

CHANGEMENTS PLEISTOCENES DE L'EXTENSION DE L'INLANDIS EN ANTARCTIDE ORIENTALE D'APRES L'ETUDE DES ANCIENNES PLAGES ELEVEES DE L'OASIS BUNGER QUEEN'S MARY LAND

Sommaire

L'étude morphologique des plages aux environs de l'Oasis Bunger (66°S, 101°E) permet d'établir dans les fiords l'intervention d'une période chaude à vents nord-est prédominants; cette période correspond à l'optimum climatique du post-glaciaire suivi en Antarctide Orientale par une reprise considérable du froid qui récemment s'atténue de plus en plus.

Oasis Bunger a été recouverte de glacier au moins deux fois: pendant la glaciation „maximale” qui a atteint le bord de la plate-forme continentale (shelf) et pendant la glaciation „dernière” de la portée presque de 100 km moins étendue que la précédente. Les blocs énormes de la glace relique reposant sur des bancs du fond sous forme des îles sont considérés comme témoins de cette période. Une phase séparant les deux glaciations s'est manifestée par ce développement des terrasses d'abrasion recouvertes de moraine.

Le problème des oscillations de la calotte glaciaire en Antarctide Orientale et de l'évolution de cette région au Pléistocène pose toujours de nombreuses questions. Dans la littérature, on considère ce problème sur le fond des conceptions théoriques qui elles non plus ne sont pas faciles à résoudre, vu des difficultés d'interprétation de l'influence des changements climatiques provoquant l'aggradation ou la dégradation du glacier.

Proprement dit, outre une opinion en faveur de la prédominance du relief glaciaire dans toutes les régions connues du continent et du caractère glaciaire des dépôts du fond de la mer jusqu'à Davis Bank et Pennell Bank situées près de la limite de la plate-forme continentale (T. G. Taylor 1930; J. L. Hough 1950; R. W. Fairbridge 1952 et les autres), il manque d'autres observations de terrain.

Ce n'est que P. S. Voronov (1958, 1959) qui a récemment recueilli de nouveaux matériaux concernant ce problème. En se basant sur l'étude des systèmes de stries glaciaires sur les roches, il a noté la variabilité du sens du mouvement de la glace au passé, et il a reconnu quelques terrasses côtières sur les surfaces du continent délivrées du glacier et sur les îles de l'Antarctide Orientale entre 75° et 110° E. Ces terrasses atteignent une hauteur considérable (120 m environ) au-dessus du niveau de

la mer. Voronov a retrouvé les terrasses côtières dans l'Oasis de Gearson (110° E), dans l'Oasis Vestfold (78° E) et sur l'île Rauer ($77^{\circ} 20'$ E). En 1959, tous les deux nous avons observé les plates-formes d'abrasion sur les versants de l'île Haswell (93° E).

A une étude complète de ces terrasses dans toutes les régions accessibles aux observations il ne manquait que des matériaux de l'Oasis Bunger (101° E) où j'ai eu l'occasion de travailler au mois de janvier en 1959 afin de ramasser des faits complétant la lacune. La question semblait intéressante encore à un autre point de vue. On a espéré notamment que l'étude des terrasses, si elles y existent, peut contribuer à résoudre le problème de l'âge de la retraite du glacier dans la région de l'Oasis Bunger.

Le premier vol du hélicoptère le long des côtes des fiords aux environs de l'Oasis Bunger a permis de retrouver, sur beaucoup de sections, d'anciennes plages élevées et des entailles d'abrasion nettement conservées. Elles sont exceptionnellement bien développées dans les baies fermant le Fiord de la Queue du Poisson (f. Ribii Khvost) de même, bien que d'une manière moins classique, dans la Baie d'Ile (Ostrovnyaya Bukhta) et dans la Baie du Poignard (Zaliff Kindjal) plus à l'est de l'Oasis.

Les excursions faites à pied m'ont permis d'étudier les côtes de deux baies centrales de la partie sud du Fiord de la Queue du Poisson, situées de l'est et de l'ouest d'une presqu'île, terminée par le Cap de Phoques (Mys Tulenii). Les observations plus détaillées proviennent de la baie de l'ouest.

L'Oasis Bunger occupe la partie orientale de Queen's Mary Land avoisinant Wilkes' Land de $65^{\circ} 54'$ jusqu'à $66^{\circ} 24'$ S et de $100^{\circ} 24'$ jusqu'à $101^{\circ} 30'$ E (fig. 1). Parmi les territoires dépourvus de calotte glaciaire, elle constitue une des régions les plus étendues du continent de l'Antarctide Orientale, en atteignant la surface de 425 km^2 .

L'Oasis touche dans sa partie sud-est le front de l'inlandsis; du sud-ouest, elle est bornée par des glaciers énormes de Scott et le glacier Apfel et au nord, par Shelf Ice Shackleton qui la sépare du large (fig. 2). L'Oasis fut découverte en 1947 par le capitaine Bunger qui l'a reconnue de l'avion.

Avsyuk, Markov et Chumski (1956) ont élaboré la première description générale du point de vue géographique. Ravitsch et Voronov (1958) ont recueilli les premières informations géologiques, tandis que Markov (1958) et Glazovskaïa (1958) ont expliqué des processus d'altération chimique et des phénomènes périglaciaires qui s'y développent.

L'Oasis Bunger présente une surface ondulée en collines dont les points

culminants atteignent 165 m au-dessus du niveau de la mer. Cette surface, caractérisée par de nombreux bassins comblés de moraines et remplis de lacs, porte une forte empreinte du polissage glaciaire.

En descendant des régions morainiques plus élevées, on peut suivre la limite bien nette entre les dépôts glaciaires et ceux de la mer, accentués par les matériaux bien triés et par le développement du microrelief dû à l'action de la mer. Cette limite accompagne toute la côte en gardant l'altitude de 7 au 9 m au-dessus du niveau de la mer. Au point de vue morphologique, les dépôts marins de la côte forment quatre niveaux de plages séparées par des gradins fortement accentués, bien qu'ils ne soient pas très élevés. Dans la distribution des formes dues à la mer dans la baie, on retrouve une nette assymétrie. Ces formes sont parfaitement

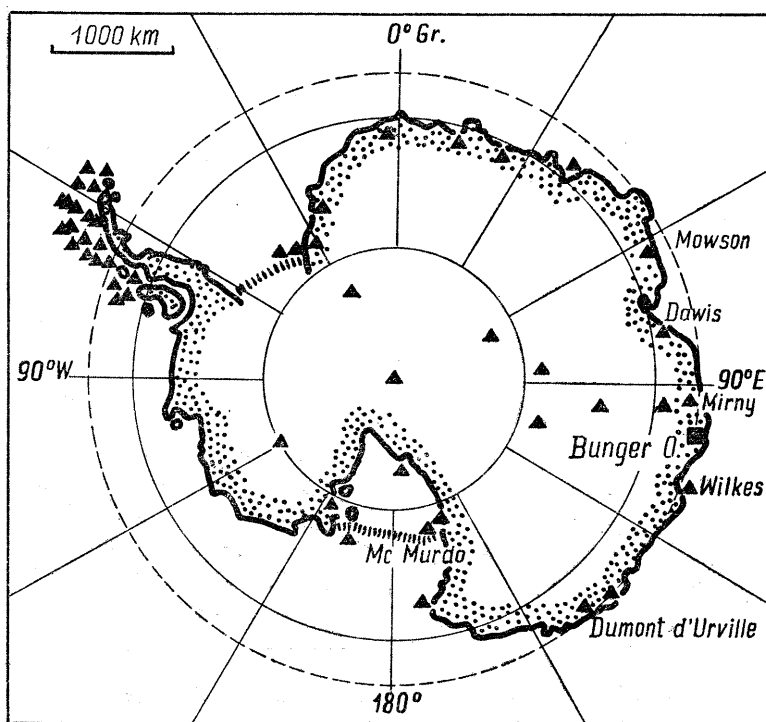


Fig. 1. Antarctide. Carte générale. Triangles indiquent les stations de l'AGI

développées sur les versants ouest de la baie, exposés face aux vents nord-est et nord. Tout au contraire, bien que sur les côtes est ces formes soient moins bien élaborées, on peut les discerner pourtant sans aucun doute.

Les surfaces des plages élevées sont toujours inclinées vers la mer

de cette façon que leur rebord inférieur est beaucoup plus bas que le niveau supérieur, témoignant de chaque relèvement du plan de la mer. La hauteur des rebords a un caractère tout à fait accidentel; elle dépend du point dans lequel l'abrasion a coupé la surface concave de la plage ainsi que du développement des processus postérieurs de destruction. En raison de ces observations, on a introduit dans cet ouvrage la nomenclature concernant des altitudes atteintes pendant les niveaux les plus hauts de la mer et non celles des rebords inférieurs des gradins.

