

OUVRAGE PUBLIÉ SOUS LES AUSPICES DU MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

SOUS LA DIRECTION DE L. JOUBIN, Professeur au Muséum d'Histoire Naturelle.

DEUXIÈME EXPÉDITION ANTARCTIQUE FRANÇAISE

(1908-1910)

COMMANDÉE PAR LE

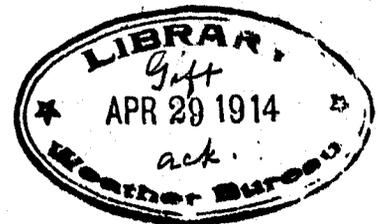
D^r JEAN CHARCOT

SCIENCES PHYSIQUES : DOCUMENTS SCIENTIFIQUES

EAUX MÉTÉORIQUES, SOL ET ATMOSPHERE

Charles Achille
PAR A^x MÜNTZ, Membre de l'Institut.
diamond
ET E^x LAINÉ

Q
115
.C7
2nd
1908-1910
fasc. 5



35148^v

MASSON ET C^{IE}, ÉDITEURS
120, Bd SAINT-GERMAIN, PARIS (VI^e)

1913

Tous droits de traduction et de reproduction réservés

National Oceanic and Atmospheric Administration

International Polar Year (IPY) 2007-2008

ERRATA NOTICE

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

Discolored pages

Faded or light ink

Binding intrudes into the text

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

HOV Services
12200 Kiln Court
Beltsville, MD 20704-1387
February 25, 2008

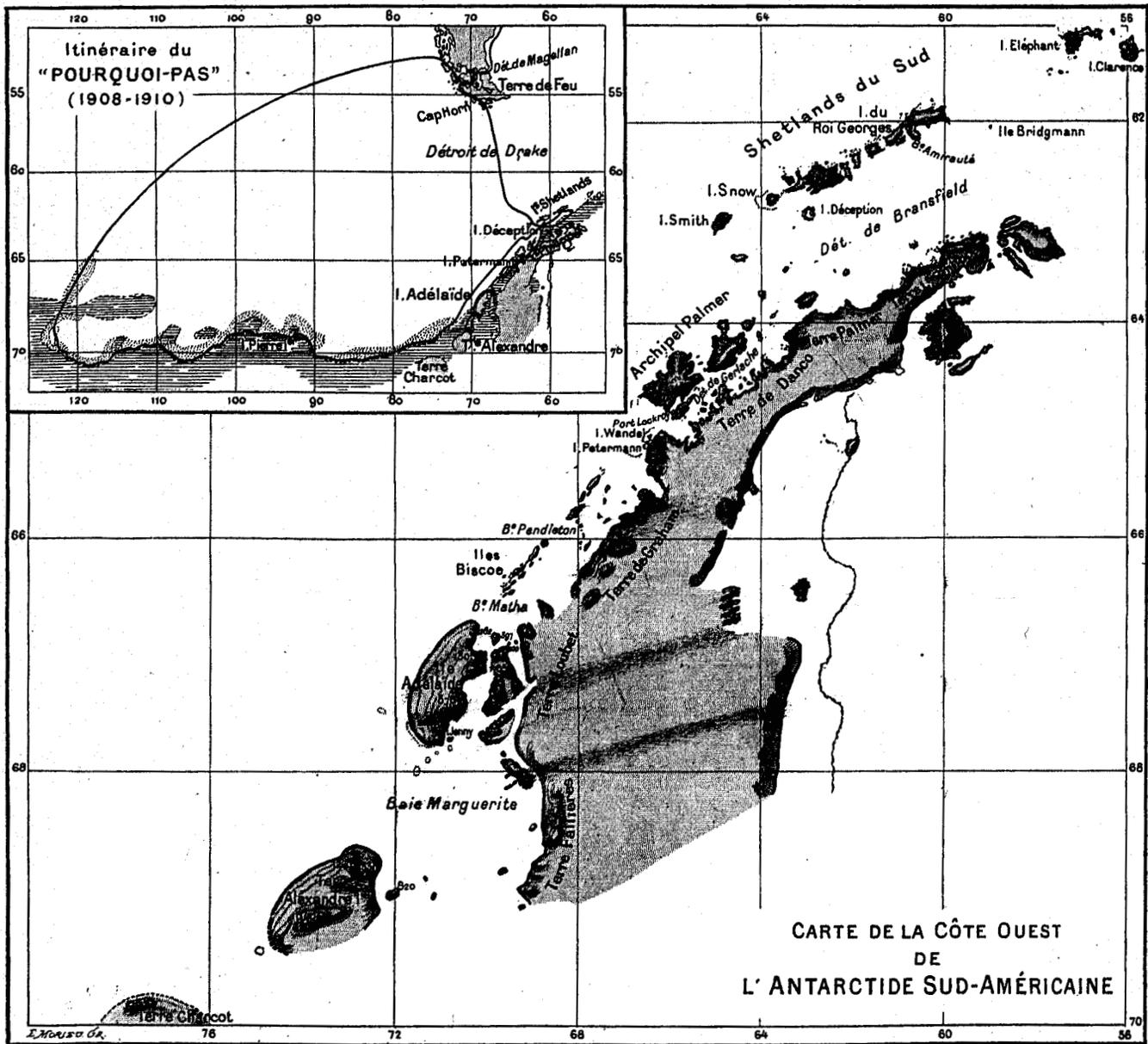
DEUXIÈME EXPÉDITION ANTARCTIQUE FRANÇAISE

(1908-1910)

COMMANDÉE PAR LE

D^r JEAN CHARCOT





CARTE DES RÉGIONS PARCOURUES ET RELEVÉES PAR L'EXPÉDITION

MEMBRES DE L'ÉTAT-MAJOR DU " POURQUOI-PAS ? "

J.-B. CHARCOT

- | | |
|-------------------------|---|
| M. BONGRAIN. | Hydrographie, Sismographie, Gravitation terrestre, Observations astronomiques. |
| L. GAIN. | Zoologie (<i>Spongiaires, Échinodermes, Arthropodes, Oiseaux et leurs parasites</i>), Plankton, Botanique. |
| R.-E. GODFROY | Marées, Topographie côtière, Chimie de l'air. |
| E. GOURDON | Géologie, Glaciologie. |
| J. LIOUVILLE | Médecine, Zoologie (<i>Pinnipèdes Cétacés, Poissons, Mollusques, Cœlenterés Vermidiens, Vers Protozoaires, Anatomie comparée, Parasitologie</i>). |
| J. ROUCH. | Météorologie, Océanographie physique, Électricité atmosphérique. |
| A. SENOUE. | Magnétisme terrestre, Actinométrie, Photographie scientifique. |

COMMISSION CHARGÉE PAR L'ACADÉMIE DES SCIENCES
d'élaborer le programme scientifique de l'Expédition

MM. les Membres de l'Institut :

BOUQUET DE LA GRYE.	GIARD.	DE LAPPARENT.	MÜNTZ.
BORNET.	GUYOU.	MANGIN.	ED. PERRIER.
BOUVIER.	LACROIX.	MASCART.	ROUX.
GAUDRY.			

