

K. K. Markov

Moscou

ZONALITE DES PHENOMENES PERIGLACIAIRES EN ANTARCTIDE

La surface dépourvue de calotte glaciaire en Antarctide est très peu étendue, elle ne dépasse pas 1% du continent, tandis qu'au Groenland cette surface atteint 18%. La région périphérique de l'Antarctide ne présente pas de zone continue de terre délivrée de calotte glaciaire. Les surfaces dénudées respectives constituent quand même un ensemble que l'on doit considérer, vu la ressemblance des traits de l'altération, comme une unité périglaciaire de l'Antarctide¹.

Le périglaciaire de l'Antarctide est caractérisé par l'existence de certains traits climatiques, définis par les masses atmosphériques continentales auxquelles correspond l'intensité du rayonnement solaire en été, la sécheresse de l'air et sa basse température.

Les explorateurs de l'Antarctide et, surtout D. Nordenskjeld (1911), E. Drygalski, R. E. Priestley et W. W. E. David (1909) et l'auteur ont observé les effets suivants de la désagrégation:

1. fissures dans les roches cristallines (photo 1),
2. fissures de gel (photo 2),
3. desquamation (photo 3, 4),
4. altération nivale, cirques y compris (photo 5),
5. tables de glaciers (sur les moraines),
6. pierres dressées verticalement,
7. polygones de pierres, grands et moyens (photo 6, 7),
8. sols striés (photo 8),
9. solifluxion peu accentuée (peu de matériaux fins et d'eau de fonte),
10. glaciers rocheux,
11. altération alvéolaire (photo 9),
12. déflation et accumulation de la poussière éolienne (photo 10).

Il faut souligner que les phénomènes mentionnés ont été observés par plusieurs explorateurs dans différents points de la zone côtière du conti-

¹ L'auteur emploie le terme Continent du Sud. La notion de l'Antarctide est beaucoup plus large: elle englobe toute la région polaire sud, continent et mer avoisinante.

nent: dans la Terre Victoria, sur l'île Snow Hill et sur la montagne de Gauss. L'auteur a suivi les processus à travers des milliers de kilomètres dans la partie orientale de l'Antarctide en partant de la Terre Enderby (photo 11) jusqu'à la Terre Victoria. En conséquence de cette étude il faut considérer cet ensemble de processus comme caractérisant le milieu périglaciaire de l'Antarctide.

Les manifestations de la désagrégation comme p. ex. les pierres verticalement dressées, les polygnes pierreux dans le stade initial de leur développement, la desquamation, l'altération alvéolaire méritent une attention particulière. L'auteur a observé ces phénomènes sur des nunataks à une altitude de 1500—2000 m au-dessus du niveau de la mer dans les montagnes Barr Smith (photo 12) et Öydeholmen.

Il en résulte que ces phénomènes se produisent aussi bien au-dessus de 1000 m, c'est-à-dire au-dessus de la limite de la fonte des neiges bien qu'ils soient provoqués par les cycles alternant du gel—dégel. C'est l'influence thermique des roches due à l'insolation qui détermine la parution de la désagrégation à une telle hauteur; ces processus ne se manifestent nulle part dans les régions dépourvues de nunataks.

Les phénomènes de l'altération chimique en Antarctide éveillent un intérêt beaucoup plus grand. On n'en possède que quelques rares renseignements concernant la Terre Victoria et l'oasis de Bunger.

A la surface des roches de l'Antarctide on observe une croûte d'altération parfaitement développée sur les roches archaïques, métamorphiques et magmatiques comme résultat des processus de l'altération chimique. Cette croûte contient un pourcentage considérable de composés de fer et de manganèse qui produisent à la surface une couche brune, épaisse de quelques cm, atteignant par endroits 10 cm. Parfois une concentration de composés de fer et de manganèse favorise la formation du vernis désertique ferro-manganique. La croûte d'altération couvrant les roches en Antarctide est aussi enrichie par des composés de calcium. Ceux-ci sont abondants au-dessous de la surface des roches; à la surface ce sont les composés de fer moins solubles qui prédominent.

