

EXPÉDITION ANTARCTIQUE BELGE

MARINENS BIBLIOTEK
2den Afdeling

SØKORT-ARKIVET

Fag 18 Nr. 37 5 3

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

RELATIONS THERMIQUES

RAPPORT SUR LES OBSERVATIONS THERMOMÉTRIQUES FAITES
AUX STATIONS DE SONDAGES

PAR

HENRYK ARCTOWSKI

ET

HUGH ROBERT MILL

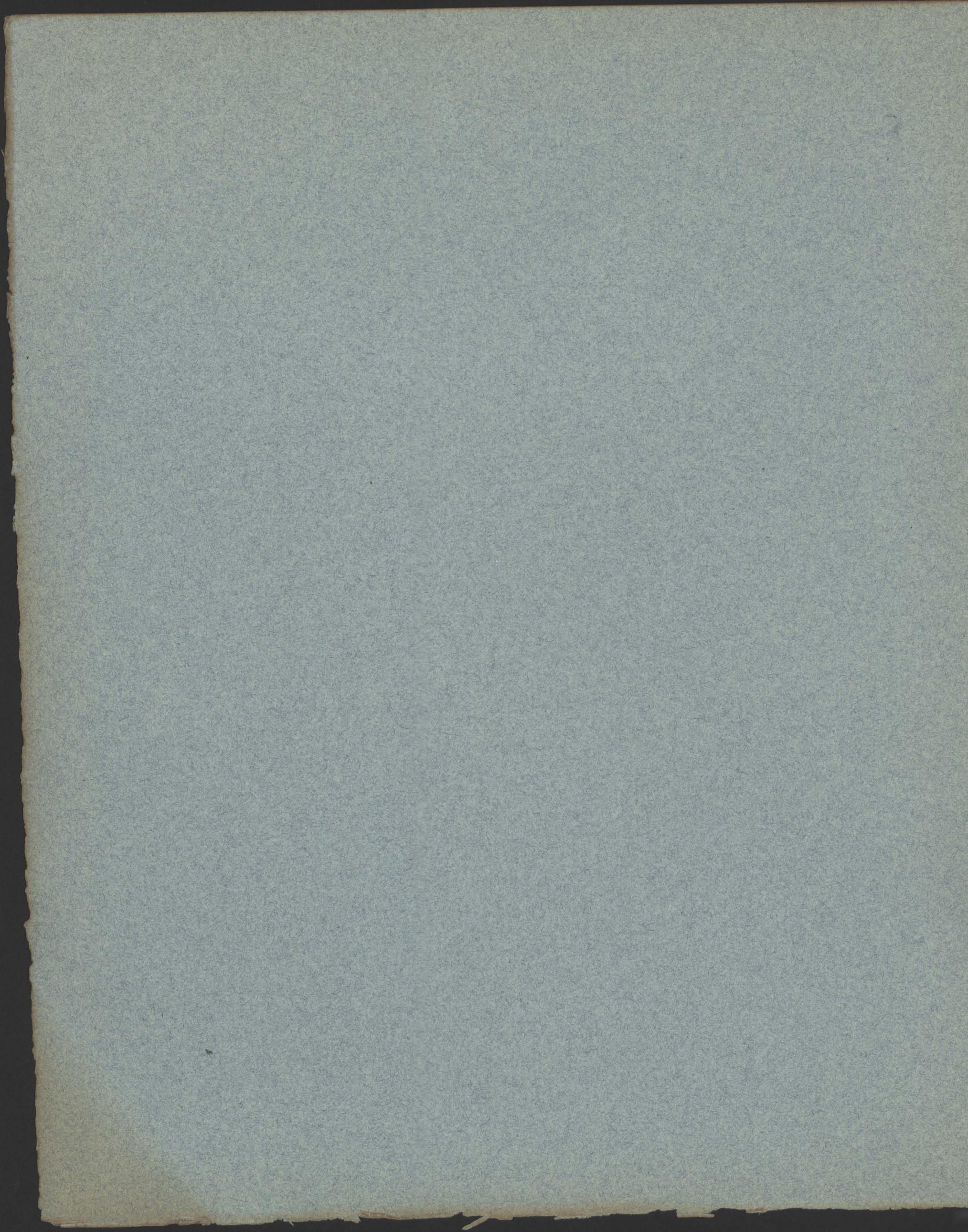
ANVERS

IMPRIMERIE J.-E. BUSCHMANN

REMPART DE LA PORTE DU RHIN

1908





RELATIONS THERMIQUES

RAPPORT SUR LES OBSERVATIONS THERMOMÉTRIQUES FAITES AUX
STATIONS DE SONDAGES

RELATIONS THERMIQUES

**RAPPORT SUR LES OBSERVATIONS THERMOMÉTRIQUES FAITES AUX
STATIONS DE SONDAGES**

PAR

HENRYK ARCTOWSKI

ET

HUGH ROBERT MILL

60007

Sorti des presses de J.-E. BUSCHMANN, Anvers
le 5 Mai 1908.

RELATIONS THERMIQUES

RAPPORT SUR LES OBSERVATIONS THERMOMÉTRIQUES FAITES AUX STATIONS DE SONDAGES

PAR

HENRYK ARCTOWSKI

ET

HUGH ROBERT MILL

En 1874, lorsque le CHALLENGER s'avança jusqu'au delà du cercle polaire, au S. de l'île Kerguelen, il n'existait pas encore, au sujet de la distribution de la température dans les eaux profondes, de travaux pouvant guider dans leurs recherches les savants attachés à cette mémorable expédition. Ross avait, il est vrai, fait de nombreuses expériences plus de trente ans auparavant, mais les résultats auxquels il avait abouti étaient fautifs, les thermomètres employés n'ayant pas été protégés contre la pression. Les thermomètres Miller-Casella employés à bord du CHALLENGER étaient, au contraire, parfaitement protégés contre la pression des eaux des grandes profondeurs ; mais étant à index, ces instruments donnaient seulement le maximum et le minimum de température des couches traversées : aussi ne fut-ce qu'après avoir, au préalable, refroidi les thermomètres à la température de la glace de mer fondante que Buchanan put utiliser les données et déceler, en dessous des eaux glacées de la surface, les températures plus élevées des eaux profondes. En 1892, lors du voyage dans la mer de Weddell du baleinier BALAENA, W. S. Bruce disposait de thermomètres à renversement de Negretti et Zambra, à l'aide desquels des indications exactes peuvent être obtenues à toutes les profondeurs. Malheureusement M. Bruce n'a eu que rarement l'occasion de procéder à des sondages thermométriques, et par deux fois seulement des températures ont été mesurées à des profondeurs dépassant 425 m. Ces sondages ont montré (1) que la température, qui était de 0°,7 à la surface, était de 0°,0 à la profondeur de 555 m. Il n'a d'ailleurs été relevé aucune indication de couches d'eau en profondeur ayant une température supérieure à 32°,1 F. = 0°,05 C.

La BELGICA a donc été le premier bateau à bord duquel des sondages thermométriques ont été effectués dans les régions antarctiques, à l'aide d'instruments modernes, et à des

(1) Geographical Journal, vol. VII (1896), p. 520.

profondeurs suffisamment grandes pour déterminer la position du maximum de température des couches profondes. Ces sondages présentent en outre le réel avantage de ne pas être trop espacés : bien loin d'être disséminés, au hasard, sur une grande surface du globe, ils sont au contraire groupés de telle sorte qu'ils permettent d'envisager d'une façon approfondie les portions de l'Océan explorées par l'Expédition, portions qui appartiennent d'ailleurs à deux régions océaniques différentes et parfaitement caractéristiques au point de vue des relations thermiques qu'elles présentent.

Le grand canal qui sépare la pointe méridionale de l'Amérique des terres antarctiques appartient à la région de transition dans laquelle s'observe la terminaison septentrionale des eaux glacées, et là où la BELGICA a dérivé dans les glaces, à la limite du plateau continental de l'Antarctide, nous nous trouvons dans le laboratoire même de la congélation des eaux de surface, du refroidissement progressif et lent des couches inférieures sous l'action du climat polaire, dans la région où les eaux sont en contact avec les barrières de glace et où les icebergs se détachant des glaciers séjournent en permanence.

Il était intéressant de connaître les relations thermiques de ces deux régions.

Sans doute, le travail accompli à bord de la BELGICA ne saurait être considéré que comme un premier essai. Si un personnel plus nombreux avait permis de mieux assurer la division du travail, il est probable que la quantité de données océanographiques recueillies eût été notablement plus grande. Telles qu'elles sont, ces données, dont il est rendu compte dans le présent Rapport, sont cependant très suffisantes pour nous permettre d'affirmer que la portion de la surface du globe où la BELGICA a hiverné peut dorénavant être rangée au nombre de celles dont les relations thermiques des eaux océaniques nous sont le mieux connues.

Il est évidemment nécessaire de réunir pour le pourtour entier de l'Antarctide des données semblables et, si possible, plus détaillées encore que celles rapportées par l'Expédition belge, et c'est pourquoi il convient de ne considérer les observations faites au cours du voyage et de la dérive de la BELGICA que comme un premier essai, une contribution préliminaire à la connaissance des relations thermiques des mers australes. Il est heureux, à ce point de vue, qu'en ces dernières années les résultats des travaux d'autres expéditions soient venus s'ajouter aux nôtres : ainsi les expéditions futures dans les eaux du Pôle Sud pourront s'orienter parfaitement dans l'étude des points qui restent à résoudre avant de pouvoir aborder, d'une façon vraiment positive, la discussion du problème de l'origine des eaux polaires au fond des océans, et des questions relatives à la circulation verticale qui s'y rattachent.

L'approximation des mesures

L'Expédition antarctique belge était fort bien outillée en vue des déterminations de la température des eaux profondes. Il y avait à bord de la *BELGICA* dix-neuf thermomètres à renversement de la maison Chabaud, de Paris, et cinq thermomètres de la maison Negretti et Zambra, de Londres, dont deux étaient du grand modèle. Les thermomètres Negretti-Zambra étaient munis de montures à hélice. Pour les thermomètres Chabaud, par contre, l'Expédition avait été fournie de montures plus légères, très simplement construites, et dans lesquelles le déclenchement était produit par la percussion de messagers de Rung. Ces instruments étant bien connus et leur description se trouvant dans les catalogues des maisons précitées ainsi que dans les manuels d'océanographie, il est inutile d'insister sur les particularités qu'ils présentent. Les thermomètres Negretti-Zambra avaient été vérifiés à l'Observatoire de Kew et les corrections instrumentales indiquées ont été appliquées aux lectures faites pendant les sondages. Les thermomètres Chabaud ont également été vérifiés, avant le départ de l'Expédition, par M. H. Walravens, de l'Observatoire royal de Belgique. Après le retour, il nous a paru utile de faire étudier au Bureau des poids et mesures le thermomètre Negretti-Zambra n° 87387, qui a principalement servi, et à titre de comparaison le thermomètre Chabaud n° 68679.

La longueur approximative du degré du premier de ces instruments est de $2^{\text{mm}},7$ et celle du second est de 2^{mm} à peu près. La graduation de ces thermomètres laisse à désirer sous le rapport du tracé, les traits étant trop larges et à bords mal définis. Ils ont été confiés au Bureau des étalons des poids et mesures en octobre 1901 et y sont restés jusqu'à la fin de l'année 1902. Durant cette période, M. S. De Lannoy a effectué les opérations de vérification demandées, et nous devons à son obligeance les notes ci-après, dont la publication in extenso est justifiée par l'intérêt qu'elles présentent.

Les opérations demandées comportaient la détermination de la position du point 0° et de la constance de cette position ; la vérification de la régularité de rupture de la colonne mercurielle ; la comparaison des thermomètres avec un étalon à diverses températures entre -2° et $+2^{\circ}$; la détermination de la correction à apporter à la lecture de la colonne mercurielle quand celle-ci se trouve à une température différente de celle à laquelle on a effectué le renversement du thermomètre. Enfin, on désirait connaître la constante de sensibilité de chaque instrument.

Position du point zéro. — La détermination de ce point a été effectuée avec les appareils et suivant la méthode classique du Bureau international des poids et mesures de Breteuil. Toutes les lectures ont été faites au moyen d'une lunette à micromètre donnant le $\frac{1}{300}$ de millimètre.

La précision des lectures s'est beaucoup ressentie de l'irrégularité des traits de division.

Le tableau ci-après indique les lectures brutes.

TEMPÉRATURE ANTÉRIEURE A L'OBSERVATION	DATES	N° 68679	N° 87387
11°	27 février 1902	— 0°041	+ 0°018
11	28 »	— 0 025	+ 0 018
11	1 ^{er} mars	— 0 034	+ 0 017
12	3 »	— 0 056	+ 0 010
12	4 »	— 0 043	+ 0 015
15	6 juin	— 0 033	0
14	7 »	— 0 028	0
14	25 » (matin)	— 0 030	+ 0 005
14	25 » (après-midi)	— 0 031	+ 0 019
17°7	4 juillet » »	— 0 034	+ 0 011
16°05	26 septembre	— 0 053	0
17°	15 octobre 1902	— 0 010	0
Position moyenne :		— 0°035	+ 0°009
Erreur moyenne d'une observation :		+ 0°012	± 0°008

Ces thermomètres étant contenus dans une enveloppe en verre très résistante, il n'y a pas lieu d'appliquer aux lectures de correction pour la pression extérieure. D'un autre côté, comme ils ne sont jamais employés qu'en position verticale et pour mesurer des températures très voisines de zéro degré, on peut négliger la correction due à la pression intérieure. Il ne reste donc à appliquer que la correction pour la dépression du point zéro, c'est-à-dire déterminer la position qu'occuperait ce point après une exposition prolongée à la température de la glace fondante. Pour appliquer cette correction, on a admis que ces thermomètres sont en verre dur ; la valeur de la correction a été déterminée d'après les tables de Guillaume (1).

Les positions corrigées du point zéro sont dès lors :

DATES	N° 68679	N° 87387
27 février 1902	— 0°031	+ 0°028
28 »	— 0 015	+ 0 028
1 ^{er} mars	— 0 023	+ 0 028
3 »	— 0 045	+ 0 021
4 »	— 0 032	+ 0 026
6 juin	— 0 020	+ 0 013
7 »	— 0 015	+ 0 013
25 » (matin)	— 0 017	+ 0 018
25 » (après-midi)	— 0 018	+ 0 032
4 juillet	— 0 018	+ 0 027
26 septembre	— 0 038	+ 0 015
15 octobre 1902	0	+ 0 011
Position moyenne	— 0°022	+ 0°022
Erreur moy. d'une observation	± 0°012	± 0°007

(1) Thermométrie de précision. Paris, Gauthier-Villars, 1889, p. 328.

Les différences entre les nombres contenus dans ce tableau et leur moyenne sont absolument irrégulières et paraissent dues simplement aux erreurs de lecture, qui sont assez considérables, comme nous l'avons déjà dit, par suite du manque de netteté des traits. Il faudrait que ces différences crûssent progressivement pour qu'on puisse conclure à une variation sensible en fonction du temps de la position du point zéro, variation appelée « déplacement séculaire ». Le relèvement du zéro paraît donc arrêté et sa position devenue sensiblement stable.

La position moyenne, calculée d'après les résultats obtenus pendant les neuf mois d'observation, peut donc être considérée comme la position vraie actuelle du point zéro.

Cette conclusion est justifiée par le résultat de l'essai suivant.

Dans les déterminations précédentes, on retourne le thermomètre avant d'effectuer la lecture. On pourrait supposer que de légères irrégularités dans la rupture de la colonne mercurielle au moment du renversement ont une part dans les variations de position du point zéro lues après le retournement, et prétendre que la variation séculaire du point zéro est masquée par cette cause d'erreur secondaire. Pour éliminer cette dernière, on a déterminé avant chaque retournement, et même dans quelques autres opérations, la position du zéro degré de la colonne mercurielle pour la position droite du thermomètre. L'erreur de lecture est la seule qui puisse se produire dans ce cas.

Voici les lectures faites (1) :

DATES	N° 68679	N° 87387
14 février 1902	31° 892	
15 »	31 907	
17 »	31 910	
18 »	31 880	
19 »	31 850	3° 246
20 »	31 876	3 258
21 »	31 857	3 243
22 »	31 905	3 241
25 »	31 859	3 247
26 »	31 857	3 243
27 »	31 870	3 238
28 »	31 852	3 241
1 ^{er} mars	31 853	3 260
3 »	31 863	3 259
4 »	31 881	3 238
6 juin	31 867	3 255
7 »	31 858	3 242
25 juin (matin)	31 892	3 234
25 » (après-midi)	31 836	3 242
4 juillet (matin)	31 842	3 242
4 » (après-midi)	31 874	3 235
26 septembre	31 853	3 244
15 octobre 1902	31 893	3 237
Position moyenne :	31° 871	3° 244
Erreur moy. d'une observation :	± 0° 021	± 0° 008

(1) Ces lectures étant faites sur une graduation renversée, la position du zéro est d'autant plus basse que la lecture est plus forte.

La variation de ces nombres ne présente pas l'allure systématique qui se manifesterait évidemment si le réservoir du thermomètre était encore soumis à l'influence des résidus de dilatation.

On peut donc conclure que dans les limites des erreurs d'observation (qui sont relativement considérables, comme nous l'avons fait remarquer déjà), la position du point zéro s'est maintenue constante pendant l'année 1903 et se trouve :

pour le thermomètre 68679 à $- 0^{\circ}02$
 » » 87387 à $+ 0^{\circ}02$

en tenant compte d'une correction de dépression appliquée dans l'hypothèse énoncée ci-dessus.

Régularité de la rupture de la colonne. — En comparant l'erreur moyenne d'une détermination du point zéro faite 1^o) en position droite, 2^o) en position retournée, on remarque que cette erreur est sensiblement la même dans les deux cas :

$\pm 0,008$ et $\pm 0,008$ pour le thermomètre 87387.
 $\pm 0,021$ et $\pm 0,012$ pour le thermomètre 68679.

