EXPÉDITION ANTARCTIQUE BELGE

RÉSULTATS

DU

VOYAGE DU S. Y. BELGICA

EN 1897-1898-1899

SOUS LE COMMANDEMENT DE

A. DE GERLACHE DE GOMERY

RAREBOOK
G
850
1897
.E94
1901
pt. 5-7

RAPPORTS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉS AUX FRAIS DU GOUVERNEMENT BELGE, SOUS LA DIRECTION

DE LA

COMMISSION DE LA BELGICA

GÉOLOGIE

LES GLACIERS

GLACIERS ACTUELS ET VESTIGES DE LEUR ANCIENNE EXTENSION

PAR

HENRYK ARCTOWSKI

MEMBRE DU PERSONNEL SCIENTIFIQUE DE L'EXPÉDITION

ANVERS

IMPRIMERIE J.-E. BUSCHMANN

REMPART DE LA PORTE DU RHIN

1908

LIBRARY
FEB 0 5 2001
National Oceanic & Atmospheric Administration
U.S. Dept. of Commerce

8503

National Oceanic and Atmospheric Administration

ERRATA NOTICE

One or more conditions of the original document may affect the quality of the image, such as:

Discolored pages
Faded or light ink
Binding intrudes into the text

This has been a co-operative project between the NOAA Central Library and the Climate Database Modernization Program, National Climate Data Center (NCDC). To view the original document, please contact the NOAA Central Library in Silver Spring, MD at (301) 713-2607 x124 or www.reference@nodc.noaa.gov.

LASON
Imaging Contractor
12200 Kiln Court
Beltsville, MD 20704-1387
March 21, 2005

LIBRARY
WEATHER BUREAU
No. 23145

LES GLACIERS

GLACIERS ACTUELS ET VESTIGES DE LEUR ANCIENNE EXTENSION

PAR

HENRYK ARCTOWSKI

MEMBRE DU PERSONNEL SCIENTIFIQUE DE L'EXPÉDITION

LIBRARY
WEATHER BUREAU
No. 23145

LIBRARY.
NOV 5 1908
ack.
Weather Bureau.

Sorti des presses de J.-E. BUSCHMANN, Anvers
le 1er Mars 1908.

LES GLACIERS

GLACIERS ACTUELS ET VESTIGES DE LEUR ANCIENNE EXTENSION

PAR

HENRYK ARCTOWSKI

MEMBRE DU PERSONNEL SCIENTIFIQUE DE L'EXPÉDITION

En toute saison et sur toute la surface du globe, la température de l'air va en diminuant progressivement à mesure que l'altitude augmente. Le climat des montagnes est plus rigoureux que celui des plaines avoisinantes, et les neiges y apparaissent d'autant plus tôt et séjournent plus avant en été que les cimes ou les flancs montagneux considérés sont plus élevés.

Par 2900 m. d'altitude, dans les Alpes, l'influence de l'hiver est déjà prépondérante et la chaleur de l'été ne peut plus fondre et faire disparaître, ne fût-ce que pour quelques jours, toute la neige tombée ; aussi, d'année en année, de nouveaux dépôts de neige s'y accumulent et se tassent. Les limites inférieures de ces neiges persistantes des grands massifs des Alpes, peuvent être tracées avec une approximation suffisante pour nous permettre d'imaginer la surface, à peu près plane, qui délimite cette zone des neiges. C'est cette surface fictive qui forme le niveau des neiges perpétuelles.

Il est évident que la hauteur à laquelle se rencontre le niveau des neiges persistantes dans les diverses régions du globe présente de notables différences, puisqu'elle dépend principalement, sinon exclusivement, du climat. Vers les pôles, le niveau des neiges perpétuelles se rapproche du niveau de la mer ; vers l'équateur, au contraire, il s'élève de telle sorte que, dans les régions tropicales, à peine quelques très hautes cimes peuvent y atteindre.

Pour chaque région du globe, le niveau des neiges perpétuelles constitue donc une marque de contrôle du climat. Que la quantité de précipitations atmosphériques augmente ou que la température diminue, et le niveau des neiges perpétuelles tendra à descendre ; que si, au contraire, le régime météorologique s'améliore, la limite des neiges remontera.

Si donc la nature nous procure un moyen de constater les variations de la hauteur du niveau des neiges persistantes, nous aurons en même temps une indication, sinon une mesure, des variations du climat.

L'étude des glaciers nous fournit ce moyen.

Les moraines, les lacs qu'elles embrassent, les roches moutonnées dans les fonds des vallées, les parois rocheuses dénudées, polies et striées, les blocs erratiques et les accumulations de dépôts glaciaires, les bassins creusés dans le roc au pied des seuils, la forme même des

vallées, sont autant d'indices certains du passage des glaciers, et leur étude nous permet de nous figurer non seulement l'extension antérieure des fleuves de glace, mais jusqu'à l'aspect même du pays à l'époque glaciaire.

D'un autre côté, la limite inférieure des cirques formés par les champs de névé sur les flancs des montagnes — les *Kare* des géologues allemands — nous fournit des indications sur la position de l'ancien niveau des neiges persistantes.

L'étude des Alpes a montré que, durant la plus grande extension des glaciers, la zone des neiges perpétuelles a dû y descendre à un niveau inférieur d'environ 1000 mètres à celui qu'elle occupe de nos jours. Et ce fait n'a pu être expliqué qu'en admettant un abaissement général de la température d'environ 4°, et peut-être aussi l'influence d'un climat plus humide.

L'histoire des glaciers de la Suisse et du Tyrol et les vestiges de la grande extension des glaciers alpestres ont été étudiés au cours de ces dernières années, d'une façon détaillée, par RICHTER, PENCK, BRÜCKNER et quelques autres géologues.

Les Pyrénées, les Carpathes, les Balkans, le Caucase et des chaînes de montagnes de moindre importance ont été également affectés par cet abaissement de la température, et le synchronisme des formations glaciaires de toutes ces régions ne laisse plus aucun doute. Mais l'époque glaciaire a laissé des traces plus manifestes encore dans le Nord de l'Europe : les montagnes de la Scandinavie et de la Finlande ont été complètement noyées sous une immense carapace de glace qui s'est étalée sur les plaines de la Russie et a comblé toute la dépression de la Baltique ; ses moraines terminales peuvent être suivies en Pologne et en Allemagne, et elle s'est étendue au delà de la mer du Nord : des accumulations de roches erratiques, dont l'origine scandinave est certaine, ont été trouvées jusqu'en Hollande et dans les Iles Britanniques.

On pouvait s'imaginer — et pendant des années un grand nombre de savants pensèrent effectivement — que le phénomène de la grande extension des glaciers n'a été qu'un phénomène purement local, qu'en d'autres termes l'abaissement de la température, qui a dû se produire, n'a eu lieu que sur une étendue restreinte du globe, qu'il n'intéresse que l'Europe et le Nord de l'Amérique. Des théories basées sur cette hypothèse ont même été formulées ; il n'y a pas lieu d'y insister, attendu qu'elles n'ont plus, actuellement, qu'un intérêt historique. Je ferai simplement remarquer, au sujet des théories de l'époque glaciaire, que la plus séduisante d'entre elles, celle de CROLL, a croulé également avec le progrès des connaissances positives.

La théorie définitive de l'histoire des glaciers reste à créer, car les hypothèses formulées récemment (celle de SVANTE ARRHENIUS, par exemple) sont loin de nous expliquer les faits d'une façon entièrement satisfaisante.

Toutefois, l'exploration des diverses régions du globe est suffisamment avancée pour nous permettre d'affirmer qu'à la suite des conquêtes scientifiques de ces dernières années, la thèse de l'universalité de l'époque glaciaire a été démontrée par un tel ensemble de découvertes que l'on est dorénavant forcé d'admettre qu'il s'agit bien là d'un fait positif acquis à la science.

Si l'abaissement de la température a été universel, nous devons en retrouver les traces sous l'équateur, — c'est-à-dire là même où le jeu des saisons est le moins prononcé, là où, suivant l'hypothèse d'une alternance des époques glaciaires dans les deux hémisphères, les conditions météorologiques n'ont pu varier sensiblement, — et nous devons aussi pouvoir suivre les

traces d'une grande extension des glaciers d'un pôle à l'autre suivant toute la longueur du méridien.

Or, en Afrique, sous l'équateur même (0° 12′ S., 37° E.), le Kenya s'élève à une hauteur de 5600 m. Cette montagne a été explorée par GREGORY et par MACKINDER. Les neiges éternelles y descendent jusque 5340 m. et les glaciers se terminent vers 4700 m.; mais déjà vers 3000 m. d'altitude, on trouve des moraines anciennes, et le niveau des neiges éternelles a dû s'y trouver au moins à 600 m. plus bas qu'aujourd'hui.

Le Kilimandjaro a été admirablement étudié par HANS MEYER. L'un de ses sommets, le Kibo, situé par 3° 4′ de lat. S., atteint une altitude de 6010 m. (1). Sur son versant méridional, les neiges éternelles descendent à présent jusque 5400 m. et l'extrémité du plus long glacier est à 4000 m. Les traces de l'ancienne glaciation, qui peuvent être suivies sur tout le pourtour du Kibo, se trouvent de 800 à 1000 m. plus bas.

Le Ruwenzori, autre massif montagneux se trouvant sous l'équateur et dont les cimes sont couvertes de neige, a été récemment exploré par le DUC DES ABRUZZES, et là aussi les traces de l'ancienne extension des glaciers ont été trouvées des plus manifestes.

Les autres montagnes de l'Afrique équatoriale ne sont pas suffisamment élevées; heureusement le Kenya, le Ruwenzori et le Kibo se trouvent précisément au point où il était le plus désirable de recueillir des données.

Mais, pour une même quantité de précipitations annuelles et une température moyenne plus basse que la température moyenne actuelle, l'évaporation sera moindre. L'époque glaciaire doit donc avoir également laissé des traces dans les dépressions sans déversement.

Les exemples d'anciens lacs, là où il n'y a plus aujourd'hui que des steppes salées, abondent d'après HANS MEYER au N. et au S. de l'équateur. On peut ainsi démontrer la continuité du phénomène, à partir de l'équateur et à travers l'Afrique, jusqu'à la Caspienne et au lac Aral, et à travers toute l'Asie.

D'autre part, les explorations des deux Amériques ont déjà fourni suffisamment de données pour qu'il soit possible de poursuivre les traces de l'époque glaciaire à partir du cercle polaire arctique jusque dans la région du cap Horn, et les découvertes faites par l'Expédition de la BELGICA dans les terres antarctiques, viennent se rattacher à cette longue série.

Il reste malheureusement quelques lacunes. C'est ainsi que les Montagnes Rocheuses du Canada sont encore imparfaitement explorées, et l'étude des Sierras du Mexique et de l'Amérique centrale laisse aussi beaucoup à désirer. Dans le territoire de l'Alaska, dans les Cascade Mountains et dans la Sierra Nevada, les géologues américains (parmi lesquels il me suffira de citer I. C. RUSSEL) ont par contre accumulé tout un ensemble de données.

Quant à l'Amérique du Sud, les explorations des HETTNER, SIEVERS, STÜBEL, GÜSSFELD, BRAKEBUSCH, HAUTHAL, FITZ GERALD, CONWAY et d'autres, ont démontré l'existence des traces de l'époque glaciaire suivant toute la longueur de la Cordillère des Andes : dans la Sierra Nevada de Santa Marta, par 11° de lat. N.; au Venezuela, dans la Cordiliera de Merida; puis, en Colombie, le Pulpito avec des moraines anciennes bien conservées; dans la République de l'Équateur, le Cerro Altar; plus loin ce sont le Guagua-Pinchincha et le Chimborazzo qui peuvent servir d'exemples; dans la Bolivie et le Pérou, le lac Titicaca avec ses anciens rivages et des formations glaciaires montrant que des glaciers se sont écoulés jusque dans le lac même;

(1) Seulement 5892 m. d'après des mesures récentes.

le Sorata, également avec des moraines anciennes et des lacs glaciaires ; puis, par 33° de latitude, l'Aconcagua ; et plus loin encore vers le Sud, dans les Andes chiliennes, on peut suivre les traces de l'ancienne glaciation jusque dans la région des fiords qui commence par 42° de latitude Sud, latitude à partir de laquelle les glaciers d'autrefois se sont écoulés dans les eaux de la mer.

Les exemples cités pourraient être notablement multipliés.

Et du reste, dans les montagnes de l'Australie, en Tasmanie, dans la Nouvelle-Zélande, sur l'île Kerguelen (tout isolée dans l'Océan Indien) et ailleurs, — partout, dirais-je volontiers, — on a trouvé les traces d'une grande extension des glaciers et d'un climat plus rigoureux que de nos jours. Sur toute la surface de la terre, l'histoire du développement des civilisations humaines a été précédée par une époque de froid.

Depuis ces temps reculés, les glaciers ont poursuivi leur marche rétrograde, et des régions florissantes naguère sont devenues arides et désertes.

Ainsi, le changement lent des climats s'est poursuivi jusque dans les temps historiques, et les déplacements progressifs vers le Nord, des centres de prospérité et de civilisation, pourraient fort bien n'être autre chose qu'une manifestation de cette variation de la température, tendant vers un maximum dont nous nous rapprochons lentement, de siècle en siècle.

Le soleil, auquel nous devons la vie, est peut-être la cause de cette variation (1), et toute cette histoire des glaciers de la terre n'est peut-être qu'une marque (si profondément ressentie sur notre globe) de quelques-unes de ses pulsations. Et, de fait, l'époque glaciaire n'a pas été une manifestation spontanée, elle a eu au contraire une évolution lente se décomposant en plusieurs phases que les géologues s'efforcent de déchiffrer ; et puis, l'histoire de la terre nous enseigne que la glaciation pleistocène, contemporaine de l'homme, a été précédée par d'autres manifestations glaciaires non moins intenses, dont la succession n'a pas encore été rigoureusement établie.

Il semble donc que ces révolutions lentes constituent la loi dans l'évolution.

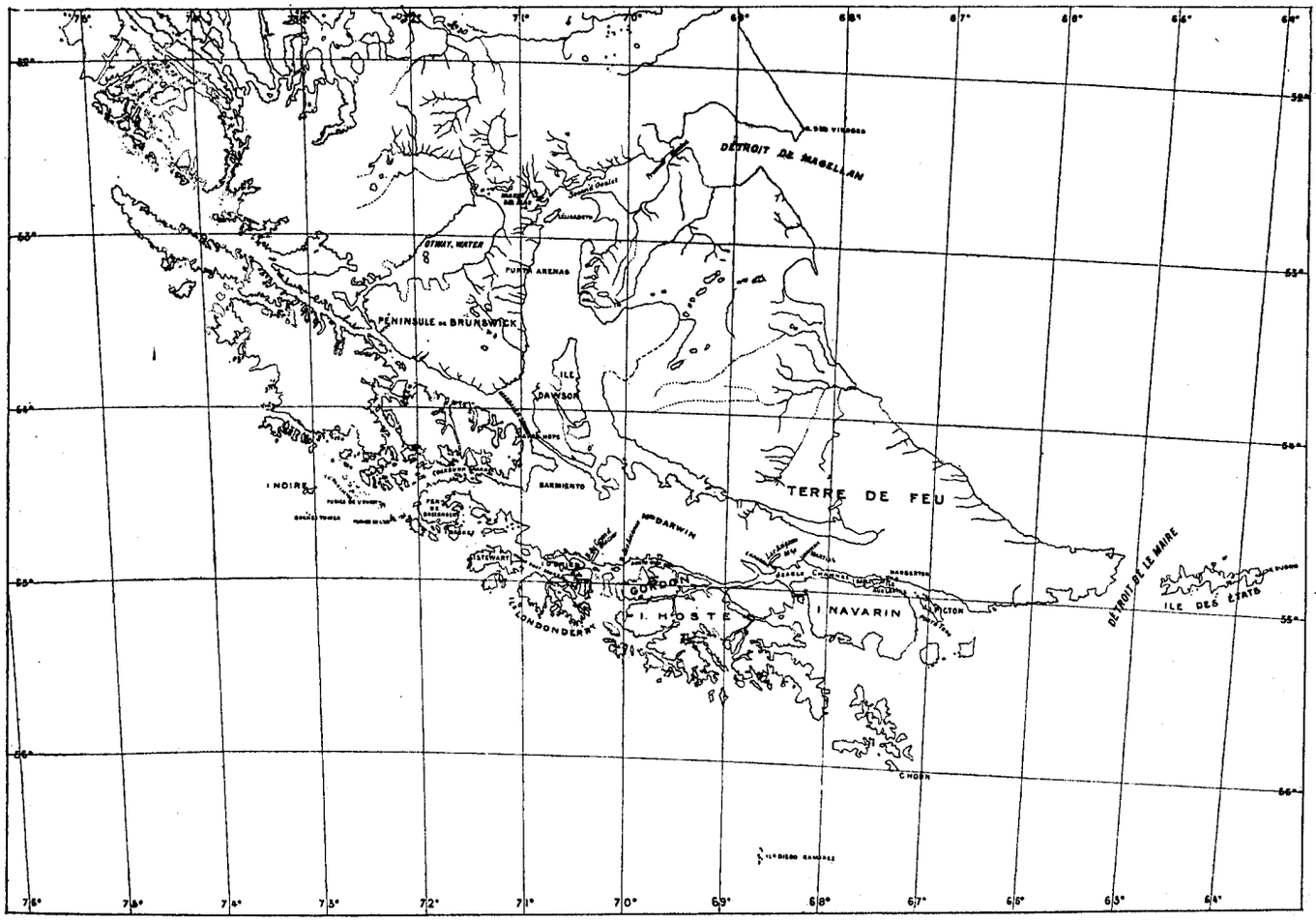
Je crois que, si l'on veut y réfléchir, l'histoire des glaciers enseigne toute une philosophie.

(1) Eug. Dubois a développé cette thèse dans son ouvrage : *The climates of the geological past.* London, 1895.

LES CANAUX DE LA TERRE DE FEU

Le 29 novembre 1897, la BELGICA franchit le cap des Vierges, à l'entrée du détroit de Magellan ; puis l'Expédition contourna la Terre de Feu, en passant par le Magdalena Sound, le canal Cockburn, les canaux de Darwin et du Beagle et, enfin, par le détroit de Le Maire.

En cours de route, nous nous arrêtâmes au cap Grégory, à l'île Elisabeth et à Punta-Arenas, dans le détroit de Magellan ; de là furent organisées plusieurs excursions, entre autres dans la vallée du Rio las Minas, à Pecket Harbour et à l'île Dawson.



CROQUIS DE LA RÉGION VISITÉE PAR L'EXPÉDITION

Dans le Magdalena Sound, nous ne fîmes arrêt que dans la baie Hope sur l'île Clarence, tandis que, au sud de la Terre de Feu, nous débarquâmes sur l'île Londonderry et nous parcourûmes l'admirable fiord du Grand Glacier ; nous nous arrêtâmes également dans une petite baie du canal de Darwin et, dans le canal du Beagle, au fiord de Lopataïa, à Ushuwaïa et à

Harberton. Près de cette dernière localité, le Commandant faillit perdre son bateau sur des roches submergées. C'était le 1er janvier au soir et nous avions dépassé le mouillage de Harberton, que l'obscurité empêchait de distinguer, lorsque tout à un coup la quille de la BELGICA toucha le fond. Toutes les manœuvres furent inutiles, le bateau resta échoué et au matin, par marée basse, il se coucha sur le flanc. Mais, avec le retour de la marée, une tempête survint et bientôt les vagues se formèrent dans le canal. La BELGICA, fortement cahotée sur le fond dut à sa grande solidité de résister aux chocs. En vain tentions-nous de la dégager : toute notre provision d'eau douce avait été pompée, puis une quantité de charbon débarquée sans autre résultat que des ancres perdues et des chaînes cassées, quand enfin la houle venant de l'Océan se fit sentir et une de ses ondes enleva le bateau de l'écueil. Il fallut chercher un refuge à Port Toro, dans l'île Navarin ; de là, nous revînmes sur Harberton avant de passer le détroit de Le Maire afin de renouveler notre provision d'eau à l'île des États. Nous quittâmes John Harbour (Port Saint-Jean) le 14 janvier 1898 pour gagner la région polaire.

Au retour de l'Expédition antarctique belge de l'Océan Glacial du Pôle Sud, la première terre reconnue fut l'île Noire, le 26 mars 1899. Après avoir vainement cherché un refuge derrière l'île, le Commandant passa heureusement les Furies le 27 au matin, puis nous rentrâmes dans le canal Cockburn, et le 28 la BELGICA était de nouveau à l'ancre devant Punta-Arenas.

Les notes qui suivent résument les observations qu'il m'a été possible de faire sur les quelques glaciers actuels que nous avons vus pendant des excursions ou en cours de route, ainsi que celles que j'ai faites sur les traces de l'ancienne extension des glaciers dans cette région (1). Les roches dont il est question dans le texte ont été étudiées au microscope par feu A.-F. RENARD et seront décrites par M. PELIKAN, de Prague.

Détroit de Magellan

Sur de vastes étendues des plaines de la Patagonie et de la Terre de Feu, les terrains tertiaires sont recouverts d'une nappe continue de diluvium.

Le terrain erratique du détroit de Magellan a été étudié et décrit pour la première fois par CHARLES DARWIN (2). Comme travail récent, consacré plus spécialement à l'étude de la question, l'important mémoire de OTTO NORDENSKJÖLD est à citer (3).

Il semble que ces argiles à blocaux de la Patagonie sont en tous points comparables au *drift* des géologues américains, au *till* et au *boulder-clay* des écossais, et qu'ils forment la moraine de fond abandonnée par une immense expansion des glaciers andins. J'ai pu observer des coupes de cette argile à blocaux au-dessus des parois, de strates tertiaires, des flancs de la vallée du Rio las Minas, au NW. de Punta-Arenas, et aussi dans le Passo, qui mène à la lagune appelée Cabezza del Mar, localité où le terrain erratique laisse apercevoir par places

(1) Pour la carte des Terres Magellaniques, voyez le mémoire de M. LECOINTE : *Travaux hydrographiques et instructions nautiques ;* une description tout à fait générale de la région se trouve dans ELISÉE RECLUS : *Nouvelle Géographie universelle,* vol. XVIII, pp. 733-735 ; la géologie a été résumée, d'après les observations de DARWIN et de STEINMANN, par ED. SUESS : *Das Antlitz der Erde,* Bd I, pp. 675-677.

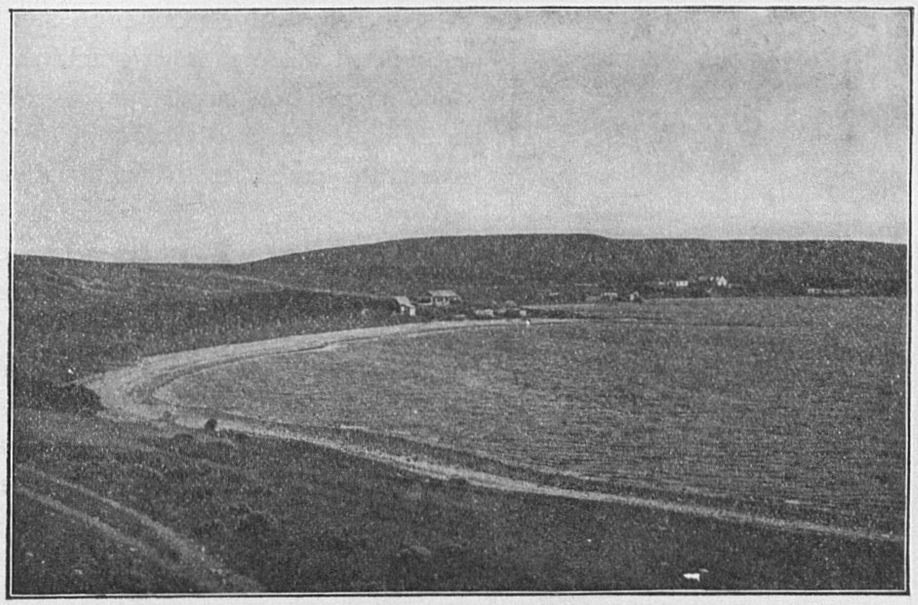
(2) *Geological Transactions*, vol. VI, et *Geological Observations on the volcanic islands and parts of South America visited during the voyage of H. M. S. « Beagle ».*

(3) *Ueber die posttertiären Ablagerungen der Magellansländer.* Svenska Expeditionen till Magellansländerna, Bd I, nº 2.

des strates horizontales d'un grès renfermant des empreintes des plantes fossiles qui ont été étudiées par M. GILKINET.

Dans les deux cas, la couche d'argile à blocaux n'avait que quelques mètres d'épaisseur.

Une formation glaciaire différente, et probablement aussi plus récente, s'observe dans les environs immédiats de Pecket Harbour. Toute la partie méridionale de cette baie se compose en effet d'une suite de moraines parfaitement caractéristiques. Il y en a au moins une quinzaine qui se dessinent très nettement les unes à la suite des autres. En allant vers le Passo, on constate que les moraines se transforment dans cette direction en simples ondulations du terrain et en tumuli. Lorsqu'on monte sur la péninsule, à l'entrée S. de la baie, on voit qu'elle se compose de quatre ou cinq moraines parallèles ; ces moraines sont la cause de la présence de la péninsule et lui ont donné sa forme.



VUE DES MORAINES DE PECKET HARBOUR

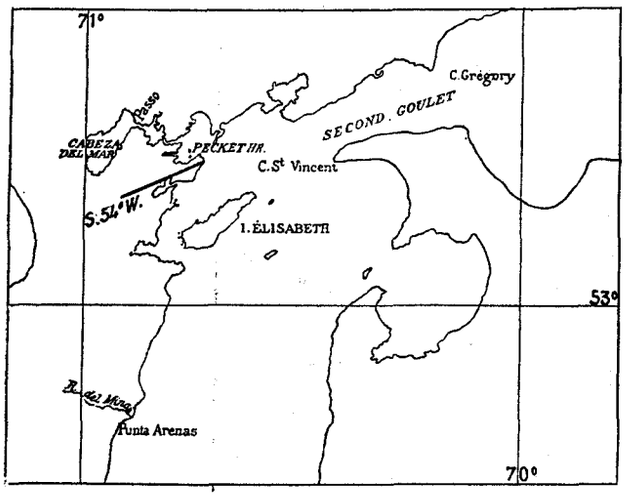
Les premières maisons se trouvent à l'une des extrémités d'une moraine qui se termine dans la baie par un banc de blocs erratiques. Au delà des dernières maisons se dessine le profil de la moraine décrite ci-après.

La moraine voisine des maisons de Pecket Harbour a une hauteur de 38 m. au-dessus du niveau de la mer. Sa direction est à peu près NE.-SW. J'ai mesuré au compas S. 34° W., ce qui fait S. 54° W. en admettant que la déclinaison magnétique est de 20°. Les pentes de cette moraine sont : 27° à l'E. et 31° du côté W., et sa longueur est d'environ 700 m.

Ces moraines reposent sur une plate-forme dont la hauteur au-dessus du niveau des eaux est de 8 à 10 m. Elles ont toutes sensiblement la même direction. Ces traînées de moraines sont engrenées les unes dans les autres, mais elles ne se bifurquent pas ; lorsque les extrémités sont légèrement déviées, la concavité de ces déviations est du côté SE. La plupart ne sont pas parfaitement rectilignes. La distance entre les moraines est variable et comprise entre 1 et 3 kilomètres au plus. Les plus grandes ont de 1 à 4 kilomètres de longueur. Elles sont toutes à peu près de la même hauteur et présentent un profil curviligne, régulier; aux extrémités, elles vont en s'abaissant et en s'étalant sur la plaine. Entre les moraines, il existe d'assez

nombreux monticules fort petits et plus ou moins isolés, ainsi que des lagunes. A la surface, on voit de nombreux blocs striés, du gravier et surtout des feuillets d'un schiste noir, dont on rencontre également des blocs. La plage dans la baie est formée de cailloux un peu anguleux. Quelques pointes s'avancent dans la baie et forment des traînées de blocs affectant la même direction que les moraines.

Je suis tenté de considérer les moraines de Pecket Harbour comme étant terminales d'un grand glacier magellanique venant du S. Pour s'en assurer, il faudrait évidemment rechercher si des moraines semblables — et formant la continuation de celles-là — ne se trouvent pas près du cap Saint-Vincent — de l'autre côté du canal. Il se pourrait du reste que toute cette péninsule qui rétrécit le détroit de Magellan au second goulet dût son origine à des accumulations morainiques.



L'île Elisabeth, qui se trouve à l'intérieur de cet arc, au SE. de Pecket Harbour, est également de formation glaciaire. A l'endroit où nous avons débarqué, sur la côte NE. de l'île, la falaise, qui avait plus de 10 m. de hauteur, montrait une stratification fluvio-glaciaire de sables foncés, plus ou moins argileux, ainsi que des lits plus réguliers de petits cailloux roulés. Les sables contenaient également des cailloux portant des stries glaciaires très nettement marquées. L'île présente des ondulations de terrain en forme de bosses et est parsemée de blocs erratiques de roches diverses, dont quelques-uns atteignent 1 mètre cube ou même davantage.

Havre Hope

A l'entrée du Magdalena Sound, la BELGICA s'arrêta dans le Hope Harbour, sur la côte orientale de l'île Clarence. Ce havre constitue un excellent mouillage qui a été souvent visité. Des montagnes d'allure alpestre environnent la baie. Un ruisseau s'écoule de deux glaciers suspendus qui se terminent à 250 à 300 m. au-dessus du niveau de la mer. La végétation est très abondante dans le bas, tandis que les flancs des montagnes sont complètement dépourvus d'arbres. La forêt touche à la mer, et le sol, très humide, porte une épaisse couverture de mousses ; mais aussitôt que l'on s'élève à quelques dizaines de mètres d'altitude, on ne rencontre plus que des arbrisseaux rabougris, tandis que la roche se montre à nu en de nombreux endroits.

Les couches de schistes métamorphiques qui se trouvent sur la côte nord de la baie suivent une direction ESE-WNW ; plus haut apparaissent des rochers de tonalite (très foncée, à grain fin), et vers 275 m. d'altitude la montagne est formée de micaschiste. L'erratique, dans le fond de la baie, se compose principalement de micaschiste, d'amphibolite, de tonalite et de diorite (1).

(1) Voyez également : DARWIN, *Geological Observations* (3d edit.), p. 446 et HYADES, *Mission scientifique du cap Horn*, 1882-1883. *Géologie*, p. 192.

Cockburn Channel

Le 16 décembre 1897, l'Expédition quitta le Havre Hope, et ce même jour la Belgica franchit le Magdalena Sound et le Cockburn Channel pour jeter l'ancre dans une anse de l'île Basquet. Le temps était très défavorable. Il en fut de même à la date du 27 mars 1899, lorsque, revenant des régions antarctiques, nous fîmes le voyage en sens opposé.

J'ai pris quelques notes au retour ainsi qu'un croquis des rochers Tower, qui se trouvent à 7 ou 8 milles au sud de l'île Noire, et en vue desquelles la Belgica passa le 26 mars vers 16 heures. Les Tower Rocks sont remarquables en ce que, de même que les îles Diego Ramirez, le Cap Horn et l'île des États, elles forment l'une des pointes terminales de la chaîne des Andes. Malgré tout l'intérêt qu'auraient pu présenter quelques échantillons de la roche qui forme l'île Noire, il ne fallut pas songer à débarquer à terre, la mer étant trop agitée et la Belgica n'ayant mouillé à l'abri de l'île qu'en attendant un temps plus clair, afin de pouvoir passer au travers du chapelet des récifs dénommés les Furies et pénétrer dans le Barbara et dans le Cockburn Channel.

Tower Rocks

La nuit, les rafales devenant de plus en plus violentes, l'ancre chassa et, vers 3^{h} du matin, la Belgica se trouvait dans une situation très dangereuse. Une heure après, il fallut quitter précipitamment l'île Noire. La mer était démontée. Le ciel se dégageait un peu par moments. La Voie lactée, formée d'une traînée de rochers sur lesquels les vagues déferlent sans relâche, était visible au loin. La route à suivre courait entre les Furies de l'Ouest et les Furies Est, récifs fumants, dont les plus petits, engloutis par les flots se couvraient de gerbes écumantes.

Le 27, à 8^{h} du matin, les Furies étaient passées.

Vers 11^{h}, nous atteignions le premier tournant du Cockburn Channel. A notre droite, dans la péninsule de Brecknock, se voyaient des baies profondes flanquées, de part et d'autre des entrées, de collines oblongues en dos de mouton. Les montagnes, dans le fond, avaient des formes effilées et s'élevaient jusque dans la région des neiges éternelles dont on n'apercevait du bateau que des lambeaux pendants. Là, dans les hauteurs, les arêtes étaient aiguës ; dans les parties basses, au contraire, les roches portaient partout les traces de l'action érosive des glaciers. Le temps était malheureusement très défavorable : des nappes nuageuses, grises, passaient devant ces perspectives imposantes et attristaient encore l'aspect du paysage, auquel l'absence de végétation imprime un cachet de désolation.

En face de l'île Fitz Roy j'ai vu, marquées sur les rochers de la péninsule, trois lignes, légèrement convergentes, descendant vers King Island. La première se trouvait à environ 60 m. de hauteur et la dernière vers 140 m. Je ne saurais dire si c'étaient des traces glaciaires d'anciens rivages.

Dans tous les cas, jusque vers 200 m. de hauteur, de part et d'autre du canal, les roches sont moutonnées. Ainsi King Island a la forme d'un grand dos de mouton, composé, bas, s'abaissant vers la sortie du canal et abrupt vers l'intérieur du pays. Il présente une apparence de stratification plongeant vers le S. Sur la côte de la péninsule, en face de King Island, se creusent de petites anses, en forme de cuvettes ouvertes vers le canal, aux murailles abruptes

dans le fond, et, au delà de ces seuils, il existe des cavités dans le flanc de la montagne, sans aucun doute des bassins au fond desquels se trouvent des lacs. A 200 m. au-dessus environ, la roche est absolument à nu. Tout au bas végètent quelques arbrisseaux ; plus haut la végétation est rare. La surface du flanc de la montagne ayant subi l'action glaciaire apparaît comme rongée. Il y a là une multitude de creux, de petites dimensions pour la plupart, n'ayant que 2 m. à 30 m. de diamètre.

De la montagne devant Pyramid Hill descendent deux glaciers suspendus en dessous d'un petit champ de glace. Le sommet de la montagne semble dépourvu de neige.

La Pyramide Hill était environnée de nuages, et il pleuvait quand nous passâmes à proximité. Mais il était visible que cette montagne est couverte de glace jusque très bas. Un beau glacier en descend. Il se compose de plusieurs fleuves de glace se réunissant en un gros nœud qui comble très probablement une grande cuvette ; car le glacier ne descend pas jusqu'à la mer et sa terminaison n'est pas visible d'en bas. Des crevasses longitudinales sont très nombreuses sur tout le parcours, et la face de chacun de ces rameaux est bombée (ce qui explique la présence des crevasses allant de haut en bas). Ces glaciers ne sont pas enchâssés dans des vallées ; leur parcours est probablement réglé par des ravins, que la glace déborde. Sur cette glace la neige semble séjourner jusqu'à environ 100 m. au-dessus du niveau du canal, à moins que la neige que j'ai cru voir ne fût fraîchement tombée, ce qui est peu probable.

Le Sarmiento était tout à fait caché par les nuages, de sorte que l'on ne pouvait apercevoir que les premiers plans et, plus haut, des contours vagues, s'estompant par moments.

Au tournant du cap Thurn, une série de glaciers descendent du massif du Sarmiento ou des montagnes adjacentes. L'un d'eux présente un aspect paisible ; il comble une grande vallée et descend jusqu'à la mer. Un autre, à sa droite, plus étroit, de pente accentuée, porte une moraine longitudinale.

En dehors des fleuves de glace, les glaciers suspendus — sur les flancs des montagnes qui bordent le canal — sont nombreux en cet endroit. Ces glaciers sont largement étalés sur les pentes plus faibles et se terminent, vers le bas, par des languettes pointues. Ils sont très tourmentés de crevasses et couverts de neige vers le haut. Sur ces glaciers suspendus la limite inférieure des névés descend certainement jusque 500 m. et peut-être plus bas encore.

La baie du Torrent

La nuit du 16 au 17 décembre 1897, la BELGICA s'arrêta pendant quelques heures dans un petit port naturel de l'île Basquet. Le vent, soufflant par rafales, rendait le mouillage intenable ; il fallut quitter cet endroit sans y avoir débarqué.

Dans la matinée du 17, nous avions de part et d'autre du canal (Whale boat sound) des montagnes hautes de 300 à 500 m. et, plus vers l'intérieur des terres, des sommets plus élevés, mais pas de glaciers. De temps en temps s'apercevaient dans les hauteurs des surfaces neigeuses et de très petits glaciers suspendus. Mais le temps n'était pas assez clair pour voir au loin.

Vers les 11^{h} nous entrâmes dans le rétrécissement du chenal entre les îles O'Brien et Londonderry. Sur la gauche de notre route (c'est-à-dire au N.) se trouvait une vallée étagée, fort intéressante à observer à cause de ce fait que la ligne de démarcation de la portion ensevelie, par l'ancien glacier, qui s'écoulait vers la mer, était très nettement accentuée.

Tout le fond de cette vallée, jusqu'à une hauteur de 200 à 250 m., montrait une surface adoucie et légèrement couverte de verdure. Plus haut, au contraire, le flanc de la montagne était fortement cannelé et peu de ces sillons se poursuivaient au delà de la ligne de démarcation. Le contraste entre la portion rugueuse et la surface polie était surtout évident quand on comparait les profils. A une certaine hauteur, on voyait un cirque latéral, creusé dans le roc, et qui avait une apparence toute fraîche, comme s'il était de formation récente. C'était peut-être un *Kar* (1).

Un premier seuil traversait la vallée en formant avec sa direction un angle d'environ 45°, au lieu de lui être perpendiculaire comme c'est le plus fréquemment le cas. Au delà de ce premier seuil il y en avait un second délimitant l'étage supérieur. Dans le bas de la vallée, la forme en U était tout à fait typique.

En coupe transversale, la courbe parabolique du fond de la vallée semblait bien être le résultat d'un approfondissement par l'action érosive du glacier. Le second seuil était évasé, large, légèrement concave. Plus haut, la vallée se prolongeait encore dans les montagnes.

Dans le fond, le long du canal, et partout en dessous de 200 m. d'élévation environ, les formes du terrain étaient adoucies, arrondies, bosselées, les arêtes et les cannelures franchement marquées ne se montrant qu'au delà ; mais les roches moutonnées à proprement parler faisaient défaut.

Le même jour, à midi, la BELGICA jeta l'ancre dans une baie située sur la côte septentrionale de l'île Londonderry. Descendus à terre, nous pûmes constater tout d'abord que les rivages de ce petit port naturel étaient formés d'amas de cailloux granitiques, anguleux, visibles seulement au bord de l'eau ; puis venait la forêt, jonchée de troncs d'arbres pourris, et dont le sol était recouvert d'une épaisse couche de végétation empêchant de voir la roche à nu. Pour se rendre compte de la géologie de l'endroit, il fallait donc gagner les hauteurs.

J'escaladai d'abord la montagne située au SW. de la baie. On y accède par une petite vallée marécageuse, aux arbres rabougris, au sol partout humide et mou et formé d'une couche de mousses très épaisse. A la hauteur de 140 m. au-dessus du niveau de la mer, la roche granitique, en place, présentait les formes en dos de mouton bien caractéristiques. A la surface, on ne voyait pas de stries glaciaires, la roche ayant sans aucun doute été corrodée par l'action combinée de la pluie, de la végétation de lichens, de la gelée, etc., et rendue par cela même toute rugueuse. En plus, le long de fentes de clivage, de grands fragments étaient détachés du roc. Par places, des filons de micropegmatite, d'environ 1 décimètre d'épaisseur, traversaient suivant des lignes droites la tonalite qui formait la roche en place.

Les dernières roches moutonnées se trouvaient vers 230 m. d'altitude. Il pleuvait ; heureusement il n'y avait pas de brouillard ; mais les lambeaux nuageux, qui pendaient sous forme de draperies irrégulières en dessous des nimbus, se terminaient vers les 300 à 400 m., et masquaient par moments complètement la vue.

A 300 m. au-dessus de la baie, je me trouvai dans une région de blocs ayant de 1 à 3 mètres cubes et pour la plupart aux arêtes fortement émoussées. Ils ne différaient pas de la roche en place au point de vue pétrographique. Ils ne formaient pas des traînées de pierres

(1) Voyez E. RICHTER : *Geomorphologische Untersuchungen in den Hochalpen*. Ergänzungs-Heft zu Petermann's Mitteilungen, Gotha 1900.

et, étant épars, n'offraient pas non plus l'aspect des moraines latérales habituelles. Mais un peu au delà de 300 m. il n'y en avait pas, et au-dessous de 250 m. je ne pouvais en apercevoir que quelques-uns; ailleurs, sur le flanc de la vallée, ces amoncellements de roches semblaient être plus caractéristiques.

Vers 340 m. de hauteur se voient les derniers arbrisseaux rabougris, les mousses sont plus clairsemées et la roche nue prédomine. L'eau ruisselle partout suivant des systèmes de rigoles creusées dans le roc. Plus haut dans la montagne, un filon de mélaphyre, de 1 mètre d'épaisseur environ et dont la direction était approximativement N.-S., attira mon attention.

A 410 m. se trouvaient les premiers lambeaux de neige séjournant encore. A partir de 490 m. la roche est fragmentée en gros blocs anguleux, amoncelés. Le point le plus haut de la montagne ne s'élève qu'à 550 m. au-dessus du niveau de la mer ; le sommet est en forme de dôme. Le panorama était superbe, malgré les nuages qui touchaient les montagnes et ne laissaient apercevoir leurs contours que par moments.

Partout, dans les vallées, le relief semble adouci et les formes du terrain contrastent avec l'aspect des crêtes des montagnes environnantes, aux silhouettes dentelées et dont les sommets sont de petits pics en forme de cônes ou de pyramides émoussées.

Dans le N., sur la chaîne des montagnes au delà du chenal de Darwin, je pouvais distinguer quelques beaux glaciers suspendus; puis, plus bas, des cirques en forme de grands entonnoirs, et plus bas encore des cuvettes creusées dans le roc ou, du moins, de nombreux lacs dont les eaux semblaient être retenues par des seuils. Sur l'île O'Brien, qui était plus rapprochée, les lacs se trouvaient dans la région basse, environ entre 50 et 100 m. au-dessus de la mer; ils étaient du reste alignés dans les vallées, précisément là où les formes du terrain ne présentaient pas la moindre rudesse.

Au S. et à l'E. de mon point d'observation se trouvait le bassin déversant ses eaux dans la baie du Torrent. Il était bien délimité par un cercle de montagnes reliées entre elles par des crêtes beaucoup plus basses que les sommets, mais encore couvertes de neige, en des endroits abrités. Au fond de ce bassin il y avait un beau lac d'environ 2 à 3 kilomètres de long sur 1 kilomètre de large et séparé de la baie par un seuil, sur lequel s'écoulait le torrent qui déversait ses eaux dans la mer. Sauf du côté de la baie, de part et d'autre vers la montagne, ce lac inférieur était bordé de rochers abrupts, nus et aux surfaces unies, usées par l'action du glacier qui dans le temps y était engouffré. Ce lac se trouvait à la jonction de deux vallées dont les ruisseaux tombaient en cascades par dessus les murailles escarpées formant les terminaisons des étages supérieurs de ces vallées. Dans la vallée principale il y avait deux autres lacs, également séparés par un seuil, et beaucoup plus haut (à environ 450 m. d'altitude), se trouvait, dans une vallée tributaire, un très petit lac dont la surface était encore en partie gelée et recouverte de neige et d'où s'écoulait un ruisseau.

Vers 17^{h} j'étais pris dans les nuages, de sorte qu'il me fallut aller vers le grand lac afin d'en voir davantage. En descendant, je constatai l'existence de deux moraines latérales très bien marquées ; la seconde qui, vue d'en haut, se remarquait aisément à cause de la forte végétation dont elle était couverte, était parfaitement continue. Cette moraine inférieure n'était coupée qu'en deux endroits, car elle dévie les eaux qui, ruisselant des flancs de la montagne, forment un petit cours d'eau, adossé contre la moraine, qu'il longe jusque très près de sa terminaison. Dans sa partie la plus élevée, cette moraine atteint 160 à 180 m. d'altitude ; elle descend progressivement jusqu'en dessous du niveau de la mer, car elle se termine par un petit îlot, à l'entrée

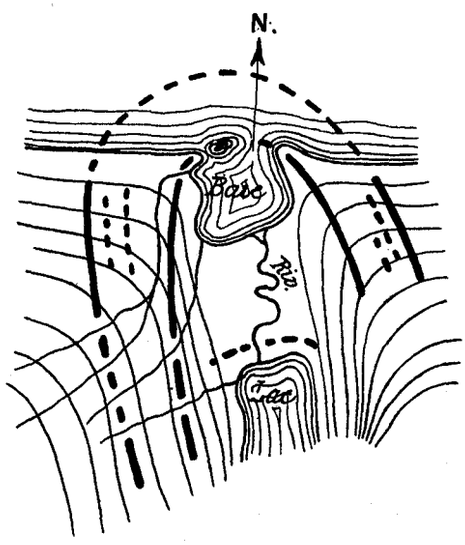
de la baie. Vers le bas elle se recourbe très sensiblement et se transforme par cela même en moraine frontale ; car, de l'autre côté de l'entrée de la baie, une languette boisée s'avance également dans la mer, de sorte que le chenal d'entrée pourrait fort bien avoir été fermé dans le temps, la baie elle-même n'étant qu'un dernier lac, un dernier bassin creusé dans le roc par le glacier. C'est à l'altitude de 275 m. que j'ai traversé la moraine la plus élevée, laquelle n'est pas continue, à cause des nombreux ruisseaux qui la fragmentent. Je n'avais pu la reconnaître dans le trajet suivi pour l'ascension car elle n'y était représentée que par des blocs épars ; mais à l'endroit auquel je la vis en descendant la montagne, elle était parfaitement caractéristique et formée non seulement de blocs, mais aussi de gravier. Cette moraine est adossée contre le flanc de la montagne. Elle suit une ligne presque horizontale. Elle est couverte d'arbrisseaux du côté du soleil et de mousses du côté de la montagne.

Le lac inférieur, qui se trouve à 700 à 800 m. de la baie, ne s'élève qu'à 40 m. au-dessus du niveau de la mer. Le lit du torrent qui s'en écoule est partiellement creusé dans la roche ; ailleurs les eaux tumultueuses rebondissent sur des blocs.

Il est visible que ces blocs, ainsi que d'autres nombreux amas de cailloux disséminés, sont les restes d'une ancienne moraine frontale.

Le lac est peu profond au bord, car à 15 m. du rivage on distingue encore des pierres au fond de l'eau. Le niveau du lac devait être, dans le temps, au moins de 10 m. plus élevé qu'à présent. La preuve en est fournie par quatre petits cônes de déjection, à la base de filets d'eau qui, tombant en cascades de la montagne, s'y perdent actuellement. Ces cônes sont trop réguliers pour avoir été formés autrement que dans l'eau, et leurs sommets se trouvent précisément à la même hauteur que des traces très nettes de l'ancienne moraine frontale qui ne sont restées vraiment bien conservées que sur les côtés, vers les flancs de la vallée qui se rétrécit à l'endroit de ce dernier seuil.

Le samedi 18, je me rendis compte de l'aspect de l'entrée de la baie et j'entrepris l'ascension de la montagne au SE. La langue qui s'avance dans la mer, à l'E. de l'entrée, est également la terminaison d'une moraine et se rattache sans aucun doute, sous le niveau des eaux, à l'îlot qui forme l'extrémité de la moraine boisée à l'W. de la vallée.



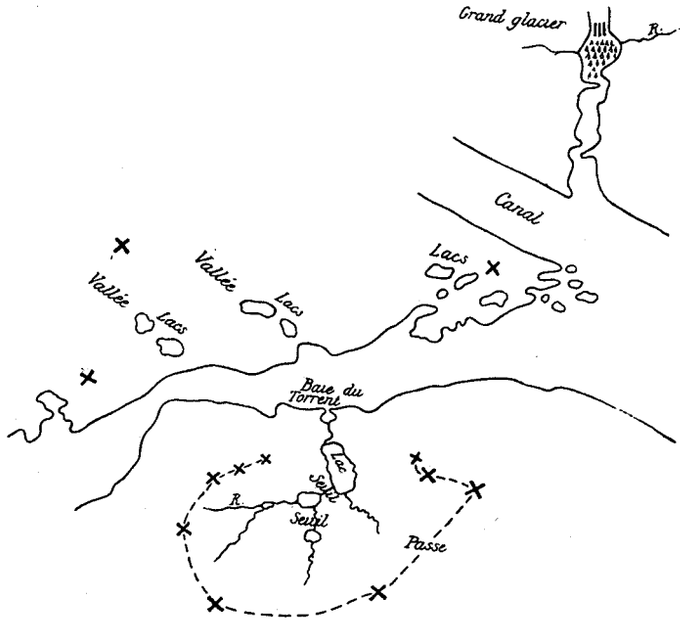
La roche de la montagne au SE. de la baie est du gabbro à grands cristaux de hornblende. En de nombreux endroits exposés à l'action des intempéries de l'air, cette roche présente une surface toute poreuse, elle est rongée. La ligne de démarcation entre le gabbro et la tonalite traverse la baie, car la pointe rocheuse à l'entrée W. est également formée de gabbro. La moraine sur le flanc E. de la vallée forme le pendant de celle qui se termine par l'îlot. Elle se compose de blocs granitiques dont la couleur et l'aspect contrastent avec la roche sombre formant le sol. De part et d'autre de la vallée, les parties correspondantes des moraines se trouvent à la même hauteur, c'est-à-dire que la moraine à l'E. remonte le flanc de la montagne avec la même inclinaison que la moraine à l'W. de la baie.

A 150 m. d'altitude, la moraine passe sur un filon de diorite (compacte et clivée, d'un vert gris clair) de 3 m. d'épaisseur, avec quelques veines latérales, parallèles, injectées dans le gabbro. Par 190 à 200 m. de hauteur, cette moraine se résout en simples blocs disséminés, et cet endroit se trouve précisément en face et approximativement à la même hauteur que les dernières traces visibles de la moraine inférieure, de l'autre côté du lac. Sur le flanc E. de la vallée, la moraine élevée est moins bien conservée et ses traces sont plus difficiles à suivre. Au fond et un peu plus haut que le lac se voient quelques belles formes de roches moutonnées. A l'altitude de 275 m., par contre, les formes moutonnées sont rares, et plus haut, les rochers ont des aspects rudes et rugueux. A partir de 500 m., assez bien de neige séjourne dans les creux et dans les fentes, et la montée se fait par gradins. Un premier sommet très abrupt s'élève à 605 m.; c'est encore du gabbro ; mais un second sommet, de 650 m. de hauteur, est formé de granite à mica blanc. Vers le lac, le flanc de la montagne est pour ainsi dire tout à fait à pic et le panorama dont on jouit du sommet est vraiment superbe.

Au N., au delà du canal, une vallée submergée offre l'aspect d'un fiord. Il y a là un immense glacier, très plat et très large, et qui descend jusqu'au niveau de la mer.

C'est vers le fiord de ce grand glacier que la BELGICA se dirigea en quittant la baie du Torrent.

Le Grand Glacier



La baie du Grand Glacier est un fiord caractéristique. C'est une vallée façonnée par l'action érosive de l'immense fleuve de glace qui s'y trouvait enchâssé et dont le Grand Glacier — l'un des plus importants sinon le plus grand des glaciers actuels de la Terre de Feu — n'est qu'un résidu en quelque sorte insignifiant. Ce glacier est perdu, en effet, tout au fond de la baie et son front n'est même pas accessible. Deux moraines transversales, fort bien conservées, partagent le fiord en trois bassins communiquant librement entre eux. Ce sont des moraines frontales marquant deux stades relativement récents du retrait du glacier ; peut-être aussi — dans le cas de l'existence dans la région fuégienne de diverses périodes d'extension — seraient-ce les limites d'avancement lors de la dernière époque glaciaire. Dans la phase de sa plus grande extension, le glacier quaternaire avait des dimensions beaucoup plus grandes, car, sur les parois du fiord, les traces de son action érosive se trouvent nettement marquées jusqu'à une hauteur de 200 m. au moins. La photographie de la planche II offre l'exemple caractéristique d'une montagne qui, se trouvant dans le chemin du glacier, a été rabotée et usée jusqu'à prendre la forme d'une grande roche moutonnée.

La pente douce est au N., côté d'où venait la glace ; dans la direction du canal, au

contraire, il y a une forte pente, au pied de laquelle un bassin est creusé dans le roc. L'obstacle franchi, le glacier formait probablement là une cascade. La pointe au sommet est très intéressante. Elle émergeait sans doute au-dessus de la surface de la glace, qui la contournait, emportant avec elle les blocs se détachant de la paroi rocheuse exposée à l'action combinée de l'insolation et de la gelée.

Les entailles dans le flanc de la montagne, à mi-hauteur, à gauche, sont également très curieuses. Il aurait évidemment valu la peine de descendre à terre et de grimper jusqu'en haut afin d'examiner les choses de plus près ; mais les indications de la photographie sont précises, et l'endroit pourra être aisément retrouvé par d'autres explorateurs.

Dans tous les cas, cet exemple n'est pas le seul à attester que pendant l'époque glaciaire le Grand Glacier à dû avoir des dimensions incomparablement plus grandes que celles qui nous sont indiquées par les moraines traversant le fiord.

La première moraine que l'on rencontre, en venant du canal, forme une langue triangulaire qui s'avance de la côte E. jusqu'au delà de la ligne médiane du fiord, en laissant à l'W. un large chenal navigable. Je suis descendu à terre pour recueillir des échantillons de l'erratique et je suis également allé sur la côte en face (à l'W.), afin de voir la roche en place ; cette roche est du granite. Dans la moraine, il y a des schistes métamorphiques variés, mais les blocs de granite prédominent.

Beaucoup de ces blocs sont tout à fait plats d'un côté, d'autres paraissent avoir été sciés en deux, témoignage de l'énorme travail de dénudation accompli par les glaciers. Vers le S. la moraine descend en pente douce sous forme de plage de petits cailloux roulés et de sable grossier, et ne renferme que peu de blocs ; du côté du glacier, par contre, c'est une accumulation de blocs dont la pente semble être abrupte.

Cette moraine a toutes les apparences d'une moraine frontale et non pas d'un simple affleurement de la moraine de fond, mais il se peut qu'elle se soit déposée sous la surface de l'eau. Elle n'émerge que peu au-dessus du niveau de la haute mer et n'est pas sensiblement plus élevée vers le flanc de la montagne. Les arbres qui la couvrent forment un bois presque impénétrable, et la couche de racines et d'humus, dont la section se voit sur les bords, a une épaisseur de 1 à 2 mètres.

La seconde moraine, qui se trouve à 5 ou 6 kilomètres plus près du front du glacier, est une barre presque rectiligne et basse ; elle est également couverte de végétation, mais sensiblement moins. (Pl. I, fig. 3.) Au delà de cette moraine, le fiord s'élargit ; des deux côtés y débouchent des vallées spacieuses, et le paysage change complètement. C'est un lac que l'on croit voir devant soi, un lac admirablement encadré et tout couvert de glaçons offrant les formes les plus variées. Cette mer de glace scintille au soleil et éblouit la vue.

Les gros glaçons sont certainement retenus dans le bassin, car la passe est étroite et très peu profonde ; mais la petite glace descend constamment le fiord. La moraine ne remonte pas le flanc de la montagne et elle est principalement formée de sable et de gravier. Dans la passe, j'ai recueilli une argile grise dont un banc émerge à marée basse.

La montagne à l'W. est formée de granite.

Les échantillons rapportés d'une excursion dans les montagnes à l'E. et vers le glacier appartiennent, au contraire, à différentes variétés de schistes cristallins.

En allant vers le glacier, la pente de la montagne est raide et par places les rochers plongent tout à fait à pic dans l'eau. En montant, on peut avancer plus facilement, mais le

chemin est également dangereux, car il passe sous les terminaisons de plusieurs glaciers suspendus. La vallée dans laquelle on débouche est malheureusement infranchissable à cause d'une rivière assez large et profonde. Je suis allé là avec le Dr Cook et, malgré notre vif désir d'arriver jusqu'au Grand Glacier, nous avons dû rebrousser chemin : cette course eût exigé plusieurs journées et du matériel de campement. Il se peut qu'à l'W du fiord on trouverait de meilleures conditions, dans la vallée opposée à celle dans laquelle nous étions arrivés ; mais comme elle est également très spacieuse, il est probable que là aussi il y aura un ruisseau à franchir.

Le fond de notre vallée était plat, et cette plaine, dans laquelle serpentait la rivière, s'étendait au moins à 7 ou 8 kilomètres vers l'intérieur du pays. Du côté du fiord, elle se terminait par une accumulation de roches d'apparence morainique. Vers l'intérieur du pays, ce fond plat semblait former un niveau parfaitement horizontal. Il est probable que cette vallée était dans le temps une bifurcation du fiord et que les matériaux qui ont comblé la partie inférieure de la cuvette y ont été apportés par des glaces flottantes, tout comme cela se passe actuellement dans la portion du fiord couverte de glaçons. Ici encore il faudrait des observations détaillées pour déterminer si c'est par suite d'une légère élévation du sol, relativement très récente, que toute cette plate-forme se trouve à présent un peu au-dessus du niveau des eaux du fiord.

L'hypothèse d'une moraine ayant servi de barrage et transformé toute cette vallée en un lac dont le niveau aurait été un peu plus élevé que le niveau des eaux du fiord, me paraît moins vraisemblable (1).

Quoiqu'il en soit, la note inscrite sur place est ainsi rédigée : « Du côté de la banquise : moraine, qui ferme la vallée ; et derrière : une grande plaine qui s'étend jusque 8 km. dans le fond de la vallée... »

Sur cette plaine la végétation était très épaisse. Je suis descendu par le ravin d'un torrent venant de l'un des glaciers suspendus. C'est avec difficulté que j'ai pu traverser les broussailles, et le lit de la rivière ne m'a rien appris, le niveau des eaux n'étant qu'à quelques décimètres plus bas que celui de la plaine et de bonnes entailles faisant défaut.

Malgré la faible pente du Grand Glacier, les crevasses près de sa terminaison sont extrêmement nombreuses et semblent ne pas être coordonnées. Le glacier a des moraines latérales; beaucoup plus haut se voient des moraines anciennes bien développées.

Les autres glaciers de cette région ne descendent pas en dessous de 200 m. Parmi les glaciers suspendus, il y en a qui ne sont que des lambeaux pendant des champs de névé qui couvrent les sommets des montagnes.

---

(1) Sur la paroi rocheuse qui borde le fiord, un peu au delà de la seconde moraine, il y a des entailles peu prononcées, à 1 m. ou un peu davantage au-dessus du niveau des hautes eaux. Ces entailles ne se remarquent du reste que par places. Il se pourrait donc que tout le troisième bassin du fiord formait un lac retenu par la moraine formant barrage. Mais la manière d'être de la moraine parle peu en faveur de cette supposition. Si les entailles sont donc bien réelles, elles sont plutôt un argument de plus en faveur d'un léger mouvement du sol.

On pourrait enfin discuter l'hypothèse dans laquelle le Grand Glacier lui-même formait le barrage, transformant la vallée latérale en lac couvert de glaces flottantes.

Ces remarques suffisent pour montrer combien d'intéressants problèmes se posent à l'esprit quand on visite cette admirable région.

Ushuwaïa

La BELGICA quitta le fiord du Grand Glacier le 20, vers 5h après-midi, et après avoir suivi la côte de la Terre de Feu jusqu'au soir, le Commandant fit jeter l'ancre dans une petite baie, en face de Chair Island, pour passer la nuit en sécurité. Nous nous rendîmes à terre. La roche en place est du granite.

Le 21 nous continuâmes la route jusque Ushuwaïa sans autre arrêt. Les nombreux glaciers que l'on voit dans la branche Nord-Ouest du canal du Beagle sont vraiment admirables. Un certain nombre d'entre eux descendent jusqu'à la mer. Les fleuves de glace de cette région ont, pour la plupart, une très forte pente et font l'impression d'immenses glaciers suspendus. Du fond du canal, la chaîne des monts Darwin n'est malheureusement pas visible.

La vue panoramique prise du mouillage de Ushuwaïa, reproduite planche I, montre l'ensemble des monts Martial.

Le mont Olivaïa, à l'E., c'est-à-dire sur la droite de la photographie, a une altitude de 1318 m.; d'après les mesures de la Mission du cap Horn, les autres sommets ont des hauteurs voisines de 1000 m. et atteignant 1200 m. Pourtant, cette chaîne de montagnes est pour ainsi dire dépourvue de champs de névés. Le niveau des neiges éternelles semble donc sensiblement plus élevé dans cette partie du canal du Beagle qu'il ne l'est dans la région de la baie du Torrent ou ailleurs, plus à l'ouest.

Un autre fait intéressant à noter est la direction de la chaîne des monts Martial, qui est probablement ENE., et forme par cela même un angle très prononcé avec la direction des monts Darwin, qui est ESE.

Ce changement de direction est sans aucun doute la cause de ce fait que le canal du Beagle se recourbe vers le N. en allant vers Ushuwaïa. Son aspect aussi est tout autre. Tandis que le bras Nord-Ouest donne l'impression d'une grande vallée d'érosion, ici, au contraire, nous sommes visiblement en présence d'une vallée tectonique.

Tout comme le détroit de Magellan, le canal du Beagle porte les traces évidentes d'un glacier ancien, non moins imposant sans doute que le glacier magellanique, et qui, précisément en face d'Ushuwaïa, a abandonné d'énormes accumulations de matériaux erratiques. Je n'ai eu le temps d'examiner que la péninsule d'Ushuwaïa, qui présente un paysage morainique typique. Au premier abord, on est tenté de croire que la suite de collines qui s'étendent au pied des monts Martial, ainsi que d'autres atteignant 150 m. de hauteur et qui sont également adossées à la chaîne de montagnes, au delà de la péninsule, ne sont que d'immenses moraines latérales. Des collines formant le pendant de celles-là se voient en face, au delà du canal. Les dimensions ne présenteraient rien d'extraordinaire. En Suisse, près de Zurich entre autres, les glaciers quaternaires ont abandonné des remparts d'erratique atteignant ou dépassant de pareilles dimensions. Cependant, au cours d'une excursion que j'ai faite avec deux Indiens qui m'ont guidé à travers la forêt jusque Lapataïa, j'ai pu constater qu'il y a effectivement des moraines latérales dans le bas, mais aux très rares endroits où j'ai pu voir des affleurements dans les collines, la roche en place était un phyllade et là il me semblait ne pas y avoir d'erratique.

La péninsule d'Ushuwaïa offre un aspect semblable à celui des environs de Pecket Harbour. Des moraines élevées, moins nettes pourtant que celles de la région du Second Goulet

du détroit de Magellan, suivent des directions approximativement parallèles au canal. Ces moraines sont formées de sable et de gravier avec des cailloux de taille diverse, dont beaucoup portent des stries glaciaires très bien marquées ; par places on voit également de gros blocs (voyez Pl. VI). Dans les enfoncements, il y a des étangs et des marécages. Du côté du canal, j'ai vu des argiles stratifiées, situées très bas, et reposant sur des matériaux morainiques. Plus loin, une source minérale (1) sort d'une falaise de strates redressées qui apparaissent sur la tranche.

L'un des monticules montre une paroi à nu formée de couches de « grès gris, compact », alternant avec des schistes (2). La direction est NW.-SE. et l'inclinaison des couches de 70° S. Je n'y ai pas trouvé de fossiles. Au-dessus vient la formation morainique. Ces deux affleurements de la roche sous-jacente sont donc comme des îlots noyés dans le terrain de transport glaciaire non stratifié.

Le groupe des îles Bridge, qui s'étend en travers du canal, forme en quelque sorte une barre reliée aux moraines de la péninsule. Plus loin, d'autres îlots, plus petits, apparaissent comme des fragments d'une seconde barre. Au pied de quelques-unes des îles Bridge, on distingue des tranches de strates. De l'autre côté du canal, toute une série de monticules, alignés parallèlement au détroit, m'ont paru être des moraines.

Baie de Lapataïa

La baie de Lapataïa, située à environ 8 milles à l'ouest de Ushuwaïa, offre bien l'aspect d'une vallée partiellement submergée. A l'entrée de la baie se trouvent quelques rochers ; dans le fond se dresse une montagne très caractéristique, en apparence isolée, et dont le sommet neigeux est taillé en forme de pyramide. A gauche et à droite de cette montagne, qui a été dénommée le Bonnet de la République, la dépression du fiord se poursuit vers l'intérieur du pays par des vallées très spacieuses ; celle qui va vers le N. est occupée par un grand lac oblong, le lac Acigami, dont le niveau n'est que peu supérieur à celui de la mer ; la vallée à l'ouest du Bonnet est moins déprimée et laisse apercevoir, comme fond de tableau, les sommets de la chaîne des monts Darwin, entièrement couverts de neiges éternelles. Il me paraît hors de doute que la dépression du lac Acigami a été occupée par un glacier descendant du versant septentrional des monts Martial. Le seuil entre le lac et le fond du fiord se présente, en effet, sous l'aspect d'un paysage morainique typique, avec des roches moutonnées qui émergent par places ; puis, la

(1) Les eaux de cette source ont été analysées par M. A. Müntz. (Mission du cap Horn : *Géologie*, p. 162.)

(2) Il serait assez difficile, pour ne pas dire impossible, de savoir si l'endroit que j'ai vu est le même que celui qui a été visité par M. Hahn, de la Mission du cap Horn. L'échantillon que j'ai rapporté de la falaise d'où la source jaillit est un schiste cristallin ; mais je n'ai malheureusement pas emporté d'échantillon du second affleurement, notamment de la roche que j'ai dénommée dans mes notes de voyage « grès gris, compact ». Il se pourrait fort bien que cette roche fût précisément le « schiste quartzeux » qui a été décrit par le Dr Hyades comme suit : « Deux autres échantillons, recueillis également près de la source d'Oushouaïa, ne sont plus que des schistes essentiellement quartzeux. On n'y aperçoit plus trace du feldspath, mais seulement des nodules de quartz, des veines de calcédoine, des granules de calcite et des veines ferrugineuses noirâtres. Les nodules de quartz sont régulièrement arrondis ou allongés sous forme de fuseau. Ils représentent certainement des moules de foraminifères. Ils ont environ 0.1mm, et sont composés de petits cristaux dépourvus d'orientation régulière. » (Mission du cap Horn : *Géologie*, p. 162.) Comparez également Otto Nordenskjöld, *Die krystallinen Gesteine der Magellansländer*. Svenska Expeditionen till Magellansländerna, Bd I, n° 6, pp. 219-220.

forme même du penchant de la montagne fait supposer que l'on pourrait y découvrir les traces d'un immense glacier quaternaire.

La vallée à gauche du chaînon montagneux qui se termine par le Bonnet de la République offre des traces de glaciation encore plus évidentes.

Pendant l'époque glaciaire, le fond de la baie de Lapataïa se trouvait donc à la jonction de deux énormes glaciers, ce qui explique suffisamment pourquoi la vallée a été creusée jusqu'en dessous du niveau de la mer et transformée en fiord à partir de ce point ; — dans l'hypothèse, bien entendu, de l'absence de mouvements du sol. Mais les questions qui se posent forcément à l'esprit, lorsque l'on étudie ces régions, sont pour la plupart difficiles à résoudre. Un séjour prolongé dans les canaux de la Terre de Feu est nécessaire pour pouvoir aborder les problèmes complexes de la glaciologie, et seule une expédition n'ayant en vue que ces problèmes pourrait les aborder avec des chances de succès. La BELGICA n'a fait qu'une visite hâtive de ces parages, mais le peu de temps que j'y ai passé m'a permis de me rendre compte de l'intérêt puissant qui s'attacherait à une étude détaillée de ces montagnes, de ces vallées et de ces fiords.

Il doit y avoir une différence très notable dans le climat des deux versants des monts Darwin. La végétation du fiord de Lapataïa contraste en effet singulièrement avec celle du fiord du Grand Glacier et de l'île Londonderry. La cause doit résider en partie dans la différence des roches ; mais elle est due surtout aux conditions météorologiques, évidemment tout autres ici qu'elles ne le sont dans les îles exposées aux vents d'W. et du SW. Aussi, la limite des arbres sur les flancs des montagnes s'élève-t-elle notablement plus haut, et le niveau des neiges perpétuelles de même. Au cours d'une ascension de la montagne située à l'ouest de l'extrémité du fiord, j'ai noté que le hêtre n'est rabougri que vers 500 m., et dans les creux, à l'abri du vent, on le trouve à des altitudes plus élevées. Je n'ai pu atteindre un sommet, haut de 800 m. au plus et d'où il m'aurait été possible d'embrasser une vue étendue sur le fiord de Yendegaïa, la forêt, dans un vallon qui m'en séparait, étant en quelque sorte impénétrable. Le flanc de la montagne s'élevait par gradins. C'est en profitant des sentiers battus par les guanacos que j'ai pu atteindre un premier sommet, ayant 550 m. de hauteur.

Les deux fiords ne sont pas séparés par une crête ; les hauteurs se décomposent en dômes isolés. La roche en place était du micaschiste, et ci et là il y avait de grands blocs erratiques, de granite entre autres.

Vers 430 m. d'altitude, j'ai trouvé un lac perdu dans la forêt. L'eau de ce lac, qui semble être sans écoulement, est amère ; le fond, près des bords, est formé de cailloux.

Dans le fiord, le pied de la montagne est formé de schistes métamorphiques ; plus loin, à l'E. de l'entrée de la baie, on trouve des grès micacés.

Harberton

Le 1er janvier 1898, la BELGICA quitta la baie de Ushuwaïa pour aller mouiller dans le havre de Harberton.

L'ensemble des montagnes de la région se présente en éventail s'ouvrant vers l'E. Vues du canal, les montagnes de la presqu'île Dumas, les monts Martial et la chaîne qui comprend le mont Cornu, semblent rayonner, de telle sorte qu'on est en droit de se demander si l'on n'est pas là en présence d'une bifurcation des monts Darwin.

Ce qui frappe surtout lorsqu'on descend le canal, c'est l'absence de baies, et puis le fait que les montagnes qu'on longe vont en s'abaissant et qu'elles sont entièrement dépourvues de profils hardis ; le canal apparaît spacieux, considéré par rapport aux montagnes qui le bordent.

Vers 7^{h} du soir nous étions en face de Gable Island, qui occupe les trois quarts de la largeur du canal et dont l'aspect rappelle beaucoup celui de l'île Elisabeth, dans le détroit de Magellan. La côte W. de l'île Gable forme une falaise ; c'est une admirable coupe de strates horizontales, de sables le plus vraisemblablement, les ravins y étant très nombreux.

Cette formation stratifiée se prolonge au delà de l'île jusque contre le flanc de la montagne, et la côte S. présentant d'autres coupes, il est visible que ces dépôts ont été étalés sur toute la largeur du canal. Si cette formation est glaciaire, la passe actuelle est évidemment récente, et si en plus ces dépôts se sont formés dans les eaux de la mer, ce qui paraît très probable, ils fourniraient — d'après leur apparence — une preuve d'un mouvement post-glaciaire du sol.

La région de Gable Island serait donc fort intéressante à étudier de plus près.

Remarquons encore que l'île Gable s'abaisse doucement vers l'E. et que les plates-formes, sur les bords du canal, offrent la même tendance. Le glacier du Beagle, qui a donné naissance à ces dépôts, s'est évidemment écoulé de l'W. vers l'E. Si l'île Gable était précédée d'importantes accumulations morainiques, on comprendrait aisément son mode de formation ; mais comme elle est, au contraire, suivie de la région de Harberton Harbour, où les accumulations d'origine glaciaire ont tout à fait l'aspect morainique, il faut nécessairement admettre, ou bien que j'ai mal vu, que les sables de Gable Island ne sont pas stratifiés et que cette île et les plates-formes notées sont des drumlins, ou bien que les deux formations appartiennent à deux époques différentes, ou encore, que pendant la retraite du glacier la ceinture morainique de Harberton était fermée, maintenant de la sorte les eaux entre le front du glacier et Harberton à un niveau plus élevé et transformant cette partie du canal en un lac, dans lequel les glaces flottantes provenant du glacier auraient déposé la formation stratifiée de l'île Gable.

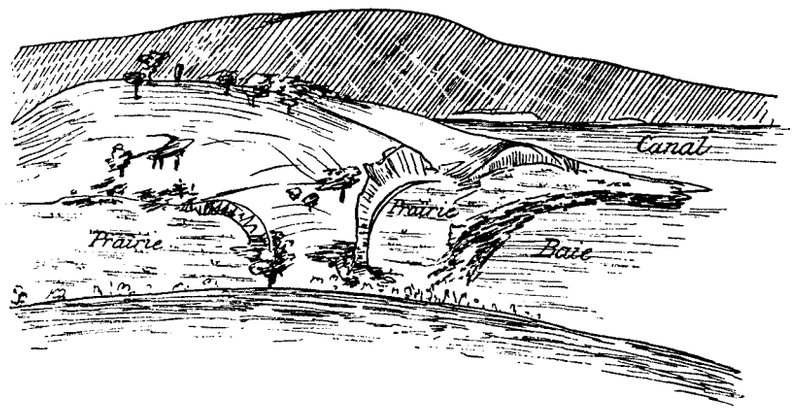
A Harberton, les circonstances ne furent malheureusement pas favorables pour étudier les choses de plus près. Le soir de notre arrivée survint l'échouage de la BELGICA qui faillit mettre fin à l'Expédition. Le lendemain soir, grâce à un concours de circonstances heureuses et au prix des efforts d'une nuit et d'un jour de travail ininterrompu, le navire fut sauvé et nous pûmes mouiller dans le port Toro de l'île Navarin. Puis nous revînmes à Harberton, qu'il fallut quitter avant que je n'aie eu le temps de m'orienter dans la question. Quoi qu'il en soit, la région de Harberton semble formée exclusivement de terrains d'apport giaciaire. Ce sont de grandes bosses oblongues, qui s'avancent dans la mer en forme de langues. Les baies comprises entre ces langues sont largement ouvertes et se terminent en cul-de-sac ; elles correspondent aux enfoncements entre les moraines.

J'ai cru pouvoir distinguer six moraines qui, prises en bloc, se recourbent très nettement vers le milieu du canal. Elles ne se prolongent pas sur les flancs des montagnes. La hauteur de celle qui borde la baie de Harberton, au NE., est de 42 m. ; mais d'autres moraines sont plus élevées et doivent avoir de 60 à 70 m. au maximum.

Une tranchée près de la maison de Harberton m'a montré de l'argile à blocaux sans stratification. Ailleurs, à un niveau un peu supérieur, une autre coupe montrait la même argile avec cailloux empâtés. Dans l'île aux Lapins, vers le milieu du canal, c'est la même formation ; mais l'argile semble y avoir été lavée, car il y a, par places, des amas de cailloux et quelques

gros blocs à la surface. Malheureusement cet îlot ne présente pas une seule coupe convenable permettant de se rendre compte de cette formation.

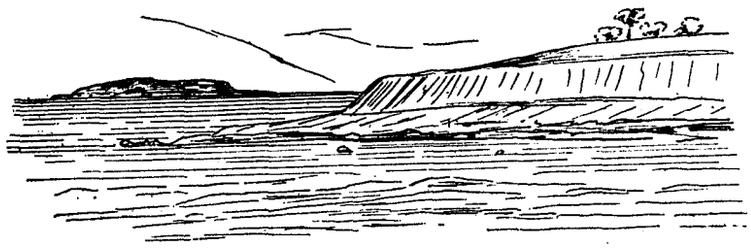
Le fait le plus intéressant à noter dans la région est relatif à un mouvement récent du sol, qui se poursuit peut-être encore de nos jours. Sous ce rapport, un relevé topographique détaillé, ne fût-ce que de l'une de ces baies, formerait un document des plus utiles. Partout on remarque, en effet, à une certaine hauteur au-dessus du rivage de haute mer actuel, un rivage ancien, très nettement marqué à cause des berges entaillées dans le diluvium des côtes des îles et des presqu'îles. Il y a, en outre, des baies abandonnées, couvertes de prairies. A l'intérieur de l'île aux Lapins, par exemple, il y a une grève de cailloux roulés fort bien marquée.



Ces rivages anciens se voient également au delà de Harberton, tout le long de la terminaison du canal du Beagle. Le croquis ci-contre montre comment les choses se présentent quand on les voit d'une certaine hauteur et le second croquis montre l'aspect d'une de ces entailles vue de la mer.

Le jeudi 6 janvier, quelques heures avant le départ de la BELGICA pour l'île des Etats, j'ai pu mesurer la hauteur de l'ancien rivage de l'une des berges abandonnées par la mer. Cette mesure a été faite à l'aide du baromètre Fortin. A défaut de temps, je n'ai pu poursuivre ces mesures en différents endroits et celui où j'ai opéré a été pris quelque peu au hasard.

C'est à la pointe E. de Harberton Harbour que j'ai choisi deux points qui me paraissaient très nettement marqués; le premier se trouvait du côté de la première baie, au delà de Harberton Harbour, du côté E., tandis que le second était très près de la pointe. Mon second croquis donne l'aspect de cette pointe vue de l'E. Les galets de forme ronde que l'on trouve sous le gazon de l'ancien rivage sont recouverts d'une couche d'environ 10 cm. de racines et de terre noire.



J'ai placé le baromètre successivement au pied de la berge et à l'extrémité de la grève, c'est-à-dire au niveau de la haute mer. Les résultats obtenus m'ont fourni une différence de niveau de $6^{m}.72$ pour le premier point et de $6^{m}.74$ pour le second.

Dans le fond de Harberton Harbour, les lignes de l'ancien rivage se dessinent très nettement aussi, mais la différence des deux niveaux ne m'a pas semblé être supérieure à 3 m. Il semble donc qu'en cet endroit le mouvement d'ascension du sol s'est manifesté avec une intensité sensiblement différente sur une distance relativement très faible. Pour mieux connaître ce mouvement, une étude topographique détaillée de cette région du canal me paraît donc indispensable. Provisoirement, tout ce que l'on peut affirmer c'est qu'une ligne d'ancien rivage se poursuit sur toutes les côtes des îles et presqu'îles formées de dépôts glaciaires et

que dans les environs de Harberton cette ligne n'est qu'à quelques mètres au-dessus du niveau actuel des plus hautes marées (1).

L'île des Etats

La carte de l'île des Etats dressée par l'Amirauté anglaise montre que cette île est tout particulièrement intéressante (2).

L'aspect du tracé des contours de ce lambeau extrême des Andes nous force de supposer que la base de ce relief manque, qu'elle est entièrement submergée.

Des baies telles que Port Hoppner et Port Parry surtout, qui sont transversales à la direction de la chaîne de montagnes, ne peuvent avoir été façonnées par l'action érosive de la mer. D'autres baies, Port Cook, John Harbour, Port Vancouver entre autres, ressemblent à des fiords, bien petits, il est vrai, mais néanmoins tout à fait caractéristiques (3). St. John Harbour, à l'extrémité orientale de l'île, est certainement une vallée d'érosion.

Le court séjour de l'Expédition en ce port naturel m'a convaincu qu'une étude détaillée de l'orographie et de la géologie de l'île des Etats, et de nombreux sondages pratiqués dans les environs immédiats, pourraient très avantageusement occuper une expédition scientifique n'ayant que ce seul objectif en vue, car les résultats d'un pareil travail spécial ne manqueraient pas d'être d'une importance capitale. Il me semble que l'étude bathymétrique des abords de l'île pourrait mener à la découverte de rivages ou de falaises préglaciaires ; les traces des anciens glaciers, qui sont très évidentes, permettraient certainement de reconstituer l'aspect de l'île pendant l'époque glaciaire — au maximum de glaciation tout au moins — et de calculer approximativement la surcharge de glace et de neige que le socle de cette terre supportait ; l'importance de l'érosion glaciaire pourrait, ce me semble, être également dévoilée et, enfin, les mouvements du sol, depuis la disparition des glaciers, fourniraient peut-être les derniers éléments nécessaires à la solution d'un grand problème géologique. Dans l'hypothèse de l'absence de mouvements orogéniques en cet endroit, depuis le pliocène, nos connaissances des conditions de l'isostase (4)

---

(1) Il m'a été impossible de me renseigner sur le niveau auquel montent les eaux aux plus hautes marées des syzygies.

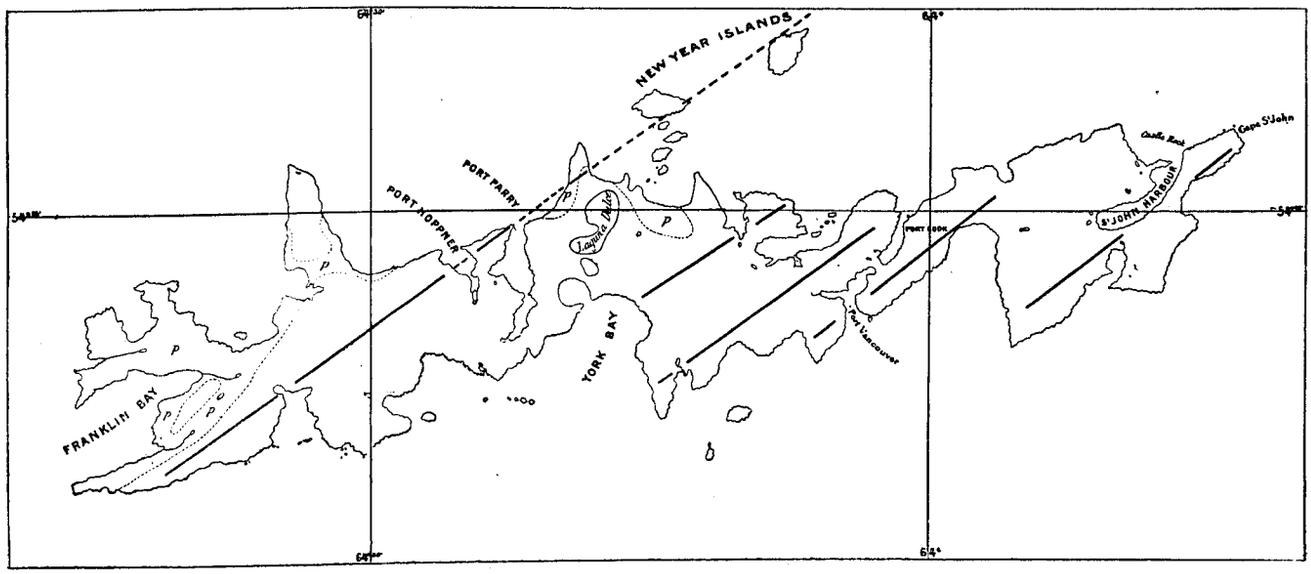
(2) Admirality chart nº 1332.... Strait of Le Maire, with Staten Island. *Lieut. Kendall,* 1828 ; *capt. Fitzroy,* 1830-34 ; *corr.* 1896.

(3) « Staten island lies off the south-eastern extremity of the American continent, and is so deeply indented by bays as to be nearly separated into four parts. It is 38 miles long in a north-east and south-west direction, and is separated from the mainland by Le Maire strait, which is 15 miles wide. The island is mountainous, and the peaked summits rising to the height of 3000 feet, retain through most of the year the snowy coverings amassed during the winter ; the island affords a good departure to vessels bound into the Pacific, as well as a landfall when returning. The harbours are the continuation of the valleys preserving nearly the same direction, and are surrounded by high land, the water in them deepening rapidly towards the centre. The coast consists everywhere of rocky cliffs elevated from 200 to 500 feet. » (*South America Pilot.* Part II. Ninth edition 1895, p. 34.)

(4) « The conclusion that the northern lands were lower than now when the ice melted carries with it the further conclusion that the land has since risen, relative to the sea level. Much other evidence, gathered from a wide range of territory, points to the same conclusion. Not only this, but the post-glacial rise of the land seems to have been greater, as the center of the ice field is approached.... These relations between the amount of post-glacial elevation and the center of the ice field have led to the hypothesis that the low altitude of the land at the close of the last glacial epoch was the result of sinking caused by the great load of ice, and that the sinking was greatest where the ice was thickest ; and that the rise of the land since the glacial period is the result of the removal of the load of

de la croûte terrestre pourraient être enrichies, par une telle étude, de quelques données importantes, dont la portée justifierait amplement les minimes sacrifices que nécessiterait l'organisation d'une expédition scientifique, spécialement chargée d'explorer d'une façon détaillée l'île des Etats.

Le croquis ci-dessous est la réduction d'un calque de la carte de l'Amirauté. De légères modifications ont été apportées dans le tracé des contours, d'après le « Croquis de las correctiones practicades en la parte Central de la Isla de los Estados » de l'ouvrage de Bove (1). La grande lagune (Laguna Dulce) et celle qui lui fait suite, au N. de York Bay, sont également empruntées à la carte de Bove. Les positions approximatives d'autres lacs, échelonnés à différentes hauteurs dans les vallées, m'ont été indiquées par un certain Morgan, du pénitentiaire de John Harbour, qui a parcouru l'île et qui m'a fourni également d'autres renseignements. L'orientation de la chaîne de montagnes ne coïncide pas avec la direction de l'axe de l'île. Si



l'on trace une ligne droite entre la baie de Franklin et le fond de John Harbour, qui forme bien une ligne médiane donnant la direction de l'allongement de l'île, les lignes de faîte forment un angle d'au moins 25° avec cette direction. Le relief de l'île semble, en effet, être dominé par plusieurs chaînons montagneux parallèles, indiqués sur le croquis par des droites. C'est perpendiculairement à ces droites, c'est-à-dire perpendiculairement à NE.-$_{q}$E., qu'il y aurait lieu de chercher à tracer une coupe géologique.

---

ice, and that the resilience was greatest, namely, where the ice was thickest. This hypothesis, which makes the crust of the earth responsive to load, is the doctrine of *isostasy*. Attempts have been made to test this hypothesis in various ways. The result of all investigations thus far carried out seems to point to the conclusion that it contains a truth, and that load, or the removal of load, affecting a great area, is a real cause of crustal movement. » (Rollin D. Salisbury, *The glacial geology of New Jersey*. Geological Survey of New Jersey., vol. V of the Final Report..., Trenton, 1902.) — Au point de vue théorique, la question a été étudiée par M. P. Rudzki (*Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie*, 1899, pp. 169, 445).

(1) Giacomo Bove, *Expedicion Austral Argentina. Informes preliminares presentados a S. S. E. E. los Ministros....* Buenos-Aires, 1883.

Les données actuelles (1) sur la géologie de l'île sont tout à fait insuffisantes; mais, d'après le peu que l'on sait, il paraît certain que cette région appartient à la partie continentale de la Cordillère, que c'est la continuation et la terminaison du versant intérieur faisant face aux plaines de la Patagonie et de la Terre de Feu, et non pas la zone centrale de la chaîne des Andes, qui y est représentée. A ce point de vue, Morgan m'a fourni un renseignement intéressant. Du côté du détroit de Le Maire et ailleurs sur la côte NW. de l'île, il y aurait des parties basses, adossées contre les montagnes, et formées de sables et d'argiles en stratification horizontale (2).

Les échantillons de roches que j'ai recueillis dans la baie Saint-Jean sont, d'après A.-F. RENARD, du gneiss œillé et une porphyroïde clastique. Près du phare, à l'entrée du port, la texture de la roche varie notablement d'un endroit à l'autre ou même d'une couche à l'autre, la stratification y étant nettement accusée et le caractère métamorphique de l'ensemble ne laissant aucun doute ; les strates sont redressées ; il y en a qui présentent l'aspect gneissique, d'autres semblent être des quartzites et des phyllades.

Dans le fond de la baie Saint-Jean, il y a une plage de cailloux erratiques et en montant dans le bois on trouve un lac perdu au milieu de la végétation.

Ce lac est à 55 m. au-dessus du niveau de la mer ; il semble occuper un bassin creusé dans le roc et dont le seuil n'est pas visible à cause d'une moraine qui le cache. Cette moraine est frontale, elle barre la vallée et retient les eaux du lac qu'elle domine de quelques mètres dans ses parties les plus basses. Les issues par lesquelles l'eau s'écoule ne sont pas apparentes ; des marécages et une source très abondante qui jaillit du rocher prouvent qu'il y en a plusieurs. A l'endroit du lac, la forme du fond de la vallée est évasée ; vers l'ouest se dressent des murailles rocheuses très abruptes au delà desquelles le thalweg monte rapidement, mais non pas directement, vers le cirque de réception, car, dans le haut, la vallée semble présenter un second gradin.

Tout autour, les crêtes des montagnes sont aiguës et déchiquetées ; les flancs du fiord ont, par contre, des pentes régulières, et les formes douces et bosselées dénotent dans la vallée les traces évidentes de l'ancien glacier.

Au NW., un second glacier devait descendre de la montagne. Là aussi se trouvent un enfoncement, en forme de fond de marmite, et un lac.

Le glacier de la baie Saint-Jean, formé par l'union de ces deux glaciers, a dû s'écouler jusque dans la mer, et, dévié vers le N. par les falaises abruptes de Castle Rock, à l'E. de la sortie (Pl. XI), il se déversait probablement en cascade par dessus le seuil que forme le promontoire du phare.

---

(1) W. H. B. WEBSTER, *Narrative of a Voyage to the Southern Atlantic Ocean, in 1828-30, in H. M. sloop* CHANTICLEER, *under the command of capt. Henry Foster*. London, 1834. Vol. II, p. 289.

CHARLES DARWIN, *Geological Observations on the volcanic islands and parts of South America visited during the voyage of H. M. S.* BEAGLE. 3d ed., London, 1891, p. 447.

DOMINGO LOVISATO, *Apuntes geologicos sobre la isla de los Estados* (BOVE, Exp. Austral Arg., p. 47).

Dr HYADES, *Mission scientifique du cap Horn*. Tome IV. Paris, 1887, pp. 168, 217-227.

EDUARD SUESS, *Das Antlitz der Erde*. Bd. I, p. 677.

OTTO NORDENSKJÖLD, *Die Krystallinischen Gesteine der Magellansländer*. Svenska Expeditionen till Magellansländerna. Bd. I, nº 6, p. 216.

(2) Les localités m'ayant été renseignées sont marquées sur le croquis par la lettre *p*.

LES TERRES ANTARCTIQUES

Le voyage de la BELGICA dans le détroit de Gerlache n'a été qu'une croisière de reconnaissance hydrographique et, au point de vue de l'exploration scientifique, un simple voyage d'orientation. Les conditions dans lesquelles j'ai pu faire des observations sur les glaciers des terres découvertes par l'Expédition ont été défectueuses, non seulement à cause du fait que notre campagne a été courte et hâtive, mais aussi et surtout parce que nous n'avons été que peu favorisés par un temps réellement beau.

Mes notes prises en cours de route, notes publiées précédemment (1), permettent de se rendre compte des difficultés rencontrées.

Cependant, malgré qu'il ne nous a été possible d'acquérir qu'une connaissance très superficielle des terres que nous avons vues, un certain nombre de questions relatives aux glaciers antarctiques ont pu être abordées et résolues, tandis que d'autres observations, faites en cours de route, me permettent de soulever de nouveaux problèmes, problèmes qui, espérons-le, seront résolus bientôt.

Les analogies

Malgré l'exploration intensive réalisée en ces dernières années, l'étendue de la lacune qui subsiste encore dans nos connaissances de la carte du Pôle Sud, équivaut à peu de chose près à la somme des superficies de l'Europe et de l'Australie.

Et c'est peut-être aussi précisément grâce à l'effort considérable réalisé par les expéditions de la BELGICA, du SOUTHERN CROSS, de la VALDIVIA, du GAUSS, de la DISCOVERY, de l'ANTARCTIC, de la SCOTIA et du FRANÇAIS, que l'on se rend compte aujourd'hui de l'étendue énorme (2) de la région inexplorée.

Tout nous porte à croire que la majeure partie de la calotte comprise à l'intérieur du cercle polaire austral est occupée par une grande masse continentale.

ELISÉE RECLUS (3) a donné le nom d'Antarctide à ce continent ; BALCH (4) et d'autres auteurs américains ou anglais l'appellent Antarctica.

---

(1) HENRYK ARCTOWSKI, *Die antarktischen Eisverhältnisse*. Ergänzungsheft N° 144 zu Petermann's Geographischen Mitteilungen. Gotha, 1903.

(2) Voyez la très intéressante petite carte dressée par WILLIAM S. BRUCE et qui est reproduite dans le *Scottish Geographical Magazine* (July, 1906). Cette carte donne une superposition de projections équivalentes de l'Antarctide (et des mers environnantes non encore visitées), de l'Australie, des Iles Britanniques, ainsi que de la portion de l'Océan Glacial arctique inexplorée. La superficie de la portion inconnue dans les régions antarctiques est estimée à 6,320,000 milles carrés, celle des régions arctiques à 1,330,000 ; la superficie de l'Europe est donnée comme étant de 3,750,000 et celle de l'Australie de 2,947,000 milles carrés.

(3) *Nouvelle Géographie universelle,* t. XIV, p. 20.

(4) EDWIN SWIFT BALCH, *Antarctica*, p. 11. Philadelphia, 1902.

Il me paraît très probable que l'ensemble des terres antarctiques découvertes jusqu'à présent au S. de l'Amérique se rattache directement au continent polaire, que les Terres d'Alexandre, de Graham, Danco et la Terre Louis-Philippe forment une seule côte d'une grande péninsule de l'Antarctide, — péninsule qu'on pourrait dénommer Westantar (1).

La configuration générale de cette terre et des archipels qui la bordent, présente une analogie frappante avec la pointe méridionale de l'Amérique du Sud (2).

L'analogie existe également au point de vue orographique, et cette analogie orographique est même plus grande que ne l'est celle de la configuration des deux terres. Au sud de même qu'au nord de ce grand *Canal Antarctique* qui sépare le cap Horn des Shetland méridionales, les deux péninsules sont frangées d'archipels qui bordent les côtes faisant face à l'Océan Pacifique, et qui, par leur relief et par leur constitution géologique, appartiennent à l'ossature des chaînes de montagnes continentales. Dans le sud, le fait est certain pour l'archipel de Palmer tout au moins, de même que pour les îles Biscoe (3), tandis qu'il peut subsister des doutes pour ce qui concerne les Shetland méridionales. Pour résumer mes impressions et ma conviction en un seul mot expressif, j'ai donné le nom de Antarctandes (4) à ce système de montagnes qui, partant de la Terre Alexandre, s'étend, à travers les Terres de Graham et de Danco ainsi que l'archipel Palmer, jusqu'à la Terre Louis-Philippe.

Dans la région explorée par la BELGICA, le canal de Gerlache occupe une grande vallée longitudinale, probablement tectonique, coupée par trois grandes vallées transversales, dont la première part du fond de la baie de Hughes et descend vers le nord, entre l'île Trinité et l'île Liége, dont la seconde forme le chenal de Schollaert et se poursuit dans la baie Wilhelmine, et dont la troisième enfin est la baie des Flandres.

Si cette façon de voir est justifiée ou peut-être même démontrée quelque jour, par des travaux plus détaillés que ne l'ont été ceux de l'Expédition antarctique belge, il y aura là une similitude très grande avec la disposition des canaux et des vallées de l'extrémité méridionale des Andes, où nous voyons également des entailles traversant les chaînes de montagnes pour ainsi dire de part en part. Dans tous les cas, dans les deux régions, les versants pacifiques sont des pays de fiords, avec cette différence que les terres antarctiques paraissent être notablement plus submergées que l'archipel fuégien et que les vallées, au-dessus du niveau de la mer, y sont presque complètement masquées par des glaciers ou des champs de névés.

Au point de vue géologique, l'analogie entre les Antarctandes et les Andes méridionales

---

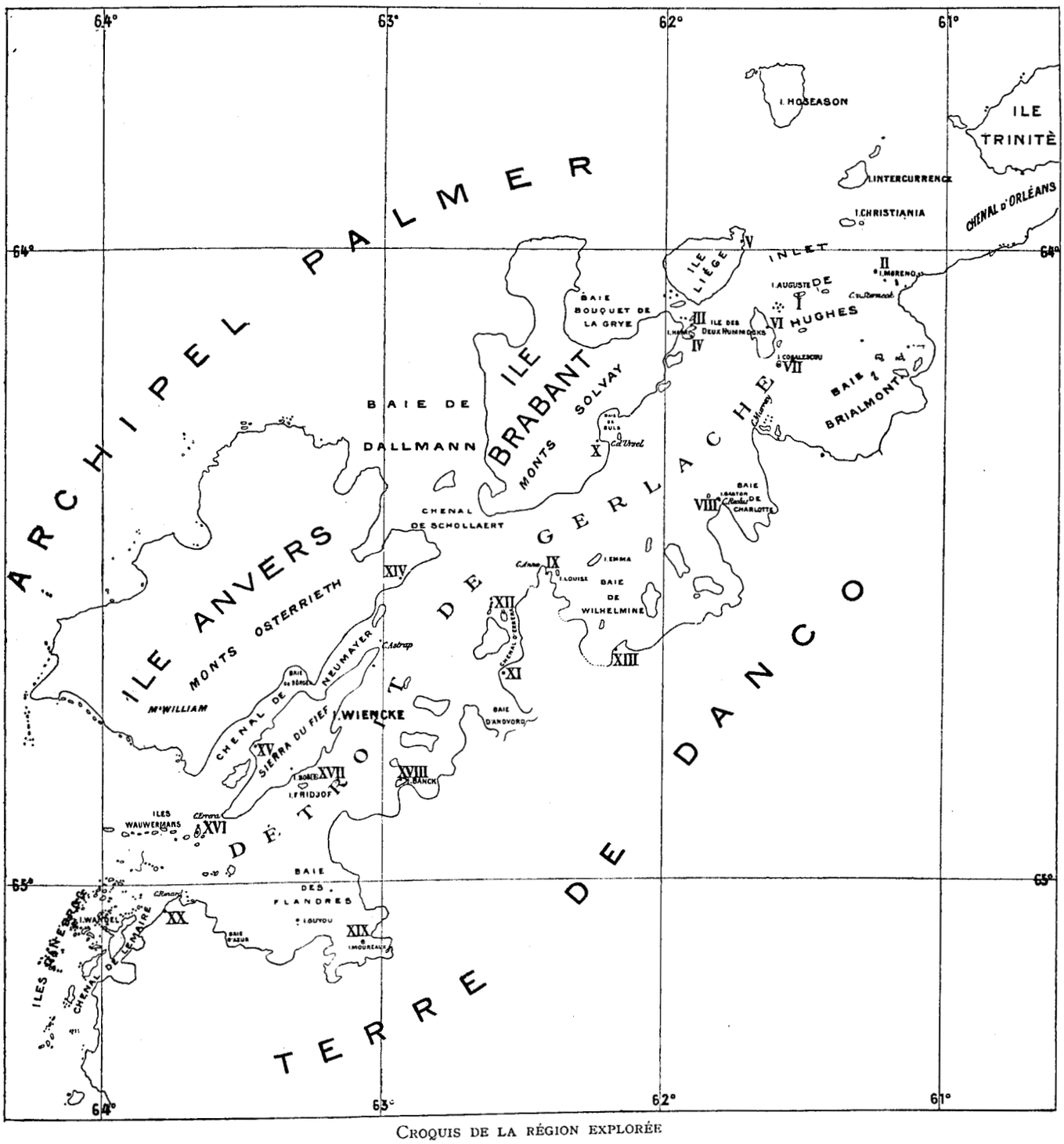
(1) Au lieu de dire Antarctide de l'ouest ou, en anglais, West Antarctica ou, en allemand, Westantarktis, il serait préférable d'adopter l'abréviation « Westantar », qui offre l'avantage de pouvoir être employée indifféremment dans toutes les langues et qui ne peut donner lieu à aucune confusion.

(2) Dans une conférence donnée le 24 juin 1901 à la Société de Géographie de Londres, j'ai dit textuellement ce qui suit : « Demas, one of Dumont d'Urville's officers, says that he noticed that Orléans channel extended towards the south-west. It may well be, therefore, that Dallmann passed through Orléans channel, when he discovered that Trinity land was an island. Trinity island is, therefore, the last large island of Palmer archipelago. The general map of the lands to the south of America must, as we have just seen, be drawn quite differently from its delineation by the Germans. We have there a large peninsula.... It is noteworthy that taken as a whole these lands present a striking analogy with the southern extremity of America...» (*Geographical Journal*, vol. XVIII, p. 369.) Les découvertes de l'Expédition suédoise ont confirmé de point en point cette manière de voir.

(3) Les plus septentrionales (îles Dannebrog) du moins. Voyez E. GOURDON, *Les roches éruptives, etc.*, dans les Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris du 11 décembre 1905.

(4) *Bulletin de la Société belge de Géographie*, 1900, p. 132.

est réelle. Les travaux récents d'Otto Nordenskjöld (1) ont même accru à ce point les arguments en faveur de l'hypothèse que les Antarctandes sont homologues des Andes, qu'on est



Croquis de la région explorée

(1) *Petrographische Untersuchungen aus dem westantarktischen Gebiete*. Bulletin of the Geological Institut of Upsala, VI, p. 234. — Voyez également Otto Wilckens, *Zur Geologie der Südpolarländer*. Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie, 1906, p. 173.

en droit de se demander si elles ne sont pas un simple prolongement de cette grande chaîne de montagnes, qui, de la sorte, se poursuivrait jusque dans l'Antarctide (1).

Les roches en place

Les premiers renseignements sur la géologie des terres antarctiques ont été recueillis au cours des voyages des baleiniers américains aux Shetland méridionales (2) et au cours du voyage de FOSTER à l'île Déception. Puis, ce sont DUMONT D'URVILLE et JAMES CLARK ROSS (3) qui ont rapporté des données intéressantes. Plus tard, des roches draguées au cours de la croisière antarctique du CHALLENGER ont permis à Sir JOHN MURRAY (4) de déduire de la nature de ces roches quelques conclusions importantes. Et enfin, les seules autres observations géologiques faites dans les régions antarctiques avant le voyage de la BELGICA, sont celles de la mission allemande à la Géorgie méridionale (5) et celles de LARSEN (6) à l'île Seymour.

Depuis notre voyage, les recherches géologiques des expéditions récentes ont élargi très notablement le domaine des faits bien établis.

Les roches antarctiques rapportées par l'Expédition de la BELGICA ont été étudiées sommairement par feu A.-F. RENARD et seront décrites par M. PELIKAN, professeur à l'Université allemande de Prague.

Sauf aux débarquements III et V, où je n'ai trouvé que de l'erratique, il m'a été possible d'examiner les roches en place partout ailleurs où je me suis rendu à terre, et du chenal d'Errera que je n'ai pu visiter, M. Racovitza a également rapporté des échantillons géologiques, provenant des débarquements XI et XII. En somme, nous possédons des renseignements précis sur dix-huit points différents de la carte.

Les données pétrographiques de ces dix-huit localités visitées ne suffisent sans aucun doute point pour permettre le tracé d'une carte géologique du détroit de Gerlache, mais elles sont très suffisantes pour nous rendre parfaitement compte des grandes lignes de la géologie de la région.

Voici ces données.

I. — Ile Auguste : diabase altérée.

L'îlot de notre premier débarquement était en grande partie dépourvu de neige. Dans le haut, le rocher apparaissait comme une coulée basaltique à structure prismatique ; plus bas,

---

(1) Cette manière de voir, que j'ai soutenue dès le retour de l'Expédition antarctique belge, vient d'être confirmée et développée par J. GUNNAR ANDERSSON, *On the geology of Graham Land.* Bulletin of the Geological Institut of Upsala, vol. VII, p. 64 notamment.

(2) Des notes géologiques peu connues et fort intéressantes se trouvent dans l'ouvrage de EDMUND FANNING, *Voyages to the South Seas, Indian and Pacific Ocean,* New-York, 1838. Part VI (pp. 195-216) notamment : *A description of the New South Shetland Isles,* by JAMES EIGHTS.

(3) G. T. PRIOR, *Petrographical notes on the Rock-specimens collected in Antarctic Regions during the voyage of H. M. S.* EREBUS *and* TERROR *under Sir James Clark Ross, in 1839-43.* Mineralogical Magazine, vol. XII (1899), p. 60.

(4) *Geographical Journal,* vol. III, p. 12.

(5) *Die internationale Polarforschung 1882-1883.* Die Beobachtungsergebnisse der deutschen Stationen, Bd II : Süd-Georgien, p. XII.

(6) JOHANNES PETERSEN, *Die Reisen des « Jason » und der « Hertha » in das antarktische Meer 1893-94 und die wissenschaftlichen Ergebnisse dieser Reisen.* Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Hamburg (1895), pp. 271-280 notamment.

il était couvert de hachures rectilignes et semblait se décomposer en grands blocs, à surfaces planes, juxtaposés les uns sur les autres. La roche était dure, très cassante et sonore aux coups de marteau. Suivant quelques fentes, parfaitement fermées du reste, la roche était d'un gris verdâtre clair, tandis qu'ailleurs des veinules étaient remplies de minimes cristaux de quartz et d'épidote.

II. — Ile Moreno : gabbro-diorite.

Cette petite île présente le même aspect de colonnade serrée que l'île Auguste. Elle est basse et allongée. A terre j'ai remarqué des surfaces mamelonnées, usées par le frottement de la glace, et des pochettes dans lesquelles se trouvait un peu d'argile sableuse mêlée de guano.

IV. — Ile Harry : diorite.

La roche n'était visible que près du niveau de la mer et par places la neige cachait le sol jusqu'au rivage même.

VI. — Côte NE. de l'île des Deux-Hummocks : diorite quartzifère avec filons de mélaphyre.

Dans son ensemble, l'île des Deux-Hummocks présente une forme très caractéristique. Allongée et bombée, totalement couverte d'un épais manteau de neiges éternelles, cette île se distingue de toutes les autres de l'Inlet de Hughes à cause des deux montagnes en forme de pyramides qui semblent assises sur la plaine de neige et se présentent tout comme des nunataks qui percent l'inlandsis.

Le brouillard et des crevasses m'ont empêché de faire l'ascension du glacier jusqu'aux parois rocheuses de l'une de ces montagnes, de sorte que je n'ai pu rapporter des échantillons géologiques que de l'endroit de notre débarquement. D'ailleurs, la côte était formée de falaises de glace et de petits promontoires qui seuls sortaient à nu de dessous la glace. Pourtant, nulle part, dans les environs immédiats de l'endroit de notre débarquement, les murailles de glace ne plongeaient dans l'eau ; à leur base on voyait partout une minime lisière de roches moutonnées, et puis, jusqu'à une certaine distance, le rivage était bordé de roches à fleur d'eau sur lesquelles j'ai trouvé assez bien d'erratique.

A la surface parfaitement polie des roches moutonnées, les filons de mélaphyre et de pegmatite contrastaient par leurs couleurs avec le gris sombre de la diorite quartzifère.

VII. — Ile Cobalescou : diabase à gros grains.

Situé près de l'île des Deux-Hummocks, l'îlot Cobalescou, dont le point culminant ne s'élève pas à plus de 30 m. au-dessus du niveau de la mer, était presque complètement dépourvu de neige à la date du 27 janvier.

Les reproductions photographiques de la planche IV montrent que l'aspect du terrain est celui des crêtes élevées des massifs des Alpes, et la neige qui séjourne dans les creux accentue encore la ressemblance. Par places, il y avait une apparence de stratification due à des fentes parallèles. Ailleurs les cassures s'entrecroisaient. L'une des parois rocheuses montrait un fort bel exemple de losanges empilés. Partout entre les blocs, dans les fentes et les creux, il y avait du guano mêlé à un peu d'argile et à des plumes d'oiseaux, mais toujours en petite quantité.

VIII. — Ile Gaston : schiste tacheté et mélaphyre.

L'îlot Gaston, qui fait partie d'un groupe d'îles et de rochers près de la côte de la Terre Danco, à côté du cap Reclus, a une hauteur maximum de 50 m. environ, est presque plat et offre une apparence de stratification légèrement inclinée.

Peu de neige, roches moutonnées. Dans l'ensemble, cette petite île ne forme d'ailleurs qu'un grand dos de mouton.

Le mélaphyre, qui est la roche principale, doit être considéré comme étant une roche d'intrusion dans le schiste tacheté (Knotenschiefer) gris qui n'apparaît pourtant — dans la portion de l'îlot que j'ai pu parcourir — que sous forme d'une bande de 6 m. d'épaisseur.

IX. — Cap Anna : diorite quartzifère, filons d'eurite et d'aplite.

L'emplacement de ce débarquement se trouve au pied de rochers à pic que des fentes débitent en colonnes plus ou moins verticales. Les photogravures des planches V, VII et X permettent de se rendre parfaitement compte de l'aspect de l'endroit.

X. — Ile Brabant : gabbro, diabase et épidiorite.

Les roches rapportées du X^{e} débarquement proviennent de trois endroits différents qui sont : deux rochers près du niveau de la mer au cap d'Ursel, puis un nunatak situé au SW. de ce cap et, enfin, un autre nunatak plus éloigné et qui appartient au versant méridional de la vallée dans laquelle s'écoule le grand glacier qui débouche dans la baie Buls.

A l'endroit du débarquement, j'ai trouvé d'une part du gabbro à uralite et d'autre part de la diabase ophytique à grain fin en contact avec de l'épidiorite à glandules, tandis que le contact avec le gabbro était masqué par la neige. Un gabbro à uralite formait également le sommet de montagne le plus proche, le premier nunatak, et la roche du second, celui qui est représenté par les photogravures de la planche III, était du gabbro à péridot.

XI. — Cap Van Beneden : porphyrite et filons de mélaphyre.

XII. — Ile de Cavelier de Cuverville : porphyrite.

XIII. — Roches Sophie : pegmatite avec filons d'aplite et roches sédimentaires.

Dans la partie méridionale de la baie Wilhelmine, il y a de nombreux endroits où la roche est à nu, mais ils sont pour la plupart inaccessibles, les rochers plongeant à pic dans la mer. Nous sommes pourtant parvenus à opérer un débarquement au pied d'une falaise granitique, sur un roc de quelques mètres d'étendue et émergeant à peine de l'eau, et, tout près de là, j'ai pu examiner hâtivement un petit promontoire, formé d'une muraille de roches sédimentaires métamorphiques, en contact avec la pegmatite.

Je ne saurais dire avec certitude si une faille séparait la formation sédimentaire de la roche éruptive, mais je suis porté à le croire, et s'il en est vraiment ainsi, le contact n'était en réalité qu'apparent. La direction des strates est NE.-SW. et leur inclinaison NW. est d'environ 45°. Un schiste très fissile alterne avec une arkose foncée et des strates vert foncé d'une autre roche. La pegmatite est en dessous (c'est-à-dire dans le S.) et forme une montagne rougeâtre contre laquelle est adossée une montagne noire tout à fait inaccessible, sauf à l'endroit où j'ai pu me hasarder. La stratification paraît être beaucoup plus redressée en haut que près du niveau de la mer.

XIV. — Ile Anvers : gabbro, filons d'ophyte et de mélaphyre.

La roche n'apparaissait dépourvue de neige que sur une faible étendue.

XV. — Ile Wiencke (côte W.) : diorite quartzifère à gros grains, filons de diabase à grain fin et de diabase schistoïde.

L'ensemble de la côte, qui est dépourvue de neige sur une assez grande étendue à l'endroit de notre débarquement, se présente sous la forme d'un grand dos de mouton. Les roches y sont très aplanies et moutonnées, et sont traversées de fentes, parfois béantes, allant suivant diverses directions et s'entrecroisant.

