

EXPÉDITION ANTARCTIQUE BELGE

---

RÉSULTATS

DU

**VOYAGE DU S. Y. BELGICA**

EN 1897-1898-1899

SOUS LE COMMANDEMENT DE

**A. DE GERLACHE DE GOMERY**

---

RAPPORTS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉS AUX FRAIS DU GOUVERNEMENT BELGE, SOUS LA DIRECTION

DE LA

COMMISSION DE LA BELGICA

---

**PHYSIQUE DU GLOBE**

MESURES PENDULAIRES

PAR

**G. LECOINTE**

DIRECTEUR SCIENTIFIQUE DU SERVICE ASTRONOMIQUE A L'OBSERVATOIRE ROYAL DE BELGIQUE

COMMANDANT EN SECOND DE L'EXPÉDITION

---

ANVERS

IMPRIMERIE J.-E. BUSCHMANN

REMPART DE LA PORTE DU RHIN

1907





# MESURES PENDULAIRES

PAR

**G. LECOINTE**

DIRECTEUR SCIENTIFIQUE DU SERVICE ASTRONOMIQUE A L'OBSERVATOIRE ROYAL DE BELGIQUE  
COMMANDANT EN SECOND DE L'EXPÉDITION

---

## INTRODUCTION

Le soin d'effectuer les observations relatives à la Physique du Globe fut confié, dès les débuts de l'organisation de l'Expédition, au Lieutenant d'artillerie Émile Danco.

Il est donc naturel que ce premier mémoire relatant des travaux effectués en partie par Danco comprenne la biographie de notre camarade mort là-bas dans les glaces en accomplissant avec grand cœur tout son devoir.

Émile Danco naquit à Malines, le 27 novembre 1869. Il fit ses études à l'Institut Saint-Louis, à Bruxelles, puis, à l'âge de 17 ans, fut admis à l'École militaire, section des armes spéciales. En 1888, il entra en qualité d'élève sous-lieutenant à l'École d'application.

A l'âge de 19 ans, Danco avait encore le caractère d'un enfant, et ce fait était dû à la sollicitude, affectueuse mais étroite, de son père, le lieutenant-colonel Danco.

Jamais Danco, bien que déjà officier, ne pouvait sortir seul : dès qu'il quittait l'École d'application, il devait rentrer chez lui en ligne droite, et ses promenades avaient lieu toujours sous l'œil vigilant de son père.

C'est en vain qu'en diverses circonstances, il essaya de faire acte d'indépendance. Découragé, il se résigna, et, à sa seconde année de l'École d'application, n'essaya même plus de jouir d'une liberté quelconque sans en avoir, au préalable, obtenu l'autorisation. Cette sévérité excessive, tout en l'empêchant de se préparer à la lutte pour la vie, eut cependant le résultat heureux de le faire travailler sérieusement : il sortit deuxième de la section d'artillerie.

En 1891, il fit son entrée au régiment de Malines et, peu de temps après, il eut la douleur de perdre son père qu'il adorait.

Émile Danco, dont la mère était morte lorsqu'il était au berceau, se trouva donc seul au monde. Il possédait une assez belle fortune, il jouissait de l'estime de ses chefs et de l'affection de tous ses camarades. Chose exceptionnelle, il n'avait pas un seul ennemi.

Malgré son vif attachement pour le 2<sup>e</sup> régiment d'artillerie, il fut pris soudain du violent désir de quitter la Belgique. A la suite de quelle circonstance — peut-être romanesque — cette décision fut-elle prise ? je l'ignore. Toujours est-il qu'il m'écrivit plusieurs fois, en France, m'exprimant son espoir de faire un stage dans la flotte française, comme le comte de Borchgrave et moi-même.

Ses démarches furent malheureusement inutiles, le Gouvernement belge ne voulant pas envoyer à l'étranger un troisième officier.

Sur ces entrefaites, le commandant de Gerlache venait de faire connaître son projet d'expédition au Pôle Sud. Danco alla vers lui, et, avec une insistance extraordinaire, le pria de l'admettre dans son état-major. Le brave garçon souscrivait par anticipation à toutes les exigences du service, à toutes les volontés du chef de l'Expédition, et mettait même à sa disposition une somme de plusieurs milliers de francs. Le commandant de Gerlache cependant hésitait : non qu'il doutât des capacités et du courage de Danco, non qu'il dédaignât l'argent mis à sa disposition et dont il avait le plus grand besoin, mais parce qu'il savait que Danco avait la poitrine très délicate. Enfin, en présence de l'insistance obstinée de notre ami, il finit par céder.

Mais alors se montra, dans l'armée, une vive opposition. Tous les chefs émirent un avis défavorable au départ de Danco et particulièrement l'inspecteur général de l'artillerie, le lieutenant-général de Cuyper, ancien ami du lieutenant-colonel Danco. Il déclara que laisser partir le fils serait l'envoyer à une mort certaine ; que, de plus, ce serait priver l'Expédition d'un membre ayant les mêmes capacités, mais une santé plus robuste.

Danco, inébranlable, tenta une démarche auprès du Ministre de la Guerre ; elle échoua. Désespéré, il s'adressa à l'Archevêque de Malines, qui voulut bien plaider sa cause à la Cour.

L'autorisation tant rêvée arriva enfin.

Guidé par les frères Lagrange, il se prépara aussitôt aux observations magnétiques, et, sous la direction de M. Lancaster, il étudia diverses questions relatives au service météorologique dans lequel il devait seconder M. Arctowski.

Il alla en Autriche où il fit des mesures pendulaires sous la conduite du colonel von Sterneek ; il se rendit à Wilhelmshaven, où le Dr Borgen lui donna de précieux conseils ; enfin, il passa quelques jours en France, à l'Observatoire du parc Saint-Maur.

Il fallait encore s'entraîner physiquement. Dans ce but, il séjourna assez longtemps en Norvège, où il se fortifia, au grand air, dans les excursions à *skis*. Là aussi, avec le dévouement, l'abnégation la plus complète, il aida le commandant de Gerlache qui faisait ses préparatifs de départ.

Depuis le moment du départ de Belgique jusqu'au 17 mai 1898, Danco effectua une série de mesures pendulaires à Rio de Janeiro ; il détermina les éléments magnétiques dans différentes stations du détroit de Gerlache ; enfin, il venait de commencer une importante série d'observations magnétiques lorsque la mort l'enleva.

Lorsque, le 17 mai 1898, le soleil se montra pour la dernière fois, Danco ne se doutait guère que l'hiver allait lui être fatal. Son état de santé était satisfaisant et son moral n'avait subi aucune action déprimante sous l'influence de ses craintes sur l'issue de ce premier hivernage dans la banquise australe.

Mais deux jours à peine après que l'astre eut cessé de paraître, Danco devint souffrant et se traîna péniblement.

Le 27 mai, le docteur Cook nous prévient, le commandant de Gerlache et moi, que Danco est sérieusement atteint : l'affection cardiaque fait des progrès effrayants.

Presque aussitôt l'appétit disparaît chez le malade qui ne consent plus à prendre qu'un

peu de lait condensé et des peptones. Dès ce moment, il lui est défendu de sortir dans la crainte que la bise glacée ne provoque une pneumonie.

Notre pauvre ami se désespère à l'idée d'abandonner momentanément ses observations magnétiques. Sans rien lui dire, je le remplace pour ce travail, me réjouissant à la pensée que, lorsqu'il sera guéri, je lui remettrai ses carnets complètement au courant.

Hélas ! le 29 mai, le mal empire au point que Danco s'aperçoit de son état réel. Désespéré, il me prie de faire ses observations qu'il craint de ne pouvoir reprendre de longtemps. Je le rassure de mon mieux et lui promets de les lui communiquer chaque jour : il pourra même, si cela ne le fatigue pas trop, effectuer lui-même les réductions. Il accepte tout d'abord, mais il a trop présumé de ses forces : il doit renoncer à tout travail.

L'après-midi de ce même jour, le médecin trouve que la maladie fait de tels ravages chez Danco que rien ne peut plus le sauver : une forte albuminurie vient de se déclarer.

Le 2 juin, douloureux réveil, aucun doute n'est plus possible : le dénouement fatal arrive à grands pas. Le commandant me demande de vouloir bien me charger de la cruelle mission d'avertir le mourant.

L'avertir ? le faut-il ? Ce coup ne va-t-il pas hâter la fin ? Et puis, Danco n'a aucun parent ; toutes ses dispositions testamentaires sont réglées... Mais avons-nous le droit de le laisser s'éteindre doucement, inconsciemment ? De commun accord avec MM. de Gerlache et Cook, nous convenons d'attendre encore.

Le 4 juin, vers la soirée, Danco est plus mal : la faiblesse est telle qu'il ne peut plus absorber qu'un peu de jus de citron. Le médecin ayant remarqué que l'oppression du malade augmente dans l'obscurité, deux bougies sont constamment allumées dans sa chambre. Et nous éprouvons la triste impression de veiller déjà dans une chambre mortuaire.

Pauvre Danco ! il nous est si reconnaissant du peu que nous pouvons faire pour lui ! Une chose nous console : il ne voit pas venir la mort. Il parle du retour ; il veut être le premier à revoir la terre ; il ira la guetter dans le nid de corbeau !...

Cette douce illusion est-elle sincère ? ou bien, par une exquise délicatesse de son âme généreuse, veut-il nous donner le change afin de ne pas nous attrister davantage ?

Le dimanche 5 juin, notre malade est si mal que le docteur Cook lui fait, le matin, une injection de morphine. Vers 4 heures de l'après-midi, il se réveille : il n'éprouve aucune douleur, mais sa respiration est haletante. Vers 5 heures, il est nécessaire de faire une nouvelle piqûre de morphine ; le dénouement suprême arrive à grands pas !

Vers 7 heures, le docteur vient nous prévenir que l'agonie a commencé.

Tous, nous nous rendons au carré. Danco est étendu sur le canapé ; il balbutie avec peine quelques mots ; il ouvre, par moments, ses yeux tout grands, puis les referme lentement ; un long râle sort de sa poitrine oppressée.

Le docteur me demande de parler au mourant, mais les mots ne viennent pas ! C'est un ami dévoué, un frère qui est étendu là : j'ai le cœur serré comme dans un étau...

Que dire ? De qui parler à ce pauvre enfant sans famille ? Tout à coup, je me rappelle le culte qu'il professait pour son régiment, le 2<sup>e</sup> d'artillerie ; l'affection reconnaissante et vive que lui inspiraient deux de ses anciens professeurs, les frères Lagrange, ses sages conseillers après la mort de son père ; enfin le lieutenant d'artillerie Henrion, son meilleur ami, presque un frère.

Comme dans un rêve, j'évoquai pour lui, un à un, tous ces noms aimés, et je sentais, à une légère pression de sa main, que ces souvenirs touchaient encore son cœur.

Tout à coup, le râle cesse : une dernière fois, Danco ouvre les yeux, puis les referme à jamais....

Il était 7 heures du soir, le 5 juin 1898.

Danco repose, calme et beau, dans les plis d'un drapeau national. Les hommes de l'équipage viennent, un à un, s'incliner devant le cadavre : la consternation, le regret se lit dans tous les yeux.

Le commandant de Gerlache, le lieutenant Amundsen et moi, nous nous réservons le soin de veiller le mort.

A minuit, c'est mon tour de veille. Une misérable bougie éclaire la chambre mortuaire, absolument glaciale, car, par mesure hygiénique, nous avons entr'ouvert la claire-voie. Le silence le plus complet règne autour de moi, et rien ne peut détourner ma pensée de ce cadavre couché là dans ce drapeau. Pourtant, je n'éprouve plus cette angoisse qui m'étreignait lors de son agonie : je sais qu'il jouit maintenant de l'éternel repos.

Le lundi 6 juin, tout est sombre, tout est gris, le ciel se confond avec la banquise. Le silence n'est interrompu que par les craquements sourds de la mâture ou de la coque du navire. Tout travail est suspendu, excepté pour les matelots Johansen et Knudsen, qui cousent le funèbre sac dans lequel sera ensevelie la dépouille mortelle.

A 4 heures de l'après-midi, tout est prêt. MM. Amundsen, Cook et moi faisons appel à toute notre énergie pour procéder à l'ensevelissement.

Au moment où nous achevons notre funèbre besogne, on frappe à la porte : M. Van Rysselberghe, aide-mécanicien, nous apporte quelques fleurs séchées, dernier souvenir de sa mère au moment du départ de Belgique : « Il avait promis de les garder toujours, mais il se sent dégagé de sa promesse, s'il les donne, comme suprême adieu, à celui qui nous a quittés. » Avec émotion, nous plaçons les fleurs et refermons le linceul. Puis, le corps est descendu sur la banquise et placé sur un traîneau jusqu'au lendemain matin.

La nuit du 6 au 7 juin est rayonnante de beauté : lorsque, d'heure en heure, nous nous rendons sur la dunette pour les observations, nos regards se peuvent se détacher de cette sombre civière qui est là, tout près du bord.

Le 7 juin, à 11 heures du matin, le froid est tel que les hommes ont les plus grandes peines à hisser, dans les haubans, le drapeau belge cravaté de deuil : 35° sous zéro et la bise souffle avec violence. Des matelots pratiquent dans la glace une ouverture pour l'immersion du corps, mais dès que les fragments de glace sont coupés, ceux-ci se congèlent et se réunissent à nouveau.

Le travail n'avance pas, on va même l'abandonner, lorsque, brusquement, une détente se produit, rouvrant une ancienne crevasse. Aussitôt les hommes s'attellent au traîneau funèbre, que nous suivons tous.

Arrivé à la crevasse, on attache des boulets à la partie inférieure du sac, mais au moment où le lieutenant Melaerts veut les pousser vers l'ouverture, la glace se rompt sous son poids ! Déjà une de ses jambes plonge dans l'eau glacée, lorsqu'on parvient à le ressaisir !

Tout le monde se découvre ; le commandant s'avance pour parler, mais il est si profondé-

ment ému qu'aucun son ne parvient à sortir de son gosier contracté. Après quelques moments, il peut enfin prononcer les douloureux regrets et l'adieu éternel.

Alors, les boulets sont poussés dans la mer ; sous cette traction, le cadavre se redresse brusquement, comme s'il reprenait vie ! Tous, nous frémissons, saisis d'une mystérieuse horreur, tandis que lentement, très lentement, le sac glisse, s'enfonce et disparaît sous la banquise, qui, pour mieux garder sa proie, se referme.

O cette banquise d'albâtre tant de fois rêvée par Danco ! cette banquise qui lui sert de mausolée, dans son beau rêve, sans réveil cette fois, et qu'il voit se poursuivre indéfiniment dans la mort !....

Danco fut l'ami le plus dévoué, le plus enthousiaste de l'Expédition. A bord, il montra, en tout et toujours, l'exemple de la plus stricte discipline, de la plus complète abnégation de lui-même ; il fit grandement son devoir.

Le nom de *Terre de Danco* a été donné à la partie de terre resserrant, au Sud-Est, le détroit découvert par l'Expédition.





## CHAPITRE I

### DESCRIPTION DE L'INSTRUMENT ET MÉTHODE D'OBSERVATION (1)

---

*Description du pendule von Sterneck.* — C'est au début de l'année 1897 que l'Expédition antarctique belge fit l'acquisition d'un pendule du type créé par le colonel von Sterneck. Ce modèle d'instrument a certes subi de nombreux perfectionnements depuis lors ; mais, au moment du départ de la BELGICA, il constituait déjà un fort bon appareil de mesure, très pratique pour les observations relatives à la pesanteur dans les régions inhospitalières comme celles de l'Antarctique.

