

RAPPORT DE MISSION EN NOUVELLE ZELANDE

(Février - Mars 1973)

T. JAFFRE

G. VERLIERE

Centre O.R.S.T.O.M. DE NOUMEA

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 6572

Cote : B ex 1

24 JAN 1974

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° 6572 ex 1

Dans le cadre de nos programmes de recherche sur l'écologie et la physiologie des plantes sur roches ultrabasiques en Nouvelle Calédonie il nous est apparu nécessaire de nous rendre en Nouvelle Zélande pour prendre contact avec d'autres chercheurs ayant abordé les mêmes sujets, et pour étendre notre champs d'observation à des zones sur roches ultrabasiques proches de la Nouvelle Calédonie mais soumises à des conditions climatiques différentes.

Au cours de notre mission nous avons observé les zones péridotitiques et serpentineuses de North Cape dans l'île du Nord, de Dun Mountain, Red Hill et Morsburn dans l'île du Sud et à titre de comparaison des formations végétales analogues sur substrats géologiques différents à Island pass et à Denniston. Nous avons prélevé aux fins d'analyses chimiques des échantillons de terres et d'organes végétaux. Les analyses sont actuellement en cours et feront l'objet d'un rapport ultérieur.

Nous avons eu des contacts professionnels importants et très utiles aux Universités d'Auckland, de Palmerston North, de Wellington, de Dunedin, au D.S.I.R de Auckland et à celui de Lower Hutt.

Notre mission, qui a duré 22 jours, s'est déroulée suivant le calendrier ci-dessous :

- 1 - Voyage Nouméa-Auckland.
- 2 - Voyage Auckland-Wellington par avion - Préparation du voyage dans l'île du Sud avec Mr. DAWSON et Mc QUEEN. Visite des Laboratoires de Biochimie, ^{et Hydrologie} Pédologie du D S I R (Department of Scientific and Industrial Research) à Lower-Hutt.
Voyage Wellington - Picton par bateau.
- 3 - Etude de la végétation ~~des roches ultrabasiques~~ de Red Hill.
- 4 - Etude de la végétation sur grauwackes de la vallée supérieure de la Wairau.
Visite du " Nelson Lakes National Park ".
- 5 - Etude de la végétation du massif ultrabasique de Dun Mountain.
- 6 - Etude de la végétation des sols acides de la région de Denniston.
- 7 - South Westland National Park ; étude de l'installation de la végétation sur les zones dénudées dans la vallée du Frantz Joseph Glacier.
- 8 - Queenston ; visite du jardin botanique de flore alpine.
- 9 - Etude de la végétation du massif ultrabasique de Morsburn
- 10 - Voyage Morsburn- Dunedin.
- 11 et 12 Visite des Laboratoires de Botanique, Physiologie Végétale, Biochimie et Géologie de l'Université de Dunedin - Participation à une réunion à l'Alliance Française, présentation de diapositives sur la Nouvelle Calédonie.
- 13 - Voyage Dunedin - Wellington par avion.- Visite du jardin Botanique de l'Otari.
- 14 - Université de Wellington ; laboratoires de Botanique et de Géologie.
Service Météorologique.

- 15 - Visite du Laboratoire de Biochimie de l'Université de Palmerston North.
Visite du Tongariro National Park.
- 16 - Voyage Taupo - Auckland
- 17 - Auckland - Visite des Laboratoires de Botanique et de Géologie de l'Université - Prise de contact avec le " Land and Survey Department ".
- 18-19-20 - Tournée à North Cape - étude de la végétation sur roches ultrabasiques.
à North Cape
- Visite des forêts de Kaoris d'Omahuta et Waipoua.
- 21 - Auckland : identification aux herbiers de l'Université et du D S I R des échantillons récoltés.
- 22 - Voyage Auckland - Nouméa.

Si les travaux sur le terrain ont occupé la majeure partie de notre temps, nous avons également eu de nombreux entretiens très instructifs avec les responsables des différents services scientifiques que nous avons visités ainsi qu'avec leurs collaborateurs. Nous tenons à les remercier ici pour l'accueil si bienveillant qu'ils nous ont réservé et pour l'aide qu'ils nous ont apportée dans le cadre de cette mission. Notre gratitude va en particulier à

- Monsieur le Docteur Mc QUEEN (Victoria University of Wellington, Botany Department) et à Mr. W. LEE (Otago University of Dunedin, Botany Department) qui ont organisé tous nos déplacements et nous ont continuellement accompagnés sur le terrain en nous faisant bénéficier de leur parfaite connaissance du milieu.
- Monsieur le Docteur DAWSON (Victoria University, Botany Department), à Mr. le Docteur A.F. MARK (Otago University, Botany Department) et à Mr. le Professeur RATTENBURY (Auckland University, Botany Department) dont les connaissances Botaniques nous ont été une aide précieuse et qui nous ont en outre donné la possibilité de prendre contact avec de nombreux autres chercheurs.
- Monsieur le Dr. R.R. BROOKS (Massey University, Geology Department) et à Mr. le Docteur G.L. LYON (Institute of Nuclear Sciences, D.S.I.R., Lower Hutt) dont les travaux sur la biogéochimie de la végétation des zones ultrabasiques de Nouvelle Zélande se rapprochent des études que nous effectuons en Nouvelle Calédonie.
- Monsieur le Docteur LAUDER (Victoria University, Geology Department) et à Mr le Professeur LILLIE (Auckland University, Geology Department) qui nous ont fourni de précieux renseignements sur l'origine, la nature et la localisation des affleurements de roches ultrabasiques en Nouvelle Zélande.
- Monsieur le Docteur J.D. COULTER (N.Z. Meteorological Service) qui a mis à notre disposition les archives de son service.
- Monsieur le Docteur A.E. ESLER (Botany Division, D.S.I.R., Auckland) qui nous a grandement aidés pour la détermination des échantillons botaniques.

CLIMATOLOGIE

Située entre le 34° S et le 47° S la Nouvelle Zélande se trouve dans la vaste ceinture de forts vents d'Ouest qui encercle l'hémisphère Sud à partir du 35° S. Juste au Nord se trouve le centre des hautes pressions subtropicales à partir duquel les pressions décroissent vers le Sud jusqu'à un centre de basses pressions se trouvant vers le 70° Sud.

L'évolution du temps est dominée par une succession d'anticyclones et de dépressions qui traversent plus ou moins régulièrement d'Ouest en Est la zone Australie - Mer de Tasmanie - Nouvelle-Zélande.

Les 2 autres facteurs qui influencent le climat de la Nouvelle Zélande sont d'une part sa position au milieu d'un vaste océan et d'autre part la forme et la topographie du pays lui-même.

Le passage sur l'océan retire la majeure partie de leur caractère originel aux masses d'air chaud en provenance d'Australie en été et aux masses d'air froid en provenance de l'Antartique en hiver ; il en résulte une absence de grandes variations de température. D'autre part, les précipitations sont abondantes une importante humidité étant fournie à l'air ambiant par l'évaporation de l'océan.

La chaîne de hautes montagnes qui s'étend du Sud Ouest au Nord Est sur toute la longueur du pays forme barrière aux vents dominants d'Ouest. Il en résulte des contrastes climatiques plus importants de l'Ouest à l'Est que du Nord au Sud, surtout dans l'île du Sud où l'on trouve à l'Est des Alpes un climat typiquement continental bien qu'aucun point de la Nouvelle Zélande ne soit situé à plus de 130 km de la mer.

Les vents d'Ouest dominant en toutes saisons avec une tendance générale à augmenter en force du Nord au Sud, mais il y a de nombreuses modifications locales dues aux chaînes de montagne.

La distribution des pluies est sous la dépendance de la topographie et les plus fortes précipitations ont lieu sur les versants exposés aux vents d'Ouest et de Nord-Ouest. Le gradient s'étend de 300 m/m dans le centre de l'Otago à plus de 7 000 m/m dans les Alpes du Nord. La moyenne pour l'ensemble du pays est élevée mais la plus grande partie des terres reçoit de 600 à 1 500 m/m, ce qui est une pluviométrie favorable pour les plantes des régions tempérées.

