent des conditions particulières.

C'est la composition de la végétation qui nous a guidé dans l'établissement de la carte et dans le choix des conventions nécessaires à une lecture facile. Seule cette composition peut nous permettre de définir les influences des différents facteurs en un point donné, elle seule peut nous permettre de fixer une hiérarchie entre ces différents facteurs, elle seule peut constituer notre échelle de mesure. Cartographier le plus exactement possible la végétation correspond donc à cartographier les facteurs du milieu, à dresser une carte écologique. Faut-il pour cela ne s'attacher qu'à observer la seule végétation ? C'est plutôt en établissant en permanence des corrélations entre cette végétation et les facteurs du milieu directement observables que le but sera le plus rapidement atteint. C'est par l'application constante d'une induction progressive que l'on parviendra au résultat escompté. Encore faut-il avoir constamment à l'esprit, qu'en un point déterminé, la végétation intègre de nombreux facteurs écologiques et que ce n'est que dans des stations extrêmes, les mieux définies floristiquement d'ailleurs, que l'on peut s'en tenir à l'intervention d'un seul des facteurs. La prépondérance d'un des facteurs ne peut donc pas être choisie comme seul critère cartographique. Chaque groupement défini floristiquement correspond à un ensemble de conditions qui peuvent être hiérarchisées mais dont chacune doit être prise en compte, autant que cela soit possible. C'est donc le choix, au niveau de chaque groupement, de la hiérarchie des facteurs qui nous semble primordial.

Pour la réserve de la Sassièrè, la distinction d'un étage subalpin et d'un étage alpin nous est apparue intervenir en premier lieu, et ce, malgré l'influence du pâturage. La cessation de celui-ci doit d'ailleurs vraisemblablement accuser les différences floristiques et même physiologiques que nous avons pu relever.

Au niveau de l'étage alpin, quelle que soit l'altitude, les conditions édaphiques établissent la différence entre groupements de rochers et éboulis d'une part, et groupements de pelouses, d'autre part. Dans ces dernières, elles interviendront également pour distinguer pelouses basoneutrophiles sur substrat grossier et neutrophiles sur substrat fin et pen-

CARTE DE LA VÉGÉTATION DE LA GRANDE SASSIÈRE

tes moins accentuées. Enfin la différence d'exposition provoque la distinction des pelouses thermophiles qui sont d'ailleurs les plus pâturées.

Dans le Subalpin, le substrat intervient en premier lieu pour fixer la composition des groupements et définir deux faciès appartenant vraisemblablement à la série du Pin cembro-Mélèze. Là encore, l'exposition permet l'installation en exposition Sud d'une pelouse thermophile dont le pâturage important masque les similitudes avec une sous-série à Génévrier nain.

II. —INVENTAIRE DES GROUPEMENTS VEGETAUX

1. — LES PELOUSES ALPINES (fig. 3).

1.1. PELOUSES NEUTRO-ACIDOPHILES.

C'est l'ensemble de pelouses le plus développé dans le vallon, ceci étant dû à la nature des roches-mères dominantes dont la composition intermédiaire et la faible compacité facilitent la décarbonatation superficielle et le constant renouvellement. A côté de la pelouse type à *Elyna myosuroides*, on peut reconnaître un faciès plus acidophile à *Carex curvula* ssp. *rosae*. Suivant les conditions stationnelles et l'influence du pâturage se distinguent d'autres variantes.

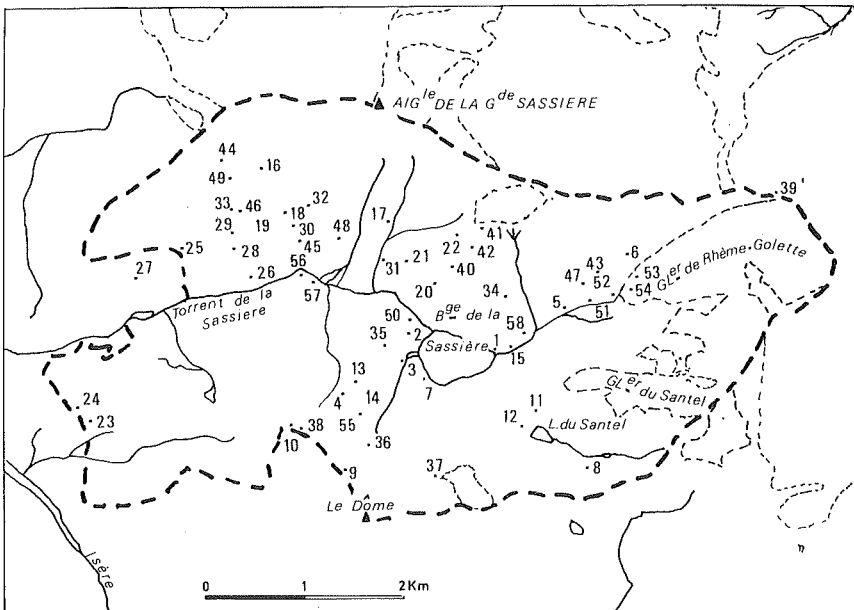


FIG. 3. — Emplacement des relevés.

1.1.1. Pelouse type à *Elyna myosuroides*.

Elle possède en commun avec le faciès à *Carex rosae* un lot important d'espèces. Parmi elles, *Elyna myosuroides* occupe une place prépondérante et par sa dominance cette espèce confère au groupement sa physiologie si particulière et typiquement alpine. Le reste du groupe comporte un mélange d'espèces basophiles, baso-neutrophiles et ubiquistes où seule *Avena versicolor* traduit une tendance vers l'acidité. On retrouve plus particulièrement dans le faciès type, les espèces groupées au début du tableau I où les basophiles constituent un fort contingent alors que les acidophiles de la fin du tableau sont moins fréquentes.

C'est au sommet des croupes que le groupement prend son aspect le plus caractéristique et on y observe alors la présence des lichens des lieux fortement ventés, et dont le manteau neigeux, de ce fait, est de faible durée. Le groupement est donc soumis à des conditions hivernales très rigoureuses. Mais cette localisation n'est pas exclusive et on rencontre ces pelouses sur des pentes moyennes à faible enneigement.

Le groupement est installé sur un sol brun de pelouse alpine à moder épais d'une vingtaine de centimètres, passant à un horizon profond grossier de couleur ocre. L'horizon superficiel est décarbonaté, le pH pratiquement neutre est de l'ordre de 6,5. La matière organique s'y trouve en quantité supérieure à 10 % et manifeste une bonne minéralisation en général.

Le pâturage s'est assez peu manifesté sur ce groupement dont la plus grande partie est impropre à la consommation. Néanmoins les croupes servent souvent de reposoir aux moutons ce qui permettrait d'expliquer en partie la richesse en azote du sol et l'apparition des faciès 114.

1.1.2. Faciès à *Carex curvula ssp. rosae*.

Par rapport au groupement type, il présente un plus grand nombre d'espèces acidophiles comme en témoigne la partie inférieure du tableau I. Néanmoins, les espèces basophiles strictes et neutro-basophiles sont toujours abondantes à la faveur d'un plus ample remaniement du sol par géliturbation. Il en résulte une composition floristique fort complexe, un groupement mal défini phytosociologiquement et couvrant cependant d'importantes surfaces. Il s'agit d'une phytocénose charnière entre *Elyno-Seslerietea* et *Caricetea curvulae* d'où les difficultés rencontrées pour sa définition. Le nombre important des espèces basophiles plaiderait en faveur du rapprochement avec la première de ces classes.

Les conditions d'installation sont assez semblables à celles du groupement type précédent, on peut seulement remarquer que ce faciès plus rocailleux s'installe sur de plus vastes surfaces localisées dans la partie orientale de la réserve, zone vraisemblablement plus calme pour les vents et donc d'enneigement prolongé.

C'est toujours un sol brun de pelouse alpine qui sert de substrat au groupement, mais il présente une nette tendance à l'acidification. On passe progressivement pour les pH des horizons superficiels de 6,5

TABLEAU I
Pelouses neutro-acidophiles

Espèce relevée	FACIES TYPE					FACIES à <i>Carex aurvula rosae</i>							
	1 2470 W 35	2 2480 N 10	3 2500 NE 50	4 2570 - -	5 2600 W 10	6 2780 SSE 60	7 2510 NW 30	8 2800 NW 20	9 2770 - -	10 2860 SE 55	11 2750 - -	12 2750 S 25	13 2620 - -
<i>Deschampsia octopetala</i>	+	+	+										
<i>Deschampsia serotina</i>		1	+	+	+								
<i>Deschampsia alpina</i>	+			+	+								
<i>Deschampsia corniculatus</i>		+		+	+	+	+						
<i>Deschampsia badius</i>				+	+		+						
<i>Deschampsia acaule</i>			+	+	+					+			
<i>Deschampsia brachyphylla</i>		+				+				+			
<i>Deschampsia strictum</i>			+			+			+	+			
<i>Deschampsia alpina</i>	+	+	+	+					+	+			
<i>Deschampsia lutea</i>	1	+	1	+	+		+		+	+			
<i>Deschampsia oppositifolia</i>	+	+		+					+	+			
<i>Deschampsia selaginelloides</i>	+	+	+				+	+	+	+			
<i>Deschampsia alpina</i>	+			1		+				+			
<i>Deschampsia longiscapa</i>		+	+	+						+			
<i>Deschampsia rostrato-spicata</i>			+	+						+			
<i>Deschampsia minima</i>			+		1	+	+			+			
<i>Deschampsia badensis</i>			+		+	+	3			+			
<i>Deschampsia pumila</i>	+		+		+	+	+			+			
<i>Deschampsia xanthochlora</i>		+	+	+	+	+						+	
<i>Deschampsia schenckii</i>	+				+	+			1			+	
<i>Deschampsia verticillata</i>	+			+	+			+				+	
<i>Deschampsia dioca</i>	+	+					1			+			+
<i>Deschampsia atrazon</i>	+		+							+			+
<i>Deschampsia alpestris</i>	+		+							+			+
<i>Deschampsia versicolor</i>	1	+	+		2	+	+	2	+				1
<i>Deschampsia parviflora</i>	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	
<i>Deschampsia varia</i>	1	1	+	+	2	1			3	2	1		
<i>Deschampsia pustillum</i>		+	+	+	+	1			+	+	+		
<i>Deschampsia mitellinoidea</i>	1	1	+	+	+	+		1	+	+	+		+
<i>Deschampsia verna</i>	+		+	+	+	+		+	+	+	+		+
<i>Deschampsia myosuroides</i>	4	4	2	3	2	1	3	3	4	3	4		3
<i>Deschampsia myosuroides</i>	+	+	1	+	+	+	1	+	+	+	+		2
<i>Deschampsia viviparum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
<i>Deschampsia verna</i>	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+		3
<i>Deschampsia alpina</i>	+		+	+	2			1		+	+		+
<i>Deschampsia escapa</i>	+	2	+			1		1		+	+		+
<i>Deschampsia sedoides</i>	+	+					+	+		+	+		+
<i>Deschampsia compestris</i>	+	1	+	+					+				+
<i>Deschampsia villosa</i>		+	+				+		+				1
<i>Deschampsia carpatica</i>		1	+			+							+
<i>Deschampsia serpyllifolia</i>		+	+				+						+
<i>Deschampsia montanum</i>			+	+	+	+			+		+		+
<i>Deschampsia calcarata</i>			+	+	+	+			+		+		+
<i>Deschampsia obtusifolia</i>			+	+	+	+			+		+		+
<i>Deschampsia lunaria</i>			+	+	+	+			+		+		+
<i>Deschampsia violacea</i>			+	+	2	+			+		+		+
<i>Deschampsia alpestris</i>			1	+	+	+			+		+		+
<i>Deschampsia alzoidea</i>			+	+	+	+			+		+		+
<i>Deschampsia bellidoidea</i>			+	+	+	+		1	+		+		+
<i>Deschampsia uniflora</i>			+	1	+	1		+	+		+		+
<i>Deschampsia montanum</i>			+	+	+	+			+		+		+
<i>Deschampsia centilla aurea</i>			+	+	+	2	1		+		+		+
<i>Deschampsia moschata</i>			+	+	+	+	+		+		+		+
<i>Deschampsia ciliata</i>			+	+	+	+	+		+		+		+
<i>Deschampsia jacquini</i>				2	3		3		+		+		+
<i>Deschampsia spicata</i>				+	+	+	+		+		+		+
<i>Deschampsia nana</i>				+	+	+							+
<i>Deschampsia nivalis</i>					+	+			+		+		+
<i>Deschampsia alpinum</i>					+	+					+		+
<i>Deschampsia alpinus</i>					+	+					+		+
<i>Deschampsia arachnoidea</i>					+	+					+		+
<i>Deschampsia alpinum</i>						+					+		+
<i>Deschampsia saxatilis</i>						2	1	3	1		+		1
<i>Deschampsia aurvula rosae</i>						+					+		+
<i>Deschampsia proaumbens</i>											+		+
<i>Deschampsia atrazon</i>								+			+		+

(relevé 8) à 5,5 (relevé 13). Cette acidification va de pair avec une augmentation de la matière organique présente qui atteint 20 %. Néanmoins la minéralisation reste satisfaisante, le C/N étant inférieur à 13.

Si le groupement a été parcouru par les moutons, il n'a subi qu'une faible pression pastorale comme en témoigne le faible nombre d'espèces liées au pâturage. Il faut signaler toutefois qu'en certains points (relevé 13) les accumulations d'excréments sont encore très importantes un an après l'abandon du parcours.

L'acidification du faciès est renforcée par la présence de quartzites en bloc plus ou moins gros et provenant vraisemblablement d'éboulis. C'est le cas des pelouses très rocailleuses localisées le long du sentier montant au passage du Dôme à la hauteur du Lac de Creux (relevé 14). Les espèces basophiles disparaissent alors complètement et le groupement est extrêmement proche d'un *Curvuletum* sur substrat siliceux sans toutefois que le pH du sol s'abaisse en dessous de 5.

1.1.3. Faciès géliturbé.

L'hétérogénéité des schistes lustrés, l'humidité constante due à une alimentation neigeuse continue, les alternances gel-dégel affectant une épaisse couche du sol, une pente supérieure à 50 %, provoquent l'installation sur une vaste zone de loupes et de bourrelets de géliturbation. C'est tout le versant Sud du vallon en dessous de Picheru qui est affecté par ces phénomènes périglaciaires. Cette évolution morpho-génétique du versant d'ubac conduit à l'installation d'une phytocénose en mosaïque dont les tesseras sont extrêmement réduites et contrastées, les espèces les plus basophiles voisinant avec les plus acidophiles, on trouve ainsi côte à côte les deux groupes suivants :

Groupe basophile

Sesleria varia
Dryas octopetala
Festuca pumila
Saxifraga oppositifolia
Salix reticulata
Aster bellidiastrum
Gentiana verna
Helianthemum alpestre

Groupe acidophile

Carex curvula rosae
Loiseleuria procumbens
Festuca haleri
Luzula lutea
Luzula spicata
Homogyne alpina
Minuartia sedoides
Antennaria carpatica

auxquels se joignent des espèces neutrophiles : *Elyna myosuroides*, *Polygonum viviparum*, *Silene longiscapa* et des espèces témoignant de l'humidité du milieu et du long enneigement comme : *Salix herbacea*, *Bartsia alpina*, *Parnassia palustris* et *Soldanella alpina*.

Il s'agit donc d'un groupement complexe, difficile à définir et qui cependant couvre de grandes étendues principalement en exposition Nord, sur des pentes enneigées du début novembre à la mi-juin. Cette mosaïque résulte d'une grande hétérogénéité du sol dans l'espace et dans le temps. Les variations du pH, de la teneur en carbonate et en matière organique, de la texture sont grandes d'un point à un autre et permettent d'expliquer

CARTE DE LA VÉGÉTATION DE LA GRANDE SASSIÈRE

la variabilité floristique du groupement. Une étude de détail intégrant tous les éléments du milieu permettrait de comprendre la disposition des différents groupes écologiques.

A côté des vastes zones géliturbées de flanc de vallée, il faut également citer comme formation liée aux phénomènes périglaciaires, les

TABLEAU II
Relevé 15

Altitude 2'530 m - Pente nulle		
	Butte	Creux
Recouvrement	70 %	100 %
pH	4,9	4,8
Humidité équivalente	34,3	43,7
C %	3,4	6,4
C/N	10,9	10,9
ESPECES COMMUNES	1 <i>Nardus stricta</i> +	
	1 <i>Geum montanum</i> 2	
	+ <i>Potentilla aurea</i> 2	
	+ <i>Galium pusillum</i> 1	
	+ <i>Myosotis alpestris</i> 1	
	+ <i>Euphrasia minima</i> +	
	+ <i>Ligusticum mutellinoides</i> +	
Butte		Creux
3 <i>Juncus jacquini</i>		2 <i>Agrostis rupestris</i>
1 <i>Avena versicolor</i>		2 <i>Poa alpina</i>
2 <i>Festuca pumila</i>		+ <i>Phleum alpinum</i>
2 <i>Plantago alpina</i>		+ <i>Cirsium acaule</i>
+ <i>Salix serpyllifolia</i>		+ <i>Alchemilla xanthochlora</i>
+ <i>Hieracium villosum</i>		+ <i>Crepis aurea</i>
+ <i>Antennaria dioica</i>		+ <i>Polygonum viviparum</i>
+ <i>Veronica saxatilis</i>		+ <i>Trifolium badium</i>
+ <i>Pedicularis rhaetica</i>		+ <i>Elyna myosuroides</i>
+ <i>Hieracium auricula</i>		+ <i>Carex parviflora</i>
+ <i>Erigeron uniflorus</i>		+ <i>Lotus corniculatus</i>
+ <i>Campanula scheuchzeri</i>		+ <i>Cerastium strictum</i>
+ <i>Gentiana brachyphylla</i>		+ <i>Anthoxanthum odoratum</i>
+ <i>Tanacetum alpinum</i>		+ <i>Luzula spicata</i>
+ <i>Veronica bellidioides</i>		+ <i>Homogyne alpina</i>
+ <i>Androsace obtusifolia</i>		+ <i>Sempervivum montanum</i>
+ <i>Minuartia sedoides</i>		+ <i>Taraxacum alpinum</i>
+ <i>Trifolium alpinum</i>		+ <i>Veronica alpina</i>
+ <i>Lotseleuria procumbens</i>		+ <i>Alchemilla pentaphyllea</i>
+ <i>Phyteuma hemisphaericum</i>		+ <i>Deschampsia cespitosa</i>

champs de buttes gazonnées qui, dans le vallon, n'occupent que de faibles surfaces en amont du lac de barrage (relevé 15) et sur la rive orientale du lac du Plan du Cheval.

Dans le relevé 15 (tabl. II), les buttes atteignent une hauteur de 20 centimètres et un diamètre de 1 mètre, elles sont séparées par des rigoles de 20 à 40 centimètres de large. La composition floristique des deux tesseras, buttes et creux, montre bien les différences dans les conditions écologiques. Alors que le lot commun d'espèces est surtout riche en indicatrices de pâturage, les buttes présentent une flore assez xérophile tandis que le relevé des creux comprend un grand nombre d'hygrophiles ou espèces supportant un plus long enneigement. Dans ces zones plates le pâturage a pu avoir davantage d'influences si bien que la composition floristique se rapproche du faciès 114.

1.1.4. Faciès pâturé.

Il est particulièrement développé sur le Plan du Cheval et sur la rive droite à l'aplomb du barrage. *Poa alpina* y possède une grande dominance accompagnée d'espèces témoignant comme lui de l'intensité du pâturage : *Trifolium nivalis*, *Potentilla aurea*, *Myosotis alpestris*, *Geum montanum*, *Alchemilla xanthochlora*, *Cerastium strictum*, *Erigeron uniflorus*. A ces espèces se joignent des basiphiles en nombre assez faible comme *Botrychium lunaria*, *Galium pusillum*, *Gentiana verna*, *Veronica saxatilis* qui permettent de rapprocher ce faciès des pelouses neutrophiles bien qu'*Elyna myosuroides* n'y joue qu'un faible rôle.

Ce faciès s'est installé dans des zones propices au pâturage, leur pente étant faible et la fraîcheur permettant le renouvellement d'une riche strate herbacée. Les conditions édaphiques ont été influencées par le départ continu de la matière végétale : le sol ne contient dans son horizon superficiel que 10 % de matière organique dont le C/N est inférieur à 10. Un tel faciès devrait évoluer rapidement par suite de l'abandon du pâturage mais il nous est impossible pour l'instant de définir avec certitude dans quelle direction.

1.1.5. Faciès des reposoirs à moutons.

Il peut se remarquer de loin par la teinte rousse que lui confère dès le milieu de l'été les épis de *Poa alpina*. Cette espèce très largement dominante se trouve à son optimum et donne au groupement son aspect bien particulier : pelouse exubérante tranchant sur les autres pelouses alpines généralement rases et ouvertes. C'est là certainement que l'on rencontre la biomasse végétale la plus importante de l'étage alpin. La couverture de cette espèce impose à la phytocénose une grande pauvreté floristique. Le nombre des espèces est réduit et se limite à celles qui peuvent supporter un taux d'azote important : *Myosotis alpestris*, *Polygonum viviparum*, *Carex foetida*, *Ligusticum mutellinoides*, *Cerastium strictum*, *Taraxacum alpinum* auxquelles il faut joindre *Arabis alpina* qui bénéficie dans ce milieu de bonnes conditions d'humidité.

CARTE DE LA VÉGÉTATION DE LA GRANDE SASSIÈRE

La position topographique d'un tel groupement est déterminée par le comportement du bétail ovin au moment de la rumination. Celui-ci semble apprécier particulièrement la fraîcheur. En effet, il n'est pas rare de le trouver en plein été au voisinage et même sur les névés. Pour le vallon de la Sassièrè, deux types d'emplacement semblent avoir été adoptés : le voisinage de l'eau, lit du torrent et bords du lac d'une part, et sommet de croupes arrondies, comme la Baillelte devant et la pointe de Picheru à 2 950 m, d'autre part.

Les longs séjours des troupeaux entraînent une accumulation de déjections qui lentement s'intègrent au sol. Celui-ci possède un horizon superficiel très épais comportant plus de 20 % de matière organique. Malgré cette accumulation très importante le C/N est de l'ordre de 9, montrant bien l'influence des remaniements que subit cette matière lors du transit digestif ovin. Le pH est voisin de la neutralité et le taux de matière organique maintient une bonne humidité en dépit de la position culminale de certains groupements.

1.2. PELOUSES BASO-NEUTROPHILES.

Elles sont installées généralement en exposition Sud sur les versants où la pente est trop forte pour les pelouses à *Elyna myosuroides*. De ce fait, leur sol est également en mouvement mais de façon moins active que sur les ubacs, l'humidité qui l'imprègne au printemps disparaissant rapidement, les alternances gel-dégel y revêtent moins d'importance. Il se présente sous l'aspect caractéristique des « sols à gradins » ou « sentiers de vaches » bien que ces animaux ne concourent pas à son édification. Dans ces pelouses, l'espèce principale est *Sesleria varia* qui joue un rôle important dans la constitution des banquettes. La composition des groupements semble être sous la dépendance de la roche-mère, une distinction pouvant s'opérer suivant que le substrat est constitué par des calcaires durs plus ou moins dolomités, comme sous les roches du Franchet, ou par les schistes lustrés et les marbres phylliteux, d'ailleurs les plus fréquents. On distingue donc dans le premier cas une pelouse type, dans le second un faciès schisteux.

1.2.1. Pelouse alpine type à *Sesleria varia*.

Elle ne se rencontre que sous les rochers de Franchet dans la partie supérieure de la Combe du Glaçon. Sa composition est voisine des groupements déjà décrits (GENSAC, 1972).

1.2.2. Faciès schisteux.

Les surfaces qu'il recouvre sont très vastes et sa genèse peut s'étudier en détail d'où son importance théorique. Il présente un groupe d'espèces à fort coefficient de présence et souvent à dominance importante dont les principales sont *Sesleria varia* et *Carex sempervirens* et où *Helianthemum alpestre* peut jouer un rôle important. Il s'agit d'un groupement proche du

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

Seslerio-Sempervirentetum habituellement décrit mais une comparaison avec les pelouses alpines de ce type révèle de grandes différences. Des pelouses types à *Sesleria varia* telles que 1.2.1. sont absentes dans notre faciès les espèces suivantes: *Pedicularis verticillata*, *Scabiosa lucida*,

TABLEAU III
Faciès schisteux des pelouses baso-neutrophiles

N° du relevé	16	17	18	19	20	21	22
Altitude en m.	2710	2700	2470	2440	2495	2510	2940
Exposition	S	E	SE	SW	S	S	S
Pente en %	45	65	55	60	50	40	50
<i>Astragalus alpinus</i>	+	+					
<i>Sedum atratum</i>	+		+				
<i>Veronica allionii</i>	+		+				
<i>Cirsium acaule</i>	+	+		+			
<i>Agrostis rupestris</i>	+		1	1			
<i>Saxifraga oppositifolia</i>		+		+			
<i>Helianthemum grandiflorum</i>		+		+			
<i>Lotus corniculatus</i>	+	+			+		
<i>Antennaria dioica</i>	+		+	+	+		
<i>Achillea nana</i>	+					+	
<i>Silene longiscapa</i>	+			+		+	
<i>Silene exscapa</i>		+				+	
<i>Cerastium strictum</i>	+	+			+	+	
<i>Polygonum viviparum</i>	+	1		+	+	1	
<i>Festuca violacea</i>	+	1		+	1	+	
<i>Salix retusa</i>	+	+	+	+		2	
<i>Saxifraga aizoon</i>	+	+	2	+	+		+
<i>Mimuartia sedoides</i>	+		+	+	+	+	+
<i>Carex sempervirens</i>	1	3	2	3	2		3
<i>Gentiana verna</i>	+	+	+	+	+		+
<i>Thymus serpyllum</i>	+	+	1	2	2	1	+
<i>Galium pusillum</i>	+	+	+	+	1	+	+
<i>Sesleria varia</i>	2	3	3	3	2	3	2
<i>Poa alpina</i>	+				+	1	+
<i>Oxytropis campestris</i>		+	1	2	+		+
<i>Festuca pumila</i>		+	2	2	+	1	+
<i>Helianthemum alpestre</i>		+	2	2	3	1	2
<i>Elyna myosuroides</i>			+	+	1	+	4
<i>Gypsophila repens</i>			2	+			
<i>Artemisia glacialis</i>			+	+			
<i>Globularia cordifolia</i>			2	+	+		
<i>Euphrasia minima</i>			+	1	1	+	
<i>Anthyllis alpestris</i>			+	1			1
<i>Sempervivum arachnoideum</i>			+	+			+
<i>Erigeron uniflorus</i>			+		+	+	+
<i>Draba aizoides</i>				+	+		
<i>Taraxacum alpinum</i>				+		+	
<i>Erysimum helveticum</i>				+	+	+	+
<i>Campanula scheuchzeri</i>				+	+	+	+
<i>Veronica saxatilis</i>				+	+	+	+
<i>Oxytropis gaudini</i>				+	+	1	+
<i>Mimuartia verna</i>				+	1		+
<i>Bupleurum ranunculoides</i>				+	+		+
<i>Campanula alpestris</i>					+	+	
<i>Carex curvula rosae</i>					+	+	
<i>Leontopodium alpinum</i>					+		1

Senecio doronicum, *Aster alpinus*, pour ne citer que les plus importantes, alors que *Anthyllis alpestris*, *Helianthemum grandiflorum*, *Saxifraga aizoon* ne sont que très médiocrement représentées. Au contraire, un grand nombre d'espèces sont ici présentes alors qu'on ne les rencontre que rarement dans les pelouses types, il s'agit de : *Antennaria dioica*, *Festuca violacea*, *Salix retusa*, *Minuartia sedoides*, *Gentiana verna*, *Sempervivum arachnoideum*, *Erysimum helveticum* et *Oxytropis gaudini*. Ces différences très significatives permettent donc d'individualiser un faciès sur schistes lustrés dans les pelouses baso-neutrophiles (tabl. III).

Le groupement est ordinairement situé en exposition Sud, les pentes supérieures à 40 % formant des sols à gradins dont les marches nues ont une largeur d'une trentaine de centimètres alors que les talus occupés par la végétation ont une hauteur de 20 centimètres environ. Dans de telles conditions, le sol est soumis à un échauffement important pendant les journées ensoleillées. C'est ainsi qu'au relevé 18, les températures suivantes ont été simultanément mesurées :

Air à 1,50 m du sol	: 16°
Air à 5 cm du sol	: 19°
Sol à 5 cm de profondeur	: 23°
Sol à 15 cm de profondeur	: 16°
Sol à 20 cm de profondeur	: 13°

Le sol étant grossier et la pente forte, il en résulte de faibles quantités d'eau retenue dans le sol. Il s'agit donc d'un groupement thermo-xérophile.

Le recouvrement étant peu dense, la teneur en matière organique n'est seulement que de l'ordre de 10 % et insuffisante pour provoquer un abaissement du pH qui reste très alcalin : 7,8 pour le relevé 18. La minéralisation est donc bien assurée, ce que nous confirme un C/N inférieur à 10.

Bien que représentant un maigre pâturage, ce groupement a été parcouru par les moutons qui en ont accentué les terrassettes et le dénuement des parties planes. L'évolution naturelle nous renseignera sur les rôles respectifs de la géliturbation et du pâturage.

1.3. PELOUSES THERMOPHILES ALPINES.

Pour bien montrer leur individualisation par rapport à leur homologue de l'étage subalpin, on a fait figurer sur un même tableau (tabl. IV), les relevés de toutes les pelouses thermophiles dans l'ordre d'altitude croissante. Si un lot important d'espèces est commun aux deux groupes cela tient d'une part, à l'influence du pâturage, très actif dans ces riches groupements et dont l'action est « banalisante », et d'autre part, au fait que les plantes thermophiles possèdent le plus souvent une grande amplitude altitudinale. Mais les deux catégories de groupement se distinguent bien par leurs espèces différentielles qui sont nombreuses, en particulier les pelouses thermophiles alpines possèdent des espèces caractéristiques de cet étage comme *Festuca halleri*, *Salix retusa*, *Elyna myosuroides* et *Erigeron uniflorus*.

TABLEAU IV
Pelouses thermophiles

N° du relevé Altitude en m. Exposition Pente en %	SUBALPIN					ALPIN						
	23 2040 SW 50	24 2090 SW 60	25 2330 SSE 30	26 2340	27 2360 SSE 40	Faciès à <i>Elyna</i>	Faciès normal					
						28 2370 S 15	29 2410 S 50	30 2420 SSE 45.	31 2470 S 40	32 2550 S 35	33 2550 ESE 50	34 2630 SE 45
<i>Phleum pratense</i>	1	+	+	3								
<i>Polygonum bistorta</i>	+		3	2	+							
<i>Avena parlatorei</i>		+	3	3								
<i>Plantago serpentina</i>	2	+	+	+	1	+						
<i>Migritella nigra</i>		+			+							
<i>Nardus stricta</i>	+			1				+				1
<i>Phyteuma orbiculare</i>			+	+	+							+
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	1	1	+	+	+							+
<i>Onobrychis montana</i>	+	+	3	2	+	+		+				+
<i>Pedicularis oenitoides</i>	+	+	+	+	+							+
<i>Plantago montana</i>	3	+		+	+	+					+	
<i>Achillea millefolium</i>	1	1	+	+	1	+	+					
<i>Briza media</i>		2	+			+	+	+				
<i>Hieracium pilosella</i>	+	+	+		+	+	+	+				
<i>Alohemilla xanthochlora</i>	+		1	1		+	+				+	
<i>Phleum alpinum</i>			1			+					+	
<i>Euphorbia cyparissias</i>	+								+	+		
<i>Alohemilla hoppeana</i>	2	+						+			+	
<i>Sesleria varia</i>	1	+	+			+			+	+		
<i>Potentilla anserina</i>	+		+			+			+	+	+	
<i>Potentilla grandiflora</i>	+	+	+		+		2	2				2
<i>Trifolium thalictroides</i>	+	+		+		+	+	+	+	+		
<i>Trifolium badium</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Galium pusillum</i>	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1
<i>Polygala alpestris</i>	2	+	+			+	+	+	+	+	+	
<i>Trifolium nivalis</i>	+	1	+	2	1	+	2	+	+	+	+	2
<i>Calamintha alpina</i>	+	2	+			+	+	+	+	+	+	2
<i>Helianthemum grandiflorum</i>	3	3	+		2	1	1	1	+	+	+	
<i>Cerastium strictum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1
<i>Lotus corniculatus</i>	1	1	+	+	+	+	1	1	+	+	+	+
<i>Thymus serpyllum</i>	2	+	+			1	1	2	+	+	+	
<i>Carex sempervivens</i>	3	3	+		3	3	3	3	+	+	3	2
<i>Anthyllis alpestris</i>	+	+		+		2	+	+	+	+	+	
<i>Taraxacum alpinum</i>	+			+		+	+	+	+	+	+	
<i>Festuca violacea</i>		3	3	+	+	2	2	2	2	+	+	2
<i>Gentiana verna</i>	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	
<i>Poa alpina</i>	3	3	3	3	2	3			+	+	2	1
<i>Myosotis alpestris</i>	2	+	+	+	+			1		+	+	
<i>Cirsium acule</i>	+		+	+	+	+	+	1	1	+	+	
<i>Oxytropis gaudini</i>			1	+		1	+	+				
<i>Gentiana campestris</i>	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
<i>Gentiana nivalis</i>					+	+	+				+	+
<i>Veronica allionii</i>	+	+			+	1	+	+	1	+	+	2
<i>Euphrasia minima</i>					+	+	+				+	
<i>Plantago alpina</i>		1		+		2	1	+			+	2
<i>Oxytropis campestris</i>					+	1	+	2	+	+		
<i>Campanula scheuchzeri</i>				+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Erysimum helveticum</i>			+		+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Bupleurum ranunculoides</i>					+	+	+	+			+	
<i>Agrostis rupestris</i>					+	1	1	1	+			3
<i>Polygonum viviparum</i>					+	+	1	3	+	+	+	
<i>Scutellaria alpina</i>			+			+		+		+		+
<i>Botrychium lunaria</i>			+					+		+		+
<i>Veronica saxatilis</i>				+					+	+		+
<i>Festuca halleri</i>					+	2			+	+		+
<i>Salix retusa</i>						+			1			+
<i>Minuartia verna</i>						+	+	+		+		+
<i>Elyna myosuroides</i>						2	2	+	+	+	3	
<i>Erigeron uniflorus</i>						+	+	+	+	+		+
<i>Sempervivum arachnoideum</i>						+	+	+	+	+		+
<i>Antennaria dioica</i>						+	+	+	+	+		+
<i>Helianthemum alpestre</i>						2	2	2	+	+		+

1.3.1. Pelouse alpine type à *Carex sempervirens*.

Ce *Carex* constitue l'espèce dominante dans les groupements thermophiles aussi bien dans le Subalpin que dans l'Alpin. Les espèces subalpines de la première partie du tableau sont pratiquement absentes, alors qu'un nombre important d'espèces marquent dans la dernière partie, l'appartenance à l'étage alpin. On peut remarquer également que la plupart des espèces indiquent un sol alcalin ou neutre.

Il s'agit d'une pelouse fermée où les espèces possèdent une grande vigueur, donc particulièrement propice au pâturage. Les conditions climatiques sont également caractérisées par des températures élevées si on les compare aux autres formations alpines. Pour le relevé 30 les températures mesurées sont les suivantes :

Air à 1,50 m du sol	: 17°
Air à 5 cm du sol	: 23°
Sol à 5 cm de profondeur	: 21°
Sol à 20 cm de profondeur	: 14°

La surface du sol subit donc un échauffement moindre que dans la pelouse à *Sesleria*, il faut y voir l'effet de la couverture herbacée plus dense.

Le sol, généralement très grossier, conserve, par suite de la bonne décomposition de la matière organique, un pH neutre ou faiblement acide (entre 6,6 et 7). Le taux de matière organique dans les horizons superficiels est de l'ordre de 15 % et sa minéralisation s'effectue rapidement, le C/N étant inférieur à 10.

1.3.2. Faciès à *Elyna myosuroides*.

Il occupe le bas du versant d'adret sur les parties les plus plates. Bien qu'il soit dominé par *Elyna myosuroides* d'où sa facile distinction sur le terrain, les affinités (relevé 28) qu'il présente avec les autres groupements thermophiles sont bien plus grandes que celles qui le conduiraient à être rapproché de la pelouse type à *Elyna*. Sa position et sa pente y ont facilité le pâturage, si bien que l'influence de celui-ci est beaucoup plus importante que dans la pelouse à *Elyna*.

1.3.3. Faciès caillouteux.

Il est installé sur les parties les plus planes des cônes torrentiels et des éboulis stabilisés. Il se compose d'espèces pionnières, la plupart douées d'une grande capacité de multiplication végétative. On y rencontre essentiellement les espèces du lot commun aux pelouses thermophiles sauf *Carex sempervirens* qui ne pourrait donc s'installer que dans un second temps. En plus, il faut signaler la présence de *Arenaria ciliata*, *Androsace vitaliana*, *Sempervivum montanum* et *Silene longiscapa* donc liés à un substrat plus grossier. Il s'agit d'un groupement très ouvert, où la végétation ne couvre au maximum que la moitié de la surface du sol, l'instabilité du milieu en étant la cause.

Dans un tel faciès, le pH du sol reste supérieur à 7 et la matière organique ne s'accumule que par endroit. Le squelette, cailloux et graviers, occupe un grand volume.

1.4. PELOUSES CHIONOPHILES.

Bien que le vallon soit situé en haute altitude, elles sont relativement réduites. Cela tient à une topographie en grands versants où les combes d'accumulation neigeuse sont rares. Elles ne sont représentées que par le type habituellement décrit.

1.4.1. Pelouse type à *Salix herbacea*.

Composée par les espèces chionophiles auxquelles vient s'ajouter d'une façon importante *Potentilla brauniana* qui indique l'origine calcicole du groupement.

2. LES EBOULIS ET LES ROCHERS.

Ils occupent un vaste domaine dans les étages alpin et nival, alors qu'ils sont beaucoup plus restreints dans le Sulbalpin. Le plus souvent, les roches-mères qui sont présentes dans le vallon se délitent très facilement, la distinction des groupements de rochers de ceux d'éboulis devient alors très délicate et la plupart du temps sans objet. C'est pourquoi nous les confondrons dans cet inventaire, alors que cartographiquement nous pourrions les distinguer. De tels groupements sont assurément sous la dépendance étroite du substrat.

2.1. EBOULIS ET ROCHERS ACIDOPHILES (tabl. V).

Leur rôle est réduit, les roches siliceuses n'affleurant que sur de faibles surfaces : quartzites du Dôme, schistes métamorphiques de la Traversière. Ils sont caractérisés par la présence d'espèces pénétrant également dans les pelouses rocailleuses acidophiles comme : *Luzula lutea*, *Sempervivum montanum*, *Saxifraga bryoides*, *Senecio incanus*, *Silene exscapa*, *Luzula spicata*, *Tanacetum alpinum* et *Vaccinium uliginosum*. En tant qu'espèces rares, on peut signaler la présence de *Achillea moschata* à proximité du barrage de la Sassièrre et de *Androsace alpina* au col de Rhême Golette.

2.2. EBOULIS ET ROCHERS NEUTRO-ACIDOPHILES.

Leur importance est due à l'extension des affleurements de schistes lustrés et de marbres phylliteux.

2.2.1. - 2.2.2. - 2.2.3. Surfaces à végétation réduite.

Dans les rochers, les moraines et les éboulis à gros blocs, les zones karstiques, la végétation est très limitée et les espèces assez peu caracté-

CARTE DE LA VÉGÉTATION DE LA GRANDE SASSIÈRE

TABLEAU V
Eboulis acidophiles

N° du relevé	35	36	37	38	39
Altitude en m.	2450	2600	2800	2960	3150
Exposition	E	N	NW	E	SE
Pente en %	-	30	70	60	
<i>Elyna myosuroides</i>	+	1			
<i>Festuca violacea</i>	+	2			
<i>Homogyne alpina</i>	+	+			
<i>Mimuartia verna</i>	+	+			
<i>Phyteuma hemisphaericum</i>	+	+			
<i>Ranunculus montanus</i>	+	+			
<i>Trifolium alpinum</i>	+	+			
<i>Viola calcarata</i>	+	+			
<i>Sempervivum montanum</i>	+	+	+		
<i>Vaccinium uliginosum</i>	+	+			
<i>Pedicularis rostrato-spicata</i>	+		+		
<i>Salix retusa</i>	+		+		
<i>Draba aizoides</i>		+	+		
<i>Juncus trifidus</i>		+	+		
<i>Mimuartia sedoides</i>		+	+		
<i>Salix herbacea</i>		+	+		
<i>Festuca halleri</i>	1			+	
<i>Ligusticum mutellinoides</i>	+			+	
<i>Hieracium villosum</i>	+	+		+	
<i>Androsace obtusifolia</i>	+	+	+	+	
<i>Luzula lutea</i>	+	+	+	+	
<i>Myosotis alpestris</i>	+	+	+	+	
<i>Polygonum viviparum</i>	+	+	+	+	
<i>Gentiana verna</i>	+	+		+	
<i>Luzula spicata</i>	+	+		+	
<i>Senecio incanus</i>	+	1		+	
<i>Carex parviflora</i>	+		+	+	
<i>Silene exscapa</i>	+	+	+	+	+
<i>Tanacetum alpinum</i>	+	+	+	+	+
<i>Erigeron uniflorus</i>	+		+	+	+
<i>Saxifraga bryoides</i>	+		+		+
<i>Poa alpina</i>		+			+
<i>Achillea nana</i>			+	+	
<i>Arabis alpina</i>			+	+	
<i>Carex xurvula</i>			+	+	
<i>Saxifraga moschata</i>			+	+	+
<i>Geum reptans</i>				+	+

téristiques car accidentelles. Ce n'est qu'en parcourant de longues distances que l'on peut recueillir une liste représentative. Ainsi sur le plateau karstique dessous Picheru les espèces suivantes ont pu être notées : *Geum reptans*, *Oxyria digyna*, *Achillea nana*, *Artemisia genipii*, *Sedum atratum*, *Saxifraga oppositifolia*, *Silene exscapa*, *Carex parviflora*.

2.2.4. Eboulis à *Sesleria varia*.

Ils ont principalement été étudiés sur l'adret donc dans leurs faciès les plus secs. Ils sont alors étroitement en relation avec le faciès schisteux des pelouses baso--neutrophiles à *Sesleria varia*. Dans le tableau VI, les relevés ont été classés par ordre de recouvrement croissant, donc théo-

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

TABLEAU VI
Eboulis à *Sesleria varia*

N° du relevé	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
Altitude en m.	2550	2950	2700	2710	2750	2450	2420	2700	2480	2710
Recouvrement %	1	5	10	3	10	20	10	40	50	80
<i>Festuca pumila</i>	+	1	+							
<i>Linaria alpina</i>	+	+	+							
<i>Campanula cenisia</i>	+	+		1	+					
<i>Ranunculus glacialis</i>	+	+	+		+	+				
<i>Cerastium latifolium</i>	+	+	+		+	+				
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	+	+	+	+	+	+				
<i>Saxifraga muscoides</i>	+	+				+				
<i>Androsace helvetica</i>		+	+	+			+			
<i>Achillea nana</i>	+	+	+	+				+		
<i>Taraxacum alpinum</i>		+			+	+		+		
<i>Veronica saxatilis</i>	+				+					+
<i>Oxytropis campestris</i>			+				1	+	+	
<i>Gentiana verna</i>		+	+		+			+	+	+
<i>Geum reptans</i>		+		+						1
<i>Androsace obtusifolia</i>		+	+							+
<i>Oxytropis gaudini</i>			+				+	+		
<i>Arabis alpina</i>			+			+		+		
<i>Minuartia sedoides</i>		+	+	+		+	+		+	
<i>Doronicum grandiflorum</i>			+	+		+	+	+	+	
<i>Saxifraga aizoon</i>			+		+	+	+		+	
<i>Artemisia glacialis</i>			+	+	+		1		+	
<i>Campanula alpestris</i>			+			+			+	
<i>Erysimum helveticum</i>	+		+	+	+	+	+		+	
<i>Cerastium strictum</i>	+		+		+	+		+		+
<i>Festuca violacea</i>	+		+	+	+	2	+	1	2	1
<i>Sesleria varia</i>	+	+	+		2	1	+	2	+	3
<i>Galium pusillum</i>	+	+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Saxifraga moschata</i>		+	+	+	+	+			+	+
<i>Erigeron uniflorus</i>		+	+	+	+			+		+
<i>Campanula scheuchzeri</i>		+	+			+	+	+	+	+
<i>Silene exscapa</i>		+		+		+			+	+
<i>Thymus serpyllum</i>			+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lotus corniculatus</i>			+		+	+	+		+	+
<i>Botrychium lunaria</i>			+		+	+		+		+
<i>Minuartia verna</i>				+	+	+	+	+	+	+
<i>Poa alpina</i>				+	+	+	2	3	1	1
<i>Euphrasia minima</i>				+		+	+	+		+
<i>Veronica fruticulosa</i>				+		+				+
<i>Carex sempervirens</i>					+		+		+	2
<i>Bupleurum ranunculoides</i>					+		+		+	
<i>Antennaria dioica</i>					+				+	+
<i>Cirsium acaule</i>						+	+	+	+	+
<i>Senecio doronicum</i>						+		+	+	
<i>Helianthemum grandiflorum</i>						+	+		+	
<i>Scutellaria alpina</i>						+	+		+	
<i>Aster alpinus</i>							+	+	+	
<i>Sempervivum montanum</i>							+	+		+

riquement dans l'ordre d'évolution vers la pelouse, vers la stabilisation. Les espèces forment alors quatre groupes. Dans le premier figurent des espèces pionniers, soit d'éboulis plus ou moins humides, soit de rochers comme *Androsace helvetica* qui ne trouvent donc leur place que dans les



PHOTO 1. — Le Dôme vu depuis le lac du Grand Creux
(au premier plan)

Pelouses à *Elyna myosuroides* et combes à neige, éboulis
à gros blocs et à *Salix reticulata*.