Les lectures faites après le retournement du thermomètre sont donc aussi et même plus concordantes que les lectures effectuées avant ce renversement.

La conclusion qui en découle immédiatement, c'est que la rupture de la colonne mercurielle à l'endroit de l'étranglement du tube se produit (à la température de zéro degré tout au moins) avec une régularité parfaite.

Correction que doit subir la lecture du thermomètre quand celle-ci se fait à une température différente de celle à laquelle s'est produit le renversement. — Quand on renverse le thermomètre dans un milieu à température t , il se détache une colonne de mercure l dont la longueur indique cette température t . Cette indication ne sera toutefois exacte que si la colonne l est elle-même à la température t ; si elle se trouve à une température différente t' , il faudra lui faire subir une correction proportionnée à la différence de ces températures. Cette correction n'est nullement négligeable. Pour en tenir compte, il faut au préalable déterminer quel est pour une température donnée le nombre de degrés thermométriques auquel correspond la colonne mercurielle détachée; si N est ce nombre de degrés, t la lecture faite sur le thermomètre et t' la température à laquelle se trouve la colonne mercurielle, on aura très approximativement la température θ que marquait le thermomètre au moment de son renversement par la formule

$$\theta = t - 0,000156 N (t' - t),$$

en admettant 0,000156 comme valeur du coefficient de dilatation apparente du mercure dans le verre.

Il est préférable de déterminer la valeur de N qui correspond à la température de zéro degré. Cette détermination se fait très facilement en observant l'accroissement ΔN (exprimé en degrés de la tige) que subit la colonne mercurielle qui se rompt à zéro degré quand on la porte à une température t . On a, en effet :

$$N_0 = \frac{\Delta N}{0,000156 t}$$

Cette opération a été répétée sept fois pour chacun des thermomètres 68679 et 87387. Les résultats obtenus sont les suivants :

DATE		N° 68679	N° 87387
27 février 1902	Position de la colonne de 0 degré à 0°	- 0°041	+ 0°019
	» 15°7	+ 0 186	+ 0 139
28 »	» 0°	- 0 025	+ 0 018
	» 11°4	+ 0 142	+ 0 136
1 ^{er} mars	» 0°	- 0 034	+ 0 017
	» 9°	+ 0 109	+ 0 114
3 »	» 0°	- 0 056	+ 0 010
	» 18°	+ 0 234	+ 0 215
6 juin	» 0°	- 0 033	0 000
	» 18°	+ 0 192	+ 0 178
25 juin (matin)	» 0°	- 0 030	+ 0 005
	» 15°2	+ 0 156	+ 0 153
25 juin (ap.-midi)	» 0°	- 0 031	+ 0 019
	» 20°7	+ 0 267	+ 0 250

On tire de là :

$$N_0 = 91,7 \text{ degrés pour le thermomètre } 68679$$

$$N_0 = 65,5 \text{ » » » } 87387$$

Si donc on fait avec le thermomètre renversé une lecture t à une température t' , la vraie valeur θ que marquait le thermomètre au moment de son renversement sera très sensiblement (θ étant peu différent de t) :

$$\theta = t - (N_0 \pm t) [0,000156 (t' - t)].$$

Comparaison à diverses températures de ces thermomètres avec un thermomètre étalon.

— Les comparaisons ont été faites par rapport à l'étalon en verre au borosilicate n° 10201 du Bureau.

DATES	TEMPÉRATURE DANS L'ÉCHELLE NORMALE	N° 68679	N° 87387
6 décembre 1901	+ 2° 10	+ 2° 09	?
7 »	+ 5 34	+ 5 42	+ 5° 37
4 février 1902	+ 1 24	+ 1 29	+ 1 22
5 »	+ 1 24	+ 1 21	+ 1 23
6 »	+ 1 19	+ 1 21	+ 1 20
8 »	+ 1 76	+ 1 72	+ 1 76
12 »	+ 0 35	+ 0 33	+ 0 37
13 »	- 0 62	- 0 66	?
14 »	- 0 62	- 0 68	?

Dans les limites des erreurs de lecture, les deux thermomètres semblent marcher sensiblement d'accord et exactement.

Constante de sensibilité. — M. Arctowski avait demandé que celle-ci fût déterminée pour chaque thermomètre, afin de pouvoir calculer approximativement la température d'un milieu dans lequel le thermomètre aurait été plongé pendant un temps donné, insuffisant toutefois pour que l'instrument ait pu atteindre sa position d'équilibre.

Ce genre de détermination est fort délicat, et à l'époque où cette vérification a pu être effectuée, les travaux de transformation qui se poursuivaient au Bureau des étalons ne permettaient pas un emploi satisfaisant des appareils nécessaires.

On s'est borné à évaluer combien de temps exigeait le thermomètre pour passer d'une température t à la température de 0° . Pour cela, le thermomètre marquant une température t était introduit rapidement dans l'appareil pour la détermination du point 0° et on notait de minute en minute la température marquée par l'instrument jusqu'à ce que le mercure eût atteint sa position la plus basse. Ce procédé présente des causes d'erreur très sensibles et ne peut donner que des indications approchées sur la vitesse de refroidissement du thermomètre.

Dans chaque observation, les premières lectures sont faites à l'œil nu ; pendant la durée de celles-ci, un aide installe et met au point une lunette à micromètre à fil mobile ; les abaissements de la colonne mercurielle sont alors suivis au moyen du fil réticulaire et mesurés par l'intermédiaire du tambour.

VITESSE DE REFROIDISSEMENT DU THERMOMÈTRE N° 68679.

TEMPS EN MINUTES	TEMPÉRATURES			
	7 juin 1902	25 juin (mat.)	25 juin (ap.-m.)	15 octobre 1902
0	18° 30	18° 23	18° 43	27°
1	9 27	X	10 83	X
2	6 07	6 09	7 13	6 89
3	4 27	3 39	3 43	X
4	2 47	1 74	1 81	4 43
5	1 57	0 89	X	X
6	1 12	0 58	0 66	2 87
7	0 77	0 345	0 43	2 37
8	0 50	0 228	X	1 93
9	0 33	0 153	0 23	1 52
10	0 276	0 116	0 18	1 27
11	0 225	X	0 13	1 02
12	0 153	0 103	X	X
13	0 114	X	0 10	0 76
14	0 086	0 023	X	X
15	0 072	X	0 051	0 37
16	0 054	X	X	0 29
17	0 039	0	0 028	0 20
18	X		0 008	0 14
19	0 020		0	0 12
20	X			0 073
21	X			0 017
22	0 010			0
23	0			

Dans ce tableau et le suivant, la ligne transversale en pointillé indique le moment où l'observateur commence les lectures à la lunette.

Les positions du zéro observées dans ces essais sont données dans le tableau ci-dessus, page 7.

VITESSE DE REFROIDISSEMENT DU THERMOMÈTRE N° 87387

TEMPS EN MINUTES	TEMPÉRATURES					
	7 juin 1902	25 juin (mat.)	25 juin (ap.-m.)	4 juillet (mat.)	4 juillet (ap.-m.)	26 septembre 1902
0	14° 25	15° 60	17° 20	16° 20	16° 00	16° 30
1	2 72	3 23	3 24	3 24	5 01	4 14
2	1 32	1 23	1 21	1 82	2 59	1 24
3	0 82	0 82	0 81	1 22	1 66	×
4	0 42	0 52	0 46	0 62	×	0 648
5	0 36	×	0 31	×	×	0 470
6	0 18	0 23	×	0 32	0 83	0 323
7	0 141	×	0 21	×	×	0 292
8	0 097	0 140	×	0 30	0 181	0 251
9	0 070	×	0 133	0 22	0 091	0 219
10	0 047	0 116	×	0 19	0 063	×
11	×	×	0 117	0 16	0 045	0 128
12	0 023	×	0 105	0 12	0 031	0 037
13	×	0 007	0 036	0 10	0 022	0 020
14	0 009	0	0 020	0 09	×	0 014
15	0		×	0 07	0 007	×
16			0 008	0 061	×	0 007
17			0	0 042	0	0
18				0 022		
19				0 007		
20				0		

Ces résultats sont trop discordants pour qu'on puisse établir une formule donnant la vitesse de refroidissement de l'un ou de l'autre de ces thermomètres en fonction des températures initiale et finale.

Au point de vue de l'approximation des mesures de température des eaux profondes, deux remarques importantes découlent tout naturellement des résultats des opérations de vérification faites par M. De Lannoy.

Aucune correction relative à la température à laquelle les lectures ont été effectuées n'ayant été apportée aux chiffres observés, on doit se demander quelles sont les valeurs des erreurs dues à ce fait et s'il ne faut pas corriger les observations en tenant compte de ces erreurs.

Ensuite, le temps que les thermomètres sous-marins exigent avant d'indiquer exactement la température du milieu dans lequel ils sont plongés étant relativement très considérable, on doit aussi se demander si, sous ce rapport, les précautions voulues ont été prises au cours des opérations, et quelles sont éventuellement les erreurs dues au fait que les thermomètres ne sont pas restés plongés suffisamment longtemps dans le milieu dont on désire connaître la température.

En ce qui concerne la première remarque, il y a lieu de faire observer que les températures mesurées par d'autres expéditions, au moyen de thermomètres à renversement de Negretti-Zambra et de thermomètres de Chabaud, n'ont pas été corrigées quant à l'erreur due à la tempé-

rature de la lecture ; — que ces corrections, qui peuvent être très sensibles lorsqu'il s'agit d'observations faites dans les régions équatoriales, où il peut y avoir des différences de plus de 25° entre la température mesurée et la température à laquelle s'opère la lecture, sont relativement minimales dans le cas des observations effectuées au cours de l'expédition de la BELGICA ; — qu'enfin, si même, pour plus de rigueur, on voulait apporter ces corrections aux lectures faites dans les régions antarctiques, on se buterait à des difficultés très grandes et que, bien loin de corriger, on introduirait au contraire de nouvelles erreurs dans les chiffres, de sorte que les chiffres observés et corrigés simplement des erreurs instrumentales sont de beaucoup préférables.

C'est au cours de l'un des premiers sondages exécutés par un temps relativement froid que nous nous sommes aperçus du fait que la température à laquelle s'opère la lecture influence légèrement l'indication fournie par le thermomètre. Lors des premiers sondages, nous avons l'habitude de procéder à la lecture rapidement aussitôt que le thermomètre était amené à la surface, d'inscrire le chiffre noté, puis de faire une deuxième lecture, pour vérification. Ayant délaissé le thermomètre à l'air, sans le renverser, nous avons cru remarquer une faible diminution de la température indiquée au bout de peu de temps. D'autres expériences, faites à des températures basses, nous ont montré que pour de grandes différences de température l'erreur constatée est loin d'être négligeable. On aurait évidemment pu attendre chaque fois que le thermomètre prît la température de l'air (en le plongeant dans un bain d'alcool, par exemple, exposé à l'air sur le pont du bateau ou près du puits de sondage, bain dont la température aurait pu être mesurée exactement) et utiliser une table de corrections, table que l'on aurait pu avoir dressé après coup. Cependant, il nous a paru préférable de profiter du fait que la température des eaux se trouvant immédiatement sous la glace de mer est toujours voisine de -2° , pour replonger le thermomètre à une profondeur de 4 à 5 m., dans les cas où la température notée au moment où le thermomètre venait d'être ramené à la surface différait de la seconde lecture, faite quelques instants après, lorsque le thermomètre avait déjà pu être influencé par la température de l'air et que, par cela même, la première lecture paraissait douteuse.

Les lectures de température faites, dans les glaces, au delà du cercle polaire, devraient donc toutes subir une correction qui, dans le cas extrême (sondage n° 54), se rapporte à une différence de $3^{\circ},5$ entre la température observée et la température à laquelle la lecture a été faite. Or, en traçant le diagramme des corrections, d'après les observations de M. De Lannoy, on constate aisément que cette correction maximale n'atteint qu'une valeur inférieure à $0^{\circ},04$ pour le thermomètre n° 87387. Ce thermomètre sous-marin étant gradué en degrés, et le $1/10$ de degré ayant été simplement apprécié, il serait absolument illusoire d'appliquer aux lectures des corrections dont la valeur est inférieure à $0^{\circ},1$, l'approximation de la lecture faite à l'œil nu ou même à la loupe pouvant facilement comporter des erreurs atteignant $1/10$ de degré.

Ce n'est qu'à partir de différences de températures de 6° ou même davantage que les corrections deviennent suffisamment importantes pour devoir être prises en considération (1).

(1) La maison Richter, de Berlin, construit actuellement des thermomètres sous-marins dans lesquels les corrections dont il s'agit peuvent être aisément appliquées. Un petit thermomètre auxiliaire, placé dans le tube protecteur, permet en effet de connaître immédiatement la température du thermomètre au moment de la lecture. Les corrections à appliquer aux thermomètres de Richter doivent du reste être beaucoup plus grandes que celles à appliquer aux thermomètres Negretti-Zambra, la masse du mercure se détachant au moment du renversement étant plus grande.

C'est le cas pour quelques-unes des déterminations de température faites au cours des sondages au nord du cercle polaire, et en particulier au cours des sondages nos 3, 4 et 60. Si cependant dans ces quelques rares cas on n'a pas non plus tenu compte de la correction, c'est que — dans la série de nos observations — la valeur de cette correction n'atteint jamais $0^{\circ},1$, comme il est aisé de s'en convaincre.

En ce qui concerne la remarque relative au temps qu'il faut pour que les thermomètres sous-marins indiquent exactement la température du milieu dans lequel ils se trouvent plongés, il y a lieu de faire observer qu'avant le départ de l'Expédition nous n'avions aucune indication précise à ce sujet (1).

A la suite d'essais faits dans l'Atlantique Nord, le 1^{er} et le 2 octobre 1897, nous avons pu constater que les indications des thermomètres sous-marins délaissés pendant deux à trois minutes seulement dans la couche dont on désirait connaître la température, étaient absolument fautives. Ces expériences ont montré que pour les thermomètres Chabaud examinés, un temps de dix minutes était nécessaire afin d'obtenir des résultats tout à fait satisfaisants à la profondeur de 100 m., la différence de la température d'avec celle de la surface étant de $10^{\circ},5$ (2).

Il résulte des expériences de M. De Lannoy que cette appréciation était fondée et que pour avoir la certitude de ne pas commettre d'erreur, il faudrait abandonner les thermomètres, dans la couche dont on veut connaître la température, pendant une quinzaine de minutes avant de les renverser pour enregistrer leurs indications. Cependant, il est plus que probable que c'est là une exagération. Les conditions dans lesquelles se font les mesures sont en effet très différentes de celles qu'on réalise dans le laboratoire.

Et d'abord, les différences des températures, dans les régions antarctiques du moins, sont inférieures à 10° . Dans le cas des mesures faites au S. du cercle polaire il s'agit de différences de 3° seulement. Ensuite, pendant la descente, qui dure un temps plus ou moins long suivant la profondeur, le thermomètre passe par des couches d'eau dont les températures se rapprochent progressivement de celle que l'on désire mesurer, et, par cela même, le thermomètre, en arrivant à la profondeur voulue, n'indique plus qu'une température très peu différente de celle du milieu dont on veut connaître la température. Pendant cette descente, l'eau est constamment renouvelée tout autour du thermomètre ; les choses se passent tout comme si l'instrument était placé dans un courant d'eau extrêmement rapide. Le seul fait que dans les différentes expériences de laboratoire, réalisées avec le même thermomètre et dans des conditions qui en apparence sont identiquement les mêmes, le temps nécessaire pour que le mercure arrive à la stabilité complète diffère, au hasard, d'une expérience à l'autre, ce fait prouve qu'en plongeant le thermomètre simplement dans de la glace fondante, sans l'agiter, on ne le place pas dans les conditions les plus favorables pour qu'il acquière le plus rapidement possible la température fixe de 0° .

Enfin, il y a également lieu de faire remarquer que la rapidité avec laquelle un thermo-

(1) Dans l'ouvrage des expéditions de la POLA, il est dit : «... wurden auch Versuche über die Trägheit der Instrumente angestellt, welche das Resultat ergaben (dass die Umkehr-Tiefsee-Thermometer, System Negretti und Zambra, mit Schraube und kurzem Rahmen) einer Accommodationszeit von... höchstens 5 Minuten bedürfen ». (Berichte d. Com. f. Erforschung d. östl. Mittelm., I, S. 20.)

(2) Samedi 2 octobre 1897, à midi, par 5° de latitude N., 25° de longitude W. Température à la surface : $28^{\circ},0$; à 22 m. de profondeur : $27^{\circ},8$; à 100 m. de profondeur : $17^{\circ},5$.

mètre atteint la température — 0° par exemple — du milieu dans lequel il se trouve plongé, dépend des propriétés physiques de ce milieu, et, sous ce rapport, il semble probable à priori qu'une augmentation de la pression — comme c'est le cas pour les enveloppes en verre des thermomètres qu'on laisse descendre à de grandes profondeurs — ne peut que rendre les conditions plus favorables et que, pour cette raison également, le thermomètre doit atteindre son état d'équilibre beaucoup plus rapidement que dans les expériences de laboratoire (1).