Dans la majeure partie du pays les précipitations s'étendent sur toute l'année. Les plus grands écarts ont lieu dans le Nord où les pluies sont deux fois plus importantes en hiver qu'en été. La prédominance des pluies d'hiver diminue lorsque l'on va vers le Sud et dans la partie méridionale de l'île du Sud, l'hiver est la saison la moins pluvieuse. Dans la majeure partie de l'île du Nord on compte en moyenne 150 jours de pluie par an ; dans l'île du Sud on ne compte plus que 100 jours par an dans les zones recevant moins de 600 m/m mais dans l'extrême Sud on atteint 200 jours par an. On trouve généralement entre 55 % et 65 % de jours " humides (au moins 2,5 m/m de pluie) ; ce pourcentage s'élève à 70 % dans le Westland mais tombe à 10 % dans l'intérieur de l'Otago.

La température moyenne au niveau de la mer décroît du Nord au Sud : 15 ° à North Cape, 12 ° au détroit de Cook et 9 ° dans le Sud ; elle diminue également avec l'altitude d'environ 2° tous les 300 m. Janvier et Février sont les mois les plus chauds et Juillet le mois le plus froid mais les différences entre les températures moyennes des mois le plus chaud et le plus froid ne sont pas très élevées :

8° environ dans le Nord de l'île du Nord et les provinces occidentales des deux îles.

9 °- 10° pour le reste de l'île du Nord et les provinces de la côte Est de l'île du Sud.

11° dans l'intérieur de l'île du Sud et même 14° dans le centre de l'Otago où l'on trouve un climat continental.

Dans toute l'île du Nord les hivers sont suffisamment doux pour permettre une croissance continue de l'herbe des pâturages et dans les deux îles le bétail demeure dehors durant toute l'année.

La neige est rare, excepté sur les montagnes. Dans l'île du Nord on ne trouve de neige permanente qu'au dessus de 2.500 m, sur le plateau central ; il neige rarement au dessous de 600 m. Dans l'île du Sud les neiges permanentes se trouvent au dessus de 2200 m. Dans l'intérieur de l'Otago les chutes de neige sont plus abondantes et plus persistantes ; on trouve des neiges persistantes en hiver au dessus de 900 m.

L'hygrométrie moyenne est généralement comprise entre 70 % et 80 % dans les zones côtières et entre 60 % et 70 % dans l'intérieur.

Elle varie de façon inverse de la température passant par un minimum en début d'après midi et s'élevant à 90 % - 100% durant les nuits claires ; les variations diurnes sont plus importantes que les variations saisonnières. Des hygrométries inférieures à 30% sont relevées dans les régions des Alpes du Sud sous le vent où l'effet du Föhn est souvent très marqué.

Les zones les plus ensoleillées sont les régions de Blenheim et Nelson avec plus de 2 400 h. de soleil par an et l'ensoleillement d'une grande partie du pays est d'au moins 2 000 h. par an ; celui du Westland est encore de 1 800 h et celui du Southland de 1 700 h. malgré la forte pluviométrie de ces deux régions. La nébulosité est plus importante en hiver dans l'île du Nord ; il y a peu de changements saisonniers dans l'île du Sud sauf dans le Southland où l'ensoleillement est plus élevé en été.

AFFLEUREMENTS DE ROCHES ULTRABASIQUES DANS L'ILE DU NORD

L'île du Nord ne renferme qu'un seul affleurement ultrabasique situé dans la région de North Cape (carte n° 1).

Le Massif ultrabasique de North Cape se trouve à l'extrémité septentrionale de l'île Nord, où, allongé surtout en axe ONO/ESE, il occupe une superficie de 8 km². Il aurait été mis en place au Crétacé supérieur ou à l'éocène et culmine à 255 m. Il est limité au Sud Ouest par des basaltes (cretacé) dont il est séparé par une faille ; ce contact est marqué par une bande serpentinisée d'une quinzaine de mètres de largeur.

Ce massif a été très peu étudié ; la dernière étude pétrologique a été faite par BARTRUM et TURNER en 1928. On distingue trois sorte de roches :

- 1°/ des péridotites, principalement des harzburgites, à l'extrémité Nord Ouest.
- 2°/ des gabbros au Sud Est,) où se trouve le point culminant.
- 3°/ de petits filons de diorites qui intrudent les péridotites et les gabbros.

Tout le massif a été transformé en pénéplaine, probablement à la fin du tertiaire.

La climatologie est résumée dans le tableau 1 où figurent les relevés effectués à Cap Reinga.

L'accès des falaises abruptes surplombant la mer n'étant pas possible, nos observations sur les sols et la végétation se sont limitées à la zone du plateau où nous avons pu comparer la végétation des roches ultrabasiques avec celle des gabbros.

Zones sur roches ultrabasiques

Elles sont recouverte d'un niveau latéritique fossile dont l'épaisseur varie de 0 cm à 1,50. Le sol, ferrallitique ressemble beaucoup aux sols ferrallitiques colluviaux sur péridotites de Nouvelle Calédonie. Le profil pédologique présente :

- un horizon supérieur brun rouille peu épais (0 à 10 cm) plus ou moins humifère, limono argileux, graveleux, à structure grumeleuse
- un horizon intermédiaire brun rouge très foncé, limono argileux à structure polyédrique, passant progressivement à un horizon inférieur brun jaune, argilo limoneux à structure polyédrique fine mal développée.

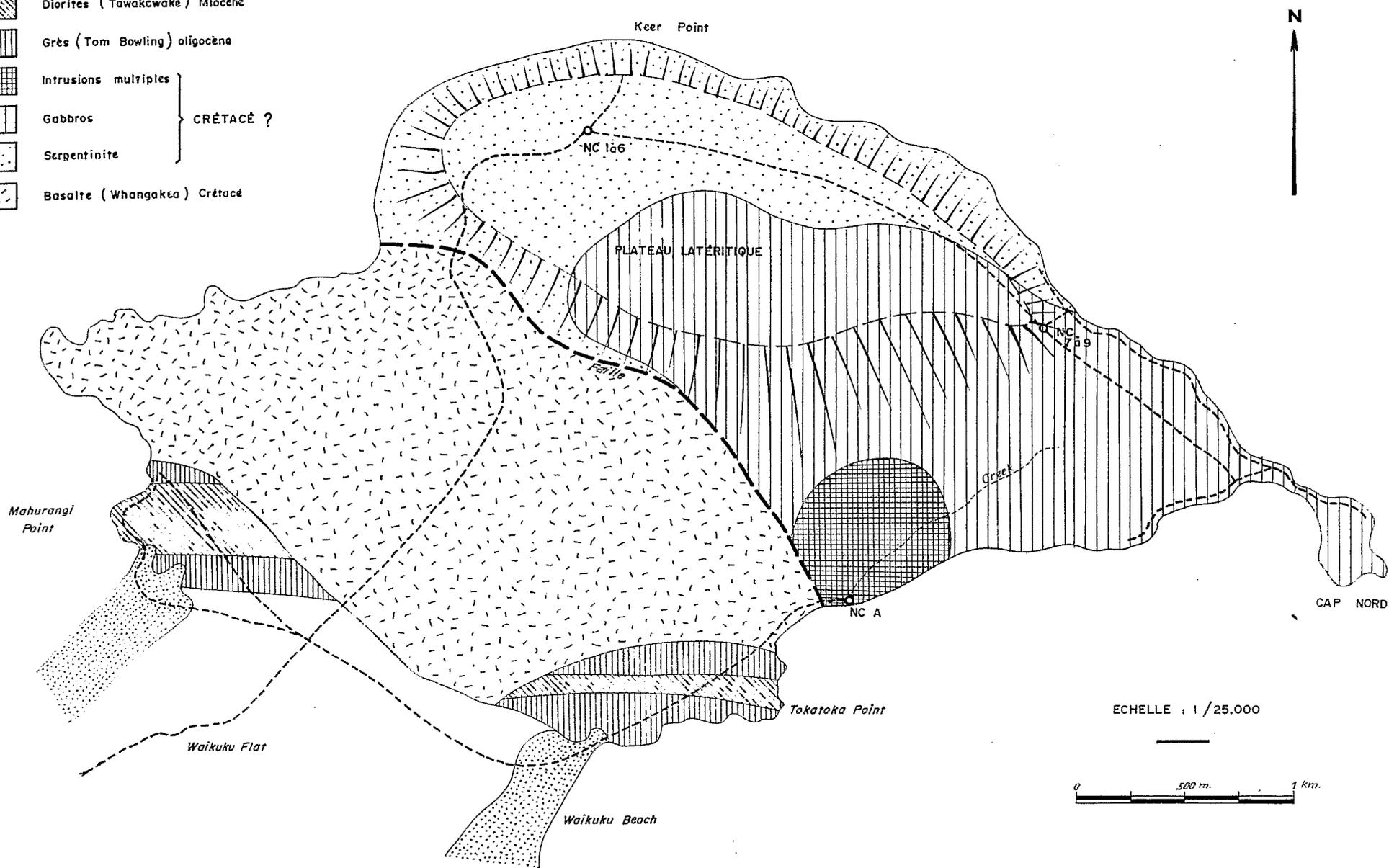
La partie supérieure du profil renferme des fragments et des blocs de cuirasse ferrallitique. Les racines sont très abondantes dans l'horizon supérieur, elles sont moins nombreuses dans l'horizon intermédiaire et très rare dans l'horizon inférieur. Très souvent le recouvrement latéritique est peu épais et la roche mère affleure.