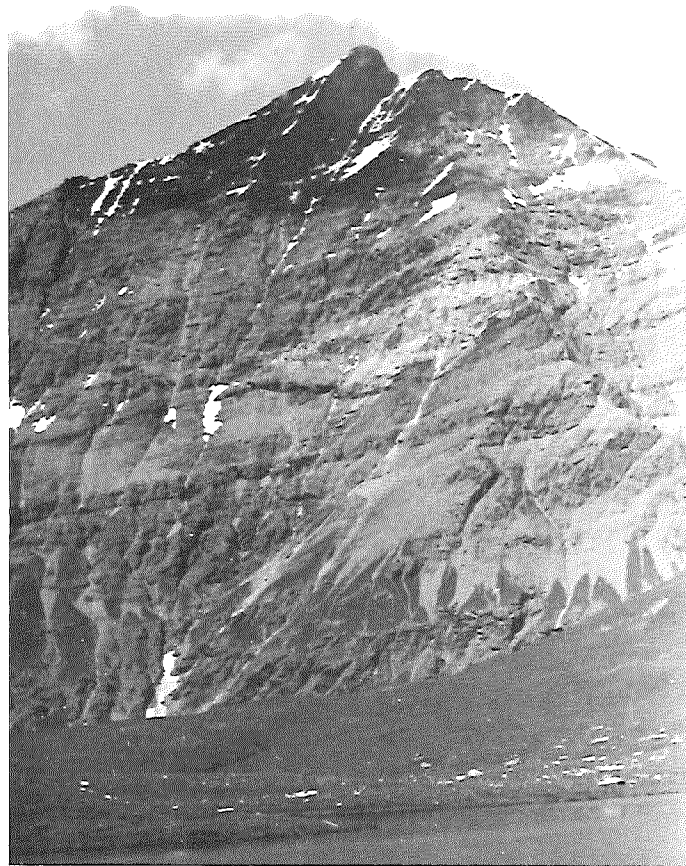


PHOTO 2. — La Grande Sassièrè vue depuis le lac du Plan
du Cheval (au premier plan). Eboulis et rochers de schistes
lustrés, colonisation par la pelouse alpine à *Sesleria varia*.



PHOTO 3. — La partie supérieure du vallon de la Sassièrè vue depuis le col de Rhème Golette. Au fond du vallon le lac, à gauche le Dôme et à droite Picheru, à l'arrière plan la Grande Motte et la Grande Casse.



PHOTO 4. — La Tsanteleina vue depuis le col de Rhème-Golette.

CARTE DE LA VÉGÉTATION DE LA GRANDE SASSIÈRE

relevés à très faible recouvrement. Dans le second, à côté des espèces d'éboulis comme *Geum reptans* et *Arabis alpina*, apparaissent certaines espèces communément rencontrées dans les groupements de pelouses : *Taraxacum alpinum* et *Oxytropis gaudini* par exemple. En troisième rang, les espèces le plus souvent rencontrées à la fois dans les éboulis et dans les pelouses, comme *Sesleria varia* dont on connaît le rôle dans la colonisation des éboulis. Dans le quatrième groupe, les espèces de pelouses fermées comme *Poa alpina* et *Carex sempervirens* prennent en fin d'évolution une place prépondérante. Parmi les espèces rares rencontrées plusieurs fois il faut signaler : *Saxifraga muscoides*, *Androsace helvetica*, *Androsace alpina*, *Campanula alpestris*, *Achillea moschata*.

En exposition Nord, les éboulis de ce type présentent une composition beaucoup plus banale et voisine de celle des faciès de géliturbation de pelouses neutrophiles.

TABLEAU VII
Eboulis à *Salix retusa* et *Salix reticulata*

N° du relevé Altitude en m. Exposition	50 2440 NE	51 2480 -	52 2490 W	53 2680 -	54 2600 W	55 2550 -
<i>Carex parviflora</i>	+	+				
<i>Cerastium strictum</i>	+	+				
<i>Bartsia alpina</i>	+	+				
<i>Saxifraga stellaris</i>	+	+				
<i>Saxifraga aizoides</i>	+	2	+			
<i>Silene longiscapa</i>	+	+	+			
<i>Veronica fruticulosa</i>	+	+	+			
<i>Carex curvula</i>	+		+			
<i>Aster bellidiastrum</i>		+	+			
<i>Festuca violacea</i>		+	+			
<i>Oxytropis gaudini</i>		+	+			
<i>Gentiana verna</i>		+	+			
<i>Salix retusa</i>	1	2	+	+		
<i>Salix serpyllifolia</i>	+		+	+		
<i>Sesleria varia</i>	1		+	+		
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	+	+	+	+	2	
<i>Salix reticulata</i>	1	2	2		+	
<i>Arabis alpina</i>	+		+	+		
<i>Hutchinsia alpina</i>		+			+	
<i>Linaria alpina</i>			+	+	+	
<i>Erigeron uniflorus</i>			+	+	+	
<i>Achillea nana</i>			+	+	+	
<i>Campanula cenisia</i>			+		1	
<i>Cerastium latifolium</i>			+		+	
<i>Polygonum viviparum</i>	+	+	+			+
<i>Elyna myosuroides</i>	+		+			+
<i>Silene exscapa</i>	+					+
<i>Poa alpina</i>		+	+		+	+
<i>Salix herbacea</i>		2	+			+
<i>Taraxacum alpinum</i>		+	+	+		+
<i>Cirsium acaule</i>		+				+
<i>Senecio inoanus</i>			+			+
<i>Minuartia sedoides</i>				+		+
<i>Gentiana brachyphylla</i>				+	+	+
<i>Arabis caerulea</i>					+	+

Les éboulis de schistes lustrés d'adret représentent donc un groupement intéressant par les processus évolutifs qu'ils révèlent et une capacité à fournir une alimentation suffisante pour les caprins sauvages susceptibles de les peupler.

2.2.5. Eboulis humides et longuement enneigés à *Salix retusa* et *Salix reticulata* (tabl. VII).

A côté des espèces calcicoles chionophiles, ces éboulis présentent une assez grande diversité qui rend difficile leur caractérisation. Dans le relevé 50 par exemple, on trouve côte à côte *Rhododendron ferrugineum*, *Dryas octopetala*, *Empetrum hermaphroditum*, *Sesleria varia*, *Avena versicolor*, etc. Il s'agit donc là encore d'un groupement en mosaïque vraisemblablement dûe à l'hétérogénéité des blocs qui en constituent le substrat. Seuls les Saules nains, *Saxifraga oppositifolia* et *Arabis alpina* présentent une assez grande constance et sont les témoins des conditions basophiles générales.

2.3. EBOULIS ET ROCHERS BASOPHILES.

Ils sont très réduits et, de ce fait, n'ont pas fait l'objet d'une étude spéciale, d'autant plus que leur composition est semblable à celle des éboulis et rochers calcaires habituellement décrite.

3. GROUPEMENTS DE L'ETAGE SUBALPIN.

Ils appartiennent à la série du Pin cembro-Mélèze qui n'est jamais représentée ici par un stade forestier. Les groupements de landes et de pelouses rencontrés sont en relation avec la nature du substrat, d'une part, et l'exposition, d'autre part.

3.1. GROUPEMENTS SUBALPINS ACIDOPHILES.

3.1.1. Pelouses à *Nardus stricta*.

Très réduites, elles sont difficiles à individualiser. Se situant à la base des versants, leur substrat comprend souvent des blocs calcaires entraînant une grande hétérogénéité du sol et en conséquence de la flore. L'élément dominant est cependant constitué par le nard ce qui montre l'importance qu'y a revêtu le pâturage.

3.1.2. Lande à *Rhododendron*.

C'est en dessous du barrage du Saut que le groupement est le mieux développé. A côté des sous-arbrisseaux des landes subalpines, dont *Lonicera caerulea*, les plantes herbacées sont peu nombreuses. On peut noter

la présence de *Lycopodium alpinum*, espèce rare pour la région. Les Mélézes, très disséminés et de petite taille peuvent annoncer le développement par la suite d'un groupement de lande arborée.

3.2. GROUPEMENTS SUBALPINS BASOPHILES.

3.2.1. Pelouses subalpines à *Sesleria varia*.

Elles se situent à l'extrémité occidentale, sur le versant qui domine le lac du Chevril. Leur composition est voisine de celle des formations correspondantes de l'étage alpin, elle présente le même lot d'espèces constantes excepté *Salix retusa*, *Minuartia sedoides* et *Elyna myosuroides* que l'on peut considérer comme des espèces proprement alpines. Des éléments nouveaux interviennent, signes d'un abaissement altitudinal et du passage dans l'étage subalpin comme *Trifolium nivalis*, *Plantago ser-pentina*, *Polygala alpestris*, *Achillea millefolium*.

Si le sol est généralement en pente forte, on constate que les gradins, quand ils existent, sont extrêmement atténués malgré un pâturage important, les phénomènes de géliturbation sont donc beaucoup moins développés, comme il fallait s'y attendre, dans cet étage. De ce fait, la pelouse se ferme et atteint un recouvrement presque total. Parallèlement, le pH devient légèrement acide, entre 6,7 et 7,0 avec un taux variable de matière organique dont la minéralisation est active. Il s'agit d'un groupement riche qui peut supporter le pâturage des bovins provenant du hâneau du Franchet, pâturage persistant malgré la location.

3.2.2. Landes à *Arctostaphylos uva-ursi*.

Elles se situent sur le même versant que le groupement précédent mais sur de plus fortes pentes, elles ne sont donc pas pâturées. Le sol est recouvert par les sous-arbrisseaux rampants sur près de la moitié de sa surface : *Arctostaphylos uva-ursi*, *Juniperus nana* et *Cotoneaster integerrima*. La strate herbacée est peu dense et laisse donc une forte proportion du sol à nu. On y retrouve essentiellement les plantes pionniers-calciholes.

Ce groupement peut subir un échauffement considérable par les journées d'été ensoleillées. Nous avons pu mesurer :

Température de l'air à 5 cm du sol : 28°

Température du sol à 5 cm de profondeur : 26°

Température du sol à 15 cm de profondeur : 11°

La décroissance de la température est donc rapide en profondeur, ce qui semble indiquer que les températures nocturnes sont basses et donc que l'amplitude des variations de températures est extrêmement importante dans cette formation.

Le sol est extrêmement grossier, il est recouvert sous les plantes ligneuses d'une litière importante qui passe à un horizon d'humus acidifié (pH 5,9) où la décomposition de la matière organique s'effectue néanmoins rapidement.

3.3. GROUPEMENTS SUBALPINS THERMOPHILES.

Ils sont principalement localisés sur l'adret du vallon. Ils se différencient bien des groupements alpins par le premier lot d'espèces du tableau IV parmi lesquelles *Onobrychis montana* et *Polygonum bistorta* permettent de fixer rapidement sur le terrain les limites de la partie proprement subalpine grâce à leurs couleurs vives. Les relevés 25 et 26 correspondent à un faciès qui a été très pâturé. Dans tous les relevés le recouvrement est total et *Carex sempervirens* continue à jouer le rôle d'espèce dominante accompagné de *Poa alpina*.

Les conditions climatiques sont caractérisées par des températures diurnes élevées. Pour le relevé 25, on a pu relever :

Température de l'air à 1,50 m du sol	: 16°
Température de l'air à 5 cm du sol	: 19°
Température du sol à 5 cm de profondeur	: 15°
Température du sol à 20 cm de profondeur	: 13°

Paradoxalement ces températures sont moins élevées que dans l'étage alpin, en particulier pour le sol. Cela tient à une plus grande densité de la végétation et indique également la possibilité d'une inversion de température au voisinage du fond de la vallée.

Le sol est neutre ou légèrement acide, le pH étant compris entre 6 et 7, et la matière organique subit une minéralisation rapide.

4. HYDROSERIES.

Les groupements où l'eau constitue le facteur dominant soit par son action mécanique le long des torrents, soit par une imprégnation constante du sol, ont été réunis sous cette dénomination. Les deux types de mode d'action permettent de distinguer les deux hydroséries rencontrées.

4.1. LES GROUPEMENTS RIPICOLES DES TORRENTS OU GLIÈRES (tabl. VIII).

Les torrents au moment de la fonte des neiges s'écoulent largement et transportent une grande quantité de graviers et galets. D'une année sur l'autre leur cours est modifié, si bien que de grandes surfaces peuvent ainsi subir une action mécanique importante provoquant l'aspect caractéristique des rives torrentielles ou glières. La végétation s'installe donc dans des conditions dominées par l'existence de périodes d'instabilité et d'immersion. Ces périodes d'une grande irrégularité dans l'espace et dans le temps individualisent des groupements plus ou moins récents et permet donc de reconnaître une série évolutive azonale, la série des glières.

CARTE DE LA VÉGÉTATION DE LA GRANDE SASSIÈRE

TABLEAU VIII
Groupements ripicoles

Espèces rencontrées seulement dans le relevé 56	Espèces communes aux deux relevés	Espèces rencontrées seulement dans le relevé 57
<i>Trisetum distichophyllum</i>	<i>Achillea nana</i>	<i>Epilobium fleischeri</i>
<i>Gypsophila repens</i>	<i>Artemisia borealis</i>	<i>Calamintha alpina</i>
<i>Linaria alpina</i>	<i>Campanula alpestris</i>	<i>Scutellaria alpina</i>
<i>Astragalus sempervirens</i>	<i>Saxifraga aizoides</i>	<i>Helianthemum grandiflorum</i>
<i>Salix serpyllifolia</i>	<i>Plantago serpentina</i>	<i>Euphrasia minima</i>
<i>Oxytropis gaudini</i>	<i>Antennaria dioica</i>	<i>Pedicularis rhaetica</i>
<i>Silene inflata</i>	<i>Trifolium thalii</i>	<i>Deschampsia cespitosa</i>
	<i>Minuartia sedoidea</i>	<i>Poa alpina</i>
	<i>Minuartia verna</i>	
	<i>Sedum atratum</i>	
	<i>Anthyllis alpestris</i>	
	<i>Galium pusillum</i>	
	<i>Oxytropis campestris</i>	

La comparaison des relevés 56 et 57 révèle le rôle joué par les différentes espèces dans le dynamisme de la végétation. Le relevé 56 correspond aux bords du torrent récemment abandonnés par les eaux donc à un stade initial tandis que 57 a été recueilli sur un îlot où s'est installée une pelouse plus fermée. Le premier groupe d'espèces est riche en caractéristiques des éboulis fins calcaires et jouent le rôle d'espèces-pionniers. Le second groupe est formé par des espèces des pelouses rocailleuses qui forment aussi l'essentiel du troisième avec des hygrophiles comme *Epilobium fleischeri* et *Deschampsia cespitosa*.

Les glières de la Sassièrre constituent le type de station d'espèces particulièrement rares comme *Astragalus sempervirens*, *Artemisia borealis* et *Campanula alpestris*.

4.2. LES GROUPEMENTS MARÉCAGEUX.

Les surfaces planes permettant l'installation d'une nappe superficielle sont relativement rares au-dessus de 2 500 m, le vallon de la Sassièrre est cependant favorisé dans ce domaine d'où son grand intérêt floristique et phytosociologique. En effet, les groupements qui s'installent dans de telles conditions sont le refuge d'espèces de la période glaciaire.

Une grande partie des relevés est à rapprocher du *Caricion davaliana* avec constance des espèces suivantes :

Carex davalliana
Primula farinosa
Sesleria varia
Juncus triglumis
Bartsia alpina

Carex frigida
Trichophorum cespitosum
Deschampsia cespitosa
Pinguicula alpina
Gentiana bavarica

En amont du lac de la Sassièrè, se trouve la surface d'atterrissement d'un ancien lac de barrage glaciaire avec dépôt tourbeux dans la partie la plus profonde d'où une succession de groupements passant d'un *Caricetum fuscae* dominé par *Eriophorum angustifolium* sur tourbe oligotrophe à un groupement sur graviers appartenant au *Caricion bicoloris-atrofuscae*. La richesse de ce dernier nous conduit à en fournir le relevé complet n° 58 (tabl. IX). Un tel groupement mériterait une mise en réserve intégrale.

TABLEAU IX

Relevé n° 58 *Caricion bicoloris-atrofuscae*

En amont du barrage de la Sassièrè.
 Altitude 2 530 m. Recouvrement 90 %

2 <i>Trichophorum cespitosum</i>	2 <i>Carex frigida</i>
1 <i>Carex davalliana</i>	1 <i>Carex capillaris</i>
1 <i>Poa alpina</i>	1 <i>Sesleria varia</i>
<i>Carex microglochin</i>	<i>Carex juncifolia</i>
<i>Carex bicolor</i>	<i>Juncus triglumis</i>
<i>Festuca halleri</i>	<i>Carex flava</i>
<i>Carex parviflora</i>	<i>Carex sempervirens</i>
<i>Carex eu-curvula</i>	<i>Carex foetida</i>
2 <i>Bartsia alpina</i>	3 <i>Salix reticulata</i>
1 <i>Primula farinosa</i>	1 <i>Silene longiscapa</i>
2 <i>Trifolium badium</i>	<i>Trifolium nivalis</i>
<i>Tofieldia pusilla</i>	<i>Chamorchis alpina</i>
<i>Plantago alpina</i>	<i>Parnassia palustris</i>
<i>Selaginella selaginoides</i>	<i>Gentiana nivalis</i>
<i>Salix serpyllifolia</i>	<i>Pedicularis rhaetica</i>
<i>Euphrasia minima</i>	<i>Oxytropis gaudini</i>
<i>Pinguicula alpina</i>	<i>Arabis bellidifolia</i>
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	<i>Aster bellidiastrum</i>
<i>Cirsium spinosissimum</i>	<i>Coeloglissum viride</i>
<i>Veronica fruticulosa</i>	<i>Ligusticum mutellinoides</i>
<i>Soldanella alpina</i>	<i>Silene exscapa</i>

CONCLUSIONS

La constitution lithologique du vallon de Sassièrre est la cause à la fois de sa richesse floristique et de sa complexité sociologique. Il est donc difficile dans une première étude de fournir un inventaire phyto-sociologique précis avec constitution d'associations et rattachement aux diverses unités déjà reconnues. Ce n'est qu'après l'étude de régions voisines placées dans des conditions semblables qu'une véritable synthèse des groupements sur schistes lustrés pourra être établie. Il sera donc encore nécessaire d'étudier en détail plusieurs autres parcelles du Parc National de la Vanoise et d'en dresser la carte des groupements avant de pouvoir établir un inventaire complet des associations.

BIBLIOGRAPHIE

- BRAUN BLANQUET, J. (1948-50). — Uebersicht der Pflanzengesellschaften Rätians. *Vegetatio*, 1, 29-41, 129-146, 285-316; *Vegetatio*, 2, 20-37, 214-237, 341-360.
- BRAUN BLANQUET, J. (1954). — La végétation alpine et nivale des alpes françaises. *Communications S.I.G.M.A.* n° 125 et *Etude botanique de l'étage alpin particulièrement en France*. Bayeux, 27-96.
- CLAUDIN, J. et GENSAC, P. (1973). — Carte de la végétation et conditions écologiques de la région du col de Chavière. *Travaux scientifiques du Parc National de la Vanoise*, III, 27-41.
- DELPECH, R. (1970). — Contribution à l'étude de quelques prairies et alpages du massif de la Vanoise. *Travaux scientifiques du Parc National de la Vanoise*. I, 39-74.
- DUCHAUFOUR, Ph. et GILOT, J.C. (1966). — Etude d'une chaîne de sols de l'étage alpin (Col du Galibier) et ses relations avec la végétation. *Oecologia Plantarum*, 1, 253-274.
- EVARD, F. et CHERMEZON, H. (1917). — Sur la flore de Haute-Tarentaise. *Bulletin de la Société botanique de France*. Tome 64. 4^e Série, Tome XXIII, 163-202.
- EVARD, F. et CHERMEZON, H. (1918). — La végétation de la Haute-Tarentaise. *Bulletin de la Société botanique de France*, 65, 153-209.
- GENSAC, P. (1972). — Notice explicative de la carte écologique Moûtiers - Parc National de la Vanoise 1/100 000. *Travaux scientifiques du Parc National de la Vanoise*, II, 49-71.
- GENSAC, P. (1972). — Les pelouses alpines du Parc National de la Vanoise. *Travaux scientifiques du Parc National de la Vanoise*, II, 35-48.
- TRICART, J. et CAILLEUX, A. (1967). — *Traité de Géomorphologie*, II, Le modelé des régions périglaciaires. SEDES, Paris, 512 p.

COMPLÉMENTS A L'ÉTUDE DE LA VÉGÉTATION LICHÉNIQUE DU MASSIF DE LA VANOISE

par J. ASTA (1), G. CLAUZADE (2) et Cl. ROUX (3)

Résumé. — Liste de 27 espèces lichéniques nouvelles pour le massif de la Vanoise, dont 6 nouvelles pour la flore française. Remarques systématiques sur quelques espèces: *Verrucaria concinna* Schaer., *V. tristis* (Massal.) Krempel, *Thelidium ungeri* (Flot.) Körb., *T. pyrenophorum* (Ach.) Mudd., *T. pachysporum* Zsch., *Lecidea cavatula* Nyl., *Lecanora flavida* Hepp.

Summary. — List of 27 new species of lichens for the massif of Vanoise, of which 6 new species for french flora. Systematical remarks about some species: *Verrucaria concinna* Schaer., *V. tristis* (Massal.) Krempel, *Thelidium ungeri* (Flot.) Körb., *T. pyrenophorum* (Ach.) Mudd., *T. pachysporum* Zsch., *Lecidea cavatula* Nyl., *Lecanora flavida* Hepp.

Zusammenfassung. — Verzeichnis mit 27 neuen Flechten Arten für das Vanoise-massif und darunter 6 neuen Arten für die französische Flora. Systematische Bemerkungen auf einigen Arten: *Verrucaria concinna* Schaer., *V. tristis* (Massal.) Krempel, *Thelidium ungeri* (Flot.) Körb., *T. pyrenophorum* (Ach.) Mudd., *T. pachysporum* Zsch., *Lecidea cavatula* Nyl., *Lecanora flavida* Hepp.

Riassunto. — Lista di 27 specie di licheni nuove per il massiccio della Vanoise, fra cui 6 nuove per la flora francese. Note sistematiche su qualche specie: *Verrucaria concinna* Schaer., *V. tristis* (Massal.) Krempel, *Thelidium ungeri* (Flot.) Körb., *T. pyrenophorum* (Ach.) Mudd., *T. pachysporum* Zsch., *Lecidea cavatula* Nyl., *Lecanora flavida* Hepp.

(1) Maître-assistante au laboratoire de Biologie Végétale, Domaine Universitaire, 38 041 - Saint-Martin-d'Hères.

(2) Professeur à l'École Normale, 84 000 - Avignon.

(3) Laboratoire de Cartographie et de Phytosociologie de l'Université de Provence, Place Victor Hugo 13003 - Marseille.

TABLEAU I

Liste des 27 taxons nouveaux pour le massif de la Vanoise,
dont 6 nouveaux pour la flore française (indiqués par un astérisque)

Liste des espèces	Répartition déjà connue	Localisation en Vanoise	Ecologie
<u>Verrucaria concinna</u> Schaer. (1)	Europe moyenne Pyrénées	Col de la Galise, Col du Palet	Peuplements à <u>Thelidium ungeri</u> et <u>Lecidea calcicoles</u>
* <u>V. fraudulosa</u> Nyl.	Europe, Algérie	Cirque du Dard	Peuplements à <u>Lecidea cavatula</u> et <u>Polyblastia nidulans</u>
* <u>V. phaeosperma</u> Arn.	Alpes	Commun, mais passe facilement inaperçu	" " "
* <u>Trimmatothele perquisita</u> Norm.	Nord de la Scandinavie	Lac d'Arcachat au N de Montgirod, (hors parc)	<u>Aspicilietum calcareae</u>
* <u>Thelidium circumvallatum</u> Zsch.	Westphalie	Commun, mais passe facilement inaperçu	Peuplements à <u>Lecidea cavatula</u> et <u>Polyblastia nidulans</u>
<u>Thelidium pachysporum</u> Zsch.	Tyrol, Mont-Ventoux, Hautes-Alpes	Lac des Assiettes	" " "
* <u>Polyblastia bosniaca</u> A. Zahlbr. (1)	Jura, Suisse, Bosnie	Val d'Isère	Peuplements à <u>Lecanora umbrosa</u>
<u>P. intercedens</u> (Nyl.) Lönn.	Montagnes et régions froides de l'Europe et de l'Amérique du Nord; Pyrénées	Mont-Jovet, Val d'Isère	" "
<u>Staurothele bacilligera</u> Arn.	Europe moyenne, Aix-les-Bains, Gard	Lac des vaches	Peuplements à <u>Lecidea cavatula</u> et <u>Polyblastia nidulans</u>
* <u>Melaspilea rubiformis</u> (Massal.) Redgr.	Italie du Nord	Col rouge	Peuplements à <u>Lecidea cavatula</u> et <u>Polyblastia nidulans</u>
<u>Lecidea conferenda</u> Nyl.	Montagnes et régions froides de l'hémisphère Nord	Mont-Jovet (hors parc)	Peuplements à <u>Lecanora umbrosa</u>
<u>Catillaria vallotii</u> Nyl.	Pyrénées centrales	Col de la Bailletta (un individu mal développé)	Peuplements à <u>Thelidium ungeri</u> et <u>Lecidea calcicoles</u> (sur calcaire marneux irrégulièrement décalcifié en surface)
<u>Bilimbia trachona</u> (Arn.) Trev.	Régions tempérées. Ça et là dans presque toute la France	Au-dessus de Méribel-les-Allues (hors parc)	Peuplements à <u>Lecidea cavatula</u> et <u>Polyblastia nidulans</u>

<u>Rhizocarpon chioneum</u> (Norm.) Th. Fr.	Montagnes et régions froides de l'Europe et de l'Asie septentrionale. En France, connu dans les Alpes et le Mont-Ventoux	Mont-Jovet (hors parc)	Peuplements à <u>Inelidium ungeri</u> et <u>Lecidea calcicoles</u>
<u>Sarcogyna pruinosa</u> (Sm.) Körb. <u>S. macroloma</u> (Floerke) Magn.	Hémisphère Nord Commun en France	Lac Rond	" " "
<u>Acarospora badiofusca</u> (Nyl.) Th. Fr. (2)	Montagnes et régions froides de l'Europe et de l'Amérique du Nord	Val d'Isère (rare et peu développé)	Peuplements à <u>Lecanora umbrosa</u>
<u>A. hospitans</u> H. Magn. (2)	Montagnes et régions froides de l'Europe, Sibérie, Groenland	Mont-Jovet, Lac d'Arcachat, au Nord de Montgirod (hors parc, peu fréquent et mal développé).	Peuplements à <u>Lecanora umbrosa</u> (Mt-Jovet) et sur des schistes du Flysch ne faisant pratiquement pas effervescence avec HCl (au Lac d'Arcachat)
<u>Acarospora murorum</u> Massal.	Europe centrale et méridionale Afrique du Nord	La Croix, à proximité de Pralognan (hors parc)	<u>Lecideetum juranae</u>
<u>Pertusaria leucosora</u> Nyl.	Europe. Assez commun dans presque toute la France	Val d'Isère	Peuplements à <u>Lecanora umbrosa</u>
<u>Aspicilia permutata</u> (Zahlbr.) Clauz. et Rond	Alpes. En France, connu au Col du Lautaret	"	" "
<u>A. cf verrucigera</u> Hue	Europe. En France, çà et là dans les régions montagneuses	"	" "
<u>Lecanora crenulata</u> (Dicks.) Hook.	Europe, Région méditerranéenne. Assez commun dans toute la France	La Croix (hors parc)	Léger surplomb d'un rocher calcaire sec
<u>Lecanora subcircinata</u> Nyl.	Très commun dans les régions tempérées. Toute la France	Au-dessus de Méribel-les-Allues. Lac d'Arcachat (hors parc)	<u>Aspicilietum calcareae</u>
<u>Caloplaca cirrochroa</u> (Ach.) Th. Fr.	Hémisphère Nord. Çà et là dans presque toute la France	La Croix (hors parc)	<u>Caloplacetum cirrochroae</u>
<u>Caloplaca flavovirescens</u> (Wulf.) DT. et Sarnth.	Régions tempérées. En France, présent partout, sauf dans les Hautes montagnes	" "	Parois et surfaces inclinées de rochers calcaires un peu ensoleillés
<u>Buellia venusta</u> (Koerb.) Lett.	Europe. En France, connu dans les Alpes et le Midi	Lac d'Arcachat (hors parc)	<u>Aspicilietum calcareae</u>
<u>Physcia albinea</u> (Ach.) Malb.	Europe. Peu fréquent en France	Pralognan (hors parc)	Sur blocs de quartzite, au bord d'une route, associé à <u>Rhizocarpon geographicum</u> , <u>Aspicilia cinerea</u> , ...

(1) Espèce également observée par nous entre le Col du Lautaret et le Col du Galibier.

(2) Espèce très abondante dans les Alpes du Briançonnais.

Durant l'été 1972, nous avons poursuivi l'étude de la végétation lichénique calcicole du Parc National de la Vanoise, plus particulièrement celle des peuplements à *Lecidea cavatula* et *Polyblastia nidulans*, et des peuplements de lichens se développant sur des roches très pauvres en CaCO_3 . Pour préciser l'écologie de ces groupements, nous avons été amenés à explorer d'autres parties du massif de la Vanoise, notamment le Mont-Jovet.

Bien qu'ayant effectué une vingtaine de relevés et prélevé de nombreux échantillons, il nous paraît encore prématuré de décrire de nouvelles associations; l'étude préalable des Préalpes et d'autres régions des Alpes comme le Briançonnais et le Gapençais nous paraît en effet indispensable.

Cependant, au cours de nos recherches, nous avons trouvé les 27 taxons suivants, non encore signalés dans le massif de la Vanoise, dont 6 nouveaux pour la flore française (indiqués par un astérisque dans le tableau I).

Ajoutons également à cette liste trois champignons parasites de lichens :

Endococcus cf *parasiticus* (Lönn.) = *Phaeospora* cf *parasitica* (Lönn.) Zopf., parasite de *Lecanora coerulea*, se distinguant du type par la présence de deux cloisons transversales et d'une cloison médiane oblique; observé à proximité du Col Rouge, sur calcaire compact.

Endococcus hetairizans (Leight.) Arn. = *Phaeospora hetairizans* (Leight.) Arn., sur thalle endolithique stérile, indéterminé, un peu au-dessous du Lac des Assiettes, sur calcaire compact.

Nectria indigens Rehm, sur thalle mourant de Verrucariacée, dans un peuplement à *Lecidea cavatula* et *Polyblastia nidulans*, à proximité du Lac Rond.

Si la première espèce était bien connue en Europe et notamment en France sur le thalle de nombreux lichens crustacés, la deuxième n'était signalée que d'Angleterre, sur thalle de *Verrucaria submersa*.

Quand à *Nectria indigens*, connu des Alpes de Bavière, d'Autriche et de Suisse, il avait été observé en France seulement dans le Jura.

Enfin l'étude macroscopique et microscopique d'un nombre important d'échantillons, notamment de Verrucariacées, nous a permis de faire un certain nombre de remarques d'ordre systématique :

1) *Verrucaria concinna* Schaer.

Dans notre précédente étude de la végétation lichénique saxicole-calcicole du Parc National de la Vanoise, nous avons rapporté à *Verrucaria muralis* Ach., des échantillons qui s'en distinguaient toutefois par leur thalle brun clair, fendillé et leurs périthèces très saillants, hémis-

VÉGÉTATION LICHÉNIQUE DU MASSIF DE LA VANOISE

phériques aplatis. En réalité, il s'agit d'une espèce voisine, *Verrucaria concinna* Schaer.

Contrairement à ce qui est indiqué dans « Les Lichens » (OZENDA et CLAUZADE, 1970), cette espèce n'a pas les aréoles bordées de noir, mais les compartiments du thalle sont séparés par une ligne noire très mince, (0,02 mm) du reste pas toujours visible sur les échantillons que nous avons récoltés.

2) *Verrucaria tristis* (Massal.) Krempel.

Ce type présente un thalle brun-noir aréolé, bien développé, et caractérise les peuplements à *Thelidium ungeri* et *Lecidea calcicoles*. C'est une espèce dont la morphologie et l'écologie sont relativement variables. Le tableau II résume les différences entre le type et les formes qui ont été décrites.

TABLEAU II
Verrucaria tristis (Massal.) Krempel :
Différences entre le type et les formes décrites

	<i>f. tristis</i>	<i>f. deformata</i> (Massal.) A. Zahlbr.	<i>f. depauperata</i> Massal.	<i>f. albida</i> Asta, Clauz. et Roux	<i>f. crustacea</i> Asta, Clauz. et Roux	
Couleur	Brun noir			Gris blanchâtre, parfois légèrement brunâtre		
Thalle	Structure	Bien développé aréolé ou fendillé-aréolé	Epilithique			Endolithique ou épilithique continu ou à peine fendillé par endroits
			Assez petit, ± irrégulièrement orbiculaire	Constitué par des granules dispersés ou presque absents	Peu développé fendillé-aréolé	
Ecologie	Sur les roches plus ou moins décalcifées en surface (calcschistes, grès calcaires, cagneules, calcaires marneux)				Sur les calcaires compacts non décalcifés en surface	

Bien entendu, ces formes ne semblent être que de simples écotypes. Comme on peut le constater, la forme la plus intéressante du point de vue écologique est la *f. crustacea* qui se développe dans les peuplements à *Lecidea cavatula* et *Polyblastia nidulans*, sur calcaires compacts. Nous avons récemment observé cette forme au Mont-Ventoux et notre ami J. VIVANT l'a trouvée dans les Pyrénées.

3) *Thelidium ungeri* (Flot.) Körb., *Thelidium pyrenophorum* (Ach.) Mudd.

Ces deux « espèces », extrêmement voisines puisqu'elles ne diffèrent que par leur thalle, montrent dans le Parc National de la Vanoise, tous les stades de transition, depuis les thalles bien développés, épais et verruqueux, d'un blanc sale se développant sur des roches plus ou moins

décalcifiées (*T. ungeri*) jusqu'aux thalles presque nuls, continus ou à peine fendillés, colonisant les roches franchement calcaires (*T. pyrenophorum*), en passant par les thalles fendillés non verruqueux (formes intermédiaires ayant même écologie que *T. ungeri*).

Aussi, nous semble-t-il plus raisonnable de conserver une seule espèce, *T. pyrenophorum* (Ach.) Mudd. (par priorité) qui comprendrait trois formes, parallèles aux *f. tristis*, *albida* et *acrustacea* de l'espèce précédente, dont les principaux caractères distinctifs sont résumés dans le tableau III.

TABLEAU III

Thelidium pyrenophorum (Ach.) Mudd. :
Caractères distinctifs des 3 formes décrites

		f. <u>ungeri</u> (Flot.) Asta, Clauz. et Roux n. e. (1)	f. <u>intermedia</u> Asta, Clauz. et Roux (2)	f. <u>pyrenophorum</u>
	Couleur	Blanc sale	Blanchâtre ou très légèrement ocracé	
Thalle	Structure	Epilithique		Endolithique ou épilithique, continu ou à peine fendillé çà et là
		Epais, verruqueux, bien développé	Fendillé - aréolé, + développé	
Ecologie		Sur les roches + décalcifiées en surface (calcschistes, grès calcaires, cargneules, calcaires marneux)		Sur les calcaires compacts, non décalcifiés en surface

(1) *Thelidium ungeri* Flot. ex Koerb. ; Syst. 354 (1855).

(2) A typo differt thallo distincte rimoso-areolato, atque forma ungeri thallo haud verrucoso.

4) *Thelidium pachysporum* Zsch.

Ce taxon se distingue de *Thelidium decipiens* (Hepp) Krempel, d'après ZSCHAKE, par son thalle très mince, gris rougeâtre, limité et parcouru par des lignes noires, et par ses spores un peu plus larges (15-18 μ au lieu de 10-15 μ). Or, nous avons observé des échantillons de *T. pachysporum* à thalle gris clair, limité et parcouru de lignes noires, à spores relativement étroites (8-11 μ). Inversement, les spores de certains *T. decipiens* sont nettement plus larges que celles indiquées par l'auteur (jusqu'à 19 μ).

Pour ces raisons, nous pensons que *T. pachysporum* n'est en réalité qu'une variété de *T. decipiens*, caractérisée par son thalle limité, et sou-

vent parcouru par des lignes noires, variant du gris blanchâtre au gris rougeâtre et nous proposons la nouvelle combinaison : *T. decipiens* (Hepp.) Krempel v. *pachysporum* (Zsch.) Asta, Clauz. et Roux n.c. (= *T. pachysporum* Zschake in Rabenhorst's Kryptogamen Flora 9. Bd., 1. Abt. 1. Teil, 1934).

5) *Lecidea cavatula* Nyl.

Sur les parois et surfaces inclinées de calcaire compact relativement peu ensoleillées, nous avons fréquemment observé une espèce que nous avions d'abord confondue avec *Lecanora coerulea* (D.C.) Nyl. puis reportée à *Lecidea* cf *cavatula* (ASTA, CLAUZADE et ROUX, 1972, 1973).

Depuis, nous avons examiné le type de *Lecidea cavatula* Nyl. obligamment communiqué par le Museum d'Histoire Naturelle d'Helsinki. Il correspond tout à fait à nos échantillons récoltés en Vanoise. Nous donnons ci-après une description de cette espèce encore mal connue :

Thalle continu, parfois peu distinct, variant du blanchâtre au vert-bleu, plus rarement gris brunâtre, plus ou moins endolithique, exceptionnellement fendillé. Hypothalle indistinct.

Apothécies (0,2 - 0,8 mm) lécidéines, enfoncées dans la roche ou le thalle à disque plan ou à peine convexe et à rebord mince, peu saillant, donc peu distinct.

Epithécium brun-violacé, constitué par l'extrémité des paraphyses, non granuleux.

Hyménium (50-60 μ) teinté de violacé dans sa partie supérieure, et souvent, de bleu-verdâtre dans sa partie inférieure. Paraphyses très fortement cohérentes, non ramifiées.

Hypothécium incolore ou brun très clair.

Spores : 8 par asque, ellipsoïdales, simples, à contenu granuleux (nombreux globules lipidiques), 12-24 \times 9-13 μ .

D'autre part, l'observation des échantillons types de *Lecanora homomorpha* Nyl., nous a montré qu'il s'agit simplement de *Lecidea cavatula* Nyl., à thalle blanchâtre, dont l'épithécium a été presque totalement détruit et dont le thécium est légèrement teinté de bleu-vert, ce qui est fréquent chez cette espèce. De toute manière, le bord des apothécies est totalement dépourvu d'algues, comme l'avait déjà observé MORYKA qui avait revu ces échantillons.

6) *Lecanora flavida* Hepp

Nous avons souvent observé cette espèce dans le massif de la Vanoise et dans la région du Lautaret et du Galibier, sur des roches plus ou moins pauvres en CaCO_3 (calcschistes, grès calcaires, grès et schistes du Flysch, à peine calcaires et même « schistes granitisés »). Contrairement à la des-

cription des auteurs, son thalle n'est pas gris jaunâtre, mais brun jaunâtre, et ses spores peuvent atteindre 21μ de long et 11μ de large. Récemment, l'un de nous, (Cl.R.) vient de trouver dans la Drôme, sur calcaire compact, associé notamment à *Lecanora coerulea* et *L. prevostii*, un *Lecanora* qui présente les mêmes caractères microscopiques que *L. flavida*, mais dont les spores sont un peu plus grande (jusqu'à 26μ de long), et le thalle entièrement endolithique et peu distinct.

Une fois de plus, il semble bien qu'on soit en présence d'une forme ou d'une variété franchement calcicole, comparable à la f. *acrustacea* de *Verrucaria tristis*. Cependant, il est difficile de se prononcer sur son rang taxonomique tant que nous n'aurons pas récolté un matériel plus abondant.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ASTA, J. CLAUZADE, G. et ROUX, Cl. (1972). — Premier aperçu de la végétation lichénique du Parc National de la Vanoise. *Tr. Sc. du Parc National de la Vanoise*, **II**, 73-105.
- ASTA, J. CLAUZADE, G. et ROUX, Cl. (1973). — Etude de quelques groupements lichéniques saxicoles et calcicoles du Parc National de la Vanoise. *Tr. Sc. du Parc National de la Vanoise*, **III**, 73-100.
- CLAUZADE, G. et RONDON, Y. (1959). — Aperçu sur la végétation lichénique [alpine] dans la région du Lautaret et du Galibier. *Rev. Bryo. et Lich.*, **28**, 3-4, 361-399.
- CLAUZADE, G. et RONDON, Y. (1966). — Complément à l'étude de la végétation lichénique dans la région du Lautaret et du Galibier. *Rev. Fac. de Ciencias de Lisboa*, 2^e série, **C**, 14, 1^o, 13-18.
- GENSAC, P. (1970). — Carte lithomorphologique du Parc National de la Vanoise. Feuille de Moûtiers 1/100 000. *Tr. Sc. du Parc National de la Vanoise*, **I**, 13-24.
- HERTEL, H. (1967). — Revision einiger calciphiler formenkreise der Flechtengattung *Lecidea*. Beihefte zur *Nova Hedwigia*, Heft 24.
- KLEMENT, O. (1955). — Prodomus der mitteleuropäischen Flechtengesellschaften. *Feddes Repert.* Beiheft 135, Berlin.
- KLEMENT, O. (1959). — Zur sociologie subartischer Flechtengesellschaften. *Nova Hedwigia* 1 (2), **IX**, 131-156.
- OZENDA, P. et CLAUZADE, G. (1970). — *Les Lichens. Etude biologique et flore illustrée*, Masson, Paris, 801 p.
- POELT, J. (1969). — *Bestimmungsschlüssel Europäischer Flechten*. Cramer, Lehre, 757 p.
- ZAHLEBRUCKNER, A. (1922-1932). *Catalogus Lichenum universalis*, 1, 128-134 (1922), 8, 42-43 (1932), Leipzig.
- ZSCHACKE (1934). — Rabenhorst's Kryptogamen Flora 9. Bd., 1. Abt. 1. Teil.