XVI. — L'une des îles Wauwermans près du cap Errera : porphyre quartzifère.

Simple liséré de roche nue sur le pourtour de l'îlot qui est recouvert d'une calotte de

glace. Les roches sur le pourtour de l'île, qui ne sont pas couvertes de neige, présentent des formes moutonnées ; ces dos de mouton sont très plats (1). Il y a également des fentes dans la roche, mais beaucoup moins qu'au débarquement précédent. De nombreuses veines de quartz ; il y a aussi du quartz améthyste et des minerais de cuivre en petite quantité.

XVII. — Ile Bob, côte E. de l'île Wiencke : diabase et veines de mélaphyre.

La description de cet îlot sera donnée plus bas, et comme il sera également plus longuement question des débarquements suivants, il suffira d'énumérer simplement, en cet endroit, les roches qui y ont été trouvées en place.

XVIII. — Ile Banck près de la Terre Danco, en face de l'île Wiencke : diorite avec beaucoup de quartz, filons de mélaphyre à structure ophytique.

XIX. — L'une des îles Moureaux, dans la baie des Flandres : granite avec filons d'aplite.

XX. — Côte de la Terre Danco au S. du cap Renard : granite à grain fin avec filons de mélaphyre.

On ne saurait se prononcer sur l'âge des terrains sédimentaires découverts aux débarquements VIII et XIII, pas plus que sur l'extension de ces terrains. Cependant, rien que la présence de ces lambeaux de schistes métamorphiques offre beaucoup d'intérêt, attendu que nous avons là une démonstration de ce fait que les Antarctandes ne sont pas une simple accumulation de roches éruptives, mais que la formation de cette chaîne de montagnes a été, au contraire, accompagnée d'importants plissements de terrains, que ces montagnes ne sont peut-être même qu'une chaîne de plissement dans laquelle les phénomènes éruptifs sont accessoires et n'ont qu'une importance secondaire.

Si nous recherchons maintenant quelle est la distribution régionale des roches trouvées en place aux divers débarquements, nous constatons de suite qu'elle n'est pas quelconque, mais que, au contraire, les roches sont distribuées par *zones*.

Un massif granitique se trouve au SE. Il comprend les débarquements XIII, XIX et XX des côtes de la Terre Danco et s'étend au delà de la sortie du détroit, puisque le porphyre quartzifère qui forme l'îlot de notre XVI^{e} débarquement, tout près du cap Errera de l'île Wiencke, s'y rattache évidemment.

Puis vient la porphyrite, trouvée aux débarquements XI et XII, et qui forme probablement la majeure partie de la péninsule comprise entre la baie Wilhelmine et la baie Andvord. La roche de l'île Wiencke, par contre (débarquement XV), ainsi que celle trouvée au cap Anna (débarquement IX), est de la diorite quartzifère. La porphyrite des débarquements précédents appartient sans aucun doute à la bande de diorite quartzifère, qui empiète d'ailleurs, par places, sur la côte méridionale du détroit (débarquemeut XVIII). Vers le nord, dans la région de l'Inlet de Hughes, les roches trouvées en place à l'île Deux-Hummocks et à l'île Harry (débarquements IV et VI) sont encore de la diorite.

Plus loin vers l'Océan, et plus près de l'alignement des Shetland méridionales, ce sont des massifs de gabbro que nous trouvons aux débarquements (XIV, X et II) opérés sur les îles de l'archipel de Palmer et sur l'île Moreno, à l'entrée du chenal d'Orléans. La diabase enfin, trouvée aux débarquements XVII, VI et I, est de formation postérieure à la diorite quartzifère et au gabbro, puisque dans l'île Wiencke et dans l'île Brabant elle apparaît sous forme de

(1) Voyez G. Lecointe, *Travaux hydrographiques*, pl. XV.

filons dans ces roches, tandis que le mélaphyre est la roche éruptive la moins ancienne, puisque ses filons se trouvent indifféremment dans les autres roches trouvées en place.

Mais l'erratique, sur lequel j'insisterai plus loin, nous démontrera que la série des roches éruptives est encore plus complète et que, dans leur distribution géographique, ces roches se présentent réellement par zones.

Ainsi donc, même si l'existence des terres situées au N., à l'E. et au S. de la région explorée n'était pas connue, la conclusion géologique que l'on serait forcé de déduire de la nature des roches trouvées est que l'archipel de Palmer et la Terre Danco ne forment qu'une partie d'un ensemble de terres beaucoup plus étendu.

Et dans cet ensemble, — qui existe vraiment, — l'unité des massifs hors desquels les îles ont été sculptées et de celui ou de ceux de la Terre Danco est très probable, sinon tout à fait certaine.

Les formes du terrain

Si vraiment l'archipel de Palmer appartient géologiquement au bloc continental de la Terre de Graham et de la Terre Danco, il ne s'ensuit pas nécessairement que le détroit qui le sépare de ces terres doit être une vallée d'érosion, actuellement submergée, ou même une grande vallée érodée hors de ce bloc, jusqu'en dessous du niveau de la mer, par les glaciers du passé. On pourrait, en effet, également expliquer la présence du détroit de Gerlache par un affaissement d'une bande comprise entre failles parallèles — un *Graben* — ou encore par un vaste synclinal. Cependant, malgré la grande probabilité d'une origine tectonique, on est forcé d'admettre que cette vallée a été façonnée par le travail des eaux courantes et, dans la suite, par des glaciers.

Car il suffit de regarder la carte pour se rendre compte de la complexité du relief. Il est visible que les deux baies de l'Inlet de Hughes, la baie Charlotte, la baie d'Andvord, les baies de la baie des Flandres enfin, ne sont que les prolongements submergés de vallées. Les glaciers de quelque importance, les vrais fleuves de glace, débouchent dans des baies. Ce sont les flancs montagneux entre lesquels les glaciers s'écoulent qui s'avancent jusque dans la mer.

Ailleurs nous voyons, en petit, la reproduction de la carte de l'ensemble des terres découvertes. Le chenal La Plata, qui sépare une suite d'îles de la côte, de même le chenal d'Errera, plus loin les îles Lemaire, Bryde et d'autres, et enfin l'alignement des îles Danebrog, sont les exemples de ce genre que l'on peut citer. En ce qui concerne l'île Wiencke, le relief démontre d'une façon évidente que le chenal de Neumayer ne peut être considéré autrement que comme étant formé de plusieurs vallées submergées.

Si l'on admet que tout l'ensemble du bloc des terres visitées s'est affaissé de quelques centaines de mètres, on est amené à se demander quel a dû être le système des eaux courantes avant l'époque glaciaire.

C'est là une question à laquelle on ne saurait répondre que par des hypothèses.

Supposons qu'un fleuve descendait des montagnes dans la dépression occupée actuellement par la baie des Flandres, qu'il recevait des tributaires importants venant du N. : l'un originaire d'un cirque compris entre l'île Lemaire, les îles non dénommées à l'W. de l'île De Rongé et le cap Astrup, l'autre venant du chenal de Neumayer.

Supposons un deuxième fleuve, venant de la baie d'Andvord et s'écoulant dans l'Océan à travers le chenal de Schollaert. Un troisième enfin, allant de la baie Wilhelmine dans l'Inlet de Hughes et le détroit de Bransfield.

Un tel système expliquerait parfaitement la formation de groupes montagneux actuellement séparés, tels que la Sierra Du Fief, les monts Osterrieth et les monts Solvay, et qui visiblement appartiennent à un seul et même complexe de montagnes.

C'est, du reste, ce que nous pouvons constater partout ailleurs. La plupart des chaînes de montagnes, supposées submergées, se résoudraient en îles, plus ou moins espacées suivant la maturité plus ou moins avancée du système fluviatile qui les draine.

Ainsi donc, je suis porté à croire que les deux baies de l'Inlet de Hughes, le chenal de Schollaert, la baie des Flandres et le détroit de Gerlache ne sont que des entailles creusées dans la chaîne des Antarctandes, que ces voies d'eau sont ainsi absolument comparables aux canaux qui traversent ou qui longent la chaîne des Andes de la région de la Terre de Feu et aux fiords d'autres régions.

Sous ce rapport, il y a lieu de faire remarquer que la diversité d'aspect des pays de fiords ne doit nullement nous étonner. Si nous supposons d'abord une chaîne complètement abradée et transformée en plateau dans lequel des vallées encaissées ont été érodées (exemple : les Ardennes) et que nous nous imaginions l'aspect de ce pays à la suite d'une submersion partielle, nous aurons sans aucun doute un tracé de côtes absolument différent de ce que nous voyons dans les régions explorées par la BELGICA.

Mais, suivant que la convexité de la bosse choisie comme exemple est plus ou moins grande, et suivant le développement et la maturité plus ou moins avancée des vallées qui s'y trouvent creusées, les tracés des lignes hypsométriques varieront notablement. Et si, au lieu de bosses produites par l'abrasion de chaînes de montagnes, nous prenons en considération une suite d'exemples de chaînes de montagnes plus récentes et dont le relief est notablement plus varié et plus accentué, nous pouvons aisément imaginer toutes les transitions voulues pour arriver jusqu'à des formes de fiords tels que ceux de la Terre de Feu et de la Terre Danco.

Avant d'insister davantage sur les vallées et les autres formes de terrain de la région du détroit de Gerlache, il y a lieu de faire quelques remarques d'ordre plus général.

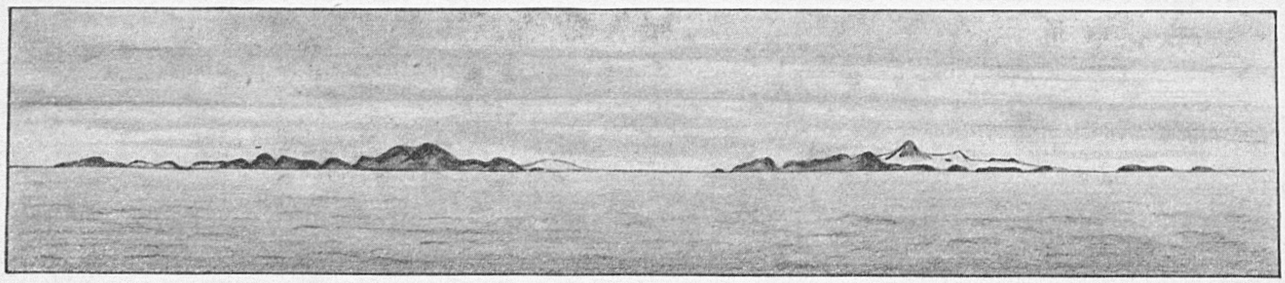
Quoique au cours de la croisière hâtive de la BELGICA nous n'ayons pas relevé les hauteurs des montagnes, je puis cependant dire, d'après mes impressions, que les monts Brugmann sont moins élevés que les monts Solvay ; que là où nous avons pu voir au loin vers l'intérieur de la Terre Danco, les montagnes de cette terre et l'inlandsis à l'horizon me paraissaient être plus élevés que les montagnes de l'archipel Palmer; qu'en plus, dans la région de l'Inlet de Hughes, les hauteurs diminuent vers le N.; que les terres aperçues du X^{e} débarquement et surtout celles vues au S. du XVII^{e} me semblaient formées de massifs imposants ; que les montagnes de la Terre Alexandre, enfin, m'ont fait l'impression d'atteindre des altitudes plus grandes encore.

Il me paraît donc certain que la chaîne des Antarctandes se prolonge bien au delà du cercle polaire et que, dans la région explorée par nous, elle va en s'abaissant graduellement vers le N.

Les difficultés de deviner les alignements du relief sont très grandes. De même que le modelé des parties basses, envahies par la mer, les formes des régions élevées de la Terre Danco échappent complètement à toute observation directe, car par là l'inlandsis masque totalement, ou presque totalement, les inégalités du sol.

En ce qui concerne les montagnes et les crêtes qu'on voit près de la côte, on est forcé de les considérer comme ayant été entièrement sculptées par l'érosion ; elles appartiennent à des lignes de faîte entre des vallées et des cirques et ne nous fournissent par conséquent aucun renseignement sur la direction de la chaîne de montagnes.

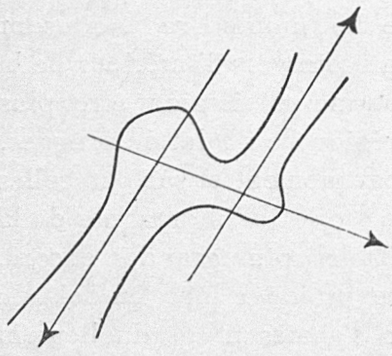
J'ai supposé que dans la portion septentrionale la chaîne des Antarctandes se courbe vers l'E., que l'île Trinité appartient à l'archipel de Palmer et que la Terre Louis-Philippe forme le prolongement de la Terre Danco. L'alignement des Shetland méridionales est, dans ces conditions, parallèle à celui de la chaîne principale.

E.  W.

Il est intéressant de remarquer que l'archipel des Shetland méridionales est volcanique. L'île Déception est un volcan ; plus loin dans le détroit de Bransfield il y a d'autres îles volcaniques, et les montagnes les plus élevées de l'île Livingstone sont probablement aussi des volcans. Le dessin ci-dessus nous montre en effet des dômes et des cônes parfaitement caractéristiques.

Dans la région explorée par l'Expédition, la direction de la chaîne serait approximativement celle du détroit, tandis que plus au Sud, dans la Terre de Graham, elle se rapprocherait davantage de l'alignement N.-S. Dans ces conditions, la vallée occupée par le détroit de Gerlache doit être considérée comme étant une vallée longitudinale, tandis que la baie des Flandres et le chenal de Schollaert occupent des vallées transversales. Il n'y a rien d'extraordinaire à ce que ces vallées s'entrecroisent. Les exemples de ce genre abondent dans la plupart des chaînes de montagnes. D'ailleurs, le chenal de Neumayer est un exemple frappant.

La branche septentrionale du chenal n'est pas le prolongement de la branche principale.



A partir du cap Astrup, le chenal va en se rétrécissant vers le S. et la vallée se poursuit tout droit à l'intérieur de l'île Wiencke. La photogravure panoramique de la planche VIII nous montre le glacier plat qui monte en pente douce vers le S., exactement suivant le prolongement de la branche septentrionale du chenal. Le glacier uni et bas qu'on voit à gauche est dirigé perpendiculairement au précédent. Il forme le prolongement vers l'E. de la branche de jonction du chenal. Mais la baie de Börgen marque également l'emplacement d'un entrecroisement de deux vallées, et la branche méridionale du chenal de Neumayer, qui s'ouvre vers l'Océan, se rétrécit vers le N. et sa dépression se poursuit dans les montagnes par une grande vallée. La figure ci-contre représente les choses schématiquement.

La côte de la Terre Danco est très déchiquetée; les nombreuses vallées qui débouchent dans le canal en sont la cause.

Au fond de la baie des Flandres, ce fiord se ramifie et dans chacune de ses nombreuses anses débouche un glacier. Quelques-uns de ces glaciers sont plats et donnent naissance à des icebergs tabulaires. Les vallées qu'ils occupent doivent donc monter en pente douce vers l'intérieur des terres.

La baie Brialmont présente des conditions semblables; là aussi il y a formation d'icebergs.

Dans les îles de l'archipel de Palmer, au contraire, les grandes vallées doivent se trouver sur le versant océanique, tandis que du côté du détroit les montagnes semblent descendre en pentes plus abruptes. Ainsi, le glacier qui s'écoule dans la baie Buls se résout en séracs, et il doit en être de même d'autres glaciers qui descendent de cascade en cascade. Lors de notre X^{e} débarquement, nous avons été arrêtés dans notre ascension des monts Solvay, dès l'altitude de 500 m., par des rochers à pic et, sur le glacier, par des crevasses infranchissables.

Une particularité tout à fait remarquable de ce versant oriental des monts Osterrieth est la présence de cirques aux parois abruptes et qui ne sont probablement rien autre chose que des « Kare », tels que Richter les a définis, — sauf les dimensions qui, dans les régions antarctiques, peuvent être notablement plus grandes que dans les Alpes.

Voici les termes mêmes dans lesquels j'ai consigné l'observation sur laquelle je base mon assertion :

« Nous nous rapprochons progressivement de la côte au NW., la course du bateau étant WSW. (1). J'aperçois une muraille formant un petit cirque entre deux promontoires.

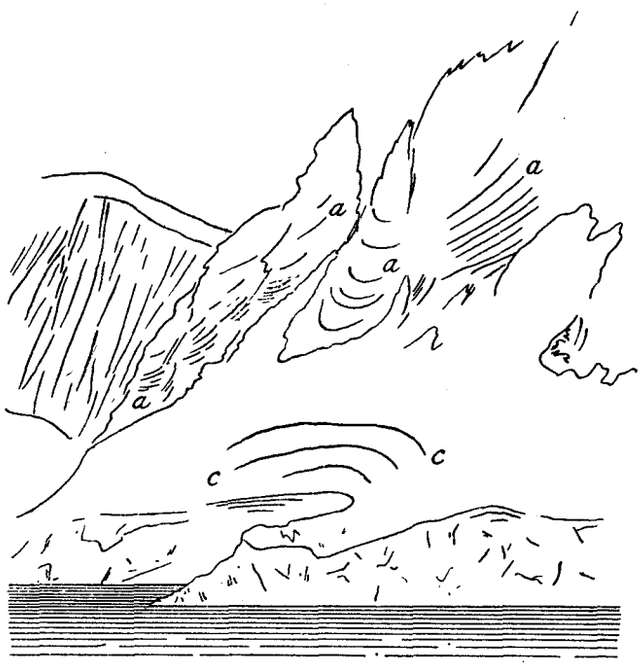
» Au pied s'étend un champ de névé qui se termine brusquement le long de la côte et monte en pente douce vers la montagne. Une série de lignes courbées, plus ou moins parallèles, se dessinent très nettement sur cette muraille, et la plus basse d'entre elles suit les contours du champ de névé. Ce sont des gradins entaillés dans la roche sous forme de marches. Comme ils sont recouverts de neige, l'alternance de la roche à nu et des marches sur lesquelles la neige séjourne, fait mieux ressortir cette particularité. Je revois la même chose ailleurs dans des conditions semblables. Ce doivent être d'anciens niveaux du champ de neige ; c'est du moins la seule explication que je prévoie de ce fait curieux. Ce serait une preuve d'une plus grande extension des glaciers, pendant laquelle ces champs de névés se seraient élevés jusqu'aux niveaux supérieurs. Les gradins marqueraient dans ces conditions des étapes. Car la roche s'effrite et tombe, la muraille rétrograde, et si la neige descend, nous avons une ligne indiquant l'ancien emplacement. »

J'ai évidemment pu me tromper en admettant que les gradins marquent des étapes, en supposant, en d'autres termes, que chaque gradin indique une limite temporaire du champ de névé.

Un croquis qui accompagne dans mon carnet la note ci-dessus montre que ce cirque creusé dans le flanc de la montagne était compris entre un « promontoire » et un « gros dos »; que le champ de névé, au pied de la muraille, était « plat »; que dans la série des gradins « les derniers en haut étaient curvilignes ».

La photogravure 3 de la planche XI nous montre (à gauche) un autre exemple de ce genre. Et, d'après cette photographie, il est visible que la particularité signalée peut se présenter ailleurs que dans des cirques. Sous ce rapport, la photographie du cap Renard est également très instructive (pl. XI, fig. 1). Mais, au sud du cap Renard, j'ai encore observé des lignes parallèles, creusées dans le roc, qui me paraissaient être beaucoup plus caractéristiques.

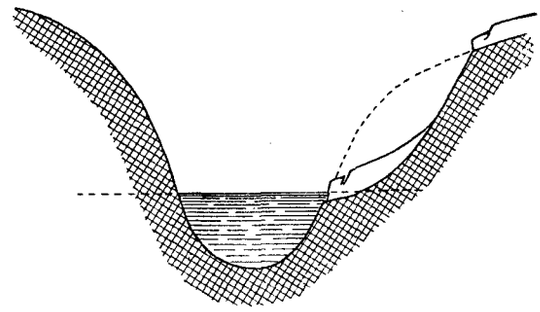
(1) Entre le cap Van Ryswyck et l'endroit du XIV^{e} débarquement.



Le croquis ci-contre montre que ces gradins (*a*) correspondaient absolument aux limites supérieures des névés adossés aux flancs des montagnes. Ils s'élevaient au moins jusqu'à 150 m. au-dessus.

Une autre particularité des formes du terrain est suffisamment bien démontrée par les photographies annexées à ce mémoire pour qu'il ne me soit pas nécessaire d'y insister longuement : en de très nombreux endroits, les rochers qui forment les versants des vallées submergées ne plongent pas directement dans la mer : au contraire, des pentes douces s'étendent au pied des escarpements.

A supposer que les terres vinssent à se soulever en bloc, ou en faisant abstraction par hypothèse des eaux du chenal, on aurait, suivant le niveau actuel de la mer, une série de terrasses, sur lesquelles nous voyons à présent des champs de névé.



La coupe schématique ci-contre exprime graphiquement ma manière de penser. Il serait difficile de s'imaginer le relief autrement dans les cas où la discontinuité des profils entre les pentes des flancs des montagnes et les champs de névé qui s'y trouvent adossés, nous force d'admettre une discontinuité des pentes du sol, probablement plus grande encore.

La planche VII montre des murs de glace qui ne plongent pas dans la mer. Ailleurs, à l'île des Deux-Hummocks, par exemple, j'ai pu voir le fond de la mer, ou des roches moutonnées émergeant à peine, jusqu'à une certaine distance de la côte. Il y avait donc là des plates-formes. Et cette constatation me ramène à d'autres particularités des champs de névé bas que nous montrent les planches VIII et X.

Ces champs de névé sont compris entre des écrans se terminant vers le bas par de petits promontoires. Sous ce rapport, on peut observer tous les passages de formes voulus entre de simples rainures et de vrais cirques. D'autre part, les dimensions de ces cirques varient notablement et présentent des stades de passage à de vraies vallées qui découpent les montagnes en massifs séparés.

En ce qui concerne les formes des montagnes ainsi comprises entre des cirques très resserrés, celles des aiguilles du cap Renard sont sans aucun doute les plus curieuses. A titre de comparaison, j'ai placé sur la planche XI la photogravure des rochers de l'entrée de John Harbour, à l'île des Etats, car ces rochers montrent une vague ressemblance avec les aiguilles du cap Renard et les montagnes du cap Anna, tout en étant formées de roches absolument différentes.

Il faut, en effet, à côté de ces montagnes en forme de pain de sucre, en voir d'autres,

présentant l'aspect de dômes, d'autres encore se rapprochant de la forme pyramidale, et enfin les vrais pics, assis sur une grande base, bien massifs, et n'ayant plus rien de commun avec l'aspect squelettique des crêtes et des aiguilles isolées, pour comprendre la communauté d'origine de toutes ces formes, qui toutes ont été façonnées hors d'un même bloc, par l'érosion fluviatile et glaciaire et par les agents atmosphériques.

Les formes des glaciers

Dans les régions arctiques, le niveau des neiges perpétuelles ne descend nulle part jusqu'au niveau de la mer, et les glaciers ne s'observent sur les terres boréales qu'en pays de montagnes. C'est pourquoi ALFRED RUSSELL WALLACE (1) a été amené à supposer que les neiges éternelles ne pourraient subsister sur terrain plat et bas et que les îles des régions antarctiques, pour lesquelles on admettait un recouvrement complet de neige, doivent être montagneuses, offrant par cela même des conditions avantageuses pour la formation de glaciers s'étendant jusqu'à la mer.

Tel est évidemment le cas le plus ordinaire, et il est certain que dans la baie de Hughes, par exemple, le niveau des neiges perpétuelles n'atteint pas le niveau de la mer ; mes notes sur les îles des débarquements I, II, VII et VIII le prouvent. Mais il n'en est pas de même sur les côtes exposées aux vents de l'ouest, venant directement de l'Océan. Les îles Wauwermans, à la sortie du chenal de Neumayer, peuvent être citées comme exemple, et les îles Moureaux, dans la baie des Flandres, sont plus intéressantes encore à considérer au point de vue particulier qui nous intéresse, car l'une d'elles au moins est très basse et entièrement recouverte de neige, transformée en glace en dessous, et descendant en pente douce vers la périphérie de la bosse.

Nous avons là un exemple démontrant que le niveau des névés peut descendre jusqu'au niveau de la mer.

Ailleurs, sur des îlots plus étendus, nous avons pu voir une accumulation de glace plus considérable, recouvrant parfaitement toutes les inégalités de terrain et formant des glaciers bombés. Ces calottes se terminaient à la mer par des murailles de glace à pic, tandis qu'à la surface elles avaient la forme de boucliers parfaitement unis (2).

Il me semble qu'il n'y a de différence, entre ces glaciers bombés des petites îles antarctiques et l'inlandsis du Groenland, que dans l'étendue incomparablement plus grande de l'inlandsis et dans le fait que celui-ci n'atteint pas la côte, mais se résout en ruisseaux et en fleuves de glace séparés. Mais il peut y avoir un inlandsis plus étendu que ne l'est celui du Groenland.

Nous pouvons dire que la grande calotte de glace que CROLL a imaginée dans le temps (3), doit de fait recouvrir l'Antarctide, puisque même des îlots peuvent présenter ce recouvrement parfaitement uniforme et bombé que CROLL admettait pour toute l'étendue du continent austral.

Les explorations récentes de BRUCE, de VON DRYGALSKI et du capitaine SCOTT surtout, parlent tout à fait en faveur de cette hypothèse, et seul l'avenir pourra nous apprendre de

(1) *Island Life*, 2e édit., London, 1895, p. 136.

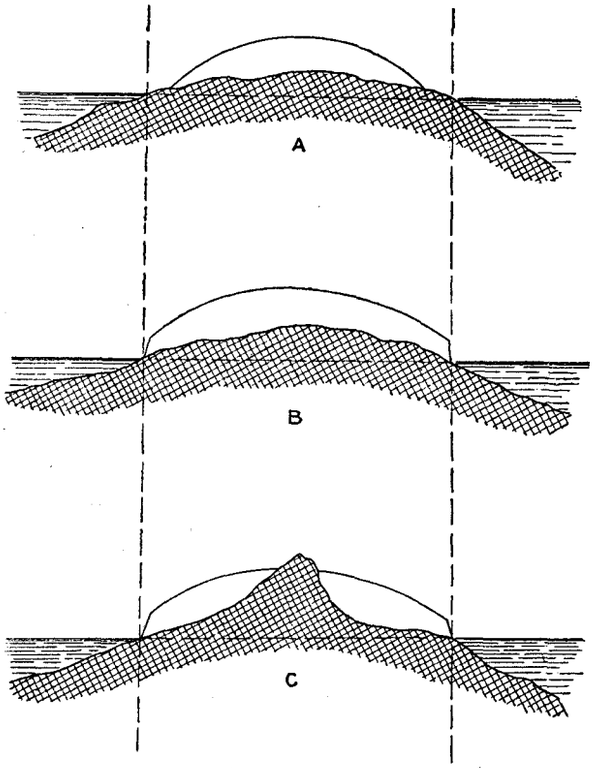
(2) Au XVIe débarquement, nous avons remarqué que le bouclier était fendu, mais il n'y a aucune raison pour que le fait se reproduise partout.

(3) JAMES CROLL, *Climate and Time*, 4e édit., London, 1897, p. 375.

combien doit être réduit le chiffre fantastique que CROLL a proposé (1) comme épaisseur probable de la glace au Pôle Sud (2).

Les calottes glaciaires des îlots antarctiques ne sont donc rien autre chose que des réductions, en tout petit, des formes des glaciers qu'on appelle l'inlandsis.

Les calottes peuvent présenter différents aspects.



Ces boucliers de névés peuvent en effet être considérés comme étant parfaits, tronqués ou imparfaits. Les croquis A, B et C montrent les trois cas pouvant se présenter.

Le dessin A représente la coupe d'un îlot couvert d'une calotte qui descend en pente douce jusqu'au rivage ; l'épaisseur maximum de la calotte est au milieu, tandis que vers la périphérie la couche de glace va en s'amincissant jusqu'au niveau de la mer, où la roche est à nu. L'îlot de notre XIX^e^ débarquement, déjà mentionné plus haut, peut servir d'exemple.

Dans le cas représenté par le croquis B, la calotte n'est plus complète. L'épaisseur du recouvrement de glace et de névé étant plus grande, la base est insuffisante, et le glacier ayant tendance à s'écouler de toutes parts au delà du rivage de l'îlot, doit forcément se terminer par des falaises. De la sorte la calotte est donc vraiment tronquée suivant tout son pourtour. L'île Louise, dont la planche V donne une photographie, puis l'îlot à côté de celui de notre XVII^e^ débarquement (pl. IX en haut à droite), sont d'excellents exemples.

Mais supposons maintenant que le sol est accidenté et qu'une pointe de rocher ou une montagne perce la calotte de glace, comme cela est figuré sur le croquis C. Dans ce cas, le glacier formera un anneau tout autour de cette montagne et la calotte glaciaire sera imparfaite.

Dans certains cas, la présence des rochers ensevelis se manifestera à la surface de la calotte par des crevasses (pl. VI, fig. 1); d'autres fois le rocher n'émergera qu'à peine (pl. VI, fig. 2); ailleurs, au contraire, le profil du bombement de glace sera affecté par la montagne qui perce le glacier.

Ainsi, toutes les gradations sont imaginables jusqu'au type de glacier représenté par le croquis ci-contre (île Emma).

La différence essentielle entre la glaciation de cette île et celle des exemples précédents réside en ce que, tandis que les calottes sont convexes, ici, au contraire, nous voyons des champs de névé à surfaces concaves. Ce n'est, en somme, rien autre chose qu'une suite de

(1) Pour une calotte de glace de 2800 milles de diamètre et pour une pente d'un demi-degré à la surface, CROLL admet une épaisseur de glace de 12 milles au pôle. « But to avoid all objections on the score of over-estimating the thickness of the cap.... The thickness at the pole will then be only six miles.... » (*Climate and Time*, p. 377.)

(2) La quantité des précipitations atmosphériques doit aller en diminuant vers l'intérieur de l'Antarctide. A priori, on pourrait donc également soutenir la thèse que le pôle est dépourvu de glace, la quantité de neige pouvant s'évaporer pendant l'année étant, par hypothèse, supérieure à celle qui tombe.

champs de névé tels qu'on les voit partout, dans les régions montagneuses, au-dessus du niveau des neiges perpétuelles, là où les glaciers prennent leur origine. L'île figurée apparaît tout comme le sommet d'une montagne isolée, autour duquel les champs de névé sont soudés entre eux. Les crevasses curvilignes montrent qu'il y a des inégalités dans les pentes et que pour peu que ces inégalités seraient plus accentuées, le cercle de glace se résoudrait en une série de champs de névé séparés.

Ces champs de névé, adossés aux flancs des montagnes et se terminant à la mer par des falaises de glace, forment un autre type de glacier tout à fait particulier aux régions antarctiques.

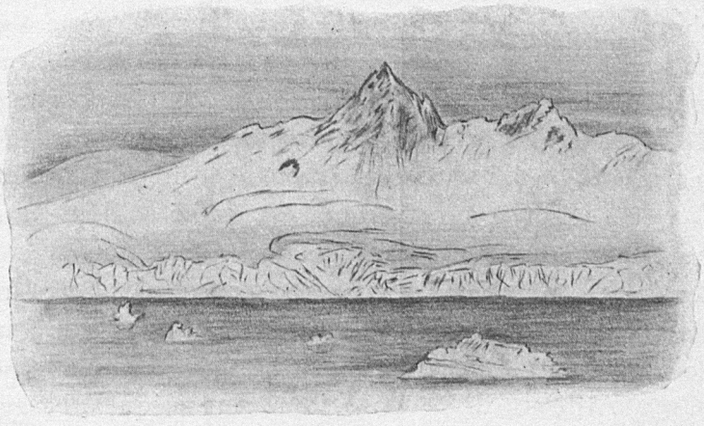
Prenons comme exemple celui qui se trouve représenté sur la planche X, en haut à droite. Peu importe que le creux dans lequel pareil glacier se trouve soit un cirque ou un kar ; ce qui le rapproche des champs de névés qu'on peut voir dans des enfoncements de ce genre, dans les Alpes, c'est sa forme, due aux parois rocheuses qui l'abritent ; mais ce qui l'en distingue, c'est qu'au lieu de se poursuivre vers le bas, il est coupé suivant toute sa largeur. Sur les côtés, la muraille de glace correspond sans aucun doute à la ligne du rivage, tandis qu'au milieu elle la dépasse et plonge dans la mer.

La variété de ces glaciers adossés ou côtiers est très grande.

Si celui que je viens de choisir comme exemple ressemble énormément aux formes alpestres et n'en diffère que par ce fait que le fleuve de glace lui manque, celui qu'on voit au pied du cap Renard (pl. XI, fig. 1), par contre, en est très différent. Et d'abord, il est bombé, et puis, au lieu d'être encaissé, il n'est adossé au flanc de la montagne que d'un seul côté, tandis qu'il est libre sur la plus grande partie de son pourtour.

Ailleurs, les glaciers côtiers étant soudés entre eux, peuvent former un talus continu.

La planche V nous fournit un exemple de ce genre, tandis que la planche VIII nous montre des glaciers côtiers se présentant encore tout autrement. Ces glaciers de l'île Wiencke peuvent en effet être considérés comme étant, du moins en partie, des glaciers régénérés. Car, des hauteurs qui portent une calotte élevée, descendent des glaciers suspendus qui, dans le bas, se soudent aux glaciers côtiers qu'ils nourrissent.



Ile Emma

Les cheminées qui abritent ces glaciers suspendus, tout à fait particuliers et ayant l'apparence de colonnes de glace, existent évidemment ailleurs aussi. Parfois les flancs des montagnes sont creusés de nombreuses rainures de ce genre qui forment les voies de descente des avalanches. Ici les avalanches nourries par les névés de la calotte élevée ont été par trop abondantes et ont creusé par cela même ces cheminées profondes qui abritent maintenant de véritables torrents de glace. Cet exemple me permet de passer enfin au dernier cas de glacier côtier que je désire mentionner.

Dans certains cas, le glacier côtier étant nourri par des glaciers de grandes dimensions, peut, si les conditions topographiques sont favorables, atteindre des dimensions très considérables.

Ce sont alors de grands épanchements de glace, largement étalés au pied des montagnes,

que l'on a devant soi. L'exemple typique de ce genre de glacier a été décrit par ISRAEL C. RUSSELL (1). C'est le Malaspina dans l'Alaska.

Mais, tandis que dans le Nord la glace est à nu et en pleine fusion, dans le Sud, au contraire, elle est recouverte de champs de névé jusqu'au niveau de la mer.

Voici, à ce propos, la note que j'ai inscrite dans mon journal de voyage à la date du 16 février 1898 :

« Le soir, l'horizon s'étant complètement dégagé, nous avons pu voir très bien une grande île montagneuse, dans l'E., et l'extrémité septentrionale de la Terre Alexandre (2).

» L'île semble marquer la terminaison de la Terre de Graham, car la côte qui se trouve au delà paraît fuir vers l'E. Il se pourrait donc qu'il y eût un passage ou tout au moins un grand golfe entre les deux terres. Nous n'avons pas pu voir la côte méridionale de la Terre de Graham de façon à pouvoir dire quoi que ce soit de certain, car la distance qui nous en séparait était par trop grande. En ce qui concerne l'île, c'est toute une chaîne élevée avec de nombreuses vallées entièrement comblées de glace. Les formes des montagnes ne sont pas celles du Nord. Je ne vois pas d'arêtes tranchantes. Ce sont plutôt de grandes masses en forme de pyramides élevées et plus bas il y a des apparences de terrasses, — sans aucun doute des collines ensevelies sous la neige. Sur le pourtour de l'île s'étend, d'une façon discontinue, une grande plaine de glace, allant en s'abaissant doucement vers la mer et se confondant dans le pack.

» La Terre Alexandre, qui est au S., a des pics très élevés qui se dressent majestueusement au-dessus de tout un ensemble montagneux qui s'étend suivant la direction N.-S. et se perd vaguement à l'horizon. Devant nous se trouve un cap qui est l'extrémité d'une chaîne allant de l'E. vers l'W. et qui forme la côte nord de cette terre. Il est difficile de dire si cette chaîne va très loin vers l'E. ou si elle se termine à une grande masse montagneuse qui se dessine au delà et dont cette chaîne pourrait fort bien n'être qu'un rameau. Le fait est que deux ou trois autres profils montagneux, moins imposants, semblent être dirigés parallèlement. Mais, dans tous les cas, une grande masse qui soude le tout se trouve dans l'E. Plus loin vers le S. les montagnes semblent décroître en importance et le profil en est doux.

» Un fait à remarquer est qu'ici également se dessine très nettement une plaine de glace qui descend vers la mer en pente très douce, et c'est dans cette plaine que viennent se confondre les nombreux glaciers qui descendent des montagnes. Sur la Terre Alexandre, les fleuves de glace n'atteignent donc pas la mer, car ils se fondent les uns dans les autres pour produire un seul grand pied de glace au-devant de cette terre. »

Ailleurs dans les régions antarctiques, ce type de glacier est mieux développé, et le plus bel exemple à citer est sans aucun doute la grande plaine de glace qui se termine par la muraille de Ross.

Les formes de glaciers que j'ai mentionnées sont toutes particulières aux régions antarctiques et ne peuvent être observées que sur les terres du Pôle Sud, pour la raison bien simple que nulle part ailleurs le niveau des neiges perpétuelles ne descend jusqu'au niveau de la mer.

Si maintenant nous passons aux aspects que les glaciers peuvent présenter dans les

(1) *National Geographic Magazine*, vol. III, p. 58. Washington, 1891.

(2) Il me paraît très probable que la côte dont il est question n'est pas la même que celle qui a été découverte par BELLINGSHAUSEN. En dehors de la différence dans les positions observées, le dessin de la Terre Alexandre qui se trouve dans l'atlas accompagnant la narration de voyage du navigateur russe ne correspond pas du tout à ce que nous avons vu.

massifs montagneux, nous remarquerons que — du moins dans la région visitée par la Belgica — toutes les formes que l'on observe ailleurs, au-dessus du niveau des neiges perpétuelles, se rencontrent également sur les terres antarctiques. Ce sont des glaciers suspendus, avec glaciers régénérés dans le bas, de vrais fleuves de glace s'écoulant dans des vallées, des champs de névé dans lesquels les dépôts de neige s'accumulent, l'inlandsis enfin qui, à l'intérieur des terres, recouvre et masque toutes les inégalités du terrain.

Quelques extraits de mes notes de voyage suffiront pour fixer les idées.

Le 25 janvier, lors de notre débarquement sur l'île Harry, nous avons été favorisés par un temps admirable, de sorte que des hauteurs de l'île il m'a été possible d'apercevoir au loin, au delà de l'Inlet de Hughes et du détroit, les terres situées dans la direction de l'E. et du S. « Vers l'intérieur de la Terre Danco, les champs de neige montent peu à peu et donnent un horizon parfaitement continu. C'est l'inlandsis. Par là il peut y avoir des pics isolés, des chaînes de montagnes, des vallées profondes, mais on n'en voit rien : là, tout est comblé de glace. Plus bas, il n'en est pas de même, le relief du terrain se fait sentir à travers l'épais manteau et, par places, des pics percent. Mais ces montagnes sont également couvertes de neige.

« Plus près de la mer, des chaînons se dessinent, et par les vallées, affectant diverses directions, descendent des glaciers de grandeurs très différentes. Le long de la côte il y a des promontoires, dont quelques-uns sont à nu, et puis, dans les parties basses, des champs de neige recouvrant les terminaisons des glaciers qui parfois se fusionnent pour donner naissance à des plates-formes dont peuvent se détacher des icebergs.

» Dans le relief général, les vallées n'apparaissent pas ; elles semblent ne pas exister, car elles sont pour ainsi dire entièrement comblées et les crêtes ne se distinguent pas nettement. Mais elles existent, car les fleuves de glace qui descendent vers la baie diffèrent très fortement dans leurs aspects. Les très grands ont généralement une pente douce ; d'autres, au contraire, sont tourmentés de crevasses. Je distingue également des glaciers suspendus atteignant des dimensions extraordinaires. D'autre part, à la sortie des vallées, les grands glaciers doivent s'étaler.

» Ainsi, rien que par l'aspect du recouvrement de glace on voit combien le relief de ces terres doit être tourmenté. Sous chaque glacier il doit y avoir une excavation profonde, un lit dans lequel la glace s'écoule doucement. La constatation de l'existence de vallées me paraît fort intéressante, car cela nous force de penser qu'il a dû y avoir une époque pendant laquelle tout ce recouvrement de glace n'existait pas et où l'eau courante de fleuves et de rivières a été en action. Mais, d'un autre côté, en regardant ces terres, je me vois transporté dans la région des canaux de la Terre de Feu lors de la grande extension des glaciers. Là, à la pointe méridionale de l'Amérique, la chaîne des Andes devait présenter, pendant l'époque glaciaire, l'aspect des terres antarctiques. »

Quelques jours plus tard, lorsque nous avons tenté de faire l'ascension des monts Solvay, j'ai noté ce qui suit :

« La plaine sur laquelle se trouve installé notre campement est le résultat du comblement parfait de la vallée. Car c'est certainement une vallée qui descend des hauteurs, et quoiqu'il soit bien difficile de deviner l'orographie des parties basses, le glacier et l'accumulation des neiges éternelles dérobant le relief du terrain, la plastique de la glace me démontre pourtant que les nunataks, que nous voyons de part et d'autre, sont des sommets des crêtes des flancs de la vallée, et la cascade de glace que nous avons vainement cherché à franchir, en allant vers l'intérieur de l'île, un seuil qui nous aurait menés sur une autre plaine de glace qui comble l'étage supérieur de cette même vallée.

» Au fond de la baie (Buls) où nous avons débarqué débouche un glacier imposant. Au cours de notre excursion vers le nunatak le plus avancé (pl. III), nous avons très bien pu voir la partie basse de ce glacier. Sa pente va en augmentant tout d'abord, puis viennent de grandes crevasses transversales qui vont d'un côté à l'autre de la vallée ; elles sont concaves vues de la mer et se présentent tout comme des lignes de niveau d'une carte hypsométrique. Une mer de glace de séracs termine ce grand fleuve qui est nourri jusqu'au bout par les champs de névé qui recouvrent les pentes adjacentes et qui forment, par places, de vrais glaciers latéraux. La terminaison est en quelque sorte hachée et les grands blocs anguleux s'y trouvent pêle-mêle, et c'est avec un grand fracas, et comme des avanlanches, qu'ils se détachent du front du glacier. »

Une autre note, relative à un véritable fleuve de glace, a été écrite le 9 février lorsque je me trouvais sur l'île de notre XVII[e] débarquement et que je regardais la côte de la Terre Danco située au S. de l'île Wiencke. « De l'autre côté du canal, je vois un glacier immense qui descend en pente douce des hauteurs qui se trouvent dans le SE. Il est réellement majestueux et comble, dans le bas, deux grandes vallées, au moins sur les trois quarts de leur profondeur, tandis que plus haut il noie complètement la crête qui sépare ces vallées ; au loin il se rattache à l'inlandsis que l'on aperçoit vaguement. »

Dans la baie des Flandres, il nous a malheureusement été impossible de voir bien haut, car les nuages qui se présentaient sous forme d'un gros brouillard élevé masquaient complètement les montagnes. Des hautes montagnes qui se trouvent sans aucun doute à l'E. d'où descendent les très grands glaciers qui se déversent dans le fond du fiord, je n'ai pu apercevoir qu'un seul sommet pendant une éclaircie momentanée. Dans le fond, le fiord se ramifie à la façon d'une main dont chaque doigt indiquerait un front de glacier. L'un d'eux est très plat, fort large, et monte doucement dans la direction S. sous forme d'une plaine unie, sans crevasses. Son front est une muraille continue. D'autres glaciers, par contre, se terminent par des cascades de glace.

Il me semble que ces citations suffisent pour faire comprendre les formes des glaciers de la région explorée au cours du voyage de la BELGICA et pour montrer que la plupart, sinon tous les fleuves de glace de la Terre Danco, proviennent de l'inlandsis, ou de champs de névé se rattachant directement à ceux qui sont largement étalés dans les hauteurs.

Les glaciers se rapprochant du type alpestre — c'est-à-dire ayant un champ de névé particulier, pouvant être délimité de ceux des glaciers voisins — forment l'exception, car presque tous ceux qui sont indépendants de l'inlandsis appartiennent au type des glaciers côtiers. Et partout où les vallées s'avancent au loin dans l'intérieur des terres, elles sont inévitablement envahies par les épanchements de l'inlandsis.

Sur les îles, les choses peuvent évidemment se passer tout autrement. Celles de l'archipel de Palmer peuvent servir d'exemple. Là les montagnes étant trop élevées pour la base qu'elles occupent, les sommets ne peuvent être englobés dans une calotte de glace et même tout le relief ne peut être que très imparfaitement masqué.

L'île Wiencke nous montre, il est vrai, un stade de passage qui se retrouve également ailleurs. La photogravure de la planche VIII nous montre en effet un champ de névé continu, élevé. Au Groenland, VON DRYGALSKI (1) a dénommé « Hochlandeis » des formes de glaciers qui y ressemblent. Les « fjelds » de la Norvège ont encore plus d'étendue et se rapprochent davantage de l'inlandsis proprement dit.

(1) *Groenland-Expedition der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin,* 1891-1893. Bd I, p. 118.

On pourrait évidemment se demander pourquoi l'inlandsis ne masque les inégalités du terrain que loin à l'intérieur des Terres de Danco et de Graham, — pourquoi il ne recouvre pas d'une façon uniforme les montagnes et les vallées jusqu'à la mer.

Les petites îles, couvertes de calottes de glace, semblent en effet, à première vue, n'être qu'une réduction assez fidèle des grandes calottes de glace dénommées inlandsis. Et pourtant, il y a une différence notable entre ces deux genres de glaciers. Tandis que l'inlandsis est, sans aucun doute, principalement formé de glace, les calottes des petites îles ne sont bien certainement rien autre chose que des champs de névé avec glace poreuse et peu consolidée à la base. Bien plus : pour les petites calottes nous pouvons admettre que, dans certains cas, l'épaisseur de la couche glacée, au milieu de l'îlot, est égale au 1/12 du diamètre de la calotte. Si telles étaient les proportions dans le cas de l'inlandsis, nous aurions, sur la Terre Danco par exemple, une accumulation de glace de plusieurs kilomètres ou même de plus de 10 kilomètres d'épaisseur.

Or, si la flèche des grandes calottes de glace — que nous appelons inlandsis — est proportionnellement incomparablement plus petite, cela est évidemment dû à la plasticité de la glace. D'ailleurs, toutes choses égales, la plasticité de la glace est d'autant plus grande que la pression que cette glace supporte est plus forte. La plasticité augmente donc avec la masse prise en considération. La limite d'accumulation possible est par conséquent plus petite pour une surface plus grande.

Il est dès lors compréhensible que l'inlandsis doit s'étaler vers la côte, de façon à y faire apparaître les inégalités du terrain, qu'il s'écoule sous forme de fleuves de glace partout où le relief le permet et que ces glaciers, qui sont poussés vers l'extérieur par la pression de la masse des glaces de l'intérieur des terres, déterminent la limite de l'accumulation possible.

Les vitesses d'écoulement des glaciers varient, car elles dépendent de l'étendue des champs de névé qui nourrissent le glacier pris en considération, des pentes du terrain, de la forme même du lit du glacier et de la masse de glace qui s'y trouve encaissée.

Dans les régions antarctiques, les grands glaciers qui proviennent de l'inlandsis doivent avoir des vitesses de déplacement très considérables, car, d'une part, la rigueur du climat fait que la fusion est tout à fait insignifiante et, d'autre part, ces glaciers sont nourris par de nouveaux apports de neige jusqu'à leur terminaison. Pour ces raisons, c'est donc près de la terminaison même que la vitesse doit généralement être maximum.

Il est certain que la plastique des glaciers antarctiques — celle des vrais fleuves de glace notamment — n'est pas toujours celle de champs de névé. A ce propos, le glacier qui débouche dans la baie Buls pourrait servir d'exemple, puisque à la terminaison il n'est qu'un amas de séracs. Cependant, comme ce n'est que tout à fait exceptionnellement que les glaciers présentent de tels aspects, on peut dire que c'est le paysage des champs de névé qui prédomine et qui caractérise la région des terres explorées par l'Expédition.

Neige, névé et glace

Nombreuses sont les questions que l'on peut soulever au sujet des conditions dans lesquelles les champs de névé se forment dans les régions antarctiques et au sujet des transformations des névés en glace.

Les premières questions se rapportant à l'économie des glaciers sont celles relatives aux précipitations atmosphériques : fréquence des pluies et des chutes de neige et quantités d'eau

et de neige tombées. Il est probable que, de même que dans la région de la Terre de Feu, de très grandes différences pourront être observées en des endroits très rapprochés et que les rivages exposés aux vents venant de l'Océan reçoivent des quantités d'eau et de neige beaucoup plus considérables que les rivages abrités.

A défaut de mesures, il suffit de comparer entre eux les endroits visités. Low Island, dans le détroit de Bransfield, est basse et complètement recouverte de neige ; les petites îles de l'Inlet de Hughes, qui sont à l'abri des monts Brugmann et Solvay, sont, au contraire, presque entièrement dépourvues de neiges persistantes ; plus loin, près du cap Anna, nous voyons l'île Louise exposée aux vents venant du large par le chenal de Schollaert, île qui, quoique basse, est entièrement recouverte d'une calotte de glace ; non loin de là, dans le chenal d'Errera, MM. Lecointe et Racovitza ont découvert les terres les plus dépourvues de neige; le chenal de Neumayer est un autre exemple du même genre qui nous mène, aussitôt que nous dépassons le cap Lancaster, au constraste le plus frappant que nous offrent les îles Wauwermans.

D'un autre côté, il me semble que dans la région qui nous intéresse, la quantité des précipitations est maximum à un niveau peu supérieur à celui de la mer, ou même au niveau même de la mer, et que les hauteurs de neige tombée annuellement vont en diminuant assez rapidement avec l'altitude. Ce sont les observations météorologiques faites au cours de notre hivernage qui me le font supposer.

D'autre part, pour étudier en détail le processus de l'accumulation de la neige sur les champs de névé, il faudrait prendre en considération les différents facteurs qui influencent l'évaporation et la fusion, c'est-à-dire les facteurs négatifs. Pour cela, des observations systématiques, faites pendant un séjour prolongé, sont nécessaires.

L'évaporation dépend en effet de la température et de l'état hygrométrique de l'air, de la radiation solaire et du vent, et ces données météorologiques sont indispensables de même que les mesures directes des quantités de neige évaporée. A priori, il me semble probable que dans les régions antarctiques c'est l'évaporation qui est le principal facteur de l'ablation des champs de névé ; je crois que, dans le cas des grands glaciers et des champs de névé élevés, tout au moins l'eau formée à la surface, par de chaudes journées d'été, ne pénètre pas profondément avant d'être gelée. Cette eau d'infiltration contribue donc à la transformation des couches de névé en glace. Des mesures de la température faites en profondeur permettraient d'élucider cette question. Du reste, s'il en est vraiment ainsi, les quelques rares ruisseaux qui s'écoulent sous les glaciers ne devraient pas tarir en hiver. Car il est admissible que les eaux de ces ruisseaux proviennent de sources, ou qu'elles sont le produit de la fusion de la glace en contact avec le sol. Pour connaître l'économie des glaciers antarctiques, des mesures de la température du sol seraient donc également d'une bien grande utilité.

Dans les rapports scientifiques des expéditions de Charcot, de Bruce et de Nordenskjöld, on trouvera évidemment des données à l'aide desquelles on pourra répondre aux questions que je viens de soulever, et plus tard, lorsque d'autres expéditions auront accumulé les observations, la discussion pourra s'établir.

Au cours de nos débarquements hâtifs, j'ai pu relever quelques faits intéressants. Ainsi le dimanche 6 février, après être descendu des champs de névé de notre X^e^ débarquement, j'ai noté ce qui suit : « La température de l'air a été très élevée pendant toute la journée ; ainsi, à 1^h^ après-midi nous avons noté un maximum de + 6°,6. La nuit il a plu et la pluie a été assez forte par moments. Sur les champs de neige, l'action d'ablation de la pluie doit être énorme ;

nous avons pu le remarquer en descendant du plateau, car l'aspect de la côte avait fortement changé et l'on enfonçait profondément dans la neige, qui était toute poreuse. L'action de la pluie doit être de beaucoup plus grande que celle d'une journée de soleil intense. »

Deux jours auparavant, j'inscrivais, par contre, la note que voici : « Minimum de la nuit : — 4°,1. Depuis deux ou trois jours le rayonnement solaire n'a pas transformé la neige tombée récemment en névé. Aujourd'hui j'ai parcouru toute la plaine et partout j'ai pu voir de la neige à la surface et à 10 cm. de profondeur du névé congelé. » Mais je crois me souvenir que c'est la seule fois où j'ai vu de la neige à proprement parler à la surface des champs de névé, car, le 31 janvier, lorsque par un temps superbe nous tentions de faire l'ascension des monts Solvay, nous marchions partout sur du névé et cela jusqu'à une altitude de 500 m., et ailleurs, en nos divers débarquements, la neige était également transformée en névé à grains plus ou moins fins.

C'est au XIVe débarquement que j'ai noté pour la première fois la présence d'un ruisseau. Il sortait d'un tunnel, à la base du mur de glace, et s'écoulait sur des cailloux. Il ne pouvait provenir de bien loin, car un nunatak était proche de la côte. La glace des parois de la grotte était formée de gros grains, très poreux. Ailleurs, dans le chenal de Neumayer, j'ai encore observé des grottes de ce genre, donnant issue probablement aussi à des ruisseaux. La forme de ces grottes est toujours demi-cylindrique. Elles sont petites, relativement à la masse de glace. C'est également dans cette région que j'ai noté, au XVe débarquement, un filet d'eau qui ruisselait sur les rochers en formant des cascades. Il provenait de la fonte du champ de névé qui se termine en cet endroit à une certaine distance du rivage.

A la sortie du chenal de Neumayer, non loin de notre XVe débarquement, nous sommes descendus à terre, le 9 février, sur l'une des îles Wauwermans. Voici ce que j'ai noté au sujet de cet îlot : « De la neige très humide recouvre toute l'île et lui donne la forme d'un grand bouclier ou d'un ballon émergeant à peine de l'eau. La neige descend presque jusqu'au niveau même de la mer. Il est étonnant de constater une si grande différence dans les niveaux des neiges éternelles sur une distance aussi petite que celle qui sépare ce XVIe de notre XVe débarquement. Ce groupe d'îles est bien exposé aux vents de l'ouest, venant de l'Océan, et par cela même la neige peut s'accumuler ici en trop grande quantité pour pouvoir fondre entièrement en été. A la surface de la neige, des plumes de pingouins, des coquillages apportés par ces oiseaux et toutes sortes de saletés produisent des pochettes de fusion parfois assez profondes. Le névé, qui est tout ruisselant d'eau, est plus compact en profondeur, de sorte qu'il doit y avoir de la glace en dessous. Une seule crevasse, très étroite, traverse le champ de neige en travers de l'îlot. »

Les conditions du champ de névé qui recouvre l'île Bob, où nous avons débarqué le même jour dans l'après-midi, sont également intéressantes à noter. J'extrais le passage suivant de mon journal : « Une berge rocheuse est à découvert jusqu'à une hauteur de 20 à 30 m.; plus haut commence la nappe de glace qui, aux endroits moins escarpés, descend en pente douce jusqu'au rivage. Ce glacier est recouvert de fort peu de névé en pleine fusion ; l'eau ruisselle sur la roche en de nombreux endroits, mais toujours en petite quantité. La surface de la glace est toute craquelée. Ce sont des fentes verticales, dirigées en différents sens, larges de 1 cm. à peine jusqu'à quelques décimètres au plus. Tandis que les crevasses ont leurs parois à pic et tapissées de stalactites, les fentes étroites sont remplies d'eau. Cette mosaïque de fentes se dessine sur la bosse même qui forme le sommet de l'îlot, tandis que sur les pentes les crevasses s'orientent rapidement suivant le sens transversal ; elles sont donc produites par la

traction de la glace qui tend à s'écouler très doucement de toutes parts vers le pourtour de l'îlot. Il y a une crevasse principale (pl. VI, fig. 1) traversant toute la calotte de glace suivant sa longueur. Du côté de l'endroit de notre débarquement, la nappe de glace est percée par le rocher dont quelques pointes émergent à peine (pl. VI, fig. 2), tandis que le rivage méridional de l'îlot est occupé par des falaises de glace. Un autre îlot, pareil au nôtre, se trouve à peu de distance (pl. IX, fig. 1). Deux grottes que l'on y voit, au pied des falaises de glace, démontrent que là aussi la quantité d'eau produite par la fusion doit être assez notable, puisque de vrais ruisseaux peuvent se former sous la nappe de glace. »

Mais mes observations se rapportent au mois de février, qui est le mois le plus chaud, et comme, d'ailleurs, aux autres endroits où nous avons débarqué je n'ai pu observer rien de semblable, je suis porté à croire que le processus de fusion à la surface des champs de névé, tel que je viens de le décrire, représente un cas tout à fait exceptionnel et particulier aux endroits situés très près du niveau de la mer. Ailleurs, en effet, les roches moutonnées au pied de falaises de glace étaient parfaitement sèches. C'est ce que j'ai remarqué à l'île des Deux-Hummocks notamment. A ce propos, je citerai encore cet autre passage de mon journal, qui se rapporte au débarquement, opéré le 26 janvier, dans cette dernière île : « Nous avons tenté de faire l'ascension de l'île ; malheureusement le brouillard nous a empêchés d'avancer. A la hauteur d'environ 100 m., nous avons rencontré des crevasses fort larges et très profondes ; or, le brouillard était tellement épais que nous ne pouvions les distinguer qu'à une proximité dangereuse. Du reste, en revenant, nous nous sommes aperçus que nous avions passé plusieurs ponts de neige sans nous en douter.

» Les crevasses étaient parallèles à la côte, c'est-à-dire qu'elles étaient dirigées perpendiculairement à la pente. Évidemment, nulle part il n'y avait de la glace à nu. Mais dans les crevasses apparaissait une fort belle coloration bleue. Cette coloration ne nécessite pas de la glace compacte. Ainsi, en enfonçant le piolet dans la neige et en regardant dans le trou ainsi formé, on voit dans le fond une tache d'un bleu très intense. La neige était peu compacte et mouillée ; c'était de la neige agglutinée, et le grain en était si petit qu'on ne saurait l'appeler du névé. »

Les icebergs

Dans la région visitée par l'Expédition, le processus de l'accumulation de la neige surpasse de beaucoup en importance celui de la déperdition due à l'évaporation et à la fusion. Il ne semble en être autrement qu'en de très rares endroits des terres antarctiques. Les « glaciers morts » découverts par l'expédition de la DISCOVERY (1), ainsi que les vallées actuellement dépourvues de fleuves de glace, doivent former l'exception, — l'immense quantité d'icebergs que l'on rencontre partout dans les mers australes le prouve à l'évidence.

Les icebergs antarctiques peuvent être produits de différentes façons.

Les plus grands sont ceux qui se détachent des glaciers largement étalés dans de grandes baies ou même dans des golfes (la barrière de Ross, par exemple), ou de ceux qui forment des pieds de glace le long des côtes montagneuses (Terre Alexandre).

(1) *Geographical Journal,* vol. XXV (1905), p. 359.

D'autres icebergs, également tabulaires, doivent leur origine aux fleuves de glace encaissés dans des vallées, tels que ceux de la baie des Flandres.

Dans ces deux cas, le front du glacier s'avance dans la mer jusqu'au point ou jusqu'au delà du point de flottaison des plaques de glace qui s'en détachent. Mais de grands blocs peuvent également se détacher des murs de glace qui terminent au rivage même des glaciers côtiers ou des calottes glaciaires des îles antarctiques, et il se peut enfin que de petits icebergs se forment aussi par simple accumulation de neige sur de la glace de mer.

Ce dernier cas cependant ne doit se présenter que très exceptionnellement. Deux faits d'observation me font néanmoins supposer qu'il faut absolument l'admettre comme mode de formation d'icebergs. Et tout d'abord, dans la baie des Flandres j'ai vu plusieurs épais glaçons (pl. XII, fig. 3) dont la surface était toute parsemée de grands blocs de glace arrondis, comme si une avalanche de blocs de glace était tombée dessus. Or, en 1904, CHARCOT a constaté que le fond de la baie des Flandres est resté couvert de glace de mer pendant tout l'été (1). L'on comprendra que si ces conditions se présentent pendant plusieurs années de suite, la glace côtière pourra, en certains endroits, être couverte de telles accumulations de neige chassée des montagnes et de débris d'avalanches, qu'au moment de la débâcle des blocs énormes se détachant de la côte pourront, chassés au large, se présenter sous l'aspect de petits icebergs. Je pense en avoir vu un de ce genre dans la baie de Hughes. La figure 5, planche XII, est la reproduction du dessin que j'en ai fait, et voici, à ce sujet, la note qui se trouve dans mon journal de voyage à la date du 26 janvier : « A 9^{h} du soir, nous trouvant encore dans les environs de l'îlot de notre I^{er} débarquement, nous sommes passés à côté d'un iceberg qui offrait un aspect tout particulièrement intéressant. De la mâture j'ai pu me rendre compte des formes de sa surface qui démontraient, à l'évidence ce me semble, que cet iceberg ne provenait pas d'un glacier, mais qu'il devait son origine à une accumulation de neige formée au pied d'une falaise, dont il a dû se détacher. L'iceberg avait une plaine basse, d'un modelé doux, descendant d'un côté jusque près de la surface de l'eau et se terminant, de l'autre côté, par un monticule.

» C'est ce monticule qui, je pense, était appuyé au rocher d'où la neige chassée et des avalanches formaient l'apport voulu pour transformer, à la longue, la glace côtière en un bloc qui, s'étant détaché, se présente comme un véritable iceberg. Il est intéressant de noter que plusieurs crevasses rayonnaient du monticule vers la plaine. »

L'autre origine de grands blocs de glace, mentionnée ci-dessus, ne peut inspirer aucun doute.

Les photogravures de glaciers côtiers annexées à ce mémoire montrent en effet toute une série d'exemples de crevasses curvilignes (2) qui, en certains endroits, détachent de grandes écailles du front du glacier.

Pendant notre court séjour dans le détroit, nous n'avons pas vu culbuter de ces blocs ; néanmoins, d'après les photographies, on peut se rendre compte de l'instabilité de leur position : il est visible qu'ils doivent s'écrouler pour peu que la poussée continue.

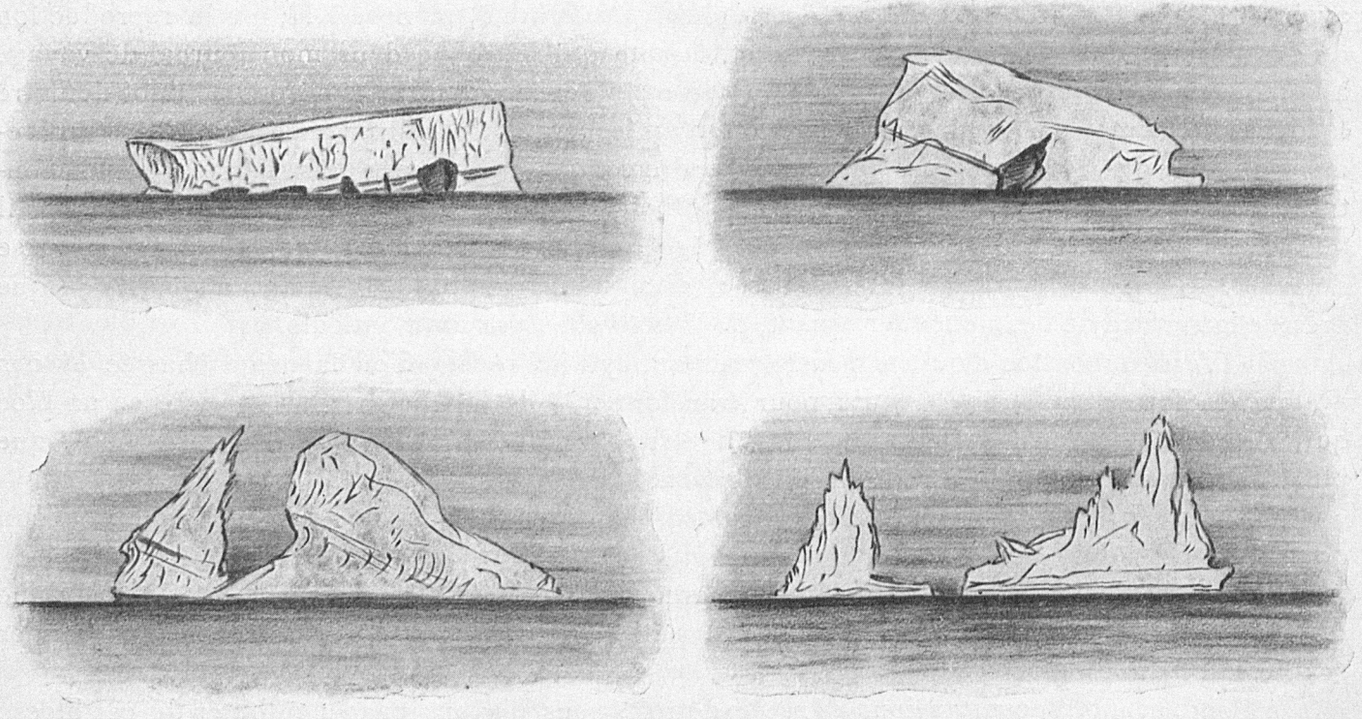
On a beaucoup discuté le mode de formation des icebergs provenant des glaciers encaissés débouchant dans des fiords, tels que ceux du Groenland (3).

(1) *Geographical Journal,* vol. XXVI (1905), p. 501.

(2) Notamment pl. V, fig. 1 ; pl. VI, fig. 4 ; pl. VII, fig. 1 ; pl. VIII, fig. 1.

(3) Voyez JAMES GEIKIE, *The great ice age,* 3^{e} édit., p. 48, et VON DRYGALSKI, *Groenland-Expedition,* Bd I, pp. 387 et suivantes.

Dans la baie des Flandres, des icebergs tabulaires semblent se détacher doucement et tranquillement du front de glaciers qui, à leur terminaison, n'offrent que des pentes très faibles et sont couverts de champs de névé continus. Là j'ai pu voir, en effet, un iceberg tabulaire tout près de l'endroit d'où il s'était détaché. La cassure était nettement marquée, comme si elle avait été produite, dans le névé, par un simple effort de traction de la masse de glace de l'iceberg. C'est probablement sous l'action de la marée qui, tour à tour, tend à soulever et à abaisser la masse de glace qui flotte, qu'une crevasse finit par se former, toujours au même endroit, aussitôt que la portion du fleuve de glace qui s'est avancée au delà de l'endroit jusqu'où elle peut encore reposer sur le sol, est suffisamment considérable pour que la force d'action de la marée soit supérieure à la résistance à la rupture de la plaque de glace. Les dimensions linéaires des icebergs tabulaires doivent donc dépendre des conditions topographiques et bathymétriques des lieux d'origine. Toutes choses égales, et dans l'hypothèse d'une rigidité parfaite, les tables de glace seront d'autant plus grandes qu'elles seront plus épaisses, et là où les icebergs se détachent de murailles de glace continues, elles auront tendance à être beaucoup plus larges que longues. Mais ce ne sera que rarement le cas pour des glaciers s'écoulant dans des vallées.



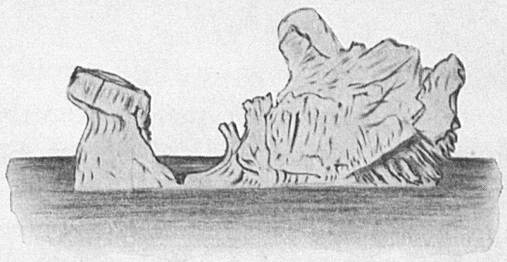
Dans la région explorée par la BELGICA, ces glaciers des vallées ne produisent même pas toujours des icebergs tabulaires, qui forcément comprennent toute l'épaisseur de la couche du glacier. Ainsi, dans la baie Buls, nous avons vu un bloc se détacher du front du glacier et tomber avec fracas dans l'eau. Les glaciers qui ont une forte pente près de leur terminaison, et qui sont tourmentés de crevasses, donneront lieu à la formation de petits icebergs ou à des blocs se détachant tour à tour de la partie submergée et de la partie du front du glacier qui émerge, au-dessus du niveau de la mer, sous forme de muraille. Ce sont là des modes de formation que VON DRYGALSKI a appelés de deuxième et de troisième ordre.

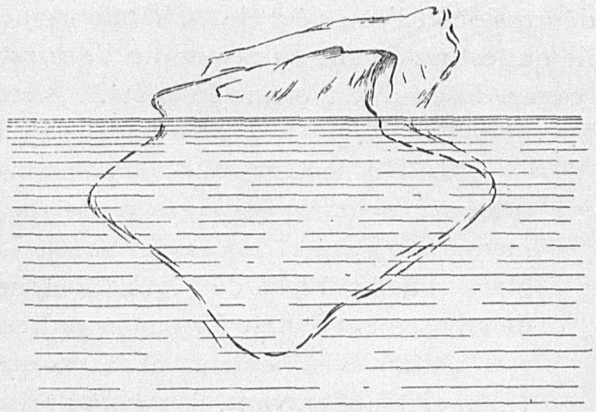
Les photogravures et les dessins des planches annexées à ce mémoire montrent que les icebergs tabulaires présentent des aspects variés et que, en outre, il est aisé de trouver tous les stades intermédiaires entre des tables tout à fait régulièrement formées et des iceberg aux contours déchiquetés à l'extrême. Il me semble que la grande majorité des icebergs aux formes sauvages ne sont autre chose que de vieux icebergs tabulaires qui, sous l'action destructive des vagues et du rayonnement solaire, se sont transformés graduellement en véritables ruines de glace.

Les dessins ci-contre, qui représentent quelques-unes des formes des nombreux icebergs que nous avons vus à la date du 13 février 1898, dans le voisinage des îles Biscoë, permettent de bien se rendre compte comment une table de glace des plus régulières — telle que celle figurée planche XV, fig. 3-4 — peut, avec le temps, se transformer en un bloc de glace aussi déchiqueté que l'était celui représenté par le dessin ci-après.

Quelques particularités des formes des icebergs sont caractéristiques.

La vague ronge le mur de glace à sa base et y creuse une échancrure longitudinale, généralement bien nette. Aux endroits où la glace est fendue, les vagues s'engouffrent et élargissent la fissure. Des grottes se forment de la sorte; elles sont parfois profondes et, lorsque leur toit vient à s'écrouler, une anse dans le mur de glace en marque l'ancien emplacement. D'autres fois l'iceberg est complètement percé et prend l'aspect d'un arc de triomphe.

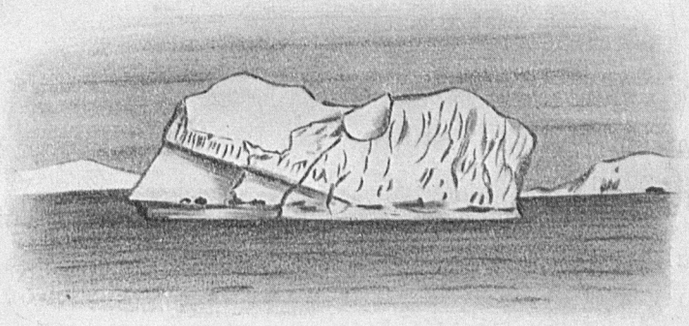




Lorsque l'iceberg vient à toucher fond, s'il entre en collision avec un autre iceberg, ou si pour d'autres raisons encore, une partie de sa masse vient à se détacher, il prend forcément une nouvelle position d'équilibre. Dans ces conditions, l'ancien niveau de flottaison sera coupé par le nouveau. Les dessins ci-après fournissent des exemples d'icebergs de ce genre rencontrés dans la baie de Hughes, le 24 janvier.

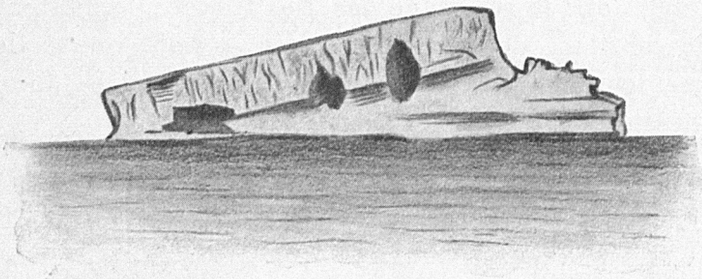
Le dessin ci-contre est celui d'un bloc de glace qui passa tout près de la Belgica, dans la soirée du 27 janvier.

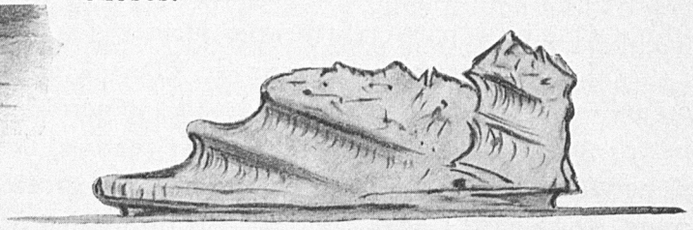
Grâce à la transparence de l'eau, j'ai pu observer la forme de la portion submergée. L'échancrure qui s'est formée, suivant tout le pourtour, à la ligne de flottaison montre que — du moins dans les eaux du détroit de Gerlache — la portion submergée se dissout moins rapidement que la portion qui émerge ne fond. Aussi, souvent, des échancrures correspondant à d'anciens niveaux de flottaison, se trouvent superposées.



Voici du reste une note relative aux icebergs que j'ai vus ce jour-là :

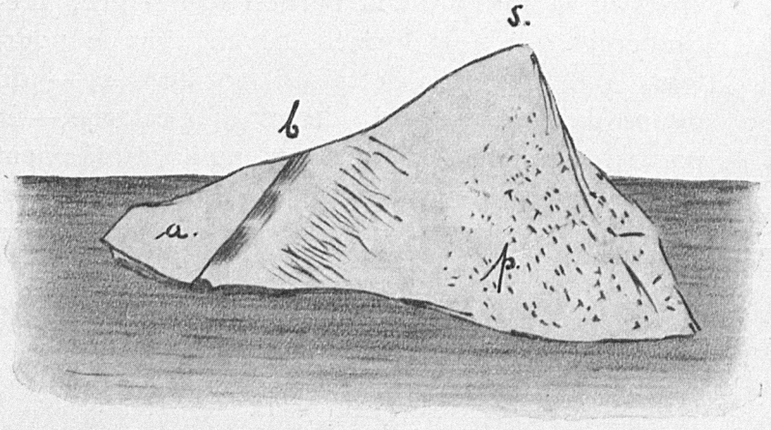
« Plus d'un des nombreux icebergs rencontrés avait des dimensions très respectables. Ils sont légèrement bleuâtres, mais c'est seulement dans les fentes et dans les trous que le bleu est prononcé. C'est la couleur de l'échelle de Forel : du n° 2 ou 3. Pour avoir la teinte de ces icebergs, il m'a suffi de prendre une couche très mince du n° 2 vue sur fond blanc. Dans les grottes, l'intensité du bleu est celle d'un tube de 1 cm. de diamètre. L'intensité de coloration dépend très fortement de l'intensité de l'éclairage. Aussitôt que le soleil apparaît, les contours de l'iceberg ainsi que toutes les lignes du dessin semblent être tracés en bleu, — même sur fond gris et par une mer tout à fait obscure. Pourtant, les figures des Rapports du Challenger ne rendent pas encore bien les choses.





» Ce n'est qu'à quelques reprises que j'ai pu voir la stratification de la glace. Sans aucun doute la lumière diffuse n'est pas favorable pour faire apparaître l'alternance des bandes blanches et bleues ; mais, par contre, dans les parties supérieures des murailles de glace, la stratification du névé se voyait fréquemment.

» Au niveau de flottaison, chaque iceberg est creusé tout autour. La houle amène la vague qui monte contre la muraille de glace, puis vient la dépression et l'eau s'écoule. Chaque vague ronge la glace en la dissolvant. La surface de l'entaille qui est au-dessus du niveau de l'eau est lisse, tandis que celle qui n'apparaît que lorsque la vague descend est cannelée dans le sens vertical.



» Un iceberg que nous avons côtoyé m'a fourni quelques renseignements sur l'aspect de la surface de la glace sous le niveau de l'eau. La ligne de creusement *b* était fortement redressée, *a* étant visiblement la partie qui émergeait auparavant. A 2 m. à droite de *b*, il y avait des cannelures ayant jusque 3 m. de long. Toute la partie *p* était couverte de creux dont les dimensions allaient en augmentant vers la partie extrême, où ces pores atteignaient 2 m. de diamètre. Au sommet *s*, il n'y avait pas de neige, toute la portion à droite étant arrondie et lisse.

» J'ai pêché de la glace. Dans les petits fragments recueillis, j'ai remarqué de nombreuses bulles d'air, et puis, ce qui m'a surtout frappé, j'ai revu en petit ce que l'iceberg m'avait montré en grand. Cette glace parfaitement hyaline (et où le grain glaciaire n'était pas apparent) avait une surface ondulée, tout comme si des esquilles de glace lui avaient été enlevées. C'était une

surface semblable à celle d'un silex taillé. Il me paraît donc probable que l'eau de mer, en dissolvant la glace, la ronge. »

Les photographies reproduites planche XIII (et surtout celle au-dessus, à gauche) permettent de bien se rendre compte des particularités que je viens de décrire.

On a beaucoup écrit au sujet de la différence qui existe entre les icebergs du Nord et ceux de l'hémisphère austral.

Ce qui précède pourrait suffire pour montrer comment, dans les régions antarctiques, des icebergs du type arctique dérivent de la forme tabulaire. Mais les icebergs tabulaires ne se trouvent pas uniquement au pôle Sud. Dans les régions nord-américaines les plus septentrionales on en rencontre également, et là ces icebergs sont très fréquents, comme NARES, d'une part, et GREELY, d'autre part, l'ont démontré à l'évidence.

GREELY a du reste fait la remarque que d'après les descriptions et les dessins d'icebergs antarctiques donnés par MOSELEY, dans son livre *Notes of a Naturalist*, il ne peut y avoir aucun doute au sujet de l'identité des icebergs « paléocrystiques » du Nord et des icebergs tabulaires du Sud (1).

D'ailleurs GREELY décrit comme suit les icebergs tabulaires du Nord ainsi que leur mode de formation (2) :

« The floeberg or palaeocristic iceberg is distinguished by its tabular form, great uniformity of height, rectangular shape, nearly flat surface, perpendicular cliffs, and especially from its laminated structure.

» Whenever a palaeocristic iceberg is seen in the far north, before its face has suffered much from the melting action of the sun, a close observer notes that it presents along its front a series of faint blue lines, separated by interspaces of opaque white. These lines show a stratification due to yearly accumulations of snow upon a nearly level surface, which are transformed gradually into ice, and each line also represents the limit of the accumulation of a single year. In a similar manner are formed the glaciers of the Alps and Greenland ; but these latter ice-sheets are torn, distorted, and re-formed a thousand times in their descent dawn rapid slopes and through confining valleys of greater or less width. Floebergs, then, are parts of great ice-sheets wich, formed from successive snowfalls over a land area of no great elevation and very gentle gradients, flow dawnward from its highest level in the direction of least resistance. The slope being gentle, the ice moving gradually seaward, with its structure unchanged and its stratification unbroken, passes slowly into the ocean, whence eventually its buoyancy causes it to rise and disrupt in a vast mass from the main sheet. »

Stratification et bandes bleues

Les icebergs tabulaires des régions antarctiques ne sont cependant pas tous pareils. Il suffit en effet de regarder les photographies 1-2, 3-4 de la planche XV, et 2 de la planche XIV, pour constater que les murailles de glace qui émergent au-dessus de la surface de la mer peuvent présenter des aspects très différents. Parfois ces murailles sont formées de bandes bleues et blanches relativement épaisses, superposées horizontalement et d'une façon parfaitement régu-

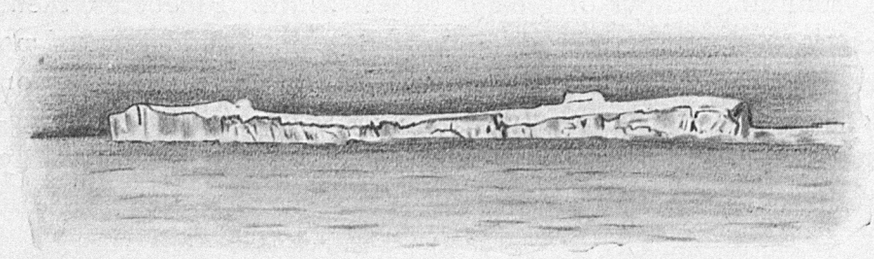
(1) *Three years of arctic service*, vol. II, p. 47.
(2) *Mc Clures Magazine*, May 1893, p. 39.

lière, tandis que d'autres fois, au contraire, ce sont de vraies couches de névés superficiels que nous voyons. Malheureusement, la stratification n'est que rarement bien visible : il faut des conditions d'éclairage favorables.

Je n'ai pas eu l'occasion d'examiner de plus près les différentes strates de névé et de glace d'une falaise terminant un glacier côtier. Mais les photographies que j'ai faites de l'une de ces falaises montrent admirablement la stratification (pl. VII). Or, tandis qu'en maints endroits nous avons pu voir cette même stratification, caractéristique des champs de névé, je ne saurais citer aucun exemple d'un mur de glace d'un glacier présentant l'alternance des bandes bleues et blanches des icebergs.

Deux faits sont pourtant certains : c'est que, tout d'abord, on observe parfois les bandes à la base des falaises des icebergs tandis que les parties supérieures de ces mêmes falaises montrent des névés stratifiés, et que, ensuite, les bandes bleues et blanches des icebergs antarctiques sont l'analogue des formations de même genre des glaciers alpestres. Hans Hess, Richter, Reid et d'autres ont montré la connexion qui existe, dans les glaciers des Alpes, entre les bandes bleues et les strates des névés (1). Mais, si l'on peut au besoin admettre que les strates, auparavant largement étalées dans les champs de névé, subissant une forte *compression latérale* en descendant dans une vallée encaissée, peuvent augmenter d'épaisseur, et que c'est de la sorte qu'il faut comprendre la formation des bandes bleues et s'expliquer leur épaisseur relativement beaucoup plus grande que celle des strates de névé, — pareille explication ne peut plus être invoquée dans le cas des glaces de calottes glaciaires ou de celles des glaciers plats des régions antarctiques.

Il est vrai qu'il n'est nullement prouvé que les icebergs formés de bandes bleues et blanches proviennent de ce genre de glaciers. Il est vrai aussi que dans le cas de l'iceberg dont la photographie est reproduite planche XIV nous pouvons avoir affaire à un bloc qui s'est complètement renversé, de telle sorte la portion qui se trouvait tout à la base dans le glacier, se trouverait au-dessus dans l'iceberg (2). Et enfin, même dans le cas d'une superposition de strates de névé sur des strates de bandes bleues et blanches on peut imaginer que ces dernières proviennent des névés d'un cirque ou de l'inlandsis et qu'elles ont été recouvertes par les strates de névé pendant la descente dans une vallée.



Au cours de l'hivernage de la Belgica dans le pack, le 7 mars 1899, j'ai pu examiner

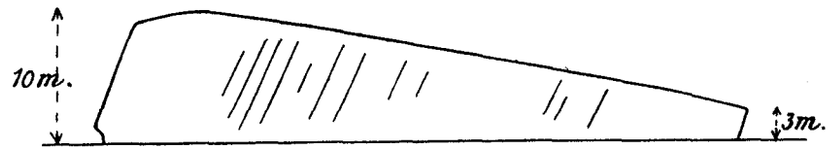
(1) Hans Hess, *Die Gletscher*, p. 174.

(2) A la date du 19 février 1898 j'ai noté ce qui suit :

« A 6h du soir nous sommes passés à côté d'un très grand iceberg, un vrai type d'iceberg antarctique. Une cassure fraîche montrait très nettement la stratification sur toute la hauteur. C'était de la glace compacte cette fois et la nature des bandes horizontales me parut être tout à fait différente de la stratification observée jusqu'à présent. Ici on voyait une succession de bandes bleues et blanches alternant et d'une régularité remarquable. L'épaisseur de ces couches n'allait nullement en diminuant vers le bas (pas de tassement comme c'est le cas dans les champs de névé). En général les couches blanches étaient moins épaisses, mais l'épaisseur de ces bandes variait irrégulièrement entre 2 m. d'épaisseur (l'une des bandes bleues) et 50 cm. environ. La hauteur de la muraille de glace était certainement plus grande que celle de la mâture de la Belgica. »

de près la stratification de la glace d'un petit iceberg qui dérivait à environ 3 kilomètres au N. du bateau. Voici la note résumant mes observations :

« Le ciel étant couvert et la lumière diffuse, je ne pus me rendre compte des dimensions réelles de l'iceberg tabulaire qu'en l'approchant de tout près. A une petite distance, j'avais encore l'impression d'un iceberg très respectable ; puis, le ciel s'étant dégagé un instant, j'ai pu constater que l'iceberg était tout petit, car sa falaise la plus élevée n'avait qu'une hauteur de 10 à 12 m. Il est plus long que large. Du bateau, nous le voyons suivant sa longueur. Cette falaise principale a au moins 100 m. de long. Avec l'éclairage que nous avons, le bleu est à peine marqué. D'ailleurs, au-dessus il y a beaucoup de neige qui séjourne, et sur les parois, à cassure vitreuse, qui forment les falaises, il y a également de la neige collée contre la glace. Je vais examiner la falaise latérale à droite. La houle est faible, car la glace de mer ne monte et ne descend que de 30 à 40 cm., et comme il n'y a que peu de mouvement dans les glaces, je puis aller tout contre l'iceberg sans courir le moindre danger. L'inclinaison des strates est manifeste. La figure ci-dessous montre comment elles sont disposées.



» Ces strates ne sont pas régulières. Ce ne sont pas des bandes de glace bleue alternant avec des strates de névé. Tout est de la glace. Je prends deux échantillons pour les examiner à bord : c'est de la glace à grain glaciaire. Les grains sont relativement petits. Mais ce qui caractérise cette glace, ce sont les bulles d'air intercalées. Là où la glace est blanche, il y a une quantité énorme de bulles d'air, peut-être jusqu'au 1/5 du volume. Ces bulles ont des formes très variables ; elles sont fréquemment étirées et parfois plusieurs bulles sont associées en forme de bâtonnets. Les bulles d'air sont distribuées assez régulièrement. Grosseur de 2 à 5 mm. de diamètre en moyenne. Suivant le sens de la stratification, il y a des alignements de bulles d'air et aussi des taches allongées de glace hyaline dépourvue complètement d'air. Vues de près, les bandes bleues ne se distinguent plus des bandes blanches. Les bandes bleues renferment également des bulles et le passage à la glace d'apparence blanche est graduel. Vue dans son ensemble, la falaise montre une série de strates sensiblement parallèles — imparfaitement planes — d'épaisseur très inégale et avec prépondérance de strates bleues (je me trouve dans l'ombre, le soleil étant de l'autre côté) ; en outre, les strates blanches montrent également des intercalations de fines bandes bleues, lenticulaires. Je vois des bandes blanches étirées et aussi une lentille blanche dans une belle bande bleue de 60 cm. d'épaisseur, et là où ce ruban blanc est intercalé, l'épaisseur de la bande semble augmentée d'une quantité égale à l'épaisseur du ruban. L'aspect général est celui de fibres plutôt que celui de strates.

» Cette apparence rubanée de la glace de l'iceberg est due à ce fait bien simple qu'il existe une série alternante de glace transparente et de glace peu transparente. Là où il y a de nombreuses bulles d'air, la lumière ne peut évidemment pénétrer.

» En arrière, l'iceberg n'émerge au-dessus du niveau de l'eau que de 2 à 3 m. Il me paraît donc évident que cet iceberg est taillé en forme de coin.

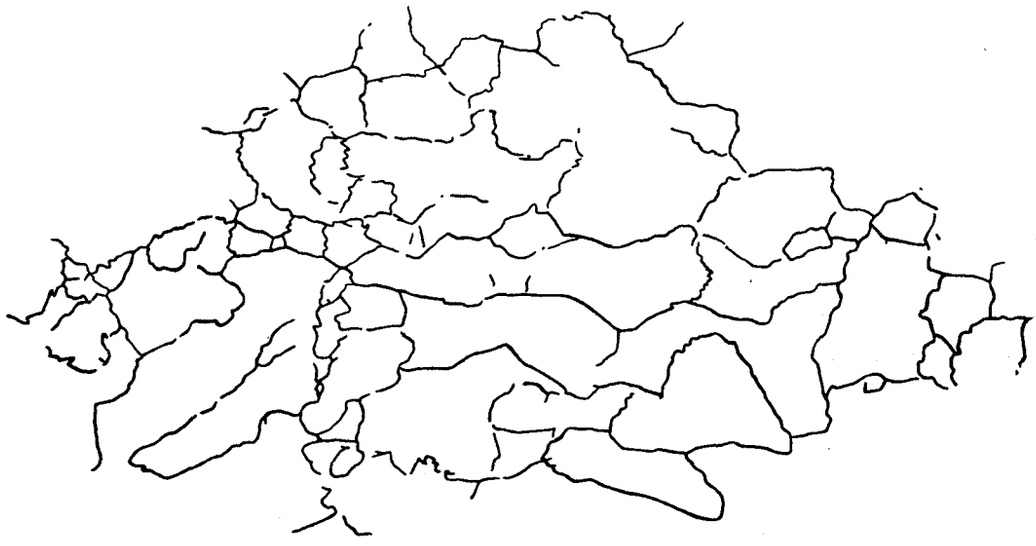
» De l'autre côté, la structure rubanée est également très bien visible et comme inclinaison il y a correspondance parfaite avec les strates précédentes. Il est à remarquer que vers la falaise basse (c'est-à-dire dans la partie qui, dans le glacier, a dû se trouver en bas), la stratifica-

tion est beaucoup plus régulière, et il me semble que là les strates sont légèrement courbées. Ce côté étant directement éclairé, toute la glace est teintée de bleu. Tous les 75 cm. environ il y a des bandes bleues s'estompant de part et d'autre vers le blanchâtre des bandes blanches intercalées. Plus loin vers la droite, c'est-à-dire vers la haute falaise, les traits bleus sont moins régulièrement disposés et il y en a de minces très accentués. Ainsi je remarque un faisceau d'une dizaine de rubans minces, puis une couche blanche et puis un banc bleu plus épais. »

Après exposition au rayonnement solaire des fragments de glace rapportés à bord, le grain glaciaire est apparu très distinctement. Les figures ci-dessous ont été obtenues en apposant du papier à calquer sur la surface de la glace. Je n'ai indiqué la disposition des bulles d'air que dans le grain A qui était l'un des plus grands. Les cannelures entre les grains n'étaient que peu marquées. Il y avait prédominance de grains aplatis.

Pour connaître les conditions des glaces des glaciers antarctiques, il faudrait un grand nombre d'observations de ce genre.

La conclusion que j'ai déduite de ce qu'il m'a été donné de voir est que la structure rubanée ne peut être due qu'au tassement du névé et à la *pression verticale* des couches superposées. Il y a lieu de signaler l'énorme quantité des bulles d'air et le fait que les bandes blanches ne se distinguent des bandes bleues que par la proportion beaucoup plus grande de bulles qu'elles renferment.



Si telle est vraiment la seule différence entre la glace des bandes bleues et des bandes blanches, on sera tout naturellement porté à admettre que cette différence, et par conséquent la formation des bandes, est due à l'influence du jeu des saisons. Mais comment expliquer, dans cette hypothèse, les bandes en forme de fuseau (1), ou encore le fait que les bandes bleues ne s'observent pas dans les strates

(1) Près du cap Anna, j'ai vu un glaçon flottant avec bandes bleues en forme de coins enchâssés dans la glace blanche.

supérieures, dans celles du névé même ? Et pourquoi y aurait-il alors, dans certains cas, des successions de couches vraiment fort épaisses, si on les compare à d'autres stratifications ?

A ces quelques remarques j'ajouterai que si les icebergs antarctiques renferment toujours des quantités aussi considérables de bulles d'air que celui que j'ai examiné, il est certain que les conclusions numériques que certains auteurs ont formulées au sujet de l'énorme épaisseur de ces plaques de glace, doivent être considérées comme fautives.

Glace et roche

Pendant notre exploration des terres antarctiques, j'ai fait sans cesse attention à la présence de moraines actuelles et je n'en ai pas vu une seule.

Il me semble donc certain que dans la région du détroit de Gerlache les glaciers sont entièrement dépourvus de moraines de surface.

Rien d'étonnant à cela : partout on ne voit que champs de névé sur lesquels la neige ne cesse de s'accumuler. Des blocs de roche ne pourraient cheminer à la surface des glaciers sans être bientôt complètement masqués par les nouveaux apports de neige.

Mais à l'intérieur de la masse des glaciers, le transport de matériaux morainiques doit être très important.

Là où les glaciers contournent ou embrassent un obstacle, tel qu'un nunatak, des blocs s'engouffrant dans la neige doivent donner lieu à la formation de véritables moraines internes ; tandis qu'ailleurs, des blocs qui se détachent des parois rocheuses bordant les champs de névé, doivent être entraînés par la glace de base et servir d'apport à la moraine de fond.

Ces moraines de fond ne forment évidemment pas des accumulations locales de cailloux, de gravier et d'argile, en dessous de la glace; au contraire, les matériaux de la moraine de fond sont de toute probabilité toujours cimentés dans la glace et disséminés dans la couche tout à fait inférieure et en contact avec la roche du lit du glacier.

Voici à ce propos une observation intéressante faite dans les parages du XVIII[e] débarquement :

« A la base d'une falaise de glace, à 1 ou 2 mètres au-dessus de la roche, je vois un trait jaune, fin, très continu et nettement marqué, sensiblement horizontal par places ; de nombreux cailloux en dessous, disséminés au hasard, et légère coloration jaune de la glace. Au-dessus de cette ligne (*a* sur la figure ci-contre), également quelques pierres allant en diminuant rapidement en nombre vers le haut. Remarqué pareil fait à trois reprises différentes quand le bateau passait très près de la côte. » Du reste, il est certain que la glace peut contenir parfois des quantités considérables de gravier sans qu'on s'en aperçoive à distance. C'est ainsi que le 29 janvier 1898 nous sommes descendus sur deux petits icebergs pour embarquer de la glace à bord. Or, je n'aurais certainement pas remarqué que cette glace renfermait une quantité assez notable de gravier si ce gravier, qui paraissait être disséminé dans toute la masse du bloc, ne s'était pas accumulé à la surface dans de petites poches. Ces pochettes étaient évidemment dues au fait que les petits cailloux sombres s'échauffaient sous l'influence du rayonnement solaire et favorisaient ainsi la fusion de la glace.

Darwin a rendu compte de l'observation d'un iceberg, rencontré en 1839, par 61° de

lat. S., et qui renfermait une masse angulaire de roche, dont la partie visible avait 3 m. 60 environ de haut sur 1 m. 50 à 1 m. 80 de large (1).

LYELL, qui cite cette observation (2), ajoute la remarque intéressante que lors de son voyage antarctique « Sir JAMES Ross vit une multitude de ces champs de glace transportant » dans les hautes latitudes méridionales des pierres et des roches de diverses grosseurs, ainsi » que du limon gelé. Son compagnon, le docteur J. HOOKER, m'informe qu'il en vint à conclure » que la majeure partie de ces glaces flottantes renferment des pierres dans leur sein, quoiqu'on » ne puisse ordinairement les voir, à cause de la neige qui les recouvre. »

Pendant l'hivernage du GAUSS, VON DRYGALSKI a fait des observations intéressantes sur les roches erratiques des icebergs (3) et il dit même qu'il est probable que tous les icebergs antarctiques transportent des matériaux morainiques en plus ou moins grande quantité (4).

Une ancienne observation de WEDDELL mérite d'être citée (5) : « At daylight in the mor- » ning the chief mate reported land within sight, in the shape of a sugar loaf ; as soon as I saw » it I believed it to be a rock, and fully expected to find *terra firma* a short distance to the » southward. It was 2 o'clock in the afternoon before we reached it ; and not till then, when » passing within 300 yards, could we satisfy ourselves that it was not land, but black ice. We » found an island of clear ice lying close, and detached above water, though connected below, » which made a contrast of colour that had favoured or rather completed the deception. In » short, its north side was so thickly incorporated with black earth, that hardly any person at » a distance would have hesitated to pronounce it a rock. »

A bord de la BELGICA, nous avons eu, à la date du 19 février 1898, la même illusion d'optique et nous avons fait la même constatation que WEDDELL. Je transcris ici ce que j'ai noté :

« Un autre iceberg avait la forme d'une île volcanique. Quand l'atmosphère est brumeuse, le manque de perspective trompe. Cet iceberg, qui me paraissait être très éloigné et immense, présentait l'aspect d'une terre montagneuse, avec des champs de neige élevés et une falaise rocheuse légèrement recouverte de neige. Dans les jumelles, on voyait la même apparence de terre, de sorte que le commandant permit de gouverner suivant la direction de l'iceberg pour le voir de plus près. En quelques minutes nous étions à côté de cet iceberg, qui, à mon grand étonnement, était tout petit. Un canot fut mis à la mer, ce qui me permit de m'assurer que les rainures verticales dont le flanc de l'iceberg était couvert, étaient salies par de l'argile et remplies de trainées de petites pierres. »

Le dessin ci-après représente l'iceberg vu de près.

Il est aisément compréhensible que les icebergs doivent charrier des quantités considérables de roches. Là où l'inlandsis se trouve largement étalé sur monts et vallées, la glace décape forcément tout ce qui fait saillie sur son passage et emporte les matériaux meubles et tous les blocs (quelque grands qu'ils soient) qui ne sont pas solidement ancrés dans la roche.

(1) *The Antarctic Manual for the use of the expedition of 1901*, p. 346.

(2) *Principes de Géologie*, traduct. française, nouv. édit., vol. I, p. 504.

(3) *Veröffentlichungen des Instituts für Meereskunde*, Heft 5, p. 133.

(4) Voyez également le mémoire de GEORG HARTMANN, *Der Einfluss des Treibeises auf die Bodengestalt der Polargebiete*, dans Wissenschaftliche Veröffentlichungen des Vereins für Erdkunde zu Leipzig, Bd I : Beiträge zur Geographie des festen Wassers, p. 248 notamment.

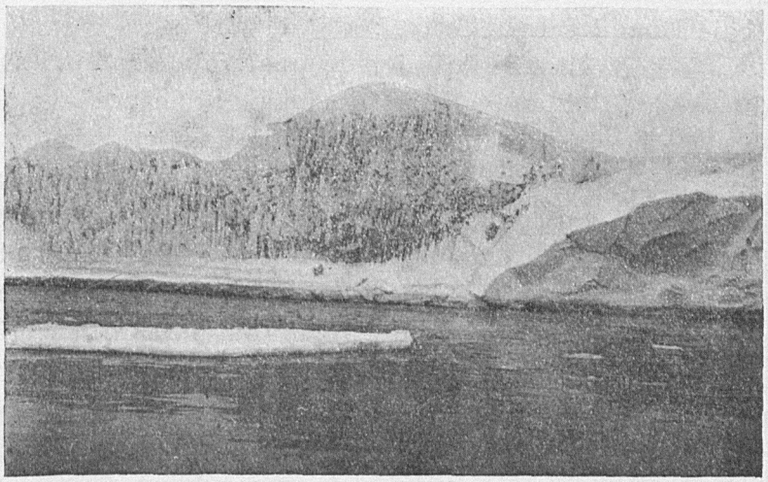
(5) *A voyage towards the South pole*, p. 31. London, 1827.

Or, combien souvent ne peut-on pas remarquer dans les carrières que les roches, dans les massifs les plus divers, sont fendues par d'innombrables cassures et par des joints d'origine dynamique. Là où l'inlandsis a dénudé le terrain, des roches moutonnées forment parfois des saillies importantes. Les joints y apparaissent le plus souvent très nettement. Mais comment ont été formés les creux qui se trouvent entre les dos des moutonnements ? Un examen plus attentif des fissures permettrait sans aucun doute de répondre à la question.

Dans la région parcourue par la BELGICA, je n'ai vu que peu de roches moutonnées à nu sur quelque étendue. Le plus souvent elles apparaissaient parfaitement polies.

Au XV^e^ débarquement, j'ai pu voir un phénomène qui doit ne se présenter que très rarement dans les régions antarctiques. C'est que, sous l'influence de l'intense rayonnement solaire des mois d'été, de grands éclats se détachent des roches polies. Ces feuilles sont parfois bombées ; elles ont généralement 1 à 2 cm. d'épaisseur et un diamètre de plusieurs décimètres.

Au Groenland, VON DRYGALSKI a observé la même chose, mais en beaucoup plus grand (1).



Là où des rochers sont tout le temps exposés aux intempéries de l'air, la roche se débite en blocs anguleux aux parois souvent parfaitement planes.

Cette désagrégation des roches doit être attribuée principalement à la gelée. On a souvent décrit la puissance de la force d'expansion due à la congélation de l'eau. Les photogravures des planches II, III et IV permettent de bien se rendre compte de l'aspect des parois rocheuses, des nunataks et des îlots dépourvus de calottes de glace et qui, tout au moins en été, ne sont pas protégés par la neige.

Ce n'est qu'en de rares endroits — la photogravure 4 de la planche XI en fournit un exemple — que les blocs éboulés ne sont pas emportés par la glace.

Les traces de l'ancienne extension des glaciers

Dans un passé géologique tout à fait récent, les glaciers des terres antarctiques visitées par l'Expédition devaient se présenter sous un aspect très différent de celui d'à présent.

A priori il est sans aucun doute probable que les glaciers antarctiques, de même que ceux des autres régions du globe, subissent des variations de courte période, ainsi que des variations séculaires plus importantes.

Il est inconcevable cependant que les faits que j'ai observés au cours de nos explorations se rapportent à des variations de ce genre. C'est donc sans la moindre hésitation que j'admets que les quelques vestiges de grande extension des glaciers, sur lesquels je désire insister à présent, doivent leur origine à l'époque glaciaire.

(1) *Groenland-Expedition*, Bd I, p. 34.

Les roches erratiques recueillies proviennent des débarquements nos III, V, VI, IX, XI, XIV, XVII et XVIII.

Les trois premiers des débarquements mentionnés ont été effectués dans la région de l'Inlet de Hughes. L'erratique que nous avons pu y voir ne constitue pas une preuve évidente de l'ancienne extension des glaciers, car dans chacun de ces endroits l'accumulation des blocs pourrait être attribuée aux glaces flottantes.

Il est compréhensible, en effet, que là où la glace peut, à certains moments de l'année, être vigoureusement poussée vers les rivages, sous l'influence des vents et des pressions, elle doit forcément labourer le sol des anses ou des baies dans lesquelles elle est chassée. Et c'est au travail de ces glaces que l'on pourrait attribuer la présence des blocs erratiques, rassemblés par places en grande quantité, jusqu'à fleur d'eau ou même jusqu'au-dessus du niveau de la mer.

Voici d'ailleurs ce que j'ai inscrit dans mon journal au sujet de notre IIIe débarquement, qui s'est opéré dans une anse de l'île Harry, sur la rive méridionale du chenal qui mène dans la baie Bouquet de la Gruye :

« Vers minuit, l'officier de quart aperçut un fragment de glace qui, même de très près, avait l'aspect d'un morceau de bois. Un canot ayant été mis à la mer, j'ai pu constater que c'était de la glace toute criblée de cailloux et d'argile, et, l'embarcation étant près de la terre, nous avons ramé jusqu'au rivage qui était formé d'une accumulation de blocs erratiques. C'était une moraine de fond, je crois. Derrière la moraine il y avait de l'eau, puis une falaise de glace. Les cailloux étaient pour la plupart parfaitement arrondis ; ceux de grande taille prédominaient et il y avait aussi quelques gros blocs. Il faisait assez sombre ; néanmoins nous sommes parvenus à recueillir en hâte un grand nombre d'échantillons de roches différentes. » Sauf un bloc de schiste à structure cataclystique avec veinules de quartz ployées, les échantillons rapportés sont de la tonalite, qui prédomine, des andésites et d'autres roches éruptives des familles du basalte et du trachyte, ainsi que des brèches volcaniques.

Il ne faut pas perdre de vue que c'est dans la demi-obscurité de la nuit que ces roches ont été recueillies et que, si j'avais pu voir plus distinctement ce que j'emportais, la variété des roches ramassées aurait été plus grande. La quantité des échantillons de l'erratique du IIIe débarquement n'en est pas moins trop considérable pour que la différence entre les roches qui s'y trouvent représentées et celles de l'erratique du Ve débarquement ne soit pas un fait intéressant à noter.

Les roches trouvées dans le fond de la petite baie de notre Ve débarquement, effectué près du cap Neyt à l'extrémité nord de l'île Liége, comprennent en effet des quartzites, notamment des quartzites avec linéaments gneissiques de mica, des micaschistes, des granites, des porphyres, des mélaphyres et puis également du basalte et de l'andésite.

A propos de l'erratique de ce Ve débarquement, la note ci-après se trouve dans mon journal de voyage : « Comment des roches si variées ont-elles pu s'accumuler là, c'est une question qui m'intrigue. Je ne pense pas qu'elles aient été amenées par des glaces flottantes. Il me semble qu'il n'y a que deux hypothèses à discuter au sujet de la provenance de ces roches erratiques. De deux choses l'une, ou bien c'est le glacier qui se dresse dans le fond de la baie qui a amené ces débris, ou bien ils remontent aux temps où le régime des glaciers était très différent du régime actuel. La première hypothèse me paraît invraisemblable, car les cailloux sont usés et doivent par conséquent provenir de loin. Mais ce fait ne peut servir d'argument car les vagues et les glaces ont pu exercer leur action. D'un autre côté, le relief du

terrain s'oppose à la formation d'un glacier important en cet endroit. La crête des monts Brugmann suit de très près la côte de l'île Liége, de sorte que ce versant de montagnes est très escarpé. Seules les parties basses des flancs de la chaîne sont couvertes de glaciers. Ce sont des glaciers côtiers devant se mouvoir directement vers la mer. La glace qui débouche dans la baie du Ve débarquement ne peut donc provenir de bien loin et les matériaux qu'elle apporte doivent être ceux dont se compose la montagne. Mais il y a là, dans cette moraine, une variété de roches trop grande pour qu'elles puissent toutes appartenir aux montagnes voisines ; ces roches proviennent incontestablement d'endroits très différents, disséminés sur une région étendue. Cet erratique a donc dû faire partie d'une ancienne moraine latérale d'un immense glacier qui aurait comblé la grande baie de Hughes. »

Il est vraiment intéressant de faire remarquer qu'en face de l'île Liége, dans la baie Brialmont, l'Expédition antarctique suédoise a fait la découverte de traces de la grande extension des glaciers qui paraissaient être tellement évidentes qu'un observateur aussi habile que GUNNAR ANDERSSON n'a pas hésité à dire que ce qu'il avait vu était plus convaincant que mes découvertes de moraines anciennes, sur lesquelles j'insisterai plus longuement dans la suite.

J. GUNNAR ANDERSSON dit en effet ce qui suit (1) :

« Eine mehr als 200 m. hohe, völlig eisfreie Felseninsel an dem Kap W. Spring der » belgischen Karte zeigt bis an den Gipfel hinan schöne Spuren kräftiger Eisschürfung. Die » Südwestseite der Insel ist abgerundet mit glatten Felswänden und Schürfungen, die nach NO. » gerichtet sind, der nordöstliche Strand bildet dahingegen einen steilen Felsabhang, ohne » jegliche Spur einer Abschleifung, eine typische « Leeseite ».

» Es ist daher anzunehmen, dass diese Insel einstmale von einer bewegungskräftigen » Eismasse in der Richtung von SW. nach NO. überschritten wurde. Ein Blick auf die Karte » lehrt, dass dieser Gletscher ein den ganzen Orléans-Kanal ausfüllender mächtiger Eisstrom » gewesen sein muss. Eine genauere Vorstellung von seinem Umfang erhalten wir, wenn wir die » Höhe der Insel, mindestens 200 m., zu der Tiefe, 620 m., hinzufügen, die wir nicht weit von » der Insel im Kanal loteten. Hieraus geht hervor, dass der ehemalige Orléans-Eisstrom an » gewissen Punkten einen Umfang von mehr als 800 m. hatte, wahrlich eine bedeutende Aus- » dehnung für einen jetzt gänzlich verschwundenen Gletscher. »

Avant de passer aux preuves plus immédiates de l'existence, pendant l'époque glaciaire, de ce grand glacier qui s'écoulait dans le détroit de Gerlache, preuves que je considère comme étant absolument indiscutables, je désire mentionner encore le troisième endroit de la région de l'Inlet de Hughes où j'ai pu trouver de l'erratique en assez grande abondance : c'est notre VIe débarquement, celui fait sur l'île des Deux-Hummocks.

Si les roches erratiques, sur la présence desquelles j'insiste, provenaient de la fonte des icebergs, il n'y aurait aucune raison pour que l'erratique d'un endroit diffère de celui d'un autre endroit. Or, de fait, il en est ainsi. A l'île des Deux-Hummocks, j'ai ramassé du grès métamorphique à structure de micaschiste, des granites et du porphyre quartzifère. Donc : absence de tonalite, d'andésite, de basalte et de brèches volcaniques.

Cependant, si mes observations faites dans la région de l'Inlet de Hughes ne sont pas absolument concluantes, il n'en est pas de même de celles faites dans le détroit de Gerlache

(1) OTTO NORDENSKJÖLD, *Antarctic. Zwei Jahre in Schnee und Eis am Südpol*, Bd II, p. 217.

proprement dit. Ainsi, l'îlot Gaston, où s'est effectué notre VIIIe débarquement et qui est situé à environ 1 mille de la côte, est un gros dos de mouton, parfaitement poli à la surface. Il était presque complètement dépourvu de neige lors de notre visite.

En face de cet îlot, au cap Reclus, se dresse le long de la côte de la Terre Danco une très grande moraine, dont la direction est à peu de chose près NE.-SW., c'est-à-dire précisément la direction du détroit.

Là on est donc forcé d'admettre que le glacier qui a donné naissance à cette moraine devait s'écouler dans le détroit même, dont la profondeur sondée est de 625 m. N'étant pas descendu à terre, je ne sais évidemment rien au sujet de l'erratique de la moraine.

Mais, plus loin dans le détroit, les débarquements XVII et XVIII fournissent l'argument décisif.

Ainsi sur le rivage de l'îlot Bob, à l'extrémité nord de cette île, j'ai trouvé des parties de moraine, bien conservées, situées à plus de 25 m. au-dessus du niveau de la mer, hautes de 5 à 7 m. et adossées contre la pente du terrain. La direction de cette moraine est celle du chenal qui sépare l'îlot Bob de l'île Wiencke, c'est-à-dire celle du détroit. La moraine va en descendant très légèrement vers l'ouest. La roche en place des environs est la roche prédominante ; elle est en fragments fréquemment anguleux. Des blocs de schiste cristallin ployé sont souvent très grands et parfaitement polis, tandis que le granite est sous forme de cailloux ronds et provient donc sans aucun doute de loin.