CAP NORD

DÉTAIL GÉOLOGIQUE D'APRÈS E.C. LEITH 1966

LÉGENDE

-  Dépôts récents - Dunes
 -  Diorites (Tawakwaki) Miocène
 -  Grès (Tom Bowling) oligocène
 -  Intrusions multiples
 -  Gabbros
 -  Serpentinite
 -  Basalte (Whangakea) Crétacé
- } CRÉTACÉ ?



J.H. GUILLON - J.J. TRESCASES

Le tapis végétal est constitué par une formation ligno herbacée basse. La strate herbacée a un recouvrement faible lorsque les affleurements rocheux sont abondants mais devient plus importante quand l'horizon ferrallitique meuble est continu. Les principales espèces sont :

<i>Lepidosperma</i>	<i>laterale</i>	(Cypéracées)
<i>Schoenus</i>	<i>brevifolius</i>	"
<i>Moreletia</i>	<i>affinis</i>	"
<i>Carex</i>	<i>sp.</i>	"
<i>Pharmitum</i>	<i>sp.</i>	(Liliacées)
<i>Dianella</i>	<i>intermedia</i>	"
<i>Astelia</i>	<i>nervosa</i>	
<i>Pteridium</i>	<i>aquilinum</i>	(Pteridacées)
<i>Gleichenia</i>	<i>circinata</i>	(Gleicheniacées)

On note ici, comme en Nouvelle Calédonie sur sols ferrallitiques issus de roches ultrabasiqes, l'absence de graminées.

La strate arbustive ne dépasse pas 1m,20 ; elle est composée par :

<i>Pommaderis</i>	<i>sp</i>	(Rhamnacées)
<i>Cyathodes</i>	<i>juniperina</i>	(Epacridacées)
<i>Cyathodes</i>	<i>fasciculata</i>	"
<i>Hebe</i>	<i>adamsii</i>	(Scrofulariacées)
<i>Hebe</i>	<i>speciosa</i>	(")
<i>Corokia</i>	<i>cotoneaster</i>	(Cornacées)
<i>Arthropodium</i>	<i>sarmentosum</i>	(Liliacées)
<i>Coprosma</i>	<i>parviflora</i>	(Rubiaceées)
<i>Geniostoma</i>	<i>sp.</i>	(Loganiacées)
<i>Pseudopanax</i>	<i>lessonii</i>	(Araliacées)
<i>Phyllocladus</i>	<i>trichomanoides</i>	(Podocarpaceées)
<i>Cassinia</i>	<i>amoena</i>	(Composées)
<i>Leptospermum</i>	<i>scoparium</i>	(Myrtacées)

Dans une ancienne ravine d'érosion, zone particulièrement bien protégée, nous avons observé des arbustes de 2 à 4 m de hauteur d'espèces à affinités forestières. : *Knightia excelsa*, *Metrosideros excelsa*. Ceci semble indiquer une évolution possible de la végétation de ces zones vers des formations forestières.

Zones sur Gabbros

Elles présentent un sol jaune compact très argileux et hydromorphe jonché de débris de roches altérées. La végétation est constituée par une formation herbacée cypéracéenne dense et haute (30 cm à 1m,20 de hauteur). La strate herbacée au fort recouvrement (80 %) comprend comme espèces dominantes :

Schoenus brevifolius	(Cypéracées)
Lepidosperma laterale	(")
Lepidosperma filiforme	"

La strate ligneuse dont le recouvrement n'excède pas 10 % n'est guère plus haute que la strate herbacée , elle est constituée principalement par :

Pomadouris pruinifolia var. Edgerleyi	(Rhamnacées)
Pomadouris kumeraho	"
Lepidosperma scoparium	(Myrtacées)

Cette dernière espèce est localement très abondante.

Cette formation végétale ressemble beaucoup à certaines prairies cypéracéennes sur sols ferrallitiques hydromorphes à engorgement permanent du profil sur roches ultrabasiques dans le sud de la Nouvelle Calédonie. . La parenté physiologique s'accompagne d'une parenté floristique avec la dominance de Schoenus brevifolius dans les deux cas.

AFFLEUREMENTS DE ROCHES ULTRABASIQUES de l'île DU SUD

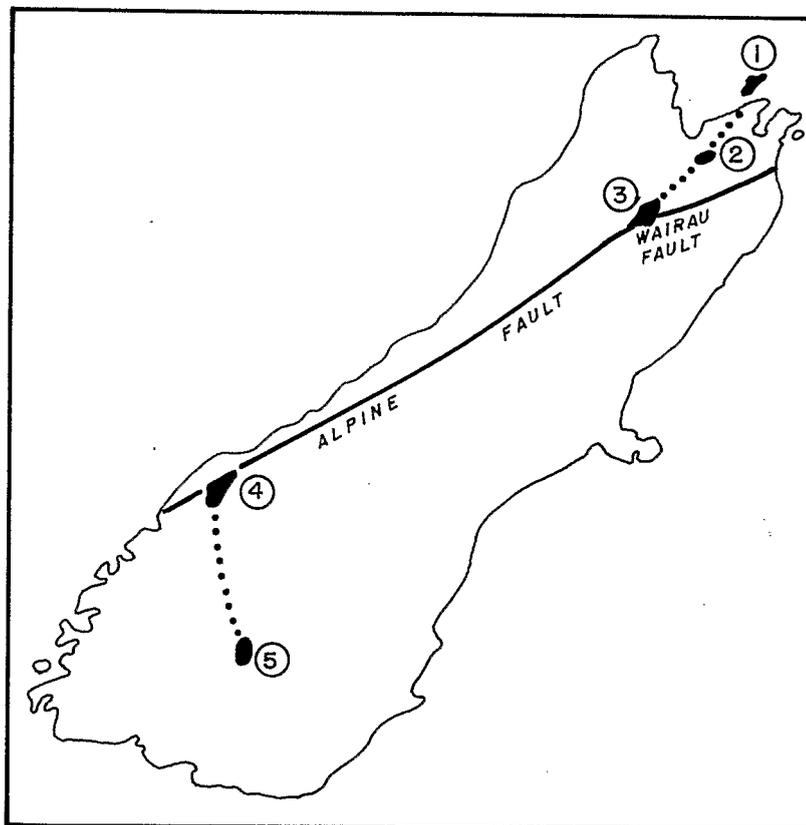
Dun Mountain et Red Hill (Nelson) sont deux massifs de roches ultrabasiques généralement non serpentinisées, situés sur l'axe ultrabasique qui s'étend de l'île d'Urville au Nord jusqu'à Red Mountain (Otago) 450 km plus au Sud et Mossburn (carte n°2).