Les observations présentées concernent des régions côtières: les roches de Mirnyï, l'oasis de Bunger, l'oasis occidentale, les îles de la baie d'Edouard VIII. A une certaine distance de la côte dans les montagnes Barr Smith et Öydeholmen les composés du calcium apparaissent déjà à la surface des roches (photo 13, 14, 15). La table (I) présente des résultats de l'analyse chimique, tandis que la carte donne l'idée de la situation des régions étudiées par l'auteur (fig. 1).

La succession des localités présentées dans la table dépend de la distance croissante entre la côte et le point du prélèvement des échantillons.

Les composés de calcium prédominent sur les surfaces des pellicules d'altération dans les localités situées à une certaine distance de la mer, dans un milieu climatique plus aride (table I: 5, 6). En avançant vers la côte on remarque que les composés de calcium sont emportés par l'eau s'infiltrant dans les fissures et déposés plus profondément (table I: 2).

Table I

	Point du prélèvement de l'échantillon et sa caractéristique	Résultats de l'analyse du contenu soluble dans HCl de 20%; en % du poids				
		CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Mn ₂ O ₃
1	Mirnyï; roche no 1, granite gneissique rouge-brunâtre; pellicule supérieure de la croûte d'altération	0,71	0,32	25,44	1,18	3,12
2	Mirnyï; roche no 1, granite gneissique, la partie inférieure des plaquettes de desquamation, jaune-verdâtre; la pellicule ne réagit pas avec HCl	16,70	1,40	5,12	12,18	0,13
3	Haswell; roches granitiques; vernis rouge-brunâtre à la surface	0,33	0,40	22,30	0,13	1,17
4	Oasis de Bunger; la pellicule violette-noirâtre à la surface des roches	0,10	0,03	13,14	1,58	6,43
	Oasis de Bunger; infiltrations dans les fissures des dolérites; pellicules jaunes réagissent avec HCl	20,58	2,17	3,10	0,22	0,23
6	La montagne Øydeholmen; granite gneissique; les pellicules blanches dans la partie supérieure réagissent avec HCl	20,10	1,12	1,10	0,13	0,12

Une pellicule d'altération sur les roches de l'Antarctide s'est développée et elle continue son évolution actuellement dans les conditions climatiques déterminées par l'existence des masses atmosphériques continentales dans ces régions. On attribue une importance particulière aux processus d'insolation estivale. La surface des roches en plein soleil atteint une température de +30° et plus, ce qui cause une migration des éléments dissous vers la surface de la roche; cette migration aboutit à leur déposition (photo 16, 17).

Bien des fois on rencontre sur la surface des roches un léger dépôt présentant la prédominance du chlore et du sodium (photo 18). Ce sont les dépôts de la mer, apportés par les vagues pendant les tempêtes. Ces dépôts chimiques ne correspondent plus aux masses continentales de l'at-

mosphère; c'est plutôt le témoignage d'une pénétration de l'influence de la mer antarctique.

Les données concernant l'altération chimique et physique en Antarctide prouvent que le froid et l'aridité constituent les facteurs principaux de ces processus. En considérant l'ensemble des phénomènes observés, il faut distinguer une zone périglaciaire propre à l'Antarctide comme on l'a fait pour l'hémisphère septentrionale dans des conditions analogues.

En réalité toutes les particularités décrites dépendent de la répartition des roches dénudées comme p. ex. des nunataks et d'autres surfaces rocheuses nues se trouvant aux périphéries du bouclier de la calotte glaciaire antarctique.

On observe en Antarctide une ressemblance indéniable avec les régions désertiques des hautes montagnes d'Asie, p. ex. dans le Pamir oriental et dans le Tyan-Chan central. C'est M. A. Glazovskaya qui a remarqué cette analogie; elle a étudié la pellicule d'altération dans le Tyan-Chan central et c'est elle qui a effectué les analyses des échantillons apportés par l'auteur de l'Antarctide². Selon M. A. Glazovskaya il n'y a qu'une seule différence entre ces deux régions, c'est que les dépôts des sels marins sur les roches de Tyan-Chan font défaut.