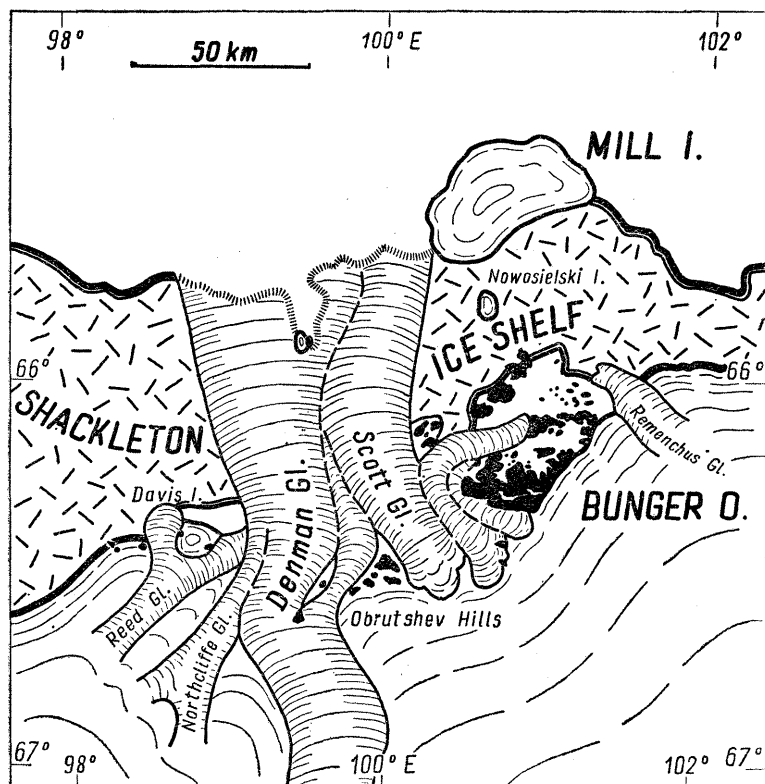


Fig. 2. Carte de la situation de l'Oasis Bunker

Au bord du Fiord de la Queue du Poisson, au-dessus de la plage actuelle, on a retrouvé des plages élevées, liées aux périodes successives de stabilisation du niveau de la mer. Elles atteignent les altitudes de 1,5, 4,5 et 7 mètres (fig. 3).

Outre les gradins mentionnés plus haut, à une altitude de 20—25 m au-dessus du niveau de la mer, on peut suivre dans bien des endroits des

traces d'une ancienne banquette d'abrasion. Cette banquette, après une période du développement, fut recouverte par la moraine due à une avancée plus récente de la calotte glaciaire.

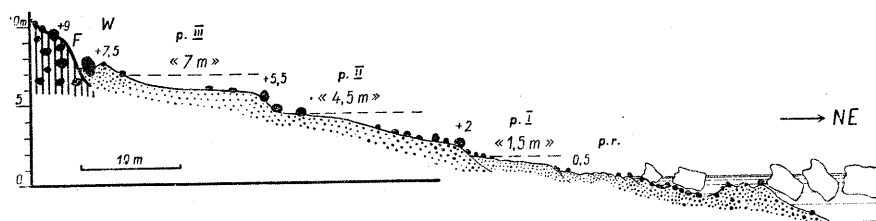


Fig. 3. Profil des plages élevées sur les côtes d'une des baies du Fiord de la Queue du Poisson Oasis Bunker

F — falaise entaillée dans les dépôts morainiques; W — cordon littoral; p. III — plage de 7m; p. II — plage de 4,5 m; p. I — plage de 1,5 m; p. a. — plage actuelle; altitudes en mètres au-dessus du niveau de la mer

PLAGE ACTUELLE

La plage actuelle des sections inférieures du Fiord de la Queue du Poisson présente un exemple classique d'une plage polaire formée à l'intervention des glaces flottantes poussées vers le rivage par la pression de la glace massive. Les mêmes processus ont été observés sur la côte de la Terre de Graham (J. R. Joyce 1950) et au Spitsbergen (S. Z. Różycki 1957).

On peut remarquer cependant une différence fondamentale entre ces deux types de plages polaires. Au Spitsbergen, les surfaces des plaques de glace glissant sur le rivage sont ensuite recouvertes de gravier déposé par les vagues qui remanient aussi les parties inférieures des plages. Dans l'Oasis, cette couverture graveleuse fait défaut et le rôle du remaniement par les vagues devient minime. Au contraire, la glace de mer frotte fortement le fond de la mer et la surface de la plage en arrachant des quantités de sables, de graviers et de blocs; par endroits, elle pousse aussi l'argile à blocaille qui forme par suite de cette action de nombreux bourrelets parallèles atteignant l'altitude de quelques décimètres jusqu'à 0,5 m photo 2.

Après la fonte de la glace, dans les deux cas mentionnés, on retrouve le type pareil de surface présentant de nombreux petits tertres qui dans le type du relief de Spitsbergen sont dispersés d'une manière chaotique et formés par le gravier un peu plus gros que les parties avoisinantes de la plage.

Dans le cas antarctique, ce relief présente des collines allongées, formées par des matériaux mal triés où on retrouve le gravier à côté de gros blocs et où, d'autre part, on rencontre de temps en temps les dépôts argileux. Les grands axes de ces collines sont parallèles au rivage. On y observe une toute répartition particulière des blocs. Fraîchement arrachés du fond côtier, ils sont déposés à la surface, souvent aux sommets des bourrelets formés par des matériaux plus fins (fig. 4 a)¹. Cependant

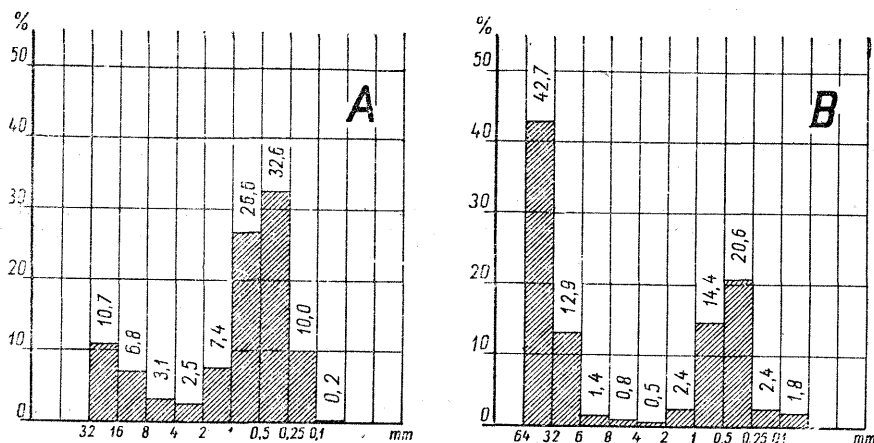


Fig. 4. Histogramme granulométrique du sable et du gravier provenant de la surface de la plage actuelle dans l'Oasis Bunker. Plage façonnée en principe à l'aide des glaçons poussés contre le rivage. Triage du à l'action de la mer — médiocre

A — partie inférieure de la plage on n'a pas pris en considération des cailloux du diamètre de 0,1—0,5 m
B — partie centrale de plage dépourvue des cailloux

les blocs antérieurement déposés sur la surface de la plage sont poussés par les rebords des morceaux de glace glissant sur le rivage et forment une ligne en zigzag; cette ligne délimite la portée maximum des glaces flottantes rejetées sur la plage.

La répartition des formes du microrelief sur la plage du Fiord de la Queue du Poisson présente une certaine zonalité. La première bande englobant le bord de la plage et une partie du fond côtier de la mer est couverte de petits bourrelets du type mentionné ci-dessus. Il arrive que ces formes s'avancent de quelques mètres vers la mer de cette façon que l'on n'observe que leurs sommets portant des cailloux et émergeant de l'eau.

La seconde zone se trouvant presque entièrement hors de la mer révèle des alignements des petites collines sableuses et graveleuses (fig. 4b)

¹ Les histogrammes ci-joints (fig. 4, 5 et 6) présentent les résultats des analyses effectuées par M. R. Więkowski à qui l'auteur veut exprimer ses remerciements.

de même genre mais déjà un peu aplaties et disséquées en sections. C'est une zone atteinte par des glaces flottantes de la même année mais, plus tôt, pendant la saison printanière, ces glaces ont déjà fondu. Les cailloux et le gravier plus grossier ont été complètement enlevés par les plaques de glace glissant à travers cette surface et repoussés vers la troisième zone jusqu'à la limite de la plage actuelle. Certains cailloux d'une taille plus grande, rejetés vers le rebord délimitant la plage actuelle de son côté supérieur (photo 1) se sont placés dans des positions singulières: ils sont fortement inclinés vers le sens d'où venait la pression de la glace et présentent des formes analogues à „shore wall” de la région des lacs de l'Amérique du Nord mentionné par Gilbert (1885).

La largeur totale de la plage en question dans ces parties le mieux développées atteint 10–12 m. La seconde zone en occupe plus qu'une moitié, la troisième — une cinquième, et la première — le reste.

L'amplitude de la hauteur entre le bord de la mer à son état calme et la limite supérieure de la plage actuellement active atteint 0,5 m.

PLAGE ELEVEE INFERIEURE — «1,5 m»

Le premier niveau émergé est séparé de la plage actuelle par un gradin de 0,5 m; bien qu'il ne soit pas très élevé, il présente quand même une zone bien accentuée par l'alignement des cailloux repoussés vers le rebord par les glaces pressées sur la plage actuellement active.

La zone de la plage avoisinant le rebord qui sépare le niveau en question du niveau précédent est recouverte de sable et de gravier (2–5 cm de diamètre) bien trié, constitue pour la plupart par les galets de 3–5 cm de diamètre (fig. 5). Ce ne sont pas encore de vrais dépôts de surface de la plage «1,5». Il s'agit ici de matériaux glissés de la surface des blocs de glace, poussés à bout de la plage actuelle.