COMMISSION NOMMÉE PAR LE MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE
pour examiner les résultats scientifiques de l'Expédition

MM. ED. PERRIER.....	Membre de l'Institut, Directeur du Muséum d'Histoire naturelle, Président.
Vice-Amiral FOURNIER,	Membre du Bureau des Longitudes, Vice-Président.
ANGOT.....	Directeur du Bureau central météorologique.
BAYET.....	Correspondant de l'Institut, Directeur de l'Enseignement supérieur.
BIGOURDAN.....	Membre de l'Institut, Astronome à l'Observatoire de Paris.
Colonel BOURGEOIS....	Directeur du Service géographique de l'Armée.
BOUVIER.....	Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.
GRAVIER.....	Assistant au Muséum d'Histoire naturelle.
Commandant GUYOU..	Membre de l'Institut, Membre du Bureau des Longitudes.
HANUSSE.....	Directeur du Service hydrographique au Ministère de la Marine.
JOUBIN.....	Professeur au Muséum d'Histoire naturelle et à l'Institut Océanographique.
LACROIX.....	Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.
LALLEMAND.....	Membre de l'Institut, Membre du Bureau des Longitudes, Inspecteur général des mines.
LIPPMANN.....	Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.
MÜNTZ.....	Membre de l'Institut, Professeur à l'Institut agronomique.
RABOT.....	Membre de la Commission des Voyages et Missions scientifiques et littéraires.
ROUX....	Membre de l'Institut, Directeur de l'Institut Pasteur.
VÉLAIN.....	Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

LISTE DES COLLABORATEURS

MM. TROUSSERT.....	<i>Mammifères.</i>
ANTHONY et GAIN	<i>Documents embryogéniques.</i>
LIOUVILLE	<i>Phoques, Cétacés (Anatomie, Biologie).</i>
GAIN	<i>Oiseaux.</i>
* ROULE.....	<i>Poissons.</i>
SLUITER	<i>Tuniciens.</i>
JOUBIN.....	<i>Céphalopodes, Brachiopodes, Némertiens.</i>
* LAMY.....	<i>Gastropodes, Scaphopodes et Pélécy-podes.</i>
* J. THIELE	<i>Amphineures.</i>
VAYSSIÈRE	<i>Nudibranches.</i>
* KEILIN.....	<i>Diptères.</i>
* IVANOF.....	<i>Collemboles.</i>
TROUSSERT et BERLESE.	<i>Acariens.</i>
* NEUMANN	<i>Mallophages, Ixodides.</i>
* BOUVIER	<i>Pycnogonides.</i>
COUTIÈRE	<i>Crustacés Schizopodes et Décapodes.</i>
* M ^{lle} RICHARDSON.....	<i>Isopodes.</i>
MM. CALMAN.....	<i>Cumacés.</i>
* DE DADAY.....	<i>Ostracodes, Phyllo-podes, Infusoires.</i>
* CHEVREUX	<i>Amphipodes.</i>
CÉPÈDE.....	<i>Copépodes.</i>
* QUIDOR.....	<i>Copépodes parasites.</i>
CALVET	<i>Bryozoaires.</i>
* GRAVIER	<i>Polychètes, Crustacés parasites et Ptérobranches.</i>
HÉRUBEL.....	<i>Géphyriens.</i>
* GERMAIN.....	<i>Chétognathes.</i>
* DE BEAUCHAMP.....	<i>Rotifères.</i>
RAILLIET et HENRY.....	<i>Helminthes parasites.</i>
* HALLEZ.....	<i>Polyclades et Tricla-des maricoles.</i>
* KÖHLER	<i>Stellérides, Ophiures et Échinides.</i>
VANEY	<i>Holothuries.</i>
PAX	<i>Actiniaires.</i>
BILLARD	<i>Hydroïdes.</i>
TOPSENT	<i>Spongiaires.</i>
* PÉNARD	<i>Rhizopodes.</i>
FAURÉ-FRÉMIET.....	<i>Foraminifères.</i>
CARDOT.....	<i>Mousses.</i>
* M ^{me} LEMOINE.....	<i>Algues calcaires (Mélobésiées).</i>
* MM. GAIN.....	<i>Algues.</i>
MANGIN.....	<i>Phytoplancton.</i>
PERAGALLO.....	<i>Diatomées.</i>
HUE	<i>Lichens.</i>
METCHNIKOFF	<i>Bactériologie.</i>
GOURDON.....	<i>Géographie physique, Glaciologie, Pétrographie.</i>
BONGRAIN.....	<i>Hydrographie, Cartes, Chronométrie.</i>
* GODFROY	<i>Marées.</i>
* MÜNTZ	<i>Eaux météoriques, sol et atmosphère.</i>
* ROUCH	<i>Météorologie, Électricité atmosphérique, Océano-graphie physique.</i>
SENOUQUE	<i>Magnétisme terrestre. Actinométrie.</i>
J.-B. CHARCOT.....	<i>Journal de l'Expédition.</i>

Les travaux marqués d'une astérisque sont déjà publiés.

ÉTUDES SUR LES EAUX MÉTÉORIQUES SUR LE SOL ET SUR L'ATMOSPHÈRE

EXÉCUTÉES AUX STATIONS D'OBSERVATION
DE LA MISSION CHARCOT

Par MM. A. MÜNTZ et E. LAINÉ

RECHERCHES SUR LES COMPOSÉS NITRÉS ET SUR L'AMMONIAQUE DES EAUX MÉTÉORIQUES

Dans le programme tracé par M. Müntz, figurait l'étude des eaux météoriques, au point de vue de leur teneur en composés oxygénés de l'azote.

Cette étude avait un double but :

Il s'agissait d'abord de déterminer les quantités de nitrates et de nitrites dans ces eaux, pour les comparer à celles qu'on trouve dans les eaux météoriques tombées dans les autres régions du globe.

Ensuite, M. Müntz avait l'espoir de saisir des variations, dans la teneur en composés nitrés, aux moments où se produisaient les aurores polaires, une corrélation pouvant peut-être exister entre ces deux manifestations et être de nature à jeter quelque jour sur l'origine si mystérieuse de ces lueurs qui interrompent la monotonie des longues nuits aux hautes latitudes.

Composés nitrés dans les eaux météoriques.

On attribue la formation des composés nitrés de l'atmosphère aux décharges électriques qui sillonnent celles-ci, et cette hypothèse trouve sa confirmation dans le fait d'une richesse beaucoup plus grande en nitrates dans les pluies des régions intertropicales, où les orages sont si

fréquents et si violents (1), dans le fait aussi de l'absence presque complète de ces composés à de grandes altitudes, dans une zone placée au-dessus de celle dans laquelle se produisent ordinairement les orages (2).

Il s'agissait donc, dans l'étude que nous projetions de faire au voisinage du Pôle Sud, non de constater simplement un fait, mais de relier entre elles des données générales intéressant la physique du globe et de jeter quelque lumière sur des phénomènes spéciaux aux régions polaires.

M. R.-E. Godfroy, enseigne de vaisseau attaché à la Mission Charcot, a bien voulu se charger d'exécuter sur les lieux les observations et d'effectuer les prises d'échantillons et leur préparation. Nous le remercions du zèle et du soin qu'il a apportés à ces recherches, d'une exécution difficile et pénible, dans les conditions où il devait opérer. Avant son départ, M. Godfroy s'était initié, au laboratoire de l'Institut agronomique, aux déterminations que nous avions en vue.