Ces roches auraient été mises en place au permien et elles sont associées avec des roches sédimentaires et volcaniques de cette époque . Les deux parties (Nelson et Otago) pourraient avoir été contigües avant d'avoir été séparées par un glissement latéral de 450 km dû à la faille alpine.

RED HILL

C'est le plus important massif ultrabasique d'un seul tenant de Nouvelle Zélande. Il a une superficie de 80 km² et culmine à 2.000 mètres. Il se présente sous forme d'un plateau incliné en pente douce vers le Sud, allongé suivant un axe NE-SO et limité brutalement au Sud par la faille de Wairau qui est une branche de la grande faille alpine (carte n° 3).

MASSIFS ULTRABASIQUES
DE L'ILE DU SUD



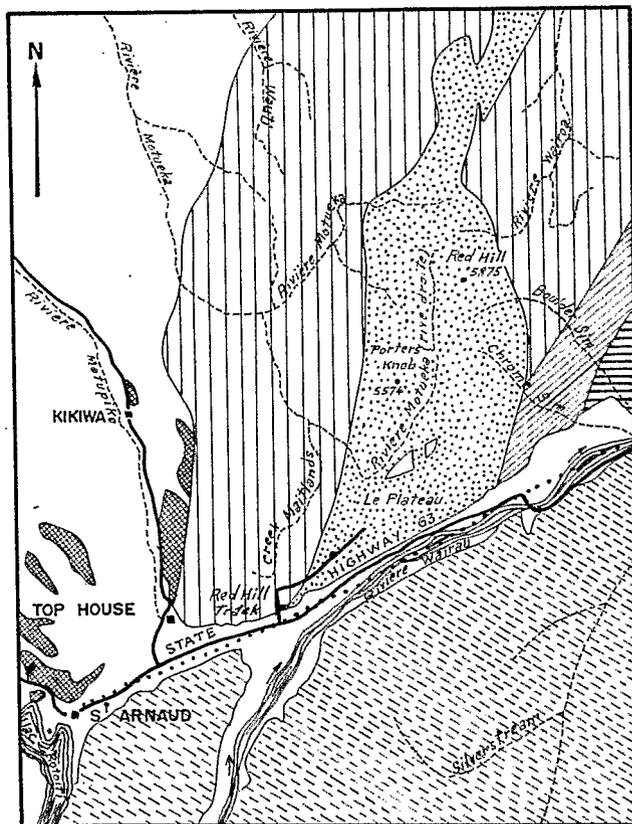
LÉGENDE

- ① Ile d'Urville
- ② Dun Mountain
- ③ Red Hill (Nelson)
- ④ Red Mountain (Otago)
- ⑤ Mossburn
- Faille alpine
- ⋯ Faille de Wairau

CARTE GÉOLOGIQUE DE RED HILL

(D'APRES BOWEN ET LENSEN)

ECHELLE MÉTRIQUE



LÉGENDE

- | | | | |
|---|-------------------------------------|---|----------------------------------|
|  | Graviers Holocène-Pleistocène |  | Roches ultramafiques de Red Hill |
|  | Grauwacke triasique |  | Grauwacke carbonifère |
|  | Sédiments permien
et volcaniques |  | Schiste carbonifère |
|  | Intrusions volcaniques |  | Route |
| | |  | Faïlle de Wairau |

Une étude gravimétrique a montré que cette intrusion est de forme lopolithique et qu'elle a environ 3.000 m d'épaisseur. La roche dominante est la harzburgite, elle est associée à des spilites interstratifiées dans des grauwackes.

Au nord il est séparé du massif de Dun Mountain par de nombreuses failles et les roches ultrabasiques ne se trouvent que sous forme de lentilles entièrement serpentinisées.

A l'est il est recouvert de sédiments volcaniques, de grauwackes et d'argilite datant sans doute du permien et du carbonifère.

A l'ouest il est également recouvert sur une grande épaisseur de basaltes spilitiques, de tuffs et de brèches qui se sont métamorphisés sur le contact. Ces matériaux volcaniques sont eux-mêmes recouverts de calcaires, de sable et d'argilite.

A la différence de Dun Mountain les roches ultrabasiques de Red Hill ne sont pas en contact direct avec les calcaires mais seulement avec les roches volcaniques du permien ou les grauwackes ; avec ces derniers il s'agit de contacts faillés.

La partie Sud Ouest du contact que nous avons pu voir est peu faillée entre les roches ultrabasiques et les roches volcaniques. Les spilites et les tuffs ont été métamorphisés en amphibolites et hornblendites. La largeur du contact est variable mais jamais inférieure à 60 m. Les serpentines sont peu étendues. Il faut noter également des apports de matériaux d'origine glaciaire et de loess inégalement répartis.

Red Hill et Dun Mountain étant dépourvus de stations climatologiques nous donnerons les relevés climatiques effectués à la station la plus proche qui est celle de Nelson, bien que celle-ci soit située au niveau de la mer et non pas en altitude (tableau 2).

La végétation des affleurements de roches ultrabasiques de Red Hill comprend deux unités physiologiques : Une formation arbustive très ouverte assez mal représentée et une pelouse à Chionochloa rubra (Red tussock grassland) plus commune.

Maquis arbustif

Nous l'avons observé à la base du massif de Red Hill sur forte pente avec éboulis à proximité de la route N° 63. Ce maquis se développe sur un sol peu évolué à horizon humifère bien développé entre les blocs rocheux éboulés. Ceux-ci reposent sur ^{un} horizon jaunâtre argileux très caillouteux constitué à partir de l'arène d'altération de la roche mère sous jacente.

Il s'agit d'une formation ligneuse ouverte de 2 m de hauteur au maximum présentant une strate herbacée à faible recouvrement (10 à 15 %) une strate muscinale à Rhacomitrium lanuginosum importante (de 15 à 25 % de recouvrement) une strate arbustive très discontinue.

La strate herbacée est dominée par une liliacée robuste de 50 cm à 1 m,20 de hauteur Pharmitum cookianum ; elle comprend aussi plusieurs espèces de fougères dont Pteridium aquilinum qui est toutefois peu abondante.

La strate arbustive basse (inférieure à 60 cm de hauteur) est constituée par des espèces buissonnantes souvent divariquées et à port en boule :

<i>Dracophyllum filifolium</i>	(Epacridacées)
<i>Cyathodes juniperina</i>	"
<i>Coprosma parviflora</i>	(Rubiaceées)
<i>Aristotelia fruticosa</i>	(Elaeocarpaceées)
<i>Myrsine divaricata</i>	(Myrsinacées)
<i>Hymenanchera alpina</i>	(Violacées)
<i>Hebe</i> sp.	(Scrophulariacées)

La strate arbustive très discontinue comprend :

<i>Griselinia littoralis</i>	(Cornacées)
<i>Leptospermum scoparium</i>	(Myrtacées)
<i>Leptospermum ericoides</i>	"
<i>Phyllocladus alpinus</i>	(Podocarpaceées)
<i>Podocarpus hallii</i>	"
<i>Pseudopanax crassifolium</i>	(Araliacées)

Ce maquis arbustif rappelle assez bien les maquis sur sols bruns hypermagnésiens sur serpentinites et péridotites serpentinisées de Nouvelle Calédonie. Dans la région de Red Hill il se rapproche aussi de certaines formations arbustives secondaires (sur grau-wackes ou moraines) résultant de la destruction de la forêt à *Nathofagus* par le feu. Le maquis sur roche ultrabasique demeure toutefois plus ouvert et n'est jamais dominé par leptospermum scoparium qui est très dominant sur roches non ultrabasiques.