La surface proprement dite de la plage «1,5», atteignant dans la section mentionnée 10 m de largeur, est couverte de sable à grain moyen mêlé

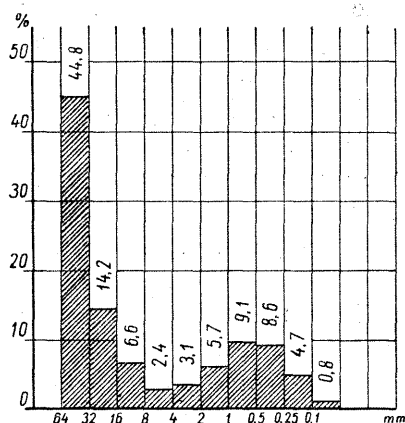


Fig. 5. Histogramme granulométrique du gravier de la plage de «1,5 m» dans l'Oasis Bunger. Triage du sable par les vagues — très faible

de gravier fin de 5—10 mm de diamètre. Cette surface n'est pas plane; elle est toute parsemée de petits monticules allongés dont l'altitude ne dépasse jamais 10 cm. Leur forme est ovale et les grands axes sont orientés parallèlement au rivage. Ces petites formes sont dues aux entassements de sable et de gravier, accumulés d'une façon irrégulière.

Dans ces microformes on retrouve aisément le relief caractéristique des plages polaires, où les plaques de glaces ont laissé leur empreinte. Dans notre cas, il s'agit d'une ancienne surface du même genre que celle de la plage actuelle. La seule différence entre ces deux niveaux consiste en ceci que le matériau de la plage plus élevée est plus fin, ainsi qu'on y observe un déblai plus minutieux des blocs qui deviennent nombreux vers la zone séparant la surface examinée de la plage plus haute.

Un fait mérite notre attention. Les blocs déposés sur le versant du rebord sont plus nombreux et plus grands que les blocs entassés en contrebas. Beaucoup de blocs présentent les diamètres entre 1 et 1,5 mètres; ils sont situés obliquement et inclinés vers la mer. Certains blocs plus gros sont soulevés encore plus haut et ils reposent sur le rebord du niveau suivant, qui atteint, dans cet endroit, 2—2,5 m au-dessus du niveau de la mer. Un examen plus détaillé de ce rebord permet de constater qu'il a dû être moins attaqué par les vagues; ce sont de nombreux morceaux de glace glissant sur la surface de la plage «1,5m» en suite d'une pression de la glace massive qui l'ont formé. La force de cette action était considérable et ce processus a provoqué non seulement des entassements de blocs en contrebas du rebord de la même façon que l'on a observé sur la plage actuelle, mais il les aussi repoussés vers le bord du niveau plus élevé. En appréciant la puissance de cette pression selon les empreintes morphologiques, on arrive à conclure que cette action a dû être plus violente sur le niveau de «1,5 m» que dans la zone délimitant le niveau en question de la plage actuelle.

Le rebord supérieur, bordant la plage de «1,5 m», porte l'empreinte de la plus grande pression des glaces sur le rivage et, d'autre part, on n'y observe presque jamais des traces d'une action plus intense des vagues. Elles n'ont même pas aplani des collines laissées par les glaces poussées sur le rivage. Ces observations permettent de conclure que la plage «1,5» s'est développée lors de la plus intense des glaciations du Fjord de la Queue du Poisson, donc pendant la période la plus froide de celles qui sont représentées par l'ensemble des plages élevées en question.

LA PLAGE MOYENNE DE «4,5 m»

En comparaison avec les deux plages inférieures ci-mentionnées, la plage de «4,5 m» présente un caractère tout à fait différent. Elle se rapproché plutôt de la plage plus élevée, celle de «7 m», bien qu'elle en dif-

fière sous quelques points; témoignant en faveur de ses rapports avec les phénomènes observés sur les niveaux plus élevés, elle devient cependant bien moins accentuée.

Le premier trait caractéristique de la plage de «4,5 m» c'est la dualité de ce niveau: il est divisé en deux zones bien nettes. La zone supérieure, élevée de 4—4,5 m est large de 10—12 m; sur la surface presque plate et plane, on voit des matériaux triés par l'action des vagues; c'est le gravier du diamètre des galets de 1—5 cm, présentant une prédominance bien accentuée des grains plus fins; des blocs parsemés sur la surface sont peu nombreux.

La zone inférieure de cette plage, un peu plus large que la précédente (jusqu'à 15 m), est plus inclinée et descend de 4 à 2 m au-dessus du niveau de la mer. Son profil transversal est nettement concave. La surface est ici recouverte de gravier ressemblant à celui de la zone précédente (2—5 cm de diamètre) mais présentant une prédominance des grains grossiers; on y observe de nombreux gros blocs qui parsèment la surface.

La zone supérieure de cette plage est sans aucun doute due aux vagues glissant sur le rivage. L'action des glaces y est bornée à des certaines saisons; elle a formé quelques ségrégations de blocs, plus haut, au pied de la plage de «7 m».

Cependant dans la zone inférieure, l'action des plaques de glace jetées sur la rive fut bien plus accentuée. Elles ont détruit une partie considérable de la plage qui formait la prolongation de la zone précédente, de même qu'elles y ont déposé de nombreux blocs.

En train d'un abaissement du niveau de la mer de 4 jusqu'à 2 ou 2,5 mètres, l'influence des blocs de glace exercée sur le rivage devenait de plus en plus intense, bien que l'action indépendante des vagues existait toujours.

Si l'on peut conclure d'après la répartition des blocs et d'après l'absence d'un rebord plus saillant, élaboré en suite de la pression des glaces, il ne s'agissait pas ici des entassements de glace du même genre qu'on peut observer sur les plages actuelles. C'étaient plutôt des blocs de glace isolés, relativement rares, ou de petites agglomérations de glaces. En tout cas, il n'y a aucun doute que l'influence des glaces marines sur la rive, même dans la zone inférieure du niveau de «4,5 m» a été bien moins intense que sur la plage «1,5 m». De plus, dans la zone supérieure du niveau de «4,5 m», le rôle prépondérant des vagues est tout à fait évident.

Lors de la période du développement de la plage élevée de «4,5 m», de même que pendant la phase d'abaissement du plan de la mer jusqu'à 2 m, le Fiord fut délivré d'une banquise continue; il est probable qu'il n'y ait eu alors que des glaces flottantes développées à un degré qui n'a

pas freiné l'action des vagues même plus intense. On peut donc considérer cette période, en la comparant à la précédente, comme relativement plus chaude.

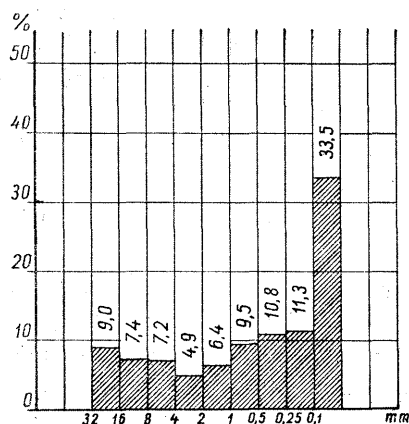
PLAGE SUPERIEURE ELEVEE DE «7 m»

La plage supérieure, portant des traces de l'action de la mer jusqu'à 7 m au-dessus de son niveau actuel, présente une forme différant un peu de celle des plages observées plus bas. Du côté supérieur, dans les endroits où le versant de la moraine s'est adouci, on aperçoit un cordon littoral bien développé (photo 3). Là où le versant est plus incliné, au lieu des cordons formés en voie d'accumulation, apparaissent des entailles d'abrasion bien accentuées; en contrebas, on trouve parfois une bande de matériaux entassés. Sur les sections rocheuses des rivages, sur les parties saillantes des presqu'îles et des caps, on aperçoit au niveau en question des entailles sous forme des gradins d'abrasion et même, par endroits, on y voit une falaise.

Le cordon littoral, présentant l'altitude d'un mètre, est formé par le sable assez bien trié, mêlé de gravier du diamètre des galets de 0,5—3 cm, sans blocs ou cailloux (fig. 6). Ces faits prouvent que le dépôt en ques-

tion a subi un triage dû aux vagues qui l'ont ensuite entassé sur le rivage; l'action des vagues s'est répétée pendant une certaine période. On peut donc en tirer une conclusion directe que, lors du développement du rivage de «7 m», le fiord a dû être délivré en été de la calotte glaciaire sur la surface plus grande qu'actuellement. L'existence de la couverture glaciaire aurait dû empêcher le développement de l'action des vagues qui a effectué le triage du sable et du gravier et qui a provoqué la formation du cordon littoral.

Fig. 6. Histogramme granulométrique du gravier mêlé de sable d'un cordon littoral dans l'Oasis Bunger. Triage très net des sables fins



aux formes du type, observées par l'auteur lui-même (S. Z. Różycki 1957) sur les crêtes littorales du printemps au bord de la Malbukta, au Spitsbergen, en 1934 et 1958. Ces formes témoignent que le cordon lit-

toral, comme dans le cas mentionné ci-dessus, a évolué en voie de l'accumulation des matériaux sur la surface des blocs de glace, antérieurement poussés sur le rivage par suite de la pression des glaces lors de la période de fonte. Du côté intérieur du cordon, se sont manifestées des déformations dues à la pression postérieure des plaques de glace.

Au fur et à mesure que l'on s'approche de ces parties du rivage ou il y a des traces du sapement dû à l'abrasion, les valeurs de l'altitude et de la largeur décroissent. Cependant même ici, par endroits, en contrebas de blocs dégagés des moraines constituant le versant, on retrouve de petites crêtes littorales, moins bien accentuées mais quand même faciles à discerner, dues à la régression de la mer.