Cette comparaison nous autorise à compléter la caractéristique périglaciaire de l'Antarctide. Il faut définir ces régions périglaciaires comme le désert périglaciaire froid de l'Antarctide.

Il faut souligner qu'une zone géographique du type mentionné est connue uniquement sur le Continent du Sud, notamment dans ses régions périphériques. Dans l'hémisphère septentrionale, dans les régions périglaciaires au nord et à l'ouest du Groenland et de la Terre du Nord on ne connaît que des fragments de cette zone.

En 1906, Andersson, géologue de l'expédition polaire suédoise, a introduit dans la littérature la notion de la *solifluxion*. La solifluxion considérée comme coulée de blocaille dans un milieu climatique froid et humide, fut observée par Andersson dans les Iles de Falkland. Plus tard on a signalé le développement de ces processus aux Iles Kerguelen (Werth 1906) et à l'île Macquarie (Jennings 1956). Cependant Troll (1944) a démontré le développement des sols polygonaux dans les îles subantarctiques (observations de l'expédition de Drygalski), mais le caractère de ces sols dans les îles de l'Océan du Sud est tout à fait particulier. Ils sont ordinairement plus petits (micropolygones) et, bien que cela paraisse étrange, ils ressemblent aux polygones des régions tropicales montagneuses (Bolivie).

² Voir Table I.

Dans les deux cas les sols polygonaux se forment pendant toute l'année durant les brèves oscillations de température aux environs de 0° qui ont lieu au cours de la journée (Meinardus 1930). Les polygones de l'Antarctide et de l'Arctique présentent des dimensions plus grandes; ils se développent de même pendant les cycles du gel—dégel, mais cette évolution est saisonnière. Aucun des explorateurs des îles subantarctiques ne mentionne des pellicules d'altération contenant Fe, Mg ou Ca. Ils ne décrivent que les phénomènes qui appartiennent à la catégorie des processus périglaciaires mais sont déterminés par le climat froid et humide. B. W. Taylor (1955) a trouvé des composés de fer qui ont pénétré par voie de processus pédologiques dans un horizon illuvial des sols boueux de l'île de Macquarie. Dans la toundra d'Eurasie on connaît des sols présentant des horizons ferrugineux qui se développent dans un milieu froid et humide.

Les faits mentionnés prouvent qu'autour du bouclier glaciaire de l'Antarctide on peut distinguer deux zones, ou plutôt deux sous-zones périglaciaires:

1. zone périglaciaire intérieure du désert froid de l'Antarctide,
2. zone périglaciaire extérieure de la zone tempérée de l'hémisphère du sud³.

Il y a encore une régularité qui mérite d'être mentionnée. On a dit déjà qu'à l'altitude de 1500 à 2000 m au-dessus de la mer on rencontre les mêmes phénomènes de l'altération physique et chimique qui ont été observés dans les régions côtières de l'Antarctide. Il est probable que leur développement est plus faible, mais en principe on y observe le même type du désert périglaciaire froid. Pourtant on sait que le gradient thermique vertical en Antarctide est considérable. Il atteint 1° pour 100 m dans la région Mirnyï—Pionierskaya. Une zonalité verticale est nettement prononcée à la surface du bouclier glaciaire: à la hauteur dépassant 1000 m la fonte des neiges n'est plus observée.

Si on observe le profil vertical sur le continent en prenant en considération l'ensemble des nunataks et non la surface de la calotte glaciaire, on retrouve un autre type de zonalité verticale aux différences beaucoup moins accentuées.