Pour des études antérieures, faites à l'occasion des missions du cap Horn, de celles du passage de Vénus sur le soleil, ainsi que de la création de stations expérimentales dans les pays tropicaux ou au sommet des hautes montagnes, MM. Müntz et Aubin avaient étudié pour ce genre de recherches des modes opératoires particuliers, qui permettaient de recueillir les échantillons sur les lieux et de les préparer de manière à éviter toute modification, pour les rapporter ensuite au laboratoire, où les déterminations se faisaient avec une précision impossible à obtenir dans un campement.

Profitant de l'expérience ainsi acquise, nous avons adopté des méthodes qui consistent en principe à concentrer sur place un volume mesuré d'eau météorique, eau de pluie ou eau de fusion de la neige. Pour la recherche des composés nitrés, on concentrait généralement 2 litres, après les avoir additionnés d'un peu de potasse. Le résidu, amené à un très petit volume, était additionné d'alcool et placé dans un flacon hermétiquement bouché. On obtenait ainsi un échantillon de volume très réduit.

On ne risque pas de perdre une fraction quelconque des produits nitreux pendant l'évaporation en présence d'un excès de potasse, et le

(1) MÜNTZ et MARCANO, *Comptes Rendus*, t. CVIII, p. 1062.

(2) MÜNTZ et AUBIN, *Comptes Rendus*, t. XCV, p. 919.

mélange du résidu concentré avec l'alcool assure une conservation parfaite, en attendant l'analyse définitive au laboratoire. Pour la mise en œuvre de cette méthode, nous nous sommes efforcés d'établir un matériel aussi rustique et peu encombrant et un mode opératoire aussi simplifié qu'il était possible sans altérer la précision des résultats. Il fallait, en effet, tenir compte de l'encombrement du navire dont le personnel devait se livrer à des études si variées, ainsi que des conditions climatiques qui rendaient très pénible toute manipulation un peu délicate.

De l'eau de pluie ou de fusion de la neige, on mesurait exactement, dans une carafe jaugée C, 1 litre, que l'on plaçait dans un ballon A (fig. 1)

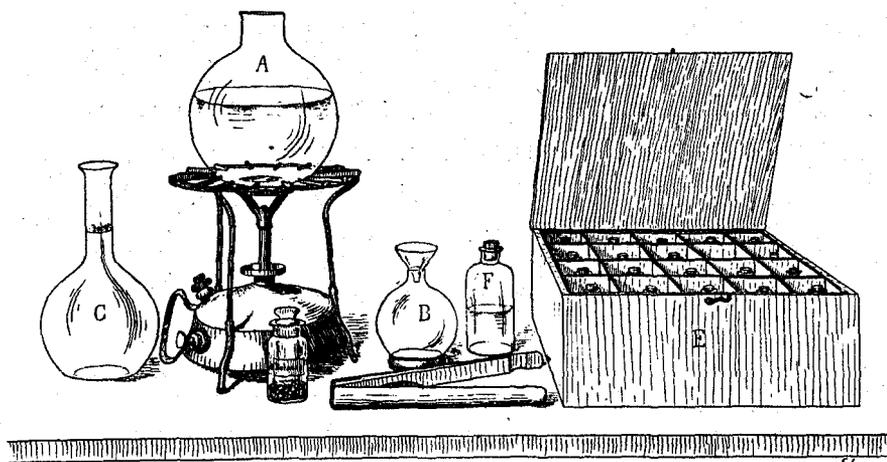


Fig. 1. — Préparation des échantillons pour le dosage des composés nitrés.

à col court, de 1 500 centimètres cubes de capacité. On y ajoutait une pastille de potasse caustique pure destinée à rendre le milieu alcalin et à éviter toute perte de composés nitrés.

En chauffant au moyen d'un fourneau à pétrole, on concentrait jusqu'à un volume d'environ 150 centimètres cubes. Un nouveau litre de la même eau à analyser était alors ajouté au résidu de la concentration du précédent, et le tout était concentré de nouveau jusqu'à un volume d'environ 150 centimètres cubes. Le résidu était transvasé dans un ballon B de 200 centimètres cubes de capacité, pour y pousser la réduction jusqu'à 20 ou 30 centimètres cubes. La forme des vases à évaporer, ne présentant qu'une étroite ouverture, évitait tout apport de produits nitreux pouvant provenir des gaz de la combustion du pétrole. Les flacons F destinés

à recevoir les échantillons avaient une contenance de 100 centimètres cubes environ et avaient été garnis, au départ, de 60 centimètres cubes d'alcool à 95°. On versait cet alcool dans le petit ballon d'évaporation sur le liquide évaporé ; on agitait pour rendre homogène le mélange de l'alcool et du produit de la concentration de l'eau, et on transversait dans le flacon en égouttant bien. Les flacons d'échantillons étaient placés dans une caissette E, divisée en compartiments au moyen de carton ondulé d'emballage, où les flacons trouvaient leur place exacte et étaient ainsi à l'abri des accidents.

Les prélèvements d'eau météorique à bord et leur traitement ont présenté quelque difficulté, et il n'a pas toujours été possible de recueillir avec toute la propreté désirable la neige ou la pluie. On employait en effet à cet usage des toiles qui s'imprégnaient, comme tout ce qui se trouvait à bord, de fumées et de poussières. La raison en provenait surtout de ce que l'on brûlait souvent de la graisse de phoque, dont la combustion répand dans l'air une subtile fumée grasse qui pénètre partout et recouvre rapidement les objets, sur lesquels elle se condense en une sorte de suie grasseuse qu'il était difficile de faire disparaître complètement. Malgré tous les soins que M. Godfroy a apportés pour recueillir convenablement les échantillons, certains d'entre eux ont eu à souffrir de cet état de propreté imparfaite. Nous les avons éliminés afin de ne conserver que ceux qui présentaient toutes garanties.

Pendant l'hivernage, M. Godfroy a pu remédier à cet inconvénient en allant, loin du bord, recueillir la neige nécessaire, directement sur la banquise ou sur le glacier, à l'aide d'une plaque de verre servant de pelle. Le plus grand nombre des prélèvements ont été faits de cette façon ; la neige rapportée à bord était traitée immédiatement, et le seul temps de son transport et de sa fusion ne pouvait amener qu'un contact de peu de durée avec les impuretés ambiantes.

Au laboratoire, le contenu des flacons d'échantillons a été amené à sec à l'étuve à température modérée. On a dosé les composés nitriques et nitreux par la méthode de M. Schløesing modifiée par M. Müntz. Cette méthode consiste, comme l'on sait, à dégager à l'état de bioxyde d'azote l'azote nitrique et nitreux, en traitant leurs combinaisons par le chlorure

ferreux et l'acide chlorhydrique. L'appareil où s'opère cette réaction consiste en un petit ballon *b*, de 30 à 40 centimètres cubes de capacité, représenté par la figure 2. La tubulure supérieure servant au dégagement