A différentes reprises, lors des sondages faits à bord de la BELGICA au N. du cercle polaire et à la lisière de la banquise, il nous a été impossible de maintenir les thermomètres à la profondeur voulue aussi longtemps qu'il eût été désirable. Parfois c'était pour des raisons de manœuvres, d'autres fois pour des raisons sur lesquelles il serait puéril d'insister. Ceux qui connaissent les difficultés qu'il y a à maintenir un petit bateau immobile, par une mer houleuse et dans le vent, comprendront aisément que fréquemment il aurait fallu abuser de la patience du commandant, des officiers et aussi de celle des hommes de l'équipage, si chacun n'avait eu un égal désir de concourir dans la mesure de ses forces à la réussite des recherches scientifiques de l'Expédition. Et s'il y a lieu d'insister sur le fait que lors de ces sondages le temps consacré aux mesures des températures a été dans certains cas insuffisant, c'est uniquement pour faire remarquer que c'est là très probablement la seule raison pour laquelle quelques-uns des chiffres obtenus ne comportent pas toute la précision qu'il aurait été désirable d'obtenir. Par contre, lors des sondages faits pendant l'hivernage et surtout lors de ceux effectués à travers le puits creusé dans la glace à proximité du bateau (sondages n° 31 et suivants), on a pu consacrer à ces opérations tout le temps voulu pour obtenir des données qui soient tout à fait à l'abri des restrictions qui viennent d'être formulées.

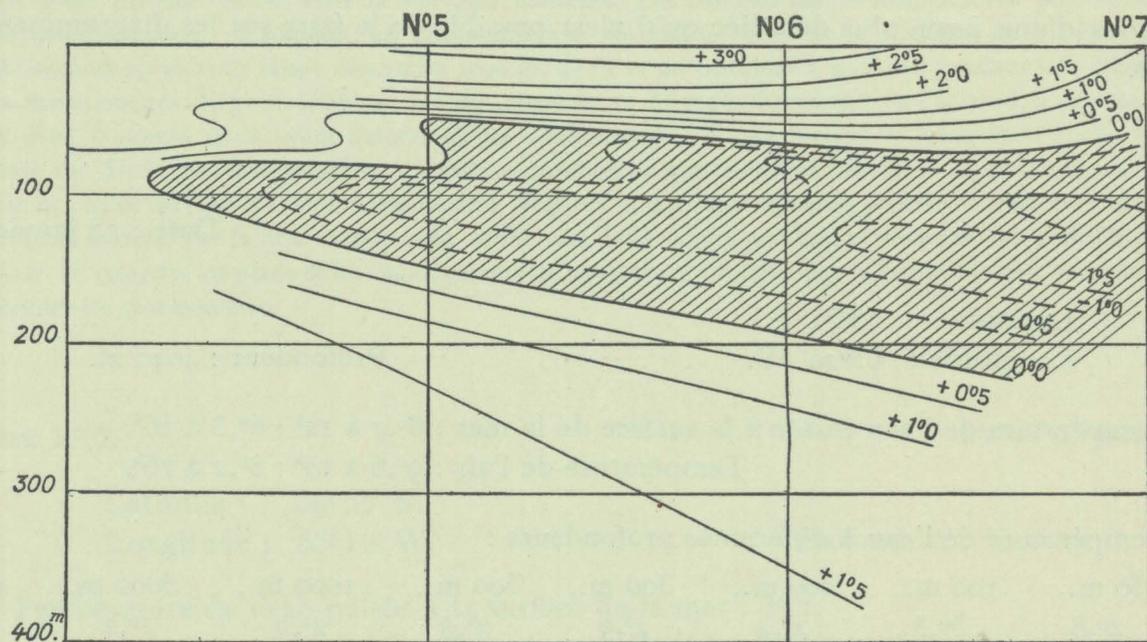
Températures mesurées au N. du cercle polaire.

Au cours des huit premiers sondages de la BELGICA, effectués entre l'île des États et les Shetland méridionales, nous avons réalisé quatre stations thermométriques. Ces stations sont intéressantes en ce qu'elles nous permettent d'aborder l'étude des relations thermiques du grand canal antarctique qui sépare l'Amérique du Sud des terres australes. La planche I reproduit le tracé des courbes qui résultent des chiffres d'observation. Afin de faciliter les comparaisons, les courbes des sondages n° 3 et 4 ont été superposées, car il convient de bien faire remarquer l'énorme différence qu'il y a entre les courbes de ces deux sondages, distants en latitude d'un degré seulement. Le sondage n° 60, effectué approximativement par la même latitude que le sondage n° 4, mais à 20° plus à l'ouest, a également donné des températures très élevées, notamment entre 300 et 500 m. de profondeur. Le contraste entre les courbes des sondages n° 3 et n° 4 est donc d'autant plus intéressant à noter. Si l'on examine la carte bathymétrique, on constate, en effet, que dans l'hypothèse où le courant du cap Horn entraînerait après lui les masses profondes,

(1) Dans une notice intitulée « Chemical and physical notes », J. Y. Buchanan a écrit ce qui suit : « In actual sounding practice the thermometer arrives at the depth at which it is to register the temperature, having already very nearly the temperature of the water at that depth. It is, therefore, generally speaking, quite safe to dispatch the messenger, which is to overturn the thermometer, so that it may arrive at the required depth not later than one or two minutes after the thermometer. This refers only to oceanic work. » (The Antarctic Manual for the use of the Expedition of 1901, p. 143.)

cette circulation lente des couches inférieures de l'W. vers l'E. doit se buter contre les hauts fonds qui relient sans aucun doute les îles Diego Ramirez à la côte. Ces eaux doivent donc forcément passer à environ 1° au S. du cap Horn et ne peuvent remonter vers le N. à cause du banc de Burdwood, qui s'étend fort loin à l'E. de l'île des Etats. Mais dans cette hypothèse, les eaux plus froides, au N. (sondage n° 3), doivent y être amenées de l'E. et ne pas être séparées par ce courant des eaux antarctiques, à moins que toute la masse des eaux ne remonte en bloc les pentes du socle continental, vers le N., ce qui semble bien peu probable. La comparaison des températures des sondages nos 3 et 4 parle donc en faveur de l'hypothèse d'une séparation naturelle entre l'océan Pacifique et l'océan Atlantique, car sans cela il n'y aurait aucune raison pour que les eaux froides du sondage n° 3 soient coincées entre les eaux plus chaudes du sondage n° 4 et le banc de Burdwood.

Il nous semble presque superflu de faire remarquer que les différences entre les températures mesurées aux sondages nos 3, 4 et 6 sont tellement supérieures aux erreurs d'observation admissibles que la recherche d'une explication du contraste constaté est entièrement justifiée.



Les sondages effectués le 18 et le 19 janvier 1898, vers 63° de longitude W. et par 59°58' et 61°05' de latitude, nous montrent déjà une répartition de températures parfaitement caractéristique pour les régions antarctiques. Les courbes de ces sondages nos 5 et 6 démontrent l'existence d'eaux relativement chaudes près de la surface, recouvrant une couche d'eaux froides, à température inférieure à 0°, et dont le minimum est proche de la profondeur de 100 m.; et, en dessous de cette couche d'eaux glacées, on rencontre de nouveau des eaux à température supérieure à 0°, avec un maximum de température voisin de 500 m., profondeur à partir de laquelle le refroidissement est lent et uniforme jusqu'au fond de la mer, qui s'y trouve par 3800 et 3690 m.

Ces deux courbes concordent si bien qu'elles peuvent être considérées sans crainte comme représentant la distribution verticale de la température par 60 et 61° de latitude S., au nord des Shetland méridionales, durant la saison d'été.

Afin de faciliter la comparaison entre les données de ces sondages, nous avons utilisé les chiffres pour établir le tracé de la coupe N.-S. représentée ci-dessus (1). Cette coupe montre fort bien la forme de la pointe terminale des eaux à température inférieure à 0°.

Les données thermométriques fournies par le sondage isolé effectué dans le détroit de Gerlache, doivent être considérées tout à fait à part. Bien que situé par 64° 23' de latitude S., ce sondage nous démontre en effet l'existence de couches d'eau à température basse et presque uniforme jusqu'au fond, et les températures mesurées là, par 400 et 600 m. de profondeur, sont inférieures à celles de tous les autres sondages faits pendant toute la durée du voyage, notamment en hiver, dans le pack, par 71° de latitude S. Il est fâcheux que nous n'ayons aucune autre donnée sur la distribution des températures dans les eaux du détroit de Gerlache, car il est vraiment imprudent de généraliser d'après les renseignements fournis par un seul sondage. Cependant, en jugeant par analogie, les faits observés suggèrent l'idée que le détroit de Gerlache forme un bassin fermé, séparé de l'Océan par un seuil qui s'élève jusque environ 200 m. en dessous de la surface de la mer.

Les renseignements ci-après, extraits du journal des sondages, permettent d'étudier les observations d'une façon plus détaillée qu'il n'est possible de le faire sur les diagrammes qui les résument.

SONDAGE N° 3.

Date : 15 janvier 1898.

Latitude : 55° 51' S.

Longitude : 63° 20' W.

Profondeur : 4040 m.

Température de l'eau puisée à la surface de la mer : 6°,7 à 12^h ; 6°,3 à 16^h.

Température de l'air : 9°,6 à 12^h ; 8°,2 à 16^h.

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. :	50 m.,	100 m.,	200 m.,	300 m.,	500 m.,	1000 m.,	3000 m.,	4025 m.
Temp. :	4°,8	3°,3	4°,2	2°,9	2°,2	2°,2	1°,2	(2°1 ?)

REMARQUES. — Le sondage a été commencé à 11^h 30^m et les déterminations des températures ont été terminées vers 15^h 15^m ; un thermomètre attaché à 10 m. de la sonde n'a pas fonctionné ; la température fournie par le thermomètre descendu à 4025 m. doit être fautive.

(1) Pour cette coupe, il a été impossible de garder les proportions adoptées dans les figures de la planche III.

SONDAGE N° 4.

Date : 16 janvier 1898.

Latitude : 56°49' S.

Longitude : 64°30' W.

Profondeur : 3855 m.

Température de l'eau puisée à la surface de la mer : 7°,8 à 8^h ; 7°,8 à 19^h.Température de l'air : 8°,4 à 16^h.

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. :	25 m.,	50 m.,	75 m.,	100 m.,	150 m.,	200 m.,	250 m.,	300 m.,	500 m.,
Temp. :	6°,9	6°,2	6°,0	5°,4	6°,5	6°,3	5°,4	4°,4	3°,8
			1850 m.,	2850 m.,	3850 m.				
			2°,2	1°,9	1°,2				

REMARQUES. — Les opérations du sondage et les déterminations des températures ont duré de 13^h 30^m à 18^h. Le temps a été presque calme, mais la mer était houleuse. Les données sur les températures proviennent de trois séries de déterminations : en sondant, un thermomètre a été attaché près de la bouteille de Sigsbee, à 5 m. de la sonde, un second après avoir laissé descendre 1000 m. de fil et un troisième à 2000 m.; pendant une deuxième opération, des thermomètres Negretti-Zambra ont été attachés au fil et six thermomètres Chabaud, à curseur, au-dessus; mais les deux premiers seuls ayant fonctionné (la chaînette du troisième curseur de Rung étant restée enlacée dans la monture du deuxième thermomètre), il a fallu recommencer une troisième fois, pour les profondeurs de 75, 100, 150 et 200 m., en se servant de trois thermomètres Negretti et d'un thermomètre à curseur. Une indication recueillie à 900 m. était fautive, car le fil à sonder étant sauté hors de la poulie pendant la descente, les manipulations nécessaires pour le remettre en place et les mouvements de va-et-vient produits par la houle ont fait fonctionner l'hélice de la monture du thermomètre.

SONDAGE N° 5.

Date : 18 janvier 1898.

Latitude : 59°58' S.

Longitude : 63°12' W.

Profondeur : 3800 m.

Température de l'eau puisée à la surface de la mer : 3°,1.

Température de l'air : 4°,0 à 12^h.

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. :	25 m.,	50 m.,	75 m.,	100 m.,	125 m.,	150 m.,	200 m.,	250 m.,	300 m.,	500 m.,	3785 m.
Temp. :	2°,3	0°,0	+0°,2	-1°,2	-0°,9	0°,0	1°,3	1°,7	1°,8	1°,8	+0°,6

REMARQUES. — Le sondage a été commencé à 11^h 45^m et la sonde a touché fond à 12^h 20^m; la remontée a été terminée à 13^h 30^m. Un seul thermomètre, dans une monture à hélice, était attaché à 15 m. de la sonde, ainsi qu'une bouteille de Sigsbee. Pendant une deuxième opération, on a pris les températures à 50, 100, 250 et 500 m. à l'aide des thermomètres Negretti-Zambra. En une troisième descente, de quatre thermomètres Negretti-Zambra et de deux thermomètres Chabaud, on a effectué les déterminations à 25, 75, 125, 150, 200 et 300 m. de profondeur. Ces deux opérations ont été effectuées de 14^h 30^m à 15^h 30^m et, le bateau ayant marché après le sondage, la courbe des températures obtenue ne coïncide pas exactement avec le point sondé.

Grosse houle et, par suite, assez fort roulis; le sondage et les déterminations des températures n'en ont pas moins été effectués sans le moindre accroc.

SONDAGE N° 6.

Date : 19 janvier 1898.

Latitude : 61°05' S.

Longitude : 63°04' W.

Profondeur : 3690 m.

Température de l'eau puisée à la surface de la mer : 3°,2.

Température de l'air : 3°,0 à 12^h.

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. :	25 m.,	50 m.,	75 m.,	100 m.,	125 m.,	150 m.,	200 m.,	250 m.,	300 m.,
Temp. :	2°,6	1°,3	-1°,0	-0°,9	-1°,4	-0°,9	(+2°,7 ?)	1°,1	1°,3
	400 m.,	500 m.,	1200 m.,	1700 m.,	2700 m.,	3660 m.			
	1°,8	1°,9	1°,9	1°,4	0°,8	0°,6			

REMARQUES. — La descente a duré 43 minutes, avec les arrêts nécessités pour attacher les thermomètres et un arrêt qu'il a fallu faire pour replacer le fil dans la grande poulie de la machine à sonder, hors de laquelle il avait sauté. On a mis une heure pour remonter la sonde ; une autre heure a été consacrée aux mesures des températures. Les opérations ont été terminées à 12^h 45^m.

Lors du sondage, un thermomètre et une bouteille de Sigsbee ont été attachés à 30 m. de la sonde, puis d'autres thermomètres à 1000, 2000 et 2500 m.; un thermomètre Chabaud a également été attaché à 3000 m. de la sonde et un autre devait suivre 500 m. plus haut, mais ce dernier ayant glissé des mains pendant l'attache est descendu le long du fil jusqu'au précédent. Après avoir remplacé la sonde par un poids, on a laissé descendre le fil à nouveau pour les mesures thermométriques à 25, 50, ... jusque 500 m., donc quatre thermomètres à hélice en dessous et sept thermomètres à curseur au-dessus, c'est-à-dire onze thermomètres en même temps. Les indications fournies par les deux thermomètres Chabaud utilisés lors du sondage (sans aucun doute dérangés par le choc reçu) étant fautives, on a refait la mesure à 100 m. de profondeur à l'aide d'un thermomètre Negretti et trouvé -0°,9 au lieu de +2°,9. La donnée fautive recueillie à 200 m. démontrant une forte erreur instrumentale de l'autre thermomètre, ces deux thermomètres ont été supprimés.

SONDAGE N° 7.

Date : 20 janvier 1898.

Latitude : 62°02' S.

Longitude : 61°58' W.

Profondeur : 2900 m.

Température de l'eau puisée à la surface de la mer : 1°,5.

Température de l'air : 1°,9 à 12^h.

Température à 1300 m. de profondeur : 1°,0.

REMARQUES. — Ayant cru avoir touché fond par 1320 m., on a remonté la sonde ainsi que le thermomètre attaché 20 m. plus haut. La mer étant agitée, il a fallu filer de l'huile et le sondage a été effectué alors dans d'excellentes conditions. Descente : 11^h 32^m à 11^h 56^m. Remonté de 11^h 57^m à 12^h 35^m.

SONDAGE N° 9.

Date : 28 janvier 1898.

Latitude : 64° 22' S.
 Longitude : 62° 02' W.

Profondeur : 625 m.

Température de l'eau puisée à la surface de la mer : 1°,2.

Température de l'air : 1°,0 à 12^h.

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. :	25 m.,	150 m.,	250 m.,	300 m.,	600 m.
Temp. :	0°,0	0°,1	0°,2	0°,3	-0°,2

REMARQUES. — C'est le seul sondage effectué dans le détroit de Gerlache. Une très légère houle se faisait sentir, le temps était brumeux, il neigeait un peu et le vent était faible du NE.

Des thermomètres Chabaud, qui devaient fournir les températures aux profondeurs de 50, 75, 100 et 125 m., n'ont pas fonctionné, la chaînette du curseur de Rung du premier thermomètre, qui se trouvait à 25 m. de profondeur, étant restée accrochée dans la monture de ce thermomètre. Les thermomètres ayant été descendus à nouveau, le même accident s'est reproduit, de sorte que seule la température de 0°,0, à 25 m. de profondeur, a été notée pour une seconde fois. Un troisième essai, refait avec les mêmes thermomètres à curseur, n'a donné aucun résultat.

SONDAGE N° 60.

Date : 23 mars 1899.

Latitude : 56° 28' S.
 Longitude : 85° 02' W.

Profondeur : 4800 m.

Température de l'air : 4°,2 à 12^h.

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. :	10 m.,	50 m.,	100 m.,	150 m.,	200 m.,	300 m.,	400 m.,	500 m.,	1000 m.
Temp. :	7°,4	7°,3	5°,9	5°,7	5°,6	5°,0	4°,8	4°,7	3°,4

REMARQUE. — Chaque mesure a été effectuée séparément à l'aide d'un même thermomètre Negretti-Zambra (n° 87387) placé dans une monture Chabaud, à curseur.

Températures mesurées au delà du cercle polaire

Si l'on envisage les résultats généraux des observations faites à bord de la BELGICA, observations au sujet desquelles on trouvera ci-après tous les détails voulus, on constate que dans l'extrême sud la température des eaux est la plus basse à la surface, où elle est de -2° environ ; qu'elle s'élève presque uniformément avec la profondeur jusque environ 600 m., où la température peut atteindre $+1^{\circ},5$; et que là où la mer a plus de 600 m. de profondeur la courbe s'infléchit de nouveau, la température des eaux allant en diminuant à partir de 600 m. de profondeur jusqu'au fond de la mer, où elle descend jusque $+0^{\circ},5$, aux endroits où le fond se trouve par 2700 m. ou au delà.