La surface de la plage élevée, liée au niveau de «7 m», mais qui se trouve en dehors du cordon littoral, est recouverte de gravier englobant des galets de 2—3 cm de diamètre en moyenne. Ces matériaux présentant un triage relativement plus minutieux que celui des niveaux situés plus bas. Cette observation témoigne aussi en faveur d'une considérable participation des vagues à l'évolution de cette plage.

La surface, elle-même, de la plage de «7 m» est assez nivelée; elle descend vers la mer jusqu'à ca 5,5 m au-dessus de son plan par une douce courbure sans traces des déformations plus accentuées. A la hauteur mentionnée, cette surface se termine brusquement par un gradin d'un mètre qui la sépare de cette façon de la plage inférieure, c'est-à-dire de celle de «4,5 m» (photo 4).

L'existence du cordon littoral au-dessus de la ligne de «7 m» du rivage est un fait très intéressant, étant donné que les formes pareilles ne se développent actuellement jamais dans les mêmes conditions de configuration du rivage. On ne les trouve pas non plus sur les bordures des plages inférieures de «4,5 m» et de «1,5 m». Au contraire, des niveaux portent des empreintes d'une action plus intense de la glace attaquant le rivage.

Toutes les observations mentionnées plus haut prouvent un rôle considérable des vagues dans l'évolution de la plage de «7 m» et nous permettent d'en tirer une conclusion que ce niveau s'est formé dans les conditions climatiques plus favorables que celles, présentées par le milieu actuel de l'Oasis Bonger. La dissymétrie en répartition des entailles d'abrasion et des cordons littoraux, mieux développés sur les rivages sud et sud-ouest des baies que sur les rivages est, permet de conclure que pendant l'évolution de ces formes littorales a prédominé l'influence des vagues poussées du nord-est. Les vents de cette période ont eu sans doute la même direction.

CHANGEMENTS CLIMATIQUES HOLOCENES DANS L'OASIS BUNGER

La confrontation des résultats d'étude morphologique des plages élevées de l'Oasis Bunger (table I) prouve que, dans le passé tout à fait récent, il y avait d'importantes oscillations climatiques. Elles s'expriment dans les changements des vents prédominants en été et dans le degré du développement de l'action des vagues dans le Fiord de la Queue du Poisson, aussi bien que dans la pression des plaques de glace poussées sur le rivage par suite d'une impulsion de la banquise s'avancant vers la plage.

Table I

Succession des processus morphogénétiques façonnant le microrelief des plages élevées sur la côte du Fiord de la Queue du Poisson (Oasis Bunger)

Niveaux des plages	Façonnement de la plage		Aspect du fiord en été	Climat
	par la glace	par l'action des vagues		
Plage actuelle	Forte pression des glaces contre le rivage en été. Remparts de glaces entassées sur la plage	Peu important	Banquise continue ou glaçons très nombreux. Remparts de glaces entassées près du rivage	Faible réchauffement. Au début de l'été courte période à vents nord prédominants
Plage de «1,5 m»	Très forte pression des glaces sur le rivage pendant tout l'été. Enormes remparts de glaces	Pratiquement n'existe pas	Banquise continue pendant tout l'été. Forte pression des glaces contre le rivage	Phase froide. Vents est et sud-est dominant
Zone de transition de 4 vers 2 mètres	Pression croissante des glaces contre le rivage; conditions favorisant les entassements des glaçons	Borné	Glaçons pendant tout l'été, près du rivage — les remparts saisonniers de glaces	Refroidissement progressif
Plage de «4,5 m»	Pression des glaces contre le rivage au commencement de l'été	Plus faible que sur la plage de «7 m»; sans déposition des cordons littoraux	Glaçons persistent dans le fiord pendant tout l'été	Début d'un refroidissement
Plage de «7 m»	Au début de l'été les glaçons rejetés sur le rivage	Action des vagues très intense, provoquant la déposition des cordons littoraux	Fiord presque totalement délivré de glaces	Phase chaude; en été les vents nord et nord-est dominant

L'interprétation des changements climatiques nous amène à conclure que le climat de cette région a progressivement empiré. Ce changement du climat fortement accentué s'est manifesté à partir de la phase chaude représentée par la plage de «7 m» jusqu'à la phase froide, celle de la plage de «1,5 m». Dans la phase chaude, le fiord fut en été presque entièrement délivré de la glace, tandis que dans la phase froide, la couverture plus ou moins continue de glace s'est maintenue l'année tout entière. Dans la période chaude, les conditions favorables ont provoqué une action considérable des vagues; on suppose même qu'il y avait une communication directe entre le fiord et la pleine mer. Au niveau de «4,5 m» où l'action des vagues fut bien moins accentuée, il faut tout au contraire l'interpréter comme tout à fait locale.

Ce n'est que dans la dernière phase, en comparant la plage de «1,5 m» à la plage actuelle, que s'est manifestée une certaine amélioration du climat qui d'ailleurs n'a pas été très nette. Etant donné que l'auteur a eu l'occasion d'observer les phénomènes au cours d'un été exceptionnellement froid² pendant lequel une partie considérable du fiord fut recouverte d'une croûte continue de glace (photo 5), il faut admettre que cette différence peut être en réalité encore plus forte. On peut citer encore d'autres phénomènes témoignant en faveur de cette amélioration récente du climat. Par exemple, les moraines latérales du glacier Apfel dans la partie occidentale de l'Oasis Bunker s'élevant de quelques jusqu'à plusieurs mètres au-dessus du glacier, prouvent une augmentation de l'ablation qui a même dépassé l'alimentation de glace à l'intérieur du continent. De plus, dans la partie terminale du même glacier la distance entre le glacier et sa moraine a atteint quelques centaines de mètres.

Il faut de même se rendre compte des observations de Zakiyev et de Burlachenko (1959) qui ont comparé les levées aériennes de 1956 et de 1958. Cette comparaison concerne une section de la côte de la Mer de Davis, englobant 311 km du front de la calotte glaciaire, 50 km des langues glaciaires et 240 km des glaces de la plate-forme continentale. Les levées prouvent une dégradation de glace d'une surface de 273 km² et une augmentation de 2,7 km² à peine. Si on convertit ces données au volume de l'eau, la perte de glace correspond à 29 km³. Quant à la période actuelle, on a donc partout, sur tous les types du front des glaces, un bilan négatif.

Il est évident que tout l'ensemble des plages élevées de l'Oasis Bunker que l'on vient de présenter, correspond à la „postglaciaire” dans un

² D'après les données de Mirnyï les températures moyennes de trois mois d'été, (XII—II) ont atteint en 1955/56 $-1,7^{\circ}$ et en 1958/59 $-4,4^{\circ}\text{C}$.

sens local et appartient à l'Holocène. La phase mentionnée d'un réchauffement tombe alors à la période d'optimum climatique „postglaciaire” dont l'existence fut déjà prouvée par l'étude des dépôts de la Mer de Ross. On attribue l'âge de 6000 ans à la période finale de cette formation (J. L. Hough 1951). La phase froide succédant à cet optimum, s'exprimerait donc par un refroidissement analogue, signalé dans beaucoup d'endroits de l'hémisphère du nord.

PROBLEME DES TERRASSES PLUS ANCIENNES DANS L'OASIS BUNGER

Dans les chapitres précédents on a bien des fois attiré l'attention sur le fait qu'au-dessus d'une ligne atteignant l'altitude de 7 à 9 mètres, le terrain de l'Oasis Bunger présente une surface couverte de moraine ou de roches portant des traces d'un remaniement glaciaire. Cependant on peut reconnaître des aplanissements dus à l'abrasion, situés à une altitude de 20 à 25 mètres au-dessus du niveau de la mer, portant une moraine sur la surface; ces niveaux sont moins bien développés autour du fiord de la Queue du Poisson, mais on les discerne facilement sur les côtes de la Baie de l'Ile et celle du Poignard (photos 4 et 6).

En outre, au milieu de l'Oasis, non loin du poste géophysique, aux environs du Lac de Figure niveau de 11,6 m au-dessus de la mer, à la hauteur de 40 m au-dessus du plan de la mer, on a recueilli des fragments de coquille d'une moule (Voronov 1959). Dans l'ensemble de la faune continentale et celle d'eau douce de l'Antarctide, surtout dans l'Oasis Bunger connue comme un des plus pauvres coins du globe, on ne connaît jusqu'à présent aucune espèce de mollusques ni terrestres ni lacustres. Il n'y a donc alors aucun doute qu'il s'agit ici d'une moule de mer. L'hypothèse que la coquille soit apportée par les oiseaux est peu réelle, vu une distance considérable de la mer et surtout un nombre minime d'oiseaux dans cet endroit désertique. On doit admettre alors, comme la plus vraisemblable, l'idée correspondant à l'opinion de Voronov, que la coquille indique un niveau de terrasse. Cependant tout l'entourage de cette localité, d'ailleurs bien connu à l'auteur, est recouvert de moraines et on n'y reconnaît de terrasses nulle part à la hauteur mentionnée. Il est vrai qu'au bord du Lac de Figure à l'altitude de 12—15 m au-dessus de la mer on peut reconnaître des traces d'une surface fortement remaniée par suite d'une solifluxion des masses coulant du versant voisin; on pourrait considérer cette surface comme une terrasse, mais ce serait alors une terrasse lacustre antérieure par rapport au creusement d'un verrou par lequel déversent les eaux du lac à son coin ouvert.

Il paraît que l'hypothèse la plus réelle c'est celle qui attribue la coquille aux moraines³; de cette façon elle a pu être apportée de la partie sud-est de l'Oasis ou bien d'un autre endroit situé plus au sud se trouvant actuellement sous la couverture glaciaire. Elle peut donc appartenir aux formations antérieures par rapport à l'avancée du glacier.

