

La flore vasculaire alpine du plateau Big Level, au parc national du Gros-Morne, Terre-Neuve
The alpine vascular flora of the Big Level Plateau, Gros Morne National Park, Newfoundland
Die alpine vaskuläre Flora des Big Level-Plateaus, Nationalpark von Gros-Morne, Neufundland

Luc Brouillet, Stuart Hay, Pierrette Turcotte et André Bouchard

Volume 52, numéro 2, 1998

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/004774ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/004774ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Les Presses de l'Université de Montréal

ISSN

0705-7199 (imprimé)

1492-143X (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Brouillet, L., Hay, S., Turcotte, P. & Bouchard, A. (1998). La flore vasculaire alpine du plateau Big Level, au parc national du Gros-Morne, Terre-Neuve. *Géographie physique et Quaternaire*, 52(2), 175–194.
<https://doi.org/10.7202/004774ar>

Résumé de l'article

La flore alpine du nord-est de l'Amérique du Nord est bien documentée à l'exception de celle des monts Long Range, à Terre-Neuve. Le plateau gneissique de Big Level est l'un des plus grands plateaux de haute altitude des monts Long Range. Parmi les habitats alpins qui s'y trouvent, les nombreuses combes à neige contribuent le plus à la biodiversité végétale avec 73 des 92 espèces observées à cet étage du plateau. Les 21 espèces rares observées sur le plateau appartiennent toutes à des habitats associés aux combes à neige. Ces espèces représentent 20 % des plantes rares connues dans le parc national du Gros-Morne, dont trois constituent des extensions méridionales de leur aire depuis l'extrémité nord de l'île : *Carex lachenalii*, *Salix argyrocarpa* et *Veronica wormskjoldii*. La composition biogéographique des combes à neige de la région du golfe du Saint-Laurent - Nouvelle-Angleterre, avec ses éléments circumpolaires, cordillériens, du nord-est de l'Amérique du Nord et amphi-atlantiques, contribue au caractère floristique exceptionnel du plateau. Le broutage intense des gazons périphériques par les importants troupeaux de caribous du plateau constitue une caractéristique écologique intéressante de ces combes alpines. Également exceptionnelle est la présence de vastes landes à buttes dominées par la camarine et le calamagrostide (*Empetrum-Calamagrostis pickeringii*), les buttes étant causées par la cryoturbation sur les pentes douces exposées de la partie est du plateau. À notre connaissance, ce type de terrain réticulé, connu en Arctique, n'a pas été observé pour la zone boréale de l'est de l'Amérique du Nord ; c'est un témoin de la rigueur des hivers sur le plateau. Aucun autre plateau alpin gneissique de l'est de l'Amérique du Nord boréale n'a une telle étendue ni un tel nombre de combes à neige.

LA FLORE VASCULAIRE ALPINE DU PLATEAU BIG LEVEL, AU PARC NATIONAL DU GROS-MORNE, TERRE-NEUVE

Luc BROUILLET (brouille@irbv.umontreal.ca), Stuart HAY, Pierrette TURCOTTE et André BOUCHARD, Herbar Marie-Victorin, Institut de Recherche en Biologie végétale, Université de Montréal, 4101 est, rue Sherbrooke, Montréal, Québec, H1X 2B2.

Manuscrit reçu le 25 mars 1997 ; manuscrit révisé et accepté le 15 novembre 1997

RÉSUMÉ La flore alpine du nord-est de l'Amérique du Nord est bien documentée à l'exception de celle des monts Long Range, à Terre-Neuve. Le plateau gneissique de Big Level est l'un des plus grands plateaux de haute altitude des monts Long Range. Parmi les habitats alpins qui s'y trouvent, les nombreuses combes à neige contribuent le plus à la biodiversité végétale avec 73 des 92 espèces observées à cet étage du plateau. Les 21 espèces rares observées sur le plateau appartiennent toutes à des habitats associés aux combes à neige. Ces espèces représentent 20 % des plantes rares connues dans le parc national du Gros-Morne, dont trois constituent des extensions méridionales de leur aire depuis l'extrémité nord de l'île : *Carex lachenalii*, *Salix argyrocarpa* et *Veronica wormskjoldii*. La composition biogéographique des combes à neige de la région du golfe du Saint-Laurent – Nouvelle-Angleterre, avec ses éléments circumpolaires, cordillériens, du nord-est de l'Amérique du Nord et amphiatlantiques, contribue au caractère floristique exceptionnel du plateau. Le broutage intense des gazons périphériques par les importants troupeaux de caribous du plateau constitue une caractéristique écologique intéressante de ces combes alpines. Également exceptionnelle est la présence de vastes landes à buttes dominées par la camarine et le calamagrostide (*Empetrum – Calamagrostis pickeringii*), les buttes étant causées par la cryoturbation sur les pentes douces exposées de la partie est du plateau. À notre connaissance, ce type de terrain réticulé, connu en Arctique, n'a pas été observé pour la zone boréale de l'est de l'Amérique du Nord ; c'est un témoin de la rigueur des hivers sur le plateau. Aucun autre plateau alpin gneissique de l'est de l'Amérique du Nord boréale n'a une telle étendue ni un tel nombre de combes à neige.

ABSTRACT The alpine vascular flora of the Big Level Plateau, Gros Morne National Park, Newfoundland. The alpine flora of northeastern North America is well documented, with the exception of the Long Range Mountains of Newfoundland. The gneissic Big Level plateau is one of the largest high altitude plateaus of the Long Range Mountains. Among the alpine habitats encountered, the numerous snowbed communities contribute the most to vascular plant biodiversity with 73 of the 92 species observed in the alpine zone of the plateau. The 21 rare vascular plant species found on the plateau are all in habitats associated with snowbeds. These species represent about 20 % of all rare plants in Gros Morne National Park. Among these, three are southern range extensions from the northern tip of the island : *Carex lachenalii*, *Salix argyrocarpa* and *Veronica wormskjoldii*. The biogeographic composition of the snowbed flora in the Gulf of St. Lawrence – New England area, with its circumpolar, cordilleran, northeastern North American and amphiatlantic elements, contributes to the exceptional floristic character of the plateau. The intensive grazing of peripheral *Carex* swards by the large caribou herd of the plateau represents an interesting ecological characteristic of these alpine snowbeds. Also exceptional is the presence of vast areas of hummocky heath with crowberry and Pickering's reedgrass (*Empetrum – Calamagrostis pickeringii*). These hummocks are caused by frost disturbance on the gentle slopes of the eastern part of the plateau, and to our knowledge, this type of patterned ground has not been reported from the boreal zone of eastern North America; it is a witness of the severity of winters on the plateau. No other granito-gneissic plateau in eastern North America has such extensive or numerous snowbeds.

ZUSAMMENFASSUNG Die alpine vaskuläre Flora des Big Level-Plateaus, Nationalpark von Gros-Morne, Neufundland. Die alpine Flora des Nordostens von Nordamerika ist gut dokumentiert, ausser derjenigen der Long Range-Berge in Neufundland. Das gneissische Plateau von Big Level ist eines der größten Hochplateaus der Long Range-Berge. Zwischen den alpinen Habitaten, die man hier vorfindet, tragen die zahlreichen Schneekämme am meisten zur Pflanzen-Biodiversität bei, mit 73 der insgesamt 92 beobachteten Arten auf dieser Stufe des Plateaus. Die 21 auf dem Plateau festgestellten seltenen Arten gehören allen Habitaten an, die mit Schneekämmen in Verbindung gebracht werden. Diese Arten repräsentieren 20 % der im Nationalpark von Gros Morne bekannten seltenen Pflanzen, von denen drei sich von ihrem Standort am nördlichen Ende der Insel nach Süden ausgedehnt haben : *Carex lachenalii*, *Salix argyrocarpa* und *Veronica wormskjoldii*. Die biogeographische Zusammensetzung der Schneekämme im Sankt-Lorenz-Golf – Neuengland Gebiet trägt mit ihren zirkumpolaren Elementen sowie denen der Kordillieren, denen vom Nordosten Nordamerikas und den amphiatlantischen Elementen zum außergewöhnlichen Flora-Charakter des Plateaus bei. Die intensive Abweidung der peripheren Wiesen durch große Karibu-Herden des Plateaus ist ein interessantes ökologisches Merkmal dieser Schneekämme. Ebenfalls ungewöhnlich ist das Vorkommen ausgedehnter hügeliger Heiden, in denen Krähenbeere und Pickering-Ried vorherrschen (*Empetrum – Calamagrostis pickeringii*) ; die Hügel sind durch Froststörungen auf den sanften ausgesetzten Hängen des Ostteils des Plateaus entstanden ; unseres Wissens ist ein solcher netzförmiger in der Arktis bekannter Geländetyp nicht in der Borealzone im Osten Nordamerikas beobachtet worden ; er ist ein Zeuge für die Härte der Winter auf dem Plateau. Kein anderes alpines gneissiges Plateau im Osten Boreal-Nordamerikas besitzt weder eine solche Ausdehnung noch eine solche Anzahl von Schneekämmen.

INTRODUCTION

La végétation et la flore alpines du nord-est de l'Amérique du Nord sont bien connues dans certaines parties de la chaîne des Appalaches comme les monts Chic-Chocs et McGerrigle en péninsule gaspésienne (Dansereau, 1968 ; Boudreau, 1981 ; Gervais, 1982 ; Sirois, 1984), ainsi que les sommets de la Nouvelle-Angleterre et des Adirondacks (Bliss, 1963, 1969 ; Zika, 1992). Des données plus ou moins complètes sur ce type de flore existent aussi pour des sites alpins du centre du Québec (monts Otish : Shchepanek, 1973 ; Lemieux 1978 ; monts Groulx : Landry, 1969 ; Lavoie 1984) et du sud du Labrador (Mealy Mountains : Gillett, 1954). Des données floristiques sur les combes à neige du Québec arctique sont aussi disponibles (Blondeau, 1986, 1989 ; Cayouette, 1987 ; Deshayes et Cayouette, 1988 ; Morin et Payette, 1986a,b, 1988). Enfin, le Groenland (entre autres, Böcher, 1954) et la Scandinavie alpine (entre autres, Gjaerevoll, 1956) ont fait l'objet de nombreux travaux sur ce type de flore, travaux fort pertinents étant donné le caractère arctique et amphi-atlantique des flores alpines du nord-est du continent.

Avant notre étude, cependant, la flore alpine des monts Long Range, à l'ouest de Terre-Neuve, avait reçu relativement peu d'attention (Airphoto Analysis Associates, 1975 ; Robertson et Roberts, 1982 ; Bouchard *et al.*, 1986 ; Belland, 1983 ; Belland et Brassard, 1985, 1988 ; Belland et Roberts, 1984). Bien que certains (entre autres Drury, 1969) aient cru que Fernald (1926, 1933) avait exploré la chaîne de façon exhaustive, ce dernier avait plutôt étudié les formations sédimentaires exceptionnelles qui flanquent la chaîne à l'ouest (Highlands of St. John et mont Killdevil (parc national du Gros-Morne), des monts sédimentaires coiffés de quartzite avec affleurements calcaires sur les flancs) et les plateaux ultramafiques (Tablelands au parc national du Gros-Morne), mais n'avait jamais vraiment exploré le plateau granito-gneissique même ; ces explorations contribuèrent néanmoins à l'élaboration de la théorie des nunataks (Fernald, 1925). Du point de vue biogéographique, les monts Long Range représentent la partie ultime du système appalachien dans l'est de l'Amérique du Nord (Brouillet et Whetstone, 1993) et, avec les autres sites alpins en zone boréale déjà mentionnés, font le pont entre les sites arctiques du Québec-Labrador nordique (par ex., Filion et Payette, 1982) et du Groenland, et les sites alpins de la Gaspésie, de la Nouvelle-Angleterre et des Adirondacks, tous situés au sein de la zone boréale. L'île de Terre-Neuve constitue aussi la frontière orientale du golfe du Saint-Laurent ; le golfe est bien connu pour ses éléments floristiques disjoints de types cordillérien, arctique-alpin ou amphi-atlantique (Fernald, 1925 ; Wynne-Edwards, 1937 ; Marie-Victorin, 1938 ; Drury, 1969 ; Morisset, 1971 ; Bouchard *et al.*, 1991a, b) ; les monts Long Range font face au golfe sur une bonne partie de la côte ouest de Terre-Neuve, notamment sur la Great Northern Peninsula.

Bouchard *et al.* (1986, 1991b, 1993b) ont montré que les combes à neige constituaient l'un des habitats les plus importants pour les plantes rares à Terre-Neuve et au parc national du Gros-Morne (voir aussi Anions, 1994). Berger (1992) a souligné l'importance des communautés alpines et de combes

à neige du parc pour la recherche. Malgré cela, la flore alpine des monts Long Range a reçu peu d'attention. Le plateau Big Level abrite de nombreuses combes à neige, mais elles ont été peu étudiées (Airphoto Analysis Associates, 1975 ; Robertson et Roberts, 1982 ; Bouchard *et al.*, 1986), si ce n'est leur bryoflore (Belland, 1983 ; Belland et Brassard, 1985, 1988 ; Belland et Roberts, 1984). Il nous est apparu utile de comparer les communautés végétales de combes à neige du plateau avec celles trouvées ailleurs à Terre-Neuve et avec la végétation arctique-alpine des Appalaches et de la Scandinavie.