Vers le nord, là où l'Océan est dépourvu de glace de mer, la température des eaux de surface est un peu plus élevée et, en s'éloignant davantage de la banquise, une couche de plus en plus épaisse d'eau de surface, plus chaude, recouvre la couche d'eaux glacées si caractéristique pour la région de l'hivernage de la BELGICA. Comme nous l'avons déjà constaté, par 60° de latitude, au N. des Shetland méridionales, la température des eaux de surface est d'environ 3° et la température minimum, qui est de $-1^{\circ},5$, s'y trouve près de la profondeur de 100 m. ; à partir de cette profondeur, la température s'élève jusqu'à un maximum d'environ $+2^{\circ},0$, situé vers 400 m. de profondeur, et puis, plus bas, on constate l'abaissement graduel de la température jusqu'au fond de la mer, tout comme ailleurs dans les océans.

Le fait qu'une température dépassant $+1^{\circ}$ peut être mesurée dans les eaux de la mer, par 70° de latitude S., en toute saison de l'année, ce fait prouve qu'il y a là une circulation continuelle amenant du N. les eaux profondes, plus chaudes, tandis que les couches supérieures d'eaux antarctiques, refroidies par la dissolution lente de la glace des icebergs et par l'action du climat polaire, s'épanchent vers le N., jusqu'au delà du 60° parallèle, où elles sont recouvertes à la surface par des eaux plus chaudes. La congélation de l'eau de mer et l'augmentation de la salinité des eaux dans lesquelles la glace s'est formée ne peuvent produire d'importants courants de convection descendants d'eaux mères froides — il suffit de penser à la lenteur avec laquelle la glace s'épaissit pour s'en convaincre ; mais, dans tous les cas, si même de tels mouvements sont admissibles, le déplacement des eaux profondes, venant du N., est d'une importance tellement supérieure qu'il empêche la congélation de se poursuivre jusqu'à la formation de plaques de glace d'une très grande épaisseur.

Considérant les sondages thermométriques effectués au S. du cercle polaire suivant leur latitude, par groupes, abstraction faite des dates et des profondeurs, nous pouvons arriver à certaines conclusions bien définies concernant les conditions générales de la température des eaux profondes de la portion des mers antarctiques explorée. Cette étude nous permet du reste, en concentrant notre attention sur les observations anormales, d'éliminer quelques chiffres inexacts.

Le premier groupe se compose de six sondages faits entre les latitudes de $69^{\circ} 06'$ et $70^{\circ} 01'$ S., et quoique deux de ces sondages seulement comprennent des températures mesurées en dessous de la profondeur de 600 m., les parties supérieures des courbes obtenues pour ces sondages correspondent si bien avec trois des autres courbes que l'ensemble de ces données

nous fournit vraiment une fort bonne idée des conditions thermiques de la mer dans l'espace compris entre $69^{\circ} 30'$ et 70° de latitude S. et entre 81° et 86° de longitude W.

Le sondage discordant est celui opéré par $69^{\circ} 06'$ de latitude S. (n^o 11), la lecture de $-1^{\circ},7$ à 300 m. de profondeur notamment étant en complet désaccord avec les résultats des autres sondages. Les cinq autres sondages ont été faits à des saisons différentes. Deux d'entre eux (n^{os} 12 et 13) ont été effectués le 23 et le 24 février 1898, c'est-à-dire l'un au lendemain de l'autre et par des positions rapprochées, mais l'un au N. de l'autre, nous permettant par cela même de connaître exactement la pente des surfaces isothermes par 81° de longitude (voyez coupe D de la planche III). Deux autres sondages (n^{os} 49 et 50), pratiqués par 4° à l'W. des précédents le 31 décembre 1898 et le 2 janvier 1899, sont encore plus rapprochés et également l'un à peu près au N. de l'autre. La comparaison des chiffres (ainsi que la coupe B de la planche III) montre que les résultats de ces sondages correspondent parfaitement à ceux obtenus plus de dix mois auparavant, et que les pentes des surfaces isothermes sont, dans les deux cas, à peu de chose près les mêmes. Or, entre ces sondages du mois de février et ceux de décembre et janvier, se place celui du 9 septembre (n^o 32), opéré par $69^{\circ} 51'$ de latitude S. et $82^{\circ} 37'$ de longitude W., précisément pendant la saison des plus grands froids. La comparaison des chiffres fournis par ce sondage avec ceux des autres sondages (de même que la coupe C qui rend cette comparaison plus aisée) nous montre qu'à partir de la profondeur de 150 m. la distribution des températures n'a pas varié. La conclusion qu'il faut en tirer est que les variations dues aux changements des saisons n'intéressent que les couches superficielles, jusqu'à la profondeur de 150 m. tout au plus, et que l'on peut par conséquent grouper les résultats des sondages effectués et en déduire des conclusions, par la comparaison des données, sans tenir compte de l'époque de l'année à laquelle ils ont été obtenus.

Les courbes thermiques des cinq sondages pris en considération nous montrent que près de la surface la température des eaux est voisine de -2° , qu'elle s'élève alors doucement jusqu'à la profondeur de 600 m., où le maximum d'environ $+1^{\circ},3$ est atteint, tandis que la profondeur à laquelle se rencontre la température de 0° varie, suivant la position des sondages, entre 320 et 360 m. En dessous de 600 m. la température des eaux diminue très doucement avec la profondeur, le point le plus bas mesuré étant $0^{\circ},6$ par 1340 m.

La région considérée, comparée dans ses relations thermiques à celle située au N. des Shetland méridionales, s'en distingue essentiellement par ce fait que la couche de température minimum s'y trouve à la surface ; il y a également lieu de noter que le point maximum de la courbe thermique semble être situé plus bas et que, dans le cas des sondages au cours desquels seules des températures de fond ont été mesurées, ces températures sont toujours plus basses, par 70° de latitude S., qu'aux mêmes profondeurs par 60° de latitude, fait qui était d'ailleurs à prévoir.

Le second groupe de sondages à considérer à part comprend ceux qui se trouvent entre 70° et $70^{\circ} 21'$ de latitude S. et entre $82^{\circ} 50'$ et 86° de longitude. Ce groupe comporte six sondages (n^{os} 35, 43, 45, 46, 47 et 48) dont les données sont suffisamment nombreuses pour permettre le tracé des courbes thermiques (Pl. II) et d'une coupe dirigée de l'E. à l'W. (coupe A, Pl. III).

Les courbes, qui s'accordent parfaitement entre elles, nous montrent, de même que celles du premier groupe, les températures les plus basses à la surface, ou près de la surface, où l'eau a jusqu'à une profondeur d'environ 100 m. $-1^{\circ},9$ à $-2^{\circ},0$; mais l'accroissement de la tempé-

rature est plus rapide, dans le cas de ces sondages, 0° se trouvant à des profondeurs variant entre 260 et 330 m.; au contraire, plus bas, les températures s'élèvent moins rapidement, le maximum de $+1^{\circ}$, au fond, étant à 600 m. Ces sondages ont été faits pendant les trois mois écoulés entre le 26 septembre et le 29 décembre et ils n'indiquent, dans la distribution des températures, aucun changement qui pourrait être attribué à l'influence de la marche des saisons.

Le troisième groupe de sondages comporte ceux pratiqués entre $70^{\circ} 30'$ et $70^{\circ} 53'$ de latitude S. Ils sont au nombre de quatre, mais l'un d'entre eux doit être éliminé à cause de ce fait que les observations, qui n'ont été effectuées qu'aux profondeurs de 3, 50, 100 et 700 m., sont absolument insuffisantes pour établir la position du maximum et celle du 0° de température. Les sondages restants sont remarquablement discordants, la différence étant la plus notable entre le sondage n^o 27, fait le 5 mai 1898 par $70^{\circ} 53'$ S., $89^{\circ} 19'$ W., et le sondage n^o 54, fait le 19 et le 20 février 1899, par $70^{\circ} 30'$ S. et $94^{\circ} 12'$ W.; tandis que le sondage n^o 55, du 2 mars 1899, par $70^{\circ} 33'$ S. et $97^{\circ} 16'$ W., a donné des chiffres qui sont pour la plupart des valeurs moyennes entre ceux exprimant les températures aux mêmes profondeurs des deux autres sondages.

Par 89° , de même que par 94° de longitude, l'eau avait à partir de la surface jusque 100 m. de profondeur pratiquement une température uniforme de $-2^{\circ},0$ à $-1^{\circ},8$, et en dessous de 500 m., profondeur à partir de laquelle, dans les deux cas, la température allait en diminuant très doucement jusqu'au fond, les courbes ne diffèrent entre elles que d'un demi-degré au plus. La différence remarquable consiste en ce que, au sondage n^o 27, du 5 mai 1898, la température alla en s'élevant plus doucement que dans aucun autre cas observé plus au N., n'atteignant 0° qu'à 380 m. et le maximum de $+1^{\circ}$ à la profondeur de 500 m. Le sondage n^o 54, des 19 et 20 février 1899, par contre, nous montre une élévation de température très rapide entre 100 et 200 m., 0° se trouvant à 170 m. et le maximum de $+1^{\circ},6$ étant à 400 m., profondeur à partir de laquelle la diminution de la température était graduelle et lente. Ce sondage est vraiment anormal à cause de la position qu'il occupe, puisque sa courbe thermique ressemble exactement à celle obtenue par 60° de latitude, en ce qui concerne les températures mesurées en dessous de la profondeur de 100 m. Rien ne semble indiquer une différence dans les conditions physiques de la localité, de sorte que si nous prenons en considération le fait de l'existence de l'île Pierre-le-Grand, par 91° de longitude, ainsi que le caractère intermédiaire des données du sondage n^o 55, situé plus à l'W., nous sommes forcés d'admettre l'existence vers le 94° méridien d'un courant profond, relativement chaud, amenant les eaux du N. vers le S.

Sous ce rapport, il est intéressant de noter le fait que le « farthest south » du capitaine Cook se trouve situé par environ 10° plus loin à l'W. de ce méridien et que là la limite du pack ne s'étendait pas aussi loin vers le N. qu'ailleurs, suivant le 70° parallèle.

Le quatrième groupe de sondages thermométriques embrasse ceux dont la latitude est comprise entre $70^{\circ} 59'$ et $71^{\circ} 31'$ S. Si nous en exceptons le sondage n^o 20, qui a donné des résultats très douteux, nous pouvons dire qu'ils sont tous analogues au type du sondage n^o 27, c'est-à-dire qu'ils nous montrent une élévation de température extrêmement lente jusqu'à 200 m., profondeur à laquelle la température est de $-1^{\circ},8$ dans le cas des sondages n^{os} 29 et 30, et certainement plus basse encore au sondage n^o 28, qui se trouve au S. du n^o 27.

A la profondeur de 300 m., ce sondage n^o 28, qui ne comprend malheureusement que trois lectures de température, a fourni le chiffre $-1^{\circ},8$; plus loin vers l'E., aux sondages n^{os} 29 et 30,

la température était de $-1^{\circ},3$ à cette même profondeur, tandis qu'aux sondages nos 17 et 19 elle s'est élevée à $-0^{\circ},7$ et $-0^{\circ},4$.

A 400 m., les températures étaient encore négatives aux sondages nos 29 et 30, mais voisines de 0° , et aux sondages nos 17 et 19, au contraire, la température mesurée à cette profondeur est de $+0^{\circ},2$.

Il ressort de ces remarques que c'est environ par 89° de longitude que les eaux sont les plus froides au S. du 71° parallèle. Au fond de la mer, les sondages nos 29 et 30 ont fourni les températures de $-0^{\circ},3$ à 415 m. et de $-0^{\circ},2$ à 420 m., et la comparaison des données de ces sondages avec celles obtenues plus à l'E. démontre que des températures plus basses encore doivent pouvoir être mesurées à l'W. ou au SW., c'est-à-dire par 88 à 89° de longitude au S. de $70^{\circ} 20'$ de latitude.

Quant aux données du sondage douteux n° 20, la coupe F de la planche III montre que les chiffres obtenus au cours de ce sondage nous autorisent à présumer l'existence d'un courant profond qui, entre 84 et 85° de longitude W., amènerait les eaux relativement chaudes du N. jusqu'au delà du 71° parallèle.

Les sondages thermométriques dont il vient d'être question sont résumés graphiquement, sur les planches annexées à ce mémoire, d'une façon suffisamment complète pour que, après ce qui vient d'être dit, peu de commentaires soient encore nécessaires. Les courbes dessinées sur la planche II permettent en effet de se rendre aisément compte des conditions thermiques de la mer à proximité de la lisière du pack, ainsi que sous les glaces de la banquise dans la région de la dérive de la BELGICA. Pour plus de facilité, le premier diagramme de la planche IV, qui donne l'allure générale des isobathes, fournit également les positions des sondages, et ceux au cours desquels des séries de mesures thermométriques ont été effectuées sont marqués d'un petit cercle avec l'indication du numéro du sondage; le deuxième diagramme donne les températures mesurées à proximité du fond de la mer. Les lignes droites, marquées des lettres A, B, C, D, F et H, indiquent les coupes qui figurent sur la planche III et dont il a déjà été question. Au sujet de ces coupes, il y a lieu de faire remarquer l'exagération vraiment démesurée des pentes qu'elles indiquent.

C'est ainsi que les plus fortes pentes du fond de la mer, à la terminaison du plateau continental, ne dépassent pas 2° . Par comparaison, il est aisé de voir que les pentes des surfaces isothermes sont en réalité extrêmement faibles.

Le point essentiel des coupes de la planche III est la délimitation de la couche d'eau glacée de surface. Il nous a paru intéressant de résumer à ce point de vue particulier toutes les données. A cette fin (à l'aide des courbes des sondages nos 11, 12, 13, 17, 19, 20, 27, 28, 29, 30, 32, 35, 43, 45, 46, 47, 49, 50, 54 et 55), nous avons recherché les profondeurs jusqu'auxquelles la température des eaux est inférieure à 0° , puis, marquant ces profondeurs sur la carte, nous avons dessiné les courbes de la deuxième figure de la planche IV. Ces courbes, qui peuvent être dénommées les isothermobathes de 0° , résument la répartition géographique des particularités des courbes thermiques et nous permettent d'en comprendre aisément la raison d'être. Par 91° de longitude, le socle de l'île Pierre-le-Grand (découverte en 1821 par Bellingshausen et dont l'existence ne saurait être mise en doute) doit forcément diviser suivant les directions des flèches *M* et *N* le courant profond des eaux relativement chaudes venant du large. Une côte située, peut-être bien peu au S. de notre dérive, par environ 88° de longitude, dévie vers l'E. la branche

N de ce courant, qui se courbe vers le NE. et se replie sur lui-même de telle sorte que les eaux plus chaudes que 0° montent en s'avancant de l'W. vers l'E. Car sans cela on ne saurait comprendre pourquoi on note 0° par 305 m. au sondage n° 46, 275 m. au sondage n° 45 et environ 260 m. au sondage n° 43, sondages qui sont situés au S. des sondages nos 49 et 32, où les températures supérieures à 0° ne commencent qu'à partir des profondeurs de 360 et de 350 m.

Plus haut, il a déjà été question du courant figuré par la flèche *M*, et des remarques antérieures il ressort aussi que, si les données du sondage n° 20 ne sont pas absolument illusoires, le courant figuré par la flèche *N* doit en réalité se recourber vers le S. jusqu'au delà du 71^e parallèle. D'après ce que nous avons vu, la comparaison de la courbe du sondage n° 54 avec celle du n° 6 montre encore combien il serait intéressant de poursuivre le tracé des isothermbathes de 0° jusqu'au N. des Shetland méridionales, puisque ces deux sondages, qui sont distants en latitude de plus de 9°, nous montrent des courbes thermiques ne différant pas entre elles davantage que celles des sondages nos 3 et 4.

Nous donnons ci-après les renseignements détaillés au sujet des sondages au cours desquels des températures ont été mesurées.

SONDAGE N° 10.

Date : 16 février 1898.

Latitude : 67° 58' S.

Profondeur : 135 m.

Longitude : 70° 39' W.

Température de l'eau puisée à la surface de la mer : -1°,4.

Température de l'air : 0°,8 à 16^h.

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. : 10 m., 40 m., 80 m., 100 m., 120 m.

Temp. : -1°,7 -1°,5 -1°,5 -1°,5 -1°,2

REMARQUES. — Temps couvert et presque calme. Légère houle. Pas de glace de mer dans les environs immédiats ; plusieurs icebergs en vue, dont le plus proche est à environ 1 mille du bateau. Le sondage et les mesures thermométriques ont été faits de 16^h à 16^h 35^m, en vue de la Terre Alexandre I^{er}.

SONDAGE N° 11.

Date : 19 février 1898.

Latitude : 69° 06' S.

Profondeur : 480 m.

Longitude : 78° 22' W.

Température de l'eau puisée à la surface de la mer : -1°,6.

Température de l'air : -1°,0 à 12^h.

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. : 25 m., 50 m., 75 m., 100 m., 200 m., 300 m., 465 m.

Temp. : -1°,2 -1°,8 -1°,3 -1°,7 -1°,4 -1°,7 +1°,2

REMARQUES. — La BELGICA se trouvait à proximité de nombreux icebergs et près de la lisière de la banquise. A minuit on avait compté 147 icebergs sur tout le pourtour de l'horizon. Le sondage et les mesures ont duré une heure, de 11 à 12^h. Toutes les mesures, sauf celles à 15 m. du fond et à la surface, ont été faites en même temps.

SONDAGE N° 12.

Date : 23 février 1898.

Latitude : 69° 46' S.

Profondeur : 565 m.

Longitude : 81° 06' W.

Température de l'eau puisée à la surface de la mer : $-1^{\circ},8$.Température de l'air : $-6^{\circ},1$ à 12^{h} .