Les autres roches recueillies sont : arkose recristallisée, schiste noduleux, brèche, phyllite à chloritoïde, micaschiste, granite laminé cataclystique, granite à gros grain, granite épidotisé, micropegmatite, tonalite, granulite, microgranulite, aplite, épidosite, mélaphyre, porphyrite, tuf volcanique (un seul petit fragment).

Notre XVIIIe débarquement eut lieu dans l'île Bank, de l'autre côté du détroit, presque en face de l'île Bob. Là aussi j'ai trouvé une moraine d'au moins 20 m. de hauteur et ayant la même direction que le détroit. Cette moraine est adossée contre le flanc de la montagne qui présente l'aspect de roches moutonnées jusqu'en dessous du niveau de la mer. Ici encore la variété des roches erratiques est grande. Le granite, qui prédomine, est en fragments anguleux. Parmi les autres roches, la présence du porphyre quartzifère est à remarquer. C'est la roche qu'on trouve en place au cap Van Beneden (XIe débarquement).

Il semble donc que, dans cette région, le grand glacier qui s'écoulait dans le canal allait vers le sud pour se joindre à celui qui descendait de la baie des Flandres, vers l'ouest (1). Notons encore la nature de l'erratique qui compose la moraine.

Les roches rapportées sont : schiste noir cristallin, phyllade, quartzite micacé, phyllite, micaschiste, granite, micropegmatite, granulite, applite, gabbro, tonalite, porphyrite, mélaphyre, porphyrite quartzifère.

Si les moraines des débarquements XVII et XVIII doivent être considérées comme étant des moraines latérales, il n'en est peut-être pas de même de la moraine « remarquable » qui se

(1) Si vraiment le glacier allait vers l'Océan Pacifique, par le passage situé entre le cap Renard et le cap Errera, la présence des roches d'origine sédimentaire, métamorphiques, et ayant le caractère de roches anciennes, trouvées surtout au XVIIe débarquement, est intéressante à rapprocher de la présence des roches sédimentaires trouvées en place aux débarquements XIII et VIII. L'extension de ces terrains semblerait être assez grande et se confiner précisément à la région médiane occupée par le détroit. La probabilité de l'existence d'un synclinal entre l'alignement des crêtes de l'archipel de Palmer et les montagnes de la Terre Danco est donc bien grande.

dresse en travers du chenal Errera. Non loin de là, au XI^e^ débarquement, M. Racovitza a également trouvé de l'erratique.

Je mentionnerai encore les accumulations de blocs que j'ai pu voir près des îles Moureaux, dans la baie des Flandres, mais dont je n'ai malheureusement pu rapporter d'échantillons géologiques. Ceci est d'autant plus regrettable que ces roches nous auraient fourni des indications sur la nature des massifs montagneux situés à l'intérieur de la péninsule, au delà de la zone granitique.

L'erratique nous démontre clairement la présence de terrains cristallophylliens, et il est très probable que nous aurions pu facilement recueillir aux îles Moureaux de précieux renseignements relativement à la localisation géographique de ces terrains. Car j'ai la conviction que la géologie des terres antarctiques ne pourra être étudiée d'une façon quelque peu détaillée qu'à l'aide des matériaux morainiques.

Ainsi j'ai encore trouvé de l'erratique en un autre endroit des côtes de la Terre Danco : c'est près du cap Anna, lors de notre IX^e^ débarquement. Et là, de nouveau, c'étaient différents granites, de la granulite, de la micropegmatite, du gabbro et un quartzite veiné à grain fin.

Aussi, d'après toutes ces données recueillies à l'île des Deux-Hummocks, à l'île Bank et au cap Anna enfin (débarquements VI, XVIII et IX), je n'hésite pas à admettre que les roches volcaniques trouvées à l'île Harry (III) et au pied des monts Brugmann (V) ne sauraient provenir de la Terre Danco.

D'autre part, il est fort peu probable que les roches erratiques du V^e^ et du III^e^ débarquement proviennent des Shetland méridionales, de sorte que l'on est forcé d'admettre la présence d'appareils volcaniques dans les massifs de l'archipel de Palmer.

L'erratique trouvé au XIV^e^ débarquement apporte la preuve de cette conclusion.

L'accumulation de blocs y était très grande, car jusqu'à une distance assez notable du rivage nous avons pu voir fort distinctement le fond de la mer et par places nous le touchions de nos rames. Partout c'étaient de grands cailloux et des blocs morainiques. La variété des roches trouvées à la côte est grande et la plupart d'entre elles sont totalement différentes de celles du XVIII^e^ débarquement. Nous avons en effet différents andésites, en abondance, des brèches et des tufs volcaniques et puis d'autres roches, granite, granulite, diabase, diorite quartzifère, syénite quartzifère et mélaphyre type.

Donc : absence de roches métamorphiques et cristallophylliennes et grande abondance de roches éruptives tout autres et plus récentes que celles qui se trouvent dans l'erratique de la Terre Danco.

La comparaison des roches des moraines complète par conséquent d'une manière fort heureuse la série des roches trouvées en place et nous démontre la succession, à travers les âges géologiques, et la continuité des phénomènes éruptifs dans la région explorée.

On doit évidemment se demander si les moraines découvertes appartiennent toutes au même stade de développement des glaciers et si elles correspondent à l'expansion maximale de l'inlandsis de la Terre Danco.

Mes observations sont insuffisantes pour me permettre de répondre avec quelque certitude à pareilles questions.

Les moraines des débarquements XVII et XVIII sont relativement très petites et se trouvent à proximité du niveau de la mer. Si ce niveau n'a pas varié depuis l'époque glaciaire, le glacier qui a déposé ces moraines devait donc être un immense glacier plat, largement étalé

dans le détroit et dont la surface ne s'élevait qu'à quelques dizaines de mètres au dessus de la surface de la mer.

En admettant que le détroit n'ait que 400 à 500 m. de profondeur à l'endroit compris entre les débarquements XVII et XVIII, on est porté à croire que le glacier qui a déposé les moraines de ces deux débarquements ne remplissait pas la vallée jusqu'au fond, mais qu'il flottait. On est donc en droit de supposer que les moraines des débarquements XVII et XVIII ont été formées alors que le glacier se retirait et n'atteignait plus que ces parages.

Même pendant les stades de retrait, lorsque ce glacier se terminait dans le détroit, il ne peut avoir abandonné des moraines frontales continues, en forme d'amphithéâtre. Les murailles terminales devaient, en effet, donner lieu à une formation continuelle d'icebergs. Ce n'est donc qu'en de rares endroits, tout particulièrement favorisés, là où des icebergs ne pouvaient prendre naissance, que l'apport de roches erratiques a pu s'accumuler et s'être préservé. Les îles Moureaux peuvent servir d'exemple. L'erratique a pu s'amasser entre ces îlots aussitôt que le glacier de la baie des Flandres ne s'écoula plus par dessus ce seuil, lorsqu'il s'arrêta là, car les icebergs ne pouvaient se former, d'abord, que de part et d'autre des îlots et devaient les contourner ensuite, comme ils le font encore maintenant.

L'erratique des îles Moureaux doit donc être de date plus récente que celui des moraines du XVII^{e} et du XVIII^{e} débarquement, et, pour la même raison, l'erratique de ces moraines est probablement aussi moins ancien que ne l'est celui de la région de l'Inlet de Hughes. Car les fleuves de glace actuels n'ont pas de moraines latérales apparentes et celles dont l'origine doit être attribuée aux grands glaciers quaternaires n'indiquent que des stades de retrait.

L'érosion glaciaire

La question de l'érosion des glaciers est l'une de celles qui ont le plus préoccupé les géologues et les géographes, et jusqu'à ce jour les avis sur le pouvoir d'érosion des fleuves de glace sont très différents.

L'un des facteurs principaux entrant en ligne de compte est généralement par trop négligé : nous voulons dire le temps. Et cependant, la durée de l'époque glaciaire — ou des époques glaciaires (1) — a dû être notablement plus grande que la succession des dizaines de milliers d'années qui se sont écoulées depuis. Si nous prenons en considération le travail énorme que les eaux courantes ont pu effectuer, en certains endroits, après la disparition des calottes

(1) Il semble que dans les régions des centres de glaciation, l'inlandsis s'est maintenu pendant toute la durée de l'époque glaciaire. « Für Schweden wurde gezeigt, dass dort die Eiszeit eine enheitliche, nicht von Interglacialzeiten unterbrochene Erscheinung war. » « ....So wird man zu dem Schlusse gedrängt, dass auch für das südliche Gebiet des nordeuropäischen Vereisung das ganze Diluvium (Quartär) als eine einheitliche, nur von Oscillationen unterbrochene Folge zu betrachten ist... » E. GEINITZ, *Die Einheitlichkeit der quartären Eiszeit.* Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie u. Palaeontologie, Beilage-Band XVI, pp. 2, 3.

de glace quaternaires (1), ainsi que la durée du temps que ce travail a nécessité (2), nous sommes forcés d'admettre que dans les régions polaires — plus particulièrement là où des glaciers ont dû se former pour commencer, où ils se sont maintenus pendant toute la durée de l'époque glaciaire et où, encore aujourd'hui, ils sont plus actifs que partout ailleurs, — nous devons admettre, dis-je, que dans ces régions-là, tout au moins, le temps n'a pas fait défaut aux glaciers pour exercer leur action érosive.

Afin d'évaluer l'intensité du travail d'érosion qui se poursuit actuellement dans le bassin d'un glacier, on a mesuré les quantités de sédiments charriés par le ruisseau torrentiel qui s'en échappe. Prenant en considération l'étendue du bassin de réception, la quantité annuelle des précipitations, l'évaporation, etc., on peut calculer l'épaisseur moyenne de la couche enlevée aux rochers sous la forme de sédiments fins et de sable en suspension dans l'eau du torrent. Harry Fielding Reid a trouvé de la sorte le chiffre excessif de 3/4 de pouce par an dans le domaine du Muir Glacier, dans l'Alaska (3). D'autres mesures faites au Groenland, en Islande, en Norwège et dans les Alpes ont fourni des chiffres incomparablement plus faibles. Quoi qu'il en soit, la conclusion que Hans Hess (4) déduit des chiffres obtenus jusqu'à présent est que les glaciers travaillent plus activement à l'approfondissement de leur lit que ne le font les eaux courantes. J. Vallot (5) considère les choses un peu autrement. Après avoir établi par la discussion de l'aspect que présentent les lits des anciens glaciers et par l'observation directe aux Mollets, sous la Mer de Glace, que le glacier repose directement sur la roche, sans intermédiaire d'une moraine profonde, M. Vallot écrit ce qui suit (6) :

« La période glaciaire a trouvé les vallées encombrées de matériaux tombés des cimes. Les glaciers, en s'établissant, ont commencé le nettoyage, en emmenant avec eux les blocs sous-jacents qui formaient une sorte de moraine non glaciaire. Mais il ne faudrait pas croire que le glacier a mis en mouvement d'un coup *toute la masse* de matériaux sur laquelle il commençait à se mouvoir. L'observation montre que le glacier glisse sur ses moraines presque sans les détériorer, et qu'il ne met en mouvement que les blocs avec lesquels il est en contact tout à fait immédiat. Il a donc fallu que la vallée fût *presque entièrement vidée*, pour que le glacier pût être en contact avec la roche en place du fond et exercer une action érosive sur elle, et ce n'est que le passage de la *dernière couche* de matériaux qui a pu faire l'office de râpe sur le fond de la vallée. Ce n'est donc que pendant une partie de l'époque glaciaire que les glaciers ont pu appro-

(1) Voyez G. K. Gilbert, *The history of the Niagara river*. Sixth Annual Report of the Commission of the State Reservation at Niagara, Albany, 1890, p. 61 ; — G. K. Gilbert, *Niagara Falls and their history*. National Geographical Monographs, vol. I, p. 203.

(2) « Revising our conclusions in the light of recent advances, it may be said, tentatively, that 50,000 years may be regarded as an approximate extreme limit for the making of the whole gorge of Niagara, but that it may have been as short as the estimates of Lyell (35,000 years), or Spencer (32,000 years). It ought to be distinctly recognized, however, that many of the elements of the Niagara time problem are, in the very nature of things, so uncertain in their values that no time estimate pretending to accuracy within narrow limits can be trustworthy. This is the more unfortunate because the Niagara gorge is by far the best single datum for estimating the duration of postglacial time that has yet been discovered. » (Frank Bursley Taylor, *Origin of the gorge of the Whirlpool rapids at Niagara*. Bulletin of the Geological Society of America, vol. IX, p. 84.)

(3) *Studies of Muir Glacier*. National Geographic Magazine, vol. IV, p. 51.

(4) *Die Gletscher*. Braunschweig, 1904, p. 185.

(5) *La moraine profonde et l'érosion glaciaire*. Annales de l'Observatoire météorologique, physique et glaciaire du Mont Blanc, vol. III, p. 153.

(6) J. Vallot, *loc. cit.*, pp. 176, 177.

fondir les vallées. Un temps très long a dû être employé à l'enlèvement des anciens matériaux ; puis a commencé l'action de la mince couche morainique en contact avec le roc : c'est la période érosive. Cette dernière couche une fois passée, le glacier s'est trouvé dans les conditions des glaciers actuels, sans aucune moraine profonde, et ne produisant plus qu'une action polissante dont les résultats peuvent être calculés par comparaison avec les actions semblables que nous voyons de nos jours. L'action de la *râpe gigantesque* dont on a tant parlé est donc très nettement délimitée, puisque cette râpe n'avait que l'épaisseur d'un bloc — elle avait tout juste la longueur du glacier — et *qu'elle n'est passée qu'une fois.* »

A ce point de vue, mes observations pourraient être citées en faveur de l'hypothèse que le travail d'érosion qui se poursuit actuellement dans les régions antarctiques est tout à fait minime.

Le nombre d'icebergs que nous avons pu voir de près, soit en cours de voyage, soit pendant l'hivernage dans le pack, est considérable, et pourtant, à deux reprises seulement j'ai pu constater que la glace renfermait de l'argile ou du gravier (1), et dans un autre iceberg j'ai remarqué une traînée jaune qui le traversait obliquement; mais dans aucun cas, personne à bord de la BELGICA n'a signalé des blocs dans la glace d'un iceberg ou sur un iceberg.

Les falaises de névé ou de glace et les fronts des glaciers près desquels nous sommes passés étaient parfaitement blancs, et dans peu d'endroits seulement j'ai remarqué à la base des falaises de névé des matières terreuses et des cailloux empâtés dans la glace.

A la surface des champs de névés, pas une seule moraine n'a été notée, et là où j'ai pu voir de près les roches polies au pied des falaises blanches, je dois dire que la présence même de simples traces de moraine de fond aurait certainement attiré mon attention.

L'eau du ruisseau qui sortait du tunnel de glace au XIV^e^ débarquement était parfaitement limpide, elle n'était pas le moins du monde laiteuse. Mais, dans ce cas encore, il s'agissait d'un champ de névé adossé au flanc de la montagne. Les fronts des fleuves de glace, à proprement parler, s'enfonçaient partout sous le niveau des eaux, et ce ne sont évidemment que ces glaciers encaissés dans les fonds des vallées qui s'écoulent réellement, et qui peuvent par cela même éroder activement. Or, les icebergs antarctiques ne culbutent pas, ils se détachent simplement du front des glaciers. La grande majorité des icebergs que l'on voit, même loin des côtes, gardent leur position primitive et très souvent tout ce que l'on voit au-dessus de l'eau ne correspond qu'à la portion superficielle du glacier, c'est-à-dire les couches des névés.

Les icebergs fragmentaires sont pour la plupart de vieux icebergs qui ont eu le temps de se débarrasser par fusion (ou plutôt par dissolution dans l'eau de mer) de la portion la plus inférieure, qui était en contact avec le roc.

Et lorsqu'on drague le fond de la mer, on voit clairement que les blocs transportés par les icebergs ne sont pas rares, bien loin de là, et ces blocs sont généralement arrondis et portent parfois des stries glaciaires très nettes.

Mais, même aux champs de névés et aux petits glaciers adossés contre les flancs des montagnes, les matériaux d'une moraine de fond, se renouvelant sans cesse, ne font pas entièrement défaut. Le nunatak du X^e^ débarquement, les murailles à pic du XX^e^ (voir pl. II, III)

(1) Un bloc de glace criblé de cailloux vu dans la nuit du 24 au 25 janvier pouvait tout aussi bien être de la glace de mer, formée sur le fond de la petite baie du III^e^ débarquement, qu'un fragment de glace provenant d'un iceberg.

montrent que les fragments de roche qui se détachent tombent soit directement sous la neige (en été, lorsqu'un espace libre se forme au pied des rocs), soit sur les parties plus élevées des champs de névé. La neige s'accumulant sur eux d'année en année, ces blocs seront entraînés lentement et toujours en contact avec la roche sous-jacente. Le cap Renard (pl. XI) et mieux encore le cirque situé près du XIVe débarquement et décrit plus haut, se trouvent également hors du domaine des fleuves de glace, et là aussi, par la succession des terrasses, nous voyons clairement que depuis la grande extension des glaciers pleistocènes, les champs de névés n'ont cessé de recevoir un apport constant de matériaux détritiques.

D'ailleurs, il est loin d'être démontré que la glace, même complètement vierge de sable, de gravier ou de cailloux, glisse simplement sur la roche sans rien lui enlever.

Dans les canaux de la Terre de Feu, les choses apparaissent plus clairement, et l'on s'y rend bien compte de la puissance du travail d'érosion des glaciers quaternaires. Les cuvettes creusées dans le roc, actuellement occupées par des lacs, y abondent. Mais ce qui est surtout intéressant à noter, c'est la défiguration du profil des vallées par lesquelles des glaciers se sont écoulés. Dans la baie du Torrent, la pente extrêmement raide en dessous de la moraine latérale, à l'ouest du lac, ainsi que la pente à pic de l'autre flanc de la vallée, ne sont autre chose que les parois du chenal en U creusé par le glacier dans le fond de la vallée en V préexistante.

Pour l'érosion fluviatile, le niveau de la mer est la limite du creusement ; — la limite du pouvoir d'érosion des glaciers n'est, au contraire, atteinte que lorsque la glace est arrivée à son niveau de flottaison. Si l'on admet cette manière de penser, il faut forcément en déduire que des fiords ont pu être formés par érosion (1) et que leur présence sur une côte ne constitue pas une preuve d'un affaissement du pays. C'est ainsi que les canaux de la Terre de Feu ou le canal de Gerlache ne fournissent pas des preuves indiscutables de l'affaissement de ces régions, — dû soit à la surcharge des accumulations de neige et de glace, soit à d'autres causes. Il est évident qu'en admettant cette manière de voir, quelque peu excessive, du pouvoir d'érosion des grands fleuves de glace, on pourra expliquer aisément certains faits d'observation. Le fiord du havre Saint-Jean commence à la jonction de deux vallées; c'est à partir du point où deux glaciers se fusionnaient dans le temps qu'un creusement de la vallée jusqu'en dessous du niveau de la mer commence. Dans le fiord du Grand Glacier, les eaux de la mer s'étendent également jusqu'au point de jonction de trois vallées ; dans le fiord de Lapataïa, c'est à partir de l'endroit où deux grands fleuves de glace s'unissaient que la baie commence.

Ce sont là des faits qu'il n'est pas permis d'attribuer au hasard et qui pour être élucidés exigent une étude approfondie et détaillée de la région. Ce qu'il faut, avant tout, ce sont des profils rigoureux, ne fût-ce que de quelques-unes de ces vallées, des profils transversaux et longitudinaux, comme Richter, Penck, Brückner, Hess et d'autres les ont dressés pour certaines vallées des Alpes. Si la glace flottante ne laisse émerger que 1/6 de son volume, un glacier encaissé dans un chenal pèsera sur le fond de la vallée jusqu'à ce que celle-ci soit excavée.

(1) Dans son étude sur les fiords, Otto Nordenskjöld est arrivé à la conclusion que : « Es bleibt somit nur die Möglichkeit übrig, dass die Becken direkt durch Erosion, und zwar durch Gletschererosion, ausgehölt seien, und es ist auffallend, wie gut diese Hypothese die meisten Eigenschaften der Fjorde erklärt. Es sei aber sofort bemerkt, dass ich dieselbe nicht für eine eigentliche *Thal*bildung in Anspruch nehme ; im Gegentheil muss man annehmen, dass die meisten von den Thälern, in denen jetzt Fjorde liegen, schon in präglazialer Zelt existierten, und dass die Gletscher eben diesen präexistierenden Flussthälern gefolgt haben. » (*Bulletin of the Geological Institut of Upsula,* 1899, p. 221.)

L'érosion glaciaire doit donc pouvoir s'exercer jusqu'à une profondeur cinq fois plus grande que la muraille de glace qui émerge n'est haute. Pour une hauteur de front de glacier de 30 m., par exemple, on peut s'attendre à trouver devant le mur de glace des profondeurs de 150 m. Dans cette façon de raisonner, il devient parfaitement compréhensible pourquoi, dans certains cas, les profondeurs d'un canal ou d'un fiord vont en augmentant quand on s'approche davantage de la chaîne de montagnes. Car ce n'est évidemment pas à sa terminaison, mais bien dans la partie médiane de sa course qu'un fleuve de glace a le plus de puissance, là où il a déjà absorbé tous ses tributaires, où sa masse est la plus grande et où il avance avec le maximum de vitesse, étant précisément là le plus fortement encaissé.

Ces quelques remarques suffiront, je pense, pour montrer que le problème de l'érosion des glaciers complique singulièrement celui de l'affaissement des deux régions étudiées au cours du voyage de la BELGICA, et que pour la discussion de la question l'essentiel serait d'avoir des profils hypsométriques et bathymétriques parfaitement corrects, ne fût-ce que de quelques-uns des fiords et canaux. Seule une mission spéciale pourrait accomplir pareils travaux. Des expéditions d'exploration, telles que l'a été l'Expédition antarctique belge, ne peuvent limiter les recherches à certains problèmes particuliers, attendu qu'elles doivent recueillir les matériaux d'étude les plus divers et tenter de faire des découvertes de nature à dévoiler des horizons nouveaux.

L'abrasion glaciaire

Je désire maintenant signaler quelques considérations qui m'ont fait penser que les grands épanchements de glace de l'époque glaciaire ont pu dénuder des îles situées devant les côtes des terres antarctiques, tout comme l'action érosive des vagues de la mer a pu raser soit de simples îles océaniques, soit — d'après VON RICHTHOFEN — des terres étendues (1).

Il me paraît probable que tout l'ensemble des glaciers que déversaient les terres antarctiques, devait former une plaine de glace couvrant le plateau continental ; il y aurait donc eu une ceinture de glace se terminant, bien au delà de la côte, sous forme de muraille.

Le travail de dénudation et de transport d'un tel glacier a dû être immense.

En règle générale, il me semble que les glaciers largement étalés doivent tendre à aplanir les montagnes qu'ils embrassent. Pour fixer les idées, voici quelques faits :

a) Dans le fiord du Grand Glacier, dans le canal du Beagle, j'ai observé une montagne formant une grande roche moutonnée et surmontée d'un monticule pointu tout à fait caractéristique (pl. II, fig. 2) ;

b) En différents endroits, dans les terres antarctiques découvertes par l'Expédition, j'ai pu voir des nunataks me rappelant le monticule pointu perché sur la montagne arrondie, sauf qu'ici le recouvrement de glace ne s'étant pas retiré, l'action de dénudation du glacier se poursuit encore de nos jours. Ces nunataks, exposés à l'action de la gelée et du rayonnement solaire, se désagrègent rapidement, et les grands blocs qui se détachent de leurs murailles s'effondrent sur la glace, qui les emporte. Les nunataks tendent donc à disparaître ;

(1) F. VON RICHTHOFEN, *Führer für Forschungsreisende*, pp. 173, 356, 614 ; et voyez également son grand ouvrage : *China*, Bd. II, pp. 766 et suivantes.

c) Un certain nombre de petites îles du détroit de Gerlache offrent un relief très particulier, en ce sens qu'elles sont pour ainsi dire entièrement recouvertes de plaines de glace aux pentes peu inclinées et qu'elles ont au milieu une ou deux montagnes escarpées qui percent le manteau de glace et qui contrastent avec le relief adouci du pourtour de l'île (Deux-Hummocks, et île Emma, pl. V, fig. 2) ;

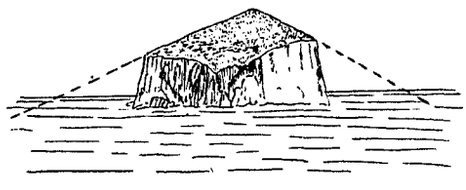
d) D'autres îlots sont non moins remarquables, à cause de ce fait que leur relief primitif semble entièrement dénudé. Ils ont effectivement la forme de gros dos de moutons, émergeant à peine de l'eau, et le plus fréquemment ils sont recouverts de calottes glaciaires.

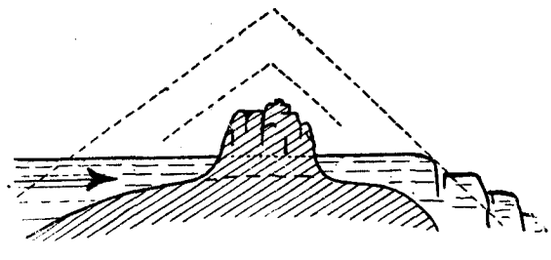
Ces quelques faits démontrent qu'à l'époque pleistocène, la grande nappe glaciaire formée le long des côtes par l'union de tous les glaciers a pu raser des îlots montagneux. Le mécanisme est facile à comprendre.

Les îles et les îlots étaient empâtés dans cette grande plaque de glace et formaient des nunataks que la glace devait contourner ; et les blocs se détachant des flancs des montagnes étaient emportés par le glacier, tout comme c'est le cas pour les nunataks actuels (*b*). La glace, de son côté, érodait les parties basses, et, à l'aide des nombreux matériaux qu'elle charriait, elle décapait la base. Mais le transport des éclats de roches se poursuivant sans cesse, les falaises devaient reculer vers l'intérieur et la nappe de glace devait gagner du terrain. De la sorte, la topographie de l'îlot devenait peu à peu celle des îles décrites en (*c*), et, finalement, un simple monticule (*a*) devait subsister tant que le travail d'aplanissement n'avait pas fini par submerger ce dernier rocher. Les îles basses (*d*) proviendraient donc de l'abrasion des sommets de montagnes par les glaciers pleistocènes qui les ont cernés.

Il me semble que nous pouvons dénommer *abrasion glaciaire* ce genre particulier de dénudation.

Les figures ci-dessous (1) montrent schématiquement l'effet d'abrasion de la mer comparé à celui des glaciers.





Le terme *abrasion glaciaire* a déjà été employé par Suess dans un sens beaucoup plus général et moins défini que celui que je viens de lui donner. Suess écrit en effet au sujet du bouclier canadien ce qui suit (2) :

« Die Blosslegung des Schildes, die Beschaffenheit des Innenrandes der paläozoischen » Umgürtung, sowie der auflagernden Schollen sind in hohem Grade beeinflust durch *die glaciale* » *Abrasion*, welche diese Landstriche in später Zeit erfahren haben. »

Plus loin, on lit encore (3), dans l'œuvre de l'éminent géologue viennois, le passage sui-

(1) Le dessin de l'île isolée exposée à l'action destructive de la mer est emprunté à un article de N. S. Shaler, article paru dans *Scribner's Magazine,* nº du mois de mai 1892.

(2) Ed. Suess, *Das Antlitz der Erde*, Bd. II, p. 42.

(3) *Ibid.*, p. 58.

vant : « Lappland und Finnland sind wie der canadische Schild aus archaischen Felsarten » gebildet, welche bereits vor der Silurzeit gefaltet wurden ; sie sind wie dieser von einem » bogenförmigen Saume flachgelagerter paläozoischer Sedimente umgeben, verdanken ihre » Entblössung wie dieser hauptsächlich der späten *Abrasion durch Eis...* »

La figure 34, à la page 429 de l'ouvrage de SUESS, est tout particulièrement instructive. Elle nous montre un ancien nunatak. Ailleurs (1), SUESS développe ses idées sur l'énorme travail d'érosion que la glace, forcée de contourner les nunataks, est capable de produire, et il n'hésite pas à admettre que les cuvettes creusées dans le roc, et qui sont actuellement occupées par des lacs, sont le produit de l'érosion glaciaire, plus particulièrement de l'inlandsis.

Dans le cas des fiords et des canaux de la région de la Terre de Feu, ainsi que dans celui des terres antarctiques découvertes par l'Expédition de la BELGICA, nous nous trouvons en présence de chaînes de montagnes ayant un relief alpestre. Le relief du Canada, de la Finlande, de la Russie est, au contraire, — et était également avant la grande extension des glaciers, — tout autre. A priori, il me paraît probable qu'une calotte glaciaire doit adoucir davantage le relief d'une pénéplaine ; mais, par contre, il y a, dans les régions montagneuses, des cas où le relief a été accentué par l'action érosive des glaciers, à côté de ceux où il peut être question d'*abrasion glaciaire*, et c'est là précisément une raison pour laquelle il n'y a pas lieu de parler de la possibilité de l'existence de plaines d'abrasion glaciaire proprement dites. Et il y a une autre raison contre cette généralisation, c'est que la durée des grands épanchements de glace n'a été — géologiquement parlant — que très courte, et l'accumulation des glaces limitée. L'abrasion glaciaire, comme elle vient d'être définie, ne peut donc s'être produite que dans les cas — relativement rares — où l'obstacle à vaincre avait peu d'étendue et était englobé dans une masse de glace puissante, à écoulement rapide, et qui a persisté longtemps ; donc, de préférence, dans le cas de nunataks et dans celui d'îles côtières, qui perçaient l'inlandsis du plateau continental.

La question des climats à l'époque glaciaire

On le sait, la hauteur de la ligne des neiges perpétuelles ne dépend pas seulement de la température moyenne du lieu, mais elle est également fonction d'autres agents climatériques, tels que l'insolation, la variabilité de la température de l'air et le caractère des saisons. Puis, à côté de ces facteurs, deux autres jouent un rôle tout à fait prépondérant : ce sont les conditions orographiques et la hauteur annuelle des précipitations atmosphériques.

Pour connaître l'influence de l'un des facteurs — la température, par exemple,— il faudrait que tous les autres facteurs restassent constants. Ainsi, pour plus de simplicité, supposons une île montagneuse isolée dans l'Océan, et admettons que cette île puisse se déplacer suivant le méridien. Si nous faisons voyager cette île dans une région où toutes les conditions climatologiques restent les mêmes, sauf la température, les hauteurs de l'abaissement du niveau des neiges perpétuelles nous feront connaître l'influence du facteur variable pour chaque degré de variation.

Pour connaître le degré d'abaissement de la température moyenne d'une région donnée, à l'époque glaciaire, — du moins dans un climat entièrement maritime, — il faudrait donc trou-

(1) ED. SUESS, *loc. cit.*, pp. 437, 439.

ver une région identique, exposée au même régime de vents, de nébulosité et de précipitations atmosphériques, et où la glaciation actuelle occupe l'étendue de la glaciation passée de l'autre région.

Or, il me semble que dans l'hémisphère austral on peut trouver des exemples de ce genre. Mais, sans aucun doute, les difficultés sont nombreuses et le problème est tellement compliqué que tout ce que l'on peut espérer trouver, au point de vue de la question des climats à l'époque glaciaire, est une simple approximation.

Ainsi, on le sait, dans les régions montagneuses, les précipitations atmosphériques ne sont pas égales aux différentes hauteurs, et, pour une île isolée, il en sera très probablement de même. En s'avançant vers le pôle (ou vers la région plus froide), la portion recevant le maximum de précipitations étant rentrée dans la zone des neiges persistantes, produira une perturbation, et, après coup, la descente de la limite des neiges deviendra plus lente, avec la diminution toujours progressive de l'abaissement de la température. Mais il est une autre difficulté : c'est que la hauteur des nuages semble diminuer avec l'augmentation de la latitude.

D'un autre côté, les courants marins peuvent avoir varié depuis l'époque glaciaire, ou, pour m'exprimer plus correctement (les courants de surface dépendant presque exclusivement des vents prépondérants), la région des calmes équatoriaux, les vents alizés, les régions anticycloniques et les routes des cyclones ont pu occuper des positions différentes de celles qu'elles occupent de nos jours ; l'hypothèse de CROLL l'exige (1), et le fait de la présence de calottes glaciaires étendues rend la chose plus probable encore.

Puis, il y a une autre difficulté non moins importante : les niveaux auxquels émergent actuellement les terres ayant subi l'action glaciaire, ne sont dans de très nombreux cas plus les mêmes que ceux qu'elles ont occupés lors de la présence des grands glaciers, et RUDZKI a démontré la probabilité de la submersion des terres sous l'effet de la charge des glaces accumulées (2).

Il faut donc, dans tous les cas, une étude très approfondie de la région prise en considération, avant de pouvoir élucider la question qui se pose, à savoir :

De combien de degrés centigrades devrait s'abaisser la température moyenne (toutes choses égales d'ailleurs) pour produire un abaissement de *n* mètres du niveau des neiges éternelles ?

En ce qui concerne les Alpes, PENCK admet un abaissement du niveau des neiges perpétuelles de 1000 m. environ et, en ce qui concerne le climat, BRÜCKNER pense que la température moyenne à l'époque glaciaire — au maximum de glaciation — devait y être seulement de 3 à 4 degrés plus basse qu'aujourd'hui (3). OSWALD HEER avait également été amené, par ses études paléontologiques, à admettre un abaissement de la température moyenne de 3 à 4 degrés (4).

Néanmoins, il me semble que ce chiffre ne peut suffire que si l'on admet, à priori, un climat beaucoup plus humide qu'il ne l'est de nos jours, et qu'il faut une différence de tempé-

(1) JAMES CROLL, *Climate and Time*.

G. PILAR (*Ein Beitrag zur Frage über die Ursachen der Eiszeit*. Agram, 1876) qui, se basant sur les idées de CROLL, a démontré la nécessité du déplacement de la zone des calmes, ne s'est pas rendu compte de l'influence qu'un tel déplacement devrait avoir sur toute la circulation atmosphérique à la surface du globe.

(2) *Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie*, 1899, p. 169.

(3) *Klimaschwankungen seit 1700*, p. 308.

(4) Voir A. HEIM, *Handbuch der Gletscherskunde*, p. 560.

rature plus considérable pour produire un abaissement de 1000 mètres du niveau des neiges perpétuelles, les précipitations restant égales (1).

Pour le démontrer, je vais comparer la région du cap Horn à la Géorgie méridionale.

La latitude est la même : 54° Sud ; la différence en longitude est de 30°.

Climat maritime, régime des vents d'ouest. Températures moyennes :

Au cap Horn (2)	+ 5° 5
Dans la Géorgie méridionale (3)	+ 1° 4
Différence . .	= 4° 1

Nombre de jours de pluie ou de neige :

Au cap Horn	278 (année 1882-83)
Dans la Géorgie méridionale .	301 (id.)

Quantité d'eau tombée :

1400^{mm} au cap Horn et 900^{mm} dans la Géorgie méridionale.

Mais ces dernières différences dans les chiffres sont sans aucun doute dues à la différence de situation des deux stations d'observation, tandis que de fait il y a probablement identité des quantités de précipitations atmosphériques, dans les hauteurs. Au point de vue morphologique, les îles à l'ouest et au sud de la Terre de Feu sont (d'après les descriptions) en tous points comparables à la Géorgie du Sud. Quant aux niveaux des neiges perpétuelles, ils sont :

de 900 mètres (4) dans les Terres magellaniques,
et de 600 mètres (5) pour la Géorgie méridionale (côte NE).

A côté de la différence des températures moyennes, qui est de 4°, il n'y a donc qu'une différence d'environ 300 mètres dans les hauteurs des neiges perpétuelles.

Il me paraît tout à fait inutile d'insister davantage sur l'exemple choisi, les niveaux des neiges perpétuelles n'étant pas suffisamment bien connus et les conditions topographiques de la Géorgie méridionale, de même que, celles des îles de la région des canaux de la Terre de Feu, l'étant encore beaucoup moins.

Du reste, l'exemple sera inévitablement critiqué, et les géologues partisans du climat humide feront remarquer, sans doute, que le niveau des neiges perpétuelles correspond à des isothermes très variables et comprises entre + 3° (les Andes, près de Quito) et — 10 à — 11° (Nouvelle-Zemble et Spitzberg) ou même davantage (6). Il est effectivement facile de m'accuser de partialité et de dire que l'exemple a été choisi justement en vue de démontrer que le climat

(1) T. G. Bonney pense qu'un abaissement de température de 18° F. (= 10° C.) serait nécessaire pour reproduire une époque glaciaire, si la distribution des températures dans l'hémisphère Nord restait la même. (Réf. dans *Geographisches Jahrbuch*, 1893, p. 241.)

(2) Lephay, *Mission scientifique du cap Horn*, t. II, p. 138**.

(3) *Die internationale Polarforschung 1882-1883. Die Beobachtungs-Ergebnisse der deutschen Stationen*, Bd. II, p. 140.

(4) D'après les officiers du Beagle, 1000 mètres ; d'après Pissis, 800 mètres ; et d'après Thomas Bridges, 900 à 1000 mètres.

(5) J. Hann, *Klimatologie*, Bd. III, p. 469.

(6) *Ibid.*, Bd. I, p. 313.

de l'époque glaciaire a dû être beaucoup plus rigoureux qu'on ne le présumait. Et on fera sans doute observer que seule une discussion générale de tous les faits connus pourrait avoir une valeur décisive et que, dans tous les cas, il faudrait prendre la moyenne de tous les chiffres obtenus. Je ne le contesterai pas, mais quoi qu'il en soit, dans l'état actuel de nos connaissances, il est préférable de se borner à choisir les exemples dans les régions où le climat est et a été essentiellement marin, par conséquent, de préférence les îles océaniques. L'exemple me paraît donc être bien choisi.

Un autre bon exemple, qui mériterait d'être étudié et discuté à fond, est celui de la région des canaux de la Terre de Feu comparée à la région des terres antarctiques situées au Sud du cap Horn.

Les deux régions sont montagneuses et exposées aux vents océaniques, qui y amènent des précipitations abondantes ; mais le niveau des neiges perpétuelles est inférieur d'environ 800 mètres dans les terres polaires, et l'aspect actuel de ces terres est, pour autant qu'il me semble, celui que devait présenter la région des canaux de la Terre de Feu à l'époque de la plus grande extension des glaciers pleistocènes.

Quelles sont les températures moyennes de ces régions ?

Pour les canaux de la Terre de Feu, nous ne disposons que de fort peu de données, et nous en possédons moins encore pour ce qui concerne les terres antarctiques.

Les moyennes connues jusqu'à présent sont les suivantes :

Punta-Arenas (1)	+ 6° 7	Snow-Hill (5)	— 11° 8
Ushuwaïa (2)	+ 6° 5	Scotia Bay (6)	— 5° 4
Cap Horn (3)	+ 5° 5	Ile Wandel (7)	— 5° 4
Ile des États (4)	+ 6° 3		
Moyenne =	+ 6° 2		

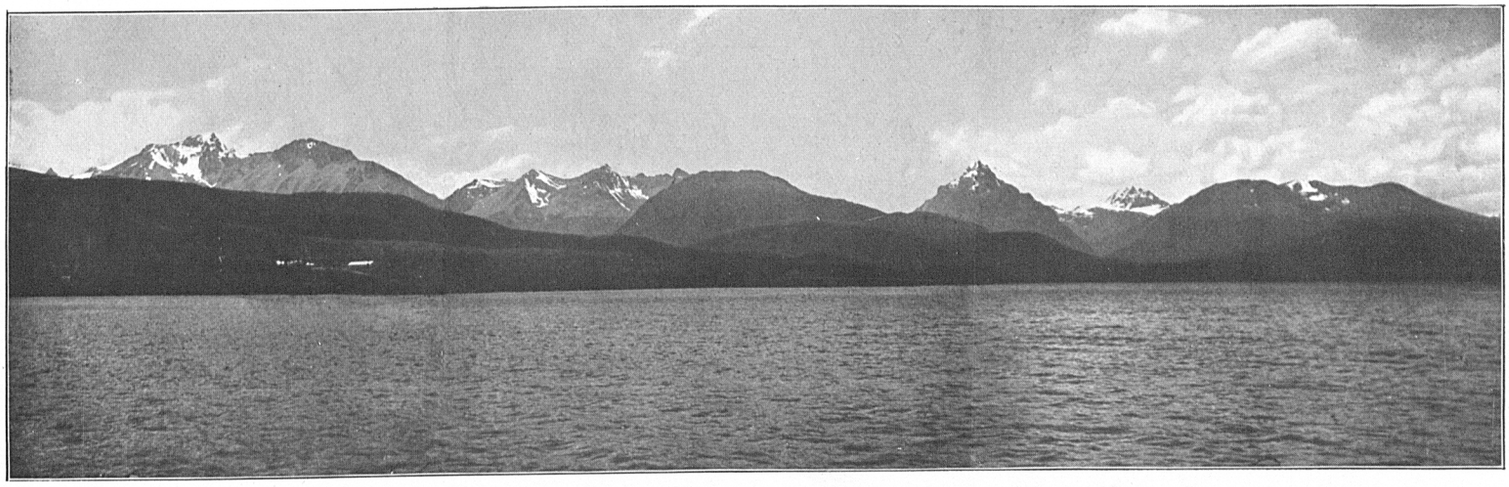
Pour une différence du niveau des neiges perpétuelles de 800 à 900 mètres, nous avons donc là une différence dans les températures moyennes d'au moins 10 à 12°.

Si donc une étude plus approfondie du relief et des conditions météorologiques des deux régions permet de maintenir l'analogie, les données recueillies ne manqueront pas d'élucider une partie du problème du climat de l'époque glaciaire. Car on pourra tout au moins établir de combien de degrés a dû s'abaisser la température dans la région magellanique pour que les glaciers viennent à descendre jusqu'au niveau qu'ils ont occupé. Je dis avec intention : dans la région magellanique, car parfois, lorsqu'on parle de l'abaissement de la température de l'époque glaciaire, et que l'on cite le chiffre de 4°, on s'exprime absolument comme si ce chiffre s'appliquait à toutes les régions du globe indifféremment.

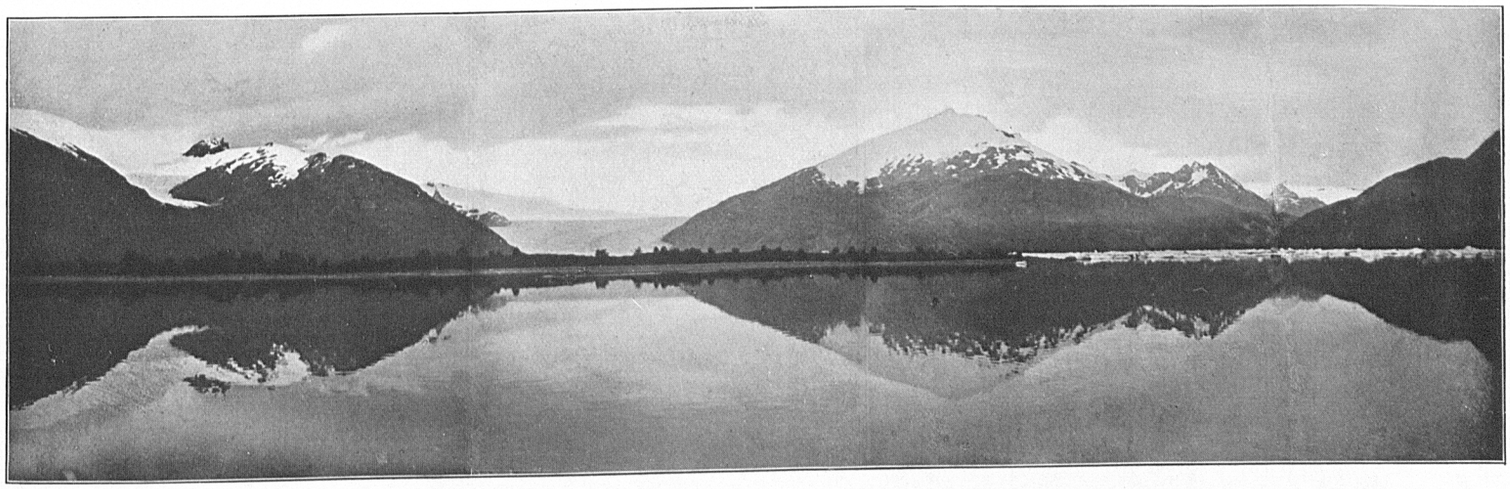
(1) Arctowski, *Ciel et Terre*, n° du 16 juin 1900.
(2) Lephay, *Mission scientifique du cap Horn*, t. II, p. 138**.
(3) *Ibid.*, p. 271*.
(4) Arctowski, *Ciel et Terre*, n° du 1er décembre 1900.
(5) Bodman, *Petermann's Geographische Mitteilungen*, 1904, Heft 5.
(6) Mossman, *The Scottish Geographical Magazine*, August 1905.
(7) J. J. Rey dans Charcot : Le Français *au Pôle Sud*, p. 367.

Or, il serait inconcevable que des calottes d'inlandsis, telles que celles qui ont existé dans le Nord de l'Europe et dans l'Amérique septentrionale, n'eussent pas modifié profondément les régimes météorologiques des pays voisins ainsi que la circulation générale de l'atmosphère de tout l'hémisphère boréal. La distribution des climats — en dehors même des régions envahies par les glaces — a dû, incontestablement, avoir été tout autre. Et, rien que de par ce fait, il paraît inadmissible que l'abaissement de la température se soit produit partout de la même façon, et qu'il puisse être exprimé par une simple différence — et la même différence — des moyennes annuelles de la température.

Vue panoramique d'Ushuwaïa et des monts Martial.

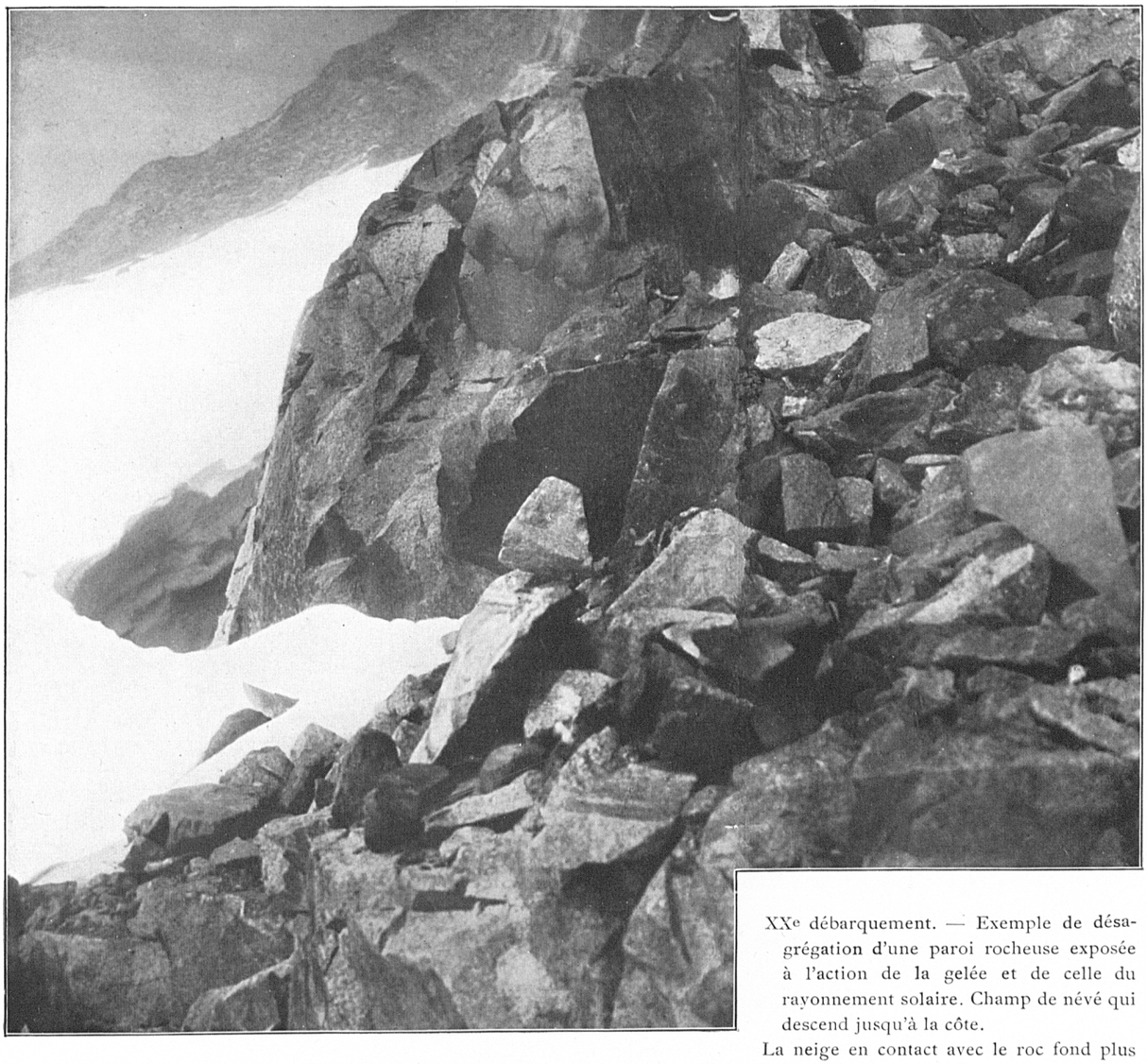


Suite de la vue panoramique ci-dessus vers le NE. et l'E. de la baie d'Ushuwaïa.

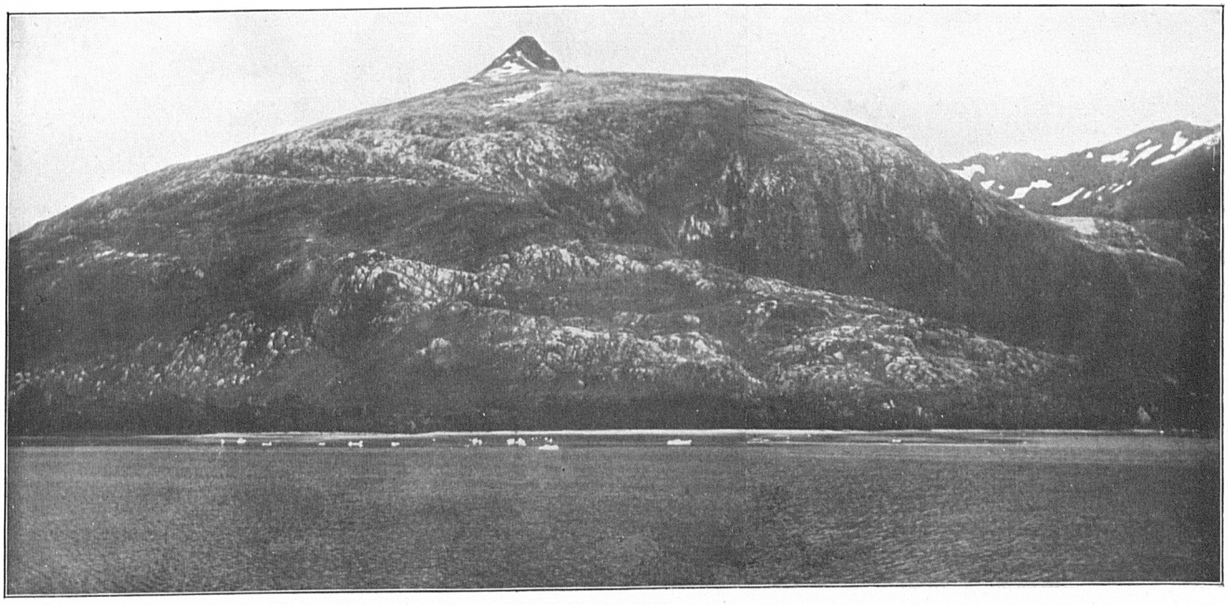


Phot. Arctowski.

Vue panoramique prise dans la baie du Grand Glacier.
Ancienne moraine frontale, boisée, au delà de laquelle le fiord est couvert de glaçons provenant du Grand Glacier que l'on aperçoit dans le fond.
Vers la droite la moraine se prolonge par un banc qui ne laisse passer dans le fiord que des petits blocs de glace.

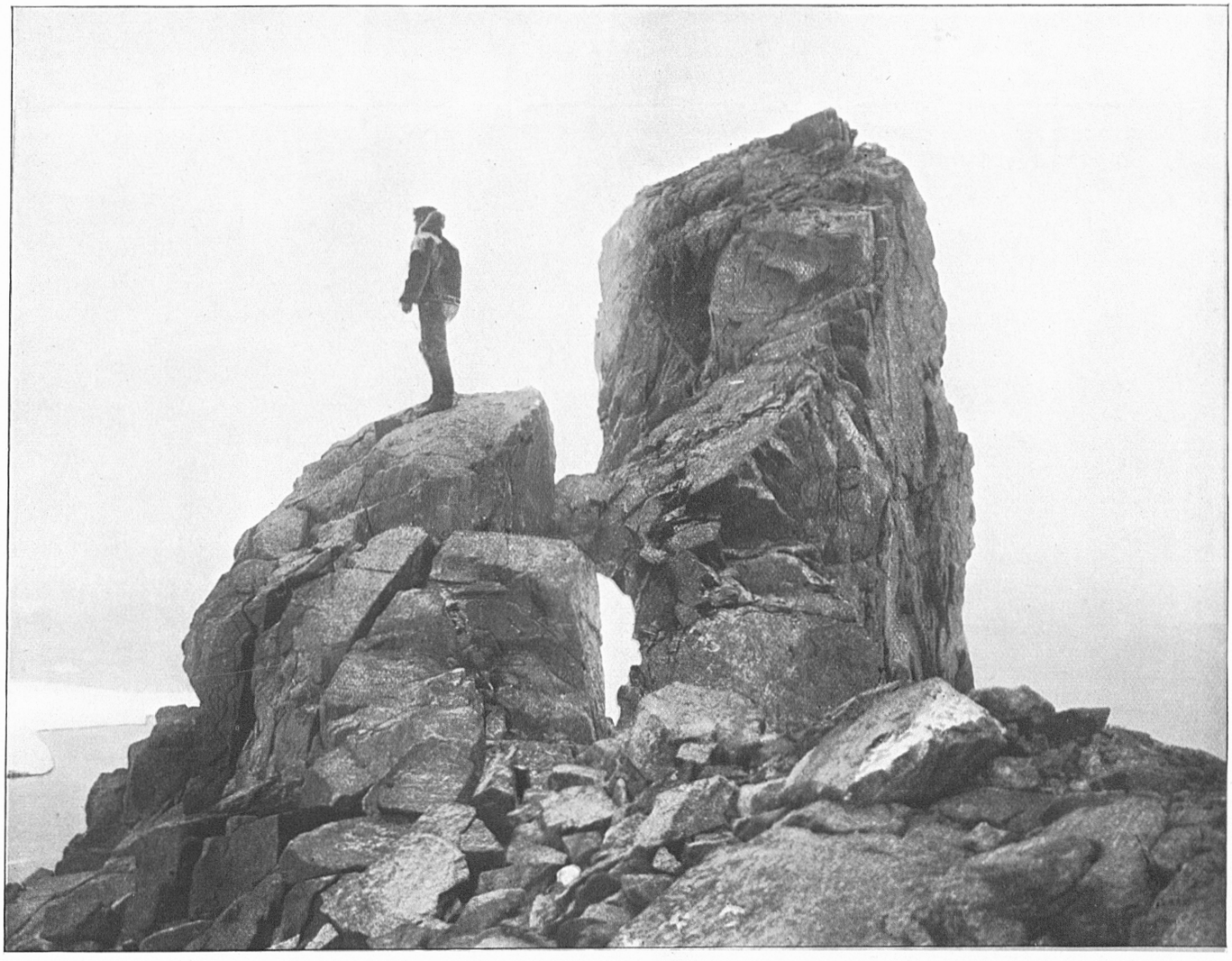


XXe débarquement. — Exemple de désagrégation d'une paroi rocheuse exposée à l'action de la gelée et de celle du rayonnement solaire. Champ de névé qui descend jusqu'à la côte.
La neige en contact avec le roc fond plus rapidement là où la réverbération de la paroi rocheuse est très grande.



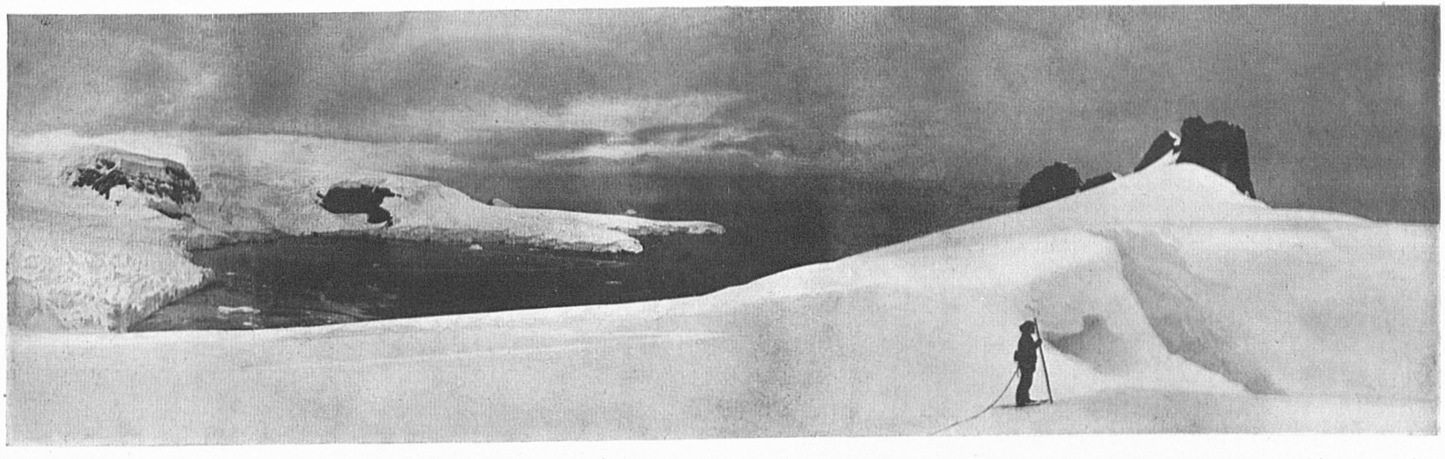
Phot. Arctowski.

Fiord du Grand Glacier. — Montagne à l'E. du fiord, ayant la forme d'une grande roche moutonnée et surmontée d'un ancien *nunatak*, témoin de l'abrasion glaciaire.
A gauche : sillons caractéristiques. A droite : paroi abrupte au pied de laquelle se trouve probablement un petit bassin creusé dans le roc.



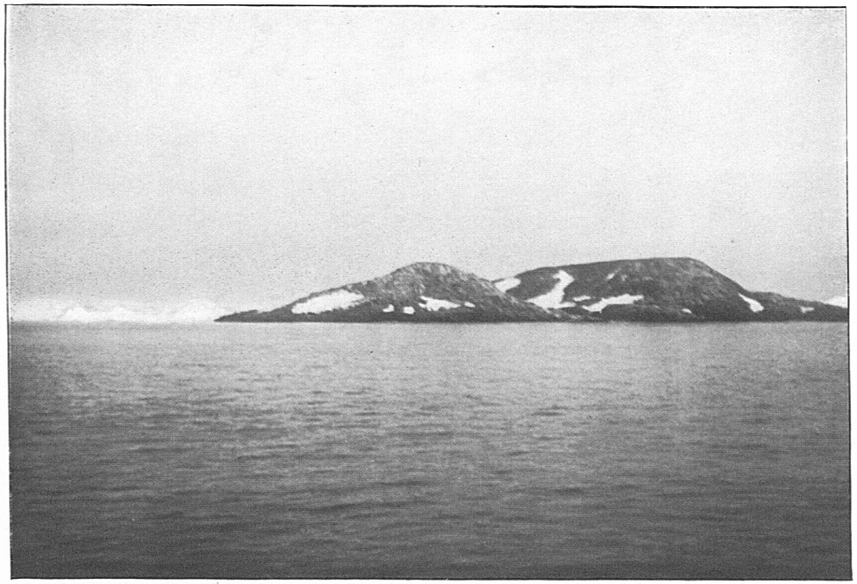
Xe débarquement. — Sommet de montagne dominant les champs de névé qui forment d'un côté une plaine continue et qui, de l'autre côté, descendent vers la baie Buls.

Cette photographie montre fort bien comment les rochers isolés et dépourvus de neige sont fragmentés par l'action de la gelée.

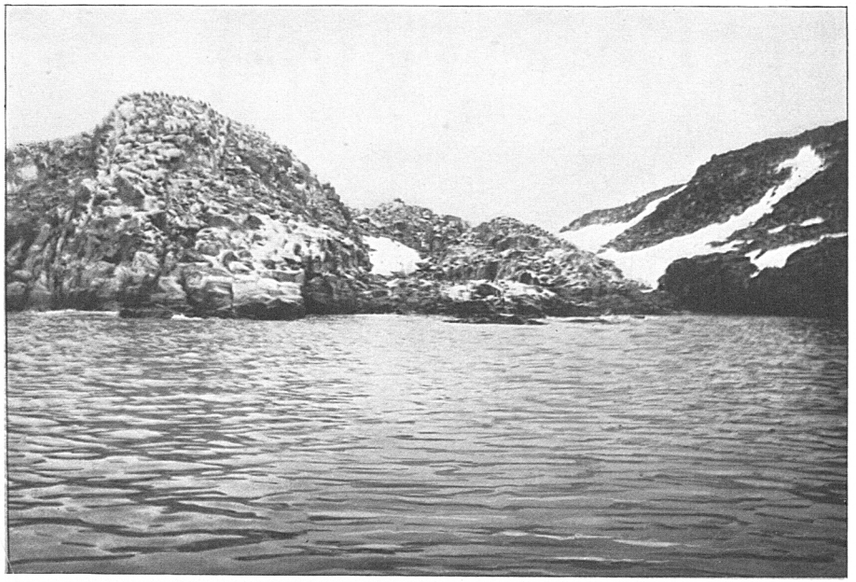


Phot. Arctowski.

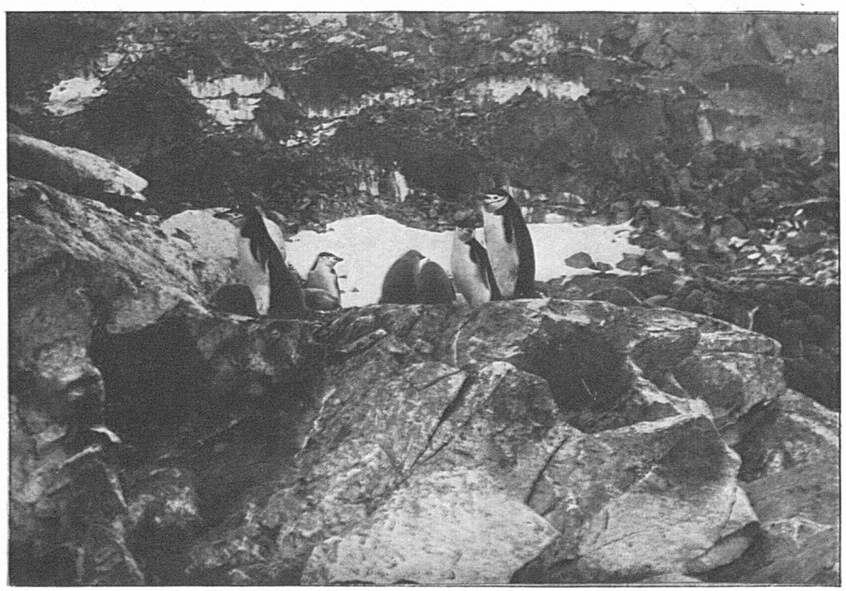
Xe débarquement. — Champs de névé s'élevant en pente douce vers le sommet de montagne figuré ci-dessus. Dans le fond on voit la baie Buls et, à gauche, un glacier dont la terminaison est formée de séracs.



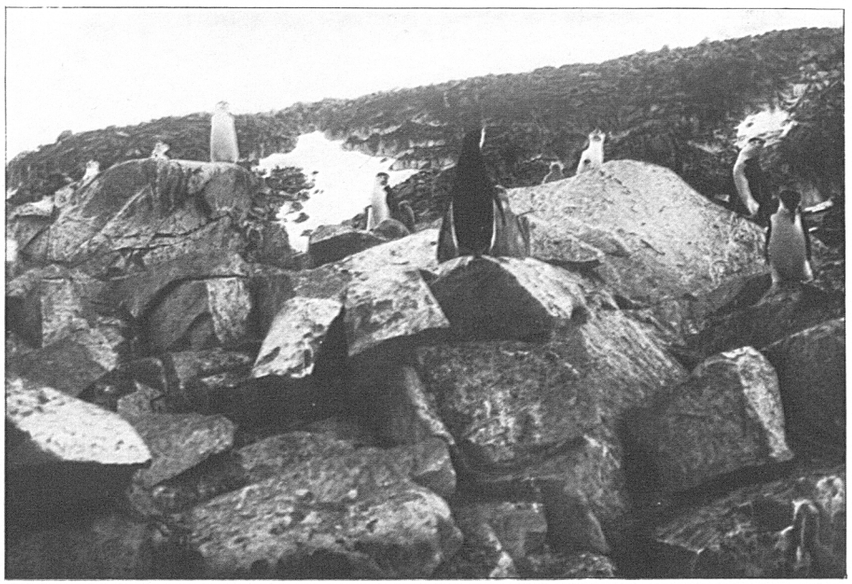
Ile Cobalescou (VII^e débarquement).



L'île Cobalescou vue de près.

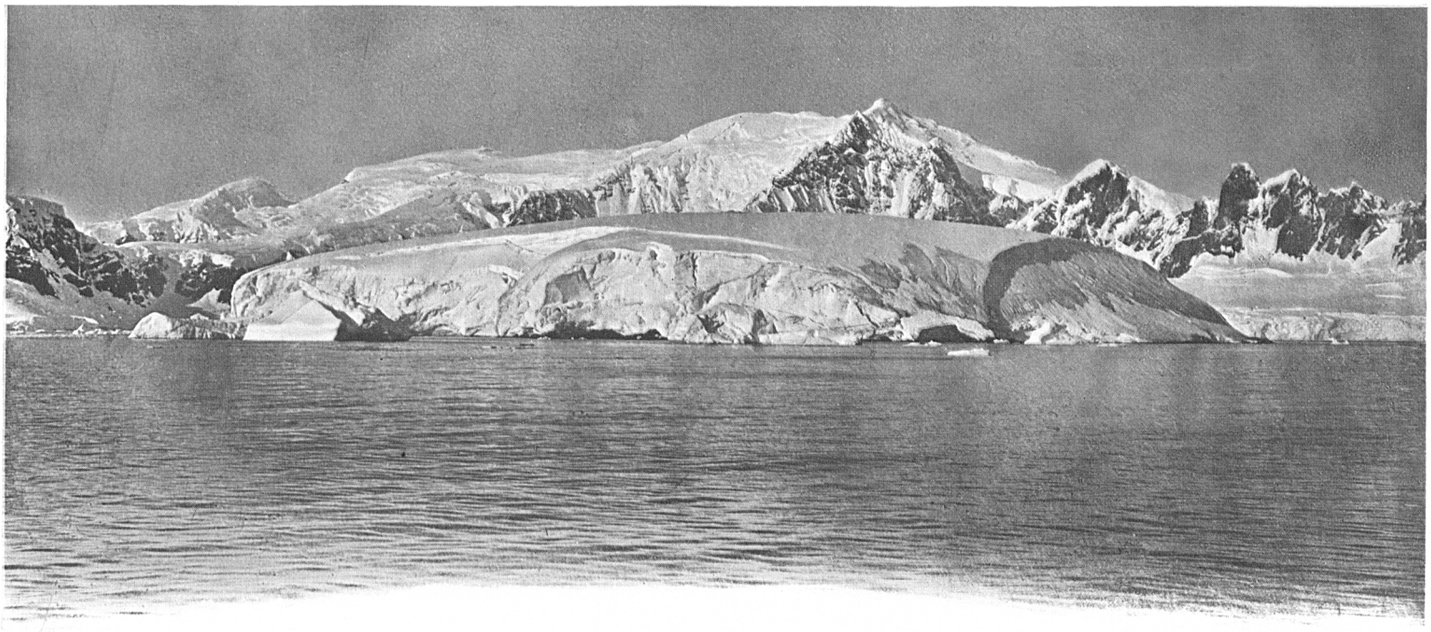


Fentes dans la roche montrant un premier stade de désagrégation.



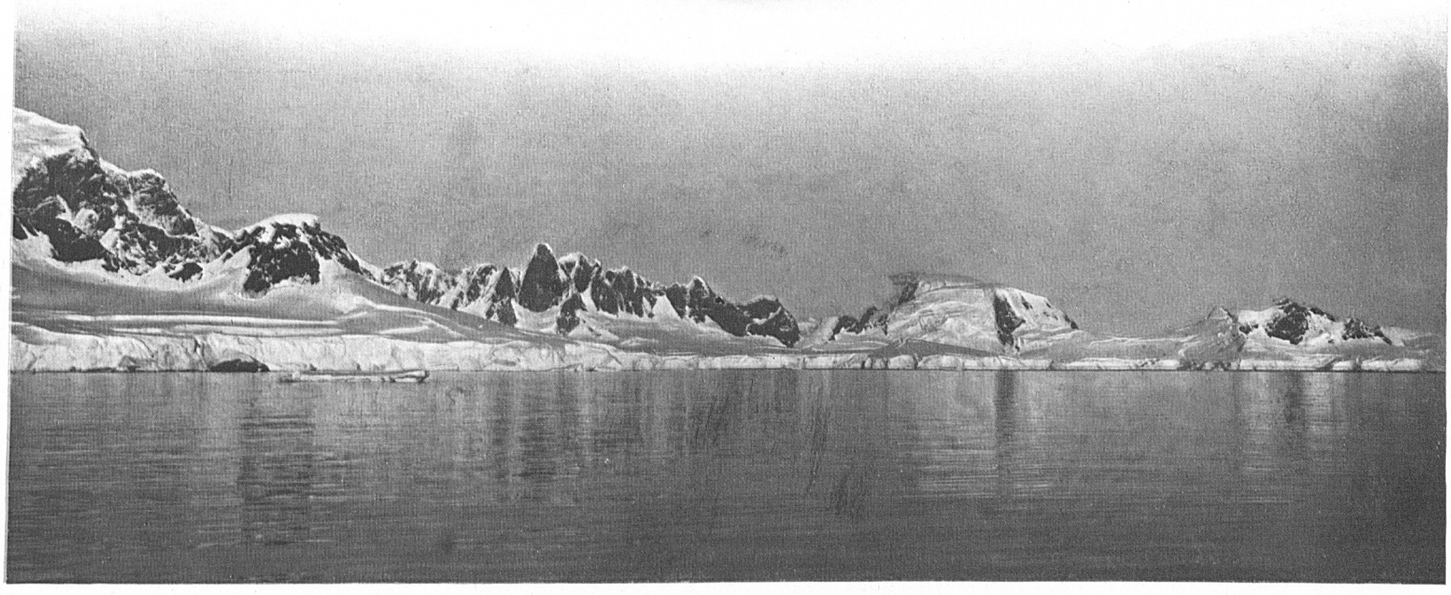
Phot. Arctowski.

Blocs débités par la gelée (VII^e débarquement).



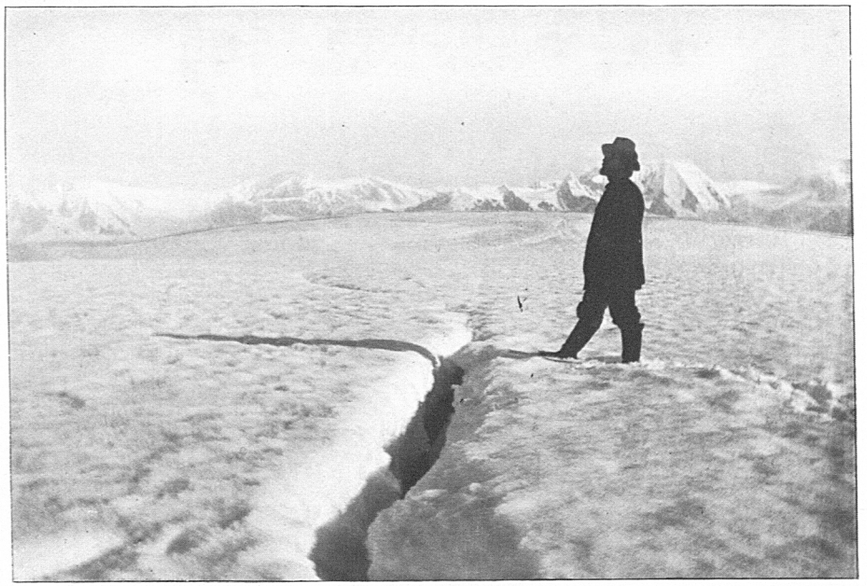
Ile Louise et terre Danco.

Iles Emma et Louise.

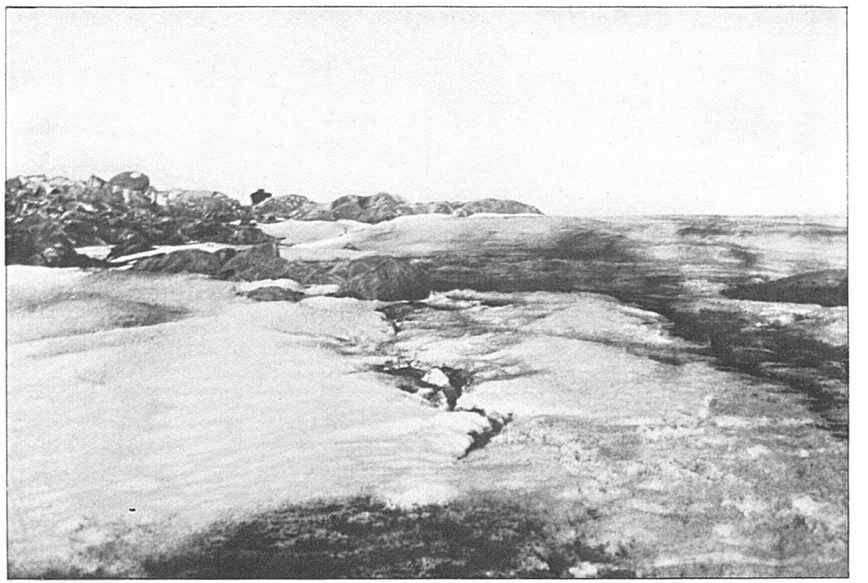


Phot. Cook et Arctowski.

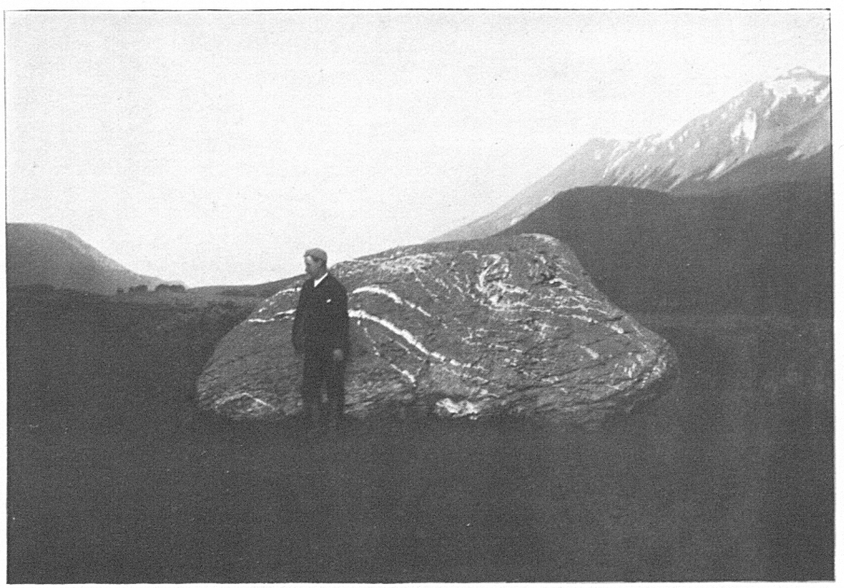
Aspect des champs de névé côtiers. Tout à fait à droite de la photographie se trouve le rocher du IXe débarquement.



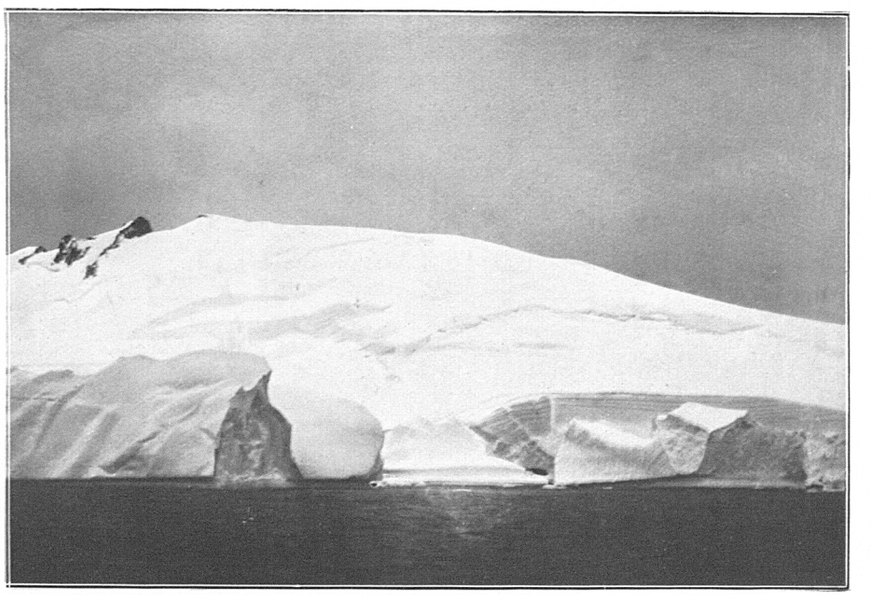
Crevasse allant en travers de la portion la plus élevée de la calotte de glace de l'îlot Bob.
Montagnes de la terre Danco dans le fond.



Rocher qui perce la calotte de glace de l'îlot Bob près de la côte faisant face à l'île Wiencke.
Eau de fusion ruisselant dans la neige.

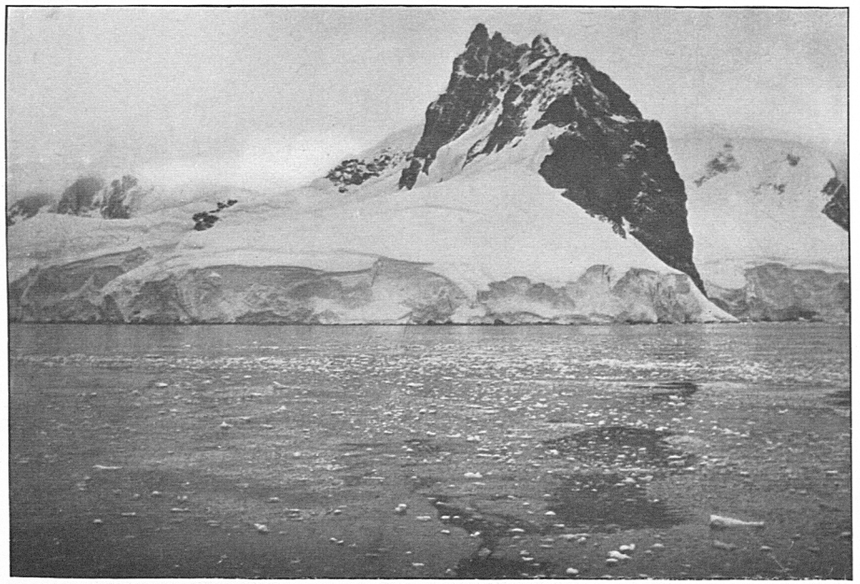


Exemple de bloc erratique.
Photographie prise sur la péninsule de Ushuwaïa.

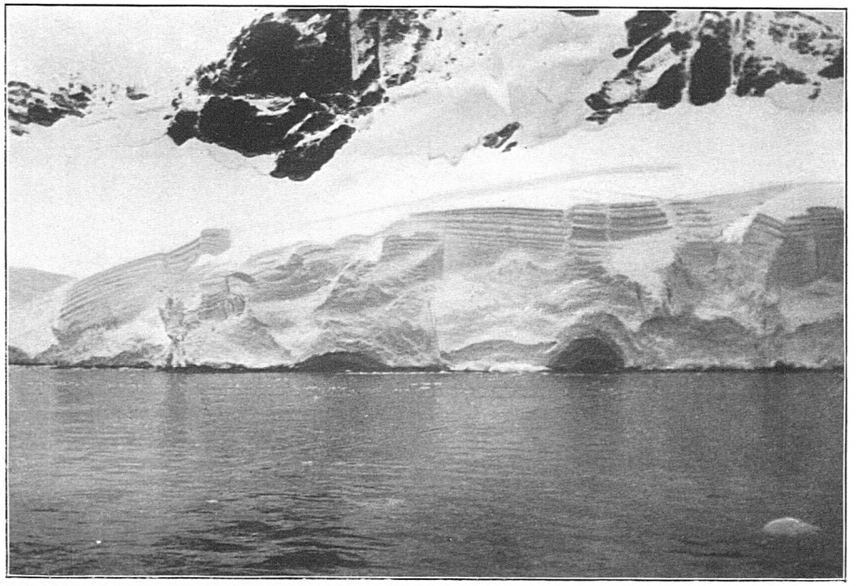


Phot. Arctowski.

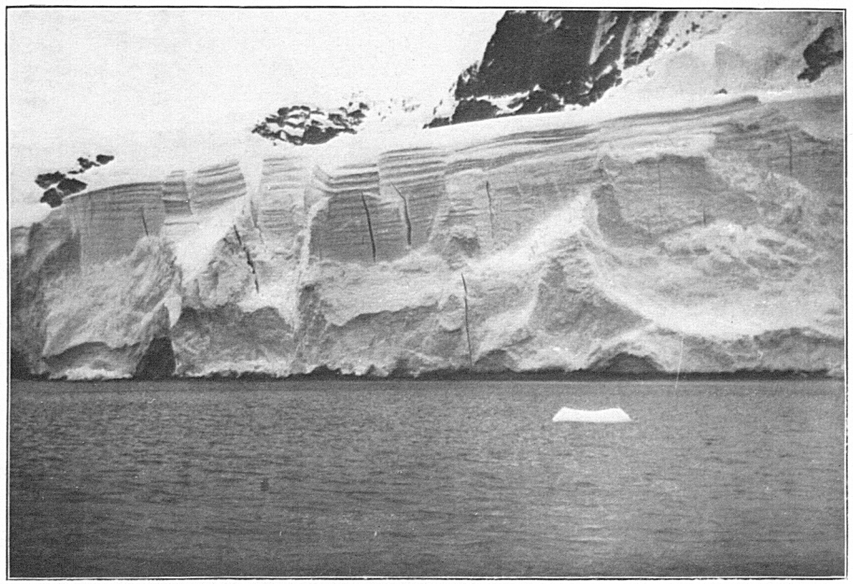
Champs de névé côtiers des environs du IXe débarquement.
Exemple de crevasse curviligne.



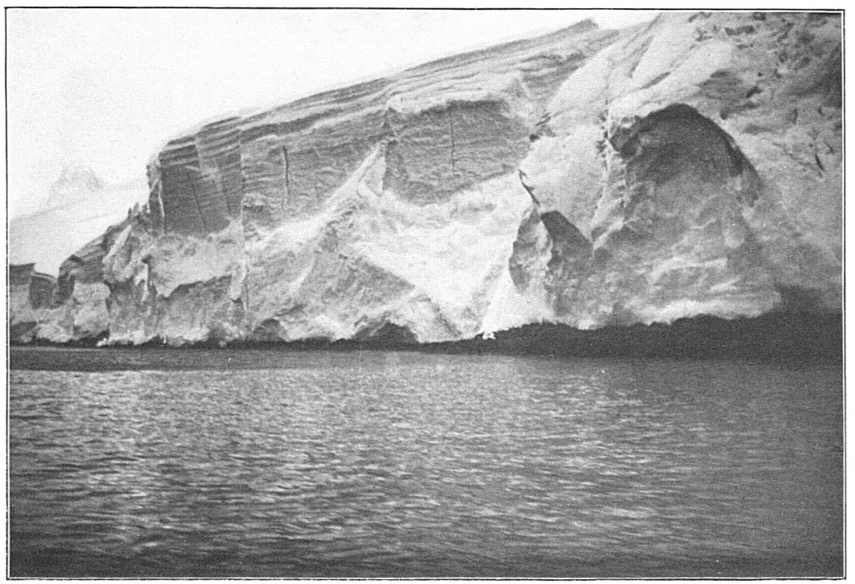
Rocher du IXe débarquement et champ de névé.



Le même champ de névé vu de près.

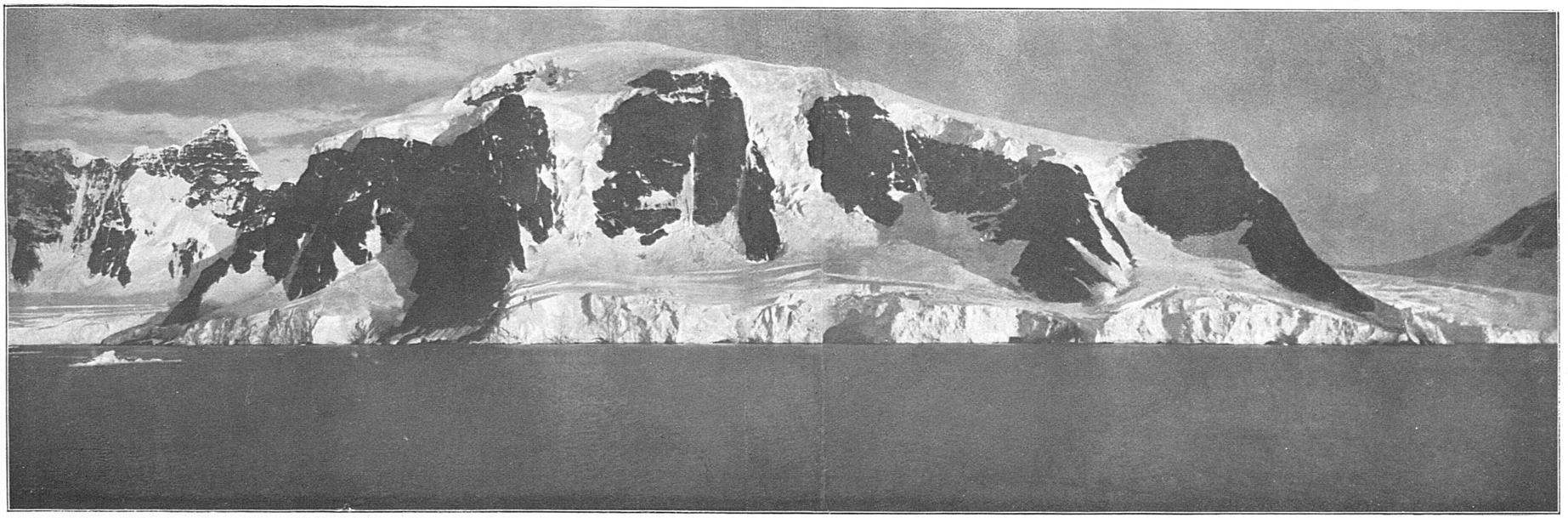


Stratification du névé, fentes et crevasses.

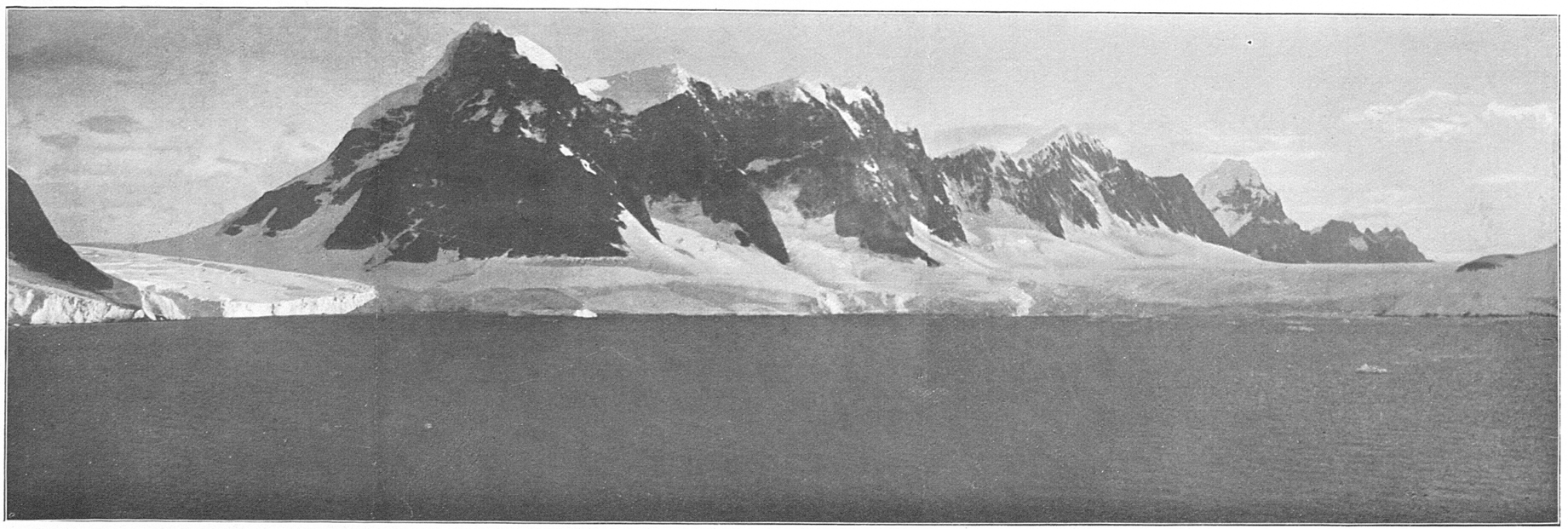


Phot. Arctowski.

Vue de la même falaise montrant la roche nue à la base.



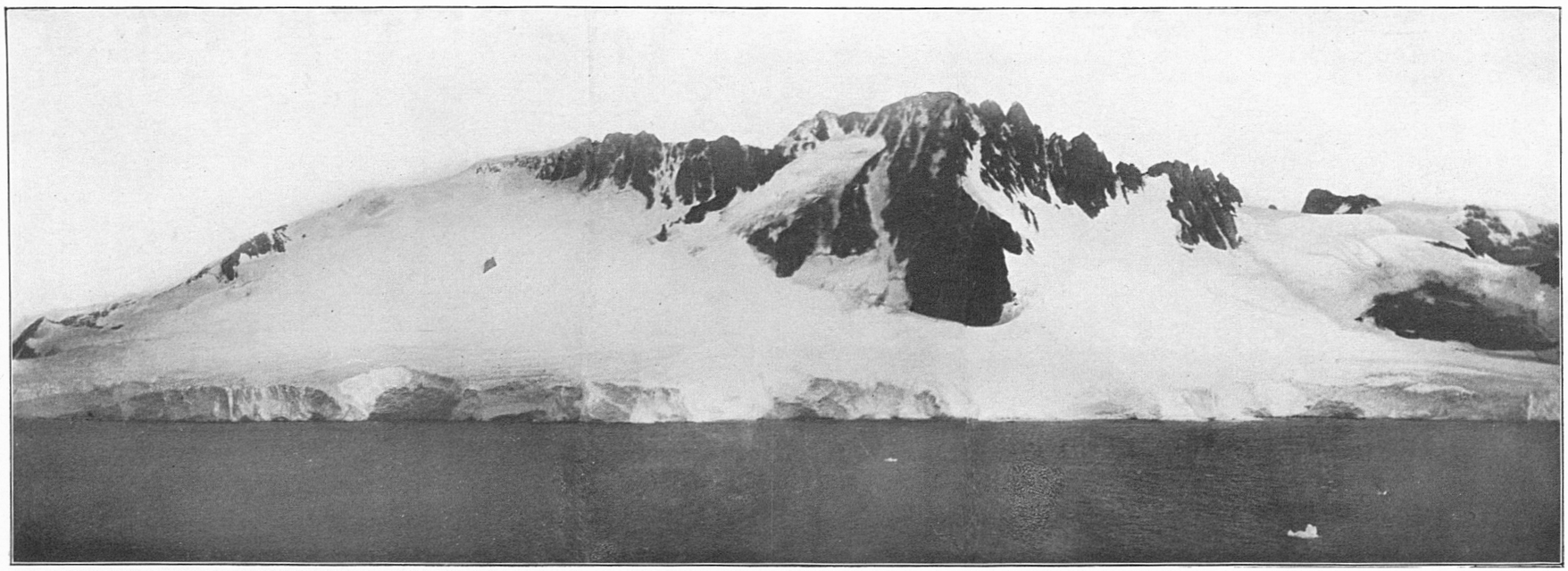
Vue panoramique prise dans la portion septentrionale du chenal de Neumayer. Aspect des glaciers de l'île Wiencke.



Phot Arctowski.

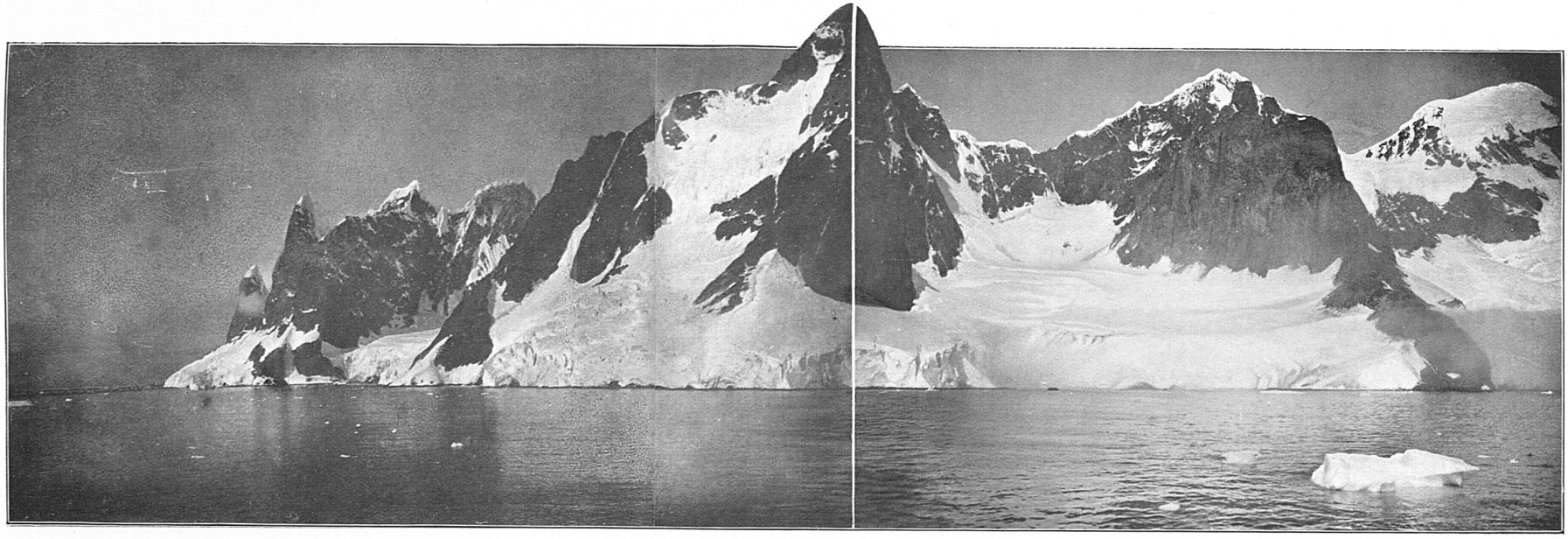
Suite, vers le S., de la vue panoramique ci-dessus. A gauche : glacier plat dirigé approximativement de l'E. vers l'W. suivant le prolongement de la branche de jonction du chenal de Neumayer. A droite : glacier plat venant du S. et se trouvant dans une grande vallée, de l'île Wiencke, dirigée suivant le prolongement de la branche septentrionale du chenal de Neumayer.

XVIIe débarquement. — Côte méridionale de l'île Wiencke, vue de l'îlot Bob.

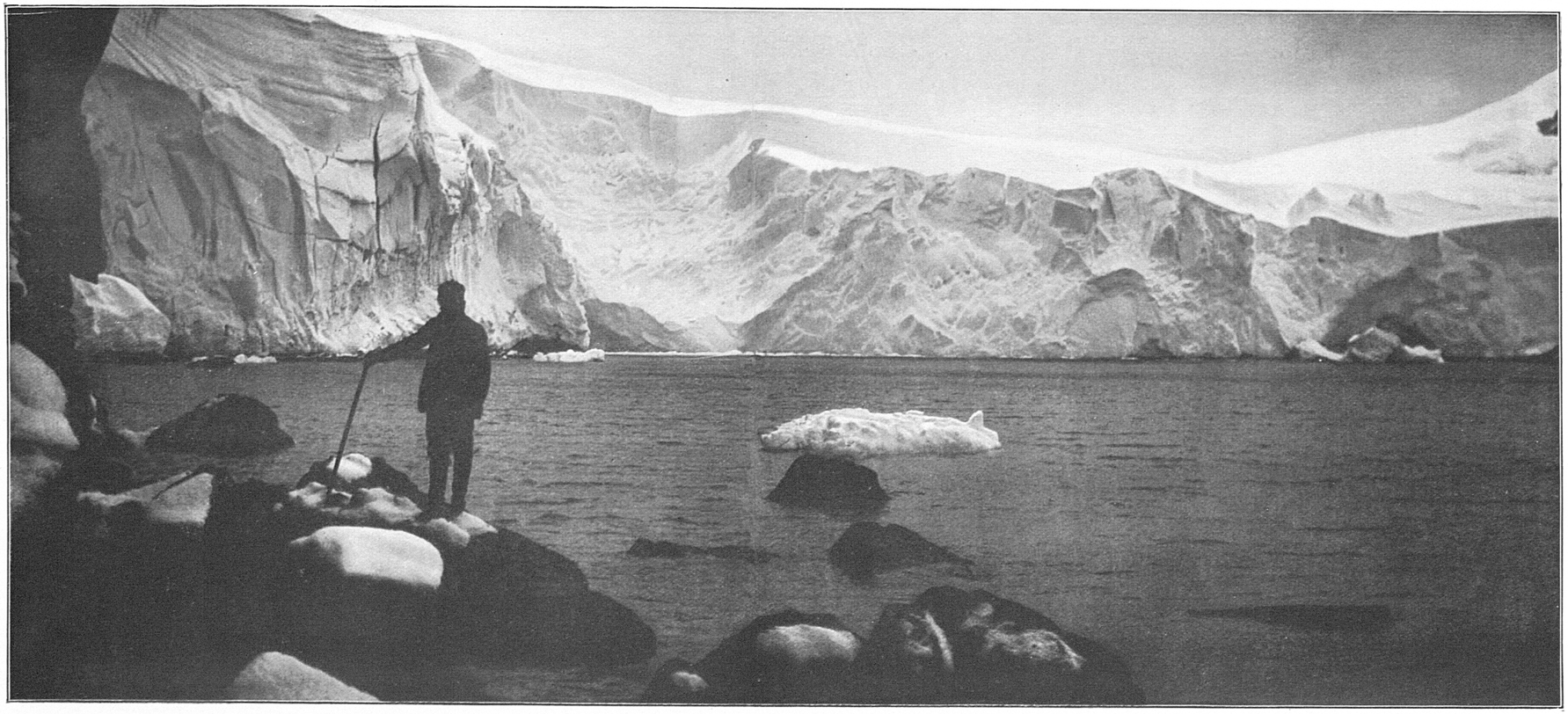


Aspect des champs de névé de la portion méridionale de la sierra Du Fief. Vue prise du chenal de Neumayer.

Phot. Arctowski.

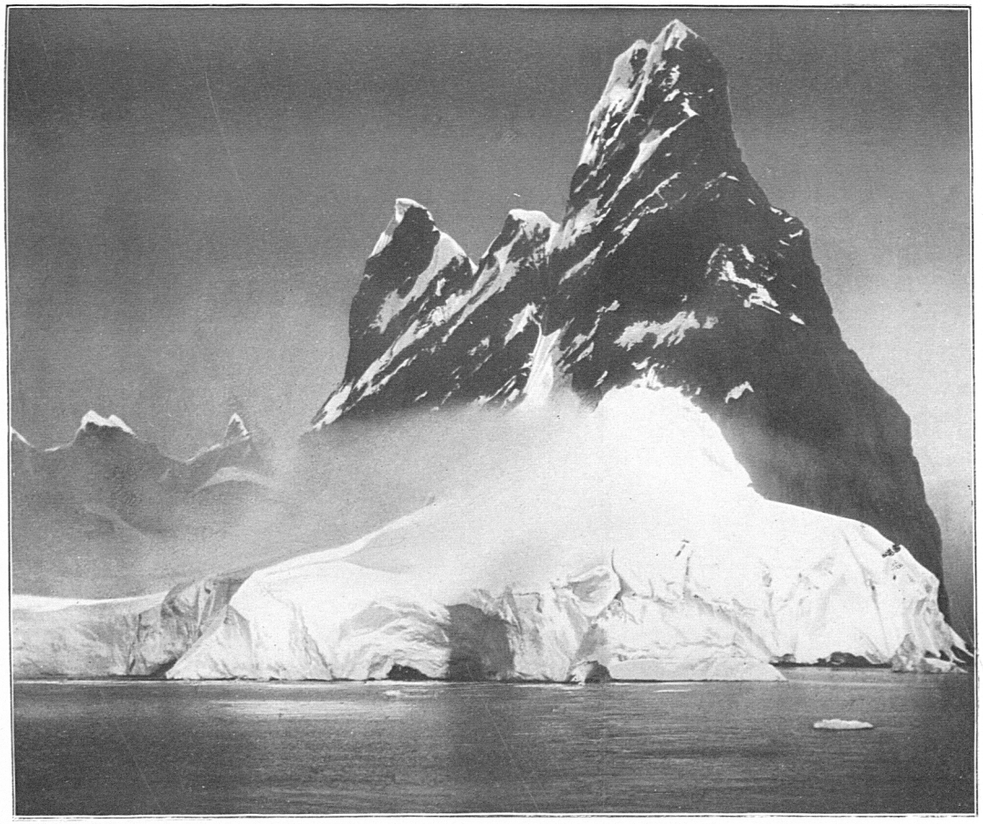


Les aiguilles du cap Renard vues de l'W. et prolongement de la côte vers le S.

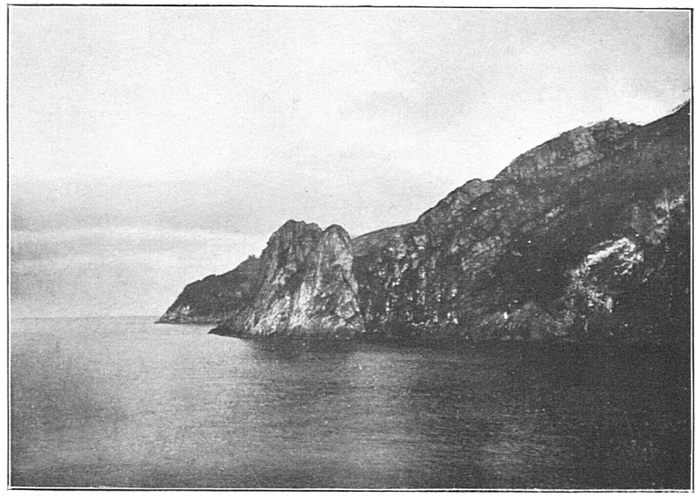


Rocs du IXe débarquement et front du glacier qui s'étend entre la falaise rocheuse du IXe débarquement et le cap Anna.

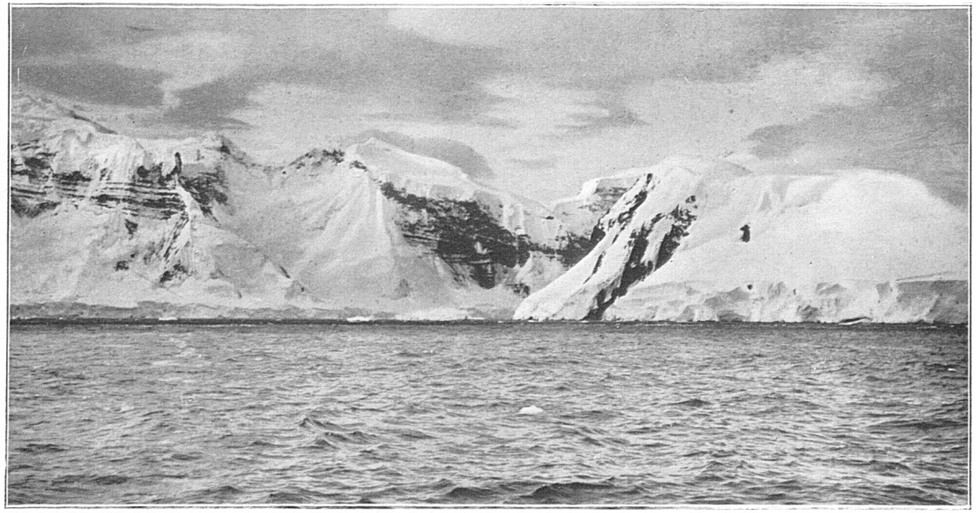
Phot. Arctowski.



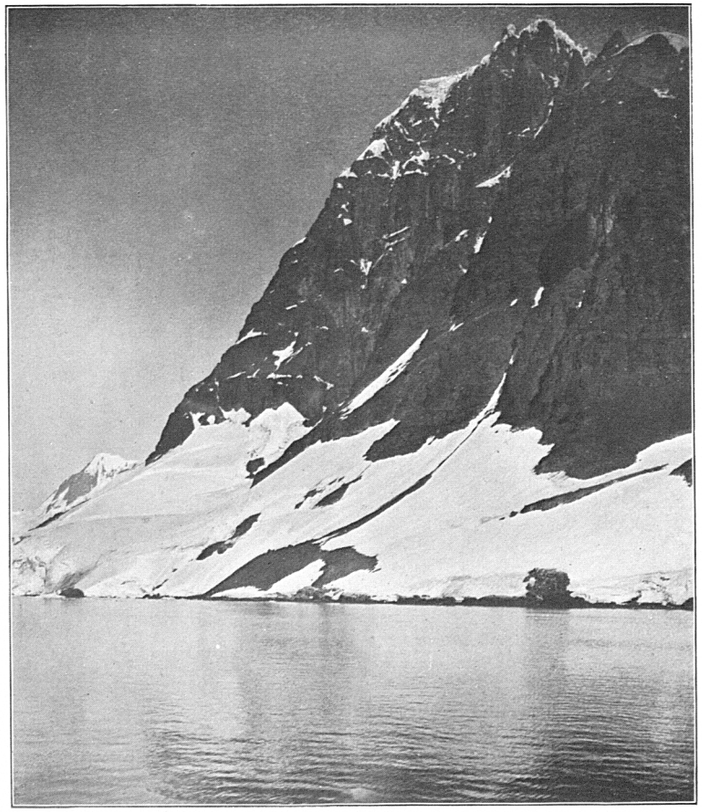
Les Aiguilles du cap Renard vues du NE.



Ile des Etats. — Castle Rock à l'entrée de John Harbour.

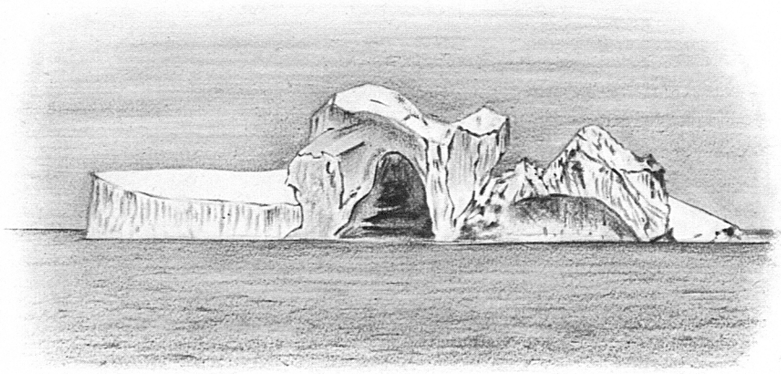


Côte de l'île Anvers près de l'entrée N. du chenal de Neumayer.

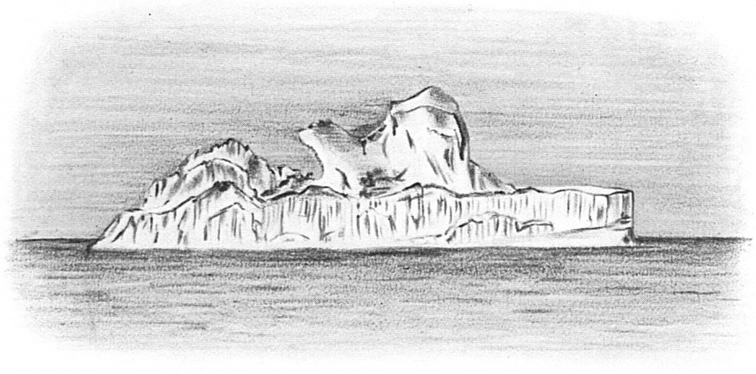


Phot. Arctowski et Cook.

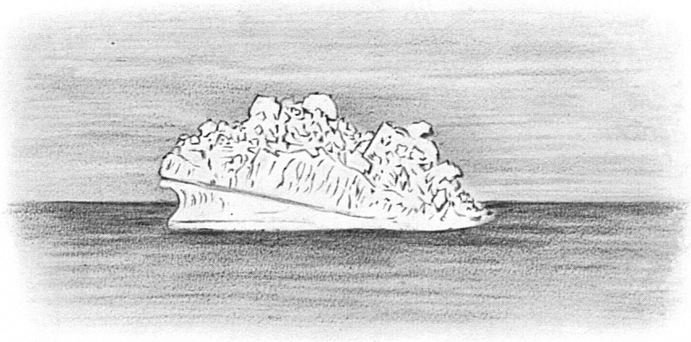
Aspect de la côte près du cap Duneberg dans le chenal de Le Maire.



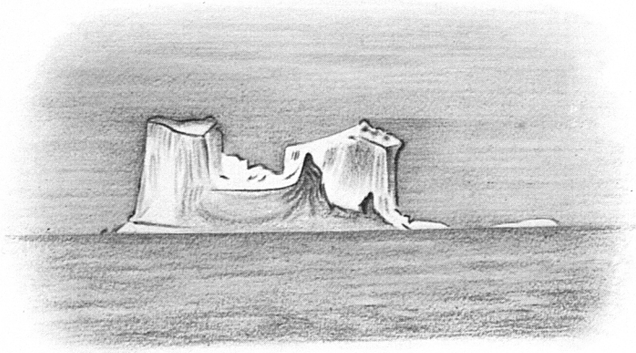
23 janvier 1898. — Iceberg avec grotte d'azur.



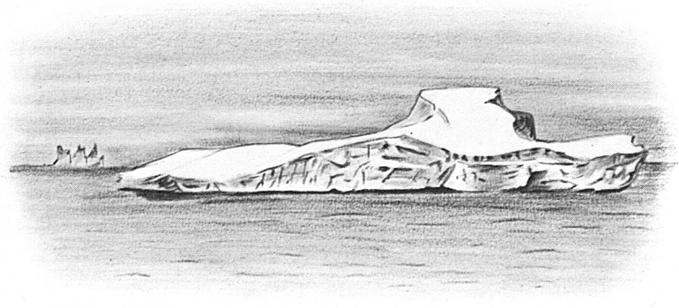
23 janvier 1898. — Le même iceberg vu du côté opposé.