L'instrument a pour objet la détermination de l'intensité de la pesanteur  $g_1$  dans un lieu  $A$ , en fonction de l'intensité  $g_2$  connue pour un lieu  $B$  et des durées  $t_1$  et  $t_2$  de l'oscillation d'un pendule invariable dans les lieux  $A$  et  $B$ . On a en effet la formule :

$$\frac{g_1}{g_2} = \frac{t_2^2}{t_1^2}, \text{ qui donne } g_1 = g_2 \frac{t_2^2}{t_1^2}.$$

L'appareil comprend :

- a) Le pendule proprement dit ;
- b) Le support du pendule ;
- c) L'appareil de coïncidence ;
- d) La pendule ou le chronomètre avec contact électrique ;
- e) Les accessoires : le niveau, le thermomètre, le baromètre, la balance à ressort.

a) — Le pendule proprement dit (fig. 1) est en laiton fortement doré ; sa longueur est de 25 centimètres et sa durée d'oscillation d'une demi-seconde environ. La lentille  $g$ , qui le termine vers le bas, a la forme de deux troncs de cône réunis par leur grande base ; le diamètre de ses petites bases est de 4 centimètres et le diamètre de la grande base centrale est de 8 centimètres.

La lentille pèse 1 kilogramme.

---

(1) La description que nous donnons de l'instrument et la méthode d'observation que nous exposons empruntent plusieurs renseignements aux deux travaux suivants :

Colonel R. VON STERNECK. Der Neue Pendelapparat des K.K. Militär-Geographischen Instituts. *Zeitschrift für Instrumentenkunde*. Julius Springer in Berlin.

ANTON EDLEN VON TRIULZI. Formeln und Hilfstafeln für relative Schwerebestimmungen. *Pola*. Aus der Kaiserl. Königl. Hof- und Staatsdruckerei in Wien.

Les tables I, II et III du présent mémoire sont extraites de ce dernier ouvrage.

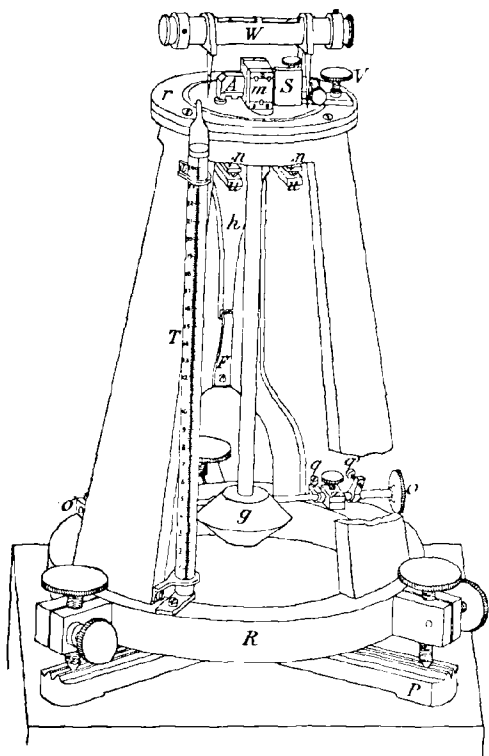


FIG. 1

La tige du pendule est ronde, en laiton ; elle est vissée et soudée d'une part à la lentille et d'autre part à un prisme en agate constituant le couteau.

Ce prisme (fig. 2) porte sur l'une de ses faces un miroir *m*.

Sa face inférieure comporte quatre dents. Les dents 1 et 4, longues de 3 mm., servent à suspendre le pendule en dehors du moment des observations ; les dents 2 et 3, longues de 5 mm., sont les arêtes sur lesquelles le pendule oscille pendant les mesures.

Sur la face opposée à celle qui porte le miroir *m*, une plaque en laiton est fixée sur l'agate et indique le numéro du pendule.

L'arête inférieure des quatre dents du couteau se trouve sur une même ligne droite.

Un appareil complet comporte plusieurs pendules proprement dits ; celui de la BELGICA en comprenait trois, portant les numéros 104, 105 et 106.

b) — Le support du pendule, fait d'une seule coulée, comprend (fig. 1) :

1° Un solide anneau *R* (de 22 centimètres de diamètre et fermé au-dessous par une plaque métallique) ;

2° Trois pieds, partant de l'anneau *R* et s'élevant suivant une surface conique ;

3° Un plateau supérieur *r* (de 10 cm. de diamètre).

Sur le plateau *r* est fixée une plaque circulaire d'agate.

Le plateau supérieur et la plaque d'agate (fig. 3) sont perforés tous deux en leur centre suivant une ouverture elliptique dont le grand axe (orienté vers l'un des pieds) mesure 55 mm. et le petit axe 21 mm.

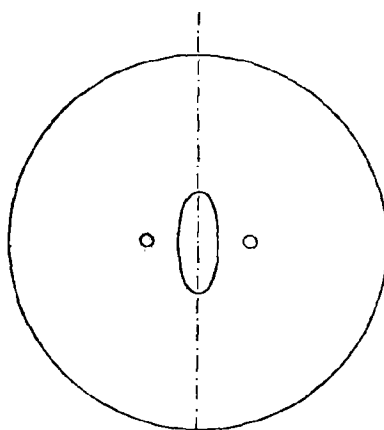


FIG. 3

Le couteau d'un pendule est introduit par en dessous (suivant le grand axe) dans cette ouverture elliptique, puis est tourné suivant le petit axe de l'ellipse.

A droite et à gauche du grand axe de l'ellipse, la plaque d'agate porte deux ouvertures circulaires précisément en dessous des dents 1 et 4 du couteau. Le pendule oscille donc sur les dents 2 et 3 seulement et dans un plan qui passe par l'un des pieds du support.

Ce pied est subdivisé à sa partie inférieure en deux parties, afin de permettre à l'air de circuler librement dans sa direction, lorsque le pendule oscille de son côté.

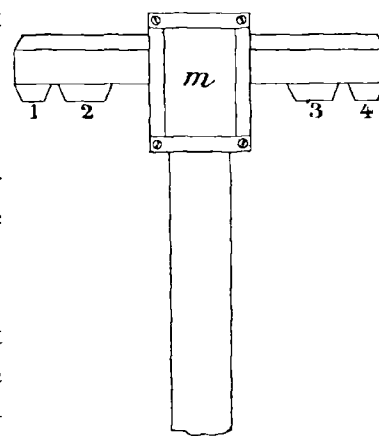


FIG. 2

Pour que les dents 2 et 3 s'usent le moins possible, le dispositif suivant permet de soulever et de soutenir le pendule par les dents 1 et 4, lorsqu'on n'observe pas :

Le long du pied bifurqué (fig. 1 et 4) se trouve le long bras  $h$  d'un levier coudé qui peut se mouvoir légèrement à l'aide d'une vis  $M$  traversant le pied.

L'autre extrémité du levier a la forme d'un fer à cheval et comprend deux bras  $u u$ . Deux ressorts plats, qu'on peut élever ou abaisser près des extrémités  $u u$ , au moyen des vis  $u$ , soutiennent chacun un petit cylindre en laiton  $c$ . Ces petits cylindres pénètrent dans les ouvertures circulaires du plateau  $r$  sous les dents 2 et 3 du pendule. Ils s'appuient constamment sur les ressorts horizontaux du levier, par l'action de petits ressorts à boudin. De même l'extrémité inférieure du levier  $h$  s'appuie constamment sur la vis  $M$ , sous l'action du ressort marqué  $f$  sur la figure 4 et  $F$  sur la figure 1. Si l'on serre la vis  $M$ , les cylindres  $c$  s'élèvent et soulèvent le pendule par les dents 1 et 4. Si l'on desserre la vis  $M$ , les cylindres  $c$  s'abaissent et le pendule repose sur le plateau  $r$

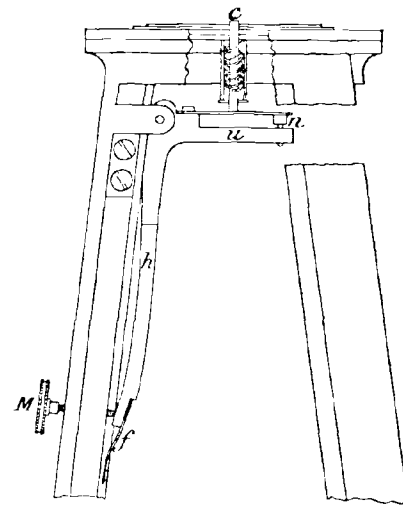


FIG. 4

par les dents 2 et 3, sur lesquelles il peut osciller. Les ressorts plats qui soutiennent les cylindres  $c$  ont pour objet d'amortir les chocs lorsqu'on soulève ou qu'on abaisse le pendule.

Sur le plateau  $r$  on peut fixer, à l'aide de la vis  $V$  (fig. 1), un miroir  $S$  qui, au moyen de deux petites vis, peut être placé parallèlement au miroir  $m$ .

L'anneau inférieur  $R$  repose sur un bâti en fonte, à trois branches  $P$ , et porte trois vis calantes servant à placer horizontalement le plateau  $r$ .

Sur l'anneau  $R$  se trouve également un dispositif permettant d'arrêter le pendule à une amplitude déterminée et de le lâcher ensuite sans secousse.

Sur le milieu d'une tige horizontale  $o o'$  se trouve un petit bras en ivoire  $A$  (voir fig. 1 et 5) qui, lorsqu'on tourne la tige  $o o'$  en sens inverse des aiguilles d'une montre, s'appuie sur la lentille du pendule et le fait s'incliner

Sur la même tige  $o o'$  se trouvent deux autres bras  $q$  et  $q'$  portant chacun deux vis de réglage. La vis du levier  $q'$  vient buter sur l'anneau  $R$  et limite l'amplitude du pendule, amplitude que l'on peut ainsi régler à volonté.

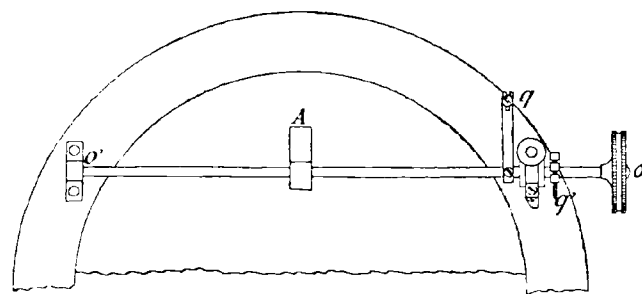


FIG. 5

Lorsqu'on tourne brusquement la tige  $o o'$  dans l'autre sens, le bras  $A$  s'abaisse, abandonne le pendule, le laisse osciller. Dans ce cas, la vis du levier  $q$  limite le mouvement de rotation de la tige  $o o'$ .

Le support du pendule comprend enfin une boîte en verre qui recouvre tout l'appareil lorsqu'il est monté et a pour objet de soustraire le pendule aux courants d'air et d'obtenir une température plus uniforme. De petites ouvertures pratiquées dans cette boîte en verre permettent de manœuvrer la tige  $o o'$  et la vis  $M$  du pied bifurqué à l'aide de leviers spéciaux sans devoir enlever la boîte en verre.

c) — L'appareil de coïncidence est constitué par une caisse métallique reposant sur trois vis calantes et portant sur sa face supérieure une lunette de 23 mm. d'ouverture. Le réticule de cette lunette comprend deux fils simples fixés à angle droit.

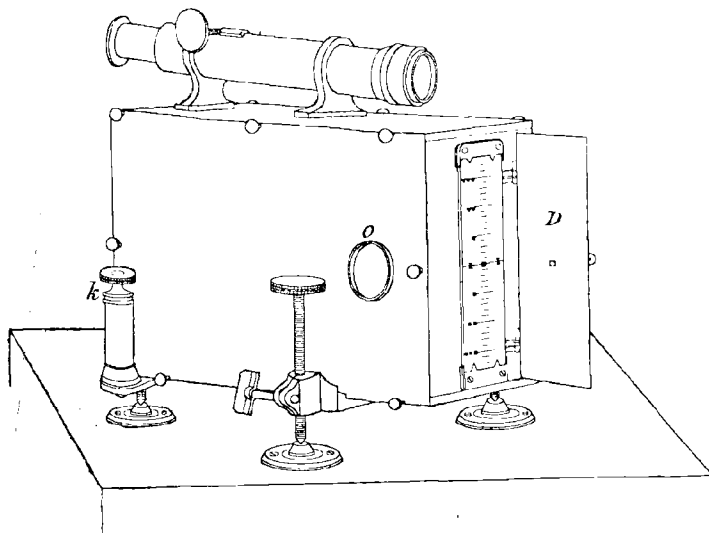


FIG. 6

Le trait zéro de l'échelle graduée, la face correspondante de la caisse de l'appareil de coïncidence et le volet *D* sont percés d'une mince mortaise.

Derrière la fente, à l'intérieur de la caisse (fig. 8), se trouve la plaque *m* fixée sur le support *T* et percée d'une fente de 0,5 mm. de largeur. Derrière la plaque (fig. 8), un miroir *i* réfléchit la lumière pénétrant par la rondelle de verre mat *O*.

Un levier du premier genre *H*, qui a son point d'appui en *L*, est relié d'un côté (à gauche) à un ressort qu'on peut régler à l'aide de la vis *k*. A l'autre extrémité, le levier *H* porte une plaque *t* qui est percée d'une fente analogue à celle de la plaque *m* et qui glisse entre la plaque *m* et la paroi de la caisse.

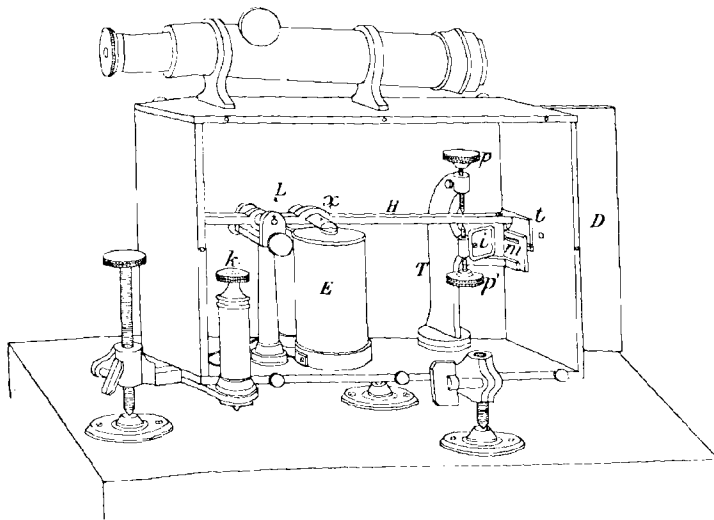


FIG. 8

Un levier du premier genre *H*, qui a son point d'appui en *L*, est relié d'un côté (à gauche) à un ressort qu'on peut régler à l'aide de la vis *k*. A l'autre extrémité, le levier *H* porte une plaque *t* qui est percée d'une fente analogue à celle de la plaque *m* et qui glisse entre la plaque *m* et la paroi de la caisse.

Lorsque la fente de la plaque *t* se trouve devant la fente de la plaque *m*, la lumière qui pénètre par la rondelle *O* est réfléchié par le miroir *i* et dessine dans le petit miroir du pendule un trait lumineux qu'on aperçoit dans la lunette de l'appareil de coïncidence.

Sur la grande face verticale de la caisse située à droite de la lunette (pour un observateur placé à l'oculaire) se trouve une petite ouverture circulaire fermée par une rondelle en verre mat *O*, par laquelle les rayons d'une source lumineuse peuvent pénétrer à l'intérieur de la caisse.

Sur la petite face verticale de la caisse située du côté de l'objectif de la lunette se trouve une échelle graduée sur verre blanc qui peut être masquée par le volet *D* (fig. 6, 7 et 8).

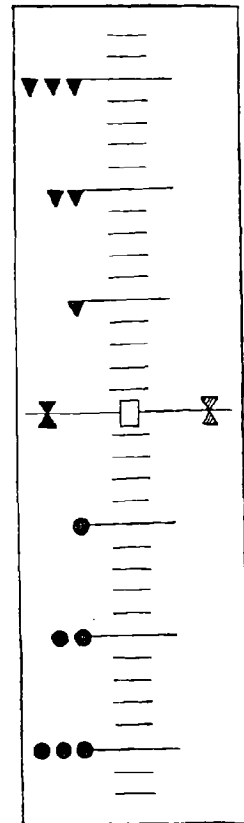


FIG. 7

Une tige de fer doux est fixée, au point *x*, perpendiculairement au levier *H*, et deux vis *p p'* règlent les inclinaisons maximum que le levier *H* peut atteindre.