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. :	25 m.,	50 m.,	65 m.,	75 m.,	100 m.,	125 m.,	200 m.,	300 m.,
Temp. :	$-2^{\circ},0$	$-1^{\circ},9$	$-1^{\circ},8$	$-1^{\circ},7$	$-1^{\circ},7$	$-1^{\circ},7$	$-1^{\circ},4$	$-0^{\circ},7$
			400 m.,	500 m.,	550 m.			
			$+0^{\circ},3$	$+0^{\circ},9$	$+1^{\circ},0$			

REMARQUES. — Les mesures, qui ont duré de $10^{\text{h}} 30^{\text{m}}$ à $12^{\text{h}} 15^{\text{m}}$, ont été faites en quatre opérations : d'abord, en sondant, un thermomètre a été attaché à 15 m. et un autre thermomètre Negretti-Zambra à 500 m. de la sonde ; puis, quatre thermomètres Negretti-Zambra et deux thermomètres Chabaud ont été descendus ensemble aux profondeurs de 50, 100, 200, 300, 400 et 500 m. ; le second Chabaud (à 100 m.) n'ayant pas fonctionné, on a pris des mesures à 25, 50, 75, 100 et 125 m. à l'aide de thermomètres à hélice et d'un thermomètre à curseur ; enfin, à titre de vérification, on a laissé descendre le fil une quatrième fois pour des mesures à 50 et à 100 m. de profondeur. Les deux mesures à 100 m. ont donné $-1^{\circ},7$ à $-1^{\circ},8$ et $-1^{\circ},7$. Les trois mesures à 50 m. ont donné $-1^{\circ},9$, $-2^{\circ},0$ et $1^{\circ},8$.

Le sondage a été effectué dans le pack, non loin de la lisière des glaces, et en vue de 320 icebergs.

SONDAGE N° 13.

Date : 24 février 1898.

Latitude : 69° 30' S.

Profondeur : 510 m.

Longitude : 81° 30' W.

Température de l'eau puisée à la surface de la mer : $-1^{\circ},7$.Température de l'air : $-5^{\circ},0$ à 12^{h} .

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. :	46 m.,	50 m.,	100 m.,	150 m.,	200 m.,	300 m.,	400 m.,	488 m.
Temp. :	$-2^{\circ},0$	$-1^{\circ},9$	$-1^{\circ},7$	$-1^{\circ},5$	$-1^{\circ},2$	$-0^{\circ},2$	$+0^{\circ},9$	$+1^{\circ},0$

REMARQUES. — Sondage et mesures effectués, à proximité de la banquise, de $13^{\text{h}} 20^{\text{m}}$ à $14^{\text{h}} 30^{\text{m}}$. Après la détermination de la profondeur, quatre thermomètres Negretti-Zambra et deux thermomètres Chabaud ont été attachés au fil à sonder et descendus aux profondeurs de 50, 100, 150, 200, 300 et 400 m. Le curseur de Rung ne s'étant pas détaché du premier thermomètre, on a fait fonctionner le second Chabaud à la profondeur de 46 m. Finalement on a encore laissé descendre un thermomètre Negretti-Zambra à 100 mètres.

SONDAGE N° 14.

Date : 25 février 1898.

Latitude : 69° 16' S.

Profondeur : 2700 m.

Longitude : 82° 24' W.

Température de l'eau puisée à la surface de la mer : $-1^{\circ},5$.Température de l'air : $-4^{\circ},3$ à 20^{h} .Température à 2680 m. de profondeur : $+0^{\circ},3$.

REMARQUES. — Au cours d'un premier essai, qui a été manqué, 2560 m. de fil, une bouteille de Sigsbee et deux thermomètres Negretti et Zambra ont été perdus. Le second sondage a été effectué de 20 à 22^h, dans les glaces.

SONDAGE N° 15.

Date : 27 février 1898.

Latitude : 69° 24' S.

Longitude : 84° 41' W.

Profondeur : 2600 m.

Température de l'eau puisée à la surface de la mer : $-1^{\circ},4$ à 16^h .Température de l'air : $-2^{\circ},2$ à 12^h .Température à 2580 m. de profondeur : $+0^{\circ},2$.

REMARQUES. — En mer libre, pas de glace de mer en vue, quelques icebergs seulement. La descente a duré de $10^h 23^m$ à $10^h 55^m$; remonté la sonde de 11^h à $11^h 55^m$.

SONDAGE N° 16.

Date : 27 février 1898.

Latitude : 69° 42' S.

Longitude : 84° 43' W.

Profondeur : 1730 m.

Température de l'eau puisée à la surface de la mer : $-1^{\circ},4$ à 18^h .Température de l'air : $-1^{\circ},5$ à 18^h .Température à 1710 m. de profondeur : $+0^{\circ},4$.

REMARQUE. — Sondage effectué entre 17^h et 18^h , en mer libre, en vue de glace de mer et de 25 icebergs.

SONDAGE N° 17.

Date : 1^{er} mars 1898.

Latitude : 71° 06' S.

Longitude : 85° 23' W.

Profondeur : 570 m.

Température de l'eau puisée à la surface de la mer : $-1^{\circ},7$.Température de l'air : $-1^{\circ},8$ à 8^h .

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. :	25 m.,	50 m.,	75 m.,	100 m.,	150 m.,	200 m.,	300 m.,	500 m.,	555 m.
Temp. :	$-2^{\circ},0$	$(-1^{\circ},6)$	$(-1^{\circ},7)$	$-1^{\circ},8$	$-1^{\circ},7$	$-1^{\circ},4$	$-0^{\circ},7$	$+0^{\circ},9$	$+0^{\circ},9$

REMARQUES. — Mesures faites entre $8^h 20^m$ et $9^h 35^m$, dans une clairière, au milieu des glaces. Après le sondage, une première série de trois thermomètres Negretti-Zambra et de deux thermomètres Chabaud a fourni les chiffres relatifs aux profondeurs de 100, 150, 200, 300 et 500 m.; les données pour les profondeurs de 25, 50 et 75 m. ont été obtenues après coup, à l'aide d'un thermomètre Chabaud et de deux thermomètres Negretti-Zambra de grand modèle. Ces deux dernières déterminations, aux profondeurs de 50 et de 75 m., sont très probablement fautives.

SONDAGE N° 18.

Date : 1^{er} mars 1898.

Latitude : 71° 17' S.

Longitude : 85° 26' W.

Profondeur : 520 m.

Température de l'eau puisée à la surface de la mer : $-1^{\circ},7$.Température de l'air : $-1^{\circ},3$ à 16^h.Température à 500 m. de profondeur : $+0^{\circ},9$.

REMARQUES. — Sondage effectué dans le pack. Descente de la sonde : 16^h 30^m à 16^h 33^m. Remonté la sonde et le thermomètre de 16^h 35^m à 16^h 45^m.

SONDAGE N° 19.

Date : 2 mars 1898.

Latitude : 71° 31' S.

Longitude : 85° 19' W.

Profondeur : 460 m.

Température de l'eau puisée à la surface de la mer : $-1^{\circ},7$.Température de l'air : $-4^{\circ},3$ à 12^h.

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. : 25 m., 50 m., 60 m., 100 m., 150 m., 200 m., 250 m., 300 m., 400 m., 445 m.

Temp. : $-2^{\circ},0$ $-1^{\circ},9$ $-2^{\circ},0$ $-1^{\circ},9$ $-1^{\circ},8$ $-1^{\circ},6$ $-1^{\circ},0$ $-0^{\circ},4$ $+0^{\circ},2$ $+0^{\circ},5$

REMARQUES. — Sondage et déterminations effectués dans le pack, de 11^h 15^m à 12^h 30^m. En sondant, on a obtenu la température à 445 m. de profondeur ; puis on a fait les mesures à 100, 150, 200, 300 et 400 m. à l'aide de deux thermomètres Negretti-Zambra et de trois thermomètres Chabaud, et l'on a recommencé deux autres séries pour les profondeurs de 25, 50, 75 et 150 m., et pour 60, 200 et 250 m. Les valeurs obtenues à l'aide des grands thermomètres Negretti, au cours de ces deux dernières opérations, pour les profondeurs de 75 ($-1^{\circ},5$), 150 ($-1^{\circ},5$) et 200 m. ($-1^{\circ},2$), étant probablement fautives, on a préféré ne pas les prendre en considération.

SONDAGE N° 20.

Date : 4 mars 1898.

Latitude : 71° 22' S.

Longitude : 84° 55' W.

Profondeur : 530 m.

Température de l'eau puisée à la surface de la mer : $-1^{\circ},5$.Température de l'air : $-3^{\circ},6$ à 12^h.

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. : 50 m., 100 m., 150 m., 200 m., 300 m., 400 m., 450 m., 515 m.

Temp. : $-1^{\circ},8$ $-1^{\circ},3$ $-1^{\circ},4$ $-1^{\circ},2$ $-1^{\circ},4$ ($-0^{\circ},4$, $-2^{\circ},0$) ($+0^{\circ},4$) $+0^{\circ},1$ $+0^{\circ},7$ $+0^{\circ},9$

REMARQUES. — Sondage et déterminations effectués dans le pack, de 11^h 30^m à 11^h 50^m et de 12^h 45^m à 13^h 45^m. En sondant, on a mesuré la température à 15 m. du fond ; les autres chiffres ont été obtenus en trois opérations, dont la première a fourni les chiffres pour les profondeurs de 150 ($-1^{\circ},2$ Ch.), 200 ($-2^{\circ},0$ Ch.), 400 ($+0^{\circ},1$ NZ.) et 450 m. ($+0^{\circ},7$ NZ.), la seconde ceux de 100 ($-1^{\circ},4$ NZ.), 200 ($-0^{\circ},4$ NZ.) et 300 m. ($+0^{\circ},4$ NZ.), et la dernière enfin la température à 50 m. et les autres chiffres pour 100 et 150 m. Les difficultés des opérations dans le pack, non encore consolidé, étaient très grandes, de sorte que les chiffres pour 200 et 300 m. de profondeur, qui sont évidemment erronés, n'ont pu être remplacés par des mesures convenables.

SONDAGE N° 21.

Date : 5 mars 1898.

Latitude : 71° 19' S.
 Longitude : 85° 28' W.

Profondeur : 520 m.

Température de l'eau puisée à la surface de la mer : $-1^{\circ},7$.Température de l'air : $-4^{\circ},3$ à 12^{h} .

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. :	200 m.,	300 m.,	505 m.
Temp. :	$-1^{\circ},6$	$-1^{\circ},1$	$+0^{\circ},9$

REMARQUES. — Sondage et déterminations effectués dans le pack, de 11^h à 12^h. Les mesures des températures ont été faites à l'aide de thermomètres Negretti et Zambra. Il a été impossible de poursuivre le travail, la glace venant s'accumuler contre le bateau.

SONDAGE N° 24.

Date : 22 avril 1898.

Latitude : 71° 03' S.
 Longitude : 92° 03' W.

Profondeur : 480 m.

Température à 460 m. de profondeur : $+1^{\circ},0$.

REMARQUE. — Les feux dans la machine étaient éteints, de sorte qu'il a fallu travailler avec la machine à sonder de Le Blanc sans l'aide de la vapeur.

SONDAGE N° 25.

Date : 26 avril 1898.

Latitude : 70° 49' S.
 Longitude : 92° 00' W.

Profondeur : 410 m.

Température de l'eau à la surface, immédiatement en dessous de la glace : $-2^{\circ},0$.Température de l'air : $-17^{\circ},5$ à 10^h.Température à 390 m. de profondeur : $+0^{\circ},6$.

SONDAGE N° 26.

Date : 4 mai 1898.

Latitude : 70° 33' S.

Longitude : 89° 22' W.

Profondeur : 1150 m.

Température de l'air : $-7^{\circ},0$ à 12^h.

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. : 3 m., 50 m., 100 m., 700 m.

Temp. : $-1^{\circ},9$ $-2^{\circ},0$ $-1^{\circ},7$ $+1^{\circ},0$

REMARQUES. — La température à 3 m. est celle de l'eau puisée au moyen d'un seau sous la glace ; les autres déterminations ont été faites la veille, à l'aide de la petite machine de Belloc et d'un thermomètre Negretti-Zambra (n° 87387) placé dans une monture Chabaud à curseur.

Toutes les mesures de température qui suivent ont été faites avec ce seul et même thermomètre.

SONDAGE N° 27.

Date : 5 mai 1898.

Latitude : 70° 53' S.

Longitude : 89° 19' W.

Profondeur : 730 m.

Température de l'air : $-1^{\circ},1$ à 10^h.

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. : 5 m., 25 m., 100 m., 200 m., 300 m., 400 m., 500 m., 600 m., 680 m.

Temp. : $-2^{\circ},0$ $-2^{\circ},0$ $-1^{\circ},8$ $-1^{\circ},7$ $-1^{\circ},0$ $+0^{\circ},2$ $+1^{\circ},0$ $+1^{\circ},0$ $+0^{\circ},9$

REMARQUES. — Toutes les déterminations ont été effectuées séparément à l'aide du thermomètre n° 87387 de Negretti et Zambra enchâssé dans une monture de Chabaud.

La position de ce sondage est indiquée d'après la carte de la dérive de la BELGICA de M. Lecointe : elle n'est donc qu'approximative.

SONDAGE N° 28.

Date : 10 mai 1898.

Latitude : 70° 59' S.

Longitude : 89° 06' W.

Profondeur : 460 m.

Température de l'eau à la surface entre les glaçons : $-1^{\circ},8$.Température de l'air : $-0^{\circ},7$ à 14^h.

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. : 250 m., 300 m., 440 m.

Temp. : $-1^{\circ},9$ $-1^{\circ},8$ $+0^{\circ},3$

REMARQUES. — Le temps étant resté couvert, il a été impossible d'obtenir la position, de sorte que les coordonnées du lieu ont été interpolées d'après la carte de la dérive de M. Lecointe. Le sondage a été fait de 10 à 11^h et les déterminations de température de 13^h à 15^h.

Le fil à sonder est descendu parfaitement selon la verticale ; la dérive n'était donc pas sensible.

SONDAGE N° 29.

Date : 20 mai 1898.

Latitude : 71° 16' S.

Longitude : 87° 38' W.

Profondeur : 435 m.

Température de l'eau immédiatement sous la glace (2 à 3 m. sous le niveau de l'eau) : $-1^{\circ},9$.Température de l'air : $-5^{\circ},0$ à 12^h.

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. : 50 m., 100 m., 200 m., 350 m., 415 m.

Temp. : $-1^{\circ},9$ $-1^{\circ},9$ $-1^{\circ},8$ $-1^{\circ},0$ $-0^{\circ},3$

REMARQUES. — Le sondage et les déterminations des températures ont été faits de 12^h à 16^h 30^m. Les températures ont toutes été prises à l'aide du même thermomètre, comme précédemment. Le temps étant calme, la dérive de la glace n'était pas sensible et le fil était tout à fait vertical.

SONDAGE N° 30.

Date : 26 mai 1898.

Latitude : 71° 14' S.

Longitude : 87° 42' W.

Profondeur : 436 m.

Température de l'air : $-14^{\circ},7$ à 12^h.

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. : 5 m., 25 m., 50 m., 100 m., 150 m., 200 m., 250 m., 300 m.,

Temp. : $-2^{\circ},0$ $-2^{\circ},0$ $-1^{\circ},9$ $-1^{\circ},9$ $-1^{\circ},8$ $-1^{\circ},8$ $-1^{\circ},7$ $-1^{\circ},3$

350 m., 380 m., 420 m.

 $-0^{\circ},9$ $-0^{\circ},5$ $-0^{\circ},2$

REMARQUES. — Les températures ont été déterminées en sept opérations (à 420 m. en sondant, puis à 5, 25 et 50, 100 et 150, 200 et 250, 300 et 350, 380 m.), à l'aide de thermomètres Negretti-Zambra à hélice. Le temps était calme ; le fil est resté parfaitement vertical.

SONDAGE N° 31.

Date : 2 septembre 1898.

Latitude : 70° 00' S.

Longitude : 82° 45' W.

Profondeur : 502 m.

Température de l'air : $-23^{\circ},1$ à 14^h.

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. : 5 m., 443 m., 475 m.

Temp. : $-2^{\circ},0$ $+0^{\circ},7$ $+0^{\circ},8$

REMARQUES. — Le sondage a été effectué à environ 50 m. à bâbord de la BELGICA, par un trou percé dans la glace. Le dispositif employé est décrit dans le Rapport sur les relations bathymétriques. Les déterminations ont été faites séparément à l'aide du thermomètre n° 87387 enchâssé dans une monture Chabaud.

SONDAGE N° 32.

Date : 9 septembre 1898.

Latitude : 69° 51' S.

Longitude : 82° 37' W.

Profondeur : 510 m.

Température de l'air : $-34^{\circ},5$ à 14^{h} .

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. :	50 m.,	75 m.,	100 m.,	125 m.,	150 m.,	175 m.,	200 m.,	250 m.,
Temp. :	$-2^{\circ},0$	$-2^{\circ},0$	$-2^{\circ},0$	$-2^{\circ},0$	$-1^{\circ},7$	$-1^{\circ},3$	$-1^{\circ},2$	$-1^{\circ},0$
	300 m.,	350 m.,	400 m.,	450 m.,	500 m.			
	$-0^{\circ},8$	$0^{\circ},0$	$+0^{\circ},6$	$+0^{\circ},8$	$+0^{\circ},8$			

REMARQUES. — Toutes les opérations ont été faites, comme pour le sondage précédent, dans le trou pratiqué à environ 50 m. du bateau. Chaque détermination a été effectuée séparément à l'aide du même thermomètre. Les chiffres pour 150 et 450 m. ont été vérifiés et les résultats obtenus étaient identiques.

SONDAGE N° 33.

Date : 14 septembre 1898.

Latitude : 69° 54' S.