Pelouse à *Chionochloa rubra*

Elle occupe la majeure partie de l'affleurement de roches ultrabasiques de Red Hill. Nous l'avons observée à 1 130 m d'altitude sur le plateau. Cette formation se développe sur des sols qui sont peut être d'origine mixte formés à partir de la roche ultrabasique en place ^{et} d'éléments allochtones d'origine éolienne (loess), une analyse de terre est en cours.

Le sol est peu profond, il comprend un horizon supérieur grisâtre, limoneux, reposant sur un horizon brun jaune très argileux à structure polyédrique ; ce dernier présente des traînées rougeâtres très abondantes en profondeur qui témoignent d'un engorgement temporaire du profil et de phénomènes d'hydromorphie.

La végétation est très homogène, la strate herbacée à Chionochloa rubra dominant qui donne son aspect à cette formation n'est interrompue que par quelques affleurements rocheux. La strate arbustive ne dépasse pas en général 5 % de recouvrement, elle devient toutefois plus importante au voisinage des blocs rocheux.

La strate herbacée est constituée de graminées :

(à fort recouvrement) *Chionochloa rubra* (espèce dominante)
Notodanthonia setifolia (abondante)
Agrostis tenuis
Poa colensei

de cypéracées (à faible recouvrement)

Carex sp
Carpha alpina
Schoenus pauciflorus (zones humides)
Oreobolus strictus

de plantes à port en coussinet

Pentachondra pumila (Epacridacées)
Cyathodes fraseri "
Rhacomitrium lanuginosum (mousse)
Helichrysum filicaule (Composées)

plantes en rosette

Gentiana sp (Gentianacées)
Celmisia spectabilis var. *angustifolia* (Composées)

La strate arbustive ne dépasse pas 50 cm de hauteur et est composée principalement par :

Hymenanchera alpina (Violacées)
Dracophyllum uniflorum (Epacridacées)
Dracophyllum filifolium "
Cassinia vauvilliersii var. *serpentina* (Composées)
Coprosma chessmani (Rubiaceées)
Hebe sp (Scrophulariacées)

Les zones à hydromorphie permanente qui correspondent à de petites dépressions sur le plateau prennent une allure de tourbière ; le sol présente un horizon humifère épais qui repose sur un horizon très argileux gris veiné de rouge. Dans la végétation, les graminées sans disparaître totalement, cèdent la place à Colorophus minor (Restionacées) Cette formation est analogue à certaines pelouses alpines sur grauwackes dans la région de Island pass voisine de Red Hill. D'autre part les zones à Colorophus minor rappellent beaucoup la végétation des " pakihi " (sols podzoliques, acides hydromorphes) toutefois on note toujours quelques différences floristiques significatives.

DUN MOUNTAIN

Le massif de Dun Mountain est situé à 13 km à l'Est de Nelson et à 50 km au Nord Est de Red Hill. Il culmine à 1200 mètres.

I₁ est inclus dans des roches des groupes Te Anau et Matai datant du permien. Ces roches sont très métamorphosées ; cette métamorphisation a pu être produite par la mise en place des roches ultrabasiqes qui seraient ainsi plus jeunes que les roches sédimentaires et volcaniques du permien. Cette mise en place pourrait avoir eu lieu au crétacé ou au tertiaire.

La principale roche ultrabasiqes est la dunite ; il existe également de la harzburgite ainsi qu'un peu de pyroxénites. Les roches ont une structure concentrique, les contacts étant le plus souvent verticaux ; les roches ultrabasiqes seraient sous forme de cylindres concentriques plus ou moins verticaux et elles auraient été formées en profondeur à partir d'un volcan. Les roches ultrabasiqes sont serpentinisées sur tous les contacts, mais il se trouve une zone de serpentinite mylonitisée particulièrement étendue associée à la faille de Wooded Peak ; à cette faille sont également associées des minéralisations de chrome et de cuivre. Les zones serpentinisées renferment des blocs de rodingites, gabbros à gros grains, riches en calcium.

Les roches encaissantes sont principalement des spilites s'interposant dans la série sédimentaire et volcanique du permien composée de grauwackes, d'argilite et de calcaire.

Toute la zone sur roches sédimentaires qui entoure les affleurements de roches ultrabasiqes de Dun Mountain est occupée par des forêts à base de Nothofagus et de Weinmannia racemosa. Le contact des serpentines se traduit dans la végétation par l'interruption de la forêt qui fait place à des formations arbustives ou ligno-herbacées.

La végétation des affleurements de roches ultrabasiqes comprend :

sur serpentine	:	Un maquis arbustif
		Une pelouse à <u>Chionochloa rubra</u> dominant
sur dunite		Une formation ligno herbacée à strate herbacée très développée et à strate arbustive basse peu dense (Schruby tussock).

Maquis arbustif sur serpentine

Il se développe sur des pentes moyennes à fortes sur des sols bruns eutrophes peu profonds présentant un fort enrochement et une forte pierrosité. Le profil pédologique se compose de

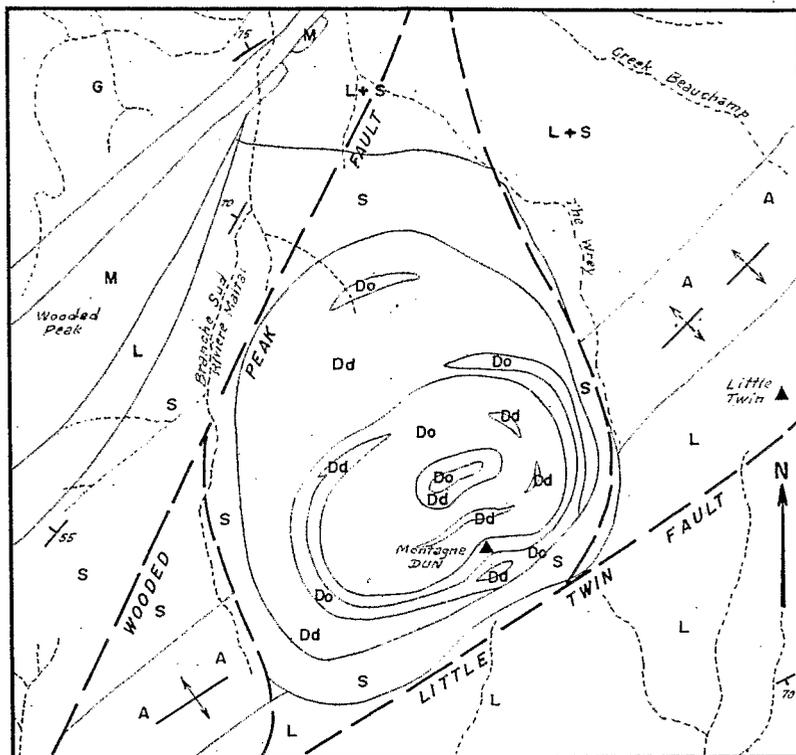
- d'un horizon supérieur de 0 à 5 cm d'épaisseur à texture argileuse, légèrement humifère, à structure grumeleuse bien développée
- d'un horizon sous jacent de 0 à 40 cm d'épaisseur à texture argileuse et à structure polyédrique fine.

Le maquis arbustif est très semblable à celui de Red Hill mais il est ici plus largement représenté.