En dessous de la tige de fer doux se trouve un électro-aimant dans lequel on

*d)* — La pendule ou le chronomètre envoie, toutes les deux secondes et pendant une seconde, un courant dans l'électro-aimant *E*.

Lorsque le courant passe dans l'électro-aimant, la tige de fer doux est attirée et le levier *H* s'incline vers la droite. Lorsque le courant cesse, le ressort (commandé par la vis *k*) incline le levier *H* vers la gauche.

Les vis *p* et *p'* sont réglées de telle sorte que les fentes des plaques *t* et *m* passent l'une devant l'autre pendant le mouvement du levier, mais qu'elles se trouvent recouvertes quand le levier *H* est à son maximum d'inclinaison vers le haut et vers le bas. De ce dispositif, il résulte que chaque fois que la pendule ou le chronomètre ferme ou ouvre le courant, un trait lumineux apparaît dans la lunette de l'appareil de coïncidence.

Toutes les secondes on distingue donc dans la lunette deux traits horizontaux lumineux, mais on ne doit pas s'occuper de l'image surgissant à l'ouverture du circuit, cette image étant moins précise que celle qui se produit à la fermeture du circuit.

Si le pendule battait exactement la demi-seconde et si la pendule battait exactement la seconde, le trait lumineux apparaîtrait toujours au même endroit dans le champ de la lunette. Mais comme ces faits ne se produisent pas, le trait lumineux apparaît dans la lunette chaque fois à une autre place par rapport au fil horizontal du réticule.

Nous n'apercevons cette image sur le fil horizontal du réticule que quand le pendule (au moment précis où cette image apparaît) occupe une position déterminée.

*e)* — Les accessoires comprennent :

Le niveau *W* (voir fig. 1), supporté par trois hautes pointes et servant, selon la méthode usuelle, à rendre le plateau *r* horizontal en manœuvrant les vis calantes.

Le thermomètre *T* (voir fig. 1), qui se compose d'un tube long de 250 mm. et est placé verticalement à hauteur du pendule. Il se trouve dans un tube de verre qui contient une échelle graduée en millimètres.

Des comparaisons (faites à diverses époques pour tenir compte des altérations du zéro) déterminent les températures centigrades correspondant aux valeurs de l'échelle.

Le thermomètre est destiné à indiquer la température du pendule proprement dit, car les variations de cette température déterminent des allongements et des diminutions de longueur du pendule qui en modifient la durée d'oscillation.

Le tube de verre qui entoure le thermomètre diminue quelque peu la sensibilité de cet instrument, mais les températures ainsi observées sont plus voisines des températures réelles du balancier qui varient d'une façon plus lente que celles de l'air extérieur.

Le baromètre est un baromètre ordinaire servant à déterminer la pression barométrique au moment des observations.

La balance à ressort est un tube en cuivre dans lequel se trouve un ressort à boudin et au-dessus de ce ressort, un cylindre de bois. Ce cylindre est repéré pour des efforts de 5 et de 8 kg. La balance à ressort sert à déterminer la correction due au manque de stabilité du support du pendule.

*Pratique des observations au pendule von Sterneck.* — Les opérations s'effectuent dans l'ordre suivant :

On commence par monter avec le plus grand soin le pendule, et deux piliers très stables distants de 3 mètres environ, d'axe en axe. La face supérieure du pilier destiné au support de

l'appareil mesure environ  $40 \times 40$  cm. et celle du pilier réservé à l'appareil de coïncidence  $30 \times 25$  cm.

On dispose le support sur son pilier par l'intermédiaire du bâti en fonte  $P$ , de manière que le pied bifurqué se trouve dans la direction vers laquelle on orientera la lunette de l'appareil de coïncidence et du côté opposé à cette lunette. On place un pendule sur le support de façon qu'il repose par les dents 1 et 4 seulement et que le petit miroir  $m$  soit tourné du côté opposé au pied bifurqué. On fixe le miroir  $S$  sur le plateau  $r$ . On place le thermomètre sur le support et, à l'aide du niveau, on amène le plateau  $r$  à être parfaitement horizontal ; on agit à cet effet sur les vis calantes du support (on amène par des réglages successifs deux droites, perpendiculaires entre elles et dont l'une est dirigée suivant le plan d'oscillation du pendule, à être horizontales). En tournant la vis  $M$ , on laisse descendre le pendule de manière qu'il repose sur les dents 2 et 3 et qu'il soit immobile.

On dispose l'appareil de coïncidence sur son pilier de manière que l'échelle soit à une distance du miroir  $m$  du pendule variant entre 2 et 3 mètres et que, la porte  $D$  étant ouverte, on voie sur le fil horizontal de la lunette l'image réfléchie dans le miroir  $m$  du trait médian de l'échelle, c'est-à-dire du trait qui correspond à la mortaise.

Le fil vertical du réticule doit diviser l'échelle en deux parties égales à droite et à gauche, et ces deux parties doivent être aperçues avec la même netteté.

On arrive à ce résultat en agissant dans l'obscurité et en plaçant une simple bougie près de l'échelle de l'appareil de coïncidence.

On doit également voir dans la lunette l'image réfléchie de l'échelle dans le miroir  $S$ . On vérifie ce fait en faisant osciller doucement le pendule. On distingue alors deux images de l'échelle ; l'une mobile qui est réfléchie dans le miroir  $m$  et l'autre fixe qui est réfléchie dans le miroir  $S$ . A l'aide de la vis  $V$  (fig. 1) et des vis accessoires, on place le miroir  $S$  de manière que l'image fixe de l'échelle ait son trait médian à peu près sur le fil horizontal du réticule.

On tourne ensuite l'axe  $oo'$  (fig. 5) de manière que le petit bras en ivoire  $A$  vienne incliner le pendule et que le fil horizontal du réticule couvre la cinquième division de l'échelle ; on effectue ce réglage à l'aide de la vis du levier  $q'$  (voir fig. 5).

On recouvre le support de la cage vitrée et on place une source lumineuse près du verre dépoli  $O$  (fig. 6).

On relie l'électro-aimant de l'appareil de coïncidence au contact électrique de la pendule ou du chronomètre.

On met le pendule en mouvement en tournant l'axe  $oo'$  (fig. 5), dans le sens de la marche des aiguilles d'une montre. Pour cela, on introduit, par une ouverture de la cage, une tige qui saisit la tête de l'axe dans un petit cône creux dont la surface intérieure est garnie de petites plaques de caoutchouc.

On observe dans la lunette de l'appareil de coïncidence : l'image de l'échelle s'y déplace par exemple de 5 divisions au-dessus et au-dessous du trait médian. On ferme le volet  $D$  et l'on place la lumière près du verre dépoli  $O$ . On lit thermomètre : 9,20 et le baromètre : 749,5.

On note le moment où le trait lumineux produit par la fermeture de circuit passe par le fil horizontal du réticule.

On observe ainsi onze de ces moments. Si le premier a eu lieu à  $6^h 39^m 42^s$ , et le onzième à  $6^h 45^m 39^s$ , il s'est écoulé entre onze coïncidences (c'est-à-dire entre les moments où le pendule a occupé onze fois la même position) un intervalle de temps égale à  $(6^h 45^m 39^s - 6^h 39^m 42^s)$ , soit à  $5^m 57^s$ .

La soixante et unième coïncidence devrait donc avoir lieu à  $6^h 45^m 39^s + 5^m 57^s \times 5$  soit à  $7^h 15^m 24^s$ .

Si l'on recommence à observer vers  $7^h 13^m$ , on constate que la 61<sup>e</sup> coïncidence ne se produit pas à  $7^h 15^m 24^s$ , mais à  $7^h 15^m 19^s$ .

L'écart de 5 secondes provient des erreurs d'observation faites dans la première série.

On observe de nouveau dix coïncidences et on ouvre le volet  $D$  qui nous permet de constater que l'image de l'échelle ne se déplace plus que de 3,5 divisions au-dessus et en dessous du trait médian.

On s'assure enfin que l'image fixe réfléchie dans le miroir  $S$  n'a pas bougé (ce qui indique que ni l'appareil de coïncidence ni le support n'ont subi de déplacement pendant la mesure).

En dressant un tableau analogue à ceux que nous donnons au Chapitre II, on obtient dans la quatrième colonne le temps qui s'est écoulé entre 60 coïncidences.

On fait la moyenne de ces durées et l'on divise par 60. On obtient ainsi la durée  $C = \frac{35^m 36^s,86}{60}$  - soit  $35^s,614$  qui s'écoule entre deux coïncidences.

Comme le pendule bat un peu plus lentement que la demi-seconde il s'ensuit que la durée d'oscillation sera  $t_0 = \frac{35^s,614}{2 \times 35^s,614 - 1}$  soit  $0^s,5071196$ .

Dès qu'on a terminé la deuxième série d'observations, on lit de nouveau le baromètre : 749,5 et le thermomètre : 9,12.

La moyenne des lectures du baromètre est donc 749,5 et la moyenne des lectures du thermomètre  $\frac{9,20 + 9,12}{2} = 9,16$ , ou, en degrés centigrades,  $13^{\circ}8$ .

Après les dernières lectures du baromètre et du thermomètre, on fait l'observation relative à la stabilité du pilier.

On admet à cet effet que si le pendule, par son oscillation  $a$ , amène une oscillation isochrone  $b$  dans le pilier, — oscillation qui évidemment tend à augmenter l'amplitude et par suite la durée de l'oscillation du pendule, — réciproquement une oscillation  $b$  imprimée au pilier imprimera au pendule une oscillation isochrone  $a$ .

On applique ce principe à l'aide de la balance à ressort.

Le pendule reposant sur les dents 2 et 3, *libre et immobile*, et l'image du trait médian de l'échelle se trouvant sur le fil horizontal du réticule, on exerce sur le pilier, dans la cadence de la seconde, des efforts répétés par l'intermédiaire de la balance à ressort.

Supposons qu'on ait exercé 8 fois un effort de 8 kg. Si le pilier n'a pas subi de mouvement, l'image de l'échelle réfléchie dans le miroir  $m$  restera fixe dans la lunette. Si le pilier a subi un mouvement, le pendule se mettra à osciller. Supposons que l'amplitude de cette oscillation soit d'une demi-division de l'échelle et que la distance  $r$  entre l'échelle et le miroir  $m$  soit de  $1^m,82$ .

Or, comme chaque division de l'échelle est de  $0^m,003$ , une division de l'échelle correspondra à un angle  $\alpha$  d'oscillation du pendule tel que  $\operatorname{tg} 2 \alpha = \frac{0,003}{1,82}$ ; d'où  $\alpha = 2' 49''$  ou  $169''$ .

Donc une demi-division correspondra à un angle de  $84''$ .



Sur le pilier, on a effectué 8 fois un effort de 8 kg., soit un effort total de 64 kg. donnant une amplitude d'oscillation de  $8\frac{1}{4}''$ ; 1 kg. a donc donné une amplitude d'oscillation  $\gamma$  égale à  $1''\text{,}31$ . Cet angle sera utilisé dans les calculs de réduction, comme il sera indiqué plus loin dans le paragraphe intitulé *Correction des observations* (1).

*Détermination des constantes instrumentales.* — La durée d'oscillation réduite  $t$  d'un pendule est donnée par la formule :

$$t = t_0 + a + b + c - d \quad (1)$$

dans laquelle

$t_0$  est la durée d'oscillation observée par la méthode des coïncidences, ainsi qu'il a été exposé à la page 15 de ce mémoire ;

$a$  est la correction due à la marche de la pendule avec contact électrique pendant l'intervalle de temps  $t_0$  ;

$b$  est la correction à introduire pour ramener la durée d'oscillation à ce qu'elle aurait été si l'amplitude d'oscillation du pendule, au lieu de correspondre à plusieurs divisions de l'échelle de coïncidence, avait été très petite ;

$c$  est la correction à introduire pour ramener la durée d'oscillation à ce qu'elle aurait été si la température de l'instrument avait été de zéro degré centigrade ;

$d$  est la correction à introduire pour ramener la durée d'oscillation à ce qu'elle aurait été si le pendule avait été soustrait à l'influence de la pression atmosphérique, c'est-à-dire s'il avait oscillé dans le vide.

a) La valeur de la correction  $a$  se calcule par l'étude de la marche de la pendule ; sa détermination ne présente donc aucune difficulté.

b) La correction  $b$  se calcule par la formule :

$$b = -0,5 \frac{1}{4} \sin^2 \frac{A}{2}$$

dans laquelle  $A$  est l'amplitude moyenne d'oscillation du pendule, évaluée en minutes d'arc.

La valeur de  $A$  se calcule à l'aide des formules :

$$A = \alpha \lambda \text{ et } \operatorname{tg} 2\alpha = \frac{0,003}{r}$$

dans lesquelles :

$\lambda$  est la moyenne des divisions de l'échelle lue à l'appareil de coïncidence (au début et à la fin des observations) ;

$\alpha$  est la valeur angulaire, évaluée en minutes d'arc, d'une division de l'échelle déterminée comme il a été indiqué à la page 15 de ce mémoire ;

$r$  est la distance, évaluée en mètres, entre le zéro de l'échelle et le miroir  $m$  du pendule.

La valeur de  $\alpha$  se déduit immédiatement en fonction de la distance  $r$ , à l'aide de la table suivante :

---

(1) Les valeurs de  $\alpha$  se déterminent immédiatement en fonction de  $r$ , à l'aide de la table I donnée à la page 17 de ce mémoire.

TABLE I

$r$	$\alpha$	$r$	$\alpha$	$r$	$\alpha$
1 <sup>m</sup> ,00	5',16	1 <sup>m</sup> ,75	2',95	2 <sup>m</sup> ,50	2',06
I 05	4 97	I 80	2 86	2 55	2 02
I 10	6 69	I 85	2 79	2 60	I 98
I 15	4 48	I 90	2 71	2 65	I 94
I 20	3 30	I 95	2 65	2 70	I 91
I 25	4 14	2 00	2 58	2 75	I 87
I 30	3 97	2 05	2 52	2 80	I 84
I 35	3 83	2 10	2 46	2 85	I 82
I 40	3 68	2 15	2 40	2 90	I 78
I 45	3 56	2 20	2 34	2 95	I 75
I 50	3 44	2 25	2 29	3 00	I 72
I 55	3 33	2 30	2 24	3 05	I 69
I 60	3 22	2 35	2 20	3 10	I 66
I 65	3 13	2 40	2 15	3 15	I 63
I 70	3 03	2 45	2 10	3 20	I 60

La valeur de  $b$  se calcule ensuite en fonction de  $A$  à l'aide de la table suivante :

TABLE II

Angle $A$ évalué en minutes d'arc	$b$ évalué en unités du 7 <sup>e</sup> ordre décimal	Angle $A$ évalué en minutes d'arc	$b$ évalué en unités du 7 <sup>e</sup> ordre décimal	Angle $A$ évalué en minutes d'arc	$b$ évalué en unités du 7 <sup>e</sup> ordre décimal	Angle $A$ évalué en minutes d'arc	$b$ évalué en unités du 7 <sup>e</sup> ordre décimal
4	0	13	5	22	13	30	24
5	1	14	5	23	14	31	25
6	1	15	6	24	15	32	27
7	1	16	7	25	17	33	29
8	2	17	7	26	18	34	31
9	2	18	9	27	19	35	32
10	3	19	10	28	21	36	34
11	3	20	11	29	22	37	36
12	4	21	12				

Exemple : La distance  $r$  étant de 1<sup>m</sup>,82 et la moyenne des amplitudes étant de 4,6 divisions, on aura :

$$\text{(Table I)} \quad \alpha = 2',83$$

$$A = 2',83 \times 4,6 = 13',018$$

$$\text{(Table II)} \quad b = 5 \text{ (unité du 7<sup>e</sup> ordre décimal).}$$

c) La correction  $c$  se calcule à l'aide de la formule :

$$c = \mp m \theta$$

dans laquelle  $\theta$  est la température moyenne, évaluée en degrés centigrades, à laquelle le pendule a oscillé et  $m$  la variation, évaluée en unités du 7<sup>e</sup> ordre décimal, de la durée d'oscillation du pendule pour une variation de 1 degré centigrade dans la température.