RÉGION ÉTUDIÉE

Dans le parc national du Gros-Morne, le plateau Big Level (49°41' N, 57° 44' W ; fig. 1 et 2) fait partie de l'escarpement occidental des monts Long Range ; il s'élève abruptement de 650 à 798 m au-dessus de la plaine côtière (Damman, 1983). Le plateau, d'une superficie d'environ 200 km², est délimité au sud et au nord par deux fjords, respectivement Bakers Brook Pond et Western Brook Pond. Plateau ondulé dans sa moitié occidentale, océanique, plus élevée (fig. 3), il est plus accidenté dans sa partie orientale intérieure (fig. 4). Le plateau est disséqué par des ruisseaux et des lacs, particulièrement dans sa partie orientale. La roche mère gneissique affleure partout. Grant (1973) décrit le terrain comme suit : « *Near the escarpments the tablelands are covered with block fields of felsenmeer from which rise slightly higher rounded summits covered with a colluvial mantle characterized either by peat polygons or solifluction strips in a thin organic mat. Farther inland the plateau is virtually bare rock, deeply etched by fracture lineaments and igneous rock foliation trends. The locally strong weathering on the coastal summits is thought to be in part relict from a nunatak phase of valley deglaciation, and in part due to present climate, which at elevations exceeding 2000 feet [600 m], could theoretically produce permafrost effects.* » Même si Grant (1973, 1977) a déjà considéré le plateau comme ayant été un nunatak, certaines données récentes (Gosse et Grant, 1993) montreraient que le plateau était plutôt englacé par des glaces stationnaires au cours de la dernière glaciation.

Le climat du plateau est celui de la zone climatique « Northern Peninsula » de Banfield (1983), avec des précipitations annuelles supérieures à 1 m, des hivers longs et froids avec couverture nivale continue et des étés courts et nuageux. Damman (1976) a aussi considéré le plateau comme un des endroits les plus froids de l'île durant la saison de végétation, avec des températures estivales moyennes de 11-12 °C, au sein d'une région de hautes terres où les températures estivales inférieures à 13 °C favorisent la persistance des combes à neige. À la suite de Ahti *et al.* (1968), Damman (1983) décrit aussi ce climat comme étant boréal nordique océanique ou hémiarctique.

La végétation du parc national du Gros-Morne est boréale (voir Anions, 1994) et celle du plateau même est alpine (Northern Peninsula and Newfoundland-Labrador Barrens section de Rowe, 1972) avec des krummholzs et une forêt subalpine à l'étage inférieur mieux protégé. Les formes de terrain, les sols et la végétation du plateau ont été sommairement classifiés et

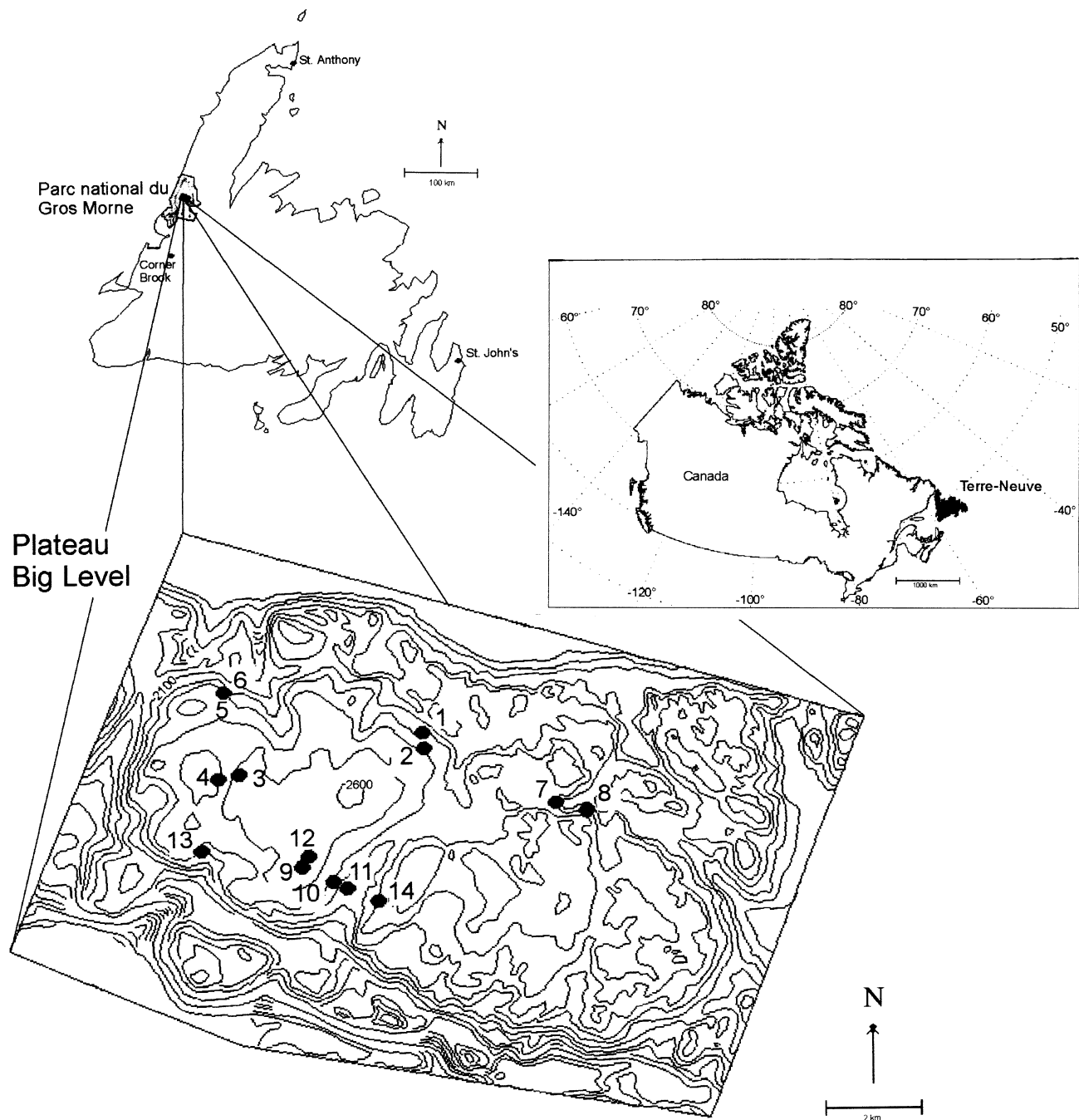


FIGURE 1. Carte de localisation du plateau Big Level dans le parc national du Gros Morne, à Terre-Neuve. Les courbes de niveau sont aux 100 pieds (environ 30 m). Les chiffres donnent la position des stations d'échantillonnage faites en 1993 (tabl. II). Les espaces blancs au nord et au sud-ouest représentent les fjords de Western Brook Pond et de Baker's Brook Pond, respectivement.

Map of the location of the Big Level Plateau in Gros Morne National Park, in Newfoundland. The contour lines are 100 feet (ca. 30 m). The numbers give the position of the sampling stations done in 1993 (Table II). The white areas to the north and southwest represent the fjords Western Brook Pond and Baker's Brook Pond, respectively.

cartographiés (Airphoto Analysis Associates, 1975 ; Berger *et al.*, 1992) et brièvement décrits par Bouchard *et al.* (1978, 1991a).

Au sein du parc, le plateau Big Level est considéré comme étant une zone de conservation spéciale (zone 1 – élément ou ressource unique, rare ou meilleur exemple

d'un élément représentatif, qui pourrait être altéré par les activités des visiteurs). Cette désignation découle de sa géologie, de sa faune et de sa flore exceptionnelles. Ainsi, le plateau est connu pour sa population importante de caribous des bois (*Rangifer rangifer tarandus*) (J. Leggo, comm. pers. ; S. Mahoney, comm. pers.). D'autre part, Bel-



FIGURE 2. Le plateau Big Level vu depuis la plaine côtière, parc national du Gros Morne ; l'entrée du fjord Western Brook Pond est visible à gauche.

Big Level Plateau as seen from the coastal plain, Gros Morne National Park; the entrance to the fjord Western Brook Pond is visible on the left.



FIGURE 3. Partie occidentale, ondulée du plateau Big Level, montrant un vaste felsenmeer dans une vallée dont les parois comportent de nombreux lobes de solifluxion ; de petites combes à neige se trouvent parfois à la base des lobes.

Western, gently undulating part of the Big Level Plateau, showing a large felsenmeer; the valley walls comprise numerous solifluction lobes; small snowbeds are sometimes encountered at the base of the lobes.



FIGURE 4. Sommets de collines dénudés de la partie est du plateau Big Level, avec tundra à éricacées et lichens.

Barren summits of hills in the eastern part of the Big Level Plateau, with tundra barrens.

land et ses collègues (Belland, 1983 ; Belland et Brassard, 1985, 1988 ; Belland et Roberts, 1984) ont souligné le caractère exceptionnel de la bryoflore, particulièrement les communautés qui occupent les combes à neige à fonte tardive. Avant la présente étude, la connaissance des plantes vasculaires rares du plateau était superficielle, seules quelques-unes ayant été notées (Airphoto Analysis Associates, 1975 ; Bouchard *et al.*, 1986).

MÉTHODES

Bien que l'étude biophysique de Airphoto Analysis Associates (1975) fournisse une description et une carte des communautés végétales du parc national du Gros-Morne, il a tout de même fallu mettre à jour l'information concernant le plateau Big Level pour localiser les combes à neige et décrire la végétation. Nous avons interprété les photographies aériennes en couleur (1/10 000, 13 août 1983) pour dresser une carte détaillée de la végétation du plateau à l'échelle de 1/25 000 (Bouchard *et al.*, 1994). Les combes à neige ont été localisées grâce aux dépôts neigeux toujours visibles sur les photographies.

Au cours de la campagne de terrain du 17-27 août 1993, nous avons inventorié les combes à neige et les principales communautés alpines du plateau (tabl. I). La liste des plantes vasculaires et des caractéristiques des habitats ont été relevées dans des stations d'échantillonnage représentatives de chaque communauté alpine et de plusieurs combes. Les spécimens témoins ont été déposés à l'Herbier Marie-Victorin, de l'Université de Montréal (MT) et au musée canadien de la Nature (CAN) (acronymes selon Holmgren *et al.*, 1990). En ce qui concerne la nomenclature, nous avons adopté celle de Kartesz (1994), telle que modifiée par le Flora of North America Editorial Committee (1993, 1997) et des traitements taxonomiques plus récents. Pour la répartition globale des espèces, nous nous sommes surtout inspirés de Hultén et Fries (1986). Nous avons aussi tenu compte des relevés faits en 1973 lors de l'inventaire des ressources du parc (Airphoto Analysis Associates, 1975) et du premier inventaire des plantes vasculaires rares du parc fait par Bouchard *et al.* (1985, 1986).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

VÉGÉTATION

Sur le plateau alpin se trouvent cinq types principaux de végétation. Les données floristiques et la description des stations sont fournies aux tableaux I et II. Dans les descriptions qui suivent, les espèces diagnostiques sont identifiées par un astérisque dans les listes d'espèces caractéristiques.

Toundra alpine à éricacées et lichens (*tundra barrens*)

La toundra à éricacées et lichens colonise les sites xériques des butons et des crêtes de roche mère sur tout le plateau (fig. 4). La couverture végétale sous forme de tapis irréguliers est entrecoupée de surfaces de roche nue et de blocs. La strate arbustive est dominée par des cryophytes,

TABLEAU I

Liste des stations floristiques relevées sur le plateau Big Level, parc national du Gros-Morne, Terre-Neuve. Pour chacune, les numéros de récolte (MT, CAN), les coordonnées géographiques, l'altitude, l'orientation, le type d'habitat et une description sont fournis.

Station	N° de récolte	Coordonnées UTM	Alt. (m)	Orientation	Type d'habitat	Description
93-1	93012-018	21UVF 484 053	690	NNE	Combe à neige	en amphithéâtre (ravin en U d'un ruisseau alpin, à la base d'une chute)
93-2	93019-023	21UVF 483 050	725	NNE	Combe à neige	herbeuse et moussue, sur les pentes du ravin allongé d'un ruisseau alpin, avec nombreux blocs
93-3	93027-030	21UVF 445 048	770		Lande à buttes	sphaignes et mousses en couvre-sol, dans une vallée très évasée avec blocs exposés
93-4	nil	21UVF 442 047	770		Fen structuré	sur pente douce avec étangs réticulés, dominé par <i>Trichophorum cespitosum</i>
93-5	93035-040	21UVF 444 065	720	N	Combe à neige	partie inférieure d'une pente herbacée, avec blocs
93-6	93041-051	21UVF 444 065	710		Combe à neige	partie supérieure d'une pente herbacée, avec blocs
93-7	93060-081	21UVF 508 037	675	NNE	Combe à neige	en amphithéâtre, pentes herbacées, avec gros blocs; suintement et ruissellements
93-8	93104-106	21UVF 514 035	750		Toundra à éricacées	sur affleurement rocheux sec, avec blocs erratiques et gravier gneissique
93-9	93105-112	21UVF 457 028	775		Lande à buttes	sur pente douce avec blocs erratiques occasionnels
93-10	93113-120	21UVF 463 025	730	E	Combe hâtive	sur pente herbacée avec blocs gneissiques
93-11	93121-131	21UVF 465 024	680	E	Combe à neige	à fonte tardive, en amphithéâtre avec blocs gneissiques et ruisselets lents et moussus
93-12	nil	21UVF 459 030	775		Fen structuré	nombreux étangs et ruisseaux
93-13	93148-160	21UVF 437 032	700	S	Combe à neige	en amphithéâtre, le long d'un ruisseau et sur les flancs de vallée couverts de blocs gneissiques
93-14	93166-174	21UVF 471 022	710	W	Combe à neige	allongée, sur flanc de vallée couvert de blocs
	93001-011	21 UVF 488 050	650	N	Combe à neige	herbacée, pentes d'un ravin rocheux, dans une fracture de roche mère
	93024-026	21 UVF 483 050	725		Combe à neige	herbacée moussue, fracture allongée de roche mère, avec blocs nombreux
	93031	21 UVF 443 047	765		Felsenmeer	blocs gneissiques
	93032-034	21 UVF 437 050	775		Lande à buttes	sur pente humide avec blocs
	93052-059	21 UVF 453 054	725	N	Combe à neige	herbacée, amphithéâtre avec blocs
	93082-93	21 UVF 515 030	700	E	Combe à neige	linéaire, sur flanc de vallée avec blocs
	93095-99	21 UVF 522 030	635	NE	Combe à neige	en amphithéâtre sur flanc de vallée avec solifluxion
	93101-103	21 UVF 518 034	690	NW	Combe à neige	en amphithéâtre très ouvert, sur flanc de vallée, sous falaise; accumulation de gros blocs
	93132-145	21 UVF 446 027	735	NW	Combe hâtive	amphithéâtre, sur pente de solifluxion; avec blocs
	93146-147	21 UVF 444 025	770		Affleurement rocheux	base d'un tor gneissique exposé avec surplomb
	93161-165	21 UVF 494 008	700	SE	Combe à neige	pente très irrégulière de lobes de solifluxion; avec blocs
	93175-178	21 UVF 469 065	650	N	Combe à neige	amphithéâtre ouvert, sur les pentes de la vallée d'un ruisseau, avec accumulation de blocs, dominée par <i>T. cespitosum</i>
	93179-185	21 UVF 472 066	650	N	Combe à neige	à fonte tardive, sur falaise rocheuse et pente abrupte avec terrasses
	93186-188	21 UVF 450 075	590	N	Ravin herbacé	pente abrupte et parois rocheuses, à la limite du fjord

surtout des éricacées naines, avec certaines espèces de lichens (par ex., *Cladonia*) et de mousses (par ex., *Rhacomitrium*).