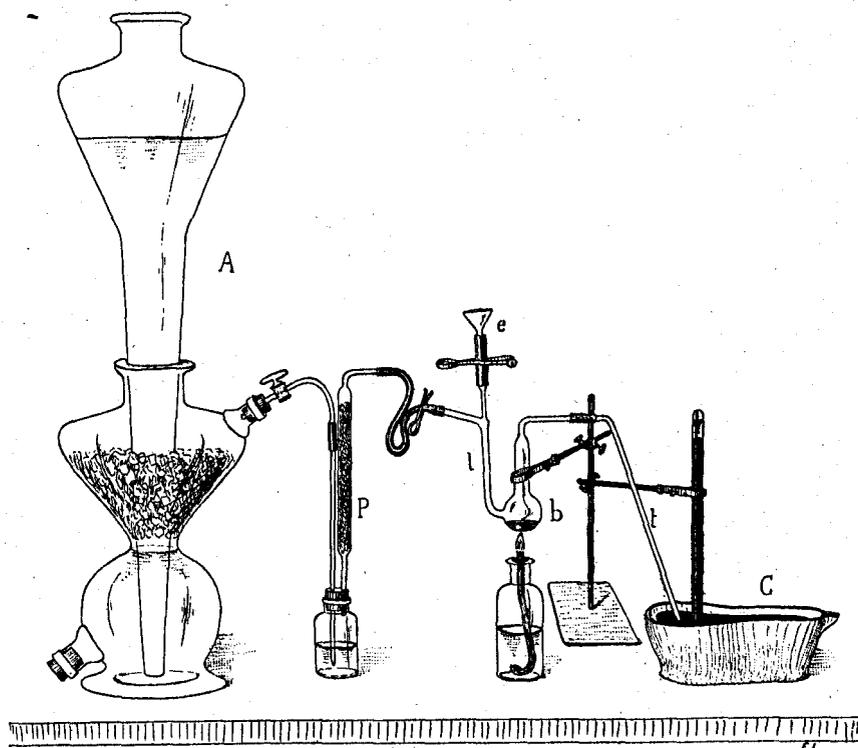


Fig. 2. — Dosage des composés nitrés.

des gaz est reliée par un bon caoutchouc à vide à un tube abducteur *t* s'ouvrant sous une cuve à mercure C. Le ballon porte en outre une tubulure latérale *l* qui se bifurque en deux branches. La branche supérieure, formée d'un tube assez fin, porte un très petit entonnoir *e*, destiné à l'introduction des liquides, relié par un caoutchouc fort muni d'une pince à vis. La branche latérale communique avec un appareil continu A, producteur d'acide carbonique.

On introduit dans le ballon, dissous dans quelques centimètres cubes, 3 ou 4 au plus, le résidu provenant de l'évaporation de l'échantillon ; on lave le petit entonnoir avec trois ou quatre gouttes d'eau, et l'on ferme la pince, en s'arrangeant de manière à maintenir plein le tube fin qui supporte l'entonnoir. On fait alors passer un courant d'acide carbonique pur, bien privé d'acide chlorhydrique, par un lavage sur une

colonne de bicarbonate de potasse en cristaux P. Lorsque le gaz qui se dégage de la cuve à mercure est absorbé entièrement par la lessive de potasse, on coiffe le tube à dégagement d'une petite cloche graduée pleine de mercure et contenant 55 centimètres cubes environ de lessive de potasse. On introduit alors dans le ballon 2 à 3 centimètres cubes de protochlorure de fer saturé et 3 à 4 centimètres cubes d'acide chlorhydrique. En chauffant avec la petite flamme d'une lampe à alcool, on dégage le bioxyde d'azote, dont on entraîne les dernières traces en faisant deux ou trois balayages d'acide carbonique.

Dosage de l'ammoniaque.

Une autre partie des eaux météoriques, recueillies pour la préparation d'échantillons destinés au dosage des composés oxygénés de l'azote, a servi à préparer des échantillons dans le but de déterminer leur teneur en ammoniaque.

On sait que l'ammoniaque est répandue dans l'atmosphère de nos climats en proportions sensiblement constantes, comme l'ont démontré les observations de M. Th. Schlœsing, de MM. Müntz et Aubin. Les précipitations d'eaux météoriques en entraînent des quantités variables, qui ont été fixées par divers expérimentateurs. Il était intéressant de chercher quelle était l'influence des basses températures sur la dissémination des composés ammoniacaux dans l'air. Il y avait donc lieu de déterminer dans les pluies et les neiges les quantités d'ammoniaque qu'elles renferment.

Le principe de la méthode de préparation des échantillons a quelque analogie avec celui que nous avons adopté pour les composés nitrés. Il consiste à distiller partiellement sur place, dans un appareil à serpent renversé (fig. 3), les eaux météoriques recueillies. Les premières parties condensées sont reçues dans de l'acide sulfurique, qui est ensuite additionné d'alcool. On assure ainsi la conservation de l'ammoniaque sous un faible volume, et, au retour, on peut en effectuer le dosage.

Cette méthode était mise en œuvre de la façon suivante : on mesurait un litre de l'eau météorique, que l'on plaçait dans un ballon B de 1500 centimètres cubes. On ajoutait 1 gramme de magnésie calcinée et une

parcelle de paraffine destinée à empêcher la formation de la mousse. On portait le ballon sur le fourneau à pétrole P, en adaptant le col au bouchon de caoutchouc de l'appareil A, à serpentín d'étain ascendant,

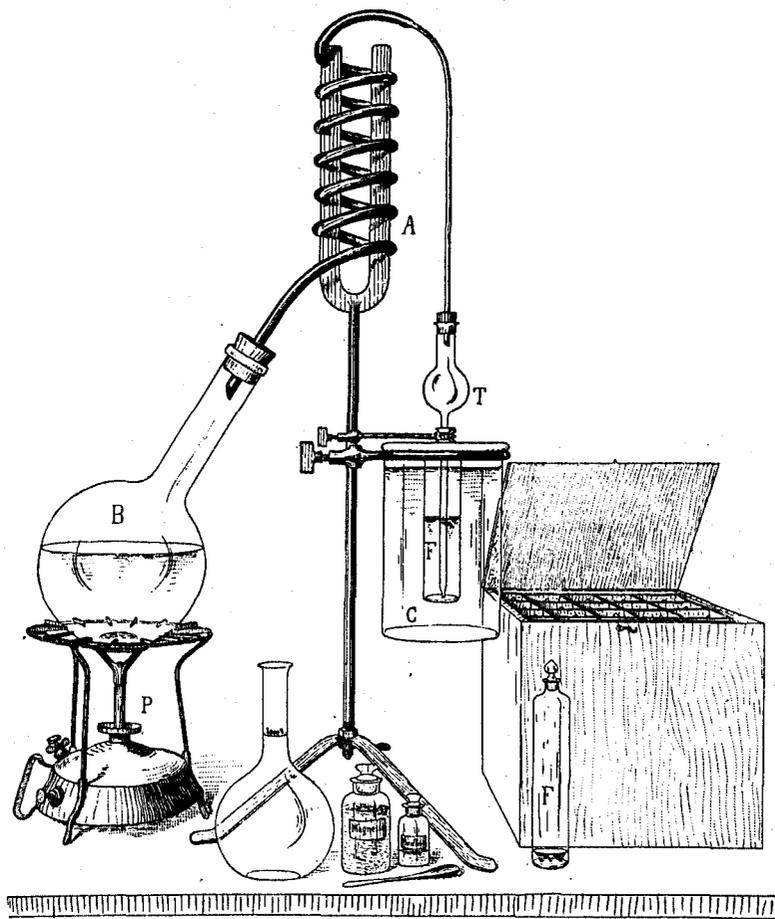


Fig. 3. — Préparation des échantillons pour le dosage de l'ammoniaque.

semblable à celui d'Aubin qui sert au dosage de l'ammoniaque. Ce serpentín ne possédait pas le réfrigérant habituel, mais les vapeurs se dégageaient par l'intermédiaire du tube T à boule et à pointe étirée, se condensaient au sein de 10 centimètres cubes d'acide sulfurique normal, contenus dans le flacon F, de 150 centimètres cubes de capacité, de forme très allongée, en verre soufflé très mince. Ce flacon était lui-même plongé dans une conserve C, pleine d'eau froide, et qui servait de réfrigérant. On arrêtait la distillation lorsque le volume d'eau condensée dans le flacon atteignait environ le tiers de sa capacité, et le feu était réglé durant le

cours de l'opération de façon à faire durer cette distillation un quart d'heure à vingt minutes. Avant d'éteindre le feu, on avait soin de baisser la conserve, puis le flacon, de façon à dégager la pointe du tube étiré du liquide condensé. On cessait la distillation et on achevait d'emplir le flacon avec de l'alcool à 95° privé d'ammoniaque. Le flacon était muni d'un bouchon de verre rodé à l'émeri, que l'on assujettissait au moyen d'un capuchon de caoutchouc.