CARTE GÉOLOGIQUE DE DUN MOUNTAIN

(W.R. LAUDER)

ECHELLE MÉTRIQUE



LÉGENDE

GRUPE DE DUN MOUNTAIN

Dd	Dunite
Do	Orthopyroxène - Péridotite
S	Serpentinite

GRUPE DE MAITAI

G	Argilite de Greville
R	Grauwacke de Rangitoto
M	Marbre de Rangitoto

GRUPE DE TE ANAU

L	Spilite de Little Twin
A	Argilite de Little Twin
L+S	Formation de Little Twin, avec des dykes de serpentine

CRÉTACÉ
TERTIAIRE INFÉRIEUR

PERMIEN

Pendage

Anticlinal

La strate herbacée est très variable, elle peut atteindre 20 à 25 % de recouvrement assuré pour moitié par Phormium cookianum (Liliacées). Elle est réduite lorsque les éboulis rocheux sont très importants. Les principales espèces sont :

Chionoc rubra	(graminées)
Chionochloa nagra	"
Poa colensei	//
Notolanthomia sp	"
Carex sp	(Cypéracées)
Luzula sp	(Juncacées)
Phormium cookianum	(Liliacées)
Astelia cf graminea	"
Helichrysum bellidioides	(Composées)
Notothlaspi australe	(Crucifères)
Colobanthus wallei	(Caryophyllacées)
Gentiana sp	(Gentianacées)
Senecio sp	(Composées)
Pteridium aquilinum	(Pteridacées)
Myosotis monroi	(Borraginacées)

La strate arbustive basse inférieure à 50 cm a un recouvrement de 35 à 50 %. Les principales espèces sont :

Dracophyllum filifolium	(Epacridacées)
Cyathodes fasciculata	"
Cyathodes juniperina	"
Coprosma colense	(Rubiacées)
Coprosma microcarpa	"
Coprosma paciflora	"
Hebe odora	(Scrophulariacées)
Myrsine divaricata	(Myrsinacées)
Exocarpus bidwillii	(Santalacées)
Cassinia vauvilliersii var. serpentina	(Composées)
Aristotelia fruticosa	(Elaeocarpacees)
Pimelea suteri	(Thyméléacées)
Corokia cotoneaster	(Cornacées)
Hymenanchera alpina	(Violacées)

La strate arbustive supérieure qui peut atteindre 1 m,50 à 1 m,70 de hauteur a un recouvrement de 25 à 35 % ; elle comprend :

Griselinia littoralis	(Cornacées)
Pseudopanax crassifolium	(Araliacées)
Leptospermum scoparium	(Myrtacées)
Metrosideros umbellata	"
Metrosideros ericoides	//

Phyllocladus alpinus	(Podocarpaceés)
Podocarpus hallii	"
Libocedrus sp.	"

très localement on note également quelques arbustes de Nothofagus Solandri var. Cliffortoides.

Cette formation de maquis arbustif très bien représentée à Dun Mountain rappelle beaucoup certains maquis sur serpentinite et péridotites serpentinisées en Nouvelle Calédonie.

En Nouvelle Zélandée elle présente une parenté assez nette avec les maquis sur sols pauvres, elle en diffère toutefois par l'absence ou une plus ou moins grande abondance de certaines espèces et surtout par la présence d'espèces particulières. Espèces endémiques aux serpentines (Myosotis monroii, Notoflagellaria australis, Pimelea suteri) et espèces représentées par des écotypes différents (Leptospermum scoparium, Cassinia vauvilliersii, Hebe odora).

Pelouse à Chionochloa rubra dominant

Cette formation se développe sur des pentes moyennes à faibles, sur des sols plus profonds que les précédents, moins caillouteux plus argileux souvent hydromorphes en profondeur. Ce sont encore des sols bruns mais ils sont ici très souvent légèrement vertiques. La strate herbacée a un recouvrement qui atteint fréquemment 90 % elle est constituée principalement de graminées :

<u>Chionochloa rubra</u>
<u>Poa colensoi</u>
<u>Nothodanthonia</u> sp.

La strate arbustive très discontinue n'excède pas 8 % de recouvrement, les principales espèces qui la constituent sont :

<u>Dracophyllum filifolium</u>	(Epacridacées)
<u>Cassinia vauvilliersii</u>	(Composées)
<u>Hebe odorata</u>	(Scrophulariacées)
<u>Leptospermum scoparium</u>	(Myrtacées)
<u>Hymenanchera alpina</u>	(Violacées)

Cette formation est semblable à la formation herbacée de Red Hill ; elle est ici beaucoup plus fragmentaire et ne présente pas le faciès à Cabrorophus minor des zones très humides.

Formation ligno herbacée sur dunités

Cette formation est bien représentée sur la butte sommitale de Dun Mountain. Elle se développe sur forte pente sur un sol peu épais (0 à 50 cm de profondeur) qui se forme entre les blocs rocheux lapiezés qui occupent environ la moitié de la surface. Le sol a une couleur brun rouge, un aspect ferrugineux, une texture très fine; il semble résulter d'une simple désagrégation mécanique du cortex d'altération de la roche. La strate herbacée qui occupe la presque totalité des surfaces terreuses est constituée surtout de graminées.

Chionochloa rubra

Poa sp.

Notodentonia sp

Les autres espèces ont une abondance beaucoup plus faible; elles comprennent :

Gentiana sp (Gentianacées)

Senecio sp (Composées)

Helichrysum bellidioides "

Phoridium cookianum (Liliacées)

Anisotome aromatica (Ombellifères)

Euphrasia cuneata (Scrophulariacées)

La strate arbustive qui ne dépasse pas 1 m de hauteur a un recouvrement qui varie de 10 à 25 %; les principales espèces qui la composent sont :

Hebe odora (Scrophulariacées)

Myrsine divaricata (Myrsinacées)

Leptospermum scoparium (Myrtacées)

Dracophyllum uniflorum (Epacridacées)

Dracophyllum filifolium "

Cyathodes juniperina "

Cette formation a rappellé assez bien par sa physionomie les formations ligno herbacées de forte pente sur sols ferrallitiques remaniés très enrochés sur péridotites saines en Nouvelle Calédonie. Toutefois la strate arbustive est ici beaucoup moins développée; d'autre part ces formations diffèrent nettement l'une de l'autre dans leur comportement floristique par le remplacement de la strate cypéracéenne caractéristique de ces milieux en Nouvelle Calédonie par une strate graminéenne à Dun Mountain.

Notons également que la recolonisation des anciennes prospections minières qui s'effectue en Nouvelle Calédonie en grande partie ^{par} des Cypéracées (*Costularia*, *Schoenus*, *Lepidosperma*, *Baumea*) se réalise à Dun Mountain à partir de graminées (*Chionochloa*, *Poa*, *Notodentonia*).

MOSSBURN

Les roches ultrabasiques dans le Sud s'étendent sur une ceinture de 160 km depuis Red Mountain (Otago) sur la faille alpine jusqu'à Mossburn suivant un axe Nord-Sud ; cette ceinture pourrait se prolonger au Sud Est de Mossburn sous les sédiments permien jusqu'à une faille vers WALPAHL.

A l'inverse des massifs ultrabasiques de la province de Nelson, ceux du Sud sont de faible épaisseur, serpentinisés et écrasés.

Les roches ultrabasiques, principalement constituées de harzburgites, sont associées avec les geosynclinaux volcaniques. Au Sud elles forment de petites taches dans les roches plutoniques, mais plus au nord elles constituent près de West Dome (1400m) une ceinture irrégulière (Red Mountain).

Leur origine est mal connue ; elles semblent être du même âge ou légèrement plus jeunes que les roches plutoniques dans le Longwood Range alors qu'à Greenhills elles se sont probablement développées comme une séquence des roches plutoniques par un procédé de cristallisation et de sédimentation différents. Bien qu'occupant une position stratigraphique presque semblable, les roches ultrabasiques situées plus au nord ont subi des déformations beaucoup plus grandes et montrent des structures tectoniques variées. La serpentinitisation avec de vastes effets de mouvements de recouvrement et l'inclusion de masses xenolitiques d'autres roches sont fréquentes. La serpentine pointe largement à Black Ridge (Mossburn) où elle a été utilisée pour la préparation d'engrais.

Il ne nous a pas été possible de nous rendre à Red Mountain qui est situé entre la faille alpine et la faille de Livingstone n'est actuellement accessible que par hélicoptère. Par contre, nous avons pu étudier la région de Mossburn, particulièrement la zone serpentinisée située vers la carrière où était exploitée la serpentine.