GENTIANA ORBICULARIS SCHUR (= G. FAVRATI RITTEN.) EN SAVOIE SUD-ORIENTALE

par A. TROTTEREAU (1)

I. — Systématique et nomenclature	114
II. — Particularités morphologiques	116
III. — Chorologie générale et régionale	117
IV. — Ecologie	117
Bibliographie	119

Résumé. — Parmi les nombreuses espèces du genre *Gentiana* inventoriées en Savoie sud-orientale, *Gentiana orbicularis* Schur (= *G. Favрати* Ritten.) est parfois méconnu. La présente étude concerne la nomenclature, la systématique, quelques particularités morphologiques, la chorologie et l'écologie de cette espèce de la section *Cyclostigma*.

Summary. — Among the many species of the genus *Gentiana* to be found in south-east Savoy, *Gentiana orbicularis* Schur (= *G. Favрати* Ritten.) is often ignored. This study treats of the nomenclature, the systematic, a few morphological characteristics, the chorology and the ecology of this species belonging to the section *Cyclostigma*.

Zusammenfassung. — Unter den zahlreichen, in südöstlicher Savoyen vorkommenden Arten der Gattung *Gentiana*, ist *Gentiana orbicularis* Schur (= *G. Favрати* Ritten.) manchmal verkannt. In der vorhandenen Arbeit handelt es sich um die Nomenklatur, die Systematik, um einige morphologische Eigenschaften, Arealkunde und Ökologie dieser Art, die zu der Sektion *Cyclostigma* gehört.

Riassunto. — Fra le numerose specie del genere *Gentiana* inventariate in Savoia sud-orientale, *Gentiana orbicularis* Schur (= *G. Favрати* Ritten.) è talvolta sconosciuto. Quello studio riguarda la nomenclatura, la sistematica, alcune particolarità morfologiche, la corologia e l'ecologia di quella specie della sezione *Cyclostigma*.

(1) Société Botanique de France, 364, rue de Vaugirard, Paris (15°).

Le genre *Gentiana* montre en Savoie sud-orientale un foisonnement biotypique tel que toutes les sections de ce genre représentées dans les Alpes occidentales existent dans cette petite partie de l'arc alpin. Dix-neuf espèces, dont plusieurs sont rares ou très rares, vivent dans la dition concernée. Parmi les plus intéressantes, on peut citer *Gentiana Schleicheri*, *G. orbicularis*, *G. ramosa* et *G. utriculosa*. On y trouve aussi une race remarquable de *G. campestris* : *G. flagelliramis* Bvrd, très distincte morphologiquement et dont le statut reste à préciser. Il s'y ajoute diverses variétés et plusieurs hybrides dont l'un, *G. × Palezieuxi* Bvrd, a été trouvé dans une localité jusqu'ici unique. Enfin, plusieurs *lusus* ne sont pas dénués d'intérêt. Cela suffit à prouver le très important développement du genre *Gentiana* en Savoie sud-orientale. Deux espèces de la section *Cyclostigma*, *Gentiana orbicularis* et *G. Schleicheri*, y sont souvent mal connues ou méconnues ; la première, fait l'objet de la présente note et il sera question de la seconde, dans un travail ultérieur.

I. — SYSTÉMATIQUE ET NOMENCLATURE

Découvert pour la première fois par SCHUR en 1852 dans les Alpes de Transylvanie, *Gentiana orbicularis* fut ensuite trouvée par RITTENER dans les Alpes suisses, en 1886, à la Dent de Morcles. Dans l'ignorance probable de la découverte de SCHUR, RITTENER dédia cette *Gentiana* à L. FAVRAT et ce n'est qu'à une date relativement récente que les auteurs reconnurent la légitimité du nom donné par SCHUR. En 1926, dans une étude approfondie consacrée à cette espèce, RONNIGER la désigne encore du nom donné par RITTENER. En 1927, HEGI retient aussi *G. Favrati*, donnant *G. orbicularis* comme synonyme. Le binôme de SCHUR est maintenant adopté par les flores récentes, *G. Favrati* Ritten. tombant en synonymie.

On sait que les botanistes ont pu autrefois éprouver des difficultés pour identifier certaines *Gentianes* de la section *Cyclostigma* et en particulier *G. orbicularis*. Il ne paraît pas sans intérêt d'examiner au moins sommairement les raisons de ces difficultés. Elles s'expliquent si l'on considère que certains auteurs ont utilisé, pour la rédaction de leurs flores, des textes erronés plus anciens. On peut citer par exemple la monographie de Marie SOLTOKOVIC (1901) qui a servi de base à des travaux ultérieurs. Cet auteur place *G. orbicularis* non dans le groupe *verna*, mais au voisinage de *G. bavarica*. Cette erreur est peut-être en rapport avec les confusions qui se sont parfois produites entre *G. orbicularis* et les variétés d'altitude de *G. bavarica*. KUNZ (1938) fait remarquer à ce sujet que RONNIGER partage avec SCHRÖTER, HEGI et d'autres auteurs l'opinion que *G. orbicularis* (= *G. Favrati*) appartient bien au groupe *verna*.

Gentiana orbicularis SCHUR (= *G. Favratii* RITTEN.)

En 1906, PETITMENGIN favorisait aussi les confusions possibles en décrivant *G. Favratii* comme un hybride *G. bavarica* × *G. verna*, erreur répétée après lui par ROUY, BONNIER, etc. et même par PERRIER de la BATHIE dans son « *Catalogue* ». Outre le fait que les *Gentianes* de la section *Cyclostigma* s'hybrident rarement, il faudrait que l'hybride soit lui-même fertile pour expliquer les très nombreux individus de cette *Gentiane* dans certaines localités. On y peut d'ailleurs parfois noter l'absence d'au moins un des parents présumés. Mais cette hypothèse d'une origine hybride a pu dans le passé faire hésiter nombre de botanistes dans l'identification de cette espèce, car elle laissait supposer que ce taxon pouvait varier par des formes de passage entre les parents.

Bien des échantillons d'herbiers servant de référence ont aussi été mal nommés. VACCARI (1911) fait remarquer à cet égard que même SCHRÖTER, dans les herbiers de Lausanne, a confondu *G. Favratii* et *G. Schleicheri* bien que, plus tard, dans son ouvrage capital « *Das Pflanzenleben der Alpen* » (1926), il ait rectifié et donné une gravure assez précise de *G. Favratii*. On voit par ce qui précède que certaines conditions étaient réunies pour provoquer des erreurs ou pour faire croire que *G. orbicularis* était particulièrement litigieux. Dans ses localités de la Savoie sud-orientale, on peut dire pourtant qu'il n'est qu'assez faiblement polymorphe et dans des limites admises pour beaucoup d'espèces linnéennes. Il est toujours identifiable, ce que KUNZ (1939), qui a étudié cette *Gentiane* comparativement à *G. Schleicheri*, a pu justement affirmer.

Rappelons qu'en taxonomie expérimentale, les garnitures chromosomiques actuellement connues pour les *Gentianes* de la section *Cyclostigma*, considérées sous l'angle numérique, ne présentent pas de signification systématique pour les espèces des Alpes occidentales : *Gentiana verna* : $2n = 28$, *G. brachyphylla* : $2n = 28$, *G. bavarica* : $2n = 28, 30$, *G. orbicularis* : $2n = 28, 32$. Nous n'avons pas connaissance que le nombre de chromosomes de *G. Schleicheri* ait été déterminé.

L'hybridation possible de *G. orbicularis* a été établie par BEAUVERD qui, en 1937, l'a récolté en Vallouise au col de l'Eychauda à 2 429 m d'altitude. Il s'hybride là, avec *G. bavarica*, donnant *G. × pelvouxiana* Bvrd, reconnaissable « à son calice plus ou moins dépourvu de verrucosités à anthocyane de *G. bavarica*, à ses colonettes de feuilles grises desséchées de *G. Favratii*, à son pollen anormal et à son aspect exactement intermédiaire entre les parents ». Trois exemplaires de cet hybride, leg. BEAUVERD, sont dans les herbiers du Conservatoire de Botanique de Genève. Comme pour les autres *Gentianes* de la section *Cyclostigma*, il existe une variété à fleurs blanches signalée pour la première fois en 1930 par BEAUVERD qui la récoltait dans les éboulis de la Grande-Casse.

II. — PARTICULARITÉS MORPHOLOGIQUES

Nous ne donnerons pas ici les caractères distinctifs de cette *Gentiane* correctement décrite dans un certain nombre de flores qui en donnent parfois aussi de bonnes illustrations. C'est le cas pour la flore de HEGI (1927) où *G. orbicularis* est figuré sous trois aspects : forme jeune et acaule, forme typique remarquable par l'emplacement des entrenœuds, et après l'anthèse où l'on peut observer une accrescence considérable de l'entrenœud supérieur. Bien entendu, à altitude élevée, *G. orbicularis* peut rester acaule même après l'anthèse. Notons encore que les exemplaires savoyards ont souvent un calice un peu plus ailé que ceux figurés dans HEGI. On pourra consulter aussi CORREVON 1901, SCHRÖTER 1926, BEAUVERD 1931, KUNZ 1939, BINZ et THOMMEN 1941, THOMMEN 1961 et la récente flore d'OVERDORFER 1970.

Nous ferons deux remarques sur des caractères peu connus. L'un d'eux est décrit par BEAUVERD (1931) en ces termes : « La plante de RITTENER se distingue de toutes les autres *Gentianes* de ce groupe, par l'aspect de ses feuilles basilaires, dont la rosette hivernée surmonte une colonette de feuilles desséchées de dimensions plus semblables à celles de *G. brachyphylla* que de *G. verna* ». A notre avis, ce caractère perd de sa valeur par le fait que d'autres *Gentianes* de la section *Cyclostigma* le possèdent parfois aussi dans des localités situées à haute altitude. Il ne saurait donc avoir une grande valeur distinctive. Toutefois, il est toujours plus constant et surtout plus accentué chez *G. orbicularis*, au point qu'il est certain qu'il subsiste souvent des feuilles plus anciennes encore. On peut supposer que le froid retarde beaucoup chez cette espèce la décomposition des feuilles caduques, feuilles dont la cuticule est en outre épaisse et coriace. Dans une localité située vers 2850 m au Plan des Nettes (ne pas confondre avec le Plan des Nettes du versant Sud du col de la Leisse !) sur le versant Sud de la pointe du Quarre-dessus, massif de la Tsanteleina, nous avons même vu de nombreux exemplaires chez lesquels la fleur desséchée de l'année précédente était encore accolée à la fleur nouvelle. Cette localité doit être très froide par son altitude élevée et sa situation sous un petit glacier où la couche d'air catabatique peut exercer son effet. Un autre caractère peu connu de *G. orbicularis* est l'aspect particulier des feuilles, toutefois non observable sur des échantillons d'herbiers séchés sous pression. Elles sont très souvent plus ou moins cochléariformes (en forme de cuillère).

III. — CHOROLOGIE GÉNÉRALE ET RÉGIONALE

La question s'est posée de savoir si l'espèce des Alpes occidentales décrite par RITTENER était bien identique au *G. orbicularis* trouvé par SCHUR en 1852. Les auteurs sont maintenant d'accord à ce sujet et, en dépit des faibles différences morphologiques, il s'agit bien de la même Gentiane dont les localités sont rares dans certaines parties des Alpes. L'aire de cette espèce irait des Pyrénées jusqu'à la partie la plus orientale de l'Europe. On l'a même citée des montagnes du Moyen-Orient. Tout cela demanderait confirmation. Ce qui paraît plus certain est sa présence depuis le Dauphiné jusqu'en Transylvanie, avec sans doute un hiatus dans les Alpes orientales où SCHARFETTER (1938) n'en fait pas mention. Sur le plan local, nous connaissons actuellement six localités de *G. orbicularis* en Savoie sud-orientale, dont quatre dans le Parc National de la Vanoise. Deux étaient déjà connues depuis plusieurs décennies : l'une aux abords de l'Iseran et l'autre au cœur du pays de Vanoise entre le lac des Vaches et la moraine gauche du glacier de la Grande-Casse. Des quatre autres localités, trois sont inédites et se trouvent l'une dans le Parc au Sud-Ouest du lac de Tignes, les deux autres à proximité immédiate de la limite du Parc dans les Alpes de Val d'Isère, aux abords de la Tsanteleina. Enfin, une localité a été citée récemment par R. DELPECH (1970) dans le vallon de la Leisse.

IV. — ECOLOGIE

Gentiana orbicularis possède une certaine souplesse d'adaptation aux facteurs du milieu. Celle-ci se manifeste par l'amplitude altitudinale des stations de 2 200 à 3 000 m et par la nature variée du substrat. En ce qui concerne l'altitude, la plus faible connue actuellement en Savoie sud-orientale est celle du lac des Vaches vers 2 330 m, la plus élevée sur le versant Ouest de la Tsanteleina dans le vallon de Santel de 2 750 à 2 900 m. D'autre part, en ce qui concerne le substrat, cette espèce admet des sols plus ou moins carbonatés dont le pH de l'horizon supérieur souvent décalcifié varie de 5,5 à 7,5. Il n'en reste pas moins que, comme pour beaucoup d'espèces d'écologie souple, il existe sans doute pour cette Gentiane un optimum écologique. Bien que pouvant parfois se trouver dans des stations bien ensoleillées à condition que le sol garde une certaine fraîcheur, *G. orbicularis* fréquente souvent les stations élevées et froides où elle paraît trouver les meilleures conditions de vie.

Les stations les plus élevées où nous la connaissons dans la région sont celles du haut vallon de Santel et du Plan des Nettes, déjà citées,

ainsi que celles de l'Iseran où l'espèce monte jusqu'à 2 800 m environ. La station du Plan des Nettes est intéressante. Le pH dans l'horizon supérieur tend vers une acidité légère : 5,5 à 6. Comme celle du vallon de Santel sur l'autre versant du col de la Bailletta, elle doit être particulièrement froide car la neige s'y attarde souvent jusqu'au début de l'été. Par la topographie du site, elle constitue une niche écologique un peu isolée où les individus nous ont paru remarquablement identiques. La fécondation croisée s'y exerce, chose rare à cette altitude, par l'intermédiaire des Lépidoptères du genre *Zygène*, parfois nombreux sur les fleurs de cette *Gentiane* lors des étés favorables. Ce groupe d'individus forme là, ce que certains auteurs anglais ont défini comme un petit écodème stable, où la variation est faible. Assez différente est la localité située sur les schistes lustrés de l'Iseran. On sait que ceux-ci, de nature double à la fois carbonatée et silicatée, à pH variable sur des points très voisins, permettent le rapprochement et même parfois le mélange d'espèces calciphiles et acidiphiles. Les diverses *Gentianes* de la section *Cyclostigma* dont les exigences édaphiques ne sont pas trop strictes sont ainsi souvent mêlées sur ces schistes. *Gentiana orbicularis* est très rare à l'Iseran, parfois confondu avec *G. Schleicheri*, espèce la plus abondante ici. On trouve aussi dans cette localité *G. brachyphylla*, *G. bavarica* sous une de ses formes d'altitude, et *G. verna* var. *aestiva* Roem. et Schult. sous une forme acaule.

Contrairement à *Gentiana verna*, *G. orbicularis* semble préférer les pelouses assez ouvertes où, comme *G. Schleicheri*, il se montre plus cespiteux que dans les pelouses fermées. Il est parfois fréquent à haute altitude sur des gradins saxi-terricoles où la concurrence d'autres espèces est souvent moins pressante.

L'adaptation de *G. orbicularis* à des facteurs du milieu quelque peu différents explique sa présence dans divers groupements végétaux des alliances *Arabidion caeruleae*, *Seslerion caeruleae*, parfois dans les pelouses à faible recouvrement de l'association *Elynetum medioeuropaeum* où elle est rare et dispersée. L'espèce existe aussi dans certaines phytocénoses de transition.

Il est logique de penser que d'autres localités de *Gentiana orbicularis* seront découvertes en Savoie grâce à une exploration plus systématique. Rappelons que, dans cette partie de nos Alpes et surtout dans la partie septentrionale de la Vanoise, bien des lieux écartés des chemins battus sont encore mal connus sous l'aspect botanique. Il en est de même pour les Alpes Grées françaises entre le col du Petit-Saint-Bernard et le col de Rhème-Golette.

BIBLIOGRAPHIE

- BEAUVERD, G. (1931). — Polymorphisme de quelques plantes du massif de la Vanoise. *Bull. Soc. Bot. Genève*, 2° s., 22.
- BEAUVERD, G. (1937). — Sur quelques *Gentiana* du groupe *Cyclostigma* dans le Dauphiné. *Bull. Soc. Bot. Genève*.
- BINZ, A. et THOMMEN, E. (1941). — Flore de la Suisse, Lausanne.
- CORREVON, H. (1901). — Atlas de la flore alpine, Paris, édition française de « *Atlas der Alpenflora* », vol. IV, pl. 354 (ouvrage publié par le club alpin autrichien et allemand).
- DELPECH, R. (1972). — Recherches poursuivies en 1970 sur les alpages du versant Sud du massif de la Vanoise. *Trav. Scient. Parc Nat. Vanoise*, II, 187-201.
- HEGI, G. (1927). — *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*, 5 (3), Munich.
- KUNZ, H. (1939). — Über *Gentiana Schleicheri* (Vaccari) Kunz, comb. nov. *Bull. Soc. Bot. Genève*, 2° s., 24.
- OBERDORFER, E. — *Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland*, Stuttgart, 1949-1970.
- PETITMENGIN, M. (1906). — *Le Monde des Plantes*.
- RITTENER, TH. (1886). — *Soc. Vaud. Sc. Nat.*, 22.
- RONNIGER, K. (1926). — Einige Bemerkungen über *Gentiana Favrati* Rittener. *Magyar Botanikai Lapok*, 25.
- SCHARFETTER, R. (1938). — Das Pflanzenleben der Ostalpen, Vienne.
- SCHRÖTER, C. (1926). — Das Pflanzenleben der Alpen, Zürich.
- SCHUR, P.J.F. (1852). — *Verh. Siebenb. Ver. Naturwiss.* 3.
- SOLTOKOVIC, M. (1901). — Die perennen Arten der Gattung *Gentiana* aus der Sektion *Cyclostigma*, *Ost. Bot. Zeitschr.*, 51.
- THOMMEN, E. (1961). — Atlas de poche de la flore suisse, Bâle.
- VACCARI, L. — Observations sur quelques Gentianes, *Bull. Murithienne*, 36, 1909-1910, 1911.

ÉTUDE DE LA GERMINATION
DES GRAINES DE *RHODODENDRON FERRUGINEUM* L.
ET DE *TOFIELDEA CALYCVLATA* (L.) WAHLNB.

par J. BIANCO (1) et C. BULARD (2)

I. — Matériel et méthodes	122
II. — Résultats	124
III. — Discussion	128
Bibliographie	130

Résumé. — Au moment de leur dissémination, les graines de *Rhododendron ferrugineum* L. et de *Tofieldia calyculata* (L.) Wahlenb. possèdent un embryon encore immature. La lumière blanche fluorescente, appliquée en plusieurs photopériodes cumulatives, induit l'achèvement du développement embryonnaire et, par voie de conséquence, la germination proprement dite. Le même résultat est obtenu à l'obscurité chez *Rhododendron*, grâce à la présence de GA₁ dans le milieu.

Summary. — At the time of the dispersal of seeds, embryos in the seeds of *Rhododendron ferrugineum* L. and *Tofieldia calyculata* (L.) Wahlenb. are still immature. Several photoperiods of white fluorescent light complete the embryo development and, consequently, induce germination. The same result is obtained in darkness with *Rhododendron* seeds in presence of GA₁.

Zusammenfassung. — Zum Zeitpunkt der Samenausstreung besitzen die *Rhododendron ferrugineum* L. und die *Tofieldia calyculata* (L.) Wahlenb. einen noch unreifen Embryo. Fluoreszierendes weißes Licht, in mehreren kumulierenden Photoperioden angewandt führt zur Vollendung der embryonalen Entwicklung und infolgedessen zur eigentlichen Keimung. In der Dunkelheit wird bei

(1) Assistante au Laboratoire de Physiologie végétale, Université de Nice, 28 avenue Valrose, 06 034 - Nice.

(2) Professeur au Laboratoire de Physiologie végétale, Université de Nice, 28 avenue Valrose, 06 034 - Nice.

Rhododendron dasselbe Ergebnis erzielt, wenn GA₄ im Nährboden vorhanden ist.

Riassunto. — Al periodo della loro disseminazione, le semenze del *Rhododendron ferrugineum* L. e del *Tofieldia calyculata* (L.) Wahlb. hanno un embrione ancora immature. La luce bianca fluorescente, data in parecchie fotoperiode cumulative, induce la fine del sviluppo embrionario e in conseguenza la germinazione se stessa. Si puo ottenere un risultato identico al oscurita col *Rhododendron* se GA₄ è presente nel medio.

De nombreux cas de dormances de graines ont déjà été mentionnés dans la littérature chez les plantes alpines, mais peu d'entre eux ont fait l'objet de travaux approfondis (PELTON, 1956; BONDE, 1965a et b; AMEN, 1967). Nous nous sommes précédemment intéressés au comportement de graines renfermant à maturité un embryon à développement inachevé: *Loiseleuria procumbens* (L.) Desv. (BIANCO et PELLEGRIN, 1972).

Nous avons trouvé, toujours dans le domaine alpin, deux autres espèces possédant un embryon encore immature dans la graine mûre: *Rhododendron ferrugineum* L. et *Tofieldia calyculata* (L.) Wahlb. Nous avons entrepris d'en comparer le comportement en analysant en particulier les effets que peut avoir sur la germination un facteur essentiel de l'environnement: la lumière, ainsi que les effets de la température et d'une gibbérelline GA₄ sur cette réponse à la lumière.

I. — MATERIEL ET METHODES

A) MATERIEL VEGETAL.

Les fruits de *Rhododendron ferrugineum* L. parviennent à maturité en septembre. Ils ont été récoltés à cette époque, soit aux Adus dans la chaîne des Alpes Maritimes (2 200 m) en 1969, soit au pied du chemin des Evettes en Haute-Maurienne (2 200 m) en 1970 et 1971. Les graines issues de ces fruits ont une forme oblongue, de 1 à 2 mm de long. Elles renferment un embryon droit au sein d'un albumen charnu; cet embryon, morphologiquement différencié, n'atteint encore que la moitié de sa taille définitive. Les graines de *Tofieldia calyculata* (L.) Wahlb. sont récoltées toujours à cette même époque à maturité du fruit. Elles proviennent toutes de la station des Evettes. Leur longueur varie de 1,5 à 2 mm. L'embryon, entouré d'un albumen charnu et abondant, occupe un peu plus du dixième de la longueur de la graine et son état de différenciation est incomplet.

B) METHODES.

Dans les deux cas, les graines sont isolées du fruit en lumière verte obtenue à l'aide d'un tube fluorescent vert (Westinghouse) placé derrière un filtre à la gélatine préparé selon la technique de WITHROW et PRICE (1957); elles sont, par la suite, conservées à l'obscurité à 23 °C. Elles ont toujours été utilisées dans l'année qui suit la récolte. Pour les essais, elles sont disposées dans des boîtes de Pétri de 6 cm de diamètre dont le fond est tapissé de deux épaisseurs de papier filtre imbibé de 2,5 ml d'eau distillée ou de solution de régulateur de croissance. Chaque boîte renferme 50 semences et, en vue d'établir un pourcentage de germination, chaque essai est doublé. Les expériences sont répétées au moins deux fois. Afin d'apprécier l'efficacité des traitements appliqués, un comptage des germinations (saillie de la radicule hors des téguments) s'effectue soit au bout de 25 jours d'expérience, soit 25 jours après la fin du traitement lumineux. En raison de la germination très échelonnée dans le temps, des observations ont en outre été réalisées au cours des essais. Nous avons été amenés, dans certains cas, à étudier l'évolution de la longueur de l'embryon dans la graine à différents moments de l'expérience. Ces mesures, qui impliquent l'extraction de l'embryon, s'effectuent sous microscope. Les résultats sont exprimés par le rapport : longueur de l'embryon sur longueur de la graine. Afin d'éviter des erreurs dues à des cas particuliers, une statistique est faite chaque fois sur 10 échantillons et la moyenne d'une série est calculée en tenant compte de l'erreur standard. Des essais de germination aseptiques sur milieu de HELLER (macro et micro éléments) additionnés de saccharose (20 g/l) et de gélose (8 g/l) ont également été réalisés.

1. Traitements lumineux.

Ils sont toujours précédés d'un temps d'imbibition déterminé et précisé dans le texte.

— Les éclairagements blancs fluorescents sont fournis par une lampe Mazda fluor «Blanc Super» de 65 W donnant au niveau des graines une intensité de 2 000 lux. Ils sont appliqués selon trois modalités :

a) sous forme continue durant 25 jours à 23 °C et après 24 heures d'imbibition à l'obscurité ; les résultats sont notés à la fin du vingt-cinquième jour.

b) sous forme de cycles journaliers de 16 heures à 23 °C, 17 °C et 30 °C durant toute l'expérience (25 jours) et après 24 heures d'imbibition à l'obscurité ; les résultats sont notés en cours d'expérience.

c) sous forme de cycles journaliers de 16 heures à 23 °C, pendant un nombre défini de jours (1, 2, 3... 10) après 24 heures ou 10 jours d'imbibition. Les résultats sont toujours recueillis 25 jours après le dernier traitement lumineux.

Les essais de germination aseptiques effectués sur milieu synthétique ont été soumis à un éclairage photopériodique à 23 °C selon la modalité a).

— Les éclairements rouge clair à large bande passante sont obtenus à l'aide d'un filtre Wratten n° 1A placé devant une lampe de 25 W donnant au niveau des graines une énergie de $1200 \text{ ergs.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Ils sont appliqués, après 24 heures d'imbibition, à 23 °C durant 2, 5, 10 et 25 jours (résultats notés 25 jours après la fin du traitement lumineux).

2. Traitement par GA₄.

Nous avons choisi d'utiliser cette gibbérelline aux concentrations suivantes : 0,01; 0,1; 1; 10; 20 et 100 mg/l. Toutes les expériences sont menées à l'obscurité et à 23 °C pendant 25 jours. Un lot parallèle est maintenu en lumière blanche photopériodique sans apport de GA₄ (25 photopériodes).

3. Stratifications.

Des stratifications sur vermiculite humide à la température de 4 °C sont réalisées durant 45 et 90 jours. A la suite de ce traitement les graines sont mises à germer dans les conditions normales d'humidité et de température (23 °C) soit à l'obscurité soit à la lumière blanche fluorescente photopériodique pendant 25 jours.

II. — RESULTATS

A) COMPORTEMENT A L'OBSCURITE.

Pour les deux espèces considérées, quelles que soient les expériences, le pourcentage de germination à l'obscurité, après 25 jours, est nul (tabl. I). Il a été possible de vérifier qu'une prolongation de l'expérience jusqu'à 40 jours ne modifiait pas ces résultats. Même avec un apport de sucre et d'éléments minéraux la germination ne peut se produire (essais effectués en conditions aseptiques).

B) ACTION DE LA LUMIERE BLANCHE FLUORESCENTE.

— Les résultats recueillis au cours des 25 jours de traitements continus à 23 °C sont consignés dans le tableau I. Les premières germi-

GERMINATION DES GRAINES DE *Rhododendron* ET *Tofieldia*

nations n'apparaissent qu'après un temps de latence notable faisant suite au début de l'application de la lumière : 4 jours pour *Rhododendron* et 5 jours pour *Tofieldia*. Le pourcentage évolue ensuite très lentement jusqu'au vingt cinquième jour. A 17 °C et à 30 °C, les résultats sont nettement moins bons (tabl. I). Nous avons pu également constater à ces températures la persistance d'un temps de latence précédant l'apparition des premières racines et l'échelonnement des germinations.

TABLEAU I

Pourcentages de germination des graines de Rhododendron et Tofieldia obtenus après l'application de différents traitements : les essais de germination ont été réalisés à la température de 23 °C sauf dans les cas précisés.

Conditions expérimentales		Rhododendron	Tofieldia
Obscurité		0	0
Blanc fluorescent continu			
	5 jours	25	22
	10 jours	38	71
	25 jours	55	97
. 17°C	25 jours	0	27
. 30°C	25 jours	12	0
Rouge à large bande passante			
	2 jours	0	0
	5 jours	21	27
	10 jours	25	52
	25 jours	51	89
Stratification	45 jours	Obscurité	0
		Blanc fluorescent	50
	90 jours	Obscurité	0
		Blanc fluorescent	56

Lors des traitements photopériodiques, la figure 1 montre qu'aucune réaction positive ne se produit sous l'effet d'une seule photopériode. A partir de deux photopériodes pour *Rhododendron* et de trois pour *Tofieldia*, la réponse augmente progressivement avec le nombre de photopériodes impliqué. Chez *Rhododendron* elle s'élève régulièrement pour

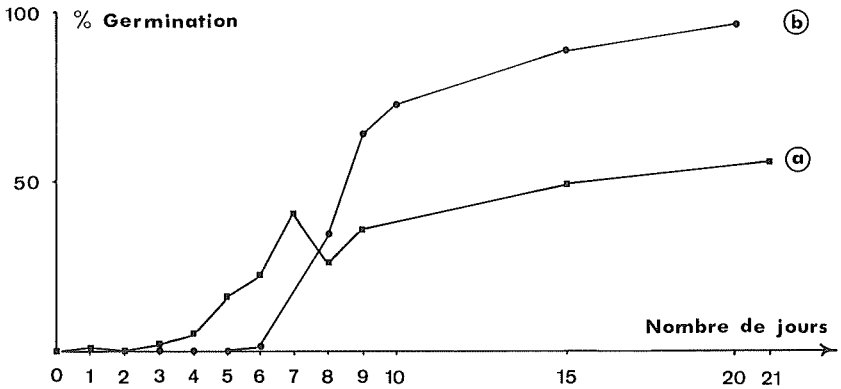


FIG. 1. — Action d'un nombre croissant de jours d'éclairciment en lumière blanche fluorescente sur le pourcentage de germination des graines de *Rhododendron* et de *Tofieldia* à 23 °C. La première irradiation est toujours appliquée après 24 heures d'imbibition. Le pourcentage de germination est déterminé 25 jours après la dernière irradiation, temps pendant lequel les lots sont maintenus à l'obscurité.
a. Chez *Rhododendron* — b. Chez *Tofieldia*.

atteindre un taux de 50 % sous l'effet de 15 jours d'irradiation. Chez *Tofieldia*, après une latence plus longue, le pourcentage de germination croît plus rapidement et passe de 2 à 64 du sixième au neuvième jour. Cet éclairciment photopériodique est beaucoup moins efficace lorsqu'il est appliqué après 10 jours d'imbibition (fig. 2) : pour 10 photopériodes, le pourcentage passe de 49 % à 35 % pour *Rhododendron* et de 66 % à 24 % pour *Tofieldia*.

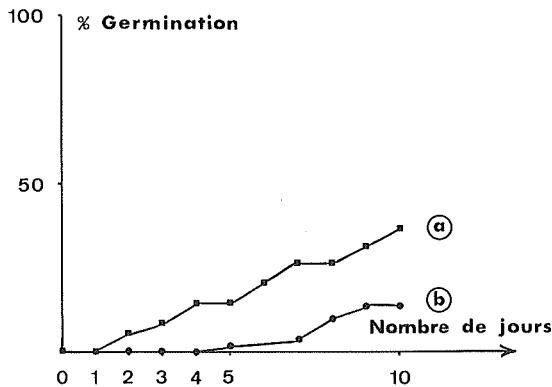


FIG. 2 — Action d'un nombre croissant de jours d'éclairciment en lumière blanche fluorescente sur le pourcentage de germination des graines de *Rhododendron* et de *Tofieldia* à 23 °C. La première irradiation est toujours appliquée après 10 jours d'imbibition. Le pourcentage de germination est déterminé 25 jours après la dernière irradiation, temps pendant lequel les lots sont maintenus à l'obscurité.
a. Chez *Rhododendron* — b. Chez *Tofieldia*.

GERMINATION DES GRAINES DE *Rhododendron* ET *Tofieldia*

L'étude de l'évolution de l'embryon au sein de la graine permet de comparer les résultats obtenus en lumière blanche fluorescente et à l'obscurité. Le tableau II indique que la croissance de l'embryon est pratiquement nulle à l'obscurité, même après 20 jours; au contraire, elle est perceptible dès 8 jours chez *Rhododendron* et entre le huitième et le quinzième jour chez *Tofieldia*. Au bout de 15 jours, dans les deux cas, la croissance de l'embryon est à peu près achevée.

TABLEAU II

Evolution du rapport des longueurs de l'embryon à la graine (moyenne de 10 échantillons) au cours d'expériences menées à 23 °C sur Rhododendron et Tofieldia : les essais sont réalisés à l'obscurité et à la lumière blanche photopériodique. Les mensurations s'effectuent après 1, 8, 15 ou 20 jours d'expérience.

		Nombre de jours d'expérience			
		1	8	15	20
Obscurité	Tofieldia	0,16 \pm 0,01	0,19 \pm 0,01	0,20 \pm 0,01	0,20 \pm 0,01
	Rhododendron	0,46 \pm 0,01	0,45 \pm 0,01		0,46 \pm 0,01
Lumière blanche	Tofieldia	0,16 \pm 0,02	0,20 \pm 0,01	0,8 à 1	
	Rhododendron	0,46 \pm 0,01	0,61 \pm 0,02		0,9 à 1

C) ACTION D'UN ECLAIREMENT DE LONGUE DUREE PAR FILTRE ROUGE.

Aucune germination n'est obtenue après 2 jours de traitement (tabl. I). Seule une exposition de 5 jours permet d'atteindre un pourcentage de 27 chez *Tofieldia* et de 21 chez *Rhododendron*. Après 25 jours de traitement, les valeurs relevées sont à peine inférieures à celles relatives à 25 jours de lumière blanche fluorescente.

D) ACTION DE GA₄.

Chez *Tofieldia*, quelle que soit la concentration utilisée, les résultats sont négatifs. Chez *Rhododendron* au contraire toutes les concentrations

de GA₄ sont efficaces sauf la plus élevée (100 mg/l) (tabl. III). Une concentration aussi faible que 0,01 mg/l assure déjà une réponse équivalente à celle de 25 photopériodes de lumière blanche fluorescente.

TABLEAU III

Action de GA₄ à différentes concentrations sur la germination des graines de Rhododendron maintenues à l'obscurité et à 23 °C. Lumière blanche : résultat parallèle d'un lot maintenu en lumière blanche fluorescente sans apport de GA₄ durant 25 photopériodes.

Lumière blanche	Obscurité GA ₄ en mg/l						
	0	0,01	0,1	1	10	20	100
58	0	55	48	54	48	64	5

E) ACTION DE LA STRATIFICATION.

Les résultats notés à l'obscurité sont négatifs dans les expériences menées à 23 °C après 45 ou 90 jours de stratification. Les pourcentages relevés en lumière blanche fluorescente sont comparables à ceux relatifs aux expériences réalisées dans les mêmes conditions expérimentales sans stratification préalable.

III. — DISCUSSION

Il paraît évident que l'obstacle à la germination des graines mûres de ces espèces réside au niveau de l'embryon. Un simple examen morphologique nous a permis de montrer que l'embryon à maturité de la graine ne possédait qu'une fraction de sa taille définitive. Les expériences prouvent que cette particularité a des répercussions sur le comportement physiologique des graines considérées. En effet, dans tous les cas où la germination n'a pu se faire, nous avons constaté que l'embryon n'avait pas évolué dans la graine. C'est donc la dernière étape du développement embryonnaire qui conditionne fondamentalement la réponse des graines. Nous avons en outre observé que le stimulus de l'achèvement du développement de l'embryon résidait dans le facteur lumière mais dans des conditions d'application bien particulières. Il faut dissocier dans la réponse des graines à un éclairage blanc fluorescent :

— d'une part, un temps de latence obligatoire où aucune germination

n'apparaît encore et où l'embryon lui même ne s'accroît pas. Cette étape préparatoire, mise en évidence à la lumière, ne peut être remplacée par une longue imbibition à l'obscurité. Ceci tend donc à prouver qu'un processus bien que non apparent, se déclenche déjà durant cette période préliminaire. Celle-ci correspond à un nombre de photopériodes plus ou moins grand suivant l'état de différenciation de l'embryon au départ; c'est la raison pour laquelle elle est précisément plus longue pour *Tofieldia* que pour *Rhododendron*.

— d'autre part, la réponse proprement dite, appréciée par l'apparition des radicules, c'est-à-dire la germination elle-même. L'achèvement du développement embryonnaire et la sortie des radicules s'opèrent de façon progressive; une longue période d'éclairement est nécessaire pour obtenir un pourcentage de germination optimal.

Les essais réalisés en utilisant une large bande passante dans le rouge (filtre Wratten 1A) permettent d'obtenir des résultats positifs dans la mesure où un seuil minimal de longue durée d'exposition (plusieurs jours) est respecté. Sachant que l'on peut habituellement substituer une irradiation monochromatique à 660 nm à l'action d'une telle bande passante, nous nous proposons d'en étudier les effets dans un travail ultérieur. A partir de nos seules données expérimentales, il nous paraît cependant difficile d'assimiler la germination des graines de *Rhododendron* et de *Tofieldia* à des cas classiques d'intervention du phytochrome; en effet, des expositions de courte durée (quelques heures) aussi bien dans le cas de la lumière blanche fluorescente que dans le cas d'éclairement à large bande passante dans le rouge sont inefficaces.

La gibbérelline GA_4 a une action spectaculaire sur la germination de *Rhododendron*: elle peut se substituer aux effets de la lumière blanche fluorescente dès la concentration de 0,01 mg/l, tout comme cela a été montré avec GA_3 sur les graines d'un *Rhododendron* arctique (JUNTTILA, 1972). Nous savons que les effets de la gibbérelline sont multiples: cette substance peut remplacer partiellement ou totalement la lumière rouge dans un effet phytochrome (TOOLE et CATHEY, 1961; THOMPSON, 1969); mais elle agit encore en stimulant le développement embryonnaire comme cela a pu être constaté lors de cultures d'embryons immatures *in vitro* (RHAGAVAN et TORREY, 1964). Les résultats obtenus avec *Rhododendron* peuvent sans doute se rattacher à cette dernière observation. La réponse négative donnée par *Tofieldia* pourrait s'expliquer par des difficultés de pénétration de GA_4 .

L'inefficacité d'un traitement de stratification confirme bien le fait que l'obstacle à la germination réside ici dans l'immaturité embryonnaire non accompagnée de dormance au sens strict.

Si nous essayons de comparer cet ensemble de faits avec les résultats obtenus par d'autres auteurs sur des graines mûres contenant des embryons immatures, nous nous apercevons qu'une différence fondamentale de comportement apparaît. Dans le travail bibliographique de Cox en 1942, un grand nombre d'espèces de ce type sont signalées, appartenant à des familles variées assez primitives comme les Papavéracées, les Fumariacées etc. Pour ces espèces, la germination peut être obtenue à

l'obscurité en milieu humide après un temps de latence variable suivant l'état de développement de l'embryon dans la graine lors de la récolte. Les espèces que nous avons étudiées, auxquelles se rattache l'exemple déjà signalé de *Loiseleuria procumbens*, en diffèrent profondément. En effet, pour induire l'achèvement du développement de l'embryon, la graine présente une nécessité impérative de lumière. Ce sont, à notre connaissance, les premiers exemples de ce type cités dans la littérature. Il est intéressant de remarquer que ces trois espèces se rencontrent à des altitudes élevées où elles peuvent être soumises à de fortes irradiations. On peut donc considérer, qu'à ce point de vue, leur comportement physiologique est parfaitement adapté au contexte écologique.

BIBLIOGRAPHIE

- AMEN, R.D. (1967). — The effect of gibberellic acid and scarification on the seed dormancy and germination in *Luzula spicata* L. *Physiol. Plant.*, 20, 6-13.
- BIANCO, J. et PELLEGRIN, M.C. (1973). — Physiologie de la germination d'une plante alpine: *Loiseleuria procumbens* (L.) Desv. *Travaux Scient. Parc Nat. Vanoise*, III, 43-51.
- BONDE, E.K. (1965) a. — Studies on the germination of seeds of Colorado alpine plants. *Biology*, 14, 1-16.
- BONDE, E.K. (1965) b. — Further studies on the germination of seeds of Colorado alpine plants. *Biology*, 18, 1-30.
- COX, L.G. (1942). — A physiological study of embryo dormancy in the seed of native hardwoods and Iris. *Thesis* (Ph. D.) Cornell University.
- JUNTILA, O. (1972). — Effect of gibberellic acid on dark and light germination at different temperatures of *Calluna*, *Ledum* and *Rhododendron*. *Physiol. Plant.*, 26, 239-243.
- PELTON, J. (1956). — A study of seed dormancy in eighteen species of high altitude Colorado plants. *Butler Univ. Botan. Stud.*, 13, 74-84.
- RAGHAVAN, V. et TORREY, J.G. (1964). — Effects of certain growth substances on the growth and morphogenesis of immature embryos of *Capsella* in culture. *Plant Physiol.*, 39, 691-699.
- THOMPSON, P.A. (1969). — Comparative effects of gibberellins A₃ and A₄ on the germination of seeds of several different species. *Hort. Res.*, 9, 130-138.
- TOOLE, E.H. et CATHEY, H.M. (1961). — Responses to gibberellin of light requiring seeds of lettuce and *Lepidium virginicum*. *Plant Physiol.*, 36, 663-671.
- WITHROW, R.B. et PRICE, L. (1957). — A dark room safelight for research in plant physiology. *Plant Physiol.*, 32, 244-248.

AGARICALES DE LA ZONE ALPINE ⁽¹⁾

Genre *Agaricus* L. ex Fr.

Syn. - *Pratella* (Pers. ex) S.F. Gray 1821

Psalliota (Fr.) Q. 1872

par R. KÜHNER (2)

I. — Groupe de <i>Agaricus campestris</i> L. ex Fr.	133
II. — Groupe de <i>Agaricus sivatikus</i> Schaeff. ex Secr.	138
III. — Groupe de <i>Agaricus augustus</i> Fr.	140
IV. — Groupe de <i>Agaricus arvensis</i> Schaeff. ex Secr.	140
V. — Groupe de <i>Agaricus rubellus</i> (Gillet) Sacc.	143
Diagnose latine d'une variété nouvelle	147
Bibliographie	147

Résumé. — Descriptions de six espèces connues du genre *Agaricus* et d'une variété nouvelle de *Agaricus campestris*.

Summary. — Six known species of *Agaricus* and a new variety of *Agaricus campestris*.

(1) Sous ce titre l'auteur de ces lignes et M^{lle} D. LAMOURE ont entrepris la publication d'une suite de mémoires, dont l'introduction est parue dans *Bull. Soc. Mycol. France*, 86, 875-880, 1970. Le lecteur y trouvera diverses explications et une bibliographie générale.

(2) Département de Biologie Végétale, Laboratoire de Mycologie associé au C.N.R.S., Université Claude Bernard, Lyon I, 43 Boulevard du 11 novembre 1918-69 621 - Villeurbanne.

L'affinité des Psallioties avec les Lépiotes est reconnue par tous. La différence la plus frappante entre les deux genres réside dans le fait que la paroi sporique, non pigmentée dans le second genre, l'est dans le premier. Cette pigmentation est une gêne pour qui recherche s'il existe des ressemblances entre les deux genres concernant l'affinité de la paroi pour divers colorants ou pour l'iode.

Un traitement à 120° par KOH (de 0,5 % à 5 % dans l'eau) décolore souvent la paroi sporique des Psallioties et facilite les comparaisons avec les Lépiotes.

La paroi décolorée ne gonfle pas par action successive d'ammoniaque, puis d'acide acétique, comme elle le fait chez les grandes Lépiotes. Il n'est pas rare que, dans quelques spores d'une préparation traitée par KOH à l'autoclave, la paroi soit un peu gonflée; ce gonflement, que l'acide acétique ne réduit pas, permet de reconnaître 3 couches dans la paroi sporique; sous une mince tunique externe réfringente, un sclérosporium relativement épais mais peu réfringent et enfin, à l'intérieur, un endosporium réfringent plus ou moins mince.