Dans les stations échantillonnées sur le Big Level (93-8, P-141), 14 espèces de plantes vasculaires ont été relevées, soit seulement 15 % de la biodiversité totale des habitats

TABLEAU IIa

Liste floristique des stations inventoriées en 1993 au plateau Big Level. La description des stations est fournie au tableau I. Toutes les stations ont le suffixe 93- (année du terrain) en avant du chiffre au tableau I. Les types d'habitat sont les suivants : A : affleurement rocheux, CH : combe à neige à fonte hâtive, CT: combe à neige à fonte tardive, F : fen, Fr : felsenmeer, L : lande à camarine, R : ravin, T : toundra.

Sites	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Type d'habitat	CT	CT	L	F	CT	CT	CT	T	L	CH	CT	F	CT	CT
<i>Agrostis mertensii</i>			1		1	1	1	1		1	1		1	1
<i>Andromeda glaucophylla</i>				1								1		
<i>Arctostaphylos alpina</i>								1						
<i>Aster radula</i>			1	1					1					
<i>Athyrium alpestre</i> ssp. <i>americana</i>	1	1			1	1	1				1		1	1
<i>Athyrium filix-femina</i>										1				
<i>Betula pumila</i>			1		1					1		1		
<i>Calamagrostis canadensis</i>			1		1	1	1			1	1		1	1
<i>Calamagrostis pickeringii</i>	1		1	1	1		1		1	1		1		
<i>Carex bigelowii</i>	1	1				1	1	1	1	1	1		1	1
<i>Carex brunnescens</i>					1	1	1		1	1	1		1	1
<i>Carex canescens</i>														1
<i>Carex deflexa</i>			1											
<i>Carex lachenalii</i>		1				1	1				1		1	1
<i>Carex oligosperma</i>				1								1		
<i>Carex pauciflora</i>				1								1		
<i>Carex magellanica</i> ssp. <i>irrigua</i>							1			1				
<i>Carex rariflora</i>				1			1							
<i>Carex saxatilis</i>							1					1	1	
<i>Carex stylosa</i>						1	1		1	1	1	1	1	1
<i>Cinna latifolia</i>					1		1						1	
<i>Coptis trifolia</i>	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1
<i>Cornus canadensis</i>			1	1			1	1	1	1	1	1		1
<i>Deschampsia flexuosa</i>	1		1		1		1		1	1			1	1
<i>Diapensia lapponica</i>								1						
<i>Diphasiastrum alpinum</i>	1	1	1				1			1	1		1	1
<i>Diphasiastrum sitchense</i>			1						1					1
<i>Drosera rotundifolia</i>				1								1		
<i>Dryopteris</i> groupe <i>spinulosa</i>		1			1	1	1			1	1		1	1
<i>Empetrum eamesii</i>								1						
<i>Empetrum nigrum</i>		1	1	1				1	1			1		1
<i>Epilobium anagallidifolium</i>	1					1	1				1		1	1
<i>Epilobium hornemannii</i>											1			
<i>Epilobium lactiflorum</i>					1		1							
<i>Epilobium palustre</i>							1							
<i>Eriophorum angustifolium</i>				1								1		
<i>Festuca prolifera</i>							1							
<i>Galium kamtschaticum</i>					1									
<i>Gnaphalium norvegicum</i>	1										1			
<i>Gnaphalium supinum</i>	1	1				1	1							
<i>Harrimanella hypnoides</i>	1	1					1						1	1
<i>Huperzia appalachiana</i>														
<i>Huperzia miyoshiana</i>														
<i>Huperzia selago</i>		1			1	1	1			1	1		1	1
<i>Iris setosa</i>				1		1							1	
<i>Juncus filiformis</i>						1	1			1	1		1	1
<i>Juncus trifidus</i>			1					1	1					1
<i>Kalmia polifolia</i>	1		1	1			1		1			1		
<i>Linnaea borealis</i>			1						1	1				
<i>Loiseleuria procumbens</i>	1	1						1					1	1
<i>Lonicera villosa</i>									1	1				
<i>Luzula multiflora</i>										1				
<i>Luzula parviflora</i>					1	1	1			1				1
<i>Lycopodium annotinum</i>								1	1					
<i>Maianthemum canadense</i>			1	1	1				1	1	1			1
<i>Maianthemum trifoliatum</i>			1	1	1				1			1		

TABLEAU IIa (suite)

Liste floristique des stations inventoriées en 1993 au plateau Big Level. La description des stations est fournie au tableau I. Toutes les stations ont le suffixe 93- (année du terrain) en avant du chiffre au tableau I. Les types d'habitat sont les suivants : A : affleurement rocheux, CH : combe à neige à fonte hâtive, CT: combe à neige à fonte tardive, F : fen, Fr : felsenmeer, L : lande à camarine, R : ravin, T : toundra.

Sites	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Type d'habitat	CT	CT	L	F	CT	CT	CT	T	L	CH	CT	F	CT	CT
<i>Myrica gale</i>				1										
<i>Oclemena nemoralis</i>				1										
<i>Oxyria digyna</i>						1	1							
<i>Phegopteris connectilis</i>					1		1			1			1	1
<i>Phleum alpinum</i>					1		1			1			1	1
<i>Phyllodoce caerulea</i>	1	1	1							1				1
<i>Platanthera dilatata</i>				1										
<i>Poa laxa</i> ssp. <i>fernaldiana</i>							1							
<i>Poa pratensis</i> ssp. <i>alpigena</i>					1		1							
<i>Polygonum viviparum</i>	1		1		1	1			1	1	1		1	1
<i>Potentilla tridentata</i>			1					1	1					
<i>Prenanthes trifolia</i>					1					1				
<i>Rhinanthus minor</i> var. <i>borealis</i>										1				
<i>Rhododendron groenlandicum</i>			1	1				1	1			1		
<i>Rubus chamaemorus</i>	1		1	1								1		1
<i>Salix argyrocarpa</i>							1						1	
<i>Salix herbacea</i>	1	1				1	1				1		1	1
<i>Sanguisorba canadensis</i>	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1
<i>Saxifraga foliolosa</i>													1	
<i>Schizachne purpurascens</i>										1				
<i>Trichophorum cespitosum</i>	1	1	1	1		1	1		1			1	1	1
<i>Sibbaldia procumbens</i>		1									1		1	
<i>Solidago macrophylla</i>	1	1	1		1	1	1		1	1	1		1	1
<i>Stellaria borealis</i>					1	1	1			1	1		1	1
<i>Streptopus amplexicaulis</i>	1					1	1				1		1	1
<i>Trientalis borealis</i>							1		1			1		1
<i>Vaccinium angustifolium</i>	1													
<i>Vaccinium boreale</i>		1	1						1					
<i>Vaccinium cespitosum</i>			1		1				1	1	1		1	1
<i>Vaccinium oxycoccus</i>			1	1										
<i>Vaccinium uliginosum</i>	1		1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>			1					1	1					
<i>Vahlodea atropurpurea</i>	1						1				1		1	1
<i>Veronica wormskjoldii</i>											1			
<i>Viola macloskeyi</i> ssp. <i>pallens</i>	1				1		1			1	1			1
<i>Viola palustris</i>	1	1					1	1			1		1	1

TABLEAU IIb

Récoltes hors station (numéros de récolte 93-XX). Liste floristique des stations inventoriées en 1993 au plateau Big Level. La description des stations est fournie au tableau I. Toutes les stations ont le suffixe 93- (année du terrain) en avant du chiffre au tableau I. Les types d'habitat sont les suivants : A : affleurement rocheux, CH : combe à neige à fonte hâtive, CT: combe à neige à fonte tardive, F : fen, Fr : felsenmeer, L : lande à camarine, R : ravin, T : toundra.

No. de récolte	01-011	24-26	31	32-34	52-59	82-93	95-99	101-103	132-145	161-165	175-178	179-185	146-147	186-188
Type d'habitat	CT	CT	Fr	L	CT	CT	CT	CT	CH	CT	CT	CT	A	R
<i>Agrostis mertensii</i>		1												
<i>Andromeda glaucophylla</i>														
<i>Arctostaphylos alpina</i>														
<i>Aster radula</i>														
<i>Athyrium alpestre</i> ssp. <i>americana</i>	1				1	1			1		1	1		
<i>Athyrium filix-femina</i>														
<i>Betula pumila</i>														
<i>Calamagrostis canadensis</i>														
<i>Calamagrostis pickeringii</i>	1			1										
<i>Carex bigelowii</i>														

TABLEAU IIb (suite)

Récoltes hors station (numéros de récolte 93-XX). Liste floristique des stations inventoriées en 1993 au plateau Big Level. La description des stations est fournie au tableau I. Toutes les stations ont le suffixe 93- (année du terrain) en avant du chiffre au tableau I. Les types d'habitat sont les suivants : A : affleurement rocheux, CH : combe à neige à fonte hâtive, CT : combe à neige à fonte tardive, F : fen, Fr : felsenmeer, L : lande à camarine, R : ravin, T : toundra.

No. de récolte	01-011	24-26	31-Fr	32-34	52-59	82-93	95-99	101-103	132-145	161-165	175-178	179-185	146-147	186-188
Type d'habitat	CT	CT	Fr	L	CT	CT	CT	CT	CH	CT	CT	CT	A	R
<i>Carex brunnescens</i>														
<i>Carex canescens</i>														
<i>Carex deflexa</i>				1										
<i>Carex lachenalii</i>					1	1			1	1		1		
<i>Carex oligosperma</i>														
<i>Carex pauciflora</i>														
<i>Carex magellanica</i> ssp. <i>irrigua</i>														
<i>Carex rariflora</i>														
<i>Carex saxatilis</i>	1													
<i>Carex stylosa</i>	1													
<i>Cinna latifolia</i>														
<i>Coptis trifolia</i>														
<i>Cornus canadensis</i>														
<i>Deschampsia flexuosa</i>														
<i>Diapensia lapponica</i>														
<i>Diphasiastrum alpinum</i>				1		1	1		1			1		
<i>Diphasiastrum sitchense</i>														
<i>Drosera rotundifolia</i>														
<i>Dryopteris</i> groupe <i>spinulosa</i>														
<i>Empetrum eamesii</i>														
<i>Empetrum nigrum</i>														
<i>Epilobium anagallidifolium</i>	1					1	1		1	1				
<i>Epilobium hornemannii</i>						1								
<i>Epilobium lactiflorum</i>							1					1		
<i>Epilobium palustre</i>														
<i>Eriophorum angustifolium</i>														
<i>Festuca prolifera</i>														
<i>Galium kamtschaticum</i>														
<i>Gnaphalium norvegicum</i>							1							
<i>Gnaphalium supinum</i>												1		
<i>Harrimanella hypnoides</i>			1			1			1				1	1
<i>Huperzia appalachiana</i>														
<i>Huperzia miyoshiana</i>														
<i>Huperzia selago</i>	1				1				1					
<i>Iris setosa</i>														
<i>Juncus filiformis</i>														
<i>Juncus trifidus</i>														
<i>Kalmia polifolia</i>														
<i>Linnaea borealis</i>														
<i>Loiseleuria procumbens</i>														
<i>Lonicera villosa</i>														
<i>Luzula multiflora</i>	1													
<i>Luzula parviflora</i>														
<i>Lycopodium annotinum</i>														
<i>Maianthemum canadense</i>														
<i>Maianthemum trifoliatum</i>														
<i>Myrica gale</i>		1			1	1								
<i>Oclemena nemoralis</i>														
<i>Oxyria digyna</i>														
<i>Phegopteris connectilis</i>					1	1			1					1
<i>Phleum alpinum</i>														
<i>Phyllodoce caerulea</i>														
<i>Platanthera dilatata</i>														
<i>Poa laxa</i> ssp. <i>fernaldiana</i>														

TABLEAU IIb (suite)

Récoltes hors station (numéros de récolte 93-XX). Liste floristique des stations inventoriées en 1993 au plateau Big Level. La description des stations est fournie au tableau I. Toutes les stations ont le suffixe 93- (année du terrain) en avant du chiffre au tableau I. Les types d'habitat sont les suivants : A : affleurement rocheux, CH : combe à neige à fonte hâtive, CT : combe à neige à fonte tardive, F : fen, Fr : felsenmeer, L : lande à camarine, R : ravin, T : toundra.