En Europe les recherches périglaciaires éveillent un vif intérêt. Dans la littérature traitant ces problèmes en Allemagne, en France et en Pologne on parle des traces de l'altération périglaciaire, des fentes en coin, des cryoturbations etc, et on ne mentionne que rarement les phénomènes dus aux actions chimiques dans le milieu sec du climat froid. Selon certains

³ On considère parfois cette zone comme Subantarctique, ce qui n'est pas juste.

auteurs ces processus paraissent au front du glacier dans la zone de froides masses atmosphériques continentales et d'un système des vents d'est.

Ce point de vue trouve une confirmation dans le fait du développement d'un désert froid périglaciaire en Antarctide. On a le droit de supposer qu'une zone pareille entourait autrefois la calotte glaciaire de l'Europe et de l'Amérique du Nord. Les composés de fer, de manganèse et de calcium, caractéristiques pour les croûtes d'altération de cette zone ont été pourtant plus tard dissous et emportés dans un milieu humide du climat post-glaciaire.

Traduction de A. Dylikova

Bibliographie

- Aubert de la Rue, E. 1932 — Etude géologique et géomorphologique de l'Archipel de Kerguelen. *Rev. Géogr. Phys. Géol. Dyn.*, t. 5.
- Andersson, I. G. 1906 — Solifluction, a component of subaerial denudation. *Jour. Geol.*, vol. 14.
- Andersson, I. G. 1910 — Contribution of the geology of the Falkland Islands. *Wiss. Ergebn. Schwed. Südpolar Exped. 1901—1903*, Bd. 3.
- Glazovskaya, M. A. 1958 — Vyvetrivaniye i pervitchnoye potchvoobrazovaniye v Antarktide (L'altération et processus pédologiques en Antarctide). *Nauchn. Doklady Wyschey Chkoly*, geol.-geogr. nauki, 1.
- Jennings, J. N. 1956 — A note of the periglacial morphology in Australia. *Rapp. Comm. Morph. Périgl. UGI, Rio de Janeiro 1956*; *Biuletyn Peryglacjalny*, nr 4.
- Markov, K. K. 1958 — Sovremennaya Antarktida — drevnednikovaya oblast Yujnogo poluchariya (Antarctide contemporaine — région glaciaire de l'hémisphère méridionale). *Nauchn. Doklady Wyschey Chkoly*, geol.-geogr. nauki, 1.
- Meinardus, W. 1930 — Arktische Böden. *Handbuch d. Bodenlehre*, Bd. 3.
- Nordenskjöld, O. 1911 — Die schwedische Südpolar Expedition und ihre geographische Tätigkeit. *Wiss. Ergebn. Schwed. Südpolar Exped. 1901—1903*, Bd. 1, Teil 1.
- Philippi, E. 1912 — Geologische Beobachtungen auf Kerguelen. *Deutsche Südpolar Exped. 1901—1903*, Bd. 2.
- Priestley, R. E., David, T. W. E. 1914 — Geological notes of the British Antarctic Expedition 1907—1909.
- Taylor, B. W. 1955 — The flora, vegetation and soils of Macquarie Island. *Austral. Nat. Antarct. Research Exped.*, ser. B, vol. 2, Botany, Melbourne.
- Troll, C. 1944 — Strukturboden, Solifluktion und Frostklima der Erde. *Geol. Rundschau*, Bd. 34.
- Werth, E. 1906 — Aufbau und Gestaltung von Kerguelen. *Deutsche Südpolar Exped. 1901—1903*, Bd. 2.