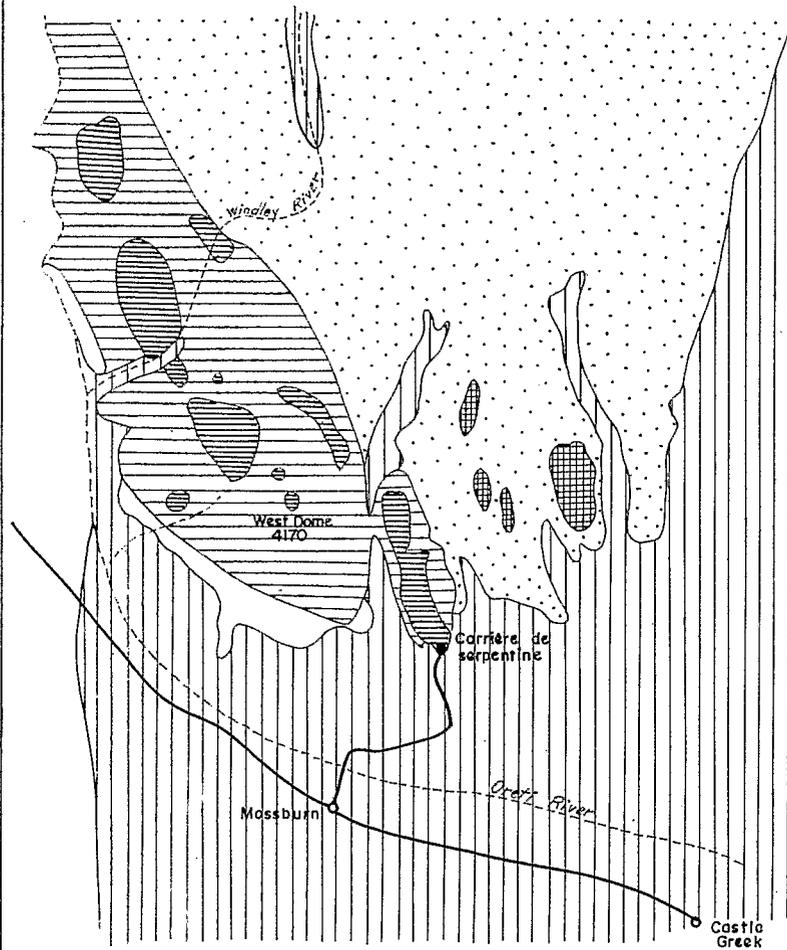
Ce massif, orienté Nord-Sud présente une succession de petits plateaux inclinés vers le Sud. Il est inclus dans le "Livingston volcanic", geosynclinal volcanique formé de basalte, spilite, ²doérite, andésite, tuff et agglomérat. Le tout est plus ou moins recouvert de matériaux et moraines d'origine glaciaire datant du pléistocène. Au Nord Est s'étend une zone de grauwackes tuffeux et d'argilite du "Caples Group" situé dans le permien ou le carbonifère.

La serpentine se présente sous trois formes :

- noire compacte
- jaune-vert (lizurdite)
- bleu-vert, la plus abondante (clinocrysotile), avec des inclusions tectoniques de gabbros renfermant de la stevensite.

La climatologie de la région de Mossburn est résumée dans le tableau 3.

RÉGION DE MOSSBURN



LÉGENDE

- | | | | |
|---|--|---|---|
|  | Graviers et moraines
d'origine glaciaire |  | Roches ultramafiques |
|  | Roches volcaniques de Livingston :
basalte, andésite, tuffs et
agglomérats |  | Groupe de Caples :
Grauwacke tuffeux, argillite
et rares conglomérats plutoniques |
|  | Roches indifférenciées du permien |  | Coulées de roches volcaniques
basiques indifférenciées
dans le groupe de Caples |

La végétation des affleurement de serpentinite de Mossburn comme celle de toute la zone environnante est très secondarisée ; des traces de feux récents peuvent être observées ainsi que des traces de passage fréquent du bétail, d'autre part, une partie de l'affleurement a été plantée récemment en Pinus radiata.

Le sol est peu profond et très enroché, il présente une texture argileuse, une structure grumeleuse en surface et une structure polyédrique émoussée bien développée en profondeur, c'est donc un sol brun assez semblable aux sols bruns sur serpentinite en Nouvelle Calédonie.

La végétation est une mosaïque de peuplement de végétaux différents :

- Peuplement dense de Leptospermum scoparium
- Peuplement de Nothofagus Solandri var. Cliffortioides
- Formation muscinale continue à Rhacomitrium lanuginosum
- Maquis ligno herbacé.

Cette variété traduit vraisemblablement la microhétérogénéité du substrat géologique et l'action de facteurs anthropozoologiques divers.

La végétation des zones serpentineuses les moins perturbées est une formation ligno herbacée ouverte à strate ligneuse dominante dans les zones à fort enrochement et à strate herbacée prépondérante dans les zones terreuses. La strate herbacée est à base de graminées (Chionochloa rubra, Nothodentonia setifolia), on note également quelques cypéracées toujours peu abondantes : Carex cf. coriacea, Schoenus pauciflorus, Baumea sp. . Parmi les autres espèces jouant un rôle important nous citerons :

<u>Raoulia glabra</u>	(Composées)
<u>Raoulia subsericea</u>	(")
<u>Celmisia specoii</u>	"
<u>Lycopodium</u> sp.	(Lycopodiacees)

La strate arbustive a une hauteur et un taux de recouvrement très variables, elle comprend :

<u>Cassinia vauvilliersii</u>	(Composées)
<u>Cyathodes juniperina</u>	(Epacridacées)
<u>Gaultheria antipoda</u>	(Ericacées)
<u>Leptospermum scoparium</u>	(Myrtacées)

ZONES NON ULTRABASIQUES

PLATEAU DE DENNISTON.

Formés à partir d'alluvions de la période glaciaire, les sols de Denniston se trouvent entre 500 et 1 000 m d'altitude sur des grès et des sables siliceux, des quartzites et des granites sur les crêtes des collines situées aux environs de Westport, sur la côte Nord Ouest de l'île du Sud.

Ils se développent sous une pluviométrie de 2.000 à 5.000 m/m par an. L'horizon de surface peu épais, brun grisâtre, a une texture limono sableuse avec une structure grumeleuse poreuse très peu développée. L'horizon inférieur, brun pâle, avec des fragments rocheux repose sur des roches avec des taches ferrugineuses ; il a une texture limono sableuse.

Sous forêt et broussailles les sols ont un alios mince avec des fissures remplies d'humus dans les roches sous-jacentes.

Ces sols très acides et squelettiques sont très mal drainés et très lessivés ; leur fertilité naturelle est très faible.

La végétation est une formation ligno herbacée, apparentée physionomiquement et floristiquement aux formations végétales des roches ultrabasiques. Cette végétation rappelle aussi la végétation des zones siliceuses du Nord de la Nouvelle Calédonie. La strate herbacée a un recouvrement important (50 %) ; elle comprend :

<i>Senecio bellidioides</i>	(Composées)
<i>Celmisia lancoifolia</i>	"
<i>Celmisia dubia</i>	"
<i>Raoulia grandiflora</i>	"
<i>Drapetes dieffenbachii</i>	(Thyméléacées)
<i>Drosera spathulata</i>	(Droseracées)
<i>Lycopodium australe</i>	(Lycopodiacees)
<i>Chionochloa australis</i>	(Graminées)
<i>Nothodanthoma</i> sp	"
<i>Chionochloa teretifolia</i>	"
<i>Astelia linearis</i> var. <i>linearis</i>	(Liliacées)
<i>Phormium</i> sp	"
<i>Calorophus minor</i>	(Restoniacées)
<i>Gleichenia circinata</i>	(Gleicheniacées)
<i>Pteridium aquilinum</i>	(Pteridacées)
<i>Gahnia</i> cf. <i>procera</i>	(Cypéracées)
<i>Rhacomitrium lanuginosum</i>	(Mousse)

La strate arbustive a une hauteur de 50 cm à 1m,20, elle a un recouvrement inférieur à celui de la strate herbacée, elle comprend :

<i>Leptospermum scoparium</i>	(Myrtacées)
<i>Metrosideros umbellata</i>	"
<i>Dacrydium intermedium</i>	(Podocarpacees)
<i>Dacrydium laxifolium</i>	"
<i>Epacris alpina</i>	(Epacridacées)
<i>Pentachondra pumila</i>	"
<i>Cyathodes empetrifolia</i>	"
<i>Dracophyllum uniflorum</i>	"
<i>Dracophyllum</i> sp.	"
<i>Hymenanchera alpina</i>	(Violacées)
<i>Cassinia vauvilliersii</i>	(Composées)
<i>Gentiana</i> sp	(Gentianacées)
<i>Pseudopanax crassifolium</i>	(Araliacées)
<i>Griselinia</i>	(Cornacées)
<i>Weinmannia racemosa</i>	(Cunoniacées)

ISLANDIA PAESSES

Cette région se trouve sur grauwackes à 980 m d'altitude dans la haute vallée de la Wairau. Son climat est assez semblable de celui de la région de Moleswerth pour laquelle nous disposons de données météorologiques (Tableau 4).