Longitude : 83° 04' W.

Profondeur : 480 m.

Température de l'air : $-18^{\circ},9$ à 13^{h} .Température à 470 m. de profondeur : $+0^{\circ},8$.

SONDAGE N° 34.

Date : 22 septembre 1898.

Latitude : 70° 22' S.

Longitude : 82° 31' W.

Profondeur : 485 m.

Température de l'air : $-6^{\circ},3$ à 12^{h} .Température à 475 m. de profondeur : $+0^{\circ},8$.

SONDAGE N° 35.

Date : 26 septembre 1898.

Latitude : 70° 21' S.

Longitude : 82° 51' W.

Profondeur : 485 m.

Température de l'air : $-19^{\circ},3$ à 12^{h} .

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. :	10 m.,	50 m.,	100 m.,	125 m.,	150 m.,	175 m.,	200 m.,	225 m.,	250 m.,
Temp. :	$-2^{\circ},0$	$-2^{\circ},0$	$-2^{\circ},0$	$-1^{\circ},7$	$-1^{\circ},3$	$-1^{\circ},2$	$-1^{\circ},1$	$-1^{\circ},0$	$-1^{\circ},0$
	300 m.,	325 m.,	350 m.,	400 m.,	450 m.,	475 m.			
	$-0^{\circ},3$	$0^{\circ},0$	$+0^{\circ},3$	$+0^{\circ},7$	$+0^{\circ},8$	$+0^{\circ},8$			

REMARQUE. — Travaillé comme précédemment avec le même thermomètre, de sorte que chaque détermination a été faite séparément.

SONDAGE N° 36.

Date : 29 septembre 1898.

Latitude : 70° 21' S.

Longitude : 82° 39' W.

Profondeur : 480 m.

Température de l'air : -21°,5 à 11^h.

Température à 470 m. de profondeur : +0°,8.

SONDAGE N° 37.

Date : 7 octobre 1898.

Latitude : 70° 30' S.

Longitude : 82° 48' W.

Profondeur : 480 m.

Température de l'air : -12°,8 à 11^h.

Température à 470 m. de profondeur : +0°,8.

REMARQUE. — Le fil à sonder était légèrement incliné, à cause de la dérive de la glace vers le N.

SONDAGE N° 38.

Date : 16 octobre 1898.

Latitude : 69° 59' S.

Longitude : 80° 54' W.

Profondeur : 532 m.

Température de l'air : -5°,0 à 10^h.

Température à 522 m. de profondeur : +0°,9.

SONDAGE N° 39.

Date : 19 octobre 1898.

Latitude : 70° 02' S.

Longitude : 80° 46' W.

Profondeur : 580 m.

Température de l'air : -4°,6 à 16^h.

Température à 570 m. de profondeur : +0°,9.

SONDAGE N° 40.

Date : 24 octobre 1898.

Latitude : 69° 43' S.

Longitude : 80° 51' W.

Profondeur : 537 m.

Température de l'air : -18°,5 à 11^h.

Température à 527 m. de profondeur : +0°,9.

SONDAGE N° 42.

Date : 10 novembre 1898.

Latitude : 70° 09' S.

Longitude : 82° 34' W.

Profondeur : 490 m.

Température de l'air : -7°,8 à 16^h.

Température à 480 m. de profondeur : +0°,8.

SONDAGE N° 43.

Date : 28 novembre 1898.

Latitude : 70° 20' S.
 Longitude : 83° 23' W.

Profondeur : 459 m.

Température de l'air : -5°,7 à 14^h.

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. :	20 m.,	100 m.,	200 m.,	300 m.,	450 m.
Temp. :	-2°,0	-1°,8	-0°,7	+0°,3	+0°,8

REMARQUE. — Les déterminations ont été faites, comme précédemment, à l'aide du même thermomètre.

SONDAGE N° 45.

Date : 20 décembre 1898.

Latitude : 70° 15' S.
 Longitude : 84° 04' W.

Profondeur : 569 m.

Température de l'air : -1°,2 à 15^h.

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. :	30 m.,	60 m.,	100 m.,	150 m.,	200 m.,	250 m.,	300 m.,	400 m.,	500 m.,	550 m.
Temp. :	-1°,9	-1°,8	-1°,5	-1°,1	-0°,7	-0°,2	+0°,2	+0°,6	+0°,7	+0°,8

SONDAGE N° 46.

Date : 22 décembre 1898.

Latitude : 70° 19' S.
 Longitude : 84° 51' W.

Profondeur : 640 m.

Température de l'air : -0°,8 à 16^h.

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. :	50 m.,	100 m.,	150 m.,	200 m.,	300 m.,	350 m.,	400 m.,	500 m.,	600 m.
Temp. :	-2°,0	-1°,9	-1°,8	-1°,2	-0°,1	+0°,3	+0°,6	+0°,9	+1°,0

REMARQUE. — Pendant le sondage, on a observé une légère inclinaison du fil due soit à un courant sous-marin, soit à la dérive du champ de glace.

SONDAGE N° 47.

Date : 27 décembre 1898.

Latitude : 70° 20' S.
 Longitude : 85° 52' W.

Profondeur : 630 m.

Température de l'air : +1°,8 à 16^h.

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. :	10 m.,	100 m.,	200 m.,	300 m.,	400 m.,	500 m.,	620 m.
Temp. :	-2°,0	-1°,9	-1°,2	-0°,4	+0°,8	+0°,9	+1°,0

REMARQUE. — Le fil était parfaitement vertical.

SONDAGE N° 48.

Date : 29 décembre 1898.

Latitude : 70° 15' S.

Longitude : 85° 51' W.

Profondeur : 660 m.

Température de l'eau à la surface (0^m,20) dans le puits des sondages : +0°,7.Température de l'air : +1°,7 à 14^h.

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. :	50 m.,	300 m.,	600 m.
Temp. :	-1°,9	-0°,6	+0°,9

REMARQUES. — Au cours d'un premier sondage (659 m.), la sonde est restée au fond de la mer. Un second sondage (662 m.) a été fait tout de suite après, à l'aide d'une autre sonde. Les mesures de température ont été faites séparément à l'aide du même thermomètre Negretti-Zambra enchâssé dans une monture de Chabaud.

SONDAGE N° 49.

Date : 31 décembre 1898.

Latitude : 70° 01' S.

Longitude : 85° 20' W.

Profondeur : 950 m.

Température de l'air : -2°,1 à 14^h.

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. :	100 m.,	200 m.,	300 m.,	350 m.,	400 m.,	500 m.,	600 m.,	700 m.,	800 m.,	930 m.
Temp. :	-2°,0	-1°,3	-0°,5	-0°,1	+0°,8	+1°,0	+1°,1	+1°,0	+1°,0	+0°,8

REMARQUES. — La profondeur sondée était de 962 m., mais il a fallu la réduire à 950 m. à cause de l'inclinaison du fil à sonder, inclinaison due à la dérive des glaces vers le NE. Pour cette raison, les profondeurs indiquées pour les mesures des températures sont probablement un peu trop élevées. Pour chaque prise de température, on a laissé descendre le fil à nouveau, afin d'opérer toujours à l'aide du même thermomètre.

SONDAGE N° 50.

Date : 2 janvier 1899.

Latitude : 69° 52' S.

Longitude : 85° 13' W.

Profondeur : 1360 m.

Température de l'air : -2°,0 à 15^h.

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. :	200 m.,	300 m.,	400 m.,	600 m.,	650 m.,	675 m.,	725 m.,	750 m.,	
Temp. :	-1°,4	-0°,3	+0°,9	+1°,2,	+1°,3	+1°,1	+1°,1	+1°,0	+1°,0
	800 m.,	900 m.,	1000 m.,	1100 m.,	1200 m.,	1340 m.			
	+1°,0	+1°,0	+0°,9	+0°,8	+0°,8	+0°,6			

REMARQUES. — Au cours des opérations, on a essayé de travailler avec deux thermomètres simultanément. Les thermomètres employés étaient le Negretti et Zambra n° 87387 et un autre thermomètre de cette maison, portant le n° 87388, tout deux dans des montures Chabaud. Pour éviter l'enlacement de la chaînette, une disposition spéciale a été employée avec des résultats tout à fait mauvais. C'est pourquoi les indications fournies pour 500 m. (-1°,9) et deux fois pour 700 m. (-1°,7, -1°,7) ont été éliminées de la série des chiffres obtenus. Dans les trois cas, le chiffre fautif provenait du thermomètre attaché à 100 m. en dessous du thermomètre dont un curseur devait se détacher au moment de son fonctionnement. Les thermomètres employés avaient été comparés entre eux, à bord de la BELGICA, avant et après les opérations.

SONDAGE N° 51.

Date : 4 janvier 1899.

Latitude : 69° 50' S.
Longitude : 85° 14' W.

Profondeur : 1470 m.

Température de l'air : $-2^{\circ},0$ à 15^h.Température à 1450 m. de profondeur : $+0^{\circ},7$.

SONDAGE N° 52.

Date : 7 janvier 1899.

Latitude : 69° 52' S.
Longitude : 85° 32' W.

Profondeur : 1490 m.

Température de l'air : $-0^{\circ},7$ à 15^h.Température à 1470 m. de profondeur : $+0^{\circ},7$.

SONDAGE N° 53.

Date : 10 février 1899.

Latitude : 70° 34' S.
Longitude : 93° 17' W.

Profondeur : 1166 m.

Température de l'air : $-4^{\circ},1$ à 15^h.Température à 1146 m. de profondeur : $+0^{\circ},9$.

REMARQUE. — La sonde a été perdue en remontant le fil.

SONDAGE N° 54.

Date : 19 et 20 février 1899.

Latitude : 70° 30' S.
Longitude : 94° 12' W.

Profondeur : 1740 m.

Température de l'air : $-0^{\circ},4$ le 19 à 12^h, $0^{\circ},0$ le 20 à 14^h.

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. :	20 m.,	500 m.,	1000 m.,	1500 m.,	1710 m.
Temp. :	$-1^{\circ},9$	$+1^{\circ},5$	$+1^{\circ},2$	$+0^{\circ},9$	$+0^{\circ},9$

Mesures effectuées le 20 après-midi :

Prof. :	50 m.,	100 m.,	125 m.,	150 m.,	200 m.,	250 m.,	300 m.,	350 m.,	400 m.,
Temp. :	$-1^{\circ},6$	$-1^{\circ},8$	$-1^{\circ},2$	$-0^{\circ},6$	$+0^{\circ},9$	$+1^{\circ},2$	$+1^{\circ},4$	$+1^{\circ},5$	$+1^{\circ},6$
			450 m.,	600 m.,	750 m.				
			$+1^{\circ},5$	$+1^{\circ},4$	$+1^{\circ},3$				

REMARQUES. — Le sondage ainsi que les déterminations des températures ont été effectués à bord de la BELGICA à l'aide de la machine de Le Blanc travaillant sous vapeur. Chaque mesure a été faite séparément en se servant toujours du même thermomètre Negretti-Zambra n° 87387 enchâssé dans une monture de Chabaud. La dérive ayant été insignifiante, les deux séries de mesures peuvent être considérées ensemble.

SONDAGE N° 55.

Date : 2 mars 1899.

Latitude : 70° 53' S.

Longitude : 97° 16' W.

Profondeur : 430 m.

Température de l'air : +0°,7 à 14^h.

Température de l'eau à différentes profondeurs :

Prof. : 10 m., 25 m., 40 m., 50 m., 60 m., 75 m., 100 m., 150 m., 200 m., 250 m.,

Temp. : -1°,8 -1°,7 -1°,6 -1°,1 -1°,3 -1°,9 -1°,8 -1°,5 -0°,9 0°,0

300 m., 350 m., 405 m.

+0°,4 +1°,0 +1°,1

REMARQUE. — Travaillé à bord à l'aide de la machine Le Blanc. Chaque détermination a été faite à part, comme précédemment.

SONDAGE N° 57.

Date : 12 mars 1899.

Latitude : 70° 56' S.

Longitude : 100° 21' W.

Profondeur : 564 m.

Température de l'air : -11°,2 à 12^h.

Température à 530 m. de profondeur : +1°,1.

REMARQUE. — Le fil à sonder était légèrement incliné, à cause d'une assez forte dérive des glaces vers l'WNW.

SONDAGE N° 59.

Date : 14 mars 1899.

Latitude : 70° 40' S.

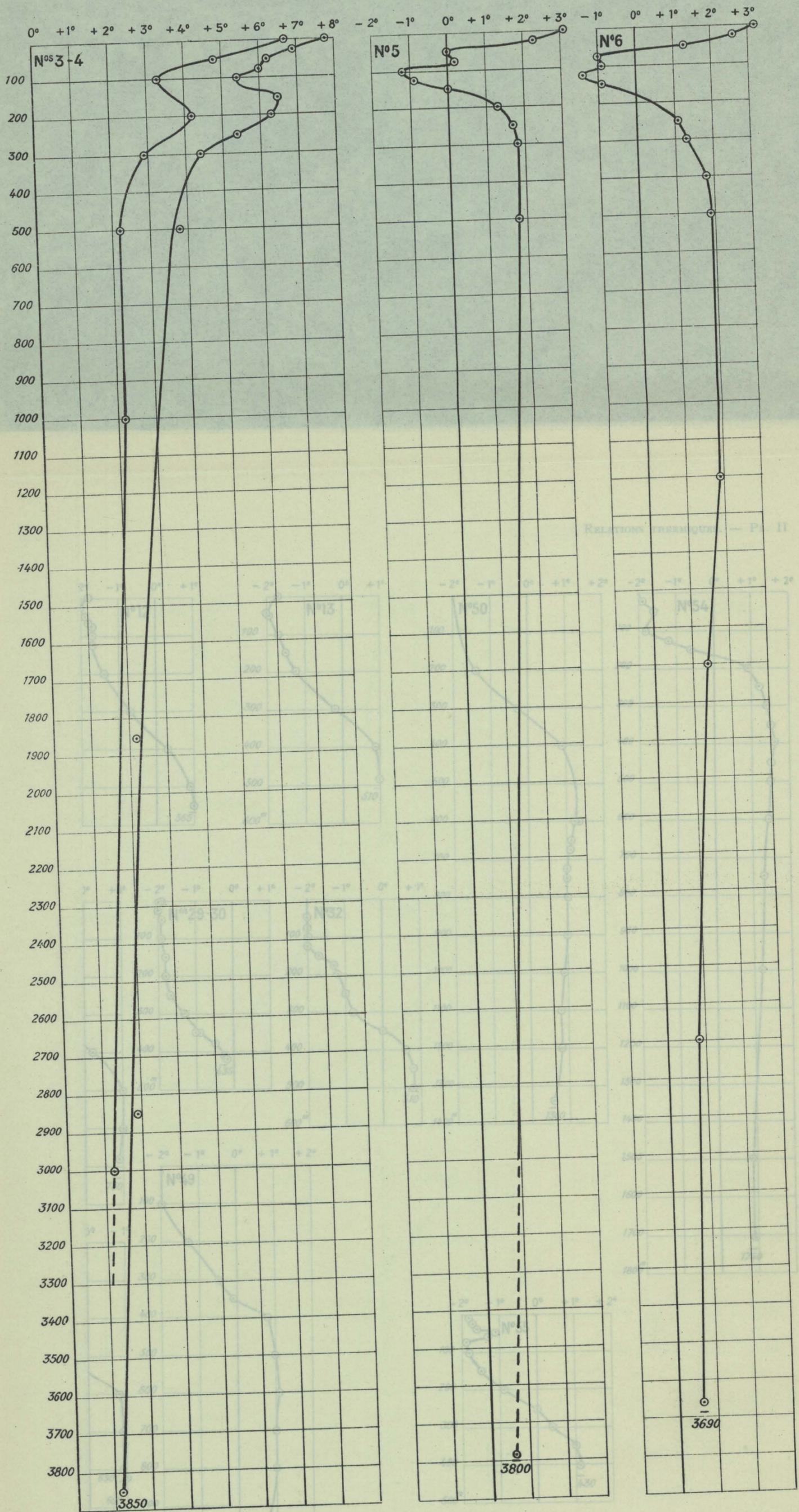
Longitude : 102° 15' W.