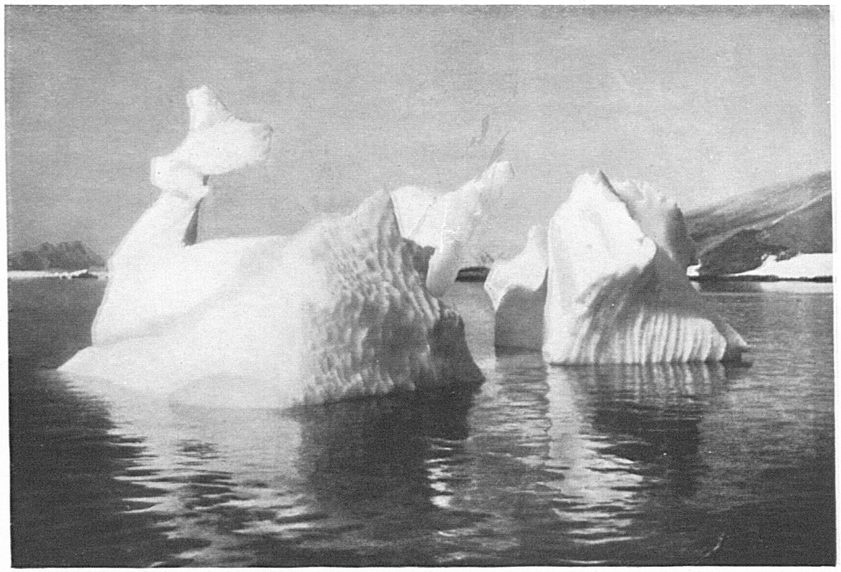
11 février 1898. — Blocs de glace accumulés sur un glaçon fort épais.



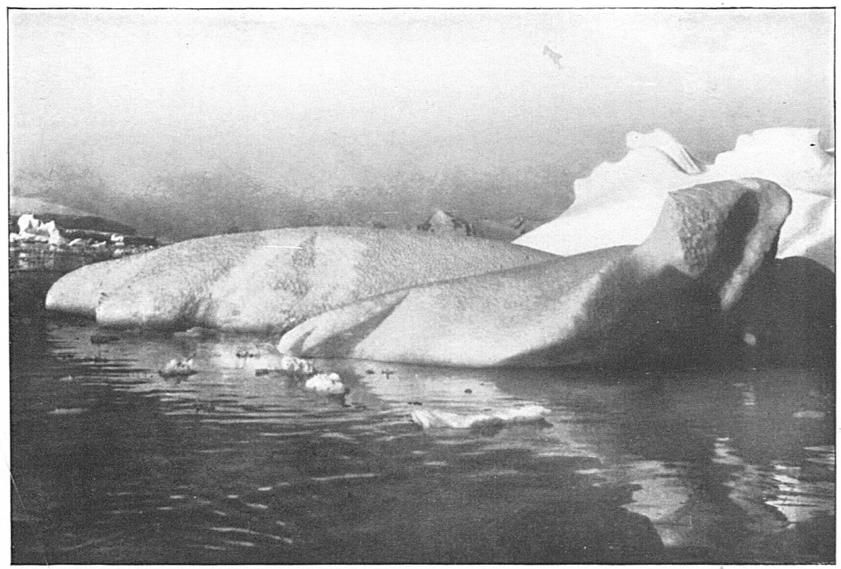
22 janvier 1898. — Iceberg vu à proximité des Shetland méridionales.



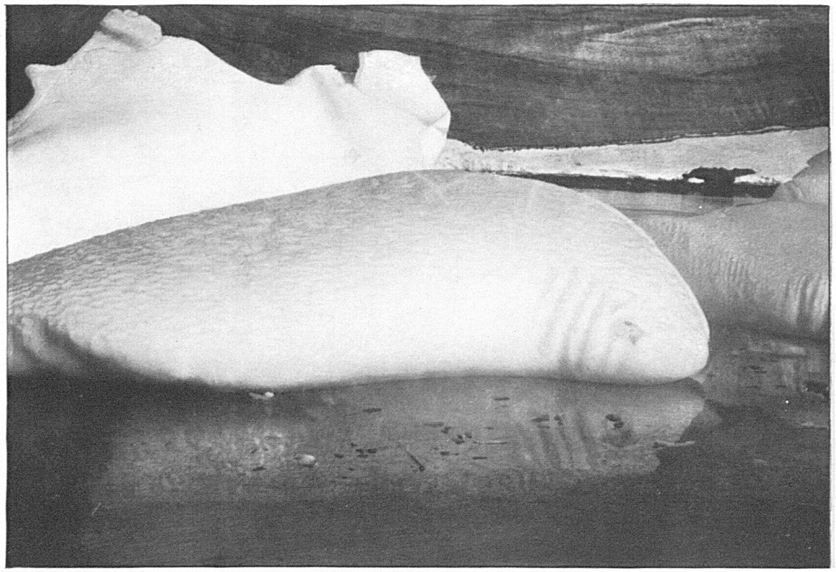
26 janvier 1898. — Iceberg très bas ou glace côtière.



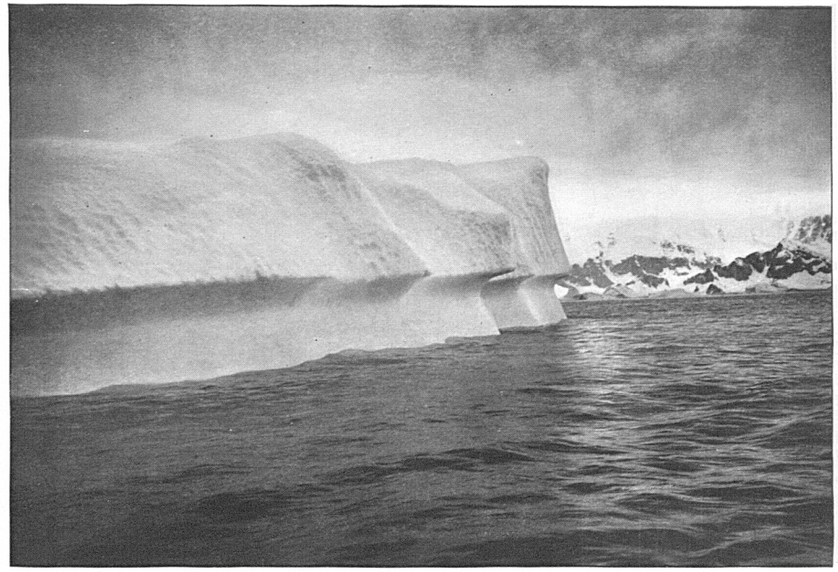
9 février 1898. — Blocs de glace culbutés permettant de voir l'aspect des parois rongées par l'action dissolvante de l'eau de mer.



9 février 1898. — Blocs de glace compacte rongée à la surface.

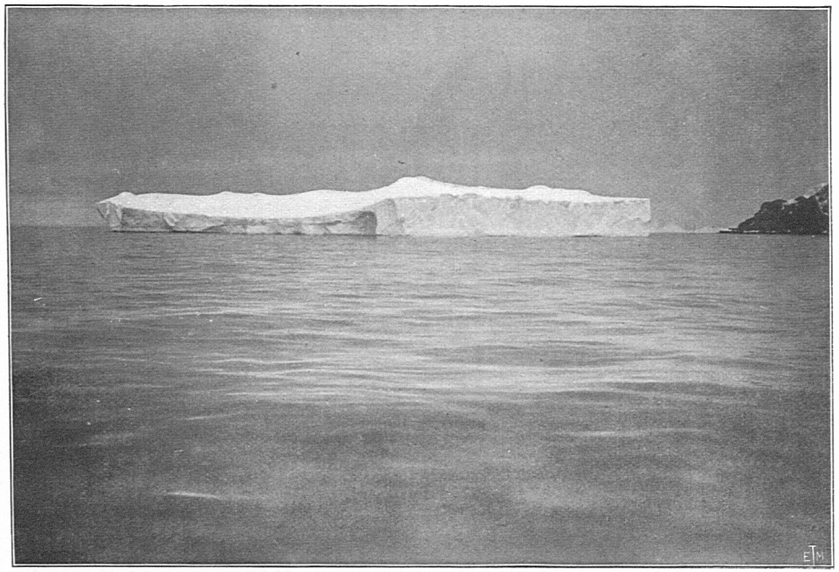


9 février 1898. — Blocs de glace rongée et cannelée.

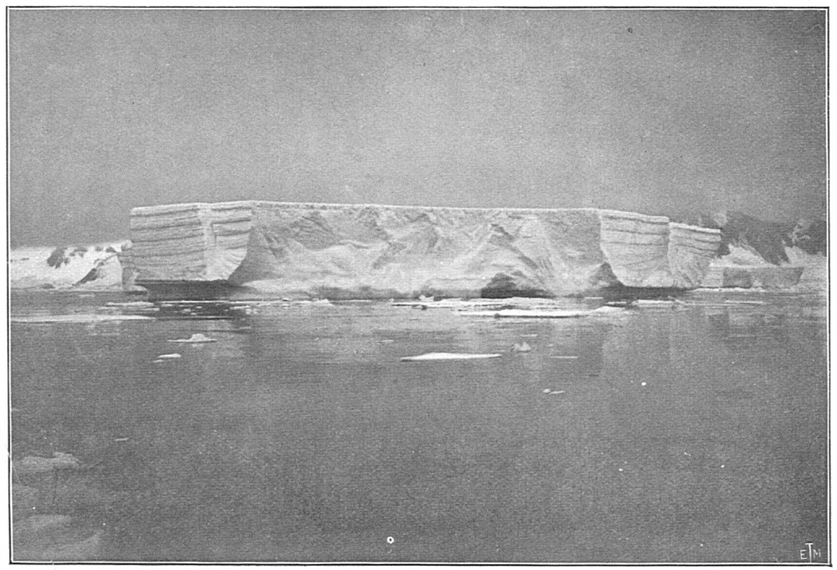


Phot. Arctowski et Cook.

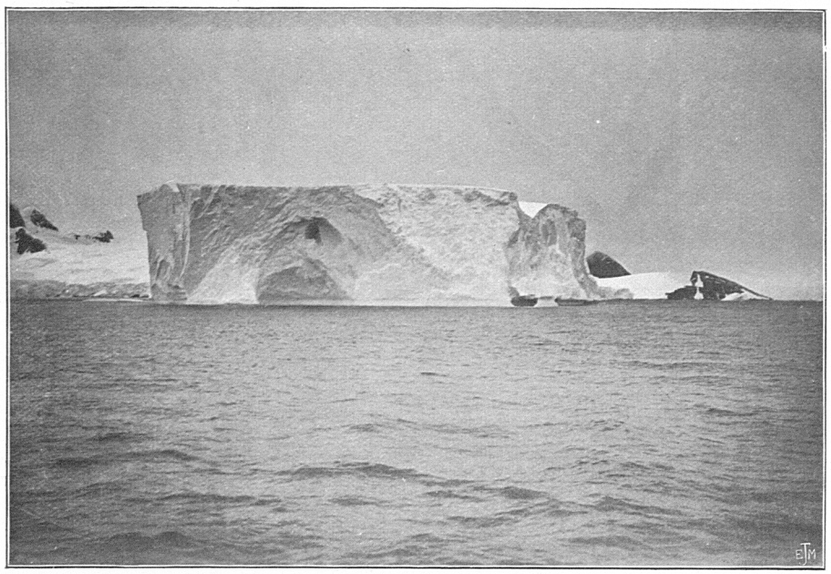
7 février 1898. — Petit iceberg surélevé montrant l'échancrure formée à la ligne de flottaison.



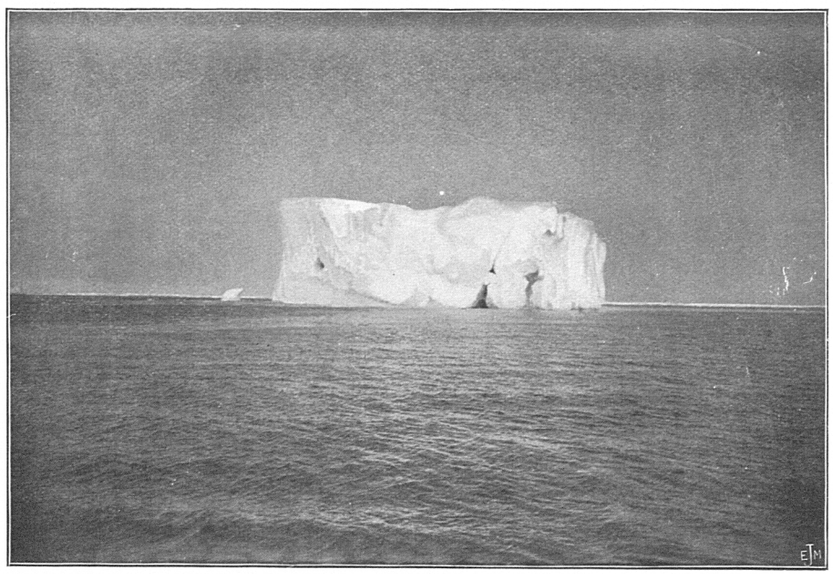
25 janvier 1898. — Iceberg tabulaire bas.



12 février 1898. — Iceberg avec bandes bleues et blanches.

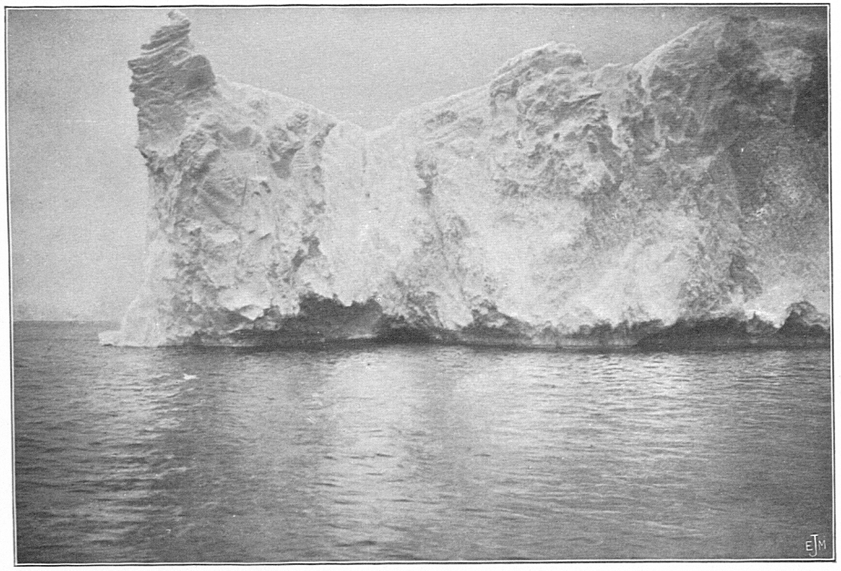


24 janvier 1898. — Petit iceberg tabulaire avec niche.

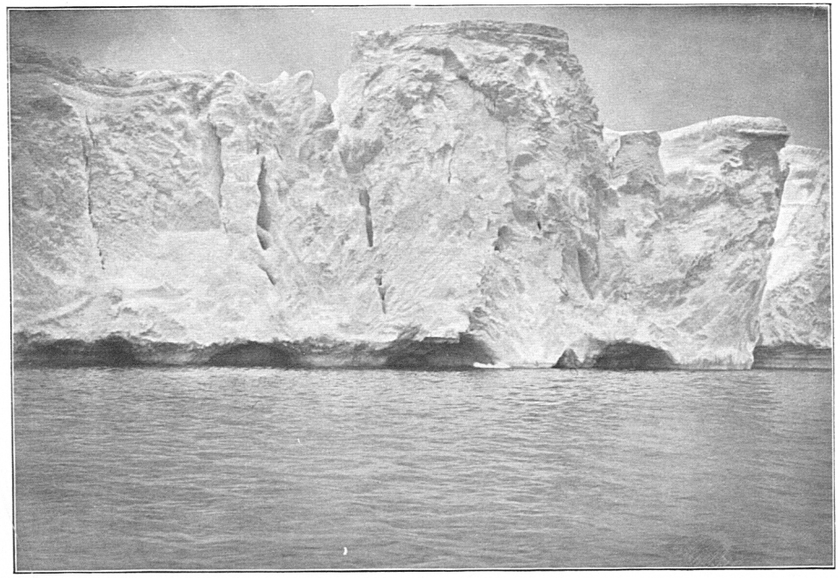


Phot. Cook.

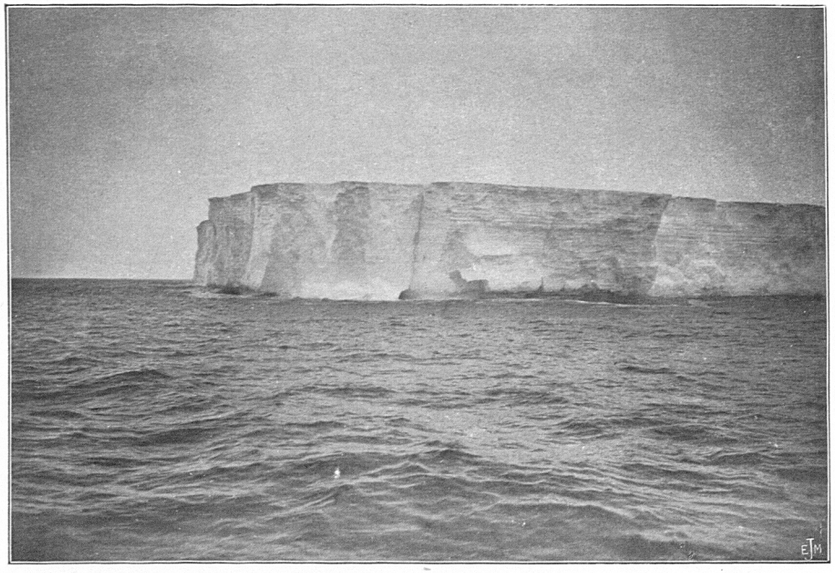
26 février. — Iceberg dans une clairière du pack. Niche élargie par l'action des vagues.



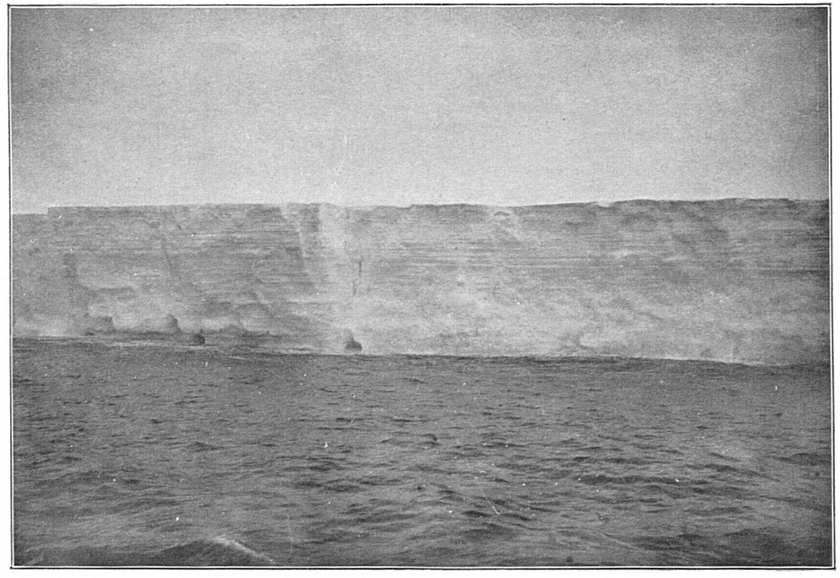
10 février 1898. — Portion de la muraille de glace d'un iceberg tabulaire vu dans la baie des Flandres.



Stratification des névés dans le haut. Crevasses. Echancrure à la ligne de flottaison et commencement de formation de grottes.

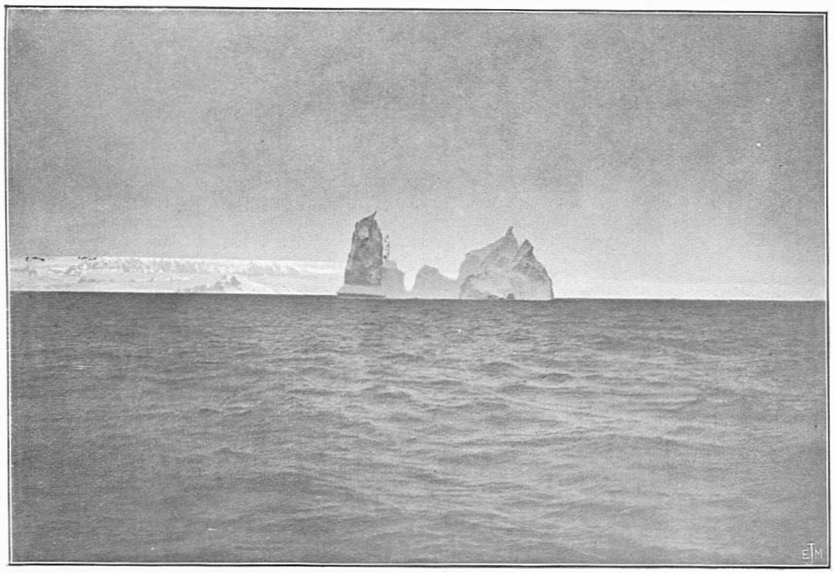


19 février 1898. — Iceberg tabulaire typique dont le quart de la longueur, tout au plus, est représenté par la photographie.

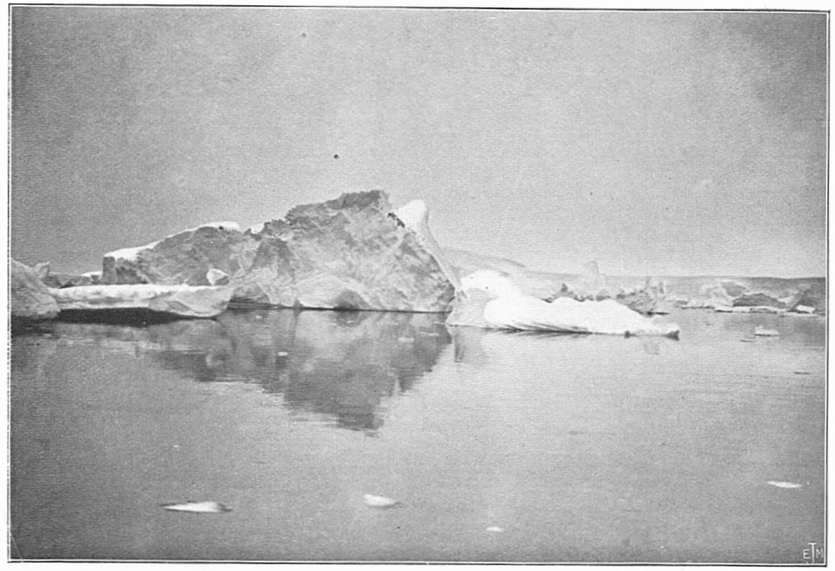


Phot. Cook.

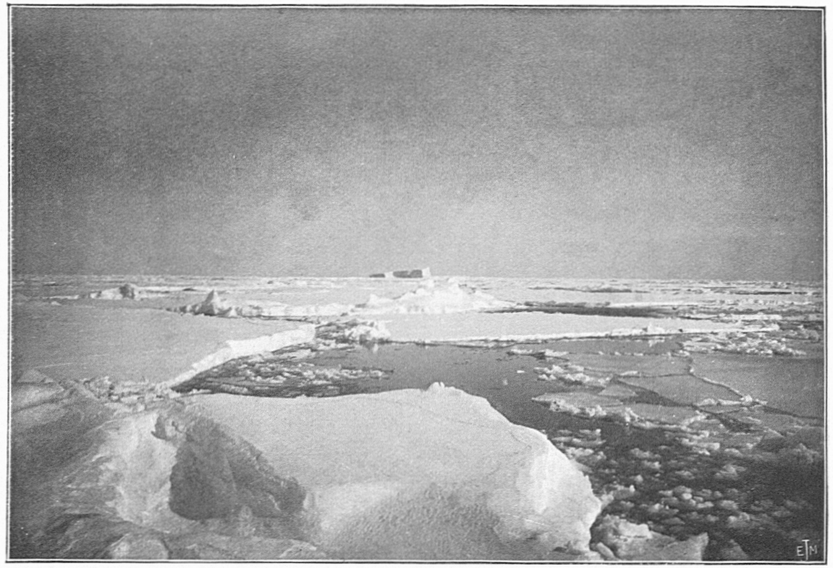
Muraille du même iceberg, vue de plus près, montrant la succession des strates. Aspect très différent de l'iceberg du 12 février. (Pl. XIV, fig. 2).



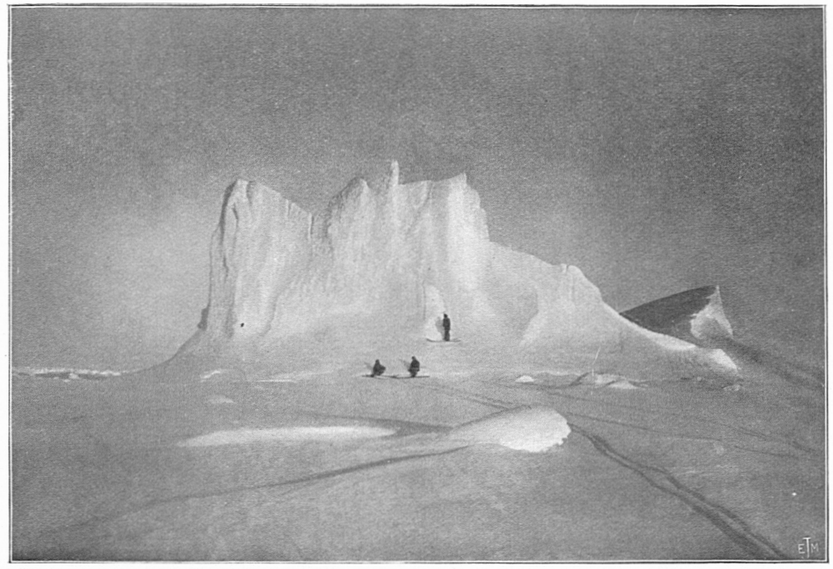
13 février 1898. — Iceberg ruiniforme. Terre de Graham dans le lointain.



11 février 1898. — Grands blocs de glace à la sortie de la baie des Flandres.

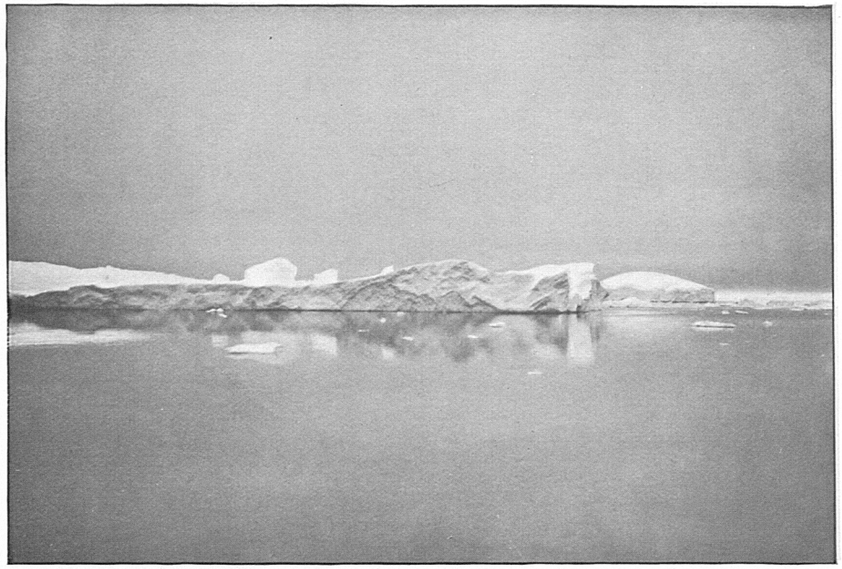


Iceberg tabulaire emprisonné dans les champs de glace de la banquise.

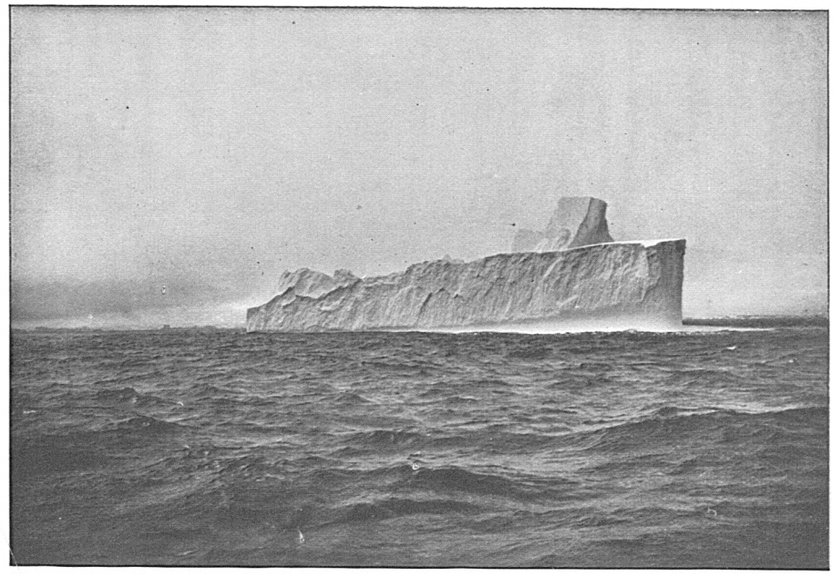


Phot Cook.

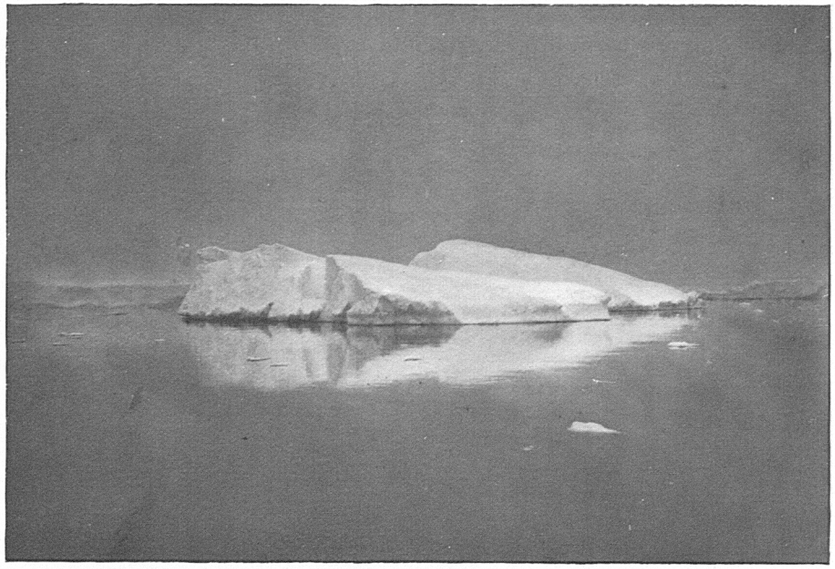
Aspect hivernal d'un petit iceberg qui, emprisonné dans les glaces, a subi la même dérive que la BELGICA. Photographie prise au mois de septembre.



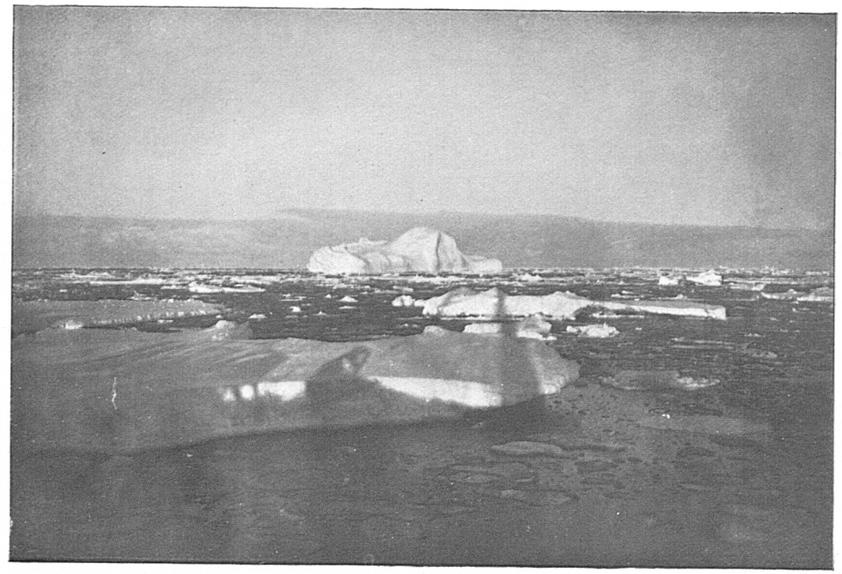
Iceberg plat et bas vu à la sortie de la baie des Flandres. Gros blocs de glace sur l'iceberg. Ilot couvert d'une calotte de glace.



Iceberg tabulaire photographié, dans le détroit de Bransfield, le 23 janvier 1898.

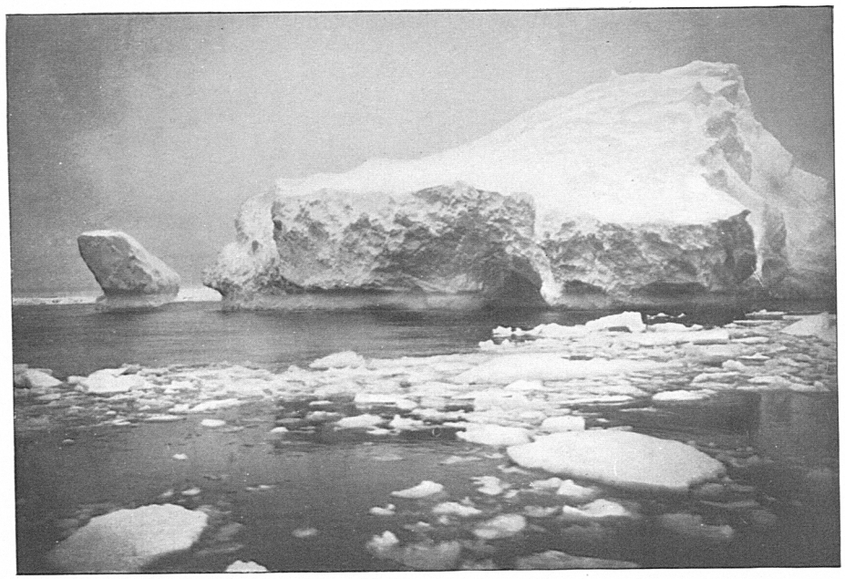


10 février 1898. — Dans la baie des Flandres. Petits fragments de glace provenant des icebergs.

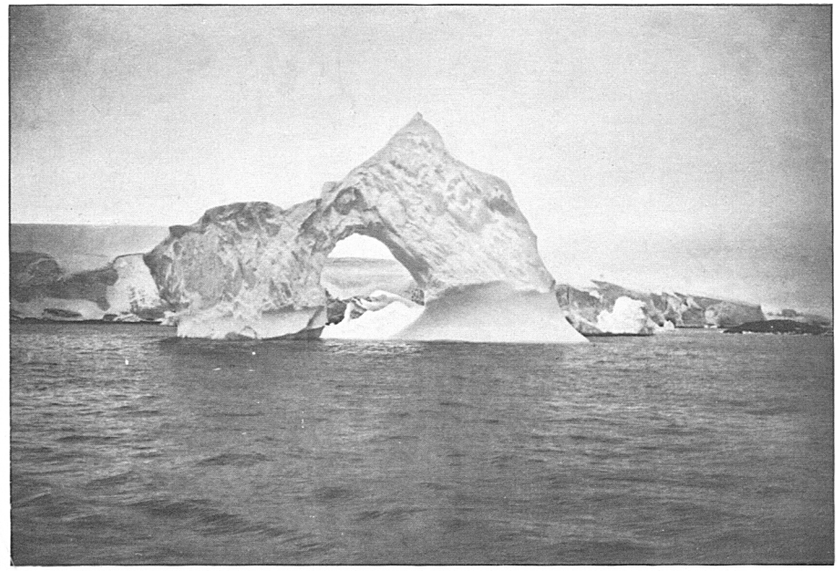


Phot. Cook.

25 février 1898. — Iceberg et glace de mer. Plaques de jeune glace, devant et à droite.

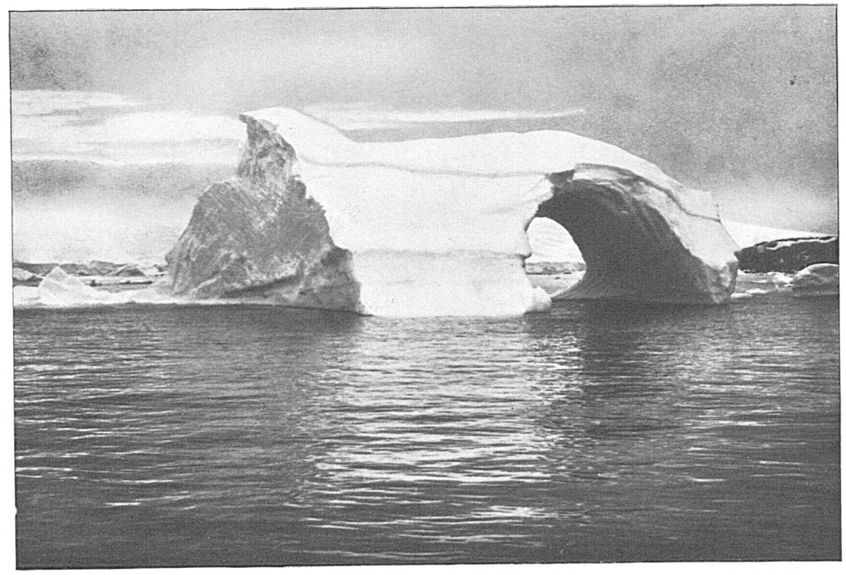


25 février 1898. — Iceberg échancré à la ligne de flottaison. Glace de mer.



Iceberg probablement échoué. Côte de la terre Danco dans l'Inlet de Hughes.

19 février 1898. — Iceberg et petits fragments de glace détachés montrant des formes typiques dues à la fusion.



Phot Cook et Arctowski.

Le même iceberg que ci-dessus. Anciens niveaux de flottaison.

LISTE DES RAPPORTS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE LA

COMMISSION DE LA "BELGICA,,

Les mémoires dont les titres sont précédés d'un astérisque (*) ont déjà paru.

Le classement des rapports dans les volumes III, IV, VI, VII, VIII et IX sera fait ultérieurement.

VOLUME I.

RELATION DU VOYAGE ET RÉSUMÉ DES RÉSULTATS, par A. DE GERLACHE DE GOMERY.

*TRAVAUX HYDROGRAPHIQUES ET INSTRUCTIONS NAUTIQUES (Premier fascicule), pr G. LECOINTE. Frs 67.50

USAGE DES EXPLOSIFS DANS LA BANQUISE, par G. LECOINTE.

VOLUME II.

ASTRONOMIE ET PHYSIQUE DU GLOBE.

*ETUDE DES CHRONOMÈTRES (deux parties), par G. LECOINTE . . . . . Frs 33,50

OBSERVATIONS MAGNÉTIQUES, par C. LAGRANGE et G. LECOINTE.

*MESURES PENDULAIRES, par G. LECOINTE. Fr. 5.—

CONCLUSIONS GÉNÉRALES SUR LES OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES ET MAGNÉTIQUES, par GUYOU.

VOLUMES III ET IV.

MÉTÉOROLOGIE.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES EN MER LIBRE, par H. ARCTOWSKI.

*RAPPORT SUR LES OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES HORAIRES, par H. ARCTOWSKI . . Frs 60,00

*OBSERVATIONS DES NUAGES, par A. DOBROWOLSKI. . . . . » 20,00

*LA NEIGE ET LE GIVRE, pr A. DOBROWOLSKI. Frs 10,00

*PHÉNOMÈNES OPTIQUES DE L'ATMOSPHÈRE, par H. ARCTOWSKI . . . . . Frs 6,00

*AURORES AUSTRALES, par H. ARCTOWSKI . » 11,00

VOLUME V.

OCÉANOGRAPHIE ET GÉOLOGIE.

SONDAGES, par H. ARCTOWSKI.

SÉDIMENTS MARINS, par H. VAN HOVE.

RELATIONS THERMIQUES DE L'OCÉAN, par H. ARCTOWSKI et H. R. MILL.

*DÉTERMINATION DE LA DENSITÉ DE L'EAU DE MER, par J. THOULET. . . . . Frs 7,50

*RAPPORT SUR LA DENSITÉ DE L'EAU DE MER, par H. ARCTOWSKI et J. THOULET. . . . . Frs 3,00

COULEUR DES EAUX OCÉANIQUES, par H. ARCTOWSKI.

LES GLACES, par H. ARCTOWSKI.

*LES GLACIERS, par H. ARCTOWSKI . . . . Frs 35.50

ÉTUDE DES ROCHES, par A. PELIKAN.

QUELQUES PLANTES FOSSILES DES TERRES MAGELLANIQUES, par M. GILKINET.

VOLUMES VI, VII, VIII ET IX.

BOTANIQUE ET ZOOLOGIE.

Botanique.

DIATOMÉES (moins *Chaetocérés*), par H. VAN HEURCK.

PERIDINIENS ET CHAETOCÉRÉS, par FR. SCHÜTT.

ALGUES, par E. DE WILDEMAN.

*CHAMPIGNONS, par Mmes BOMMER et ROUSSEAU. Frs 9.50

*LICHENS, par E. A. WAINIO . . . . . » 12,00

*HÉPATIQUES, par F. STEPHANI . . . . .
*MOUSSES, par J. CARDOT . . . . . } Frs 28,00

CRYPTOGAMES VASCULAIRES, par Mme BOMMER.

*PHANÉROGAMES, par E. DE WILDEMAN . . Frs 62.50

FORAMINIFÈRES, par VAN DEN BROECK.
RADIOLAIRES, par FR. DREYER.
TINTINOIDES, par K. BRANDT.
*SPONGIAIRES, par E. TOPSENT . . . . . Frs 16,00
*HYDRAIRES, par C. HARTLAUB . . . . . » 8.50
SIPHONOPHORES, par C. CHUN.
*MÉDUSES, par O. MAAS . . . . . Frs 8.50
ALCYONAIRES, par TH. STUDER.
*PENNATULIDES, par H. F. E JUNGERSEN . . » 3,00
*MADRÉPORAIRES et HYDROCORALLIAIRES, par E. v. MARENZELLER . . . . . } Frs 5,00
*ACTINIAIRES, par O. CARLGREN . . . . . }
CTÉNOPHORES, par C. CHUN.
*HOLOTHURIDES, par E. HÉROUARD . . . . Frs 5,00
*ASTÉRIDES, par H. LUDWIG . . . . . » 19.50
*ÉCHINIDES ET OPHIURES, par R. KŒHLER. » 17,50
CRINOIDES, par J. A. BATHER.
PLANAIRES, par L. BÖHMIG.
CESTODES, TRÉMATODES ET ACANTHOCÉPHALES, par P. CERFONTAINE.
*NÉMERTES, par BÜRGER . . . . . Frs 4,50
*NÉMATODES LIBRES, par J. G. DE MAN . . » 23,00
NÉMATODES PARASITES, par J. GUIART.
CHAETOGNATHES, par O. STEINHAUS.
GÉPHYRIENS, par J. W. SPENGEL.
OLIGOCHÈTES, par P. CERFONTAINE.
POLYCHÈTES, par G. PRUVOT et E. G. RACOVITZA.
*BRYOZOAIRES, par A. W. WATERS . . . . Frs 27,50
*BRACHICPODES, par L. JOUBIN. . . . . » 5,00
ROTIFÈRES ET TARDIGRADES, par C. ZELINKA.
PHYLLOPODES, par HÉROUARD.
*OSTRACODES, par G. W. MÜLLER . . . . . Frs 2,50
*COPÉPODES, par W. GIESBRECHT . . . . . Frs 25,00
*CIRRIPÈDES, par P. P. C. HOEK. . . . . » 2,00
CRUSTACÉS ÉDRYOPHTHALMES, par CH. PÉREZ
SCHIZOPODES ET CUMACÉS, par H. J. HANSEN.
CRUSTACÉS DÉCAPODES, par H. COUTIÈRE.
PYCNOGONIDES, par G. PFEFFER.
PÉDICULIDES, par V. WILLEM.

*ACARIENS LIBRES, par Dr TROUESSART, et A. D. MICHAEL . . . . . } Frs 7,50
*ACARIENS PARASITES, par G. NEUMANN . . }
*ARAIGNÉES ET FAUCHEURS, pr E. SIMON. }
*MYRIAPODES, par C. v. ATTEMS . . . . . } Frs 11,00
*COLLEMBOLES, par V. WILLEM . . . . . }
*ORTHOPTÈRES, par BRUNNER VON WATTENWYL.
*HÉMIPTÈRES, par E BERGROTH. . . . . .
*COLÉOPTÈRES, pr E. ROUSSEAU, A. GROUVELLE, H. SCHOUTEDEN, E. BRENSKE, BOILEAU, BOURGEOIS, E. OLIVIER, L FAIRMAIRE, G. STIERLIN, A. BOVIE et A. LAMEERE . . . . . } Frs 19,50
*HYMÉNOPTÈRES, par C. EMERY, J. TOSQUINET, E. ANDRÉ et J. VACHAL . . . . . .
*DIPTÈRES, par J. C. JACOBS, TH. BECKER et E. H. RÜBSAAMEN . . . . . .
*SCAPHOPODEN, par L. PLATE. . . . . Fr. 1.00
*GASTROPODES ET LAMELLIBRANCHES, par P. PELSENEER . . . . . } Frs 25,00
*CÉPHALOPODES, par L. JOUBIN . . . . . }
TUNICIERS, par E. VAN BENEDEN.
*POISSONS, par L. DOLLO . . . . . Frs 48,00
BILE DES OISEAUX ANTARCTIQUES, par P. PORTIER.
OISEAUX (*Biologie*), par E. G. RACOVITZA.
OISEAUX (*Systématique*), par HOWARD SAUNDERS.
*CÉTACÉS, par E. G. RACOVITZA . . . . . Frs 24.00
EMBRYOGÉNIE DES PINNIPÈDES, par E. VAN BENEDEN.
*ORGANOGÉNIE DES PINNIPÈDES. I. Les extrémités, par H. LEBOUCQ. . . . . Frs 5.50
ORGANOGÉNIE DES PINNIPÈDES. II. par BRACHET.
ENCÉPHALE DES PINNIPÈDES, par BRACHET.
PINNIPÈDES (*Biologie*), par E. G. RACOVITZA.
*PINNIPÈDES (*Systématique*), par E. BARRETT-HAMILTON . . . . Frs 4,00
BACTÉRIES DE L'INTESTIN DES ANIMAUX ANTARCTIQUES, par J. CANTACUZÈNE.
LA BIOGÉOGRAPHIE DE L [illegible] par E. G. RACOVITZA.

VOLUME X.

ANTHROPOLOGIE.

MEDICAL REPORT, par F. A. COOK.
REPORT UPON THE ONAS, par F. A. COOK.
A YAHGAN GRAMMAR AND DICTIONARY, par F. A. COOK.

REMARQUES. — Par la suite, plusieurs autres mémoires s'ajouteront à cette liste.

Il ne sera éventuellement mis en vente que cinquante collections complètes des mémoires. Ceux-ci pourront être acquis, séparément, aux prix indiqués sur la présente couverture :

à **BRUXELLES,** à l'Office de publicité, **LEBÈGUE & Cie**, 46, rue de la Madeleine,
à **PARIS,** chez **LE SOUDIER,** 174-176, Boulevard Saint-Germain,
à **BERLIN,** chez **FRIEDLÄNDER,** 11, Karlstrasse, N. W. 6,
à **LONDRES,** chez **DULAU & Co,** 37, Soho Square, W.
à **NEW-YORK,** chez **PUTNAM's Sons,** 27 W, 23d street.

Ces prix seront réduits de 20 % pour les personnes qui souscriront à la série complète des mémoires chez l'un des libraires désignés ci-dessus. Toutefois, lorsque la publication sera terminée, les prix indiqués sur cette liste seront majorés de 40 %, pour les mémoires vendus séparément, et de 20 %, pour les mémoires vendus par série complète

EXPÉDITION ANTARCTIQUE BELGE

RÉSULTATS

DU

VOYAGE DU S. Y. BELGICA

EN 1897-1898-1899

SOUS LE COMMANDEMENT DE

A. DE GERLACHE DE GOMERY

RAPPORTS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉS AUX FRAIS DU GOUVERNEMENT BELGE, SOUS LA DIRECTION

DE LA

COMMISSION DE LA BELGICA

OCÉANOGRAPHIE

LES GLACES

GLACE DE MER ET BANQUISES

PAR

HENRYK ARCTOWSKI

MEMBRE DU PERSONNEL SCIENTIFIQUE DE L'EXPÉDITION.

LIBRARY
NOV 5- 1909
Weather Bureau.

ANVERS

IMPRIMERIE J.-E. BUSCHMANN

REMPART DE LA PORTE DU RHIN

1908

C/O
E96R
Vol-5
pt-5

LIBRARY
WEATHER BUREAU
28145

Composition de la Commission de la "Belgica"

(Instituée par arrêté royal du 4 Décembre 1899.)

BUREAU :

Président : M. VAN BENEDEN, EDOUARD, professeur à l'Université de Liége, membre de l'Académie royale de Belgique.

Vice-Président : M. A. DE GERLACHE DE GOMERY, conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle, promoteur et commandant de l'Expédition antarctique belge.

Secrétaire : M. G. LECOINTE, directeur scientifique à l'Observatoire royal de Belgique, commandant en second de l'Expédition antarctique belge.

MEMBRES :

MM. ARCTOWSKI, assistant à l'Observatoire royal de Belgique, membre du personnel scientifique de la « BELGICA ».

le Dr COOK, médecin de l'Expédition antarctique belge.

DOBROWOLSKI, membre du personnel scientifique de la « BELGICA ».

RACOVITZA, sous-directeur du Laboratoire Arago de Banyuls-sur-Mer, membre du personnel scientifique de la « BELGICA ».

DONNY, lieutenant-général, aide-de-camp du Roi.

DU FIEF, secrétaire-général de la Société royale belge de géographie.

DUPONT, directeur du Musée royal d'histoire naturelle, membre de l'Académie royale de Belgique.

DURAND, directeur du Jardin botanique de l'Etat, membre de l'Académie royale de Belgique.

LAGRANGE, CH., professeur à l'Ecole militaire, directeur honoraire à l'Observatoire royale de Belgique, membre de l'Académie royale de Belgique.

PELSENEER, professeur à l'Ecole normale de Gand, membre de l'Académie royale de Belgique.

SPRING, professeur à l'Université de Liége, membre de l'Académie royale de Belgique.

STAINIER, professeur à l'Université de Gand.

MEMBRES DÉCÉDÉS :

MM. le Lieutenant-général BRIALMONT, membre de l'Académie royale de Belgique (déc. en juillet 1903).

CRÉPIN, directeur du Jardin botanique de l'Etat, membre de l'Académie royale de Belgique (décédé en mai 1903).

DE LA VALLÉE-POUSSIN, professeur à l'Université de Louvain, membre de l'Académie royale de Belgique (décédé en avril 1903).

ERRERA, LÉO, professeur à l'Université de Bruxelles, membre de l'Académie royale de Belgique (décédé en août 1905).

LANCASTER, directeur scientifique à l'Observatoire royal de Belgique, membre de l'Académie royale de Belgique (décédé en février 1908).

RENARD, professeur à l'Université de Gand, membre de l'Académie royale de Belgique (décédé en juillet 1903).

LIBRARY
WEATHER BUREAU
No.
23145

LES GLACES

GLACE DE MER ET BANQUISES

PAR

HENRYK ARCTOWSKI

MEMBRE DU PERSONNEL SCIENTIFIQUE DE L'EXPÉDITION

C/O
E96-R
Vol-5.
pt-5

LIBRARY
NOV 5-1909
Weather Bureau.

Sorti des presses de J.-E. BUSCHMANN, Anvers
le 20 Novembre 1908.

LES GLACES

GLACE DE MER ET BANQUISES

PAR

HENRYK ARCTOWSKI

MEMBRE DU PERSONNEL SCIENTIFIQUE DE L'EXPÉDITION

Avant le voyage de la BELGICA, fort peu d'observations avaient été faites sur les glaces des mers australes. FRICKER, qui a recherché dans les récits de voyage de Ross, de DUMONT D'URVILLE, de WILKES et des autres navigateurs qui ont exploré les régions antarctiques, les renseignements concernant la glace de mer qui s'y trouvent mentionnés, a pu résumer en peu de pages (1) tout ce que l'on savait sur les banquises du pôle Sud en 1898, au moment même où la BELGICA était emprisonnée dans les glaces.

La croûte glacée de l'Océan arctique a été incomparablement mieux étudiée. Ainsi, la monographie de WEYPRECHT sur les métamorphoses des glaces polaires (2) est un excellent aperçu sur la formation et les transformations des banquises. Aujourd'hui ce livre est déjà vieilli car depuis l'hivernage de WEYPRECHT à bord du TEGETTHOF d'autres explorateurs ont eu l'occasion d'étudier les glaces dans les régions boréales. Malheureusement, aucun d'eux ne s'est efforcé de recueillir, à l'aide de recherches poursuivies systématiquement, les matériaux nécessaires pour établir une nouvelle monographie, et les chapitres que THOULET (3) et KRÜMMEL (4) ont consacrés aux glaces dans leurs traités d'océanographie, ne sont que des résumés succincts des connaissances acquises.

Il serait donc fort intéressant de rassembler toutes les observations qui ont été faites, dans le Nord et dans le Sud, et de discuter d'une façon détaillée et approfondie les divers problèmes qui se posent. Moins vaste cependant est l'objet du présent travail : je me suis borné dans ce mémoire à résumer et à coordonner mes propres observations, déjà publiées précédemment et d'une façon plus complète sous forme de journal de voyage (5).

---

(1) KARL FRICKER : *Die Entstehung und Verbreitung des antarktischen Treibeises*, Leipzig, 1893, pp. 160-168. *Antarktis*, Berlin, 1898, pp. 206-209.

(2) KARL WEYPRECHT : *Die Metamorphosen des Polareises*, Wien, 1879.

(3) J. THOULET : *Océanographie (statique)*, Paris, 1890, pp. 423-486.

(4) OTTO KRÜMMEL : *Handbuch der Ozeanographie*, Stuttgart, 1907, pp. 498-526.

(5) HENRYK ARCTOWSKI : *Die antarktischen Eisverhältnisse*. Auszug aus meinem Tagebuch der Südpolarreise der BELGICA (Ergänzungsheft nº 144 zu Petermann's Mitteilungen), Gotha, 1903.

La lisière des glaces.

En janvier 1898, nous avons traversé le détroit de Bransfield et l'Inlet de Hughes sans y rencontrer la moindre trace de glace de mer, tandis que nous avions passé les premiers icebergs au N. des Shetland méridionales.

C'est seulement au sortir de la baie des Flandres, le 12 février, que nous avons remarqué pour la première fois quelques débris de plaques de glace. Il n'en est pas de même tous les ans, pendant l'été. Ainsi, en février 1904, CHARCOT a trouvé la baie des Flandres couverte d'une couche de glace continue (1), et au large du cap Renard la mer était encombrée de floes (2).

Plus tôt dans la saison, la limite du pack s'observe bien plus au nord. Ainsi, en octobre et novembre 1823 les Shetland méridionales étaient inaccessibles, à cause des glaces. WEDDELL indique, sur la carte (3) qu'il a donné de cet archipel d'îles, l'extension de la banquise à partir de l'île Smith (James Island) vers le NE., pour les dates du 29 octobre, du 5 et du 16 novembre. A la même époque de l'année, dans la nuit du 11 au 12 novembre 1902, l'Expédition antarctique suédoise se trouvait arrêtée par les glaces dès le 61e parallèle (4), et ce n'est qu'après dix journées d'une pénible navigation dans le pack que l'ANTARCTIC a pu être amené jusque Snow Island; plus loin, dans le détroit de Bransfield, la mer était alors déjà presque complètement libre de glace (5).

Dans cette région, les conditions des glaces doivent d'ailleurs varier assez notablement d'année en année. L'exemple des étés 1902-1903 et 1903-1904 ne doit pas être perdu de vue. Ainsi, tandis que le 2 février 1903 BRUCE se trouvait arrêté par le pack au NE. des Orcades méridionales (6) et que, également en février 1903, LARSEN ne put s'avancer jusqu'à la station d'hivernage de NORDENSKJÖLD et que l'ANTARCTIC fut écrasé par la pression des glaces au voisinage de l'île Joinville, au printemps suivant, au contraire, le capitaine IRIZAR, à bord de l'URUGUAY, parvenait aisément jusqu'à Snow Hill dès le commencement du mois de novembre (7).

A l'W. de l'archipel de Palmer et de la Terre de Graham, les conditions des glaces semblent être beaucoup moins variables d'une année à l'autre. Des fragments publiés du journal de BISCOE (8), il ressort que le long de la côte de la Terre de Graham l'extension des glaces a dû être la même en février 1832 qu'en février 1898. Chose intéressante à noter, c'est à la même date, le 15 février, que la BELGICA s'est trouvée soixante-six années plus tard au même endroit, et c'est le lendemain, 16 février, que BISCOE a noté de hautes montagnes à l'horizon S., montagnes qu'il estimait distantes de 90 milles de l'endroit où il était et qui, par conséquent, appartenaient probablement à la Terre Alexandre que nous avons pu voir, à cette même date, de beaucoup plus près.

---

(1) J.-B. CHARCOT : *Le* FRANÇAIS *au Pôle Sud*, Paris, 1906, p. 32.

(2) J.-B. CHARCOT : loc. cit., p. 20.

(3) JAMES WEDDELL : *A voyage towards the South Pole, ...*, London, 1827, p. 132.

(4) S. A. DUSE : *Unter Pinguinen und Seehunden*, Berlin, 1905, p. 101.

(5) S. A. DUSE : loc. cit., p. 104.

(6) WILLIAM S. BRUCE : *Report on the work of the Scottish National Antarctic Expedition* (Read at the Meeting of the British Association, Section E, Cambridge, August 23, 1904), p. 2.

R. C. MOSSMAN : *The Voyage of the* SCOTIA, Edinburgh, 1906, p. 52.

(7) OTTO NORDENSKJÖLD : ANTARCTIC, *zwei Jahre in Schnee und Eis am Südpol*, Berlin, 1904, vol. II, p. 270.

(8) *The Antarctic Manual for the use of the Expedition of 1901*, London, 1901, p. 331.

Les données du journal de bord du capitaine EVENSEN, qui a parcouru cette région au mois de novembre 1893, sont vraiment intéressantes à comparer aux indications de la carte de la « route suivie par la BELGICA du 13 au 19 février 1898 », carte dressée par M. LECOINTE. Je note simplement le fait que, par 73° et par 74° de long. W., la lisière de la banquise ne se trouvait, le 11 et le 12 novembre 1893, qu'à quelques milles (1) plus au N. que nous ne l'avons rencontrée le 17 février 1898, tandis que par 76° de longitude la HERTHA s'est avancée, à la date du 20 novembre, à une trentaine de milles au S. de la course de la BELGICA.

Le 28 janvier 1821, lorsque BELLINGSHAUSEN découvrit la Terre Alexandre, la limite du pack se trouvait également au S. de la route de la BELGICA. La planche de l'atlas de l'ouvrage de BELLINGSHAUSEN (2) qui donne le tracé de la « côte Alexandre Ier » montre que la lisière des glaces, qui s'étendait à l'W. et au NW. de cette terre, a été suivie par le VOSTOK et le MIRNYI de 69° 10′ S., 76° 46′ W., à 68° 30′ S., 75° 29′ W.

Par 102° de long. W., c'est par 70° 45′ de latitude que la BELGICA est sortie des glaces, le 14 mars 1899.

Là, à l'ouest du méridien de l'île Pierre-le-Grand, il est probable que la lisière de la banquise occupe approximativement la même position chaque année.

Ainsi, par 100° 16′ de long. W., le lieutenant américain WILLIAM M. WALKER se trouvait arrêté par les glaces, le 23 mars 1839, dès le 70e degré de latitude (3), tandis que plus loin vers l'ouest, par 106° 54′ de longitude, COOK est parvenu, le 30 janvier 1774, jusqu'à la latitude de 71° 10′ S. (4). Si l'on tient compte de la différence des dates, on constate que la position par laquelle la BELGICA est sortie hors des glaces est précisément comprise entre celles de WALKER et de COOK.

Il semble donc probable que, entre 100° et 106° de long. W., la lisière des glaces s'étend du NE. au SW.

La route suivie par BELLINGSHAUSEN (5) est des plus instructives, car d'une part elle montre que la généralisation que je viens de faire ne peut être considérée que comme une approximation grossière, attendu que la lisière des glaces n'est pas continue, que généralement elle est au contraire déchiquetée, et, d'autre part, le journal du navigateur russe nous montre aussi qu'un peu plus loin vers l'E., par la longitude de l'île Pierre-le-Grand, la limite de la glace de mer s'étend du N. au S.

D'après l'expérience acquise au cours de la dérive de la BELGICA, il semble probable que pendant les années 1898 et 1899 telles ont été également, tout le temps, les conditions des glaces ; qu'en d'autres termes, le pack persiste toute l'année au S. de l'île Pierre, que là la mer n'est jamais libre de glace.

En résumé, pendant les mois d'été, les choses se passent absolument comme si les vents venant de la région E., vents qui deviennent prédominants à partir du mois de novembre (6),

(1) JOHANNES PETERSEN : *Die Reisen des* JASON *und der* HERTHA *in das Antarktische Meer 1893-1894 und die wissenschaftlichen Ergebnisse dieser Reisen* (Mitth. d. Geogr. Gesellsch. in Hamburg, 1895), p. 270.

(2) Dvoukratnyïa izyskanyïa w iougenom ledovitom okéanïè, St-Pétersbourg, 1831.

(3) EDWIN SWIFT BALCH : *Antarctica*, Philadelphia, 1902, p. 138.

(4) HUGH ROBERT MILL : *The siege of the South Pole*, London, 1905, p. 75.

(5) *F. von Bellingshausen's Forschungsfahrten im südlichen Eismeer 1819-1821*, Leipzig, 1902, pp. 188-190.

(6) Comparer les roses mensuelles des vents dans mon *Rapport sur les observations météorologiques horaires*, p. 32.

chassaient les glaces vers l'Ouest, dégageant ainsi les côtes pacifiques de l'archipel de Palmer et de la Terre de Graham. Dans la mer de Weddell, ces mêmes vents doivent forcément produire l'effet opposé : là les glaces doivent encombrer les côtes, la mer étant à l'E.; et c'est précisément ce que nous enseignent les voyages de Ross, de LARSEN et de BRUCE. Si maintenant, à l'W. de la Terre Alexandre, dans la région de la dérive de la BELGICA, les glaces sont retenues pendant les mois d'été, cela ne peut être dû qu'à ce fait qu'au S. de l'île Pierre-le-Grand il se forme chaque hiver une nappe de glace côtière, fixe, ne subissant pas de dérive, et qui arrête ou rend du moins très pénible la marche du pack vers l'W. Cette remarque me paraît entièrement justifiée par les observations relatives à la dérive des glaces qu'il a été possible de faire au cours de notre hivernage, et comme, après ce qui a été dit plus haut, l'on sera amené à se demander pourquoi, dans la région qui nous intéresse, la lisière de la banquise a été retrouvée aux mêmes endroits, par diverses expéditions et à bien des années d'intervalle, je dirai que, dans sa dérive, la banquise où nous nous trouvions emprisonnés se comportait comme si le pack glissait le long d'un obstacle, qui ne peut évidemment être qu'une côte ou une muraille de glace.

Et, si vraiment la banquise qui s'étend à l'W. de la Terre Alexandre jusqu'à l'île Pierre-le-Grand et au delà, vers le SW., tout au moins jusque 102° de long. W., est une banquise côtière, il y a encore lieu de faire observer que, pendant les mois d'été, alors que les glaces se trouvent le plus loin vers le S., la limite de la banquise suit, en maints endroits, à peu de chose près celle du plateau continental, absolument comme s'il y avait corrélation entre l'extension des glaces et les conditions bathymétriques.

Il serait fort difficile de dire quoi que ce soit de bien certain au sujet de l'extension de la banquise vers le N., pendant les mois d'hiver. FRICKER a tracé une carte (1) donnant, suivant tout le pourtour du pôle Sud, la limite extrême où des champs de glace de mer ont été rencontrés. Mais, comme il le fait remarquer, il ne s'agit là que de lambeaux de banquise. Les données faisant défaut, on ne saurait établir les variations annuelles de l'extension de la nappe continue des glaces de la banquise, ni même rien présumer au sujet de son extension maximale.

La glace près de la lisière de la banquise.

La glace de mer ne forme pas une couche continue, une plaine immense et unie ; au contraire, la pellicule de glace — relativement si mince — qui recouvre la surface de l'océan est brisée en tous sens, et est par conséquent formée de plaques plus ou moins grandes et plus ou moins serrées les unes contre les autres.

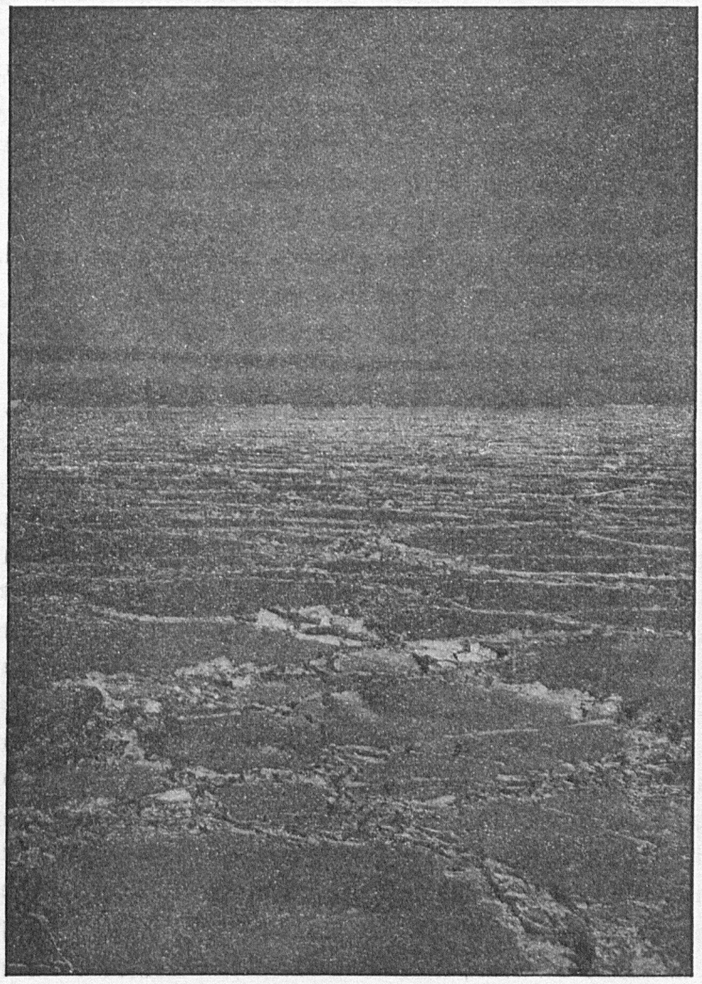
Le plus souvent il y a mouvement dans les glaces et, dans son ensemble, la banquise se déplace.

On peut dire que la banquise se présente suivant deux modes qui sont : la compression des plaques et la détente.

(1) KARL FRICKER : *Die Entstehung und Verbreitung des antarktischen Treibeises,* Leipzig, 1893.

Dans le paragraphe relatif à la formation des voies d'eau, je développerai plus longuement quelques considérations sur le rôle du vent ; je n'insisterai pour le moment que sur le rôle de la houle océanique qui, dans les régions antarctiques, est bien certainement l'agent principal de fragmentation de la glace de mer.

Mes observations prouvent, en effet, que la houle peut se propager dans les glaces jusqu'à une distance de plusieurs dizaines de milles de la mer libre, alors même que les plaques de glace sont relativement assez serrées les unes contre les autres.



Il est vrai que l'amplitude du mouvement ondulatoire va en diminuant rapidement lorsqu'on s'éloigne des eaux libres de glace, mais l'action de fragmentation exercée par la houle se fait néanmoins sentir aussi loin que le mouvement se propage.

A la lisière des glaces, les mouvements produits par la houle brisent les plaques en menus fragments (voyez pl. I, fig. 1 et 3) ; plus loin, ce sont les champs de glace qui se morcellent ; enfin, là où les ondes ne peuvent plus produire qu'un léger mouvement de va-et-vient, la houle agit encore par saccades, entre les floes, dans les amoncellements de glace produits par les pressions. La photographie ci-contre, qui a été prise de la mâture de la Belgica au cours de la dernière semaine de notre séjour dans le pack, montre la mer comme recouverte d'écailles. C'étaient de petits floes, dont le diamètre ne dépassait généralement pas la longueur du bateau. Et, comme on peut le voir, les angles étaient émoussés, les interstices remplis de débris, de blocs de glace ou de plaques plus petites, et là où les floes se touchaient directement ils s'usaient l'un l'autre par frottement. La photographie reproduite à la page précédente rend compte de l'aspect uniforme de l'une de ces plaques de glace.

Il doit exister une relation entre les dimensions des floes soumis aux mouvements de la houle et la longueur et l'amplitude de ces oscillations : les plaques de glace étant rigides, elles doivent émerger de l'eau suivant les bords aussitôt que la courbure de l'onde de la houle devient trop grande par rapport aux dimensions des plaques, de sorte que les portions qui ne sont plus soutenues par l'eau doivent se rompre.

D'ailleurs, les amplitudes allant en s'atténuant avec l'éloignement de la mer libre, les dimensions des floes iront en augmentant. Cette conclusion est parfaitement conforme aux

observations faites à bord de la BELGICA, au cours des quatre tentatives de pénétration vers le S., en février 1898.

Je l'ai déjà fait remarquer, c'est au voisinage du cap Renard, à la date du 12 février, que nous avons rencontré pour la première fois de la glace de mer. Plus loin, le chenal entre les îles Danebrog et la Terre de Graham était relativement libre de glace ; mais, dès le 13 février, à proximité du cap Tuxen, la côte se trouvait à tel point encombrée de glace qu'il fallut s'en éloigner pour pouvoir aller de l'avant. C'est ce jour-là, vers 11^h du matin, que la BELGICA traversa pour la première fois une banquise peu serrée, composée de glace en pleine fusion, rongée par la dissolution dans l'eau de mer, et dont certains blocs avaient une couleur jaune sale, due à des colonies de diatomées.

Au large des îles Biscoe, nous navigâmes dans une brume qui ne permettait pas de rendre compte de l'extension des glaces à l'E. de notre course. Plus loin, par 68° de latitude, nous longeâmes la lisière du pack qui se trouvait au-devant de la Terre Alexandre et, de là, s'étendait dans la direction de l'WSW.

Le 18 février au matin, par 77° de long. W. et 68° 37′ environ de lat. S., nous avions changé de route et cherchions à pousser vers le S. ; il règnait une brume, et la BELGICA s'engagea dans le pack au point bientôt de ne plus pouvoir avancer. Il fallut attendre que le temps s'éclaircît. Le pack était compact ; entre les plaques de glace, fortement serrées les unes contre les autres, un gâchis de glace pilée, provenant du frottement, remplissait tous les interstices sur une épaisseur de 30 à 60 centimètres Le tout se mouvait paresseusement sous l'action de la houle venant de l'océan. L'après-midi, le temps s'étant éclairci, nous pûmes nous convaincre que la route du pôle était barrée par un pack impénétrable et de nombreux icebergs, et ce fut à grand'peine que, le soir, nous parvînmes à sortir de la banquise.

Le lendemain de cette première tentative, nous nous dirigeâmes vers le S. sans quitter la lisière des glaces, ce qui nous obligea par moments à obliquer vers l'W. Au NW. de notre route, la mer était tout à fait libre, sauf quelque grand iceberg de temps en temps et parfois un banc de glaçons ou un lambeau de la banquise, formant un ruban de glace peu compacte ; mais l'horizon de la mer se dessinait toujours très nettement. A notre gauche, au contraire, le pack s'étendait à perte de vue partout où les icebergs ne nous empêchaient pas de voir au loin. Au-dessus de nous, le ciel reflétait le contraste : tandis que, du côté de l'océan libre, les nuages étaient noirs, l'autre moitié de la voûte céleste était très claire et, à l'horizon, l'iceblink était intense.

A la bordure extérieure du pack, les petits floes étaient fortement usés par l'action des vagues ; la forme caractéristique des plaques ne s'y rencontrait plus et les floes étaient le plus souvent parfaitement arrondis, parfois même on voyait des boules de glace rouler dans l'eau.

Nous fûmes de nouveau arrêtés dans notre marche vers le S., le 20 au matin, par 69° 45′ de latitude et 80° de longitude : nous étions entrés pour la seconde fois dans le pack. Les icebergs, encore très nombreux, l'étaient moins cependant qu'au large de la Terre Alexandre. La limite de la banquise était assez nettement marquée. A la bordure même, les plaques de glace de mer étaient petites, peu épaisses et légèrement espacées, et le tout était remué par la houle. Plus loin, on rencontrait des tables de glace de plus en plus grandes et de moins en moins espacées. Il aurait été difficile de déterminer la grandeur moyenne des floes. Les plaques

n'avaient pas seulement des dimensions progressivement plus grandes, mais leur épaisseur allait également en croissant. Les cassures étaient plus nettes et il y avait de moins en moins de débris. Du reste, il n'y avait pas de pâte entre les blocs de glace, même à la bordure de la banquise. Suivant toute apparence, la banquise dans laquelle nous nous trouvions engagés à la date du 20, provenait de la rupture d'un immense champ de glace qui venait de se disloquer.

Les plaques de glace de mer se composaient de trois couches parfaitement distinctes : une couche de neige au-dessus, un banc de glace compacte, émergeant à peine, et de la glace spongieuse en dessous. En prenant 2 mètres comme épaisseur moyenne, le banc de glace compacte avait environ 20 centimètres, la neige de 40 à 50 centimètres, et la glace spongieuse $1^m,20$ à $1^m,50$ d'épaisseur. La structure spongieuse était due à des trous verticaux de diamètre très variable (de 5 à 60 centimètres et, en moyenne, de 10 à 30 centimètres). Ces trous étaient plus ou moins cylindriques ; bien souvent ils ne traversaient pas toute la couche de glace et parfois ils se raccordaient à des poches ou à des canaux reliant les trous entre eux. Certains glaçons étaient très spongieux en dessous, d'autres ne l'étaient guère. La glace d'en dessous renfermait toujours des bulles gazeuses qui lui donnaient, dans certains cas, une apparence granulée.

La couche de glace compacte se détachait facilement de la glace spongieuse ; la démarcation entre elles était nette ; visiblement, la différence de composition et de structure était notable.

Quand la couche de glace compacte était détachée, la surface de la glace spongieuse apparaissait comme piquée de trous. Elle était légèrement feuilletée, souvent blanche, parfois un peu jaunâtre et d'autres fois fortement colorée en jaune.

J'ai vu, redressés, d'épais fragments de plaques de glace de mer. On observait alors un trait bleu en dessous de la couche de neige ; la première couche de glace, tout au-dessus, était d'un bleu pâle, tandis que la glace inférieure était très légèrement verdâtre.

D'après l'expérience acquise dans la suite, il est certain que la glace spongieuse n'était autre que de la glace de mer proprement dite se trouvant dans un état de fusion — ou plutôt de dissolution — très avancé, tandis que la glace compacte était de la neige transformée en glace, comme nous le verrons plus loin.

Après avoir passé la journée du 21 à l'extérieur du pack, nous sommes rentrés dans celui-ci le 22 février, par 81° de longitude et par la même latitude que le 20.

Mais, derechef, la BELGICA ne put s'avancer qu'à une distance relativement minime de la lisière de la banquise, tout au plus à 10 ou 12 milles des premiers glaçons. Les icebergs n'étaient plus aussi fréquents que précédemment ; néanmoins, j'en ai compté plus de soixante qui étaient en vue dans le pack sur tout le pourtour de l'horizon.

Au fur et à mesure que nous nous avancions dans la banquise, les plaques de glace de mer se montraient plus épaisses et plus serrées, leur diamètre augmentait, de sorte que la navigation devenait de moins en moins aisée. Les angles des plaques de glace n'étaient pas émoussés et les cassures paraissaient être de formation récente.

Le 23, au matin, je descendis sur un beau floe pour mesurer l'épaisseur de cette plaque de glace à l'aide de la sonde géologique de VAN DEN BROECK. La glace ne pouvait être percée à la vrille et il fallut le burin pour la trouer. L'épaisseur totale entre la surface de la neige et le point où cessait la résistance était de $3^m,10$.

Je notai :

8 cm. de neige granuleuse, mais déjà à 4 ou 5 cm. de la surface apparaissait un névé parfait avec grains de glace de 1 cm. de diamètre, en moyenne ;
puis, 5 à 6 cm. de glace formant une couche de névé soudé ;
15 à 16 cm. de glace compacte à grain glaciaire ;
niveau de l'eau ; } 20 cm.
4 ou 5 cm. de la même glace imprégnée d'eau de mer ;

enfin venait de la glace jaunâtre, douce, compacte, à cristallisation verticale, formant une couche de 5 ou 6 cm. Cette couche se détachait facilement de la glace à petits trous circulaires, molle et se cassant horizontalement, qui se trouvait immédiatement en dessous.

Sur les $3^m,10$ il n'y avait donc que 30 cm. qui émergeaient, soit 1/10. J'ai pu examiner le glaçon sur le pourtour. Les couches étaient parfaitement continues et formaient des strates très nettes. Par places il y avait des accumulations de neige de plus de 1 mètre. Quant à la glace, elle semblait être partout sensiblement de la même épaisseur.

Une fois sortis du pack, il fallut gouverner suivant la direction du NW., du 24 au 26 février, jusque 69° 10′ de latitude, point où la lisière de la banquise obliquait vers l'Ouest. Le 27, à midi, nous étions par 69° 24′ S., 84° 46′ W., et à 17^h par 69° 41′ S. et approximativement par la même longitude : il n'y avait pas de glace en vue. Du 23 au 27 nous avions donc contourné une extension de glace qui formait une sorte de langue de la banquise, langue d'au moins 30 milles de long, sensiblement moins large que longue, et qui s'avançait à partir d'une lisière relativement compacte, suivant la direction du NW. Au delà de cette langue, donc à quelques degrés seulement à l'W. de la longitude de notre troisième tentative d'avancée vers le pôle, nous rencontrions des conditions de glace absolument différentes, puisque là, par 85° de longitude il nous fut possible d'atteindre, sans de bien grands efforts, la latitude de 71° 30′ S.

Ainsi, le 28 à midi, nous nous trouvions par 70° 24′ et, grâce à un vent favorable, nous pouvions avancer rapidement dans les glaces, le pack étant beaucoup moins serré que précédemment.

Près de la Terre Alexandre, la glace de mer était bien délimitée et les plaques de glace formaient un recouvrement continu, tenant en quelque sorte à la terre. Sur la route suivie à la date du 28 février et à 14° seulement à l'W. de la Terre Alexandre, les conditions des glaces étaient toutes différentes. Le pack n'était pas nettement délimité, des fragments se trouvaient disséminés à la surface de la mer bien avant l'entrée du pack, et nous avions rencontré une première bande de plaques peu serrées, mais formées de glace épaisse et très déformées par l'action des vagues, puis une deuxième bande, une troisième et ainsi de suite, entre lesquelles s'étendaient de vrais lacs, parfois très vastes. Il y avait aussi beaucoup moins d'icebergs que précédemment : ainsi, à midi, je n'en ai compté que dix-neuf à l'E. et dix-neuf également sur l'horizon W.

Le 1er mars nous avions franchi le 71e parallèle et les icebergs étaient encore moins nombreux que plus au N. ; je ne pus en compter que dix à l'horizon E. et six à l'W. de la Belgica. Il y avait beaucoup de jeune glace sous forme de petites tables de grandeur très variable et légèrement couvertes de neige. Les plaques de glace étaient assez grandes, mais généralement peu épaisses.

Il est compréhensible que la glace de mer ne fût pas très fragmentée en ce point : nous

avions dépassé un assez grand nombre de bandes de pack et nous nous trouvions déjà à une distance respectable de la lisière de la banquise. Mais pourquoi la banquise se présentait-elle dans son ensemble sous forme de bandes, allongées suivant la direction E-W. et laissant entre elles de grands lacs libres de glace ? Il semble vraiment que nous nous trouvions là, par 85° de longitude, à l'extrémité de la banquise côtière de la Terre Alexandre et que les bandes de pack traversées par la BELGICA étaient des lambeaux de cette banquise.

Après notre hivernage, un an plus tard, alors que nous sortions du pack par 102° de longitude, nous pûmes remarquer que des voies d'eau se formaient toutes les fois que le vent poussait les glaces vers le N. et que la lisière de la banquise était frangée. La photographie du pack reproduite plus haut (p. 7) montre deux bandes sombres à l'horizon : c'est le *water-sky* des Anglais. Le reflet de la glace sur la voûte céleste forme l'*iceblink*, et ce sont les discontinuités dans l'iceblink qui forment le *ciel d'eau* ou *water-sky*. La photographie montre par conséquent qu'au delà de l'horizon visible il y a une voie d'eau, puis une bande de glace et enfin, dans le lointain, la mer libre. C'est ce que nous avons pu voir d'une façon presque continue pendant les dernières semaines de notre emprisonnement dans le pack. Or le water-sky se rapprochait de nous, et parfois nous pouvions apercevoir de la mâture de la BELGICA la mer libre de glace. Il semble par conséquent que les lambeaux se détachant de la lisière de la banquise sont détruits par la houle océanique.

La congélation de l'eau de mer.

Les recherches que je m'étais proposé de faire, au cours de l'Expédition, comportaient une étude comparée des phénomènes physiques et chimiques qui accompagnent la congélation de diverses dissolutions salines, dans l'intention de résoudre ultérieurement, par des travaux de laboratoire, quelques-uns des problèmes qu'une telle étude m'aurait permis de soulever.

Avant 1897, bien peu d'expériences avaient été faites sur la congélation de l'eau de mer, et il aurait été vraiment intéressant d'instituer de telles recherches, non seulement sur des échantillons d'eau de mer de densité différente, mais aussi à l'aide de solutions des sels qui s'y trouvent dissous, et de mélanges de ces solutions.

L'étude de la formation de la glace hors de l'eau de mer comporte des questions se rattachant intimement à quelques-uns des problèmes des dissolutions non aqueuses, des alliages par exemple, de la formation des verres, des verres colorés notamment, et aussi à ceux, d'une portée plus générale encore, qui concernent la formation des minéraux des roches éruptives et métamorphiques. On se trouve là, dans des domaines scientifiques absolument distincts, en présence de problèmes identiques, problèmes concernant les combinaisons moléculaires, les dissolutions solides, et aussi les phénomènes de cristallisation et de recristallisation qui peuvent s'y produire.

Mes autres occupations à bord m'ont malheureusement empêché de réaliser le programme de recherches que je m'étais proposé.

Les expériences que j'ai faites sur la congélation de différentes dissolutions, plus spécialement de sels colorés dans l'eau, l'examen des cristaux de glace qui se forment dans des solutions concentrées, et d'autres recherches d'orientation m'ont vivement intéressé ; mais,

m'étant bien rendu compte, dès le début, que de telles expériences eussent exigé beaucoup de temps, je me suis abstenu de les poursuivre.

Aussi mes observations sur la congélation de l'eau de mer ont-elles été tout à fait fortuites.

La température de congélation de l'eau de mer varie, de même que celle d'autres solutions, avec la proportion plus ou moins grande des sels qui s'y trouvent dissous (1).

Je n'ai fait qu'une seule détermination de la température à laquelle la glace se forme dans l'eau de mer. Cette expérience a été faite, à la date du 6 mars 1899, avec de l'eau puisée à une profondeur de 1500 mètres, le 19 février. La densité S_4^{15} de cette eau était de 1.0256 ; le poids des sels qui correspond à cette densité (2) est de 34.36 °/₀₀.

Après vérification des thermomètres, j'ai installé une grande éprouvette (contenant l'eau) sur le pupitre des cartes sur la passerelle, j'y ai fixé le thermomètre de telle sorte que toute la colonne mercurielle fût plongée dans l'eau et j'y ai adapté un agitateur en verre. La température de l'air étant de —5°, le refroidissement était progressif et lent. Voici le texte de la note inscrite dans mon carnet d'observations :

« Température —2°.20, et il n'y a pas de formation de glace. J'agite fortement : des cristaux se forment, le thermomètre monte à —1°.90 et se maintient à cette température. De petits cristaux continuent à se montrer au sein de l'eau. Ce sont de minimes bâtonnets cristallins qui scintillent et qui, en montant dans l'eau, grandissent et s'associent pour constituer des paillettes. Puis, ce sont des étoiles qui apparaissent. L'eau étant abandonnée au repos, la température que prend la couche inférieure est de —2°.15 ; les étoiles qui se forment là montent très doucement à la surface. J'agite toute la masse d'eau et la température revient à —1°.90. Par contre, beaucoup plus de cristaux naissent par l'agitation. J'abandonne au repos. De nombreuses platines hexagonales se constituent. Une grande étoile à branches en feuilles de fougère, très fine, grandit au sein de l'eau, atteint 2 centimètres, puis s'élève. La température est de —2°.0. J'agite et la température remonte de nouveau à —1°.90. »

Vers la fin du mois de janvier, tandis que nous étions occupés à scier un canal pour délivrer la Belgica du champ de glace dans lequel elle se trouvait emprisonnée, j'ai également pu suivre, à différentes reprises, la formation de cristaux de glace dans l'eau de mer, la nuit, lorsqu'il gelait.

« En me couchant sur la glace, je pouvais observer de près ce qui se passait dans l'eau tout contre la paroi de glace sciée. A la surface, des platines de glace grandissaient tout doucement sous forme de feuilles de fougère délicates. Dans l'eau courante, je voyais étinceler de minimes éléments cristallins, — des fibres de glace d'un millimètre au plus ou peut-être de fines platines, je ne sais, — et quand ces petits éléments cristallins, qui se formaient spontanément, venaient à se rapprocher de l'une des étoiles en formation, ils étaient précipités vers elle et disparaissaient. L'eau plus dense, éliminée par le fait de la cristallisation, s'écoulait en filets

(1) Des déterminations du point de congélation d'échantillons d'eau de mer de différentes densités ont conduit Otto Pettersson à la conclusion qu'à une augmentation du poids spécifique de 0.00014 correspond un abaissement du point de congélation de 0°.01 C. (Vega-Expeditionens Vetenskapliga Arbeten, II, p. 271.)

Récemment, des déterminations de ce genre ont été faites par H. J. Hansen (Krümmel, Handbuch der Ozeanographie, I, p. 241), qui a dressé un tableau des points de congélation de l'eau de mer à différentes densités.

(2) H. Arctowski et J. Thoulet : *Rapport sur les densités de l'eau de mer*, p. 22.

qui se délayaient, tout comme ceux que l'on voit, par suite d'un effet de réfraction, en mélangeant de l'alcool et de l'eau par exemple.

» Les platines hexagonales flottaient à la surface, atteignaient 2, 3 et 4 centimètres et n'étaient que les précurseurs d'une cristallisation plus importante qui s'effectuait en dessous d'elles, suivant le sens vertical. Là des platines disposées verticalement s'associaient en se groupant parallèlement l'une contre l'autre, et ces groupements de platines extrêmement minces se juxtaposaient assez irrégulièrement. Pourtant, les espaces vides laissés entre eux étaient généralement triangulaires. Cette première glace formée (qui d'ailleurs ne restait pas cohérente quand on la sortait de l'eau sur la paume de la main) était donc cellulaire.

» Mais d'autres cristaux se formaient également, contre la paroi de glace, à 15 ou 20 centimètres sous la surface de l'eau. Cette cristallisation était arborescente. C'étaient des feuilles de fougère longues de 10 à 25 centimètres, fines, à nervures délicates mais complètement soudées, affectant la forme de flèches aux contours en zig-zag. Des feuilles partant d'une même souche rayonnaient suivant des directions variables ; pourtant les plans des feuilles étaient de préférence verticaux, l'axe étant horizontal (1). »

A la date du 4 mars 1898, j'ai noté dans mon journal une observation semblable. Du reste, afin de me rendre mieux compte du mode de formation de la nouvelle glace de mer, j'ai fait quelques expériences à bord, à la date du 22 février 1898, expériences que j'ai décrites comme suit :

« En laissant de l'eau de mer se congeler dans un seau, on obtient une mince couche de glace assez compacte et douce, et en dessous vient se former une belle cristallisation de tablettes se groupant verticalement. Elles se composent de pellicules cristallines triangulaires, d'environ 1 centimètre carré de surface et groupées parallèlement, donnant à l'ensemble 2 millimètres d'épaisseur. Ces tablettes de cristaux sont associées suivant des angles variables, de façon à former une mosaïque cristalline, laissant des interstices dans lesquels peuvent séjourner des bulles gazeuses et les eaux mères, qui donnent à ces cristaux un goût très salé.

» En mettant de l'eau de mer entre deux porte-objets de microscope et en les exposant à l'air froid, on peut facilement voir croître les cristaux de glace. Un grain de poussière sert de centre de rayonnement. La cristallisation suit les axes. C'est un vrai rayon d'aiguilles cristallines qui se propage de la sorte, et cela d'autant plus rapidement qu'il a fallu attendre plus longtemps.

» En exposant à l'air un matras conique rempli d'eau de mer, ce n'est pas la surface libre qui gèle la première. Dans ces conditions, l'eau étant parfaitement tranquille et l'abaissement de la température se produisant uniformément de toutes parts (à l'ombre et à —6°), on observe la formation de très grandes tables cristallines, très fines et parfaitement planes, qui se placent verticalement. Bientôt il s'en forme suivant différentes directions et elles s'enchevêtrent.

» J'ai également abandonné de l'eau de mer dans un cristallisoir. Dans ce cas, la surface libre n'étant plus rétrécie mais au contraire très grande, les cristaux viennent se coucher à la surface de l'eau après avoir cristallisé verticalement. Les tablettes ne cessent de se former en poussant la cristallisation de la surface vers le bas, suivant un plan vertical, et bientôt, perdant l'équilibre, elles viennent se plaquer, les unes sous les autres, à la surface du liquide. La croûte

(1) Des cristallisations semblables se formant à la surface de la jeune glace, mais dans l'air, seront décrites plus loin.

qui se forme ainsi est feuilletée, flexible, molle et friable ; ce sont là les caractères de la première croûte de glace de mer fraîche que j'ai également examinée. »

Ainsi, à cette même date du 22 février, j'ai observé la formation de nouvelle glace déjà à partir de midi, quoique la température de l'air ne fût que de —5°.8. Ayant recueilli une tablette d'environ 5 centimètres d'épaisseur, j'ai pu constater que cette jeune glace de mer était formée d'un assemblage de cristaux triangulaires, disposés verticalement, les sommets orientés vers le bas, et composés de fines lamelles plaquées l'une sur l'autre. Cette glace était molle et se cassait très facilement suivant le sens vertical ; elle s'effritait. Le goût salin était assez prononcé. Le soir il y avait de la glace de formation fraîche en quantité notable. Cette nouvelle glace se présentait sous forme de tablettes rondes, ayant de 50 centimètres à 1 mètre de diamètre, émergeant à peine de l'eau et garnies d'un petit bourrelet blanc de débris provenant du frottement des tablettes. Cette glace était évidemment celle que les Anglais appellent *pankake ice*.

J'ai fondu un fragment de *pankake ice*. L'eau de fusion offrait un léger trouble blanc. Le poids des sels contenus dans cette eau (calculé d'après la densité) était de 8.19 °/₀₀, soit 8gr,19 pour 1 kilogramme de solution, tandis que la salinité de l'eau de mer était, au même endroit, de 32.34 °/₀₀.

Un autre fragment de glace, jaunâtre, provenant de glace de mer peu épaisse, avait une salinité un peu plus grande : 11.43 °/₀₀.

Après avoir laissé séjourner cette glace de mer pendant deux jours au laboratoire, de façon à la soumettre à une fusion très lente, et après avoir décanté les premières eaux de fusion, j'ai trouvé 4.64 °/₀₀ de sel dans la glace qui restait, ce qui montre que la glace n'est pas simplement imprégnée d'eau de mer.

Vitesse d'accroissement de la glace de mer.

En vue de déterminer la vitesse avec laquelle s'accroît l'épaisseur de la jeune glace de mer, j'ai, au commencement du mois de septembre, procédé à des mesures dans le puits d'eau aménagé non loin du bateau pour les besoins de la pêche et pour les sondages.

Voici les quelques résultats que je transcris de mon journal de bord :

Samedi 3 septembre : de 17h 30m à 20h, temp. —22° à —23°, épaisseur = 15 mm., en 2 1/2h.

La glace formée est flexible et humide, les cristaux sont disposés verticalement suivant différentes directions ; à la surface il n'y a pas de trace d'efflorescences ni de givre.

A 23h 30m, temp. —23° à —25°, épaisseur = 18 mm., en 3 1/2h.
» = 25 » en 6h.
Dimanche 4 : à 9h, temp. — 23° à —22°, épaisseur = 38 mm., en 9 1/2h.
» = 50 » en 15h.

Cette glace est sèche et lisse à la surface. A 1 centimètre en dessous de la surface, la glace est plus compacte et renferme des bulles d'air. Plus bas il y a de grands cristaux disposés verticalement.

A 11h 30m, temp. —20° à —21°, épaisseur = 12 mm. en 2 1/2h.
à 15h 15m, » —20°, épaisseur = 15 mm., en 3 1/2h.
» 22 » en 6h.
» 58-60 mm., en 21 1/2h.
à minuit 30m, temp. —20°, épaisseur = 75-78 mm., en 31h.

Lundi 5 : à 9h, j'ai 45 mm. en 8h 1/2, et 100-102 mm. en 39 1/2h,
mais la température ne s'est plus maintenue approximativement constante, car le thermomètre est descendu jusqu'à —31°.

Autre série :

Lundi 5 :	à 17h 30m dégagé le trou : à 19h 30m,	après	2h,	épaiss. =	17 mm.,	temp. —34°.
	à 22h 30m,	»	3h,	»	23 »	
		»	5h,	»	34 »	temp. —32°.
	à minuit 30m,	»	2h,	»	16 »	
		»	7h,	»	41-42 »	temp. —32°.
Mardi 6 :	à 8h 30m du matin,	»	8h,	»	49 »	
		»	15h,	»	75 »	temp. —32°.
	Mardi, à 17h, dégagé le trou à nouveau. A 19h,	»	2h,	»	15 »	temp. —34°.
	22h,	»	3h,	»	21 »	
		»	5h,	»	30 »	temp. —36°.
	minuit,	»	2h,	»	15 »	
		»	5h,	»	30 »	
		»	7h,	»	40 »	temp. —37°.
Mercredi 7 : dégagé à 13h.	A 17h,	»	4h,	»	24 »	temp. —36°.
	20h,	»	3h,	»	21 »	
		»	7h,	»	40 »	temp. —39°.
	minuit,	»	4h,	»	28 »	
		»	7h,	»	44 »	
		»	11h,	»	55 »	temp. —41°.
Jeudi 8 :	à 9h du matin,	»	9h,	»	51 »	
		»	18h,	»	90-95 »	temp. —41°.

Dans cette couche de glace, les 6 à 8 millimètres du dessus se composent de « rassól » congelé, c'est-à-dire de saumure chassée de la glace après congélation plus complète, et les 30 centimètres du dessous sont formés de grands cristaux verticaux, friables, terminés en pointe vers le bas.

A 9h du soir, épaisseur de glace formée en 12h = 65 mm.
» » 21h = 97 »
» » 30h = 130 » temp. —34° à —40°.

Les expériences précédentes donnent des courbes de forme identique à celles résultant des mesures effectuées par Weyprecht (1). Ces courbes prouvent que l'épaisseur de la glace de

(1) Karl Weyprecht : *Die Metamorphosen des Polareises*, p. 135, Wien, 1879. — Voyez également : Erich von Drygalski : *Grönland-Expedition der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 1891-1893*, p. 422 notamment, ainsi que : Adolphus W. Greely : *Report on the Proceedings of the United States Expedition to Lady Franklin Bay*, vol. II, p. 384. — Voyez aussi le mémoire de Makaroff dans les Annalen der Hydrographie, 1899, p. 207.

mer ne peut s'accroître indéfiniment : il y a une limite aux progrès de la congélation, quelle que soit la température, car l'accroissement d'épaisseur va en diminuant rapidement avec les progrès de la congélation.

WEYPRECHT a très probablement compris dans ses mesures la neige accumulée au-dessus de la glace. Dans mes expériences, au contraire, la surface de la glace est restée tout le temps directement exposée à l'air. De plus, la température n'a pas varié notablement dans chacune de mes deux séries de mesures. Ce sont là des conditions idéales qui ne se réalisent que rarement. Les coefficients que l'on pourrait déduire de mes chiffres seraient donc dépourvus de toute signification pratique.

Il serait intéressant de comparer mes chiffres à ceux que donne la formule théorique de TETSU TAMURA pour la vitesse d'accroissement d'une couche de glace formée sur de l'eau douce (1), de même qu'à ceux des formules que J. STEFAN (2) a établies à l'aide de différentes séries de mesures faites dans les régions arctiques.

Les précipitations atmosphériques sont tellement fréquentes dans la région de l'hivernage de la BELGICA que ce n'est qu'exceptionnellement que la jeune glace de mer pouvait rester exposée à l'air quelques journées de suite ; le plus souvent — si même il ne neigeait pas — la neige chassée par le vent se déposait dans les voies d'eau ou sur la jeune glace à peine formée, modifiant ainsi les conditions de la congélation.

La figure 1 de la planche II représente une grande voie d'eau qui, s'étant formée pendant une tempête de neige, est couverte de jeune glace de mer blanchâtre formée en grande partie par l'apport de neige chassée. Près des bords de la vieille glace, l'accumulation de neige pouvait atteindre, par places, plus d'un mètre d'épaisseur, et ces endroits étaient très dangereux aussi longtemps qu'un froid intense n'avait pas consolidé la glace ainsi formée dans la portion immergée.

Lorsqu'une voie d'eau se congèle par un temps calme et très froid, la jeune glace qui se forme est parfaitement unie, très sombre, presque noire, avec une teinte légèrement verdâtre et mate. Jusqu'à une faible distance, cette jeune glace fait l'impression d'une nappe d'eau. Sur les bords, là où la glace est plus épaisse, elle est couverte de fleurs de glace (que je décrirai plus bas) ; plus loin, elle est parfaitement lisse. Je ne me suis jamais hasardé sur ce genre de glace sans patins à neige, et même lorsque j'étais muni de skys, je sentais la glace fléchir sous mon poids aussitôt que je m'arrêtais. Cette plasticité de la jeune glace dépend sans aucun doute de la température. Il me semble que par des températures inférieures à —25° la glace doit avoir de 12 à 15 centimètres d'épaisseur, sinon davantage, avant que l'on puisse marcher dessus, tandis que partout où des fleurs de glace se sont déjà formées on se sent en parfaite sécurité (3). Par une température voisine de —12°, peut-être en partie sous l'influence du rayon-

(1) HOWARD T. BARNES : *Ice formation with special reference to anchor-ice and frazil*, New-York, 1906, p. 101.

(2) *Annalen der Physik und Chemie*, Neue Folge, Bd 42 (1891), p. 269.

(3) J. WESTMAN qui, pendant l'hiver 1899-1900, a étudié la glace de mer de la baie de Treurenberg, au Spitzberg, écrit à ce propos ce qui suit :

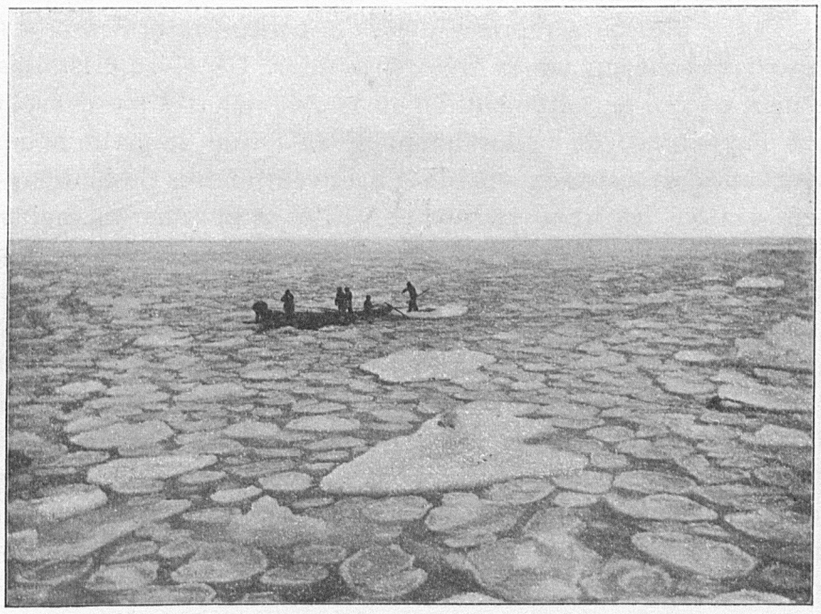
« La solidité des couvertures de glace nouvelle était très différente dans la lagune et dans le port. Sur la lagune, la couverture de glace portait un homme à une épaisseur de 5.7 cm. le 23 septembre. Dans le port elle ne portait pas à une épaisseur de 8.3 cm. le 25 novembre et de 11,0 cm. le 26 novembre, et portait tout juste avec une épaisseur de 22.3 cm. le 30 octobre, de 14.3 cm. le 29 novembre et de 13.3 cm. le 6 février. Ces variations de solidité provenaient de différences de structure de la glace. La couche supérieure de la glace incolore de la lagune formée

nement solaire, j'ai constaté à la date du 20 mars que « de la nouvelle glace n'ayant que 6 centimètres d'épaisseur était parfaitement flexible tant qu'elle se trouvait sur l'eau. Un fragment de cette glace montrait une cristallisation verticale et était très friable. Cette glace s'effritait dans les doigts en simples paillettes et paraissait imprégnée d'eau de mer ; mais, exposée quelque temps à l'air, elle devenait dure. Ainsi s'explique que même de la jeune glace, surélevée légèrement au-dessus du niveau de l'eau par une pression latérale, devient cassante. »

Quand il y a du vent, la jeune glace de mer qui se forme peut être ondulée au point que l'on serait tenté de croire à une congélation soudaine de la surface de l'eau ridée.

La figure 3 de la planche II est un excellent exemple des divers aspects de la glace de mer. A l'avant-plan, la glace est ridée ; plus loin se voit de la jeune glace presque parfaitement unie ; plus loin encore, de la glace de formation moins récente est déjà recouverte d'une mince couche de neige, puis c'est de la glace plus épaisse que l'on aperçoit, et, à droite, la surface de l'eau libre de glace, tandis que tout au bout enfin, s'étend le champ de vieille glace dans lequel la voie d'eau s'est formée.

A la lisière de la banquise, et partout où la houle océanique se fait encore légèrement sentir, la congélation de la surface des eaux se poursuit général en tout autrement. Là il n'y a pas formation d'une nappe continue de glace. La figure ci-contre, qui reproduit une photographie prise par le commandant de Gerlache dans la mer du Grönland en avril 1895, montre la jeune glace que les Anglais appellent *pankake ice*. C'est la glace qui se forme en mer libre. Le mécanisme de sa formation est aisé à comprendre.



A bord de la Belgica, je n'ai noté l'apparition de ce genre de glace qu'une seule fois, à la date du 22 février 1898, alors que nous nous trouvions près de la lisière de la banquise. J'ai relaté cette observation plus haut (p. 14).

Les transformations de la jeune glace de mer.

J'ai déjà fait remarquer que la jeune glace — le *pankake ice* notamment — contient une proportion assez considérable de sels. Ainsi j'ai trouvé des chiffres variant entre 7 et 11 grammes

d'une eau de surface à peu près fraîche, était par conséquent compacte et dure. La nouvelle glace incolore du port, où l'eau de surface avait une salinité de 35 grammes par litre environ, se composait de bâtonnets verticaux si peu compacts que l'on émiettait facilement la glace avec la main. Aussi la solidité en était-elle médiocre. » (*Missions scientifiques pour la mesure d'un arc de méridien au Spitzberg*. Mission suédoise. Tome II, 8e section, B1, p. 11, Stockholm, 1905.)

par kilogramme de glace, tandis que l'eau de mer contenait environ 33 °/₀₀ de sels dissous (¹). D'autre part, comme je l'ai déjà fait observer aussi, un fragment de glace avec 11.43 °/₀₀ de son poids de sel, abandonné pendant deux jours à une fusion lente, n'en renfermait plus que 4.64 °/₀₀, ce qui prouve que cette glace n'était pas simplement imbibée d'eaux mères de cristallisation, mais qu'une certaine proportion de sel se trouvait aussi plus intimement liée à la glace.

Dans la nature, la jeune glace de mer ne garde que peu de jours les sels (ou les saumures) qu'elle renferme d'abord en si grande quantité. Il semble même qu'elle s'en débarrasse pour ainsi dire complètement avec le temps.

Les phénomènes de la transformation de la jeune glace de mer ne nous sont encore que très imparfaitement connus. Les problèmes de physique moléculaire et d'ordre chimique qui se posent à ce sujet ont été jusque maintenant à peine abordés (²).

Les observations qu'il m'a été possible de faire sont relatives à la formation des « fleurs de glace » qui accompagnent la production de ce qu'on a appelé le « rassól ».

Je reproduis ci-après les notes que j'ai prises concernant ce sujet aux dates du 9 mars et du 8 septembre 1898.

« A plusieurs reprises déjà, j'ai pu constater des cristallisations analogues au givre et se présentant sous un aspect très particulier. Ce givre cristallise exclusivement sur la jeune glace de mer, encore parfaitement dépourvue de neige et par conséquent lisse et sombre. Il se présente sous l'apparence de belles houppes, en forme de petits bouquets ou de buissons en miniature. Ces touffes de cristaux ont de 5 à 12 centimètres de hauteur et sont presque toujours parfaitement isolées les unes des autres. Elles sont plus ou moins espacées. Généralement les plus espacées sont les plus belles et s'observent sur la plus jeune glace, tandis que sur la glace un peu plus épaisse les touffes sont serrées et petites. Sur la glace redressée par les pressions, et par conséquent complètement gelée à l'air, on ne voit que du givre ordinaire ou même on n'en voit pas du tout. Les touffes cristallines sont fréquemment alignées : elles longent de petites fentes ou bien elles bordent la plus jeune glace. Ces faits me portent à penser que nous avons affaire à une congélation d'eau filtrée à travers la glace ou à des eaux mères incluses entre les cristaux de jeune glace et poussées au dehors (par des voies capillaires) par l'effet de la congélation plus complète. Aussitôt parvenue à l'extérieur, cette eau doit s'évaporer, et l'air n'étant pas suffisamment sec pour absorber ces vapeurs, il y a formation de givre, ou du moins de cristallisations analogues à celui-ci.

» Ces cristallisations se produisent pendant des nuits froides et sereines. Pour ce qui concerne les formes, j'ai surtout remarqué de grandes lames, très fines, disposées en éventail les unes à côté des autres ; à la base elles sont rassemblées et soudées ensemble par d'autres cristaux disposés au hasard. Dans chaque lamelle on distingue une structure fibreuse très nettement marquée et le pourtour est dentelé ; c'est en somme une portion d'un grand cristal de glace en forme d'étoile et dont le centre se trouve évidemment à la base de la houppe. Il serait intéressant d'étudier la cristallisation de la glace — ou de toute autre substance — dans toutes les conditions réalisables.

---

(1) H. Arctowski et J. Thoulet : *Rapport sur les densités de l'eau de mer*, p. 16.

(2) Lors du Congrès polaire tenu à Bruxelles en septembre 1906, l'amiral Wandel a présenté une motion tendant à recommander l'étude de l'eau de mer pendant qu'elle gèle et dégèle, ainsi que l'étude des changements qui se passent dans la composition chimique, surtout en ce qui concerne les sulfates (Congrès international pour l'étude des régions polaires, Rapport d'ensemble, p. 162).

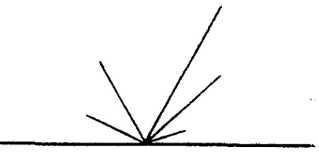
» Dans le cas présent, il ne s'agit évidemment pas de givre à proprement parler; néanmoins, nous sommes autorisé à conclure de cette observation que les différents aspects que peut affecter le givre dépendent essentiellement des conditions dans lesquelles se produit le phénomène de la cristallisation. »

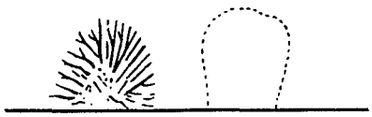
Le jour de cette observation et le jour précédent, la température de l'air était comprise entre —4° et —7°. L'observation du 8 septembre, que je reproduis ci-après, coïncide au contraire avec les températures les plus basses ayant été notées à bord de la BELGICA : dans la nuit du 7 au 8 septembre, le thermomètre est descendu jusqu'en dessous de —43°.

Voici le texte de ma note :

« Les houppes blanches, qui contrastent si nettement avec le miroir sombre de la jeune glace sur laquelle elles reposent, sont plus petites que celles que j'ai vues en premier lieu, avant l'hiver, et elles sont aussi beaucoup plus serrées. Mais, d'un autre côté, nulle part elles n'ont cristallisé sous forme de feuilles de fougère : la forme hexagonale ne se rencontre plus, à présent la forme prismatique est exclusive. Sans doute cela est-il dû au froid plus intense. Ces houppes sont également plus denses et forment de petits dômes.

» Pour commencer, il ne se forme que quelques aiguilles très fines de 1 à 2 centimètres de longueur et partant d'un même point (fig. ci-contre). Chacune d'elles forme une petite colonne de prismes très minces. Puis, on voit pousser des rameaux, également isolés et disposés au hasard, toujours à peu près perpendiculaires à l'axe de l'aiguille sur laquelle ils cristallisent. Un stade plus avancé nous est fourni par plusieurs groupements semblables, enchevêtrés ; dans ce cas, quelques aiguilles prennent un développement plus grand et atteignent de 4 à 5 centimètres de longueur. Mais il est rare de voir des cristaux un peu grands parfaitement lisses, car leurs extrémités se recouvrent de gelée blanche, très ténue, qui les saupoudre. Finalement on a un agglomérat d'aiguilles enchevêtrées, mêlées à du givre (fig. ci-contre). Ces différents stades de développement des fleurs de glace peuvent être observés en même temps.





» La formation de ces aiguilles semble aller de pair avec celle du « rassól » proprement dit, car elles sont toujours salées à leur base, tout contre la glace. Quant au « rassól » il apparaît le mieux développé sous les grandes houppes. La surface de la jeune glace est humide tant qu'une couche de « rassól » ne l'a pas recouverte. Avant que celle-ci ne se soit consolidée, elle se laisse facilement gratter au couteau, car elle est pâteuse, même en dessous de —30°.