No. de récolte	01-011	24-26	31-Fr	32-34	52-59	82-93	95-99	101-103	132-145	161-165	175-178	179-185	146-147	186-188
Type d'habitat	CT	CT	Fr	L	CT	CT	CT	CT	CH	CT	CT	CT	A	R
<i>Poa pratensis</i> ssp. <i>alpigena</i>														
<i>Polygonum viviparum</i>														
<i>Potentilla tridentata</i>														
<i>Prenanthes trifolia</i>														
<i>Rhinanthus minor</i> var. <i>borealis</i>														
<i>Rhododendron groenlandicum</i>														
<i>Rubus chamaemorus</i>														
<i>Salix argyrocarpa</i>														
<i>Salix herbacea</i>											1			
<i>Sanguisorba canadensis</i>														
<i>Saxifraga foliolosa</i>														
<i>Schizachne purpurascens</i>														
<i>Trichophorum cespitosum</i>														
<i>Sibbaldia procumbens</i>														
<i>Solidago macrophylla</i>														
<i>Stellaria borealis</i>														
<i>Streptopus amplexicaulis</i>														
<i>Trientalis borealis</i>														
<i>Vaccinium angustifolium</i>														
<i>Vaccinium boreale</i>														
<i>Vaccinium cespitosum</i>									1					
<i>Vaccinium oxycoccus</i>														
<i>Vaccinium uliginosum</i>														
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>		1			1	1		1	1					1
<i>Vahlodea atropurpurea</i>														
<i>Veronica wormskjoldii</i>														
<i>Viola macloskeyi</i> ssp. <i>pallens</i>	1				1	1	1		1		1	1		
<i>Viola palustris</i>														

échantillonnés, et aucune espèce rare ne s'y trouve. Les plantes vasculaires caractéristiques sont *Agrostis mertensii*, *Arctostaphylos alpina*, *Carex bigelowii*, **Diapensia lapponica*, *Empetrum nigrum*, **E. eamesii*, **Juncus trifidus*, *Loiseleuria procumbens*, *Potentilla tridentata*, *Vaccinium uliginosum* et *V. vitis-idaea*.

Dans le parc national du Gros-Morne, ce type de végétation a été appelé lande à camarine (Airphoto Analysis Associates 1975) ou toundra alpine dénudée (Bouchard *et al.*, 1978 ; Berger *et al.*, 1992). Dans la classification des types de landes à éricacées de Terre-Neuve, Meades (1983) les a appelées landes alpines. Le terme lande appliqué à des formations aussi dénudées et discontinues nous semble inapproprié ; nous lui préférons celui de toundra. La composition floristique de la toundra est semblable à celle des communautés de toundra alpine des sommets des monts Chic-Chocs de Gaspésie, au Québec (Scoggin, 1950 ; Boudreau, 1981 ; Gervais, 1982 ; Sirois, 1984), des Appalaches de la Nouvelle-Angleterre et des Adirondacks (Bliss, 1963, 1969 ; Zika, 1992). On observe une végétation semblable sur les sommets dénudés des Mealy Mountains au Labrador (Gillett, 1954) et des monts Groulx au Québec (Lavoie, 1984 ; mais aucune des espèces typiques de cette formation

n'est mentionnée par Landry, 1969) ; cependant, les différences sont plus grandes au sommet des monts Otish (Shchepanek, 1973) où seul le *Diapensia lapponica* est aussi présent parmi les arbustes de la toundra du Big Level, le seul autre arbuste rapporté pour les Otish étant le *Rhododendron lapponicum* qui n'est présent à Terre-Neuve que sur les sommets ultramafiques. Au Québec arctique, de telles formations s'observent aussi, mais seul *Diapensia lapponica* y est aussi présent (Blondeau, 1986, 1989 ; Cayouette, 1987 ; Deshayes et Cayouette, 1988). Différence notable avec les milieux alpins de la zone boréale (Big Level, Mealy, Groulx, Otish), le *Juncus trifidus* est absent des endroits dénudés de ces régions. Les conditions décrites ici correspondent à celles rapportées comme favorables à la croissance du *Diapensia lapponica* par Tiffney (1972) ainsi que par Day et Scott (1981, 1984) dans l'est nord-américain. Enfin, des associations semblables sont rapportées par Böcher (1954) pour le Groenland dans sa partie arctique-subarctique océanique, dans le complexe *Juncus trifidus*–*Loiseleuria*–*Veronica fruticans*.

La structure de cette formation est attribuable aux vents forts et à l'abrasion nivale, au couvert nival mince ou absent, aux cycles de cryoturbation, au dessèchement des sols min-

ces, à l'accroissement des radiations UV en altitude, aux températures estivales et hivernales basses, aux gelées hâtives et tardives et, enfin, à la très courte saison de végétation. Les sommets les plus exposés sont dénués de neige en hiver. La plupart des espèces de la toundra alpine sont caractéristiques des régions arctiques-alpines et leurs formes de croissance sont bien adaptées aux conditions xérophytiques extrêmes (Mooney et Billings, 1961 ; Billings, 1974).

Sur le plateau Big Level, cette communauté croît sur des formes de relief qui incluent les butons et les crêtes de roche mère érodées par les glaciers, les dépôts morainiques et les champs de blocs et de gravier résultant de la fracture par le froid de la roche mère sous-jacente. Les sols bien drainés sont constitués de minces dépôts de matériel non consolidé sur la roche mère ou d'une mince couche discontinue de sol minéral gleyifié. Les sols sont acides et seules certaines espèces acidophiles croissent, ce qui contribue à restreindre la biodiversité.

Landes à buttes (*hummocky heath*)

Certaines parties étendues du paysage du Big Level, particulièrement la moitié occidentale au relief ondulant, sont couvertes d'une lande dense et uniforme parsemée de buttes basses (*hummocks* en anglais ; *thufur* en islandais) (env. 50 cm de diamètre et 15–30 cm de hauteur) séparées par un réseau étroit de dépressions (fig. 5). Selon nos observations, les buttes sont entièrement constituées de tourbe ligneuse. La lande est dominée par des éricacées rampantes, notamment la camarine (*Empetrum nigrum*), et par *Calamagrostis pickeringii*.

Dans les sites d'échantillonnage du plateau Big Level (93-3, 93-9, P-139), 36 espèces de plantes vasculaires ont été recensées, soit 39% de la biodiversité totale des habitats étudiés. Une seule espèce rare s'y trouve, *Diphasiastrum*



FIGURE 5. Pente douce de la partie est du plateau Big Level avec, de l'avant à l'arrière, un felsenmeer, une bande de lande à buttes et un fen structuré (avec personnages debout) ; le sommet est couvert d'une lande à buttes avec de petits blocs erratiques dispersés partout.

Gentle slope of the eastern part of the Big Level Plateau with, from foreground to background, a felsenmeer, a band of hummocky heath and a patterned sedge fen (with person standing); the summit harbors a hummocky heath with numerous, small boulders scattered throughout.

alpinum. Les plantes vasculaires caractéristiques sont *Betula pumila*, **Calamagrostis pickeringii*, *Deschampsia flexuosa*, **Empetrum nigrum*, *Kalmia polifolia*, *Diphasiastrum sitchense*, *Vaccinium boreale* et *V. uliginosum*.

L'existence de landes à buttes n'a jamais été signalée à Terre-Neuve (Meades, 1983). Ce type de forme est cependant bien connu dans les régions arctiques, subarctiques et alpines ; il ne se produit qu'en présence d'un couvert végétal (Washburn, 1973). Des conditions humides sont aussi nécessaires à leur développement (Beschel, 1963). Les buttes décrites ci-haut correspondraient à des *turf hummocks* dont le cœur n'est pas constitué d'un sol minéral (*earth hummocks*) mais de tourbe, selon Washburn (1973), ou aux *peat hummocks* de Beschel (1963). Malgré l'existence de géliformes au mont Jacques-Cartier (Gaspésie, Québec), ce type de terrain réticulé n'a pas été signalé (Boudreau, 1981). Néanmoins, les arbustives basses à *Empetrum-Vaccinium* y abondent à l'étage alpin. Par contre, et malgré la présence de camarine, aucune lande à camarine du type décrit ici n'est rapportée des sites boréaux alpins plus continentaux (Gillett, 1954 ; Landry, 1969 ; Shchepanek, 1973 ; Lemieux, 1978 ; Lavoie, 1984 ; Blondeau, 1986, 1989 ; Cayouette, 1987 ; Deshayes et Cayouette, 1988). Dans ces cas, il semble que la lande à lichen prenne la relève, peut-être à cause de l'humidité plus réduite des sites alpins continentaux. En fait, des landes à camarine étendues n'auraient été observées que dans les régions maritimes du nord-est de l'Amérique du Nord, ce que confirme Böcher (1954) dans son étude sur le Groenland. Böcher (1954) y décrit aussi une lande à buttes d'apparence semblable à celles du plateau Big Level, mais dominée celle-là par des espèces qui sur le plateau sont restreintes aux combes à neige tardives comme *Carex bigelowii* et *Salix herbacea*.

La formation de ce type de terrain réticulé est le résultat de l'action du froid qui crée une projection verticale ou une accumulation du matériel du sous-sol. Des conditions particulières sont nécessaires à leur développement : des pentes douces, une irrigation constante par l'eau de surface durant la saison de végétation et un couvert nival épais (Raup, 1965).

La présence de ce type unique et bien défini de terrain réticulé sur le plateau Big Level, soit au sud des régions arctiques où il est caractéristique, est très importante. Le plateau Big Level pourrait être le site le plus méridional de ce type de terrain périglaciaire dans l'est de l'Amérique du Nord.

Fen structuré (*patterned sedge fens*)

Les fens structurés sont un type de tourbière herbacée qui se développe sur les pentes douces et mal drainées du plateau alpin des Long Ranges (fig. 5). Les dépôts de tourbe (constitués de Cypéracées en décomposition) sont peu profonds (10 à 40 cm d'épaisseur) et la surface est parsemée de mares allongées plus ou moins perpendiculaires à la pente. De petits ruisseaux traversent parfois les dépôts. Ces fens sont dominés par *Trichophorum cespitosum* et plusieurs espèces de *Carex*.

Dans les stations échantillonnées du Big Level (93-4, 93-12, P-120, P-138, P-140), 28 espèces de plantes vasculaires ont été observées, soit 30,4 % de la biodiversité totale des habitats étudiés, et aucune espèce rare ne s'y trouve. Les espèces caractéristiques sont *Andromeda glaucophylla*, **Carex oligosperma*, **C. pauciflora*, **Drosera rotundifolia*, *Kalmia polifolia* et **Trichophorum cespitosum*.

Dans le parc national du Gros-Morne, ce type de végétation a été décrit comme une tourbière des plateaux alpins (Bouchard *et al.*, 1978) et cartographié comme étant des fens structurés (Airphoto Analysis Associates, 1975 ; Berger *et al.* 1992). Dans leur classification des tourbières de Terre-Neuve, Wells et Pollett (1983 ; Pollett et Wells, 1980) appellent *ribbed* ou *patterned fen* ce type de végétation des hauts plateaux.

Ces fens se développent généralement là où le terrain alpin est plat ou en pente légère et mal drainé comme sur les tills peu profonds adjacents aux butons dénudés et aux zones plates de felsenmeer. Des blocs erratiques émergent souvent du couvert tourbeux. Ils sont irrigués par le suintement oligotrophe provenant des sols minéraux des endroits plus élevés (tourbière de type soligène). La protection assurée par le couvert nival expliquerait le développement de la tourbe.

Combes à neige (*snowbeds*)

Les combes à neige alpines se développent dans des sites dispersés un peu partout sur le plateau Big Level. Ce type d'habitat est confiné au creux des ravins, aux flancs des vallées et au pied des falaises de roche mère plus ou moins orientées au nord où des névés profonds s'accumulent et persistent tard durant la saison de végétation (fig. 6 à 8). La végétation chionophile est généralement bien définie à sa périphérie où elle se présente sous la forme d'un gazon dense de *Carex* sur pente. Au centre, le gazon cède la place à une zone dominée par les bryophytes là où la neige fond très tardivement. Sur le plateau, il existe aussi des combes à neige où la fonte est plus hâtive. La plupart des chinophiles strictes en sont absentes. Cette communauté végétale plus sèche est dominée par les graminées, les herbacées boréales et les arbustes bas comme *Betula pumila* et *Phyllodoce caerulea*. Parfois, ces combes à déneigement hâtif forment un gradient avec les combes à déneigement tardif adjacentes. Un type de végétation semblable à celle-ci occupe les ravins de la bordure du fjord Western Brook (tabl. I, fig. 9). Ce sont des pentes herbacées abruptes bordées de parois rocheuses.

Dans les stations échantillonnées sur le plateau Big Level (combes à déneigement hâtif, 93-10 ; combes, 93-1, 93-2, 93-5, 93-6 [les deux dernières correspondant à la station R3 de Belland et Roberts, 1984], 93-7, 93-11, 93-13, 93-14, 84-30, P-137, P-138, P-142 ; 84-29 sur le plateau de St. Paul's Inlet, 84-31 sur les collines de Rocky Harbour), 73 espèces de plantes vasculaires ont été inventoriées, représentant 79 % de la biodiversité de tous les habitats étudiés au Big Level, et 21 espèces rares y sont rencontrées (dont 20 sont confinées aux combes à neige). Les espèces caractéristiques des combes à neige sont *Agrostis mertensii*, **Athyrium alpestre*, *Carex*



FIGURE 6. Combe à neige à déneigement tardif du plateau Big Level (photographie prise à la fin août), plus ou moins en forme d'amphithéâtre, sur le flanc d'une colline plongeant vers un lac ; les krummholzs ne se trouvent que dans les zones bien protégées du plateau, comme au bord des lacs encaissés.

Late melting snowbed (photographed in late August), more or less amphitheater-shaped, on the flank of a hill overlooking a small lake; krummholzs are only found in well-protected areas on the plateau, such as the margins of lakes.