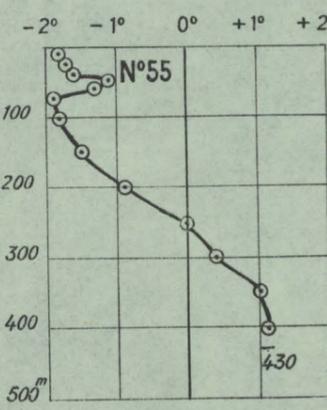
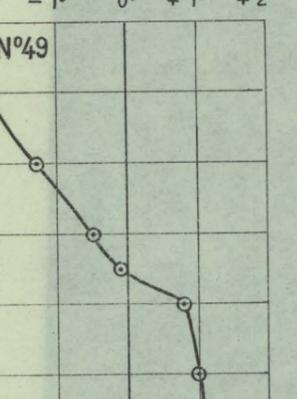
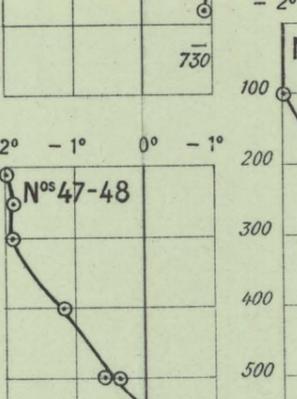
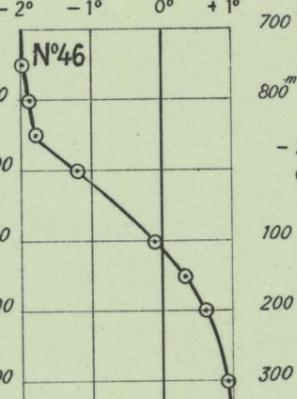
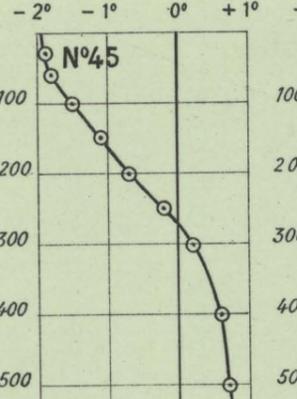
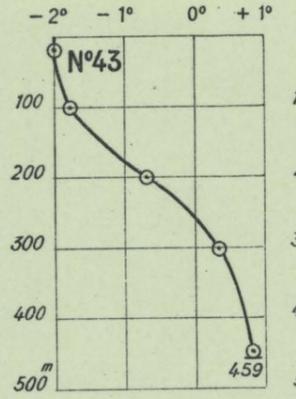
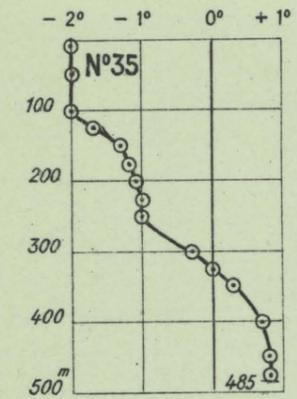
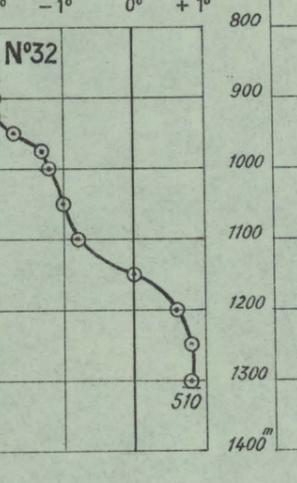
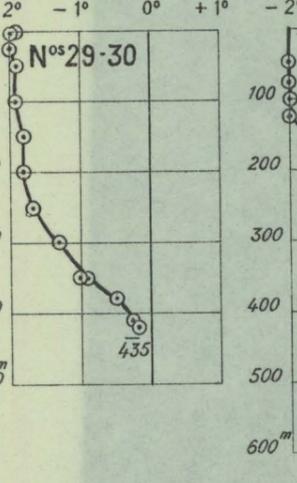
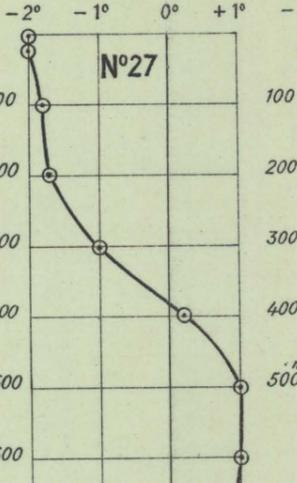
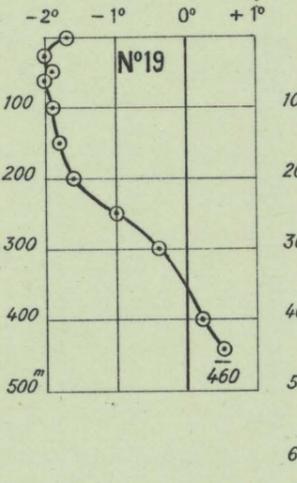
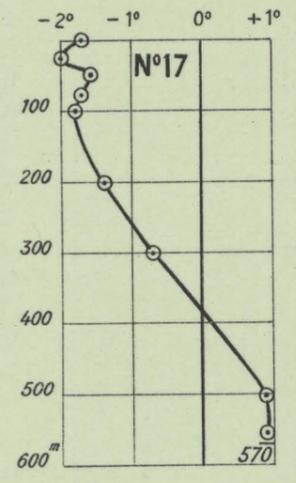
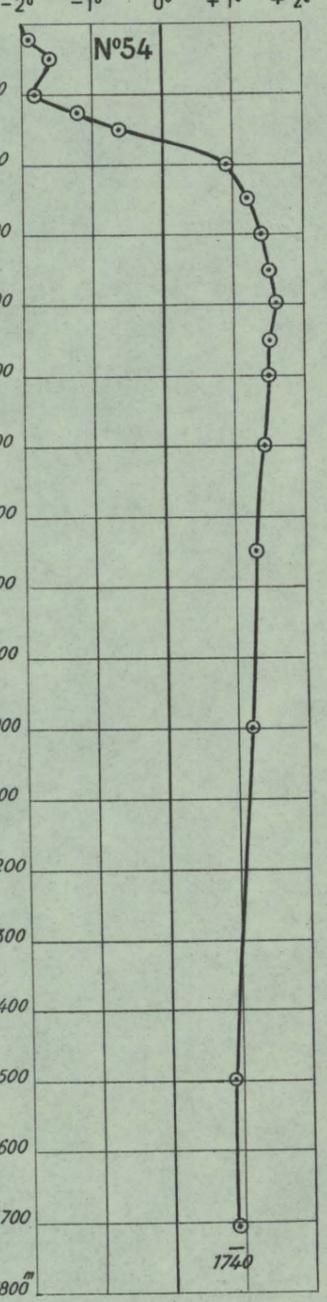
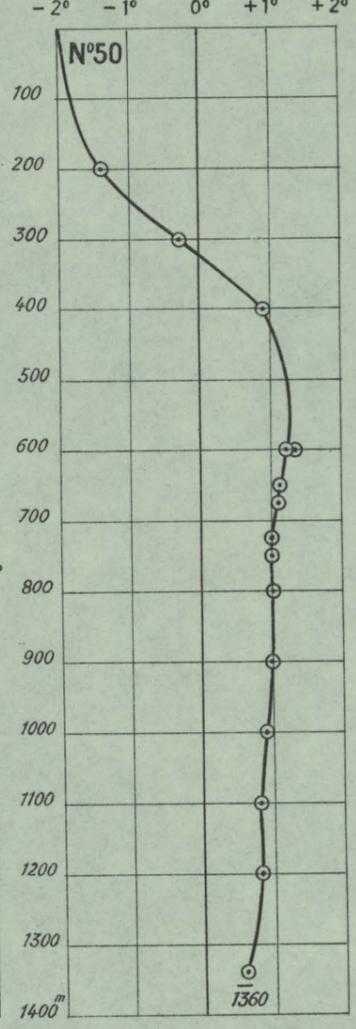
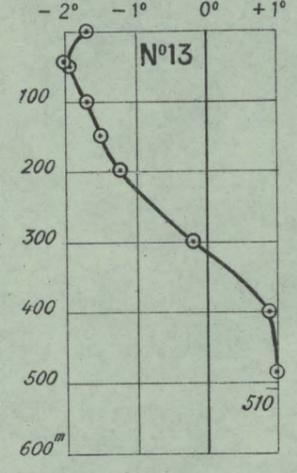
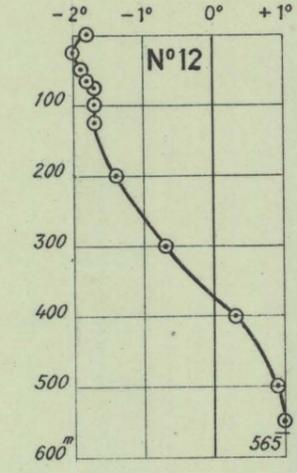
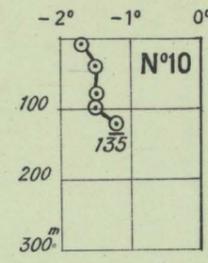
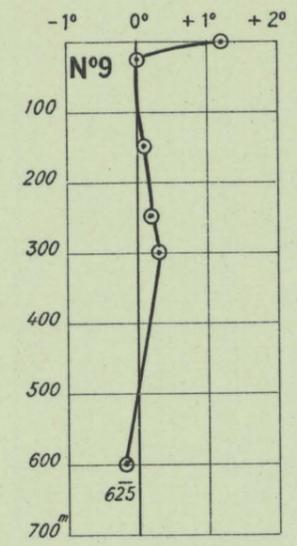
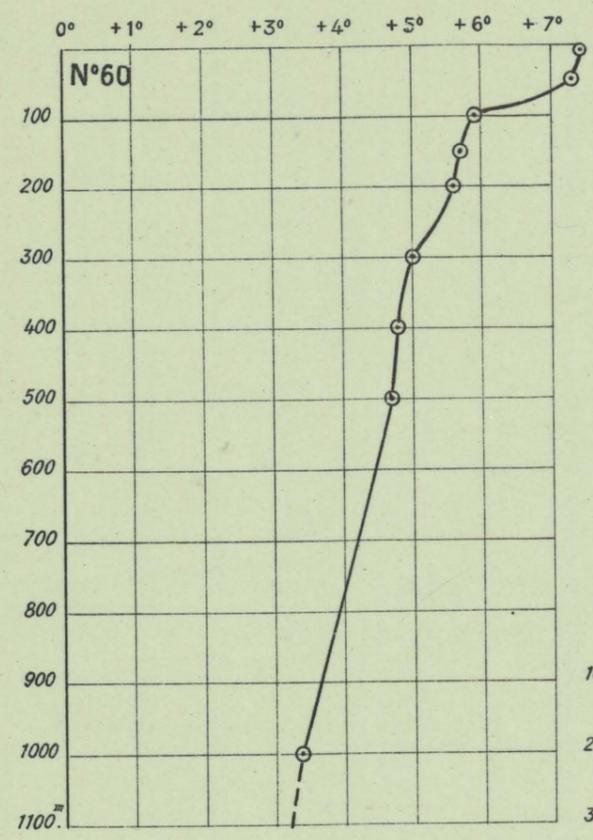
Profondeur : 2800 m.

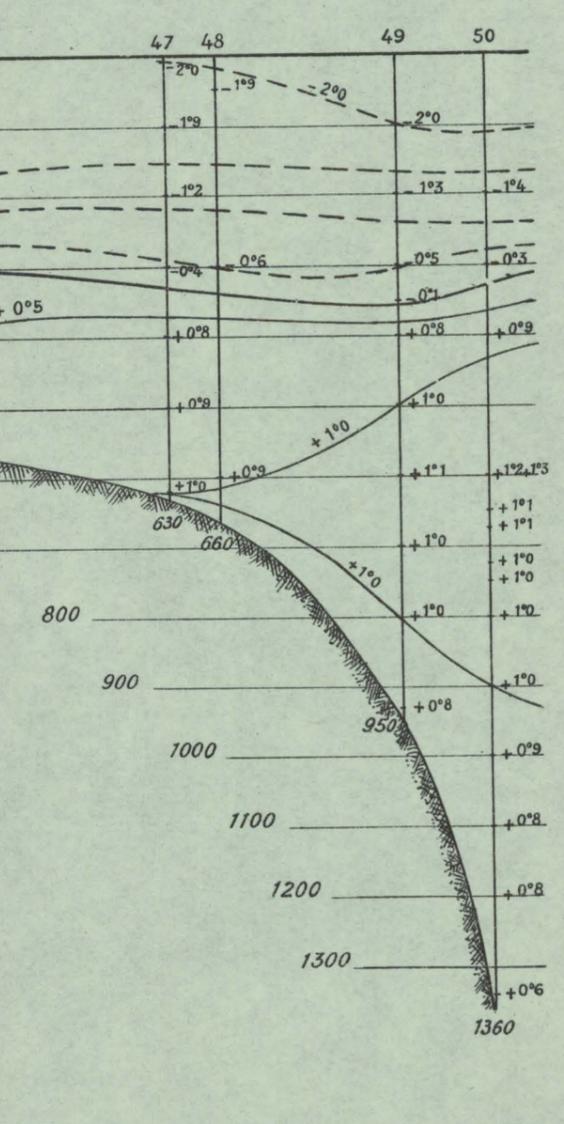
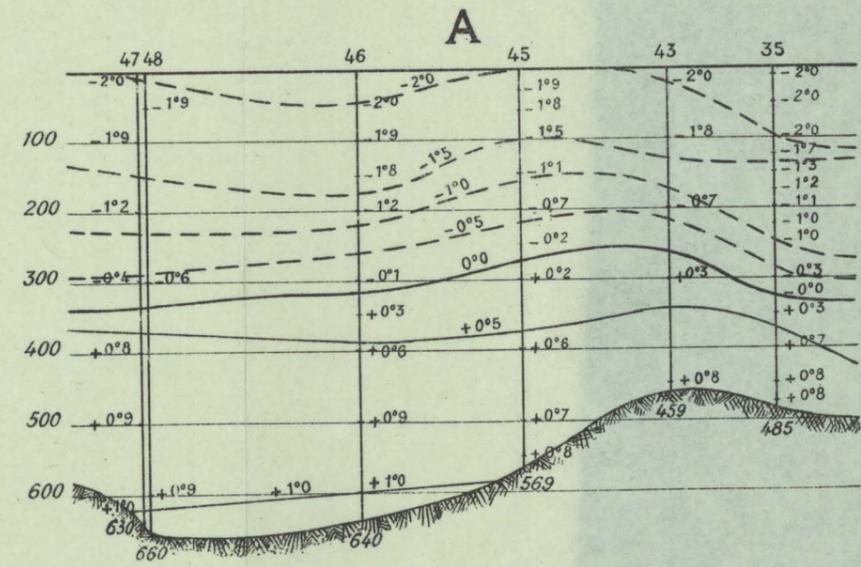
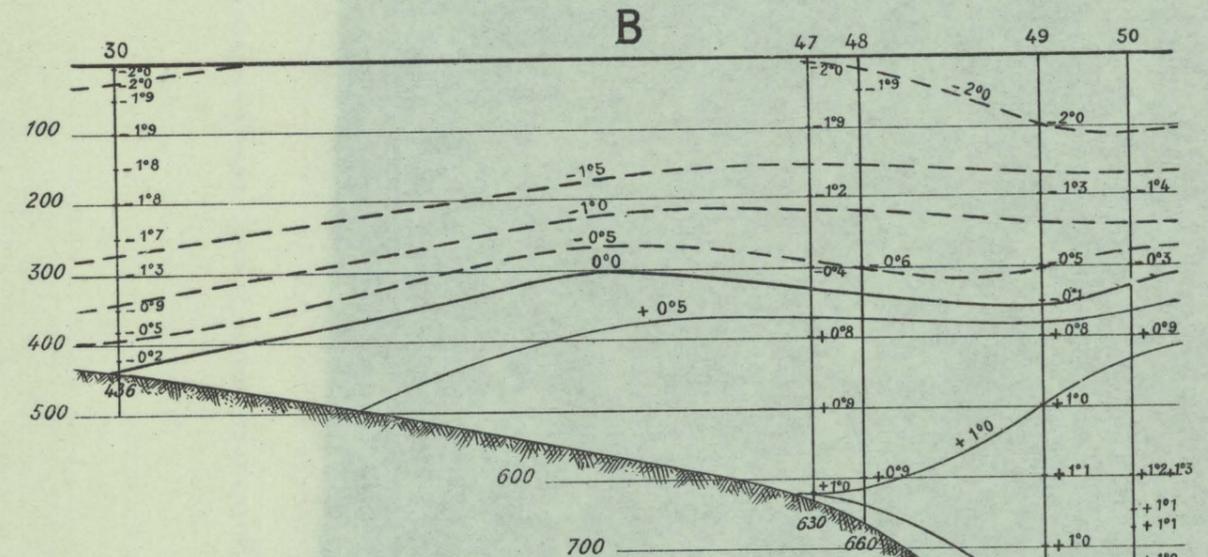
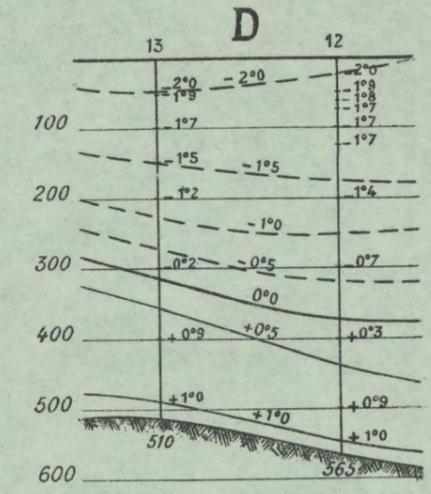
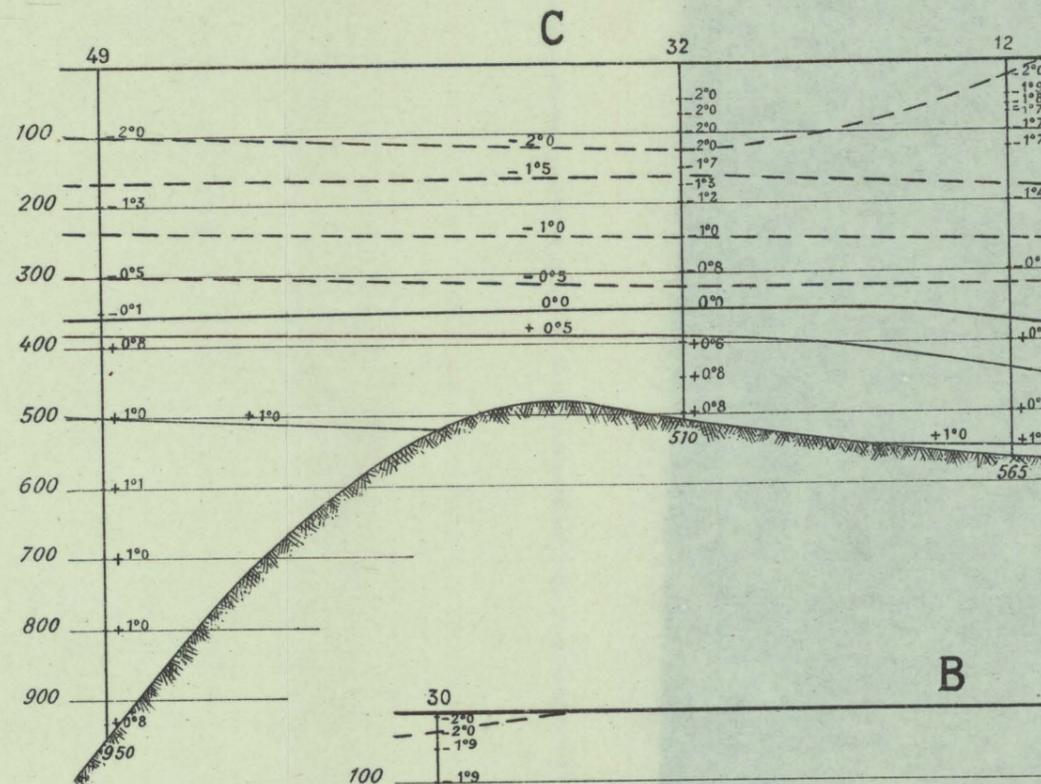
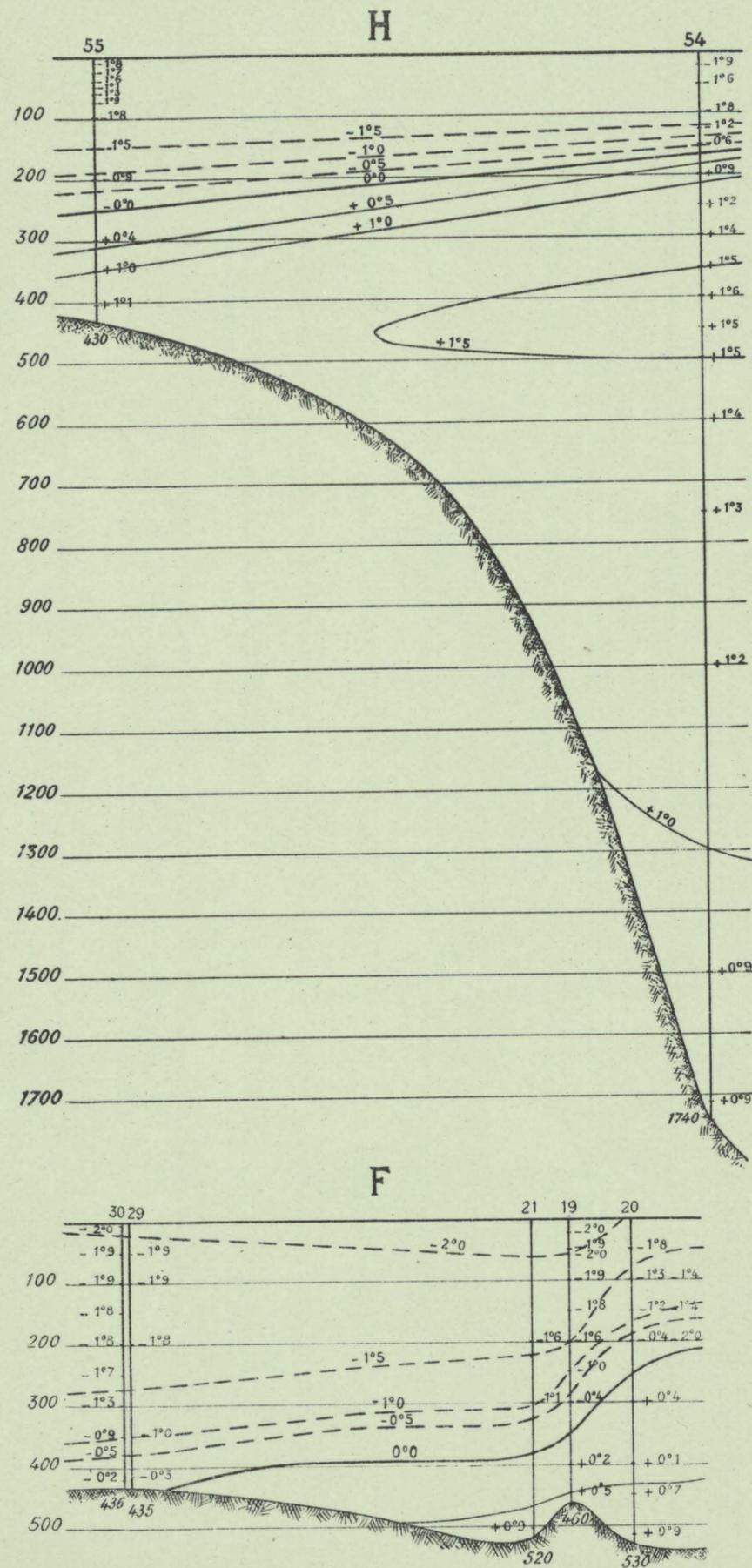
Température de l'air : -7°,8 à 14^h.