» Cette couche de « rassól » est fortement salée. En l'examinant de plus près, j'ai constaté qu'elle est feuilletée. Ce sont de minces pellicules de glace superposées, entre lesquelles existent des vacuoles remplies de saumure et de bulles d'air. »

Comme nous l'avons vu plus haut, la formation de la toute première couche de glace consiste en une pellicule de cristaux en forme de feuilles de fougère qui, après avoir cristallisé dans l'eau suivant le sens vertical, culbutent et viennent flotter à la surface ; lorsqu'une couche très mince s'est ainsi formée, la cristallisation se poursuit de la même façon par dessous ; seulement les cristaux se formant plus lentement, parce que la pellicule superficielle protège l'eau contre un refroidissement très rapide, ils sont plus petits et restent dans leur position

verticale puisqu'ils peuvent s'attacher à la première pellicule de glace ; comme ils sont orientés suivant différents sens, les eaux mères de cristallisation restent dans les interstices.

La glace allant en s'épaississant acquiert une structure fibreuse. Or, la portion supérieure d'un bloc de vieille glace de mer montre une structure toute différente. Elle se compose en effet de bâtonnets pressés les uns contre les autres, disposés verticalement et offrant une certaine analogie avec les grains de glace des glaciers. Il semble donc certain qu'une transformation radicale de la structure de la jeune glace de mer accompagne la production du « rassól ».

Je viens de dire que dans la jeune glace il existe des interstices contenant des eaux mères. En dehors de l'observation directe de la mosaïque des éléments cristallins différemment orientés à la surface inférieure d'un fragment de glace peu épaisse et des vacuoles polygonales que l'on peut toujours constater, en dehors de cet autre fait que de la jeune glace abandonnée à une fusion lente perd avec les premières eaux de fusion environ 60 % de son sel, il y a encore un point intéressant à noter, et qui prouve à l'évidence le caractère cellulaire de la glace fraîchement formée, c'est que lorsque l'eau de mer renferme des organismes phosphorescents, la jeune glace de mer qui s'y forme peut également être rendue phosphorescente par le choc (1). La façon la plus simple de s'expliquer la chose est en effet d'admettre que ces organismes continuent à vivre un certain temps dans les interstices formés entre les cristaux, interstices dans lesquels ils ont été emprisonnés.

Une question me paraît s'imposer : la glace d'eau de mer que l'on maintiendrait à une température voisine de celle du point de congélation ne garderait-elle pas indéfiniment les sels qu'elle contient ? En d'autres termes, l'élimination des sels ne serait-elle pas un simple processus de congélation de la glace ? La glace ne peut être refroidie tant qu'elle est mince. Mais aussitôt qu'une certaine épaisseur est acquise, la température de la couche superficielle de la glace peut descendre bien en dessous du point de congélation de l'eau de mer. Dans ces conditions, un processus de congélation plus complète doit se produire, et c'est alors que le « rassól » et les fleurs de glace se forment par l'élimination des eaux mères. L'examen microscopique de la glace faciliterait certainement la compréhension de ces phénomènes.

Glace de mer de sept mois.

J'en ai déjà fait la remarque, dans les régions antarctiques seule la glace fraîchement formée est à nu, aussi longtemps qu'une chute de neige ou de la neige chassée par le vent ne vient point la recouvrir. D'ailleurs, la neige qui s'accumule sur les champs de glace persiste toute l'année. Pendant les mois d'été, cette couche de neige diminue notablement d'épaisseur, par suite de la fusion et surtout de l'évaporation, mais ce n'est qu'en de très rares endroits et dans des conditions tout à fait exceptionnelles qu'elle vient à disparaître complètement. On peut donc dire qu'en règle générale la vieille glace de mer des régions australes n'apparaît jamais à nu, du moins dans la région de la dérive de la Belgica et partout où les conditions climatologiques sont semblables à celles de cette région.

D'après les observations de Axel Hamberg, il semblerait que les choses se passent tout autrement dans les régions arctiques. Là-bas, la glace a, il est vrai, l'apparence d'être couverte

(1) H. Arctowski : *Die antarktischen Eisverhältnisse*, p. 40.

de neige, en été bien entendu, mais ce fait est dû à ce que la glace de mer qui émerge de l'eau se trouve exposée à une température généralement supérieure à 0° et qu'ainsi les inclusions salines qu'elle renferme fondent les premières, s'écoulent, et laissent des pores qui se remplissent d'air ; de là la couleur blanche et l'apparence de neige (1).

J'ai remarqué que la glace de mer proprement dite peut se comporter exactement de la même façon dans les régions antarctiques ; mes observations ne sont donc pas en contradiction absolue avec celles de AXEL HAMBERG. D'ailleurs, même au N. de la Terre François-Joseph, l'apparence superficielle des floes de vieille glace de mer semble différer notablement, pendant les mois d'été, de ceux des régions antarctiques. J'ai pu m'en convaincre récemment en montrant au commandant CAGNI des photographies prises par M. Racovitza, à l'aide d'un excellent appareil stéréoscopique de Richard.

Ce n'est pas à dire cependant que partout dans le Nord la neige disparaisse complètement en été des floes de glace de mer. Le botaniste de l'expédition que le regretté amiral MAKAROFF fit en 1901 dans la mer de Barentz, M. PALIBINE m'a rapporté qu'il n'avait vu de la glace côtière dépourvue de neige que dans les environs du cap Flora, tandis que les glaces rencontrées sur les côtes de la Nouvelle-Zemble et dans le NE. de la mer de Barentz étaient couvertes d'une couche de neige de plusieurs centimètres d'épaisseur.

Mais il semble certain que nulle part, dans les régions arctiques, la couverture de neige qui séjourne sur la glace n'atteint l'importance de celle qu'on observe dans les régions polaires australes, et que nulle part non plus les conditions météorologiques de l'été n'y sont aussi défavorables.

Du reste, je montrerai plus loin que dans la région de notre dérive l'accumulation de la neige est telle que la glace de mer, ne pouvant supporter ce poids, s'enfonce en sorte que les portions inférieures de la couche de neige descendent sous le niveau de flottaison et se transforment dès lors en glace parfaitement compacte. En été, au contraire, par suite de l'évaporation de la neige, — notamment aux endroits où la glace est de formation relativement récente, — il arrive que cette glace compacte, bleue, étant exposée à l'air et au rayonnement solaire, se désagrège en grains. Ces grains de névé ont exactement la même apparence que ceux qui sont produits par l'action du soleil sur les champs recouverts de neige pulvérulente ; les observations que je développerai plus loin le prouvent.

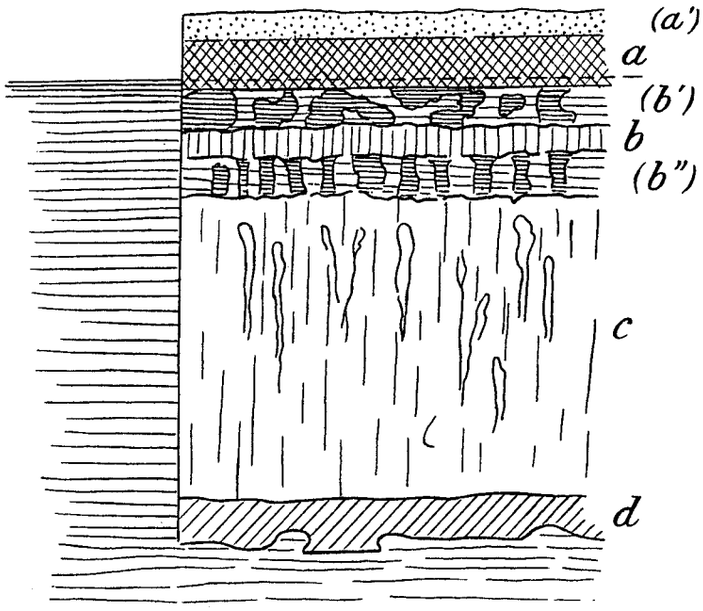
Au mois de janvier 1899, nous dûmes scier à travers notre floe d'hivernage un canal pour dégager la BELGICA. Ayant reconnu le tracé d'une ancienne voie d'eau qui s'était ouverte en juillet, nous profitâmes du peu d'épaisseur de la glace qui s'y était formée pour creuser le chenal. Au cours de ce travail, il me fut possible d'observer de plus près la glace formée depuis le commencement de juillet. Voici ce que je notai au sujet de cette glace à la date du 30 janvier :

« Sans aucun doute l'aspect actuel de la glace est très particulier. L'épaisse couche de neige qui s'était accumulée à sa surface a disparu en grande partie, et l'action du soleil a été très efficace sur les premières couches de glace de mer, situées immédiatement en dessous de la glace dure à grain, provenant de la neige. L'aspect que la glace offre à présent nous représente donc l'un des premiers stades de sa décomposition.

(1) *Svenska Vet.-Akad. Handl.*, 1895, vol. 21, II, n° 2.

» La coupe ci-dessous montre que cette glace ce compose de plusieurs couches bien distinctes :

» *a'*) Restant de la neige qui recouvre encore partout la glace. Actuellement c'est du névé, épais de quelques centimètres seulement sur tout le parcours du canal, finement granulé à la surface (grosseur de plomb de chasse : 2 à 3 millimètres de diamètre), à grains plus gros en dessous (grosseur de petits pois : 4 à 6 et parfois 7 millimètres de diamètre). La démarcation entre le névé et la glace bleue sous-jacente n'est pas nette. Le névé tient à la glace et en grattant la surface de la glace on peut, au bout de quelques heures d'insolation, obtenir encore un peu de névé.



» *a*) Glace bleue, dure. Il a fallu l'attaquer à la hache et à la pioche. Elle est parfaitement compacte et n'a ni vacuoles ni canalicules apparents. Généralement elle ne plongeait que fort peu dans l'eau (ce qui est compréhensible, la glace s'étant déchargée de tout le poids de neige qui la recouvrait auparavant). Je ne sais si elle présente la structure granulée sur toute son épaisseur, mais je suis porté à le croire. J'ai vu de nombreux blocs de cette glace se décomposer (par suite de leur exposition à l'air, à la bruine et au dégel) en grains dont la grosseur atteignait 10 à 12 millimètres de diamètre ; le plus souvent cependant les grains étaient plus petits et ils étaient toujours parfaitement enchâssés les uns dans les autres.

» *b'*) Couche aquifère. Eau le plus souvent jaunâtre (comme la couche de glace sous-jacente *b*). La couche *a* est mal supportée, ce qui fait qu'aux endroits où cette glace cède sous le poids d'un homme, les pieds s'enfoncent dans l'eau. L'eau de la couche aquifère *b'* est très salée et ne manque jamais. N'ayant pas examiné cette eau, je ne saurais dire si sa salinité est supérieure à celle de l'eau de mer, comme je le pense.

» *b*) Glace de mer qui forme une couche continue de 10 à 20 centimètres d'épaisseur (parfois jusque 30). Le plus souvent elle se détache facilement du fond. Il suffit de la tailler en carrés, à l'aide d'une bèche, pour la faire flotter. Dans ce cas, elle n'émerge que fort peu.

» Parfois cette glace est bien compacte et dépourvue de bulles d'air. Elle se casse toujours facilement suivant le sens vertical. Stries nettement visibles. Exposée à l'air et à la température de 0° (ou à une température un peu inférieure à 0°), elle tombe peu à peu en miettes. Il reste alors un bloc effrité de bâtonnets de glace douce, de quelques millimètres d'épaisseur et difformes. Tous disposés parallèlement et plus ou moins bien enchâssés les uns dans les autres, ils se séparent d'eux-mêmes quand on les prend dans la main. Teinte jaunâtre.

» *b"*) Deuxième couche aquifère. Manque parfois. Il arrive que *b* ne peut être détaché de *c* que difficilement. C'est plutôt une couche de vacuoles dans la glace. Quand on gratte le fond de la rigole, après avoir enlevé *b*, de petits fragments de glace se détachent et souvent de petites bulles d'air montent également.

» *c*) Ensuite vient une couche épaisse qui, vue dans l'eau, paraît verte (l'eau est de cette couleur). Cette glace semble réellement avoir une teinte verdâtre ; on s'en rend compte quand une pièce fraîchement sciée flotte sur sa tranche. Striation nettement marquée, grossière en haut, très fine vers le bas. Cassure toujours verticale (dans le cas où des blocs ont été détachés à la tonite), fragments anguleux. Suivant le sens vertical, on voit de nombreuses traînées blanches, finement terminées vers le bas et larges de 1 à 5 centimètres en haut.

» Ces traînées blanches sont celluleuses dans leur partie supérieure ; elles ont donc été produites par l'élimination des gaz pendant la congélation.

» *d*) La démarcation de cette couche, très caractéristique, n'est pas nettement indiquée. La couche *c* devient plus compacte vers le bas et passe assez promptement à *d*. Cette couche inférieure semble opalescente et a une couleur rougeâtre ou brunâtre assez prononcée. Cassure légèrement vitreuse. C'est de la glace de formation très lente sans aucun doute. Cette glace est plus dure à percer et à scier que *c* (surtout quand la couche est un peu plus épaisse).

» De petits blocs de glace — dépourvus de la couche *a* — culbutent volontiers de façon que la couche inférieure vienne flotter à la surface, comme si cette glace d'en dessous était moins dense que la couche *c*. Or, toutes les fois que j'ai pu observer la surface inférieure de la glace, j'ai constaté qu'elle n'était pas plane, mais au contraire, toujours très légèrement bosselée, et qu'elle présentait en outre d'assez nombreuses concavités, ressemblant à celles produites par de petits cailloux sombres délaissés sur de la glace soumise à l'insolation.

» C'étaient des sortes de cuvettes, composées de plusieurs surfaces emboîtées, et, chose digne de remarque, dans la plus profonde se distinguait toujours un dépôt, comme une fine poudre rougeâtre. Le travail m'a forcé de négliger l'examen de ce dépôt, formé très probablement de diatomées (1). Quant au mode de formation de ces creux, — qui atteignaient 30 centimètres de diamètre et jusqu'à 20 centimètres de profondeur, — je ne sais s'il doit être rapporté à l'action du rayonnement solaire, car la neige semble devoir empêcher la pénétration de la chaleur rayonnante sous la glace.

» La surface inférieure de la glace était comme polie, mais non point lustrée, car elle était piquée de petits trous, comme l'est une écorce d'orange. »

La couche de neige et de névé.

Des mesures exécutées pour étudier la distribution et la variation des températures dans les couches épaisses de névé recouvrant les vieilles plaques de glace, permettent de nous rendre compte du rôle que joue le manteau de neige dans l'accroissement de la glace de mer. Je donne ci-après quelques résultats d'observations qui ont été faites en mars 1898, à l'aide de thermomètres coudés à grands réservoirs de mercure et qui étaient destinés à des mesures de la température du sol.

Il aurait été fort intéressant de poursuivre ce genre de recherches alors que la température

(1) Lors de la fusion des glaces arctiques, les diatomées jouent un rôle très considérable.

Voyez : J. W. Palibine, Résultats botaniques du voyage à l'Océan Glacial sur le bateau brise-glace Ermak pendant l'été de l'année 1901 (Extrait du *Bull. du Jardin imp. de Saint-Pétersbourg*, vol. III-IV), Saint-Pétersbourg, 1906, page 91 notamment du texte russe.

de l'air était basse, mais il m'a été impossible de le faire, la graduation des thermomètres dont je disposais étant insuffisante (1).

Le 3 mars, au soir, j'avais installé les thermomètres coudés dans la neige recouvrant une plaque de vieille glace qui se trouvait à proximité du bateau. Le lendemain, à 6h du matin, les indications étaient :

—3°.7	à la profondeur de	0m,10
—1°.7	»	0m,40
—0°.1	»	0m,90

A 6h du matin, la température de l'air était de —3°.8 et —5°.2 avait été la température minimum de la nuit.

La note qui accompagne l'observation est ainsi conçue : « Hier nous avons eu du fort beau temps et un rayonnement intense et, par conséquent, beaucoup de neige fondue et de l'eau, à 0°, s'infiltrant entre les grains du névé. Du reste, à la surface de la couche de glace douce, qui se trouve immédiatement en dessous de la neige, il y avait une couche aquifère. Si donc nous n'avons pas trouvé 0° à partir de la surface jusqu'au fond de la couche du névé, cela ne peut être dû qu'au refroidissement nocturne. »

Le 6 et le 7 mars, les observations suivantes ont été faites :

	Températures observées à			Température de l'air
	10 cm. de profondeur	35 cm. de profondeur	55 cm. de profondeur	
19h 40m	—5°.2	—2°.8	—2°.7	—5°.6
21h	—5.8	—2.9	—2.8	—5.7
24h	—5.6	—3.1	—2.8	—5.6
3h 30m	—6.6	—3.2	—3.8 ?	—6.5
10h 30m	—5.2	—3.5	—2.6	—5.5
12h	—3.6	—3.5	—2.4	4.5
14h	—2.6	—3.4	—2.4	—4.3
15h	—2.6	—3.4	—2.4	
17h 40m	—4.5	—3.5	—2.5	—4.8
19h 30m	—6.7	—3.7	—2.8	—6.2

Ces chiffres montrent qu'à 10 centimètres de la surface la température de la neige suit les oscillations de la température de l'air et que, sans aucun doute à cause du rayonnement solaire, la variation diurne y est même plus accentuée que dans l'air, tandis qu'à la profondeur de 35 centimètres elle est déjà très notablement atténuée.

(1) Une disposition très ingénieuse, adoptée par Nansen, pour les mesures qui ont été poursuivies par Scott Hansen dans la glace de mer, a été décrite par Mohn (The Norwegian North Polar Expedition 1893-1896. Scientific results, vol. VI, p. 541).

Les chiffres ci-après résument une série d'observations faites les 8 et 9 mars en un autre endroit :

	Profondeur de 10 cm.	Profondeur de 50 cm.	Température de l'air a bord
Le 8. III, à 4^h	—6°.9	—3°.9	—5°.8
» 6^h	—6.8	—3.9	—5.7
» 8^h	—6.4	—4.0	—5.5
» 10^h	—5.8	—4.0	—5.3
» midi	—5.2	—3.9	—5.0
» 14^h	—4.8	—3.9	—5.2
» 16^h	—4.7	—3.9	—5.2
» 18^h	—5.4	—3.9	—5.5
» 20^h	—5.6	—3.8	—4.5
» 22^h	—5.4	—4.0	—5.0
» minuit	—5.4	—4.0	—5.6
Le 9. III, à 2^h	—6.0	—3.9	—6.4
» 4^h	—3.8 ?	—4.0	—6.4
» 6^h	—6.2	—3.8	—6.8
» 8^h	—6.1	—3.2	—5.7
» 10^h	—5.2	—3.8	—4.8
» midi	—3.9	— 3.7	—4.0
» 14^h	—3.4	—3.6	—4.6
» 15^h	—3.5	—3.7	. . . .
» 16^h	—3.9	—3.7	. . . .
» 18^h	. . . .	. . . .	—4.6
» $19^h 30^m$	—5.1	—3.8	—6.0

En traçant le diagramme exprimant graphiquement la variation de ces chiffres, on constate aisément que la marche diurne de la température, qui est fort bien accusée à 10 centimètres de profondeur, ne s'observe plus à 50 centimètres dans la neige.

Pourtant, il n'y a pas lieu de conclure de ces observations qu'une couche de neige ou de névé de 50 centimètres suffise pour supprimer les variations de la température de l'air, la variation diurne notamment. Ce que ces observations démontrent à l'évidence, c'est que la neige qui s'accumule sur la glace de mer, protège celle-ci contre les refroidissements brusques de l'air. Cette couche de neige ne faisant jamais défaut, on s'expliquera que nous n'ayons pas observé la production de fentes dues au retrait de la glace pendant des journées ou des nuits très froides. C'est là une différence importante entre les conditions des glaces antarctiques et celles du Nord. D'autre part, il se conçoit aussi que la neige amoindrisse notablement

l'accroissement progressif de l'épaisseur de la glace de mer et régularise la vitesse de cet accroissement (1).

J'aurais vivement désiré me rendre compte de la quantité des précipitations atmosphériques, et cela notamment afin de connaître l'accroissement de cette épaisse couche de neige qui recouvre les floes, plus particulièrement pendant les mois d'hiver, lorsque l'évaporation est nulle ou pour ainsi dire nulle.

Les difficultés qui se présentent quand on veut obtenir les chiffres relatifs à la quantité de neige tombée sont particulièrement ardues dans les régions polaires. Le pluviomètre ne peut servir à récolter la neige. Les tubes que nous avons expérimentés n'ont rien recueilli, alors qu'autour d'eux la neige s'est élevée de 1 décimètre. Pendant les chasse-neige et à des températures basses, toute la surface de la neige semble se mouvoir : chassée d'un point, la neige s'accumule en un autre.

Il m'a semblé que la difficulté pourrait être aplanie en plantant des piquets disséminés sur une étendue considérable.

Un premier essai qui a été tenté, aurait donné des renseignements sur la neige tombée avant l'hiver ; malheureusement, les jalons que j'avais plantés à l'arrière du bateau ont été enlevés un jour que le floe s'etait disloqué. N'ayant pas été prévenu, je n'ai pu opérer les mesures à temps, ni même faire observer que la perte éventuelle d'un bâton pourrait être justifiée par l'intérêt que présenterait la connaissance de la quantité de neige tombée. Il a donc fallu recommencer. C'est Dobrowolski qui a procédé aux mesures.

Voici les résultats obtenus au cours d'une première série d'observations :

Depuis le 21.VII jusqu'au 2.VIII		2.VIII au 12.VIII	12.VIII au 19.IX	21.VII au 19.IX
1er jalon	0	7 1/2 cm.	18 1/2 cm.	26 cm.
2e »	0	12 »	27 »	39 »
3e »	0	7 »	7 1/2 »	14 1/2 »
4e »	3 cm.	6 »	18 »	27 »
5e »	0	20 »	20 »	40 »
6e »	0	20 »	18 »	38 »
7e »	0	14 1/2 »	19 1/2 »	34 »
8e »	0	28 »	22 »	50 »
9e »	0	10 »	17 »	27 »
10e »	0	16 »	22 »	38 »
				Moyenne = 33 cm.

Avec des variations de 14 à 50 cm.

(1) Dans son mémoire « Sur les glaces de mer et la couverture de neige en 1899 et en 1900 à la baie de Treurenberg, Spitzberg », J. Westman rend compte des observations thermométriques faites dans la neige à des profondeurs de 50 centimètres, de 1 mètre, de 1m.50 et de 2 mètres.

Il les résume comme suit : « ....la variation d'environ 20° de la température de l'air entre le 17 décembre et le 16 janvier a causé une onde de température d'une amplitude de 8°.2, 2°.8, 2°.0 et 1°.1 aux quatre niveaux

Une deuxième série d'observations a donné les chiffres suivants :

	Depuis le 19 septembre jusqu'au					
	10.X	28.X	13.XI	18.XI	20.XI	
1er jalon	15 cm.	10 1/2 cm.	—3 1/2 cm.	+ 3 1/2 cm.	0	
2e »	21 1/2	22	?	?	?	
3e »	20	4	+ 13	—19	0	
4e »	25	12	+ 3	+ 14 1/2	—13	
5e »	8	8	— 1 1/2	+ 5	— 1	
6e »	6	15	— 1	0	+ 28	
7e »	10	6	— 1	— 2	+ 23	
8e »	25	23	?	?	?	
9e »	2	14	+ 9	+ 5	0	Depuis le 21 juillet jusqu'au 20 novembre
10e »	2	13	— 1	+ 6	0	
Moyenne	13 1/2	13	2	1 1/2	4	+33 = 67 cm.

Quoique les chiffres extrêmes de chacune des colonnes de ces tableaux diffèrent notablement entre eux, ces données me paraissent néanmoins satisfaisantes. Sans aucun doute il serait difficile d'obtenir des chiffres exacts en ne se servant que de dix jalons (1). Cependant, je crois que le chiffre de 67 centimètres qui représente la moyenne de l'ensemble des observations n'indique qu'un minimum possible de la quantité de neige tombée pendant les quatre mois d'août à novembre et que, pour l'année entière, la quantité de précipitations atmosphériques doit être évaluée à 2 mètres de neige parfaitement tassée.

Si nulle part la couche de neige reposant sur la glace de mer ne paraissait atteindre pareille épaisseur, même sur les vieux floes qui comptaient peut-être plusieurs années d'existence, il faut évidemment l'attribuer au fait que, d'une part, sous le poids de la neige accumulée, la glace s'enfonce jusqu'en dessous du niveau des eaux et qu'ainsi la neige se transforme à la

étudiés de la couverture de neige, et la phase de l'onde a subi un retard assez régulier vers le bas, bien que l'épaisseur de la couverture ait varié par suite de tempêtes et de chutes de neige. Aussi, le retard d'un maximum de la température de l'air le 5 avril ressort-il très nettement.

» Une importante quantité de chaleur peut pendant un mois d'hiver très froid traverser une couverture de neige de 2 mètres d'épaisseur quand le poids spécifique de la neige est relativement élevé. Dans le cas en question, le poids spécifique était égal à 0.4 en moyenne pour toute l'épaisseur de la couverture. La température moyenne de l'air de —22° de février a abaissé la température de la couverture de neige d'environ 6°.6, 4°.8, 2°.9 et 2°.8 aux niveaux où les mesures étaient prises, et la température moyenne de l'air de —27° en mars abaissa la température d'un degré encore aux niveaux inférieurs. » (WESTMAN, loc. cit., p. 57.)

(1) Les jalons étaient plantés tout autour du bateau, de façon à former un cercle d'environ 100 mètres de diamètre. Le 1er jalon se trouvait à 70 pas à l'avant, le 2d était à 50 pas devant tribord, le 3e à 30 pas à tribord, le 4e à 25 pas à l'arrière tribord, le 5e à 65 pas à l'arrière, le 6e à 50 pas à l'arrière bâbord, le 7e à 50 pas du bateau vers le milieu, le 8e à 70 pas du milieu de bâbord, le 9e et le 10e se trouvaient à 60 pas chacun à l'avant de bâbord.

base en glace compacte, et que, d'autre part, l'évaporation réduit très notablement l'épaisseur de la couche du névé pendant le cours de l'été.

Les chiffres précédents démontrent en effet qu'à partir du mois de novembre la quantité de neige qui s'évapore sous l'influence du rayonnement solaire équivaut déjà à la quantité de neige qui s'accumule. A partir du mois de décembre et jusqu'à la fin du mois de février, l'évaporation et la fusion n'ont cessé de réduire progressivement l'épaisseur de la couche du névé.

A la date du 9 janvier, j'ai inscrit à ce propos la note que voici :

« Depuis les dernières mesures de l'accroissement de l'épaisseur de la neige tombée, les quelques jalons délaissés — car je n'ai pu les enlever tous, quelques-uns restant incrustés dans la glace dure provenant de la neige — ont émergé de 50 centimètres environ. Depuis le commencement du mois de décembre, c'est donc à 50 centimètres qu'il faut évaluer l'épaisseur de la couche de neige et de névé disparue. C'est peu de chose; mais, si l'on considère que presque tout le temps la température de l'air s'est maintenue en dessous de 0°, qu'il a neigé et que la pluie n'a pas fait de ravages sérieux, il faut convenir que cette quantité de neige, disparue presque uniquement par suite d'évaporation, est plus grande qu'on ne se le serait imaginé à priori.

» La fusion de la glace ferait de grands progrès, n'était cette couche épaisse de névé qui réfléchit la plus grande partie de la chaleur reçue.

» Les petits objets sombres s'enfoncent rapidement ; ainsi, à l'endroit où se trouvait la baraque astronomique, il y a à présent, une flaque d'eau, alors qu'il y a trois ou quatre jours se distinguaient encore les vestiges du pilier de neige qui s'était formé sous la baraque, avant qu'elle ne vînt à culbuter.

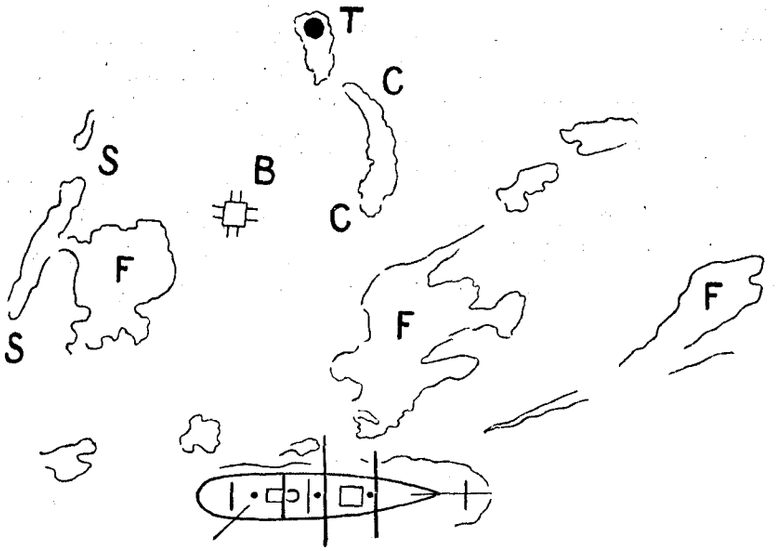
» A l'endroit d'un ancien essai d'explosion de tonite, où étaient restées une grande quantité de cendres finement éparpillées, l'eau perce à présent et une grande flaque va se former sur la glace de mer. En d'autres endroits la couche du névé est également percée, mais la glace bleue qui se trouve en dessous oppose une grande résistance, car c'est de la glace à grain glaciaire tout à fait caractéristique.

» C'est là un fait dont j'ai pu me convaincre en travaillant au creusement de la tranchée entreprise dans l'espoir d'arriver à dégager le bateau de sa gaine de glace. Ainsi hier j'ai pratiqué un sentier en enlevant à la pelle toute la couche de neige jusqu'à la surface de la glace dure. Aujourd'hui cette glace dure, exposée à l'air et au rayonnement, s'est tout à fait décomposée en grains de 1 centimètre cube en moyenne. Ces grains étaient emboîtés comme ceux de la glace des glaciers. Ainsi j'ai pu enlever de nouveau une couche de névé de 10 centimètres d'épaisseur, et le peu de glace bleue qui restait n'offrait pas grande résistance. La glace de mer, qui se trouve en dessous, contraste très fortement avec cette couche de glace produite par l'accumulation de la neige.

» Du reste, partout à la surface du champ de glace il n'y a plus que du névé humide et plus ou moins fin. Il y a à peine un mois, il n'en était pas de même. Cette nuit il a neigé un peu et cette neige, fraîchement déposée, contraste vivement de couleur avec le névé, qui est moins blanc. La tranchée nous a également montré que l'épaisseur de la glace bleue varie beaucoup suivant les endroits, tout comme l'épaisseur du névé superficiel. En outre, par places, elle plonge encore sous le niveau de l'eau, tandis qu'ailleurs c'est la glace de mer qui émerge un peu. »

A la date du 31 décembre, je notais ce qui suit :

« La baraque astronomique, que nous avons transportée à l'endroit désigné par la lettre B sur la figure ci-contre, se trouve de nouveau perchée sur un pilier de 50 ou 60 centimètres de haut et elle est sur le point de culbuter. J'ai examiné ce pilier. Le névé qui le compose est nettement stratifié et a l'apparence d'un grès feuilleté, pourri. Ces feuilles sont minces ; les plus dures sont de glace (avec bulles d'air), tandis que les feuilles qui s'effritent davantage montrent un grain de névé bien accentué. Elles sont au nombre de dix ou quinze.



» Le trou T servant aux sondages s'est élargi en une flaque d'eau. Une flaque CC marque le chemin par lequel nous allions généralement vers le puit de sondages. Un autre sentier s'est également transformé en une flaque d'eau oblongue SS.

» Les flaques F forment de petits étangs plus profonds ; elles ont été occasionnées par divers détritus, cadavres de phoques, etc. (voir pl. IV).

» Là où existent des flaques d'eau, la glace bleue est percée et c'est la glace de mer qui se trouve exposée tous les jours à l'influence du rayonnement solaire, tandis que l'eau qui s'échauffe ronge de toutes parts les bords. Cette eau sale s'échauffe effectivement un peu. Par suite de l'évaporation et par le fait de l'écoulement des eaux de fusion, la glace se décharge donc à présent ; aussi se soulève-t-elle peu à peu. Autour du bateau, la couche de glace bleue est déjà tout entière au-dessus du niveau de l'eau. Mais les abords du bateau deviennent infects, car tous les objets qui se trouvaient depuis longtemps enfouis dans la neige, réapparaissent. »

Glace bleue et formation du névé.

Il ressort des observations précédentes que la glace de mer des régions antarctiques est surchargée de neige. Elle l'est au point que cette neige accumulée force la glace à descendre, de telle sorte que la ligne de flottaison empiète graduellement sur la couche de neige aussi lontemps que celle-ci augmente d'épaisseur. Dans la région de notre hivernage, c'est vers la fin d'octobre que la dépression atteint son maximum. A partir du mois de novembre et jusque vers le commencement du mois de mars, la glace se décharge partiellement par l'effet de l'évaporation et de la fusion.

Des observations directes me permettent d'ailleurs d'affirmer que, même dans un champ de glace continu et très étendu, les endroits plus particulièrement surchargés se maintiennent toujours dans un équilibre isostatique. Ainsi, à la date du 2 février 1899, j'ai pu noter que l'ensemble de la glace des environs immédiats de la BELGICA s'est élevé en quelques jours de

50 centimètres environ, évidemment sous l'effet de la décharge due à l'évaporation de la neige. Les flaques d'eau montraient en effet, sur leur pourtour, d'anciennes lignes de niveau d'eau, tandis qu'un fossé creusé jusque dans l'eau, à l'avant du bateau, était à sec. D'autre part, il est certain que l'énorme accumulation de neige qui s'était formée autour de la BELGICA par l'effet des chasse-neige, déprimait la glace en ce point plus fortement qu'ailleurs. Ainsi, une baraque construite pour certains besoins à quelques mètres de la coque du bateau, dans la période précédent la nuit polaire, est venue à disparaître complètement sous la neige, si bien que lorsqu'on l'a retrouvée plus tard, sa portion inférieure se trouvait bien en dessous du niveau des eaux, la descente (par rapport à ce niveau) pouvant être évaluée à $1^{m}.50$.

En novembre, à la suite d'un fort chasse-neige, la BELGICA fut en quelque sorte ensevelie, et cette surcharge ayant entraîné le bateau dans son mouvement de descente, il fallut le déblayer. On creusa donc autour de la BELGICA un fossé aussi profond que possible et aussitôt que le bateau fut dégagé, il se releva de la gaine de glace dans laquelle il se trouvait enserré.

Mais c'est partout que la glace de mer est déprimée jusqu'au-dessous de son niveau de flottaison primitif, c'est partout que le poids de la neige dépasse la mesure que la glace pourrait supporter. Aussi, forcément, la neige vient-elle à être submergée et c'est cette neige submergée qui se transforme en glace bleue, compacte, dure et dépourvue de bulles d'air (1). Comme je l'ai déjà fait observer, cette glace diffère essentiellement de la glace de mer par le fait qu'elle est formée de grains. Le croquis ci-contre représente les grains que j'ai pu observer dans un bloc de glace bleue que j'avais exposé à l'air et au rayonnement solaire diffus, par une température voisine de 0°. Lorsque le rayonnement solaire est intense, la décomposition s'opère assez vite, la glace se transformant alors en un véritable névé à gros grains.

La question qui se pose donc tout naturellement est celle de savoir comment se forment les grains glaciaires de la glace bleue.

Je n'ai que peu d'observations pouvant me guider dans la détermination du rôle que joue l'eau dans la formation des grains.

Il y a lieu de prendre en considération l'eau provenant de la fusion de la neige superficielle et l'eau de mer venant s'infilter à la base, soit à travers la glace de mer, soit latéralement.

La neige fond évidemment à la surface toutes les fois que la température de l'air est

(1) La coloration n'est évidemment pas aussi intense que celle des bandes bleues des glaciers alpestres, elle dépend d'ailleurs de l'éclairage, mais elle s'aperçoit toujours.

supérieure à 0°, ce qui peut arriver même en hiver, mais elle fond aussi à des températures inférieures à 0° dès que le rayonnement solaire est intense. Je reviendrai ultérieurement sur ce point ; pour le moment il suffit de noter qu'il y a formation d'eau de fusion et que pendant les mois d'été, et jusqu'en mars bien certainement, il se forme fréquemment une couche aquifère entre le névé et la glace sur laquelle il repose.

D'autre part, il est certain que plus tard dans l'année, en hiver, et tant que le processus d'accumulation de la neige persiste, l'eau de mer pourra s'infiltrer dans le névé submergé. Si même la glace de mer, ainsi que la glace bleue déjà formée en dessous, ne laissent pas passer l'eau, l'eau de mer pourra quand même s'introduire dans le névé latéralement, partout où il y a des fentes ou des voies d'eau.

En septembre et octobre je n'ai jamais remarqué de glace bleue au-dessus de la ligne de flottaison des floes ; en été, au contraire, la glace bleue émerge presque partout.

Ceci fait supposer que si l'eau de fusion de la neige commence le processus de la formation de la glace bleue, en mars et avril, l'eau de mer d'infiltration le continue pendant les mois suivants. D'autre part, dans les fragments de glace bleue exposés à l'air et au rayonnement solaire, et se décomposant en grains, j'ai toujours vu que les grains les plus gros se trouvaient à la base. En outre, lors du creusement des tranchées, j'ai pu remarquer que la démarcation entre le névé et la glace bleue sous-jacente était bien nette, mais un jour ou deux plus tard, lorsque le soleil avait décomposé en grains la couche superficielle de cette glace exposée à l'air, les grains de glace qu'on pouvait enlever alors à la bèche ne différaient pas sensiblement de ceux du névé se trouvant immédiatement au-dessus.

La glace bleue me paraît donc essentiellement formée de névé consolidé, névé dans lequel les grains ont pu se développer davantage et grossir par le fait de l'apport d'eau qui a comblé tous les interstices.

De ces remarques il résulte que la question du mode de formation de la glace bleue se rattache intimement à celle du mode de formation du névé.

A ce propos il y a lieu de faire observer que la neige qui tombe dans la région de notre dérive est le plus souvent pulvérulente. Les flocons de neige composés d'une association d'un grand nombre de cristaux ne s'observent que rarement, tandis que l'on rencontre fréquemment des cristaux partiellement ou complètement couverts de givre, ainsi que des granules de grésil qui atteignent parfois des dimensions considérables.

Ces diverses sortes de précipitations cristallines sont absolument prépondérantes, car la pluie proprement dite ne s'observe que très exceptionnellement et la bruine aqueuse est assez rare.

La formation du névé ne peut donc pas être due à la pluie et à la bruine. Tout en favorisant l'agglutination des cristaux de neige, les précipitations aqueuses, quand elles se produisent, ne peuvent jouer qu'un rôle très secondaire.

Aussi, je crois que c'est surtout au rayonnement solaire qu'est due la formation du névé qui s'observe sur les champs de glace des mers antarctiques.

On se rend difficilement compte de l'intensité du rayonnement solaire sur la banquise. En couchant les actinomètres Arago sur la neige, j'ai observé à la date du 12 mars 1898, à 11^h, les chiffres +48°.2 pour le thermomètre couvert de noir de fumée et +38°.0 pour celui à boule brillante, tandis que les thermomètres placés dans l'abri météorologique marquaient au même moment —13°.8.

Sous l'équateur, à la date du 6 octobre 1897, à 14^h, je n'avais noté que +52°.3 et +44°.1, la température de l'air étant de 29°.3.

Plus tard, à la date du 3 avril, également à 11^h du matin, les actinomètres placés au soleil, sur la neige, ne donnaient plus que +23°.8 et +9°.2, la température de l'air étant à ce moment de —22° et le soleil ne s'élevant plus autant au-dessus de l'horizon.

Ce jour-là, la neige était pulvérulente à la surface et parfaitement sèche. Le rayonnement solaire n'était donc plus suffisamment intense pour transformer la neige en névé à cette température de —22°. Pour chaque degré de température de l'air il doit exister un rayonnement minimum nécessaire pour que la neige puisse encore se transformer en névé, et il y a évidemment une température limite, température en dessous de laquelle la neige ne peut être transformée en névé.

Quoi qu'il en soit, il est intéressant de noter que par des températures voisines de —10° la neige n'est pas sèche lorsque le rayonnement solaire est intense ; j'ai pu noter ce fait à maintes reprises et, par des expériences bien simples (1), j'ai pu d'ailleurs m'assurer que la neige fond réellement, la température de l'air étant de —4° à —7°. Du reste, les observations relatées plus haut démontrent qu'à 10 centimètres de profondeur dans la neige, la température est plus élevée que celle de l'air pendant les heures voisines de midi ou de préférence l'après-midi, tandis qu'elle est plus basse la nuit ainsi que le matin.

Ainsi donc, dans ces conditions, de pulvérulente qu'elle était la neige se transforme rapidement en petits grains ayant de 0^{mm},5 à 1 millimètre de diamètre. Ces granules s'assemblent, s'accolent et grandissent avec le temps.

Pourtant, il semble que le processus de la fusion avec recristallisation immédiate n'est pas indispensable. Les cristallites et les cristaux de neige peuvent également disparaître par volatilisation. Mais, dans ces conditions, ce ne sont plus des granules de glace qui se forment, mais bien des cristaux de plus grandes dimensions.

Ainsi, à la date du 8 mars 1898, j'ai noté qu'il y avait en certains endroits de la surface du champ de neige, et plus spécialement à proximité des crevasses où séjournait de l'eau, de véritables trémies atteignant jusqu'à 1 centimètre et davantage. Ces trémies étaient hexagonales, mais le plus souvent trois faces triangulaires, formant la moitié de la trémie, étaient seules développées. Il s'agit là de formes analogues à celles du givre. Il me paraît certain que dans le cas de recristallisations de ce genre, les trémies formées ne peuvent que grandir lorsqu'elles viennent à être ensevelies sous de nouveaux apports de neige. Et elles ne grandissent pas sous la forme de trémies, cela est évident. Mais l'orientation étant donnée, le creux se comblera de telle sorte que finalement il y aura formation d'un cristal de grandes dimensions.

On ne se rend pas bien compte de l'importance des changements dans les états d'agrégation moléculaire qui s'opèrent constamment à la surface des champs de glace couverts de neige et au sein même de ces couches de neige.

Si nous conservons dans une fiole fermée une poudre de cristaux d'une substance volatile, et que nous la soumettions à des changements de température, nous observerons que de pulvérulent qu'il était, le contenu du flacon se modifie avec le temps, de telle sorte que finalement nous constaterons des enchevêtrements de cristaux. Il en sera de même des cristaux d'un sel abandonné à des changements lents de température dans un dissolvant, dans de l'eau par

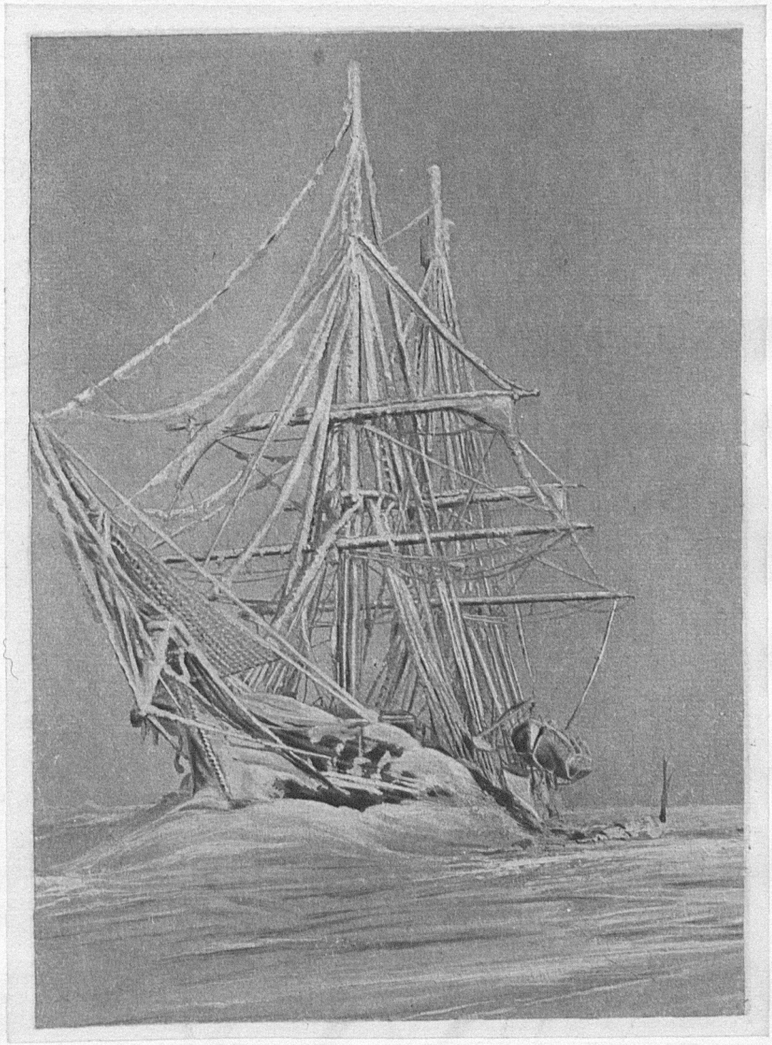
(1) H. Arctowski, *loc. cit.*, pp. 83, 84.

exemple. Là aussi nous verrons apparaître avec le temps de beaux cristaux qui ne cesseront de grandir aux dépens d'autres cristaux plus petits.

Je ne pense pas que ces faits puissent être expliqués aisément ; ils n'en existent pas moins dans la nature de même que dans les laboratoires, et il me paraît certain que la formation du névé des champs de glace des mers antarctiques rentre exactement dans le même ordre de faits d'observation.

L'intense rayonnement solaire, les changements constants de la température qui se produisent dans les couches superficielles de la neige ainsi que dans l'air, l'eau enfin, tels sont les agents qui travaillent sans cesse à la transformation de la neige en névé.

D'ailleurs, les transformations que subit la surface de la neige sont multiples. Ainsi les précipitations de givre et de verglas ne doivent pas être négligées, car, du moins dans la région de notre hivernage et pendant les mois de la nuit polaire notamment, elles atteignent parfois une importance très grande. La photographie ci-contre montre l'aspect de la BELGICA telle qu'elle se présentait peu après le retour du soleil. Malgré le vent, les cordages de la mâture s'étaient recouverts d'épaisses croûtes superposées de givre et de verglas (1). Les jalons servant à mesurer l'accroissement de la neige tombée étaient également transformés en vrais poteaux de glace, une gaine très solide, de 8 à 12 centimètres d'épaisseur, les ayant recouverts. Sur les hummocks, j'ai pu observer bien des fois la formation de givre, et fréquemment la surface de la neige se recouvrait de pellicules de glace mamelonnées. Chaque dépôt de ce genre a dû produire une démarcation nette dans la stratification de la neige.



D'autre part, quand la température est basse, la neige n'est jamais molle. Généralement, lorsque la température était inférieure à —15°, on pouvait marcher sur la neige sans patins ni raquettes, sans s'y enfoncer d'une façon pouvant gêner la marche.

Par —20° la neige ne peut plus être enlevée à la pelle. Il faut alors la scier ou la couper au couteau et on peut en faire des briquettes qui cassent mais ne s'émiettent pas aisément.

(1) Ce n'est qu'à partir du 18 septembre que, à la suite d'un dégel, ces blocs de glace se sont détachés.

Ces faits sont bien connus : les Esquimaux bâtissent leurs *iglos* au moyen de blocs taillés dans la neige.

Sur cette neige ainsi gelée et durcie, le vent n'a pour ainsi dire pas d'action ; il ne la soulève guère tant que la température reste basse, mais il la modifie très sensiblement à la surface. Tantôt il la polit et lui donne un aspect lustré très particulier, tantôt il en détache de petites écailles, de sorte que la surface devient rugueuse comme une râpe. Souvent la neige chassée est granuleuse comme du sable.

Il découle de ces diverses remarques qu'en dehors même du fait que la neige qui tombe n'est pas toujours pareille, d'autres facteurs contribuent à ce que l'épais manteau de neige qui recouvre les champs de glace soit composé d'une série de stratifications. Or, il semble qu'on retrouve les traces de ces stratifications dans la glace bleue elle-même, lorsqu'elle se décompose en grains.

Les effets du vent.

Lorsque, la température étant basse, la neige fraîchement tombée est parfaitement sèche, le moindre vent la met en mouvement. Elle se déplace simplement à la surface tant que le vent est faible, mais aussitôt que la brise fraîchit, la poussière de neige, le névé, voire de petits fragments de glace se trouvent soulevés jusqu'à une hauteur plus ou moins grande, suivant l'intensité du vent (1).

Parfois donc le chasse-neige est limité aux couches inférieures de l'air ; d'autres fois, au contraire, on se trouve englobé dans une atmosphère à tel point obscurcie par la poussière de neige qu'on ne peut distinguer les objets qu'à la distance de quelques pas.

Aussi, par les chasse-neige intenses, nous était-il impossible de sortir.

Tant que les cordages de la BELGICA ne furent pas complètement recouverts de givre et de verglas, je montai parfois dans le nid de corbeau pour procéder à des observations météorologiques de comparaison. A la date du 4 avril, au cours de l'un des premiers chasse-neige que nous avons notés, je pus m'assurer qu'au sommet du grand mât l'atmosphère était aussi chargée de poussière glacée que sur le pont du bateau. Il ne neigeait pas, car le soleil était vaguement visible par moments, de sorte que suivant toute apparence le ciel était découvert ; l'on n'en était pas moins comme plongé dans un brouillard, on ne voyait pas devant soi.

La quantité de neige ainsi soulevée est considérable, et les changements d'aspect que les champs de glace subissent par suite du déplacement des dépôts de neige et des apports de nouvelle neige chassée par le vent, sont vraiment notables. Pour s'en rendre compte, il suffit de jeter un coup d'œil sur les photographies de la planche III.

La BELGICA formant obstacle au vent, l'apport de neige aux environs du bateau était

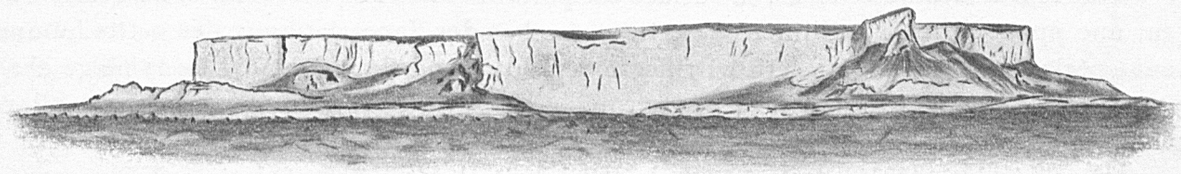
(1) La quantité de neige soulevée et chassée, pour une même intensité du vent et pour une même température, dépend essentiellement des conditions de la neige à la surface du champ de glace.

Ces conditions varient beaucoup, non seulement avec le cours des saisons, mais aussi d'un jour à l'autre, en raison de la multitude de facteurs qui influencent la structure et la cohésion des surfaces de neige.

Il n'est pas sans intérêt de faire remarquer que par temps de chasse-neige il est fort difficile de se rendre compte si à la neige chassée se mêle également de la neige qui tombe. Parfois cependant, lorsque le chasse-neige n'est pas très intense, l'examen à la loupe permet de constater qu'il est accompagné d'une précipitation de neige nouvelle.

considérable. C'est lorsque le chasse-neige est nourri par de la neige fraîchement tombée ou lorsqu'il accompagne une chute de neige que ses effets sont le plus marqués. Le cas s'est produit en octobre et en novembre : à deux reprises, notre bateau fut littéralement enseveli. Il suffit de comparer les photographies des planches I et IV pour s'en rendre compte.

Les icebergs emprisonnés dans les glaces forment des obstacles plus importants, et les effets des chasse-neige y sont beaucoup plus marqués. Sur leur pourtour se forment en effet d'énormes talus de neige. Le dessin ci-dessous représentant un grand iceberg tabulaire que nous



pouvions apercevoir souvent à l'horizon, nous montre ces talus qui, malgré le grand éloignement, se distinguaient très bien à l'aide de la longue-vue.

Un petit iceberg qui nous a constamment accompagnés dans notre dérive était également environné de talus. La photographie de cet iceberg se trouve planche XVI de mon mémoire sur les glaciers.

A la surface des champs de glace, c'est surtout dans les régions des hummocks que les effets du vent sont intéressants à étudier. Les planches annexées à ce mémoire ne reproduisent que quelques-unes des nombreuses photographies que j'ai prises pour montrer les aspects des accumulations de la neige chassée. Il y aurait là toute une étude à faire.

Divers auteurs se sont occupés récemment des dunes de neige. Qu'il me suffise de citer les intéressantes observations que Vaughan Cornish (1) est allé faire dans le Canada, en 1901, et celles recueillies par Axel Hamberg (2), en 1902, en Laponie.

Je n'ai pris à ce propos que fort peu de notes, et comme il me serait difficile de décrire de mémoire les nombreuses particularités que j'ai pu observer et en vue de la description desquelles j'avais pris des photographies, je me contenterai de reproduire les quelques passages ci-après qui figurent dans mon journal de bord, à la date du 8 octobre 1898 ; ils se rapportent aux effets du chasse-neige du 6 et du 7.

« Les transformations à la surface du champ de glace sont réellement notables. La neige a été fortement balayée et la tendance générale a été de niveler les inégalités existantes ; mais, bien loin d'y arriver, l'action des chasse-neige ne peut qu'accentuer les inégalités, tout en rendant l'ensemble du relief moins rugueux. Ainsi, les dépressions entre les alignements de hummocks ne se comblent pas, mais comme la neige ne cesse d'ensevelir progressivement les hummocks, le relief final — si cette action pouvait se poursuivre — se présenterait sous la forme de grandes ondulations.

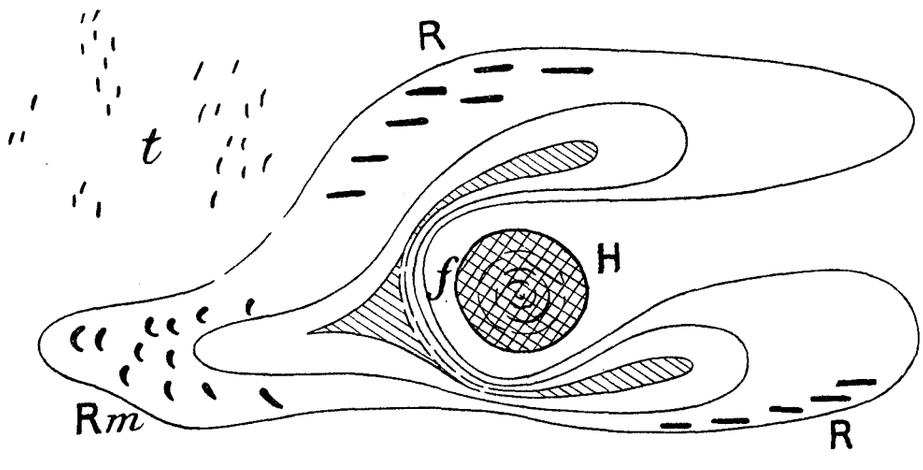
» La surface de la neige présente en maints endroits un aspect écailleux tout particulier (voir fig. 4, pl. II). Ces échancrures ou *ripple-marks* (si cette dénomination peut être admise pour des formes produites par le vent et n'ayant pas l'aspect de rides oblongues transversales

(1) *Geographical Journal*, XX (1902), p. 137.
(2) *Die Eigenschaften der Schneedecke in den Lappländischen Gebirgen*, Stockholm, 1907, p. 12.

à la direction du vent) sont fort bien développées surtout à l'avant des hummocks. Le vent creuse les dépôts de neige chassée qui se forment et dépose en même temps au delà du creux, de telle sorte que les feuillets des apports successifs de neige deviennent bien apparents. L'escalier se trouve du côté d'où vient le vent. Ces *ripple-marks* diffèrent de forme et d'importance suivant les endroits. Il semble bien que le vent n'a pas entamé la vieille neige sur laquelle s'est déposée la neige apportée par le chasse-neige qui seule est affectée de *ripple-marks* bien développées.

» Sur le dos des hummocks, la surface est parfaitement lisse et comme recouverte de verglas sur une épaisseur de 5 millimètres environ. Le bas des flancs latéraux des petits hummocks est tout spécialement affecté de cette vitrification produite par le frottement de la neige chassée.

» C'est la première fois que je remarque à la surface de la neige des *rascles* allongées rappelant le *lapiez* ou *Karren* des régions calcaires. Là où il n'y a pas de hummocks, elles remplacent généralement les *sastrugi* ou dunes longitudinales très aplaties. Les *rascles* sont toujours longitudinales (marquant la direction du vent qui les a produites) et sont formées exclusivement de neige d'apport. La longueur des bandes de *rascles* est de 5 à 15 mètres ; elles sont le plus souvent étroites et leur hauteur dépasse rarement 50 centimètres. Les ornières sont profondes, à fond arrondi, et les arêtes des *rascles* sont tranchantes. Presque tous les *sastrugi*, ou *Windwähen* des Allemands, se composent aujourd'hui principalement de ces creux et arêtes. Par places, il y a des *rascles* tout à fait isolées, — ailleurs on rencontre des *sastrugi*, non entamées, garnies de *rascles* sur l'un des bords latéraux.



» La figure ci-contre représente la topographie d'un hummock suffisamment élevé et isolé.

» Un creux, formant un petit fossé (*f*), se trouve du côté d'où venait le vent, ainsi que de part et d'autre, tout contre le hummock (*H*) ; ce fossé est évidemment dû au tourbillon que l'obstacle faisait exécuter au vent. Devant le hummock il y a une accumulation de neige qui monte en pente douce, sans crête bien apparente; puis, cette neige fraîchement accumulée se prolonge de part et d'autre, tout en s'étalant au delà du hummock. Les *rascles* (*R*, *R*) se trouvent sur les côtés externes de ces *sastrugi* latéraux. Les *ripple-marks* (*Rm*), beaucoup moins profondes que les *rascles*, sont sur le devant.

» Là où il n'y a pas eu d'apport de nouvelle neige, la surface de la neige est toute râpée par places *(t)*. La croûte superficielle a été rongée, des éclats transversaux ont été enlevés par le vent, de telle sorte que la surface est devenue rugueuse. Dans les rascles de même que dans les *ripple-marks,* la structure de la neige est écailleuse. Les écailles ou superpositions de couches successives, présentent la tranche du côté d'où venait le vent, de façon à former un petit escalier. »

Champs de glace et icebergs

Sauf au commencement de ce rapport, où il a été question de l'action de la houle océanique sur la fragmentation des plaques de glace de mer, je n'ai eu à m'occuper dans les paragraphes précédents que de particularités se rattachant principalement, sinon exclusivement, à des phénomènes purement statiques. Mais l'étude des transformations de la croûte glacée de l'océan comporte avant tout l'examen des modifications dues à des phénomènes d'ordre dynamique.

La banquise se déplace en effet, et, au cours de sa dérive, les champs de glace subissent de continuels changements dans leur aspect.

La carte de la dérive de la BELGICA sera discutée par M. LECOINTE. Je puis par conséquent considérer ses données comme étant connues et admettre que la portée de la carte de notre dérive est bien comprise. D'ailleurs, M. LECOINTE développera également des considérations au sujet de l'influence des vents sur la direction et sur la vitesse des déplacements du champ de glace dans lequel la BELGICA se trouvait emprisonnée, de sorte que je puis me borner à montrer comment il se fait que la dérive est possible et quelles sont les modifications qui s'opèrent dans les glaces en mouvement.

Les modifications que j'ai en vue sont dues aux pressions ; je les décrirai sommairement dans le dernier paragraphe de ce rapport. Quant à la possibilité même de la dérive des glaces, elle doit évidemment être cherchée dans la formation des voies d'eau ; j'insisterai sur ce point dans le paragraphe suivant.

Une mer fermée de toutes parts pourrait geler à la façon d'un lac; mais pour peu qu'il y ait une issue, certains vents auront une tendance à chasser les glaces au dehors, et si la mer communique largement avec l'océan libre de glace — comme c'était le cas dans la région de notre hivernage — la croûte glacée sera inévitablement sans cesse disloquée et toujours ou pour ainsi dire toujours en mouvement.

Ainsi, dans le cas de la région qui nous intéresse, les vents d'E., de SE., du S., et même ceux venant du SW., devaient forcément arracher des lambeaux de pack de la lisière des glaces, et à partir de la limite de l'extension des glaces vers le N., et de proche en proche, par suite de la détente et de la poussée produite par le vent, de nouveaux paquets de plaques de glace devaient se mettre en mouvement.

Pendant les mois d'hiver et jusqu'en octobre et novembre, nous devions nous trouver à une distance très notable de la lisière de la banquise, et cependant, toutes les fois que les vents nous poussaient avec quelque persistance vers l'océan, des voies d'eau se formaient et la banquise se résolvait en champs de glace plus ou moins serrés les uns contre les autres.

Ces champs de glace étaient de dimensions variables. Notre expérience est évidemment insuffisante pour qu'il soit possible d'en déduire avec certitude que les dimensions des champs de glace varient avec la saison et avec l'éloignement de la lisière de la banquise, comme c'est le cas des plaques de glace que l'on rencontre au voisinage de la mer libre ; mais, quoi qu'il en soit, c'est bien le champ de glace qui est l'unité de la dérive.

Je ne saurais retracer d'une façon quelque peu exacte l'histoire du champ de glace dans lequel nous sommes restés emprisonnés ; je dois forcément m'en tenir aux généralités, et cela parce que, d'une part,pendant les mois de la nuit polaire les observations font complètement ou

pour ainsi dire complètement défaut, et que, d'autre part, même pendant les mois les plus favorables, nous ne nous sommes pas attachés à relever en détail toutes les transformations que notre champ de glace subissait.

Mes observations me conduisent à la conclusion que l'accroissement des dimensions des champs de glace tend vers une limite, qu'au cours de la dérive plusieurs champs contigus restent fréquemment accolés et se déplacent sans se séparer, et que, lorsqu'il se produit une détente, les voies d'eau se forment de préférence suivant d'anciennes lignes de rupture.

Sauf dans les régions des hummocks, — qui marquent les séparations naturelles entre les champs de glace, — l'aspect de la mer glacée est celui d'une plaine neigeuse parfaitement unie, à part quelques aspérités isolées. Cet aspect varie du reste avec la saison. Il est le plus caractéristique pendant les mois de septembre et d'octobre : la couche de neige qui recouvre la glace atteint alors sa plus grande épaisseur et, la température étant basse, cette neige est gelée et durcie, les nouveaux apports étant d'ailleurs aisément chassés par le vent.

La photographie 4 de la planche I et la photographie 3 de la planche III montrent suffisamment bien l'aspect uniforme du champ de glace dans lequel nous nous trouvions emprisonnés pour qu'il soit inutile d'en donner une description. D'autres champs de glace étaient plus uniformes encore. L'un de ceux à côté desquels nous passâmes le 16 février 1899, lorsque, après avoir quitté celui de notre hivernage, nous nous avancions vers le N., était presque complètement dépourvu d'anciens hummocks ; il constituait une vaste plaque de glace de plusieurs kilomètres de diamètre et qui, dans son ensemble, paraissait avoir résisté aux pressions.

On se demande quel est le mode de formation de ces grandes unités de la glace de mer en dérive.

Lorsque, en février 1898, nous pénétrâmes dans les glaces jusqu'à l'endroit où nous devions hiverner, nous n'avions devant nous que des floes dont les dimensions n'atteignaient que rarement 100 mètres de diamètre.

Les photographies 1 et 2 de la planche IV montrent que ces plaques de glace n'étaient pas serrées les unes contre les autres. Mais bientôt de la jeune glace se forma dans les espaces libres et les interstices. Puis, des pressions s'établirent et des hummocks se formèrent par-ci par-là. Il s'en constitua à proximité du bateau, sous nos yeux. La photographie de l'un d'eux se trouve reproduite sur la planche II, figure 4.

Ces hummocks produits par la compression des plaques de glace étaient généralement isolés et, avec les progrès de l'enneigement et sous l'action du vent niveleur, les traces d'un grand nombre d'entre eux disparurent complètement ; les plus grands seulement restèrent bien apparents et, plus avant dans la saison, ils avaient l'air de grands blocs erratiques dispersés sur la plaine, tandis que les petits ainsi que les alignements d'anciennes pressions ne formaient plus que des dénivellations peu marquées.

Le champ de glace formé de la sorte, par la soudure et la compression des plaques, n'acquit un certain état de stabilité qu'avec le temps. Ce n'est qu'après la nuit polaire et les grands froids des mois d'août et de septembre que nous pûmes, à bord de la Belgica, l'appeler avec raison « notre grand floe ».

Ce champ de glace était alors parfaitement délimité des champs de glace voisins par des bandes très accidentées que nous dénommions « les régions des hummocks ». C'est dans ces régions ou le long des alignements de hummocks, que les voies d'eau se formaient toutes les

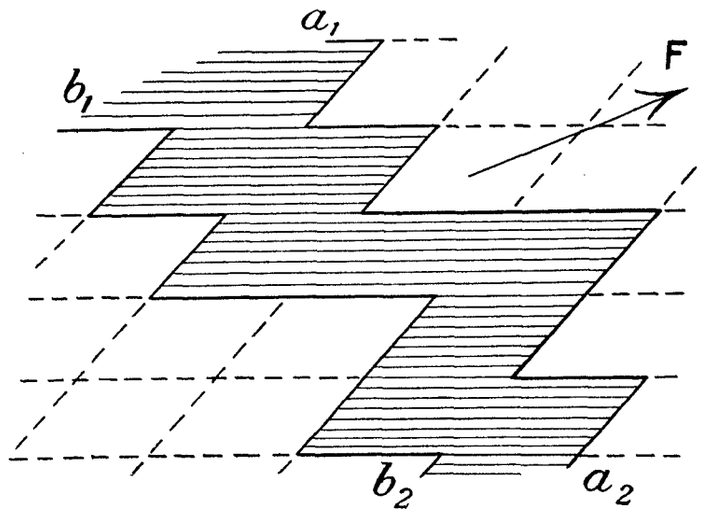
fois qu'il se produisait une détente dans les glaces, c'est là aussi que s'exerçait tout l'effort des pressions lorsque la banquise était en pleine dérive et que la poussée des vents comprimait les glaces.

La dérive produite par la poussée du vent me semble une raison insuffisante pour expliquer la persistance des cassures entre les champs de glace. Je crois que, de même que près de la lisière du pack, la houle océanique empêche les plaques de glace de se souder, de même aussi plus loin, là où la houle est déjà complètement atténuée, les ondes de la marée, ainsi que les courants de marée, travaillent au maintien des fractures.

Un fait curieux que nous avons pu observer — et qui est très probablement particulier à la région qui nous intéresse — est que les champs de glace gardent pendant la dérive une constance d'orientation vraiment remarquable. Il semblerait à première vue que les champs de glace, de même que les floes, devraient pivoter en se déplaçant ; or, il n'en est rien. Souvent ils glissent l'un par rapport à l'autre, de façon à changer respectivement de direction, mais dans l'ensemble ils conservent la même orientation.

Ce fait ne peut être expliqué, à mon avis, qu'en admettant que dans la banquise en dérive il se forme des associations des unités, de différents ordres de grandeur. En d'autres termes, je pense que le champ de glace n'est qu'un élément pouvant s'accoupler ou se découpler et qu'il fait toujours partie de combinaisons comprenant un certain nombre ou même un grand nombre de ces éléments.

Supposons, pour plus de simplicité, que la banquise se compose d'une série de losanges juxtaposés. Dans ce cas, la dérive se faisant suivant la direction de la flèche F, les champs de glace se sépareront suivant a_1 a_2, b_1 b_2, de telle sorte que de part et d'autre de la voie d'eau nous aurons des ensembles de champs de glace dans lesquels rien ou pour ainsi dire rien n'aura été changé.



Avec la variation de la direction du vent, et par suite de la dérive, d'autres combinaisons de losanges se produiront.

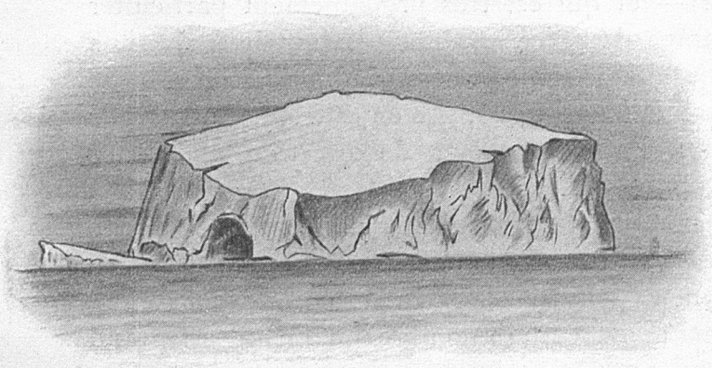
C'est la formation et l'orientation des grandes voies d'eau, qui apparaissent toujours quand les glaces dérivent, qui me font penser que cette manière de comprendre les choses est parfaitement justifiée.

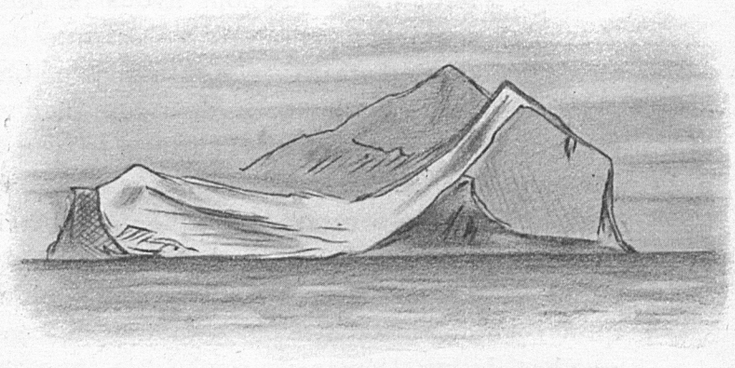
A ces considérations je désire ajouter quelques mots au sujet du rôle des icebergs.

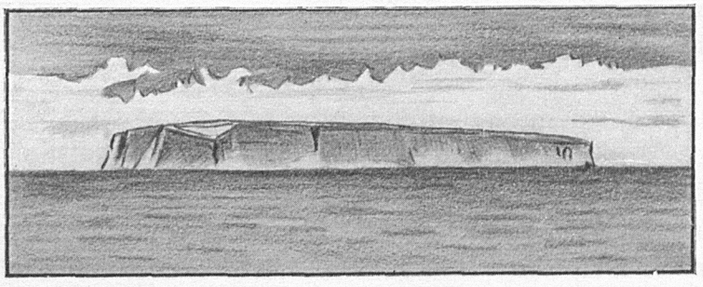
Fait curieux au large de la Terre Alexandre Ier, et plus loin vers l'W., les icebergs abondaient : le 18 février 1898, M. Lecointe en a compté 147 sur le pourtour de l'horizon, et le 21 février, M. Amundsen en a compté 320 ; tandis que, plus au S., et dans la banquise même, il n'y en avait que peu ; ainsi, pendant notre hivernage, ce n'est qu'exceptionnellement que nous pouvions en apercevoir une dizaine ou un peu davantage (sauf bien entendu, les jours de mirage). Mais dès le 16 février 1899, j'ai pu en compter une cinquantaine. Après avoir quitté

le champ de glace de notre hivernage et nous être rapprochés de la lisière de la banquise, en allant vers le N., les icebergs devenaient en effet plus nombreux que dans le S., et finalement, c'est un archipel, une longue traînée d'icebergs que nous avions devant nous.

Les dessins ci-dessous représentent grossièrement les formes de trois icebergs à côté desquels nous passâmes le 16. Ces dessins montrent que si ces icebergs avaient été englobés dans des champs de glace pendant l'hiver, de manière à faire corps avec la glace de mer, ils étaient certainement indépendants de la glace environnante à la date où je les observai.







De plus, l'un d'eux présente une cavité qui n'a évidemment pu se former que dans la mer libre de glace. Il faut donc admettre que si ces icebergs ne provenaient pas du large, ils avaient du moins séjourné précédemment en dehors du pack.

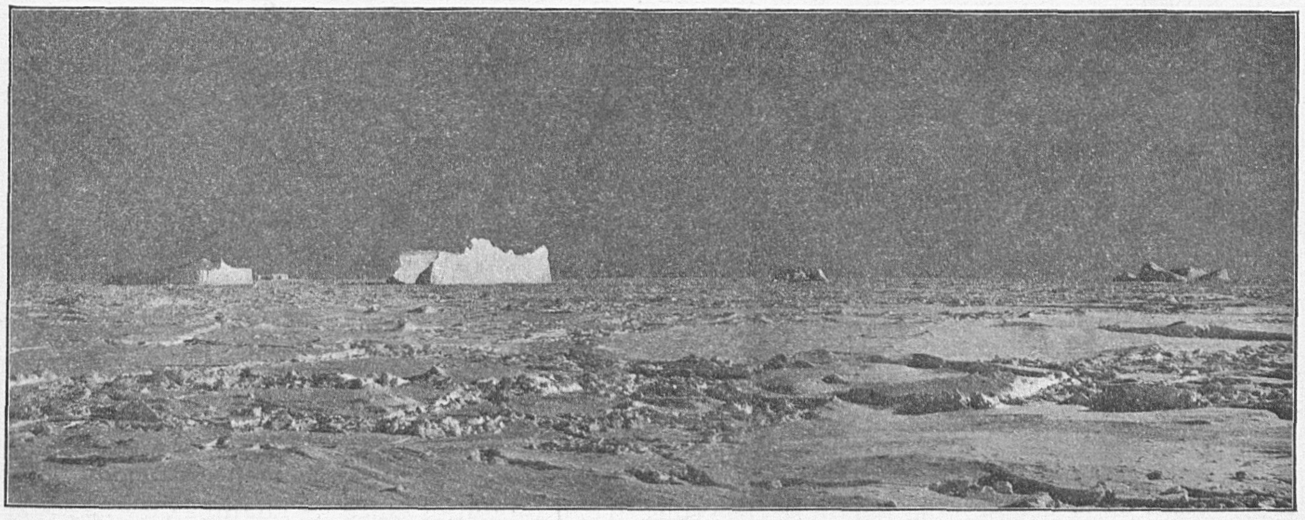
Mais, sans nous avancer davantage hors des glaces, et peu à peu, nous pûmes nous rendre compte qu'au N. de notre position, un alignement, une véritable chaîne de montagnes de glace, s'étendait à perte de vue suivant la direction E. et suivant la direction W.

Pendant près d'un mois, du 17 février jusqu'au 13 mars 1899, les glaces demeurèrent tellement serrées que nous ne pûmes avancer. Et pendant tout ce temps, nous constatâmes que la dérive de l'alignement d'icebergs n'était pas la même que celle du pack.

Notre dérive nous menait vers l'W. : ainsi le 19 février nous étions par 94° de longitude W., et le 13 mars nous avions gagné le 102e degré, tandis que les icebergs défilaient devant nous vers l'E.

De plus, l'alignement d'icebergs se rapprochait progressivement de nous. Il faut conclure de là que ces grands blocs de glace, qui plongent profondément dans l'eau, étaient en quelque sorte ancrés, à l'abri des courants de surface, et fixés assez solidement pour n'être entraînés ni

par la pression des glaces en dérive ni par la poussée du vent (1). Alors même que les floes étaient bien serrés, comme le montre la photographie ci-dessous les icebergs pouvaient encore se frayer un chemin à travers les glaces. Du reste, puisque ces icebergs se rapprochaient de nous, l'hypothèse la plus vraisemblable consiste à admettre l'existence, en cette région du moins, d'un courant profond allant du N. vers le S.



Au point de vue de l'économie du pack, il est intéressant de noter que cette barrière d'icebergs doit empêcher les glaces de dériver librement vers le N., et, sous ce rapport, elle joue un certain rôle protecteur de la banquise. D'ailleurs, de la sorte, ce n'est que par lambeaux, et seulement au delà des icebergs, que le pack devient la proie des vagues.

Les voies d'eau.

Divers explorateurs arctiques ont remarqué qu'à la suite de changements brusques de température — et notamment lorsqu'un temps très froid succède à quelques journées relativement chaudes — des crevasses peuvent se former dans la banquise par l'effet de la contraction de la glace de mer.

Aucune observation ne me permet de présumer que les choses se passent de même dans les régions antarctiques. Je suis même porté à croire que l'épais manteau de neige qui recouvre généralement la glace de mer de la région de notre dérive, protège les plaques de glace d'une façon suffisamment efficace pour que la formation des fentes ne puisse être attribuée à des changements subits de la température de l'air que dans des circonstances tout à fait exceptionnelles.

La formation de ces solutions de continuité qui se produisent dans la croûte glacée de l'océan, est due principalement à la dérive causée par le vent ou aux pressions qui l'accompagnent, mais elle peut être également occasionnée par des courants, par la marée, par la houle et enfin peut-être aussi, dans des cas fort rares, par des secousses sismiques.

(1) Le grand iceberg tabulaire, qui a subi la même dérive que la Belgica, ne s'est pas échoué par 390 mètres de profondeur, celle de notre sondage le moins profond ; il est donc impossible que ceux dont il s'agit ici fussent échoués. Les profondeurs mesurées du 10 février au 13 mars ont varié en effet entre 425 et 1740 mètres

Dans la région de la dérive de la Belgica, tant que les plaques de glace restèrent imparfaitement soudées entre elles, — donc jusqu'à la fin de mai tout au moins, ainsi que pendant les mois d'été, — des chenaux pouvaient se former par suite d'une détente générale. Dans ce cas, les plaques se séparaient simplement, les chenaux s'établissaient partout où il y avait des ruptures ainsi qu'aux points où la glace offrait peu de résistance, et des voies d'eau, généralement étroites, se formaient dans tous les sens. Les choses se passaient donc comme si les plaques se repoussaient mutuellement pour avoir plus libre jeu.

De telles détentes ont pu être observées en janvier et en février 1899, et pendant le dernier mois de notre séjour dans les glaces; notamment après avoir quitté notre floe d'hivernage, nous avons pu nous assurer qu'indépendamment de conditions de vent favorables, poussant les glaces vers la mer libre, les courants dus aux marées contribuaient certainement à l'entraînement des glaces vers le N.

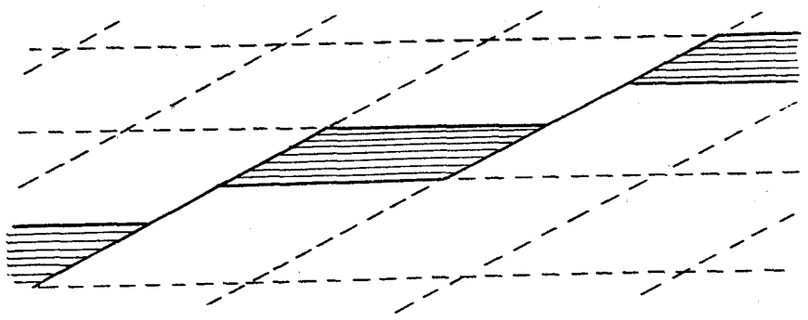
Les marées atteignant un maximum d'amplitude aux syzygies, il est intéressant de noter à ce propos que c'est le 11 février, au lendemain de la nouvelle lune, que survint la détente grâce à laquelle il nous fut possible de quitter notre floe d'hivernage, et que c'est le 12 mars au soir, de nouveau un jour après la nouvelle lune, que les plaques de glace dans lesquelles nous nous trouvions emprisonnés alors, commencèrent à se séparer, de telle sorte que dans la nuit du 13 au 14 nous parvînmes à nous dégager.

Loin de la lisière de la banquise, les voies d'eau produites entre les champs de glace par la poussée des vents, se distinguent de celles dues à la détente principalement en ce qu'elles sont plus grandes et parfaitement orientées.

Il m'est impossible de dire si l'orientation des voies d'eau est perpendiculaire à la direction de la dérive ou perpendiculaire à la direction du vent qui produit celle-ci : mes observations sont absolument insuffisantes à cet égard. Cette question offre pourtant un réel intérêt pour l'étude du mécanisme même de la dérive, et il serait désirable qu'une expédition placée dans des conditions semblables à celles dans lesquelles nous nous sommes trouvés, s'efforçât de déterminer aussi exactement que possible la direction (et le plan) des voies d'eau toutes les fois qu'il s'en forme.

Il est à remarquer que les voies d'eau ne sont pas assimilables à de vrais canaux tracés dans la banquise : leur largeur peut varier notablement d'un endroit à l'autre, si bien que parfois on croit se trouver en présence de vrais lacs. Mais si l'on suit le bord du champ de glace, le long de l'eau, on constate que de part et d'autre le lac se termine par des veines qui se poursuivent plus loin en fentes à peu près rectilignes. Si l'on admet, à priori, que des champs de glace disloqués, dérivant vers la mer libre, peuvent se séparer par bandes, de façon à former une succession de rubans, il est aisé de comprendre que des obstacles (une île ou des côtes ou des champs de glace non détachés) peuvent provoquer des déplacements suivant le sens latéral ; un changement de la direction du vent produira évidemment le même effet.

Il est dès lors compréhensible qu'au cours de la dérive, des rubans de champs de glace, séparés par de grandes voies d'eau, peuvent jouer les uns par rapport aux autres de telle sorte que, les glaces venant à se resserrer à nouveau, des plaques qui étaient contiguës peuvent fort bien ne plus être ramenées l'une contre l'autre, de façon à se juxtaposer. C'est ce qui explique la formation de lacs après que les glaces se sont partiellement resserrées. Il doit donc y avoir des alignements de lacs.



La figure ci-contre exprime ma manière de penser, dans l'hypothèse où, pour plus de simplicité, les champs de glace seraient représentés par des losanges.

Notre horizon d'observation était fort limité. De la paume du grand mât de la BELGICA on ne pouvait distinguer la surface de la banquise qu'à quelques kilomètres de distance ; plus loin, les détails se confondaient. Encore fallait-il que le temps fût beau. Le passage suivant de mon journal de bord rend compte de l'aspect des glaces à la date du 16 octobre :

« De la mâture, l'aspect du champ de glace est fort intéressant à observer. Sur de grandes étendues, ce champ est très uni, puis viennent des régions de hummocks qui rompent la monotonie du tableau. Il y a de ces bandes rugueuses dans toutes les directions. La région des grands hummocks, au N. du bateau, est fortement allongée et relativement très étroite ; plus loin se dessine une deuxième bande de hummocks tout aussi bien marquée et qui lui est parallèle. Dans l'W., une longue traînée est également fort bien marquée. Partout ces grandes masses de hummocks indiquent les emplacements d'anciennes voies d'eau. Actuellement, je ne puis apercevoir que trois voies d'eau, relativement étroites, mais s'étendant à perte de vue et dirigées à peu près E.-W.

» Il y en a deux dans le S., l'une devant le petit iceberg et l'autre assez bien au delà ; la troisième est dans le N. Or, nous occupons à présent une position excessivement avancée vers l'E. et, depuis quelques jours déjà, les bandes de water-sky qui étaient visibles sur le ciel dans l'E. et à l'W. ont disparu, tandis que des bandes sombres, correspondant aux trois crevasses mentionnées, réapparaissent toutes les fois que le ciel est uniformément gris. Ces derniers temps, j'ai pu voir fréquemment le water-sky pendant la nuit. Il est vrai que les nuits ne sont plus très obscures, mais le fait m'étonne néanmoins. »

Ce sont précisément les nombreuses observations que j'ai pu faire sur les alignements des bandes du water-sky qui me permettent de présumer que les voies d'eau sont en général orientées à peu près parallèlement et que, par conséquent, la banquise en dérive doit être considérée comme étant formée d'une succession de bancs de champs de glace.

Il semble donc que les voies d'eau présentent une certaine analogie et probablement aussi une communauté d'origine avec les clairières entre les lambeaux de pack, telles que celles que nous avons traversées en allant vers le S., à la date du 28 février 1898 (voir p. 10) Dans ces conditions, en supposant une forte dérive vers la mer libre de glace, on peut se représenter l'ensemble de la banquise comme étant formé de la succession suivante : simples blocs à la lisière des glaces ; puis des blocs plus serrés et plus grands, déjà beaucoup moins exposés à l'action destructrice des vagues ; puis des plaques de glace, encore fortement disséminées mais offrant déjà la tendance au groupement par bandes ; puis des groupements par bandes de floes plus grands, encore usés par l'action de la houle, et des lacs très allongés, libres de glace ; puis des champs de glace légèrement espacés et des voies d'eau ; et, plus loin encore, des bancs de champs de glace serrés ou même soudés entre eux et des alignements de voies d'eau.

Si, de fait, les choses se présentent de la sorte, il est aisé de s'expliquer, dans le cas d'une dérive vers la mer libre, la formation des bandes de champs de glace ainsi que celle de voies d'eau.

Dans ce cas, le mouvement se propagerait en effet simplement de proche en proche, jusqu'au point où la banquise est compacte et serrée et où la poussée du vent pourrait alors détacher progressivement de nouveaux groupements de champs de glace.

Avec le cours des saisons la limite de l'extension de la banquise se déplace. Par rapport à la lisière des glaces, nous avons donc occupé des positions très différentes aux diverses époques de l'année. Tandis que pendant les mois d'août à octobre nous nous trouvions sans aucun doute fort éloignés de la mer libre, nous nous en rapprochions progressivement pendant les mois d'été, de même que nous nous en sommes éloignés, par étapes successives, à partir du moment de notre emprisonnement dans les glaces jusqu'à celui de leur extension maximale vers le N.

De par cela même, mes observations faites aux différents mois de l'année se rapportent à des zones différentes de la banquise. Du fait qu'en mars 1898 nous étions environnés de floes, que plus tard ces floes se sont soudés entre eux, que jusqu'au commencement de la nuit polaire de nombreuses crevasses pouvaient encore se former en tous sens, tandis qu'à partir du retour du soleil la banquise était composée de champs de glace serrés, soudés, dépendant l'un de l'autre d'abord, puis progressivement de plus en plus indépendants, que vers la fin de l'été enfin les champs de glace même se brisaient et qu'on pouvait observer la tendance générale au retour vers l'aspect primitif de la banquise, telle que nous l'avions tout d'abord connue, de toute cette histoire résumée des transformations observées il ne faut pas nécessairement conclure que telles sont effectivement les transformations que la banquise subit dans tout son ensemble.

Car, en réalité, l'apparence de la banquise en un endroit donné dépend de l'éloignement de cet endroit de la mer libre, autant, sinon plus, qu'elle ne dépend des saisons de l'année. Je suppose donc qu'en toute saison on pourrait observer simultanément les différents stades en des endroits plus ou moins éloignés de la mer libre de glace.

Crevasses et pressions.

De l'explication que je viens de proposer quant à la formation ou plutôt à l'apparition des voies d'eau, il ressort évidemment que le champ de glace n'est pas une unité stable. Les champs de glace se forment en effet avec les progrès de la saison froide, ils grandissent par étapes successives à mesure que la limite des glaces s'éloigne, et puis, en été, ils se fragmentent à nouveau.

Les champs de glace ne se brisent pas nécessairement suivant d'anciennes cassures. Fréquemment on peut observer la formation de crevasses dans de la glace parfaitement unie. La planche V montre un exemple typique d'une crevasse de ce genre. Ce n'est que parce que les régions des hummocks sont des régions de dislocations que les voies d'eau y apparaissent le plus communément.

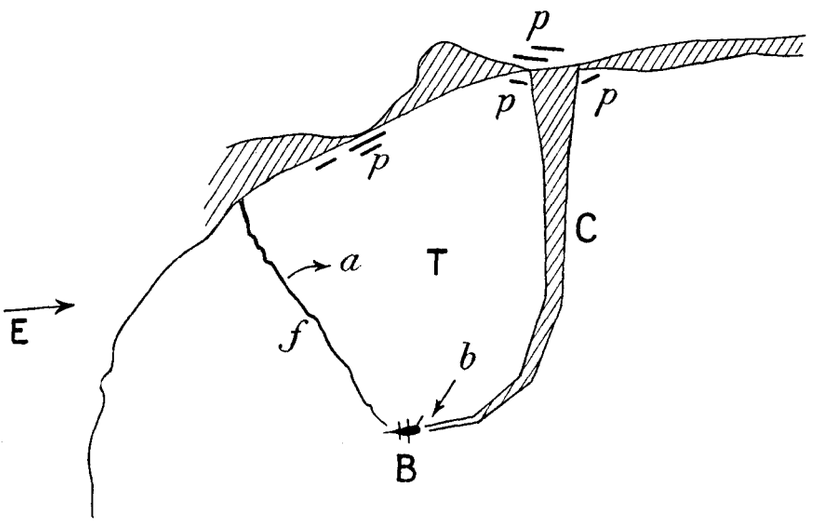
Mais, même pendant les mois du printemps, alors que les champs de glace sont le mieux développés, des crevasses se forment également en dehors des dislocations caractérisées par les hummocks, et cela toutes les fois que, par suite de la traction ou d'une poussée latérale, une portion d'un champ de glace est entraînée alors que l'autre partie est retenue par des

champs contigus. Assez fréquemment j'ai pu observer des crevasses légèrement entr'ouvertes, d'autres fois la glace paraissait simplement fendue sur une distance très grande, parfois encore les lèvres de la fente étaient légèrement ou fortement comprimées.

Pendant les travaux que nous avons exécutés en janvier et février 1899 afin de délivrer la BELGICA, j'ai suivi et noté avec plus d'attention toutes les transformations que notre champ de glace subissait.

Au point de vue de la question des fentes qui se forment, il ne sera pas sans intérêt de reproduire les passages suivants :

« 30 janvier 1899. — Pour le moment, il nous est impossible de détacher le bloc de glace qu'il faudrait encore scier à l'arrière pour terminer le canal.



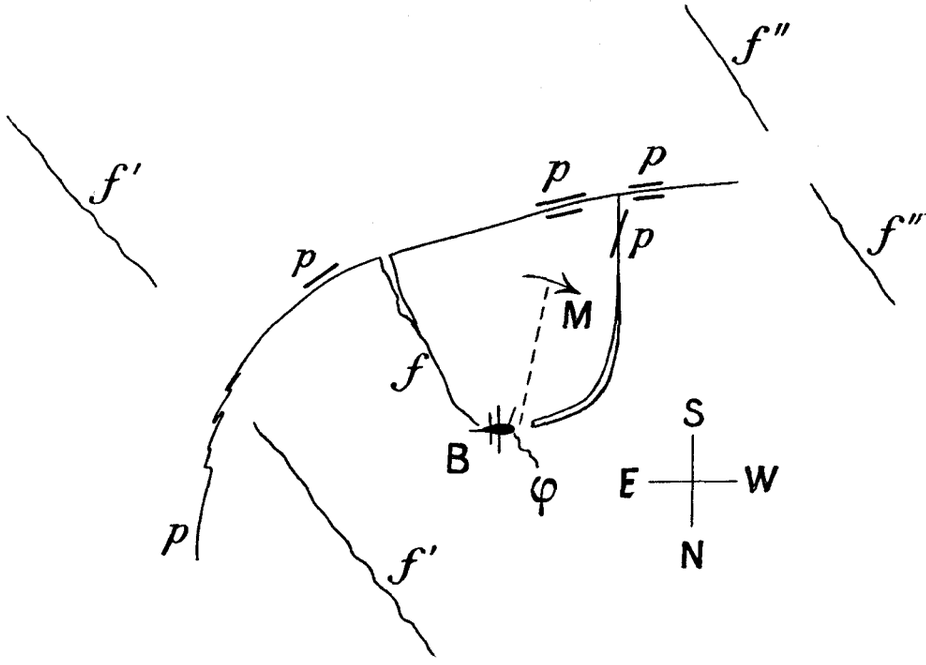
» Une dépression barométrique a augmenté la force du vent et de NE. il est passé à ENE. ; dans ces conditions, notre canal *C* aurait dû se fermer, et c'est ce qui serait sans aucun doute arrivé si le floe adjacent n'était pas fortement appuyé contre le nôtre aux points *p*. Ainsi, l'entrée du canal est bouchée, depuis quelques jours déjà. Cette nuit la grande plaque de glace *T*, en forme de triangle, s'est pourtant détachée par suite de la formation d'une fente *f*, allant de l'avant du bateau jusqu'à la voie d'eau. Cette fente est étroite, mais cela importe peu, car grâce au changement de direction du vent elle peut s'ouvrir, pour former une crevasse, ou bien de nouvelles pressions viendront échelonner des hummocks tout le long.

» Dans tous les cas, des pressions suivant *b* se font déjà sentir, car le bateau s'incline légèrement sur tribord et la grande scie est à tel point comprimée dans l'entaille qu'on ne peut plus la retirer ni même la faire bouger dans la glace. Forcément le travail a été interrompu. »

« 31 janvier. — Profitant de ce que, le manteau brumeux s'étant enfin déchiré ce soir, la vue pouvait s'étendre au loin, je suis monté dans le nid de corbeau afin d'examiner le pack. Pas d'eau ! Tout s'est comprimé, les petites voies d'eau qui existaient ont à peine laissé quelques traces. Par contre, des chaînons de hummocks se sont formés et ces lignes de nouvelles pressions sont même nombreuses.

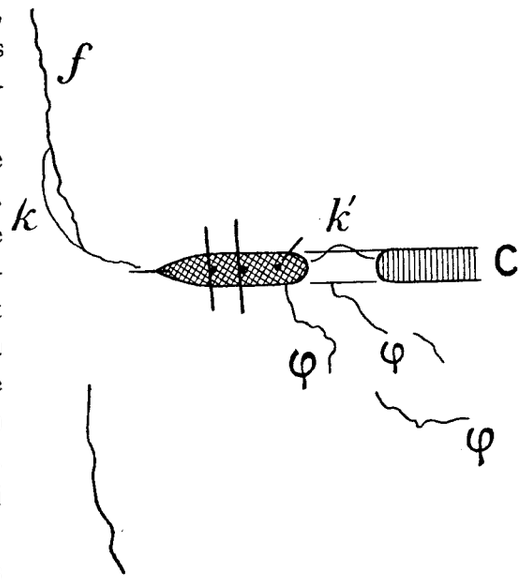
» Mais, par places, les floes se sont fendus et il y a toute une série de veines nouvelles. La voie d'eau qui bordait notre floe sur le pourtour E. et S., est complètement fermée et les bords du floe sont garnis de beaux hummocks. Notre canal, scié avec tant de peine durant les trois dernières semaines, est obstrué à sa sortie et une série de hummocks en marquent l'emplacement. La fente *f*, formée hier matin, s'est entr'ouverte un peu (près du bateau elle n'est large que de 50 centimètres, plus loin de 1 mètre, en son milieu de 2 mètres environ et au delà sa largeur correspond à celle qu'avait notre canal à sa sortie). Ce mouvement angulaire suivant M a également produit une petite fente φ, par bâbord arrière, à peine marquée et de quelques

mètres de longueur seulement ; mais cette cassure a été accompagnée d'un saut d'environ 10 centimètres.



» Une fente *f'* s'est formée à l'avant, à environ 200 mètres de la BELGICA. Sa direction est perpendiculaire au NE., qui est le sens de notre dérive. Son prolongement sur le floe voisin est encore mieux marqué que sur le nôtre. Ces deux floes forment donc corps dans ce mouvement de détente. Je vois également une fente *f''* à l'arrière du bateau ; elle est parallèle à la précédente, mais beaucoup plus éloignée de nous ; elle aussi traverse notre floe et le floe voisin, mais avec un faible déplacement. Au delà de notre floe, je distingue d'autres fentes perpendiculaires à la direction SW., suivant laquelle je regarde ; toutes sont à peine entr'ouvertes. Trois d'entre elles sont très nettement visibles ; elles semblent être rectilignes et ont une longueur de plusieurs kilomètres.

» Dans le NE., ces fentes ne sont pas aussi bien accentuées, du moins près de notre floe ; ce qui est compréhensible du reste, le pack étant beaucoup plus fragmenté par là. Dans le N., pas trace d'eau. Suivant les directions NW. et SE., le pack est tout à fait comprimé et de nouvelles chaînes de hummocks y sont beaucoup plus abondantes que suivant d'autres directions. »



« 2 février. — De la mâture, je me suis aperçu que la cassure φ, près de l'arrière, s'est notablement étendue. Une deuxième cassure s'est même formée à côté. Sur le prolongement de *f* il y a maintenant une cassure également à bâbord et la cassure *k* s'est formée. Mais, de part et d'autre, la glace s'est resserrée contre la coque du navire et dans le morceau non enlevé qui nous sépare du canal, une cassure *k'* (avec la lèvre intérieure relevée) a été accompagnée d'une légère inflexion de la glace. Aussitôt que cette partie cédera à la pression, celle-ci s'exercera entièrement sur le bateau. »

« 3 février. — Les hummocks qui se sont formés à l'extrémité de notre canal sont très imparfaits, tandis que sur les bords de notre floe il s'en

est constitué de très beaux. A la voie d'eau (dans laquelle nous avons chassé les plaques de glace sciées pour le creusement du canal), a succédé une « mer de glace » où règne la plus grande confusion, car tout ce qui y flottait a été en quelque sorte laminé par les deux floes contigus. Quant aux bords du floe, ils ne semblent pas avoir été fortement modifiés, les pressions n'ont pas empiété sur notre champ de glace. A l'aspect de cette confusion, de ces blocs redressés presque verticalement tandis que d'autres tiennent à peine en équilibre dans des positions fantastiques, devant ce tableau si varié, je m'explique à présent ces dessins du pack qu'ont donnés différents explorateurs arctiques, et que je croyais fantaisistes. »

« 4 février. — Hier et pendant la nuit ont régné de très forts vents d'E., d'ESE. et finalement de SE. Ce vent a redressé le bateau, qui penchait un peu. A 14^h, le vent de SE., qui souffle avec violence contre tribord avant, imprime au bateau un petit mouvement de roulis à peine perceptible : la BELGICA oscille dans sa gaine de glace, les objets suspendus balancent légèrement et par moments même on perçoit le mouvement.

» D'un autre côté, il y a de la « houle » dans les environs du bateau. Les fragments de glace à l'arrière (car à côté de *k'*, fig. ci-dessus, se sont produites d'autres cassures) ont été soulevés, et là où l'eau s'avance suivant un plan incliné, on la voit monter un peu, puis descendre, et ce mouvement de va-et-vient est périodique. On le distingue mieux encore aux fentes φ, elles s'ouvrent un peu, puis se referment, et le grand bloc compris entre les deux fentes oscille ; du reste, il me semble que l'autre bloc subit également ce mouvement, mais beaucoup moins. A $14^h\,30^m$, dans le laboratoire, je ressens les légers mouvements du bateau ; il me semble que la gaine de glace dans laquelle il est enserré, lâche prise par moments. A l'arrière, l'oscillation des blocs de glace devient plus accentuée. A 15^h, les mouvements du bateau s'accusent davantage, on ressent des chocs et le bois du laboratoire grince. A $15^h\,30^m$, les chocs deviennent plus forts, ils viennent de tribord avant. C'est la glace qui se serre et se détend successivement, et le bateau subit à chaque coup un léger mouvement d'avant en arrière. Il me semble que c'est le grand triangle compris entre la fente *f*, le canal *C* et la zone de nouvelles pressions au S., et qui touche au bateau par tribord, qui éprouve un mouvement de va-et-vient suivant la direction de l'axe du navire. Vers 16^h le vent faiblit ; les mouvements cessent, mais par moments le bateau est encore heurté et subit alors un mouvement léger mais très brusque. Il se pourrait donc que cette houle ne fût qu'apparente et qu'en réalité ces mouvements des fragments du floe fussent simplement dus au vent. Dans les conditions présentes, ces mouvements doivent nécessairement se répéter et devenir plus ou moins périodiques. Mais ce que nous apercevons surtout à bord, ce sont les mouvements du bateau même qui ballotte dans sa gaine et se cogne tantôt d'un côté, tantôt de l'autre. Après 16^h, nous n'avons plus ressenti de pareils chocs et les mouvements sont devenus plus rares. Maintenant (23^h à minuit) le vent augmente de nouveau et on distingue très nettement le ballottement du bateau. Si la pince de glace dans laquelle nous nous trouvons se desserrait davantage, le roulis et les chocs deviendraient plus violents. Pourtant, ce n'est pas le bateau qui communiquait ses mouvements aux fragments de glace à l'arrière : il ne touche pas à la glace en cet endroit, et à présent je ne vois plus le moindre mouvement près de la fente φ tandis que le bateau bouge. Quoi qu'il en soit, il y a deux espèces de chocs : les uns brusques, suivis d'une légère trépidation à bord, et d'autres accompagnant un mouvement d'oscillation périodique. Le cap du navire n'a tourné que de 4 ou 5°.

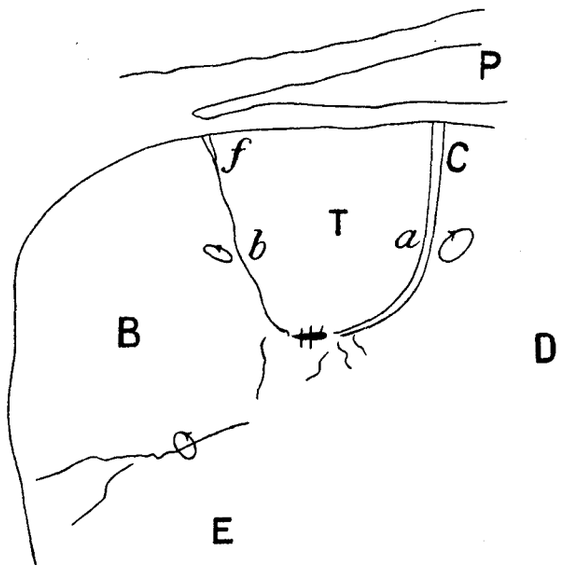
» Le grand iceberg tabulaire est toujours par tribord avant, tandis que le petit iceberg a fait un voyage énorme, par rapport à notre floe. Il était demeuré près de nous, et à l'arrière,

pendant tout l'hiver et le printemps. Puis une voie d'eau nous en a séparés ; il s'est éloigné en se dirigeant vers tribord. Il y a trois semaines, nous le voyions encore à l'horizon S. ; puis, il disparut. »

Le 5 les glaces restèrent immobiles et le bateau ne bougea point. Le 7, dans le silence de la nuit, j'entendis derechef le grincement de la glace. Mais les pressions contre le bateau étaient faibles, car la glace frottait simplement contre la coque. Ce n'était qu'un écho de ce qui se passait à l'extérieur de notre floe.

Le 8 au soir, l'horizon étant dégagé de brume, je pus me rendre compte qu'en somme il ne s'était produit que peu de solutions de continuité dans les glaces. Le 9, le ciel s'étant dégagé et les champs de glace étant bien éclairés, les quelques taches noires au milieu des hummocks paraissaient tout à fait insignifiantes. Le 10, toute trace d'eau avait disparu, de la nouvelle glace s'étant formée dans les rares interstices.

« 11 février. — Grand changement : détente générale. De la mâture on reconnaît que toutes les fentes s'ouvrent. L'ancienne voie d'eau s'est reformée et dans le NE. il y a également de l'eau. Hier nous avons eu de faibles vents du S., puis W. et ce matin NW. Après-midi nous nous sommes remis à scier la nouvelle glace formée dans notre canal. Les voies d'eau augmentent encore et à 8^h du soir des mouvements se font sentir autour du bateau. La grande plaque triangulaire T s'est complètement détachée et elle bouge. Pas de vent et la houle se fait sentir ; le mouvement est périodique. L'eau semble monter et descendre. Les cassures sont nombreuses. Sur les bords du floe, la fragmentation continue. Une grande pièce *P* se resserre de nouveau contre le floe. Mais le fait intéressant est le mouvement de va-et-vient de ces grandes plaques de glace. Au point *a*, c'est la pièce *D* qui remue. Le mouvement est périodique et il n'est pas rectiligne.



» Une coupure qui a été pratiquée cet après-midi s'élargit de 30 ou 40 centimètres, puis se referme. En *b* j'ai suivi le mouvement pendant quelque temps : la période est de 15 à 25 secondes ; au bout de plusieurs oscillations, l'amplitude augmente ; après chaque détente, l'eau descend un peu dans la fente, le niveau se rétablit, puis l'eau monte de nouveau. En *c*, le mouvement de *B* par rapport à *E* démontre non seulement que la direction du mouvement n'est pas partout la même, mais que ces mouvements sont certainement elliptiques. La durée est la même qu'en *b*. »

De ce qui précède on peut conclure que tandis que les voies d'eau se produisent le plus communément par la séparation de champs de glace en dérive, les crevasses et les fentes se forment par un effet de traction dû aux pressions dans les glaces ou par une poussée venant d'en bas, telle que celle provoquée par la houle.

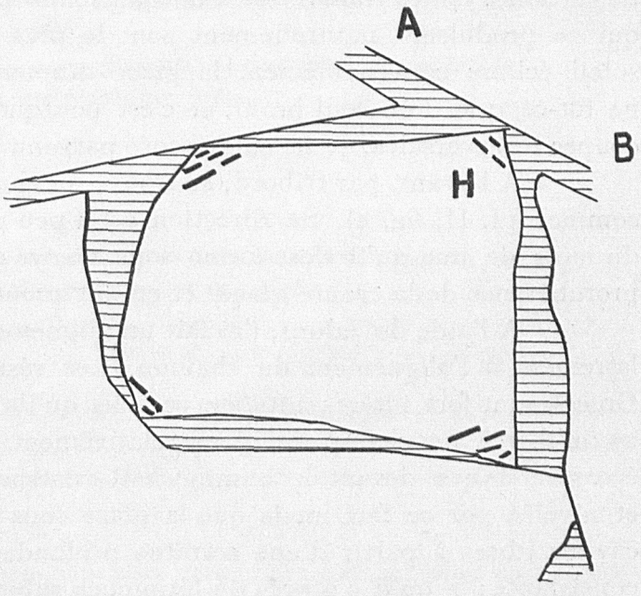
A la suite de chaque détente entre les floes, les changements de la direction du vent amènent la compression des plaques les unes contre les autres. Les voies d'eau qui se forment pendant la dérive se referment et les champs de glace se resserrent.

La glace est soumise à des pressions partout où des discontinuités se sont formées.

C'est entre les grandes unités que les pressions sont généralement les plus fortes. C'est pourquoi les champs de glace sont bordés de hummocks parfois vraiment imposants. Mais la confusion est la plus grande aux endroits où la banquise est très fracturée et où les simples blocs sont fort nombreux.

La photogravure ci-dessous montre l'aspect de la vraie « mer de glace » que nous eûmes devant nous pendant la dernière semaine de notre séjour dans le pack. C'est vraiment du pack tel que l'ont décrit maints explorateurs arctiques, et ces blocs de glace bougent, se déplacent, grincent, et se brisent sous l'effet des ondes de la houle. Mais dans le S. cet aspect hérissé de la banquise disparaît aussitôt que survient la détente. Alors les blocs soulevés s'affaissent pour se mêler au gâchis de glace brisée et pilée qui remplit les interstices entre les floes, et avec le progrès de la détente le pack devient navigable.

Au point de vue de la navigation dans les glaces, les pressions dans le pack proprement dit me paraissent beaucoup moins dangereuses que celles qui se produisent entre des champs de glace. Dans de la glace très fragmentée les blocs peuvent en effet glisser l'un sous l'autre, se relever, se déplacer, tandis qu'entre champs de glace des fractures nouvelles se forment en de nombreux endroits, partout notamment où des saillies sont comprimées, et des efforts de pression énormes se trouvent concentrés en ces points.

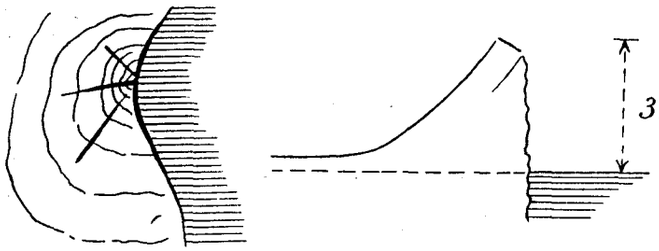


J'extrais à ce propos le passage suivant de mon journal, passage daté du 25 janvier 1899 :

« Les hummocks qui se forment actuellement sont fort intéressants. Par places, ce sont des amoncellements de petits fragments de glace, atteignant 3 et 4 mètres de hauteur et parfaitement isolés.

» Ailleurs on voit des traînées régulières, rectilignes ou dirigées suivant des lignes brisées. Dans ce cas la pression a agi uniformément suivant toute l'étendue, tandis que dans le cas des hummocks isolés elle se trouvait concentrée en un point.

» Il est compréhensible que c'est aux angles formés par l'intersection des crevasses que les pressions doivent agir le plus fortement. Notre floe n'est évidemment pas circulaire, — il a un contour polygonal irrégulier, — mais il tend à s'arrondir, car il suffit qu'il tourne un peu pour que, avec un changement de direction du vent, l'un ou l'autre des angles saillants H se trouve comprimé contre la face opposée AB du floe adjacent.



» J'ai vu, au bord de l'eau, un hummock qui ressemblait à un cône volcanique. Une crevasse le coupait verticalement du côté de la fente. Quelques cassures allaient en descendant à partir du sommet, mais elles ne fragmentaient pas la glace en blocs isolés, au contraire, la glace était infléchie vers le pied du hummock et sur les côtés également.

» La poussée ayant produit ce hummock semble donc avoir été concentrée en un seul point. Il est probable que ce hummock conique aura été formé par suite de la pression d'un coin pointu contre le bord de la crevasse. »

Il était désirable de bien se rendre compte de l'épaisseur de la croûte glacée aux endroits où de fortes pressions se sont exercées. Car de fait « les hummocks sont isostiques, — si par définition on admet toutefois que la conception de l'isostase puisse être ainsi étendue, et si elle doit être expliquée par un épaississement général de la croûte terrestre suivant la direction des grandes chaînes de montagnes.

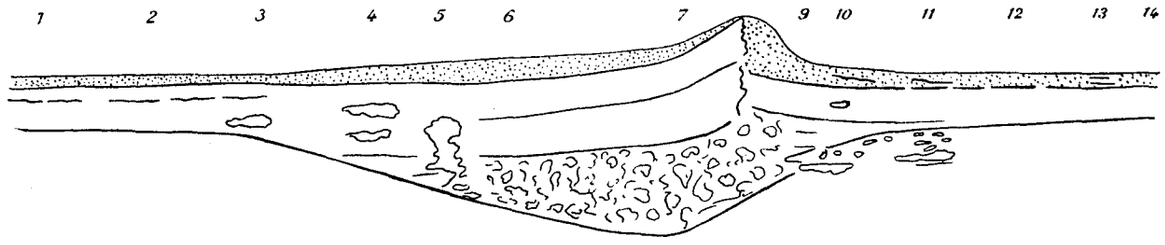
» Pour ce qui concerne les chaînons de hummocks de glace, il est dans tous les cas bien certain que les protubérances sont marquées sous l'eau tout aussi bien qu'au-dessus. Tout ce qui émerge est contrebalancé par une masse de glace déplaçant suffisamment d'eau pour maintenir le hummock en équilibre stable. J'ai pu me convaincre de ce fait à maintes reprises sur les bords de certaines fentes transverses à une ancienne ligne de pression. Néanmoins, comme les coupes qui se produisent naturellement sont le plus souvent longitudinales, et qu'il est rare que le soleil éclaire convenablement la glace submergée, je n'ai encore pu me rendre bien compte ne fût-ce que d'un seul profil, et c'est pourquoi il m'a paru nécessaire de pratiquer quelques coupes transversales. Je ne suis encore parvenu à réaliser qu'un seul alignement de sondages.