L'étude morphologique de même que l'interprétation de la présence de mollusque dans l'Oasis Bunger permettent de conclure que dans la région de l'Oasis ont existé des terrasses liées à la période précédant la dernière grande transgression de la calotte glaciaire.

LA CHRONOLOGIE DU QUATERNAIRE ANTARCTIQUE ET LA COMPARAISON AVEC LES TERRAINS AVOISINANTS

L'ensemble d'observations des terrasses et des plages élevées dans l'Oasis de Bunger ainsi que les autres études du même terrain et les faits signalisés des autres régions de l'Antarctide Orientale entre 70 et 100° de longitude est, délivrées du glacier, permettent d'en déduire toute une suite de phases, se déroulant au Pléistocène récent.

L'étape qui nous rend impossible la reconstruction complète de l'histoire du Pléistocène antarctique, est la période de la plus grande extension du glacier en Antarctide Orientale. Il est probable que c'est une période correspondant à la glaciation avant-dernière de l'hémisphère du nord. Dans chaque tentative de comparaison des phénomènes glaciaires des deux hémisphères, on arrive à la même question à resoudre: s'agit-il du métachronisme ou de synchronisme des glaciations dans les deux régions polaires. Toutefois, les résultats des études, obtenus par les expéditions américaines dans la Mer Ross (J. L. Hough 1948, 1950) et dans la partie méridionale du Pacifique fournissent des arguments très importants à la théorie du synchronisme des phénomènes climatiques. L'existence dans les régions polaires du sud de l'optimum climatique postglaciaire simultané à une période analogue dans les régions arctiques, attestée sans aucun doute par les profils des dépôts marins, constitue un témoignage important en faveur de la théorie du synchronisme.

³ On pourrait admettre d'autre part que les moraines de l'Oasis Bunger ont été déposées dans la mer, mais il y a deux moments témoignant qu'il s'agit ici de moraines à blosse typiques pour le continent, et notamment: la granulométrie (les analyses effectuées par Mlle W. Laskowska) et l'absence complète de Diatomées ou de traces quelconques des organismes de mer (les analyses des microorganismes ont été faites par M. M. Niklewski et Stawin).

De même, une dépendance climatique ainsi qu'un échange de masses atmosphériques entre l'hémisphère du sud et celle du nord, constaté par les climatologues soviétiques (Wize 1935; Gusyev 1958; Girs 1958) comme existant actuellement, renforcent la théorie du synchronisme.

La question de l'influence des changements climatiques sur les glaciers et les calottes glaciaires de l'Arctique et de l'Antarctide présente des problèmes plus complexes. On peut constater sans aucun doute que ces conséquences n'ont jamais été identiques dans des phases respectives d'un ordre moins important; il y avait bien des différences tout à fait spécifiques dont on ne peut s'occuper dans cet article d'une manière détaillée. Cependant l'auteur partage l'avis de Flint (1947) concernant la Terre de Graham, que ce n'est pas le rôle de l'augmentation des précipitations qui a causé les oscillations des glaciers en Antarctide, mais, au contraire, il s'agit ici de l'accroissement de l'ablation qui a décidé définitivement de la dégradation du glacier. Selon l'auteur, cette opinion peut être valable pour toute la zone marginale de la calotte glaciaire antarctique. Il paraît bien probable que les grandes vagues synchronisées de froid ou de chaleur aient eu, sur les deux hémisphères, des effets semblables dans leurs traits généraux, mais pas pareils.

Lors des périodes glaciaires, la situation basse du niveau de l'Océan Universel, constatée au fur et à mesure des études, témoigne en faveur de cette opinion. S'il s'agissait d'un métachronisme des glaciations, on aurait dû le considérer comme une circonstance provoquant plutôt une régularisation du niveau de cet Océan. Or, le bilan des eaux de l'Océan prouve que ces différences sont trop grandes pour que l'on puisse les considérer comme dues à une retence glaciaire bornée à la zone polaire du nord. Au contraire, elles s'expliquent parfaitement si l'on prend en considération l'existence des phénomènes analogues et simultanés dans les régions polaires du sud.

Tous les explorateurs de l'Antarctide partagent la même opinion que les bancs littoraux de pierres, développés dans la zone de bordure de la plate-forme continentale, sont des remparts subaquatiques des moraines terminales déposées directement dans la mer. Les Bancs de Pennell et Iselin de la Mer Ross ou les Bancs de Mowson, Davis et bien d'autres, accompagnant les côtes de l'Antarctide Orientale en servent d'exemples (parmi les autres: J. L. Hough 1948, 1950; A. W. Jivago et A. P. Lisitsyn 1957); ils délimitent l'extension maximum de la calotte d'inlandsis.

Dans la région de l'Antarctide Orientale en question, cette extension est marquée par le Banc de Davis, situé de 70 jusqu'à ca 200 km ua

nord du rebord lui-même de l'inlandsis (sans prendre en considération des glaces de la plate-forme continentale et des langues émissaires du glaciaire). Dans le secteur englobé entre 93° et 103° de longitude est, c'est-à-dire dans le secteur de l'Oasis Bunger, on a l'occasion d'étudier un des endroits, qui ne sont pas d'ailleurs très nombreux où la limite des moraines sort au-delà de la latitude sud de 65° .

Lors de l'extension maximum de la glaciation pléistocène de l'Antarctide, le terrain de l'actuelle Oasis Bunger s'est trouvé plus de 100 km au sud du front du glacier, presque entièrement recouvert par l'inlandsis. La période d'une évolution très intense terminée, la calotte glaciaire commence à diminuer son volume. La zone où se déroulent les oscillations de l'extension du glacier, selon les observations d'Ushakov et de Lazarev (1959), occupe la bordure de l'Antarctide et notamment la plate-forme continentale. L'écorce terrestre y est bien moins épaisse 15—20 km qu'à l'intérieur du continent (à Mirnyi — 32 km; dans la distance de 400 km, sur l'inlandsis — 37 km; dans la distance de 870 km — 40 km). L'analyse du profil gravimétrique (S. A. Ushakov et G. E. Lazarev 1959 a) de la région entre Mirnyi et le poste de Komsomolsk (la distance de 870 km) révèle une compensation de la charge du continent par le glacier en voie d'une réaction isostatique. Au contraire, sur la plate-forme de la Mer de Davis, presque directement au contact avec le rebord du glacier, on observe de nombreuses anomalies manifestant des perturbations de l'équilibre qui se sont opérées tout récemment. Wolard (1958) a constaté des phénomènes semblables sur un profil gravimétrique concernant la région entre Little America et le poste Byrd situé sur l'inlandsis de l'Antarctide Occidentale.

Les résultats cités ci-dessus des travaux géophysiques prouvent qu'il s'agit ici d'une région où le retrait des glaciers a provoqué des perturbations de l'état d'équilibre dans l'écorce terrestre. Si l'on peut juger d'après la situation basse de la plate-forme continentale de l'Antarctide, la régularisation totale de ces phénomènes n'est pas encore accomplie. Et voilà la cause du fait qui a attiré l'attention d'Odell (1952): sur les rives de l'Antarctide, on constate l'absence des terrasses maritimes élevées à une altitude aussi considérable que l'on observe pourtant en Arctique. La surface délivrée de la calotte glaciaire ainsi que la zone avoisinante, où l'épaisseur du glacier fut réduite par suite d'une ablation très intense, révèlent une compensation isostatique tendant vers l'élévation. La mer qui transgresse après le recul du glacier, entaille, émergeant successivement, sur les côtes délivrées de la couverture glaciaire, des gradins des hautes terrasses (60, 90, 120 m).

Table II

Essai de chronologie, des phénomènes morphogénétiques dans l'Oasis Bunge

Période	Inlandsis et ses émissaires	Oasis Bunge	Synchronisation avec les terrains avoisinants
Actuelle	Bilan négatif des fronts glaciaires	Plage actuelle de «0 m»	
Holocène récent	Manifestations du recul des glaciers et de la barrière de Shackleton Shelf Ice	Moraines latérales abandonnées près du bord du glacier Apfel	Moraines récentes de l'Oasis Vestfold
	Faible déplacement du front de l'inlandsis vers l'Oasis Bunge	Mouvement isostatique positif?	
		Plage élevée de «1,5 m» présentant les traces d'une forte pression des glaces marines	Terrasse de «1,5 m» dans l'Oasis Grearson
		Plage élevée de «4,5 m» Mouvement isostatique positif	Remparts des moraines dans la partie est de l'Oasis Vestfold et devant le front de l'inlandsis dans l'Oasis Grearson
Optimum climatique („postglaciaire")	Front de l'inlandsis au sud de l'Oasis Bunge	Plage élevée de «7 m» avec cordon littoral Soulèvement eustatique du niveau de la mer?	Terrasse d'accumulation de «5m» de l'Oasis Vestfold contenant une faune abondante de mer Terrasses marines de «7 m» de l'Oasis Grearson et de l'île Rauer
Recul de l'inlandsis	Front de l'inlandsis aux périphéries nord de l'Oasis Bunge	Transgression de la mer dans les fiords L'Oasis émerge pour la seconde fois de la calotte glaciaire	Transgression de «15 m» de l'Oasis Vestfold due à l'abrasion et à l'accumulation, portant des traces de la faune de mer

Table (suite)