L'endosporium est la partie de la paroi qui fixe le mieux le rouge Congo ammoniacal. Dans les premiers stades d'une coloration par le bleu coton acétique, c'est l'endosporium qui se colore avec le plus d'intensité, mais souvent la coloration bleue s'étend aux couches plus externes de la paroi, et dans nombre d'espèces, l'ensemble de la spore devient d'un bleu si intense qu'il est bientôt impossible de reconnaître la stratification de la paroi. On sait que la paroi sporique est aussi très fortement cyanophile chez nombre de Lépiotes. En présence d'acide acétique (à 10 %) iodoioduré la paroi des spores de Psallioties décolorées au préalable par la potasse à l'autoclave, se colore souvent en brun-rouge; elle est dextrinoïde. Il arrive que la dextrinoïdie de certaines spores soit plus marquée au niveau de l'endosporium, mais en général elle s'étend aux couches plus externes de la paroi. Dans nombre d'espèces, la dextrinoïdie n'est frappante que sur certaines spores d'une préparation. On peut affirmer que la paroi est très précocement dextrinoïde; des spores jeunes, à paroi encore mince et froissable, le sont toujours nettement; il n'est pas rare que la dextrinoïdie soit encore accusée chez des spores ayant atteint les dimensions définitives, mais il est fréquent qu'elle s'atténue beaucoup ou disparaisse chez les spores mûres, notamment chez celles qui, après autoclavage dans la potasse, montrent une grosse goutte huileuse à l'intérieur. Par là les Psallioties s'écartent des Lépiotes, la dextrinoïdie de la paroi sporique de ces dernières subsistant chez les spores mûres.

Nous n'avons pu reconnaître de pore germinatif chez aucune Psalliotie de la zone alpine; sur les spores dont la paroi est un peu gonflée par le traitement potassique, le sclérosporium et l'endosporium se poursuivent au sommet de la spore sans changement d'épaisseur.

Nous n'avons vu de boucles chez aucune des Psallioties rencontrées en zone alpine et nous avons vainement cherché les anses d'anastomose,

non seulement aux cloisons des hyphes, mais encore au pied des articles de l'hyménium.

*
**

Pour le genre *Psalliote*, l'éloignement et la dénivellation entre la plupart des stations de la zone alpine et le lieu où les carpophores peuvent être commodément étudiés sont des facteurs particulièrement gênants.

D'abord parce qu'ils ne permettent guère d'étudier les carpophores le jour de la récolte. En général cette étude a été faite le lendemain. Il en résulte que les indications que nous donnons concernant la couleur des lames avant maturité des spores sont sujettes à caution. Comme l'a fait remarquer MOELLER la teinte rouge que présentent à un moment les lames de certaines espèces doit être notée au moment de l'épanouissement, car les lames du carpophore très jeune, encore fermé, sont pâles ou seulement légèrement rougeâtres, même chez les espèces où elles deviendront franchement rouges plus tard. Pendant plusieurs années nous n'avons pas reconnu cette teinte chez le *Psalliota campestris* alpin; elle est pourtant l'une des caractéristiques de cette espèce.

D'autre part, pour les espèces dont le revêtement piléique jaunit ou fonce au froissement, les secousses que subissent lors du transport les carpophores même soigneusement emballés, font que la teinte piléique n'est pas toujours, au moment où on entreprend l'étude, exactement ce qu'elle était sur le terrain. Il arrive aussi, pour certaines espèces jaunissantes, que le jaunissement au froissement ne puisse plus être reconnu.

L'odeur aussi peut se modifier; des carpophores présentant une forte odeur anisée lors de la récolte peuvent sembler totalement inodores le lendemain.

I. — GROUPE DE *AGARICUS CAMPESTRIS* L. ex Fr.

Arête des lames fertile, sans poils différenciés (3). Spores de dimensions moyennes, 5-7 à 7-9 μ \times 4-4,5 à 5-6 μ . En général pas d'odeur d'amandes amères ou d'anis. Dans les champignons de ce groupe décrits ci dessous, le revêtement piléique ne jaunit ni au froissement, ni en présence d'une solution de potasse.

campestris est le seul *Psalliota* signalé par FAVRE en zone alpine. Il s'agit d'un champignon très répandu aux altitudes élevées, que FAVRE a rencontré jusqu'à 2700 m et que nous avons nous-même cueilli vers 2800 m.

(3) PILAT prétend que, chez *A. campester*, l'arête des lames présente des cystides piriformes \times 7,5 — 11 μ , mais que celles-ci, peu frappantes et très éparées, ne sont visibles que dans la jeunesse, étant vite fugaces.

Ag. campestris pousse aussi très loin vers le Nord puisqu'il a été signalé aux Faeroës par MOELLER, en Islande par P. LARSEN puis CHRISTIANSEN et au Groënland par M. LANGE, qui précise toutefois que la forme récoltée par lui était un peu aberrante par ses spores subglobuleuses.

Il est certain que plusieurs espèces ont été confondues sous l'étiquette *Ag. campestris*. FRIES a donné l'exemple puisqu'il rassemblait sous ce vocable des formes de couleurs différentes : « *Pileus albus, flavescens, rufescens, subumbrinus* » (*Syst. Myc.*). Nos récoltes de zone alpine ont toutes le chapeau blanc ou blanchâtre, avec le disque tout au plus un peu jaunâtre ou alutacé. Selon FRIES l'anneau se présente de façon fort variable chez *campestris* : « *Annulus... nunc amplius persistens, nunc incompletus fugax; subinde omnino cortinaeformis* » (*Syst. Myc.*). « *Annulus medius vel strictius ad medium peronatus, patulus l. reflexus, laceratus, saepe deciduus et interdum cortinaeformis* » (*Monogr.*).

D'après nos observations la forme la plus commune en zone alpine a un anneau réduit à un étroit bourrelet peu saillant. En ce sens elle est fort éloignée de la seconde forme à anneau en manchette perdante, figurée par BRESADOLA (*Iconogr.* pl. 823) et que cet auteur considère comme forme typique de *campestris*. Par contre l'icône de *campestris* par J.E. LANGE (F.A.D., pl. 138, fig. C) la représente assez bien, à cela près que la chair du stipe est figurée blanche inférieurement, alors qu'elle devient couramment ocracée à l'extrême base chez le champignon alpin, exactement comme chez *Ps. exserta* Viv., tel que figuré par BRESADOLA (*Iconogr.*, pl. 828) et dont l'anneau est également rudimentaire. MOELLER, qui prend comme type de *campestris* le champignon figuré sous ce nom par LANGE, précise bien dans sa description que le pied est blanc, mise à part sa base « pointed flavescent ». Il donne une longueur de spores de 7-8 μ , exactement comme LANGE; nos chiffres personnels, 6,5-8,5 μ encadrent exactement ceux ci. Sur la largeur, il y a de légères différences; MOELLER donne 4-5 μ , LANGE 4,5-5,5 μ ; nous trouvons 4,7-6 μ . De l'une à l'autre de nos récoltes alpines, les moyennes des dimensions sporiques se sont révélées remarquablement constantes puisque dans un ensemble de 14 lots de provenances très variées la moyenne varie seulement de 6,9 à 8 μ pour la longueur et de 4,9 à 5,6 μ pour la largeur. Ceci vient à l'appui de l'opinion émise par RICKEN selon laquelle les dimensions des spores sont d'un grand secours dans la détermination des Psalliotes.

Agaricus campestris L. ex Fr.

Syn. *Psalliota campestris*, sensu J.E. Lange, F.A.D., Pl. 138, fig. C
Psalliota exserta Viv., sensu Bresadola, *Iconogr.*, Pl. 828

DESCRIPTION.

Le voile initialement sous-tendu se retrouve chez l'adulte presque entièrement à la marge du chapeau, qui débordé alors l'extrémité antérieure des lames de 1,5 à 3 mm. Sur le stipe de l'adulte, il n'y a jamais d'anneau membraneux formant manchette; à la place de l'anneau des autres Psalliotes, on n'observe, à mi-hauteur ou plus bas, qu'un bourrelet annulaire cotonneux, saillant, mais tout au plus très étroitement étalé

(0,5 - 1 mm) ou une ligne annulaire saillante, éventuellement réduite à une trace laineuse qui se résout en quelques peluchures ou chinures appliquées plus ou moins vagues, ou même s'oblitére complètement.

Lorsqu'on dispose de carpophores suffisamment jeunes et qui ont été manipulés avec précaution, on reconnaît parfois, vers la mi-hauteur du pied, deux zones annulaires très étroitement saillantes, séparées par un intervalle de 4 ou 5 mm. La zone supérieure correspond au bourrelet annulaire dont il a été question à l'instant; la zone inférieure, sans doute issue du voile universel, et qui peut se présenter au début sous la forme d'une membrane annulaire étroitement saillante, s'oblitére souvent complètement.

Chapeau 25-70 mm, hémisphérique alors qu'il est encore fermé, puis convexe avec le disque devenant souvent largement aplani, finalement convexe-plan toujours obtus, à marge franchement excédente (1,5 à 3 mm), initialement tout blanc et le restant ou devenant tout au plus blanchâtre ou à disque crème, Mu. 5 Y 9/1 - 3.5 à 2.5 Y 9/2, 8.5/2 - 2.5 Y 9/2, 9/3, 9/4 - 2 à 1 Y 8/4. Il est fréquent que le disque piléique se crevasse profondément, déterminant la formation de larges et grossières aréoles; la surface du chapeau devient parfois alors submècheuse-apprimée hors du disque, mais initialement la surface piléique est glabre et nue.

Chair épaisse à très épaisse, blanche ou se lavant plus ou moins largement au dos des lames de rosâtre, grisâtre-pourpré ou gris-brun.

Stipe de 10-40 mm de long, ovoïde chez les carpophores fermés, puis souvent plus ou moins ventru (10-17 mm d'épaisseur à mi-hauteur) ou faiblement atténué en direction du sommet, qui peut être progressivement évasé, la base souvent plus ou moins appointie au-dessous de sa partie renflée. D'abord blanc, le stipe grisonne plus ou moins au-dessus de l'anneau, devenant par exemple Mu. 10 YR 7/2; il arrive aussi que sa base se teinte légèrement d'ocre; lorsque la partie supérieure a grisonné la loupe y révèle parfois des flocons épars la rendant floconneuse-peluchée. Le stipe est plein ou étroitement farci d'une moelle individualisée et soyeuse; cette moelle reste bien blanche alors que la chair du cortex, également blanche au début, se lave souvent avec l'âge dans la partie supérieure, de carné sale, gris-brun rosé ou gris-brun, Mu. 7.5 YR 8/4, dilué et roussi, 6/3. Dans la base appointie la chair se teinte plus ou moins de jaunâtre ocré, Mu. 2.5 Y 8.2/6.

Lames serrées à très serrées, l = 2-3, peu larges, libres. Sur le terrain, elles se montrent d'un rose vif ou assez vif au moment où le voile sous-tendu se rompt. Sur des carpophores étudiés le lendemain de la récolte, la couleur rose n'est plus sensible; sur des carpophores fermés les lames sont alors seulement crème, Mu. 2.5 Y 9/2, et sur les carpophores épanouis elles sont gris-brun puis brun très foncé à brun-pourpre sombre, Mu. 10 à 9 YR 5/2 - 5 YR 3/2 - 2.5 YR 4/2; elles sont nébuleuses.

Le lendemain de la récolte, KOH ne produit aucune coloration du revêtement du chapeau et jaunit à peine la chair du stipe. H₂SO₄ ne donne pas de coloration nette. Le réactif T 14 ne donne aucune coloration sur la chair du chapeau et du pied; le revêtement du chapeau ne réagit pas davantage ou roussit à peine au bout d'un très long temps.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

Spores (am.) $6,5-8,5 \times 4,7-6 \mu$, exceptionnellement quelques-unes de $10 \times 6,5 \mu$, elliptiques ou ovoïdes, de profil comme de face (avec gros apicule brusque, brièvement cylindrique), à paroi épaisse, parfois plus ou moins distinctement amincie vers l'extrémité, mais sans pore distinct, d'un brun foncé. Basides $\times 6,5-7,5 \mu$, à 4 stérigmates.

L'arête des lames ne montre, outre de nombreuses basides sporifères, que des éléments claviformes qui par leur étroitesse ($6-9 \mu$) ne sont vraisemblablement que des basidioles. Une seule fois a été remarqué, sur une arête par ailleurs très fertile, un poil obovale-enflé, $\times 14 \mu$.

HABITAT ET RÉCOLTES.

Depuis les pelouses (nardaies) à *Sieversia (Geum) montana* ou à *Trifolium alpinum* jusqu'aux tapis d'*Alchemilla pentaphyllea* au voisinage des combes à neige.

Champignon répandu dans la zone alpine de l'arc alpin.

Vanoise : aux environs de Pralognan. De Gava Renard, 2 450 m, 10-9-69 (K. 69-300) à la côte 2 535 m surplombant le Lac des Assiettes, 26-8-63 (K. 63-193), 17-7-64, 10-9-69 (K. 69-300 bis). Entrée du Vallonet, 2 400 m, 15-8-69 (K. 69-149). Au S. du refuge de Pécelet-Polset, 2 500 m, 4-9-70.

Au-dessus de Termignon : Bellecombe, 2 300 m, 23-8-70. Environs du col de l'Iseran, par exemple entre les ruisseaux de la Cema et du Pays Désert, 2 650 m, 19-8-71.

Massifs de la haute vallée de l'Arc : Rive droite, au Plan des Eaux, 2 650 m, 22-8-71. Rive gauche, près du sentier s'élevant au refuge des Evettes, vers 2 300 m, 18-8-70.

Oisans : Refuge de l'Alpe de Villar d'Arène, 2 100 m, 8-71. Combe de Roche noire (entre les cols du Lautaret et du Galibier), 2 400 m, 14-8-71.

Une quarantaine de carpophores examinés.

OBSERVATIONS.

A la coupe, odeur souvent désagréable, pharmaceutique, faisant penser à celle de la teinture d'iode, semblable à l'odeur que présentent souvent les formes d'altitude de *Amanita vaginata*. Mais il nous est arrivé, tant pour le Psalliotte que pour l'Amanite, de rencontrer des carpophores parfaitement inodores. Il est possible que l'odeur désagréable si fréquemment notée soit due à une déviation du métabolisme déterminée par un niveau de facteurs climatiques fréquemment atteint en zone alpine et non en zone silvatique. *Psalliota exserta* Viv., tel que décrit et figuré par BRESADOLA, peut difficilement être une autre espèce que la nôtre. L'habitat (in *graminosis apricis*) est comparable. Les dimensions des spores ($7-8 \times 5-6 \mu$) sont exactement les mêmes. Et surtout les caractères morphologiques du carpophore ne peuvent laisser place au doute. Relevons seulement les indications suivantes de BRESADOLA : « *Annulus distans, medius, tenuis, tomentosogossypinus, circulum inflato-tomentosum circa stipitem relinquens* »... « *Stipes... basi attenuatus* » et enfin « *caro... fractea subcarnea et demum fuscescens, ad basim stipitis ochracea* ».

Agaricus campestris L. ex Fr., var. *pilatianus* nov. var.

DESCRIPTION.

Anneau en fine membrane plus ou moins déchirée, détachée du stipe sur une grande largeur (6 mm par exemple), étalé ou en manchette pendante, blanc ou crème, sans doublure distincte à la face inférieure.

Chapeau 47-67 mm, convexe, à disque aplani, alutacé, Mu. 1 Y 8/5, blanchâtre hors du disque, radialement fibrilleux à fibrilleux-subsquameux (appliqué), se crevassant plus ou moins au centre. Marge débordant largement, de 2 mm.

Chair épaisse au disque, amincie au bord, blanchâtre, avec ligne hypophyllaire imbuée purpurin-hyalin sombre.

Stipe 55-60 mm, très faiblement ventru, de 11-13 mm d'épaisseur au-dessous de l'extrême sommet évasé, avec l'anneau inséré aux deux tiers supérieurs.

Le pied, blanchâtre, se lave en haut de la couleur des lames; sous l'anneau il est nu ou chiné de flocons blancs saillants; il est étroitement farci d'une moelle soyeuse blanche; sa paroi, blanchâtre, brunit un peu vers la surface, surtout en haut.

Lames serrées, l = 3-5, libres et même écartées, rose sale, Mu. 1.5-2.5 YR 7/4, puis rose-brun, 2.5 YR 5.5/4.

Odeur nulle, de toute façon sûrement pas anisée.

Revêtement piléique et chair piléique se colorant légèrement en rose lilas par H_2SO_4 ; ils ne prennent aucune coloration en présence de KOH.

Spores (am.) 8,2-9 × 5-6 μ , elliptiques de profil, ovoïdes de face, à paroi brune, épaissie, sans pore, avec gros apicule oblique.

Basides à 4 stérigmates.

Nous n'avons pu repérer sur l'arête des lames (m.) d'articles sûrement distincts des basidioles.

Revêtement piléique (am.) formé d'articles × 6-9 μ , cylindracés, moyennement allongés.

HABITAT ET RÉCOLTE.

Dans l'herbe d'une pâture rocailleuse.

Montagnes scandinaves. Hardanger, au voisinage de Duptj, au pied du contrefort S. de la Chaîne du Hallingskarvet, 1400 m, 31-7-67 (K. 67-19). 4 carpophores, dont un jeune.

OBSERVATIONS.

Diffère du *campestris* au sens de LANGE, tel que décrit plus haut, par l'anneau plus ample, membraneux-mince et les spores un peu plus longues. *A. campester* de PILAT semble correspondre à cette variété par ses

spores $7-10 \times 5-6 \mu$ et par son anneau membraneux-mince (sans doublure inférieure distincte), adné en haut, vite flasque et pendant. En raison de l'allure de l'anneau, on comprend que cet auteur n'ait synonymisé *l'exserta* sensu Bres. à *campester* qu'avec doute.

M. LANGE a rapporté au groupe *campestris*, une de ses récoltes du Groënland, qu'il considère comme assez particulière par son anneau distinct et ses spores subglobuleuses, $8-9 \times 6-7 \mu$.

II. — GROUPE DE *AGARICUS SILVATICUS* Schaeff. ex Secr.

Arête des lames stérile par des poils bien différenciés. Spores de dimensions faibles à moyennes : $4,5-6$ à $7-8,5 \times 3-3,5$ à $4-5 \mu$.

Ce groupe comprend essentiellement des espèces venant sous les arbres. Selon MOELLER, deux espèces peuvent cependant s'échapper du couvert des arbres et venir dans les pâtures ou prés (meadows); il s'agit de *P. haemorrhoidaria* (Kalch. et Schulz.) Fr. et de *P. squamulifera* Moeller. Nous avons retrouvé cette dernière dans un alpage de la partie inférieure de la zone alpine.

Agaricus squamuliferus (Moeller) Pilat, 1951

Syn. *Psalliota squamulifera* Moeller, Friesia, IV, 21, 1950

DESCRIPTION.

Anneau en manchette pendante chez l'adulte où il se montre sale et densément sillonné à la face supérieure; sa couche inférieure se fend radialement de bonne heure (déjà sur le carpophore fermé) en écailles épaisses, blanchâtre-mastic, dont la pointe, obtuse, se retrousse; l'anneau présente en somme une « roue dentée » à sa face inférieure.

Chapeau de 90 mm de large, hémisphérique puis convexe-subhémisphérique, mais avec le disque tronqué-aplani, blanchâtre, ne jaunissant pas au froissement, densément moucheté vers le bord par d'innombrables petits flocons légèrement teintés de gris-brun rosé pâle, qui deviennent de moins en moins nets en approchant du centre. Marge très largement débordante.

Chair très épaisse.

Stipe de 90 mm de haut, renflé du sommet, qui a 20 mm d'épaisseur, à la base qui en a 30, mais ne présente pas de bulbe individualisé, blanchâtre puis sali-grisonnant, densément moucheté-scabre dans sa partie inférieure (sur 35 mm de haut) par des squamules blanches en relief, qui ont souvent l'allure de courtes bandelettes transversales; ces squamules s'estompent bien avant l'anneau et font place à des filaments blancs,

allongés-retroussés, qui primitivement sont attachés à la face inférieure de l'anneau. Le pied est plein.

Lames non rose vif mais gris-brun rosé, Mu vers 5 YR 7/2.5, 6,5/3 chez le jeune encore fermé, puis 10 R 5,5/4, libres.

De l'extérieur odeur non anisée, mais rappelant un peu celle du cacao, ou mieux celle de *Psathyrella* (*Hypholoma*) *chondroderma*.

En coupe odeur similaire puis très agréablement fruitée-fongique (non acide).

Chair piléique blanche, prenant rapidement à l'air une teinte rose carminé à rose vineux; la teinte prise est pâle, mais évidente au dos des lames. Revêtement piléique ne jaunissant pas nettement au froissement.

Revêtement piléique et chair ne se colorant pas nettement par la soude, l'acide sulfurique, ou le réactif T14.

Spores (am.) $5,2-6,2 \times 3,7-5 \mu$, elliptiques, à paroi épaisse, sans pore.

Basides à 4 stérigmates, $\times 7-8 \mu$ (am.)

Arête des lames (am.) fortement stérile par des poils, $16-34 \times 7-10 \mu$, claviformes à piriformes, qui ne sont que les articles terminaux de chaînes dressées d'articles de largeur comparable et plus ou moins courts.

Revêtement piléique (scalp, am.) formé d'articles cylindrés, relativement étroits, $\times 3,5-4 (5,5) \mu$.

HABITAT ET RÉCOLTES.

Pâturage à *Rumex alpinus* et *Potentilla grandiflora*.

Vanoise, aux environs de Pralognan. Vers les Châlets de La Motte, 1 900 m, 22-8-60 (K.60-45).

2 carpophores.

OBSERVATIONS.

La description de MOELLER cadre remarquablement avec la nôtre, notamment en ce qui concerne l'aspect de l'anneau, le chapeau blanchâtre, présentant dans la zone marginale de nombreuses petites squamules pâles ou brunâtres et le pied squamuleux dans sa moitié inférieure. MOELLER écrit que la chair devient « bright wine colour when cut (Purplish Vinaceous) » dans la partie supérieure du cortex du stipe et suivant des taches dans le chapeau. Il dit l'odeur acidule, parfois fruitée. Spores $5-7 (8) \times 3,5-4,5 (5) \mu$. Poils marginaux $12-26 (40) \times 4-9 \mu$.

A. salicophilus M. Lange, décrit et figuré par son auteur de Saulaies à *Salix glauca* du Groënland, rappelle beaucoup *A. squamuliferus* par ses grandes dimensions, par la présence de nombreuses petites écailles fibrilleuses à la surface du chapeau, par l'ampleur et la constitution de l'anneau, par la présence, dans la région du stipe située juste au-dessous de lui, de deux ou trois étroits bourrelets transversaux rompus en fragments alignés et par la présence sur l'arête des lames de chaînes d'articles globuleux ou ovales terminées en cheilocystides $\times 10-15 (25) \mu$. Il

s'agit cependant sûrement d'une espèce différente car ses spores sont subglobuleuses, $7-9 \times 6,5-7,2 \mu$. Le chapeau semble plus coloré (brunâtre pâle = cinnamon buff); la base du stipe est appointie (subradicante) et la chair serait seulement rufescente (lentement et légèrement brunâtre rhubarbe à la coupure).

III. — GROUPE DE *AGARICUS AUGUSTUS* Fr.

Intermédiaire entre le groupe *silvaticus*, dont il se rapproche par la coloration rosée ou rousse que prend la chair à la cassure ou avec l'âge et le groupe *arvensis*, auquel il fait penser par l'odeur d'amandes amères plus ou moins prononcée et parfois par un jaunissement du revêtement piléique au froissement.

A. salicophilus M. Lange, décrit du Groënland, a été considéré comme très proche de *A. augustus* par son auteur, qui a fait remarquer qu'il est généralement plus pâle que *A. augustus*, les spécimens les plus pâles rappelant *A. arvensis*, mais qu'il se distingue bien de ces espèces par ses spores subglobuleuses, $7-9 \times 6,5-7,2 \mu$. Pour *A. salicophilus* voir plus haut, aux observations à *A. squamuliferus*.

D'Islande P. LARSEN signale *A. elvensis* B. et Br., var. *alba* n. var., qui est dit différer de *elvensis* particulièrement par son chapeau blanc. DENNIS, ORTON et HORA, qui ont examiné le type d'*elvensis*, affirment qu'il s'agit d'une Lépiote. Mais, au sens de plusieurs auteurs, *elvensis* est un *Psalliota* proche de *augusta*. Quoi qu'il en soit, le champignon d'Islande est remarquable par son chapeau écailleux, par sa chair rougissant faiblement à la cassure, mais jaune citron dans la partie inférieure du pied. Sp. $6-7 \times 6 \mu$.

Des pâtures des Faeroës, MOELLER a décrit, sous l'étiquette *Psalliota arvensis* (Schaeff.) Fr. subsp. *macrospora* Moell. et Schaeff., un champignon qu'il devait plus tard élever au rang d'espèce, rappelant *arvensis* par son odeur d'amandes, comme par le fait que le chapeau et le stipe, originellement blancs, jaunissent au contact ou avec l'âge, mais remarquable par les dimensions plus grandes du carpophore (chapeau 100-150 mm) et des spores ($9-10 \times 5,5-6 \mu$) et le fait que la chair est lavée de rouillé.

IV. — GROUPE DE *AGARICUS ARVENSIS* Schaeff. ex Secr.

Arête des lames stérile par des poils bien différenciés. Spores de dimensions faibles ou moyennes : $5-6$ à $7-8 \mu \times 3-4$ à $4,5-5,5 \mu$. Chapeau

blanc ou jaune. Espèces jaunissant au froissement, dont la chair ne rosit, ni ne roussit à la section ou avec l'âge.

A. arvensis Schaeff. ex Secr. a été signalé au Nord de la forêt boréale, par ex. aux Faeroës par MOELLER (sp. $6-9 \times 4-5 \mu$) et au Groënland par M. LANGE (qui a identifié ses espèces d'après la Monographie du genre par MOELLER). Le champignon d'Islande étiqueté *arvensis* par P. LARSEN, à spores $7-7,5 \times 4-4,5 \mu$ est peut être *A. abruptibulbus*, non seulement parce que son stipe est dit bulbeux, mais parce que l'auteur précise qu'il prend *arvensis* au sens de RICKEN, et que MOELLER considère que l'*arvensis* de RICKEN est en réalité *abruptibulbus*.

Du Groënland, M. LANGE a en outre signalé *A. fissuratus* (Moeller) Moeller, dont le revêtement piléique se crevasse le plus souvent radialement, comme celui de beaucoup d'*Inocybe*.

Il semble que jusqu'à présent, aucune espèce du groupe *arvensis* n'ait été signalée au-dessus de la forêt, dans l'arc alpin. On trouve ci-dessous quelques indications relatives à des champignons de ce groupe rencontrés par nous dans la partie inférieure de la zone alpine de Vanoise, où ils paraissent d'ailleurs très rares.

Agaricus arvensis Schaeff. ex Secr.

NOTES DESCRIPTIVES.

Anneau membraneux-ample.

Carpophore de grande taille : Chapeau 130 mm. Stipe 120 mm de long, 16 mm d'épaisseur sous le sommet, 19 mm plus bas.

Stipe brunissant au dessus de l'anneau, fibrilleux-glâbre, même sous ce dernier.

Spores (am.) $7-8 \times 4,5-5,2 \mu$, elliptiques ou ovoïdes, brun foncé, avec gros apicule.

Basides à 4 stérigmates.

Arête des lames (am.) stérile par des poils très différenciés, volumineux, $19-42 \times 12-16$ (19) μ , claviformes, piriformes, obovales ou elliptiques, distinctement brunâtres.

HABITAT ET RÉCOLTES.

Près d'un Genévrier dans une pâture à *Helianthemum grandiflorum*. Vanoise, aux environs de Pralognan : juste avant l'entrée du Cirque du Génépny, 2 200 m, 14-9-69.

OBSERVATIONS.

Le carpophore récolté était trop vieux pour être décrit de façon précise. Lors de la récolte nous avons pensé qu'il s'agissait sans doute de *A. silvicola*, mais les spores de ce dernier seraient notablement plus

petites, $5-6 \times 3-4 \mu$ selon MOELLER, $5,7-6,3 \times 3,4-3,8 \mu$ selon PILAT. Par les dimensions des spores notre champignon est plus proche de *arvensis*, plus proche aussi de *cretacea* Fr. au sens de RICKEN, que MOELLER synonymise à *arvensis*, mais que PILAT en distingue par la base du stipe qui ne serait que non ou peu épaissie alors qu'elle serait généralement bulbeuse chez *arvensis*. D'après PILAT les spores de *arvensis* mesurent $6,5-9 \times 4-5,3 \mu$ (dans la clé analytique) ou $8-10$ (11) $\times 5-5 \mu$ (dans le texte descriptif); celles de *cretaceus* $8-9 \times 4,5-5 \mu$ (dans la clé) ou $7,5-9 \times 4,5-5,5 \mu$ (dans le texte). La largeur des poils marginaux de notre champignon de Vanoise est beaucoup plus proche de celle donnée par PILAT pour *cretaceus* ($10-18 \mu$) que de celle donnée par le même auteur pour *arvensis* ($8-10 \mu$).

Par les dimensions des spores notre champignon de Vanoise se rapproche aussi de *A. abruptibulbus*, du moins au sens de MOELLER (sp. $6-8 \times 4-5 \mu$) car PILAT synonymise *abruptibulbus* à *silvicola*.

Agaricus silvicola (Vitt.) Peck

DESCRIPTION.

Anneau en manchette pendante, membraneux-mince, sans doublure frappante à sa face inférieure.

Chapeau 30-40 mm, convexe à convexe-hémisphérique, d'un jaunâtre clair à la récolte, mais devenant après le transport tout ocre brunâtre, Mu. 9 à 10 YR 7/6; la loupe révèle alors, par places, de subtiles fibrilles brunâtres, peignées radialement; se crevassant au disque.

Chair d'épaisseur moyenne ou faible, blanche.

Stipe de 22-40 mm de long, atténué de la base $\times 15-17$ mm au sommet $\times 9-12$ mm, blanc au dessus de l'anneau, à surface lavée d'ocre roussâtre en bas, étroitement farci d'une moelle soyeuse brutalement individualisée.

Chair blanche ou tout au plus blanchâtre inférieurement, mais nulle part ocre roussâtre contrairement à la surface.

Lames non vues rosées.

Odeur anisée, forte au moment de la récolte, nulle le lendemain.

KOH colore instantanément en citrin vif le revêtement du chapeau et les lames.

Spores (am.) $4,7-5 \times 3,5-3,7 \mu$, brièvement elliptiques ou pruniformes.

Arête des lames (am.) couverte de poils $14-23 \times 8-11 \mu$, clavé-piriformes ou obovales; ils contiennent des masses sulfurines ou citrines irrégulières.

Revêtement piléique (am.) d'hyphe enchevêtrées, à base d'articles cylindriques $\times 3,5-8 \mu$, moyennement allongés à courts. Bouts libres indifférenciés ou au plus un peu claviformes.

Boucles absentes.

HABITAT ET RÉCOLTES.

Vanoise; Cirque du Génépny, 2 250 m, 8-9-70 (K.70-113). 2 carpophores.

OBSERVATIONS.

Par les dimensions du carpophore et des spores, comme par l'anneau simple, non écaillé inférieurement, ce champignon se rattache au *Minores* tels que les comprend MOELLER, mais aucune des espèces décrites par cet auteur dans ce groupe ne convient.

Par l'ensemble de ses caractères *P. silvicola* au sens de MOELLER semble l'espèce la plus proche de notre champignon. MOELLER, qui la classe dans le groupe *Arvensis*, fait d'ailleurs remarquer qu'elle a les petites spores ($5-6 \times 3-4 \mu$) des *Minores* et que, contrairement à celui des autres espèces du groupe *Arvensis*, son anneau n'a souvent que de légers restes de voile à la face inférieure, pouvant même être occasionnellement nu.

Les dimensions plus grandes du carpophore de *silvicola* sensu MOELLER (Chapeau 50-80 mm; Stipe 60-80 \times 10-15 mm) pourraient être dues au fait qu'il n'a étudié son champignon que des bois de Hêtre ou d'Épicéa.

Les poils marginaux du champignon de MOELLER semblent toutefois plus enflés : 10-20 \times 7-20 μ .

V. — GROUPE DE *AGARICUS RUBELLUS* (Gillet) Sacc.

Arête des lames stérile par des poils bien différenciés. Spores de dimensions faibles, 4-5 à 5,5-6,2 \times 2,5-3,5 à 3,7-4,5 μ . Revêtement piléique purpurin ou vineux ou avec des fibrilles ou squamules de cette couleur.

Aucune espèce de ce groupe n'a été signalée au Nord de la forêt boréale ni en zone alpine.

On trouvera ci-dessous description de quelques récoltes faites par nous dans la partie inférieure de cette zone.

Agaricus rubellus (Gillet) Sacc.

Psalliota rubella, forma *pallens* Lange. Stud. VI, p. 10, 1926. F.A.D.

Pl. 137, fig. A.

Psalliota semota (Fr.) sensu Moeller, Friesia IV, p. 194.

DESCRIPTION.

Anneau en manchette pendante ou plus ou moins étalé, membraneux-mince; d'abord cotonneux au bord, il ne présente, à sa face inférieure, aucune doublure individualisée; il est d'abord tout blanc.

Chapeau 35-60 mm, quand fermé hémisphérique-subglobuleux à campanulé-hémisphérique, non tronqué, devenant, chez l'adulte campanulé-convexe à convexe ou largement aplani au disque, obtus ou obtusément mamelonné, le bord retombant au début se terminant par une marginelle excédente de 2 mm de large, nu ou densément fibrilleux-peigné hors du disque ou densément chiné hors du centre de mèches très appliquées, aranéofibrilleuses ou formées de fibrilles radiaires, qui proviennent vraisemblablement de la rupture du voile universel; chez le jeune celui ci est indiscutablement pourpré, purpuracé clair, par ex. Mu. 7.5 R 7/3, 7/4, mais plus tard les mèches peuvent se détacher en brun pâle 10 YR 7/3 sur fond blanc jaunâtre; finalement, après la récolte et le transport, la surface piléique peut devenir brunâtre sale ou ocre brunâtre, Mu. 9 YR 7/5 à 1 ou 2 Y 8/6.

Chair d'épaisseur moyenne, sauf au bord où elle est mince, blanche.

Stipe 30-42 × 5-9 mm, égal, puis progressivement épaissi de haut en bas jusqu'à 6-15 mm, avec l'anneau inséré peu au dessus du milieu ou à 10-13 mm des lames; le pied est blanc au début; il reste blanchâtre ou se colore faiblement de jaunâtre ou de roussâtre; d'abord tomenteux-appliqué sous l'anneau, le stipe est glabre au dessus, mais parfois strié; il devient entièrement nu; il est de bonne heure étroitement farci ou creux; son cortex peut devenir faiblement carné roussâtre, Mu. 10 YR 7.5/5 dans la partie supérieure chez les vieux exemplaires; il est séparable du chapeau.

Lames libres, jamais rosées, même chez les carpophores encore fermés dont le chapeau n'a que 15-18 mm de large, où elles sont blanchâtres ou pratiquement blanches, Mu 2.5 Y 8/2; elles deviennent chez l'adulte gris violacé ou gris pourpré, 10 YR 7/1.5 à 2.5 YR 6/2.5, puis brun foncé ou noirâtres.

Odeur non anisée, plutôt légèrement désagréable.

Les surfaces du chapeau et du pied se tachent très vite après froissement de jaune citron 3.5-4.5 Y 8.5/11 à jaune d'or, pouvant virer à la longue à orangé roussâtre; la chair ne jaunit pas.

Chez les jeunes, KOH ou H₂ SO₄ jaunissent le revêtement piléique; la couleur jaune vire aussitôt au rouge-brun avec le second réactif. Ces réactions peuvent être négatives sur les vieux carpophores passés, mais les lames de ceux-ci verdissent franchement en présence de l'un ou l'autre des réactifs cités; chez le jeune carpophore KOH jaunit instantanément les lames, comme le chapeau et le stipe.

Spores (am.) 5-6,2 × 3,7-4,5 μ, généralement elliptiques, parfois pruniformes ou ovoïdes de profil, avec fort apicule obliquement latéral, à paroi épaisse, brun foncé, sans pore apical distinct.

Basides à 4 stérigmates × 6,5-7 μ (am.).

Arête des lames (am.) franchement stérile (au moins par endroits) par des poils bien différenciés, nettement plus larges, × 7-12 μ que les basidioles et ne contenant pas de protoplasme en quantité appréciable. Leur longueur est très variable, 12-45 μ, et il arrive qu'en certains endroits de l'arête les plus longs aient leur partie inférieure couchée sur celle ci, mais ailleurs ils sont dressés en palissade régulière. Ils varient de clavi-

formes à piriformes ou éventuellement obovales à subglobuleux, mais il n'est pas rare d'en rencontrer dont le sommet est contracté en un court appendice; les poils ventrus ou ventrus-fusifformes ne sont pas rares non plus.

Revêtement piléique (am) à base d'articles \times 4-11 μ , moyennement allongés à courts.

HABITAT ET RÉCOLTES.

Dans les mousses d'une Dryadaie à *Salix reticulata*.

Laponie suédoise: Mt Laktatjakko, N 700 m, 11-8-67 (K.67-87) et 18-8-67 (K.67-155). 15 carpophores examinés.

OBSERVATIONS.

Par la largeur de son chapeau (40-55 mm) et par son aspect général *P. rubella* Gill. forma *pallens* Lange (F.A.D., pl. 137, fig. A) rappelle beaucoup le champignon décrit ci dessus. Il aurait cependant les spores plus petites, 5-5.5 \times 3-3.5 μ et les poils marginaux des lamelles plus étroits, \times 6-7 μ .

PILAT, qui synonymise la f. *pallens* Lange à son *A. rubellus*, dont le chapeau a 40-60 mm de large, donne mêmes mesures de spores que LANGE et des poils marginaux encore plus étroits, \times 5-6 μ , non frappants.

MOELLER, qui considère que f. *pallens* Lange n'est autre que son *Psalliota semota* Fr., donne pour les poils marginaux une largeur plus proche de celle de notre champignon, soit 8-14 μ , le plus souvent 12 μ , mais pour les spores des dimensions encore plus faibles que LANGE, 4-5 \times 2.5-3.5 μ . Les dimensions des carpophores du *semota* de MOELLER sont celles de notre champignon. Chapeau 30-50 mm; stipe 40-60 \times 6-9 mm d'épaisseur à la base.

Si notre espèce peut être le *semota* de MOELLER ce n'est pas le *semota* de PILAT, qui est un champignon de petites dimensions (Chapeau 15-30 mm; stipe 25-30 \times 3-6 mm). Ce n'est pas non plus le *semota* des *Icones* de FRIES (Pl. 131, fig. 1), dont le stipe est figuré d'un roux assez foncé (comme le chapeau) dans ses deux tiers inférieurs (jusqu'à l'anneau). Le texte des *Icones* est très précis sur ce point: « *Velum rubellum, stipitem ad 2 lin. infra apicem — ut in A. granuloso — vestiens ibidemque in annulum parum patentem, fugacem abruptum* » ou « *Stipite ... velo infero rubello et prope apicem in annulum patulum abrupto ex maxima parte vestito* ».

Agaricus purpurellus (Moeller) Moeller.

Syn. — *Psalliota purpurella* Moeller, Friesia, IV, p. 193, 1952.

DESCRIPTION.

Anneau bien marqué, en manchette pendante, mais mince ou même très mince et délicat, simple.

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

Chapeau de 20-48 mm de large, campanulé-convexe puis convexe, parfois relevé d'un mamelon obtus mais très net, purpuracé sale, Mu. vers 10 R 4/3, puis brun clair, 7.5 YR 6/5 au disque ou au mamelon, le revêtement étant ailleurs plus ou moins disjoint en un aranéfibrillum de même couleur que le disque mais laissant voir le fond pâle-sale, ou moucheté de très fines méchulles formées de fibrilles radiaires brunes sur fond jaunâtre, Mu. 10 YR 7/6 plus ou moins dilué, à chair d'épaisseur moyenne, blanche.

Stipe de 26-40 mm de long, de 3,5-6 mm d'épaisseur en haut, subégal ou plus ou moins renflé-claviforme en bas, où son épaisseur peut atteindre 10 mm chez les grands carpophores. Le pied est blanc jaunâtre en haut; sous l'anneau il est jaunâtre, Mu. vers 1-2 Y 9/7, ou, par places 10 YR 8/8 et feutré-cotonneux, ou encore roussâtre-orangéâtre, vers 7.5 YR 7/6, 6/6 sous un dense fibrillum aérifère. Il se creuse plus ou moins étroitement, la cavité présentant un aranéum soyeux blanc, et son cortex est brunâtre hyalin, 7.5 YR 7/4 à orangéâtre sale, vers 7.5 YR 6/8 à 10 YR 7/6.

Lames serrées, libres, grises ou brun-gris pourpré, puis noires, Mu. 2.5 YR 7/2, puis 10 YR 5/2 à 5 YR 3/2, 3/1.

Odeur nulle ou subnulle à la coupe.

Spores (am.) 5,5-6,2 × 3,7-5 μ, elliptiques, apparemment non porées sur les vues de profil et de face.

Basides à 4 stérigmates (parfois mêlées de basides bisporiques).

Arête des lames avec des poils stériles très évidents car enflés, × 19-25 μ (in vivo), × 11-20 μ (am.), piriformes, à sommet très largement arrondi.

Revêtement piléique (am.) à base d'articles × 6-13 μ, plus ou moins courts.

HABITAT ET RÉCOLTES.

Au voisinage de *Dryas* mêlés ou non de *Salix reticulata*.

Vanoise, aux environs de Pralognan : Moriond, N.W., 2 150 m, 26-7-63 (K.63-50), 17-8-63 (K.63-119).

OBSERVATIONS.

Par la grande largeur de ses poils marginaux, ce champignon s'écarte du *P. rubella* décrit plus haut, mais il en est par ailleurs très proche, ayant notamment même dimension de spores. Le chapeau est un peu moins large et le stipe un peu moins épais, mais ces différences légères pourraient être dues à la différence d'habitat. La couleur pourprée du chapeau semble toutefois plus soutenue.

Il ne faut cependant pas oublier que, des forêts de *Picea*, on a décrit des champignons dont les carpophores ont des dimensions proches de celles de la plante de Moriond, par exemple *A. semotus* Fr. au sens de PILAT (chapeau 15-30 mm; stipe 25-30 × 3-6 mm), dont le chapeau est

brun rougeâtre rouillé à vineux sale au sommet et *A. purpurellus* Moeller (chapeau 25-35 mm; stipe 30-40 × 4-5 mm, jusqu'à 10 mm d'épaisseur à la base), dont le chapeau est vineux ou rouge lilacé, plus obscur au milieu.

De ces deux champignons le plus proche du nôtre par les dimensions des spores est le *semotus* de PILAT (sp. 5.5-6 × 3,5-4 μ); le *purpurellus* de MOELLER aurait les spores plus petites (4-5 × 3-3,75 μ).

Les poils marginaux sont toutefois moins larges chez *purpurella* (10-13 μ) et chez *semota* (8-10 μ) que chez le *Psalliota* du Moriond.

Au sens de MOELLER, *P. purpurascens* Cooke se rapproche davantage de l'espèce du Moriond par ses spores 4,5-5,5 (-6) × 3-3,5 (4) μ et par ses poils marginaux de 8-18 μ de large (ordinairement 12-14 μ), mais ses carpophores sont beaucoup trop gros: Chapeau 60-80 mm; stipe 50-60 × 10-15 mm, jusqu'à 20 mm d'épaisseur à la base.

DIAGNOSE LATINE D'UNE VARIETE NOUVELLE

Agaricus campestris L. ex Fr., var. *pilatianus* Kühner, var. nov.

A Var. *campestri* differt annulo ampliore, tenuiter membranaceo. Typus Herb. Kühner: K. 67-19.

BIBLIOGRAPHIE

- DENNIS, R.W.G., ORTON, P.D. et HORA, F.B. (1960). — New check list of british Agarics and Boleti. *Trans. Brit. Myc. Soc., Suppl.* p. 1-225.
- MOELLER, F. (1950). — Danish Psalliota species. *Friesia*, 4, p. 1-60.
- MOELLER, F. (1952). — Danish Psalliota species. *Friesia*, 4, p. 135-220.
- PILAT, A. (1951). — The bohemian species of the genus Agaricus. *Act. Mus. nat. Fragae*, 7 B 1-1-142. Pl. I-XVII.