La végétation ligno herbacée à strate herbacée graminéenne dominante se développe sur un sol peu profond, de couleur brun clair formé à partir de la roche mère et d'apports éoliens. Les principales espèces sont :

<i>Chionocloa rubra</i>	(Graminées)
<i>Chionochloa australis</i>	"
<i>Notodanthonia setifolia</i>	"
<i>Poa colense</i>	"
<i>Luzula campestris</i>	(Joncacées)
<i>Ranunculus lappoceus</i>	Renonculacées
<i>Dracophyllum uniflorum</i>	(Epacridacées)
<i>Dracophyllum pronum</i>	"
<i>Pentachondra pumila</i>	"

<i>Cyathodes fraseri</i>	(Epacridacées)
<i>Cyathodes colensei</i>	"
<i>Raoulia subsericea</i>	(Composées)
<i>Helichrysum bellidioides</i>	"
<i>Celmisia spectabilis</i> var. <i>angustifolia</i>	"
<i>Gaultheria depressa</i>	(Ericacées)
<i>Anisatome aromatica</i>	(Ombellifères)
<i>Myrsine nummularia</i>	(Myrsinacées)
<i>Muehlenbeckia axillaris</i>	(Polygonacées)
<i>Pimelea prostrata</i>	(Thyméléacées)
<i>Blechnum penna marina</i>	(Blechnacées)

PRELEVEMENTS D' ECHANTILLONS

Au cours de notre mission nous avons pu prélever en vue de leur analyse à Nouméa 18 échantillons de sols et 84 échantillons de plantes. Ces dernières ont été retenues d'après trois critères :

- soit leur localisation sur un sol donné (adaptation au milieu)
- soit leur dispersion sur plusieurs types de sols (variation de la nutrition minérale)
- soit leur appartenance à des espèces voisines de celles rencontrées en Nouvelle Calédonie (comparaison entre deux milieux géographiquement différents).

Les résultats de ces analyses, qui sont actuellement en cours, feront l'objet d'un rapport ultérieur.

Le tableau 5 indique les espèces des plantes échantillonnées et les stations où elles ont été prélevées.

B I B L I O G R A P H I E

Climatologie

N.G. ROBERTSON

Climate of New Zealand -- N.Z. Official Yearbook 1972

J.D. COULTER

Mountain climate. - Proc. N.Z. Ecol. Soc. 1967, 14 ; p. 40-57.

Ministry of transport - N.Z. Meteorological Service

Climatological Table

Geologie - Pedologie

G.A. CHALLIS

The origin of N.Z. ultramafic intrusions
Journal of Petrology - Vol. 6 , n° 2 ; 1965.

W.R. LAUDER

The geology of Dun Mountain, Nelson, New Zealand.
N.Z. Journal of Geology and geophysics, vol. 8, n° 1, 1965
vol. 8, n° 3, 1965

E.C. LEITH

The geology of the North Cape Area
These de l'Université d'Auckland, 1966.

WALCOTT

Geology of the Red Hill complexe, Nelson, N.Z.
Trans. R. Soc. N.Z. Earth Sciences, vol. 7, n° 5, 1968.

J.H. GUILLOM - J.J. TRESCASES - Rapport de mission en Nouvelle Zélande et en
Végétation Australie - 1970.

Flora of New Zealand : vol. 1 H.H. ALLAN

" vol. 2 L.B. MOORE, E. EDGAR

Trees and shrubs of New Zealand : A.L. POOLE, N.M. ADAMS.

The vegetation of New Zealand : L. COCKAYNE.

T A B L E A U 1

Cap Reinga (Altitude 1 9 1 mètres)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Pluviométrie													
moyenne	69	74	71	122	140	157	157	114	91	81	61	63	1200
maximale	221	199	345	379	209	209	217	273	213	190	119	130	1616
minimale	8	1	1	12	33	35	28	44	19	6	11	9	712
Température de l'air													
moyenne des maxima	20.9	21.7	20.7	18.8	16.6	14.9	14.0	14.3	15.2	16.4	17.9	19.5	17.6
moyenne des minima	15.9	16.6	15.8	14.5	12.8	10.9	9.8	10.0	10.6	11.5	12.7	14.4	13.0
Humidité relative à 9 h.	84	86	82	86	86	87	86	85	86	85	84	84	85
E. T. P.	94	86	81	63	48	38	33	43	46	61	63	89	745

T A B L E A U 2

Nelson aérodrome (Altitude 2 mètres)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Pluviométrie													
moyenne	69	58	66	76	86	79	74	91	74	91	69	79	912
maximale	190	158	187	212	218	167	182	252	228	230	224	160	1543
minimale	8	10	4	6	17	6	25	19	13	10	6	11	708
Température de l'air													
moyenne des maxima	21.7	21.8	20.4	17.6	14.8	12.5	11.8	12.6	14.5	15.3	18.3	20.2	16.9
moyenne des minima	12.3	12.3	10.9	7.4	4.4	1.5	1.0	2.4	4.7	7.0	8.9	11.0	7.0
Température du sol													
à 10 cm	18.2	17.7	15.4	11.7	8.3	5.3	4.2	5.7	8.2	11.8	14.7	17.2	11.5
Humidité relative													
à 9 h.	68	71	75	81	87	87	88	84	75	72	69	68	77
E. T. P.	97	81	74	51	33	23	25	28	38	53	74	89	666

T A B L E A U 3

Mossburn (Altitude 386 mètres)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Pluviométrie													
moyenne	97	89	97	84	79	75	61	56	71	84	76	84	954
maximale	156	147	168	324	227	260	152	85	109	161	178	203	1222
minimale	49	22	56	31	33	40	18	4	11	23	39	10	808
Température de l'air													
Moyenne des maxima	21.0	20.9	18.5	15.1	12.1	8.5	8.0	10.5	13.3	15.8	17.2	19.2	15.0
Moyenne des minima	8.6	8.3	7.1	4.7	2.0	-0.4	-1.2	0.2	2.1	4.5	6.0	7.3	4.1
Température du sol à 10 cm	15.1	14.7	12.6	9.1	5.9	2.9	1.9	3.3	5.8	10.3	11.4	13.9	8.9
Humidité relative à 9 h.	70	75	78	80	82	81	82	78	72	66	67	69	75
E. T. P.	89	71	66	46	28	15	13	25	38	58	69	81	599

T A B L E A U 4

Molesworth (Altitude 970 mètres)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Pluviométrie moyenne	53	54	45	63	67	54	58	52	40	56	63	60	665
Température de l'air													
moyenne des maxima	21.1	21.1	18.3	14.4	10.5	7.2	6.3	7.8	11.7	14.4	16.1	18.3	14.0
moyenne des minima	7.2	7.2	5.6	2.2	0	-2.8	-3.3	-2.2	0	2.2	3.6	5.6	2.0
Température du sol à 10 cm	15.6	15.0	11.7	7.2	3.3	1.1	0	1.1	3.9	7.8	11.7	14.5	7.8
Humidité relative à 9 h.	56	60	67	71	75	80	83	75	65	60	60	58	68