Période	Inlandsis et ses émissaires	Oasis Bunge	Synchronisation avec les terrains avoisinants
Glaciation de l'Oasis Bunge (Glaciation dernière)	Invasion des glaciers dans l'Oasis Bunge Le front de l'inlandsis n'atteint pas 65° S	Recouvrement des terrasses plus anciennes d'une moraine Mouvement isostatique négatifs? Avancée glaciaire dans l'Oasis Bunge	Avancée glaciaire sur les roches de Mirnyĭ
Intervalle chaud	Front de l'inlandsis au sud de l'Oasis Bunge (au sud de 66°30' S)	Terrasses plus anciennes d'abrasion (de «20—25 m») Mouvement isostatique positif Transgression de la mer dans les fiords de l'Oasis	Croûte calcaire sur les roches de Mirnyĭ avec stries glaciaires à la surface. Terrasses moyennes de l'Oasis Grearson, de l'île Rauer etc.
Recul de l'inlandsis { phases récentes phases anciennes	Déplacement successif du front de l'inlandsis vers le sud, probablement avec quelques arrêts	Première émergence de l'Oasis de la calotte glaciaire Mouvements isostatiques positifs à plusieurs reprises	Hautes terrasses de l'Oasis Grearson
Glaciation de Davis Bank (Glaciation maximum)	Grande transgression de l'inlandsis aboutissant à la zone des moraines subaquatiques de Davis Bank (jusqu'à 64°15' et 65° S)	Oasis Bunge entièrement recouverte de la calotte glaciaire	Moraines terminales subaquatiques, extérieures, de L'Antarctide (Pennell Bank, Mawson Bank etc) Stries glaciaires des roches de Mirnyĭ sous une croûte calcaire.

Comme on l'a déjà mentionné, le Banc de Davis s'avance le plus vers le nord entre 93° et 103° E, tandis qu'entre 97° et 99° E il atteint même la latitude sud de $64^\circ 15' - 64^\circ 30'$. Il laisse en arrière le Banc de Fram 67° S, $70 - 72^\circ$ E et de Four Ladies $67^\circ 15'$ S, 73° E situés plus à l'ouest ainsi que le Banc de Pedersen, situé à l'est $65^\circ 20'$ S, 110° E (fig. 7). C'est la zone manifestant actuellement une tendance vers la conservation du glacier; elle est occupée par Shackleton Shelf Ice et de nombreuses îles de glace (îles Drygalski, Masson et d'autres).

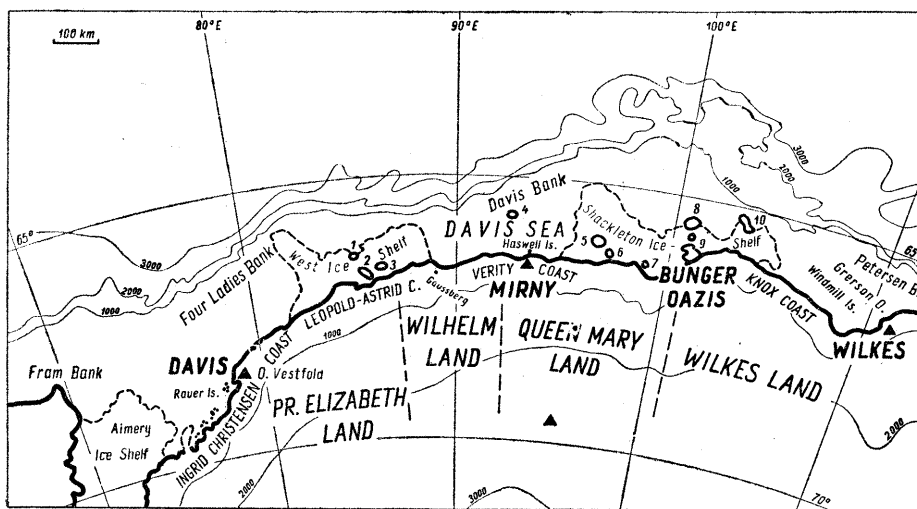


Fig. 7. Îles glaciaires sur la plate-forme continentale de l'Antarctide Orientale entre 85° et 105° E

1. Île Leskoff; 2. Île Mikhaïloff; 3. Île Zawadowski; 4. Île Drygalski; 5. Île Masson; 6. Île Henderson;
7. Île Davis; 8. Île Mill; 9. Île Novosilski; 10. Île Bowman

Le retrait de l'inlandsis de la ligne de son extension maximum sur le terrain étudié a manifesté, lui aussi, une certaine retardation. On en peut trouver une preuve dans le fait que dans l'Oasis Bunker entre $65^\circ 54'$ et $66^\circ 24'$ S on n'a observé nulle part des traces d'anciennes hautes terrasses d'abrasion. Cependant, à l'ouest de la zone occupée par Shackleton Shelf Ice, les hautes terrasses se sont développées sur la Côte d'Ingrid Christensen, sur les Îles Rauer 68° S, 78° E situées beaucoup plus au sud; l'existence de ces terrasses est prouvée par Voronov (1958, 1959).

Korotkyevitch (1959) a observé sur les versants du volcan Gauss-berg ($66^\circ 45'$ S, 89° E) à une altitude considérable au-dessus du niveau de la mer, des graviers présentant un haut degré d'émoussé du à l'eau.

A l'est de l'Oasis Bunger, non loin du poste australien Wilks⁴ (Oasis Grearson, 65°20' S, 110° E), Voronov (1959) pendant son séjour de 1956 a trouvé un bel ensemble de hautes terrasses.

Ce n'est que le second retrait du glacier, ainsi que le mouvement isostatique associé à ce phénomène, qui cause plus tard l'émergement graduel de l'Oasis Bunger d'en-dessous de la couverture glaciaire. Ce sont d'abord des nunataks saillants au-dessus de la surface considérable, délivrée de la calotte glaciaire, semblable à la surface actuelle. La mer, suivant le glacier qui s'est retiré vers le sud, submerge les fiords de la partie nord de l'Oasis en y entaillant des Gradins de Terrasses d'abrasion; ils se trouvent actuellement à des hauteurs de 20 à 25 m au-dessus du niveau de la mer. Après une pause assez longue, pendant laquelle les processus d'abrasion se sont développés assez largement, l'inlandis stationnant jusqu'à ce moment au sud de l'Oasis reprend sa marche en avant. L'Oasis Bunger tout entière et avec elle toutes les terrasses antérieurement formées disparaissent sous le glacier.

Il est très difficile de préciser la limite de l'extension maximum du glacier au nord. En tout cas, ce nouvel avancement de la calotte glaciaire n'a pas eu un caractère tellement général que celui qui l'a précédé; cette conclusion résulte du fait qu'en dehors de l'Oasis Bunger les hautes terrasses ne présentent pas partout de couverture morainique. C'est surtout la région entre 80° et 105° E qui a été recouverte de glace. Elle constitue actuellement la zone occupée par Shackleton Shelf Ice. Le glacier en question a laissé d'immenses lambeaux de glace aux „îles" Leskov, Michaylov, Zawadowski, Drygalski, Masson, Henderson, Mill, Novosilski et Bowman. Ces lambeaux ne présentent pas des glaciers indépendants, voûtés en dôme; ils ne sont que des blocs morts du glacier déposés sur le fond-bas de la mer. Leur forme de dômes plats est secondaire; ils l'ont acquise grâce à l'ablation de la glace, et l'accumulation de la neige sur la surface de ces blocs a augmenté les apparences de leur indépendance.

L'île Drygalski peut en servir d'exemple. C'est un immense bloc glaciaire d'une surface de ca 200 km² et de l'épaisseur de 400 m, au maximum, présentant un point culminant de 286 m au-dessus du niveau de la mer (A. P. Kapitsa 1958). Ce bloc d'un volume de 60 km³ repose sur le banc littoral à une profondeur de 100 m. Ce banc est déposé sur une couche épaisse de 200 m de moraine ou de glace comblée de moraine. La roche mère ne s'y trouve qu'à la profondeur de 300 m.

⁴ Selon les informations dont l'auteur dispose, les résultats des études des géologues américains et australiens concernant cette région n'ont pas été publiés jusqu'à présent. Voronov y a reconnu 7 terrasses: 1,5, 7, 15, 25—30, 40, 90 et 120 mètres.

L'accumulation actuelle est minime parce que la quantité totale de neige qui tombe en hiver — fond en été⁵.

Les îles Mill et Bowman ont une structure semblable. Au-dessous de l'île Masson, le soubassement s'élève et, dans son centre, il émerge même un peu au-dessus du niveau de la mer (Dolguchin et les autres, 1958: le chapitre de A. P. Kapitsa concernant l'épaisseur de la calotte glaciaire selon les sondages sismiques).

La répartition de tous les blocs de la glace morte provenant de la dernière phase plus intense de glaciation prouve que pendant cette période l'extension du glacier vers le nord était beaucoup plus marquée. Pourtant le glacier, selon toute la possibilité, n'a pas atteint le 65° de latitude sud.

A l'ouest, dans la Baie d'Olaf Prydz, la transgression de la glace a eu sans doute l'extension moins avancée parce qu'à l'ouest de 84° E, même au sud du parallèle de 67°30' S, on n'aperçoit plus d'îles glaciaires, bien qu'il y ait des bancs à une profondeur d'une soixantaine de mètres. Dans la Mer de Davis, des bancs du même ordre, délivrés de glace, n'apparaissent qu'en dehors de 66° S, donc 160 km plus au nord; ils sont tous situés au-delà de la ligne englobant la zone des îles glaciaires.