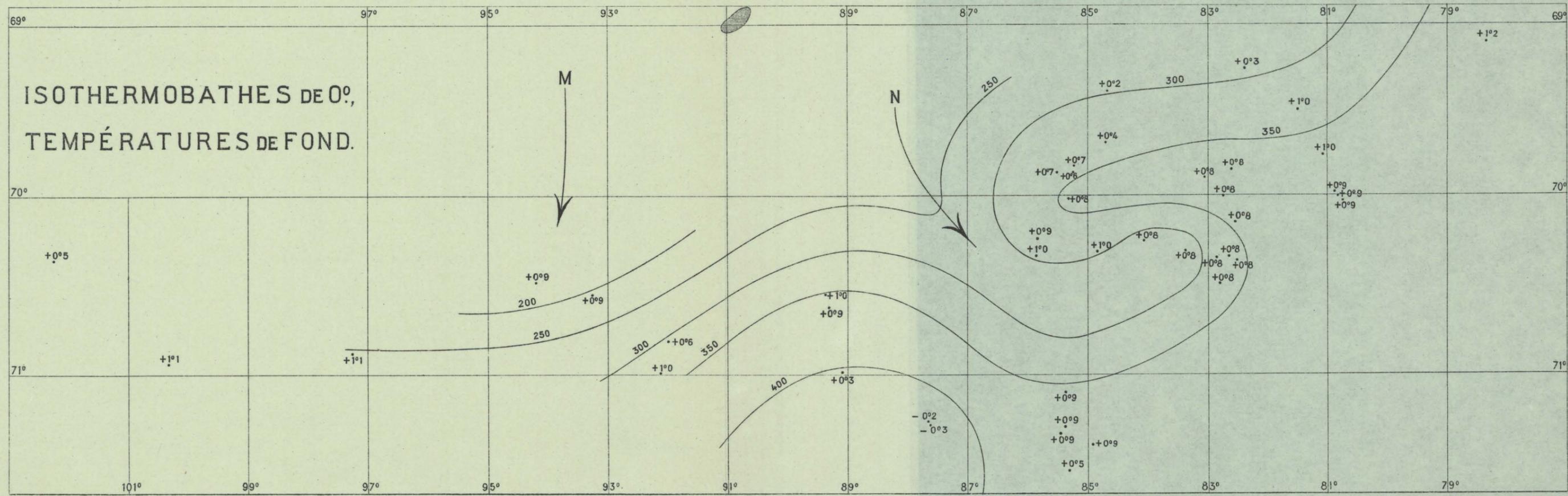
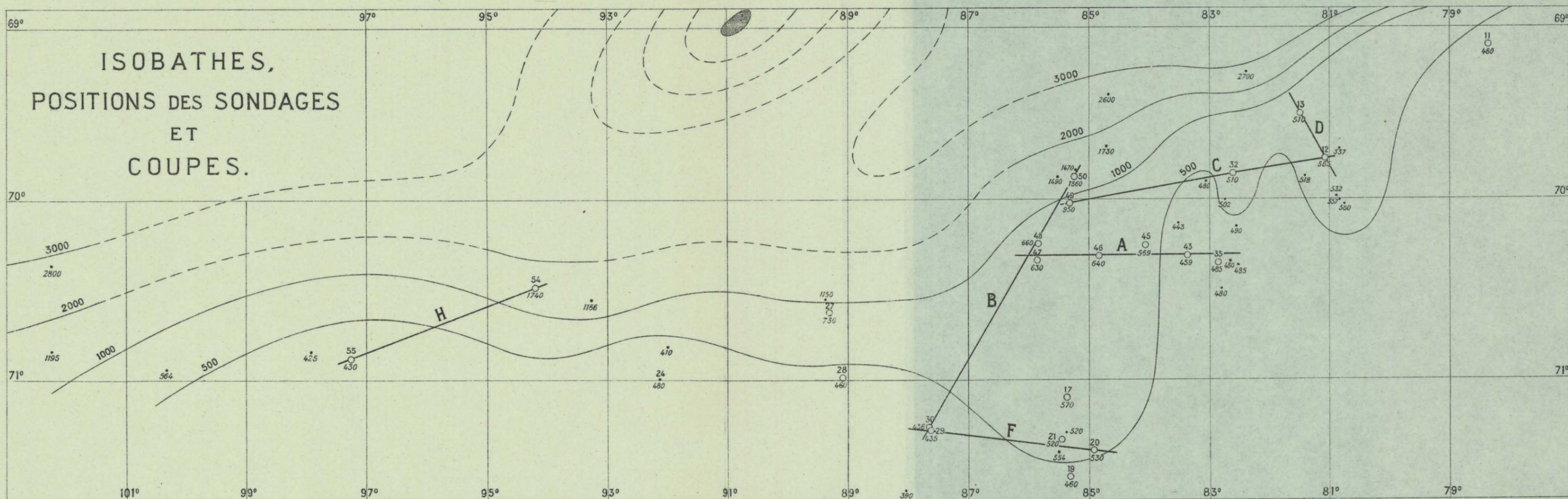
Température à 2780 m. de profondeur : +0°,5.

REMARQUE. — Le sondage a été effectué en mer libre et en vue de la lisière de la banquise.









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. | USAGE DES EXPLOSIFS DANS LA BANQUISE, par G. LECOINTE. |
| *TRAVAUX HYDROGRAPHIQUES ET INSTRUCTIONS NAUTIQUES (Premier fascicule), par G. LECOINTE. Frs 67.50 | |

VOLUME II.

ASTRONOMIE ET PHYSIQUE DU GLOBE.

- | | |
|---|---|
| *ETUDE DES CHRONOMÈTRES (deux parties), par G. LECOINTE Frs 33,50 | *MESURES PENDULAIRES, par G. LECOINTE. Fr. 5.— |
| OBSERVATIONS MAGNÉTIQUES, par C. LAGRANGE et G. LECOINTE. | CONCLUSIONS GÉNÉRALES SUR LES OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES ET MAGNÉTIQUES, par GUYOU. |

VOLUMES III ET IV.

MÉTÉOROLOGIE.

- | | |
|---|---|
| OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES EN MER LIBRE, par H. ARCTOWSKI. | *LA NEIGE ET LE GIVRE, par A. DOBROWOLSKI. Frs 10,00 |
| *RAPPORT SUR LES OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES HORAIRES, par H. ARCTOWSKI. . . Frs 60,00 | *PHÉNOMÈNES OPTIQUES DE L'ATMOSPHÈRE, par H. ARCTOWSKI Frs 6,00 |
| *OBSERVATIONS DES NUAGES, par A. DOBROWOLSKI. » 20,00 | *AÛRORES AUSTRALES, par H. ARCTOWSKI . . » 11,00 |

VOLUME V.

OCÉANOGRAPHIE ET GÉOLOGIE.

- | | |
|---|--|
| SONDAGES, par H. ARCTOWSKI. | COULEUR DES EAUX OCÉANIQUES, par H. ARCTOWSKI. |
| SÉDIMENTS MARINS, par H. VAN HOVE. | LES GLACES, par H. ARCTOWSKI. |
| *RELATIONS THERMIQUES DE L'OCÉAN, par H. ARCTOWSKI et H. R. MILL Frs 10.50 | *LES GLACIERS, par H. ARCTOWSKI Frs 35.50 |
| *DÉTERMINATION DE LA DENSITÉ DE L'EAU DE MER, par J. THOULET. Frs 7,50 | ÉTUDE DES ROCHES, par A. PELIKAN. |
| *RAPPORT SUR LA DENSITÉ DE L'EAU DE MER, par H. ARCTOWSKI et J. THOULET. Frs 3,00 | QUELQUES PLANTES FOSSILES DES TERRES MAGELLANIQUES, par M. GILKINET. |

VOLUMES VI, VII, VIII ET IX.

BOTANIQUE ET ZOOLOGIE.

Botanique.

- | | |
|--|--|
| DIATOMÉES (moins <i>Chaetocérés</i>), par H. VAN HEURCK. | *HÉPATIQUES, par F. STEPHANI } Frs 28,00 |
| PERIDINIENS ET CHAETOCÉRÉS, par FR. SCHÜTT. | *MOUSSES, par J. CARDOT } |
| ALGUES, par E. DE WILDEMAN. | CRYPTOGAMES VASCULAIRES, par M ^{me} BOMMER. |
| *CHAMPIGNONS, par M ^{mes} BOMMER et ROUSSEAU Frs 9.50 | *PHANÉROGAMES, par E. DE WILDEMAN . . Frs 62.50 |
| *LICHENS, par E. A. WAINIO » 12,00 | |

Zoologie.

FORAMINIFÈRES, par VAN DEN BROECK.		*ACARIENS LIBRES, par D ^r TROUËSSART, et A. D. MICHAEL	} Frs 7,50
RADIOLAIRES, par FR. DREYER.		*ACARIENS PARASITES, par G. NEUMANN	
TINTINOIDES, par K. BRANDT.		*ARAIGNÉES ET FAUCHEURS, p ^r E. SIMON.	} Frs 11,00
*SPONGIAIRES, par E. TOPSENT	Frs 16,00	*MYRIAPODES, par C. v. ATTEMS	
*HYDRAIRES, par C. HARTLAUB	» 8,50	*COLLEMBOLLES, par V. WILLEM	} Frs 19,50
SIPHONOPHORES, par C. CHUN.		*ORTHOPTÈRES, par BRUNNER VON WATTENWYL.	
*MÉDUSES, par O. MAAS	Frs 8,50	*HÉMIPTÈRES, par E. BERGROTH.	} Frs 25,00
ALCYONAIRES, par TH. STUDER.		*COLÉOPTÈRES, p ^r E. ROUSSEAU, A. GROUVELLE, H. SCHOUTEDEN, E. BRENSKE, BOILEAU, BOURGEOIS, E. OLIVIER, L. FAIRMAIRE, G. STIERLIN, A. BOVIE et A. LAMEERE	
*PENNATULIDES, par H. F. E. JUNGENSEN	» 3,00	*HYMÉNOPTÈRES, par C. EMERY, J. TOSQUINET, E. ANDRÉ et J. VACHAL	} Fr. 1.00
*MADRÉPORAIRES et HYDROCORALLIAI- RES, par E. v. MARENZELLER	} Frs 5,00	*DIPTÈRES, par J. C. JACOBS, TH. BECKER et E. H. RÜBSAAMEN	
*ACTINIAIRES, par O. CARLGRÉN			*SCAPHOPODEN, par L. PLATE
CTÉNOPHORES, par C. CHUN.		*GASTROPODES ET LAMELLIBRANCHES, par P. PELSENEER	
*HOLOTHURIDES, par E. HÉROUARD	Frs 5,00	*CÉPHALOPODES, par L. JOUBIN	} Frs 48,00
*ASTÉRIDES, par H. LUDWIG	» 19,50	TUNICIERS, par E. VAN BENEDEN.	
*ÉCHINIDES ET OPHIURES, par R. KÖHLER.	» 17,50	*POISSONS, par L. DOLLO	} Frs 24,00
CRINOIDES, par J. A. BATHER.		BILE DES OISEAUX ANTARCTIQUES, par P. PORTIER.	
PLANAIRES, par L. BÖHMIG.		OISEAUX (<i>Biologie</i>), par E. G. RACOVITZA.	} Frs 24,00
CESTODES, TRÉMATODES ET ACANTHOCÉPHALES, par P. CERFONTAINE.		OISEAUX (<i>Systématique</i>), par HOWARD SAUNDERS.	
*NÉMERTES, par BÜRGER	Frs 4,50	*CÉTACÉS, par E. G. RACOVITZA	} Frs 5,50
*NÉMATODES LIBRES, par J. G. DE MAN	» 23,00	EMBRYOGÉNIE DES PINNIPÈDES, par E. VAN BENEDEN.	
NÉMATODES PARASITES, par J. GUIART.		*ORGANOGENIE DES PINNIPÈDES. I. Les extrémités, par H. LÉBOUCQ.	} Frs 5,50
CHAETOGNATHES, par O. STEINHAUS.		ORGANOGENIE DES PINNIPÈDES. II. par BRACHET.	
GÉPHYRIENS, par J. W. SPENGLER.		ENCÉPHALE DES PINNIPÈDES, par BRACHET.	} Frs 4,00
OLIGOCHÈTES, par P. CERFONTAINE.		PINNIPÈDES (<i>Biologie</i>), par E. G. RACOVITZA.	
POLYCHÈTES, par G. PRUVOT et E. G. RACOVITZA.		*PINNIPÈDES (<i>Systématique</i>), par E. BARRETT-HAMILTON	} Frs 4,00
*BRYOZOAIRES, par A. W. WATERS	Frs 27,50	BACTÉRIES DE L'INTESTIN DES ANIMAUX ANT- ARCTIQUES, par J. CANTACUZÈNE.	
*BRACHIOPODES, par L. JOUBIN.	» 5,00	LA BIOGÉOGRAPHIE DE L'ANTARCTIDE, par E. G. RACOVITZA.	
ROTIFÈRES ET TARDIGRADES, par C. ZELINKA.			
PHYLLOPODES, par HÉROUARD.			
*OSTRACODES, par G. W. MÜLLER.	Frs 2,50		
*COPÉPODES, par W. GIESBRECHT	Frs 25,00		
*CIRRIPODES, 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.			

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 & C^{ie}**, 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 & C^o**, 37, Soho Square, W.
- à NEW-YORK, chez **PUTNAM'S Sons**, 27 W, 23^d 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