Le signe négatif s'applique au cas où  $\theta$  est supérieur à zéro degré et le signe positif au cas où  $\theta$  est inférieur à zéro degré.

La formule donnée ci-dessus admet que la variation de la durée de l'oscillation est proportionnelle à la variation de la température. Cette hypothèse n'est fondée que s'il s'agit de faibles variations dans la température. La valeur de  $m$  se détermine expérimentalement.

Une même pendule directrice actionne électriquement, par l'intermédiaire d'un relais, les deux appareils de coïncidence de deux systèmes complets de pendules.

Chacun des supports de ces systèmes repose sur un socle qui est entouré d'une caisse en bois dont la base carrée mesure 72 cm. de côté et est perforée en son centre pour donner passage au pilier.

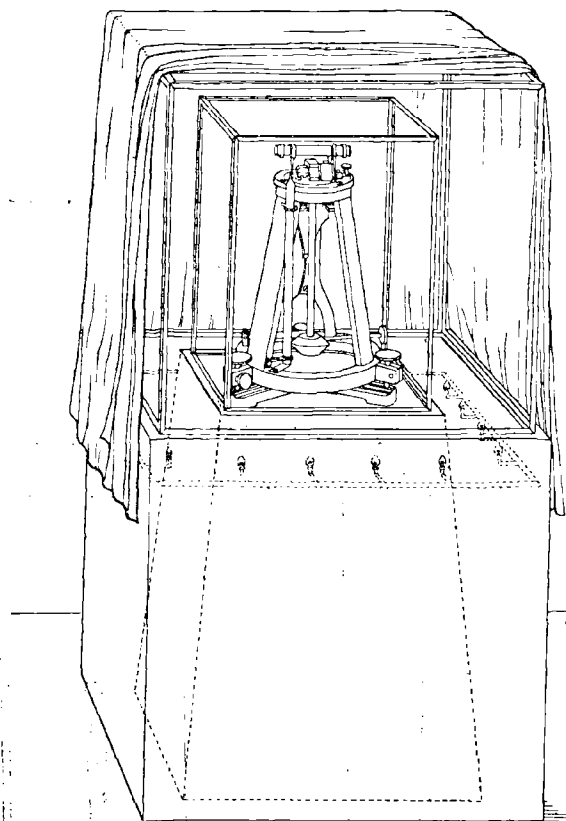


FIG. 9

conditions identiques de stabilité du pilier et de pression atmosphérique.

Il convient encore d'indiquer le procédé employé pour connaître les valeurs de la température du pendule auxquelles correspondent les indications du thermomètre.

A cet effet, on fait usage d'un pendule ayant à sa partie supérieure un prisme en laiton au lieu d'un prisme d'agate. Ce pendule n'oscille pas. Près de la tige en laiton se trouve une tige d'acier de même diamètre, reposant sur le plan supérieur de la lentille et dont l'autre

Le couvercle de la caisse est métallique et peut être chauffé d'une manière uniforme à l'aide de seize petites flammes de gaz. Le support du pendule et le pendule sont placés sur le socle et recouverts d'une caisse de verre.

Au-dessus de cette dernière on place une seconde caisse de verre dont les parois se trouvent à 15 cm. de la première. L'intervalle laissé entre ces deux caisses est chauffé uniformément par le couvercle métallique de la caisse qui entoure le socle en pierre.

Pour maintenir à cette couche d'air une température aussi uniforme que possible, on recouvre la caisse extérieure de couvertures de laine.

A l'aide des dispositifs indiqués ci-dessus, on fait varier alternativement la température de deux appareils similaires et l'on détermine simultanément les durées d'oscillation des pendules.

On obtient ainsi une série de valeurs ayant entre elles des différences qui permettent de calculer la valeur de  $m$ .

Il est certain que la valeur ainsi trouvée suppose que les expériences ont été faites dans des

extrémité se trouve dans le même plan que la surface supérieure du prisme de laiton. La distance entre les deux axes des tiges en laiton et en acier de ce pendule est de 10 mm.

Un miroir vertical repose par deux pointes sur le prisme en laiton et par une troisième pointe sur la tige d'acier.

On observe à une certaine distance, dans une lunette, l'image réfléchie d'une échelle graduée dans le miroir.

On obtient ainsi un thermomètre métallique dont on compare les observations avec les indications du thermomètre ordinaire du support.

Des expériences faites à Vienne ont établi que les trois pendules de l'appareil embarqué sur la BELGICA avaient pour  $m$  une seule et unique valeur et que cette valeur était :  $m = 49,05$ .

On a donc  $c = + 49,05 \theta$ , le signe négatif correspondant au cas où  $\theta$  est supérieur à zéro degré et le signe positif au cas où  $\theta$  est inférieur à zéro degré.

d) La dernière correction  $d$  à introduire dans la formule donnée à la page 16 est relative à l'influence de la résistance de l'air.

On admet, comme pour la correction  $c$ , et ainsi que l'expérience a permis de le faire jusqu'à présent, que sa valeur est proportionnelle à l'élasticité relative de l'air. On se sert de la formule

$$d = - \beta D,$$

dans laquelle  $\beta$  est une constante exprimée en unités du septième ordre décimal d'une seconde et  $D$  l'élasticité relative de l'air pour un état hygrométrique de 70.

La valeur de  $D$  est déduite de la formule

$$D_{70} = \frac{Bmm - 0,2639 f}{760 (1 - 0,00367 \theta)}.$$

$Bmm$  indique la hauteur barométrique réduite à zéro degré centigrade.

$f$  indique, en millimètres, la tension maxima de la vapeur d'eau à la température  $\theta$ .

$\theta$  indique la température, en degrés centigrades, de l'appareil du pendule.

La table donnée à la page 22 est extraite de la notice du lieutenant de vaisseau ANTON EDLEN VON TRIULZI ; elle permet de déterminer immédiatement la valeur de  $D$  en fonction de  $Bmm$  et de  $\theta$ .

Pour déterminer la constante  $\beta$ , on agit comme il a été fait pour le coefficient de température  $m$ .

On place deux appareils pendulaires identiques (et dont les appareils de coïncidence sont actionnés par une même pendule) à l'intérieur d'un vase spécial hermétiquement fixé sur un socle très solide.

A l'aide d'une pompe, on peut raréfier l'air sous le vase. On lit la pression sur un baromètre à siphon dont la branche ouverte peut être mise en communication avec l'intérieur du vase par l'intermédiaire d'un ajustage.

On raréfie alternativement l'air dans les deux vases et l'on détermine les durées correspondantes des oscillations. Les différences existant entre ces durées permettent de calculer  $\beta$ .

Des expériences faites à Vienne ont établi que les trois pendules de l'appareil embarqué sur la BELGICA avaient pour  $\beta$  une seule et unique valeur et que cette valeur était :  $\beta = 561$  ; on a donc l'équation

$$d = - 561 D.$$

*Correction des observations.* — La formule

$$t = t_0 \pm a + b + c + d \quad (1)$$

donnée à la page 16 de ce mémoire doit encore être transformée.

Il faut tenir compte de l'erreur  $e$  provenant du manque de stabilité du pilier.

Or nous avons vu, à la page 16 de ce travail, qu'un effort de 1 kilogramme exercé sur le pilier par l'intermédiaire de la balance à ressort avait donné naissance à une amplitude d'oscillation égale à  $\gamma$  secondes d'arc.

Cette oscillation, créée par le mouvement du pilier, a pour effet d'augmenter l'amplitude et par suite la durée d'oscillation du pendule.

La correction  $e$  est donc toujours négative.

On a admis, ainsi que l'expérience l'a permis jusqu'à présent, que l'accroissement de durée d'oscillation du pendule  $e$  était donné par la formule

$$e = -\delta \gamma,$$

dans laquelle  $\delta$  est déterminé par expérience à l'aide de deux instruments identiques dont les appareils de coïncidence sont actionnés par une même pendule, et  $\gamma$  l'amplitude de l'oscillation, évaluée en secondes d'arc, imprimée au pendule sous un effort de 1 kilogramme qu'on exécuterait sur le pilier par l'intermédiaire de la balance à ressort.

Dans ces conditions, la formule (1) devient :

$$t_1 = t + e.$$

Des expériences faites à Vienne ont établi que la valeur de  $\delta$  était la même pour les trois pendules embarqués sur la BELGICA et était de 12 unités du septième ordre décimal d'une seconde de temps.

On a donc

$$e = -12 \gamma.$$

*Comparaison des intensités de la pesanteur évaluées dans deux stations différentes.* — La formule

$$g_1 = g_2 \frac{t_2^2}{t_1^2}$$

que nous donnons au début de ce travail nous permet de déterminer la valeur de  $g_1$  en fonction de  $g_2$ , de  $t_2$  et de  $t_1$ .

Pour pouvoir comparer entre elles des valeurs ainsi calculées, il faut les réduire au niveau de la mer et les débarrasser des influences dues aux masses de terres avoisinantes.

La première de ces corrections,  $\Delta g_1$ , est positive lorsque la station d'observation se trouve au-dessus du niveau de la mer. On sait, en effet, que l'intensité de la pesanteur augmente à mesure qu'on se rapproche du centre de la Terre.

Si  $R$  représente la valeur du rayon terrestre moyen (soit 6,370,300 mètres) et  $H$  la hauteur, évaluée en mètres, de la station au-dessus du niveau de la mer, la correction  $\Delta g_1$  sera calculée par la formule

$$\Delta g_1 = \frac{2 H}{R} g_1,$$

et l'on aura :

$$g = g_1 + \Delta g_1.$$

La seconde correction à appliquer à  $g_1$  est d'une détermination plus complexe ; elle dépend : 1<sup>o</sup> des couches rocheuses situées sous la station, et 2<sup>o</sup> de l'attraction des masses rocheuses situées au-dessus de la station.

Lorsqu'on opère en plaine, l'attraction des couches situées au-dessous de la station est assimilable à celle d'une plaque de roche d'une étendue infinie dont l'épaisseur est  $H$ . Elle est donnée par la formule

$$A = g_1 \frac{3}{2} \frac{H}{R} \frac{D}{D_m} \quad (2)$$

dans laquelle

$H$  est la hauteur de la station au-dessus du niveau de la mer ;

$R$ , le rayon terrestre moyen, soit 6,370,300 mètres ;

$D$ , la densité moyenne des roches ;

$D_m$ , la densité moyenne de la Terre, soit 5,6.

Cette correction est évidemment soustractive.

Lorsqu'on opère dans une île, sur les flancs d'une montagne, dans une vallée ou au bord de la mer, la correction à appliquer à  $g_1$  se détermine à l'aide de diverses méthodes, exposées d'une façon très complète dans les travaux de HELMERT.

Nous ne décrivons pas ici ces méthodes, attendu que nous n'avons pas eu l'occasion de les utiliser durant la campagne de la BELGICA.

D'une manière générale, ces méthodes sont très difficilement applicables aux régions polaires, attendu qu'elles supposent la connaissance géologique et topographique complète de la contrée où s'effectuent les mesures. Dans les régions polaires, cette connaissance est tout à fait imparfaite, et la plupart du temps même on ne peut se faire aucune idée de la composition des roches ni de la topographie des terres qui sont, en permanence, recouvertes d'une épaisse couche de glace.

TABLE III

Élasticité relative de l'air : D

θ°	<i>Bmm</i> : Baromètre évalué en millimètres et réduit à 0 degré centigrade.															
	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750
6	0.944	0.945	0.947	0.948	0.949	0.951	0.952	0.953	0.954	0.956	0.957	0.958	0.960	0.961	0.962	0.963
7	941	942	943	944	945	947	948	949	951	952	953	954	956	957	958	959
8	937	938	940	940	942	944	944	946	948	948	950	951	952	954	955	956
9	933	934	936	937	938	940	941	942	944	945	946	947	948	950	951	952
10	929	931	933	934	935	937	937	939	940	941	943	944	945	947	948	949
11	927	928	930	930	931	933	933	935	937	937	939	940	941	943	944	945
12	923	924	926	927	928	930	930	932	933	934	936	937	938	940	941	942
13	920	920	922	923	924	926	927	928	930	930	932	934	934	936	937	938
14	916	917	918	919	920	922	923	924	926	927	928	930	931	932	933	934
15	913	913	915	916	917	919	920	921	923	924	925	927	927	929	930	931
16	909	910	911	912	913	915	916	917	919	920	921	923	924	925	926	927
17	906	906	908	909	910	912	913	914	916	917	918	920	921	922	923	924
18	901	903	905	906	907	908	909	911	912	913	914	916	917	918	920	920
19	899	900	901	902	903	905	906	907	908	909	911	912	913	914	916	917
20	896	896	898	899	900	902	903	904	905	906	908	909	910	911	913	914
21	892	892	894	895	896	898	899	900	901	902	904	905	906	907	909	910
22	889	889	891	892	893	895	896	897	898	899	901	902	903	904	906	907
23	885	886	888	889	890	891	893	894	895	896	897	899	899	901	902	903
24	882	883	884	885	886	888	889	890	891	892	895	895	896	897	899	900
25	879	879	880	882	883	885	885	887	888	889	890	892	893	894	896	896
26	875	875	877	878	879	881	882	883	884	885	886	888	889	890	892	893
27	872	872	874	875	876	878	879	880	881	882	883	885	886	887	889	890
28	869	869	871	872	873	874	876	876	878	879	880	882	882	884	885	886
29	865	866	867	868	869	870	872	873	874	875	876	878	879	880	881	882
30	862	862	864	865	866	867	869	869	871	872	873	875	876	877	878	879
31	858	858	860	861	862	864	865	865	866	868	869	871	872	873	874	875
32	855	855	857	858	859	861	862	862	864	865	866	868	869	870	871	872
33	851	852	854	855	856	857	858	859	861	862	863	864	865	866	868	869
34	848	849	850	851	852	853	855	856	857	858	859	860	861	862	864	865
35	0.845	0.845	0.847	0.848	0.849	0.850	0.852	0.852	0.854	0.855	0.856	0.857	0.858	0.859	0.861	0.862

TABLE III (suite)  
Élasticité relative de l'air : D

θ°	<i>B<sub>mm</sub></i> : Baromètre évalué en millimètres et réduit à 0 degré centigrade.															
	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766
6	0.964	0.966	0.967	0.968	0.970	0.971	0.972	0.974	0.975	0.976	0.978	0.978	0.980	0.982	0.982	0.984
7	961	962	963	964	966	967	968	970	971	972	974	975	976	978	979	980
8	958	958	960	961	962	964	965	966	968	969	971	971	973	974	975	977
9	954	955	956	957	958	960	961	962	964	965	967	968	969	970	971	973
10	951	951	953	954	955	957	958	959	961	961	963	964	965	967	968	969
11	947	947	949	951	951	953	954	955	957	958	959	960	961	963	964	965
12	944	944	946	948	948	950	951	952	954	954	956	957	958	960	961	962
13	940	940	942	944	944	946	947	948	950	951	952	954	954	956	958	958
14	936	937	938	940	941	942	943	944	946	947	948	950	951	952	954	955
15	933	934	935	936	937	939	940	941	942	944	945	946	948	949	950	951
16	929	930	931	932	933	935	936	937	938	940	941	942	944	945	946	947
17	926	927	928	929	930	932	933	934	935	937	938	939	941	942	943	944
18	922	923	924	926	927	928	930	930	932	933	934	936	937	938	939	940
19	918	920	921	922	923	924	926	927	928	929	930	932	933	934	936	937
20	915	917	918	919	920	921	923	923	925	926	927	929	930	931	932	934
21	911	913	914	915	916	917	919	920	921	922	923	925	926	927	928	930
22	908	909	911	912	913	914	916	916	918	919	920	922	923	924	925	926
23	905	905	907	908	909	910	912	913	914	916	917	918	919	920	922	923
24	901	902	903	904	906	907	909	910	911	912	913	914	915	916	918	919
25	898	899	900	901	903	904	906	906	907	908	909	911	912	913	915	916
26	894	895	896	897	899	900	902	902	903	904	905	907	908	909	911	912
27	891	892	893	894	896	897	899	899	900	901	902	904	905	906	908	909
28	887	889	889	891	892	893	895	896	897	898	899	900	902	903	904	905
29	883	885	886	887	888	889	891	892	893	894	896	896	898	899	900	901
30					885	886	888	889	890	891	893	893	895	896	897	898
31	876	878	879	880	881	882	884	885	886	888	889	890	892	892	893	894
32	873	874	875	877	878	879	881	882	883	884	886	887	888	889	890	891
33	870	871	872	873	875	876	877	878	879	880	882	882	884	885	886	888
34	866	867	868	869	871	872	873	874	875	876	878	879	880	881	882	884
35	0.863	0.864	0.865	0.866	0.868	0.869	0.870	0.871	0.872	0.873	0.875	0.876	0.877	0.878	0.879	0.880