Les glaciers ont traversé le terrain de l'Oasis Bonger et l'ont dépassé de 70 à 90 km. Un immense bloc glaciaire de l'île Mill d'une surface de presque 1000 km² (selon une carte soviétique de 1958), situé au même méridien en face de l'Oasis, du côté de la mer, en peut servir de témoignage. La vague successive des changements climatiques et de la recession des glaciers trouve l'Oasis Bonger dans un état presque pareil à l'état actuel.

L'extension des baies, envahies par la mer après cette dernière invasion de l'inlandsis ne diffère que très peu de la ligne des côtes actuelles. Pourtant le niveau des eaux y fut au moins de 15 à 20 m plus bas en comparaison à l'intervalle⁶ précédent, séparant deux importantes reprises de l'avancée glaciaire.

La période d'optimum climatique postglaciaire correspond dans le Fiord de la Queue du Poisson à une transgression de la mer sur la côte, déjà existant (relèvement du niveau de la mer). Ce fiord est alors, au

⁵ D'après une information de H. J. Zakyev.

⁶ On emploie l'expression „intervalle” afin d'éviter le terme *interglaciaire*, inconvenable dans le cas en question. Ce terme appliqué aux latitudes moyennes de l'hémisphère du nord définit des conditions tout à fait différentes de celles de l'Antarctide lors des périodes séparant les reprises successives du froid. En Antarctide, il faut considérer ces périodes plutôt comme des périodes périglaciaires se caractérisant par des conditions pareilles à celles de la bordure de l'Arctique actuelle.

moins au cours de l'été, presque délivré des glaces. Sous l'influence des vents nord-est prédominants qui ont provoqué, de même qu'actuellement, un réchauffement⁷, une amélioration considérable du climat s'est produite. La dissymétrie observée dans la répartition des formes du relief littoral peut être considérée comme témoignage de l'existence de ces vents.

Sur la surface ouverte du fiord se développe une forte action des vagues; en conséquence de ces processus, les vagues déposent un cordon littoral contenant des graviers assez bien triés. Dans l'Oasis Bunger, ce cordon apparaît actuellement à la hauteur de 7—9 m au-dessus du niveau de la mer; il y constitue une bordure de la plage élevée, où la mer atteignait l'altitude de 7 m. Des cordons semblables sont mentionnés aussi par Voronov (1958) qui les a trouvés sur les terrasses de l'Oasis Grearson.

C'est à la même période d'optimum climatique que correspond probablement la terrasse de «5 m» de l'Oasis Westfold, mentionnée par Voronov. Il y a trouvé la flore arctique à Diatomées et une faune abondante comparant *Mollusques maritimes*, *Echinodermes*, *Ostracodes*, *Serpules*, *Foraminifères*. En outre, sur la surface de la terrasse en question ont été recueillis de nombreux ossements et des cadavres momifiés de phoques et de pingouins. Ainsi, comme l'indique la faune, durant la période de la formation de la terrasse de «5 m», au bord de la pleine mer, régnaient déjà les conditions climatiques au moins à peu près semblables à celles d'aujourd'hui, sinon même meilleurs.

La terrasse de «5 m» à faune abondante, dans l'Oasis Westfold sur Langneset, est surmontée encore d'une terrasse de «15 m» présentant, elle aussi, les traces faunistiques, mais bien plus pauvres. Cette dernière terrasse se rapporte aux phases précédant „l'optimum” et ne correspond pas aux terrasses de l'Oasis Bunger.

Sur les îles de Rauer et de Stornes, situées plus au sud de l'Oasis Westfold et au fond de la baie d'Olaf Prydz, Voronov a pu observer les terrasses de «7 m» et de «15 m» correspondant à deux terrasses mentionnées plus haut; celles-là cependant sont dépourvues de faune.

À l'est, dans la baie de Vincennes sur Wilkes' Land, dans l'Oasis Grearson et sur les îles de Windmill, on retrouve également la même distribution des entailles d'abrasion. Une autre observation de Voronov sem-

⁷ D'après les observations du poste de l'Oasis Bunger concernant la période de 1956 à 1958, les vents nord et nord-est sont à l'époque actuelle, relativement rares; ils n'ont un caractère plus constant qu'au mois de décembre. Pendant le reste de l'année, ce sont les vents est qui prédominent; parfois, se manifestent les vents sud-est. A Mirnyĭ, au contraire, au cours de toute l'année prédominent les vents du secteur sud-est; ils ont un caractère de vents de versants soufflant du côté de l'inlandsis (Nudelman, A. W. 1959).

ble bien caractéristique. Notamment dans cette région, aussi bien sur la terrasse de «15 m» que sur celles situées plus bas, la couverture végétale fait défaut. Elle apparaît cependant tout d'un coup et en abondance sur des niveaux situés plus haut («25—30 m», «40 m», etc.). Une limite tout à fait analogue se laisse observer dans l'Oasis Bonger, mais elle s'y

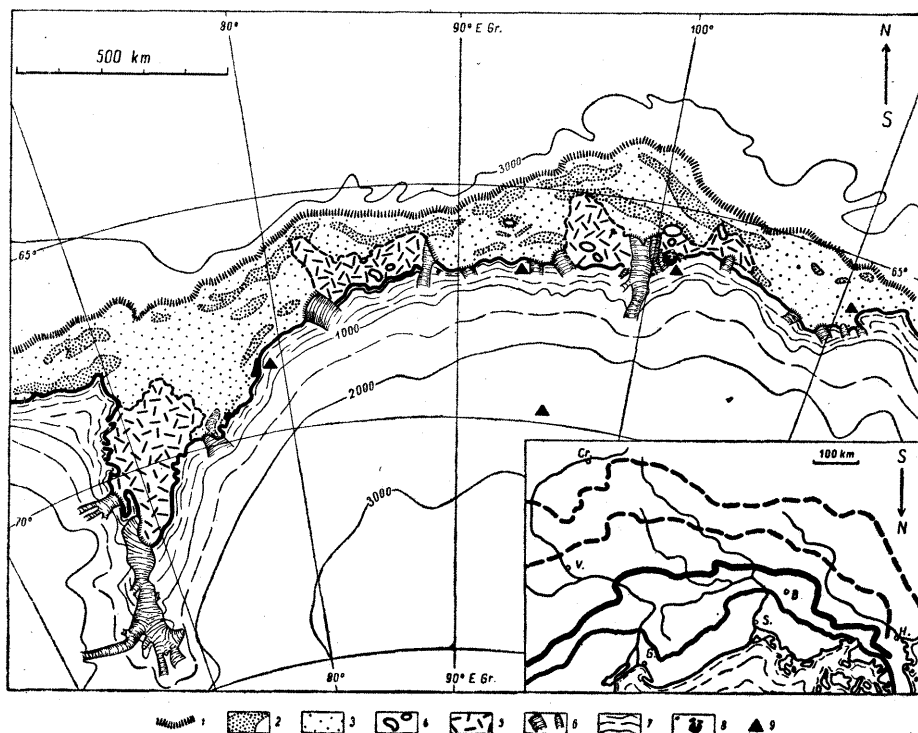


Fig. 8. Repartition des bancs de moraine sur la plate-forme continentale de l'Antarctide Orientale entre 65° et 115° E

1. rebord de la plate-forme continentale; 2. bancs (vallums morainiques submergés); 3. zone de la plate-forme continentale; 4. îles glaciaires; 5. glaces de la plate-forme; 6. glaciers; 7. inlandsis; 8. surfaces du continent sans glacier; 9. postes Afin de comparer les deux régions, on a mis au coin inférieur à droite une carte de l'Europe Centrale de la même échelle. On y a marqué les lignes principales des moraines de la dernière glaciation (ligne continue) et de la glaciation avant-dernière (ligne hachée) Les points cardinaux sont indiqués inversement afin de rendre la comparaison plus facile

trouve à 7—9 m d'altitude, et la flore des surfaces situées plus haut est assez pauvre. Bien que d'une façon indirecte, ce fait atteste, dans les deux cas, l'âge relativement jeune du groupe inférieur de terrasses et, par rapport aux terrasses situées plus haut, une différence bien nette en ce qui concerne le temps de leur formation.

Dans l'Oasis Bunger, à la même hauteur, on observe encore une considérable différence dans l'état d'altération des roches. Au-dessus du cordon littoral les surfaces des roches sont fortement détruites par la corasion et par d'autres processus d'altération tandis que cailloux déposés sur les plages élevées ont gardé leur aspect frais. De plus, les couleurs du paysage posent un accent sur ces différences: les plages présentant des teintes claires d'acier-grisâtre, et les niveaux plus élevés se distinguent par les couleurs grises, plus foncées aux teintes jaunâtres ou brunâtres.

Au total, en comparant les observations et les opinions citées ci-dessus, on arrive à la conclusion que sur la côte de l'Antarctide Orientale entre 75° et 110° E se manifestent deux périodes d'un développement important de la calotte glaciaire. Pendant la première de ces périodes, c'est-à-dire à l'époque du maximum de l'étendue du glacier son front atteint $64^{\circ}30'$ S dans le secteur de Shakteon Shelf Ice. Pendant la seconde, „dernière” glaciation, le glacier ne s'avance plus au delà 65° S. Ces transgressions de l'inlandsis sont séparées par un „intervalle” pendant lequel l'inlandsis dans la zone en question n'a pas atteint même le cercle polaire. La ligne marginale de la calotte glaciaire passait sans doute au sud de la limite actuelle du front des glaciers continentaux. Il faut apprécier la première oscillation négative comme au moins 150—200 km. L'oscillation positive qui l'a suivie a été de l'ordre de 100—120 km. Enfin, pendant le dernier retrait jusqu'à l'époque actuelle le front du glacier s'est reculé de 80—100 km.