» A l'avant, par tribord, se trouve un chaînon court mais ayant un bel hummock comme sommet (pl. II, fig. 4). Sa direction est à peu près parallèle à celle du bateau et c'est vers la fin du mois de mai qu'il s'est formé sous nos yeux. Les chasse-neige ont fortement enseveli cette protubérance de la croûte glacée et en ont adouci la forme extérieure.

» A l'aide de jalons, j'ai fait un alignement passant par le sommet et dirigé perpendiculairement à l'alignement du chaînon. Les résultats obtenus au moyen de la sonde de Van den Broeck sont fort intéressants, en ce sens qu'ils ont montré : 1° que la symétrie est imparfaite ; 2° qu'il y a un champ de glace relativement mince en contact avec un autre de glace plus épaisse ; 3° que devant le hummock il existe une forte inflexion de la glace comblée de neige et nivelée par ce fait, mais que la glace sous-jacente se relève vers le sommet ; 4° qu'il y a des cavités libres à partir d'une certaine profondeur et que la protubérance submergée est peu consistante ; 5° qu'il y a près du hummock submergé des fragments de glace meubles.

» Il me semble que, dans le cas présent, les matériaux composant le chaînon ont été

empruntés surtout à la glace du floe de moindre épaisseur qui, poussé contre un vieux bloc de glace, n'a pu résister à la pression. Cette glace s'est fragmentée contre l'obstacle, les débris ont glissé et ont également soulevé la glace vers le haut. Mais, les détails et la figure ci-après démontrent que pour bien comprendre les choses il faudrait pratiquer un plus grand nombre de sondages.



SONDAGES :

N° 1. — A 31 m. 50 cm. du sommet : 40 cm. de neige
puis, jusqu'à la profondeur de 1 m. 15 glace facile
» » 2 m. 50 glace
+ 20 cm. très facile.

(29 déc.) Epaisseur : 2 m. 70.

N° 2. — A 26 m. 50 cm. du sommet : même niveau, 40 cm. de neige, puis se perce aisément jusque 1 m. 30 et 1 m. 30 à 2 m. 60 glace. Ajouté 4 m. à la tige sans trouver de glace en dessous.

(28 déc.) Epaisseur : 2 m. 60.

N° 3. — A 21 m. 50 cm. du sommet : différence de niveau d'environ 20 cm., 30 cm. de neige ; puis vient une croûte glacée dure, après quoi la glace est facile jusqu'à la profondeur de 1 m. 10; puis glace dure devenant plus facile en profondeur; entre 2 m. et 2 m. 40, espace libre, puis de 2 m. 40 à 2 m. 70, glace.

Laissé descendre la tige à 6 m. 50 sans rien rencontrer.

(27 déc.) Epaisseur : 2 m. 70.

N° 4. — A 16 m. 50 cm. du sommet : 75 cm. de neige molle, à 60 cm. de profondeur il y a de l'eau.

Profondeur 1 m. — glace facile pouvant être percée à la vrille.
» 1 m. 30 glace dure.
» 1 m. 80 glace très dure.
» 1 m. 80 à 2 m. 30 un espace libre.
» 2 m. 30 glace facile.
» 3 m. à 3 m. 50 un second espace libre, puis de la glace peu dure.
» 4 m. à 4 m. 10 glace trouée et puis facile jusque 4 m. 50.

Plus rien jusque 7 m. 30.

(26 déc.) Epaisseur : 4 m. 50 cm.

N° 5. — A 13 m. 50 cm. du sommet : 90 cm. de neige, niveau de l'eau à la profondeur de 80 cm. A partir de 1 m. 15 jusqu'à 2 m. 30 la glace est dure. De 2 m. 30 à 5 m. 90 espace libre, puis résistance dure. En donnant quelques forts chocs le bloc cède et la sonde s'enfonce jusque 7 m. sans rencontrer de résistance. Ce sondage se trouve sur le prolongement d'un hummock. (26 déc.).

N° 6. — A 10 m. 30 cm. du sommet : 1 m. 10 de neige, puis glace dure jusque 2 m. 70, moins dure jusque 4 m. 30, puis par moments dure mais le plus souvent facile à percer jusque 7 m.

(23 déc.) Epaisseur : 7 m.

N° 7. — A 2 m. 50 cm. du sommet : 50 cm. de neige, puis la glace est très dure sur 50 cm. d'épaisseur et ne peut être percée qu'à coup de ciseau. A la profondeur de 2 m., la vrille avance régulièrement, mais peu à la fois. A 3 m. 30, la glace est encore très compacte et difficile à percer ; la vrille n'avance que bien doucement. A 4 m. 30, la glace se perce facilement. A 5 m. de profondeur, il semble y avoir un trou. A partir de 6 m., la sonde avance facilement.

(24 déc.) Epaisseur : 8 m. 30 cm.

N° 8. — Au sommet du hummock il y a de la glace dure à 20 cm. sous la neige et la couche de glace y est rompue, car immédiatement à côté on ne la retrouve qu'à une profondeur de 2 m. sous la neige.

A 1 m. du sommet, la surface de la neige se trouve à 60 cm. plus bas et il y a également plus de 2 m. de neige au-dessus de la glace. A 1 m. plus loin, la surface est de 45 cm. plus bas, la nappe aquifère y est à environ 1 m. 20 de profondeur et la glace ne se rencontre qu'à 1 m. 90.

N° 9. — A 3 m. du sommet : la surface se trouve à peu près 1 m. 70 plus bas que le sommet du hummock. A 1 m. de profondeur il y a une croûte dure avec une couche aquifère en dessous. A 1 m. 30 vient la glace compacte, à 1 m. 80 la glace est dure, vers 2 m. 50 elle est progressivement moins dure ; puis, 3 m. à 3 m. 50 espace vide, 3 m. 50 à 4 m. bouillie de glace, puis un espace libre jusque 5 m. où la sonde rencontre de nouveau une résistance. Laissé descendre jusque 7 m. 50. (2 janvier.)

N° 10. — A 4 m. 50 du sommet : différence de niveau de 2 m. Le niveau de l'eau est à 70 cm. de profondeur et l'épaisseur de la neige est de 1 m. A la profondeur de 1 m. 50, il y a de la glace dure.

Profondeur de 1 m. 75 un trou de 10 cm.
» 2 m. 50 glace moins dure.
» 3 m. glace très facile.
Epaisseur : 3 m. 50.

A 4 m. 50, la sonde rencontre encore un bloc de glace flottant et jusque 6 m. 50 plus rien. (29 déc.)

N° 11. — A 8 m. 50 cm. du sommet : 15 cm. plus bas que le sondage précédent. La neige est gelée et la couche aquifère également. A 1 m. glace dure, à 1 m. 50 moins dure, puis 2 m. à 2 m. 50 glace dure, puis glace pourrie et des espaces libres. A 3 m. 25 une couche dure n'ayant pas plus de 1 cm. d'épaisseur, un espace libre et à 4 m. une nouvelle résistance. (1er janvier.)

N° 12. — A 12 m. 50 cm. du sommet : 10 cm. plus bas que le sondage précédent. 1 m. de neige, 1 m. à 1 m. 30 glace dure, 1 m. 30 à 1 m. 60 facile, 1 m. 60 à 2 m. 20 glace continue.

(1er janvier.) Epaisseur : 2 m. 20.

N° 13. — A 16 m. 50 du sommet : même niveau que le sondage précédent. 1 m. de neige durcie par la gelée, puis une couche continue de glace pas très dure.

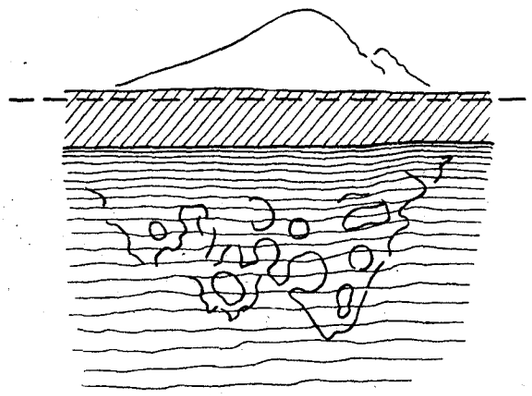
(1er janvier.) Epaisseur : 2 m. 10.

N° 14. — A 18 m. 50 du sommet, même niveau. A 20 cm., une couche dure puis facile jusque 70 cm., à 90 cm. de profondeur commence la glace.

(1er janvier.) Epaisseur : 1 m. 60.

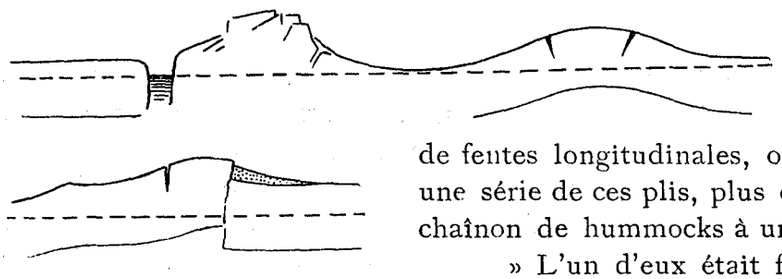
» Sur tout le parcours de notre canal (dont le tracé suivait une ancienne voie d'eau), nous n'avons pas eu à faire une seule coupe de hummocks ; nous les évitions du reste. Néanmoins, toutes les fois que nous passions à côté, la glace devenait plus dure et plus épaisse. En regardant après coup la tranche, il était visible que la glace ne s'épaississait pas régulièrement aux abords des hummocks. Sur le prolongement de ceux-ci ou dans leurs environs immédiats, il y a des fragments tabulaires de glace qui ont été poussés par dessous, se sont soudés dans

la suite et qui, par le fait de l'accroissement subséquent de l'épaisseur de la glace, se trouvent intercalés. Pourtant, à l'entrée du canal, il m'a été possible de voir, grâce à un éclairage favorable, le dessous d'un hummock (fig. ci-contre). La glace ressemblait à une grosse éponge aux contours irréguliers et percée de trous atteignant 50 centimètres de diamètre. Ce fait m'a paru fort intéressant, car il explique les vides rencontrés par places au cours des forages. »



Il est certain que, du moins en été, la glace de mer n'est pas parfaitement rigide. Ainsi, la dernière photographie de la planche VII montre un exemple de plissements de la glace produits par les pressions.

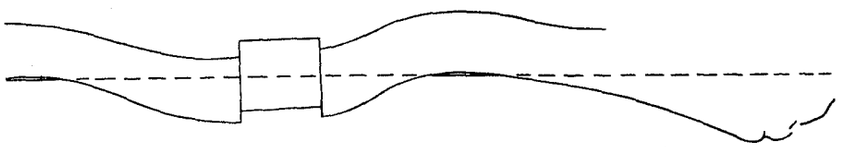
Ce n'est que bien tard que j'ai été frappé par l'existence de hummocks incomplets, en quelque sorte en voie de formation lente et qui sont représentés par de véritables plis dans la glace. J'ai noté le fait pour la première fois à la date du 25 novembre. Mon observation est conçue comme suit :



« Ces plis (anticlinaux) présentent l'aspect de gros renflements, toujours peu élevés par rapport à l'étendue qu'ils occupent et creusés de fentes longitudinales, ou même complètement crevés. Toute une série de ces plis, plus ou moins bien développés, longent le chaînon de hummocks à une distance de 15 à 20 mètres.

» L'un d'eux était fort instructif, à considérer : il constituait un renflement oblong, coupé suivant sa longueur par une fente dont l'une des lèvres s'était affaissée d'au moins 1 mètre par rapport au sommet du plissement.

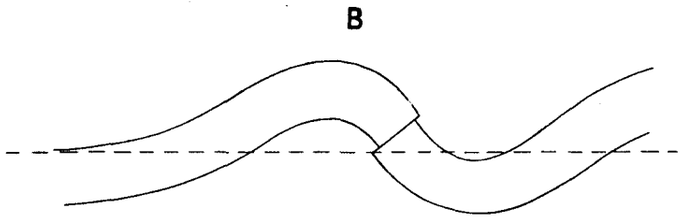
» On croirait vraiment se trouver en présence de modèles de démonstration des différents modes de formation des montagnes, et notamment de l'influence des failles longitudinales sur le relief. Mais ce sont ici des montagnes théoriques, des chaînes primitives, car aucune érosion n'a contribué à les ouvrir, — au contraire, l'apport éolien de neige chassée les masque partiellement.



» L'un de ces hummocks imparfaits présentait un effondrement quadrangulaire, plus long que large. Dans ce cas, le coin formé entre les cassures longitudinales s'est affaissé grâce à des fentes transversales. De part et d'autre de ce plissement anticlinal de petits étangs attestaient à l'évidence les inflexions synclinales qui l'accompagnaient. »

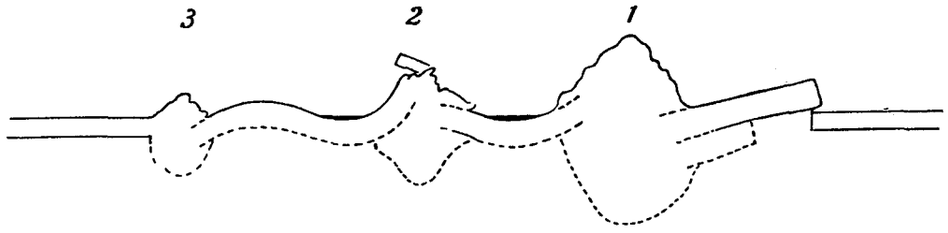
Une autre note, écrite le 10 février, se rattache à ce qui précède. En voici le texte, avec les figures qui l'accompagnent :

« Aujourd'hui je distingue mieux que précédemment le rôle très considérable que les plissements de la glace jouent dans la formation des hummocks. Le fait est évident dans le

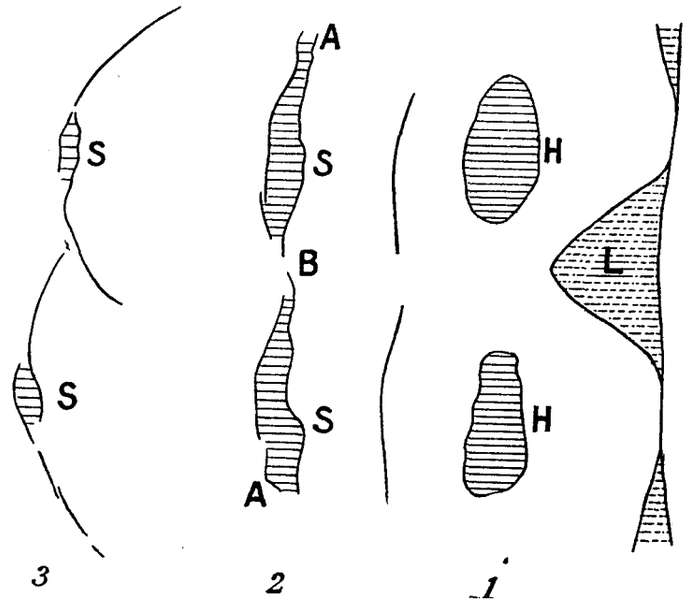


cas où le bombement B (fig. ci-contre) est bien accentué. Par places ces bombements oblongs sont à peine fendus. Ailleurs, au contraire, on peut suivre toutes les phases de la rupture, depuis la plus légère flexion de la glace jusqu'à la forme du hummock, accumulation de blocs jetés pêle-mêle et où le plissement primitif est complètement détruit. Dans ce cas, la confusion est généralement telle, que je ne pensais pas pouvoir jamais me rendre un compte exact des aspects si variés qui se présentent à la vue. Aujourd'hui, je reconnais que pour comprendre il suffit de regarder les choses de près, de scruter les détails et de dessiner au lieu de photographier.

» Ainsi, c'est la première fois que je remarque un effet de pression composé de trois chaînons nettement visibles. Le troisième n'existait pas encore, il y a peu de jours, le vendredi 3, et le deuxième était à peine marqué à cette date; mais, depuis,



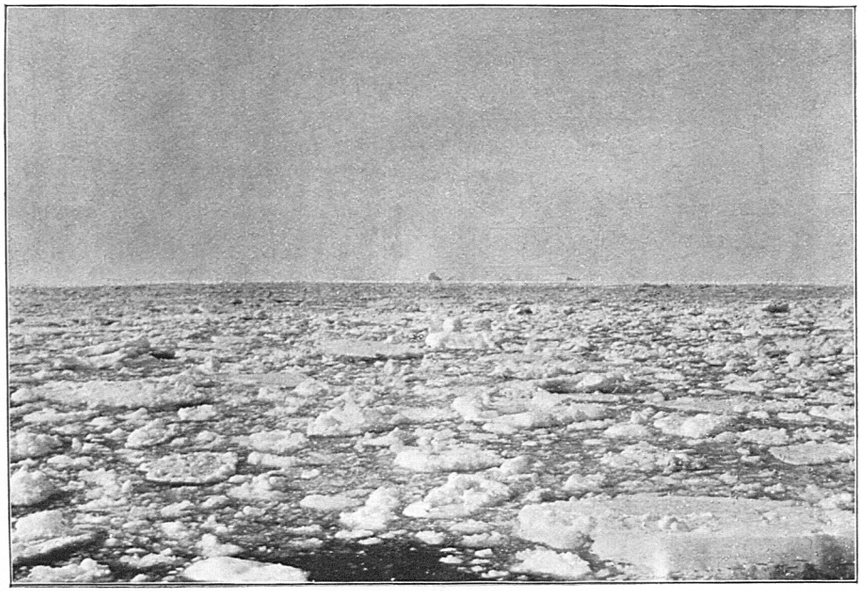
les choses ont fortement changé, l'effet des pressions s'est propagé davantage. Les premiers hummocks *H*, *H* de la figure ci-dessous, qui sont les plus grands, apparaissent isolés ; ce sont les plus anciens et ils ont été formés au moment où la voie d'eau s'est refermée. Ils semblent marquer les bords du floe; ce sont les points d'achoppement. Des étangs *L* sont encore restés. Le deuxième chaînon est continu. Les sommets *S* font face aux hummocks *H*, tandis que vers *A* et *B* le chaînon se transforme en un simple bombement de la glace. La troisième rangée n'est plus continue, elle est basse et se résout en simples cassures. Mais, fait remarquable, devant les hummocks *H*, *H* et les sommets *S*, *S* de la seconde rangée il existe deux petits hommocks, et les cassures dont ils font partie forment deux grandes courbes, comme si les hummocks précédemment formés avaient produit de grands éclats dans la glace de notre floe. »



Ces observations, quoique très insuffisantes, démontrent, je crois, à l'évidence qu'un intérêt réel s'attache à l'étude des formes et de la structure des hummocks produits par les pressions qui se manifestent dans les glaces. Les analogies avec les modes de formation de certaines particularités des chaînes de montagnes de la croûte terrestre sont en effet frappantes.

Et, comme il nous est donné de pouvoir examiner d'une façon détaillée et approfondie les divers aspects ainsi que la structure et le mode d'apparition des régions accidentées de la croûte glacée de l'océan, qu'en outre nous pouvons poursuivre les transformations qui s'opèrent avec le progrès du temps ou avec l'augmentation des pressions, je crois qu'il serait difficile de trouver ou de réaliser un meilleur laboratoire pour l'étude expérimentale des dislocations et des plissements de terrains qui se sont passés en grand au cours des âges géologiques. De fait, il ne faut pas perdre de vue que dans la majorité des cas les hummocks de glace ne sont pas isolés, que le plus souvent, au contraire, ils se trouvent associés de façon à former des alignements de chaînons, et que ces alignements eux-mêmes sont groupés, qu'il y a des régions de hummocks de même qu'il y a des régions de montagnes ou de chaînes de montagnes.

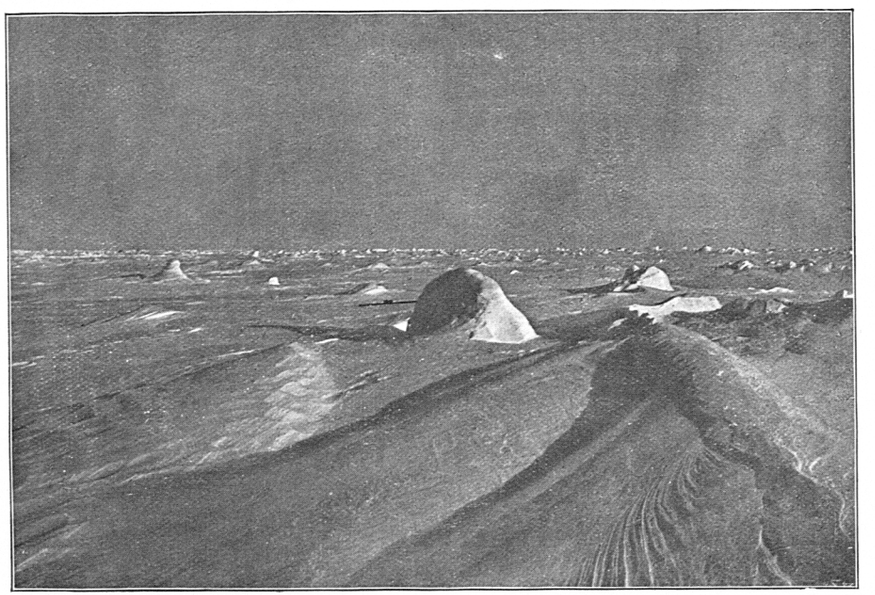
Établir ne fût-ce que quelques coupes détaillées au travers de l'une ou l'autre de ces bandes de glace disloquée : telle serait la première recherche à entreprendre, comme suite aux observations précédentes, qui ne sont que l'ébauche d'une étude plus approfondie des formes apparaissant sous l'effet des pressions qui s'exercent entre les champs de glace.



Près de la lisière de la banquise.
Icebergs à l'horizon.

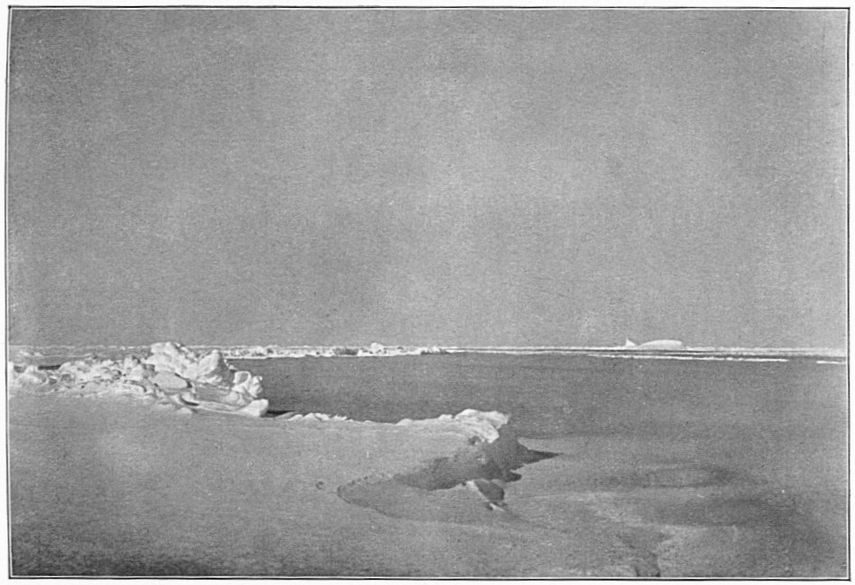
La BELGICA après le chasse-neige du 19 novembre 1898.

Les derniers glaçons. Une clairière dans le lointain.



Phot. Arctowski.

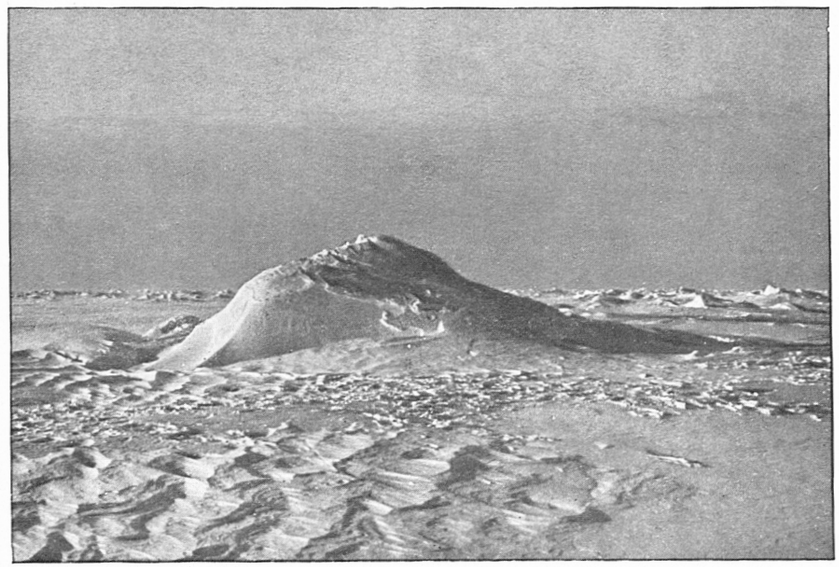
Aspect de notre champ de glace à la date du 8 octobre 1898.



Grande voie d'eau qui s'est ouverte en octobre devant le « petit iceberg ».
Une pâte de neige chassée couvre la surface de l'eau.

Hummocks partiellement ensevelis par de la neige chassée.
La surface de la neige à l'avant-plan présente des formes caractéristiques.

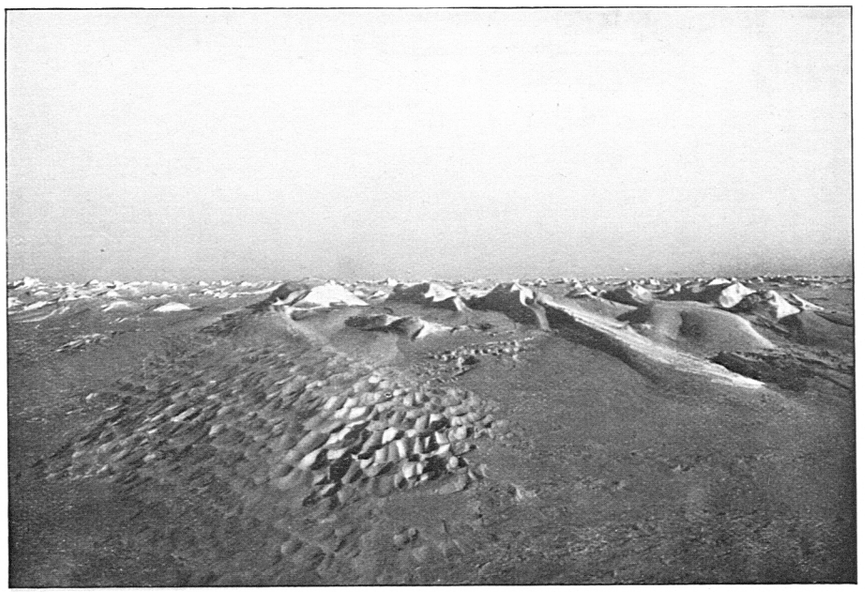
Voie d'eau à droite. Un champ de vieille glace dans le fond.
Jeune glace à l'avant et fleurs de glace. Plus loin, de la jeune glace couverte de neige.
Plus loin encore, de la glace plus épaisse n'ayant pas subi de pressions.



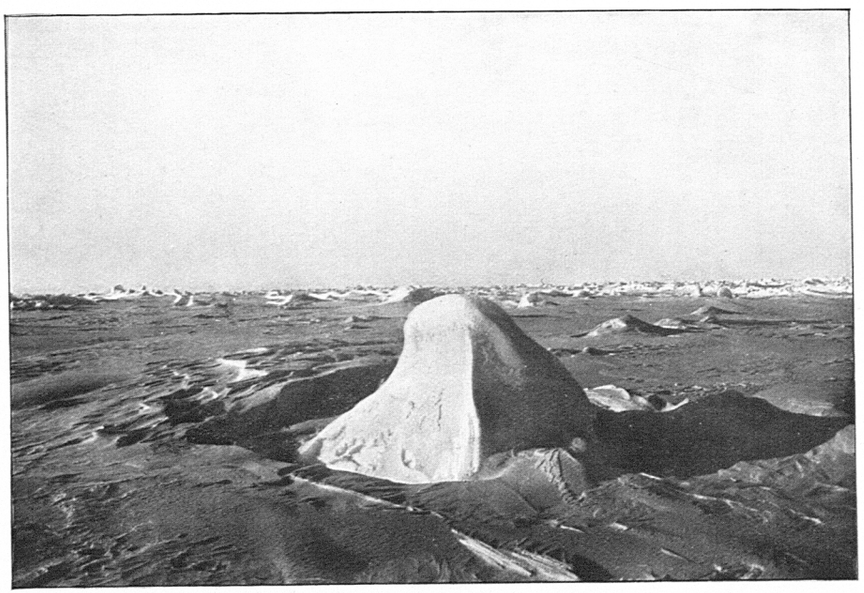
Phot. Arctowski.

Hummock qui s'est formé à proximité de la BELGICA le 29 mai 1898
et dont la coupe transversale a été mesurée en janvier 1899. Aspect écailleux de la surface
de la neige produit pendant le chasse-neige de la nuit du 6 au 7 octobre.

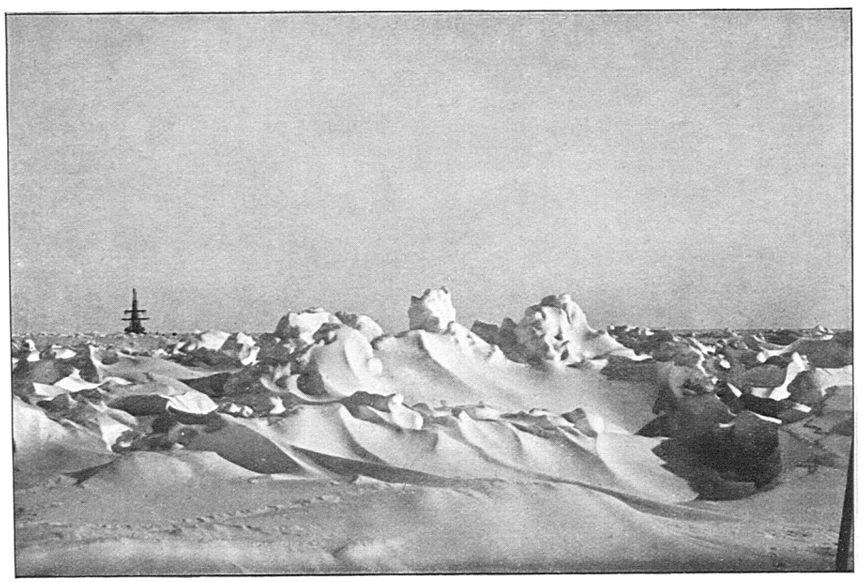
Crevasse en zigzag qui ne s'est que légèrement entr'ouverte
et le long de laquelle des pressions ne se sont pas exercées, consolidée dans la suite
et fortement masquée par de la neige chassée.



Longues traînées de neige chassée formées devant des hummocks.
Dans cette neige d'apport récent le vent a creusé des cuvettes oblongues.

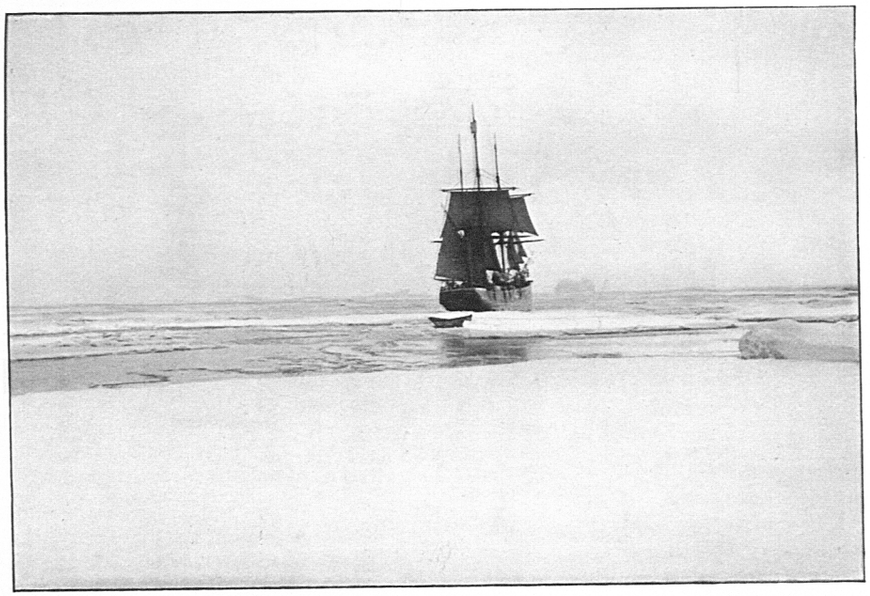


Hummock isolé. Un fossé le contourne. La dune qui ensevelit partiellement le hummock
est allongée suivant la direction d'où le chasse-neige est venu.

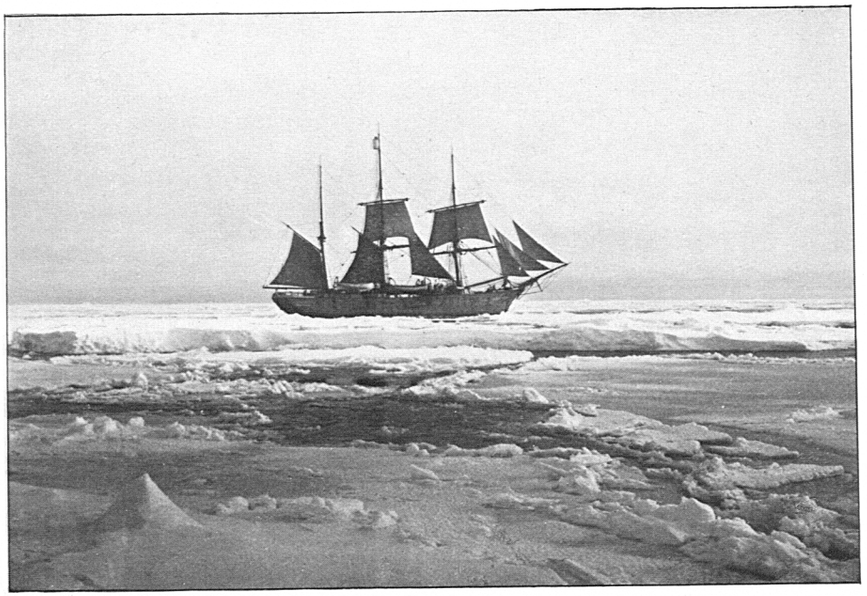


Phot. Arctowski.

Aspect d'un chaînon de vieux hummocks à la suite d'un chasse-neige.

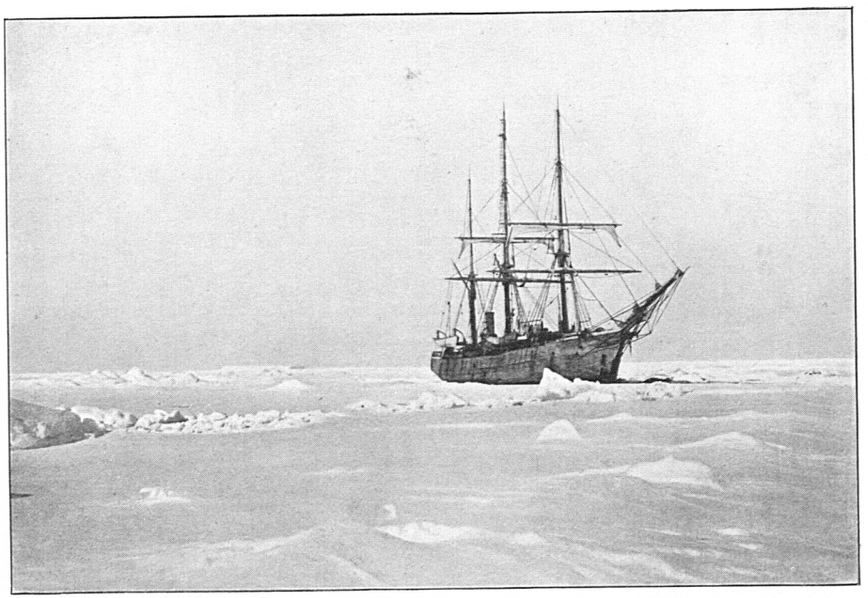


Champs de glace et voies d'eau à la date du 5 mars 1898.



Champs de glace et voies d'eau à la date du 5 mars 1898.

3 février 1899. — Trous de fusion formés dans les environs immédiats du bateau autour d'objets sombres.



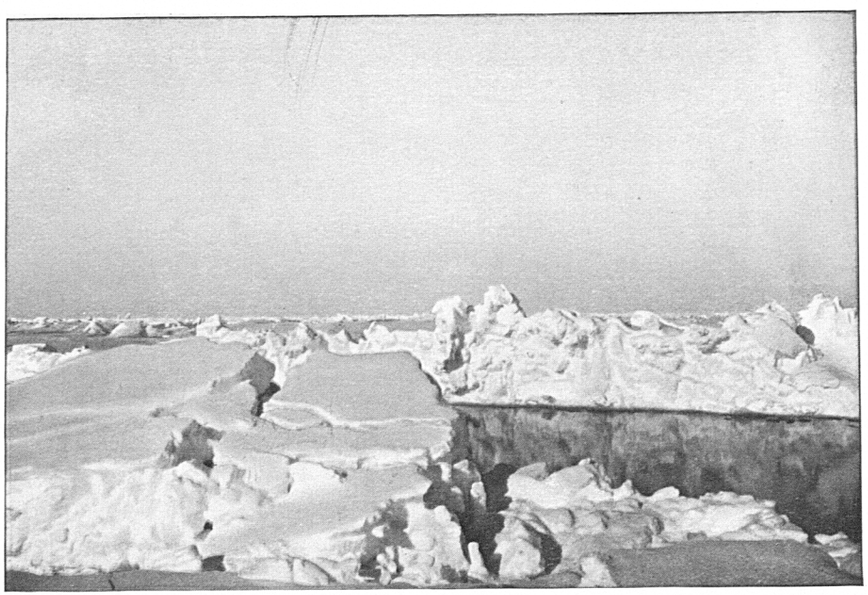
Phot. Arctowski.

Champs de glace entre lesquels la BELGICA s'est avancée le 16 février 1899, resserrés et présentant de légères traces de pressions.

Voie d'eau formée en travers d'anciens hummocks. Crevasse à peine entr'ouverte, ressoudée et légèrement masquée par de la neige chassée

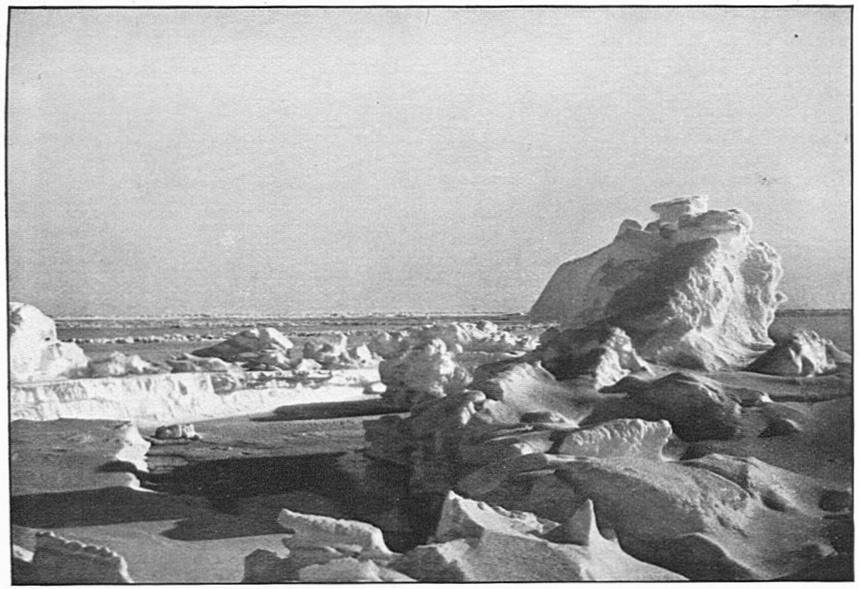
La même voie d'eau que ci-contre s'élargissant encore davantage vers la droite.

Exemple typique d'une cassure nette produite par un effet de traction dans les glaces.

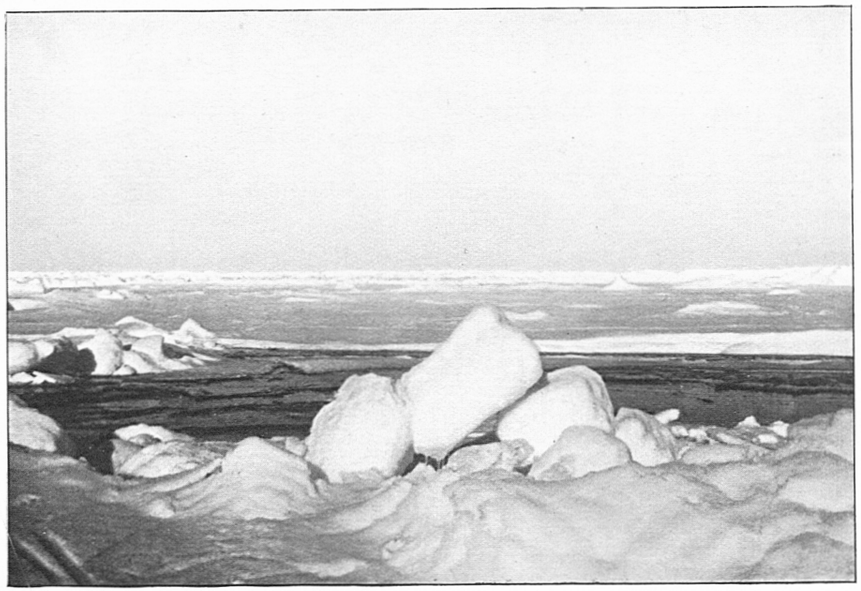


Phot. Arctowski.

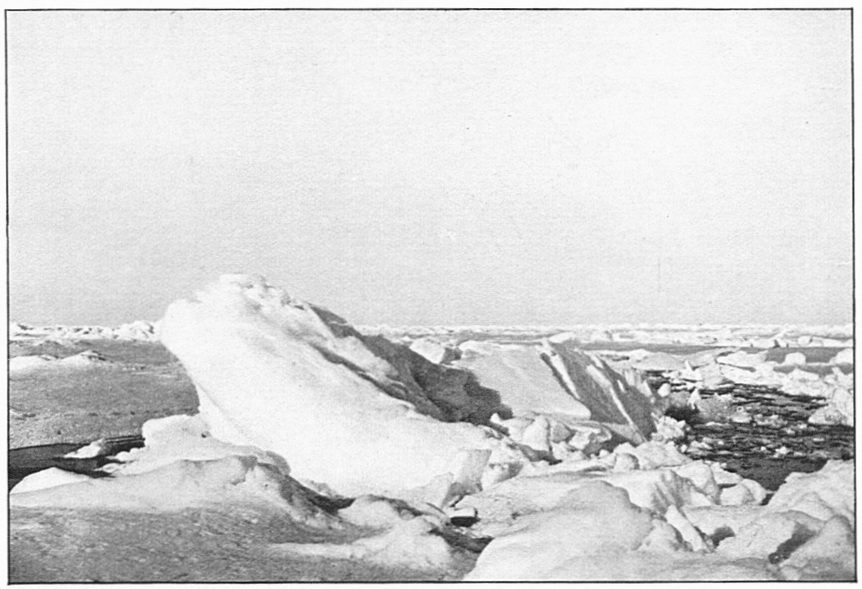
Aspect d'un bloc de glace soulevé et fendu par suite de pressions le long d'une voie d'eau.



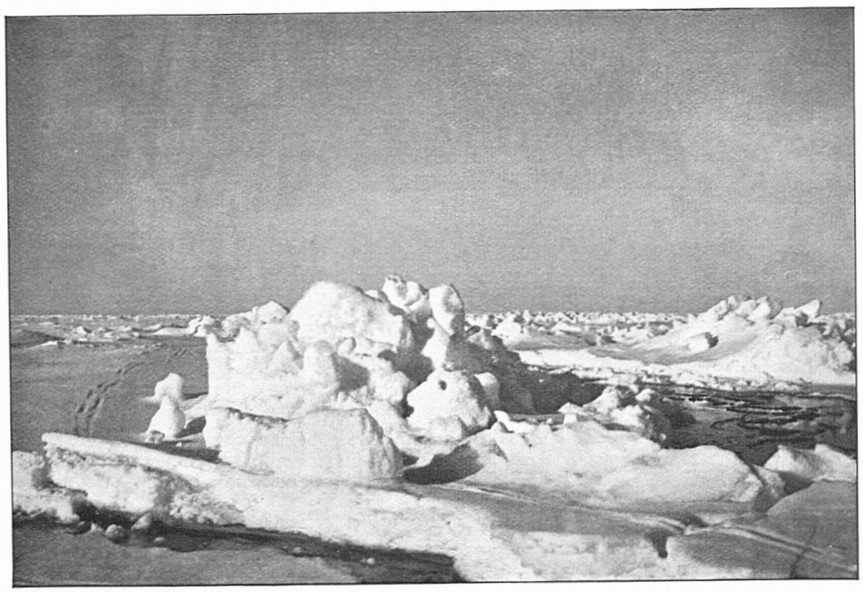
Bloc de vieille glace de mer fortement soulevé par les pressions.



Formation d'un hummock. Voie d'eau couverte de jeune glace.



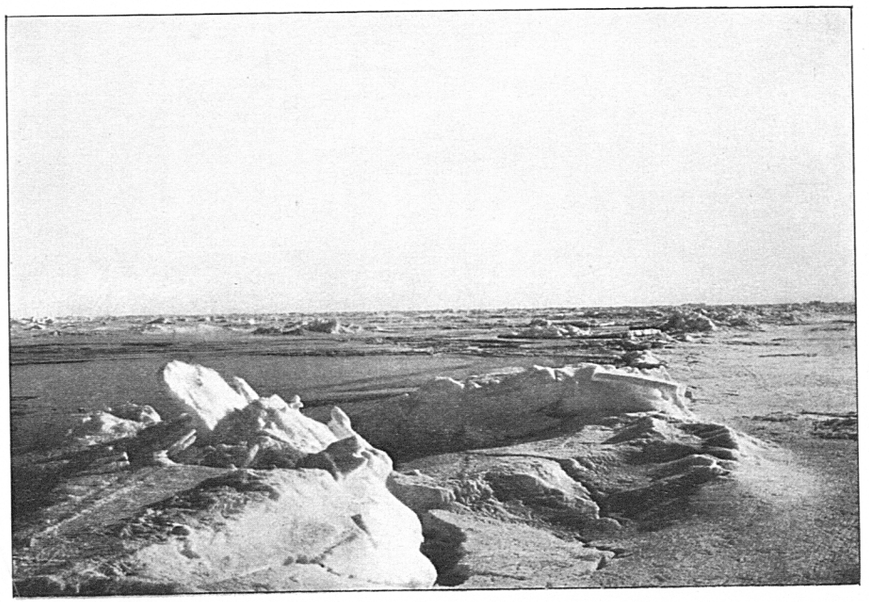
Effets de pressions dans les glaces.



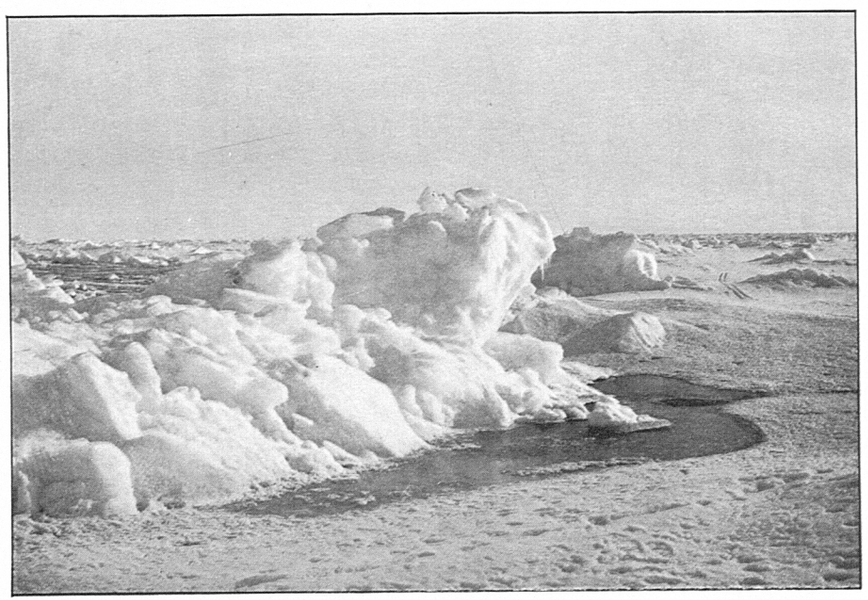
Phot. Arctowski.

Hummocks et voie d'eau.

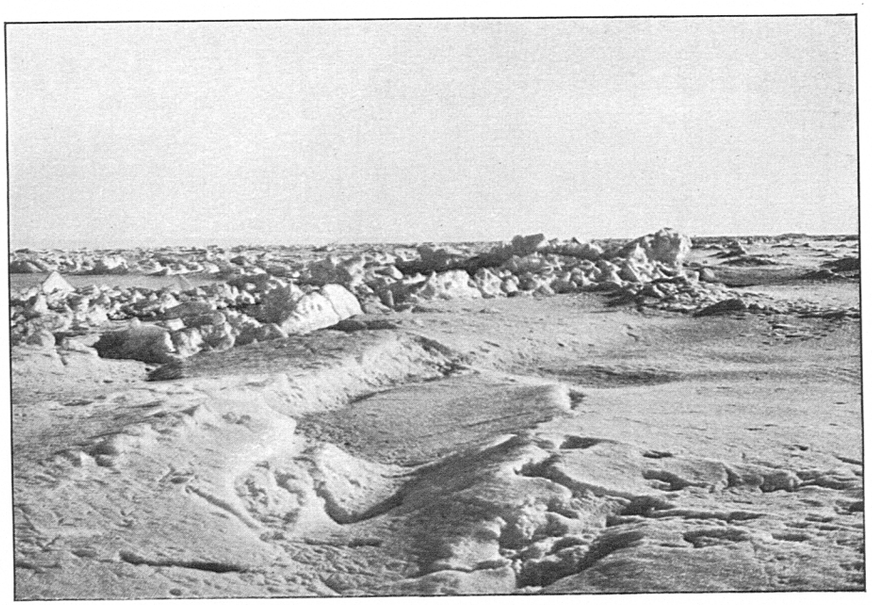
Une fente dans le champ de glace ayant subi une légère compression



Fente légèrement comprimée et formation de plissements dans la glace.



Dépression le long d'un grand hummock. Le poids soulevé force la plaque de glace sur laquelle il repose à s'enfoncer jusqu'en dessous du niveau de l'eau.
Stalactite de glace. Neige corrodée par l'effet du rayonnement solaire.



Phot. Arctowski.

Plissements dans la glace et cassures faisant suite à un alignement de hummocks.
Du moins en été la glace de mer est loin d'être parfaitement rigide.

LISTE DES RAPPORTS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE LA

COMMISSION DE LA "BELGICA„

Les mémoires dont les titres sont précédés d'un astérisque (*) ont déjà paru.

Le classement des rapports dans les volumes III, IV, VI, VII, VIII et IX sera fait ultérieurement.

VOLUME I.

RELATION DU VOYAGE ET RÉSUMÉ DES RÉSULTATS, par A. DE GERLACHE DE GOMERY.

*TRAVAUX HYDROGRAPHIQUES ET INSTRUCTIONS NAUTIQUES (Premier fascicule), pr G. LECOINTE. Frs 67.5

VOLUME II.

ASTRONOMIE ET PHYSIQUE DU GLOBE.

*ETUDE DES CHRONOMÈTRES (deux parties), par G. LECOINTE . . . . . Frs 33,50

OBSERVATIONS MAGNÉTIQUES, par C. LAGRANGE et G. LECOINTE.

*MESURES PENDULAIRES, par G. LECOINTE. Fr. 5.—

CONCLUSIONS GÉNÉRALES SUR LES OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES ET MAGNÉTIQUES, par GUYOU.

VOLUMES III ET IV.

MÉTÉOROLOGIE.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES EN MER LIBRE, par H. ARCTOWSKI.

*RAPPORT SUR LES OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES HORAIRES, par H. ARCTOWSKI . . Frs 60,00

*OBSERVATIONS DES NUAGES, par A. DOBROWOLSKI. . . . . » 20,00

*LA NEIGE ET LE GIVRE, pr A. DOBROWOLSKI. Frs 10,00

*PHÉNOMÈNES OPTIQUES DE L'ATMOSPHÈRE, par H. ARCTOWSKI . . . . . Frs 6,00

*AURORES AUSTRALES, par H. ARCTOWSKI . » 11,00

VOLUME V.

OCÉANOGRAPHIE ET GÉOLOGIE.

SONDAGES, par H. ARCTOWSKI.

SÉDIMENTS MARINS, par H. VAN HOVE.

*RELATIONS THERMIQUES, par H. ARCTOWSKI et H. R. MILL . . . . . Frs 10.50

*DÉTERMINATION DE LA DENSITÉ DE L'EAU DE MER, par J. THOULET. . . . . Frs 7,50

*RAPPORT SUR LA DENSITÉ DE L'EAU DE MER, par H. ARCTOWSKI et J. THOULET. . . . . Frs 3,00

COULEUR DES EAUX OCÉANIQUES, par H. ARCTOWSKI.

*LES GLACES, par H. ARCTOWSKI . . . . . Frs 17.50

*LES GLACIERS, par H. ARCTOWSKI . . . . » 35.50

ÉTUDE DES ROCHES, par A. PELIKAN.

QUELQUES PLANTES FOSSILES DES TERRES MAGELLANIQUES, par M. GILKINET.

VOLUMES VI, VII, VIII ET IX.

BOTANIQUE ET ZOOLOGIE.

Botanique.

DIATOMÉES (moins *Chaetocérés*), par H. VAN HEURCK.

PERIDINIENS ET CHAETOCÉRÉS, par FR. SCHÜTT.

ALGUES, par E. DE WILDEMAN.

*CHAMPIGNONS, par Mmes BOMMER et ROUSSEAU Frs 9.50

*LICHENS, par E. A. WAINIO . . . . . » 12,00

*HÉPATIQUES, par F. STEPHANI . . . . . } Frs 28,00

*MOUSSES, par J. CARDOT . . . . . }

CRYPTOGAMES VASCULAIRES, par Mme BOMMER.

*PHANÉROGAMES, par E. DE WILDEMAN . . Frs 62.50

Zoologie.

FORAMINIFÈRES, par VAN DEN BROECK.
RADIOLAIRES, par FR. DREYER.
TINTINOIDES, par K. BRANDT.
*SPONGIAIRES, par E. TOPSENT . . . . . Frs 16,00
*HYDRAIRES, par C. HARTLAUB . . . . . » 8,50
SIPHONOPHORES, par C. CHUN.
*MÉDUSES, par O. MAAS . . . . . Frs 8,50
ALCYONAIRES, par TH. STUDER.
*PENNATULIDES, par H. F. E. JUNGERSEN . . » 3,00
*MADRÉPORAIRES et HYDROCORALLIAIRES, par E. v. MARENZELLER . . . . . } Frs 5,00
*ACTINIAIRES, par O. CARLGREN . . . . . }
CTÉNOPHORES, par C. CHUN.
*HOLOTHURIDES, par E. HÉROUARD . . . . Frs 5,00
*ASTÉRIDES, par H. LUDWIG . . . . . » 19.50
*ÉCHINIDES ET OPHIURES, par R. KŒHLER. » 17,50
CRINOIDES, par J. A. BATHER.
*TURBELLARIEN, par L. BÖHMIG . . . . . Frs 7,00
CESTODES, TRÉMATODES ET ACANTHOCÉPHALES, par P. CERFONTAINE.
*NÉMERTES, par BÜRGER . . . . . Frs 4,50
*NÉMATODES LIBRES, par J. G. DE MAN . . » 23,00
NÉMATODES PARASITES, par J. GUIART.
CHAETOGNATHES, par O. STEINHAUS.
GÉPHYRIENS, par J. W. SPENGEL.
OLIGOCHÈTES, par P. CERFONTAINE.
POLYCHÈTES, par G. PRUVOT et E. G. RACOVITZA.
*BRYOZOAIRES, par A. W. WATERS . . . . Frs 27,50
*BRACHIOPODES, par L. JOUBIN. . . . . » 5,00
ROTIFÈRES ET TARDIGRADES, par C. ZELINKA.
PHYLLOPODES, par HÉROUARD.
*OSTRACODES, par G. W. MÜLLER. . . . . Frs 2,50
*COPÉPODES, par W. GIESBRECHT . . . . . Frs 25,00
*CIRRIPÈDES, par P. P. C. HOEK. . . . . » 2,00
CRUSTACÉS ÉDRYOPHTHALMES, par CH. PÉREZ.
SCHIZOPODES ET CUMACÉS, par H. J. HANSEN.
CRUSTACÉS DÉCAPODES, par H. COUTIÈRE.
PYCNOGONIDES, par G. PFEFFER.
PÉDICULIDES, par V. WILLEM.

*ACARIENS LIBRES, par Dr TROUESSART, et A. D. MICHAEL . . . . . } Frs 7,50
*ACARIENS PARASITES, par G. NEUMANN . . }
*ARAIGNÉES ET FAUCHEURS, pr E. SIMON. }
*MYRIAPODES, par C. v. ATTEMS . . . . . } Frs 11,00
*COLLEMBOLES, par V. WILLEM . . . . . }
*ORTHOPTÈRES, par BRUNNER VON WATTENWYL. }
*HÉMIPTÈRES, par E. BERGROTH. . . . . }
*COLÉOPTÈRES, pr E. ROUSSEAU, A. GROUVELLE, H. SCHOUTEDEN, E. BRENSKE, BOILEAU, BOURGEOIS, E. OLIVIER, L. FAIRMAIRE, G. STIERLIN, A. BOVIE et A. LAMEERE . , , ... } Frs 19,50
*HYMÉNOPTÈRES, par C. EMERY, J. TOSQUINET, E. ANDRÉ et J. VACHAL . . . . . }
*DIPTÈRES, par J. C. JACOBS, TH. BECKER et E. H. RÜBSAAMEN . . . . . }
*SCAPHOPODEN, par L. PLATE. . . . . Fr. 1.00
*GASTROPODES ET LAMELLIBRANCHES, par P. PELSENEER . . . . . } Frs 25,00
*CÉPHALOPODES, par L. JOUBIN . . . . . }
TUNICIERS, par E. VAN BENEDEN.
*POISSONS, par L. DOLLO . . . . . Frs 48,00
BILE DES OISEAUX ANTARCTIQUES, par P. PORTIER.
OISEAUX (*Biologie*), par E. G. RACOVITZA.
OISEAUX (*Systématique*), par HOWARD SAUNDERS.
*CÉTACÉS, par E. G. RACOVITZA . . . . . Frs 24.00
EMBRYOGÉNIE DES PINNIPÈDES, par E. VAN BENEDEN.
*ORGANOGÉNIE DES PINNIPÈDES. I. Les extrémités, par H. LEBOUCQ. . . . . Frs 5.50
ORGANOGÉNIE DES PINNIPÈDES. II. par BRACHET.
ENCÉPHALE DES PINNIPÈDES, par BRACHET.
PINNIPÈDES (*Biologie*), par E. G. RACOVITZA.
*PINNIPÈDES (*Systématique*), par E. BARRETT-HAMILTON . . . . Frs 4,00
BACTÉRIES DE L'INTESTIN DES ANIMAUX ANTARCTIQUES, par J. CANTACUZÈNE.
LA BIOGÉOGRAPHIE DE L'ANTARCTIDE, par E. G. RACOVITZA.

VOLUME X.

ANTHROPOLOGIE.

MEDICAL REPORT, par F. A. COOK.
REPORT UPON THE ONAS, par F. A. COOK.
A YAHGAN GRAMMAR AND DICTIONARY, par F. A. COOK.

REMARQUES. — Il sera éventuellement mis en vente trente collections complètes des mémoires. Ceux-ci pourront être acquis, séparément, aux prix indiqués sur la présente couverture : à l'Office de publicité, **LEBÈGUE & Cie**, 46, rue de la Madeleine, à **BRUXELLES.**

Ces prix seront réduits de 20 % pour les personnes qui souscriront à la série complète des mémoires à la librairie désignée ci-dessus. Toutefois, lorsque la publication sera terminée, les prix indiqués sur cette liste seront majorés de 40 %, pour les mémoires vendus séparément, et de 20 %, pour les mémoires vendus par série complète.

EXPÉDITION ANTARCTIQUE BELGE

RÉSULTATS

DU

VOYAGE DU S. Y. BELGICA

EN 1897-1898-1899

SOUS LE COMMANDEMENT DE

A. DE GERLACHE DE GOMERY

RAPPORTS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉS AUX FRAIS DU GOUVERNEMENT BELGE, SOUS LA DIRECTION

DE LA

COMMISSION DE LA BELGICA

GÉOLOGIE

PETROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNG

DER

GESTEINSPROBEN

I THEIL

VON

A. PELIKAN
IN PRAG

ET

QUELQUES PLANTES FOSSILES DES TERRES MAGELLANIQUES

PAR

A. GILKINET
PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE

LIBRARY
1903-1910
Weather Bureau

ANVERS
IMPRIMERIE J.-E. BUSCHMANN
REMPART DE LA PORTE DU RHIN
1909

C/O
E96-R
Vol-5-
nr-6-Teil 1

23145

Composition de la Commission de la "Belgica"

(Instituée par arrêté royal du 4 Décembre 1899.)

BUREAU :

Président : M. VAN BENEDEN, EDOUARD, professeur à l'Université de Liége, membre de l'Académie royale de Belgique.

Vice-Président : M. A. DE GERLACHE DE GOMERY, conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle, promoteur et commandant de l'Expédition antarctique belge.

Secrétaire : M. G. LECOINTE, directeur scientifique à l'Observatoire royal de Belgique, commandant en second de l'Expédition antarctique belge.

MEMBRES :

MM. ARCTOWSKI, attaché à l'Observatoire royal de Belgique, membre du personnel scientifique de la « BELGICA ».

le Dr COOK, médecin de l'Expédition antarctique belge.

DOBROWOLSKI, membre du personnel scientifique de la « BELGICA ».

RACOVITZA, sous-directeur du Laboratoire Arago de Banyuls-sur-Mer, membre du personnel scientifique de la « BELGICA ».

DONNY, lieutenant-général, aide-de-camp du Roi.

DUPONT, directeur honoraire du Musée royal d'histoire naturelle, membre de l'Académie royale de Belgique.

DURAND, directeur du Jardin botanique de l'Etat, membre de l'Académie royale de Belgique.

LAGRANGE, CH., professeur à l'Ecole militaire, directeur honoraire à l'Observatoire royale de Belgique, membre de l'Académie royale de Belgique.

PELSENEER, professeur à l'Ecole normale de Gand, membre de l'Académie royale de Belgique.

SPRING, professeur à l'Université de Liége, membre de l'Académie royale de Belgique.

STAINIER, professeur à l'Université de Gand.

MEMBRES DÉCÉDÉS :

MM. le Lieutenant-général BRIALMONT, membre de l'Académie royale de Belgique (déc. en juillet 1903).

CRÉPIN, directeur du Jardin botanique de l'Etat, membre de l'Académie royale de Belgique (décédé en mai 1903).

DE LA VALLÉE-POUSSIN, professeur à l'Université de Louvain, membre de l'Académie royale de Belgique (décédé en avril 1903).

DU FIEF, secrétaire-général de la Société royale belge de géographie (décédé en décembre 1908).

ERRERA, LÉO, professeur à l'Université de Bruxelles, membre de l'Académie royale de Belgique (décédé en août 1905).

LANCASTER, directeur scientifique à l'Observatoire royal de Belgique, membre de l'Académie royale de Belgique (décédé en février 1908).

RENARD, professeur à l'Université de Gand, membre de l'Académie royale de Belgique (décédé en juillet 1903).

PETROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNG

DER

GESTEINSPROBEN.

I. THEIL

VON

A. PELIKAN

IN PRAG.

C/O
E96-R
Vol-5-
pt.6-Theil 1-

R 59

Sorti des presses de J.-E. BUSCHMANN, Anvers
le 25 Janvier 1910.

PETROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNG

DER

GESTEINSPROBEN.

I. THEIL

VON

A. PELIKAN

IN PRAG.

Das der nachstehenden Arbeit zu Grunde liegende Gesteinsmaterial war ursprünglich Herrn Prof. RENARD in Gent zur Bearbeitung übergeben worden. Nach seinem Ableben habe ich auf Ansuchen der Kommission über Vermittlung des Herrn H. ARCTOWSKI die Untersuchung übernommen. Obwohl mir die Notizen RENARD's zur Verfügung gestellt wurden, habe ich doch die Arbeit ganz selbständig durchgeführt, da ich in vielen Punkten mit der Auffassung RENARD's nicht einverstanden sein konnte.

Das gesammte Dünnschliffmaterial umfasst ca. 700 Nummern, von denen sich aber der weitaus grösste Theil auf gedredgte Findlinge und nur der kleinere auf Proben von anstehendem Gesteine bezieht.

Nachdem ich sehr viel Zeit mit dem Studium der Schliffe zugebracht hatte, gelangte ich zu der Ueberzeugung, dass in erster Linie doch nur das von anstehendem Gesteine genommene Material zu wissenschaftlicher Verwertung geeignet ist und ich lege daher hier zunächst eine Untersuchung jener Gesteine vor, die bei den zwanzig Landungen im « Archipel de Palmer » gewonnen wurden, denn hier war Gelegenheit geboten anstehendes Gestein zu sammeln und auch das Findlingsmaterial ist in diesem Falle nicht ohne Interesse, denn es ist zu vermuten, dass das an der Küste so ferner Eilande gefundene Material nur aus dem Hinterlande stammen könne, von wo es durch Wasser-bezw. Eistransport herabgebracht worden ist.

Für die Anordnung wurde das geographische Prinzip zu Grunde gelegt. Die dabei nicht zu vermeidenden Wiederholungen sind auf das geringste Mass eingeschränkt worden.

Bezüglich der chemischen Analysen ist zu bemerken, dass dieselben gleich zu Beginn der Arbeit zur Ausführung gegeben wurden ; jetzt würde ich die Auswahl etwas anders vornehmen.

Dem Chemiker, Herrn Adjunkten Dr ZDAREK in Wien, spreche ich für die sorgfältige Ausführung der Arbeit meinen verbindlichsten Dank aus, ebenso Herrn Hofrath E. LUDWIG, der ihm die Benützung des Laboratoriums gestattete.

Ite LANDUNG.

Insel Auguste

64° 02' südl. Breite ; 61° 35' westl. Länge von Greenwich.

Dieses kleine Eiland scheint nach den vorliegenden Gesteinsproben aus Schiefern die mit Diabasen in Verbindung stehen aufgebaut zu sein.

Die *Diabase* zeigen ausgesprochenen « Grünsteinhabitus ». Während aber vom *Augit* nicht einmal kleine Ueberreste vorhanden sind, erscheinen die Feldspathe auffallend gut erhalten. Doch macht sich auch hier die beginnende Umwandlung bereits bemerkbar, indem die Zwillingslamellen undeutlich werden und die Grenzen der Individuen in einander zu verfliessen scheinen. Soweit genauere Bestimmungen überhaupt durchgeführt werden konnten, deuten sie auf die in den Diabasen im allgemeinen vorkommenden basischeren Glieder der Plagioklasreihe.

Im *Chlorit* beobachtet man vereinzelte grüne Nadeln, die sich durch ihre optischen Eigenschaften als Aktinolith erkennen liessen ($\gamma : c$ circa 15°). Es liegt augenscheinlich derselbe Fall vor, den ich seinerzeit aus den Diabasen des Fichtelgebirges beschrieben habe (1). Der Augit geht zunächst in Chlorit über und aus diesem entsteht dann der Aktinolith.

Der *Titanit* findet sich sowohl selbständig in Körnerform, wie auch als sogenannter « Leukoxen » in Verbindung mit Eisenerz. In beiden Fällen stimmen die Eigenschaften so vollständig überein, dass an der sekundären Natur auch der isolirten Körner nicht gezweifelt werden kann.

Kleine Partien der Carbonate rühren wohl von der Zersetzung der Kalknatronfeldspathe und des Augits her.

Mit den Diabasen in engster Verbindung — in demselben Handstücke — kommen Gesteine vor, die eine gewisse Aehnlichkeit mit den *Adinolen* von Przibram in Böhmen und mit jenen aus dem Harz besitzen. Sie bestehen wesentlich aus Quarz, etwas Chlorit, Epidot und Titanit, welch letzterer sich in der Form winziger Körnchen findet, die gerne zu Häufchen zusammentreten. Hie und da ordnen sie sich auch zu geradlinigen Zügen die den Eindruck hervorrufen, dass sie Kontur und Spaltrichtungen eines früher vorhanden gewesenen Krystalls wiedergeben, der dann wohl Titaneisenerz gewesen sein müsste.

Das Strukturbild ist ein eigenthümliches.

Dadurch, dass grössere Quarze in einem Grundmasse-ähnlichen Aggregate eingebettet sind, wird eine pseudo-porphyrische Struktur erreicht, die aber augenscheinlich so entstanden ist, dass einzelne grössere Quarzfragmente des Schiefers unter der Wirkung der Kontaktmetamorphose weiter gewachsen sind. Es besteht somit eine unverkennbare Aehnlichkeit mit der porphyroblastischen Struktur Becke's.

Wie in den meisten Diabasgebieten so finden sich auch hier *Epidot*-reiche Gesteine, die ihren Mineralbestand hauptsächlich der Auslaugung des Eruptivgesteines verdanken. Sie bestehen aus *Epidot*, *Quarz*, *Chlorit*, *Eisenerz* (z. Th. mit Leukoxenrand), Titanit und ungestreiftem Feldspathe der sich als Albit zu erkennen gibt. In einer der untersuchten Proben wird der deutlich gefärbte Epidot durch farblosen oder schwach bräunlichen Klinozoisit ersetzt.

(1) Die Schalsteine des Fichtelgeb., etc. (Sitzber. Wien. Akad., Bd CVIII, Abth. I, November 1899.)

II. LANDUNG.

Insel Moreno

64° 04' südl. Breite; 61° 20' westl. Länge von Greenwich.

Von dieser Lokalität liegen zwei Gesteinsproben vor die als Quarzaugitdiorit und Augitdiorit zu bezeichnen wären, die aber zweifellos demselben Magma ihre Entstehung verdanken. Da beide Proben analysirt worden sind, so dürfte es sich auch empfehlen getrennte Beschreibungen zu liefern.

Quarzaugitdiorit.

Das mittelkörnige Gestein besteht aus *Quarz, Plagioklas*, geringen Mengen von *Orthoklas, Augit,* untergeordneter primärer *Hornblende,* secundärem *Aktinolith, Chlorit, Titanit, Apatit, Eisenerz.*

Der *Plagioklas* bildet grosse, schon mit freiem Auge wahrnehmbare Individuen von meist gut ausgebildeter Form und ist nach dem Albit-, Periklin- und Karlsbader-Gesetze verzwillingt. Die Albitlamellen sind zuweilen von recht ansehnlicher Breite, wie dies gewöhnlich bei den basischeren Gliedern der Mischungsreihe beobachtet wird. Die grösste Auslöschungsschiefe in der zu (010) senkrechten Zone wurde zu 29° bestimmt, was auf einen basischen Labrador schliessen lässt. Auch die Einzelbestimmungen durch Beobachtung der Auslöschungen in den Albit- und Karlsbaderlamellen weisen auf Labradorit als häufig auftretende Mischung hin (8° 30', 25°—17° 20', 37°). Saurere Glieder als Andesin kommen *selbständig* kaum vor; man trifft sie nur als Aussenzone an basischeren Individuen. Hier spielen sie aber eine nicht unwichtige Rolle; denn nach der Analyse entspricht die mittlere Zusammensetzung des Plagioklas der Mischung Ab_{57} An_{43} also einem mittleren Andesin.

Der *Pyroxen* ist lichtgrün (im Dünnschliffe!), nur stellenweise etwas bräunlich und zeigt in auffallend schöner Weise eine Streifung nach 001, wie dies in der Fig. 1 auf Tafel I zu sehen ist, wo ausserdem noch die gewöhnliche Zwillingsbildung nach (100) und die Spaltbarkeit nach (110) zu erkennen ist. Hie und da trifft man wohl auch ein Individuum mit Absonderung nach (100), doch ist dies eine grosse Seltenheit.

Von den typischen Diallagen unterscheiden sich unsere Pyroxene auch durch den Habitus der Krystalle, die langgestreckt säulig entwickelt sind, während bekanntlich bei den Diallagen die gedrungenen Formen herrschen. Die Auslöschungsschiefe beträgt 45° für $\gamma\, c$ nach vorne. Wir haben es demnach mit einem Diallag-ähnlichen Diopside zu thun. Dieser Pyroxen ist aber nur noch zum geringeren Teile unversehrt erhalten. Meist sind seine Durchschnitte von Aktinolithnadeln eingenommen ($c\, \gamma = 17°$), die ganz den Eindruck des Uralits machen. Hie und da sieht man auch chloritische Umwandlungsprodukte des Pyroxens, aus denen schliesslich aber wieder Aktinolith entsteht.

Primäre Hornblende scheint auch vorzukommen, wenngleich sie in den zur Verfügung stehenden Dünnschliffen nur ganz untergeordnet auftritt. Es ist aber doch wichtig ihr Vorhandensein zu betonen, weil sie in anderen Vorkommen eine grössere Wichtigkeit erlangt. Der *Quarz* tritt als letztes Ausscheidungsprodukt in den zwickelförmigen Räumen auf, die von den übrigen Gemengtheilen freigelassen werden. Ausnahmsweise treten auch schriftgranitische

Verwachsungen von Quarz mit dem in geringer Menge vorhandenen Orthoklas auf; sie bilden auch hier, wie in allen Fällen, wo Aehnliches beobachtet wurde, eines der letzten Ausscheidungsprodukte. (Vergl. Tafel II, Fig. 8.)

Der *Apatit* erscheint in grossen Individuen mit staubförmigen Interpositionen, der *Titanit* in kleinen Krystallen und Körnchen, die zuweilen in Chlorit eingebettet und von pleochroitischen Höfen umgeben sind. Das ziemlich reichlich vorhandene Eisenerz ist ausschliesslich *Magnetit*.

Augitdiorit.

Von dem vorher beschriebenen unterscheidet sich dieses Gestein sowohl in Bezug auf die Gemengtheile, als auch in Hinsicht auf die Struktur. (Tafel I, Fig. 2.)

Die *Plagioklase* sind weitaus kleiner und zeigen entschiedene Hinneigung zur Ausbildung tafeliger und leistenförmiger Individuen. In Bezug auf die Ausbildung der Albitzwillinge fällt auf, dass solche mit ganz schmalen neben solchen mit breiten Lamellen neben einander vorkommen. Zonaler Aufbau und Kernkrystalle finden sich ziemlich häufig. Auf Grund der Analyse kann die durchschnittliche Zusammensetzung des Plagioklas nicht basischer sein als die Mischung Ab_{52} An_{48}; wahrscheinlich erleidet aber dieses Verhältniss eine Verschiebung gegen den Albitpol zu, da zur Glimmerbildung Al_2 O_3 verbraucht und damit der Bildung des An-Molekels entzogen wird. Immerhin dürfte aber noch die Zusammensetzung eines basischen Andesin als Mittelwerth übrig bleiben. Im Gesteine selbst findet man häufig Albitzwillinge mit sehr geringen symmetrischen Auslöschungen, was auf Oligoklas hinweist. Die Beobachtung einer Auslöschungsschiefe von $5^o \perp \alpha$ führt auf Ab_{75} An_{25}.

Dem gegenüber steht als basisches Glied der Reihe ein mittleren Labrador der Mischung Ab_{35} An_{65}, nachgewiesen durch einen Schnitt nach (010) = M, in welchem die Axenebene mit den Spaltrissen nach 001 den Winkel von 25° bildet. Um diesen Labradorkern legt sich eine Hülle herum, deren Auslöschungsschiefe 3° im gleichen Sinne beträgt, was beiläufig Ab_{65} An_{35} d. i. sauren Andesin anzeigt.

Der licht grüne und auffallend frische *Augit* bildet ebenfalls nur kleinere Individuen die sich gerne zu Häufchen ballen, die zwischen den Plagioklasen ihren Platz finden. Nicht gerade selten kommt es dabei auch zur Ausbildung einer ophitischen Struktur. Die Auslöschung c wurde in einem Falle mit 47° 30′ bestimmt. Da sich zuweilen wenn auch viel seltener die früher beschriebene Streifung nach 001 einstellt, so stimmt der Pyroxen dieses Gesteines mit jenem des Quarzaugitdiorites durchaus überein.

Neben dem monoklinen Pyroxen, manchmal sogar mit ihm in paralleler Verwachsung, kommt ein Glied der *rhombischen Reihe* vor, das durch die gerade Auslöschung die schwächere Doppelbrechung und den deutlichen, wenn auch schwachen Pleochroismus karakterisirt erscheint. Im Uebrigen fällt aber die weitgehende Aehnlichkeit des rhombischen und des monoklinen Minerales auf. Der lichtgrüne Farbenton des nicht pleochroitischen Pyroxens stimmt durchaus überein mit der Farbe der nach $c=\gamma$ schwingenden Strahlen des Bronzits und auch die Lichtbrechung beider Minerale lässt keine Unterschiede erkennen. Auffallend ist, dass auch in völlig frisch erscheinenden Individuen die Axenebene senkrecht zu den Spaltrissen liegt.

Der rhombische Pyroxen zeigt zuweilen den Beginn einer Serpentinisirung; der Prozess beginnt aussen und schreitet unter Auffaserung des Krystalles nach innen fort.

Als weiterer Gemengtheil wäre der allerdings nur spärlich vorhandene *Biotit* zu erwähnen. Er unterliegt einer Umwandlung zu Chlorit. In ganz geringer Menge ist auch *Quarz* vorhanden, der entweder selbständig, oder in schriftgranitischer Verwachsung mit *Orthoklas* auftritt.

Der *Magnetit* tritt so wie im Quarzaugitdiorite ziemlich reichlich auf, zeigt aber eine ganz andere Vertheilung. Während er dort zu grösseren Partieen vereinigt auftritt, sehen wir hier Körner von annähernd gleicher Grösse gleichmässig im ganzen Gesteine vertheilt.

Der *Apatit* ist hier in grösserer Menge vorhanden, was auch aus der Analyse zu ersehen ist.

In Bezug auf die Struktur (Tafel I, Fig. 2) wäre hervorzuheben, dass durch die leistenförmige Ausbilden der Feldspathe und die geringeren Dimensionen der Pyroxene eine Annäherung an gewisse Basalt- bezw. Diabasstrukturen bewirkt wird. Genauere Beschreibungen der Fundpunkte liegen nicht vor; man wird aber durch den Vergleich des Mineralbestandes und der chemischen Natur des Gesteines auf die Vermutung gebracht, dass man es mit einer Randfacies des Hauptgesteines zu thun habe.

Die nachstehend angeführten chemischen Analysen dieser beiden Gesteine, sowie alle übrigen in der vorliegenden Arbeit enthaltenen, hat wie schon erwähnt wurde Herr Dr Emil Zdarek, Adjunkt am chemischen Laboratorium des Herrn Hofrathes E. Ludwig in Wien ausgeführt.

Für jedes Gestein sind angegeben: 1. die Analysenzahlen; 2. die Molecularproportionen, und 3. deren Umrechnung auf 100. Schliesslich wurde die Osann'sche Berechnung durchgeführt und die Projection vorgenommen. Ich habe es für zweckmässig erachtet, die Zahlen a, c und f mit Osann auf die Summe 20 zu berechnen, weil dann die zahlreichen von Osann berechneten Beispiele unmittelbar verglichen werden können, benütze aber zur Projektion Dreiecke deren h = 10 ist, d. h. es werden auf A, C und F-Höhe je $\frac{1}{2}$(a, c, f) aufgetragen was ja ohne Schwierigkeit durchgeführt werden kann.

Analyse I

	Analysen-zahlen	Molecular-proport.	Dieselben auf 100 gerechn. u. wasserfrei	
H_2O	1.57	8.715		* = 0.19% Mn_3O_4
SiO_2	55.33	91.605	61.10	6.11 Fe_2O_3 ~ 5.49 FeO, daher im
TiO_2	0.14	0.174	0.13	Ganzen 10.83 FeO
P_2O_5	0.53			
Al_2O_3	14.72	14.403	9.61	S = 61.10
FeO	5.34	15.067	10.04	A = 4.35 a = 3
Fe_2O_3	6.11			C = 5.26 c = 3.6
MnO	0.18*	0.253	0.17	F = 19.55 f = 13.4
CaO	7.56	12.239	8.15	
MgO	3.91	9.688	6.45	n = 7.95 Reihe α
Na_2O	3.23	5.201	3.46	k = 1.09
K_2O	1.26	1.336	0.89	m = 6.7 Reihe φ
Li_2O	ger. Spur			
	99.88	158.681	100.00	

Analytische Belege zu vorstehender Analyse :

0.8943 g Substanz gaben	0.0140 g	H_2O	=	1.57 %
0.8102 g »	0.4483 g	SiO_2	=	55.33
	0.0011 g	TiO_2	=	0.14
	0.0612 g	CaO	=	7.56
	0.1019 g	Fe_2O_3	=	12.57
	0.0015 g	Mn_3O_4	=	0.19
	0.1193 g	Al_2O_3	=	14.72
0.0875 $Mg_2P_2O_7$ =	0.0317 g	MgO	=	3.91
0.8420 g Substanz gaben 0.0681 g Chloride	0.0106 g	K_2O	=	1.26
0.0546 g K_2PtCl_6	0.0272 g	Na_2O	=	3.23
		Li_2O	=	ger. Spur

0.5000 g verbrauchten 4.0 cm³ KMn O_4-lösung.

(1 cm³ = 0.00668 g FeO) ~	0.02672 g	FeO	=	5.34 %
entsprechend 5.93 % Fe_2O_3,				
bleibt Fe_2O_3 + P_2O_5			=	6.64 %
1.0438 g Substanz gaben 0.0086 g $Mg_2P_2O_7$ entsprechend	0.0055 g	P_2O_5	=	0.53
Demnach Fe_2O_3			=	6.11

Analyse II

	Analysen-zahlen	Molecular proport. Directe Werte	Auf 100 und wasserfreie Subst. gerechnet	
H_2O	1.52	8.437		0.96 P_2O_5 + 1.25 CaO = 2.21
SiO_2	51.16	84.702	57.31	Apatit
TiO_2	0.07	0.087	0.06	7.09 Fe_2O_3 entspr. 6.38 FeO
P_2O_5	0.96*			daher im Ganzen 13.62 FeO
Al_2O_3	16.12	15.773	10.67	
FeO	7.24	18.948	12.82	S = 57.37
Fe_2O_3	7.09			A = 4.04 a = 2.6
MnO	0.15	0.211	0.14	C = 6.63 c = 4.2
CaO	8.55*(7.30)	13.005	8.79	F = 21.29 f = 13.2
MgO	3.68	9.118	6.17	
Na_2O	3.33	5.362	3.63	n = 8.9 Reihe α
K_2O	0.57	0.604	0.41	k = 0.97
Li_2O	min. Spur			m = 7.8 Reihe *v*
	100.44	156.247	100.00	

Belege :

0.8181 g Substanz gaben	0.0124 g	H_2O	= 1.52 %
0.8594 g » »	0.4397 g	SiO_2	= 51.16
	0.0006 g	TiO_2	= 0.07
	0.1385 g	Al_2O_3	= 16.12

0.1383 g Fe_2O_3 = 16.09 %
0.0014 g Mn_3O_4 = 0.16 % = 0.15 % Mn O
0.0735 g CaO = 8.55 %
0.0872 g $Mg_2P_2O_7$ = 0.0316 g MgO = 3.68 %
0.8314 g Substanz gaben 0.0596 g Chloride
0.0244 g K_2PtCl_6 =
0.0047 g K_2O = 0.57 %
0.0277 g Na_2O = 3.33 %
Li_2O = min. Spur

0.5076 g verbrauchten 5.5 cm³ $KMnO_4$-lösung.
1 cm³ = 0.00668 g FeO, daher 0.03674 g FeO = 7.24 FeO
7.24 FeO ~ 8.04 Fe_2O_3, es bleibt daher Fe_2O_3 = 8.05 %
1.0182 g Substanz gaben 0.0153 g $Mg_2P_2O_7$ entsprechend 0.0098 g P_2O_5 = 0.96 %, welche von dem Fe_2O_3 abzuziehen sind. Demnach Fe_2O_3 = 7.09 %.

QUARZAUGITDIORIT (Analyse I)

		Or	Ab	An	Ca Si O_3	Mg Si O_3	Fe Si O_3	FeO für Magnetit	Quarz
SiO_2	61.23	5.34	20.76	10.52	2.89	6.45	5.21		10.06
Al_2O_3	9.61	0.89	3.46	5.26					
FeO	10.21						5.21	5	
CaO	8.15			5.26	2.89				
MgO	6.45					6.45			
Na_2O	3.46		3.46						
K_2O	0.89	0.89							

Hienach bestände das Gestein annähernd aus :

		Molecular %	
Plagioklas	Ab	27.68	= $Ab_{27.68}$ $An_{21.04}$ = Ab_{57} An_{43}
	An	21.04	
Orthoklas	Or	7.12	
Augit, Hornblende . .		29.10	
Quarz		10.06	
Magnetit	ca	5	
		100.—	

wobei der Pyroxen als Al_2O_3 frei angenommen wurde. Im anderen Falle würde das Al_2O_3 des An-Molekuls heran zu ziehen sein, wodurch das Plagioklasmischungs-Verhältnis eine Verschiebung gegen den sauren Pol zu erleiden müsste.

AUGITDIORIT (Analyse II)

		Or	Ab	An	$CaSiO_3$	$MgSiO_3$	$FeSiO_3$	FeO für Magnetit	Quarz
SiO_2	57.37	2.46	21.78	13.26	2.16	6.17	7 ?		4.54 ?
Al_2O_3	10.67	0.41	3.63	6.63					
FeO	12.96						7 ?	5.96	
CaO	8.79			6.63	2.16				
MgO	6.17					6.17			
Na_2O	3.63		3.63						
K_2O	0.41	0.41							

Demnach bestünde das Gestein aus :

		Molecular %	
Plagioklas	Ab	29.04	$= Ab_{52}\ An_{48}$
	An	26.52	
Orthoklas	Or	3.28	
Augit, Bronzit . . .		30.66	
Magnetit	ca	6	
Quarz	ca	4.5	

Wegen des Thonerdegehaltes des Biotits muss die Menge An-Molecüles in Wirklichkeit geringer sein als die obige Rechnung ausweist.

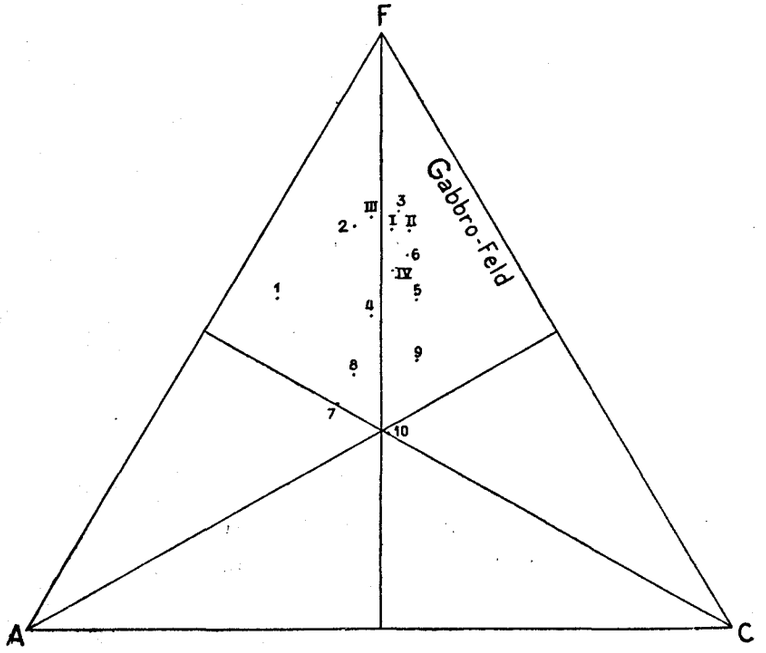


FIG. 1.

Zum Vergleiche wurden die von OSANN (Versuch einer chem. Klassification, I Th.) (1) aufgestellten Diorittypen (2) sowie unsere zwei Gesteine in ein Dreiecksschema eingetragen Fig. 1. Man sieht, dass I etwa in der Mitte zwischen den Typen Montrose (2), Campo major (3) und Schwarzenberg (6) steht und dass, wie auch der mikroskopischen Befund lehrt, II von I nach der Richtung gegen die Gabbros hin abweicht.

(1) T. M. P. M., Bd XIX, Heft 5/6.

(2)

			Typenformel :			
1.	Typus :	Klausen.	$s_{76\cdot5}$	$a_{7\cdot5}$	$c_{1\cdot5}$	$f_{11\cdot}$
2.	»	Montrose.	s_{60}	a_4	$c_{2\cdot5}$	$f_{13\cdot5\cdot}$
3.	»	Campo major.	s_{68}	$a_{2\cdot5}$	$c_{3\cdot5}$	$f_{14\cdot}$
4.	»	Bulle.	s_{67}	a_5	$c_{4\cdot5}$	$f_{10\cdot5\cdot}$
5.	»	Sweetgrass.	$s_{61\cdot5}$	$a_{3\cdot5}$	$c_{5\cdot5}$	$f_{11\cdot}$
6.	»	Schwarzenberg.	s_{57}	a_3	$c_{4\cdot5}$	$f_{12\cdot5\cdot}$
7.	»	Brixen.	s_{74}	$a_{7\cdot5}$	c_5	$f_{7\cdot5}$
8.	»	Szaska.	$s_{71\cdot5}$	$a_{6\cdot5}$	c_5	$f_{8\cdot5}$
9.	»	Avio See.	$s_{71\cdot5}$	$a_{4\cdot5}$	$c_{6\cdot5}$	$f_{9\cdot}$
10.	»	Val Moja.	s_{74}	$a_{6\cdot5}$	c_7	$f_{6\cdot5}$

III. und IV. LANDUNG.

Insel Harry

64° 05' südl. Breite ; 62° 0' westl. Länge von Greenwich.

Von den beiden Landungen auf der Insel Harry hat nur die zweite anstehendes Gestein geliefert und zwar einen Diorit, der wie aus der nachfolgenden Beschreibung hervorgehen wird, mit den bereits abgehandelten Typen die grösste Aehnlichkeit hat. Unter den überaus zahlreich vertretenen Findlingen sind Andesit, Basalt und Basanit (Neph-B.) in mannigfaltiger Ausbildung vertreten.

Quarzfreier Augitdiorit.

Die *Plagioklase* zeigen breite Zwillingslamellen nach dem Albitgesetze ; daneben ist aber auch das Periklin- und das Karlsbader Gesetz vertreten. Als Maximun der symmetrischen Auslöschung wurde 30° gefunden ; ein Schnitt $\perp \gamma$ lieferte 33° 25'; beide Befunde weise auf Labrador (etwa Ab_{40} An_{60}). Zonen-bezw. Kernstruktur ist nicht eben häufig ; wo sie vorkommt, legt sich um den Kern eine ziemlich breite nicht wesentlich saurere Hülle herum, häufiger tritt eine Zusammensetzung aus optisch verschiedenen Theilen auf, welche dem Krystall unter gekreuzten Nicols ein mosaikartiges Aussehen verleiht.

Auch der *Pyroxen* stimmt mit dem bereits beschriebenen überein ; für $c\,\gamma$ wurde gefunden 43°. Die bereits erwähnte Streifung parallel 001 auf Schnitten nach 010 ist hier besonders gut ausgebildet. Eine Messung ergab für den Winkel der Streifen zu c = 74° 15' als Mittel ; der Winkel β beträgt 74° 10'. Unter Zuhilfenahme starker Vergrösserungen liess sich constatiren, dass eine krümelige, aber zusammen hängende Häutchen bildende Substanz die nach 001 eingelagert ist, die Ursache des Hervortretens dieser Richtung bildet. Von einer Zwillingsbildung nach 001 ist meines Erachtens nicht die Rede. Die Erscheinung gehört vielmehr in jene Gruppe, wo das Schichtenwachsthum durch intermittirende Ablagerung fremder Substanzen auf gewissen Flächen sichtbar gemacht wird.

Eine weitere Besonderheit bildet das Auftreten einer wie es scheint bisher noch nicht beobachteten Spaltbarkeit nach $(\bar{3}02)$, die sich auf (010) durch Spaltrisse kundgibt, die mit den eben besprochenen Streifen nach (001) einen Winkel von 44° einschliessen. Der berechnete Winkel für $(\bar{3}02)$ beträgt 44° 57'.

Das Gestein enthält ferner zwei Glieder der *Amphibolgruppe* : ein primäres und ein sekundäres. Die *primäre Hornblende* ist braun mit starken Pleochroismus. Die Absorption ist $\gamma = \beta > \alpha$; β u. γ braun, α = gelb.

Die Auslöschungsschiefe ist auffallend hoch $c\,\gamma$ = 33° im stumpfen Winkel β. Vielleicht gelingt es an neu herzustellenden Präparaten genauere Daten zu ermitteln, als bisher an den überaus spärlichen Durchschnitten möglich war.

Diese primäre Hornblende kommt ausschliesslich in orientirter Verwachsung mit dem Pyroxen vor : gewöhnlich bilden unregelmässig begrenzte Partieen den Kern um den der Augit herumwächst ; ausnahmsweise kommt aber auch das entgegengesezte Verhältnis vor. Poikilitische Verwachsungen der beiden Minerale wobei zahlreiche Hornblende-Partieen innerhalb eines Durchschnittes von Augit erscheinen, sind nicht selten.

Der *sekundäre Amphibol* hat das Aussehen eines Aktinoliths ; er erscheint lichtgrün mit deutlichem Pleochroismus. Die nach γ schwingenden Strahlen sind rein grün mit einem Stich ins blaugrün, jene nach α und β haben deutlich gelbliche Färbung.

Auffallend ist die hohe Auslöschungsschiefe mit sogar über 20° steigenden Werten für $\gamma\, c$. Die sekundäre Hornblende, die infolge ihrer hohen Auslöschungsschiefe wohl nicht als Aktinolith bezeichnet werden kann, entsteht zweifellos nicht nur aus dem Pyroxen, sondern ebenso aus der braunen primären Hornblende.

Diese, bisher wie es scheint nicht sicher nachgewiesene Umwandlung geht in der Weise vor sich, dass die braune Hornblende zuerst in eine granulöse Masse zerfällt, aus der sich dann das schilfige Aggregat der sekundären Hornblende herausbildet. Uebrigens kommen auch Stellen vor, wo die intensiv gefärbte primäre Hornblende direkt in das schilfige Aggregat übergeht. Diese sekundäre Hornblende zeigt auch deutliche Migration, indem Sprünge im Gestein, auch Sprünge in den Feldspathen von ihr ausgefüllt werden. (Tafel I, Fig 3.)

Quarz fehlt vollständig. Eisenerz, wahrscheinlich *Magnetit,* ist recht reichlich vorhanden, tritt aber immer in grösseren Partieen auf, so dass man auf weite Strecken hin im Dünnschliffe nichts als Feldspat Pyroxen Hornblende antrifft, bis man endlich wieder auf eine solche Eisenerzausscheidung stösst.

Von accessorischen Gemengtheilen ist das Gestein völlig frei und es konnte trotz eifrigen Suchens auch nicht *ein* Apatit-Nädelchen aufgefunden werden. Sowohl nach der Zusammensetzung als nach der Struktur zeigt das beschriebene Gestein eine nicht zu verkennende Hinneigung zu den Gabbros.

VI. LANDUNG.

Insel Two Hummocks

64° 06' südl. Breite ; 61° 41' westl. Länge von Greenwich.

Diese Landung lieferte einen Quarz-Diorit von etwas abweichender Beschaffenheit und zwei auf den Etiquetten als Ganggesteine bezeichnete Typen von denen das eine als Melaphyr, das andere als Mikropegmatit zu benennen wäre.

Quarz-Diorit.

Das mittelkörnige Gestein besteht aus Plagioklas, Hornblende, Biotit, Augit, Quarz, Apatit und Magnetit.

Die Plagioklase zeigen zuweilen schönen zonalen Aufbau, mit breiten Zwillingslamellen nach dem Albitgesetze. Die am meisten basischen Kerne gehören dem Labradorit ($Ab_{50}\, An_{50}$) an ; die äusseren Zonen sind in der Regel saurer Andesin, ausnahmsweise basischer Oligoklas. Häufig sind die Feldspathkerne mit dunklen staubförmigen Einschlüssen durchsetzt (bestäubt).

Die Hornblende ist braun und besitzt die gewönlichen Eigenschaften der gemeinen Hornblende, ihre Auslöschung beträgt 23° $c\, \gamma$. Interessant ist die Verwachsung mit einem im Dünnschliffe licht grün werdenden monoklinen Pyroxen mit ca. 47° Auslöschungschiefe $c\, \gamma$, was etwa einem Endgliede der diopsidischen Pyroxene entspricht.

Die Verwachsung is eine parallele, so dass meist, wenn auch nicht ausnahmslos die

010-Flächen und die *c*-Axen zusammenfallen. Der Pyroxen *wird dabei stets von der Hornblende eingeschlossen*, während sonst das umgekehrte Verhältnis platzgreift, wie z. B. in dem Diorite von Konopischt bei Beneschau in Böhmen.

Auch der Glimmer verhält sich wie ein normaler Biotit mit kleinem Axenwinkel. Seine Bildung hat früher begonnen als jene der Hornblende, was sich aus der idiomorphen Ausbildung erkennen lässt; das Endstadium der Glimmerbildung und jenes der Hornblendebildung greifen ineinander ein.

Apatit ist reichlich vorhanden; seine langgestreckten, prismatischen Krystalle durchspicken die älteren Ausscheidungen, insbesondere die Glimmer, Feldspathe und Hornblende-Krystalle. Magnetit findet sich in Körnern und Krystallen.

Endlich wäre noch der Quarz hervorzuheben der, wie schon aus dem Quotienten k = 1.16 folgt, in nicht unerheblicher Menge vorhanden ist. Er ist durch reichliche Flüssigkeitseinschlüsse ausgezeichnet.

Analyse III

	Analysenzahlen	Molecularproportionen	Dieselben auf 100 und wasserfreie Subst. gerechnet	
H_2O	1.74	9.659		3.15 Fe_2O_3 entspricht 2.84 FeO, daher im Ganzen 9.22 % FeO.
SiO_2	56.30	93.212	61.34	
TiO_2	0.06	0.075	0.05	
P_2O_5	0.16	0.113	0.07	S = 61.39
Al_2O_3	15.91	15.568	10.24	A = 4.43
FeO	6.38	12.827	8.44	C = 3.96
Fe_2O_3	3.15			F = 18.06
MnO	Spur			n = 8.1 α Reihe (n > 7.5)
CaO	8.10	14.431	9.50	k = 1.16
MgO	3.64	9.019	5.93	m = 7.9 ν Reihe (m > 7.5)
Na_2O	3.41	5.491	3.61	
K_2O	1.17	1.241	0.82	a = 3.4
				c = 2.8
	100.02	161.636	100.00	f = 13.8

0.8485 g Substanz gab 0.0148 g H_2O = 1.74 %
0.7952 g » » 0.4477 g SiO_2 = 56.30
0.0005 g TiO_2 = 0.06
0.1265 g Al_2O_3 = 15.91
0.0827 g Fe_2O_3 = 10.40
0.0644 g CaO = 8.10
0.0800 g $Mg_2P_2O_7$ = 0.0290 g MgO = 3.64
MnO = Spur
0.8097 g Substanz gab 0.0667 g Chloride } 0.0095 g K_2O = 1.17
0.0490 g K_2PtCl_6 } 0.0276 g Na_2O = 3.41
Li_2O = 0

0.5029 g verbrauchten 4.8 ccm. $KMnO_4$-lösung.
1 ccm. $KMnO_4$-lösung entspricht 0.00668 g FeO, daher
FeO = 0.032064 g = 6.38 %
6.38 % FeO entspr. 7.09 Fe_2O_3, daher bleibt für Fe_2O_3 (inclusive P_2O_5) = 3.31 %
1.0055 g Substanz gab 0.0025 g $Mg_2P_2O_7$, entsprechend 0.0016 g P_2O_5 = 0.16 %

Trägt man das Gestein in das OSANN'sche Dreieck ein (siehe Textfigur 1 auf p. 10 Punkt III), so ergibt sich, dass sein Projektionsort fast mit der N° 109 OSANN's zusammenfällt, die einem Augitglimmerdiorit, Rock Creek, Mont. entspricht, für den die Werthe gelten :

S = 61.67 A = 5.23 C = 4.49 F = 18.82 a = 3.5 c = 3 f = 13.5 n = 5.9 β-Reihe.

Melaphyr.

RENARD hat diese Bezeichnung für das Gestein gewählt. Obwohl die Natur der Feldspathe nicht ganz dem Melaphyrbegriffe entspricht, so ist es anderseits schwer wegen des wahrscheinlich vorhanden gewesenen Olivins eine andere besser entsprechende Einreihung vorzuschlagen. Eine chemische Analyse liegt leider nicht vor.

Die *Feldspathe* bilden tafelförmige Krystalle mit vor herrschendem (010) ; sie erreichen ziemliche Grösse, ohne aber deutlich in zwei Generationen geschieden zu sein. Die Zwillingsbildung erfolgt ausschliesslich nach dem Albitgesetze und ist karakterisirt durch spärliche Wiederholungen, so dass eigentliche Zwillinge verhältnismässig häufig zur Beobachtung gelangen. Der Erhaltungszustand lässt schon auf saure Mischungen schliessen, da nirgends Carbonatbildung zu bemerken ist ; die Untersuchung der optischen Verhältnisse bestätigt diese Vermutung. Zur Zwillingsgrenze parallel auslöschende Schnitte sind häufig neben solchen bei denen die Auslöschung einen ganz kleinen Winkel, dessen Maximum etwa 6° beträgt bildet, so dass man schliessen muss, dass die Hauptmasse des Feldspaths einem Oligoklas zugehört. Obwohl nun bei Melaphyren in der Regel weit basischere Mischungen beobachtet werden, so fehlen doch Analoga keineswegs, wie ROSENBUSCH (Mikroskop. Physiogr. d. mass. Gest., II Aufl., p. 1162) hervorhebt.

Die *Augite* sind grauviolett und bilden meist abgerundete Körner ; doch kommen auch ausnahmsweise idiomorph ausgebildete Krystalle vor, bei denen insbesondere die Prismenzone gut entwickelt ist, was an den karakteristischen Querschnitten zu erkennen ist.

Das Gestein war ziemlich reich an *Olivin*. Seine in der Regel scharf begrenzten Krystalldurchschnitte umschliessen aber nur mehr Umwandlungsprodukte. Wie die Fig. 4, Tafel I erkennen lässt, liegen in den Krystalldurchschnitten in einer äusseren Zone, oder rechts und links von Sprüngen die Serpentin-Aggregate die wahrscheinlich aus Blättchen bestehen und daher dem Antigorit zu zurechnen sein dürften. Die centralen Partieen erscheinen im Mikroskope grau oder bräunlich und erweisen sich bei starker Vergrösserung als zth. schuppige, zth. körnige Aggregrate von farblosen stark doppeltbrechenden Individuen, mit niedrigem Brechnungsquotienten, die aller Wahrscheinlichkeit nach dem Talk angehören dürften. In anderen Fällen trifft man in diesen Partieen stengelige Individuen an, die sich durch ihr optisches Verhalten als *Tremolit* zu erkennen geben.

Diese Art der Umwandlung ist bereits bekannt und findet sich ROSENBUSCH, Mikr. Phys., Bd I, 2. Hälfte, p. 393, erwähnt.

Zwischen den bisher beschriebenen Mineralen lagern *chloritische Partieen* und im ganzen Gesteine vertheilt trifft man Körner von *Magneteisen* an. Runde, walzenförmige, zuweilen mit warzigen Fortsätzen versehene Körner mit hoher Lichtbrechung und starker Doppelbrechung halte ich für *Titanit*.

Mikropegmatit.

Das zweite anstehend gefundene Ganggestein ist ein typischer Schriftgranit. Seine Hauptmasse bildet die bekannte Verwachsung von *Quarz* und *Orthoklas*. Untergeordnet finden sich Stellen, wo der letztere durch *Mikrolin* ersetzt ist. Geringe Mengen von Plagioklas, die aber niemals mit Quarz verwachsen angetroffen wurden, erweisen sich als saurer Oligoklas (symm. A = 10° Lichtbrechung < als bei Quarz). Accessorisch tritt in geringer Menge grüne *Hornblende* nebst *Biotit* auf; letzterer ist fast zur Gänze chloritisirt, wobei einzelne Körner von Epidot ausgeschieden wurden.

Unter den nicht anstehend beobachteten, sondern nur als Lesestücke gesammelten Gesteinen ist die Mannigfaltigkeit weitaus grösser.

Ausser Vertretern der bereits beschriebenen Typen liegen noch vor :

Granite,

Porphyrite,

Gneise und gneisähnliche krystalline Schiefer, klastische Gesteine : Schiefer, Sandsteine.

Granite.

Diese gehören ausnahmslos der Alkalikalkreihe an, wie es in einem Dioritgebiete von vorneherein erwartet werden durfte. Die Menge des zum *Oligoklas* gehörigen Plagioklas kann zuweilen eine recht beträchtliche werden. Hervorgehoben zu werden verdienen die perthitischen Verwachsungen bei denen sich *Orthoklas* und Plagioklas unregelmässig zu durchdringen pflegen.

Der *Orthoklas* umrandet zuweilen auch den Oligoklas.

Von eisenhaltigen Gemengtheilen wurde nur *Biotit* beobachtet, der aber meist stark chloritisirt erscheint. Pleochroitische Höfe um Zirkoneinschlüsse sind nicht gerade selten.

Der *Quarz* ist besonders reich an Flüssigkeits-Einschlüssen.

Anschliessend hieran sind die Proben von pegmatitischen Gesteinen, Schriftgraniten, zu erwähnen, die sich durch grosse Mannigfaltigkeit auszeichnen, welche hervorgerufen wird durch einen Wechsel der Korngrösse. Von makroskopisch als grobkörnig zu bezeichnenden Stücken bis zu mikroskopisch-granophyrischer Ausbildung liegen alle Uebergänge vor.

Bei den Proben mit gröberem Korne ist die perthitische Ausbildung der Feldspathe bemerkenswert. Es liegt dieselbe unregelmässige Durchdringung von Orthoklas mit Plagioklas vor, wie sie bei den Graniten erwähnt worden ist, und sie gibt Zeugnis von der engen Verwandtschaft, der « consanguinity » aller hier vorkommenden Gesteine untereinander.

Porphyrite.

Die als Porphyrite zu bezeichnenden Gesteine gehören zwei verschiedenen Typen an :

Der eine derselben ist auffallend arm an Einsprenglingen und besteht wesentlich aus mikrolithischen, im Dünnschliffe leistenförmig erscheinenden Plagioklas-Individuen, von denen

die meisten einfache Zwillinge bilden, deren geringe Auslöschungsschiefen auf einen sauren Oligoklas hinweisen. Zwischen diesen Plagioklasen liegen allotriomorphe Körner von Quarz, die durch ihre vielfach gelappten und verästelten Umrisse an die Quarze der krystallinen Schiefer erinnern. Unter den mir bekannten Gesteinen zeigt nur der « Glimmerporphyrit vom Nagelkopf » im Saar-Nahe-Gebiet (1) etwas Aehnliches, wenn auch die Erscheinung dort nicht so ausgesprochen ist wie hier.

Dunkle Gemengtheile waren unzweifelhaft vom Anbeginne an nur in geringer Menge vorhanden und sind bereits vollständig chloritisirt unter Ausscheidung von Carbonat, das sich in unregelmässig umgrenzten Partieen von zuweilen recht ansehnlicher Grösse vorfindet.

Als accessorischer Gemengtheil kommt nur *Titanit* vor. Er bildet rundliche Körner, walzenförmige mit warzenförmigen Fortsätzen versehene Gebilde oder spindelförmige Gestalten; niemals aber zeigt er eigene Krystallformen. Diese Art des Auftretens scheint dafür zu sprechen, dass er keine primäre Entstehung hat, sondern bei der Zerlegung der dunklen Gemengtheile gebildet wurde.

Der zweite Typus ist gekennzeichnet durch reichliches Auftreten von Einsprenglingen, die entweder zahlreiche Zwillingslamellen nach dem Albitgesetze zeigen oder aber der Zwillingslamellirung ganz oder zum grössten Theile entbehren, im letzteren Falle weisen sie aber dann fast ausnahmslos perthitische Verwachsungen auf. Die *Plagioklase* gehören nach ihrem optischen Verhalten zum Oligoklas und dürften durchschnittlich der Mischung $Ab_{70}\ An_{30}$ entsprechen. Einzelne nicht lamellirte Feldspath-Individuen sind *Orthoklas*.

Die Grundmasse besteht aus einem Aggregate von *Feldspathmikrolithen* und *Quarzkörnern*, die mit vielfach gezackten und gelappten Rändern in einander greifen und auf diese Weise ein verschwommen contourirtes Aggregat bilden, wie es von pilotaxitischen Grundmassen bekannt ist. Zur Aufhebung der Schärfe der Begrenzung trägt auch bei, dass der dunkle Gemengtheil — wahrscheinlich Augit — gänzlich zersetzt ist, so dass nur sehr spärliche Ueberreste ehemaliger Krystallbegrenzungen auf seine Gegenwart zu schliessen gestatten. An seiner Stelle findet man allenthalben im Dünnschliffe verstreut ein anscheinend blättriges Mineral von ausgesprochenem Pleochroismus braun-gelb, starker Licht- und hoher Doppelbrechung, das wohl als Glimmer angesprochen werden muss Innerhalb einzelner Glimmernester finden sich sehr schwach doppelbrechende Chloritpartieen, die wahrscheinlich das erste Umwandlungprodukt des Augits darstellen. Der Biotit ist dann vermutlich aus Chlorit abzuleiten. Grössere Partieen von Epidot stammen von dem zersetzten Augite her, dessen Ca-Gehalt in sie übergegangen ist.

Vereinzelt finden sich dann *Zirkonkryställchen* mit pleochroitischen Höfen innerhalb der Glimmerpartieen und *Apatitsäulchen* zerstreut im ganzen Gesteine. Sehr spärlich *Magnetit*.

Zum Schlusse möchte ich noch eine Serie von Gesteinsproben besprechen, die dadurch das grösste Interesse erwecken, dass sie in fast lückenloser Weise die Umbildung des Hauptgesteins dieser petrographischen Provinz, des Quarzdiorits, in einen Orthogneis veranschaulichen. Man wird sich die Sache wahrscheinlich so zu denken haben, dass der Gebirgsdruck an verschiedenen Stellen verschieden stark gewirkt hat und dass die einzelnen Proben durch ihren Umwandlungsgrad diese Wirkung zum Ausdrucke bringen.

(1) In der von VOIGT und HOCHGESANG bezogenen Dünnschliff-Sammlung nach ROSENBUSCH unter N° 260 enthalten.