AGARICALES DE LA ZONE ALPINE GENRE OMPHALINA ⁽¹⁾

(1^{ère} partie)

par M^{lle} D. LAMOURE (2)

Résumé. — Etude de 6 petites Omphales brunes : *O. pyxidata* (Bull. ex Fr.) Quél., *O. hepatica* (Fr. ex Fr.) Orton, *O. pseudomuralis* nov. sp., *O. chionophila* nov. sp., *O. kuehneri* nov. sp., et *O. rivulicola* (Favre) comb. nov.

Summary. — Study of six small Omphales brown : *O. pyxidata* (Bull. ex Fr.) Quél., *O. hepatica* (Fr. ex Fr.) Orton, *O. pseudo-muralis* nov. sp., *O. chionophila* nov. sp., *O. kuehneri* nov. sp., et *O. rivulicola* (Favre) comb. nov.

Cette première contribution à la connaissance des Omphales de la zone alpine comporte l'étude d'espèces de couleur brune : brun-roux, brun-violacé, brun-fauve, pouvant être groupées autour de *O. pyxidata*.

Ce nom figure dans presque toutes les études ou les listes de récoltes de champignons des hautes montagnes ou des régions arctiques. J. FAVRE (1955) dit cette Omphale abondante dans la zone alpine des Alpes Suisses, surtout celle du Parc National des Grisons qu'il a tout spécialement explorée; A. BLYTT (1904) la mentionne pour la Norvège dans les montagnes du Dovre; elle est aussi en Laponie : environs d'Abisko (M. LANGE, 1946), de Karajosk (M. LANGE, 1967), de Kevo (P. KALLIO et E. KANKAINEN, 1964); plus loin de nous, M.P. CHRISTIANSEN (1941) l'a trouvée en Islande, M. LANGE (1955) au Groënland, et E. OHENOJA (1971) au Spitzberg.

Nous-même avons récolté, dans la zone alpine de la plupart des massifs alpins ou scandinaves explorés, d'innombrables lots d'Omphales

(1) Voir :

— Agaricales de la zone alpine. Introduction (par R. KÜHNER et D. LAMOURE), Bull. Soc. Mycol. Fr., 1970, 4, 875-881.

— Agaricales de la zone alpine. Genre *Clitocybe* (par D. LAMOURE). Travaux scient. du Parc National de la Vanoise, II, 1972, 107-151, en particulier « Conventions et Abréviations », p. 108.

(2) Département de Biologie Végétale, Laboratoire de Mycologie associé au C.N.R.S., Université Claude Bernard Lyon I, 43, Boulevard du 11 novembre 1918-69 621 - Villeurbanne.

brunes pouvant être à première vue rapportés à *pyxidata*. Mais ayant étudié avec soin chaque récolte, noté l'aspect et la couleur des carpophores, observé la forme des spores projetées, plusieurs groupements de récoltes se sont imposés et nous avons été amenée à envisager que *O. pyxidata*, telle qu'elle semblait conçue par les auteurs, était en fait une espèce collective. En ce point de nos recherches, nous sommes maintenant convaincue de l'existence de plusieurs espèces, car les résultats des

TABLEAU I
Résultats des confrontations entre haplontes (1)
des différentes souches étudiées (2).

Signe + : il y a eu diploïdisation = souches interfertiles = conspécifiques.
Signe - : il n'y a pas eu diploïdisation = souches interstériles = n'appartiennent pas à la même espèce.

Numéros des souches	L. 64-144	L. 66-118	L. 63-52	L. 65-44	L. 68-22	L. 68-31	L. 69-213	L. 71-107	L. 71-112	L. 69-212	10-9-71	L. 72-205	L. 61-33	L. 63-35	L. 63-78	L. 64-41	L. 71-34	L. 62-27	L. 63-5	L. 64-129	L. 68-32	10-9-70	L. 71-116	L. 72-101	Espèces	
	L. 64-144	L. 66-118	L. 63-52	L. 65-44	L. 68-22	L. 68-31	L. 69-213	L. 71-107	L. 71-112	L. 69-212	10-9-71	L. 72-205	L. 61-33	L. 63-35	L. 63-78	L. 64-41	L. 71-34	L. 62-27	L. 63-5	L. 64-129	L. 68-32	10-9-70	L. 71-116	L. 72-101		
L. 64-144		+	-	-																					pyxidata	
L. 66-118			-	-																						
L. 63-52	-	-		+	+		+	+	+																pseudomuralis	
L. 65-44				+			+	+	+																	
L. 68-22	-	-		+			+	+	+																	
L. 68-31					+		+	+	+																	
L. 69-213				+	+	+	+		+																	
L. 71-107					+	+																				
L. 71-112	-			+	+	+	+	+	+																	
L. 69-212											+	+													chionophila	
10-9-71	-	-									+	+														
L. 72-205											+	+														
L. 61-33	-													+	+	+	+								rivulicola	
L. 63-35														+	+	+	+									
L. 63-78	-													+	+	+	+									
L. 64-41	-													+	+	+	+									
L. 71-34														+	+	+	+									
L. 62-27																									kuehneri	
L. 63-5																										
L. 64-129																										
L. 68-32																										
10-9-70	-	-																								
L. 71-116																										
L. 72-101																										
Espèces	pyxidata		pseudomuralis							chionophila			rivulicola					kuehneri								

(1) Avec la collaboration technique de Marie-Claude FORRAT.

(2) Les mycéliums de ces Omphales poussent très lentement: il n'a pas été possible d'entreprendre davantage de confrontations.

confrontations entre haplontes de souches différentes font apparaître plusieurs groupes interstériles, faits chacun de plusieurs souches interfertiles. (tabl. I).

A observer « sur table » les carpophores frais des 6 espèces que nous allons présenter dans ce travail, les différences dans l'allure générale des fructifications, la couleur de leurs différentes parties, leurs caractères anatomiques, la forme et la dimension des spores sont minimes; peu de différences sensibles non plus entre les exemplaires secs. Mais « sur le terrain » on remarque que les caractéristiques écologiques de 3 au moins de ces 6 espèces sont bien différentes: nous aurons l'occasion de les préciser au cours de l'étude de chacune d'entre elles.

*
**

Caractères généraux: il s'agit de champignons de petite taille, non cassants (élastiques) très hygrophanes; la pigmentation des revêtements et de la chair est dûe à la présence de plaquettes brunes (nuance variable) sur la face externe de la paroi des hyphes; la paroi des spores n'est pas amyloïde. Ils poussent à terre, ou dans des tapis de mousses (mais non sur les mousses) et ne semblent pas liés aux arbrisseaux nains de la zone alpine (pas de mycorrhizes).

Clé aidant à la détermination des espèces citées.

- 1) Sur la terre nue, souvent au bord des chemins 2
 - 2) Spores (au moins 50 % des) à tendance amygdaliforme
7-8 × 5-6 μ *O. pyxidata*
 - 2') Spores de forme différente
 - 3) Pied velouté; sp. 7-7,5 × 4,5-5 μ *O. hepatica*
 - 3') Pied non velouté; sp. 7-8,5 × 4,5-5,5 μ . *O. pseudomuralis*
- 1') Dans les mousses humides 4
 - 4) Dans les combes à neige, souvent parmi *Salix herbacea*.
Spores 8-11 × 5-5,5 μ *O. chionophila*
 - 4') Ailleurs.
 - 5) Au bord des ruisselets
Spores courtes, obtuses 8-11 × 5,5-7 μ .. *O. rivulicola*
 - 5') Dans les mouillettes ou au bord des petits marais
Spores plus longues, 9-12 × 5,5-7 μ *O. kuehneri*

***Omphalina pyxidata* (Bull ex Fr.) Quél.**

1) Récoltes de la zone alpine.

DESCRIPTION.

Chapeau 9-18 mm, très brusquement et très profondément ombiliqué, à bords retombants, striolés par transparence et même ridulés-festonnés

par l'empreinte des lames; de couleur uniforme brun-roux moyennement foncé : Mu. 5 YR 3/6-4/6 — 6 YR 4/6, ou Expo. 46 F, 44 E - F; glabre luisant à l'œil nu, ruguleux sous la loupe par un léger fibrillum imbu inné concolore un peu en relief.

Stipe 14-25 × 1,5-2 mm, grêle, égal; imbu, un peu plus clair que le chapeau Mu. 7.5 YR 4/6 — 4,5/6, ou s'il est subconcolore sous les lames : Expo 54 D, 54 D-E, plus pâle à la base; glabre à l'œil nu; sous la loupe, on distingue un très subtil fibrillum très lâche, discontinu, blanchâtre soyeux aérifère.

Lames peu serrées à franchement espacées (1 lamellule) souvent inégales, parfois fourchues; arquées décurrentes; claires non blanches : brunâtre sale : Mu. 10 YR 7/3, 7/4 — Expo. 62-63 C.

Odeur de l'extérieur et à la section : subnulle, ou légèrement boletoïde-aigrelette (non pélargoniée !).

Spores 7-8 (10) × 5-5,5 μ, de forme et de dimension assez variables d'un carpophore à l'autre et même dans une même sporée : elliptiques à ovoïdes de face, à profil très caractéristique, presque amygdaliforme par étirement de l'apex et à apicule souvent très déjeté. Un seul noyau (Giemsa).

Basides tétrasporiques; arête fertile.

Revêtement piléique : hyphes × 5-8 μ, à paroi incrustée de plaques pigmentaires brunes y dessinant des zébrures. Vu (une fois) quelques bouts libres grêles × 3-4 μ, hyalins, semblant venir d'hyphes profondes dont ils sont des diverticules latéraux (observation sans signification spécifique).

Chair piléique pigmentée en surface, à hyphes incrustées emmêlées × 8-12 μ, plus pâle en profondeur.

Revêtement du stipe : hyphes × 3-5 μ, à incrustations brunes.

Boucles présentes dans toutes les parties du carpophore, jusqu'au pied des basides.

HABITAT ET RÉCOLTES.

Cette petite Omphale apparaît en troupe à l'automne au bord des sentiers, sur les petits talus ou banquettes, dans les associations ouvertes des endroits souvent secs, parmi des mousses rases, parfois quelques lichens, ou quelques phanérogames en végétation discontinue. Elle semble cantonnée aux parties inférieure et moyenne de la zone alpine.

Arc alpin : Vanoise : vieux chemin de Montaimont, terre finement graveleuse, mousses rases, 2000 m, 23-8-65; cirque de l'Arcellin supérieur, au bord du sentier, 2150 m, 29-8-63.

Préalpes du Faucigny, sous la Tête des Prés des Saix, 2300 m, 1-9-59 (K. 59-31).

Grisons : Val Scarl, Valbella, 2300 m, 24-8-66; entre le Mot del Gajer et le Piz Mezdi, 2500 m, (L. 66-36).

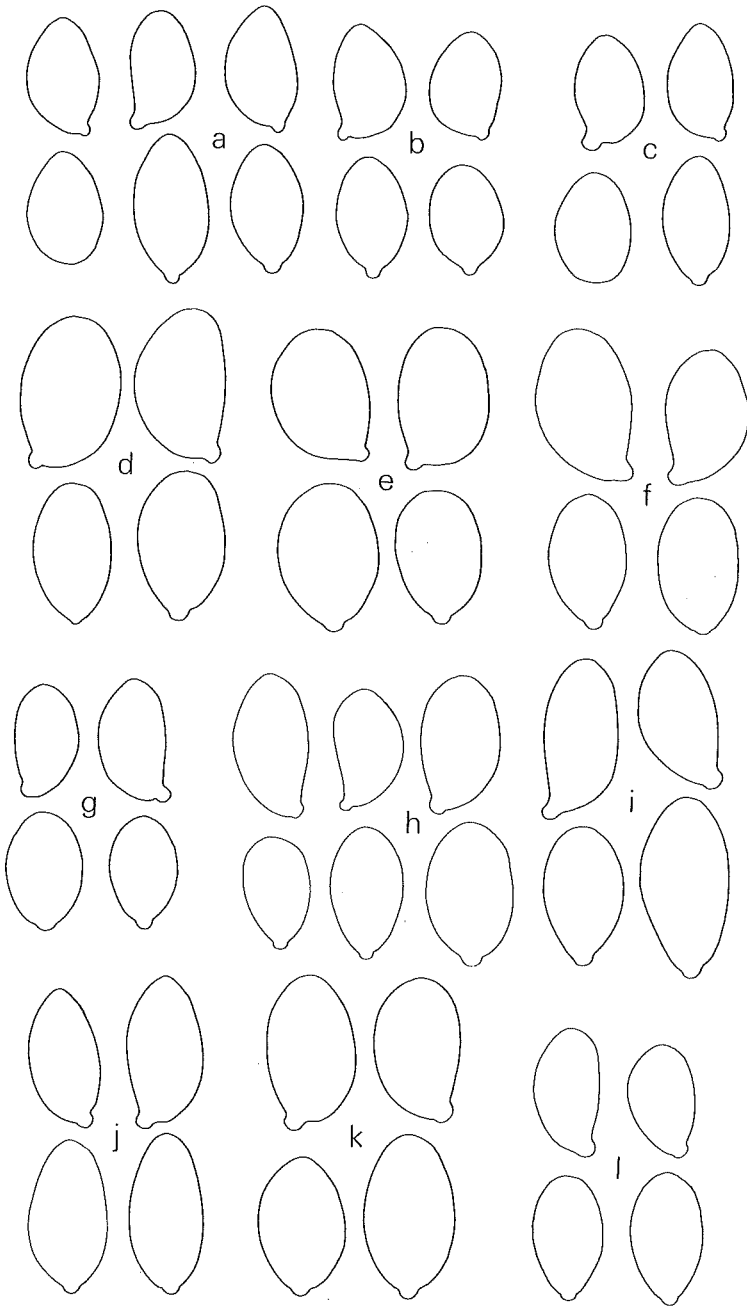


PLANCHE I

Spores $\times 2000$

a : *O. pyxidata*, L.66-36; b : id., L.66-118; c : id., L.72-100; d : *O. rivulicola*, L.62-36;
 e : id., L.64-41; f : id., L.71-34; g : *O. pseudomuralis*, L.65-44; h : *O. kuehneri*, L.72-101;
 i : id., L.71-116; j et k : *O. chionophila*, 10-9-71; l : *O. pseudomuralis*, L.71-112.

Tyrol : Oetzal, environs d'Obergürgl, 1950 m, 28-8-69.

Montagnes scandinaves : Laponie suédoise, environs d'Åbisko, Laktat-Jåkko, N. 900 m, 18-8-67; Tjätjenjasketjärro, E. 1100 m, 22-8-72 (L. 72-100).

OBSERVATIONS.

Bien que de forme et de dimension variables, les spores ne nous sont jamais apparues aussi grandes que J. FAVRE ne le mentionne (11-12 μ) pour certaines de ses récoltes qui recouvrent peut-être une des espèces voisines que nous reconnaissons, qui justement a des spores un peu plus grandes que *pyxidata* et dont nous parlerons plus loin. Mais — et c'est, nous semble-t-il, le caractère essentiel sur lequel nous devons insister — elles ont toujours le profil subamygdaliforme caractéristique (pl. 1 fig. a) que nous avons appris à reconnaître sur sporées provenant de carpophores déterminés *pyxidata* par R. KÜHNER (1) et récoltés par lui en plaine. Ce profil est très bien figuré par J. FAVRE (p. 48, fig. 25).

Nous n'avons malheureusement jamais pu obtenir les mycéliums d'origine monosporique correspondants à nos récoltes alpines, et n'avons donc pas pu en établir l'identité par interfertilité avec les souches de la zone silvatique dont nous donnons, à titre de comparaison, une brève description des carpophores.

2) Récoltes de la zone silvatique.

DESCRIPTION.

Chapeau 5-22 mm, profondément et assez brusquement ombiliqué, à bords retombants et alors à marge festonnée par l'empreinte des lames; imbu de couleur uniforme brun-rougeâtre assez foncé: Mu. 5 YR 3/3, 3/4, chez le jeune, puis 5 YR 3,5/4, 5 YR 4/6, pouvant être plus brun-jaunâtre 6.5 YR 5/6 - 8.5 YR 6/6; glabre à l'œil nu, et strié par transparence sauf chez les très jeunes; sous la loupe, finement ruguleux; déshydraté, opaque, brunâtre pâle Mu. 2.5 Y 9/2, 9.25/2. Chair mince brunâtre quand imbue.

Stipe 18-32 \times 1-2 mm, égal, de couleur uniforme, pratiquement concolore au chapeau: Mu. 5 YR 3/3, 3/4, 4/6; absolument glabre à l'œil nu quand imbue; sous la loupe, à peine ruguleux par des fibrilles longitudinales; plein dans le jeune âge, puis farci par une chair brunâtre plus pâle que le cortex, puis à peine fistuleux.

Lames pas très serrées, (1 système de lamellules inconstant), parfois même espacées; arquées, décourrentes, à longuement décourrentes, non blanches, mais claires: brunâtre pâle, beige-jaunâtre un peu « sale »: Mu. 10 YR 7/3, 1.5 Y 8/2.

(1) Nous le remercions bien vivement de nous avoir communiqué études descriptives, sporées et exsiccata de plusieurs récoltes typiques.

Odeur de l'extérieur et à la section : nulle.

Spores 7-8 × 5-6 μ; de forme très variable en vue de face, elles sont elliptiques, souvent ovoïdes; le profil est très caractéristique, tendant à la forme en amande mais devenant dissymétrique comme par courbure de l'axe passant par l'apex et l'apicule. Un seul noyau (Giemsa).

Basides tétrasporiques; arête fertile.

Revêtement piléique : hyphes × 5 μ à paroi fortement incrustée de plaques brunes, tortueuses-emmêlées sans direction prédominante, à bouts libres un peu clavés × 7 μ.

Chair piléique emmêlée, hyphes × 6-8 μ, celles proches de la surface à incrustations brunes.

Cortex du stipe : hyphes × 3 μ, à paroi brune et incrustée; chair pâle, hyphes × 8 μ à paroi lisse.

Boucles présentes au pied des basides, et à toutes les cloisons des hyphes du carpophore.

HABITAT ET RÉCOLTES.

En troupe nombreuse, sur de la terre sablonneuse d'un talus de voie ferrée, association ouverte à *Rhacomitrium canescens*, *Thuidium abietinum* et *Barbula* sp. St Hilaire-de-Brens (Isère) 15-10-64 (L.64-144); Ibid. 10-11-66 (L.66-118).

Omphalina pseudomuralis nov. sp.

Diagnose — *Pileo primum e convexo plano, dein e concavo plano, obtuse umbilicato, imbuto obscure e rubido brunneo, glabro, in margine striolato. Stipito glabro, imbuto concolore pileo, paulo superne sub lamellis pallidiore. Lamellis parum stipatis, crassiusculis, decurrentibus, pallide brunneolis, e rufulo carneo colore tinctis.* — *Sporis* 7-8,5 (9) × 4,5-5,5 μ, *ovatis-ellipsoideis*. *Odore nullo.* — *In terra nuda, praeter itinera.* — *Typus in Herb. D. LAMOURE n° L. 71-112.*

DESCRIPTION.

Chapeau 5-20 mm, d'abord plan-convexe, à peine déprimé au disque, à bords retombants festonnés par l'empreinte des lames, puis plan concave, obtusément ombiliqué, mais pouvant aussi avoir un ombilic brusque et profond; imbu de couleur uniforme brun-roux, brun rougeâtre assez foncé, d'abord Mu. 2.5 YR 3/4, puis 5 YR 3/4, 4/4, 4/5, 6.5 YR 4/6, 7.5 YR 3/6, 4/6; opaque chez les jeunes seulement, puis striolé à la marge; glabre à l'œil nu; sous la loupe, parcouru de rares fibrilles apprimées parfois aérifères, le plus souvent imbues concolores; déshydraté brunâtre pâle; chair mince.

Stipe 9-22 × (0,7) 1-2 mm, égal, imbu concolore au chapeau : Mu. 5 YR 3/4, 4/4, 5/4, 6 YR 3/6, 7.5 YR 5/4, 4/6; parfois un peu plus pâle

sous les lames 7.5 YR 6/6; glabre à l'œil nu; sous la loupe, parcouru de lâches fibrilles tantôt aérifères soyeuses tantôt apprimées, imbuës concolores; il est plein d'une chair aérifère brun pâle, puis devient étroitement fistuleux.

Lames peu serrées (1 système de lamellules) quelques fois bifurquées, assez épaisses (imprimant la denticulation aux bords du chapeau); plus ou moins longuement décurrentes (selon la profondeur de l'ombilic !) mais jamais évanescentes au stipe; claires : brunâtre pâle à peine lavé de carnéroussâtre : Mu. 10 YR 7/3, 7/4, 8/3, 1.5 Y 8/2.

Odeur de l'extérieur et à la section : nulle.

Spores 7-8,5 (9) \times 4,5-5 (5,5) μ , elliptiques parfois ovoïdes, de forme assez variable; uninucléées (Giemsa).

Basides tétrasporiques; arête fertile.

Revêtement piléique : hyphes \times 4-5 μ , emmêlées en tous sens, à paroi toujours incrustée, flanquée de plaquettes grossières brun-rougeâtre sombre; bouts libres apprimés \times 8 μ .

Chair piléique toute colorée en brunâtre par les incrustations des hyphes \times 8-10 μ .

Cortex du stipe : hyphes grêles \times 3-5 μ , à paroi incrustée de plaquettes brunes, à bout libre apprimé légèrement clavé et à paroi lisse.

Chair du stipe : hyphes plus larges \times 8-10 μ .

Boucles présentes au pied des basides et à toutes les cloisons des hyphes du carpophore.

HABITAT ET RÉCOLTES.

Sur la terre nue des talus, des bords de sentiers, des banquettes moussues de la zone alpine inférieure.

Arc alpin : Vanoise : front morainique remanié du Glacier de l'Arcelin, N. 2250 m, 29-8-63 (L. 63-79); vieux sentier de Montaimont, près du Pont de la Pêche, 1900 m, 24-8-63 (L. 63-52); 24-8-65 (L. 65-44) et (L. 65-46); 23-8-68 (L. 68-31); près des Chalets de La Glière, 2100 m, 8-9-69 (L. 69-213), 12-9-71 (L. 71-107); Vallon de la Rosière, Pas de la Fouèche, 1800 m, 19-8-68 (L. 68-22); Vallon de La Rosière, 1550 m, 14-9-71 (L. 71-112).

Toutes ces souches sont interfertiles. De nombreuses autres récoltes alpines se rapportent à cette espèce, mais n'ont pas fait l'objet d'étude descriptive détaillée.

OBSERVATIONS.

Cette espèce ressemble beaucoup à *pyridata* : même port, même taille, même couleur, (ou des différences si faibles qu'elles s'inscrivent dans la marge de variabilité !), même habitat. Elle en diffère cependant par les spores dont, certes, les dimensions et les proportions (rapport longueur sur largeur) sont les mêmes, mais qui, projetées, ne montrent jamais

la moindre tendance à être amygdaliformes comme le sont au moins 50 % de celles de *pyxidata*.

Différence mineure ? Et pourtant il s'agit bien de deux espèces distinctes puisque toutes les confrontations entre haplontes de souches de l'une et de l'autre espèce sont négatives.

Nous n'avons trouvé *pseudomuralis* qu'en zone alpine, mais dans des habitats si peu particuliers à cette zone de végétation que nous pensons que cette espèce doit, comme *pyxidata*, pousser plus bas.

Comme le nom choisi l'indique, *pseudomuralis* est sûrement proche de *muralis* (non ss. RICKEN) qui, pour certains auteurs (QUELET, KONRAD et MAUBLANC par ex.) est un champignon si proche de *pyxidata* qu'il lui est subordonné comme variété ! Mais ne trouvant pas dans la littérature de description suffisamment précise de *O. muralis*, nous préférons nommer différemment le champignon que nous ne connaissons pour l'instant qu'à travers nos récoltes alpines.

Omphalina hepatica (Fr. ex Fr.) Orton

DESCRIPTION.

Chapeau 11-18 (25) mm, plan-concave à bords retombants, un peu ombiliqué; de couleur uniforme : brunâtre moyen, blond-beige moyen : MP. 12 B 7/8 = Mu : 5 YR 5/6 - 6.5 YR 5/6 - 7.5 YR 5/6, 6/6, parfois un peu plus sombre chez le jeune Mu. JYR 3/4 4/6; légèrement strié par transparence à la marge; glabre à l'œil nu chez l'adulte, mais chez le jeune, tout mat par le velours ras dressé qui le recouvre; avec l'âge, le velours s'affaisse et sous la loupe on ne voit plus qu'une surface ruguleuse à cause des brins imbus concolores apprimés. Après déshydratation devient blond très pâle. Chair très mince, imbue concolore.

Stipe 12-20 × 1-2,5 μ, égal, subconcolore au chapeau ou un peu plus pâle et alors avec un reflet carné : Mu. 7.5 YR 7/3 - 10 YR 7/3; mat par une très fine hispidité rase sur toute sa longueur, résoluble à l'œil nu; plein d'une chair aërifère, puis fistuleux.

Lames peu serrées à assez espacées, (1, rarement 3 lamellules) arquées, longuement décurrentes souvent par une pointe aiguë; subconcolores au chapeau mais plus pâles : 10 YR 7/3, 7,5/3.

Odeur : de l'extérieur et à la section : nulle.

Spores : courtement elliptiques à apicule déjeté, (6) 7-7,5 × 4,5-5 μ. Uninucléées (Giemsa).

Basides tétrasporiques : arête fertile.

Revêtement piléique : hyphes × 5-7 μ, tortueuses, à paroi chargée de plaques pigmentaires.

Revêtement du stipe : hyphes grêles × 3-4 μ, ramifiées, à courts bouts libres non claviformes, à paroi plus colorée que le cortex.

Boucles présentes dans toutes les parties du carpophore, jusqu'au pied des basides.

HABITAT ET RÉCOLTES.

Arc alpin : Vanoise : dans les mousses, sous les Saules arbustifs (*S. hastata*, *S. arbuscula*) au bord d'un bras du torrent, Cirque du Génépy, 2300 m, 24-8-63 (L. 63-47).

Montagnes scandinaves : Rondane, environs d'Hovringen, Kvannsdaadalen, 900 m, 11-8-64 (L. 64-74), sur le sable des alluvions parmi les mousses dans une végétation de petite pelouse.

OBSERVATIONS.

Il s'agit sans nul doute d'*O. hepatica* ss. Orton (1960, p. 336). En effet par ses couleurs d'ensemble brun moyen, par la fine hispidité du stipe, par les dimensions des spores, par l'habitat aussi, les carpophores alpins ressemblent à ceux décrits par P.D. ORTON. Nous pensons avec lui qu'*O. hepatica* a du être souvent confondu avec *O. pyxidata*.

Omphalina chionophila nov. sp.

Diagnose — *Pileo primum e convexo plano, paene medio depresso, dein plano ac alte umbilicato, imbuto obscure fusco, glabro, primum opaco, dein in margine striato. Stipite e flavido brunneo, pallidiore quam pileus, farctus, dein fistuloso. Lamellis parum stipatis vel distantibus, decurrentibus, pallidis, primum fere albis, dein sordide gilvis. Odore nullo. — Sporis (7) 8-11 × 5-5,5 (6) μ, ellipsoideis, ad apicem angustioribus, sed obtusis. — In muscis, saepe inter Salices herbaceas, in zona alpina superiore. — Typus in Herb. D. LAMOURE n° L. 72-205.*

DESCRIPTION.

Chapeau 8-17 mm, d'abord plan-convexe à peine déprimé au disque et à bords retombants, voire même infléchis à la marge, puis plan par étalement des bords et nettement, souvent profondément ombiliqué. Imbu brun sombre, couleur d'une telle intensité que ne se révèlent pas d'éventuels composants rougeâtres ou jaunâtres : Mu. 2.5 YR 3/3, 5 YR 3/4 puis passant à 6 YR 4/6, 5/6; opaque, non strié sur la plupart des carpophores examinés, mais pouvant avec l'âge devenir strié par transparence à la marge; glabre à l'œil nu; sous la loupe, finement ruguleux comme chagriné par un fibrillum inné imbu concolore. Chair mince, brônâtre quand imbuée, plus pâle par le sec.

Stipe 11-23 × 1-2 mm, égal, ou subégal, surtout chez les exemplaires à stipe court, et alors progressivement épaissi de haut en bas; élastique non cassant; brun-glabre ou glabrescent à l'œil nu; sous la loupe tantôt finement ruguleux, tantôt subtilement voilé de lâches fibrilles soyeuses aérifères; il est plein farci d'une chair aérifère brunâtre pâle.

Lames de densité variable : moyennement serrées, à franchement espacées, décurrentes en pointe au stipe; claires : d'abord pratiquement blanches, puis beige jaunâtre sale Mu. 10 YR 8/3, 9/3.

Odeur de l'extérieur : nulle; à la section : faible odeur fongique.

Spores (7) $8-11 \times 5-5,5$ (6) μ , variables : les unes parfaitement elliptiques d'autres plus ventruées à la base et comme étirées à l'apex qui reste malgré tout très obtus; uninucléées (Giemsa).

Basides tétrasporiques; arête fertile.

Revêtement piléique : hyphes grêles $\times 3-4 \mu$, à fines incrustations brunes.

Chair piléique : hyphes $7-9 \mu$, certaines à paroi incrustée.

Revêtement du stipe : hyphes $3-4 \mu$ très finement incrustées reposant sur des hyphes hyalines ou à paroi à peine brunâtre.

Boucles présentes au pied des basides et à toutes les cloisons des hyphes du carpophore.

HABITAT ET RÉCOLTE.

Dans les hautes régions de la zone alpine de Vanoise, en troupe nombreuse toujours dans les tapis de *Salix herbacea*, parmi des mousses. Sous le col du Tambour, N. 2600 m, 6-9-69 (L. 69-212); Cirque du Vallonet, plan alluvial sous le front du Glacier de la Patinoire, N. 1650 m, 3-9-72 (L. 72-205); Vallon de l'Iseran, près du col de l'Iseran, N. 2600 m, 19-8-71 (L. 71-29); Massif de l'Iseran, sous l'Ouille des Reys, E. 2680 m, 10-9-71. A l'exception de L. 71-29, dont les spores n'ont pas germé, toutes ces souches sont interfertiles.

OBSERVATIONS.

C'est d'abord par ses spores plus grandes, moins amygdaliformes, à contour plus obtus, que cette espèce a retenu notre attention. Par son chapeau très sombre, son stipe bien plus clair, ses lames pâles, elle diffère de *pyxidata*. Son habitat aussi est très spécial : nous l'avons nommée *chionophila* pour l'avoir toujours récoltée en Vanoise en haute altitude, dans des combes à neige ou sur des pentes exposées au Nord, tardivement déneigées; elle croît parmi de petites mousses imbibées ou maintenues fraîches par les suintements des plaques de neige encore tout proches fin août, dans les tapis de *Salix herbacea*. Dans les limites de notre expérience, *O. chionophila* nous apparaît comme la plus acidiphile du groupe.

Il n'est pas impossible que certaines des *pyxidata* à grandes spores observées par J. FAVRE soient des *chionophila*.

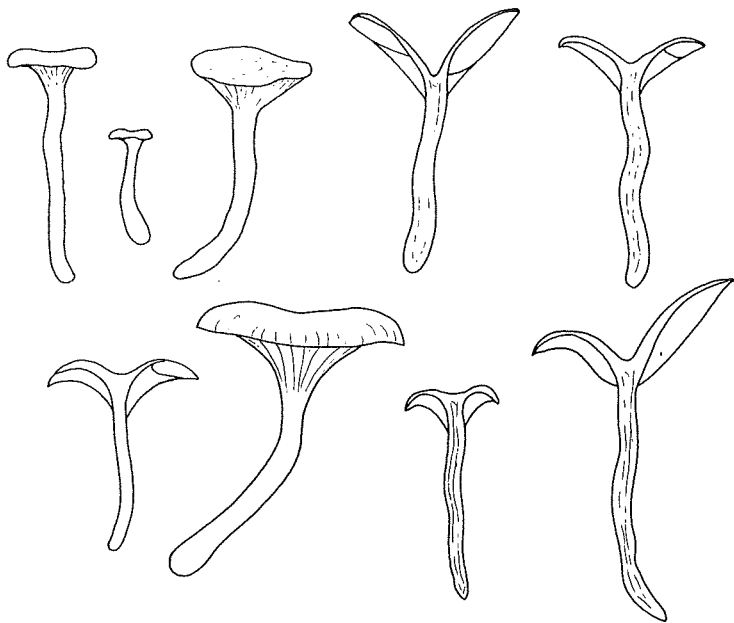
Omphalina rivulicola nov. sp.

Omphalia pyxidata (Bull. ex Fr.) Kummer var. *rivulicola* Favre (Favre, 1955, p. 49)

DESCRIPTION (planche II)

Chapeau $8-26$ mm, d'abord convexe-plan, à bords retombants et même enroulés puis plan concave, plus ou moins largement déprimé au disque, voire infundibuliforme, rarement creusé d'un brusque ombilic, parfois à

bords irrégulièrement relevés et comme gondolés, parfois aussi ridulé concentriquement; imbu d'aspect et de couleur très variables, tantôt remarquablement givré à l'œil nu, (ce givre dessinant parfois des zones concentriques), sur fond brun foncé, à composant rougeâtre: Mu. 2.5 YR 2/4, 3/2, 3/4, 4/4, 3.5 YR 3/4, 4/4 Expo 14H 23 - 24H; sous la loupe, le givre est résoluble: il est le fait de lâches fibrilles aérifères blanchâtres-dorées; tantôt non givré, alors tout imbu, strié ou non, brun foncé passant à brun-jaunâtre moyennement foncé: Mu. 5 YR 3/4, 4/3, 4/4, 3/6, 4/5, 4/6 - 6.5 YR 5/5, 5/6 - 7.5 YR 5/6, 6/5; glabre à l'œil nu, finement ruguleux sous la loupe. Déshydraté il passe à Mu. 10 YR 7/3, 8/3, 7/4, 8/4, parfois même 1.5-2.5 YR 7.5/3, 8.5/3, 8/4. Chair mince, uniformément pigmentée brun foncé quand imbue, brunâtre pâle après déshydratation.



Stipe 12-30 × 1,5-3 mm, égal ou un peu dilaté inférieurement surtout chez les jeunes, très rarement irrégulièrement comprimé, parfois flexueux; imbu subconcolore au chapeau dans les 2/3 supérieur, d'un brun moins profond non jaunâtre: Mu. 5 YR 4/4, 3/6, 4/6, 5/4, 6/4, de plus en plus pâle vers le bas: 7.5 YR 5/4, 6/4, l'extrême base enfouie dans les mousses pouvant être presque blanchâtre; glabre à l'œil nu; sous la loupe, on distingue parfois quelques lâches fibrilles aérifères blanchâtres le plus souvent rien d'autre que le cortex imbu; il est rarement plein d'une chair aérifère brunâtre pâle contrastant avec le cortex sombre, et devient vite étroitement fistuleux.

Lames plus ou moins espacées (1-3 lamellules) parfois seulement largement adnées, le plus souvent décurrentes en pointe au stipe mais non évanescents, parfois, surtout avec l'âge, interveinées, voire même veinées sur les faces dans le fond; brunâtre pâle Mu. 8.5 YR 7/4 - 10 YR 7/3, 7/4, 8/3-8/4.

Odeur de l'extérieur, non remarquable; à la section, légèrement fongique agréable.

Spores (7,5) 8-10,5 (11) \times 5,5-6,5 (7) μ , elliptiques, très obtuses, parfois obovales, uninucléées (Giemsa).

Basides tétrasporiques; arête fertile.

Revêtement piléique : hyphes 5-8 μ , à parois parfois fortement incrustées de plaques pigmentaires brunes, sous de lâches hyphes rectilignes hyalines 3-5 μ , dont certaines semblent nées de la profondeur du revêtement.

Chair piléique : hyphes 8-14 μ , les plus larges hyalines ou à paroi faiblement et uniformément colorées en brunâtre, d'autres, souvent les moins larges, à paroi incrustée.

Revêtement du stipe : hyphes filiformes 2,5-5 μ , zébrées-incrustées; en profondeur, hyphes plus larges à paroi non incrustée.

Boucles présentes au pied des basides et à toutes les cloisons des hyphes du carpophore.

HABITAT ET RÉCOLTES.

Apparaît en troupe nombreuse, dès fin juillet-début août, mais explose fin août - début septembre dans les mousses des bords des ruisselets.

Arc alpin : Vanoise : Cirque de l'Arcellin supérieur, entre les deux moraines du glacier de l'Arcellin : N. 2250 m, 19-8-61 (L. 61-33); 24-8-62 (L. 62-36); 22-8-63 (L. 63-35 et L. 63-37); au bord du Petit Lac dans les dalles au front du glacier de l'Arcellin, N. 2250 m, 29-8-63 (L. 63-78); Sous la Réchasse, N. 2600 m, 8-62 (L. 62-12) et (L. 62-29); Massif de l'Iseran : au bord du ruisseau de la Cema, E. 2600 m, 19-8-71 (L. 71-34). Toutes ces souches sont interfertiles.

Grisons : au bord du ruisseau juste sous le col del Gajer : N. 2600 m 8-66 (L. 66-84); sous le col de Taunter Pizza, 2600 m 31-8-66 (L. 66-90) pas de culture.

Montagnes scandinaves : Laponie suédoise, environs d'Abisko : Laktatjåkko, N. 600 m, 22-8-64 (L. 64-41) (interfertile avec les souches de Vanoise) Ibid., au lac, N. 950 m, 18-8-67; Lullehatjårro, S.E. 700 m, 18-8-72; Entre le Mt Nuolja et le Slattatjåkko au bord du ruisseau de Ridonjira, E. 950 m, 16-8-72.

OBSERVATIONS.

Dès nos premières saisons de recherches en zone alpine, nous avons repéré cette Omphale rivulicole, incitée il est vrai, à la rechercher par

les quelques lignes qu'à écrite J. FAVRE à propos de *O. pyxidata*, p. 48 : « une récolte s'écarte de toutes les autres, non par ses caractères macroscopiques, mais par ses spores décidément d'une autre forme, régulièrement elliptiques, plus grandes et surtout moins étroites, et par ses basides moins larges. Son habitat palustre est aussi remarquable. C'est certainement une bonne variété de *pyxidata*, peut-être même une espèce vicariante de cette dernière ».

Les caractères remarquables de ses spores, à l'extrémité si large et si obtuse, nous ont permis de reconnaître très vite *O. rivulicola*, qui abonde en Vanoise, dans de nombreux hauts vallons entaillant le massif; nous l'avons aussi retrouvée dans les Grisons, peut-être même à l'endroit précis (sous le col de Taunter Pizza) où FAVRE l'avait récoltée, et en quelques autres lieux. La flore phanérogamique calciphile des bords des ruisselets (*Saxifraga aizoides*) nous laisse croire que cette Omphale ne craint pas que les eaux calciques, exige sans doute même cet apport puisqu'en Laponie, c'est souvent attirée par les fleurs de ce Saxifrage que nous avons trouvé les bords de ruisselets où elle poussait. Nous devons insister sur l'extrême variabilité des carpophores, en dimension, en couleur : dans un même lot, on peut observer aussi bien des exemplaires à chapeau sombre givré que plus clair et très longuement strié; l'aspect change d'ailleurs et la striation s'accroît avec l'âge comme nous avons pu le constater en visitant à quelques jours, voire une semaine d'intervalle une station où cette Omphale était apparue en troupe nombreuse; la couleur change aussi, et si le composant rouge pourpre, on peut même dire rouge-vineux, du coloris brun sombre que montre le chapeau imbu dans son jeune âge la rend facile à reconnaître sous cet état, il faut savoir qu'avec l'âge elle pâlit, et que la couleur du chapeau tire alors sur le brun-jaunâtre.

O. rivulicola diffère donc de *O. pyxidata* par un ensemble de caractères suffisamment importants pour que lui soit reconnue son individualité spécifique confirmée d'ailleurs par l'interstérilité de toutes ses souches avec celles de *pyxidata*. Pour désigner cette espèce nouvelle, nous avons repris le vocable « *rivulicola* » si judicieusement utilisé par J. FAVRE.

*
**

Lors des contrôles d'identité des souches par confrontation des haplontes, s'est dessiné à côté de *rivulicola* un autre groupe de récoltes, faites aussi dans les mousses des mouillettes, du bord de ces petits marécages si fréquents sur les pentes douces ou les replats de la zone alpine moyenne, dont les souches toutes interfertiles, sont interstériles avec celle de *rivulicola* nous en avons fait l'espèce suivante : *Omphalina kuehneri* nov. sp.

Omphalina kuehneri nov. sp.

Diagnose — *Pileo e convexo plano, medio depresso, dein e concavo cyathiformi, obtuse umbilicato, imbuto glabro, e fulvo brunneo, medio-*

criter obscuro. Stipite glabro, pallidiorum quam pileus, farcto, dein fistuloso. Lamellis distantibus arcuato-decurrentibus, pallide brunneolis. Odore eximio. — Sporis (8,5) 9-11,5 (12) × 5,5-6,5 (7)μ, ovatis-ellipsoideis. — In muscis locorum uvidorum alpinorum. — Typus in Herb. D. LAMOURE n° L. 71-116.

DESCRIPTION.

Chapeau 12-22 (30)mm, d'abord plan-convexe par les bords retombants, à peine déprimé au disque, puis concave cyathiforme lorsque les bords se relèvent, à dépression généralement peu profonde, ne méritant que rarement le nom d'ombilic; imbu de couleur uniforme mais très strié, d'abord à la marge seulement, puis avec l'âge jusqu'au disque, brun moyennement foncé à composant plus brun-fauve que brun-rougeâtre: Mu. 6.5 YR 3/6, 4/6 - 7.5 YR 3/4, 3/6, 4/6, 4/8, 6/6, absolument glabre à l'œil nu; sous la loupe, finement ruguleux par un fibrillum inné concolore imbu; après déshydratation, brunâtre pâle. Chair très mince, imbie brun moyen.

Stipe 15-28 × 1,5-3 mm, égal, imbu de couleur uniforme brun-jaunâtre 6.5 YR 5/4, 5/6 - 7.5 YR 5/6 - 8.5 YR 5/4 - 9 YR 5/8 - 10 YR 7/6, plus clair que le chapeau; glabre à l'œil nu, non fibrilleux sous la loupe; plein farci puis devenant étroitement fistuleux.

Lames variant de peu serrées à franchement espacées (1 - 3 systèmes de lamellules), de subhorizontales légèrement arquées et alors largement adnées à arquées-décurrentes, beige brunâtre pâle Mu. 2.5 Y 9/4.

Sans odeur remarquable, ni de l'extérieur ni à la section.

Spores (8,5) 9-11,5 (12) × 5,5-6,5 (7) à profil variable: jamais très obtuses dans la région apicale, certaines y montrant même une tendance à l'étiement, jamais non plus très ventruées au dessus de l'apicule. Un seul noyau (Giemsa).

Basides tétrasporiques; arête fertile.

Revêtement piléique: hyphes × 5-8μ, à paroi finement incrustée de plaquettes ou zébrures brunes, certaines contenant des minuscules granules réfringentes intracytoplasmiques.

Revêtement du stipe: hyphes superficielles × 3-5μ, à paroi brune et incrustée de plaques pigmentaires brunes, à bouts libres grêles, longs de 15-20μ, parfois dressés.

Boucles présentes dans toutes les parties du carpophore, jusqu'au pied des basides.

HABITAT ET RÉCOLTE.

Parmi les mousses imbibées, dans les petites mouillettes.

Arc Alpin: Vanoise: Cirque du Petit Marchet, 2400 m, 10-9-64 (L.64-129); Cirque du Génepy, 2300 m, 23-8-68 (L.68-32) *ibid.*, 13-8-69 (L.69-19); Gava-Renard, N.E. 2400 m, 15-9-71 (L.71-116); Haute-Vallée de l'Arc: Plan des Evettes, 2500 m, 17-8-71 (L.71-18).

Montagnes scandinaves : Laponie suédoise, environs d'Abisko, Tjatjen-jasketjarro, E. 1 100 m, 22-8-72 (L.72-101).