Au laboratoire, l'échantillon était étendu d'eau, privée d'ammoniaque par une ébullition prolongée. On faisait bouillir pour chasser l'alcool, et, après avoir déplacé l'ammoniaque par de la chaux éteinte, on distillait au serpentín de M. Schløsing, en recueillant l'eau condensée dans de l'acide sulfurique normal étendu au cinquième.

En prélevant les eaux météoriques et en préparant les échantillons pour leur analyse, M. Godfroy a noté avec soin les conditions dans lesquelles il a opéré, ainsi que les données météorologiques et géographiques qui pouvaient être intéressantes pour préciser l'individualité de chaque échantillon.

Nous reproduisons ci-après les notes que M. Godfroy nous a transmises à son retour.

ÉCHANTILLONS N° 1.

Proviennent de neige recueillie le 15 janvier 1909 vers neuf heures du soir, en mer, par 68° de latitude sud et 71° 20' de longitude ouest.

Le vent et les nuages venaient du sud-est ; le baromètre était assez bas à 730 millimètres, et la température de l'air était de 0°,6 ; le temps, très beau dans la matinée et une partie de l'après-midi, s'était couvert vers cinq heures.

La neige, qui venait de tomber en grande quantité au passage d'un nimbus bas, a été recueillie à bord et traitée le lendemain matin suivant les modes opératoires indiqués.

Deux litres d'eau de fusion ont été employés pour la préparation de l'échantillon n° 1 (composés nitrés), et un litre pour celle de l'échantillon n° 1 (ammoniaque).

Pendant la préparation de ce dernier, nous devons signaler une distillation un peu trop rapide au début, due au mauvais réglage du fourneau.

ÉCHANTILLONS N° 2.

Proviennent de neige recueillie le 28 janvier 1909 vers quatre heures du soir, sur la banquise, par 67° 43' de latitude sud, 70° 46' de longitude ouest.

Le ciel était complètement couvert de nimbus ; la température restait aux environs de 0° et le baromètre marquait 740 millimètres.

Cette chute de neige a été amenée par un coup de vent d'ouest-sud-ouest succédant à deux jours de mauvais temps, pendant lesquels était tombée un peu de pluie.

La neige a été recueillie dans d'excellentes conditions et traitée tout de suite.

Deux litres d'eau de fusion ont été employés pour la préparation de l'échantillon n° 2 (composés nitrés), et un litre pour celle de l'échantillon n° 2 (ammoniaque). Au cours de cette dernière opération, nous avons été obligé de monter sur le pont pour une manœuvre urgente, et, quand nous avons pu reprendre la distillation, nous avons constaté que le flacon s'était rapidement rempli au tiers par suite d'une ébullition beaucoup trop rapide ; la vapeur d'eau, qui ne se condensait pas complètement, s'échappait en partie par l'orifice du flacon, et un peu de paraffine et de poussières avait été entraîné à travers le serpentin.

ÉCHANTILLONS N° 3.

Proviennent d'eau de pluie recueillie le 20 mars 1900 vers quatre heures du soir, à Port-Circoncision (île Petermann), par 65° 11' de latitude sud, 66° 34' de longitude ouest.

Le vent et les nuages venaient du nord-est, d'où soufflait un violent coup de vent, qu'accompagnait une assez forte élévation de température (1°, 2), le baromètre marquant en moyenne 748 millimètres.

L'eau de pluie, qui tombait en grande quantité, a été recueillie sur une toile neuve qui n'avait encore reçu que de la neige. Nous avons constaté,

en la versant dans des flacons, qu'elle avait une couleur jaunâtre que nous attribuons à l'apprêt de cette toile ; en outre, on brûlait non loin de là de la graisse de phoque ; la fumée qui provient de cette combustion se déposant ordinairement d'une façon très subtile sur toutes les surfaces environnantes, nous croyons devoir signaler cette opération, qui a pu introduire dans l'eau recueillie des matières grasses. Le produit de la concentration a de ce fait une couleur brune très accusée.

Deux litres d'eau de pluie ont été employés pour la préparation de l'échantillon n° 3 (composés nitrés) et un litre pour celle de l'échantillon n° 3 (ammoniaque).

ÉCHANTILLONS n° 4.

Proviennent d'eau de pluie recueillie le 24 mars 1909 vers quatre heures du soir, à Port-Circoncision, par 65° 11' de latitude sud, 66° 34' de longitude ouest.

Le vent et les nuages venaient du nord-est ; le baromètre était très bas : 720 millimètres, et la température élevée : 3° ; l'eau tombait en grosses gouttes de nimbus bas au-dessus desquels, à 400 mètres, les montagnes se couvraient de neige. La tempête, qui durait depuis six jours, atteignait à ce moment une grande force, le vent ayant une vitesse de 20 mètres à la seconde.

L'eau a été recueillie en très bon état de propreté ; 2 litres ont été employés pour la préparation de l'échantillon n° 4 (composés nitrés), et un litre pour celle de l'échantillon n° 4 (ammoniaque).

ÉCHANTILLONS n° 5.

Proviennent de neige recueillie le 31 mai 1909 vers onze heures du matin, à Port-Circoncision, par 65° 11' de latitude sud, 66° 34' de longitude ouest.

Temps calme ; la neige est venue du sud-ouest après deux jours de beau temps, baromètre à 736 ; thermomètre à — 6°,2.

Deux litres d'eau de fusion ont été recueillis pour la préparation de l'échantillon n° 5 (composés nitrés), et un litre pour celle de l'échantillon n° 5 (ammoniaque).

ÉCHANTILLONS n° 6.

Proviennent de neige recueillie le 13 juillet 1909 vers quatre heures du soir, à Port-Circoncision, par $65^{\circ} 11'$ de latitude sud, $66^{\circ} 34'$ de longitude ouest.

Les nuages et le vent venaient du sud-ouest. Baromètre à 727 millimètres et thermomètre à -9° . Ces vents du sud-ouest, qui soufflaient légèrement, venaient de succéder à une tempête de nord-est durant depuis trois jours.

Deux litres d'eau de fusion ont été employés pour préparer l'échantillon n° 6 (composés nitrés), et un litre pour l'échantillon n° 6 (ammoniaque).

ÉCHANTILLONS n° 7.

Proviennent de neige recueillie le 26 juillet 1909 vers onze heures du matin, à Port-Circoncision, par $65^{\circ} 11'$ de latitude sud, $66^{\circ} 34'$ de longitude ouest.