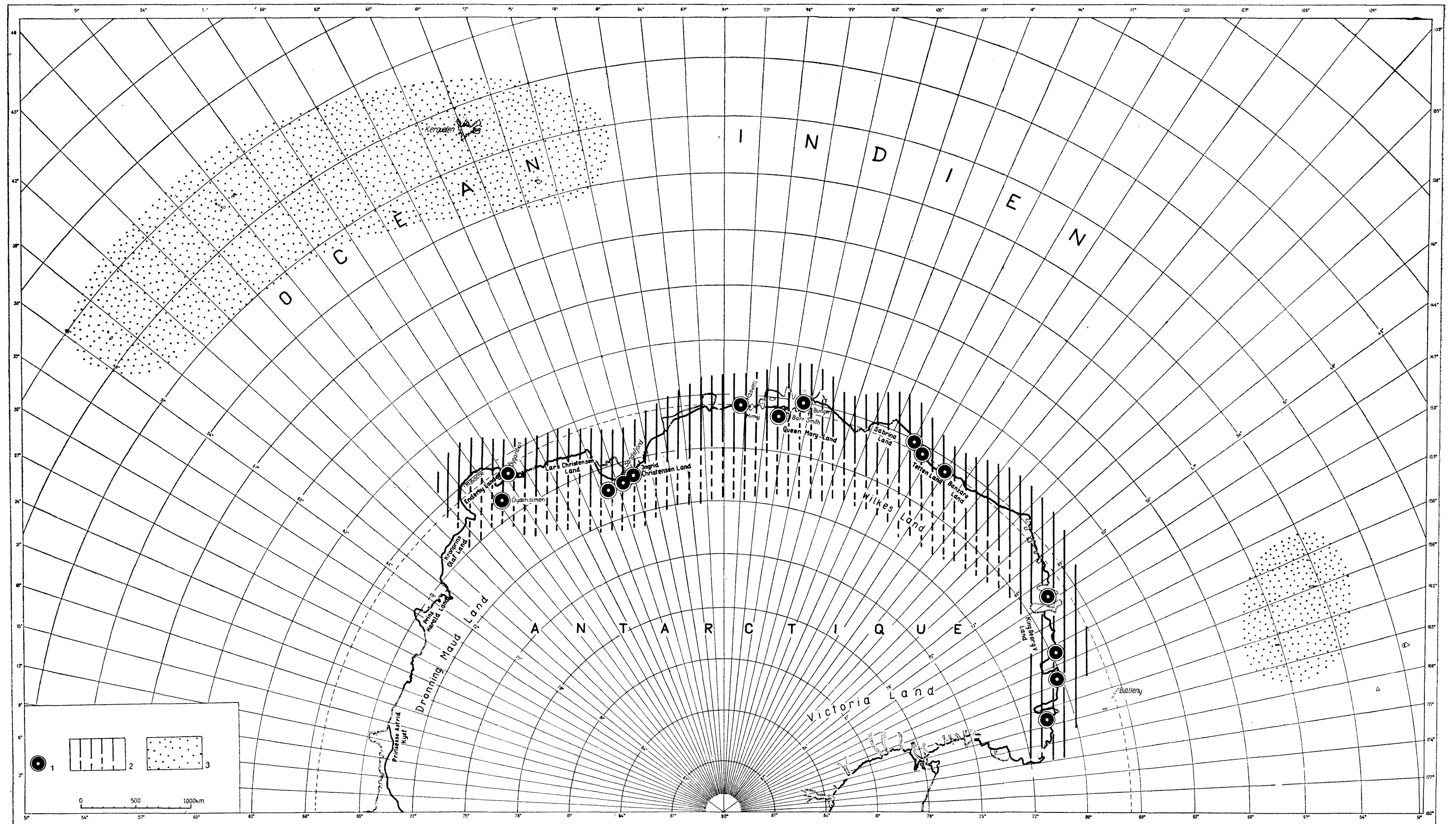


Fig. 1. Une partie de l'Antarctide

1. régions étudiées par l'auteur; 2. zone du désert froid périglaciaire; 3. zone périglaciaire froide et humide