Toutes ces souches sont interfertiles.

OBSERVATIONS.

Cette omphale palustre diffère de *rivulicola* :

— par ses teintes d'ensemble moins sombres, d'un brun dépourvu de composant rougeâtre vineux, tirant davantage sur le fauve clair.

— par ses lames plus claires.

— par ses spores plus grandes et moins larges.

— par quelques points de détail concernant son habitat : elle croit, certes, comme *rivulicola*, les pieds dans l'eau, mais pas dans l'eau courante, se contentant de la réserve ou des faibles apports d'eau permettant l'association des autres plantes de ces mouilletes ou petits marais alpins. Bien que n'ayant pas effectué de mesure de pH, il nous semble que ces endroits constituent de microbiotopes plus acides par l'accumulation d'humus dans les replats ou les dépressions. Cette remarque demande toutefois à être confirmée : elle nous est suggérée par la connaissance précise des stations maintes fois visitées qui d'ailleurs, en Vanoise, ne se situent pas dans la zone des calcaires francs, mais plutôt sur des affleurements ou des apports alluviaux de schistes.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BLYTT, A. (1905). — Norges Hymenomyceter — *Christiana*, 164 p.
- CHRISTIANSEN, M.P. (1941). — Studies in the larger fungi of Iceland, in : The Botany of Iceland, vol. III, part. II, 190-227.
- FAYRE, J. (1955). — Les Champignons supérieurs de la zone alpine du Parc National Suisse. Résultats des Recherches scientifiques entreprises au Parc National Suisse, Band V (Neue Folge), Lüden AG, Liestal, 212 p.
- KALLIO, P. et KANKAINEN, E. (1964). — Notes on the macromycetes of Finnish Lapland and adjacent Finnmark. *Ann. Univ. Turku*, A : 32 (Rep. Kevo Subartic Sta. 1) 178-235.
- LANGE, M. (1946). — Mykologiske indtryk fra Lapland. *Friesia*, III, 3 : 161-170.
- LANGE, M. (1955). — Macromycetes, II, Greenland Agaricales. *Meddelelser om Gronland*, 147, 11, 69 p.
- LANGE, M. (1957). — Macromycetes, III, Greenland Agaricales, Ecological and plant geographical studies. *Meddelelser om Gronland*, 148, 2, 125 p.
- LANGE, M. et SKIFTE, O. (1964). — Notes on the macromycetes of Northern Norway. *Acta borealia*, A. *Scientia*, N° 23, 51 p.
- OHENOJA, E. (1971). — The larger fungi of Svalbard and their ecology. *Rep. Kevo Subartic Res. Stat.*, 8, 122-147.
- ORTON, P.D. (1960). — New check list of British Agarics and Boleti. Part. III : Notes on genera and species in the list. *Trans. Brit. mycol. Soc.* 43, 159-439.

LA MOUCHE
DES GLACIERS *DIAMESA STEINBOECKI* GOETGH.,
INSECTE DE MONTAGNE
A AILES RÉDUITES. (*DIPTERA, CHIRONOMIDAE*)

par B. SERRA-TOSIO (1)

I. — Description	168
II. — Taxonomie	177
III. — La brachyptérie chez <i>Diamesa steinboeckii</i>	179
IV. — Autres caractères morphologiques	184
V. — Position phylogénétique	185
VI. — Répartition	187
VII. — Ecologie et éthologie	187
Auteurs cités	188

Résumé. — La « mouche des glaciers » *Diamesa steinboeckii* est nouvelle pour le Parc National de la Vanoise. Imparfaitement connue, et seulement de quelques stations d'Europe, cet insecte Chironomide est redécrit dans le présent article (imagos ♂ et ♀; nymphes ♂ et ♀). Ses ailes sont très réduites; ses pattes sont par contre très longues, surtout chez le mâle. Le type de brachyptérie de cet insecte est analysé. Les larves et les nymphes ne vivent que dans les eaux courantes très froides de haute montagne (certaines sources, torrents glaciaires). Le comportement des adultes est différent de celui les autres *Diamesa* : la plus grande partie de leur vie se déroule sous les pierres (adaptation à la vie en haute montagne).

Summary. — The "glacier fly", *Diamesa steinboeckii*, is new for the Vanoise national park. So far, it was uncompletely known and registered only from a few places in Europe. It is redescribed here (♂ and ♀ imagos, ♂ and ♀

(1) Maître-Assistant au laboratoire de Zoologie, Domaine Universitaire, 38-Saint-Martin-d'Hères, France.

pupae); its wings are reduced in size, but its legs are remarkably long, especially for the male. The type of brachiptery this insect belongs to is discussed. Larvae and pupae live in very cold running waters of high mountains (certain springs and the torrents flowing from beneath glaciers). The behavior of the imagos is different from that of other *Diamesa*; they spend the main part of their life under stones (which is an adaptation to life in mountainous regions).

Récemment trouvé dans le Parc National de la Vanoise, le Chironomide à ailes réduites *Diamesa steinboecki* (fig. 1 et fig. 5), que les auteurs de langue allemande appellent « die Gletscherzuckmücke » (la « mouche des glaciers »), a été décrit pour la première fois en 1933 par GOETGHEBUER (2). Les spécimens ♂ et ♀ utilisés par cet auteur avaient été capturés par O. STEINBÖCK dans les Alpes tyroliennes, près de Lehnerjoch. La même année, THIENEMANN et MAYER décrivent la nymphe et la larve de cette espèce. Par la suite, plusieurs auteurs signalent la présence de *Diamesa steinboecki* en divers points d'Europe, mais dans la plupart des cas, il s'agit de captures de larves, souvent confondues avec des larves d'autres *Diamesa*.

En fait, malgré le nombre élevé d'auteurs qui mentionnent cette espèce, *Diamesa steinboecki* est mal connue, même à l'état imaginal. La femelle n'a été, jusqu'à présent, qu'imparfaitement décrite. De nombreux points de la morphologie du mâle n'ont pas été précisés. Il en est de même pour la nymphe. Quant à la larve, l'insuffisance de sa description a conduit la plupart des auteurs à la confondre avec certaines larves de *Diamesa* appartenant au groupe *latitarsis*.

Une description précise de cette espèce devenait donc nécessaire. C'est ce qui est tenté dans cette note. Les imagos ♂ et ♀, ainsi que les nymphes ♂ et ♀ sont prises en considération, mais pas les larves. Ces dernières feront l'objet d'une publication ultérieure. Les caractères imaginaires et nymphaux qui sont plus particulièrement analysés sont ceux qui présentent une importance phylogénétique particulière. Dans le présent article, on trouvera également une discussion concernant certains points de morphologie ainsi que des précisions sur la répartition dans le monde et l'écologie de cet insecte.

(2) Dans sa description originale, GOETGHEBUER nomme cette espèce *Diamesa Steinböcki*. Cependant, conformément aux prescriptions énoncées dans le Code International de Nomenclature Zoologique (1961), on doit rectifier l'orthographe de ce nom d'espèce en *Diamesa steinboecki*.

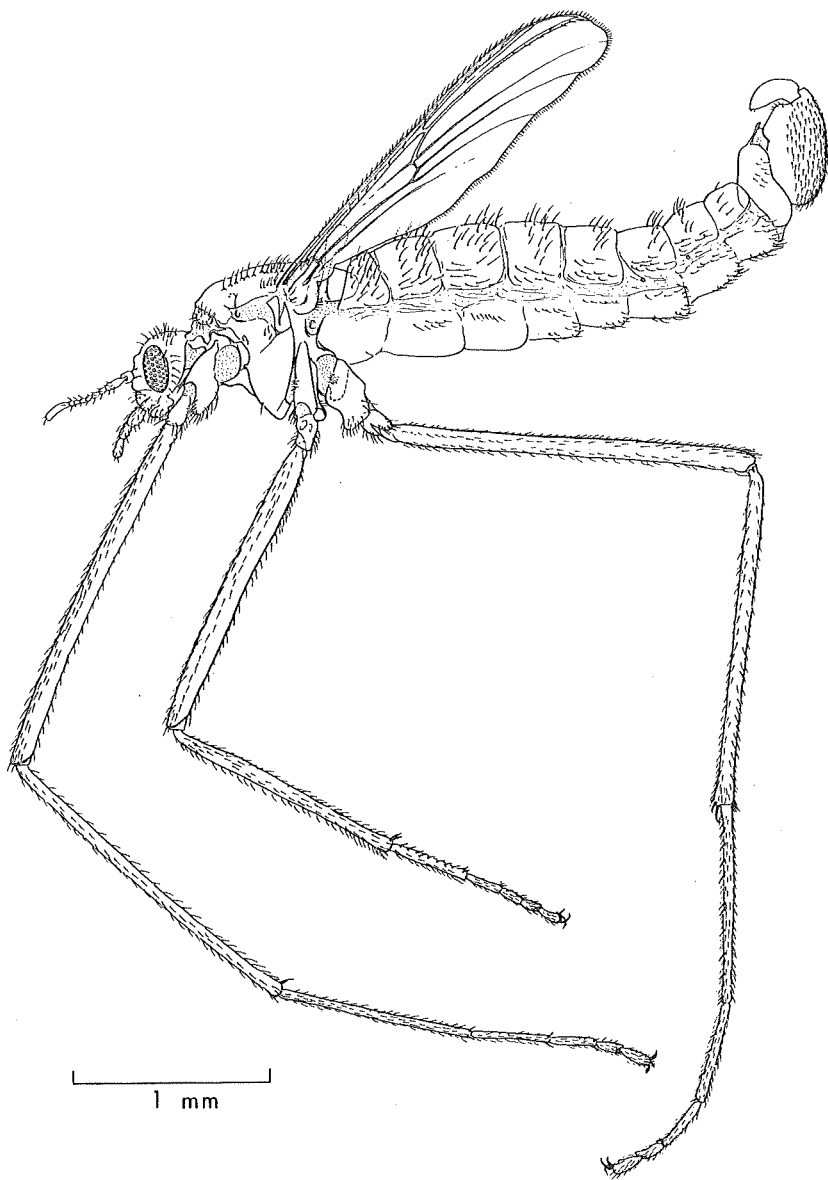


FIG. 1. — *Diamesa steinboeckii*, aspect général d'un mâle macroptère.

I. — DESCRIPTION DE *DIAMESA STEINBOECKI* Goetgh.

A) IMAGO ♂

Description d'après des spécimens provenant des Alpes françaises (massif du Pelvoux).

Aspect général : fig. 1. Longueur du corps : 2,0 à 3,5 mm. Longueur de l'aile : 0,5 à 2,7 mm (cf. fig. 3).

Coloration : thorax très sombre, à bandes mésonotales visibles. Reste du corps sombre, avec l'hypopyge noir. Balanciers clairs. Ailes gris jaunâtre.

Antenne courte (fig. 2.6) à 9 articles seulement. AR voisin de 0,4. Panache très réduit avec un seul verticille par article (longueur maximale des soies antennaires : 55 μ). Article terminal avec 1 ou 2 petites soies (55 μ) à sa base et 2 petites soies terminales (30 μ). Chaque article 2 à 8 porte des sensilles chétiformes. Articles 2 et 3 avec chacun 1 ou 2 grandes sensilles coeloconiques. Article 9 couvert de nombreuses sensilles chétiformes étroites, portant vers l'apex quelques petites sensilles coeloconiques et vers le milieu plus de 10 grandes sensilles coeloconiques à microtriches. Longueur des articles 2 à 9 (en μ) : 120-47-42-34-29-29-26-135.

Yeux un peu réduits, à bord dorsal arrondi (pas prolongé), à pubescence longue (microtriches dépassant largement les facettes) (fig. 2.6). En arrière de chaque œil, 3 à 8 soies en une seule rangée. Au-dessus de chaque œil, 10 à 20 soies sur plusieurs rangées, chacune implantée sur un petit tubercule. Soies préoculaires : 1 à 7. Partie dorsale de l'occiput très saillante. Clypéus réduit, avec 2 à 9 soies. Un petit repli chitineux au-dessus de chaque antenne.

Palpes réduits (rapport palpe/tête : 0,80 à 0,89), à 4 articles (fig. 2.6). Article 2 un peu plus large que les autres, avec une crypte sensorielle très invaginée, à ouverture large. Longueur (en μ) des articles : 60-115-80-95.

Pièces internes de la tête (fig. 2.6) : tentorium mince, à partie ventrale relativement peu large. Plaque céphalique interne très large dorsalement.

Pronotum (fig. 1) très réduit, à lobes absents remplacés par des membranes. 8 à 22 soies latérales.

Mésonotum (fig. 1) réduit : scutum présentant aux 2/3 de sa longueur une dépression transversale souvent bien marquée. Partie sternale présentant une compression antéro-postérieure nettement plus marquée que chez les autres *Diamesini*. Pas de soies dorso-médianes (DM), mais microtriches dorso-médianes particulièrement longues (5 à 15 μ). 7 à 15 soies dorso-latérales (DL) (65 à 100 μ), implantées chacune sur un tubercule basal, sur un rang à l'avant et souvent sur 2 rangs à l'arrière.

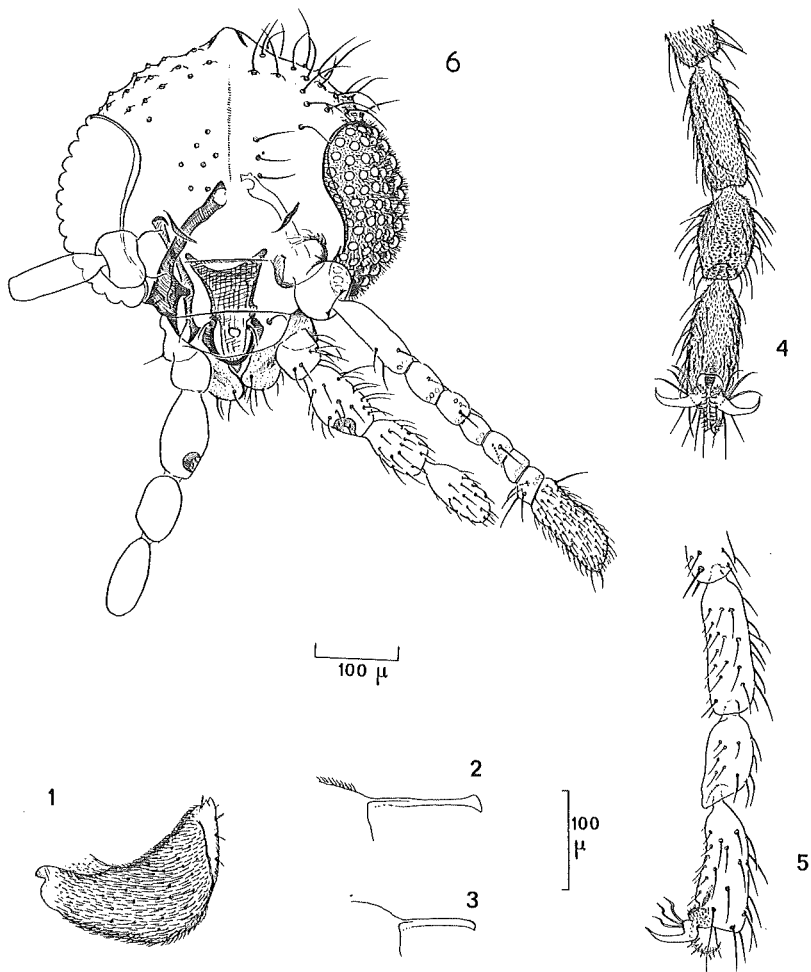


FIG. 2.1. — *Diamesa steinboeckii*, article terminal de l'hypopyge ♂.

FIG. 2.2 et 2.3. — *Id.*, pointe anale vue par côté.

FIG. 2.4 et 2.5. — *Id.*, extrémité de la patte moyenne du mâle.

FIG. 2.6. — *Id.*, tête du mâle.

3 à 9 soies préalaires. D'autre part, à la différence des autres *Diamesa*, on peut trouver de façon fréquente des soies dans les régions suivantes : sur la partie postérieure du mésopleure (0 à 4 soies; cf. fig. 1), sur la région située à l'avant du stigmate antérieur (0 à 2 soies), sur la partie ventrale du sternum (0 à 1 soie; cf. fig. 1) et dans la partie inférieure et inféro-postérieure du stigmate métathoracique (0 à 2 soies). Au-dessus

du stigmate antérieur, fosse humérale faiblement marquée mais visible, précédée vers le haut et vers l'avant par un ou plusieurs petits tubercules. Suture anépisternale peu visible, courte.

Scutellum avec 8 à 27 soies longues, disposées sur plusieurs rangées.

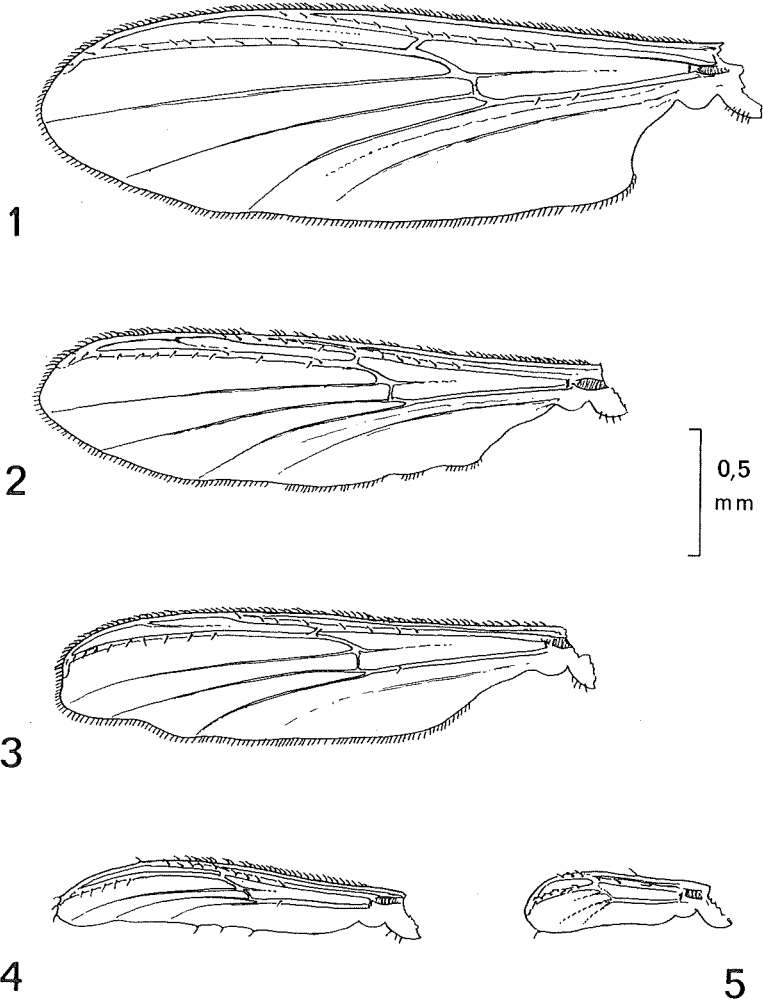


FIG. 3. — *Diamesa steinboeckii* ♂, différents types d'ailes dans une même population.

Aile remarquable (fig. 3), très variable de forme et de dimensions selon les individus. Chez les individus macroptères, punctuations visibles

à 80 ×, microtriches nettes à 400 ×. Des soies sur R, R₁ et R₄₊₅, souvent aussi (1 ou 2 soies) sur Cu (cf. fig. 3.1). Nervure R₂₊₃ peu visible à son extrémité proximale, proche de R₁. Nervure M peu visible à sa base. Lobe anal presque à angle droit, un peu effacé. Alula sans soies. Squame avec quelques soies (env. 20 au plus). Coefficient VR = 0,85 à 0,93.

Entre les ailes du type décrit ci-dessus (fig. 3.1) et des ailes réduites à des moignons (fig. 3.5), on peut trouver tous les intermédiaires (fig. 3.2, 3.3 et 3.4). Les régions affectées par la réduction sont : a) le lobe anal, qui disparaît; b) l'extrémité de l'aile et la partie postérieure de la membrane alaire; c) les nervures R₂₊₃, M et An qui disparaissent pratiquement; d) les soies de la squame dont le nombre diminue, puis qui disparaissent; e) les soies du bord postérieur de l'aile qui diminuent de nombre (fig. 3.2), puis deviennent très clairsemées (fig. 3.4) ou absentes (fig. 3.5); f) les soies du bord antérieur de l'aile, qui évoluent de même, mais restent cependant plus longtemps en place; g) les soies des nervures R, R₁, R₄₊₅ et Cu sont par contre peu affectées; tout au plus leur nombre diminue-t-il, mais leur disposition reste la même.

Pattes à tarses non barbues (coefficient BR = 1,25). Longueurs (en μ) et proportion des articles :

	Fe	Ti	Ta ₁	Ta ₂	Ta ₃	Ta ₄	Ta ₅	LR	BV	SV
P ₁	1 830	1 680	925	360	195	105	130	0,55	5,61	3,79
P ₂	1 585	1 245	440	180	140	95	130	0,35	6,00	6,43
P ₃	1 820	1 600	960	480	255	110	150	0,60	4,42	3,56

4^e article des tarses (fig. 2.4 et 2.5) plus court que le 5^e, pas à proprement parler cordiforme, car seulement élargi vers le milieu. Griffes très aiguës, sans denticulations; petites pulvilles présentes à la base des griffes. Peigne tibial à environ 25 soies spiniformes (33 à 70 μ). Epines tibiales : 50 μ; 45 et 45 μ; 50 et 90 μ. Epines tibiales de P₂ et épine tibiale externe de P₃ nettement recourbées à l'extrémité. Soies spiniformes apicales des tarses peu visibles; répartition sur les articles 1 à 5 des pattes antérieure, moyenne et postérieure : 2,2,2,0,0; 2,2,2,0,0; 2,2,2,0,0.

Abdomen (fig. 1) recourbé vers le haut sur le vivant (à partir du 6^e segment). Soies dorsales tendant à former des groupes transversaux.

Hypopyge (fig. 4) : très pigmenté et très gros. Pointe anale présente (75 à 120 μ), parfois un peu élargie en vue latérale (fig. 2.2 et 2.3). Tergite IX avec env. 30 soies dorsales fines et très courtes (max. 20 μ), qui se distinguent mal des longues microtriches (16 μ), et quelques soies latérales un peu plus robustes (35 μ). Pas d'appendice ventral au segment IX.

Article basal (fig. 4) à peu près droit, sans appendices, avec seulement un petit lobe transversal aplati, dirigé vers l'arrière, situé dans sa partie moyenne en position dorso-interne. Entre ce lobe et l'insertion de l'article terminal, partie dorsale de l'article basal plus sombre et plus sclérifiée. Article basal à microtriches longues et denses, portant sur la face dorsale de petites soies (25 μ) dirigées vers l'avant, vers l'arrière ou du côté interne, et sur les faces ventrale et latérale des soies plus longues (50 μ) toutes dirigées vers l'avant (et non des soies dirigées vers l'arrière comme le figure GOETGHEBUER, 1933, fig. 7).

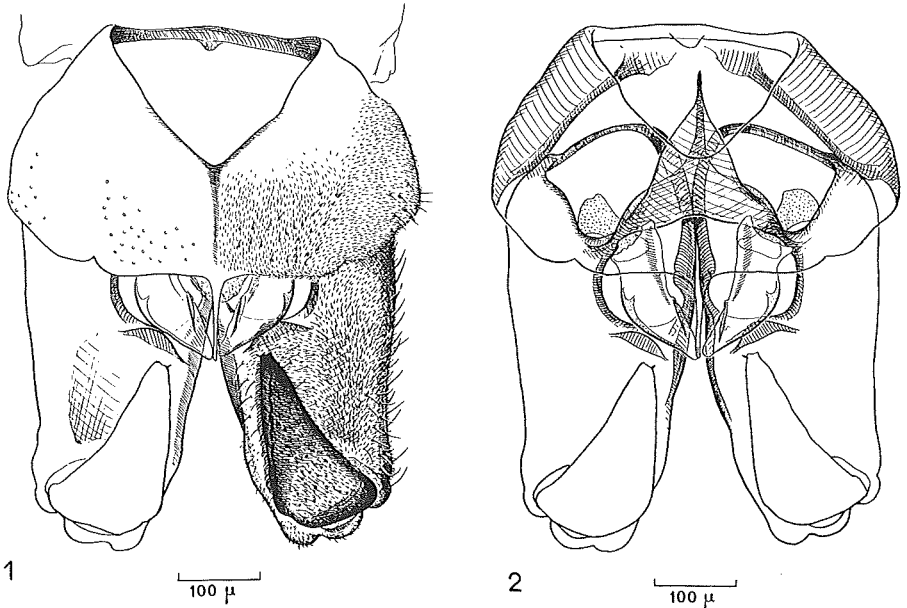


FIG. 4.1. — *Diamesa steinboeckii*, hypopyge ♂ en vue dorsale.

FIG. 4.2. — *Id.*, hypopyge ♂ : détails de l'endosquelette.

Article terminal fortement recourbé (fig. 2.1 et 4), sombre, à pubescence dense parsemée de soies courtes et minces. Griffe absente : à sa place, 2 saillies chitineuses noires accompagnées de 2 soies subterminales un peu plus fortes. Article terminal se repliant sur la face dorsale de chaque article basal.

Endosquelette (fig. 4) : pièce médiane triangulaire, aplatie latéralement à son extrémité antérieure. Pièce dorsale à partie externe plate et assez pointue, à partie interne courte et très large.

B) IMAGO ♀

Description d'après des femelles provenant des Alpes françaises (Pelvoux).

Aspect général : fig. 5. Longueur du corps : 2 à 4 mm. Longueur de l'aile : 0,35 à 2,3 mm. Coloration comme chez le mâle.

Antenne à généralement 7 articles (fig. 5), parfois 6. Reste de la tête à peu près comme chez le mâle, de même que le pronotum, le mésonotum et le scutellum.

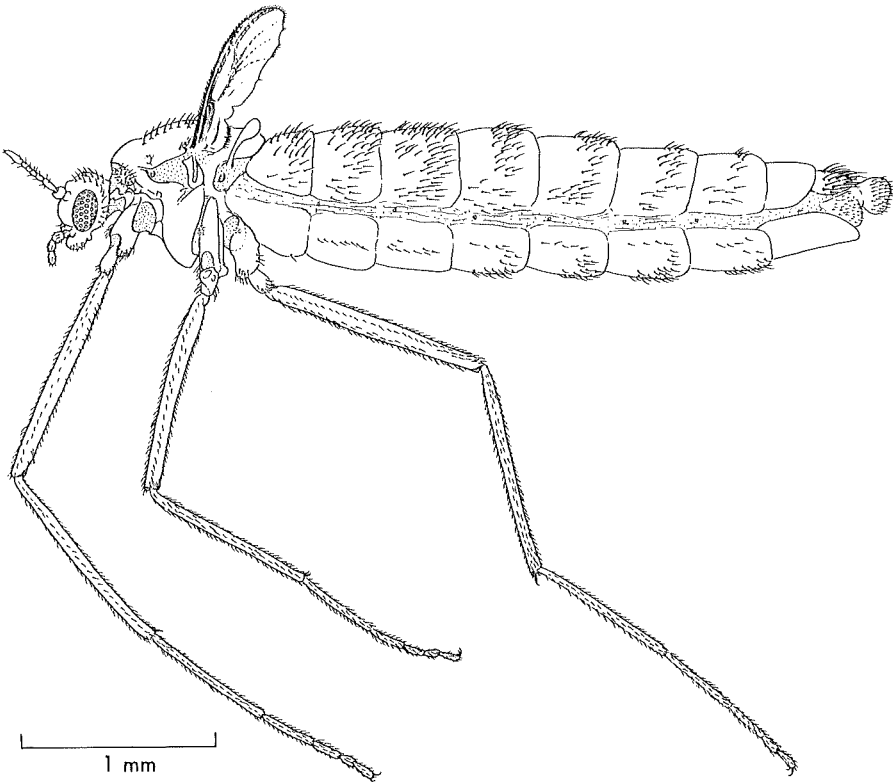


FIG. 5. — *Diamesa steinboeckii*, aspect général d'une femelle microptère.

Ailes à degré de réduction encore plus poussé que chez le mâle. Pas de soies sur l'alula (fig. 5).

Pattes comme chez le mâle, mais proportionnellement moins longues (fig. 5). Longueur (en μ) et proportions des articles :

	Fe	Ti	Ta ₁	Ta ₂	Ta ₃	Ta ₄	Ta ₅	LR	BV	SV
P ₁	1 280	1 175	770	335	185	95	130	0,65	4,33	3,19
P ₂	1 190	1 010	485	210	140	90	125	0,49	4,77	4,45
P ₃	1 345	1 245	855	455	235	105	135	0,69	3,71	3,03

Abdomen à peu près comme chez le mâle, mais non courbé vers le haut sur le vivant et souvent très distendu par le développement des glandes génitales.

Hypopyge (fig. 6.1) : tergite et sternite VIII entièrement dépourvus

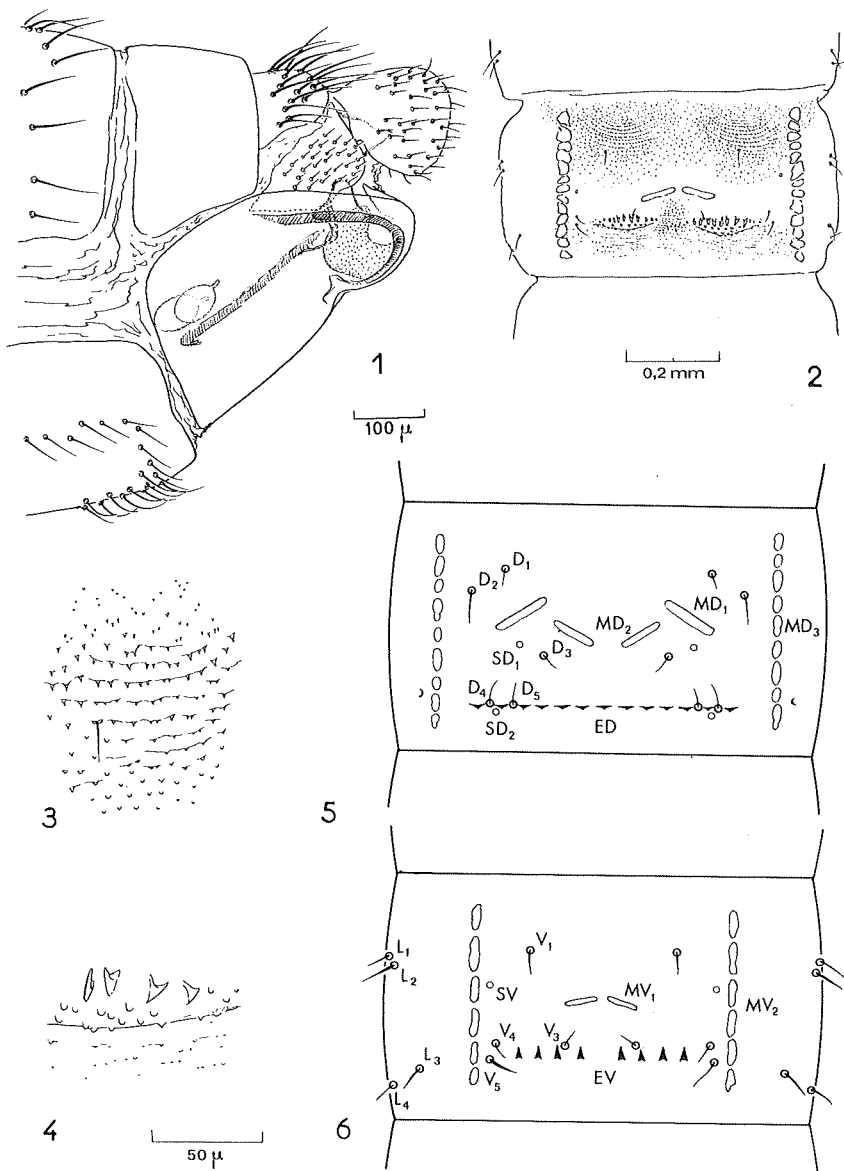


FIG. 6.1. — *Diamesa steinboeckii*, hypopyge ♀ en vue latérale.

FIG. 6.2. — *Id.*, nymphe ♂ : sternite V.

FIG. 6.3. — *Id.*, nymphe ♂ : spinules médianes au voisinage de la soie V_1 .

FIG. 6.4. — *Id.*, nymphe ♂ : épines ventrales et spinules postérieures.

FIG. 6.5. — *Id.*, nymphe ♂ : schéma de l'ornementation d'un tergite abdominal.

FIG. 6.6. — *Id.*, nymphe ♂ : schéma de l'ornementation d'un sternite abdominal.
 D_1 à D_6 : soies dorsales; ED : épines dorsales; EV : épines ventrales; L_1 à L_4 : soies latéro-ventrales; MD_1 à MD_3 : empreintes dorsales; MV_1 et MV_2 : empreintes ventrales; V_1 à V_6 : soies ventrales; SD_1 et SD_2 : sensilles dorsales; SV : sensille ventrale.

de soies. Tergite IX à soies longues et robustes. Latéro-sternite IX formant une large plaque couverte de soies fines et courtes. Cerques arrondis, un peu prolongés ventralement. Spermathèques au nombre de 2, ovoïdes (43 à 45 μ \times 60 à 65 μ).

C) NYMPHE ♂

Description d'après des exuvies avec les imagos correspondantes provenant des Alpes françaises (Pelvoux).

Nymphe dans un cocon mou, sans ouverture, à tissage non visible, épousant étroitement les contours du corps de l'insecte.

Longueur de l'abdomen : 2,8 à 4,5 mm.

Couleur jaune brun, avec l'abdomen très clair.

1) **Segments abdominaux I à VIII** : bord latéral des segments non ou peu denticulé. Bords postéro-latéraux de chaque segment non saillants. Empreintes MD₁, MD₂ et MV₁ très obliques, presque transversales (fig. 7). Épines dorsales différentes des épines ventrales.

1a. *Épines* :

— Tergites (fig. 7.1) : épines dorsales assez sombres, triangulaires (fig. 7.3), formant une rangée transversale sur chaque tergite I à VIII. Total des épines dorsales : 77 à 113.

— Sternites : sternites I, II et III sans épines. Sternites IV à VIII avec chacun une rangée transversale d'épines claires (fig. 6.2 et 6.4), pointues, nettement séparées en 2 groupes sur les sternites IV et V, portées par une région plus renflée de chaque sternite.

1b. *Spinules* :

— Tergites (fig. 7.1) : spinules médianes nombreuses, occupant toute la surface médiane (sauf sur les sternites VI à VIII où elles sont un peu moins étendues), formant à l'avant des tergites des séries transversales (fig. 7.2); au milieu elles sont pointues, mais un peu émoussées à l'arrière des surfaces médianes (fig. 7.4). Spinules latérales d'abord peu nombreuses et limitées à l'avant des surfaces latérales, puis plus nombreuses sur les tergites VII et VIII. Spinules postérieures présentes sur chaque tergite, très petites, en forme de tubercules mous, formant généralement des rangées transversales.

— Sternites : pas de spinules sur le sternite I. Spinules médianes : rares sur le sternite II, nombreuses et occupant presque toute la surface du sternite III; sternite IV (fig. 6.1) : spinules médianes nombreuses, formant des lignes concentriques, pointues vers l'avant, émoussées vers l'arrière (fig. 6.3); sternites suivants : spinules moins nombreuses. Spinules latérales : toujours assez peu nombreuses. Spinules postérieures assez nombreuses, arrondies émoussées ou petites et pointues (fig. 6.2 et 6.4).

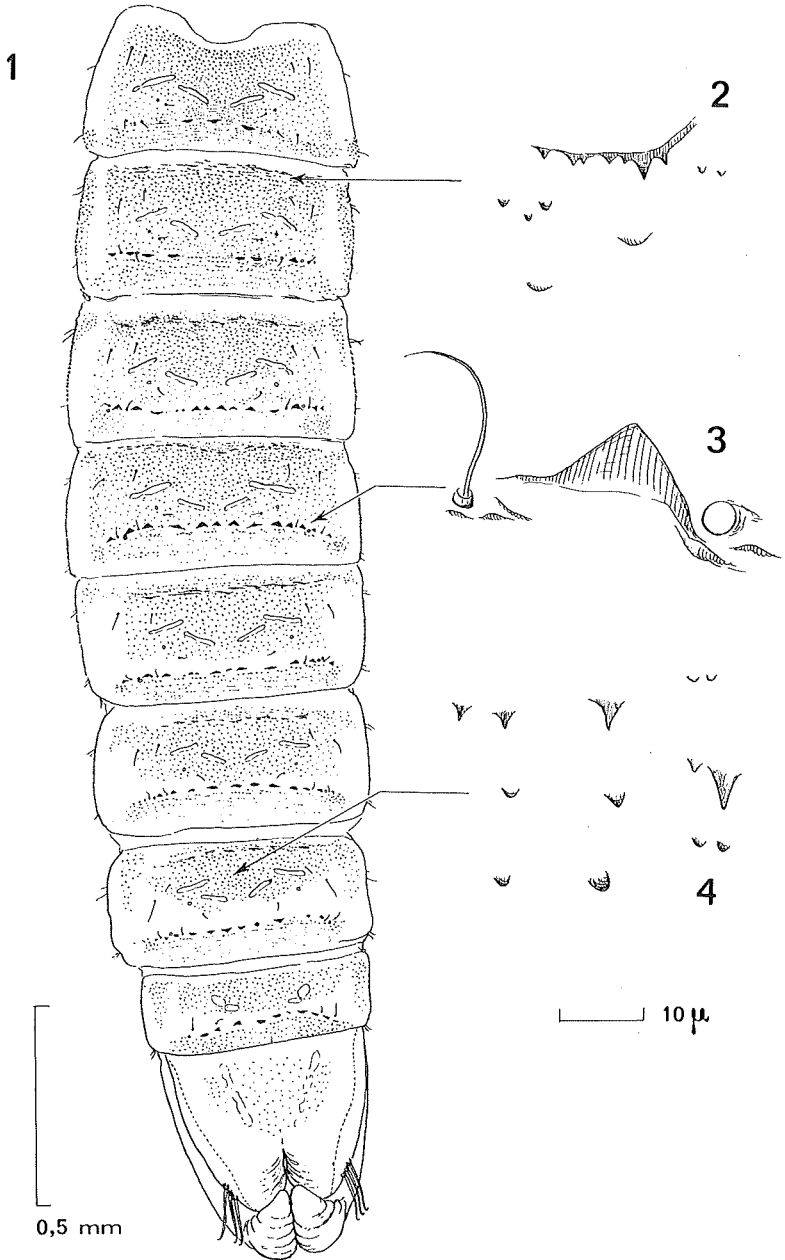


FIG. 7.1. — *Diamesa steinboeckii*, nymphe ♂, abdomen en vue dorsale.
FIG. 7.2. à 7.4. — *Id.*, détails de l'ornementation.

1c. Soies et sensilles :

— Tergites (fig. 6.5) : soies D presque égales, toujours courtes. Soies D_4 et D_5 proches, mais séparées en général par une épine. De chaque côté une sensille SD_1 . Une sensille SD_2 près de D_4 .

— Sternites (fig. 6.6) : sternite 1 avec 2 paires de soies ventrales et 2 paires de soies latérales. Soies V presque égales, toujours courtes. Sensille SV présente en avant de V_4 et près de MV_2 . Soies L très courtes (L_1 30 μ ; L_2 40 à 50 μ ; L_3 35 à 40 μ ; L_4 30 à 40 μ). L_1 proche de L_2 formant un groupe éloigné de L_3L_4 . L_3 implantée du côté interne de L_4 et dépassant rarement le bord des segments.

2) **Segment IX** : proportionnellement très gros (fig. 7.1). 3 paires de soies terminales courtes (130 μ), à peine courbées. Étuis gonopodiaux plus larges que les lobes sétigères et fortement relevés vers le haut et vers l'avant à leur extrémité. Spinules présentes seulement du côté dorsal (3 plages).

3) **Thorax** : cornes prothoraciques absentes. Soie T_4 rapprochée de T_1 - T_2 , de sorte qu'il y a 2 soies (T_5 - T_6) devant l'emplacement virtuel que devraient occuper les cornes prothoraciques. Surface du thorax fortement gaufrée. Quelques petits tubercules au niveau de T_1 et T_2 . Étuis des pattes disposés comme chez les autres *Diamesa*.

4) **Tête** : saillie basale des antennes à tubercules peu nombreux. Soies préantennaires courtes.

Nymphes ♀ à peu près comme la nymphe ♂ (à l'exclusion des segments VIII et IX). Longueur de l'abdomen : env. 3,3 mm.

II. — TAXONOMIE

Diamesa steinboeckii est un des Chironomides les plus remarquables qu'il soit donné d'observer. Il a été décrit par GOETGHEBUER (1933), d'après des spécimens provenant du Tyrol autrichien. Frappé par les caractères particuliers de cet insecte, cet auteur crée pour cette espèce le sous-genre *Brachydiamesa*. Nous verrons que l'étude phylogénétique de *Diamesa steinboeckii* ne permet pas de conserver ce sous-genre, basé sur des caractères relativement apomorphes et que *D. steinboeckii* s'insère naturellement dans un groupe de *Diamesa* (le groupe *latitarsis*) dont elle est l'espèce-parente fortement apomorphe.

PAGAST (1947) reprend la description de *D. steinboeckii*, malheureusement d'après des spécimens en mauvais état. Je viens de compléter cette description dans le présent travail. J'ai d'autre part relevé quelques inexactitudes dans la description de *D. steinboeckii* faite par PAGAST. Elles doivent être corrigées comme suit :

1) Chez la nymphe :

- Les soies L1 à L3 atteignent et même souvent dépassent le bord latéral de chaque segment. Seule L4, implantée un peu en retrait, n'atteint et ne dépasse le bord de l'abdomen que sur les segments postérieurs.
- Les soies L3 et L4 ne sont pas toujours proches l'une de l'autre.
- La soie L4 est souvent aussi longue que L3, mais un peu plus mince.
- La soie D3 est bien visible, comme toutes les autres soies dorsales, et sensiblement de même importance que D1.
- La soie D4 (la plus externe des soies dorsales postérieures) est en général un peu plus longue que D5.

2) Chez l'imago ♂ :

- Le dernier article de tous les tarses porte de petites pulvilles (c'est le seul exemple connu de *Diamesini* où ces organes soient bien marqués).
- La pointe anale est présente et bien marquée.
- En plus des soies dorsolatérales (soies DL), préalaires (soies PA) et pronotales (soies PN), on relève la présence fréquente, mais non constante, de soies thoraciques surnuméraires dans différentes régions du thorax.

Il est assez intéressant d'examiner la répartition des soies surnuméraires chez différents spécimens de *D. steinboeckii*.

J'ai noté leur présence dans les régions suivantes : en avant du stigmate prothoracique (soies PS), sur le mésopleure (soie MP), sur la partie ventrale du sternum (soies S) et dans la partie inféro-postérieure du stigmate métathoracique (soies MS).

Le tableau I donne la répartition de toutes les soies thoraciques (les soies habituelles plus les soies surnuméraires) chez 23 spécimens de *Diamesa steinboeckii* capturés dans une même station du massif du Pelvoux.

Dans chaque colonne, le chiffre de gauche correspond au nombre de soies du côté gauche, celui de droite au nombre de soies du côté droit.

Chez les 23 individus examinés, on constate que les soies DL, PA et PN (soies habituelles chez les autres *Diamesa*) sont constamment présentes. En ce qui concerne les soies surnuméraires, on remarque que les plus fréquemment rencontrées sont les soies MP (14 fois sur 23) et les soies PS (9 fois sur 23); les moins fréquemment rencontrées sont les soies MS (4 fois sur 23) et les soies S (3 fois sur 23). Plus de la moitié des individus examinés possèdent donc des soies mésopleurales (soies MP).

Or, la présence de soies pleurales et sternales est tout à fait inhabituelle chez les *Diamesini*, comme chez du reste la plupart des *Diamesinae*. Seuls quelques *Diamesinae* plésiomorphes présentent ce caractère. On peut donc vraisemblablement considérer cette tendance chez *D. steinboeckii* comme la persistance d'un caractère plésiomorphe.