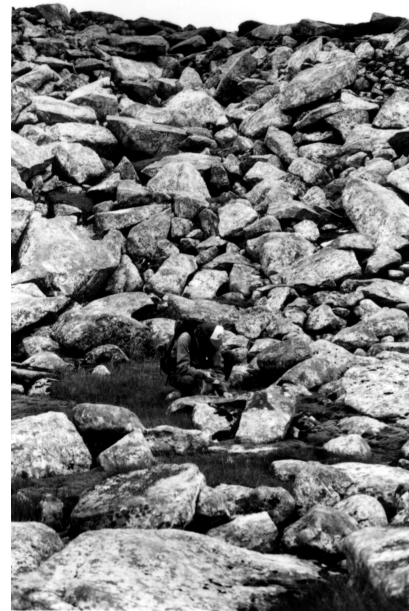


FIGURE 7. Petite combe à neige à la base d'un lobe de solifluxion (voir fig. 2) ; la neige de cette combe fond plus tôt que celle de la figure 6.

Small snowbed at the base of a solifluction lobe (see Fig. 2); this is an earlier melting snowbed than that of Figure 6.

bigelowii, *C. brunnescens* var. *brunnescens*, **C. lachenalii*, *C. stylosa*, *Dryopteris* "spinulosa", **Epilobium anagallidifolium*, *Huperzia appalachiana*, **Salix herbacea*, **Solidago macrophylla*, **Stellaria borealis*, **Streptopus amplexifolius*, **Vahlodea atropurpurea*, **Viola mackloskeyi* ssp. *pallens* et **V. palustris*. Les plantes vasculaires rares sont *Athyrium alpestre*, *Carex lachenalii*, *Cassiope hypnoides*, *Diphasiastrum alpinum*, *Epilobium anagallidifolium*, *E. lactiflorum*, *Festuca*



FIGURE 8. Grande combe à neige sur pente douce de la vallée d'un ruisseau alpin, habitat de *Veronica wormskjoldii*; la fonte est plus hâtive ici que dans les combes des figures 6 et 7.

A large snowbed on the gentle slope of an alpine brook valley, habitat of *Veronica wormskjoldii*; snowmelt here is earlier than in Figures 6 and 7.



FIGURE 9. Ravin de la paroi nord du plateau Big Level, donnant dans le fjord Western Brook Pond, avec parois abruptes et des espèces croissant dans des combes à fonte hâtive.

Ravine on the northern rim of the Big Level Plateau, plunging toward the Western Brook Pond fjord, with abrupt walls and early-melting snowbed species.

prolifera, *Gnaphalium norvegicum*, *G. supinum*, *Huperzia miyoshiana*, *Oxyria digyna*, *Phleum alpinum*, *Poa laxa* ssp. *fernaldiana*, *Salix herbacea*, *S. argyrocarpa*, *Saxifraga foliolosa*, *Sibbaldia procumbens*, *Vahlodea atropurpurea*, *Veronica wormskjoldii* et *Viola palustris*.

Les plantes caractéristiques des combes à déneigement hâtif sont *Athyrium filix-femina*, **Betula pumila*, **Calamagrostis canadensis*, *Cornus canadensis*, **Luzula parviflora*, **Phleum alpinum*, **Phyllodoce caerulea* et *Vaccinium cespici-*

tosum. Les plantes vasculaires rares sont *Phleum alpinum*, *Diphasiastrum alpinum* et *Galium kamtschaticum*. *Harrimannella hypnoides*, *Phleum alpinum* et *Vahlodea atropurpurea* occupent aussi les ravins abrupts à la marge des fjords.

Dans le parc national du Gros-Morne, l'importance de cet habitat alpin pour les plantes vasculaires rares a déjà été étudiée par Bouchard *et al.* (1986, 1987, 1991b) et la bryoflore rare du parc a été soulignée par Belland (1983, 1984).

À Terre-Neuve, la flore des combes à neige des plateaux ultramafiques, étudiée par Hay *et al.* (1994) et Bouchard *et al.* (1996), est semblable à celle du mont Albert (monts Chic-Chocs, Gaspésie) (Sirois, 1984) mais diffère considérablement de celle du Big Level, notamment par la présence de nombreuses Caryophyllaceae qui sont absentes au Big Level et par un moins grand nombre d'espèces. Par ailleurs, certaines espèces diagnostiques des combes à neige terre-neuviennes, dont *Salix herbacea*, *Viola palustris* et *Oxyria digyna*, sont présentes sur les deux types de substrat, quoiqu'en moindre abondance sur la péridotite.

En Gaspésie, c'est le mont Jacques-Cartier qui se rapproche le plus du Big Level par sa géologie (granite), son climat et sa flore (Boudreau, 1981), quoique la partie alpine y soit beaucoup plus restreinte. Malgré un sommet plus élevé et un relief plus accidenté qu'au plateau Big Level, les combes à neige y sont peu nombreuses et ne se trouvent que sur certains flancs encaissés où il y a accumulation nivale. Par contre, les formations herbacées à *Carex bigelowii* sont plus étendues que sur le Big Level. Dans les combes à fonte hâtive, *Phyllodoce caerulea* et *Diphasiastrum alpinum* sont aussi plus abondants. Pour sa part, le mont Logan (Gervais, 1992) possède une flore et une végétation peu comparables à celles du Big Level. Signalons aussi la description de la végétation de la Presidential Range du nord des Appalaches (Nouvelle-Angleterre) de Bliss (1963, 1969) qui rappelle celles du Big Level et du mont Jacques-Cartier.

Plus au nord dans la péninsule Québec-Labrador, la flore des combes à neige ou habitats associés la plus semblable se trouve dans les Mealy Mountains du Labrador (Gillett, 1954), où s'ajoutent des éléments calcicoles et des éléments arctiques absents de Terre-Neuve, sans doute à cause des assises rocheuses plus basiques, de leur latitude plus nordique et de leur plus grande altitude. Au Québec, c'est la flore des monts Groulx qui se rapproche le plus de celle des combes du Big Level (Landry, 1969 ; Lavoie, 1984). La flore des monts Otish, au centre du Québec, offre aussi une grande similitude (Lemieux, 1978 ; Shchepanek, 1973), surtout en ce qui a trait aux espèces alpines ubiquistes comme *Diphasiastrum alpinum*, *Phyllodoce caerulea* et *Carex bigelowii*, qui peuvent croître dans des milieux plus variés que les espèces chionophiles strictes. Les flores plus nordiques de la côte de la baie d'Hudson et de l'Ungava présentent de plus grandes différences, notamment en raison de la présence accrue d'éléments arctiques ou calcicoles (Morin et Payette, 1986a ; Blondeau, 1986, 1989 ; Cayouette, 1987 ; Deshayes et Cayouette, 1988). Néanmoins, l'étude de Morin et Payette (1986a) sur les combes du lac Guillaume-Delisle, malgré la présence de substrats

plus basiques comme la dolomie, montre des similitudes quant à la répartition de la flore le long des gradients topographique, de ruissellement et d'enneigement. Les espèces adaptées aux sites à fonte tardive, comme *Salix herbacea*, et les espèces des milieux à fonte hâtive, comme *Phyllodoce caerulea*, le sont aussi au Big Level, ce qui confirme l'importance du gradient de déneigement dans la répartition des espèces de combes à neige.

Les différences entre les deux sites, cependant, font aussi ressortir l'importance du substrat, puisque celui du Big Level est exclusivement acide, alors qu'il y a aussi des substrats basiques au lac Guillaume-Delisle qui favorisent une flore en partie calcicole. Dans la flore du Groenland, Böcher (1954) décrit deux grands complexes qui correspondent aux deux grands types de combes, à déneigement hâtif ou tardif, présents au Big Level. Les premières combes correspondraient en gros au complexe *Alchemilla-Phyllodoce-Scirpus austriacus* (*Trichophorum cespitosum*), qui comprend des herbaçales ou arbustives basses sur sols acides, avec couvert nival de durée moyenne, constant en hiver, du Bas-Arctique océanique. Les secondes, les combes à neige à déneigement tardif, semblent bien correspondre au complexe *Deschampsia alpina-Gnaphalium supinum-Cassiope* (*Harrimanella*) *hypnoides*, un type de combes de la région océanique arctique sur sols humides. Dans la région continentale arctique-subarctique du Groenland, Böcher (1954) rapporte aussi des associations de combes à neige qui ressemblent à certaines combes du Big Level. Elles appartiennent au complexe *Saxifraga foliolosa-Ranunculus sulphureus* qui comprend les combes et les zones humides qui y sont liées. La plupart des associations continentales sont cependant très différentes de celles du Big Level et se rapprocheraient plus de certains ensembles de la côte sédimentaire du détroit de Belle-Isle, à Terre-Neuve.

Les communautés de combes à neige tardives et les processus impliqués dans leur formation ont été décrites de façon exhaustive par Gjaerevoll (1956), en Scandinavie. La ressemblance floristique entre les combes scandinaves et celles de l'est nord-américain est remarquable. Les combes à neige « pauvres en calciphiles » (expression de Gjaerevoll pour désigner les combes de milieu acide), en particulier, ont une composition floristique semblable à celle du Big Level. Pour Gjaerevoll, sont exclusives aux combes acides (seules les espèces présentes dans nos relevés sont mentionnées), *Athyrium alpestre*, *Carex brunnescens* var. *brunnescens* et *Vahlodea atropurpurea*. D'autres y sont préférentielles, souvent dominantes : *Agrostis mertensii*, *Carex bigelowii*, *Harrimanella hypnoides* et *Deschampsia flexuosa*. Gjaerevoll subdivise aussi ces habitats en sous-séries pauvres ou riches en hygrophiles. Parmi celles qui préfèrent les milieux secs (qui s'assèchent rapidement après la fonte) se trouvent *Agrostis mertensii*, *Harrimanella hypnoides*, *Gnaphalium norvegicum*, *G. supinum* et *Vahlodea atropurpurea*, et parmi celles des milieux humides *Epilobium anagallidifolium*, *Oxyria digyna* et *Veronica wormskjoldii*. Nos observations au Big Level confirment ces caractéristiques écologiques des espèces chionophiles. Par ailleurs, les associations de combes à neige herbacées sur milieu

acide de Scandinavie sont caractérisées par des espèces présentes dans les combes à neige du Big Level, où elles dominent rarement cependant, comme *Athyrium alpestre*, *Carex bigelowii*, *C. lachenalii*, *Harrimanella hypnoides*, *Deschampsia flexuosa*, *Diphasiastrum alpinum*, *Gnaphalium supinum*, *Oxyria digyna*, *Salix herbacea*, *Sibbaldia procumbens* ou *Vahlodea atropurpurea*.

Les communautés végétales de combes à neige résultent d'une accumulation nivale en un lieu fixe, récurrente à la fois annuellement et à long terme, un processus millénaire, qui dure probablement depuis la dernière glaciation. La durée et la chronologie de la période sans neige limitent grandement la durée de la saison de végétation dans les combes. Les sols sont froids et suintants lors de l'écoulement de l'eau de fonte. Avec le retrait graduel de la neige au cours de la saison de végétation, les sols peuvent s'assécher rapidement en raison du drainage assuré par la pente et le substrat rocheux. C'est particulièrement le cas des combes à déneigement hâtif. Néanmoins, certaines parties des combes peuvent demeurer humides et froides durant tout l'été, la fonte ne se produisant qu'au début des pluies automnales. La répartition et le maintien sur de longues périodes des plantes vasculaires rares du plateau sont directement liées aux conditions micro-environnementales exceptionnelles des combes à neige qui s'y trouvent.

L'altitude, la taille et la variation des formes de terrain du plateau Big Level créent des conditions favorables à l'existence de plusieurs types de combes. Les sites à neige épaisse se concentrent surtout au nord (côté fjord Western Brook) et au nord-est (de Two Rocks Pond à Big Island Pond). Dans ces zones, les formes du terrain favorisent une grande accumulation de neige sur les pentes protégées des vents d'ouest dominants. Ce sont les ravins et coulées, les pentes de vallée avec terrasses de solifluxion, les zones de fracture de la roche mère et les pentes en forme d'amphithéâtre adossées à des falaises orientées au nord ou à des lobes de solifluxion de blocs. Bien que la plupart des combes à neige du Big Level se situent sur des pentes orientées au nord, l'orientation des pentes peut varier d'un site à l'autre. Quelques combes ont été observées dans des ravins dont les flancs faisaient face à l'est et à l'ouest. Les sols des combes sont des brunisols lithiques-gleyifiés, orthodystriques, des sols organiques lithiques ou des podzols lithiques-gleyifiés, ortho-humo-ferriques (Airphoto Analysis Associates, 1975) irrigués par des eaux de fonte froides.

L'abondance des communautés de combe à neige et des plantes vasculaires rares qui y sont associées fait du plateau Big Level un site unique aux latitudes boréales dans le nord-est de l'Amérique du Nord. Les combes à neige sont l'un des habitats les plus riches en mousses et en plantes vasculaires rares à Terre-Neuve. Toutes les combes du plateau abritent des espèces rares, certaines plus que d'autres. Au sein du parc du Gros-Morne, Big Level est le seul site connu pour deux espèces rares, *Carex lachenalii* et *Salix argyrocarpa*. Quant à *Veronica wormskjoldii*, récoltée pour la première fois dans le parc au Big Level en 1993, elle a aussi été observée en 1995 dans une combe à neige des Tablelands, un haut plateau de péri-dotite (Bouchard *et al.*, 1996).