TABLE III (suite)

Élasticité relative de l'air : D

$\theta^\circ$	<i>Bmm</i> : Baromètre évalué en millimètres et réduit à 0 degré centigrade.													
	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780
6	0.985	0.986	0.988	0.989	0.990	0.992	0.993	0.994	0.995	0.997	0.998	0.999	1.001	1.002
7	981	982	984	985	986	988	989	990	991	993	994	995	997	998
8	978	979	981	982	983	985	985	987	988	989	991	992	993	995
9	974	975	977	978	979	981	981	982	984	985	987	988	990	991
10	971	971	973	975	975	977	978	979	981	982	983	985	986	987
11	967	967	969	971	971	973	974	975	977	978	979	981	982	983
12	964	964	966	968	968	970	971	972	974	975	976	978	979	980
13	960	961	962	964	964	966	967	968	970	971	972	974	975	976
14	956	957	958	960	962	962	964	965	966	968	969	970	971	972
15	952	954	955	956	958	959	961	962	963	965	966	967	968	968
16	949	950	951	952	954	955	957	958	959	961	962	963	964	965
17	946	947	948	949	950	951	953	955	955	957	958	959	960	961
18	942	943	944	945	947	948	949	951	951	953	954	955	957	958
19	938	939	940	941	943	944	945	947	948	949	950	951	953	954
20	934	936	937	938	940	940	942	944	944	946	947	948	950	951
21	931	932	933	934	936	937	938	940	941	942	943	944	946	947
22	927	929	930	931	933	933	935	937	937	939	940	941	943	944
23	924	925	927	927	929	930	931	933	934	935	936	937	939	940
24	920	921	923	923	925	926	927	929	930	931	932	933	935	936
25	917	918	920	920	922	923	924	926	927	928	929	930	931	933
26	913	914	916	916	918	919	920	922	923	924	925	926	927	929
27	910	911	913	913	915	916	917	919	920	921	922	923	924	926
28	906	908	909	910	911	913	913	915	916	917	918	920	921	922
29	902	904	905	906	907	909	909	911	912	913	914	916	917	918
30	899	900	902	903	904	905	906	908	909	910	911	913	913	915
31	895	896	898	899	900	901	902	904	905	906	907	909	910	911
32	892	893	895	896	897	898	899	901	902	903	904	905	906	908
33	889	890	891	893	893	895	896	897	898	899	900	902	903	904
34	885	886	887	889	890	891	892	893	894	895	896	898	899	900
35	0.880	0.882	0.884	0.885	0.886	0.887	0.889	0.889	0.891	0.892	0.893	0.894	0.896	0.896

## CHAPITRE II

### OBSERVATIONS EFFECTUÉES PAR L'EXPÉDITION ANTARCTIQUE BELGE

---

Le lieutenant Danco effectua, en 1897, une première série de mesures pendulaires à Vienne, sous la direction du général von Sterneck. Ces observations avaient pour but de déterminer les constantes de l'appareil et d'obtenir les durées d'oscillation devant permettre de calculer par la suite, en divers endroits, les valeurs relatives de la gravité par rapport à Vienne.

Il fit également des mesures à Uccle et à Rio de Janeiro, mais, ainsi que nous le montrerons plus loin, ces observations n'ont pas donné des résultats satisfaisants.

Enfin, au retour de l'Expédition, Danco étant mort, nous fîmes nous-même une série de mesures pendulaires à Punta Arenas.

En 1906, les deux pendules dont nous disposions encore furent une seconde fois comparés à Vienne, par le général von Sterneck.

Il eût certes été intéressant de profiter de nos escales de Funchal et de Montevideo pour y effectuer des mesures pendulaires, mais la durée de ces escales fut trop courte pour entreprendre un pareil travail.

Nous donnons ci-après des renseignements complets sur chacune de nos stations.

*Observations de Vienne.* — Elles ont été faites en 1897, à l'Institut géographique militaire, sous la surveillance du général von Sterneck, qui avait bien voulu se charger d'initier personnellement Danco au maniement de l'appareil.

Danco ne renseigne pas la valeur obtenue pour  $\gamma$ , c'est-à-dire l'amplitude de l'oscillation imprimée au pendule par le pilier, sous un effort de 1 kilogramme. Faute d'indication, nous admettons que cette valeur était très petite et nous considérons la correction  $e$  comme nulle.

Il en résulte que  $t_1 = t_0$ .

Les observations faites à Vienne, en 1907, sont publiées in extenso aux pages 31 et suivantes de ce mémoire.

Peu après notre départ de Rio de Janeiro, en 1897, Danco nous fit part du fait qu'il ne se souvenait plus des conditions précises dans lesquelles avaient été effectuées ses mesures à Vienne ; il doutait du temps qui avait servi de base : était-ce le temps moyen ou le temps sidéral sur lequel il avait réglé la pendule directrice ?

Lorsque, en 1906, nous reprîmes les observations pendulaires de Danco, en vue de les publier, nous nous rappelâmes les circonstances mentionnées ci-dessus et nous demandâmes

au général von Sterneck de rechercher dans ses archives le renseignement qui nous intéressait. Nous lui exprimâmes aussi le désir de lui voir déterminer à nouveau, à Vienne, des mesures à l'aide de nos pendules.

Le général von Sterneck accueillit favorablement notre demande. Les observations qu'il voulut bien faire à cette fin sont publiées aux pages 37 et suivantes de ce mémoire. Malheureusement, le pendule n° 105 avait disparu (1).

Or, comme on le constatera à la page 29 de ce travail, les mesures faites avec le pendule n° 104, en 1906, diffèrent essentiellement de celles obtenues en 1897 avec ce même pendule ; et comme les deux séries d'observations ont été faites avec le même soin, on doit en conclure à priori que la longueur du pendule n° 104 a varié.

Au contraire, les résultats obtenus avec le pendule n° 106 étant à peu près les mêmes en 1906 et en 1897, on peut en déduire que la longueur de ce pendule est sensiblement restée la même.

Comment la variation de la longueur du pendule n° 104 s'est-elle produite, et vers quelle époque cette variation a-t-elle été maximum, si du moins elle ne s'est pas opérée d'une manière régulière : tel est le problème sur lequel nous reviendrons plus loin, lorsque nous nous occuperons des observations faites dans le détroit de Magellan, à Punta Arenas.

Ajoutons enfin que le général von Sterneck nous a écrit qu'il ne peut y avoir aucun doute sur le temps ayant servi de base en 1897 au réglage de la pendule : il s'agit du temps sidéral, les mesures faites à Vienne en 1906 l'établissent d'ailleurs clairement.

*Observations d'Uccle.* — Elles ont été faites à l'Observatoire royal de Belgique, dans l'ancien pavillon des anémomètres, au centre de la cour d'honneur (2). Une note de Danco dit :

« Des observations faites à l'Observatoire d'Uccle ont donné des résultats qui sont consignés dans les tableaux suivants, mais on ne peut garantir leur exactitude, attendu que la pendule qui a servi de compteur n'a été établie que la veille seulement des observations et que le courant électrique n'a pas fonctionné normalement, par suite d'un léger dérangement qui a nécessité un réglage effectué immédiatement avant de commencer les observations.

» Ces causes ont eu pour résultat probable d'agir sur la régularité de la marche du compteur.

» Les chiffres sont d'autant moins certains que nous n'avons pris que deux comparaisons du compteur avec un chronomètre réglé à environ 6 heures d'intervalle. »

Nous avons repris les calculs et recherché toutes les circonstances particulières dans lesquelles ont été effectuées les observations d'Uccle, en 1897, et nous avons ainsi obtenu pour chacune de ces observations des valeurs de  $g$  ne différant peut-être pas énormément entre elles, mais dont la valeur moyenne est 9,57635, nombre évidemment inexact.

Dans ces conditions, nous nous abstenons de publier ces observations, en nous réservant, s'il y a lieu, d'y revenir prochainement dans les *Annales de l'Observatoire royal de Belgique*,

(1) En 1899, au retour de l'Expédition de la BELGICA, un chronomètre et les instruments qui avaient servi aux observations relatives à la géophysique avaient été offerts à l'École militaire, pour y être conservés dans son musée. Lorsque, en 1906, nous demandâmes en prêt les trois pendules de la BELGICA, le n° 105 manquait.

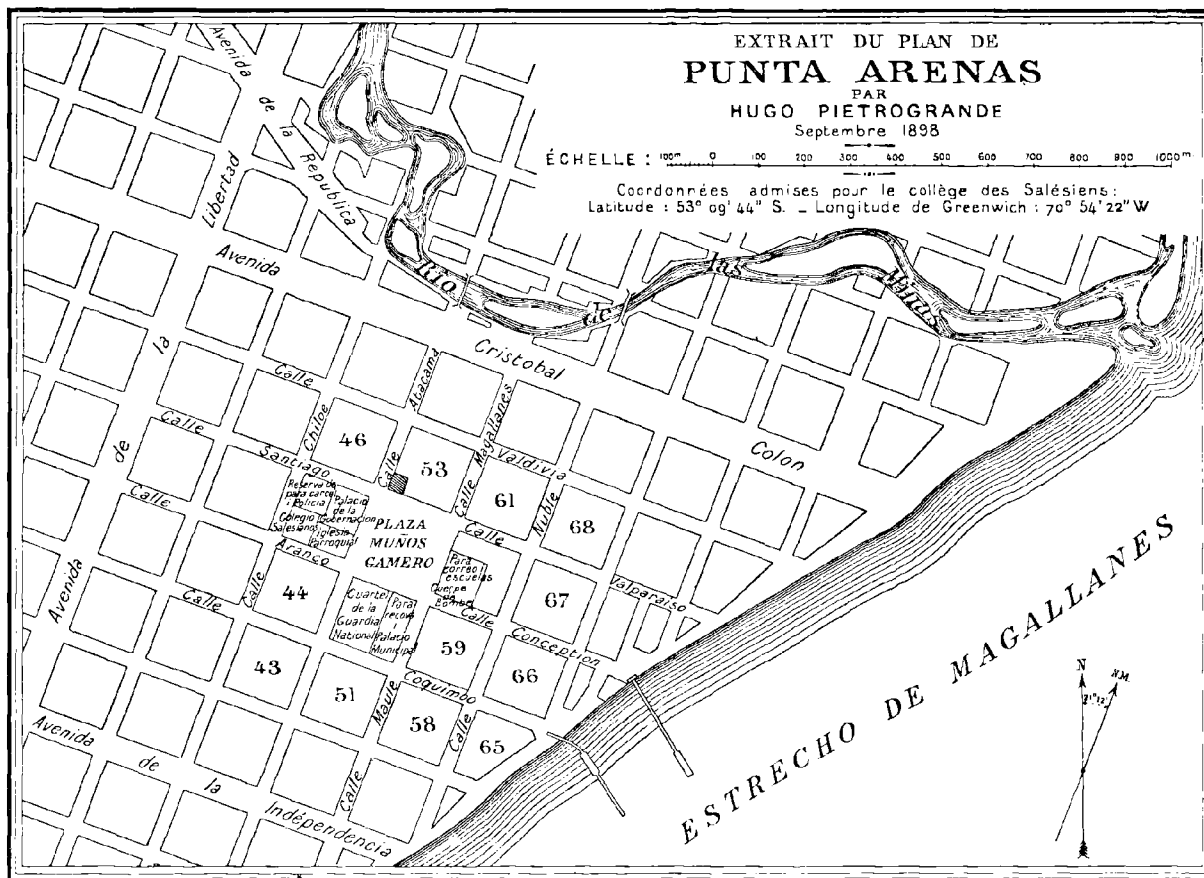
(2) Ce pavillon, devenu sans emploi, sera démoli dans le courant de l'année 1908.

lorsque nous y publierons les résultats des mesures pendulaires de précision que nous allons entreprendre prochainement à Uccle.

*Observations de Rio de Janeiro.* — Elles ont été faites à l'Observatoire national, dans des conditions que nous nous rappelons avoir été renseignées verbalement par Danco comme peu avantageuses. Les marches trouvées pour la pendule régulatrice confirment ce souvenir.

Les valeurs obtenues pour  $g$ , par Danco, dans ces circonstances défavorables, nous paraissent ne pas pouvoir être admises. Ces observations ont d'ailleurs perdu leur intérêt, attendu que des mesures de précision ont été faites en 1901, par O. Hecker, à Rio de Janeiro (1).

*Observations de Punta Arenas.* — Elles ont été faites en l'hôtel de M<sup>me</sup> Nogueira, au coin de la *Calle Atacama* et de la *Calle Santiago* (voir ci-dessous le plan de Punta Arenas, terrain n<sup>o</sup> 53).



D'après les indications qui nous ont été données au « Colegio Salesianos », l'altitude de notre station au-dessus du niveau de la mer aurait été de 10 mètres. Ce chiffre peut être exact, mais devrait être vérifié ; nous n'avons pas eu le temps de nous en assurer.

(1) *Bestimmung der Schwerkraft auf dem Atlantischen Ozean sowie in Rio de Janeiro, Lissabon und Madrid*, mit neun Tafeln, par O. HECKER. — Veröffentlichung des Königl. preussischen Geodätischen Institutes. Nouvelle série, N<sup>o</sup> 11. — 1903.

Le pilier sur lequel reposait l'instrument avait été fait en briques et en mortier de ciment. La maçonnerie était parfaitement sèche lorsque les observations commencèrent, de sorte que la stabilité de l'instrument était grande, comme le prouvent d'ailleurs les valeurs de  $g$  indiquées à la page suivante. La marche de la pendule *a été prise égale à zéro*. Nous avons obtenu ce résultat en la réglant sur un chronomètre sidéral dont nous avons déterminé la marche diurne par des observations à l'horizon artificiel.

Or les remarques suivantes nous font adopter avec réserve l'hypothèse d'une régularité absolue de ce chronomètre <sup>(1)</sup> :

a) Du 13 au 29 mars, on constate des anomalies dans la marche du chronomètre.

b) Le 29 mars, le chronomètre est envoyé à terre afin que son contact électrique soit réparé ; il subit donc des manipulations pouvant transformer sa marche d'une manière sensible.

c) Les observations à l'horizon artificiel ont lieu le 4 avril et le 10 mai, tandis que les observations pendulaires sont faites le 22 avril. La marche du chronomètre est *donc calculée* en fonction des marches des autres chronomètres, marches pouvant être erronées.

d) Les observations à l'horizon artificiel ne donnent évidemment pas une grande précision.