Les nuages (nimbus) venaient du nord-est. Baromètre à 742 et thermomètre à $-5^{\circ},3$. Mauvais temps du nord-est accompagné de coups de vent depuis huit jours.

Deux litres d'eau de fusion ont été employés pour la préparation de l'échantillon n° 7 (composés nitrés), et un litre pour celle de l'échantillon n° 7 (ammoniaque).

ÉCHANTILLONS n° 8.

Proviennent de neige recueillie le 17 août 1909 vers sept heures du soir, à Port-Circoncision, par $65^{\circ} 11'$ de latitude sud, $66^{\circ} 24'$ de longitude ouest.

La neige provenait de nimbus venant du sud-sud-ouest d'où soufflait le vent après plusieurs jours de mauvais temps de nord-est. Baromètre bas à 723 et thermomètre à $-6^{\circ},3$.

Deux litres d'eau de fusion ont servi à la préparation de l'échantillon n° 8 (composés nitrés), et un litre à celle de l'échantillon n° 8 (ammoniaque).

ÉCHANTILLONS n° 9.

Proviennent de neige recueillie le 24 août 1909 vers cinq heures du soir, à Port-Circoncision, par $65^{\circ} 11'$ de latitude sud, $66^{\circ} 34'$ de longitude ouest.

Vent et nuages du nord-est d'où souffle un coup de vent amenant une chute abondante de neige. Baromètre à 731 millimètres et thermomètre à $+ 1^{\circ}$.

Deux litres d'eau de fusion ont servi à la préparation de l'échantillon n° 9 (composés nitrés), et un litre à celle de l'échantillon n° 9 (ammoniaque).

ÉCHANTILLONS n° 10.

Proviennent de neige recueillie le 5 septembre 1909 vers deux heures du soir, à Port-Circoncision, par $65^{\circ} 11'$ de latitude sud, $66^{\circ} 34'$ de longitude ouest.

Vent moyen du sud-sud-ouest; nuages venant du sud. Baromètre à 719 millimètres; thermomètre à $+ 9^{\circ}$. Très mauvais temps de nord-est depuis quatre jours pendant lesquels le baromètre est descendu jusqu'à 708 millimètres.

Deux litres d'eau de fusion ont servi à la préparation de l'échantillon n° 10 (composés nitreux), et un litre à celle de l'échantillon n° 10 (ammoniaque).

ÉCHANTILLONS n° 11.

Proviennent de neige recueillie le 21 septembre 1909 vers trois heures du soir, à Port-Circoncision, par $65^{\circ} 11'$ de latitude sud, $65^{\circ} 33'$ de longitude ouest.

Vent moyen et nuages du nord-est; baromètre à 762 millimètres, et thermomètre à $+ 1^{\circ} 3'$; brume; la neige qui tombe est en gros flocons chargés d'eau.

Deux litres d'eau de fusion ont servi à la préparation n° 11 (composés nitrés), et un litre à celle de l'échantillon n° 11 (ammoniaque).

ÉCHANTILLONS n° 12.

Proviennent de neige recueillie le 5 octobre 1909 vers dix heures du soir, à Port-Circoncision, par 65° 11' de latitude sud, 66° 34' de longitude ouest.

Fort vent du nord-est; nuages de la même direction; baromètre à 751 millimètres; thermomètre à + 0°,5.

Deux litres d'eau de fusion ont servi à la préparation de l'échantillon n° 12 (composés nitrés), et un litre à celle de l'échantillon n° 12 (ammoniaque).

ÉCHANTILLONS n° 13.

Proviennent de neige recueillie le 25 octobre 1909 vers trois heures du soir, à Port-Circoncision, par 65° 11' de latitude sud, 66° 34' de longitude ouest.

Temps calme, complètement couvert; nuages venant du nord-est; baromètre à 734 millimètres; thermomètre à 0°.

Deux litres d'eau de fusion ont servi à la préparation de l'échantillon n° 13 (composés nitrés), et un litre à celle de l'échantillon n° 13 (ammoniaque).

ÉCHANTILLONS n° 14.

Proviennent de neige recueillie le 4 novembre 1909 vers neuf heures du matin, à Port-Circoncision, par 65° 11' de latitude sud, 66° 34' de longitude ouest.

Vent léger du nord-nord-ouest. Ciel complètement couvert de nimbus; baromètre à 740 millimètres; thermomètre à + 0°,2. Temps brumeux ayant succédé à une tempête de nord-est.

Deux litres d'eau de fusion ont été employés à préparer l'échantillon n° 14 (composés nitrés); le flacon d'échantillon pour la préparation de l'ammoniaque s'est fendu pendant la distillation. Il n'y a donc pas d'échantillon n° 14 (ammoniaque).

ÉCHANTILLONS n° 15.

Proviennent de neige recueillie le 2 décembre 1909, vers dix heures du matin, à Port-Foster, par $62^{\circ}58'$ de latitude sud, $62^{\circ}54'$ de longitude ouest, après un forte tempête du nord-est. La neige tombée pendant la nuit a été recueillie à terre dans la matinée. Baromètre à 736 ; thermomètre à $+ 4^{\circ}$.

Deux litres d'eau de fusion ont servi à préparer l'échantillon n° 15 (composés nitrés), et un litre pour l'échantillon n° 15 (ammoniaque).

ÉCHANTILLONS n° 16.

Proviennent d'eau de pluie recueillie pendant un coup de vent du nord-ouest, le 5 janvier 1910 vers une heure du soir, à Pendulum Cove (île Déception), par $62^{\circ}55'$ de latitude sud, $62^{\circ}55'$ de longitude ouest.

Baromètre : 719,9 ; thermomètre : $+ 3^{\circ}$. L'eau a été recueillie à bord sur l'étui d'une embarcation ; cette toile n'étant pas assez propre, l'eau a dû se charger d'impuretés.

Elle avait une teinte légèrement jaunâtre qui a foncé à la concentration.

Deux litres ont été traités pour préparer l'échantillon n° 16 (composés nitrés), et un litre pour préparer l'échantillon n° 16 (ammoniaque).

ÉCHANTILLONS n° 17.

Proviennent de neige recueillie le 11 janvier 1910, vers trois heures du matin, en mer, par $69^{\circ}13'$ de latitude sud, $78^{\circ}42'$ de longitude ouest.

Temps calme ; vent de nord-est, brume et neige depuis plus de trois jours. Baromètre à 736^o ; thermomètre à $- 1^{\circ},4$.

Deux litres d'eau de fusion ont servi à la préparation de l'échantillon n° 17 (composés nitrés), et un litre à celle de l'échantillon n° 17 (ammoniaque).

ÉCHANTILLONS n° 18.

Proviennent de neige recueillie à bord le 18 janvier 1910, vers deux

heures du matin, en mer, par $69^{\circ} 38'$ de latitude sud, 407° de longitude ouest.

Vent et nuages du nord-est; temps brumeux persistant; baromètre à 745° ; thermomètre à $- 4^{\circ}$.

Un litre d'eau de fusion a servi à la préparation de l'échantillon n° 18 (composés nitrés), et 400 centimètres cubes à celle de l'échantillon n° 18 (ammoniaque).

ÉCHANTILLONS N° 19.

Proviennent d'eau de pluie recueillie à bord, le 3 février 1910, vers huit heures du soir, à la baie Tuesday (partie ouest du détroit de Magellan), par $52^{\circ} 51'$ de latitude sud, $79^{\circ} 07'$ de longitude ouest.