Les caribous profitent abondamment des combes à neige durant l'été, tant pour brouter que pour se reposer. Ils broutent les nouvelles pousses de *Carex* au fur et à mesure qu'elles émergent de la neige, ce qui leur fournit du fourrage frais durant presque toute la saison estivale. Ils broutent aussi de façon sélective les nouvelles pousses de graminées et de plusieurs espèces herbacées, notamment *Streptopus amplexifolius* et *Athyrium alpestre*. Après avoir brouté, les caribous se retirent pour ruminer sur les plaques de neige à des fins de thermorégulation ou afin d'échapper aux insectes piqueurs (moustiques, simulies) ou aux parasites (œstres). Il s'agit d'un comportement bien connu des caribous en été qui recherchent les endroits froids, venteux et sans végétation (voir Downes *et al.*, 1986 ; Cronin *et al.*, 1998). Par leur broutage, le piétinement et l'accumulation des fèces sur la neige, les caribous pourraient agir sur la composition des communautés végétales des combes à neige. Les nutriments d'origine fécale (riches en azote et en matière organique) libérés avec la fonte se retrouvent dans les sols ou sont emportés par les ruisseaux de fonte ; le recyclage des nutriments pourrait constituer une composante importante de l'écologie de cet écosystème. L'impact du caribou, aussi bien positif que négatif, sur les communautés de combes à neige alpines n'a toutefois pas été étudié. À certains endroits, les sentiers de caribou à circulation intense causent une forte érosion à proximité ou dans certaines des plus grandes combes ; ce phénomène pourrait modifier l'hydrologie et le couvert végétal.

ESPÈCES RARES DU PLATEAU BIG LEVEL

Le tableau III donne la liste des espèces rares de plantes vasculaires (Bouchard *et al.*, 1991b, Hay *et al.*, 1994) observées sur le plateau Big Level, avec leur statut de conservation, leur forme biologique, leur répartition globale et leur

habitat. Trois espèces s'ajoutent ici à la liste du parc national du Gros-Morne : *Carex lachenalii*, *Salix argyrocarpa* et *Veronica wormskjoldii* (fig. 10). Ces mentions constituent des extensions vers le sud de 150 à 200 km sur la Great Northern Peninsula de Terre-Neuve. Ces trois taxons croissent tous dans des combes à neige et sont d'un grand intérêt pour la conservation des espèces à Terre-Neuve.

Les populations du *Carex lachenalii* du plateau Big Level sont les plus importantes de l'île pour cette espèce arctique-alpine circumpolaire, autant en répartition (six stations d'échantillonnage et cinq sites de récolte, tous des combes à neige ; tabl. I) qu'en nombre d'individus. *Salix argyrocarpa* a été découvert pour la première fois à Terre-Neuve, en 1992, dans le SITE historique national de L'Anse-aux-Meadows (Bouchard *et al.*, 1993a ; Hay *et al.*, 1994). Les deux populations du Big Level (stations 93-7 et 93-13) représentent une seconde mention pour l'île de ce taxon hémiarctique du nord-est américain. Toutes les populations connues de ce saule dans l'île sont situées au sein de parcs nationaux. *Veronica wormskjoldii*, une espèce arctique-alpine nord-américaine étroitement apparentée au *V. alpina* et dont les populations terre-neuviennes étaient autrefois considérées comme un taxon distinct, *V. terrae-novae*, se rencontre toujours sous la forme de petites populations à Terre-Neuve. Seules celles du Big Level et des Tablelands sont actuellement protégées.

Sur le plateau Big Level, les 21 espèces de plantes vasculaires rares se trouvent dans les combes à neige et dans les communautés alpines associées. Les espèces suivantes croissent seulement dans les combes à neige : *Athyrium alpestre*, *Carex lachenalii*, *Epilobium anagallidifolium*, *E. lactiflorum*, *Gnaphalium norvegicum*, *G. supinum*, *Huperzia miyoshiana*, *Oxyria digyna*, *Salix herbacea*, *S. argyrocarpa*, *Saxifraga foliolosa*, *Sibbaldia procumbens*, *Vahlodea atropur-*



FIGURE 10. Carte de l'aire de trois espèces alpines à Terre-Neuve qui atteignent leur limite sud dans l'île au parc national du Gros-Morne (localisation à la fig. 1). A. *Carex lachenalii*. B. *Salix argyrocarpa*. C. *Veronica wormskjoldii*.

Map of three alpine species in Newfoundland that reach their southern limit for the island within Gros Morne National Park (see Fig. 1 for location). A. *Carex lachenalii*. B. *Salix argyrocarpa*. C. *Veronica wormskjoldii*.

TABLEAU III

Statut de conservation, forme biologique, répartition globale et répartition par écorégion terre-neuvienne des espèces rares du plateau Big Level, parc national du Gros Morne

Espèce	Cons	Fo	Long	Lat	Disj	Et	Écoregions
<i>Huperzia miyoshiana</i>	S1	C	AB	b	d	a	IA, IB, VIIC
<i>Diphasiastrum alpinum</i>	S1	C	C	aa		a	VIIC
<i>Athyrium alpestre</i>	S2	H	COR	h	d	a	IA, VIIC
<i>Phleum alpinum</i>	S2	H	C	aa	d	a	IB, IVA, VIIC, IX
<i>Poa laxa</i> ssp. <i>fernaldiana</i>	S1	H	END	b		m	VIIC
<i>Vahlodea atropurpurea</i>	S2	H	AA	aa		a	VIIC
<i>Carex lachenalii</i>	S2	H	C	aa		a	VIIC, IX
<i>Salix herbacea</i>	S2	C	AA	aa		a	IA, VIIC, IX
<i>Oxyria digyna</i>	S2	H	C	aa		a	IA, IC, IE, VIC, VIIIA, VIIC, IX
<i>Saxifraga foliolosa</i>	S1	H	C	aa		a	VIIC
<i>Sibbaldia procumbens</i>	S1	C	C	h	d	a	VIIC
<i>Viola palustris</i>	S2	H	AA	b		a	IA, VIIC, IX
<i>Epilobium lactiflorum</i>	S2	H	COR	h	d	a	IA, IB, VIIC, IX
<i>Epilobium anagallidifolium</i>	S2	H	C	aa	d	a	IA, VIIC, IX
<i>Harrimanella hypnoides</i>	S2	C	AA	aa		a	IA, VIIC, IX
<i>Veronica wormskjoldii</i>	S1	H	NA	aa	d	a	IA, VIIC, IX
<i>Galium kamtschaticum</i>	S2	H	AB	b	d	s	IA, IB, IC, ID, IE, IVA, VIIC
<i>Gnaphalium norvegicum</i>	S1	H	AA	aa		a	VIIC, IX
<i>Gnaphalium supinum</i>	S1	C	AA	aa		a	VIIC
<i>Festuca prolifera</i>	S2	H	EA	b	d	m	IA, IB, IC, VIIC
<i>Salix argyrocampa</i>	S1	Pn	EA	h		a	VIIC, IX

Symboles utilisés :

Cons: statut de conservation (rangs selon The Nature Conservancy, Bouchard *et al.*, 1991b); S1 : 1-5 populations dans la province, peu d'individus; S2 : 6-20 populations ou individus nombreux.

Fo: forme de croissance; H : hémicryptophyte, C : chaméphyte, Pn : nano-phanérophyte.

Répartition globale:

Long : extension longitudinale; COR : cordillérien, C : circumpolaire, AA : amphi-atlantique, AB : amphi-béringien, EA : est nord-américain, END : endémique du golfe du Saint-Laurent, NA : nord-américain.

Lat : extension latitudinale; a : arctique, aa : arctique-alpin, h : hémis-arctique, b : boréal, t : tempéré.

Disj : disjonction, d.

Et : étage altitudinal; a : alpin, s : subalpin, m : montagnard.

Ecorégions de Damman (1983 ; Bouchard *et al.*, 1991b) : I : Western Newfoundland, A : Serpentine Range, B : Corner Brook, C : Port au Port, D : St. George's Bay, E : Codroy, VIC : South Coast Barrens; VIII : Long Range Barrens, A : Southern Long Ranges, C : Northern Long Ranges; IX : Strait of Belle Isle.

purea, *Veronica wormskjoldii* et *Viola palustris*. Certaines espèces croissent aussi dans d'autres habitats comme les felsenmeers et les corniches protégées des tors (*Harrimanella hypnoides*) ou la lande à buttes et les combes à déneigement hâtif (*Diphasiastrum alpinum*). Les habitats périphériques aux combes et qui leur sont associés morphologiquement, comme les fissures et les corniches des parois rocheuses qui forment des falaises au-dessus de certaines combes, peuvent abriter des espèces comme *Festuca prolifera* et *Poa laxa* ssp. *fernaldiana*; cette dernière a aussi été trouvée dans les fissures profondes d'un tor. Les combes à déneigement hâtif, qui constituent souvent la marge supérieure plus sèche des combes, sont l'habitat privilégié du *Phleum alpinum*. *Galium kamtschaticum* est aussi associé à ce type d'habitat.

Plusieurs des espèces rares croissant dans les combes à neige ont une répartition très limitée à Terre-Neuve. On leur a attribué pour la plupart un rang de conservation de S1 (selon The Nature Conservancy in Bouchard *et al.*, 1991b). Ces espèces sont aussi les plus rares dans les combes du plateau Big Level. Par contre, la fréquence et l'abondance des *Carex lachenalii*, *Epilobium anagallidifolium* et *Vahlodea atropurpurea* sur le plateau nous conduisent à réévaluer leur rang de

S1 (Bouchard *et al.*, 1991b) à S2 pour Terre-Neuve. Le plateau est donc très important pour la conservation de ces taxons puisqu'il renferme la majorité des populations connues de l'île. Il est remarquable que trois espèces, *Diphasiastrum alpinum* (Bouchard et Hay, 1974), *Huperzia miyoshiana* et *Gnaphalium supinum*, n'aient été observées à Terre-Neuve que dans le parc national du Gros-Morne. De plus, dans l'est du continent, *Huperzia miyoshiana* n'a été trouvé que dans ce parc (Brunton *et al.*, 1992).

L'analyse biogéographique des plantes rares des combes à neige du plateau révèle des affinités avec un certain nombre d'éléments floristiques nordiques (tabl. III) et illustre l'importance phytogéographique de ces espèces. Comme on s'y attendrait pour un type d'habitat caractéristique des hautes latitudes et altitudes, la plupart des taxons des combes à neige sont arctiques-alpins (12) ou hémiarctiques (4) et appartiennent à l'étage alpin (17). Ils sont caractérisés par des répartitions étendues, circumpolaires, qui, dans la partie orientale du continent, s'étendent vers le sud dans les chaînes de montagnes suffisamment élevées pour permettre l'existence de combes, comme dans les monts Long Range, dans les Chic-Chocs de Gaspésie et sur les pics alpins de la

Nouvelle-Angleterre. Néanmoins, moins de la moitié (7) sont circumarctiques (*Veronica wormskjoldii*, un élément nord-américain, pourrait s'ajouter à cette liste si on le fusionne au *V. alpina* circumarctique). Six espèces sont des plantes à aire disjointe amphi-atlantique, un élément floristique important dans la région du golfe du Saint-Laurent à laquelle il est plus ou moins circonscrit en Amérique du Nord. Ces éléments sont importants pour la conservation, particulièrement *Gnaphalium norvegicum* et *G. supinum* qui sont très rares à Terre-Neuve. Des éléments disjoints de l'ouest de l'Amérique du Nord, amphi-béringiens-boréaux-subalpins (2) ou cordillériens-hémiarctiques-alpins (2), se retrouvent aussi dans cette flore. Enfin, trois taxons sont limités au nord-est de l'Amérique du Nord : *Poa laxa* ssp. *fernaldiana* est endémique à la région du golfe (boréo-montagnard) (Soreng, 1991), les deux autres sont des éléments du nord-est de l'Amérique du Nord, alpins, boréaux ou hémiarctiques. Le *Poa* est rare dans l'ensemble de son aire (S1 à Terre-Neuve, Bouchard *et al.*, 1991b; et N2 au Canada, Argus et Pryer, 1990) et les populations du Big Level sont essentielles à sa conservation. Les éléments boréaux (quatre parmi les plantes rares) atteignent la ceinture alpine du Big Level dans les combes grâce à la protection fournie par le couvert nival et une moindre exposition au vent ; ils croissent généralement à la périphérie des combes et dans les combes à déneigement hâtif, mais ils peuvent aussi se retrouver dans d'autres zones d'accumulation nivale comme les felsenmeers et les pentes de talus des ravins profonds.

À Terre-Neuve, la plupart (16) des espèces rares du Big Level sont confinées aux écorégions appelées « Northern Long Range Barrens » (VIII C ; 6 étant limitées aux hauts plateaux acides) et « Strait of Belle Isle » (IX) (Damman, 1983) ; leur répartition est donc septentrionale dans l'île et liée de façon stricte aux combes à neige. Une dix-septième espèce, *Harrimanella hypnoides*, s'étend à l'écorégion « Serpentine Range » (I A) qui comprend aussi des combes à neige. Les taxons à répartition plus vaste (5), dont certains n'atteignent pas l'écorégion IX, se trouvent dans les parties montagneuses de l'écorégion « Western Newfoundland » (I). La plupart, cependant, pénètrent à peine dans la sous-région I B (sur les calcaires exposés du mont Killdevil, parc national du Gros-Morne) ou I C (Table Mountain, une longue crête rocheuse côtière de la région de Stephenville), ou colonisent les stériles Serpentine Ranges (I A). De celles-ci, seules *Galium kamtschaticum* (jusqu'à I E, sur les flancs de montagnes) et *Oxyria digyna* (VIII A « Southern Long Range Barrens » et VI C « South Coast Maritime Barrens ») atteignent le sud-ouest terre-neuvien. En général, à Terre-Neuve, les espèces boréales rares n'atteignent pas l'écorégion IX.

Les affinités géographiques des plantes rares sont donc un mélange d'éléments à répartition continue (circumarctique), fortement discontinue (cordillérienne et amphi-atlantique) et de l'est nord-américain qui résultent de l'histoire géoclimatique complexe de cette région depuis la glaciation wisconsinienne. Cette coexistence de représentants d'éléments floristiques très divers constitue l'un des aspects les plus intéressants, du point de vue biogéographique, des

combes à neige du Big Level. En fait, une telle composition ne peut s'observer que dans la région du golfe du Saint-Laurent et sur les hauts sommets de la Nouvelle-Angleterre.