On pourrait se demander pourquoi, dans ces conditions, nous avons choisi ce chronomètre de préférence aux autres, pour les observations faites à terre. Nos raisons sont : 1<sup>o</sup> que ce chronomètre disposant d'un contact électrique, nous espérions pouvoir l'utiliser à la place de la pendule dont le mécanisme avait souffert de son très long séjour dans l'entrepont humide de la BELGICA ; 2<sup>o</sup> que nous ne voulions pas déplacer les chronomètres A et B dans la crainte de troubler leur marche et de nous trouver par ce fait embarrassé plus tard au cours de la navigation ; 3<sup>o</sup> enfin, que le chronomètre C subissait des sauts chaque fois qu'il était transporté à terre <sup>(1)</sup>.

La valeur de  $\gamma$  (oscillation du pilier) a été obtenue en opérant 10 fois un effort de 8 kilog. à l'aide de la balance à ressort.

Lors des observations effectuées à l'aide du pendule n<sup>o</sup> 104, cet effort a produit une oscillation d'une amplitude de 0,15 division de l'échelle, d'où il résulte que  $\gamma = 0'',31$  et que  $e = -12 \times 0,31$ , soit  $-4$  unités du septième ordre décimal.

Lors de l'observation avec le pendule n<sup>o</sup> 105, l'amplitude de l'oscillation a été de 0,25 division de l'échelle, d'où  $e = -6$  unités du septième ordre décimal.

Pour calculer la valeur de  $g$  à Punta Arenas, dressons le tableau récapitulatif suivant :

(1) Résultats du voyage du S. Y. BELGICA en 1897, 1898, 1899. Rapports scientifiques, etc. Astronomie. *Étude des chronomètres* (2<sup>e</sup> partie), par G. LECOINTE, p. 46.

LOCALITÉS	Nos DES PENDULES	DURÉES D'OSCILLATIONS	MOYENNES DES DURÉES D'OSCILLATIONS	
Vienne 1897 . .	104	0.5069438	} 0.5069398	
	»	0.5069408		
	»	0.5069420		
	»	0.5069325		
	»	105	0.5067411	} 0.5067391
		»	0.5067406	
		»	0.5067381	
		»	0.5067366	
	»	106	0.5064567	} 0.5064562
»		0.5064618		
»		0.5064528		
»		0.5064537		
Vienne 1906 . . .	104	0.5069048	} 0.5069046	
	»	0.5069044		
	106	0.5064530	} 0.5064537	
»	0.5064544			
Punta Arenas . .	104	0.5068439	0.5068439	
	105	0.5067035	0.5067035	

Comment utiliser, dans ces conditions, la formule  $g_1 = g_2 \frac{t_2^2}{t_1^2}$ , qui est donnée à la page 9 de ce mémoire et dans laquelle  $g_2 = 9,80876$ .

Si une observation avait été faite à Punta Arenas avec le pendule n° 106, qui n'a pas varié de longueur, ainsi que nous l'avons vu précédemment, la solution serait aisée, tandis que dans le cas qui nous occupe, nous devons faire des hypothèses.

Si on admet que la longueur du pendule n° 105 n'a pas varié (1), on peut poser  $t_2 = 0.5067391$ , et alors l'observation faite à Punta Arenas avec ce pendule donne

$$g_1 = 9,81014.$$

Si on admet maintenant que la variation dans la longueur du pendule n° 104 s'est surtout manifestée après 1899, on peut écrire  $t_2 = 0,5069398$ , et alors avec ce pendule :

$$g_1 = 9,81247.$$

Si on admet au contraire que la variation de la longueur du pendule n° 104 s'est produite presque exclusivement avant 1899, on peut écrire  $t_2 = 0,5069046$ , et alors on trouve avec ce pendule :

$$g_1 = 9,8111.$$

Enfin, si on admet que la longueur du pendule n° 104 a varié uniformément de 1897 à 1906, on trouve avec ce pendule (2) :

$$g_1 = 9,8114.$$

(1) Comme c'est le cas pour le pendule n° 106.

(2) Dans ce cas, on adopte pour  $t_2$  une valeur égale à 0,5069118 obtenue par interpolation pour la date du 22 avril 1899, en tenant compte des deux valeurs de  $t_2$  observées à Vienne en 1897 et en 1906.

En résumé, ces diverses hypothèses nous montrent qu'on a successivement :

Avec le pendule n° 105	. . .	$g_1 = 9,81014.$
—	n° 104	. . . $g_1 = 9,81247.$
—	—	$g_1 = 9,8111.$
—	—	$g_1 = 9,8114.$

Rien ne nous autorise à adopter l'une de ces valeurs plutôt que l'autre; aussi, *pour une première approximation*, serions-nous disposé à admettre, pour  $g_1$ , la moyenne entre la valeur obtenue à l'aide du pendule n° 105 et la valeur 9,8114 obtenue avec le pendule n° 104, c'est-à-dire

$$g_1 = 9,81077.$$

Cette valeur doit encore être corrigée de manière à être ramenée au niveau de la mer. La correction  $\Delta g_1$  donnée à la page 20 du présent mémoire est ici

$$\frac{2 \times 10}{6.370.300} g_1, \text{ soit environ } 0,00003.$$

La valeur de  $g$  à Punta Arenas est ainsi approximativement égale à 9,8108.

*Conclusions.* — Les mesures pendulaires effectuées par l'Expédition ne donnent la valeur de la gravité qu'en un seul point, — à Punta Arenas, — et encore d'une façon approximative seulement.

La rapidité avec laquelle nous avons dû opérer dans le détroit de Gerlache et, disons-le aussi franchement, l'absence d'un matériel spécial pour effectuer, en un court débarquement, des mesures pendulaires, le peu de bras dont on disposait pour effectuer les débarquements, tels sont les motifs essentiels pour lesquels l'Expédition n'a pas observé la gravité sur la Terre de Danco ou sur une des îles de l'archipel de Palmer.

Plus tard, le navire étant prisonnier dans la banquise, il ne fut plus possible de songer aux mesures pendulaires.

Date : 3 mai 1897, à 10 heures du matin.

Station : Vienne, Institut géographique militaire.

Pendule N° 104.

**Thermomètre No 94.**

Début 8°,98  
Fin 8°,90  
Moyennes 8°,94 = 13°,35

**Baromètre No 1328.**

750<sup>mm</sup>,0 t = 14°,2  
750<sup>mm</sup>,0 t = 14°,2  
B<sub>0</sub> = 748<sup>mm</sup>,3

**Amplitude.**

5,0 5,0  
4,2 4,0  
4,6

**Distance.**

r = 1<sup>m</sup>,82

**1° Série.**

1.... 11<sup>h</sup> 24<sup>m</sup> 19<sup>s</sup>,3  
2.... 24 54 0  
3.... 25 29 0  
4.... 26 03 5  
5.... 26 39 0  
6.... 27 13 0  
7.... 27 47 4  
8.... 28 23 0  
9.... 28 57 0  
10.... 29 31 0  
11.... 30 05 7

**2° Série.**

51.... 11<sup>h</sup> 53<sup>m</sup> 11<sup>s</sup>,4  
52.... 53 46 2  
53.... 54 21 0  
54.... 54 57 0  
55.... 55 31 0  
56.... 56 06 0  
57.... 56 40 0  
58.... 57 15 0  
59.... 57 49 0  
60.... 58 24 0

**Durée de 50 coïncid.**

28<sup>m</sup> 52<sup>s</sup>,1  
52 2  
52 0  
53 5  
52 0  
53 0  
52 6  
52 0  
52 0  
53 0

**Réductions.**

t<sub>0</sub> = 0,5073211  
a = — 2592  
b = — 5  
c = — 655  
d = — 521  
t = 0,5069438

Moyenne : 28<sup>m</sup> 52<sup>s</sup>,44  
C = 34<sup>s</sup>,649

Marche diurne de la  
pendule : — 44<sup>s</sup>,136

Date : 3 mai 1897, à 11<sup>h</sup> 20 du matin.

Station : Vienne, Institut géographique militaire.

Pendule N° 105.

**Thermomètre No 94.**

Début 8°,92  
Fin 8°,92  
Moyennes 8°,92 = 13°,31

**Baromètre No 1328.**

750<sup>mm</sup>,0 t = 14°,5  
750<sup>mm</sup>,0 t = 14°,5  
B<sub>0</sub> = 748<sup>mm</sup>,2

**Amplitude.**

5,0 5,0  
4,0 3,5  
4,4

**Distance.**

r = 1<sup>m</sup>,82

**1° Série.**

1.... 12<sup>h</sup> 33<sup>m</sup> 23<sup>s</sup>,0  
2.... 33 59 2  
3.... 34 34 0  
4.... 35 11 0  
5.... 35 45 0  
6.... 36 23 0  
7.... 36 56 2  
8.... 37 34 0  
9.... 38 07 0  
10.... 38 45 0  
11.... 39 19 0

**2° Série.**

51.... 1<sup>h</sup> 3<sup>m</sup> 03<sup>s</sup>,0  
52.... 3 41 0  
53.... 4 14 0  
54.... 4 52 0  
55.... 5 25 0  
56.... 6 03 0  
57.... 6 36 5  
58.... 7 15 0  
59.... 7 48 0  
60.... 8 26 0

**Durée de 50 coïncid.**

29<sup>m</sup> 40<sup>s</sup>,0  
41 8  
40 0  
41 0  
40 0  
40 0  
40 3  
41 0  
41 0  
41 0

**Réductions.**

t<sub>0</sub> = 0,5071182  
a = — 2591  
b = — 5  
c = — 653  
d = — 522  
t = 0,5067411

Moyenne : 29<sup>m</sup> 40<sup>s</sup>,61  
C = 35<sup>s</sup>,612

Marche diurne de la  
pendule : — 44<sup>s</sup>,136



Date : 3 mai 1897, à 12<sup>h</sup> 30 du soir.

Station : Vienne, Institut géographique militaire.

Pendule N° 106.

Thermomètre No 94	Baromètre No 1328.	Amplitude.	Distance
Début 9 <sup>h</sup> ,05	750 <sup>mm</sup> ,0 $t = 15^{\circ},0$	5,0 5,0	$r = 1^m,82$
Fin 9 <sup>h</sup> ,00	750 <sup>mm</sup> ,0 $t = 15^{\circ},0$	4,0 4,0	
Moyennes 9 <sup>h</sup> ,02 = 13 <sup>h</sup> ,50	$B_0 = 748^{\text{mm}},2$	4,5	

1 <sup>e</sup> Série.	2 <sup>e</sup> Série.	Durée de 50 coïncid.	Réductions.
1.... 1 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup> 09 <sup>s</sup> , 0	51.... 2 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup> 03 <sup>s</sup> , 0	30 <sup>m</sup> 54 <sup>s</sup> , 0	$t_0 = 0,5068347$
2.... 43 45 0	52.... 14 39 0	54 0	$a = - 2589$
3.... 44 23 0	53.... 15 17 0	54 0	$b = - 5$
4.... 44 59 6	54.... 15 53 2	53 6	$c = - 662$
5.... 45 37 4	55.... 16 31 0	53 6	$d = - 524$
6.... 46 14 8	56.... 17 07 7	52 9	$t = 0,5064567$
7.... 46 51 5	57.... 16 45 0	53 5	
8.... 47 29 0	58.... 18 23 0	54 0	
9.... 48 05 6	59.... 18 59 0	53 4	
10.... 48 43 0	60.... 19 36 0	53 0	
11.... 49 20 0			
		Moyenne : 30 <sup>m</sup> 53 <sup>s</sup> , 60	Marche diurne de la
		C = 37 <sup>s</sup> , 072	pendule : - 44 <sup>s</sup> , 136

Date : 3 mai 1897, à 4 heures du soir.

Station : Vienne, Institut géographique militaire.

Pendule N° 106.

Thermomètre No 94.	Baromètre No 1328.	Amplitude.	Distance.
Début 9 <sup>h</sup> ,04	749 <sup>mm</sup> ,6 $t = 14^{\circ},4$	5,0 5,0	$r = 1^m,82$
Fin 9 <sup>h</sup> ,05	749 <sup>mm</sup> ,6 $t = 15^{\circ},0$	3,6 3,6	
Moyennes 9 <sup>h</sup> ,05 = 13 <sup>h</sup> ,55	$B_0 = 747^{\text{mm}},8$	4,3	

1 <sup>e</sup> Série.	2 <sup>e</sup> Série.	Durée de 60 coïncid.	Réductions.
1.... 4 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> 11 <sup>s</sup> , 6	61.... 5 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup> 14 <sup>s</sup> , 0	37 <sup>m</sup> 02 <sup>s</sup> , 4	$t_0 = 0,5068400$
2.... 20 48 0	62.... 57 51 0	03 0	$a = - 2589$
3.... 21 25 8	63.... 58 28 3	02 5	$b = - 4$
4.... 22 02 6	64.... 59 05 4	02 8	$c = - 665$
5.... 22 39 0	65.... 59 42 5	03 5	$d = - 524$
6.... 23 16 5	66.... 6 00 19 2	02 7	$t = 0,5064618$
7.... 23 53 4	67.... 00 56 0	02 6	
8.... 24 30 7	68.... 01 33 0	02 3	
9.... 25 07 2	69.... 02 11 0	03 8	
10.... 25 45 0	70.... 02 47 6	02 6	
11.... 26 21 2			
		Moyenne : 37 <sup>m</sup> 02 <sup>s</sup> , 82	Marche diurne de la
		C = 37 <sup>s</sup> , 047	pendule : - 44 <sup>s</sup> , 136

Date : 3 mai 1897, à 5<sup>h</sup> 25 du soir.

Station : Vienne, Institut géographique militaire.

Pendule N° 105.

**Thermomètre No 94.**

Début 9<sup>e</sup>,20  
 Fin 9<sup>e</sup>,12  
 Moyennes 9<sup>e</sup>,16 = 13<sup>e</sup>,77

**Baromètre No 1328.**

749<sup>mm</sup>,5  $t = 15^{\circ},0$   
 749<sup>mm</sup>,5  $t = 15^{\circ},0$   
 $B_0 = 747^{\text{mm}},7$

**Amplitude.**

5,0 5,0  
 4,0 4,0  
 4,5

**Distance.**

$r = 1^{\text{m}},82$

**1<sup>e</sup> Série.**

1.... 6<sup>h</sup> 39<sup>m</sup> 42<sup>s</sup>, 0  
 2.... 40 18 7  
 3.... 40 53 0  
 4.... 41 29 0  
 5.... 42 05 0  
 6.... 42 41 0  
 7.... 43 15 8  
 8.... 43 51 9  
 9.... 44 27 0  
 10.... 45 03 0  
 11.... 45 39 0

**2<sup>e</sup> Série.**

61.... 7<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> 19<sup>s</sup>, 0  
 62.... 15 55 0  
 63.... 16 30 0  
 64.... 17 07 0  
 65.... 17 41 0  
 66.... 18 17 0  
 67.... 18 53 0  
 68.... 19 29 0  
 69.... 20 04 0  
 70.... 20 40 0

**Durée de 60 coïncid.**

35<sup>m</sup> 37<sup>s</sup>, 0  
 36 3  
 37 0  
 38 0  
 36 0  
 36 0  
 37 2  
 37 1  
 37 0  
 37 0

**Réductions.**

$t_0 = 0,5074200$   
 $a = - 2591$   
 $b = - 5$   
 $c = - 675$   
 $d = - 523$   
 $t = 0,5067406$

Moyenne : 35<sup>m</sup> 36<sup>s</sup>, 86  
 $C = 35^{\text{s}}, 614$

Marche diurne de la  
 pendule : - 44<sup>s</sup>,136

Date : 3 mai 1897, à 6<sup>h</sup> 35 du soir.

Station : Vienne, Institut géographique militaire.

Pendule N° 104.