D'après l'opinion de l'auteur, toutes les études, malgré des lacunes indéniables des preuves, permettent de conclure que pendant le Pleistocène, ou au moins pendant la majeure partie de cette époque, l'Antarctide Orientale fut recouverte d'une considérable calotte glaciaire. Suivant la succession des vagues des oscillations climatiques d'une importance mondiale, cette calotte a changé son extension. De cette façon la zone marginale du glacier s'est déplacée sur une distance de l'ordre des centaines de kilomètres. Dans les régions périglaciaires du continent de l'Antarctide, la plate-forme y-comprise, alternaient tantôt les phases de l'avancée de la couverture du glacier tantôt les autres, marquées par le recul du glacier laissant la surface dénudée. De cette façon dans la zone de bordure de l'Antarctide se sont succédés tour à tour des périodes présentant des traits glaciaires et des longs intervalles caractérisés par les conditions pour lesquelles la définition de *périglaciaires* paraît la plus juste. L'Antarctide Orientale n'a pas subi des périodes interglaciaires dans un sens que l'on attribue à cette notion dans les régions des moyennes latitudes de l'hémisphère nord.

Bibliographie

- Avsyuk, G. A., Markov, K. K., Chumski, P. A. 1956 — Kholodnaya pustynya v Antarktide (The cold desert in the Antarktis). *Izv. Akad. Nauk S. S. S. R., ser. geogr.*
- David, T. W. E., Priestley, R. E. 1914 — British Antarctic Expedition 1907—1909, vol. I, geology, glaciology. London.
- Dolgushin, L. D., Vtiurin, B. I., Model, Y. M., Kapitsa, A. P. 1958 — Predvaritelnye rezultaty glaciologicheskikh isledovaniy Pervoy Sovetskoy Kontynentalnoy Ekspeditsiy v Antarktide (Preliminary results of glaciological investigations of the Soviet Antarctic Expedition). *Izv. Vsesoyuznogo Geogr. Obchtchestva*, t. 90.
- Fairbridge, R. W. 1952 — Geology of Antarctic, in: Simpson F. A. „The Antarctic Today”. Wellington.
- Flint, R. F. 1947 — Glacial geology and the Pleistocene Epoch. New York.
- Glazovskaya, M. A. 1958 — Vyvetrivaniye i pervitchnoye potchvobrazovaniye v Antarktide (L'altération et processus pédologiques en Antarktide). *Nauchnye Doklady Vyschey Chkoly*, geol.-geogr. nauki, 1.
- Gilbert, C. K. 1985 — The topographic features of Lake shores. *U. S. Geol. Survey, 5th annual report 1883—4.*
- Girs, A. A. 1958 — O vzaimosvyazi mejdu cirkulyacey atmosfery v Arktike i Antarktike (On the relationship between the atmospheric circulation in the Arctic and Antarctic). *Infor. Biul. Sovetskoy Eksp.*, no 2.
- Gusev, A. M. 1958 — Teoreticheskaya schema cirkulyaci vozdukha nad Antarktikoj (Esquisse théorique de la circulation de l'air au-dessus de l'Antarktide). *Doklady Akad. S. S. S. R.*, t. 120, no 2.
- Hough, J. L. 1948 — Pleistocene deposits of the Ross Sea and southeastern Pacific Ocean. *Bull. Geol. Soc. America*, vol. 53.
- Hough, J. L. 1950 — Pleistocene lithology of Antarctic ocean-bottom sediments. *Jour. Geol.*, vol. 58.
- Joyce, J. R. F. 1950 — Notes on ice-foot development, Neny Fiord, Graham Land, Antarctica. *Jour. Geol.*, vol. 58.
- Kapitsa, A. P. 1958 — O zavisimosti form lednikovogo ku Vostotchnoy Antarktidy ot reliefa podlednogo loja i kharatera rastekanya lda (On the dependence of East Antarctic ice-cap form upon the under ice bottom topography and the character of ice spreading). *Infor. Biul. Sovet. Antarkt. Eksp.* no 1.
- Korotkevitch, E. S. 1959 — Obchtcheye fiziko-geograficheskoe opisaniye rayona rabot ekspeditsii (General phisico-geographical description on the area of expedition work). *A. A. n-i I., Sovets. Antarkt. Eksp. 1955—57*, Nauchn. Rezultaty.
- Markov, K. K. 1958 — Sovremennaya Antarktida — drevnelednikovaya oblast severnogo polucharya (Antarktide contemporaine — région glaciaire de l'hémisphère méridionale). *Nauchn. Doklady Vyschey Chkoly*, geol.-geogr. nauki, no 1.
- Nudelman, A. W. 1959 — Sovetskiye ekspeditsiyi v Antarktiku 1955—1959 gg (Soviet Antarctic Expeditions 1955—1959). *Mejd. Geogr. God.* Moskva.
- Odell, N. E. 1952 — Antarctic glaciers and glaciology, in: Simpson, F. A. „The Antarctic Today”. Wellington.
- Ravitch, M. G., Voronov, P. S. 1958 — Geologicheskoye stroyene poberejiya Vo-

- stotchnoy Antarktidy (meжду 55° i 110° vost. dolgosty (Structure géologique de la côte orientale de l'Antarctide, entre 55° et 110° E). *Sovetskaya Geologiya*, no 2.
- Różycki, S. Z. 1957 — Zone du modelé et phénomènes périglaciaires de la Terre de Torell (Spitsbergen). *Biuletyn Peryglacjalny*, nr 5.
- Taylor, T. G. 1930 — Antarctic Adventure and Research. New York.
- Uchakov, S. A., Lazarev, G. E. 1959 — Mochtchnost zemnoy kory po meridionalnomu profilu Morie Devisa — Stancya Pionerskaya (Earth-crust thickness along the meridional profile the Davis Sea — Pionerskaya Station). *Infor. Biul. Sovet. Antarkt. Eksp.*, no 10.
- Uchakov, S. A., Lazarev, G. E. 1959a — K voprosu ob izostaticheskom ravnovestii Antarktydy (On the problem of the Antarctic isostatic equation). *Infor. Biul. Sovet. Antarkt. Eksp.*, np 11.
- Vize, V. J. 1935 — Ldy v polarnykh moriakh kak indikator obshchego sostoyaniya gidrosfery i atmosfery (Glaces des mers polaires comme indicateurs de l'état général de l'hydrosphère et de l'atmosphère). *Trudy Pervogo vseros. gidrolog. syezda*.
- Wollard, P. S. 1958 — Preliminary report on the thickness of ice in Antarctica. *Bull. Intern. Geoph. Year*, nr 13, New York.
- Voronov, P. S. 1958 — Novye dannye po geomorfologii Vostotchnoy Antarktydy (New data on the geomorphology of the East Antarctic). *Nauchn. Doklady Vys. Chkoly*, geol.-geogr. nauki. nr 3,
- Voronov, P. S. 1958 a — K geomorfologii Vostotchnoy Antarktydy (On the geomorphology of the East Antarctic). *Infor. Biul. Sovet. Antarkt. Eksp.*, nr 1.
- Voronov, P. S. 1959 — Geologicheskiye stroyeniye rayona rabot ekspedicii (Geological structure of the area of the expedition work). *A. A. n-i I., Sovet. Antarkt. Eksp.* nr 2, Pervaya kontinentalnaya Eksp. 1955—1957 gg., Nauchnye Rezultaty.
- Zakayev, N. J., Burlakhenko, M. G. 1959 — O dinamike kraya materikovogo oledeneniya v Morie Devisa (On the dynamics of the margin of continental glaciation in the Davis Sea). *Infor. Biul. Sovet. Antarkt. Eksp.*, nr 5.



Photo 1. Plage actuelle avec entassements des gros cailloux poussés contre sa partie supérieure par les plaques de glace glissantes sur le rivage en suite d'une pression de la banquise du fiord

Antarctide. Queen's Mary Land. Oasis Bunger, $66^{\circ} 15' S$, $106^{\circ} 45' E$ Greenwich



Photo 2. Plage actuelle présentant microrelief du à l'action de labourage de la surface effectué par les plaques glissantes sur le rivage en suite d'une pression de la banquise du fiord

Antarctide. Oasis Bonger. Fiord de la Queue du Poisson



Photo 3. Cordon littoral supérieur, à une hauteur de 7,5—9 m au-dessus du niveau de la mer, déposé par les vagues sur la surface d'une moraine au premier plan

Antarctide. Oasis Bunge. Fiord de la Queue du Poisson



Photo 4. Vue de la surface des plages élevées de «4,5 m» et de «7 m» et du versant portant des traces de la terrasse d'abrasion à une altitude de 20—25 m, cette terrasse est recouverte de dépôts morainiques



Photo 5. Vue générale de la partie orientale du Fiord de la Queue du Poisson, recouvert d'une banquise continue dont la partie littorale est partiellement disloquée et poussée contre la plage. Sur les versants aux environs du cap, les banquettes des terrasses inférieures, d'âge récent se sont bien développées. Au fond, au-dessus des monticules se manifeste le front de l'inlandsis de l'Antarctide Orientale

Antarctide. Queen's Mary Land. Oasis Bunge



Photo 6. Vue générale de la partie occidentale du Fiord de la Queue du Poisson. Sur les versants on distingue des banquettes des terrasses d'abrasion, recouvertes de dépôts morainiques; plus bas — les plages récentes, élevées

Antarctide. Queen's Mary Land. Oasis Bunger