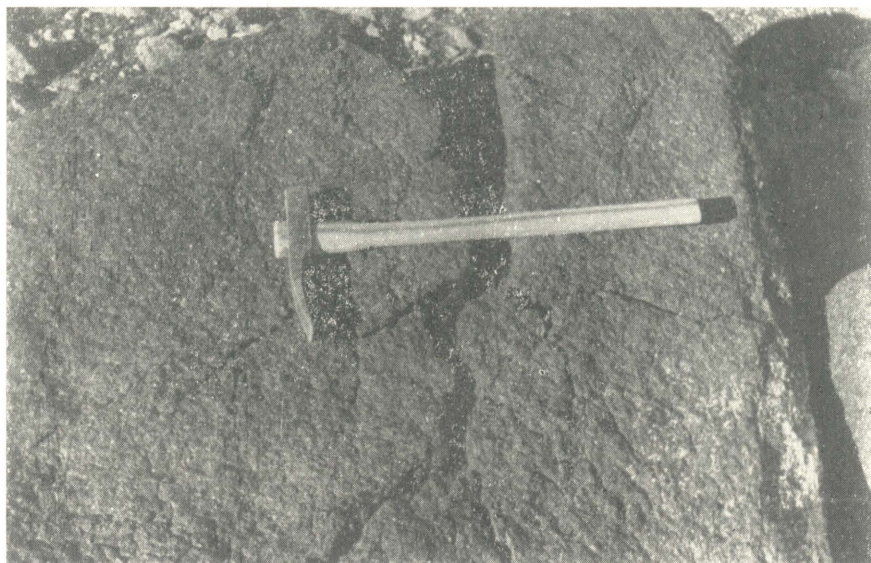


Photo de K. K. Markov

Photo 1. Oasis de Bungar. Fissure dans une roche cristalline



Photo de K. K. Markov

Photo 2. Oasis de Bungar. Fissure de gel

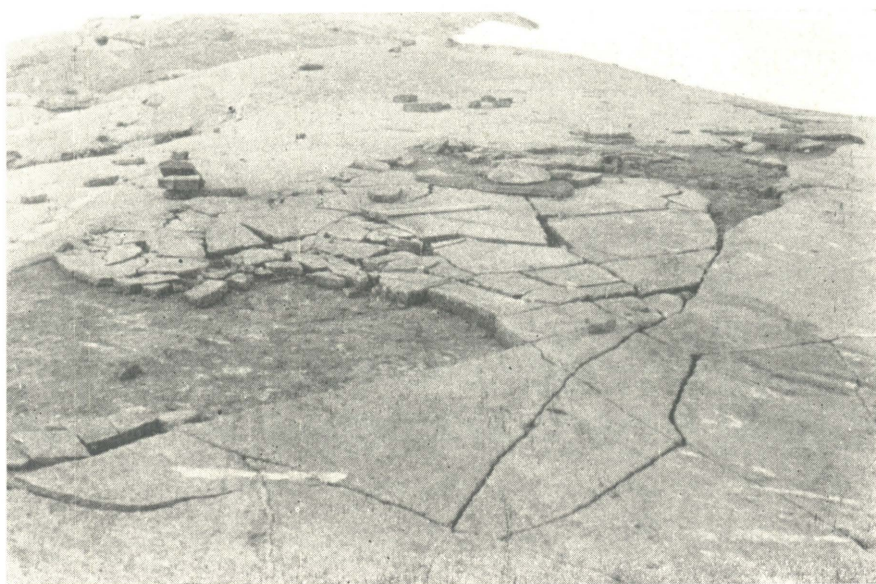


Photo de K. K. Markov

Photo 3. Grande roche de Mirnyï. Desquamation



Photo de K. K. Markov

Photo 4. Sabrina Land. Desquamation détruisant les polis glaciaires



Photo de K. K. Markov

Photo 5. Sandefjord Bukta. Nunatak, terrasse d'altiplanation



Photo de K. K. Markov

Photo 6. Oasis de Bunger. Polygones (en comparaison avec la taille humaine — x)