**Thermomètre No 94.**

Début 9<sup>e</sup>,20  
 Fin 9<sup>e</sup>,12  
 Moyennes 9<sup>e</sup>,16 = 13<sup>e</sup>,77

**Baromètre No 1328.**

749<sup>mm</sup>,4  $t = 15^{\circ},2$   
 749<sup>mm</sup>,4  $t = 15^{\circ},2$   
 $B_0 = 747^{\text{mm}},5$

**Amplitude.**

5,0 5,0  
 4,0 3,8  
 4,4

**Distance.**

$r = 1^{\text{m}},82$

**1<sup>e</sup> Série.**

1.... 7<sup>h</sup> 52<sup>m</sup> 15<sup>s</sup>, 0  
 2.... 52 49 0  
 3.... 53 24 0  
 4.... 53 58 7  
 5.... 54 33 0  
 6.... 55 08 0  
 7.... 55 42 7  
 8.... 56 17 0  
 9.... 56 51 9  
 10.... 57 28 0  
 11.... 58 01 0

**2<sup>e</sup> Série.**

61.... 8<sup>h</sup> 26<sup>m</sup> 53<sup>s</sup>, 6  
 62.... 27 29 0  
 63.... 28 03 2  
 64.... 28 38 0  
 65.... 29 13 0  
 66.... 29 47 2  
 67.... 30 22 0  
 68.... 30 57 0  
 69.... 31 31 0  
 70.... 32 06 0

**Durée de 60 coïncid.**

34<sup>m</sup> 38<sup>s</sup>, 6  
 40 0  
 39 2  
 39 3  
 40 0  
 39 2  
 39 3  
 40 0  
 39 1  
 38 0

**Réductions.**

$t_0 = 0,5073200$   
 $a = - 2592$   
 $b = - 4$   
 $c = - 675$   
 $d = - 521$   
 $t = 0,5069408$

Moyenne : 34<sup>m</sup> 39<sup>s</sup>, 27  
 $C = 34^{\text{s}}, 655$

Marche diurne de la  
 pendule : - 44<sup>s</sup>,136

Date : 4 mai 1897, à 9 heures du matin.

Station : Vienne, Institut géographique militaire.

Pendule N° 104.

Thermomètre No 94.		Baromètre No 1328.		Amplitude.		Distance.
Début	8 <sup>c</sup> ,93	749 <sup>mm</sup> ,1	$t = 14^{\circ},0$	5,0	5,0	$r = 1^m,82$
Fin	8 <sup>c</sup> ,94	749 <sup>mm</sup> ,1	$t = 14^{\circ},5$	3,0	3,5	
Moyennes	8 <sup>c</sup> ,935 = 13 <sup>o</sup> ,34	$B_0 = 747^m,4$		4,1		
1 <sup>e</sup> Série		2 <sup>e</sup> Série.		Durée de 80 coïncid.		Réductions.
1....	10 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> 21 <sup>s</sup> , 0	81....	11 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup> 33 <sup>s</sup> , 0	46 <sup>m</sup> 12 <sup>s</sup> , 0		$t_0 = 0,5073182$
2....	27 55 5	82....	14 09 0	13 5		$a = - 2580$
3....	28 32 2	83....	14 43 5	11 3		$b = - 4$
4....	29 04 8	84....	15 18 0	13 2		$c = - 654$
5....	29 39 0	85....	15 52 0	13 0		$d = - 524$
6....	30 14 0	86....	16 27 5	13 5		$t = 0,5069420$
7....	30 49 0	87....	17 02 0	13 0		
8....	31 23 2	88....	17 37 3	14 1		
9....	31 58 0	89....	18 11 2	13 2		
10....	32 33 0	90....	18 47 0	14 0		
11....	33 07 0					
				Moyenne : 46 <sup>m</sup> 13 <sup>s</sup> , 08		Marche diurne de la
				C = 34 <sup>s</sup> ,6635		pendule : - 43 <sup>s</sup> ,944

Date : 4 mai 1897, à 10<sup>h</sup> 45 du matin.

Station : Vienne, Institut géographique militaire.

Pendule N° 105.

Thermomètre No 94.		Baromètre No 1328.		Amplitude.		Distance.
Début	9 <sup>c</sup> ,00	749 <sup>mm</sup> ,2	$t = 14^{\circ},4$	5,0	5,0	$r = 1^m,82$
Fin	8 <sup>c</sup> ,98	749 <sup>mm</sup> ,2	$t = 14^{\circ},4$	3,7	3,7	
Moyennes	8 <sup>c</sup> ,99 = 13 <sup>o</sup> ,44	$B_0 = 747^m,4$		4,3		
1 <sup>e</sup> Série.		2 <sup>e</sup> Série.		Durée de 60 coïncid.		Réductions.
1....	12 <sup>h</sup> 5 <sup>m</sup> 17 <sup>s</sup> , 5	61....	12 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> 56 <sup>s</sup> , 0	35 <sup>m</sup> 38 <sup>s</sup> , 5		$t_0 = 0,5071147$
2....	5 53 0	62....	41 31 0	38 0		$a = - 2579$
3....	6 29 0	63....	42 07 0	38 0		$b = - 4$
4....	7 04 0	64....	42 42 0	38 0		$c = - 659$
5....	7 40 0	65....	43 18 5	38 5		$d = - 524$
6....	8 26 0	66....	43 53 5	37 5		$t = 0,5067381$
7....	8 51 0	67....	44 30 0	39 0		
8....	9 27 0	68....	45 05 0	38 0		
9....	10 02 6	69....	45 41 0	38 4		
10....	10 37 0	70....	46 16 5	39 5		
11....	11 14 0					
				Moyenne : 35 <sup>m</sup> 38 <sup>s</sup> , 34		Marche diurne de la
				C = 35 <sup>s</sup> ,639		pendule : - 43 <sup>s</sup> ,944

Date : 4 mai 1897, à 12 heures du matin.

Station : Vienne, Institut géographique militaire.

Pendule N° 106.

**Thermomètre No 94.**Début 9<sup>c</sup>,10  
Fin 9<sup>c</sup>,03  
Moyennes 9<sup>c</sup>,07 = 13<sup>o</sup>,59**Baromètre No 1328.**749<sup>mm</sup>,2  $t = 14^{\circ},6$   
748<sup>mm</sup>,8  $t = 15^{\circ},0$   
 $B_0 = 747^{\text{mm}},2$ **Amplitude.**5,0 5,0  
3,8 3,8  
4,4**Distance.** $r = 1^{\text{m}},82$ 

1 <sup>e</sup> Série.		2 <sup>e</sup> Série.		Durée de 62 coïncid.	Réductions
1....	1 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup> 20 <sup>s</sup> , 0	63....	2 <sup>h</sup> 2 <sup>m</sup> 40 <sup>s</sup> , 0	38 <sup>m</sup> 20 <sup>s</sup> , 0	$t_0 = 0,5068300$
2....	24 57 0	64....	3 17 0	20 0	$a = - 2578$
3....	25 33 0	65....	3 54 0	21 0	$b = - 4$
4....	26 11 0	66....	4 31 0	20 0	$c = - 667$
5....	26 48 5	67....	5 08 2	19 7	$d = - 523$
6....	27 25 0	68....	5 45 0	20 0	$t = 0,5064528$
7....	28 03 0	69....	6 23 0	20 0	
8....	28 39 0	70....	6 59 0	20 0	
9....	29 16 2	71....	7 37 2	21 0	
10....	29 53 0	72....	8 13 0	20 0	
11....	30 31 0				
				Moyenne : 38 <sup>m</sup> 20 <sup>s</sup> , 17	Marche diurne de la
				C = 37 <sup>s</sup> ,100	pendule : - 43 <sup>s</sup> ,944

Date : 4 mai 1897, à 3<sup>h</sup> 20<sup>m</sup> du soir.

Station : Vienne, Institut géographique militaire.

Pendule N° 106.

**Thermomètre No 94.**Début 9<sup>c</sup>,10  
Fin 9<sup>c</sup>,09  
Moyennes 9<sup>c</sup>,095 = 13<sup>o</sup>,64**Baromètre No 1328**748<sup>mm</sup>,4  $t = 14^{\circ},0$   
748<sup>mm</sup>,2  $t = 15^{\circ},0$   
 $B_0 = 746^{\text{mm}},5$ **Amplitude.**5,0 5,0  
3,8 3,8  
4,4**Distance.** $r = 1^{\text{m}},82$ 

1 <sup>e</sup> Série.		2 <sup>e</sup> Série.		Durée de 60 coïncid.	Réductions.
1....	4 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup> 57 <sup>s</sup> , 0	61....	5 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 01 <sup>s</sup> , 8	37 <sup>m</sup> 04 <sup>s</sup> , 8	$t_0 = 0,5068311$
2....	44 33 0	62....	21 39 0	6 0	$a = - 2578$
3....	45 11 0	63....	22 17 0	6 0	$b = - 4$
4....	45 47 0	64....	22 53 0	6 0	$c = - 669$
5....	46 25 0	65....	23 31 0	6 0	$d = - 523$
6....	47 01 0	66....	24 07 0	6 0	$t = 0,5064537$
7....	47 39 0	67....	24 45 0	6 0	
8....	48 16 0	68....	25 21 0	5 0	
9....	48 53 0	69....	25 59 0	6 0	
10....	49 29 8	70....	26 35 0	5 2	
11....	50 07 0				
				Moyenne : 37 <sup>m</sup> 5 <sup>s</sup> , 70	Marche diurne de la
				C = 37 <sup>s</sup> ,095	pendule : - 43 <sup>s</sup> ,944

Date : 4 mai 1897, à 4<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> du soir.

Station : Vienne, Institut géographique militaire.

Pendule N° 105.

Thermomètre No 94		Baromètre No 1328.		Amplitude.		Distance.
Début	9 <sup>c</sup> ,19	748 <sup>mm</sup> ,1	$t = 14^{\circ},8$	5,0	5,0	$r = 1^m 82$
Fin	9 <sup>c</sup> ,13	748 <sup>mm</sup> ,0	$t = 15^{\circ},0$	4,0	4,0	
Moyennes	9 <sup>c</sup> ,16 = 13 <sup>o</sup> ,77	$B_0 = 746^{\text{mm}},2$		4,5		
1 <sup>e</sup> Série.		2 <sup>e</sup> Série.		Durée de 60 coïncid.		Réductions.
1....	5 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup> 51 <sup>s</sup> , 0	61 ...	6 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup> , 0	35 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup> 8		$t_0 = 0,5071147.$
2....	5 59 27 0	62....	35 05 0	38 0		$a = - 2579$
3....	6 0 03 0	63....	35 41 0	38 0		$b = - 5$
4....	0 36 0	64....	36 16 2	40 2		$c = - 675$
5....	1 14 5	65....	36 52 0	37 5		$d = - 522$
6....	1 49 0	66....	37 27 0	38 0		$t = 0,5067366$
7....	2 25 0	67....	38 03 5	38 5		
8....	3 00 0	68....	38 38 8	38 8		
9....	3 37 0	69....	39 15 0	38 0		
10....	4 12 4	70....	39 50 2	37 8		
11....	4 48 0					
				Moyenne :	35 <sup>m</sup> 38 <sup>s</sup> , 36	Marche diurne de la
				C =	35 <sup>s</sup> ,639	pendule : - 43 <sup>s</sup> ,944

Date : 4 mai 1897, à 5<sup>h</sup> 50<sup>m</sup> du soir.

Station : Vienne, Institut géographique militaire.

Pendule N° 104.

Thermomètre No 94.		Baromètre No 1328.		Amplitude.		Distance.
Début	9 <sup>c</sup> ,22	747 <sup>mm</sup> ,8	$t = 15^{\circ},0$	5,0	5,0	$r = 1^m 82$
Fin	9 <sup>c</sup> ,19	747 <sup>mm</sup> ,8	$t = 15^{\circ},0$	3,8	3,8	
Moyennes	9 <sup>c</sup> ,21 = 13 <sup>o</sup> ,87	$B_0 = 746^{\text{mm}},0$		4,4		
1 <sup>e</sup> Série.		2 <sup>e</sup> Série.		Durée de 60 coïncid.		Réductions.
1....	7 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> 58 <sup>s</sup> , 2	61....	7 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup> 39 <sup>s</sup> , 0	34 <sup>m</sup> 40 <sup>s</sup> , 8		$t_0 = 0,5073111$
2....	20 33 0	62....	55 23 5	40 5		$a = - 2580$
3....	21 07 3	63....	55 48 5	41 2		$b = - 4$
4....	21 43 0	64....	56 24 0	41 0		$c = - 680$
5....	22 17 0	65....	56 57 6	40 6		$d = - 522$
6....	22 51 5	66....	57 33 0	41 5		$t = 0,5069325$
7....	23 25 0	67....	58 07 0	42 0		
8....	24 01 0	68....	58 43 0	42 0		
9....	24 35 2	69....	59 16 0	40 8		
10....	25 11 0	70....	59 52 0	41 0		
11....	25 45 0					
				Moyenne :	34 <sup>m</sup> 41 <sup>s</sup> , 14	Marche diurne de la
				C =	34 <sup>s</sup> ,686	pendule : - 43 <sup>s</sup> ,944

Date : 16 décembre 1906, à 11<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> du matin.

Station : Vienne, Institut géographique militaire.

Pendule N° 104.

Thermomètre No 4.		Baromètre No 30962.		Amplitude.		Distance.
Début	8 <sup>o</sup> ,55	731 <sup>mm</sup> ,7	$t = 12^{\circ},3$	5,0	4,8	$r = 1^m 74$
Fin	8 <sup>o</sup> ,51	731 <sup>mm</sup> ,7	$t = 12^{\circ},1$	3,8	3,0	
Moyenne	8 <sup>o</sup> ,53 = 10 <sup>o</sup> ,73	$B_0 = 736^{\text{mm}},9$			4,2	
1 <sup>o</sup> Série.		2 <sup>o</sup> Série.		Durée de 100 coïncid.		Réductions.
1....	4 <sup>h</sup> 59 <sup>m</sup> 46 <sup>s</sup> , 0	101....	5 <sup>h</sup> 59 <sup>m</sup> 51 <sup>s</sup> , 6	1 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 05 <sup>s</sup> , 6		$t_0 = 0,5070312$
2....	5 0 21 4	102....	6 0 27 2	05 8		$a = - 216$
3....	0 58 0	103....	1 03 8	05 8		$b = - 4$
4....	1 33 4	104....	1 39 2	05 8		$c = - 526$
5....	2 10 2	105....	2 15 8	05 6		$d = - 522$
6....	2 46 0	106....	2 51 6	05 6		$t = 0,5069044$
7....	3 22 6	107....	3 28 2	05 6		
8....	3 58 2	108....	4 3 4	05 2		
9....	4 34 8	109....	4 40 2	05 4		
10....	5 10 2	110....	5 15 8	05 6		
11....	5 46 6	111....	5 52 6			
				Moyenne : 1 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 05 <sup>s</sup> , 6	Marche diurne de la pendule : - 3 <sup>s</sup> ,68	
				C = 36 <sup>s</sup> ,056		

Date : 17 décembre 1906, à midi 30 minutes.

Station : Vienne, Institut géographique militaire.

Pendule N° 104.

Thermomètre No 4.		Baromètre No 30962.		Amplitude.		Distance.
Début	8 <sup>o</sup> ,22	746 <sup>mm</sup> ,2	$t = 11^{\circ},5$	4,3	4,1	$r = 1^m 74$
Fin	8 <sup>o</sup> ,20	745 <sup>mm</sup> ,8	$t = 11^{\circ},7$	3,3	3,1	
Moyenne	8 <sup>o</sup> ,21 = 10 <sup>o</sup> ,14	$B_0 = 751^{\text{mm}},3$			3,7	
1 <sup>o</sup> Série.		2 <sup>o</sup> Série.		Durée de 60 coïncid.		Réductions.
1....	6 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup> 24 <sup>s</sup> , 0	61....	6 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> 27 <sup>s</sup> , 6	36 <sup>m</sup> 03 <sup>s</sup> , 6		$t_0 = 0,5070298$
2....	18 00 8	2....	54 5 0	04 2		$a = - 216$
3....	18 36 4	3....	54 40 0	03 6		$b = - 3$
4....	19 12 8	4....	55 16 8	04 0		$c = - 497$
5....	19 48 0	5....	55 52 0	04 0		$d = - 534$
6....	20 24 8	6....	56 29 0	04 2		$t = 0,5069048$
7....	21 00 6	7....	57 4 2	03 6		
8....	21 37 0	8....	57 41 0	04 0		
9....	22 12 6	9....	58 15 4	02 8		
10....	22 49 0	70....	58 53 0	04 0		
11....	23 24 6	71....	59 30 6			
				Moyenne : 36 <sup>m</sup> 03 <sup>s</sup> , 8	Marche diurne de la pendule : - 3 <sup>s</sup> ,68	
				C = 36 <sup>s</sup> ,063		

Date : 16 décembre 1906, à 2<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> du soir.