Forte chute de pluie amenée par des vents d'ouest violents. Deux litres d'eau de pluie ont servi à la préparation de l'échantillon n° 19 (composés nitrés), et un litre à celle de l'échantillon n° 19 (ammoniaque).

L'eau de pluie a été recueillie dans d'excellentes conditions.

Composés nitrés.

Ces échantillons correspondent à quinze neiges et à quatre pluies. Les échantillons 1 et 7 ont été perdus. Les autres ont donné les résultats suivants :

Numéros.	Date de prélèvement.	Échantillon.	Localité.	Latitude sud.	Acide nitrique par litre. Mg.
2	28 janvier 1909.....	Neige.	Sous l'île Jenny.	$67^{\circ} 43'$	0,2
3	20 mars —	Pluie.	Port-Circoncision.	$65^{\circ} 11'$	0,4
4	24 mars —	Pluie.	»	»	0,2
5	31 mai —	Neige.	»	»	0,3
6	13 juillet —	Neige.	»	»	0,2
8	17 août —	Neige.	»	»	0,4
9	24 août —	Neige.	»	»	0,4
10	5 sept. —	Neige.	»	»	0,2
11	21 sept. —	Neige.	»	»	0,2
12	5 octobre —	Neige.	»	»	0,4
13	25 octobre —	Neige.	»	»	0,1
14	4 nov. —	Neige.	»	»	0,1
15	2 déc. —	Neige.	»	»	0,2
16	5 janvier 1910.....	Pluie.	Pendulum-Cove (île Déception).	$62^{\circ} 55'$	0,2
17	11 janvier 1910.....	Neige.	En mer.	$69^{\circ} 13'$	0,1

Números.	Date de prélèvement.	Échantillon.	Localité.	Latitude sud.	Acide nitrique par litre. Mg.
18	18 janvier —	Neige.	En mer.	69°38'	5,3
19	3 février —	Pluie.	Baie Tuesday (partie ouest du dé- troit de Magellan.)	52°51'	0,4

L'échantillon n° 18, qui a donné 5^{mg},3 d'acide nitrique par litre et qui a été préparé à bord à l'aide d'un volume d'eau réduit provenant d'une chute de neige peu abondante, a été presque sûrement souillé par les fumées de la cheminée du navire.

Aussi nous n'en tiendrons pas compte.

Cette élimination faite, si nous examinons les résultats dans leur ensemble, nous constatons qu'ils ne sont pas sensiblement différents de ceux qu'on obtient dans les régions tempérées. La moyenne des résultats qu'ont donnés les prises rapportées par M. Godfroy conduit au chiffre de 0^{mg},225 pour quatre échantillons de pluies et 0^{mg},233 pour 11 échantillons de neige, soit 0^{mg},23 par litre pour l'ensemble des eaux météoriques, avec un minimum de 0^{mg},1 et un maximum de 0^{mg},4.

Les chiffres trouvés par Boussingault (1) en Alsace ont été en moyenne de :

0 ^{mg} ,84	d'acide nitrique	par litre d'eau	de pluie.
0 ^{mg} ,43	—	—	de neige.
1 ^{mg} ,03	—	—	de brouillard.

En Angleterre, pour les eaux météoriques, Lawes et Gilbert (2) ont trouvé à Rothamsted une moyenne de 0^{mg},42.

Au sommet du pic du Midi, à près de 2900 mètres d'altitude, MM. Müntz et Aubin (3) ont constaté une absence presque complète de nitrates, avec de faibles traces seulement dans de rares cas. Ils attribuent ce fait à ce que les orages se forment à quelques centaines de mètres au-dessous du sommet, et à ce que les nitrates qu'ils produisent ne tendent pas à s'élever dans l'atmosphère, mais au contraire à descendre vers les régions basses, en raison de la pesanteur; car ils sont sous forme de poussières salines.

MM. Müntz et Marcano (4), dans la zone intertropicale, où les manifes-

(1) *Agronomie, chimie agricole, physiologie*, t. II, p. 314.

(2) *Ammonia and nitric acid in Rain Water (Rothamsted Memoirs, vol. I)*.

(3) *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*, 1883, et *Comptes Rendus*, t. CXV, p. 919.

(4) *Comptes Rendus*, t. CVIII, p. 1062.

tations orageuses ont une grande intensité et une grande fréquence, ont obtenu une moyenne de $2^{\text{mg}},23$ à Caracas (Vénézuéla), à $10^{\circ},3$ de latitude nord, c'est-à-dire des chiffres beaucoup plus élevés.

Étant donné que les nitrates, trouvés dans les pluies et les neiges dans les stations d'observation de la Mission Charcot, sont en quantité peu différente de ce qu'ils sont dans les régions de l'Europe, il y a lieu de se demander d'où ils proviennent. Les orages semblent être rares dans cette région. Tout au moins, pendant la durée du séjour de la Mission Charcot, n'en a-t-on pas constaté un seul. Ce ne serait donc pas sur place que ces nitrates se seraient formés. Ils auraient été apportés par les vents. De fait, les bourrasques venant du Nord ont été fréquentes et violentes; ce sont ces vents, venant des régions où les manifestations électriques de l'air sont plus énergiques, qui ont du charrier les poussières de nitrates jusqu'à ces hautes latitudes.

Quant à la corrélation que nous espérons pouvoir saisir entre l'apparition des aurores polaires et les variations de la proportion de nitrates, aucune constatation n'a pu être faite à cet égard, à cause de l'absence complète de ces phénomènes lumineux aux stations où a séjourné la Mission. Des aurores polaires cependant existent au voisinage du Pôle Sud. M. Shackleton a eu l'occasion d'en observer fréquemment.

Ammoniaque.

Les dix-huit échantillons d'eau météorique préparés par M. Godfroy pour le dosage de l'ammoniaque sont tous arrivés en bon état. Ils se répartissent en quatre échantillons d'eaux de pluie et quatorze de neige. Voici la proportion d'ammoniaque par litre d'eau que nous y avons trouvée :

Numéros.	Date.	Échantillon.	Localité.	Latitude sud.	Ammoniaque par litre d'eau. Mg.
1	15 janvier 1909.....	Neige.	En mer.	$68^{\circ}00'$	0,57
2	28 janvier —	Neige.	Sous l'île Jenny.	$67^{\circ}43'$	0,42
3	20 mars —	Pluie.	Port-Circoncision.	$65^{\circ}11'$	9,82
4	24 mars —	Pluie.	»	»	1,30
5	31 mai —	Neige.	»	»	0,23
6	13 juillet —	Neige.	»	»	0,16
7	26 juillet —	Neige.	»	»	0,23

Expédition Charcot. — MÜNTZ et LAINÉ. — Études sur les eaux météoriques.

ÉTUDES SUR LES EAUX MÉTÉORIQUES.