Der schwächste Grad der *Umformung* besteht darin, dass die Quarze des Diorits undulöse Auslösung und im weiteren Verlaufe kataklastische Phänomene zeigen. Es tritt ein randliches Zerbröckeln der einzelnen Individuen ein, so dass anfänglich die Quarze einen undulös auslöschenden Kern bilden, der von einem Kranze abgequetschter Fragmente umgeben ist (Taf. I, Fig. 5, 6.). Die Plagioklase geben anfangs dem Drucke nach und zeigen gebogene Zwillingslamellen bei stark undulöser Auslöschung (Taf. I, Fig. 7); erst später tritt zur Verbiegung eine Zerbrechung, die merkwürdigerweise zuweilen in einzelnen Streifen im Individuum besonders intensiv ist (Taf. I, Fig. 8). Weitere Umformungen sind häufig nicht zu constatiren, es sei denn, dass man die Bildung der strahlsteinartigen Hornblende hieher rechnen will, wofür ja die häufig zu machende Beobachtung spricht, dass bei dynamometamorphen Unwandlungen strahlsteinartige Hornblenden entweder direkt oder durch ein Chloritstadium hindurch aus primären Amphibolen und Pyroxenen entstehen.

Ein anderer Dünnschliff zeigt den ganzen Quarz zu einem gleichmässigen klastischen Aggregate aufgelöst, auch die Feldspathe sind zerbrochen und ihre Bruchstücke liegen zerstreut zwischen den Quarzfragmenten (Taf. II, Fig. 1). Eine Aenderung der chemischen Natur der Plagioklase ist in diesem Stadium nicht zu bemerken. Hingegen sind die dunklen Gemengtheile stark alterirt und zu Biotit verwandelt, der in Form winziger Schüppchen das ganze Gestein durchsetzt, die einzelnen Quarz- und Feldspath Fragmente einhüllt und solcherart gewissermassen die Rolle des Bindemittels bei klastischen Gesteinen spielt. Das Bild, das dieses Gestein liefert, ist völlig das eines polymikten Sandsteines mit glimmerigem Cäment (Tafel II, Fig. 1), obwohl natürlich die Bildungsweise eine total verschiedene ist. Dem Auftreten des Biotits als einzigem, farbigem Gemengtheile darf vielleicht keine allzugrosse Bedeutung beigelegt werden; denn in anderen Proben erscheint Strahlstein neben Biotit, wie die zunächst zu beschreibenden Proben zeigen werden. Es mag das von der ursprünglichen Vertheilung der dunklen Gemengtheile im Diorit abhängen.

Die nächste Probe zeigt in soferne einen Fortschritt in der Entwicklung, als sich ganz deutlich eine Lagenstruktur herauszubilden beginnt (Tafel II, Fig. 2 u. 3). Die Quarze, die vorher als unregelmässige Bruchstücke auftraten, beginnen mehr und mehr linsenförmige, flachere Gestalten anzunehmen um die sich die dunklen Gemengtheile, hauptsächlich der Biotit herumschmiegen und sich wohl auch an den Spitzen der sphärischen Zweiecke als Form der Linsendurchschnitte ansammeln, was auf ein Abgleiten der Schüppchen auf der gekrümmten Oberfläche der Linsen unter dem Einflusse benachbarter Quarzmassen zurückzuführen sein wird, die der Gebirgsdruck einander näher zu bringen bestrebt ist.

Hand in Hand mit dieser auf starken Druck hindeutenden Textur- und Strukturentwicklung geht ein sehr bemerkenswerther chemischer Prozess vor sich : der bis dahin zwar zerbrochene, aber in seinem chemischen Bestande nicht veränderte Plagioklas wird trübe, zerfällt in eine krümelige Masse zwischen der unter $\times$ Nicols vereinzelte farblose Glimmerschüppchen hervorleuchten, und schliesslich sieht man als Endresultat das Auftreten reichlicher Körner von Zoisit und weniger zahlreicher Muscovitblättchen. Die Entstehung von Albitkörnern konnte zwar nicht mit völliger Sicherheit nachgewiesen werden, sie ist aber wahrscheinlich. Somit hätten wir hier den Fall vor uns, der typisch ist für die Umwandlung plagioklasführender Gesteine bei der Dynamometamorphose und dessen theoretische Prüfung zuerst von Becke in seiner seither berühmt gewordenen Notiz im Akad. Anzeiger (N° III) der Wiener Akademie (Sitz. vom 23. I. 1896) versucht wurde. Da unsere Gesteine die Druckwirkungen in deutlicher

Weise auch sonst erkennen lassen, so wird das Bestreben der Elemente in solche Verbindungen überzugehen, bei denen sie den kleinsten Raum einnehmen, klar.

Von diesem Gesteine zum unzweideutigen Biotit-Gneis ist dann nur mehr ein kleiner Schritt. (Tafel II, Fig. 4.)

Merkwürdig ist bei dieser Umwandlung das Verhalten der eisenhaltigen Gemengtheile. Es wurde erwähnt, das der Augit und die Hornblende eine Umwandlung in Strahlstein erleiden und dass im Endprodukte der Metamorphose ausschliesslich Biotit vorhanden ist. Es gibt aber Zwischenstadien wo beide Minerale neben einander vorkommen und man kann Stellen finden, wo man sieht, dass die Neubildung des Biotits auf Kosten des Amphibols vor sich geht. Letzterer zeigt einen krümeligen Zerfall, es tritt zuerst Gelbfärbung ein, dann tauchen winzige Biotitschüppchen auf. Diese Umwandlung ist auf solche Stellen beschränkt, wo der Amphibol an Feldspath grenzt und sie tritt erst auf, wenn auch der Feldspath in seinem chemischen Bestandte alterirt ist. Wahrscheinlich handelt es sich dabei um die Abgabe des Alkalis, das zur Glimmerbildung benötigt wird.

An den vorerwähnten körneligen Stellen bildet sich neben dem Biotit noch ein durch seine hohe Lichtbrechung ausgezeichnetes Mineral, das als *Titanit* bestimmt wurde.

Wenn die Beobachtungen in dieser Weise richtig gedeutet sind, dann wäre also anzunehmen, dass entweder der Strahlstein etwas TiO_2 enthält, das mit dem CaO und SiO_2 zu Titanit zusammentritt oder dass etwas TiO_2-lösung im Gesteine vorhanden war, deren Herkunft allerdings ziemlich dunkel bliebe, oder endlich, dass ein Mineral vorläge, das dem Titanit in vieler Beziehung ähnlich, aber wahrscheinlich ziemlich eisenreich wäre.

Von den Angaben der Literatur scheint mir nur die auf eine Umwandlung der Massengesteine des Kyffhäuser (1) bezügl. hieher zu gehören. Auch dort sind die Quarze und Feldspathe zu linsen- und lagenförmigen Aggregaten zerdrückt, die Plagioklase saussuritisirt, die Pyroxene *in Hornblende und diese in Biotit umgewandelt.*

VII. LANDUNG.

Insel Cobalescou

64° 09' südl. Breite ; 61° 36' westl. Länge von Greenwich.

Diese Landung ergab einen Gabbro der mit jenem der X. Landung (s. d.) so vollständig übereinstimmt, dass die Beschreibung mit jener vereinigt werden kann.

VIII. LANDUNG.

Insel Gaston gegenueber dem Cap Reclus

64° 24' südl. Breite ; 61° 49' westl. Länge von Greenwich.

Von den drei Gesteinsproben die bei dieser Landung eingesammelt wurden, sind zwei als Dioritporphyrite zu bezeichnen, während das dritte eine Eruptiv-breccie darstellt.

(1) Lüdeke, N. J. f. M., 1903, II, 44.

Dioritporphyrit.

Die erste Probe lässt unter dem Mikroskope *Plagioklas*-Einsprenglinge in einer aus *Feldspathleisten,* viel *Titanit* und *Epidot, Chlorit* nebst *Quarz* und *Eisenerzkörnern* mit Leukoxenrand bestehenden Grundmasse erkennen. Die Feldspathleisten der Grundmasse gehören einem sauren Plagioklas an. Ihre Auslöschung in Schnitten ⊥ zu 010 beträgt etwa 5°, weist also auf einen *Oligoklas* hin. Der Titanit ist in der Form rundlicher, oft walzenförmiger Körner ausgebildet, die zth. gleichmässig über das ganze Gesichtsfeld zerstreut, zth. in Häufchen angesammelt vorkommen. Hie und da nimmt man auch krystallographische Begrenzungen wahr, die sich auf die spitzrhombische Form mit der die Titanitdurchschnitte so häufig auftreten, beziehen lassen.

Der Epidot kommt in verhältnismässig grosser Menge vor und bildet zth. Körner, zth. wohlausgebildete Krystalle. Das letztere ist stets der Fall, wenn sie in Quarz eingeschlossen erscheinen. Auch radial stengelige Aggregate sind nicht selten.

Der Quarz in der Grundmasse ist zweifellos von verschiedener Bildung. Unregelmässig begrenzte Körner zwischen den Feldspathleisten sind wohl direkte Ausscheidungen aus dem Magma, während jene grösseren Partieen, die nicht selten Epidotkrystalle eingebettet enthalten, sekundärer Entstehung sein dürften; und ihr Material verdanken sie der Zerlegung des dunklen Gemengtheiles, der wahrscheinlich Augit war, von dem aber jetzt nichts mehr vorhanden ist. Die Feldspatheinsprenglinge sind zwar in der Regel polysynthetische Viellinge nach dem Albitgesetze; es kommen aber auch einfache Zwillinge vor. Auf Grund der symmetrischen Auslöschungen (17°) sind sie als mittelbasische Oligoklase zu bezeichnen (etwa Ab_{70} An_{30}).

Die beiden anderen Gesteine stehen wahrscheinlich in genetischer Beziehung zu einander und zu dem hier beschriebenen Hauptgesteine, das als *Dioritporphyrit* zu bezeichnen ist.

Die zweite Probe unterscheidet sich von der eben beschriebenen nur durch das feinere Korn. Die Plagioklasleistchen sinken zu winzigen Dimensionen herab und bilden stellenweise einen ganz feinen Filz. Auffallend ist die Erscheinung, dass der Chlorit nicht durch das ganze Gestein gleichmässig vertheilt, sondern auf gewisse Stellen beschränkt ist, die im Dünnschliffe rundliche Umrisse zeigen, während die übrige Gesteinsmasse als Füllsel zwischen den Feldspathleisten *Quarz* führt. Die Erscheinung dürfte in der Weise erklärt werden können, dass ursprünglich grössere Augitindividuen den Raum eingenommen haben, wo jetzt der Chlorit zu finden ist. Das Vorhandensein von Feldspathleisten im Chlorit hängt dann mit ophitischer Struktur zusammen. Ich glaube auch dieses Gestein als *Dioritporphyrit* bezeichnen zu dürfen.

Die dritte Probe endlich ist eine Eruptivbreccie und besteht der Hauptmasse nach aus Stücken der zweiten Art, untergeordnet solchen der erstbeschriebenen Probe die zth. in einander verfliessen, zth. durch eine hellere, quarzreichere Masse verkittet sind.

IX. LANDUNG.

Cap et crique Anna Osterrieth

64° 31' südl. Breite; 62° 25' westl. Länge von Greenwich.

Dieser Landungspunkt befindet sich an einem halbinselförmig vorspringenden Theile des Dancolandes.

Die Mannigfaltigkeit der hier gesammelten Gesteine ist eine verhältnismässig grosse. Es liegen vor : Granit, *Quarzdiorit, *Gabbro, Granophyr, Schriftgranit, *Aplit und ein *Dioritporphyritisches Ganggestein, von denen aber nur die mit * bezeichneten von anstehendem Fels genommen sind. Eine Beschreibung wird vom Quarzdiorit, Aplit und Porphyrit gegeben.

Quarzdiorit.

Der Quarzdiorit dieses Fundortes weicht in seinem Aussehen und in der Struktur ziemlich weit ab von den bisher beschriebenen Typen. Die Hauptmasse des Gesteins (ca 60 %) sind Feldspathe, die grosse, häufig tafelförmig entwickelte Individuen bilden. In den Zwischenräumen, die dort, wo idiomorph ausgebildete Feldspathe zusammentreffen, meist dreieckige Durchschnitte zeigen, liegen die dunklen Gemengtheile beisammen.

Was die *Plagioklase* anlangt, so ergab die optische Untersuchung theils ziemlich basische Glieder mit einer maximalen Auslöschung von 32° in der symmetrischen Zone, der ein Gehalt von 55 % An entspricht (Labradorit) theils saurere Glieder, deren Anwesenheit mit Hilfe der BECKE'schen Methode sicher gestellt werden konnte. Es wurde z. B. gefunden $\omega < \varepsilon$, $\gamma > \alpha$; $\varepsilon > \gamma$, $\omega < \alpha$. Das entspricht einem *Oligoklase* an der Grenze gegen Andesin. In diesen sauren Plagioklasen sind die Zwillingslamellen nach dem Albitgesetze sehr schmal und zahlreich, während sie in den basischen Gliedern breit und an Zahl gering erscheinen. Untergeordnet tritt das Periklingesetz auf. Die Verbindung des Albitgesetzes mit dem Karlsbader-Gesetze ermöglicht eine weitere Bestimmung einzelner Individuen. Es wurde beispielweise gefunden : Auslöschung für 1 und 1′ 17°, 17° 30′; für 2 und 2′ 6° und 3° im Mittel also 17° 15′ und 4° 30′. Aus den Diagrammen der Tafel XVII und XVIII bei ROSENBUSCH (Mikroskop. Physiographie der Minerale, IV Aufl.) ergibt sich, dass der betreffende Plagioklas basischer sein muss als der Andesin Ab_{63} An_{37} aber keineswegs den Labrador Ab_{50} An_{50} erreicht. Bei ersterem entspricht einer Auslöschung von + 17° 15′ im Albit Zwilling eine solche von 8° bezw. 13° im Karlsbader-Zwilling bei letzterem etwa —2°.

Die aus der Analyse berechnete Durchschnitts Zusammensetzung (Or und Ab zusammen genommen) ergibt $Ab_{40.4}$ $An_{23.56}$ oder in Molecular-perzenten $Ab_{63.2}$ $An_{36.8}$.

Der dunkle Gemengtheil ist ein Chlorit, der aber seine Abstammung aus einer *Hornblende* deutlich erkennen lässt. Bei der Umwandlung wurde ein beträchtlicher Theil des Eisens frei, das in der Form von Magnetit die Hornblende-Spaltbarkeit fixirt hat ; anderseits kann man auch deutliche Hornblendekrystallformen erkennen. Durch die höhere Doppelbrechung und die geringe Schiefe der Auslöschung ist der Chlorit als Klinochlor karakterisirt. Bezüglich der Orientirung wäre zu bemerken, dass sich der Chlorit nach der Hornblende richtet soweit dies möglich ist ; die beiden Minerale haben anscheinend die Ebene *ac* gemein und das *c* des Chlorits bildet mit der Hornblende Spaltbarkeit einen Winkel von ca. 9°. Da nach den Bestimmungen von TCHERMAK der Winkel $c\,\gamma$ etwa 8° beträgt, so darf angenommen werden, dass die beiden *c*-Axen ziemlich genau zusammen fallen.

Neben der Hornblende scheint auch ein *Pyroxen* vorhanden gewesen zu sein, wenigstens beobachtet man hie und da chloritische Partieen mit Magnetit, der aber hier ein annähernd rechtwinkeliges Netz bildet, das möglicherweise auf Augitspaltbarkeit zu beziehen ist. Es kann sich aber auch um gestrickte Formen des Magnetits handeln, die mit Pyroxen nichts zu thun haben.

Ferner kommt vor *Apatit* in zuweilen recht grossen, wohlausgebildeten Kryställchen, neugebildete *Aktinolithnädelchen* im Chlorit und endlich der *Quarz*.

Die auffallendste Erscheinung ist jedenfalls das Auftreten des Chlorits in der Amphibol- vielleicht auch Augit-Form bei absoluter Frische des Feldspathbestandes. Von einer gewöhnlichen Verwitterungserscheinung kann hier gewiss nicht die Rede sein, denn diese würde bei dem Reichthume der Feldspathe an An-Silikat zweifellos zur Carbonatbildung geführt haben. Vielleicht darf man sich die Sache so vorstellen, dass durch einen Magma-Nachschub eine Erwärmung unter gleichzeitiger Wasserzufuhr stattgefunden hat, wodurch das wasserfreie Amphibol-Molekül in das Chlorit-Molekül übergeführt wurde.

Auch der Nachweis von drei Gliedern der Plagioklasreihe neben einander verdient Beachtung weil die Verhältnisse nicht immer so günstig liegen, dass derartige spezielle Nachweise geliefert werden können.

ANALYSE IV

	Analysenzahlen *a*	Analysenzahlen *b*	Molecular proportionen auf 100, wasserfrei	
H_2O	1.59			*a* sind die ursprünglichen Zahlen.
SiO_2	55.27	55.27	61.65	*b* : 0.52 P_2O_5 + 0.68 CaO geben ca. 1.20 Apatit, 6.03 Fe_2O_3, entsprechen 5.41 FeO ; daher im Ganzen 11.23 FeO.
TiO_2	Spur			
P_2O_5	0.52			
Al_2O_3	16.59	16.59	10.94	
Fe_2O_3	6.03			OSANN'sche Zahlen :
FeO	5.81	11.23	10.52	S = 61.65
MnO	Spur			A = 5.05 a = 3.68
CaO	6.65	5.97	7.17	C = 5.89 c = 4.30
MgO	2.80	2.80	4.67	F = 16.47 f = 12.02
Na_2O	4.23	4.23	4.59	
K_2O	0.64	0.64	0.46	n = 9 α Reihe.
Li_2O	θ			k = 1.05
	100.13	96.73	100.—	m = 9.23 *v*-Reihe.

	Or	Ab	An	$CaSiO_3$	$MgSiO_3$	$FeSiO_3$	Quarz	
SiO_2	2.76	27.54	11.78	1.28	4.67	10.52	3.10	61.65
Al_2O_3	0.46	4.59	5.89					10.94
FeO						10.52		10.52
CaO			5.89	1.28				7.17
MgO					4.67			4.67
Na_2O		4.59						4.59
K_2O	0.46							0.46
	3.68	36.72	23.56	2.56	9.34	21.04	3.10	100.—
		60.28 Plagioklas.			32.94 Hornblende. (Pyroxen.)		3.10 Quarz.	

Analysenbelege.

0.9045 g Substanz gab			0.0144 g	H_2O	= 1.59 %
0.7740 g » »			0.4287 g	SiO_2	= 55.27
			Spur	TiO_2	
			0.1286 g	Al_2O_3	= 16.59
			0.0516 g	CaO	= 6.65
			Spur	MnO	
	0.0600 g	$Mg_2P_2O_7$ ~	0.0217 g	MgO	= 2.80
			0.1009	Fe_2O_3	= 13.01
0.8253 g Substanz gab	0.00741 g	Chloride)	0.0053	K_2O	= 0.64
	0.0272 g	K_2PtCl_6)	0.0349	Na_2O	= 4.23
				Li_2O	= 0
0.5058 g Substanz verbrauchte 4.4 cm³ K Mn O_4-lösung					
(1 cm³ ~ 0.00668 g FeO) daher vorhanden			0.029392 g	FeO	= 5.81
5.81 FeO entspr. 6.46 Fe_2O_3 bleibt daher für				Fe_2O_3	= 6.55
0.9959 g Substanz gab 0.0082 g $Mg_2P_2O_7$ entspr.			0.0052 g	P_2O_5	= 0.52

Das Gestein enthält dem gemäss beiläufig :

60 % Feldspathe, 30 % dunkle Gemengtheile (Hornblende) und 10 % Quarz, Magnetit, Apatit. Die in der Tabelle enthaltene Zahl 3.10 für Quarz ist entschieden zu niedrig. Das Gestein enthält eine nicht zu vernachlässigende Menge von Magnetit ; man darf daher nicht alles FeO zur Bildung von $FeSiO_3$ verwenden ; dann bleibt aber die entsprechende Menge SiO_2 zur Quarzbildung übrig. Die oben angegebene Menge von 10 % dürfte der Wirklichkeit ziemlich nahe kommen.

Die Stellung dieses Diorits im System ist gegeben durch den Vergleich mit den Osann' schen Typen Sweetgrass und Schwarzenberg, deren Formeln lauten :

$s_{61.5}\ a_{3.5}\ c_{5.5}\ f_{11}$ und $s_{57}\ a_3\ c_{45}\ f_{12.5}$. (Vergl. Textfigur 1, IV, 5 u. 6.)

Aplit.

Von diesem Gesteine wird angegeben, dass es anstehend und in Gangform beobachtet wurde.

U. d. M. erkennt man, dass die Struktur autallotriomorph im Sinne Brögger's ist und dass als Gemengtheile *Feldspathe, Quarz, Hornblende, Zirkon, Apatit, Eisenerze, Chlorit, Epidot* und *Titanit* auftreten, von denen die beiden ersten weitaus die Hauptmasse des Gesteines bilden, während die übrigen Minerale nur in ganz geringer Menge vorkommen.

Die Feldspathe sind zum grössten Theile etwas getrübt; man sieht aber deutlich, dass Mikroperthit, Mikroklin-Mikroperthit und ein Kalknatronfeldspath neben einander vorkommen. Herrschend ist der *Mikroperthit*. Er besteht aus einfachen Individuen oder Karlsbader Zwillingen von Orthoklas, die ganz durchsetzt sind von unregelmässig begrenzten Partieen von Albit, die auf den Durchschnitten als Flecken in gänzlich regelloser Vertheilung auftreten. Nach ungefährer Schätzung dürfte die Menge des Ab-Silikates jener von Or ziemlich die Wage halten. Die Verwachsung der beiden Minerale scheint aber keine primäre zu sein. Man kann alle

Uebergänge von den ganz scharf umgrenzten Flecken bis zu kaum noch wahrnehmbaren verfolgen und gewinnt den Eindruck, dass hier ein allmählig fortschreitender Entmischungsprozess vor sich geht. Der Mikroklin-Mikroperthit erscheint nur untergeordnet und auch der Kalknatronfeldspath, dessen Zwillinge nach dem Albit- und Karlsbadergesetze die Bestimmung als Andesin erleichtern, tritt gegen den Mikroperthit an Menge zurück. Nach den conjungirten Auslöschungen : 1, 1′ = 9° und 2, 2′ = 17° liegt ein von der Mischung Ab_{63} An_{37} nur wenig und zwar nach der Seite des Labrador abweichender Andesin vor. Die Mikroperthit und Mikroklin-Mikroperthit-Individuen sind durchwegs isometrisch entwickelt, die Andesine haben tafeligen Habitus. Der ziemlich reichlich vorhandene Quarz besitzt eine etwas auffallende Ausbildung. Man beobachtet nämlich häufig Durchschnitte mit lappigen Konturen gegen den anstossenden Feldspath; der letztere ist also durchaus nicht das formbestimmende Element sondern es hat vielmehr den Anschein, als ob der für uns sichtbare Endzustand das Ergebnis eines Konkurrenzkampfes der beiden Minerale um den Raum wäre, etwa so wie in den krystallinen Schiefern, an deren Strukturen dieses lappige Ineinandergreifen viel mehr erinnert als an die Verhältnisse bei den normalen Massengesteinen. Stellenweise ist sogar der Feldspath entschieden jünger als der Quarz, so dass der Annahme eines gleichzeitigen Wachsthums während einer gewissen Zeit nichts im Wege steht.

Von der *Hornblende* sind nur kleine Individuen, und auch diese nur in geringer Zahl, vorhanden. Zweifellos ist aber der in nicht unbedeutender Menge vorhandene Chlorit ein Abkömmling dieses Gemengtheiles. Die der Umwandlung entronnenen Hornblendekrystalle sind braun und besitzen eine geringe Auslöschungsschiefe $c\gamma$ von etwa 9°; da aber nur Messungen an zwei Individuen vorgenommen werden konnten, so kommt diesem Werte nur geringere Bedeutung zu. Ausgebleichte, in Umwandlung zu Chlorit begriffene Stücke, wiesen Auslöschungen bis zu 22° auf. Der Chlorit ist durch blass grüne Farbe, deutlichen Pleochroismus und äusserst schwache Doppelbrechung ausgezeichnet und dürfte wohl als Pennin zu betrachten sein.

Das in geringer Menge vorhandene Eisenerz erscheint in der Form von Körnern, die häufig mit einem « Leukoxenrande » umgeben sind. Nebenher findet sich aber auch selbständiger Titanit in Körnerform. Wenn schliesslich noch des Vorkommens von Epidot Erwähnung gethan wird, der immer mit Chlorit vergesellschaftet angetroffen wird, wodurch seine Herkunft klargestellt erscheint, so sind damit alle in den zur Verfügung stehenden Dünnschliffen auftretenden Minerale aufgezählt.

Dioritporphyritisches Ganggestein.

(Taf. II, Fig. 5)

Die Struktur ist deutlich porphyrisch. Als Einsprenglinge treten nur *Feldspathe* auf. Zum Theile sind sie ungestreifte, einfache Krystalle oder Zweihälfter, die Hauptmenge bilden aber polysynthetisch nach dem Albit- und untergeordnet auch nach dem Periklingesetze verzwillingte Individuen, die durch eine im Maximum etwa 15° betragende Auslöschungsschiefe in der Zone senkrecht zu (010) karakterisirt sind. Mit Rücksicht darauf, dass in manchen der Krystalle sekundärer Epidot wahrgenommen wurde, der auch sonst in nicht unerheblicher Menge im Gesteine vorhanden ist, dürfte die Hauptmasse des Feldspaths als Andesin zu betrachten sein, neben dem untergeordnet auch Orthoklas auftritt. Die Feldspath-Individuen sind fast durchwegs

durch Umwandlungsvorgänge getrübt; nur ab und zu trifft man ein klares Individuum an, das sich dann unschwer als ein saureres Glied der Plagioklasreihe, dem Albit nahestehend, erkennen lässt.

Die Grundmasse wird von einem holokrystallinen Gemenge aus *Feldspath* und *Quarz* gebildet. Die Durchschnitte des ersteren sind zum Theile ungestreift, zum Theile gestreift und daher sofort als *Plagioklas* erkennbar. Sie besitzen stellenweise ausgesprochene Leistenform, deren Konturlinien an den Längsseiten ähnlich wie bei den Bostonit-Feldspathen einen wellenförmigen Verlauf zeigen. In die so entstehenden Buchten greifen die Quarzindividuen mit ihren lappigen Rändern ein. An anderen Orten bilden Quarz und Feldspath ein « mikrogranitisches » Aggregat mit angenähert isometrisch entwickelten Komponenten. Aber auch hier zeigen sich die lappigverzahnten Umrisse der Körner. Der Quarzgehalt ist ein so hoher, dass man sich fragen muss, warum in der ersten Periode der Mineralbildung nur Feldspath und nicht auch Quarz ausgeschieden wurde. Es handelt sich hier offenbar um die Frage unter welchen Bedingungen das eine Mal der Quarz zu den in erster Reihe gebildeten Mineralen gehört, während er ein ander Mal als letztes Ausscheidungsprodukt auftritt. Also um die alte, leider noch ungelöste Granit-Quarzporphyr-Frage.

Denn so verdienstlich auch die Arbeiten Baur's (1) auf diesem Gebiete sind, so lassen sie doch, wie schon Dölter (2) gezeigt hat, noch viele Punkte ungeklärt. Jedenfalls muss auch bei allen physikalisch-chemischen Lösungsversuchen dieses Problems darauf Rücksicht genommen werden, dass sich die Wege der beiden Gesteinsgruppen Granit-Quarzporphyr schon sehr frühzeitig trennen. Wenn, wie wir nach allen Beobachtungen als sicher annehmen müssen, die Quarzeinsprenglinge des Porphyrs intratellurische Bildungen sind, so müssen also schon zu dieser Zeit solche Unterschiede bestehen, dass die Quarzausscheidung entweder notwendig (Quarzporphyr) oder unmöglich ist (Granit). Sind aber die idiomorphen Quarze Erstlingsbildungen der intratellurischen Periode, auf deren Entstehung der erst später erfolgende Ausbruch des Magmas keinen Einfluss hat, dann muss auch der Fall denkbar sein, dass eine Eruption überhaupt nicht erfolgt, und die Erstarrung, die mit der Quarzbildung bereits begonnen hat, unter einer mehr oder weniger mächtigen Gesteinshülle ihren Verlauf nimmt und endlich zum Abschlusse gelangt. Vielleicht gehören hieher gewisse mikrogranitische Bildungen, bei denen die idiomorphen Quarze in eine relativ grosskörnige Quarz-Feldspath-Grundmasse eingebettet sind.

Als Gegenstück hiezu wäre dann auch der Fall denkbar, dass trotz des Empordringens des Magmas bis zur Oberfläche keine Quarzeinsprenglinge sich vorfinden, wenn eben die Natur des Magmas eine solche Ausscheidung nicht gestattet. Der Verlauf der Verfestigung vermag augenscheinlich an diesen Verhältnissen nur wenig zu ändern; das bestimmende Hauptmoment ist die ursprüngliche Beschaffenheit der Schmelzlösung, wie das auch Rosenbusch hervorhebt (3). Ein Beispiel für diesen Fall liegt in unserem Gesteine vor. Trotz des hohen Quarzgehaltes finden wir nur Feldspath-Einsprenglinge, und der Quarz bleibt ausschliesslich in der Grundmasse.

Weitere Gemengtheile wären dann noch : *Chlorit,* unregelmässige Partien bildend, *Eisenerz* in Körnchen und in staubförmiger Vertheilung und *Titanit* in abgerundeten, oft

(1) Z. f. phys. Chemie, Bd 42, p. 567. Chemische Kosmographie.
(2) Phys. chem. Mineralogie, p. 216 ff.
(3) Mikrosk. Physiogr. d. m. G. II, 717.

walzenförmigen, meistens mit warzenförmigen Vorsprüngen versehenen Körnern. Diese drei Minerale scheinen aus der Umwandlung eines primären femischen Gemengtheiles hervorgegangen zu sein, über den aber nichts Näheres aus gesagt werden kann, da nicht einmal Spuren seiner Umrisse übriggeblieben sind. Nur die fleckenweise Anhäufung der drei genannten Bestandtheile, ihre Natur und die Form, in der sie erscheinen, begründen die ausgesprochene Vermutung. Nach den mitgetheilten Beobachtungen ist das Gestein seinem ganzen Wesen nach als typischer Vertreter der « granitporphyrischen » Ganggesteins-Gruppe zu bezeichnen, innerhalb der es zu den « Dioritporphyriten » gestellt werden mag.

X. LANDUNG.

64° 19' südl. Breite; 62° 16' westl. Länge von Greenwich.

Auf der Reisekarte der BELGICA findet sich eine « Ile Brabant », die aber nur theilweise bekannt zu sein scheint, denn es sind Gebirge nur im südlichen Theile eingezeichnet und als « Monts Solvay » benannt. Am Fusse dieser Berge, im Hintergrunde einer kleinen Bucht, sind die hier zu beschreibenden Gesteine gesammelt worden. Sie repräsentiren zwei einander sehr nahestehende Familien : Gabbro und Gabbroporphyrit.

Olivingabbro.

Bezüglich der Struktur dieses Gesteins ist zu bemerken, dass der Augit fast durchwegs jünger ist als der Feldspath. Dieser ist gegen den Pyroxen, in welchem er auch häufig als Einschluss auftritt, idiomorph. Der Pyroxen ist nicht als Diallag im gewöhnlichen Sinne ausgebildet. Meist erscheint er im Dünnschliffe lichtbraun mit einem Stich ins Violette, wie das bei Ti-haltigen Pyroxenen gewöhnlich zutrifft, ist schwach pleochroitisch, besitzt die gewöhnliche Spaltbarkeit nach 110 und zeigt eine Auslöschung $c\gamma$ für die als grösster Werth 36° erhalten wurde ; das stellt für Diopside, Diallag und diopsidische Augite allerdings einen auffallend kleinen Wert dar. Manche Individuen sind durch eine Streifung parallel der Basis ausgezeichnet wie dies schon bei einem Diorit-Augit beschrieben wurde. Eine Zwillingsbildung ist aber auch hier nicht zu erkennen; man hat den Eindruck, dass es sich nur um Einschlüsse handle, die parallel zur Basis angeordnet sind. Als Einschlüsse in diesem *diopsidischen Augite* treten auch runde Chlorit-bezw. Serpentinpartieen auf, von denen man mit einiger Wahrscheinlichkeit wird annehmen dürfen, dass sie aus abgerundeten Olivinkörnern hervorgegangen seien, die mit dem Augit in poikilitischer Verwachsung vorhanden waren. Interessant ist die Umwandlung des Pyroxens. Sie besteht im Wesentlichen in einem Uebergange in ein Amphibol-Mineral, sie erreicht aber dieses Ziel auf zwei von einander verschiedenen Wegen. Das eine Mal tritt zunächst eine Aenderung der Farbe ein. Der bräunliche Ton geht in einen grünen über, es wird das Titan in Form winziger Titanitkörnchen, etwas Eisen als Magnetit (aber nur in ganz geringer Menge) ausgeschieden, es zeigen sich zarte Linien in der Richtung der *c*-Axe aber der ganze Durchschnitt löscht einheitlich aus; die Doppelbrechung ist gesunken, inselförmige, scharf umgrenzte Partien erscheinen sogar beinahe isotrop. In dieser Masse sieht man dann entweder randlich, oder irgendwo im Innern, zuweilen auch zu beiden Seiten eines Sprunges, eine deutliche Stengelbildung die besonders karakteristisch im Querschnitte ist, wo jedes

Individuum seine Hornblendeform verrät, so dass die betreffende Stelle wie ein Hornblende-Querschnitt mit der prismatischen Spaltbarkeit erscheint (Taf. II, Fig. 6). Der ganze Vorgang stellt sich demnach als Uralitisirung dar. Der neugebildete Amphibol ist ganz licht bräunlich, fast farblos und zeigt eine Auslöschung $c\gamma$ von höchstens 16°. Von Interesse dürfte der Nachweis eines Zwischenstadiums sein, das nach der niedrigeren Doppelbrechung dem Augit gegenüber als dem Klinochlor oder dem Serpentin nahestehend zu betrachten sein wird. Mit der Differenzirung der Amphibolfasern steigt der Brechungsquotient sowohl als auch die Doppelbrechung.

Nicht immer verläuft der Prozess in der geschilderten Weise. Manchmal geht der Augit in ein krystallinisch-blättriges Aggregat von sehr schwach doppeltbrechendem Chlorit über, aus dem sich dann in der so oft beobachteten und geschilderten Weise der Aktinolith herausbildet. Mit dieser Art der Umwandlung ist nicht selten eine Wanderung der Stoffe verknüpft, so dass schon der Chlorit und dann natürlich auch der Amphibol ausserhalb der Augitformen angetroffen werden. Interessant scheint mir nun der Umstand zu sein, dass dieser « gewanderte » Amphibol optisch ein anderes Verhalten zeigt als der in der Augitform verbleibende. Während dieser Letztere nie eine grössere Auslöschung zeigt als $c\gamma$ 16°, dabei farblos mit einem Stich ins Bräunliche erscheint, sehen wir bei dem ersteren Winkel bis zu 22° bei intensiv grüner Färbung und einem Pleochroismus der zwischen grün (γ) und bräunlich gelb (α) wechselt. Trotz der Farblosigkeit bezw. des Stiches ins Bräunliche wird man den Uralit-Amphibol zu der Tremolit-Aktinolith-Gruppe zu rechnen haben, während das andere Mineral entschieden zur gemeinen Hornblende zu stellen sein wird. Da immer dort, wo sie sich findet, auch *Epidot* auftritt, so muss man sich wahrscheinlich den Verlauf des Prozesses so vorstellen : Aus der Zerlegung des Augit stammt CaO, FeO, MgO nebst SiO_2; die basischen Plagioklase liefern CaO, Al_2O_3 und SiO_2. Wird das CaO zur Bildung von Epidot verwendet, so bleibt ein Ueberschuss an Sesquioxyd, das mit dem Aktinolith-Molekül zusammen das Molekül der gemeinen Hornblende bilden kann.

Das TiO_2 tritt nicht nur als Bestandtheil des Titanit, sondern auch selbständig als *Rutil* auf und bildet dann sehr zierliche Sagenitgewebe.

Porphyritische Ganggesteine

aus der Gefolgschaft des Gabbros.

Mit dem eben beschriebenen Gabbro stehen Ganggesteine in Verbindung, die nach den mir zur Verfügung stehenden Proben zwei ziemlich verschiedene Typen repräsentiren. Leider ist die Verwitterung in beiden Stücken so weit vorgeschritten, dass man den ursprünglichen Bestand nur mit einigen Schwierigkeiten zu rekonstruiren vermag. Aber so viel lässt sich erkennen, dass ein leukokrater Typus mit verwiegend salischen Gemengtheilen und ein mehr melanokrater mit grösseren Mengen femischer Minerale vorliegt.

Bei dem ersteren liegen in einer mikrolithischen Grundmasse *Feldspath*-Einsprenglinge. Sie sind ganz umgewandelt in eine äusserst feinkörnige oder fein schuppige Masse, die nur schwach auf das polarisirte Licht wirkt ; sie mag wohl vorzugsweise Kaolin sein. Einzelne Durchschnitte, in denen sich etwas reichlicher Chlorit und Eisenerz vorfinden, dürften einem eisenreichen Gemengtheile, wahrscheinlich einem Pyroxen angehört haben.

Die Grundmasse besteht aus Feldspath-Mikrolithen, deren symmetrische Auslöschung in der Zone ⊥ 010 etwa 9° beträgt. Da ferner der Brechungsquotient meist höher befunden wurde als jener des Einbettungsmittels, so dürften dieselben wohl einem *basischen Oligoklas* angehören.

Zwischen den Plagioklasleisten eingeklemmt, zwickelförmige Räume erfüllend, trifft man Chlorit, der wahrscheinlich aus Augit hervorgegangen sein dürfte, und endlich unregelmässig gestaltete, nicht selten lappig gerandete Quarzkörner. Eisenerzpartikel finden sich im ganzen Dünnschliffe vertheilt vor.

Für den Gesteinskarakter massgebend ist das schon erwähnte deutliche Ueberwiegen der hellen Gemengtheile über die dunklen, eisenhaltigen, ohne dass aber die letzteren soweit zurückgedrängt wären, wie dies in der Gruppe der Aplite der Fall ist. Immerhin scheint mir aber, soweit man derartige Verhältnisse bloss nach Betrachtung des Dünnschliffes ohne chemische Analyse überhaupt zu beurtheilen vermag, die Menge der dunklen Gemengtheile geringer zu sein, als im Hauptgesteine, im Gabbro.

Anders liegen die Verhältnisse in dem zweiten Ganggesteine. Hier fallen bei der Betrachtung im Mikroskope sofort die auffallend grossen Mengen von *Titanit* in jenen rundlichen, zth. walzenförmigen mit warzigen Fortsätzen versehenen Körnern in die Augen, die sich gewöhnlich bei sekundärer Entstehung dieses Minerales zu bilden pflegen; sie sind begleitet von nicht minder beträchtlichen Quantitäten von *Epidot*; daneben ist Chlorit vorhanden. Nimmt man die bei der Uralitisirung des Augits auftretende Titanitmenge des p. 25 beschriebenen Gabbros als Massstab, so kommt man zu dem Schlusse, dass dieses Gestein auf alle Fälle weit mehr Augit enthalten haben muss.

XI. LANDUNG.

Cap Beneden, Baie d'Andvord

64° 41' südl. Breite; 62° 34' westl. Länge von Greenwich.

Dieser Landungspunkt befindet sich in der Nähe der IX. Landung an der Küste des Danco-Landes und gehört jedenfalls demselben Gebirgstheile an. Diese aus der geographischen Lage sich ergebende Beziehung wird durch die Untersuchung der Gesteine bestätigt. Es liegen zwei Proben vor: die eine davon gehört einem porphyritischen Gesteine an, das mit den p. 19 beschriebenen grosse Aehnlichkeit hat, das andere ist ein Orthoklasporphyr.

Dioritporphyrit.

Die Struktur ist ähnlich jener der intersertalen Basalte. Ziemlich grobe Feldspathleisten lassen zwickelförmige Räume zwischen sich, die von *Quarz, Chlorit* und *Magnetit* ausgefüllt werden.

Merkwürdig ist der *Feldspath*. An Stellen, wo Quarz und Feldspath zusammenstossen und gleichzeitig auslöschen wurde gefunden: 1) $\gamma < \omega$, $\alpha < \varepsilon$; 2) $\alpha < \omega$, $\gamma < \varepsilon$; 3) $\gamma < \omega$, $\alpha < \varepsilon$. Demnach kann es kaum einem Zweifel unterliegen, dass hier Albit oder doch ein ihm äusserst nahe stehender Plagioklas vorliegt.

Orthoklasporphyr.

In einer Grundmasse, die aus unregelmässig geformten, oder rundlichen, in selteneren Fällen krystallographisch begrenzten, dann mehr oder minder quadratische Durchschnitte liefernden Körnern von *Orthoklas* besteht, zwischen denen eine ganz feinkörnige bis felsitische Masse liegt, finden sich zahlreiche, gut entwickelte *Einsprenglinge von Orthoklas,* die nach dem Karlsbader Gesetze verzwillingt und meistens in einer Umwandlung zu Muscovit begriffen sind, der sich innerhalb der Durchschnitte in der Form winziger, stark doppeltbrechender Schüppchen vorfindet.

Ein dunkler primärer Gemengtheil ist nicht mehr vorhanden. An seiner Stelle tritt *Chlorit* und *Epidot* auf; auch der in der Form rundlicher, zth. walzenförmiger Körner vorkommende *Titanit* ist augenscheinlich sekundär und dürfte gleichfalls aus einem (pyroxenischen?) Bestandtheile herrühren.

Von accessorischen Gemengtheilen sind vorhanden : *Apatit* in zarten Nadeln, und *Eisenerz* in winzigen Partikeln, deren reihenweise, streifige Anordnung stellenweise, besonders in der Umgebung der Einsprenglinge, eine deutliche Fluktuationsstruktur zum Ausdrucke bringt.

XII. LANDUNG.

64° 35' südl. Breite; 62° 34' westl. Länge von Greenwich.

An der Küste des Dancolandes, zwischen den Landungspunkten IX und XI, liegen zwei Inseln : Iles de Rongé ; auf der östlich gelegenen, kleineren hat die Landung stattgefunden, bei der zwei Proben von anstehendem Gestein entnommen wurden. Das eine ist ein Porphyrit, das andere ein Lapillituff, die aber zusammengehören.

Porphyrit.

Der Porphyrit besteht aus einer holokrystallinen Grundmasse, in der *Quarz, Plagioklas* und *Biotit*, letzterer ganz untergeordnet, auftreten. Quarz und Plagioklas bilden ein stellenweise verschwommen polarisirendes Aggregat mit karakteristischer Struktur. Die Feldspath-Quarz Elemente sind sehr unregelmässig gestaltet und greifen mit vielfach gelappten und gezähnten Rändern ineinander ein. Die Feldspath-Individuen zeigen nur ausnahmsweise Zwillingsbildungen, stimmen aber in Bezug auf die Lichtbrechung so vollständig mit den gut bestimmbaren Einsprenglingen überein, dass es kaum zweifelhaft sein kann, dass sie gleichfalls zum Oligoklas gehören. *Orthoklas* konnte nicht nachgewiesen werden. Als Einsprenglinge treten gut entwickelte Kalknatronfeldspathe auf, die durch ihre Auslöschung in der Zone $\perp$ 010, die den Betrag von 6° nie übersteigt, als zur Oligoklas-Reihe gehörig gekennzeichnet sind. ($-6°$: $Ab_{84}\,An_{16}$; $+6°$: $Ab_{76}\,An_{24}$ circa.) Die Zwillingsbildungen erfolgen ausschliesslich nach dem Albit-Gesetze.

Ursprünglich scheint das Gestein auch etwas monoklinen Pyroxen enthalten zu haben. Es sind aber nur mehr undeutliche Reste davon erhalten ; dafür findet sich *Chlorit* und *Epidot.* Ersterer bildet meistens unregelmässig gestaltete Partien von lichtgrüner Farbe, die durch niedrige Lichtbrechung und sehr schwache Doppelbrechung karakterisirt sind ; daneben

kommen aber Stellen vor, wo blättrige Aggregate von radialer oder wurmförmiger Anordnung liegen, die durch eine weit höhere Doppelbrechung auffallen. Die leistenförmigen Durchschnitte löschen schief aus und dürften wohl zum *Klinochlor* gehören. Ferner kommt *Titanit* in rundlichen Körnern vor; dunkle, krümelige Häufchen lassen bei starker Vergrösserung *Rutil* in einer brauneisen-haltigen Masse erkennen. Ein winziger farbloser sechsseitiger isotroper Durchschnitt von hoher Lichtbrechung könnte *Spinell* sein.

Lapillituff.

Der Lapillituff besteht aus deutlich abgegrenzten Stückchen des im vorstehenden beschriebenen Gesteines und solchen in denen die Grundmasse-Feldspathe leistenförmig ausgebildet sind, wodurch also die Struktur einen ausgesprochen trachytisch-andesitischen Karakter annimmt. Das Mittel, das die Lapilli zu einem neuen Gesteine verbindet besteht aus *Plagioklaskrystallen*, *Quarz* und *Feldspaththeilchen,* wie sie in der Grundmasse des Porphyrits angetroffen wurden, und *Chlorit*. Letzterer tritt in kleinen Blättchen auf, die sich in dem zur Verfügung stehenden Raume nach Möglichkeit radial anordnen. Sie löschen schief aus und zeigen stärkere Doppelbrechung, die etwa jener des Natroliths gleichkommt. Es dürfte also wohl *Klinochlor* vorliegen.

Bemerkenswerth wäre hier, dass ein andesitisches Gestein anstehend in dem behandelten Gebiete nicht angetroffen wurde, dass aber der p. 25 beschriebene Porphyrit Neigung zu mikrolithischer Ausbildung der Grundmasse erkennen liess.

XIII. LANDUNG

64° 39' südl. Breite; 62° 10' westl. Länge von Greenwich.

Dieser Landungspunkt liegt südöstlich von IX an der Küste des Dancolandes. Er lieferte sechs Gesteinsproben vom anstehenden Fels, die den Familien der Pegmatite, der Sandsteine und der Schiefer angehören.

Pegmatite.

Die Pegmatite bestehen aus *Quarz*, *Orthoklas, Plagioklas*, *Biotit,* nebst sekundärem *Chlorit*. Auf Klüften konnte violetter *Flussspath* nachgewiesen werden. Quarz und der meist trübe Orthoklas kommen zumeist in schriftgranitischer Verwachsung vor, während der Plagioklas, der durch seine Auslöschung von 7° in Schnitten aus der symmetrischen Zone als saurer Oligoklas gekennzeichnet ist, selbständig auftritt.

Der Biotit besitzt zuweilen einen auffallend hohen Grad von Idiomorphismus und bildet in diesem Falle sechsseitige Tafeln. Er ist aber ganz oder theilweise in Chlorit umgewandelt, der durch verhältnismässig lebhaft grüne Färbung ausgezeichnet ist. Pleochroismus und Stärke der Doppelbrechung weisen auf *Pennin* hin. Neben diesem in der Biotitform enthaltenen Chlorit kommt auch noch « gewanderter » Chlorit vor, der sich aus den im Gesteine circulirenden Lösungen in miarolitischen Hohlräumen abgesetzt hat, wo er sich in Gestalt kleiner wurmförmig gewundener Säulchen vorfindet, wie sie für TSCHERMAK's « Prochlorite » karakteristisch sind.

Thonschiefer.

Der Schiefer ist makroskopisch dunkel rötlich braun, besitzt eine sehr undeutliche Schieferung und lässt auf den matten Bauchflächen winzige Glimmerschüppchen erkennen.

U. d. M. erkennt man als Bestandtheile wesentlich Quarzkörner, die zth. deutlich den Karakter von klastischen Elementen an sich tragen, indem sie scharfeckige Bruchstücke darstellen oder als Splitter erscheinen, an denen der muschelige Bruch bei der Ausbildung des Umrisses eine wichtige Rolle spielt, zth. aber ganz abgerundete Formen bilden. Es macht aber durchaus nicht den Eindruck als ob es sich hier um eine Rundung durch Abrollen handle, sondern es sieht vielmehr so aus, als ob der Quarz in Auflösung begriffen sei. Erfahrungsgemäss unterliegen grössere Splitter beim Transporte durch Wasser einer viel stärkeren Abnützung als ganz kleine, weil diese lange schwebend erhalten werden. Hier sind es aber gerade die allerkleinsten Theilchen, die am stärksten gerundet erscheinen, während an den grösseren kaum mehr als die schärfsten Ecken abgetragen sind. Dieser Umstand scheint mehr mit der Annahme einer lösenden Wirkung im Einklange zu stehen, zumal das Gestein einer Umwandlung zum krystallinen Schiefer zu zustreben scheint.

Das Zwischenmittel der Quarzkörner ist eine hauptsächlich aus Glimmerlamellen bestehende Masse, der rundliche Körner von Titanit eingefügt sind. Auch ein Kryställchen von *Zirkon* wurde beobachtet.

Sandstein.

Der Sandstein hat den Habitus eines Quarzits, besitzt licht graugrüne Farbe und splittrigen Bruch. Er ist vollkommen dicht und zeigt stellenweise Andeutung von Fettglanz.

U. d. M. erscheint der Sandstein als ein polymikter, indem Quarz- und Feldspathkörner nebeneinander vorkommen. Letztere sind grösstentheils polysynthetisch verzwillingte Individuen mit einer Auslöschungsschiefe von 15° max. gegen die Zwillingsgrenze und einer Lichtbrechung die manchmal höher ist als jene des Quarz. Es kann daher nur *Andesin* vorliegen. Daneben erscheinen aber auch Zweihälfter, bei denen die Vermutung, dass sie Orthoklas seien, nahe liegt. Da in den wenigen Fällen, wo eine diesbezügliche Beobachtung möglich war, der Brechungsquotient kleiner gefunden wurde als bei Quarz, so dürfte die Vermutung richtig sein.

Das Bindemittel besteht aus ganz feinem Quarz-Feldspath-Detritus, dem Glimmerlamellen und Chloritpartieen eingeschaltet sind. Stellenweise lassen die letzteren ihre Abstammung aus säulenförmigen Krystallen — Pyroxen ? — erkennen. *Eisenerz, Titanit* finden sich in untergeordneten Mengen.

XIV. LANDUNG.

Iles Anvers

64° 32' südl. Breite ; 62° 56' westl. Länge von Greenwich.

Die Routenkarte gibt als Fundort an : « Monts Osterrieth ». Es liegen vier Proben von anstehendem Gestein vor. Zwei davon gehören zum Gabbro, zwei sind lamprophyrische Ganggesteine.

Gabbro.

Die Struktur dieses Gesteines ist typisch hypidiomorph-körnig, wie bei allen normalen Gliedern der Reihe. Als Gemengtheile treten auf : *Plagioklas, Augit, primäre* und *uralitische Hornblende, Biotit* und *Sagenit.* Die Plagioklase zeigen Zwillingsbildungen nach dem Albit-, Periklin- und Karlsbadergesetze. Zuweilen beobachtet man Krystalle mit gebogenen Lamellen, in denen dann eine undulöse Auslöschung herrscht. Die maximale Auslöschung in der symmetrischen Zone beträgt 33° ; ihr entspricht ein mittlerer Labrador von der Zusammensetzung Ab_{42} An_{58}. Da aber nach der chemischen Analyse das Mittel der Mischung Ab_{44} An_{56} oder wenn man das Or-Silikat zu Ab schlägt $(Ab + Or)_{48}$ An_{52} ist, so müssen auch entsprechend acidere Glieder vorhanden sein.

Thatsächlich findet man verhältnismässig häufig Kernkrystalle und Krystalle mit Schichtenbau. An den ersteren fällt auf, dass der Kern meistens eine ganz unregelmässige Form besitzt, die den Eindruck hervorruft als wäre sie bei der Wiederauflösung eines älteren Krystalles entstanden. Die Hülle löscht entweder einheitlich unter einem kleineren Winkel aus als der Kern (z. B. : 26°—14°), oder es nimmt die Auslöschung vom Kerne aus nach dem Rande allmählig ab. Die Krystalle mit mehreren unterscheidbaren Schichten sind weit seltener und der Fall einer Rekurrenz basischerer Schichten wurde überhaupt nur einmal beobachtet.

Der Pyroxen ist durch lichte Färbung, die im Dünnschliffe oft gar nicht zur Geltung kommt, im günstigsten Falle aber als helles Grün erscheint, ausgezeichnet. Er besitzt eine auffallend gute Spaltbarkeit, wie sie sonst den Amphibolen zukommt und lässt zuweilen einen ganz schwachen nur dem nicht ermüdeten Auge wahrnehmbaren Absorptionsunterschied der beiden Schwingungen in 010 wahrnehmen. Der Winkel $c\,\gamma$ wurde mit 42° 55′ bestimmt, so dass die Einreihung unter die diopsidischen Pyroxene gerechtfertigt erscheint. Auffallend ist aber die normal symmetrische Lage der Axenebene, bei der $b = \alpha$ wird.

Die primäre Hornblende kommt zth. als Einschluss im Pyroxen vor, mit dem sie die bekannte Verwachsung bildet, bei der die Längsflächen zusammenfallen und die krystallographischen *c*-Axen parallel oder doch nahezu parallel sind, zth. tritt sie auch selbständig auf, bleibt aber der Menge nach immer ganz untergeordnet. Eines dieser Individuen zeigte keinerlei krystallographische Begrenzung und bildete die Ausfüllung eines zwischen Augitkrystallen freigebliebenen Raumes. Die Hornblende Ausscheidung hat also vor der Augitbildung begonnen und hat dieselbe theilweise überdauert.

Die Farbe wechselt zwischen bräunlich grün für γ und gelb für α, die Absorption ist also $\gamma > \beta > \alpha$. Der Winkel $\gamma\,c$ wurde mit 21° 40′ bestimmt. Neben dieser zweifellos primären Hornblende findet sich in grosser Menge sekundäre, die auf zwei Wegen aus der erstgenannten hervorgeht. Bei der ersten Art der Umwandlung sieht man in einem Augitquerschnitte eine kleine Partie mit ganz zarten Hornblendequerschnitten. Dieser inselartige Fleck im Augitquerschnitte ist aber nicht scharf abgegrenzt sondern verläuft mit einem verschwommenen Rande in die unversehrte Augitsubstanz. Diese uralitische Hornblende, die sich durch die manchmal ins Bräunliche spielende Farbe, die etwas höhere Lichtbrechung und den kleineren Winkel $c\,\gamma$ (= 12°) von dem mitvorkommenden Aktinolith unterscheidet, wird augenscheinlich durch einfache Paramorphose aus dem Pyroxen gebildet ; die einzelnen Fasern sind unter-

einander parallel und zu dem Stammminerale homoax angeordnet. (Vergl. p. 26.) Der Prozess der Aktinolithbildung verläuft ganz anders. Hier wird ein Chloritstadium durchlaufen, dem erst die Aktinolith-Bildung folgt. Es liegen daher auch die Fasern dieses Minerales schliesslich wirr in der Augitform, meist begleitet von einem Reste des Chlorits. Der Winkel $c\gamma$ für Aktinolith beträgt 16°, der Pleochroismus ist deutlich und bewegt sich im Blaugrün durch ein blasses Gelb zu fast farblos.

Der Biotit ist augenscheinlich ein ziemlich frühzeitig ausgeschiedener Gemengtheil. Er ist durch eine beträchtliche Schwankung des Axenwinkels ausgezeichnet. Es wurde mittels Messungen im Mikroskop nach der MALLARD'schen Methode der Maximalwerth $2E = 34° 38'$ gefunden, voraus $2V = 21°$ sich ergibt, wenn $\beta = 1.58$ genommen wird; daneben kommen aber auch fast einaxige Individuen vor.

Unregelmässig vertheilt findet sich Magneteisenerz, das zuweilen durch einen Rand von Biotit umsäumt wird.

ANALYSE V

	Analysenzahlen in % *a*	Analysenzahlen in % *b*	Molecular proportionen auf 100 wasserfrei	
H_2O	1.44			3.12 Fe_2O_3 entsprechen 2.81 FeO,
SiO_2	53.03	53.03	56.88	daher zusammen 8.44 FeO.
TiO_2	0.06	0.06	0.05	
P_2O_5				OSANN'sche Zahlen :
Al_2O_3	15.78	15.78	10.00	S = 56.93
Fe_2O_3	3.12			A = 3.18 a = 1.9
FeO	5.63	8.44	7.61	C = 6.82 c = 4.1
CaO	10.41	10.41	12.02	F = 23.07 f = 1.4
MgO	6.39	6.39	10.26	
MnO	ger. Spur			n = 8.5 α Reihe
Na_2O	2.60	2.60	2.71	k = 1.02 (1)
K_2O	0.69	0.69	0.47	m = 5.98 φ Reihe
Li_2O				
Summe	99.15		100.00	

Analysenbelege :

0.9800 g	Substanz	gab	0.0141 g	H_2O	= 1.44 %
0.8262 g	»	»	0.4381 g	SiO_2	= 53.03
			0.0005 g	TiO_2	= 0.06
			0.1304 g	Al_2O_3	= 15.78
			0.0775 g	Fe_2O_3	= 9.38
			0.0860 g	CaO	= 10.41

(1) Bei der mikroskopischen Untersuchung wurde aber *kein* Quarz gefunden, trotzdem k > 1 berechnet wurde.

0.1456 $Mg_2P_2O_7$ = 0.0528 g MgO = 6.39 %
geringe Spur MnO

0.8066 g Substanz gab 0.0484 g Chloride } 0.0056 g K_2O = 0.69 %
0.0288 g K_2PtCl_6 } 0.0210 g Na_2O = 2.60
6 Li_2O

0.4806 g Substanz verbrauchten 4.05 cm³ $KMnO_4$-lösung.
1 cm³ = 0.00668 g FeO = 0.027054 g FeO = 5.63 %
5.63 g FeO ~ 6.26 g Fe_2O_3; bleibt für Fe_2O_3 = 3.12

Die Prüfung auf Phosphorsäure ergab ein negatives Resultat.

ANALYSE V *(Berechnung)*

	Or	Ab	An	$FeSiO_3$	$MgSiO_3$	$CaSiO_3$	
SiO_2	2.82	16.26	13.64	7.61	10.26	5.20	55.79
Al_2O_3	0.47	2.71	6.82				10.—
FeO				7.61			7.61
CaO			6.82			5.20	12.02
MgO					10.26		10.26
Na_2O		2.71					2.71
K_2O	0.47						0.47
	3.76	21.68	27.28	15.22	20.52	10.40	

Eine Gruppirung der Oxyde in der durch die vorstehende Tabelle angegebenen Weise

(1) Typenformeln der in Fig. 2 eingetragenen Gabbrotypen. (OSANN, T. M. P. M., X-XII-5.)

1.	Typus Montrose.	$s_{58\cdot5}$	a_4	$c_{2\cdot5}$	$f_{13\cdot5}$	k = 0.89
2.	» Gröba.	$s_{57\cdot5}$	a_4	c_4	f_{12}	k = 0.86
3.	» Whiteface.	$s_{59\cdot5}$	a_4	c_8	f_8	k = 0.98
4.	» Côte St-Pierre.	$s_{56\cdot5}$	a_3	$c_{2\cdot5}$	$f_{14\cdot5}$	k = 0.91
5.	» Lichtenberg.	s_{55}	a_3	$c_{4\cdot5}$	$f_{12\cdot5}$	k = 0.86
6.	» Kentallen.	s_{52}	a_2	$c_{1\cdot5}$	$f_{16\cdot5}$	k = 0.83
7.	» Elisabeth town II.	s_{53}	a_2	c_3	f_{15}	k = 0.81
8.	» Suliselma.	$s_{52\cdot5}$	$a_{2\cdot5}$	$c_{4\cdot5}$	f_{13}	k = 0.83
9.	» Molkenhaus.	$s_{50\cdot5}$	$a_{1\cdot5}$	$c_{2\cdot5}$	f_{16}	k = 0.84
10.	» Keewenaw.	s_{50}	a_1	c_4	f_{15}	k = 0.85
11.	» Baltimore.	s_{51}	a_1	$c_{5\cdot5}$	$f_{13\cdot5}$	k = 0.89
12.	» Stone Run.	s_{50}	a_1	$c_{6\cdot5}$	$f_{12\cdot5}$	k = 0.87
13.	» Orange Grove.	s_{48}	a_0	c_2	f_{18}	k = 0.88
14.	» Bagley Creek.	s_{49}	$a_{0\cdot5}$	$c_{4\cdot5}$	f_{15}	k = 0.87
15.	» Phoenix reservoir.	$s_{49\cdot5}$	$a_{0\cdot5}$	c_7	$f_{12\cdot5}$	k = 0.91
16.	» Pharkowsky Ouwal.	s_{45}	a_1	$c_{1\cdot5}$	$f_{17\cdot5}$	k = 0.72
17.	» Pavone.	$s_{48\cdot5}$	a_1	c_5	f_{14}	k = 0.67

ergibt zunächst dass die Feldspathe 52.72 % des Gesteines ausmachen und dass bezüglich der Zusammensetzung des Plagioklas das bereits erwähnte Verhältnis besteht.

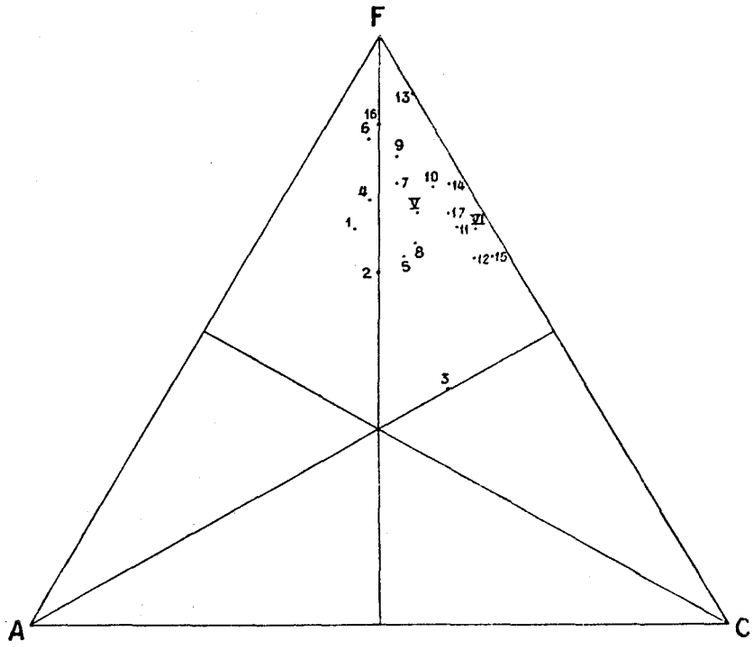


FIG. 2.

$$(Ab + Or)_{21.68 + 3.76}\ An_{27.28} = Ab_{48}\ An_{52}.$$

Die Stellung unseres Gesteines V im Systeme ergibt sich durch Vergleich mit den OSANN'schen Typen, die mit ihren Werten a c f in die Figur 2 eingetragen sind. (Siehe die Uebersicht auf der vorangegangenen Seite).

Man sieht, dass es sich um einen Uebergangstypus handelt. Es gibt wohl Gabbros mit einem höheren SiO_2-Gehalte Typus 1—3, anderseits aber hat unser Gestein einen SiO_2 Koeffizienten (ca. 1), der höher ist als der höchste in der OSANN'schen Reihe (0.98 Typus VI). Man könnte also ebenso gut eine Zutheilung zu den Dioriten vornehmen.

LAMPROPHYRISCHE GANGGESTEINE.

Von den beiden hieher gehörigen Proben ist die eine ein ausgesprochener *Odinit*, während die zweite zu jenem Uebergangstypus « zwischen den Typen der Diabase, Melaphyre und Lamprophyre » angehört, den ROSENBUSCH in der Mikrosk. Physiographie, Bd II, 1. Hälfte, p. 673/4, beschreibt.

Odinit.

Das Gestein ist dunkelgrau mit einem Stich ins Grünliche, feinkrystallinisch, fast dicht; durch spärliche Einsprenglinge von Feldspath und Augit, von denen erstere etwa 2 mm., letztere bis zu 4 mm. gross sind, wird es undeutlich porphyrisch.

Der Augit ist im Dünnschliffe sehr blass grün gefärbt und bildet kurze gedrungene Krystalle, die nach 010 sechsseitige Schnitte liefern, deren Begrenzung von 100, 001 und einer Schnittlinie gebildet wird, die an dem bestentwickelten Individuum mit 001 einen Winkel von 30° 30′ bildet; da nun der Winkel 001 : $\bar{1}01$ = 31° 20′ beträgt (1), so liegt die Vermutung nahe, dass $\bar{1}01 = p$ vorhanden sei. Mit dem diopsidischen Habitus stimmt auch das optische Verhalten überein, insoferne der Winkel $c\,\gamma = 28°$ also relativ klein gefunden wird. Dieses Herabgehen unter das gewöhnliche Mass (38°-40°) hängt augenscheinlich mit der Uralitisirung zusammen und beweist, dass frischer Augit überhaupt nicht mehr vorhanden ist. Die Uralit-

(1) Nach HINTZE Handbuch.

bildung ist auch hier ein reiner Paramorphosirungs-Prozess, bei dem ohne Veränderung der Substanz eine Umlagerung der Theilchen stattfindet. Die uralitische Hornblende ist zuweilen sehr deutlich pleochroitisch (braun-grün) und zeichnet sich gegenüber dem noch zu besprechenden Aktinolith durch *grössere* Auslöschungsschiefe $c\,\gamma = 20°$ aus. Die Paramorphose ist eine durchaus homoaxe und die vollständig umgewandelten Individuen löschen einheitlich aus. Manche Augitquerschnitte sind mit einem wirrstengeligen Aggregate von Aktinolithnadeln ($c\,\gamma = 16°$) erfüllt, neben denen ansehnliche Mengen von Epidot auftreten. Meistens aber erfüllen die Aktinolithaggregate unregelmässig begrenzte Hohlräume des Gesteines, oder sie sind in der Grundmasse zerstreut.

Die Feldspath-Einsprenglinge sind durchwegs Plagioklas, der nach dem Albit- und Karlsbader-Gesetze verzwillingt erscheint und durch die Auslöschungsschiefe von 28° (1) in Schnitten der symmetrischen Zone als *Labrador* karakterisirt ist.

Zuweilen wird eine fleckig perthitische Struktur beobachtet, die den Eindruck einer Entmischung macht.

Die Grundmasse besteht aus Plagioklasleisten, die als maximale Auslöschung (Zone ⊥ 010) den Wert von 30° lieferten, was etwa $Ab_{45}\ An_{55}$ entspricht. Da aber kaum anzunehmen ist, dass die Einsprenglinge saurer sind als die Grundmasse-Mikrolithen, so dürfte eher als wahrscheinlich anzunehmen sein, das die Einsprenglinge basischer Labrador sind, denen die Grundmasse-Mikrolithen als saurer bis mittlerer Labrador gegenüber stehen.

Als weiterer Bestandtheil der Grundmasse tritt ein bräunlich grünes, schwach pleochroitisches Mineral auf, dass wahrscheinlich aus Blättchen, die nach der Axe der kleinsten Elasticität gestreckt sind, besteht. Lichtbrechung, Doppelbrechung und gerade Auslöschung in leistenförmigen Durchschnitten weisen auf *Serpentin* hin. Im Serpentin trifft man wieder Aktinolith an. Damit wäre die Möglichkeit angedeutet, dass wenigstens ein Theil des Aktinoliths auf Olivin als ursprunglichen Gemengtheil des Gesteines zurückzuführen wäre. Die Menge von Eisenerz ist gering.

Wenn man diese hier gelieferte Beschreibung mit der Karakteristik des Odinit bei Rosenbusch (2) vergleicht, wird man eine auffallende Uebereinstimmung finden. Es scheint mir wichtig, dass auch Rosenbusch die Meinung vertritt, dass « manche Strahlsteinaggregate mehr auf Olivin als Augit als Muttermineral hinweisen ». Gegenüber der Behauptung « dass bei der Uralitisirung der Augiteinsprenglinge reichlich Epidot sich ausscheidet », verweise ich auf meine Beschreibung, aus der hervorgeht, dass die Uralitisirung eine Paramorphose, die Aktinolithbildung eine Pseudomorphose, bei der Epidot als Nebenprodukt erscheint, darstellt.

Kersantitähnlicher Lamprophyr.

Dieses Gestein weicht schon im äusseren Ansehen beträchtlich von dem eben beschriebenen ab. Seine Farbe ist hell graulich grün ; auf frischer Bruchfläche ist es undeutlich porphyrisch durch kleine und wenig zahlreiche Einsprenglinge von Augit, auf angewitterten Flächen erscheinen dunklere Flecken, die nach dem mikroskopischen Befunde wahrscheinlich auf umgewandelte Olivine zurückzuführen sein dürften.

Im Dünnschliffe tritt der porphyrische Karakter deutlich hervor. Einsprenglinge von

(1) Infolge der geringen Anzahl von Einsprenglingen kommt diesem Werte nur geringere Bedeutung zu.
(2) Physiogr. II, 1. Hälfte, 683.

Augit und *Olivin* (letztere aber nur nach den Umrissen bestimmt !) und *Plagioklas* liegen in einer aus *Plagioklasleistchen, Augitkriställchen* und *Augitkörnern, Titanit* gleichfalls in Körnerform nebst etwas *Magneteisenerz* bestehenden Grundmasse. Der Augit ist licht violett grau und zeigt nicht selten schönen Sanduhrbau, sowohl in den Einsprengelingen als auch in den Grundmasse-Individuen. Der Maximalwert für $c\,\gamma = 48^{\circ}\,30'$ wurde an den Augiten der zweiten Generation bestimmt ; die wenigen Einsprenglinge geben durchwegs niedrigere Werte.

Neben den Augiten erscheinen Pseudomorphosen von Chlorit in Formen die wohl nur auf *Olivin* bezogen werden können. Querschnitte ergaben Winkel von ca. 48°, während bei Olivin $110 : 1\bar{1}0 = 49^{\circ}\,57'$. Der die Form erfüllende Chlorit ist deutlich pleochroitisch (grüngelb) und sehr schwach doppelbrechend ; er dürfte wohl zum Pennin gehören.

Die Plagioklas-Einsprenglinge sind nach dem Albitgesetze verzwillingt und meistens mit Chlorit infiltrirt. Sie sind durchwegs einem mittleren Labrador etwa $Ab_{35}\,An_{65}$ angehörig (A max. = 37°).

Die Grundmasse Feldspathe erweisen sich deutlich als saurere Mischungen, denn ihre maximale Auslöschung in der Zone $\perp 010$ übersteigt den Wert von 20° nicht ; sie wären hienach als mittlere Andesine zu betrachten. Die Augite der Grundmasse erscheinen zth. in der Form gestreckter Krystalle oder als rundliche Körner ; der Titanit bildet nur Körner.

Der Orthit kommt in grösseren Partien aber ohne selbständige krystallographische Begrenzung vor. Eisenerz ist in geringer Menge vorhanden, Carbonat findet sich in kleinen Partieen im ganzen Gesteine zerstreut.

Die systematische Stellung unseres Gesteines is nicht ganz leicht zu bestimmen. Wegen seiner Zugehörigkeit zu einem Gabbro-dioritischen Tiefengesteine liegt die Verwandschaft auf der Kersantit-Odinitseite und der ausgesprochene Diabaskarakter des Augits bildet einen wichtigen Unterschied gegen die Odinite. Ich ziehe es daher vor das Gestein zu der Gruppe von Uebergangsformen zu stellen, die Rosenbusch (Phys. II/1, p. 673-74) beschreibt, zu denen er auch die von Bücking als « Gangmelaphyre » bezeichneten Gesteine aus der Gegend von Schmalkalden und Brotterode in Thüringen (1) rechnet.

XV. LANDUNG : Insel Wiencke, Westseite.

64° 35 1/2' südl. Breite ; 63° 33' westl. Länge von Greenwich.

XVI. LANDUNG : Insel Wauwermans, der Südspitze der Insel Wiencke vorgelagert.

64° 55' südl. Breite ; 63° 45' westl. Länge von Greenwich.

XVII. LANDUNG : Insel Bob, an der Ostküste der Insel Wiencke.

64° 51' südl. Breite ; 63° 21 1/2' westl. Länge von Greenwich.

Diese drei Landungen werden im Nachstehenden mit einander behandelt, da sie sich nicht nur geographisch sondern auch petrographisch als zusammen gehörig erweisen.

Anstehend wurde gefunden :

XV. Landung : 1) Quarzdiorit ; 2) Gang-Diabas.
XVI. » Quarzdiorit (= 1).
XVII. » Gabbro.

(1) Jahrb. d. K. preuss geol. Landesanstalt, 1888.

Quarzdiorit.

Dieses Gestein, das in allen wesentlichen Zügen dem bei den Landungen II, VI und IX beschriebenen gleicht, besteht aus *Quarz, Plagioklas, Augit, Hornblende, Biotit, Apatit* und *Eisenerzen.* Die in der Regel gut entwickelten grossen Plagioklas-Individuen bilden Zwillinge nach dem Albit-, Periklin- und Karlsbader-Gesetze. Auskeilende Zwillingslamellen sind verhältnismässig häufig zu sehen; auch Verbiegungen und an diese geknüpfte undulöse Auslöschung kommen nicht selten vor. Die verhältnismässig grossen Maxima der Auslöschungsschiefen von ca. 25° lassen auf ein basisches Glied der Reihe mit etwa 45 % Anorthitsilikat schliessen (Ab_{55} An_{45}). Die Zwillingslamellen nach dem Periklingesetze verlaufen auf Schnitten nach 010 nahezu parallel zu den Spaltrissen 001; dem Winkel $\sigma = 0°$ entspricht die Mischung Ab_4 $An_3 = Ab_{57}$ An_{43}, was mit der ersten Bestimmung sehr gut übereinstimmt. Der Plagioklas ist also hauptsächlich ein *Andesin* von mittlerer Zusammensetzung. In einigen Individuen liegt central eine Partie von stark doppeltbrechenden Schüppchen und Blättchen, die augenscheinlich Glimmer (Paragonit?) sind. Auffallend, weil sonst selten vorkommend ist die in einem Krystalle zu beobachtende fedrige Anordnung dieser Glimmerblättchen. Der Augit ist licht grün, zuweilen fast farblos, besitzt aber nicht selten einen intensiv grün gefärbten Rand. In manchem Individuen ist die Spaltbarkeit auffallend gut entwickelt; die Spaltrisse sind geradlinig, scharf und dichter gedrängt als es sonst bei Hornblenden der Fall zu sein pflegt. Die Auslöschung $c\,\gamma$ wurde im Maximum mit 32° 30′ für den Kern und 26° 30′ für die Hülle bestimmt (weisses Licht). Für die Dispersion der Auslöschungsrichtungen an einem Schnitte 010 wurde gefunden :

Kern	rothes Licht	29°
	blaues »	27° 30′
Hülle	rothes »	25°
	blaues »	23° 30′

demnach $\rho > v$.

Der erwähnte grüne Saum der Augitschnitte ist immer pleochroitisch, doch mit wechselnder Stärke. Die Schwingungen nach γ sind grün, jene nach α entweder von γ nur durch eine geringe Beimischung von gelb unterschieden, oder deutlich gelb. Dies allein würde schon genügen um den Aegirin-Augit, an den man zunächst denken könnte, auszuschliessen, da bei ihm, wie Rosenbusch (1) angibt, α grasgrün, β hellgrün, γ gelblich bis bräunlich mit Stich ins Grüne zu sein pflegt. Dagegen stimmt es durchaus mit dem Verhalten der Hornblende überein. Diese ist stark pleochroitisch α = gelb, β = braunlich grün, γ = grün. Sie erscheint theils in selbständigen Individuen, theils ist sie mit dem Augit verwachsen, wobei der Augit stets den Kern bildet. Im ersteren Falle ist die Auslöschung $c\,\gamma$ im Maximum circa 21°; bei den mit Augit verwachsenen Individuen beobachtet man in der Regel die gleichen Werte. Es kommen aber Fälle vor, wo höhere Werthe erhalten werden, die sich jenen nähern, die für den grünen Augitsaum erhalten wurden. Hand in Hand mit der Vergrösserung des Winkels $c\,\gamma$ geht dann eine Verminderung der Stärke des Pleochroismus. Wir kommen daher zu dem Schlusse, dass

(1) Band I, 2. Hälfte, p. 217 (IV. Aufl.).

der grüne Augitsaum auch dort, wo er Auslöschungsschiefen bis zu 26° liefert in Beziehung zu setzen ist zur Hornblende. Die Art dieser Beziehung kann, wie es scheint, eine zweifache sein : man kann daran denken dass der Augit eine paramorphe Umlagerung zu Hornblende durchmacht, die randlich beginnt und gegen die Mitte des Krystalls fortschreitet, oder man kann die Hornblende als primär und die Verwachsung beider Minerale gleichfalls als ursprünglich auffassen. Obwohl mancherlei Gründe für die Richtigkeit der ersten Auffassung ins Treffen geführt werden können : wie die unregelmässige Form der Augitkerne, die innige Durchdringung beider Minerale an manchen Stellen, die gleichzeitige Auslöschung des fast farblosen Augits und der grünen Aussenzone — so glaube ich doch der primären Natur der Hornblende die grössere Wahrscheinlichkeit zusprechen zu sollen, da der in anderen Gesteinen dieser petrographischen Provinz gut zu studirende Prozess der Uralitisirung doch in wesentlichen Details abweicht, wie sich aus den Beschreibungen ergeben hat. Nach dieser Auffassung wäre der Augit im Allgemeinen eine ältere Ausscheidung gegenüber der Hornblende, der grüne Rand um den Augit eine Weiterwachsung des Augits in einer Lösung die in Folge einer uns nicht näher bekannten Veränderung der physikalischen Verhältnisse Hornblende-Molekel auszuscheiden begonnen hatte. Die Ränder mit grosser Auslöschungsschiefe und schwachem Pleochroismus würden dann den Beginn der Hornblende-Ausscheidung angeben, wo Pyroxen- und Amphibol-Molekel in inniger Mischung abgelagert wurden, während später nur reine Hornblende gebildet werden konnte. Die unregelmässige lappige Form der Augitdurchschnitte, der Umstand, dass nicht selten einzelne Partieen des letzteren abgeschnürt wurden, die jetzt als Inseln in der Hornblende schwimmen, scheint darauf hinzudeuten, dass bei Beginn der Hornblendebildung eine theilweise Auflösung des Augits stattgefunden hat.

Dass die Hornblendebildung später einsetzt als die Ausscheidung des Pyroxens ist einigermassen auffallend, da bekanntlich in den umrandeten Hornblenden der Andesite und verwandter Gesteine die ältere Hornblende magmatisch resorbirt wird und unter Abscheidung von Eisen in der Form von Magnetit als Augit wieder erscheint. Auch in Tiefengesteinen treffen wir die Hornblende als ältere, den Augit als jüngere Bildung und sehen dem gemäss die erstere bei parallelen Verwachsungen als Kern, letzteren die Hülle bildend. Als Beispiel für diesen Fall sei der Diorit von Konopischt bei Beneschau in Böhmen angeführt. (Vergl. auch Rosenbusch, Bd II, ps. 1329, Pikrite aus der Gegend von Oberdieten und Lixfeld.)

Von den übrigen Gemengtheilen ist der Biotit der Menge nach der wichtigste. Er erscheint in verhältnismässig grossen Tafeln, die bei der Beobachtung im weissen Lichte ein scheinbar einaxiges Axenbild liefern. Die Absorption ist kräftig : α = gelb, $\beta = \gamma$ dunkel braun.

Als Einschlüsse treten Körner mit hoher Lichtbrechung und starker Doppelbrechung auf; wahrscheinlich sind sie Titanit, denn sie stimmen in Bezug auf Farbe, Relief und Doppelbrechung vollständig überein mit einem zweifellos sicher bestimmbaren grösseren Titanitindividuum, das mit Glimmer verwachsen ist. Um diese Körner legt sich ein Hof von Chlorit.

Der Quarz tritt etwa in der gleichen Menge auf, wie in dem pag. 5 beschriebenen Gesteine. Aufgefallen sind die hie und da vorkommenden, den Durchschnitt wirr durchsetzenden schwarzen nicht näher bestimmbaren Nadeln (Rutil ?).

Magneteisen tritt verhältnismässig reichlich auf, Apatit in kurzen Säulchen ist spärlich.

Was die Ausscheidungsfolge anlangt, so seien dem bereits Gesagten noch folgende Bemerkungen hinzugefügt. Abgesehen von den accessorischen Gemengtheilen, erscheint der Augit

als die älteste Ausscheidung. Ihm folgte die Hornblende und der Glimmer, deren Bildung augenscheinlich einige Zeit nebeneinander verlief, da bald das eine, bald das andere Mineral bei gegenseitiger Berührung als idiomorph erscheint; gegen den Feldspath sind sie aber beide idiomorph. Der Quarz füllt in typischer Weise die freigebliebenen Räume aus.

Mit dem hier beschriebenen Quarzdiorit absolut gleich sind zwei von den Wauwermans Inseln stammende Proben.

Gang-Diabas.

Von den drei hier zu beschreibenden Gesteinen stammen zwei von der Insel Wiencke (Landung XV) das 3. von den Insel Bob (Landung XVII). Bei den beiden ersten (hier mit *a* und *b* bezeichneten) wird angegeben, dass sie in Gangform angetroffen wurden ; die 3. Probe (*c*) stammt von anstehendem Fels, der wahrscheinlich auf grössere Erstreckung hin als gleichmässig anhaltend befunden wurde.

a ist zunächst durch die Struktur auffallend : grössere *Feldspath*-Individuen von guter krystallographischer Begrenzung nehmen mehr als die Hälfte der Fläche des Dünnschliffes ein und in den von ihnen freigelassenen Zwischenräumen liegen *Augit, Biotit, Eisenerz* und *secundärer Chlorit* und *Aktinolith*.

Der *Feldspath* ist ein vollkommen frischer, nach dem Albit-, Periklin- und Karlsbader-Gesetz verzwillingter Plagioklas, bei dem auch zonale Struktur stellenweise angedeutet erscheint. Die Auslöschungsschiefen in Schnitten aus der zu (010) senkrechten Zone erreichen ziemlich hohe Werte ; die in einem Falle beobachteten conjugirten Werte 14 ½°, 34° für die Individuen nach dem Albit- und Karlsbader-Gesetze weisen auf eine zwischen $Ab_{50}\ An_{50}$ und $Ab_{25}\ An_{75}$ stehende Mischung, etwa auf $Ab_{40}\ An_{60}$ hin.

Der Augit ist ganz licht violett-bräunlich gefärbt und hat eine Auslöschung von $c\,\gamma = 36°$. Er verwandelt sich stellenweise in Aktinolith wobei er ein Chlorit-Stadium durchläuft. Der neugebildete Aktinolith ($c\,\gamma = 17°$) zeigt keinerlei Orientirung gegen das Mutter-Mineral. Nebenher läuft auch der Uralitisirungs-Prozess, bei dem, wie an anderer Stelle auseinander gesetzt wurde, die neugebildete Hornblende parallel orientirt zum Augit bleibt.

Magnetit ist in grossen Krystallen und Körnern reichlich vertreten.

Die Probe *b* zeigt sowohl in Bezug auf die Struktur als auch im Mineralbestande beträchtliche Abweichungen.

Die in *a* scharf conturirten gedrungenen Plagioklas-Individuen sind ersetzt durch in einanderverfliessende langgestreckte Leisten ; die zwickelförmigen Räume sind grösstentheils verschwunden und mit ihnen der Augit. An seine Stelle ist ein lebhaft pleochroitischer Strahlstein getreten, der das ganze Gestein durchsetzt, ja sogar in die Feldspathkrystalle eindringt.

Auch der Glimmer, der in *a* grössere Tafeln bildet, die an den Plagioklasindividuen scharf absetzen, erscheint hier in gänzlich anderer Form, indem er kleine, zuweilen gut krystallographisch begrenzte Schuppen bildet. Besonders auffallend ist das Eintreten von *Quarz,* der stellenweise die Gesteinsmasse förmlich durchtränkt und auch in grösseren Partieen vorkommt, in denen mit Sicherheit das optisch positive einaxige Axenbild constatirt werden konnte.

Man wird wohl kaum fehlgehen, wenn man in diesem Gesteine ein durch Kontaktmetamorphose gebildetes Umwandlungsprodukt von *a* ablickt.

Gabbro.

In Bezug auf die mineralischen Komponenten steht dieses Gestein dem unter *a* beschriebenen ausserordentlich nahe.

Die ophitische Struktur tritt, wenn möglich, noch deutlicher hervor. Die prachtvollen Krystalle von Plagioklas erfüllen das Gesichtsfeld zum weitaus grösseren Theile. Augit, sekundäre Hornblende, Biotit und Magneteisen theilen sich in die übrigbleibende Fläche. Die nach dem Albit-, Periklin- und Karlsbader-Gesetze verzwillingten Plagioklaskrystalle gehören durchweg sehr basischen Mischungen an. Die Beobachtung der conjugirten Auslöschungsschiefen von 26° 40′ und 35° 30′ für die Karlsbader- und Albitlamellen desselben Individuums führen auf die Mischung Ab_{25} An_{75}, d. i. auf Bytownit.

Der Augit ist lichtgrün gefärbt und zeigt die schon beschriebene Spaltbarkeit nach 001. Der Winkel $c\,\gamma$ beträgt 39° 30′. Besonders schön ist in diesem Gesteine der Uralitisirungsprozess zu sehen. Man erkennt deutlich vier Stadien.

Zuerst nimmt die Doppelbrechung des Augitkornes ab, dann tritt eine Auflockerung des Gefüges, eine Zerfaserung auf, später stellt sich eine Art Granulation mit mittlerer Doppelbrechung ein, und schliesslich erscheinen die Hornblendefasern in der bekannten Orientirung : 010 und die *c*-Axe von Augit in Hornblende parallel. Diese Zwischenstadien sind aber nur selten an ein- und derselben Paramorphose zu sehen; bald ist das eine, bald das andere Stadium besser zu erkennen.

Die im Dünnschliffe vorhandene Hornblende scheint ausschliesslich sekundär zu sein ; es ist aber deswegen nicht ausgeschlossen, dass in dem Gesteine auch primäre Hornblende vorkomme, wie dies in früher beschriebenen Fällen constatirt wurde.

Der dunkle Glimmer ist äusserst spärlich, das Magneteisen dagegen sehr reichlich vertreten. Ausserdem ist eine kleine Menge (0.1 %) Apatit vorhanden.

Die Analyse ergab die unter *a* angeführten Zahlen. Wird die Menge $P_2O_5 = 0.04$ mit 0.06 Ca O zu 0.10 Apatit verbunden, 6.51 % Fe_2O_3 zu 5.858 Fe O umgerechnet und das H_2O weggelassen, so erhält man die unter *b* stehenden Zahlen, aus denen dann die auf 100 berechneten Molekularproportionen der 3. Kolonne erhalten wurden.

Analyse VI

	a	b	Molekular % auf 100, wasserfrei			
			L. XVII	« Diorit » Stone Run	Plagioklas Bas. Royal Auvergne	
H_2O	1.27					Osann'sche Zahlen für L. XVII :
SiO_2	45.84	45.84	50.23	49.12	52.97	S = 50.38, A = 1.36, C = 11.86, F = 23.18
TiO_2	0.18	0.18	0.15	1.87		a = 0.74, c = 6.52, f = 12.74
P_2O_5	0.04			0.25		n = 8.8, α-Reihe, k = 0.91, m = 5.56
Al_2O_3	20.42	20.42	13.22	13.13	12.49	φ-Reihe
Fe_2O_3	6.51					« Diorit » :
FeO	6.64	12.50	11.51	11.54	12.30	S = 51.04, A = 1.44, C = 11.69, F = 22.45
MnO	ger. Spur			0.26	0.63	a = 0.80, c = 6.58, f = 12.62
CaO	13.27	13.21	15.58	13.96	12.69	n = 9.3, α-Reihe, k = 0.93, m = 5.9
MgO	4.85	4.85	7.95	8.38	6.95	φ-Reihe
Na_2O	1.13	1.13	1.20	1.34	1.40	Basalt :
K_2O	0.23	0.23	0.16	0,10	0.57	S = 52.97, A = 1.97, C = 10.52, F = 22.05
Li_2O	ger. Spur			ZrO_2=0.05		a = 1, c = 6, f = 13
	100.38		100.00	100.00	100.00	n = 7.1, β-Reihe, k = 0.96, m = 7 φ-Reihe

Analysenbelege :

0.9992 g Substanz gab 0.0127 g H_2O = 1.27 %
0.8508 g » » 0.3900 g SiO_2 = 45.84
0.0015 g TiO_2 = 0.18
0.1737 g Al_2O_3 = 20.42
0.1185 g Fe_2O_3 = 13.93
0.1129 g CaO = 13.27
geringe Spur MnO

0.1140 g $Mg_2P_2O_7$ = 0.0413 g MgO = 4.85
0.8109 g Substanz gab 0.0205 g Chloride } 0.0019 g K_2O = 0.23
0.0100 g K_2PtCl_6 } 0.0092 g Na_2O = 1.13
Li_2O ger. Spur

0.5033 g Substanz verbrauchten 5.0 cm³ $KMnO_4$-lösung.
(1 cm³ = 0.00668 g FeO) = 0.0334 g FeO = 6.64 %
6.64 FeO = 7.38 Fe_2O_3 bleibt Fe_2O_3 = 6.55
1.0039 g Subtanz gab 0.0007 g $Mg_2P_2O_7$, entspr. 0.0004 g P_2O_5 = 0.04

Wie der Vergleich sofort erkennen lässt, haben wir es in unserem Gesteine mit einem Gabbro-Magma vom Typus « Stone Run » zu thun ; die Uebereinstimmung kann besser gar nicht gedacht werden. Die Struktur ist wegen der idiomorphen Feldspathe und der späteren Krystallisation des Augits durchaus gabbroid, so dass also die Bestimmung nach jeder Richtung hin

gerechtfertigt erscheint. Bei eventuellen Zweifeln an der Tiefengesteinsnatur hätte man die Verwandten unseres Gesteines unter den körnigen, olivinfreien Basalten zu suchen, wie die Vergleichs-Analyse zeigt (1).

DIORITPORPHYRITISCHE GANGGESTEINE.

Mit dem Diorit der Insel Wiencke zusammen kommt ein Ganggestein vor. Da das untersuchte Stück die beiden Gesteine noch verbunden zeigt, so konnte insbesondere das Verhalten am Salbande genauer studirt werden.

Der Diorit zeigt in der Nähe des Ganges eine sonst nicht beobachtete Epidotisirung des Glimmers. Die Biotitkrystalle sind aufgeblättert und zwischen die Lamellen schieben sich Epidotlagen ein, die im Durschnitte die Form von sphärischen Zweiecken haben und ausserdem ist das ganze Gestein von winzigen Schüppchen eines hellen Glimmers durchschwärmt.

Das *Ganggestein* besitzt porphyrische Struktur, ist aber sehr arm an Einsprenglingen, als welche basische *Plagioklase* der Labradoritreihe auftreten. (Symmetr. Auslöschung 27°.) Die Grundmasse besteht aus leistenförmigen Plagioklasen, bei denen die Auslöschungsschiefen von ca. 10° dominiren ; es dürften also basische Andesine die Hauptmasse ausmachen ; daneben kommt wahrscheinlich auch etwas *Orthoklas* vor. Die Räume zwischen den Feldspathleisten sind erfüllt von chloritischen Massen mit sehr schwacher Doppelbrechung, Augit und Titanitkörnchen, Eisenerzpartikeln und winzigen Schüppchen eines farblosen Glimmers. Interessant ist, dass diese Glimmerschüppchen eine schmale Zone am Salbande freilassen, aber, wie schon erwähnt im Diorit, in dem der Gang aufsetzt gleichfalls wieder vorkommen.

Unmittelbar am Salbande ist das Ganggestein etwas dunkler gefärbt, was auf eine Ausscheidung von Brauneisenerz zurückzuführen ist.

Einen abweichenden Typus repräsentirt ein mit dem Gabbro der Insel Bob verbundenes Ganggestein.

In einer wesentlich aus Feldspath-Mikrolithen aufgebauten stellenweise andesitisch erscheinenden Grundmasse liegen zahlreiche Einsprenglinge eines im Allgemeinen ganz lichten Augits, der aber stellenweise auffallend blaugrüne Flecken zeigt.

XVIII. LANDUNG.

Insel Banck

64° 51' südl. Breite ; 62° 46' westl. Länge von Greenwich.

Die kleine Insel Banck, welche der Küste des Dancolandes vorgelagert ist, liefert zwei Proben von anstehendem Gesteine. Die eine davon ist ein grobkörniger Granit, die andere ein hochinteressanter Malchit.

(1) Nach den Angaben von Lasaulx, N. J. f. M., 1869, scheint dieser Plagioklasbasalt aber nicht olivinfrei zu sein !

Granit.

Mit dem Granite der Insel Banck (*a*) zusammen sollen hier gleich zwei sehr ähnliche Gesteine von der XIX. Landung besprochen werden (*b, c*) ; da die beiden Landungspunkte, wie ein Blick auf die Karte lehrt, nicht weit von einander liegen, so ist es wahrscheinlich, dass die Gesteine auch geologisch zusammengehören.

Die Struktur aller drei Proben ist grobkörnig. Als Gemengtheile wurden beobachtet : *Orthoklas* (*b*), *Mikroperthit, Plagioklas, Mikroklin* (*c*), *Quarz, Biotit* (*b*), *Hornblende* (*a*), *Chlorit, Epidot, farbloser Zirkon* als Einschluss im Quarz (*a*).

Der Mikroperthit besteht in der Hauptmasse aus Orthoklas. Der mit diesem verwachsene Plagioklas erscheint in den Durchschnitten nur selten in der Form von Spindeln oder Leisten sondern bildet in der Regel ein Netzwerk, das den Wirtkrystall völlig regellos durchsetzt. An etwas breiteren Stellen sieht man aber sehr deutliche Zwillingslamellen nach dem Albitgesetze die in der symmetrischen Zone eine maximale Auslöschungsschiefe von etwa 13° 30′ aufweisen und dem gemäss einem Oligoklasalbit von beiläufig Ab_{90} An_{10} angehören müssen.

Der selbständig vorkommende Plagioklas lieferte in der Probe (*a*) fast genau dieselben Werte der Auslöschung wie der in perthitischer Verwachsung vorkommende ; in der Probe *b* hingegen wurde an einem Schnitte $\perp \alpha$ eine Auslöschung von 5° 5′ constatirt; dies entspricht der Oligoklasmischung Ab_{75} An_{25}. An demselben Individuum ist auch der recht häufige Fall der Fortwachsung zu beobachten. Der Fortwachsungsrand ist deutlich abgesetzt und ist dadurch karakterisirt, dass zwischen ihm und dem Hauptkrystalle keinerlei Uebergang der Auslöschungsrichtungen bemerkbar ist. Der Winkel $c\,\beta$ beträgt 8° 10′ und es ist γ Kern > γ Rand, β K $\geq$ β R, d. h. der Rand ist saurer als der Kern, muss also annähernd Ab_{90} An_{10} sein. Zuweilen enthält der Plagioklas im Innern grosse Mengen winziger Glimmerschüppchen, die augenscheinlich einer Umwandlung in Glimmer — wohl Paragonit — ihre Entstehung verdanken. Dieser Glimmeranhäufungen, die mit einer Trübung der centralen Partien der betreffenden Individuen Hand in Hand gehen, sind manchmal auf relativ kleine Kernpartien beschränkt; in anderen Fällen bleibt nur noch eine schmale Randzone von der Umwandlung verschont.

Der Orthoklas, der in *b* und *c* in besonders reichlicher Menge vorkommt, ist durch eine auffallend gut entwickelte Murchisonit-Spaltbarkeit ausgezeichnet. Durch sehr sorgfältige Messungen des Winkels dieser Spaltrisse gegen jene nach (001), die als Mittelwert 73° 18′ ergaben, wurde das Zeichen des Orthodomas, nach dem die Murchisonit-Spaltung verläuft, mit $(\bar{7}01)$ festgestellt. Für die Beurtheilung der Lage der Fläche ist noch wichtig zu bemerken, dass die Axenebene die mit der *a*-Axe einen Winkel von 5° 50′ bildet, durch den stumpfen Winkel von M. Sp. und 001 Sp. hindurch geht. Bei der zweiten möglichen Lage der Fläche mit 73° 18′ gegen die *a*-Axe, für welche sich das Zeichen $(\bar{5}03)$ ergibt, müsste aber die Axenebene durch einen spitzen Winkel hindurch gehen.

In der Probe *c* tritt das $K\,Al\,Si_3\,O_8$ Silikat in der Form des Mikroklin auf.

Der Biotit ist rothbraun, zeigt starke Absorption und besitzt einen äusserst kleinen Axenwinkel, so dass die Oeffnung des Kreuzes zuweilen kaum mehr wahrzunehmen ist. Umwandlung in Chlorit ist häufig. Statt des Biotits, der in *b* in reichlicher Menge vorhanden ist, stellt sich in *a* Hornblende ein, die aber zum grössten Theile chloritisirt ist. Aus dem Chlorit entwickelt sich dann wieder Strahlstein. Bei dieser Umwandlung der Hornblende wird auch in

beträchtlicher Menge *Epidot* gebildet. Der in allen Proben recht reichlich vorhandene *Quarz* führt Flüssigkeits-Einschlüsse mit tanzenden Libellen und in *a* auch farblosen Zirkon.

Die Ausscheidungsfolge ist im Grossen und Ganzen die normale. Nur in der Probe *a* trifft man Quarz, der entschieden älter ist als Plagioklas.

Malchit

(Taf. II, Fig. 7.)

Die Struktur ist deutlich porphyrisch. Als Einsprenglinge treten *Feldspath* und *Hornblende* auf. Ersterer erscheint in wohlausgebildeten Krystallen von säulenförmiger Ausbildung nach *c* ausnahmsweise auch gestreckt nach *b*. Auffallend ist die geringe Entwicklung der Zwillingsbildungen bei den grössten Individuen. Man glaubt es im ersten Momente mit einem Orthoklasgesteine zu thun zu haben; erst bei genauerer Durchmusterung sieht man, dass Zwillingslamellen von sehr geringer Breite den Hauptindividuen eingeschaltet sind. Mit Rücksicht auf den Gehalt von 7 Molecularperzenten Orthoklas drängt sich die Vermuthung auf, dass Anorthoklas zugegen sei. Für diese Annahme spricht : 1. die Höhe des Brechungsquotienten, der an allen Stellen, wo Quarz und Feldspath zusammentreffen bei letzterem niedriger befunden wurde. Nach der Uebersicht im I. Bde der Mikrosk. Physiographie von ROSENBUSCH, 4. Aufl., p. 327, bewegen sich die Brechungsquotienten der Anorthoklase zwischen 1.5113 und 1.5318. Eine einzige Bestimmung FÖRSTNER's fällt mit $\beta_{na} = 1.5490$ aus der Reihe und erreicht bezw. übersteigt damit den Wert $\omega = 1.54418$ für Quarz.

Ein weiteres karakteristisches Merkmal der Anorthoklase liegt in der Grösse des Axenwinkels. Die Messung nach der MALLARD'schen Methode (sin. E = D. K, wobei D = der halben Enfernung der beiden Pole, K eine Konstante ist) ergab für 3 Beobachtungen : $D_1 = 2.40$ (Umdrehung der Trommel des Schraubenmikrometers), $D_2 = 2.72$, $D_3 = 2.89$. Daraus ergeben sich mit Hilfe der Formel (1) $\sin v = \frac{\sin \varepsilon}{\beta}$ für $2v$ die Werthe 35° 10′, 40°, 42° 40′. Für die Beurtheilung des Genauigkeit der Messungen muss betont werden, dass die Hyperbeln sehr breit verwaschen waren. Es wurde daher auch von einer Bestimmung im monochromat. Lichte abgesehen. Nach ROSENBUSCH (loc. cit.) schwankt der Axenwinkel der Anorthoklase zwischen 32° (Bestimmung von Fouqué, Vidalenc, Mont Dore) und 53° 5′ (Best. v. Förstner, Rakhalé, Pantelleria).

Ferner muss erwähnt werden, dass die Krystalle unter × Nicols häufig ein mosaikartiges Ansehen zeigen, ohne aber Verschiedenheiten der Lichtbrechung in den einzelnen Feldern aufzuweisen, was zu erwarten wäre, wenn Orthoklas- und Albittheile neben einander in perthitischer Verwachsung vorkommen. Es liegt augenscheinlich Zusammensetzung der Krystalle aus hypoparallelen Theilen vor. Was die Einsprenglinge der Hornblende anlangt, so sind dieselben schlanke Säulen ohne krystallographische Begrenzung an den Enden, zuweilen mit Zwillingsbildung nach (100). Schwingungen nach γ sind braun mit einem deutlichen Stich ins Blau, solche nach α gelb, β annähernd gleich γ, demnach die Absorption $\gamma = \beta > \alpha$ wie dies bei der gemeinen Hornblende gewöhnlich der Fall ist. Die Auslöschung für $c\,\gamma$ wurde im Na- und Li-Lichte untersucht;die Werthe sind 17° 20′ und 17° 03′. Die Abweichung ist eine so geringe,

(1) lg K = 0.28496, β = 1.530.

dass sie durch Beobachtungsfehler, hervorgerufen durch die etwas geringere Genauigkeit der Einstellung, beim Li-Lichte vollkommen ausreichend erklärt werden kann.

Die Werthe an und für sich sind sehr klein. Für die krystallinen Schiefer sind solche ins Blaue spielende Hornblenden mit Auslöschungen zwischen 16°-18° nichts Auffallendes; für Ganggesteine ist mir kein Analogon bekannt.

Einige von den Krystallen sind in einer Umwandlung begriffen, bei welcher Epidot neben Chlorit erscheint.

In der Grundmasse erscheinen *Feldspathe, Titanit, Eisenerz, Orthit, Quarz* und *Apatit.* Die leistenförmigen Feldspathe sind gewöhnlich Zweihälfter, selten complizirtere Bildungen nach dem Albitgesetze. Ihre Auslöschungsschiefen sind durchwegs klein (max. 8°), häufig = 0.

Es liegt offenbar Oligoklas vor. Der Orthit erscheint in körnigen Partien nesterweise in der Grundmasse vertheilt, nicht selten zur Seite eines Hornblende-Krystalles, von diesem aber scharf getrennt und ohne Anzeichen einer genetischen Beziehung. Der Titanit und der Magnetit erscheinen in Körnerform, der Apatit in langgestreckten Säulchen.

Der Quarz ist völlig xenomorph und füllt die zwischen den übrigen Gemengtheilen bleibenden Lücken aus. Seine Durchschnitte sind demgemäss nicht selten von sehr complizirtem Umriss.

Analyse VII

Bestandtheile	Analysenzahlen		Molecularperzente auf 100, wasserfrei			
			MALCHIT			
	a	*b*	VII	Melibocus, Osann	Flat Ledge	Lago d'Arno
				1 in Fig. 3	2 in Fig. 3	3 in Fig. 3
H_2O	2.15					
SiO_2	62.97	62.97	69.66	69.59	65.21	62.33
TiO_2	0.10	0.10	0.08		0.52	
P_2O_5	0.07 (3)			0.10	0.05	
Al_2O_3	14.75	14.75	9.64	11.04	10.49	12.93
Fe_2O_3	2.98 (2)					
FeO	3.31	5.99	5.57	6.05	4.58	5.27
MnO	0.17 (1)	0.17	0.16		0.11	
CaO	5.51	5.42	6.45	4.92	6.70	6.35
MgO	2.12	2.12	3.51	1.52	7.11	6.09
Na_2O	3.78	3.78	4.07	4.73	4.75	4.26
K_2O	1.21	1.21	0.86	2.05	0.48	2.77
Li_2O	Spur					
	99.12		100.00	100.00	100.00	100.00

(1) = 0.18 Mn_3O_4.

(2) 2.98 Fe_2O_3 entspr. 2.68 FeO, daher im Ganzen 5.99 FeO.

(3) 0.07 P_2O_5 braucht 0.09 CaO zur Apatitbildung : 0.16 % Apatit.

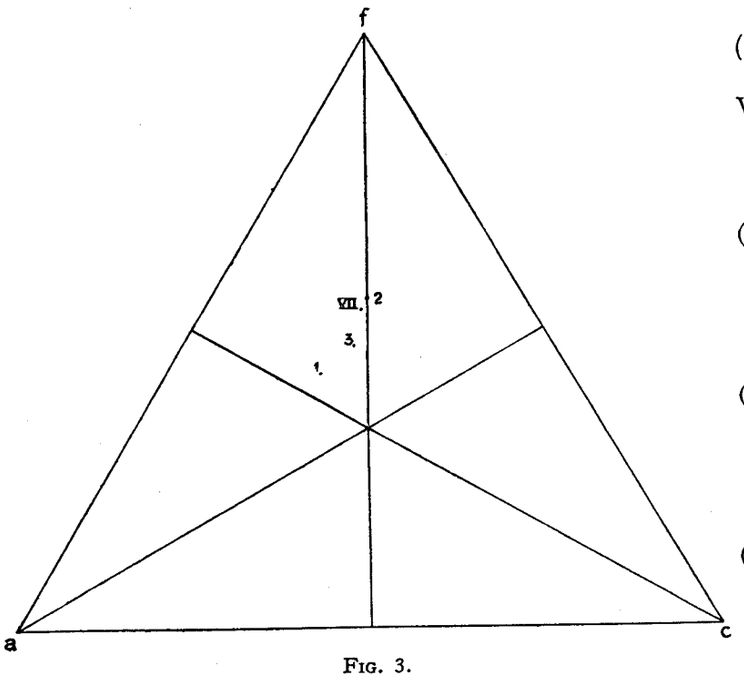


FIG. 3.

OSANN'sche Zahlen und Projektion (Siehe Fig. 3) :

VII S=69.74, A=4.93, C=4.71, F=10.98,
a=4.78, c=4.57, f=10.65, n=8.3,
α-Reihe, k=1.4, m=5.9, φ-Reihe.

(1) Melibocus :
S=69.59, A=6.78, C=4.26, F=8.23,
a=7, c=4.5, f=8.5, n=7,
β-Reihe, k=1.2.

(2) Flat Ledge :
S=65.73, A=5.23, C=5.26, F=13.24,
a=4.5, c=4.5, f=11, n=9.1,
α-Reihe, k=1.2.

(3) Lago d'Arno :
S=62.33, A=7.03, C=5.90, F=11.81,
a=5.5, c=5, f=9.5, n=6.0,
β-Reihe, k=0.94.

	Orthoklas	Albit	An-Silikat	$CaSiO^3$	$MgSiO_3$	$FeSiO_3$	Summe
SiO_2	5.16	24.42	9.42	1.74	3.51	5.73	49.98
Al_2O_3	0.86	4.07	4.71				9.64
FeO, MnO						5.73	5.73
CaO			4.71	1.74			6.45
MgO					3.51		3.51
Na_2O		4.07					4.07
K_2O	0.86						0.86
	6.88	32.56	18.84	3.48	7.02	11.46	

Feldspath : 58.28 % im Ganzen + 19.68 Quarz.
Dunkle Gemengtheile : 21.96 %.

Analysenbelege :

1.0416 g	Substanz gab	0.0225 g	H_2O	= 2.16 %
0.8080 g	» »	0.5088 g	SiO_2	= 62.97
		0.0008 g	TiO_2	= 0.10
		0.1192 g	Al_2O_3	= 14.75
		0.0543 g	Fe_2O_3	= 6.73
		0.0445 g	CaO	= 5.51
		0.0015 g	Mn_3O_4	= 0.18

0.0471 g $Mg_2P_2O_7$ = 0.0171 g MgO = 2.12 %
0.8342 g Substanz gab 0.0754 g Chloride) 0.0101 g K_2O = 1.21
0.0521 g K_2PtCl_6) 0.0315 g Na_2O = 3.78
Li_2O = min. Spur.

0.5145 g Substanz verbrauchten 2.55 cm³ $KMnO_4$-lösung,
1 cm³ = 0.00668 g FeO daher 0.017034 g FeO = 3.31 %
3.31 FeO entspr. 3.68 Fe_2O_3 bleibt für Fe_2O_3 = 3.05

1.0100 g Substanz gab 0.0011 g $Mg_2P_2O_7$ entsprechend 0.0007 g P_2O_5 = 0.07 %
demnach bleibt Fe_2O_3 : 3.05—0.07 % = 2.98

XIX. LANDUNG.

65° 04' südl. Breite ; 63° 00' westl. Länge von Greenwich.

In der Baie des Flandres liegt die Gruppe kleiner Inseln « Iles Moureaux », auf deren einer die Landung stattfand. Es wurden drei Proben von anstehendem Gestein gesammelt ; zwei davon wurden bereits besprochen, da sie mit einem Gesteine der XVIII. Landung so grosse Aehnlichkeiten zeigten, dass eine Abtrennung unthunlich erschien. Es bleibt demnach hier nur noch eine Probe zu behandeln. Es ist dies ein an der Grenze von Granit und Diorit stehendes Gestein, das aus *Plagioklas, Orthoklas, Biotit, Hornblende, Quarz, Apatit* und *Eisenerz* besteht.

Der Plagioklas ist vorzugsweise nach dem Albitgesetze verzwillingt, Periklin- und Karlsbaderzwillinge treten nur ganz untergeordnet auf. Kernkrystalle sind nicht selten. Die Auslöschung ändert sich continuirlich, einzelne Schichten können gewöhnlich nicht unterschieden werden. Durch den Vergleich mit Quarz wurde festgestellt, dass einerseits ganz saure Mischungen, die dem Albit sehr nahe stehen, vorkommen ($\omega > \gamma'$, $\varepsilon > \alpha'$), anderseits basischere Glieder : $\gamma' = \varepsilon$, $\alpha' > \omega$, Andesine von mittlerer Zusammensetzung. Ein symmetrisch-auslöschender Kernkrystall zeigte innen 20° aussen 2° Auslöschungsschiefe (gleichsinnig), was einer Abnahme des An-Moleküles von etwa 37 % (saurer Andesin) auf 20 % (mittl. Oligoklas) entspricht. Der ziemlich spärlich auftretende Orthoklas erscheint theils in einfachen Krystallen, theils in Karlsbaderzwillingen, die an Grösse im Allgemeinen hinter den Plagioklas-Individuen zurückstehen.

Die Hornblende ist dunkel grün, besitzt kräftigen Pleochroismus : Schwingungen nach γ sind dunkelgrün, jene nach α gelb, und die nach β zeigen einen mittleren Farbenton. Die Auslöschung $c\,\gamma$ beträgt 21° für weisses Licht.

Der Biotit zeigt eine von dunkelbraun zu hellgelb wechselnde Absorption und ist fast einaxig. Der Quarz tritt in den zwickelförmigen Räumen zwischen den übrigen Gemengtheilen auf und zeigt keinerlei besondere Merkmale (1). Der Apatit ist ziemlich reichlich vorhanden und tritt besonders gern in den ungestreiften Feldspathen als Einschluss auf.

Das Magneteisen bildet oktaedrische Krystalle oder rundliche Körner, ist aber im Ganzen nur sehr spärlich vorhanden.

(1) Seine Menge ist nicht besonders gross.

Die Ausscheidungsfolge der Gemengtheile bietet einige Besonderheiten und soll deswegen eingehender besprochen werden.