Pareillement, le caractère unique de la bryoflore du Big Level a été souligné (Belland, 1983 ; Belland et Brassard, 1985, 1988 ; Belland et Roberts, 1984). Belland (1983) écrit d'ailleurs : « *Of the disjunct snowbed species treated in this study, the Big Level has almost twice as many species as either Labrador or Gaspé, and three times as many as New England. The Big Level late snowbed areas of western Newfoundland are therefore truly remarkable and phytogeographically important habitats in eastern North America.* »

Les raisons historiques pour lesquelles les plantes vasculaires et les bryophytes d'affinités arctique-alpine ou cordillérienne ont été isolées de leur aire principale ont longtemps fait l'objet de débats parmi les phytogéographes et les écologistes. Jusqu'à récemment, le débat se poursuivait entre les tenants de la thèse des nunataks (par ex., Fernald, 1925 ; Belland *et al.*, 1992) autour du golfe du Saint-Laurent et ceux d'une migration postglaciaire à partir de refuges (Morisset, 1971 ; Ives, 1974 ; Bouchard *et al.*, 1986). Selon certaines données récentes (Gosse et Grant, 1993) la thèse des nunataks ne peut être retenue au Big Level. La dispersion à longue distance a aussi été invoquée pour expliquer la disjonction de l'aire de certaines espèces, par exemple *Thelypteris quaelpartensis* (Bouchard *et al.*, 1977). Une thèse parallèle, celle des nunataks des montagnes de Norvège, a aussi été réfutée récemment par Birks (1993, 1996). Peu importe l'origine historique de ces espèces, leur survie dans les habitats écologiquement exigeants, comme les combes à neige, peut être attribuée aux conditions extrêmes qui tendent à réduire la compétition et à favoriser la persistance d'espèces rares dans des milieux situés à la limite de leur aire de répartition.

CONCLUSIONS

Notre étude confirme le caractère exceptionnel du plateau Big Level, déjà reconnu pour ses formes de terrain, sa faune et sa bryoflore.

En ce qui concerne les formes de terrain, les buttes (*hummocks*) du milieu alpin s'ajoutent à la liste des phénomènes périglaciaires déjà observés sur le plateau. À notre connaissance, cette forme périglaciaire n'a jamais été décrite à Terre-Neuve, ni à l'étage alpin de la zone boréale du nord-est américain. Il pourrait s'agir de la limite méridionale de cette forme dans la région. Le type de végétation qui s'y associe, la lande à buttes (*hummocky heath*), semble ne pas encore avoir été décrit (Meades, 1983) et pourrait représenter un type unique dans l'île.

Les combes à neige sont particulièrement nombreuses sur le plateau Big Level. L'étendue du plateau à haute altitude et la morphologie qui leur est favorable expliquent leur présence. Parmi les habitats alpins, les communautés végétales de combes à neige comprennent la majorité des plantes vasculaires avec 75 des 94 espèces observées dans nos stations d'échantillonnage. De plus, les 21 espèces rares du plateau

(tabl. III) croissent dans cet habitat ou dans des habitats associés. Ces espèces représentent 21 % des 100 espèces vasculaires rares répertoriées jusqu'à présent dans le parc national du Gros-Morne (liste non publiée, mise à jour des données de Bouchard *et al.*, 1985, 1986, 1991a ; Anions, 1994). Comme dans toute la région du golfe du Saint-Laurent et de la Nouvelle-Angleterre, la constitution biogéographique exceptionnelle de la flore des combes à neige avec ses éléments circumpolaires, cordillériens, de l'est nord-américain et amphi-atlantiques, contribuent au caractère unique du plateau. Belland (1983) tire des conclusions semblables en ce qui a trait à la bryoflore. Un autre aspect particulier du plateau Big Level est le caractère océanique (au sens de Böcher, 1954) de sa flore alpine, ce qui expliquerait les différences observées avec les flores alpines ou arctiques plus continentales de la péninsule du Québec-Labrador.

La problématique des combes à neige elles-mêmes, comme habitat de plantes rares, doit être étudiée. Morin et Payette (1986b, 1988) ont montré la relation entre les fluctuations de l'enneigement et la dynamique des combes à neige du lac Guillaume-Delisle au cours de l'Holocène à l'aide de l'analyse dendrochronologique et de celle des formes de terrain. Les études dendrochronologiques des krummholzs et des arbustes situés à l'étage sub-alpin, sous le niveau des combes à neige au Big Level, pourraient servir à déterminer les fluctuations climatiques passées sur le plateau. À long terme, quelle est la dynamique du maintien des combes en relation avec les fluctuations climatiques, notamment les variations annuelles dans la durée de fonte et la quantité de neige accumulée? Y a-t-il une relation entre la taille des combes, les variations annuelles de l'accumulation nivale et le rythme de fonte estivale, la diversité des microhabitats au sein des combes et le nombre d'espèces rares que chaque combe abrite?

Les populations de plantes rares, incluant les bryophytes, pourraient être étudiées des points de vue démographique et génétique afin de déterminer les variations spatiales et temporelles en relation avec les changements écosystémiques. Les microhabitats des plantes rares devraient être étudiés de façon plus détaillée afin de mieux modéliser leur écologie.

Notre connaissance du spectre des plus petites communautés végétales du plateau demeure incomplète. Elles doivent être étudiées rigoureusement, particulièrement les krummholzs, les arbustes d'aulne ou de bouleau nain, les herbaçales à fougères, les abords de ruisseaux, les crans rocheux à la marge des fjords et la forêt subalpine. Leurs relations avec la topographie et le couvert nival doivent être éclaircies.

Le plateau Big Level pourrait même devenir un site exceptionnel de suivi écologique à long terme : sa taille est raisonnable, il est bien délimité par des frontières abruptes, l'action de l'homme y est encore minime, il serait relativement accessible aux chercheurs tout en l'étant peu au grand public. Le plateau pourrait faire partie d'un réseau latitudinal de sites le long des monts Long Range et ailleurs où, entre autres, les combes à neige du nord-est américain pourraient être étudiées dans l'espace et dans le temps. Un tel réseau fournirait les données fondamentales aux études sur le changement cli-

matique (Hall et Wadleigh, 1993) et à d'autres études écologiques à long terme dans l'est du continent. Starfield et Chapin (1996) signalent que l'écotone toundra-forêt boréale est très sensible aux changements climatiques, ce qui le rend intéressant pour l'établissement de modèles. Par ailleurs, Chapin et Kömer (1994) notent que les écosystèmes arctiques et alpins sont susceptibles de répondre fortement aux changements climatiques et les effets de ces derniers y seraient plus clairement perçus à cause de leur relative simplicité ; de plus, ils soulignent que les flores arctiques comprennent peu d'espèces endémiques géographiquement restreintes, contrairement aux flores alpines où certains éléments risqueraient de disparaître après des changements climatiques qui forceraient une migration verticale de ces flores. Dans le cas du plateau Big Level, la flore alpine est surtout une flore du type du Bas-Arctique et océanique, sans endémique. Puisque la migration verticale est impossible sur le plateau, un réchauffement climatique pourrait entraîner la disparition de la majorité de la flore alpine, bien que la flore des combes à neige a probablement déjà survécu à des épisodes de climat plus chaud au cours de l'Holocène. Il est difficile de prévoir comment une telle flore serait touchée, le tout dépendant surtout de changements dans les conditions d'accumulation nivale (Morin et Payette, 1986b). Par ailleurs, comme le soulignent Chapin et Kömer (1994), il faut bien connaître la répartition des espèces pour pouvoir détecter les modifications.

Berger (1992) a souligné le rôle unique que les parcs nationaux du Canada pourraient jouer comme points de référence pour la recherche sur les processus écologiques, pour servir de comparaison aux régions où l'activité humaine est en voie de modifier la nature. Il considère le parc national du Gros-Morne comme « *ideal candidate for an environmental monitoring program, because of its varied geology, landscape, and biota, the interaction of land and the sea [...], and the considerable knowledge that already exists on its biophysical resources* » (p. 387-388). Parmi les projets à long terme, Berger cite celui de la répartition et la composition spécifique des plantes de combes à neige. Dans un tel projet au Colorado, Walker *et al.* (1993) étudient présentement les interactions neige-végétation au site LTER (long-term ecological research) Niwot dans les Rocheuses américaines ; on pourrait s'en inspirer pour le Big Level.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier le Dr Georges Argus de Merrickville (Ontario) pour avoir aimablement révisé nos spécimens de saules, le Dr Rob Soreng de Cornell University pour les *Poa*, M. Daniel Brunton (Ottawa) pour les *Huperzia*, M. Sean Mahoney du Newfoundland Wildlife Service pour d'utiles discussions sur la faune, et Jeff Leggo, Michael Burzynski et Anne Marceau du parc national du Gros-Morne pour leur hospitalité, leur aide matérielle et les discussions stimulantes dont ils nous ont fait bénéficier durant notre séjour. Nos remerciements vont aussi au Dr Jacques Cayouette d'Agriculture et Agroalimentaire Canada et au Dr Robert Gauthier de l'Université Laval pour avoir aimablement commenté la première version du

manuscrit, à M^{me} Louise Lebrun pour avoir réalisé les cartes et à M. Normand Fleury, de la médiathèque du Jardin botanique de Montréal pour la reproduction des photographies.