Photo de K. K. Markov

Photo 7. Oasis de Bunger. Polygone pierreux

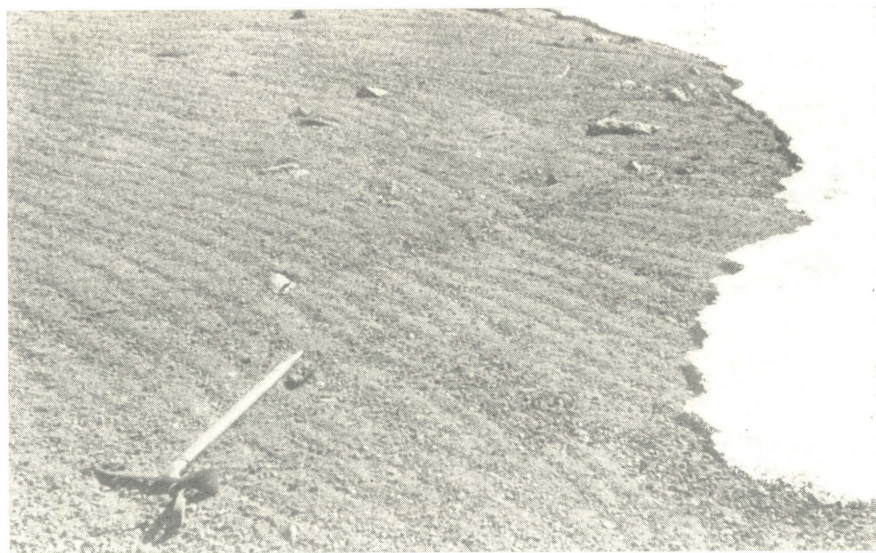


Photo de K. K. Markov

Photo 8. Sandefjord Bukta. Fragment de sols striés sur la surface plate d'un nunatak



Photo de K. K. Markov

Photo 9. Terre de Kemp. Iles Öygarden. Altération alvéolaire

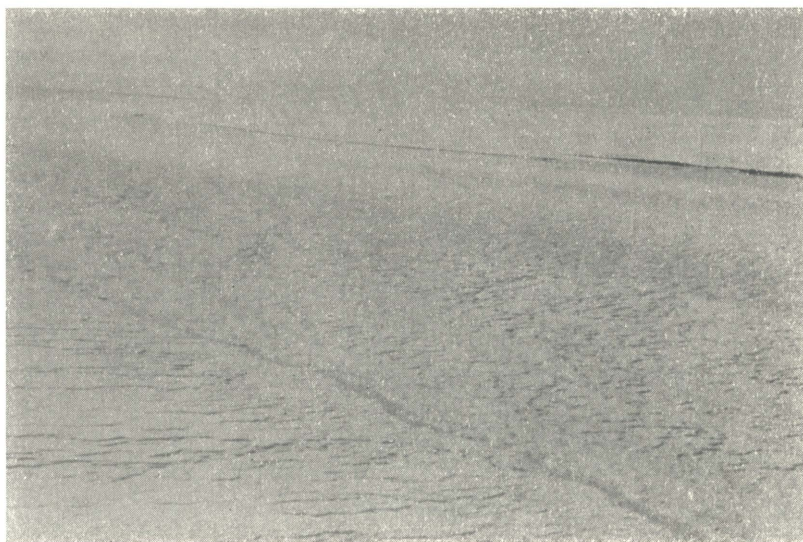


Photo de K. K. Markov

Photo 10. Glacier dans la partie ouest de l'Oasis de Bunger. Fonte intense produite par l'enlèvement de la poussière par le vent et l'affluence de l'air chaud venant de l'Oasis de Bunger. Vue aérienne