TABLEAU I

Répartition des soies thoraciques chez 23 spécimens
de *Diamesa steinboeckii* capturés au Pelvour

N° du spécimen	Soies DL	Soies PA	Soies PN	Soies PS	Soies MP	Soies S	Soies MS
1	10- 8	7-6	11-10	1-1	4-2	0	0-0
2	13-13	5-5	12-11	0-1	1-0	1	0-0
3	11-12	7-5	15-17	0-1	2-1	0	0-1
5	9- 8	6-5	13-13	0-1	1-0	0	0-1
6	12-11	7-7	18-17	0-0	1-3	0	0-0
7	12-13	9-7	17-17	1-2	4-4	0	0-0
8	15-14	8-8	15-19	0-0	4-2	0	0-0
9	12-10	7-7	17-17	0-0	0-0	0	0-0
10	13-13	6-7	14-14	0-0	0-0	0	1-0
11	8- 7	6-4	8-9	0-0	2-1	0	0-0
12	10- 9	7-7	16-21	0-0	0-0	1	0-0
13	7- 8	5-4	9-13	0-0	0-0	0	0-0
14	11-10	9-8	15-16	1-1	1-0	0	0-0
15	9-13	8-7	16-15	0-0	0-1	0	2-0
16	6- 8	5-6	19-15	0-1	0-1	0	0-0
17	8-11	8-8	21-22	0-0	0-1	1	0-0
18	8- 8	4-4	14-10	0-0	0-0	0	0-0
19	8- 7	7-5	11- 8	0-0	1-0	0	0-0
20	7- 7	6-7	11-13	0-0	0-0	0	0-0
21	7- 8	6-5	13-10	1-1	1-1	0	0-0
22	5- 6	5-4	14-13	0-0	0-0	0	0-0
23	9-10	4-5	12-14	1-1	0-0	0	0-0
24	8- 9	7-3	9-10	0-0	0-0	0	0-0

III. — LA BRACHYPTERIE CHEZ *DIAMESA STEINBOECKII*

A) MODIFICATION DES AILES DANS UNE MEME POPULATION

Parmi les nombreux caractères morphologiques qui font l'originalité de *Diamesa steinboeckii*, la réduction marquée de la taille des ailes (brachyp-
térie) a toujours frappé les rares auteurs à avoir examiné des adultes
de cette espèce. C'est même principalement sur cette particularité que
GOETGHEBUER s'était fondé pour créer le sous-genre *Brachydiamesa*,
abandonné maintenant.

Mais fait encore plus étonnant, les ailes sont plus ou moins réduites
suivant les individus. Ainsi, dans une même population, à un même
moment de l'année, peut-on trouver à la fois des formes microptères à
ailes presque réduites à l'état d'écaillés (fig. 3.5), et des formes macrop-

tères à ailes sinon normales, du moins peu réduites (fig. 3.1). Cela donne un aspect tout différent aux imagos ♂ comme aux imagos ♀ de l'une ou de l'autre forme.

De plus, de nombreuses formes intermédiaires (fig. 3.2 à 3.4) existent entre macroptères et microptères.

Ces modifications ne se limitent pas à la taille de l'aile, mais elles intéressent aussi leur forme, leur nervation et leur chétotaxie.

Les modifications de la forme de l'aile sont surtout sensibles au niveau du lobe anal et de l'extrémité distale de l'aile. Le lobe anal, d'abord sensiblement à angle droit chez les formes macroptères (fig. 3.1), s'estompe graduellement (fig. 3.2 et 3.3), puis finit par disparaître. L'extrémité distale de l'aile, d'abord régulièrement arrondie (fig. 3.1 et 3.2), commence par se tronquer (fig. 3.3), puis s'infléchit légèrement du côté postérieur (fig. 3.4 et 3.5).

La nervation subit elle aussi des modifications : la nervure médiane M (dans sa partie située du côté proximal par rapport à la nervure $r-m$), les rameaux R_{2+3} de la nervure radiale et la nervure sous-costale SC disparaissent progressivement au fur et à mesure de la réduction. Il en est de même des nervures anales. Ainsi, chez les formes microptères extrêmes (fig. 3.5), ne distingue-t-on plus que les nervures C, R, R_1 , R_{4+5} et Cu. On devine une partie des nervures M, Cu_1 et Cu_2 , ainsi que les nervures transverses $r-m$ et $m-cu$.

Les soies des nervures gardent à peu près le même emplacement aussi bien chez les formes macroptères que chez les formes microptères. On les retrouve constamment sur les nervures R, R_1 et R_{4+5} . Tout au plus diminuent-elles en nombre lorsque l'aile se réduit. Par contre, les soies du bord de l'aile sont plus affectées au fur et à mesure de la réduction alaire. Elles forment une frange continue chez les formes macroptères (fig. 3.1). Puis certaines d'entre elles disparaissent chez les formes intermédiaires (fig. 3.2 et 3.4). Enfin il n'en subsiste plus qu'une ou deux chez les formes microptères extrêmes (fig. 3.5).

Il est remarquable enfin de constater que les soies de la nervure Cu, qui ne sont pas constamment présentes chez tous les individus, peuvent être observées aussi bien chez des formes microptères que chez des formes macroptères (fig. 3.1, 3.3 et 3.4). Ce caractère doit être regardé comme une plésiomorphie plus ou moins latente. On le retrouve chez une autre *Diamesa*, *D. lavillei* (cf. SERRA-TOSIO, 1969) qui a des ailes normales. Cette plésiomorphie n'est donc pas liée au plus ou moins grand développement de l'aile et présente en soi une valeur phylogénétique.

B) COMPARAISON ENTRE LA LONGUEUR ET LA LARGEUR DES AILES.

Afin d'avoir une idée de la façon dont s'effectue la réduction de l'aile d'un individu à l'autre, il est intéressant de comparer la largeur de

l'aile et la longueur de l'aile dans une population de *Diamesa steinboeckii* provenant d'une même station (massif du Pelvoux) et récoltée le même jour.

De façon générale, si l'on compare les divers individus d'une population, on sait que la mesure y d'une partie de ces individus est liée à la mesure x d'une autre partie de ces individus par la relation $y = k.x^\alpha$. Ce qui donne, en passant dans un système logarithmique :

$$\log y = \log. k + \alpha . \log. x$$

Le coefficient k est la constante de proportionnalité et α est la pente de la droite obtenue en système logarithmique. Si $\alpha = 1$, x et y varient dans le même rapport. On dit alors qu'il y a *isométrie*. Si $\alpha > 1$, y varie plus rapidement que x . On dit qu'il y a *allométrie positive*. Si $\alpha < 1$, y varie moins rapidement que x . On dit qu'il y a *allométrie négative*.

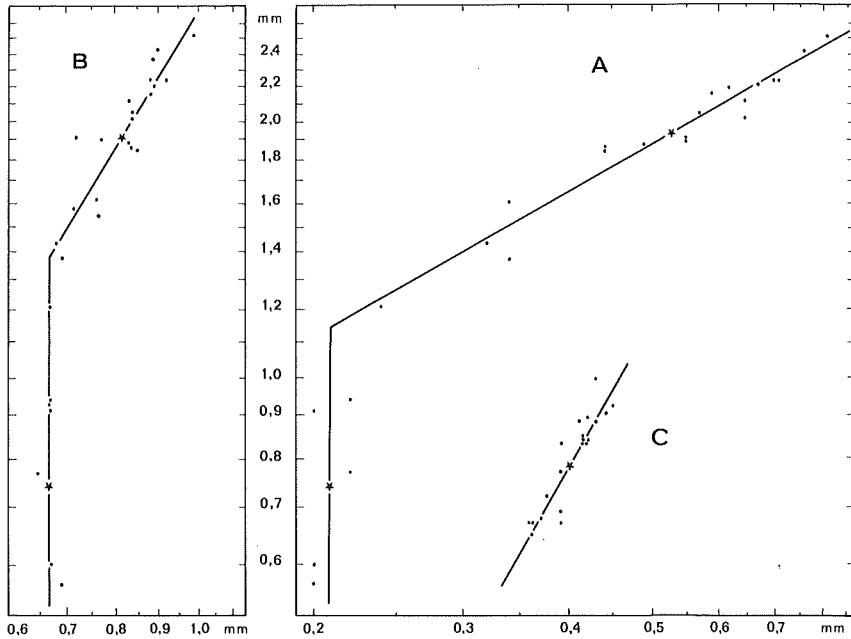


FIG. 8. — *Diamesa steinboeckii*, comparaison de certaines dimensions du corps chez divers individus ♂ d'une même population. Courbe A : longueur de l'aile (abscisses) par rapport à la largeur de l'aile (ordonnées); courbe B : longueur de l'aile (abs.) par rapport à la longueur du thorax (ord.); courbe C : longueur du thorax (abs.) par rapport à la largeur de la tête (ord.).

Si l'on compare la largeur de l'aile (en abscisses) et la longueur de l'aile, on obtient la courbe A de la figure 8. Le tracé de la droite a été calculé par une méthode statistique. Les astérisques correspondent aux

points dont les coordonnées sont égales à la moyenne des dimensions de l'aile.

On remarque que pour une longueur d'aile comprise entre 1,2 et 2,5 mm, on a $\alpha < 1$ ($\alpha = 0,5687$). Il y a donc allométrie négative. Cela indique que dans cette population, pour cet intervalle de longueur d'aile, la longueur de l'aile, d'un individu à l'autre, croît moins vite que la largeur de l'aile. Donc dans cette population et pour le même intervalle de longueur d'aile (entre 1,2 et 2,5 mm), les ailes longues sont proportionnellement plus larges que les ailes courtes.

Pour une longueur d'aile comprise entre 0,5 et 1,2 mm, on a $\alpha > 1$ ($\alpha = 1442$). Il y a allométrie fortement positive. Cela indique que dans cette population et pour cet intervalle de longueur d'aile, la longueur de l'aile, d'un individu à l'autre, croît bien plus vite que la largeur de l'aile. Donc cette population de *Diamesa steinboeckii* et pour le même intervalle de longueur d'aile (entre 0,5 et 1,2 mm), les ailes longues sont proportionnellement plus étroites que les ailes courtes.

Par suite, si l'on classe dans cette population de *D. steinboeckii* les ailes des différents individus par longueur croissante, on a tout d'abord des individus à ailes très courtes mais relativement larges. Puis, à mesure qu'augmente la longueur des ailes, les ailes deviennent progressivement plus étroites, pour atteindre un minimum de largeur relative entre 1,0 et 1,2 mm de longueur. Enfin, lorsque la longueur de l'aile continue à augmenter, on assiste à un élargissement relatif accru de cet organe.

C) COMPARAISON ENTRE LES DIMENSIONS DU THORAX ET DE L'AILE.

Dans une population donnée de *Diamesa steinboeckii*, il est banal de constater que la longueur des ailes de différents individus et la longueur du thorax ne varient pas de la même façon. A première vue, l'allométrie entre la longueur du thorax et celle de l'aile paraît particulièrement frappante. Précisons la nature de cette allométrie.

La courbe de variation correspondant à la longueur du thorax (en abscisses) par rapport à la longueur de l'aile (en ordonnées), chez divers individus mâles d'une même population de *Diamesa steinboeckii*, a été tracée en B sur la figure 8.

Comme dans le cas précédent, la courbe obtenue peut être divisée en deux segments :

Entre 1,2 et 2,5 mm de longueur d'aile, on a $\alpha > 1$ ($\alpha = 1,6279$). L'allométrie est donc positive. Cela traduit le fait que d'un individu à l'autre la longueur de l'aile augmente relativement plus vite que la longueur du thorax. Autrement dit, dans ce même intervalle de longueur d'aile, les grands individus ont des ailes relativement plus longues que les petits individus. Or, on sait que la taille des imagos de Diptères est en rapport avec divers facteurs du milieu, et, en particulier dans une certaine mesure,

avec la quantité de nourriture ingérée par la larve. On peut donc supposer ici que la quantité de nourriture reçue pendant la vie larvaire fait sentir ses effets plus sur l'état de développement des organes du vol que sur la taille générale de l'animal.

Entre 0,5 et 1,2 mm de longueur d'aile, l'allométrie est positive et la pente de la droite très grande ($\alpha = 2498,15$). L'allométrie est donc très fortement positive. On peut même considérer (cf. fig. 8, courbe B) que dans ce cas la pente de la droite est pratiquement infinie. Cela signifie que dans cet intervalle de longueur d'aile la longueur du thorax est à peu près constante, alors que seule la longueur de l'aile varie. Dans ce cas, les différences de longueur d'aile ne sont donc plus liées à la taille de l'insecte; elles ne sont pas liées non plus à la quantité de nourriture reçue durant la vie larvaire, mais à d'autres facteurs dont la nature n'a pas été élucidée (température ? substances dissoutes ?).

A partir de ces constatations, on peut faire un certain nombre de suppositions sur la signification de ce cas complexe d'allométrie des organes du vol chez *Diamesa steinboeckii*. Les ailes paraissent être, chez cet insecte de haute montagne, des organes « sensibles », c'est-à-dire des organes qui subissent les premiers chez l'adulte les effets défavorables du milieu qui se sont exercés sur la larve. Ce sont ces « organes sensibles » qui régressent le plus vite lorsque les conditions de vie ont été défavorables. Pratiquement inutiles à l'animal adulte, ils jouent donc le rôle « d'organes-tampons », prêts à être sacrifiés au bénéfice d'organes plus utiles à la vie imaginale de l'imago, si la larve, du fait de conditions de vie défavorables, s'avère incapable de transmettre à l'adulte un stock suffisant de matière vivante.

Remarque : il est d'usage de comparer la longueur de l'aile chez les insectes non avec la longueur du thorax, mais avec la longueur totale du corps (cf. par exemple les travaux sur les Diptères *Tipulidae* de HEMMINGSEN et JENSEN, 1960; HEMMINGSEN et NIELSEN, 1965). Cela n'est guère possible chez *Diamesa steinboeckii*. En effet, d'une part les segments abdominaux se télescopent plus ou moins, ce qui entraîne des variations de longueur de l'abdomen suivant l'âge de chaque individu et l'état de maturation de ses organes génitaux; d'autre part, l'abdomen des mâles de *Diamesa steinboeckii* est naturellement recourbé vers la face dorsale de l'animal. Pour ces raisons, la mesure de la longueur totale est malaisée. Il est donc plus pratique de prendre comme référence non la longueur totale de l'insecte, mais seulement la longueur de son thorax, car ce dernier n'est pas déformable.

On peut cependant objecter que la longueur du thorax dépend du plus ou moins grand développement des muscles alaires, qui eux-mêmes sont en rapport avec la plus ou moins grande longueur des ailes. En d'autres termes, les formes brachyptères auraient une musculature thoracique plus réduite que les formes à ailes longues. En réalité, comme l'a indiqué LOEW (1864, cité par HEMMINGSEN et JENSEN, 1960), les muscles alaires des Diptères ne sont réduits que si l'aile est absente, ils ne sont pas réduits tant qu'un rudiment d'aile reste présent.

Certains auteurs comparent la longueur de l'aile et la largeur de la

tête (du bord d'un œil à l'autre). Il est donc intéressant de savoir comment varient, chez *Diamesa steinboeckii*, la longueur du thorax et la largeur de la tête, puisque je viens de comparer la longueur de l'aile et la longueur du thorax. En traçant dans un système logarithmique la courbe de variation de la largeur de la tête (en abscisses) par rapport à la longueur du thorax (en ordonnées), on obtient la droite C de la figure 8. On constate que $\alpha > 1$ ($\alpha = 1,737$). L'allométrie est donc positive. Autrement dit, dans une population de *Diamesa steinboeckii*, la longueur du thorax augmente plus vite, d'un individu à l'autre, que la largeur de la tête. Par suite, si l'on avait comparé la largeur de la tête (en abscisses) à la longueur de l'aile, on aurait obtenu une courbe de toute façon assez semblable à la courbe B de la figure 8, mais avec une pente un peu supérieure.

IV. — AUTRES CARACTERES MORPHOLOGIQUES

Si la brachyptérie de *Diamesa steinboeckii* frappe l'observateur, un autre aspect de la morphologie de cet insecte se remarque au premier coup d'œil : c'est la longueur inhabituelle des 3 paires de pattes, surtout chez le mâle (fig. 1 et 5). Les comparaisons des coefficients LR, BV et SV de toutes les pattes (pour la définition de ces coefficients, se reporter au travail de PAGAST, 1947), entre les mâles de *Diamesa steinboeckii* et ceux des autres *Diamesini*, apportent des précisions intéressantes sur l'évolution phylogénétique de ces appendices chez ces Chironomides. Par rapport aux autres *Diamesini*, on observe chez les *Diamesa* un allongement des premiers articles des pattes (fémur, tibia et métatarse). Cela se traduit par une élévation du coefficient BV. Mais ce phénomène est encore plus accusé chez *D. steinboeckii* : le coefficient BV atteint ici des valeurs très élevées, surtout pour les pattes P1 et P2. En d'autres termes, on peut dire qu'une augmentation du coefficient BV traduit une apomorphie plus grande. De ce point de vue, *D. steinboeckii* présente par rapport aux autres *Diamesa* une apomorphie extrême.

Par rapport aux autres *Diamesa*, on note également chez *D. steinboeckii* une diminution du coefficient LR (surtout sur les pattes P1 et P2). Cela traduit un net allongement du tibia par rapport au métatarse.

Enfin le coefficient SV est plus élevé chez *D. steinboeckii* que chez les autres *Diamesa* (surtout sur la patte P2). Cela est en rapport avec une longueur relative plus élevée du fémur et du tibia par rapport au métatarse chez cette espèce.

Chez l'imago ♀ de *D. steinboeckii*, on trouve la même tendance apomorphe, bien que moins accusée, dans les proportions relatives des articles des pattes.

L'hypopyge ♂ de *D. steinboeckii* est étonnamment gros par rapport au reste du corps, ce qui correspond aussi à une apomorphie, de même

que le développement extrêmement faible des soies de l'article basal et leur mode d'implantation (tournées du côté antérieur). Les pièces de l'endosquelette sont elles aussi caractéristiques, en particulier la pièce médiane. Ce n'est pas une lame aplatie et plus ou moins large, comme chez les autres *Diamesa*, mais une pièce à forme complexe, aplatie latéralement dans sa partie antérieure. Il s'agit, là aussi, d'une apomorphie. Elle est du même type que celle qui intéresse certains *Orthocladinae* du genre *Corynoneura* (*C. lobata* et *C. celtica* par exemple, cf. SCHLEE, 1968). Cela traduit une concentration de la musculature dans la partie orale de la pièce médiane, déjà observée chez certains *Orthocladinae* et *Tanypodinae* (SCHLEE, *op. cit.*). On retrouve donc chez les *Diamesinae* des exemples d'évolution parallèle ou convergente homologues de ce qu'on a déjà observé chez les *Orthocladinae* et chez les *Tanypodinae*.

V. — POSITION PHYLOGENETIQUE

Comme l'ont fait quelques auteurs (PAGAST, 1947 et SAETHER, 1968 d'après l'étude des nymphes; THIENEMANN, travaux divers, d'après l'étude des larves), *Diamesa steinboeckii* peut être rapprochée des *Diamesa* du groupe *latitarsis*. Mais ce rapprochement n'est en fait basé que sur des ressemblances, et non sur des apomorphies communes (des synapomorphies, c'est-à-dire des caractères « évolués » communs), qui seules peuvent justifier la parenté d'une espèce avec une autre espèce ou un groupe d'espèces. Dans l'état actuel de nos connaissances et en ne tenant compte que des imagos et des nymphes (les larves étant trop peu connues), on ne peut pas dire de façon certaine que le groupe *latitarsis* est le groupe-parent de *D. steinboeckii*.

Le seul caractère synapomorphe commun aux imagos de *D. steinboeckii* et à celles des *Diamesa* du groupe *latitarsis* est l'absence de sensille campaniforme sur la nervure R_{4+5} . Cela pourrait bien être en fait un exemple de parallélisme.

En ce qui concerne les nymphes, on remarque que dans le cas de *D. steinboeckii* comme dans celui du groupe *latitarsis*, les épines dorsales sont nombreuses (plus de 100) et présentes non seulement sur les tergites II à VIII, mais aussi sur le tergite I. Les spinules aussi sont très nombreuses. L'absence d'épines sur le sternite III doit être considérée peut-être comme une synplésiomorphie.

Les différences entre *D. steinboeckii* et les *Diamesa* du groupe *latitarsis* sont par contre nombreuses. Par rapport au groupe *latitarsis*, *Diamesa steinboeckii* présente quelques caractères plésiomorphes : hypopyge ♂ à article basal sans appendices, hypopyge ♀ à cerques arrondis. On peut aussi considérer comme des survivances plésiomorphes la présence occasionnelle, chez certains individus adultes de *D. steinboeckii*, de soies sur les pleures, sur le sternum et sur la nervure alaire Cu. Mais ce sont

surtout de nombreux caractères apomorphes qui confèrent aux imagos de *D. steinboeckii* l'aspect original que nous leur connaissons. Ils portent sur les yeux (pubescence longue), les antennes (seulement 9 articles chez le mâle; 6 ou 7 articles chez la femelle), les palpes (réduction), le thorax (réduction de l'ensemble du thorax et des ailes), les pattes (allongement du fémur et du tibia se traduisant par un coefficient LR bas et des coefficients BV et SV élevés), l'abdomen (soies tendant à former des groupes transversaux), l'hypopyge ♂ (proportionnellement très gros par rapport au reste du corps et couvert de soies très courtes dirigées vers l'avant; griffe disparue; endosquelette apomorphe) et l'hypopyge ♀ (tergite et sternite VIII sans soies).

En résumé, *Diamesa steinboeckii* forme peut-être avec les *Diamesa* du groupe *latitarsis* un groupe monophylétique.

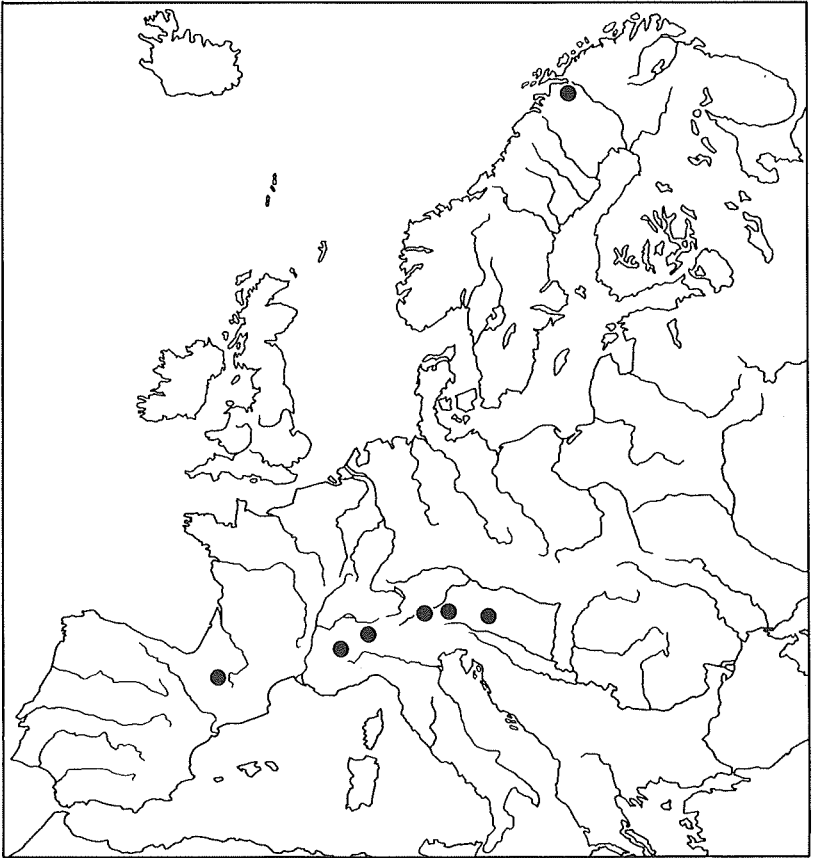


FIG. 9. — Stations connues de *Diamesa steinboeckii*.

VI. — REPARTITION

Les seules stations à peu près sûres à *Diamesa steinboeckii* (nymphe et imago) ne sont connues que des Alpes (Autriche, Suisse, France), des Pyrénées et de Laponie suédoise (fig. 9) (GOETGHEBUER, 1933; PAGAST, 1947; WÜLKER, 1959; SERRA-TOSIO, 1966). Les autres stations citées dans la littérature sont douteuses, car elles sont basées sur des captures de larves, souvent confondues avec des larves de *Diamesa* du groupe *latitarsis*.

En France, je connais *D. steinboeckii* des massifs du Pelvoux et des Sept-Laux (prolongement vers le Nord de la chaîne de Belledonne). J'ai également trouvé cette intéressante espèce dans le massif de la Vanoise (Parc National de la Vanoise), le 5 août 1971, au bas du glacier des Grands Couloirs, à 2 560 m d'altitude, sur les pentes Ouest de la Grande-Casse.

La répartition altitudinale de *Diamesa steinboeckii* s'étend entre 2 000 et 3 000 m d'altitude.

VII. — ECOLOGIE ET ETHOLOGIE

On trouvera des renseignements écologiques et éthologiques sur *Diamesa steinboeckii* dans un article récent (SERRA-TOSIO, 1972).

Voici résumés les différents points qui font à ce sujet l'originalité de *Diamesa steinboeckii*.

Dans les Alpes, les larves de *Diamesa steinboeckii* vivent dans des sources très froides de haute montagne ou dans certains torrents glaciaires dont les températures pendant les mois les plus chauds excèdent rarement 3,5 °C. Les nymphes tissent un fourreau de soie à consistance molle, sans ouvertures, à trame invisible, sans particules minérales collées en surface. La plupart des stations étaient jusqu'ici réparties dans des régions à terrains cristallins dominants. Cependant, en Vanoise, *D. steinboeckii* a été capturée dans une zone d'éboulis à calcaires dominants.

Dans les stations françaises, les nymphes de *Diamesa steinboeckii* étaient associées à différents Chironomides, dont les *Diamesini* suivants : *Diamesa bertrami*, *D. aberrata*, *D. zernyi*, *D. vaillanti*, *D. lindrothi* et *D. wuelkeri*.

Espèce brachyptère, *D. steinboeckii* ne peut pas voler et par conséquent ne forme pas d'essaïms.

Après leur émergence, les imagos ♂ et ♀ se réfugient sous les pierres. Ils y forment alors des groupes d'individus plus ou moins nombreux. Les accouplements se font aussi sous les pierres. Lors des

déplacements, les mâles relèvent leur abdomen du côté dorsal. Chez les femelles au contraire, l'abdomen reste à peu près parallèle au substrat. On peut considérer l'écologie et le comportement de *Diamesa steinboeckii* comme une adaptation à la vie en haute montagne (affranchissement de l'influence des vents et des basses températures). La durée de vie en élevage est, entre 16 et 22 °C, de quelques jours pour les imagos mâles et de plus d'une semaine pour les imagos femelles.

En conclusion, *Diamesa steinboeckii* est une espèce non seulement apomorphe, mais aussi apoécique (écologie de type relativement spécialisé) par rapport aux autres *Diamesa*. Son pouvoir de dispersion est très faible, aussi bien à l'état larvaire (sans doute sténothermie marquée) qu'à l'état imaginal (incapacité de vol). Les larves sont adaptées à la vie dans certains milieux extrêmes de haute montagne : sources froides, torrents glaciaires. Tout le cycle biologique de cette espèce paraît se dérouler, dans chaque station, à l'intérieur d'une aire très réduite.

Une partie de cet article est extraite d'une thèse de doctorat d'état ronéotypée, soutenue le 21 septembre 1971 à l'Université de Grenoble (SERRA-TOSIO, 1971).

AUTEURS CITES

- Code International de Nomenclature Zoologique (1961), adopté par le XV^e Congrès International de Zoologie (éd. par « the Internat. Trust for Zool. Nomenclature », Londres, 176 p.).
- GOETGHEBUER, M. (1933). — Une espèce brachyptère de Diamesine (Diptère Chironomidae) (Bull. ann. Soc. ent. Belg., 73, 56).
- HEMMINGSSEN, A.M. et JENSEN, B. (1960). — Relative wing length and abdominal prolongation in some crane-fly species (Tipulidae) with deep-boring ovipository instincts (Vidensk. Medd. fra Dansk naturh. Foren., 123, 81-110).
- HEMMINGSSEN, A.M. et NIELSEN, J. (1965). — Population differences in wing length in the boreo-alpine subspecies *Tipula (Vestiplex) excisa excisa* Schummel (Vidensk. Medd. fra Dansk naturh. Foren., 128, 151-168).
- PAGAST, F. (1947). — Systematik und Verbreitung der um die Gattung *Diamesa* gruppierten Chironomiden (Arch. Hydrobiol., 41, 435-596).
- SAETHER, O.A. (1968). — Chironomids of the Finse Area, Norway, with special reference to their distribution in a glacier brook (Arch. Hydrobiol., 64, 426-483).
- SCHLEE, D. (1968). — Vergleichende Merkmalsanalyse zur Morphologie und Phylogenie der *Corynoneura*-Gruppe (Diptera, Chironomidae). Zugleich eine allgemeine Morphologie der Chironomiden-Imago (♂) (Stuttgarter Beitr. zur Naturk., 180, 1-150).
- SERRA-TOSIO, B. (1966). — Nouvelles données concernant la répartition et l'écologie de quelques Chironomides *Diamesini* dans le Sud-Est de la France (Gewässer und Abwässer, 41-42, 124-128).

- SERRA-TOSIO, B. (1969). — Un Chironomide pyrénéen à antennes réduites : *Diamesa lavillei* n. sp. (Diptera) (*Ann. Limnol.*, 5, 163-186).
- SERRA-TOSIO, B. (1971). — Contribution à l'étude taxonomique, phylogénétique, biogéographique et écologique des *Diamesini* (Diptera, Chironomidae) d'Europe (Thèse Doct. d'Etat, 2 vol., 462 p., 184 pl. h.t.; n° d'enregistrement au C.N.R.S. : A.O. 5990).
- SERRA-TOSIO, B. (1972). — Ecologie et biogéographie des *Diamesini* d'Europe (Diptera, Chironomidae) (*Trav. Lab. Hydrobiol. Grenoble*, 63, 5-175).
- THIENEMANN, A. ET MAYER, K. (1933). — Chironomiden-Metamorphosen VI. Die Metamorphose zweier hochalpiner Chironomiden (*Zool. Anz.*, 103, 1-12).
- WÜLKER, W. (1959). — Diamesarien-Studien (Diptera Chironomidae) im Hochschwartzwald (*Arch. Hydrobiol.*, suppl. 26, 338-360).

RECHERCHES SUR LES MICROLÉPIDOPTÈRES
DU PARC NATIONAL DE LA VANOISE. (3^e Compte-rendu)
1972

par R. BU VAT (1)

Au cours de l'année 1972, j'ai pu effectuer quatre prospections sur la bordure méridionale du Parc de la Vanoise, entre la région du chemin d'Entre-Deux-Eaux, au-dessus de Termignon et celle du lac de la Partie, au-dessus du refuge de l'Orgère.

Dans les premiers jours de juin, les traces d'un déneigement tardif étaient encore très perceptibles, malgré des journées ensoleillées. Cette circonstance m'a permis de prendre, à la lampe, dans une nuit anormalement froide pour la saison, un *Arctiidae* de montagne, connu pour être particulièrement précoce, mais très rare et non signalé de la Vanoise, l'*Ocnogyna parasita* Hübner (très peu signalé des Basses Alpes, par BEL-LIER de la CHAVIGNERIE, et des Alpes Maritimes par MILLIÈRE).

D'autre part, tant au-dessus de Termignon qu'aux alentours du refuge de l'Orgère, une Géométride, que le « catalogue » de L. LHOMME avait supprimée de la faune française à cause d'une totale absence de capture pendant un siècle, voletait au soleil, au milieu de la journée. Il s'agit de la *Semiothisa carbonaria* Clerck (= *Isturgia carbonaria*) (fig. 1) indiquée du Cher, probablement à tort, au siècle dernier, par Maurice SAND. Cette espèce, connue des Alpes Centrales et de Silésie, avait toutefois été prise en Oisans, dans le Massif des Ecrins, en 1939, par M. GAUBERT. Elle était inconnue en Savoie. Par suite de sa ressemblance superficielle avec les femelles de l'*Emarturga atomaria*, espèce banale que l'on ne récolte habituellement pas, elle peut passer inaperçue. C'est un peu parce que pris de doute que j'ai conservé trois exemplaires de cette espèce peu connue : un mâle près de Termignon, un mâle et une femelle près du refuge de l'Orgère. Il est probable que cette Géométride précoce n'est pas rare dans cette région. Il serait intéressant de la rechercher dans d'autres secteurs du Parc de la Vanoise.

Les prairies des environs de Termignon m'ont fourni plusieurs espèces plus ou moins banales de Microlépidoptères, qui figurent dans la liste

(1) Professeur à l'Université de Marseille II, Centre de Luminy.

ci-jointe. D'autre part dans les secteurs boisés d'*Epicea* (Termignon) et de Pin cembro (l'Orgère) se trouvaient des Microlépidoptères inféodés soit aux Conifères, soit aux végétaux du sous bois (*Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *Arbutus uva-ursi*, *Calluna vulgaris*). Une capture plus intéressante concerne des landes parsemées de *Juniperus communis* qui, aux environs d'Aussois, paraissent bénéficier d'un microclimat relativement sec et chaud. Cette capture est celle d'une *Phycitinae* méridionale, la *Divona dilucidella* Duponchel (fig. 2). L'exemplaire était d'ailleurs assez peu typique, par sa teinte sombre et ses dessins très marqués, pour que sa détermination dût être confirmée par l'examen des genitalia, qui fut effectué par Monsieur J. BOURGOGNE, au Museum d'Histoire Naturelle. Je profite de ces lignes pour remercier M. BOURGOGNE et rappeler que lui-même a constaté récemment le caractère méridional de la faune des Noctuelles de cette localité.

Ce caractère méridional se retrouve dans la faune des Microlépidoptères. Nous avions signalé, dans le rapport de 1971, la récolte de la *Coleophora directella* Zeller, très peu signalée de France et seulement du Var et des Alpes maritimes (à Cannes !) (fig. 9). Nous avons obtenu un seul imago des fourreaux récoltés en 1971. En 1972, une nouvelle récolte nous a fourni quatre autres papillons de cette espèce.

Les peuplements de *Dryas octopetala* m'ont permis de retrouver, au début de juin, de nombreuses mines de la *Nepticula dryadella* Hofmann, espèce que j'avais mentionnée en 1971 comme nouvelle pour la faune française (fig. 8). Une douzaine d'imagos ont éclos entre le 3 et le 27 août. Les femelles m'ont paru réussir moins bien que les mâles, beaucoup sont mortes au moment de l'éclosion, dans leur enveloppe nymphale. Lors de mes visites sur les lieux au début de juillet et au début d'août, il m'a été impossible de trouver ce papillon dans la nature.

Par contre, j'ai consacré, les 7 et 8 septembre, deux longues demi-journées à la recherche systématique de mines foliaires de « type *Lithocolletis* » semblables aux trois seuls exemplaires récoltés en 1971 et dont je n'avais obtenu aucune éclosion. Cette mine est rare et difficile à

PLANCHE I. — Lépidoptères du Parc de la Vanoise

- FIG. 1. — *Semiothisa carbonaria* Clerk. Géométride (× 2)
 FIG. 2. — *Divona dilucidella* Duponchel. Pyralide (*Phycitinae*) (× 2)
 FIG. 3. — *Argyroproce hercyniana* Treitschke. Eucosmide (× 2,3)
 FIG. 4. — *Eucosma asseclana* Hübner. Eucosmide (× 2,3)
 FIG. 5. — *Gelechia perpetuella* Herrich-Schäffer. Gelechiide (× 2,3)
 FIG. 6. — *Phthorimaea samadensis* Pfaffenzeller. Gelechiide (× 2,3)
 FIG. 7. — *Callisto pfaffenzelleri* Frey. Lithocolletide (× 3,5)
 FIG. 8. — *Nepticula dryadella* Hofmann. Nepticulide (× 3,5)
 (Cocon au-dessous du papillon).
 FIG. 9. — *Coleophora directella* Zeller. Coleophoride (× 2,25)
 FIG. 10. — *Callisto alpicola* Wocke. Lithocolletide (× 3,5)
 FIG. 11. — *Leucoptera scitella* Zeller. Lyonétiide (× 3,5)
 FIG. 12. — *Lithocolletis mespilella* Hübner. Lithocolletide (× 3,5)



1



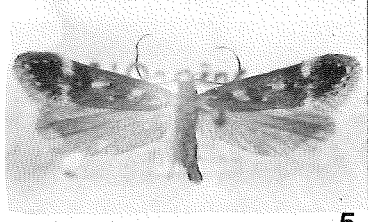
2



3



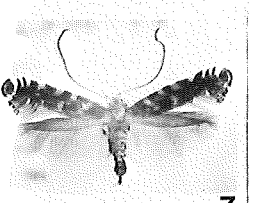
4



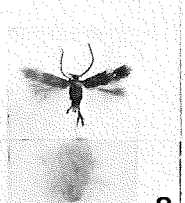
5



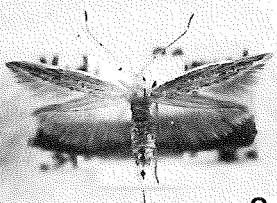
6



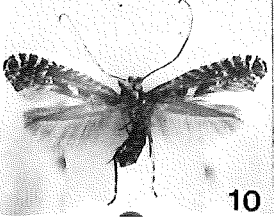
7



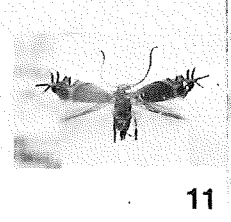
8



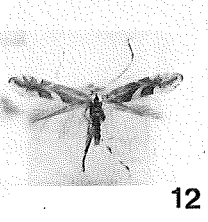
9



10



11



12

voir, dans les coussinets de *Dryas*; cependant, ma patience fut récompensée par la récolte d'une vingtaine de spécimens. Au jour où j'écris ce rapport, j'ai obtenu trois imagos appartenant à l'espèce *Callisto alpicola* Wocke, qui n'était pas connue de Savoie (fig. 10). Très voisine de la *Callisto scoticella* Stainton qui vit sur les Sorbiers, elle me semble nécessiter une étude dont j'espère rendre compte dans un prochain rapport.

Des chasses crépusculaires et nocturnes, effectuées les 7 et 8 août, m'ont fourni de nombreux Microlépidoptères des prairies de l'Orgère et surtout des pentes boisées d'Épicéas et de Pins cembro qui dominent le refuge de l'Orgère. Les espèces qui vivent sur l'Épicéa semblent particulièrement bien représentées en ce lieu (Exemples : espèces des genres *Argyroploce*, *Eucosma*, *Borkhausenia*, *Argyresthia*... vivant sur les Conifères).

Les élevages réalisés à partir de mines récoltées sur le *Cotoneaster vulgaris* ont été décevants jusqu'à ce jour en ce qui concerne les *Nepticula*. Par contre, ils m'ont fourni deux exemplaires de la *Callisto pfaffenzelleri* Frey qui n'était pas connue de Savoie, mais en ce qui concerne la France, seulement des Basses et des Hautes-Alpes (trois citations) (fig. 7).

L'étude des chenilles mineuses des *Cotoneaster* de la Vanoise demande donc à être poursuivie. En septembre, j'en rapportai de nombreuses mines de type « *Callisto* », mais mes recherches de mines de *Nepticula* furent infructueuses.

Au contraire, les *Sorbus aucuparia* m'ont fourni plusieurs types de mines, de *Nepticula*, de *Callisto* et de *Lithocolletis*. De ces dernières j'obtins l'éclosion d'un *Lithocolletis mespilella* Hübner, le 15 septembre (fig. 12). Les autres mines hivernèrent. J'espère rendre compte de leurs résultats dans le prochain rapport.

Comme les années précédentes, ce compte-rendu est complété par la liste suivante des espèces de Microlépidoptères récoltés en 1972 et non signalés dans les deux listes antérieures.

TROISIÈME LISTE COMMENTÉE DE MICROLEPIDOPTÈRES DU PARC NATIONAL DE LA VANOISE

Nous joignons à cette liste quelques indications relatives à des *Pyralidae* non signalées dans l'inventaire publié par J. BOURGOGNE (Travaux scientifiques du Parc National de la Vanoise, III, 1973, 115-131). Rappelons que les numéros sont ceux du « Catalogue des Lépidoptères de France et de Belgique » publié par Léon L'HOMME.

Pyralidae.

- 1739 — *Cateremna terebrella* Zincken — Espèce rare et non signalée de Savoie, surtout de France orientale et centrale. La chenille vit deux ans dans les cônes d'Épicéa et de Pin de montagne. Refuge de l'Orgère, 8-VIII-72. 1 exemplaire, à la lumière.

- 1769 — *Divona dilucidella* Duponchel (fig. 2). — Espèce méridionale, non signalée de Savoie. La chenille vit dans un tube souterrain vertical, d'où elle sort pour grignoter le dessous des feuilles d'*Astragalus* et de *Lotus*.
Un exemplaire pris à Aussois dans une lande d'aspect relativement aride. 4-VI-72.
- 1870 — *Crambus luteellus* Schiffermiller (= *Pediasia luteella*, Denis et Schiffermiller). *Crambus* peu fréquent. Un exemplaire pris à Aussois, au même endroit que l'espèce précédente. 4-VI-72.

Phaloniidae (Cochylidae).

- 2234 — *Phalonia tesserana* Schiffermiller.
Espèce très répandue dont la chenille vit dans les racines de diverses Composées (*Picris*, *Hieracium*, *Crepis*, *Inula*).
Prairies au-dessus de Termignon. 4-VI-72.

Tortricidae.

- 2360 — *Cnephasia penziana* Thunberg.
Espèce répandue surtout en montagne. Chenille sur *Sedum* et *Sempervivum*. Environs de l'Orgère, 7-VIII-72.

Eucosmidae.

- 2444 — *Ancylis unguicella* Linné.
Espèce répandue. Chenille sur *Calluna*, *Erica*, et, en Vanoise, peut-être (?) sur Ericales des sous-bois de Conifères (*Vaccinium*, *Arbutus*... ??).
Espèce commune au-dessus de Termignon (2-VI, 9-VII-1972).
- 2480 — *Eucosma nanana* Treitschke.
Petite Eucosmide dont la chenille se nourrit d'aiguilles de Pins, d'*Epicea* et de Sapin.
Aussois, sur les Epicéas, 8-VIII-72.
- 2528 — *Eucosma costipunctana* Haworth (*trigeminana* Stephens).
Espèce répandue vivant sur *Senecio jacobaea*. — Commun autour de Pralognan (Mt Bochor, chemin de Chavière, VIII-70) et au-dessus de Termignon (2 000 m), 9-VII-72.
Prise à Valloire (L'HOMME).
- 2530 — *Eucosma asseclana* Hübner — (fig. 4). Tordeuse peu fréquente, non signalée de Savoie, ni des Alpes. Chenille sur le Bouleau. Termignon : chemin d'Entre-Deux-Eaux, 4-VI-72.
- 2631 — *Argyroploce hercyniana* Treitschke — (fig. 3). Très peu signalé en France. Pris à Pralognan par VIARD. Chenille sur l'Epicéa et le Pin sylvestre. Refuge de l'Orgère, un exemplaire le 7-VIII-72.
- 2656 — *Hemimene plumbagana* Treitschke — Répandue presque partout. Vit sur *Achillea* et *Tanacetum*. Refuge de l'Orgère, 8-VIII-72.

- 2712 — *Enarmonia succedana* Schiffermiller — Eucosmide répandu presque partout. Chenille sur divers Genêts, *Ulex*, *Dorycnium*, *Lotus*, *Sarothamnus*, *Cytisus*. Termignon, à 2 000 m. Refuge de l'Orgère; VIII-72.

Glyphipterygidae.

- 2765 — *Glyphipteryx fischeriella* Zeller. — Répandu presque partout. La chenille vit dans les caryopses de *Dactylis glomerata*. — Termignon, dans le Parc à 2 000 m, 9-VII-72.

Schreckensteiniidae.