RÉFÉRENCES

- Ahti, T., Hämet-Ahti, L. et Jalas, J., 1968. Vegetation zones and their sections in northwestern Europe. *Annales Botanici Fennici*, 5 : 69-211.
- Airphoto Analysis Associates, 1975. Biophysical resource inventory, Gros Morne National Park, Newfoundland. Parks Canada, Atlantic Region, contracts 72-89, 73-21, 73-285. Toronto, 3 vol. + 6 app.
- Anions, M. F. E., 1994. The flora of Gros Morne National Park. Resource description and analysis. Report, Gros Morne National Park, Rocky Harbour, Newfoundland, 143 p. + app.
- Argus, G. W. et Pryer, K. M., 1990. Rare vascular plants in Canada, our natural heritage. Canadian Museum of Nature, Ottawa, 192 p.
- Banfield, C. E., 1983. Climate, p. 37-106. In R. South, éd., Biogeography and Ecology of the Island of Newfoundland. W. Junk, La Haye, 723 p.
- Belland, R.J., 1983. A late snowbed bryophyte community in western Newfoundland. *Canadian Journal of Botany*, 61 : 218-223.
- _____. 1984. The disjunct bryophyte element of the Gulf of St. Lawrence region: Glacial and postglacial dispersal and migrational histories. Thèse de Ph. D., Memorial University of Newfoundland, St. John's, 269 p.
- Belland, R. J., et Brassard, G. R., 1985. The bryophyte flora of Gros Morne National Park, Newfoundland. Department of Biology, Memorial University of Newfoundland, St. John's, 266 p.
- _____. 1988. The bryophytes of Gros Morne National Park, Newfoundland, Canada : Ecology and phytogeography. *Lindbergia*, 14 : 97-118.
- Belland, R. J. et Roberts, B. A., 1984. Report on the rare bryophyte habitats along the southern rim of Western Brook Pond, Gros Morne National Park. Department of Biology, Memorial University of Newfoundland, St. John's, 19 p.
- Belland, R. J., Schofield, W. B. et Hedderson, T. A., 1992. Bryophytes of Mingan Archipelago National Park Reserve, Québec: A boreal flora with arctic and alpine components. *Canadian Journal of Botany*, 70 : 2207-2222.
- Berger, A. R., 1992. A special role for parks and protected areas in long-term environmental monitoring, p. 385-390. In J. H. M. Willison *et al.*, éd., Science and the Management of Protected Areas. Developments in Landscape Management and Urban Planning, 7. Elsevier, New York, 548 p.
- Berger, A. R., Bouchard, A., Brookes, I. A., Grant, D. R., Hay, S. G. et Stevens, R. K., 1992. Geology, topography, and vegetation, Gros Morne National Park, Newfoundland [map]. Ottawa, Geological Survey of Canada Miscellaneous Report 54. 1/150 000.
- Beschel, R. E., 1963. Hummocks and their vegetation in the high arctic. 1st International Congress on Permafrost, November 11-15, 1963, Purdue University, Lafayette, Indiana. Unedited preprint, 29 p.
- Billings, W. D., 1974. Arctic and alpine vegetation: Plant adaptations to cold summer climates, p. 403-447. In J. D. Ives et R. G. Berry, éd., Arctic and Alpine Environments. Methuen, London, 999 p.
- Birks, H. J. B., 1993. Is the hypothesis of survival on glacial nunataks necessary to explain the present-day distributions of Norwegian mountain plants? *Phytocoenologia* 23 : 399-426.
- _____. 1996. Statistical approaches to interpreting diversity patterns in the Norwegian mountain flora. *Ecography* 19 : 332-340.
- Bliss, L. C., 1963. Alpine plant communities of the Presidential Range, New Hampshire. *Ecology* 44 : 678-697.
- _____. 1969. Alpine community pattern in relation to environmental parameters, p. 167-184. In K. N. H. Greenidge, éd., Essays in Plant Geography and Ecology. Nova Scotia Museum, Halifax, 184 p.
- Blondeau, M., 1986. La flore vasculaire d'Inukjuak, Nouveau-Québec. *Provancheria* 19, Université Laval, Québec, 68 p.
- _____. 1989. La flore vasculaire de la région d'Ivujivik incluant Wolstenholme (Nouveau-Québec) et les îles Digges (Territoires du Nord-ouest). *Provancheria* 22, Université Laval, Québec, 102 p.
- Böcher, T. W., 1954. Oceanic and continental vegetational complexes in southwest Greenland. *Meddelelser om Grønland*, 148 (1) : 1-336.
- Bouchard, A., Barabé, D. et Hay, S., 1977. An isolated colony of *Oreopteris limbosperma* (All.) Holub in Gros Morne National Park, Newfoundland, Canada. *Naturaliste canadien*, 104 : 239-244.
- Bouchard, A., Brouillet, L. et Hay, S., 1993a. The rare vascular plants of L'Anse-aux-Meadows National Historic Park. Parks Service, Environment Canada, Ottawa, 41 p. (non publié)
- _____. 1996. Rare vascular plants in Gros Morne National Park, Newfoundland (Remote and up-to-now unstudied sites). Report of contract C2242-95-0005, Parks Canada, Hull, 26 p. + app.
- Bouchard, A., Brouillet, L., Hay, S. et Turcotte, P., 1994. The rare vascular plants of Big Level, Gros Morne National Park, Newfoundland, Canada. Report GMR 93-02, Parks Canada, Gros Morne National Park, Rocky Harbour, 54 p.
- Bouchard, A., Hay, S., Bergeron, Y. et Leduc, A., 1987. Phytogeographical and life-form analysis of the vascular flora of Gros Morne National Park, Newfoundland, Canada. *Journal of Biogeography* 14 : 343-358.
- _____. 1991a. The vascular flora of Gros Morne National Park, Newfoundland : A habitat classification approach based on floristic, biogeographical and life-form data, p. 123-157. In P. L. Nimis et T. J. Crovello, éd., Quantitative Approaches to Phytogeography. Kluwer, 280 p.
- Bouchard, A. et Hay, S., 1974. Addition à la flore de Terre-Neuve : *Lycopodium alpinum* L. *Naturaliste canadien*, 101 : 803.
- Bouchard, A., Hay, S. et Brouillet, L., 1993b. Implications of environmental changes on rare plant distribution patterns in Newfoundland, p. 52-53. In J. Hall et M. Wadleigh, éd., The Scientific Challenge of our Changing Environment. Royal Society of Canada, Canadian Global Change Program Incidental Report Series IR93-2, 89 p.
- Bouchard, A., Hay, S., Brouillet, L., Saucier, I. et Jean, M., 1991b. The rare vascular plants of the island of Newfoundland. *Syllogeus*, 65, 165 p.
- Bouchard, A., Hay, S., Gauvin, C. et Bergeron, Y., 1985. The rare vascular plants of Gros Morne National Park, Newfoundland, Canada. Parks Canada, Gros Morne National Park, Rocky Harbour, Newfoundland, contract GM83-20, 104 p. + app.
- _____. 1986. Rare vascular plants of Gros Morne National Park, Newfoundland, Canada. *Rhodora*, 88 : 481-502.
- Bouchard, A., Hay, S. et Rouleau, E., 1978. The vascular flora of St. Barbe South District, Newfoundland; an interpretation based on biophysiographic areas. *Rhodora*, 80 : 228-308.
- Boudreau, F., 1981. Écologie des étages alpin et subalpin du mont Jacques-Cartier, parc de la Gaspésie, Québec. Mémoire de M. Sc., Université Laval, Québec 185 p.
- Brouillet, L. et Whetstone, D., 1993. Climate and Physiography of North America north of Mexico, p. 15 - 46. In Flora of North America Editorial Committee, éd., Flora of North America. Vol. 1. Introduction. Oxford University Press, New York, 372 p.
- Brunton, D. F., Wagner, W. H. Jr. et Beitel, J. M., 1992. Pacific fir moss (*Huperzia myosiana*) (Lycopodiaceae) in eastern North America at Gros Morne National Park, Newfoundland. *American Fern Journal*, 82 : 63-66.
- Cayouette, J., 1987. La flore vasculaire de la région du lac Chavigny (58°12'N.-75°08'O.), Nouveau-Québec. *Provancheria* 20, Université Laval, Québec, 51 p.
- Chapin III, F. S. et Kömer, C., 1994. Arctic and alpine biodiversity : Patterns, causes and ecosystem consequences. *Trends in Ecology and Evolution*, 9 : 45-47.
- Cronin, M. A., Ballard, W. B., Bryan, J. D., Pierson, B. J. et McKendrick, J. D., 1998. Northern Alaska oil fields and caribou: A commentary. *Biological Conservation*, 83 : 195-207.
- Damman, A. W. H., 1976. Plant distribution in Newfoundland especially in relation to summer temperatures measured with the sucrose inversion method. *Canadian Journal of Botany*, 54 : 1561-1585.
- _____. 1983. An ecological subdivision of the Island of Newfoundland, p. 163-206. In G. R. South, éd., Biogeography and Ecology of the Island of Newfoundland. W. Junk, Boston, 723 p.
- Dansereau, P., 1968. Alpine vegetation in eastern North America. *Cranbrook Institute of Sciences News Letter*, 37 (8) : 95-102.

- Day, R. T. et Scott, P. J., 1981. Autecological aspects of *Diapensia lapponica* L. in Newfoundland. *Rhodora*, 83 : 101-109.
- _____. 1984. The biology of *Diapensia lapponica* in Newfoundland. *Canadian Field-Naturalist*, 98 : 425-439.
- Deshayes, J. et Cayouette, J., 1988. La flore vasculaire des îles et de la presqu'île de Manitoonuk, baie d'Hudson : structure phytogéographique et interprétation bioclimatique. *Provancheria* 21, Université Laval, Québec, 74 p.
- Downes, C. M., Theberge, J. B. et Smith, S. M., 1986. The influence of insects on the distribution, microhabitat choice, and behavior of the Burwash caribou herd. *Canadian Journal of Zoology* 64 : 622-629.
- Drury, W. H., Jr., 1969. Plant persistence in the Gulf of St. Lawrence, p. 105-148. *In* K. N. H. Greenidge, édit., *Essays in Plant Geography and Ecology*. Nova Scotia Museum, Halifax, 184 p.
- Fernald, M. L., 1925. The persistence of plants in unglaciated areas of boreal America. *Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences*, 15 : 239-342.
- _____. 1926. Two summers of botanizing in Newfoundland. *Rhodora*, 28 : 49-63, 74-87, 89-111, 115-129, 145-155, 161-178, 181-204, 210-225, 234-241.
- _____. 1933. Recent discoveries in the Newfoundland flora. *Rhodora*, 35 : 1-16, 47-63, 80-107, 120-140, 161-185, 203-223, 230-247, 265-283, 298-315, 327-346, 364-386, 395-403.
- Filion, L. et Payette, S., 1982. Régime nival et végétation chionophile à Poste-de-la-Baleine, Nouveau-Québec. *Naturaliste canadien*, 109 : 557-571.
- Flora of North America Editorial Committee, 1993. *Flora of North America*. Vol. 2. Pteridophytes and Gymnosperms. Oxford University Press, New York, 475 p.
- _____. 1997. *Flora of North America*. Vol. 3. Magnoliophyta: Magnoliidae and Hamamelidae. Oxford University Press, New York, 590 p.
- Gervais, C., 1982. La flore vasculaire de la région du Mont Logan, Gaspésie. *Provancheria* 13, Université Laval, Québec, 13, 63 p.
- Gillett, J. M., 1954. A plant collection from the Mealy Mountains, Labrador, Canada. *Canadian Field-Naturalist*, 68 : 118-122.
- Gjaerevoll, O., 1956. The plant communities of the Scandinavian alpine snowbeds. *Det Kgl Norske Videnskabers Selskabs Skrifter*, 1 : 1-406.
- Gosse, J. C. et Grant, D. R., 1993. Weathering zone cosmogenic radionuclide Quaternary surface exposure age chronology, Gros Morne National Park, western Newfoundland. Progress report, Gros Morne National Park, 14 p.
- Grant, D. R., 1973. Pleistocene and recent history, p. 27-31. *In* G. F. Draskóy, édit., *The Great Northern Peninsula, an Archeological and Geological History*. Parks Division, St. John's, 31 p.
- _____. 1977. Glacial style and ice limits, the Quaternary stratigraphic record, and changes of land and ocean level in the Atlantic Provinces, Canada. *Géographie physique et Quaternaire*, 31 : 247-60.
- Hall, J. et Wadleigh, M. (édit.), 1993. *The Scientific Challenge of our Changing Environment*. Royal Society of Canada, Canadian Global Change Program Incidental Report Series IR93-2, 89 p.
- Hay, S. G., Bouchard, A., et Brouillet, L., 1994. Additions to the flora of Newfoundland. III. *Rhodora*, 96 : 195-203.
- Holmgren, P. K., Holmgren, N. H. et Barrett, L. C., 1990. Index Herbariorum. Part I. The Herbaria of the World, 8ième éd. *Regnum Vegetabile* 120, 693 p.
- Hultén, E. et Fries, M., 1986. *Atlas of North European Vascular Plants North of the Tropic of Cancer*. Koeltz Scientific Books, Königstein. 3 volumes, 1172 p.
- Ives, J. D., 1974. Biological refugia and the nunatak hypothesis, p. 605-636. *In* J. D. Ives et R. G. Berry, édit., *Arctic and Alpine Environments*. Methuen, London, xviii + 999 p.
- Kartesz, J. T., 1994. A synonymized checklist of the vascular flora of the United States, Canada, and Greenland. Volume 1. Checklist. 2^e éd. Timber Press, Portland, 622 p.
- Landry, P., 1969. Le massif des Monts Groulx : note phytogéographique. *Naturaliste canadien*, 96 : 95-102.
- Lavoie, G., 1984. Contribution à la connaissance de la flore vasculaire et invasculaire de la Moyenne-et-Basse-Côte-Nord, Québec/Labrador. *Provancheria* 17, Université Laval, Québec, 149 p.
- Lemieux, G., 1978. Dix saisons de récolte, 1969-78. Manuscrit. Université Laval, Faculté de Foresterie et Géodésie, Département d'écologie et pédologie, Québec. 95 p.
- Manseau, M., Huot, J. et Crête, M., 1996. Effects of summer grazing on composition and productivity of vegetation: Community and landscape level. *Journal of Ecology*, 84 : 503-513.
- Marie-Victorin, Fr., 1938. Phytogeographical problems of eastern Canada. *American Midland Naturalist*, 19 : 489-558.
- Meades, W. J., 1983. Heathlands, p. 267-318. *In* R. South, ed. *Biogeography and Ecology of the Island of Newfoundland*. W. Junk, La Haye, 723 p.
- Mooney, H. A. et Billings, W. D., 1961. Comparative physiological ecology of arctic and alpine populations of *Oxyria digyna*. *Ecological Monograph*, 31 : 1-29.
- Morin, H. et Payette, S., 1986a. La végétation des combes à neige du golfe de Richmond, Québec nordique. *Canadian Journal of Botany*, 64 : 1515-1524.
- _____. 1986b. La dynamique des combes à neige du golfe de Richmond (Québec nordique) : une analyse dendrochronologique. *Canadian Journal of Botany*, 64 : 2113-2119.
- _____. 1988. Holocene gelifluction in a snow-patch environment at the forest-tundra transition along the eastern Hudson Bay coast, Canada. *Boreas*, 17 : 79-88.
- Morisset, P., 1971. Endemism in the vascular plants of the Gulf of St. Lawrence region. *Naturaliste canadien*, 98 : 167-177.
- Pollett, F. C. et Wells, E. D., 1980. Peatlands of Newfoundland - an overview, p. 1-18. *In* F. C. Pollett, A. F. Rayment et A. Robertson, édit., *The Diversity of Peat*. Newfoundland and Labrador Peat Association, St. John's, 130 p.
- Raup, H. M., 1965. The structure and development of turf hummocks in the Mesters Vig district, northeast Greenland. *Meddelelser om Grønland*, 166 : 1-112.
- Robertson, A. et Roberts, B. A., 1982. Checklist of the alpine flora of Western Brook Pond and Deer Pond areas, Gros Morne National Park. *Rhodora*, 84 : 101-115.
- Rouleau, E. et Lamoureux, G., 1992. *Atlas of the Vascular Plants of the Island of Newfoundland and of the Islands of Saint-Pierre-et-Miquelon*. Fleurbec, Québec, 777 p.
- Rowe, J. S., 1972. *Forest Regions of Canada*. Ministry of Environment, Forest Service, Ottawa, 172 p.
- Scoggan, H. J., 1950. The flora of Bic and the Gaspé Peninsula. *National Museum of Canada, Bulletin* 115, 399 p.
- Shchepanek, M. J., 1973. Botanical investigation of the Otish Mountains, Québec. *Syllogeus*, 2, 23 p.
- Sirois, L., 1984. Le plateau du mont Albert. Étude phyto-écologique. Mémoire M. Sc., Université Laval, 150 p.
- Soreng, R. J., 1991. Notes on new infraspecific taxa and hybrids in North American *Poa* (Poaceae). *Phytologia*, 71 : 390-413.
- Starfield, A. M. et Chapin III, F. S., 1996. Model of transient changes in arctic and boreal vegetation in response to climate and land use change. *Ecological Applications*, 6 : 842-864.
- Tiffney, W. N., Jr., 1972. Snow cover and the *Diapensia lapponica* habitat in the White Mountains, New Hampshire. *Rhodora*, 74 : 358-377.
- Walker, D. A., Halfpenny, J. C., Walker, M. D. et Wessman, C. A., 1993. Long-term studies of snow vegetation interactions. *BioScience*, 43 : 287-301.
- Washburn, A. L. 1973. Periglacial processes and environments. Arnold, London, 320 p.
- Wells, E. D. et Pollett, F. C., 1983. Peatlands. p. 207-265. *In* R. South, édit., *Biogeography and Ecology of the island of Newfoundland*. W. Junk, La Haye, 723 p.
- Wynne-Edwards, V. C., 1937. Isolated arctic-alpine flora in eastern North America: a discussion of their glacial and recent history. *Proceedings and Transactions of the Royal Society of Canada, series 3*, 31 (V) : 33-58.
- Zika, P. F., 1992. Contributions to the alpine flora of the northeastern United States. *Rhodora* 94 : 15-37.