Wenn wir von Apatit und Magnetit absehen erscheint der Biotit als die älteste Ausscheidung ; er besitzt einen hohen Grad von Idiomorphismus und kommt als Einschluss im Plagioklas vor. Der Feldspath, insbesondere gilt dies vom Plagioklas, ist in der Regel idiomorph, nur dem Biotit gegenüber ist er allotriomorph ; Biotit und Plagioklas sind aber deutlich ältere Bildungen der Hornblende gegenüber. Die Verfestigung unseres Gesteines verlief also in folgender Weise :

Nach der Ausscheidung der accessorischen Gemengtheile begann die Glimmerbildung. Ihr folgte die Krystallisation der Feldspathe, dann jene der Hornblende. und den Abschluss bildete der Quarz. Auffallend ist das späte Auftreten der Hornblende, die hier eine ähnliche Rolle spielt, wie der Augit in den ophitisch-struirten Diabasen.

XX. LANDUNG.

Dancoland

65° 01' südl. Breite ; 63° 49' westl. Länge von Greenwich.

Von den beiden Gesteinen die bei dieser Landung angetroffen wurden, ist das eine ein ziemlich stark zersetzter Porphyrit, das andere ein interessanter schriftgranitischer *Quarzdiorit.*

Die Gemengtheile dieses letzteren Gesteines sind : *Plagioklas, Hornblende, Quarz, Titanit, Eisenerz ;* nebst secundären Bildungen von *Strahlstein* und *Epidot.*

Was den Plagioklas anlangt, so gehört er zweiffellos zu den sehr sauren Mischungen. Die maximale Auslöschung von 13° 30' in Schnitten aus der Zone ⊥ 010 deutet auf $Ab_{90} An_{20}$, da wegen der niedrigen Lichtbrechung basische Glieder mit gleicher Auslöschung nicht in Betracht kommen können. In einem Falle, wo Albit- und Karlsbader-Gesetz gleichzeitig auftraten, konnte fast reiner Albit nachgewiesen werden. (A = 5° bezw. 2°.)

An einigen Stellen der granophyrischen Verwachsung von Feldspath und Quarz konnte festgestellt werden, dass hier *Albit* vorliegt. (Taf. II, fig. 8.)

Die Hornblende ist ihrer Hauptmasse nach grün. Da aber stellenweise noch Reste von bräunlicher Färbung vorhanden sind, so liegt der Gedanke nahe, dass die Grünfärbung sekundär und mit der Umwandlung zu Strahlstein ursächlich verknüpft ist. Die braunen Reste zeigen eine Auslöschung $c\gamma = 19°$, während bei den grünen Individuen der Werth nicht über 15° steigt. Die Umwandlung in grüne Hornblende erfolgt in verschiedener Weise. Am häufigsten ist eine innere Umlagerung : die Farbe ändert sich, die Doppelbrechung sinkt, die Auslöschungsschiefe nimmt ab. Dabei bleibt aber der Durchschnitt insoferne homogen, als sowohl der unveränderte braune Rest, als auch der bereits umgewandelte Theil über die ganze Fläche hin gleichmässig auslöschen ; nur eine ganz schmale Zone dazwischen verhält sich etwas abweichend : hier geht die Umwandlung vor zich. Im zweiten Falle wird ein chloritisches Zwischenstadium durchlaufen. Der aus Chlorit hervorgehende Strahlstein wächst aber von vielen Punkten des Chlorits.

Im zweiten Falle entsteht zunächst aus der Hornblende ein der Penningruppe angehöriger sehr schwach doppelbrechender Chlorit und innerhalb der chloritischen Partien beginnt

dann in der bekannten Weise gleichzeitig an zahlreichen Stellen die Strahlsteinbildung. Das Endresultat ist dann eine meist wirrnadelige Pseudomorphose.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Untersuchung hat das Auftreten nachstehender Gesteinstypen ergeben

A. — TIEFENGESTEINE :

Granit.
Quarzaugitdiorit.
Augitdiorit (zuweilen Hypersthen-führend).

B. — ERGUSSGESTEINE :

Granophyr.
Orthoklasporphyr.
Dioritporphyrit. } z. Th.
Gabbroporphyrit. }
Diabas.
Tuffe.
(Andesit, Basalt, Basanit.)

C. — GANGGESTEINE :

Aplit.
Schriftgranit, Mikropegmatit.
Porphyrit.
Gang-Melaphyr.
Odinit.
Malchit.
Kersantitähnlicher Lamprophyr.

Ueberblickt man diese Reihe, so erkennt man unschwer, dass im Grossen und Ganzen eine Vergesellschaftung von Gesteinen vorliegt durch welche eine petrographische Provinz der Alkalikalkreihe karakterisirt ist. Das Hauptgestein ist der in weitaus überwiegender Menge auftretende *Diorit*, mit seinen verschiedenen Arten : Quarz-führend, Quarz-frei, Hypersthen-führend, Schriftgranit-ähnlich. Ihm zunächst steht der Gabbro, der die Reihe nach dem basischen Ende hin abschliesst, während der saure Pol durch einen Alkalikalkgranit gegeben ist. Denselben Karakter weisen die Ergussgesteine und die Ganggesteine auf, unter denen insbesondere auf den typischen *Malchit* hingewiesen werden soll.

Auch die fast lückenlose Reihe, durch welche der Uebergang eines Massengesteines in einen Orthogneis veranschaulicht wird, dürfte einiger Beachtung wert sein.

PRAG, im März 1909.

ERKLÄRUNG DER TAFELN

TAFEL I

FIG. 1. — Augit mit Streifung nach 001.

2. — Strukturbild des Augitdiorits p. 6.

3. — Neugebildeter und gewanderter Aktinolith.

4. — Olivinpseudomorphose.

5. — Randlich zertrümmerter Quarz im Quarzdiorit.

6. — Desgleichen, aber mit abgequetschten randlichen Partien.

7. — Plagioklas mit gebogenen Lamellen.

8. — Durch Gebirgsdruck zerquetschter Plagioklas.
Durch das Individuum links oben zieht sich eine Zone stärkerer Zertrümmerung, in der theilweise schon chemische Umwandlung auftritt.

Vergrösserungen durchwegs gering. Objekt. 0, bezw. 1.

TAFEL II

FIG. 1. — Total zertrümmerter Quarzdiorit. Erstes Auftreten winziger Biotitschüppchen.

2 u. 3. — Herausbildung einer Paralleltextur, Weiterentwicklung des Glimmers.

4. — Das Endstadium: der fertige Gneis.

5. — Strukturbild eines Dioritporphyrits.

6. — Uralitisirung eines Augits.

7. — Strukturbild des Malchits.

8. — Schriftgranitische Ausscheidung in einem Quarzdiorit.

Vergrösserungen wie auf Tafel I.

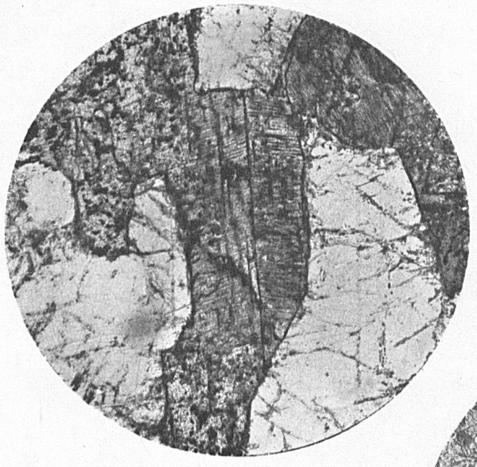


Fig.1

Fig. 2

Fig.3

Fig.4

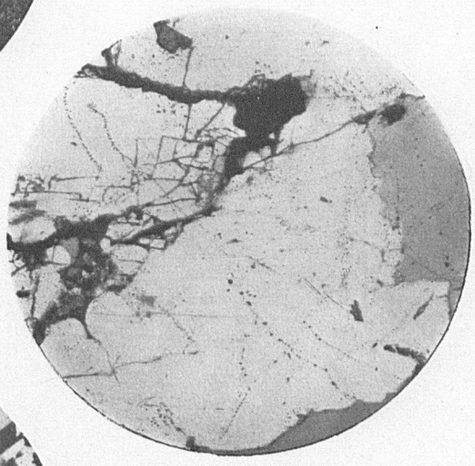


Fig.5

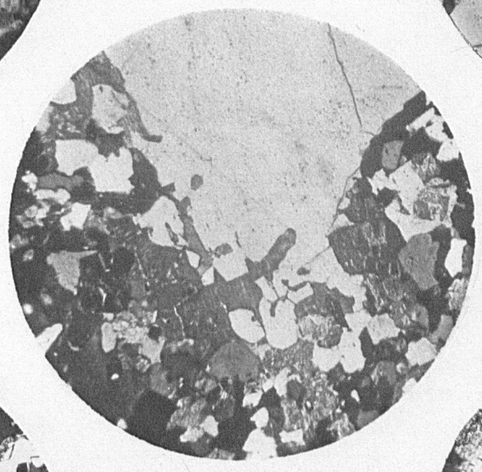


Fig.6

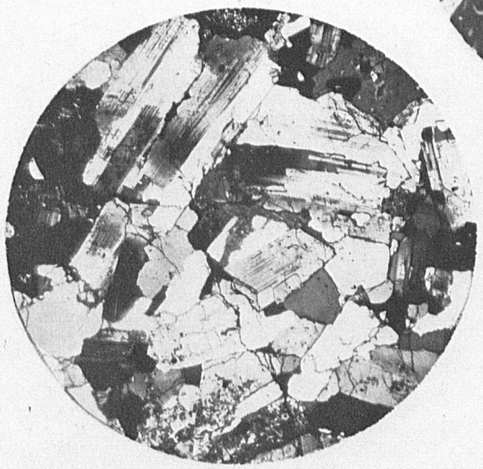


Fig.7

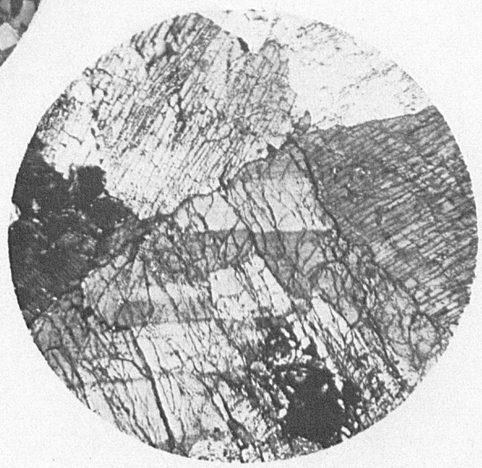


Fig.8

Negative von Dr A. Gareiss

Hélioc. Etts Jean Malvaux

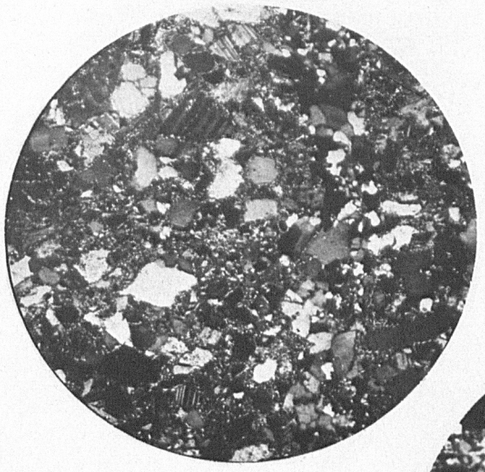


Fig. 1

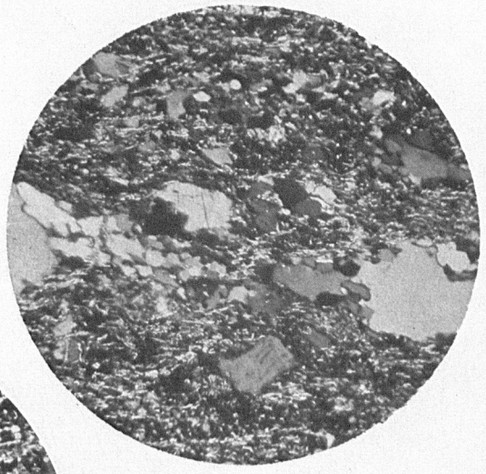


Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

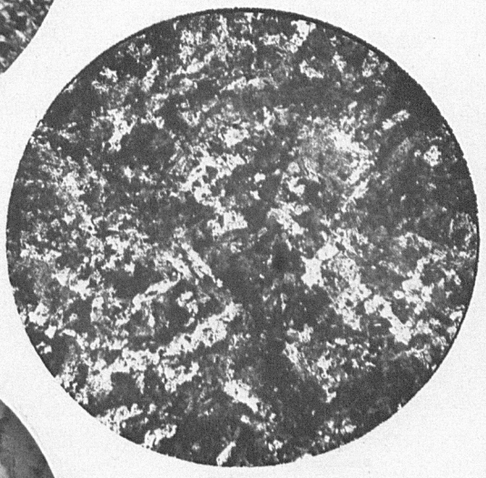


Fig. 5

Fig. 6

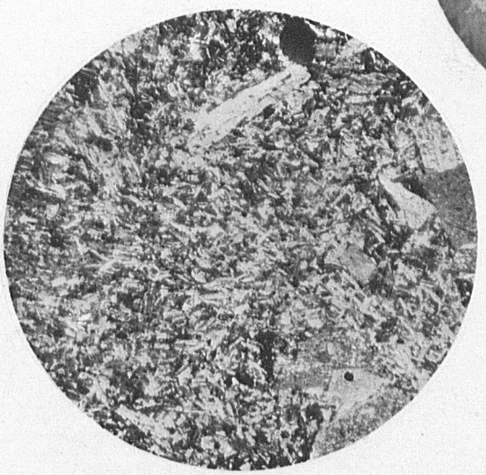


Fig. 7

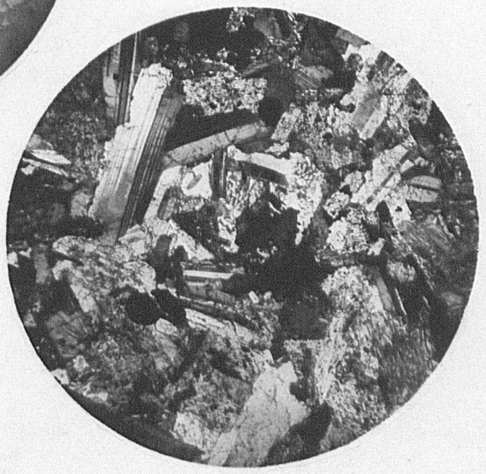


Fig. 8

Negative von Dr A. Gareiss

HÉLIOG. Ets JEAN MALVAUX.

QUELQUES PLANTES FOSSILES

DES

TERRES MAGELLANIQUES

PAR

A. GILKINET

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE

R 60

QUELQUES PLANTES FOSSILES

DES

TERRES MAGELLANIQUES

PAR

A. GILKINET

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE

Les échantillons de plantes fossiles recueillis par l'Expédition antarctique belge sont au nombre de quatorze ; ils proviennent du Passo de Cabeza del Mar, près de Pecket Harbour, détroit de Magellan, c'est-à-dire d'un endroit où la carte géologique de NORDENSKIÖLD (1) ne mentionne pas la présence de couches tertiaires.

De ces quatorze échantillons, trois ne présentent que des débris indéterminables, empreintes de tiges assez fortes ayant appartenu peut-être à des hêtres (*Fagus* ou *Nothofagus*). Des espèces fournies par les autres échantillons, aucune n'est nouvelle ; toutes se trouvent comprises dans la description que DUSEN a donnée des plantes fossiles recueillies par l'Expédition suédoise (2).

L'intérêt que présentent ces plantes fossiles réside dans le fait qu'elles proviennent d'une station non encore explorée jusqu'alors, mais voisine de la station de Punta Arenas, visitée par l'Expédition suédoise, et, ainsi que je le dirai plus loin, dans la présence de certaines espèces qui n'ont pas été rencontrées dans cette dernière station, mais dans des dépôts fossilifères très éloignés (Sierra de los Baguales).

Fagus subferruginea Dusen

Une seule feuille me paraît devoir être rapportée, sans aucun doute, à cette espèce. Comme toutes les feuilles développées, rencontrées jusqu'à présent, elle est loin d'être entière. L'empreinte, dont la longueur atteint 3 $^1/_2$ centimètres, est privée de toute sa partie terminale et de sa base ; l'épaisseur de la nervure médiane à la rupture du sommet indique que celui-ci devait se trouver à une certaine distance de la cassure qui termine l'empreinte. Les nervures

---

(1) Wissenschaftliche Ergebnisse der Schwedischen Expedition nach den Magellansländern, Bd I, Erstes Heft.

(2) Ibidem, Band I, Erstes Heft, p. 87.

secondaires, fortes, sont distantes de 6 millimètres les unes des autres, à la sortie de la nervure médiane ; le réseau des nervures tertiaires est très peu distinct. Tous ces caractères sont bien ceux du *F. subferruginea*.

L'Expédition suédoise a constaté la présence de ce hêtre à Punta Arenas et à Carmen Sylva.

Nothofagus variabilis forma **oblonga** Dus.

Cette espèce, dont beaucoup d'empreintes ont été recueillies à Carmen Sylva et une seule à Punta Arenas, par l'Expédition suédoise, est représentée par quatre feuilles dans les fossiles de la BELGICA.

Nothofagus variabilis forma **microphylla** Dus.

Une seule feuille, presque identique, comme forme et comme état de conservation, à celle qui est figurée par DUSEN (pl. IX, fig. 13).

L'Expédition suédoise a recueilli deux feuilles de cette espèce, l'une à Carmen Sylva, l'autre à la Sierra de los Baguales (Rio Guillelmo).

Nothofagus variabilis forma **subrotunda** Dus.

Une bonne empreinte que je crois pouvoir rapporter à cette espèce, à été recueillie par l'Expédition belge. Seule, l'extrémité supérieure de la feuille manque ; la base est entière et terminée par un pétiole de 4 millimètres de longueur. (Deux feuilles ont été recueillies à Carmen Sylva par l'Expédition suédoise.)

Nothofagus variabilis forma **densinervosa** Dus.

Cette plante fossile est représentée par une feuille minuscule, profondément dentée, à dents très régulières, ayant à peine 5 millimètres de long, avec quatre nervures secondaires sur cet espace.

L'Expédition suédoise a recueilli de cette espèce six feuilles au Rio Condor, deux à Carmen Sylva, une seule au Rio Beta.

Myrtiphyllum bagualense Dus.

L'Expédition belge a recueilli plusieurs feuilles de cette espèce. Elles sont généralement en bon état de conservation, l'une d'elles surtout, qui montre nettement la nervure marginale, les nervures secondaires et une notable partie du réseau de nervures tertiaires.

Cette espèce n'a été rencontrée jusqu'à présent que dans la Sierra de los Baguales, dont elle semblait être un fossile caractéristique.

Saxegothopsis fuegianus Dus.

Une seule feuille de cette espèce a été rencontrée à Carmen Sylva par l'Expédition suédoise.

La BELGICA a recueilli plusieurs feuilles bien conservées de cette espèce ; il s'en trouve sur quatre échantillons différents. L'un de ceux-ci montre un grand nombre de feuilles, les unes bien conservées, les autres plus ou moins découpées, disposées autour d'une tige mince à laquelle quelques feuilles sont manifestement adhérentes ; l'empreinte a 6 $^1/_2$ centimètres de longueur.

Le côté gauche de l'échantillon porte les feuilles les mieux conservées ; le côté droit montre un fouillis de feuilles, quelques-unes en bon état, les autres plus ou moins brisées et s'entrecroisant. Une bonne douzaine de feuilles sont du reste parfaitement déterminables.

Il est impossible de méconnaître la ressemblance que cette empreinte présente avec certaines Myrtacées du genre *Beckea*. Toutefois, il faut remarquer que ce genre est actuellement confiné en Australie et, d'autre part, que les feuilles fossiles possèdent une nervure médiane assez forte et semblent avoir été de consistance assez coriace. Ces caractères les rapprocheraient des Podocarpées, dont fait partie le genre *Saxe-Gothea*, habitant actuellement les mêmes régions. Seule, la découverte d'organes de fructification bien conservés pourra renseigner exactement sur la place qu'occupe cette plante dans la classification botanique.

Les localités de la Terre de Feu qui ont fourni des plantes fossiles sont les suivantes (1) :

1° Barancos de Carmen Sylva, à la côte orientale de la Terre de Feu (DARWIN, puis l'Expédition suédoise de 1895-97);

2° Rio Condor, côte occidentale de l'île principale de la Terre de Feu (NORDENSKIÖLD, Expédition suédoise);

3° Gorge du Rio de las Minas, près de Punta Arenas (Expédition suédoise — trois plantes décrites antérieurement par ENGELHARDT (2));

4° Sierra de los Baguales (NORDENSKIÖLD, Expédition suédoise).

Il faut ajouter la station explorée par la BELGICA, où, ainsi que nous l'avons dit, la carte géologique de NORDENSKIÖLD ne mentionne pas de terrain tertiaire. Cette station est celle du Passo de Cabeza del Mar, près de Pecket Harbour.

Cette station n'est éloignée que d'une cinquantaine de kilomètres de celle de Punta Arenas. Cependant, des sept espèces recueillies par la BELGICA, l'Expédition suédoise n'en mentionne que *deux* à Punta Arenas : *Fagus subferruginea* et *Nothofagus variabilis* forma *oblonga* (une seule feuille). Par contre, six des sept espèces de la BELGICA ont été trouvées à Carmen Sylva (*Fagus subferruginea, Nothofagus variabilis* forma *oblonga, N. variabilis subrotunda, N. variabilis microphylla, Saxegothopsis fuegianus* : la seule feuille recueillie). Deux espèces de Cabeza del Mar se rencontrent à la Sierra de los Baguales, ce sont le *Nothofagus variabilis* forma *microphylla* et le *Myrtiphyllum bagualense*.

Il serait assez difficile de baser des conjectures sur les feuilles de hêtre (*Fagus* et *Nothofagus*), plusieurs des variétés instituées par DUSEN, parfois sur un très petit nombre d'échantillons, ne possédant pas de caractères absolument tranchés; mais il est deux plantes

(1) DUSEN, loco citato, p. 88.

(2) Ueber Tertiärpflanzen von Chile. Abhandl. d. Senckenberg. Naturforsch. Gesellschaft. 16. Bd 4, 1891, p. 646.

parfaitement caractérisées et dont l'attribution ne laisse pas de doute : le *Myrtiphyllum bagualense* et le *Saxegothopsis fuegianus*.

D'après l'opinion émise hypothétiquement par DUSEN, les couches à hêtres (Fagus-zone) de Punta-Arenas et de Carmen Sylva, auxquelles il faut joindre les assises à plantes du Rio Beta et du Rio Condor, appartiendraient à un même horizon géologique. Les fossiles recueillis par la BELGICA confirment cette hypothèse.

Par contre, la pauvreté en feuilles de hêtres de la Sierra de los Baguales et la présence du *Myrtiphyllum*, du *Rhoophyllum serratum*, etc., font mettre en doute par ce paléontologue la contemporanéité des couches de los Baguales et des autres couches fossilifères de la Terre de Feu ; les premières seraient plus récentes.

L'existence, dans les fossiles de la BELGICA, de plusieurs feuilles bien conservées de *Myrtiphyllum*, considérées jusqu'à présent comme caractéristiques des assises de los Baguales, et celle du *Nothofagus variabilis* forma *microphylla*, fait disparaître en partie la distinction des deux zones, basée sur les plantes fossiles, et permet de supposer que des recherches ultérieures réuniront en un seul horizon géologique toutes les couches à hêtre découvertes jusqu'à présent dans l'extrême Sud de l'Amérique.

Quoi qu'il en soit, on ne peut méconnaître le caractère relativement récent de cette flore. Pour la décrire, les quelques phytopaléontologues qui s'en sont occupés ont dû prendre comme point de départ la flore actuelle de la Patagonie et de la Terre de Feu. Les hêtres (*Fagus* et *Nothofagus*) forment, aujourd'hui encore, une partie importante de la végétation arborescente de ces régions. Le *Saxegothopsis* est représenté actuellement par le *Saxe-Gothea conspicua*, etc.

Nous nous demandons s'il n'y aura pas lieu de tenir compte de cette grande ressemblance de la flore fossile avec la flore actuelle, dans la détermination de l'âge relatif des assises à plantes de la Patagonie et de la Terre de Feu.

LISTE DES RAPPORTS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE LA

COMMISSION DE LA "BELGICA„

Les mémoires dont les titres sont précédés d'un astérisque (*) ont déjà paru.

Le classement des rapports dans les volumes III, IV, VI, VII, VIII et IX sera fait ultérieurement.

VOLUME I.

RELATION DU VOYAGE ET RÉSUMÉ DES RÉSULTATS, par A. DE GERLACHE DE GOMERY.

*TRAVAUX HYDROGRAPHIQUES ET INSTRUCTIONS NAUTIQUES (Premier fascicule), pr G. LECOINTE. Frs 67.50

VOLUME II.

ASTRONOMIE ET PHYSIQUE DU GLOBE.

*ETUDE DES CHRONOMÈTRES (deux parties), par G. LECOINTE . . . . . Frs 33,50

OBSERVATIONS MAGNÉTIQUES, par C. LAGRANGE et G. LECOINTE.

*MESURES PENDULAIRES, par G. LECOINTE. Fr. 5.—

CONCLUSIONS GÉNÉRALES SUR LES OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES ET MAGNÉTIQUES, par GUYOU.

VOLUMES III ET IV.

MÉTÉOROLOGIE.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES EN MER LIBRE, par H. ARCTOWSKI.

*RAPPORT SUR LES OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES HORAIRES, par H. ARCTOWSKI . . Frs 60,00

*OBSERVATIONS DES NUAGES, par A. DOBROWOLSKI. . . . . » 20,00

*LA NEIGE ET LE GIVRE, pr A. DOBROWOLSKI. Frs 10,00

*PHÉNOMÈNES OPTIQUES DE L'ATMOSPHÈRE, par H. ARCTOWSKI . . . . . Frs 6,00

*AURORES AUSTRALES, par H. ARCTOWSKI . » 11,00

VOLUME V.

OCÉANOGRAPHIE ET GÉOLOGIE.

SONDAGES, par H. ARCTOWSKI.

SÉDIMENTS MARINS, par H. VAN HOVE.

*RELATIONS THERMIQUES, par H. ARCTOWSKI et H. R. MILL . . . . . Frs 10.50

*DÉTERMINATION DE LA DENSITÉ DE L'EAU DE MER, par J. THOULET. . . . . Frs 7,50

*RAPPORT SUR LA DENSITÉ DE L'EAU DE MER, par H. ARCTOWSKI et J. THOULET. . . . . Frs 3,00

COULEUR DES EAUX OCÉANIQUES, par H. ARCTOWSKI.

*LES GLACES, par H. ARCTOWSKI . . . . . Frs 17.50

*LES GLACIERS, par H. ARCTOWSKI . . . . » 35.50

*ÉTUDE DES ROCHES, par A. PELIKAN. . . .

*QUELQUES PLANTES FOSSILES DES TERRES MAGELLANIQUES, pr A. GILKINET. } » 10.50

VOLUMES VI, VII, VIII ET IX.

BOTANIQUE ET ZOOLOGIE.

Botanique.

*DIATOMÉES (moins *Chaetocéras*), pr H. VAN HEURCK. Frs 35.50

PERIDINIENS ET CHAETOCÉRÉS, par FR. SCHÜTT.

ALGUES, par E. DE WILDEMAN.

*CHAMPIGNONS, par Mmes BOMMER et ROUSSEAU Frs 9.50

*LICHENS, par E. A. WAINIO . . . . . » 12,00

*HÉPATIQUES, par F. STEPHANI . . . . . } Frs 28,00

*MOUSSES, par J. CARDOT . . . . . }

CRYPTOGAMES VASCULAIRES, par Mme BOMMER.

*PHANÉROGAMES, par E. DE WILDEMAN . . Frs 62.50

FORAMINIFÈRES, par VAN DEN BROECK.
RADIOLAIRES, par FR. DREYER.
TINTINOIDES, par K. BRANDT.
*SPONGIAIRES, par E. TOPSENT . . . . . Frs 16,00
*HYDRAIRES, par C. HARTLAUB . . . . . » 8,50
SIPHONOPHORES, par C. CHUN.
*MÉDUSES, par O. MAAS . . . . . Frs 8,50
ALCYONAIRES, par TH. STUDER.
*PENNATULIDES, par H. F. E. JUNGERSEN . . » 3,00
*MADRÉPORAIRES et HYDROCORALLIAIRES, par E. v. MARENZELLER . . . . . } Frs 5,00
*ACTINIAIRES, par O. CARLGREN . . . . . }
CTÉNOPHORES, par C. CHUN.
*HOLOTHURIDES, par E. HÉROUARD . . . . Frs 5,00
*ASTÉRIDES, par H. LUDWIG . . . . . » 19.50
*ÉCHINIDES ET OPHIURES, par R. KŒHLER. » 17,50
CRINOIDES, par J. A. BATHER.
*TURBELLARIEN, par L. BÖHMIG . . . . . Frs 7,00
CESTODES, TRÉMATODES ET ACANTHOCÉPHALES, par P. CERFONTAINE.
*NÉMERTES, par BÜRGER . . . . . Frs 4,50
*NÉMATODES LIBRES, par J. G. DE MAN . . » 23,00
NÉMATODES PARASITES, par J. GUIART.
CHAETOGNATHES, par O. STEINHAUS.
GÉPHYRIENS, par J. W. SPENGEL.
OLIGOCHÈTES, par P. CERFONTAINE.
POLYCHÈTES, par G. PRUVOT et E. G. RACOVITZA.
*BRYOZOAIRES, par A. W. WATERS . . . . Frs 27,50
*BRACHIOPODES, par L. JOUBIN. . . . . » 5,00
ROTIFÈRES ET TARDIGRADES, par C. ZELINKA.
PHYLLOPODES, par HÉROUARD.
*OSTRACODES, par G. W. MÜLLER. . . . . Frs 2,50
*COPÉPODES, par W. GIESBRECHT . . . . . Frs 25,00
*CIRRIPÈDES, par P. P. C. HOEK. . . . . » 2,00
CRUSTACÉS ÉDRYOPHTHALMES, par CH. PÉREZ.
*SCHIZOPODES ET CUMACÉS, par H. J. HANSEN. Frs 7,00
CRUSTACÉS DÉCAPODES, par H. COUTIÈRE.
PYCNOGONIDES, par G. PFEFFER.
PÉDICULIDES, par V. WILLEM.

*ACARIENS LIBRES, par Dr TROUESSART, et A. D. MICHAEL . . . . . } Frs 7,50
*ACARIENS PARASITES, par G. NEUMANN . . }
*ARAIGNÉES ET FAUCHEURS, pr E. SIMON. }
*MYRIAPODES, par C. v. ATTEMS . . . . . } Frs 11,00
*COLLEMBOLES, par V. WILLEM . . . . . }
*ORTHOPTÈRES, par BRUNNER VON WATTENWYL.
*HÉMIPTÈRES, par E. BERGROTH. . . . . .
*COLÉOPTÈRES, pr E. ROUSSEAU, A. GROUVELLE, H. SCHOUTEDEN, E. BRENSKE, BOILEAU, BOURGEOIS, E. OLIVIER, L. FAIRMAIRE, G. STIERLIN, A. BOVIE et A. LAMEERE . . . . . } Frs 19,50
*HYMÉNOPTÈRES, par G. EMERY, J. TOSQUINET, E. ANDRÉ et J. VACHAL . . . . . .
*DIPTÈRES, par J. C. JACOBS, TH. BECKER et E. H. RÜBSAAMEN . . . . . .
*SCAPHOPODEN, par L. PLATE. . . . . Fr. 1.00
*GASTROPODES ET LAMELLIBRANCHES, par P. PELSENEER . . . . . } Frs 25,00
*CÉPHALOPODES, par L. JOUBIN . . . . . }
TUNICIERS, par E. VAN BENEDEN.
*POISSONS, par L. DOLLO . . . . . Frs 48,00
BILE DES OISEAUX ANTARCTIQUES, par P. PORTIER.
OISEAUX (*Biologie*), par E. G. RACOVITZA.
OISEAUX (*Systématique*), par HOWARD SAUNDERS.
*CÉTACÉS, par E. G. RACOVITZA . . . . . Frs 24.00
EMBRYOGÉNIE DES PINNIPÈDES, par E. VAN BENEDEN.
*ORGANOGÉNIE DES PINNIPÈDES. I. Les extrémités, par H. LEBOUCQ. . . . . Frs 5.50
ORGANOGÉNIE DES PINNIPÈDES. II. par BRACHET.
ENCÉPHALE DES PINNIPÈDES, par BRACHET.
PINNIPÈDES (*Biologie*), par E. G. RACOVITZA.
*PINNIPÈDES (*Systématique*), par E. BARRETT-HAMILTON . . . . Frs 4,00
BACTÉRIES DE L'INTESTIN DES ANIMAUX ANTARCTIQUES, par J. CANTACUZÈNE.
LA BIOGÉOGRAPHIE DE L'ANTARCTIDE, par E. G. RACOVITZA.

VOLUME X.

ANTHROPOLOGIE.

MEDICAL REPORT, par F. A. COOK.
REPORT UPON THE ONAS, par F. A. COOK.
A YAHGAN GRAMMAR AND DICTIONARY, par F. A. COOK.

REMARQUES. — Il sera éventuellement mis en vente trente collections complètes des mémoires. Ceux-ci pourront être acquis, séparément, aux prix indiqués sur la présente couverture : à l'Office de publicité, **LEBEGUE & Cie**, 46, rue de la Madeleine, à **BRUXELLES.**

Ces prix seront réduits de 20 % pour les personnes qui souscriront à la série complète des mémoires à la librairie désignée ci-dessus. Toutefois, lorsque la publication sera terminée, les prix indiqués sur cette liste seront majorés de 40 %, pour les mémoires vendus séparément, et de 20 %, pour les mémoires vendus par série complète.

EXPÉDITION ANTARCTIQUE BELGE

RÉSULTATS

DU

VOYAGE DU S. Y. BELGICA

EN 1897-1898-1899

SOUS LE COMMANDEMENT DE

A. DE GERLACHE DE GOMERY

RAPPORTS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉS AUX FRAIS DU GOUVERNEMENT BELGE, SOUS LA DIRECTION

DE LA

COMMISSION DE LA BELGICA

GÉOLOGIE

PETROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN

DER

GESTEINSPROBEN

II. TEIL

VON

DRAGOMIR SISTEK

IN PRAG

LIBRARY
NOV. 1913
WEATHER BUREAU

ANVERS

IMPRIMERIE J.-E. BUSCHMANN

REMPART DE LA PORTE DU RHIN

1912

C/O
E.96-R
Vol-5 pt-6
Teil 2

23145

Composition de la Commission de la "Belgica"

(Instituée par arrêté royal du 4 Décembre 1899.)

BUREAU :

Président : N.

Vice-Président : M. A. DE GERLACHE DE GOMERY, conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle, promoteur et commandant de l'Expédition antarctique belge.

Secrétaire : M. G. LECOINTE, directeur scientifique à l'Observatoire royal de Belgique, membre correspondant de l'Académie royale de Belgique, commandant en second de l'Expédition antarctique belge.

MEMBRES :

MM. ARCTOWSKI, membre du personnel scientifique de la « BELGICA ».

le Dr COOK, médecin de l'Expédition antarctique belge.

DOBROWOLSKI, membre du personnel scientifique de la « BELGICA ».

RACOVITZA, sous-directeur du Laboratoire Arago de Banyuls-sur-Mer, membre du personnel scientifique de la « BELGICA ».

DONNY, lieutenant-général, aide-de-camp honoraire du Roi.

LAGRANGE, CH., professeur émérite à l'Ecole militaire, directeur honoraire à l'Observatoire royal de Belgique, membre de l'Académie royale de Belgique.

PELSENEER, professeur à l'Ecole normale de Gand, membre de l'Académie royale de Belgique.

STAINIER, professeur à l'Université de Gand.

MEMBRES DÉCÉDÉS :

MM. le Lieutenant-général BRIALMONT, membre de l'Académie royale de Belgique (déc. en juillet 1903).

CRÉPIN, directeur du Jardin botanique de l'Etat, membre de l'Académie royale de Belgique (décédé en mai 1903).

DE LA VALLÉE-POUSSIN, professeur à l'Université de Louvain, membre de l'Académie royale de Belgique (décédé en avril 1903).

DU FIEF, secrétaire-général de la Société royale belge de géographie (décédé en décembre 1908).

DUPONT, directeur honoraire du Musée royal d'histoire naturelle, membre de l'Académie royale de Belgique (décédé en mars 1911).

DURAND, directeur du Jardin botanique de l'Etat, membre de l'Académie royale de Belgique (décédé en janvier 1912).

ERRERA, LÉO, professeur à l'Université de Bruxelles, membre de l'Académie royale de Belgique (décédé en août 1905).

LANCASTER, directeur scientifique à l'Observatoire royal de Belgique, membre de l'Académie royale de Belgique (décédé en février 1908).

RENARD, professeur à l'Université de Gand, membre de l'Académie royale de Belgique (décédé en juillet 1903).

SPRING, professeur à l'Université de Liége, membre de l'Académie royale de Belgique (décédé en juillet 1911).

VAN BENEDEN, EDOUARD, professeur à l'Université de Liége, membre de l'Académie royale de Belgique (décédé en avril 1910).

Prière d'adresser la correspondance au Secrétaire.

PETROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN

DER

GESTEINSPROBEN

II. TEIL

VON

DRAGOMIR SISTEK

IN PRAG.

c/o
E96-R
Vol-5
pt-6
Teil 2

Sorti des presses de J.-E. BUSCHMANN, Anvers,
le 10 juillet 1912

PETROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN

DER

GESTEINSPROBEN

II. TEIL

VON

DRAGOMIR SISTEK

IN PRAG.

EINLEITUNG

Das Material, welches in der vorliegenden Arbeit einer Untersuchung unterzogen worden ist, wurde mir vom Herrn Prof. Dr ANTON PELIKAN übermittelt, unter dessen Leitung auch die Arbeit fertig gestellt wurde. Es umfasst Gesteine von folgenden Fundorten : Galets Cap Grégory, Ile Elisabeth, Punta Arenas, Pecket Harbour, Fjord de Lapataïa, Beagle Channel, Ile aux Lapins, Harberton Harbour, Elisabeth Island, Galets plage de Hope Harbour und Hope Harbour Clarence Island.

Die Zahl der Dünnschliffe betrug 160 ; die Mehrzahl derselben bezog sich jedoch auf gedredgte Findlinge. Ich habe auch diese gründlichst untersucht, da Vergleiche mit den vom Anstehenden genommenen Proben zu der Annahme führten, dass auch sie vom Hinterlande stammen und nicht etwa aus namhafter Ferne auf irgend eine Weise hieher gebracht worden seien.

Die Anordnung ist folgendermassen durchgeführt worden : zuerst gebe ich bei den einzelnen Fundorten an, welcher Art Gesteine sich dort vorfinden. Hierauf beschreibe ich die einzelnen Gesteine nach ihrer Verwandtschaft, wobei ich das System von Rosenbusch zu Grunde lege.

Ich wählte diese Anordnung einerseits der grösseren Uebersichtlichkeit wegen, andererseits auch deshalb, um Wiederholungen, die sonst unvermeidlich wären, möglichst zu umgehen.

Chemische Analysen, so wünschenswert sie auch wären, standen mir leider nicht zur Verfügung.

ALLGEMEINES

Aus Gründen, die ich in der Einleitung angegeben habe, nehme ich bei der Aufzählung der Gesteine, die ein Fundort lieferte, keine Rücksicht darauf, ob die Proben vom anstehenden Gestein genommen oder ob sie gedredgte Findlinge sind. Diesbezügliche Angaben sende ich der Beschreibung der einzelnen Gesteine voraus.

Verhältnismässig am zahlreichsten war das Material von Galets Cap Grégory; daselbst erscheinen von Tiefengesteinen *Granite* und *Diorite ;* unter letzteren vorwiegend Quarzglimmerdiorite. An diese beiden Gesteine reihen sich solche, die ohne Zweifel von ihnen abstammen und Uebergänge zu einem Orthogneis darstellen.

Von Ganggesteinen lag nur ein Stück vor, welches als *Porphyrit* bestimmt wurde.

Effusive Gesteine waren ziemlich reichlich vertreten, namentlich *Quarzporphyre* und *Andesite* sowie *Diabase ; Basalt* dagegen nur durch ein Stück. Auch Glieder dieser Gesteine, namentlich die *Quarzporphyre* und *Diabase* sind dynamometamorph umgewandelt. Von Ersteren führen Uebergänge bis zu Sericitschiefern.

Ausserdem stammen von dort mehrere Stücke *Tonschiefer,* von denen diejenigen interessant sind, die Erscheinungen der Kontaktmetamorphose aufweisen.

Wohl ohne besondere Bedeutung ist ein Stück Quarzfeldspatkonglomerat.

Weniger Abwechslung zeigt bereits das Material von Ile Elisabeth : *Diorit,* durchwegs Quarzglimmerdiorit, *Andesite, Diabase,* nebst durch Dynamometamorphose umgewandelten Gesteinen, entsprechend jenen von Galets Cap Grégory.

Unter den Vorkommen, welchen die Bemerkung pied de falaise beigefügt ist, finden sich auch *Glimmerschiefer.*

Etwas reichhaltiger ist wieder Punta Arenas. Hier gibt es *Granite* — Granitit wie von Galets Cap Grégory —, *Diorite* u. zw. neben Quarzglimmerdioriten und Quarzamphiboldioriten auch quarzfreie Proben ; ferner *Andesite* und *Quarzporphyre ;* Uebergangsgesteine wie an den oben beschriebenen Fundorten. Von den krystallinen Schiefern sind hier nur *Glimmerschiefer* vertreten. *Diabase* sind zwar nicht unter den Handstücken, wohl aber Gesteine, die aus solchen entstanden sind, als z. B. Epidotreiche Gesteine, die noch die Struktur der Diabase besitzen.

Im Verhältnis zu diesen drei Fundorten sind die folgenden sehr einförmig.

Pecket Harbour weist blos *Diabas, Ton-* und *krystallinische Schiefer* — nämlich Amphibolit — auf; Grand Glacier *Granit* und *Amphibolite* neben *Phyllit* und *Glimmerschiefern ;* Fjord de Lapataïa nur mehr *Phyllite* und *Chloritglimmerschiefer.* Insoferne jedoch sind diese letzteren Gesteine von Bedeutung, als sie sämtlich vom anstehenden Felsen genommen sind.

Beagle Channel oder Ile aux Lapins lieferte nur schichtige Gesteine und krystalline Schiefer, nämlich *Tonschiefer* und *Amphibolite.* Daneben einige Proben umgewandelter Gesteine, ähnlich den früher erwähnten.

In den Gesteinen von Haberton Harbour tritt uns stark verändertes Material entgegen. Sie scheinen teils von Graniten, teils von Diabasen herzustammen.

Aehnlich verhält es sich mit den Gesteinen von Elisabeth Island; doch findet sich noch von der Dynamometamorphose verschont gebliebener *Diabas* vor.

Galets plage de Hope Harbour weist *Quarzglimmerdiorite, Amphibolite* und auch *Glimmerschiefer* auf; Hope Harbour Clarence Island *Quarzglimmeramphiboldiorite, Amphibolite* und *Glimmerschiefer.*

Allerdings wäre noch zu bemerken, dass das Material von den letzteren Fundorten bedeutend spärlicher war als von den ersten. Während z. B. von Galets Cap Grégory 40 Stück vorlagen, hatte ich von Pecket Harbour blos 3 ; von anderen Orten 10-15.

A. — TIEFENGESTEINE

a) Granite.

Unter den vorliegenden Handstücken ist nur eines, das vom Anstehenden genommen ist, die übrigen sind gedredgte Findlinge. Ich beschreibe daher jenes zuerst und getrennt von den anderen und gebe hierauf eine übersichtliche, zusammenfassende Beschreibung der Findlinge.

Sie stammen zwar von verschiedenen Fundorten, nämlich von Galets Cap Grégory und Punta Arenas, unterscheiden sich jedoch im allgemeinen durch kein wesentliches Merkmal, so dass eine getrennte Beschreibung nicht notwendig ist.

Das vom Anstehenden genommene Stück stammt von Fjord de Grand Glacier. Es zeigt deutliche Spuren der Verwitterung : der Feldspat ist trübe, während der Quarz noch ziemlich hell erscheint ; die Biotittafeln sind mürbe und matt. Das Korn ist von mittlerer Grösse, die Biotittafeln erreichen eine Ausdehnung von etwa 5 mm.

U. d. M. bemerkt man, dass der Feldspat fast vollständig getrübt ist u. zw. infolge einer Umwandlung, die von innen nach aussen fortschreitet und ein feinschuppiges Glimmermineral, das ohne Zweifel Muskovit sein wird, liefert.

Es sind sowohl Orthoklas als Plagioklas vorhanden. Der Orthoklas ist tafelförmig nach der M-fläche ausgebildet und durch die rechtwinkelige Spaltung nach M und P gekennzeichnet; allerdings bekommt man deutliche Spaltrisse nur in den Randpartien der Individuen zu sehen, da die Mitte von den Zersetzungsprodukten eingenommen wird. Genau konnte die Auslöschungsschiefe an einigen P-flächen gemessen werden; der Wert derselben betrug parallel der Kante P/M 0°, wie es das monokline System verlangt.

Auch der Plagioklas ist tafelig nach der Fläche M ausgebildet. Infolge der vorgeschrittenen Trübung ist aber eine genaue Bestimmung beinahe unmöglich gemacht. An wenigen Stellen bemerkt man Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz, die nicht von gleichmässiger Breite sind, sondern es wechseln ziemlich breite mit sehr schmalen Lamellen ab. Im allgemeinen sind aber auch diese Stellen für die Bestimmung nicht besonders geeignet, da die Lamellen nicht ganz scharf geschieden sind, vielmehr, namentlich bei starker Vergrösserung, verschwommen erscheinen. Ich versuchte an Schnitten, die annähernd $\perp$ zu 010 waren, eine Bestimmung der Auslöschungsschiefe und erhielt den Wert 5° max. Daraus könnte man auf Oligoklas schliessen.

Der Quarz ist in ziemlich beträchtlicher Menge in den Zwickeln zwischen den übrigen Gemengteilen vorhanden. Er zeigt schwach undulöse Auslöschung, ist auch von Sprüngen mehr oder weniger durchsetzt, was auf Druckwirkung zurückzuführen ist.

Der Biotit ist fast gänzlich chloritisiert, verbogen und birgt in seinem Inneren Feldspat, Apatit in Krystallform und Erzkörner. Die Umwandlung des Biotits liefert auch Epidot von gelblich-grünlicher Farbe, der nicht selten schöne, scharfbegrenzte Krystalle mitten in den chloritisierten Biotittafeln bildet. Auch eine Zwillingsbildung nach der Basis konnte an ihm beobachtet werden.

Granite

VON GALETS CAP GRÉGORY UND PUNTA ARENAS.

Die Handstücke von diesen Vorkommen sind, wie schon oben bemerkt wurde, durchwegs Findlinge. Vom erstgenannten Fundorte stammen 4, vom zweiten 2.

Es sind hypidiomorph struierte Gesteine von mittlerem Korn; die einzelnen Individuen sind schon mit freiem Auge sichtbar ; durch die Verwitterung etwas angegriffen, erscheinen die Feldspäte getrübt und das Gefüge gelockert.

Die Gemengteile sind Feldspat, Quarz, Biotit ; dazu kommen noch Apatit und etwas dunkles Erz. Im Vorkommen von Punta Arenas fehlt jedoch der Apatit. Demnach liegen Granitite u. zw., da sowohl Orthoklas als Plagioklas vorkommen, normale Granitite vor.

Der Feldspat ist vorwiegend Orthoklas von weisser Farbe, dicktafelförmig nach der M-fläche ausgebildet, und wie schon bemerkt, getrübt. Diese Trübung rührt teils von Zersetzung her, welche bald ein feinschuppiges Glimmermineral, wohl Muskovit, bald Epidot entstehen liess ; teils aber von Infiltrationsprodukten, namentlich Limonit. Nicht selten kann man eine perthitische Durchdringung mit Albit beobachten.

Neben Orthoklas erscheint ziemlich spärlich ein Plagioklas, welcher durch Beobachtung der grössten Auslöschungsschiefe in der Zone $\perp$ 010 als Oligoklas bestimmt wurde (5°). Er ist im allgemeinen besser idiomorph ausgebildet als der Orthoklas und zeigt Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz.

Der Quarz ist in nicht unbeträchtlicher Menge vorhanden. Er füllt im allgemeinen die Zwischenräume zwischen den übrigen Gemengteilen aus und führt in seinem Inneren Flüssigkeitseinschlüsse. Wie im Granit von Grand Glacier findet man auch hier durch Druck hervorgerufene Erscheinungen, jedoch hier viel augenfälliger als dort. Uebrigens findet man sie auch beim Feldspat. Sie sollen bei der Beschreibung der Uebergangsgesteine eingehend besprochen werden.

Der Biotit erscheint in korrodierten, oft verbogenen Tafeln ziemlich spärlich. Er ist stark chloritisiert, ja stellenweise bereits gänzlich umgewandelt, wobei sich neben Chlorit auch Epidot zu bilden scheint. Er führt Zirkonkryställchen mit pleochroïtischen Höfen, die übrigens erhalten bleiben, wenn auch schon der Wirt vollständig umgewandelt ist.

Erz ist nur in Spuren vorhanden und ist allem Anscheine nach Magnetit.

b) Diorite.

Wie aus den vorausgeschickten allgemeinen Angaben ersichtlich ist, liegen Diorite von mehreren Fundorten vor. Aber nur zwei Handstücke sind vom Anstehenden genommen. Ich

will daher wie bei den Graniten diese zuerst vorführen und hierauf eine übersichtliche Beschreibung der übrigen geben.

Quarzglimmeramphiboldiorit

VON HOPE HARBOUR CLARENCE ISLAND.

Die beiden Stücke sind ziemlich frisch; die Krystalle der dunklen Gemengteile, nämlich Hornblende und Biotit, sind von geringen Dimensionen, etwa 2 mm. Ueberhaupt ist das Korn im allgemeinen fein, so dass man mit freiem Auge die Feldspatindividuen kaum mehr unterscheiden kann.

Die Gemengteile sind *Feldspat, Hornblende, Biotit, Quarz,* daneben *Titanit, Apatit* und etwas dunkles Erz.

Der Feldspat ist vorwiegend Plagioklas, dicktafelförmig nach M ausgebildet. Zwillingsbildung nach dem Albit- und auch Periklingesetze ist allenthalben vorhanden. Sehr verbreitet ist auch ein zonarer Aufbau der Krystalle. Der Kern, welcher immer teils durch Zersetzungsprodukte, nämlich Muskovit, teils durch Infiltrationsprodukte stark getrübt erscheint, ist gewöhnlich basischer. Bestimmungen mittels der Schusterschen Methode ergaben auf der M-fläche eine Abweichung der Auslöschungsrichtung von der Kante M/P um —27° 50′. Daraus kann man auf basischen Labradorit schliessen.

Die randlichen Partien der Krystalle sind saurer. Die Bestimmung durch Beobachtung der grössten Auslöschungsschiefe in der Zone ⊥ 010 ergab in einem Stücke 11° 36′, also Oligoklas-Andesin. Im zweiten Stücke mass ich wieder nach der Schusterschen Methode die Abweichung der Auslöschungsrichtung von der Kante M/P und erhielt einen Durchschnittswert von 14°, was auf Oligoklas-Albit hinweisen würde. Dies gilt jedoch nur für den äussersten Rand. Einige wenige Körner von geringer Lichtbrechung mit spärlichen Spaltrissen, die in einer Richtung verlaufen und zu denen die Auslöschung 0° beträgt, lässt darauf schliessen, dass auch Orthoklas vorhanden sein dürfte.

Die grüne Hornblende ist idiomorph ausgebildet, doch sind die Ränder mehr oder weniger korrodiert, wo sich dann Epidot-Körnchen oder Gruppen von solchen anlagern. Sie schliesst viel Erz, Titanit und Apatit ein. Die für die Hornblende charakteristische Spaltbarkeit ist auf Schnitten // der Basis sehr deutlich sichtbar. Eine Zwillingsbildung nach der Querfläche ist an mehreren Individuen zu bemerken. Sie zeigt ferner deutlichen Pleochroïsmus von dunkelgrün zu lichtgrün mit einem Stich ins Bräunliche u. zw. ist die Absorption für Schwingungen nach $\mathfrak{c}$ grösser als für solche nach $\mathfrak{a}$.

Als Maximum der Auslöschungsschiefe $\mathfrak{c}$:c wurde 18° gefunden.

Der Biotit tritt im Verhältnis zur Hornblende, mit der er nicht selten verwachsen ist, merklich zurück. Er bildet Blättchen, die meistens korrodiert sind, und schliesst nicht wenig Erz und Apatit ein. Ausserdem birgt er noch in seinem Inneren Zirkonkryställchen mit pleochroïtischen Höfen.

Der Quarz, der die Zwischenräume zwischen den übrigen Gemengteilen ausfüllt, ist von Sprüngen durchsetzt, zeigt — wie auch die Feldspäte — undulöse Auslöschung, gerade so wie es beim Granit bemerkt worden ist.

Der Apatit erscheint teils in rundlichen Körnern, teils auch in schön ausgebildeten Kryställchen und findet sich fast immer in der Nähe des Erzes.

Letzteres bildet neben unregelmässigen Körnern auch Krystalle und ist durchwegs titanhaltiger Magnetit, da man häufig den sogenannten Leukoxenrand als Bildung von Titanit beobachten kann.

Neben diesem sekundären Titanit gibt es aber auch einen primären in Krystallform, nämlich der bekannten Briefkuvertform. Hie und da trifft man Zwillinge nach 001 an.

Alle übrigen Stücke sind gedredgte Findlinge. Ich beschreibe sie daher kollektiv, hauptsächlich zwecks des Vergleiches mit den eben beschriebenen ; dann aber auch, weil von manchen Vorkommen eben keine vom Anstehenden genommenen Stücke vorhanden sind.

a) **Quarzfreier Diorit.**

Solcher erscheint nur unter den Gesteinen von Punta Arenas.

Das mittelkörnige Gestein besteht der Hauptsache nach aus *Feldspat* und *Hornblende.*

Ersterer ist ein Plagioklas, dicktafelförmig nach M ausgebildet und in der Mitte durch Infiltrationsprodukte, namentlich Eisenverbindungen, und auch durch Zersetzungsprodukte getrübt. Es entsteht auch hier wie in den bereits beschriebenen Graniten und Dioriten ein heller Glimmer (Paragonit ?) Zonare Struktur und Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz sind sehr verbreitet. Zwillingsbildung nach dem Periklingesetz ist seltener zu beobachten. Die Bestimmung mit Hilfe der grössten Auslöschungsschiefe in der Zone $\perp$ 010 ergab 18°, was auf Andesin deutet; jene durch Beobachtung der Auslöschung auf der M-fläche nach Schuster's Methode lieferte $-8°5' =$ Andesin. Letztere Messung war insofern schwieriger als bei zonarem Bau die Schichten je näher nach aussen, desto mehr ausgebaucht erscheinen, so dass eine genaue Einstellung der etwas gekrümmten Begrenzungslinie nicht möglich ist. Die grüne Hornblende ist idiomorph ausgebildet, wobei jedoch nicht selten die terminalen Flächen fehlen. Der Pleochroïsmus ist derselbe wie bei den vorherbeschriebenen Dioriten, es gilt nämlich für sie wieder das Schema $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$. Die Spaltbarkeit tritt deutlich hervor. Zwillingsbildung nach der Querfläche trifft man nicht selten an. Als Maximum der Auslöschung $\mathfrak{c} : c$ wurde rund 18° gefunden. Ausser den beiden oben beschriebenen Gemengteilen kommen noch Apatit, Titanit und Erz vor.

Letzteres bildet unregelmässig begrenzte Körner und scheidet Titanit aus (Leukoxenrand). Aller Wahrscheinlichkeit nach liegt titanhaltiger Magnetit vor.

Der Titanit erscheint aber auch in spitzrhombischen, primären Krystallen und in rundlichen Körnern secundären Ursprungs.

Die Körner des Apatits reichern sich in der Nähe des Erzes an.

Quarz fehlt vollständig.

Quarzamphiboldiorit.

Die Handstücke stammen teils von Punta Arenas, teils von ebendort « Briqueterie ». Sie unterscheiden sich von den eben beschriebenen nur durch das Hinzutreten des Quarzes.

Der Plagioklas ist in einem Falle wieder als Oligoklas-Andesin bestimmt worden: die Auslöschung betrug nämlich ⊥ 010 maximal 10°. In einem anderen Falle (Briqueterie) betrug sie 25°, woraus man auf Labrador schliessen kann.

Das Eisenerz tritt hier in grösserer Menge auf und Apatit bildet allseits ausgebildete Kryställchen.

Quarzamphiboldiorit mit Augit.

Die folgende Beschreibung bezieht sich auf ein Stück von Galets Cap Grégory. Die Gemengteile sind *Feldspat, Quarz, Pyroxen, Hornblende;* dazu kommen Apatit, Titanit, Zirkon und dunkles Erz.

Der Feldspat ist ein Plagioklas und wie in den meisten Diorit-Stücken von Galets Cap Grégory als Oligoklas-Andesin bestimmt worden. Er zeigt auch dieselbe Ausbildung, ist im allgemeinen recht frisch. Wo etwa eine Zersetzung beginnt, bilden sich Muskovit-Schüppchen. Zwillingsbildung nach dem Albit- und Periklin-Gesetz ist verbreitet; auch solche nach dem Karlsbader Gesetze kommt vor.

Der Pyroxen zeigt noch idiomorphe Ausbildung, ist jedoch stellenweise zertrümmert und in Körner zerdrückt. Die Spaltbarkeit nach 110 ist sehr deutlich zu bemerken. Die Auslöschung c : c nach vorn betrug 38° 30'; dies lässt auf Diopsid schliessen. Stellenweise trifft man auf Hornblende im Diopsid, wodurch letzterer ein fleckiges Aussehen erhält.

Die Hornblende erscheint hier idiomorph in ziemlich grossen Individuen ausgebildet. Sie ist ganz erfüllt mit kleinen Feldspatkryställchen. Zwillingsbildung nach der Querfläche kann man auch hier öfter beobachten. Der Pleochroïsmus ist sehr lebhaft und gleich jenem der Hornblenden in den früher beschriebenen Dioriten. Das Maximum der Auslöschungsschiefe c : c beträgt 20°.

Der Zirkon, der oben angeführt wurde, tritt in der Hornblende in wohlausgebildeter Krystallform mit pleochroïtischen Höfen auf.

Der Titanit scheint durchwegs secundär zu sein; man findet ihn einmal als Leukoxenrand an den Erzkörnern ausgeschieden, sonst in unregelmässigen Körnchen.

Das eben erwähnte Erz ist ein Magnetit. Der Apatit kommt auch nur in rundlichen Körnern vor.

Quarz in nicht unbeträchtlicher Menge füllt meist die freigebliebenen Zwickel aus.

Quarzglimmerdiorit.

Die Stücke sind verhältnismässig zahlreich. Sie stammen von Ile Elisabeth, Punta Arenas, Galets plage de Hope Harbour und Fjord de Grand Glacier. Mittelkörnig bis feinkörnig, lassen sie makroskopisch die einzelnen Individuen noch erkennen, wobei die Hornblendesäulchen und Biotittafeln besonders hervortreten, oder aber die Unterscheidung ist nicht mehr recht möglich und die dunkeln Gemengteile erscheinen in winzigen Kryställchen.

Der Zusammensetzung nach bestehen keine erheblichen Unterschiede. Die gewöhnlichste ist die: *Feldspat, Biotit, Hornblende, Quarz.* Neben Hornblende tritt in Stücken von Hope Harbour ein *Pyroxen* auf, jedoch untergeordnet. Gewöhnlich treten als Nebengemengteile

Apatit, Erz, seltener Zirkon und als Uebergemengteil Titanit auf. Epidot, der meist vorhanden ist, bildet ein Zersetzungsprodukt. In einem einzigen Falle wurde Granat beobachtet.

Der Feldspat ist vorwiegend Plagioklas ; Orthoklas ist, wenn er vorkommt, untergeordnet.

Die Plagioklase sind gewöhnlich tafelig nach M und meist recht frisch ; wo eine Zersetzung beginnt, — was meist bei zonarer Struktur der Fall ist, — bilden sich Muskovitschüppchen und daneben nicht selten Epidot. In den Handstücken von Hope Harbour ist der Plagioklas trübe, doch kommt diese Trübung nicht von Zersetzung, sondern von einer Einlagerung von Eisenhydroxyden.

Da Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz allgemein verbreitet ist, konnte eine Bestimmung der Feldspate durch Beobachtung der grössten Auslöschungsschiefe in der Zone ⊥ 010 vorgenommen werden. Diese ergab für :

Ile Elisabeth, durchschnittlich	16°,	Andesin ;
Punta Arenas,	10-11°,	Oligoklas-Andesin ;
Hope Harbour,	21°,	Labrador.

Zur Kontrolle wurden auch andere Methoden angewandt. Die Beckesche Methode konnte jedoch nur annähernd richtige Resultate geben, weil die Grenzlinien der Individuen nicht rein sind, vielmehr durch Zersetzungsprodukte und Einlagerungen getrübt erscheinen. Bessere Dienste leistete die Schustersche Methode, namentlich wo sich schöne M-Flächen vorfanden. Die möglichst genauen Messungen ergaben für :

Ile Elisabeth,	—3° 12′,	Andesin ;
Punta Arenas, rund	2° ,	Oligoklas-Andesin ;
Hope Harbour,	—27° ,	Labrador.

Also dieselben Ergebnisse bei beiden Bestimmungen. Die Bestimmung gestaltete sich manchmal schwierig und unsicher, besonders dann, wenn die Krystalle gebogen sind, was zu undulöser Auslöschung führt. Bei zonarem Aufbau, der ziemlich verbreitet ist, gehören die Kerne einer basischeren Mischung an; so wurde z. B. für die Vorkommen von Ile Elisabeth Bytownit gefunden. Die Messung der Auslöschung auf M nach Schusters Methode ergab nämlich —30°.

Ausser der erwähnten Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz findet sich noch, jedoch seltener, eine solche nach dem Periklin- und Karlsbader-Gesetz; daneben kommen aber stellenweise auch noch äusserst komplizierte Zwillingsbildungen vor.

Granophyrische Verwachsungen mit Quarz sind nicht selten anzutreffen.

Letzterer kommt zuweilen in grösseren Mengen vor und bildet dann selbständige Partien; häufiger füllt er die Zwickel zwischen den übrigen Gemengteilen aus. Manchmal mengt er sich mit dem Orthoklas zu einem körnigen Aggregate.

Der braune Biotit ist tafelförmig ausgebildet, aber meist zerschlitzt und teilweise oder auch gänzlich chloritisiert. Mit der Hornblende verwächst er zuweilen. In den Stücken von Punta Arenas tritt er merklich zurück.

Die grüne Hornblende ist ebenfalls meist an den Rändern zerschlitzt oder überhaupt

ganz zerdrückt. Als Zersetzungsprodukt wurde Chlorit und Epidot beobachtet. Das Maximum der Auslöschung beträgt immer $c:c$ rund 20°.

Apatit, Erz und Titanit bilden teils Körner, teils Krystalle ; Zirkon erscheint immer in Biotit eingeschlossen und ist zum Teil mit pleochroïtischen Höfen verbunden.

Im Anschluss an die Granite und Diorite möge hier die Beschreibung einer Reihe von Gesteinen folgen, die deutlich den Uebergang vom Massengestein zum Orthogneis zeigen, ähnlich wie dies PELIKAN *(Petrographische Untersuchungen der Gesteinsproben,* I. Teil) bereits beschrieben hat. Doch ist die mir vorliegende Reihe weniger vollständig.

Wie ich schon bei der Beschreibung der Granite und Diorite angedeutet habe, findet man überall Erscheinungen, die offenbar auf eine Wirkung von Druck zurückzuführen sind. Die auffallendsten sind folgende :

Die Feldspat-Krystalle sind etwas gebogen, wodurch eine wandernde Auslöschung hervorgerufen wird. Doch kommt es auch vor, dass sie Risse aufweisen oder zerbrochen sind Auch der Quarz zeigt undulöse Auslöschung, gewöhnlich ist er von Sprüngen durchsetzt. Dort wo Feldspat und Quarz zusammenstossen, bemerkt man, dass vom Ersteren Stückchen abbröckeln und mit abgedrückten Quarzkörnern Aggregate bilden.

Nun liegen Schliffe vor, in denen man die Fortsetzung oben erwähnter Vorgänge deutlich erkennt. Die Feldspatindividuen sind sämtlich zerbrochen ; der Quarz ist ebenfalls zertrümmert. Die Stücke sind noch scharfkantig, zwischen ihnen lagern sich Aggregate von kleinerem Korn, die auch trüber erscheinen als die grossen Bruchstücke. Chemische Veränderungen sind jedoch nicht zu bemerken. Das Gestein durchziehen Biotitschüppchen, die sich an die Trümmer, namentlich an Quarz anlehnen. Hie und da fand ich auch Epidotkörner.

In weiteren Schliffen erscheinen die Bruchstücke in noch kleinere zerdrückt, gerundet und getrübt. Im Inneren des Feldspats bildet sich Muskovit ; ausserdem scheint sich ersterer in einen saureren Feldspat, Albit umzuwandeln. Zugleich wird die Struktur deutlich schichtig.

Fertigen Orthogneis liefert nur ein Fundort, nämlich Galets Cap Grégory. Er soll später bei der Gruppe der krystallinen Schiefer beschrieben werden.

B. — GANGGESTEINE

Porphyrit.

Als einziger Vertreter der Ganggesteine ist ein Vorkommen von Galets Cap Grégory, das als Porphyrit bestimmt wurde. Das Stück ist (makroskopisch) olivengrün mit muscheligem Bruch und sieht einem Wachsklumpen ähnlich. Einsprenglinge bemerkt man keine.

Unter dem Mikroskope findet man dann allerdings in der dichten Grundmasse, einige wenige Einsprenglinge von sehr geringen Dimensionen.

Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz charakterisiert sie als Plagioklase und eine Bestimmung der grössten Auslöschungsschiefe in der Zone $\perp$ 010 ergab einen Wert von 7° 36′, woraus man auf basischen Oligoklas schliessen kann.

Die Grundmasse, welche aus Feldspat und Quarz besteht, führt neben den angegebenen Gemengteilen einige Körner Epidot und ziemlich viel Titanit, ebenfalls in kleinen unregel-

mässigen Körnchen. Diese beiden Minerale sind jedenfalls sekundären Ursprungs und wahrscheinlich aus Einsprenglingen von dunklen Gemengteilen entstanden.

Glas fehlt der Grundmasse vollständig.

C. — ERGUSSGESTEINE

a) Quarzporphyre.

Diese stammen von Galets Cap Grégory und Punta Arenas. Es sind durchwegs Findlinge. Die beiden Vorkommen unterscheiden sich nur in der Ausbildung der Grundmasse, die aber auch an ein und demselben Fundorte nicht gleichartig zu sein scheint. Sie ist im Vorkommen von Galets Cap Grégory äusserst feinkörnig in jenem von Punta Arenas deutlich holokrystallin. Die makroskopische Gesamtfarbe wechselt mit der Färbung der Grundmasse. Sie ist bald licht-, bald dunkelgrau, bald rot und eisenschüssig. Die Einsprenglinge erreichen im äussersten Falle eine Länge von 4 mm.

Die Grundmasse ist aus Quarz und Feldspat zusammengesetzt. Spärlich findet sich Chlorit, hie und da bemerkt man in einem Schliffe Epidotkörner ; selten Spuren von Titanit.

Einsprenglinge bilden *Quarz* und *Feldspat,* daneben, jedoch äusserst selten, *Biotit* (in zwei Fällen nämlich) der übrigens fast ganz chloritisiert ist.

Der Feldspat ist vorwiegend Orthoklas. Er bildet nicht selten Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetz. Daneben ist allenthalben ein Plagioklas vorhanden, der immer Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz zeigt. Das Maximum der Auslöschung $\perp$ 010 beträgt durchschnittlich $5°54'$, so dass der Schluss auf einen Oligoklas berechtigt ist.

Der Quarz erscheint in schönen, meist gerundeten Querschnitten mit Einstülpungen der Grundmasse. Nicht selten führt er auch Grundmasseeinschlüsse. In manchen Schliffen, namentlich in Vorkommen von Punta Arenas zeigt er undulöse Auslöschung, wohl die Folge von Spannungen, die bei der Abkühlung in der Gesteinsmasse herrschten. Nicht selten zersprang er dabei in scharfkantige Bruchstücke.

Anschliessend an die Quarzporphyre erwähne ich Gesteine, die klar ihren Ursprung von jenen kundgeben. Sie sind durch Dynamometamorphose entstanden und zeigen den Uebergang zu Sericitschiefern.

An der Spitze stehen Proben, an denen man makroskopisch Einsprenglinge, wenn auch spärlicher als bei gewöhnlichen, unveränderten Quarzporphyren, bemerkt. U. d. M. bemerkt man jedoch, dass es sich teilweise nur um Pseudo-Einsprenglinge handelt, indem nämlich bei im allgemeinen erhaltener Begrenzung statt der ursprünglichen Einsprenglinge Körneraggregate erscheinen, die aus Quarz und Feldspat bestehen. Die Grundmasse ist in solchen Schliffen quarzreicher; ausserdem bemerkt man vereinzelte Sericitschüppchen, meist in der Nähe der Einsprenglinge.

Andere Proben zeigen überhaupt keine Einsprenglinge mehr, sondern nur Bruchstücke von solchen in körniger Masse; Sericitschüppchen bilden bandförmige Reihen, die sich meist an die Bruchstücke anschmiegen.

Schliesslich zeigen die Handstücke makroskopisch bereits schieferige Struktur; sie fühlen sich fettig an, sind von lichtgrüner Farbe und besitzen einen weichen Seidenglanz. Besonders

schöne Stücke stammen von Galets Cap Grégory. In Dünnschliffen von diesem Vorkommen sieht man, dass der Quarz ganz in den Vordergrund getreten ist und Sericit das Gestein allseits durchzieht. Beide, Quarz und Sericit, haben sich auf Kosten des Feldspats gebildet.

Andesite.

a) Galets Cap Grégory

Die Handstücke von diesem Vorkommen, durchwegs Findlinge, sind von rötlicher Farbe, die von der Einlagerung von Eisenverbindungen herrührt. In der Grundmasse liegen weisse *Feldspat-* und dunkle, fast schwarze *Biotit*-Einsprenglinge.

Unter d. M. bemerkt man vereinzelt auch *Pyroxen-* und etwas häufiger *Hornblende*-einsprenglinge.

Die Grundmasse ist locker, bald hypokrystallin, bald deutlich trachytisch und besteht aus leistenförmig ausgebildeten Feldspatkrystallen, zwischen denen Eisenerz in Körnchen massenhaft eingelagert ist. Selten stellen sich Quarzkörnchen ein. In Schliffen, welche Wirkungen einer Dynamometamorphose erkennen lassen — zerbrochene und zerdrückte Einsprenglinge — ist der Feldspat der Grundmasse nur in körniger Ausbildung zu finden.

Die Feldspateinsprenglinge sind tafelförmig ausgebildet, bilden Zwillinge nach dem Albit- und Karlsbader Gesetz und wurden durch Beobachtung der grössten Auslöschungsschiefe in der Zone $\perp$ 010 als Andesin bestimmt, indem nämlich Werte von 16-20° erhalten wurden. In einigen Proben ist statt Andesin ein Labrador vorhanden. Es betrug nämlich auf den M-flächen die Auslöschung zur Kante M/P —20°. Zonare Struktur ist sehr verbreitet; dabei werden die Schichten in der Regel nach aussen saurer; nicht selten bemerkt man aber auch rückläufige Entwicklung Z. B. : Kern : Oligoklas; 1. Schale : Albit; 2. Schale : Oligoklas und Rand wieder Albit.

Die Grundmassefeldspäte sind immer saurer als die Einsprenglinge. Stellenweise findet eine Zersetzung der Feldspäte statt, wobei sich ein Karbonat bildet. Undulöse Auslöschung der Feldspäte in manchen Proben dürfte auf Druckwirkung zurückzuführen sein.

Der Biotit bildet allseits wohlbegrenzte sechsseitige Tafeln und ist in durchfallendem Lichte rotbraun. Eine Resorption, die vom Rande nach innen fortschreitet und Magnetitbildung zur Folge hat, ist allseits zu bemerken; dabei bleibt die Form der Biotittafeln meistens unversehrt.

Die Hornblende ist in Farbe und Pleochroïsmus dem Biotit zum Verwechseln ähnlich. Doch ist auf Querschnitten die für Hornblende charakteristische Spaltbarkeit recht deutlich erkennbar. Interessant ist auch die starke Dispersion der Achsen, die man im konvergenten Lichte beobachten kann. Auch die Hornblende unterliegt einer ähnlichen Resorption wie der Biotit und es bildet sich ebenfalls Magnetit.

Der Pyroxen bildet verhältnismässig kleine Einsprenglinge von grünlicher Farbe; er ist überhaupt nur spärlich vorhanden. Die Auslöschung $c : c$ nach vorn betrug rund 38°, daher dürfte ein Diopsid vorliegen. Stellenweise bemerkt man auch zonare Struktur. Oft sind die Krystalle in Körner zertrümmert.

In manchen Proben treten die farbigen Gemengteile stark zurück.

b) Ile Elisabeth

Auch die Stücke von diesem Fundorte sind durchwegs Findlinge. Teils gleichen sie im allgemeinen jenen von Galets Cap Grégory, teils sind sie merklich verschieden. Diese letzteren sollen hier beschrieben werden.

Schon bei makroskopischer Betrachtung fällt das reichliche Vorhandensein von Einsprenglingen auf, die auch grösser sind als jene der früher beschriebenen Proben.

Neben Feldspateinsprenglingen sind auch solche von einem Pyroxen vorhanden und erreichen zuweilen eine Länge von 1/2 cm.

Die Grundmasse ist hier körnig und besteht aus Feldspat, etwas Augit und Erz. Daneben erscheint ein chloritisches Mineral secundären Ursprungs.

Der Feldspat bildet tafelförmige Krystalle — in der Grundmasse Körner —, welche im Inneren meist zersetzt sind. Man findet da ein blättriges, chloritisches Mineral, das im durchfallenden Lichte eigentümlich gelb, etwa schwefelgelb gefärbt ist. Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz ist wohl noch bemerkbar, doch ziemlich undeutlich. Ausser jener Chloritbildung ist noch Karbonatausscheidung sehr verbreitet. Gewöhnlich lagert sich das chloritische Mineral um das Karbonat herum.

Unter solchen Umständen war eine genaue Bestimmung der Feldspäte nicht möglich ; doch dürfte die Bestimmung als Andesin-Labrador im allgemeinen zutreffen.

Der Augit ist idiomorph ausgebildet und zeigt zonare Struktur. Die Spaltbarkeit nach 110 ist sehr deutlich. Die Auslöschung $c:c$ n. v. beträgt 39° 48′; demnach kann man auf Diopsid schliessen, der jedoch einem Diallag nahe steht. Er ist oft von Sprüngen durchsetzt, an denen sich Chlorit bildet. Ausserdem finden sich in seinem Inneren zahlreiche feine stark lichtbrechende Nadeln, deren Auslöschung (zur längeren Kante) zwischen 14 und 15° liegt. Darnach liegt wohl ein Aktinolith vor.

Das Eisenerz, ein Magnetit, bildet sowohl Körner als auch Krystalle.

c) Plage de Punta Arenas

Findlinge und stark verwittert.

Die Grundmasse führt neben Feldspat und Erz etwas Apatit.

Der Feldspat, tafelförmig ausgebildet, ist infolge beginnender Zersetzung in der Mitte getrübt. Zonarer Aufbau ist verbreitet, weniger Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz. Die Bestimmung der Auslöschungsschiefe in der Zone $\perp$ 010 ergab einen Wert von 26°. Dies deutet auf Labrador. Auch die Bestimmung der Auslöschung auf der M-fläche nach der Schusterschen Methode ergab dasselbe Resultat. Die hiebei erhaltenen Werte betrugen nämlich rund —20°.

Neben Feldspat sind Hornblende-einsprenglinge vorhanden, die vom Rande aus gegen die Mitte resorbiert sind. Es bildet sich bei diesem Vorgange wie in den früheren Proben Magnetit. An besser erhaltenen Individuen bemerkt man Zwillingsbildung nach der Querfläche. An Querschnitten ist die charakteristische Spaltbarkeit deutlich sichtbar. Das Maximum der Auslöschungsschiefe beträgt etwa 15-16°.

Erz, meist mit Leukoxenrand, kommt in der Grundmasse vor.

Diabas.

Diabase liegen von den meisten Fundorten vor ; aber kein einziges Stück ist vom Anstehenden genommen.

Sie zeigen durchwegs typischen Grünsteinhabitus und lassen sich etwa in zwei Gruppen teilen ; nämlich solche mit primärem Pyroxen (*a*) und jene, in denen er bereits verschwunden ist (*b*).

a) In diesen Proben ist der Feldspat, ein Plagioklas, noch ziemlich frisch, aber auch bei ihm beginnt meist eine Umwandlung ; die Zwillingslamellen werden undeutlich und es verliert sich dann oft auch die bestimmte Begrenzung der Individuen. Daher ist in solchen Proben eine verlässliche Bestimmung nicht möglich, es lässt sich nur sagen, dass er nach den annähernd bestimmten Auslöschungen und nach der stellenweise zu beobachtenden Karbonatbildung der basischen Reihe angehören muss. Dies bestätigen Bestimmungen, die in Schliffen mit besser erhaltenen Individuen vorgenommen wurden. Hier betrug die Auslöschung in der Zone ⊥ 010 26-30° ; diese Werte aber deuten auf Bytownit.

Der Pyroxen ist meist zerbröckelt, löscht undulös aus und wurde als Augit bestimmt, da Messungen der Auslöschung c : c Werte von 56° n. v. ergaben.

Manche Stücke, die einen Uebergang zwischen den zwei Gruppen bilden, führen Hornblende, in der man Pyroxen-Flecken bemerken kann. Chlorit bildet unregelmässige Fetzen; der Epidot erscheint stellenweise in Körnern. Der Titanit tritt ebenfalls in Körnern auf, die sich gerne zu kleinen Häufchen gruppieren. Er kommt auch als Leukoxenrand an dem Erze, das zuweilen scharfkantige Krystalle bildet, vor. Letzteres ist also ein titanhaltiger Magnetit.

b) In der zweiten Gruppe, welche Stücke von Galets Cap Grégory, Hope Harbour und Elisabeth Island umfasst ist an Stelle des Pyroxens eine lichtgrüne Hornblende getreten. Sonst unterscheiden sich diese Vorkommnisse nur wenig von den oben beschriebenen. Chlorit und Epidot treten in grösserer Menge auf; ebenso der Titanit.

Der Feldspat ist nicht mehr frisch, sondern zeigt allenthalben Zersetzungserscheinungen, wobei insbesondere die Karbonatbildung hervorzuheben ist. Genaue Bestimmungen konnten infolgedessen auch hier nicht vorgenommen werden.

In den Diabasen von Ile Elisabeth tritt ab und zu ein Biotit neben etwas Quarz auf.

Die Diabase werden fast an allen Fundstellen von Gesteinen begleitet, die aus ihnen durch metamorphosierende Prozesse entstanden sind. Man kann da zweierlei Gesteine unterscheiden, je nach den Mineralgruppen, die sich gebildet haben.

Einmal gieng der Vorgang etwa folgendermassen vor sich :

Statt Augit findet man Hornblende von lichtgrüner Farbe, meist zerschlitzt, durch ihre charakteristische Spaltbarkeit ausgezeichnet. Das frühere Vorhandensein des Augits bezeugen einige wenige Reste desselben.

Der Feldspat trübt sich und wandelt sich allmählich um ; es treten Zoïsit u. zw. Klinozoïsit-körner oder -flecken auf. Titanit ist reichlich über das ganze Gestein verbreitet.

Im weiteren Verlaufe der Umwandlung tritt an Stelle des Feldspats Klinozoïsit und Albit. Oft bemerkt man die Feldspatkrystallform erhalten, während ihr Inhalt bereits in Zoïsit

umgewandelt ist. Nicht selten jedoch bildet der Zoïsit die ihm eigentümliche Krystallform aus. Titanit ist in reichlicher Menge vorhanden.

Statt Zoïsit findet man in manchen Schliffen Karbonate, wobei sonst das Bild das gleiche bleibt.

In der zweiten Gruppe kann man die Uebergänge nicht so verfolgen. Es sind meist Gesteine, die durch die teilweise erhaltene Struktur auf ihren Ursprung schliessen lassen ; es findet sich sehr viel Epidot, daneben etwas Zoïsit, wenig Feldspat und Titanit in Körnchen.

Basalt.

Basalt ist nur von einem Fundorte, nämlich Galets Cap Grégory, vorhanden, wo er wohl dem dort befindlichen Andesit nahestehen dürfte.

Das Gestein ist von deutlich porphyrischer Struktur, bezitzt allgemein dunkelbraune Farbe und zeigt wenige, grosse, dunkelgrüne Einsprenglinge von Olivin und viele kleinere von lichter Farbe, die dem Feldspat angehören ; ferner auch solche von dunklem Augit in Säulchenform. Die Grundmasse besteht aus Feldspatkrystallen, die leistenförmig ausgebildet sind, Augit, Magnetit und etwas brauner Glasbasis.

Der Feldspat bildet als Einsprengling Tafeln nach der M-fläche, zeigt Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz und zuweilen auch zonaren Aufbau. Die Auslöschung $\perp$ 010 betrug im Durchschnitt 25°, es liegt also ein Labrador vor.

Der Augit ist als Einsprengling unvollkommen idiomorph ausgebildet mit deutlicher Spaltbarkeit nach dem Prisma 110. Die Auslöschung $c:c$ beträgt 52°. In der Grundmasse erscheint er in unregelmässigen Körnern.

Der Olivin bildet grosse Einsprenglinge von grünlicher Farbe (im durchfallenden Lichte), die jedoch gerundet und von unregelmässigen Sprüngen durchsetzt sind.

Der Magnetit bildet teils grössere Krystalle, teils kleinere gerundete Körner.

SCHICHTIGE GESTEINE

Ausser dem in der Einleitung erwähnten Konglomerate von Galets Cap Grégory, das aus grossen Quarz- und kleineren Feldspatkörnern besteht, die durch ein feines Gereibsel aus ebendenselben Mineralen verbunden sind, liegt noch ein einziges Stück feinkörnigen Kalkes von Punta Arenas vor.

Bedeutender und viel zahlreicher sind die Proben von Tonschiefern und Phylliten. Erstere stammen von Galets Cap Grégory und Beagle Channel, letztere von Fjord de Grand Glacier und Fjord de Lapataïa. Nur diese sind vom Anstehenden genommen, während jene sämtlich Findlinge sind.

Tonschiefer.

Die Gesteine haben eine dunkelgraue Farbe, die bisweilen ins Schwarzblaue übergeht. Dies rührt dann von einer Anhäufung von kohliger Substanz her.

Letzterer Umstand erschwert auch bedeutend die mikroskopische Untersuchung.

Die äusserst dünnen Schichten sind im allgemeinen parallel gelagert, Verbiegungen

kommen meist nicht vor, wenn schon, dann sind sie geringfügig. Kleine Pyritkryställchen blitzen am Querbruch hervor.

In dem Vorkommen von Galets Cap Grégory bemerkt man die Wirkung der Kontaktmetamorphose. U. d. M. erscheinen lichtbläuliche Flecken allenthalben über den Schliff verbreitet, deren Form sowie sonstige Eigenschaften, namentlich die beginnende Bildung von Drillingen, auf Cordierit schliessen lassen.

Der Zusammensetzung nach gibt es solche, die aus *Quarz, farblosem Glimmer, Pyrit, Rutilnädelchen und kohliger Substanz* bestehen, oder auch solche, in denen noch geringe Mengen von Feldspat vorkommen. In letzterem beobachtete ich auch winzige schmutzigweisse Körnchen mit starker Doppelbrechung, wahrscheinlich Titanit. In einem Schliffe fand ich auch eine kleine Gruppe von Apatitkörnern.

Der Quarz ist gewöhnlich gerundet und ohne scharfe Begrenzung ; ebenso der Feldspat, wo er vorkommt. Man bemerkt immer eine randliche Auflösung.

Der Glimmer, ein Muskovit, bildet zarte Blättchen ; die kohlige Substanz ist in feinen Schüppchen, die sich gelegentlich anhäufen, über das ganze Gestein verteilt.

Von Interesse sind in manchen Schliffen, namentlich von Galets Cap Grégory vorkommende ringförmige Gebilde von weisser Farbe und starker Lichtbrechung, die keine Wirkung auf das polarisierte Licht ausüben. Sie dürften wohl folgenden ebendort vorkommenden Erscheinungen nahestehen : Winzige kreis- bis linsenförmige Gebilde, die randlich in ein feinschuppiges, weisses, dem Muskovit nicht unähnliches Mineral, umgewandelt sind. In der Mitte findet sich oft noch ein getrübter Kern, der bald einem Feldspat, bald aber einem Chalcedon ähnlich sieht. In einem Falle bemerkte ich eine gewisse Wabenstruktur. Gewöhnlich sind diese Linsen von einem Chloritring umschlossen, der stellenweise in gleichen Abständen durchbrochen ist, wodurch eine radiale Struktur hervorgerufen wird. All das ist jedoch nur bei den stärksten Vergrösserungen sichtbar. Eine Vermutung, dass diese Gebilde etwa organischen Ursprungs seien, liegt nahe.

Phyllite.

Die Gesteine sind makroskopisch meist glänzend schwarz und fühlen sich fettig an. Beides rührt von reichlich vorhandenem Graphit her. Ab und zu findet man Eisenglanzkryställchen.

Dünnblätterig und stark gefaltet, bestehen die Phyllite der Hauptsache nach aus Quarz, farblosem Glimmer, etwas Chlorit und Graphit. Pyrit ist verbreitet, Rutilnädelchen fehlen selten ; zuweilen trifft man auch wohl ausgebildete Turmalinsäulchen. Selten findet man auch Feldspatkörner. Soweit ich sie bestimmen konnte, handelt es sich um einen Plagioklas u. zw. einen sauren. Quarz bildet ebenfalls Körner, die mit den Feldspatkörnern, wo solche vorkommen, gemengt sind.

Der farblose Glimmer bildet feine Schüppchen ohne krystallographische Umgrenzung, die vielfach in Falten gelegt sind. Sie durchziehen das Gestein in mehr weniger zusammenhängenden Bändern, wo sie in grösserer Menge vorhanden sind. Es handelt sich wohl um einen Muskovit.

Der Graphit ist schon makroskopisch erkennbar ; er verleiht dem Gestein die weiche glänzend-schwarze Farbe und das leichte Abfärben. U. d. M. erscheint er in feinen Schüppchen,

die im auffallenden Lichte einen metallähnlichen Glanz besitzen. In Schliffen quer zur Schieferung sind sie zu kontinuirlichen Bändern vereinigt.

KRYSTALLINE SCHIEFER

1) Gneis.

Dieser liegt nur von Galets Cap Grégory vor. Der Struktur nach wäre er als körniger Gneis zu bezeichnen.

Die Gemengteile sind : *Feldspat, Quarz, Biotit.*

Es kommen beide Feldspäte vor, doch überwiegt der Alkalifeldspat.

Derselbe ist ein Orthoklas, weiss, und bildet ein allotriomorphes Gemenge mit Quarz. Daneben erscheint als Plagioklas Oligoklas-Andesin, ebenfalls in allotriomorphen Körnern. Er zeigt Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz. In der Ebene $\perp$ 010 beträgt die Auslöschung 6° 30′ ; daher die obige Bestimmung. Stellenweise beginnt eine Zersetzung, die Muskovitbildung zur Folge hat.

Der Biotit ist im durchfallenden Lichte braun, bildet unregelmässige Blätter, die regellos im Gesteine verteilt sind ; hie und da hängen zwei oder drei solcher Blättchen zusammen.

Ueberhaupt entspricht der mineralische Bestand sowie die Ausbildung der einzelnen Gemengteile ganz den Graniten von demselben Fundorte, weshalb ich von einer eingehenderen Schilderung abstehe. Wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich ist, handelt es sich um einen Orthogneis.

2) Glimmerschiefer.

Von Glimmerschiefern sind mehrere Arten vorhanden, nämlich :

a) Solche ohne vorherrschenden Nebengemengteil. Stücke dieser Art stammen von Punta Arenas, Hope Harbour, Clarence Island und Ile Elisabeth ;

b) Andalusitglimmerschiefer von ebendort und von Galets plage de Hope Harbour ;

c) Staurolithglimmerschiefer von Galets plage de Hope Harbour ;

d) Eine Reihe von *Chloritglimmerschiefern* von Fjord de Lapataïa.

a) Glimmerschiefer ohne vorherrschenden Nebengemengteil.

Feinschieferige Gesteine mit folgenden Gemengteilen : Quarz, Biotit, etwas farblosem Glimmer, Zirkon, kohliger Substanz und ganz wenig Erz.

Der Quarz bildet Körneraggregate, löscht undulös aus und ist nicht selten von Sprüngen durchsetzt.

Der Biotit, wieder braun und ohne krystallographische Begrenzung, ist meist verbogen und gefaltet. Oft ist er mit einem farblosen Glimmer, der als Muskovit bestimmt wurde, verwachsen. Zuweilen schliessen sich Zirkonkörnchen an den Biotit an, wobei in ihrer Umgebung (am Biotit) ein pleochroïtischer Hof sich bemerkbar macht. Fasst man die Glimmerschiefer als aus Sedimenten entstandene Gesteine auf, so muss man wohl annehmen, dass der Zirkon mit dem Biotit als dessen Einschluss transportiert worden sei.

Das schwarze Erz, das auch nur in geringer Menge vorkommt, ist aller Wahrscheinlichkeit nach Magnetit.

Kohlige Substanz ist nur im Vorkommen von Punta Arenas in erheblicher Menge vorhanden.

b) **Andalusitglimmerschiefer.**

Die Gesteine gleichen in ihrer Ausbildung und Zusammensetzung den eben beschriebenen, nur tritt hier als Nebengemengteil Andalusit in den Vordergrund.

Er ist durch die starke Licht- und schwache Doppelbrechung, rechtwinkelige Spaltbarkeit (91°), negativen Charakter der Hauptzone sowie den Umstand, dass ihn ein Kranz von Muskovitblättchen umgibt, unzweideutig charakterisiert.

Sehr spärlich tritt Turmalin auf, der säulenförmig ausgebildet ist.

c) **Staurolithglimmerschiefer.**

Auch diese Gesteine sind in nichts anderem von den unter a) beschriebenen unterschieden als durch das Auftreten des Staurolith. Dieser ist an seiner niedrigen Licht- und Doppelbrechung, sowie die Form seiner Zwillinge erkennbar. Makroskopisch wird er nicht sichtbar; U. d. M. kann man vollkommen ausgebildete Krystalle, meist Zwillinge beobachten. Die Zwillingsebene ist einmal 032, das sind Durchkreuzungszwillinge, bei denen die Individuen miteinander einen Winkel von 90° einschliessen. Oder aber die Zwillingsebene ist 232, dann bilden die Individuen einen Winkel von etwa 60°; dieser Fall ist jedoch seltener.

d) **Chloritglimmerschiefer.**

Die feinschieferigen grünen Gesteine bestehen meist aus Quarz, farblosem Glimmer und Chlorit. Ab und zu fand ich weissliche Körner, die ich ihrem physikalischen Verhalten zufolge für Epidot halte. In einem Schliffe bemerkte ich Zoïsit, teils formlos, teils in winzigen Krystallen, beides erst bei den stärksten Vergrösserungen sichtbar. Es ist ein Klinozoïsit.

Die Ausbildung der einzelnen Minerale ist dieselbe wie in den vorstehenden Gesteinen.

Amphibolgesteine.

Von dieser Gruppe sind *Hornblendeschiefer* und *Amphibolite* vorhanden; letztere an Zahl der Fundorte überwiegend. Erstere stammen nämlich von Fjord de Grand Glacier; letztere von Hope Harbour S. H. H. Clarence Island, Beagle Channel und Fjord de Grand Glacier, Pecket Harbour, Punta Arenas. Sie sind teilweise vom Anstehenden genommen.

a) **Hornblendeschiefer.**

Die Gesteine haben deutlich schieferige Struktur und bestehen aus gemeiner Hornblende und geringen Mengen von Epidot, Titanit, Quarz und Apatit. Die Hornblende bildet mehr oder weniger Körner ohne krystallographische Begrenzung, ist grün und zeigt deutlich die für sie charakteristische Spaltbarkeit.

Auch die übrigen oben angeführten Minerale, von denen der Epidot überwiegt, bilden Körner, wobei die des Titanits gerne zu kleinen Häufchen zusammentreten.

b) **Amphibolite.**

Sie gehören grösstenteils den körnigen Amphiboliten an, weniger den schiefrigen. Deutlich schiefrig ist bloss das Vorkommen von Fjord de Grand Glacier.

Die Zusammensetzung ist gewöhnlich folgende : Hornblende, Feldspat, Titanit, Epidot, etwas Quarz ; ab und zu auch Biotit ; Apatit und Erz.

Die Hornblende bildet wie in den Hornblendeschiefern Körner ohne krystallographische Begrenzung, die gewöhnlich mit einander im Zusammenhang stehen. Sie ist grün und zeigt deutlich die Spaltbarkeit nach dem Prisma. Das Maximum der Auslöschung betrug abwechselnd 16°-20°. In dem schiefrigen Vorkommen von Fjord Grand Glacier ist sie zerschlitzt und zersplittert neben einem Pyroxen, der sich wahrscheinlich auf ihre Kosten bildet. Er ist ein Diopsid.

Der Feldspat ist ein Plagioklas, in vielen Fällen stark von der Zersetzung angegriffen, wobei sich Glimmer bildet, weshalb eine Bestimmung nicht immer möglich war. Er wurde einmal (Hope Harbour) als Labrador (25°), ein andermal (Beagle Channel) als Andesin (18° ⊥ 010) bestimmt u. zw. durch Beobachtung der grössten Auslöschungsschiefe in der Zone ⊥ 010. Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz ist allgemein verbreitet, nach dem Periklingesetz selten.

Der Biotit bildet, wo er vorkommt, Lappen von unregelmässiger Form, tritt aber niemals stark in den Vordergrund.

Titanit kommt sowohl in Körnern — da ist er gewöhnlich secundären Ursprungs — als auch in wohl ausgebildeten Krystallen von der bekannten Briefkuvertform vor, wobei er nicht selten ziemlich gross wird.

Auch der Apatit bildet bald rundliche Körner, bald scharfumgrenzte prismatische Krystalle.

Der Epidot, der wohl durchwegs secundären Ursprungs ist, erscheint in Körnern.

Das Erz, welches gewöhnlich Titanit ausscheidet, dürfte, soweit meine Bestimmungen ausreichen, in den meisten Fällen Titaneisenerz sein.

Am Schlusse möge eine Uebersicht der beschriebenen Gesteine nach ihrer Stellung im Systeme stehen.

Eruptivgesteine :

Tiefengesteine :
- Granit,
- Diorit.

Ganggesteine :
- Porphyrit.

Ergussgesteine :
- Quarzporphyr,
- Andesit,
- Diabas,
- Basalt.

Schichtige Gesteine :
- Tonschiefer,
- Phyllite.

Krystalline Schiefer :
- Gneis,
- Glimmerschiefer,
- Amphibolgesteine.

ERKLÄRUNG DER TAFEL

FIGURE 1. — Epidotbildung im Chlorit. Granit von Fjord de Grand Glacier.

» 2. — Verbogener Feldspatkrystall. Granit von Punta Arenas.

» 3. — Andalusitkrystall umgeben von Muskovitblättchen. Andalusitglimmerschiefer von Hope Harbour Clarence Island.

» 4. — Resorptionerscheinungen an der Hornblende. (Magnetitbildung.) Andesit von Punta Arenas.

» 5. — Resorptionserscheinungen am Biotit. (Magnetitbildung.) Andesit von Galetz Cap Grégory.

» 6. — Feldspat, zonar mit zersetztem Kern. Diorit von Hope Harbour Clarence Island.

» 7. — Hornblende mit eingeschlossenen idiomorphen Plagioklasen. Diorit von Galets Cap Grégory.

» 8. — Magnetit mit Leukoxenrand im Biotit. Diorit von Ile Elisabeth.

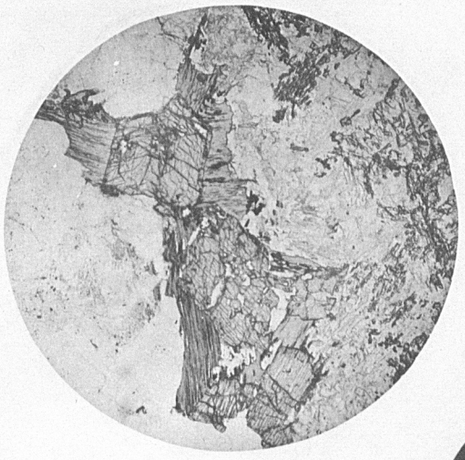


Fig.1

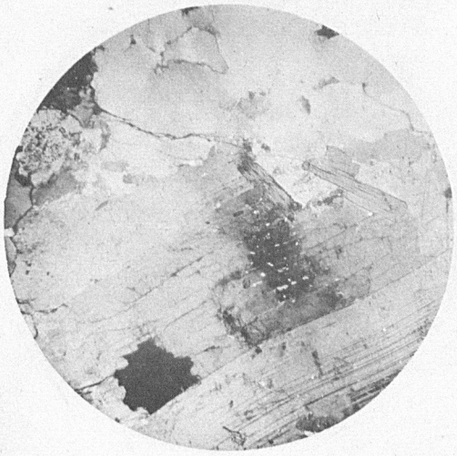


Fig.2

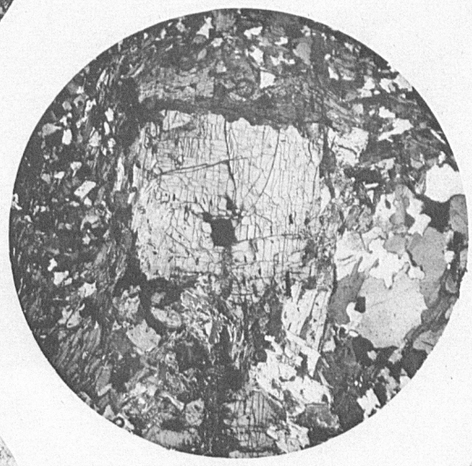


Fig.3

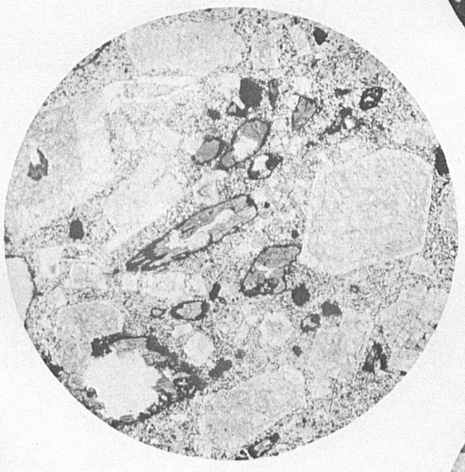


Fig.4

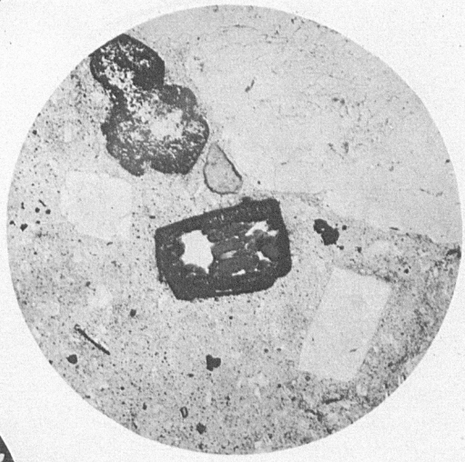


Fig.5

Fig.6

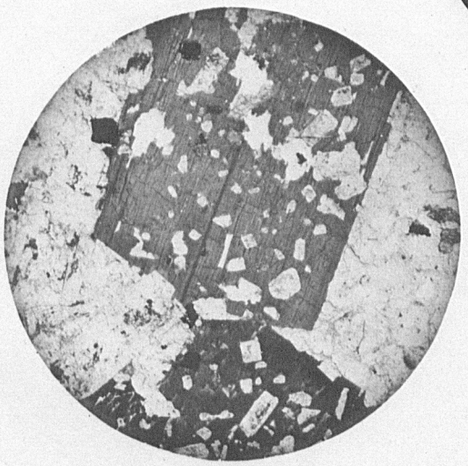


Fig.7

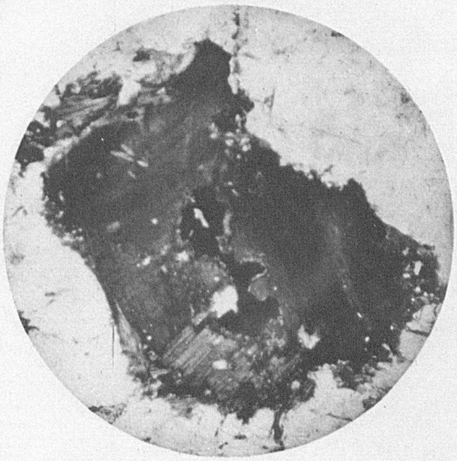


Fig.8

Negative von Dr A. Gareiss

Heliog Etts Jean Malvaux

LISTE DES RAPPORTS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE LA

COMMISSION DE LA "BELGICA„

Les mémoires dont les titres sont précédés d'un astérisque (*) ont déjà paru.

Le classement des rapports dans les volumes III, IV, VI, VII, VIII et IX sera fait ultérieurement.

VOLUME I.

RELATION DU VOYAGE ET RÉSUMÉ DES RÉSULTATS, par A. DE GERLACHE DE GOMERY.
*TRAVAUX HYDROGRAPHIQUES ET INSTRUCTIONS NAUTIQUES (Premier fascicule), pr G. LECOINTE. Frs 67.50

VOLUME II.

ASTRONOMIE ET PHYSIQUE DU GLOBE.

*ÉTUDE DES CHRONOMÈTRES (deux parties), par G. LECOINTE . . . . . Frs 33,50
OBSERVATIONS MAGNÉTIQUES, par C. LAGRANGE et G. LECOINTE.
*MESURES PENDULAIRES, par G. LECOINTE. Fr. 5.—
CONCLUSIONS GÉNÉRALES SUR LES OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES ET MAGNÉTIQUES, par GUYOU.

VOLUMES III ET IV.

MÉTÉOROLOGIE.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES EN MER LIBRE, par H. ARCTOWSKI.
*RAPPORT SUR LES OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES HORAIRES, par H. ARCTOWSKI . . Frs 60,00
*OBSERVATIONS DES NUAGES, par A. DOBROWOLSKI. . . . . » 20,00
*LA NEIGE ET LE GIVRE, pr A. DOBROWOLSKI. Frs 10,00
*PHÉNOMÈNES OPTIQUES DE L'ATMOSPHÈRE, par H. ARCTOWSKI . . . . . Frs 6,00
*AURORES AUSTRALES, par H. ARCTOWSKI . » 11,00
DISCUSSION DES RÉSULTATS DES OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES, par A. WOJEIKOW.

VOLUME V.

OCÉANOGRAPHIE ET GÉOLOGIE.

SONDAGES, par H. ARCTOWSKI.
SÉDIMENTS MARINS, par H. VAN HOVE.
*RELATIONS THERMIQUES, par H. ARCTOWSKI et H. R. MILL . . . . . Frs 10.50
*DÉTERMINATION DE LA DENSITÉ DE L'EAU DE MER, par J. THOULET. . . . . Frs 7,50
*RAPPORT SUR LA DENSITÉ DE L'EAU DE MER, par H. ARCTOWSKI et J. THOULET. . . . . Frs 3,00
COULEUR DES EAUX OCÉANIQUES, par H. ARCTOWSKI.
*LES GLACES, par H. ARCTOWSKI . . . . . Frs 17.50
*LES GLACIERS, par H. ARCTOWSKI . . . . » 35.50
*ÉTUDE DES ROCHES, I, par A. PELIKAN . .
*QUELQUES PLANTES FOSSILES DES TERRES MAGELLANIQUES, pr A. GILKINET. } » 10.50
*ÉTUDE DES ROCHES, II, par DRAGOMIR SISTEK » 2.50

VOLUMES VI, VII, VIII ET IX.

BOTANIQUE ET ZOOLOGIE.

Botanique.

*DIATOMÉES (moins *Chaetocérés*), pr H. VAN HEURCK. Frs 35.50
PERIDINIENS ET CHAETOCÉRÉS, par FR. SCHÜTT.
ALGUES, par E. DE WILDEMAN.
*CHAMPIGNONS, par Mmes BOMMER et ROUSSEAU Frs 9.50
*LICHENS, par E. A. WAINIO . . . . . » 12,00
*HÉPATIQUES, par F. STEPHANI . . . . . } Frs 28,00
*MOUSSES, par J. CARDOT . . . . . }
CRYPTOGAMES VASCULAIRES, par Mme BOMMER.
*PHANÉROGAMES, par E. DE WILDEMAN . . Frs 62.50

Zoologie.

FORAMINIFÈRES, par VAN DEN BROECK.
RADIOLAIRES, par FR. DREYER.
TINTINOIDES, par K. BRANDT.
*SPONGIAIRES, par E. TOPSENT . . . . . Frs 16,00
*HYDRAIRES, par C. HARTLAUB . . . . . » 8,50
SIPHONOPHORES, par C. CHUN.
*MÉDUSES, par O. MAAS . . . . . Frs 8,50
ALCYONAIRES, par TH. STUDER.
*PENNATULIDES, par H. F. E. JUNGERSEN . . » 3,00
*MADRÉPORAIRES et HYDROCORALLIAIRES, par E. v. MARENZELLER . . . . . } Frs 5,00
*ACTINIAIRES, par O. CARLGREN . . . . . }
CTÉNOPHORES, par C. CHUN.
*HOLOTHURIDES, par E. HÉROUARD . . . . Frs 5,00
*ASTÉRIDES, par H. LUDWIG . . . . . » 19.50
*ÉCHINIDES ET OPHIURES, par R. KŒHLER. » 17,50
CRINOIDES, par J. A. BATHER.
*TURBELLARIEN, par L. BÖHMIG . . . . . Frs 7,00
CESTODES, TRÉMATODES ET ACANTHOCÉPHALES, par P. CERFONTAINE.
*NÉMERTES, par BÜRGER . . . . . Frs 4,50
*NÉMATODES LIBRES, par J. G. DE MAN . . » 23,00
NÉMATODES PARASITES, par J. GUIART.
CHAETOGNATHES, par O. STEINHAUS.
GÉPHYRIENS, par J. W. SPENGEL.
OLIGOCHÈTES, par P. CERFONTAINE.
POLYCHÈTES, par G. PRUVOT et E. G. RACOVITZA.
*BRYOZOAIRES, par A. W. WATERS . . . . Frs 27,50
*BRACHIOPODES, par L. JOUBIN. . . . . » 5,00
ROTIFÈRES ET TARDIGRADES, par C. ZELINKA.
PHYLLOPODES, par HÉROUARD.
*OSTRACODES, par G. W. MÜLLER. . . . . Frs 2,50
*COPÉPODES, par W. GIESBRECHT . . . . . Frs 25,00
*CIRRIPÈDES, par P. P. C. HOEK. . . . . » 2,00
CRUSTACÉS ÉDRYOPHTHALMES, par CH. PÉREZ.
*SCHIZOPODES ET CUMACÉS, par H. J. HANSEN. Frs 7,00
CRUSTACÉS DÉCAPODES, par H. COUTIÈRE.
PYCNOGONIDES, par G. PFEFFER.
PÉDICULIDES, par V. WILLEM.

*ACARIENS LIBRES, par Dr TROUESSART, et A. D. MICHAEL . . . . . } Frs 7,50
*ACARIENS PARASITES, par G. NEUMANN . . }
*ARAIGNÉES ET FAUCHEURS, pr E. SIMON. }
*MYRIAPODES, par C. v. ATTEMS . . . . . } Frs 11,00
*COLLEMBOLES, par V. WILLEM . . . . . }
*ORTHOPTÈRES, par BRUNNER VON WATTENWYL. }
*HÉMIPTÈRES, par E. BERGROTH. . . . . }
*COLÉOPTÈRES, pr E. ROUSSEAU, A. GROUVELLE, H. SCHOUTEDEN, E. BRENSKE, BOILEAU, BOURGEOIS, E. OLIVIER, L. FAIRMAIRE, G. STIERLIN, A. BOVIE et A. LAMEERE . . . . . } Frs 19,50
*HYMÉNOPTÈRES, par C. EMERY, J. TOSQUINET, E. ANDRÉ et J. VACHAL . . . . . }
*DIPTÈRES, par J. C. JACOBS, TH. BECKER et E. H. RÜBSAAMEN . . . . . }
*SCAPHOPODEN, par L. PLATE. . . . . Fr. 1.00
*GASTROPODES ET LAMELLIBRANCHES, par P. PELSENEER . . . . . } Frs 25,00
*CÉPHALOPODES, par L. JOUBIN . . . . . }
TUNICIERS, par E. VAN BENEDEN.
*POISSONS, par L. DOLLO . . . . . Frs 48,00
BILE DES OISEAUX ANTARCTIQUES, par P. PORTIER.
OISEAUX (*Biologie*), par E. G. RACOVITZA.
OISEAUX (*Systématique*), par HOWARD SAUNDERS.
*CÉTACÉS, par E. G. RACOVITZA . . . . . Frs 24.00
EMBRYOGÉNIE DES PINNIPÈDES, par E. VAN BENEDEN.
*ORGANOGÉNIE DES PINNIPÈDES. I. Les extrémités, par H. LEBOUCQ. . . . . Frs 5.50
ORGANOGÉNIE DES PINNIPÈDES. II. par BRACHET.
ENCÉPHALE DES PINNIPÈDES, par BRACHET.
PINNIPÈDES (*Biologie*), par E. G. RACOVITZA.
*PINNIPÈDES (*Systématique*), par E. BARRETT-HAMILTON . . . . Frs 4,00
BACTÉRIES DE L'INTESTIN DES ANIMAUX ANTARCTIQUES, par J. CANTACUZÈNE.
LA BIOGÉOGRAPHIE DE L'ANTARCTIDE, par E. G. RACOVITZA.

VOLUME X.

ANTHROPOLOGIE.

MEDICAL REPORT, par F. A. COOK.
REPORT UPON THE ONAS, par F. A. COOK.
A YAHGAN GRAMMAR AND DICTIONARY, par F. A. COOK.

REMARQUES. — Il sera éventuellement mis en vente trente collections complètes des mémoires. Ceux-ci pourront être acquis, séparément, aux prix indiqués sur la présente couverture : à l'Office de publicité, **LEBEGUE & Cie**, 46, rue de la Madeleine, à **BRUXELLES.**

Ces prix seront réduits de 20 % pour les personnes qui souscriront à la série complète des mémoires à la librairie désignée ci-dessus. Toutefois, lorsque la publication sera terminée, les prix indiqués sur cette liste seront majorés de 40 %, pour les mémoires vendus séparément, et de 20 %, pour les mémoires vendus par série complète.