- 2780 — *Schreckensteinia festaliella* Hübner — Espèce rare dans le Sud-Est, non signalée de Savoie. La chenille vit sur *Rubus idaeus*. Refuge de l'Orgère, 4-VI-72.

Gelechiidae.

- 2830 — *Metzneria metzneriella* Stainton — Il s'agit d'une espèce plutôt méridionale inféodée au genre *Centaurea*. Prise à Valloire par VIARD. — Termignon: Parc de la Vanoise, 2 000 m, 9-VII-72.
- 2961 — *Gelechia perpetuella* Herrich-Schäffer (fig. 5). — Espèce exclusivement alpine. Connue de Val d'Isère (VIARD) Chenille inconnue. — Refuge de l'Orgère, 8-VIII-72.
- 3016 — *Phthorimaea samadensis* Pflaffenzeller (fig. 6). — Encore une *Gelechiidae* alpine, connue, en Savoie, de Valloire et de Bonneval. — Environs du Refuge de l'Orgère, 7-VIII-72. Chenille inconnue.
- 3096 — *Stomopteryx patruella* Mann. — Espèce montagnarde vivant sur l'*Helianthemum guttatum*. Signalée de Pralognan et de Valloire par VIARD. — Prairies près du Refuge de l'Orgère, 7-VIII-72.

Cosmopterygidae.

- 3208 — *Mompha miscella* Schiffermiller. — Encore une espèce des Hélianthèmes, assez répandue. — Prise à Valloire et à Bonneval par VIARD. — Termignon: Parc de la Vanoise, 2 000 m, 9-VII-72.

Oecophoridae.

- 3245 — *Endrosis lacteella* Schiffermiller — Répandu presque partout. La chenille vit de déchets végétaux. Refuge de l'Orgère, 4-VI-72.
- 3243 — *Borkhausenia similella* Hübner — Oecophoride des régions montagneuses, prise à Bonneval par VIARD. Chenille signalée sous les écorces mortes de Sapin et de Sycomore. Se trouve

PARC NATIONAL DE LA VANOISE

- généralement dans les forêts de Conifères. Aussois, 8-VIII-72; pentes boisées dominant le refuge de l'Orgère, 8-VIII-72.
- 3270 — *Pleurota pungitiella* Herrich-Schäffer — Espèce méridionale et montagnarde; signalée à Valloire (VIARD, LHOMME). Chenille inconnue. Termignon : Parc de la Vanoise, 2 000 m, 9-VII-72.
- 3320 — *Depressaria liturella* Schiffermiller — Espèce très répandue, prise à Bonneval par VIARD. Chenille sur diverses Centaurées. Saint-André : route de l'Orgère. Obtenu *ex-larva* sur *Centaurea jacea*, 24-VI-72.
- 3378 — *Depressaria hypericella* Treitschke — Autre *Depressaria* très répandue; signalée à Pralognan (VIARD) et à Valloire (LHOMME). Chenille sur *Hypericum perforatum* et autres espèces. Saint-André : route de l'Orgère; obtenu *ex-larva* sur *H. perforatum*, 3-VII-72.

Elachistidae.

- 3555 — *Elachista adscitella* Stainton — Espèce peu observée, confondue avec *E. megerlella* Stainton mais probablement différente. Chenille sur *Sesleria*, *Brachypodium*, *Deschampsia*, *Poa*. Répartition à étudier. Un individu, pris à Aussois (8-VIII-72) paraît bien se rapporter à l'espèce *adscitella*, non signalée de la région, mais que j'ai prise dans les Hautes-Alpes et dans le Puy-de-Dôme.

Coleophoridae.

- 3645 — *Coleophora ornatipennella* Hübner — Espèce commune. Chenille jeune sur diverses Labiées, ensuite sur Graminées. Aussois, 4-VI-72.
- 3669 — *Coleophora vulnerariae* Zeller — Espèce du Sud-Est. Chenille sur *Anthyllis vulneraria* et *Genista sagittalis*; prise à Valloire VIARD. Termignon : parc de la Vanoise, 9-VII-72.

Plutellidae.

- 3778 — *Argyresthia illuminatella* Zeller (?) — Deux espèces très voisines, *A. illuminatella* et *A. certella* Zeller vivent en montagne dans les bourgeons de Pin sylvestre, d'Épicéa et de Mélèze. Toutes deux sont rares et ont été très peu observées, aucune n'est signalée en Savoie. L'une d'elles au moins se trouve dans les pentes boisées qui dominent le refuge de l'Orgère. 7-VIII-72.

Lithocolletidae.

- 3883 — *Lithocolletis mespilella* Hübner (fig. 12) — Espèce peu observée, non signalée en Savoie. Chenille mineuse des feuilles de *Sorbus aria* et *Sorbus aucuparia* (mine infra). Obtenu *ex-larva* de l'Orgère. Éclosion 15-IX-72.

- 3952 — *Callisto pfaffenzelleri* Frey (fig. 7) — Espèce alpine très peu signalée en France (Barcelonnette, La Grave, Puy Vacher) et non en Savoie. La chenille mine les feuilles de *Cotoneaster vulgaris*. Refuge de l'Orgère. Imagos obtenus *ex-larva* des mines sur *Cotoneaster*; 9-III-72; 8-X-72 (donc, en captivité, éclosions tardives possibles).
- 3967 — *Caloptilia syringella* Fabricius — Espèce très répandue, minant les feuilles de diverses Oléacées (*Syringa*, *Evonymus*, *Fraxinus*, *Ligustrum*, *Phillyrea*, etc.). Termignon, 2-VI-72.

Lyonetiidae.

- 3995 — *Leucoptera scitella* Zeller (fig. 11) — Espèce non signalée de Savoie, bien que très répandue. La chenille mine les feuilles de nombreuses Rosacées arbustives ou arborescentes, ainsi que celles d'*Alnus* et de *Betula*. Cette chenille se trouve en nombre sur le *Cotoneaster vulgaris* aux alentours du refuge de l'Orgère. Éclosions en mars et avril, en captivité.

Tineidae.

- 4036 — *Nemapogon* (Tinea) *cloacellus* Haworth — Cette espèce, répandue presque partout, vit de détritits divers, de fruits secs, de champignons tels que les Polypores, de liège même ! Refuge de l'Orgère, dans les pentes boisées, 8-VIII-72.
- 4084 — *Infurcitinea roesslerella* Heyden — Espèce peu observée mais signalée de Savoie par VIARD (Bonneval, Pralognan, Valloire). La chenille se nourrit probablement de lichens des rochers ou des murailles. Refuge de l'Orgère, dans les pentes boisées, 8-VIII-72, un exemplaire de dimensions inhabituelles.

Adelidae.

- 4171 — *Adela rufimitrella* Scopoli — *Adela* sporadique mais très répandue, prise à Valloire par VIARD. Chenille sur Crucifères (*Cardamine*, *Sisymbrium*, *Lunaria*). Au-dessus du village de Termignon, dans les prairies; 4-VI-72.

Micropterygidae.

- 4330 — *Micropteryx ammanella* Hübner — Cette espèce serait répandue parmi les peuplements de Bouleaux. La chenille, toutefois, est inconnue. Ne semble pas signalée de Savoie. Prise dans des prairies bordées de Bouleaux, entre autres essences, au-dessus de Termignon; 2-VI-72.

ÉTUDE DE L'AVIFAUNE DU PARC NATIONAL DE LA VANOISE

III. Inventaire des oiseaux de la Haute-Tarentaise

par H. TOURNIER et Ph. LEBRETON (1)

I. — Liste systématique des oiseaux nicheurs	201
II. — Liste systématique des oiseaux migrants, erratiques ou à statut non précisé	207
III. — Discussion des observations	210

Résumé. — L'avifaune de la Haute-Tarentaise (partie Nord du Parc National de la Vanoise, de l'étage montagnard supérieur à l'étage nival) compte au moins 85 espèces nidificatrices. Le caractère « septentrional » est souligné par la présence ou la fréquence de certaines espèces (Gélinotte, Bécasse, Pic noir, Tichodrome, Sizerin), l'absence ou la pauvreté d'autres, connues de Maurienne (Merle de roches, Pouillot de Bonelli, Pie-grièche écorcheur, Bruants, Moineau soulcie, Crave).

D'une manière générale, les altitudes atteintes en nidification sont moins élevées en Tarentaise qu'en Maurienne. Ce profil est néanmoins atténué par l'avifaune de l'adret de la vallée de l'Isère (Hibou petit-duc, Bruant ortolan) ou d'expositions favorables (Bartavelle, Engoulevent).

Summary. — The birdlife in the Haute-Tarentaise (Northern part of the Vanoise National Park, ranging from the upper mountain level to the snow level) amounts to 85 nesting species. The northern character of this fauna appears in the presence or the abundance of certain species (Hazel hen, woodcock, black woodpecker, wall creeper, redpoll), in the absence or the scarcity of other species which are found in the Maurienne valley (Rock thrush, Bonelli's warbler, red backed shrike, buntings, rock sparrow, chough).

On the whole, nest-building occurs at lower altitudes in the Tarentaise than in the Maurienne valley. This difference is partly compensated, though,

(1) Centre Ornithologique Rhône-Alpes. Université Claude Bernard, Lyon-I, Département de Biologie végétale - 43 Bd du 11 novembre 1918, 69621 Villeurbanne.

by the fauna of the northern side of the Isère valley, which is exposed to the sun (Scops owl, ortolan bunting) or that of favorable situations (rock partridge, nightjar).

Si la végétation forestière de Tarentaise (GENSAC 1967) est connue à l'égal de celle de Maurienne (BARTOLI 1966), il n'en était pas de même du point de vue onithologique au début de nos recherches sur le Parc National de la Vanoise.

En ce qui concerne la Haute-Maurienne, plusieurs publications antérieures, doublées d'observations locales circonstanciées, avaient à ce point préparé le travail qu'une seule saison de nidification nous avait permis (LEBRETON et TOURNIER 1970) de dresser un inventaire depuis largement confirmé. Rien de tel pour la Tarentaise où, à défaut de toute source bibliographique, nous pouvions disposer seulement de quelques renseignements provenant du personnel de terrain du Parc National. Deux années nous ont donc ici paru nécessaires, nos propres observations étant complétées par des données récentes dûes aux guides-naturalistes du Safari-photo de Val-d'Isère (2), au personnel du Parc (3) et de l'Office National des Forêts (4). Notre compte rendu d'activité 1971 constituait tout au plus une liste préliminaire destinée à orienter les recherches encore nécessaires.

Dans une première partie de ce travail seront envisagés les oiseaux dits nicheurs, pour qui des preuves directes (nid, ponte, jeunes) ou indirectes (présence et comportement en saison de nidification dans un biotope adéquat) de reproduction ont été obtenues; elles sont au nombre de 85. Les limites géographiques et altitudinales retenues dépassent le cadre du Parc proprement dit et couvrent de l'étage montagnard supérieur (soit sensiblement à partir de 1 100 m) à l'étage nival inclus.

Dans une deuxième partie seront traitées les espèces migratrices ou erratiques et celles dont le statut de nicheur est actuellement trop peu fondé ou purement occasionnel, soit en fin de compte sans grande signification biologique. Afin de compléter les connaissances sur l'avifaune de Tarentaise, nous ajouterons à cette liste les quelques espèces nidificatrices en dessous de la limite d'altitude mentionnée.

Dans une troisième partie figureront quelques commentaires d'ordre biogéographique et écologique, notamment par comparaison avec les données homologues de Haute-Maurienne. Nous nous réservons toutefois de revenir de manière approfondie sur ce thème, dans un travail de synthèse sur l'avifaune de la Vanoise, concernant le Parc National et sa zone périphérique.

Mentionnons que la Tarentaise porte le n° 39 dans la liste des Districts naturels de la Région Rhône-Alpes (C.O.R.A.).

(2) MM. BOISSEAU (1971) et PRODON (1972) (SP). (3) MM. VARLET, BENOIT, JALABERT et FLANDIN (PV). (4) M. DUPUY (St-Jean-de-Belleville) (D.).

I. — LISTE SYSTÉMATIQUE DES OISEAUX NICHEURS

Accipitridés (Rapaces diurnes)

On peut estimer à 4(5) le nombre de couples d'Aigles royaux *Aquila chrysaetos* (L.) de la Haute-Tarentaise, cantonnés respectivement dans les secteurs Val-d'Isère-Sainte-Foy (1-2), Peisey-Nancroix (1), Pralognan-Méribel-les-Belleville (2). Des Aiglons ont été élevés en 1971 et 1972 au Franchet-de-Val-d'Isère, en 1971 au Rosuel de Nancroix, en 1972 à Méribel.

La Buse variable *B. buteo* L. est moins commune que la Bondrée apivore *Pernis apivorus* (L.), notée à Bozel, Saint-Bon, la Praz, Peisey, Villaroger.

L'Épervier *Accipiter nisus* (L.) a été noté à quelques reprises; l'Autour *A. gentilis* (L.) reste sporadique (Bourg-Saint-Maurice, les Belleville). Le Faucon crécerelle *Falco tinnunculus* L., peu abondant, ne devient fréquent que sur les alpages.

Gallinacés

Le Lagopède des Alpes *Lagopus mutus* (Mont.) est signalé entre 2 200 et 2 900 m, pontes et éclosions étant signalées à la mi-juillet. Le Petit Tétrás *Lyrurus tetrix* (L.) est présent, sa densité étant jusqu'à présent considéré comme bonne à Saint-Jean-de-Belleville (D). Il est intéressant de noter la présence de la Gélinotte *Tetrastes bonasia* (Brehm) bien localisée dans le Montagnard (Saint-Jean de Belleville (D)); Peisey, un nid de 8 œufs au début de mai 1972; Sainte-Foy-La-Thuille).

La Perdrix bartavelle *Alectoris graeca* (Meisner) est connue jusqu'à 2 600 m de stations favorables (Saint-Jean-de-Belleville, Petit Mont-Blanc de Pralognan, refuge Regaud du Mont-Pourri, Villaroger). La Caille *C. coturnix* (L.) est un nicheur clairsemé (les Belleville, les Chapelles).

Rallidés.

Le Râle de genêts *C. crex* (L.) est nicheur jusqu'à 1 500 m dans des prairies de fauche et des prairies humides à Fontaine-le-Puits et à St-Jean-de-Belleville (D.).

Limicoles.

La nidification de la Bécasse *Scolopax rusticola* L. a été observée au printemps 1968 en Sapinière-Pessière à 1 200 m d'altitude à St-Jean-de-Belleville. (D). Quelques citations de novembre-décembre.

Columbidés.

Le Pigeon ramier *Columba palumbus* L. est un nicheur disséminé.

Cuculidés.

Le Coucou *Cuculus canorus* L. est assez fréquent à diverses altitudes.

Strigidés (Rapaces nocturnes).

Peu de données sur la Chouette hulotte *Strix aluco* L. et sur le Hibou moyen-duc *Asio otus* (L.), l'attention se portant surtout sur la Chouette de Tengmalm *Aegolius funereus* (L.) et le Hibou grand-duc *B. bubo* (L.); la première a été notée à Méribel, Courchevel, La Praz et Nancroix (ponte de 5 œufs en mai 1972); du second nous possédons plusieurs mentions : oiseau tué en 1961 ou 1962 à Méribel-Courchevel, oiseau électrocuté en été 1968 à La Thuile, deux observations pendant l'été 1969 à Peisey-Nancroix et au Pisset de Val d'Isère, chanteur en 1970 à la Gurra de Peisey, observation en novembre 1971 à la Montagne du Fût dans la vallée des Belleville (PV, D).

La présence du Hibou petit-duc *Otus scops* (L.) est évidemment insolite : à la belle saison 1964, trois jeunes récemment sortis du nid ont été tués par une voiture au Picolard (altitude 1 200 m), les Chapelles (PV, contrôle PL d'un spécimen naturalisé, AP 150 mm); il convient de souligner toutefois la situation en adret, sur la rive droite de l'Isère. Le chant aurait été noté au Miroir (PV).

Caprimulgidés.

L'Engoulevent *Caprimulgus europaeus* L., entendu à Peisey en mai 1971, est considéré comme fréquent aux Chapelles (PV).

Apodidés.

Le Martinet noir *A. apus* (L.) est nicheur à Bozel, Bourg-St-Maurice, Peisey, éventuellement à Pralognan.

Upupidés.

La Huppe *Upupa epops* L. a été notée à Valezan, les Chapelles (1 200-1 300 m) et jusqu'à St-Martin-de-Belleville (1 400 m).

Picidés.

Le Pic vert *Picus viridis* L. est présent dans les formations boisées, de même que le Pic épeiche *Dendrocopos major* (L.). Plusieurs mentions de Pic noir *Dryocopus martius* (L.) : forêts des Belleville, les Fontanettes à Pralognan, les Balmettes à Peisey, les Mines à Nancroix, vallée des Arcs, Pinède du Miroir, Grand Bois de la Thuile; généralement dans l'étage montagnard.

Alaudidés.

Seule l'Alouette des champs *Alauda arvensis* L. a été notée dans les prairies, pâturages et pelouses.

Hirundinidés.

Nidification de quelques couples d'Hirondelle de rochers *Ptyonoprogne rupestris* (Scop.) en 1970 à la roche Corbassière de Peisey (1 250 m), en 1971 au tunnel de la Thuile (1 250 m) et en 1972 à la carrière de Villette (780 m). L'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* (L.) niche en milieu rupestre (Peisey, Nancroix, La Daille-le Franchet) et sur des bâtiments (St-Jean-de-Belleville, Bourg-St-Maurice, Val d'Isère). L'Hirondelle de cheminée *Hirundo rustica* L. plafonne comme nidificatrice à 1 100-1 200 m : St-Jean-de-Belleville, le Pra de St-Bon.

Motacillidés.

Le Pipit des arbres *Anthus trivialis* (L.) est commun dans les formations boisées lâches, alors que le Pipit spioncelle *A. spinoletta* (L.) peuple les pelouses alpines, un adulte à comportement nicheur ayant été noté à 2 800 m à l'Iseran en 1971.

La Bergeronnette des ruisseaux *Motacilla cinerea* Tunst. est présente sur les dorons et l'Isère; la Bergeronnette grise *M. alba* L. est commune.

Laniidés.

Sans être rare, la Pie-grièche écorcheur *Lanius collurio* L. est localisée dans quelques stations favorables : Belleville, les Allues, Peisey-Nancroix, Viclaire-le-Miroir, Val-d'Isère, les Chapelles.

Cincliidés.

Le Cincle *C. cinclus* (L.) est assez fréquent dans les vallées des Belleville, Pralognan, Peisey-Nancroix, Méribel.

Troglodytidés.

Le Troglodyte *T. troglodytes* (L.) est commun dans les divers milieux boisés.

Prunellidés.

L'Accenteur alpin *Prunella collaris* (Scop.) est assez fréquent, noté entre 2 000 et 3 020 m, tandis que l'Accenteur mouchet *P. modularis* (L.) peuple communément les zones boisées et la lande subalpine.

Muscicapidés.

Le Traquet tarier *Saxicola rubetra* (L.) est un nicheur commun des prairies, tandis que le Traquet motteux *Oe. oenanthe* (L.) est d'un peuplement plus sporadique dans les pelouses alpines.

Quelques observations seulement de Merle de roches *Monticola saxatilis* (L.) au refuge Félix Faure en 1963, et, à Val d'Isère en 1971, au Prariond, au Grand Vallon et à la Grande Sassièrre (SF).

Le Rougequeue noir *Phoenicurus ochruros* (Gmel.) est commun dans les pierriers, pelouses et villages tandis que le Rougequeue à front blanc *Ph. phoenicurus* (L.) est bien plus sporadique, soit en forêt (Méribel, Pessièrre, 1 450 m), soit en village (St-Jean-de-Belleville, La Thuile).

Bonne fréquence du Rougegorge *Eruthacus rubecula* (L.), localisé dans diverses formations boisées. Alors que le Merle noir *Turdus merula* L. peut atteindre 1 650 m grâce à certaines circonstances favorables (Méribel, Pralognan, Nancroix, la Thuile), le Merle à plastron *T. torquatus* L. est commun dans les formations de résineux à partir de 1 450 m. Quelques cas de nidification de la Grive musicienne *T. philomelos* Brehm, à St-Jean-de-Belleville, Peisey-Nancroix et Méribel, un peu moins commune que la Grive draine *T. viscivorus* L.

Deux types de biotopes retiennent la Rousserolle verderolle *Acrocephalus palustris* (Bechst.), la prairie grasse d'une part (Pralognan, Champagny-le-Haut), la brousse d'Aune vert d'autre part (le Laisonnay, les Nants de Pralognan à 1 870 m, la Gurra de Nancroix).

La Fauvette des jardins *Sylvia borin* (Bodd.) est évidemment plus commune (forêts, ripisylves, Aunaies vertes) que la Fauvette à tête noire *S. atricapilla* (L.) notée néanmoins à 1 500 m (nicheur) et à 1 600 m (chanteur) à Nancroix en 1971. A l'exception d'un jeune peuplement d'Epicéas en 1971 à Méribel, seules les formations feuillues de l'Aunaie verte et des ripisylves nous ont semblé retenir la Fauvette babillarde *Sylvia curruca* (L.),

Le Pouillot véloce *Phylloscopus collybita* (Vieillot) est bien représenté en milieu boisé. Pouillot siffleur *Ph. sibilatrix* (Bechst.) et Pouillot de

Bonelli *Ph. bonelli* (Vieillot) sont par contre rares et localisés : le premier le 22 mai 1972 dans des Hêtraies à Bozel (800 m), et au Planay (800 m), et le 10 juin 1972 dans un peuplement de Trembles à Nancroix (1 200 m); le second le 21 mai 1972 dans des taillis de Chênes pubescents à Bozel, en juillet 1971 à la Pinède de Viclaire et en juin 1972 à Nancroix.

Le Roitelet huppé *R. regulus* (L.) est bien plus commun que le Roitelet triple-bandeau *R. ignicapillus* (Temm.).

Paridés.

Trois stations de Mésange nonnette *Parus palustris* L. : le Planay (1 100 m), Peisey (1 300 m) et Méribel-village (1 450 m). La Mésange boréale *Parus montanus* Conrad est présente dans le Subalpin boisé et la ripisylve, la Mésange huppée *P. cristatus* L. dans le Subalpin et la Pinède montagnarde; la Mésange noire *P. ater* L. peuple tous les boisements résineux; un nid à 800 m d'altitude dans un muret routier à Villars du Planay. Seules quelques Mésanges bleues *Parus caeruleus* L. et charbonnières *P. major* L. pénètrent dans le Montagnard supérieur, respectivement : le Villaret de Peisey (1 300 m), les Balmettes de Peisey, le Champey de Ste-Foy, basse-vallée des Belleville (1 100 m); les Belleville, Méribel, Pralognan, le Planay, jusqu'à 1450-1500 m.

Sittidés.

Pusieurs stations de Tichodrome *Tichodroma muraria* (L.) aux Belleville, Nancroix, Val d'Isère; jeunes nourris fin-juillet au nid, au lac du Chevril, 1 800 m, exposition Nord (SP).

Certhiidés.

Le Grimpereau des bois *Certhia familiaris* L. a été noté à quelques reprises à Peisey et aux Belleville.

Embérizidés.

Si les trois espèces de Bruants ont été notées, comme en Maurienne, il ne s'agit que de stations disséminées et particulières. Le Bruant jaune *Emberiza citrinella* L. a été observé à Peisey, la Thuile et Val-d'Isère; le Bruant fou *E. cia* L. à Peisey, la Thuile, la Gurra de Val-d'Isère, ainsi qu'au Mousjelard de Viclaire (cultures) et à Bozel (pente à taillis de Chênes pubescents, 700 m). Quant au Bruant ortolan *E. hortulana* L., dont aucune observation n'a été faite sur la rive gauche de l'Isère, il est par contre très commun dans les pentes herbeuses ou cultivées en adret, de 900 à 1 300 m au moins, sur la rive droite de la vallée.

Fringillidés.

Le Pinson des arbres *Fringilla coelebs* L. est évidemment l'oiseau le plus commun des zones boisées. Le Chardonneret *C. carduelis* (L.) est présent çà et là, au niveau des villages; la Linotte *Carduelis cannabina* (L.) est surtout notée dans la lande subalpine. Deux biotopes peuvent accueillir le Sizerin *C. flammea* (L.), assez commun: le Mélézein (Val-d'Isère, le Monal de Ste-Foy), l'Aunaie verte (Champagny-le-Haut, Nancroix). Le Venturon *C. citrinella* (Pallas) et le Bouvreuil *P. pyrrhula* (L.) ont été notés à plusieurs reprises; la présence du Bec-croisé *Loxia curvirostra* L. est sporadique. Un Serin cini *Carduelis serinus* (L.) chantait à Pralognan (1 420 m) le 13 juin 1971.

Plocéidés.

Les populations de Haute-Tarentaise de Moineau domestique *Passer domesticus* (L.) relèvent vraisemblablement de la sous-espèce type et de la sous-espèce *italiae*, dite Moineau cisalpin (Val Claret; le Mussillon-Méribel); à signaler le record d'altitude de nidification en 1971 à 2 100 m dans un pylone de remontée mécanique au Val Claret.

Les altitudes de nidification de la Niverolle *Montifringilla nivalis* (L.) s'étalent de 1 920 m (le Fornet de Val d'Isère) à 2 770 m (col de l'Iseran où, en 1971, un couple a niché dans la façade du restaurant).

Corvidés.

Le Geai *Garrulus glandarius* (L.) est un nicheur disséminé; gros passage à l'automne 1968 où l'espèce a été notée jusqu'à 2 800 m dans la vallée des Belleville. Le Cassenoix *Nucifraga caryocatactes* (L.) est assez répandu mais n'atteint jamais de fortes densités; en octobre 1968, un oiseau obtenu à Val d'Isère a été rapporté à la sous-espèce sibérienne *N.c. macrorhynchos* Brehm.

Le Crave *P. pyrrhacorax* (L.) n'est pas rare mais n'atteint jamais de gros effectifs tandis que le Chocard *P. graculus* (L.) est évidemment plus fréquent et plus abondant.

La Corneille noire *Corvus corone* L. est notée jusqu'à la limite supérieure des habitations (environ 1 800 m), mais des oiseaux ont été notés en 1971 à 2 180 m sur la route de l'Iseran. Plusieurs citations de Grand Corbeau *Corvus corax* L.: nid de 4 œufs en 1969 au Bochor de Pralognan, 5 poussins en 1970 à la Corbassière de Peisey où deux couples ont niché en 1972; noté en outre au col de la Sachette, aux Arcs, au Monal de Ste-Foy, aux Belleville, à Val d'Isère, à Courchevel et à Bozel (700 m); effectifs rarement supérieurs à quelques individus, si ce n'est une troupe d'une trentaine le 27 juillet 1967 sur le dépôt d'ordures de la Plagne.

II. — LISTE SYSTEMATIQUE DES OISEAUX MIGRATEURS
ERRATIQUES OU A STATUT NON PRECISE

Ardéidés (Hérons).

Des observations très sporadiques de Hérons migrateurs ont été faites (PV) à la faveur de quelques points d'eau dont la retenue E.D.F. de Bourg-St-Maurice : Héron cendré *Ardea cinerea* L., Héron pourpré *A. purpurea* L., Aigrette garzette *Egretta garzetta* (L.) Héron bihoreau *N. nycticorax* (L.).

Ciconiidés.

Deux Cigognes blanches *C. ciconia* (L.) ont été tuées (!) en septembre 1972 à St-Martin-de-Belleville.

Anatidés (Canards).

Observations occasionnelles de Canard colvert *Anas platyrhynchos* L. (Bourg-St-Maurice, lac Grattaleu, col du Palet) et de Sarcelle d'hiver *A. crecca* L. (lac de la Plagne) migrateurs (PV).

Accipitridés.

Apparition sporadique du Milan noir *Milvus migrans* (Bodd.) aux Belleville et sur l'Isère à Viclaire-Longefoy; une citation de Milan royal *M. milvus* (L.) au printemps 1969 à Tignes (PV).

Un Circaète *Circaëtus gallicus* (Gm.) a été observé le 21 mai 1972 à Méribel; l'espèce également citée des Belleville (D) pourrait-elle localement nicher ? Une citation ancienne de Faucon pèlerin *Falco peregrinus* Gm., le 30 juillet 1963 dans le massif des Têtes, aux Arcs.

Gallinacés.

Un mâle de Grand Tétrás *Tetrao urogallus* L. a été observé le 10 novembre 1969 entre les Chapelles et Côte d'Aime (PV); on rappelle que l'espèce est considérée ne peupler dans les Alpes que le Nord de la Haute-Savoie, de manière d'ailleurs sporadique.

Rallidés.

Observations occasionnelles de Poule d'eau *Gallinula chloropus* (L.) et de Foulque *Fulica atra* L. à la retenue E.D.F. de Bourg-St-Maurice (P.V.).

Charadriidés.

Le 20 novembre 1969, en pleine tourmente de neige, vol de 24 Vanneaux *V. vanellus* (L.) et d'un Pluvier doré *Charadrius apricarius* (L.) à St-Jean-de-Belleville; deux Vanneaux à St-Martin-de-Belleville au printemps 1970. (D).

Scolopacidés.

Un Chevalier guignette *Tringa hypoleucos* (L.), cantonné et alarmant, a été observé en juillet 1971 sur l'Isère à Viclaire; le fait implique nidification, mais à une altitude (900 m) inférieure à la limite ci-dessus définie.

Laridés.

Sur l'Isère, la Mouette rieuse *Larus ridibundus* L. a été observée à la retenue E.D.F. de Bourg-St-Maurice et assez régulièrement en hivernage de l'aval à Moûtiers.

Columbidés.

Rares citations au double passage de la Tourterelle des bois *Streptopelia turtur* (L.) : Peisey, Villaroger, col des Encombres (PV, D); deux Tourterelles turques *S. decaocto* (Frid) ont séjourné pendant quelques jours en mai 1972 à St-Jean-de-Belleville (D).

Strigidés.

La Chouette chevêche *Athene noctua* (Scop.) a été notée dans la vallée des Belleville au Villaret et à Fontaine-le-Puits (D); une Chouette effraie *Tyto alba* (Scop.) a été observée à Villarly de St-Jean-de-Belleville (1100 m) en hiver 1971-72 (D).

Apodidés.

A côté de quelques observations de Martinets à ventre blanc *Apus melba* (L.) çà-et-là, toujours rare, mentionnons la présence de 7 oiseaux le 11 juin 1972 à la carrière de Villette (780 m), nidificateurs probables.

Picidés.

Un Torcol *Jynx torquilla* L. chantait le 11 juin 1972 aux Chapelles (1 000 m).

Laniidés.

Une Pie-grièche grise *Lanius excubitor* L. a été observée dans la vallée des Belleville (D).

Muscicapidés.

Passage et hivernage de la Grive litorne *Turdus pilaris* L. dans la vallée des Belleville, où une Grive mauvis *T. iliacus* L. a été observée en automne 1972 (D).

La Fauvette grisette *Sylvia communis* Latham chantait le 11 juin 1972 aux Chapelles (1 100 m environ). Quelques observations de Gobemouche gris *Muscicapa striata* Pallas (21 mai 1972, Bozel, 850 m; 23 mai 1971, Peisey; 22 mai 1972 au Mussillon de Méribel, 1 300 m) posent le problème d'une éventuelle nidification.

Paridés.

La Mésange à longue queue *Aegithalos caudatus* (L.) atteint péniblement la cote 1 100 : Bozel, Brides-les-Bains, St-Jean-de-Belleville, les Chapelles.

Sittidés.

La répartition altitudinale de la Sittelle *Sitta europaea* (L.) (notée à Bozel, Montagny, St-Jean-de-Belleville, les Chapelles) et du Grimpereau des jardins *Certhia brachydactyla* Brehm. (noté aux Chapelles) est assez semblable à celle de la Mésange à longue queue, s'arrêtant avec le Montagnard inférieur.

Fringillidés.

Le Pinson du Nord *Fringilla montifringilla* L. a été noté en hiver aux Belleville (D.). Le Verdier *Carduelis chloris* (L.) est présent à la belle saison dans la basse-vallée des Belleville et a été noté en hiver à Peisey.

Sturnidés.

L'Étourneau *Sturnus vulgaris* L. a été noté en 1970 à Landry et aux Chapelles (PV) et niche dans la basse-vallée des Belleville (D); une observation à Valezan, les Chapelles, le 11 juin 1972.

Corvidés.

La Pie *P. pica* (L.) ne dépasserait pas Moûtiers (500 m). A côté de quelques observations printanières en 1971 à Bourg-St-Maurice et à Moûtiers, le Choucas *Corvus monedula* L. a été noté (plusieurs individus apparemment cantonnés) le 11 juin 1962 dans les carrières et falaises de Villette (780 m).

III. — DISCUSSION DES OBSERVATIONS

Sans prétendre aborder ici une discussion approfondie d'ordre écologique et biogéographique qui fera l'objet d'une synthèse ultérieure (5), sans doute pouvons-nous nous livrer à quelques commentaires, notamment par comparaison avec l'avifaune de Haute-Maurienne.

Peu d'espèces sont présentes en Tarentaise, qui n'existent pas en Maurienne, mais deux d'entre elles : Gélinotte et Bécasse, auxquelles s'ajoutent des oiseaux moins fréquents en Maurienne : Pic noir, Tichodrome, Sizerin, témoignent du caractère « septentrional » de la région considérée. Une impression analogue résulte d'altitudes de nidification souvent plus basses en Tarentaise : une douzaine d'espèces sont dans ce cas dont le Guignette, la Huppe, le Martinet noir, l'Hirondelle de fenêtre, le Merle noir, la Verderolle. Il n'est guère que le Moineau domestique (pour des raisons qui confirment la règle...), l'Hirondelle de cheminée et la Mésange nonnette pour s'opposer à cette généralisation.

Le caractère pluviothermique des deux régions rend assez bien compte du fait, puisqu'entre Bourg-St-Maurice et des points d'altitude et d'exposition analogues en Maurienne, la pluviosité annuelle chute de 950 à 700 mm environ, la température moyenne annuelle passant de 8 à plus de 9 °C.

On peut expliquer de même la présence en Maurienne d'une dizaine d'espèces « thermophiles » dont nous ne retrouvons pratiquement pas

(5) Ces lignes écrites, nous parvenait le travail de Paul GEROUDET : « Contribution à l'Ornithologie du Grand Paradis », *Nos Oiseaux* (Suisse), XXXI, N° 345, p. 269-296 (1972), que nous ne manquerons pas d'utiliser ultérieurement comme terme de comparaison.

trace en Tarentaise : Circaète, Merle de roches, Fauvette orphée, Rossignol, Pouillot de Bonelli, Serin cini, Moineau soulcie, Crave... Sans doute est-ce là que la Maurienne trouve sa supériorité numérique actuelle en espèces nicheuses.

Mais cette différence de climat général apparemment liée à la latitude est-elle suffisante à elle seule pour justifier (directement ou par l'intermédiaire de la végétation) les particularités avifaunistiques des deux districts ? La rive droite de l'Isère, de la Thuile aux Chapelles, en exposition Sud-Ouest à Sud, est bien là pour nous donner un très net exemple des effets d'adret, puisque nous y trouvons le Bruant ortolan, le Hibou petit-duc, la Pie-grièche écorcheur, absents ou rares sur la rive gauche; le Hibou petit-duc, méridional notoire, est même (pour l'instant) inconnu en Maurienne ! Le versant l'emporte sur la latitude.

En fin de compte, la Haute-Tarentaise en sa plus grande part, hormis quelques expositions favorables (Belleville, Peisey, Val d'Isère, pour ne parler que de la rive gauche) est évidemment à dominance d'ubac, ce dont le peuplement forestier rend d'ailleurs compte : abondance de l'Aune vert, rareté des Pins. En fin de compte, la discussion du caractère avifaunistique fait intervenir de multiples facteurs climatiques, orographiques, botaniques, eux-mêmes étroitement interreliés ; et pour l'ornithologue, c'est souvent l'oiseau qui, placé à un échelon plus élevé des pyramides écologiques, apparaîtra plus directement comme l'intégrateur de ces conditions générales et locales. A priori, Soulcie et Gêlinotte n'évoquent pas le même paysage...

ÉTUDE DE L'AVIFAUNE DU PARC NATIONAL DE LA VANOISE

IV. Données complémentaires sur l'avifaune de Haute-Maurienne

par H. TOURNIER

Les observations recueillies en 1972 ont apporté quelques modifications à l'inventaire précédemment établi. Outre trois espèces migratrices ou erratiques qui n'avaient pas encore été citées (marquées d'un astérisque), la liste des nicheurs s'enrichit de huit espèces; mais toutes avaient été déjà rencontrées, et seul leur statut demeurerait imprécis ou indéterminé. Il s'agit bien entendu d'un fait qualitatif, l'effectif de ces espèces étant très faible en Haute-Maurienne. Enfin, des précisions supplémentaires concernant diverses espèces nous paraissent intéressantes à souligner. Le bilan actuel de l'inventaire de l'avifaune de Haute-Tarentaise s'établit donc ainsi : 97 espèces nicheuses et 37 espèces non nicheuses.

Sur les plans d'eau, en aval de Bessans, une femelle de Fuligule milouin* *Aythya ferina* (L.) a été notée le 15 mai. Le vol nuptial de la Bondrée *Pernis apivorus* (L.) a été observé à Lanslevillard le 29 juin. Un nid d'Épervier *Accipiter nisus* (L.) a été découvert au début de juillet dans le Mélézein de Bessans (1950 m) et contenait 2 œufs (PV - HT). Le 25 août, un Circaète *Circaetus gallicus* (Gm) adulte et un jeune de l'année volaient longuement au-dessus de Lanslevillard (P. ISENMANN). Sur les plans d'eau de Bessans, plus ou moins colonisés par les Saules, *Carex*, *Populage*, *Fontinalis*... une Poule d'eau *Gallinula chloropus* (L.), probablement nicheuse, a été observée les 15 et 28 mai ainsi que le 4 juillet (PV - HT). A partir de cette observation, un garde moniteur du Parc (H. GONTHIER) a pu authentifier rétrospectivement, l'observation, fin-mai 1969, d'une Poule d'eau accompagnée de six poussins, au Villaron (Bessans). Dans des prairies humides non fauchées, bordées d'arbres et arbustes divers, à St-André (Sous-Fontagneux), 1300 à 1380 m, se maintient une petite population (4 à 5 couples) de Râles de Genêts *C. Crex* (L.). Un nid de Hibou Moyen-Duc *Asio otus* (L.) a été trouvé dans le Mélézein de Bessans (1950 m); il contenait 3 œufs début juillet, deux

jeunes ont éclos. A 20 m de là, une Chouette de Tengmalm *Aegolius funereus* (L.) était au nid le 15 mai (PV - HT). Ces deux nids étaient à une soixantaine de mètres de l'Epervier précédemment signalé.

Pendant 10 minutes avant l'aube, un Engoulevent *Caprimulgus europaeus* (L.) chantait dans une Pinède à Pin sylvestre, le 29 juin à Sardières. A l'Avérole (Bessans) une Huppe *Upupa epops* (L.) a été observée le 25 juin, nourriture au bec, 1 950 m. Deux chants de Pic noir *Dryocopus martius* (L.) ont été entendus en Sapinière (1 500 m) le 30 juin à Lanslebourg. L'alouette lullu *Lullula arborea* (L.), qui n'était signalée qu'à Aussois, a été rencontrée cette année dans plusieurs stations : Sollières, Sardières, Bramans, Le Vernay, Sardières-Envers, col de la Madeleine. Deux Hirondelles de cheminée * *Hirundo rustica* (L.) ont été observées sur l'Arc, près de Termignon (1 350 m) le 15 mai. La nidification du Traquet pâtre *Saxicola torquata* (L.) n'est toujours pas prouvée, bien qu'un mâle ait été vu le 25 juin entre Lanslevillard et le col de la Madeleine, à 1 600 m. Deux Rougequeues à front blanc *Ph. phoenicurus* (L.) étaient cantonnés en juin, en Mélézein (Bessans) à 1 850 et 1 950 m.

Deux Grives litornes *Turdus pilaris* (L.) observées le 11 mai au Villaron de Bessans, et une le 11 juillet au même endroit, traduisent une très probable nidification (PV-HT). Un Rossignol *Luscinia megarhynchos* (Brehm), chantait le 24 mai dans un bosquet de Saules à Termignon (1 350 m). Il est à souligner cette année la grande abondance de la Rousserolle verderolle *Accrocephalus palustris* (Bechstein) qui fréquentait même la ripisylve à Aune blanc, altitudes maximales repérées le 25 juin, 2 010 m à l'Avérole (Bessans) et 2 020 m à l'Ecot (Bonnaval); une évaluation de densité dans les prairies grasses de Bessans (par la méthode du compte en bandes) nous indique 8 couples pour 10 ha. Toujours rare, un chanteur de Fauvette à tête noire *Sylvia atricapilla* (L.) a été repéré le 26 juin dans la ripisylve de l'Arc au niveau de Bessans. La nidification de la Fauvette grisette *Sylvia communis* (Latham) nous est révélée par trois observations : le 24 mai, un chanteur à Sollières-Sardières (1 350 m bosquets d'arbustes et prairies), le 31 mai à Bessans (1 700 m — en bordure de ripisylve), le 27 mai à St-André (1 450 m — prairies et feuillus divers). Un Pouillot siffleur *Phylloscopus sibilatrix* (Betchst) chantait en Sapinière (1 550 m), les 30 juin et 6 juillet à Lanslebourg.

Altitude maximale pour le Bruant jaune *Emberiza citrinella* (L.) : un chanteur le 31 mai près de l'Ecot (Bonnaval) à 2 000 m. Deux jeunes Verdiers *Carduelis chloris* (L.) ainsi qu'une famille avec des jeunes émancipés ont été observés à Lanslevillard, fin août (P.ISENMANN). Un cri de Tarin *Carduelis spinus* (L.) a été noté le 3 juillet au Monolithe de Sardières, en Pinède. Le Moineau friquet *Passer montanus* (L.) est nicheur à Bessans, 1 700 m (PV - HT). Le Moineau soulcie *P. petronia* (L.) a été observé à Lanslevillard (1 450 m), au moins 4 couples, un nid dans un mur à 4 m de hauteur, avec des jeunes le 29 juin, et à Sardières (1 500 m), un nid dans un mur à 2,5 m de hauteur, avec jeunes, le 9 juillet. Un Lorient * *O. oriolus* (L.) mâle a été observé fin-août à Lanslevillard (P. ISENMANN) et un autre mâle le 28 septembre au col de la Madeleine. Une troupe de 93 Craves *P. pyrrhcorax* (L.), le 3 décembre à Bessans (PV), atteste de la bonne vitalité, voire de la progression de l'espèce.

LA NOCIVITÉ DES LAMPES A MERCURE

par J. BOURGOGNE (1)

L'emploi des *lampes à vapeur de mercure* pour l'éclairage extérieur (routes, rues, bâtiments, etc.) a un effet désastreux sur la faune des animaux nocturnes, en particulier celle des Insectes : la présence d'intenses rayons bleus, violets et ultra-violets dans la lumière émise attire puissamment et affole les insectes, tant utiles ou indifférents que nuisibles; ils s'épuisent en volant et meurent. Il en résulte un déséquilibre biologique néfaste et la disparition d'espèces intéressantes.

Les lampes suivantes sont moins nocives.

- 1 — *Lampe au sodium*. La meilleure : aussi économique que la précédente très efficace pour l'œil humain, donne une lumière douce non éblouissante, améliorant la visibilité, notamment pour des automobilistes, contrairement à la lumière du mercure, qui est brutale et donne de trop forts contrastes entre ombre et lumière.
- 2 — *Tube fluorescent*, blanc ou coloré.
- 3 — *Lampe à incandescence classique*.

Ces deux dernières sont nuisibles pour la faune lorsqu'elles sont puissantes, mais moins nuisibles que la lampe à mercure.

Il serait très souhaitable de voir abandonner, au moins en partie, l'usage trop répandu des lampes à vapeur de mercure.

(1) Museum National d'Histoire naturelle. Laboratoire d'Entomologie générale et appliquée. 45 bis, rue de Buffon, 75005 Paris.

IMPRIMERIE LOUIS-JEAN

Publications scientifiques et littéraires

TYPO - OFFSET

05002 GAP - Téléphone 51-35-23 +

Dépôt légal 9 - 1975