Photo de K. K. Markov

Photo 11. Terre d'Enderby. Montagne Biscoe. Vue aérienne

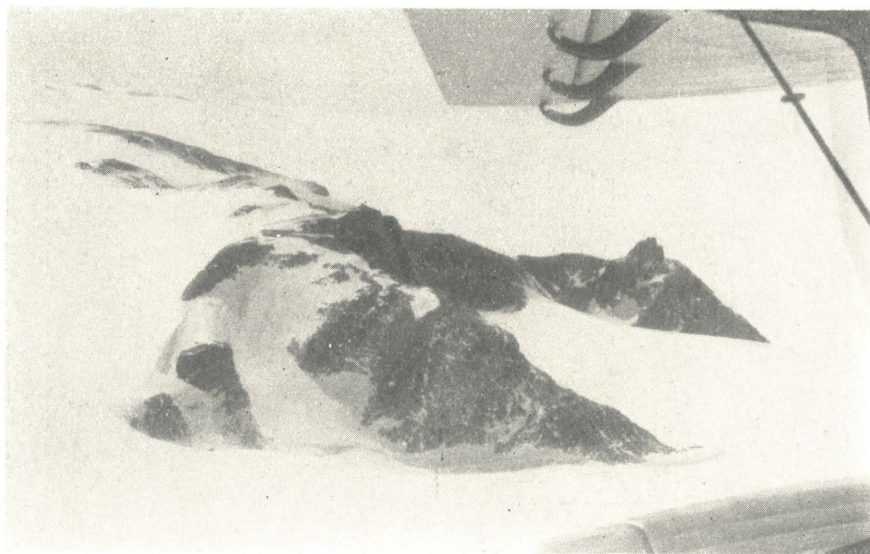


Photo de K. K. Markov

Photo 12. Un des sommets des montagnes Barr Smith au SE de Mirnyï. Vue aérienne



Photo de K. K. Markov

Photo 13. Terre de Kemp. L'île Öygarden. Pellicule brune d'altération avec des efflorescences de composés de cuivre



Photo de K. K. Markov

Photo 14. Montagne Barr Smith. Dépôts de calcium à la surface des roches



Photo de K. K. Markov

Photo 15. Oates-Land. Dépôts de calcium à la surface des roches



Photo de K. K. Markov

Photo 16. Oasis de Bunger. Vue aérienne



Photo de K. K. Markov

Photo 17. Oasis de Bunger. Premier campement de l'expédition en janvier 1956



Photo de K. K. Markov

Photo 18. Oasis de Bunger. Sel marin à la surface des roches

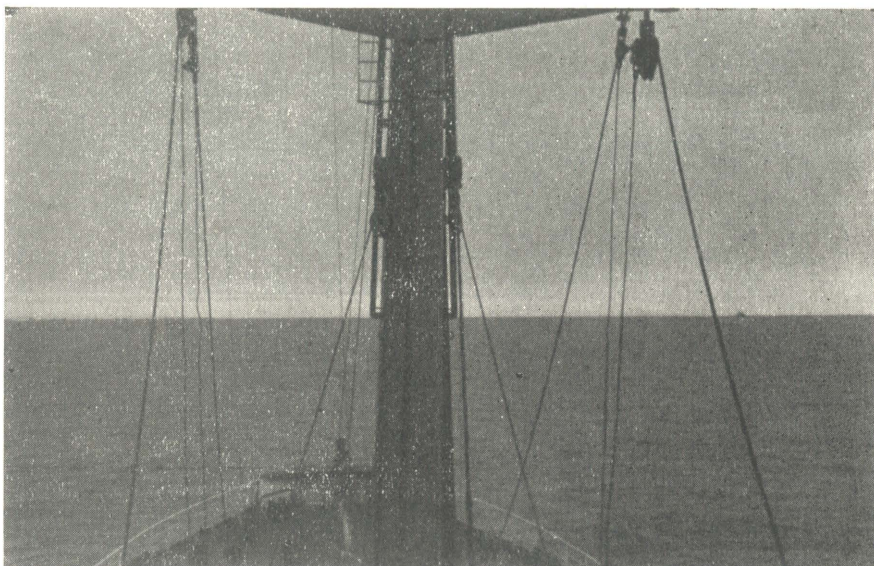


Photo de K. K. Markov

Photo 19. Limite de deux zones: Les masses antarctiques de l'air continental sec au-dessus de l'Antarctique donnent un temps clair (l'Antarctique à proprement parler). Vers le Nord au-dessus de l'Océan apparaissent des masses d'air marin humide causant la nébulosité (Subantarctique). A ces deux zones géographiques correspondent deux zones périglaciaires de l'Antarctique