Station : Vienne, Institut géographique militaire.

Pendule N° 106.

Thermomètre No 4.		Baromètre No 30962.		Amplitude.		Distance.
Début	8 <sup>c</sup> ,50	732 <sup>mm</sup> ,2	$t = 12^{\circ},0$	4,4	4,2	$r = 1^m 74$
Fin	8 <sup>c</sup> ,50	732 <sup>mm</sup> ,6	$t = 12^{\circ},2$	3,4	3,2	
Moyenne	8 <sup>c</sup> ,50 = 10 <sup>o</sup> ,68	$B_0 = 737^{\text{mm}},6$		3,8		

1 <sup>e</sup> Série.		2 <sup>e</sup> Série.		Durée de 60 coïncid.	Réductions.
1....	7 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup> 44 <sup>s</sup> , 8	61....	7 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> 14 <sup>s</sup> , 0	38 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup> , 2	$t_0 = 0,5065809$
2....	12 23 4	62....	50 53 0	29 6	$a = - 216$
3....	13 1 4	63....	51 30 6	29 2	$b = - 3$
4....	13 41 0	64....	52 9 6	28 6	$c = - 524$
5....	14 18 2	65....	52 47 8	29 6	$d = - 522$
6....	14 57 4	66....	53 27 2	29 8	$t = 0,5064544$
7....	15 35 2	67....	54 4 8	29 6	
8....	16 15 0	68....	54 43 8	28 8	
9....	16 52 8	69....	55 21 4	28 6	
10....	17 31 4	70....	56 1 0	29 6	
11....	18 9 0	71....	56 38 6		

Moyenne :	38 <sup>m</sup> 29 <sup>s</sup> , 36	Marche diurne de la
C =	38 <sup>s</sup> , 489	pendule : - 3 <sup>s</sup> , 68

Date : 17 décembre 1906, à 9<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> du matin.

Station : Vienne, Institut géographique militaire.

Pendule N° 106.

Thermomètre No 4.		Baromètre No 30962.		Amplitude.		Distance.
Début	8 <sup>c</sup> ,20	745 <sup>mm</sup> ,9	$t = 11^{\circ},5$	4,5	4,3	$r = 1^m 74$
Fin	8 <sup>c</sup> ,22	746 <sup>mm</sup> ,1	$t = 11^{\circ},6$	3,5	3,3	
Moyenne	8 <sup>c</sup> ,21 = 10 <sup>o</sup> ,14	$B_0 = 751^{\text{mm}},3$		3,9		

1 <sup>e</sup> Série.		2 <sup>e</sup> Série.		Durée de 60 coïncid.	Réductions.
1....	2 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> 15 <sup>s</sup> , 8	61....	3 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup> 45 <sup>s</sup> , 6	38 <sup>m</sup> 29 <sup>s</sup> , 8	$t_0 = 0,5065781$
2....	35 53 4	62....	14 23 8	30 4	$a = - 216$
3....	36 32 6	63....	15 3 0	30 4	$b = - 4$
4....	37 10 8	64....	15 40 6	29 8	$c = - 497$
5....	37 49 0	65....	16 20 0	31 0	$d = - 534$
6....	38 27 2	66....	16 57 4	30 2	$t = 0,5064530$
7....	39 6 6	67....	17 36 8	30 2	
8....	39 44 6	68....	18 14 6	30 0	
9....	40 23 2	69....	18 53 8	30 6	
10....	41 1 4	70....	19 31 8	30 4	
11....	41 40 8	71....	20 11 0		

Moyenne :	38 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup> , 28	Marche diurne de la
C =	38 <sup>s</sup> , 505	pendule : - 3 <sup>s</sup> , 68

Date : 22 avril 1899, de 2<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> à 3<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> du soir.Station : Punta Arenas, Hôtel de M<sup>me</sup> Nogueira.

Pendule N° 104.

**Thermomètre No 22.**Début 6<sup>c</sup>,15  
Fin 6<sup>c</sup>,05  
Moyennes 6<sup>c</sup>,10 = 7<sup>o</sup>,05**Baromètre Fortin.**758<sup>mm</sup>,35  $t = 7^{\circ},2$   
758<sup>mm</sup>,00  $t = 6^{\circ},8$   
 $B_0 = 757^{\text{mm}},3$ **Amplitude.**4,8 4,8  
3,0 2,8  
3,8**Distance.** $r = 1^{\text{m}} 84$ **1<sup>re</sup> Série.**1.... 11<sup>h</sup> 29<sup>m</sup> 17<sup>s</sup>, 5  
2.... 29 54 0  
3.... 30 29 5  
4.... 31 07 0  
5.... 31 43 5  
6.... 32 20 0  
7.... 32 56 0  
8.... 33 32 5  
9.... 34 09 5  
10.... 34 46 0  
11.... 35 22 5**2<sup>re</sup> Série.**61.... 12<sup>h</sup> 05<sup>m</sup> 50<sup>s</sup>, 0  
62.... 6 26 5  
63.... 7 03 0  
64.... 7 40 5  
65.... 8 17 0  
66.... 8 53 0  
67.... 9 30 5  
68.... 10 06 5  
69.... 10 43 0  
70.... 11 20 0**Durée de 60 coïncid.**36<sup>m</sup> 32<sup>s</sup>, 5  
32 5  
33 5  
33 5  
33 5  
33 0  
34 5  
34 0  
33 5  
34 0**Réductions.** $t_0 = 0,5069335$   
 $a = 0$   
 $b = - 3$   
 $c = - 346$   
 $d = - 543$   
 $e = - 4$   
 $t_1 = 0,5068439$ Moyenne : 36<sup>m</sup> 33<sup>s</sup>, 45C = 36<sup>s</sup>, 557Marche diurne de la  
pendule : 0

Date : 22 avril 1899, à 5 heures du soir.

Station : Punta Arenas, Hôtel de M<sup>me</sup> Nogueira.

Pendule N° 105.

**Thermomètre No 22.**Début 6<sup>c</sup>,5  
Fin 6<sup>c</sup>,2  
Moyennes 6<sup>c</sup>,35 = 7<sup>o</sup>,55**Baromètre Fortin.**757<sup>mm</sup>,65  $t = 6^{\circ},0$   
757<sup>mm</sup>,25  $t = 4^{\circ},0$   
 $B_0 = 756^{\text{mm}},8$ **Amplitude.**5,1 5,1  
4,5 3,8  
4,6**Distance.** $r = 1^{\text{m}} 84$ **1<sup>re</sup> Série.**1.... 1<sup>h</sup> 02<sup>m</sup> 24<sup>s</sup>, 0  
2.... 3 01 0  
3.... 3 38 7  
4.... 4 15 0  
5.... 4 52 5  
6.... 5 30 5  
7.... 6 07 7  
8.... 6 44 0  
9.... 7 22 2  
10.... 7 59 0  
11.... 8 36 5**2<sup>re</sup> Série.**61.... 1<sup>h</sup> 39<sup>m</sup> 40<sup>s</sup>, 5  
62.... 40 18 0  
63.... 40 55 0  
64.... 41 33 0  
65.... 42 09 5  
66.... 42 47 5  
67.... 43 24 0  
68.... 44 02 0  
69.... 44 38 5  
70.... 45 17 0**Durée de 60 coïncid.**37<sup>m</sup> 16<sup>s</sup>, 5  
17 0  
16 3  
18 0  
17 0  
17 5  
16 3  
18 0  
16 3  
18 0**Réductions.** $t_0 = 0,5067958$   
 $a = 0$   
 $b = - 5$   
 $c = - 370$   
 $d = - 542$   
 $e = - 6$   
 $t_1 = 0,5067035$ Moyenne : 37<sup>m</sup> 17<sup>s</sup>, 09C = 37<sup>s</sup>, 285Marche diurne de la  
pendule : 0





# MESURES PENDULAIRES

PAR

**G. LECOINTE**

DIRECTEUR SCIENTIFIQUE DU SERVICE ASTRONOMIQUE A L'OBSERVATOIRE ROYAL DE BELGIQUE  
COMMANDANT EN SECOND DE L'EXPÉDITION

Sorti des presses de J.-E. BUSCHMANN, Anvers  
le 15 Avril 1906.

## ERRATA

Page 2, *au lieu de* : 15 avril 1906,  
*lire* : 15 avril 1907.

- » 11, ligne 10, par le haut, *au lieu de* : les dents 2 et 3,  
*lire* : les dents 1 et 4.
- » 13, » 1, » *au lieu de* : toutes les deux secondes et pendant une seconde un  
courant dans l'électro-aimant E,  
*lire* : toutes les secondes un courant instantané dans  
l'électro-aimant E.
- » 13, » 12, » *au lieu de* : ouverture du circuit,  
*lire* : fermeture du circuit.
- » 13, » 13, » *au lieu de* : fermeture du circuit,  
*lire* : ouverture du circuit.
- » 14, » 7, par le bas, *au lieu de* : on lit thermomètre,  
*lire* : on lit le thermomètre.
-

# 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.

*ÉTUDE 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.	

## VOLUMES III ET IV.

### MÉTÉOROLOGIE.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES EN MER LIBRE, par H. ARCTOWSKI.	} *LA NEIGE ET LE GIVRE, par A. DOBRŹOWSKI. 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. DOBRŹOWSKI. . . . . » 20,00		*AURORES AUSTRALES, par H. ARCTOWSKI . . . » 11,00
		DISCUSSION DES RÉSULTATS MÉTÉOROLOGIQUES, par A. LANCASTER.

## 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.		LES GLACIERS, par H. ARCTOWSKI.
*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 <sup>me</sup> BOMMER.
*CHAMPIGNONS, par M <sup>mes</sup> 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.	
RADIOLAIRES, par FR. DREYER.	
TINTINOÏDES, par K. BRANDT.	
*SPONGIAIRES, par E. TOPSENT . . . . .	Frs 16,00
*HYDRAIRES, par C. HARTLAUB . . . . .	» 8,50
SIPHONOPHORES, par C. CHUN.	
*MÉDUSES, par O. MAAS . . . . .	Frs 8,50
ALCYONAIRES, par TH. STUDER.	
PENNATULIDES, par H. F. E. JUNGENSEN.	
*MADRÉPORAIRES et HYDROCORALLAIRES, par E. v. MARENZELLER . . . . .	Frs 5,00
*ACTINIAIRES, par O. CARLGRÉN . . . . .	
CTÉNOPHORES, par C. CHUN.	
*HOLOTHURIDES, par E. HÉROUARD . . . . .	Frs 5,00
*ASTÉRIDES, par H. LUDWIG . . . . .	» 19,50
*ÉCHINIDES ET OPHIURES, par R. KÖHLER . . . . .	» 17,50
CRINOÏDES, par J. A. BATHER.	
PLANAIRES, par L. BÖHMIG.	
CESTODES, TRÉMATODES ET ACANTHOCÉPHALES, par P. CERFONTAINE.	
*NÉMERTES, par BÜRGER . . . . .	Frs 4,50
*NÉMATODES LIBRES, par J. G. DE MAN . . . . .	» 23,00
NÉMATODES PARASITES, par J. GUIART.	
CHAETOGNATHES, par O. STEINHAUS.	
GÉPHYRIENS, par J. W. SPENGLER.	
OLIGOCHÈTES, par P. CERFONTAINE.	
POLYCHÈTES, par G. PRUVOT et E. G. RACOVITZA.	
*BRYOZOAIRES, par A. W. WATERS . . . . .	Frs 27,50
*BRACHIOPODES, par L. JOUBIN . . . . .	» 5,00
ROTIFÈRES ET TARDIGRADES, par C. ZELINKA.	
PHYLLOPODES, par HÉROUARD.	
*OSTRACODES, par G. W. MÜLLER . . . . .	Frs 2,50
*COPEPODES, par W. GIESBRECHT . . . . .	Frs 25,00
*CIRRIPÈDES, par P. P. C. HOEK . . . . .	» 12,00
CRUSTACÉS ÉDRYOPHTHALMES, par CH. PÉREZ.	
SCHIZOPODES ET CUMACÉS, par H. J. HANSEN.	
CRUSTACÉS DÉCAPODES, par H. COUTIÈRE.	
PYCNOGONIDES, par G. PFEFFER.	
PÉDICULIDES, par V. WILLEM.	
*ACARIENS LIBRES, par Dr TROUSSERT, et A. D. MICHAEL . . . . .	Frs 7,50
*ACARIENS PARASITES, par G. NEUMANN . . . . .	
*ARAIGNÉES ET FAUCHEURS, par E. SIMON.	
*MYRIAPODES, par C. v. ATTEMS . . . . .	Frs 11,00
*COLLEMBOLLES, par V. WILLEM . . . . .	
*ORTHOPTÈRES, par BRUNNER VON WATTENWYL.	
*HÉMIPTÈRES, par E. BERGROTH . . . . .	
*COLÉOPTÈRES, par E. ROUSSEAU, A. GROUVELLE, H. SCHOUTEDEN, E. BRENSKE, BOILEAU, BOURGEOIS, E. OLIVIER, L. FAIRMAIRE, G. STIERLIN, A. BOVIE et A. LAMEERE . . . . .	Frs 19,50
*HYMÉNOPTÈRES, par C. EMERY, J. TOSQUINET, E. ANDRÉ et J. VACHAL . . . . .	
*DIPTÈRES, par J. C. JACOBS, TH. BECKER et E. H. RÜBSAAMEN . . . . .	
SOLÉNOCONQUES, par L. PLATE.	
*GASTROPODES ET LAMELLIBRANCHES, par P. PÉLSENER . . . . .	Frs 25,00
*CÉPHALOPODES, par L. JOUBIN . . . . .	
TUNICIERS, par E. VAN BENEDEN.	
*POISSONS, par L. DOLLO . . . . .	Frs 48,00
BILE DES OISEAUX ANTARCTIQUES, par P. PORTIER.	
OISEAUX ( <i>Biologie</i> ), par E. G. RACOVITZA.	
OISEAUX ( <i>Systématique</i> ), par HOWARD SAUNDERS.	
*CÉTACÉS, par E. G. RACOVITZA . . . . .	Frs 24,00
EMBRYOGÉNIE DES PINNIPÈDES, par E. VAN BENEDEN.	
*ORGANOGENIE DES PINNIPÈDES. I. Les extrémités, par H. LÉBOUCQ. . . . .	Frs 5,50
ORGANOGENIE DES PINNIPÈDES. II. par BRACHET.	
ENCÉPHALE DES PINNIPÈDES, par BRACHET.	
PINNIPÈDES ( <i>Biologie</i> ), par E. G. RACOVITZA.	
*PINNIPÈDES ( <i>Systématique</i> ), par E. BARRETT-HAMILTON . . . . .	Frs 4,00
BACTÉRIES DE L'INTESTIN DES ANIMAUX ANTARCTIQUES, par J. CANTACUZÈNE.	
LA BIOGÉOGRAPHIE DE L'ANTARCTIDE, par E. G. RACOVITZA.	

VOLUME X.

ANTHROPOLOGIE.

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

REMARQUES. — 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 <sup>ie</sup> , 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 <sup>o</sup> , 37, Soho Square, W.
à NEW-YORK,	chez PUTNAM'S Sons, 27 W, 23 <sup>d</sup> 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