Numéros.	Date.	Echantillon.	Localité.	Latitude sud.	Ammoniaque par litre d'eau. Mg.
8	17 août 1909.....	Neige.	Port-Circoncision	65°11'	0,15
9	24 août —	Neige.	»	»	0,18
10	5 sept. —	Neige.	»	»	0,17
11	21 sept. —	Neige.	»	»	0,17
12	5 octobre —	Neige.	»	»	0,40
13	25 octobre —	Neige.	»	»	0,22
15	2 déc. —	Neige.	Port-Foster (île Déception).	63°00'	0,23
16	5 janvier 1910.....	Pluie.	Pendulum-Cove (île Déception).	62°55'35''	1,12
17	11 janvier —	Neige.	En mer.	69°13'	1,24
18	18 janvier —	Neige.	En mer.	69°38'	1,52
19	3 février —	Pluie.	Baie Tuesday (Extr. ouest du dé- troit de Magellan).	52°51'	0,25

Si nous comparons ces divers résultats à ceux qui ont été obtenus, notamment par Boussingault en France, par Lawes et Gilbert en Angleterre, par MM. Müntz et Aubin au pic du Midi, nous constatons qu'ils ne s'éloignent pas sensiblement de ce qu'on avait trouvé jusqu'à présent sous nos climats.

Pour les neiges, le minimum, aux stations d'observation de la Mission Charcot, a été de 0mg,15; le maximum, de 1mg,52 par litre d'eau, la moyenne étant de 0mg,42. Pour les pluies, le maximum a été de 9mg,82; nous devons l'éliminer, car il est anormal, bien que des résultats analogues aient été quelquefois constatés en Europe; mais M. Godfroy a noté que l'échantillon avait été souillé par des suies grasses provenant de la combustion de l'huile de phoque et qui ont évidemment introduit des composés ammoniacaux. Pour les autres échantillons d'eaux de pluie, qui ont été recueillis dans de bonnes conditions, le maximum est 1mg,30 et le minimum 0mg,25, avec une moyenne de 0mg,89. Celle des pluies, obtenue par Lawes et Gilbert, est de 0mg,97. Celle obtenue par Boussingault est de 0mg,52.

Quant aux neiges, on sait qu'elles sont moins riches que les eaux de pluie. Ainsi, au pic du Midi, les eaux météoriques recueillies par MM. Müntz et Aubin leur ont donné, pour les neiges, 0mg,06 à 0mg,14, tandis que les pluies de la même station leur ont donné de 0mg,12 à 0mg,64. Des résultats obtenus au Pôle Sud par la Mission Charcot et de

leur comparaison avec ceux obtenus en Europe, on peut donc conclure que la répartition de l'ammoniaque dans les pluies et les neiges est voisine de celle qui a été obtenue dans les diverses stations de l'Europe.

RECHERCHE DES ORGANISMES NITRIFIANTS DANS LES TERRES AVOISINANT LE POLE SUD

Il a semblé intéressant de rechercher si les terres des régions arctiques, spécialement celles qui ne dégèlent jamais, contiennent à l'état vivant les bactéries de la nitrification. A ces basses températures, qui se maintiennent depuis tant de siècles, ces bactéries ne peuvent pas se développer ni se multiplier. Si l'on en avait trouvé, elles auraient dû remonter à une période antérieure à la formation glaciaire actuelle, où la vie était possible, et se conserver ainsi intactes et vivantes. Déjà, M. Müntz en avait constaté, parfaitement vivantes et aptes à se développer dans des milieux nitrifiables, dans les terres prises sous les glaciers des Alpes, où la température ne s'élève jamais au-dessus de 0° et qui devaient exister là depuis des temps très reculés. Cependant, dans ce dernier cas, ces bactéries auraient pu provenir des poussières terreuses apportées par les vents à la surface des glaciers et descendre par la fusion de la glace jusqu'aux couches profondes.

Un pareil fait ne pouvait pas se produire aux hautes latitudes atteintes par la Mission Charcot, où il n'y a pas de terres nues pouvant engendrer des poussières. La question de la survivance illimitée de ces organismes pouvait donc se poser.

Malheureusement, il n'a pas été possible de prélever des échantillons de terre, comme le relate M. l'enseigne de vaisseau Godfroy dans une lettre du 22 avril 1910, dans les termes suivants :

« Pour la troisième partie de ma tâche, qui consistait à prélever des échantillons du sol, je n'ai pas eu de succès. Nulle part, en effet, je n'ai pu trouver de terre ne dégelant jamais, le sol étant partout recouvert d'une couche de glace de plusieurs dizaines de mètres d'où émergent seulement quelques têtes de roches où les oiseaux font leurs nids. La côte, presque partout inaccessible, est bordée de falaises de glace d'une cinquantaine de mètres au-dessus du niveau de la mer, dont le pied repose sur des rochers

sous les eaux. Dans les îlots qui bordent la côte, même carapace de glaces, dont sont seulement dépourvus les écueils battus par les flots.

« Cependant, ayant vu passer un jour un petit iceberg retourné contenant des inclusions de terre au milieu de la glace, je me suis rendu auprès de lui et ai pu recueillir un peu de cette terre ou plutôt de cette boue glacière qu'il contenait. Je ne sais si vous pouvez en tirer parti. »

Signé : R.-E. GODFROY.

Cet échantillon, prélevé aseptiquement, a étéensemencé dans des milieux nitrifiables le 18 octobre 1910. Le 21 mars 1911, on a constaté qu'il n'y avait eu aucune nitrification.

Un nouvel ensemencement a été fait le 26 mars 1911. Le 19 octobre 1911, on n'a pas non plus trouvé de nitre formé. Il n'y avait donc pas de bactéries nitrifiantes à l'état vivant dans cette boue recueillie dans l'iceberg. Tout en faisant penser que ces bactéries n'existent pas dans ces régions glacées, où leur développement est impossible en raison de la basse température qui y règne, cette constatation unique laisse la question pendante, et de nouvelles recherches seront nécessaires pour la résoudre définitivement.

DOSAGE DE L'ACIDE CARBONIQUE DANS L'AIR

Depuis plus d'un demi-siècle, la détermination des proportions de l'acide carbonique contenu dans l'air, et des variations qu'elles subissent sous diverses influences, a préoccupé l'esprit du monde savant. De Saussure, Thénard, Guy-Lussac, Dumas, Boussingault, Reiset, et un grand nombre d'autres expérimentateurs y ont consacré des études. Il y a une trentaine d'années, à l'occasion de l'envoi de missions chargées d'observer en des points très divers du globe le passage de Vénus sur le Soleil, et du séjour prolongé d'une mission spéciale au cap Horn, MM. Müntz et Aubin ont effectué, sous le patronage de Dumas, des séries d'analyses de l'air sous des latitudes très différentes.

Ces recherches ont montré que la teneur en acide carbonique de l'air en un point déterminé subissait des variations, mais relativement peu importantes. Elle est influencée par la saison, par l'état du ciel et la

vitesse du vent, par l'heure à laquelle on recueille les échantillons, le taux d'acide carbonique étant généralement plus élevé la nuit que le jour. Comme l'a remarqué Dumas, ce qu'il est surtout intéressant d'étudier, ce sont les variations de la teneur de l'air en acide carbonique, non par des causes locales, ce qui est de peu d'importance, mais par des causes générales se rattachant aux grands mouvements de l'atmosphère. Or les recherches de MM. Müntz et Aubin ont montré que l'acide carbonique n'est pas uniformément répandu à la surface du globe terrestre, et que l'air de l'hémisphère nord est plus riche en ce gaz que celui de l'hémisphère sud. La moyenne, pour l'hémisphère nord, a été trouvée égale à 2,82 d'acide carbonique pour 10 000 d'air, en volumes, chiffre extrêmement voisin de celui qui avait été obtenu pour la France. Pour l'hémisphère sud, la moyenne s'est trouvée égale à 2,657 et s'est même abaissée à 2,56 au cap Horn, dans la baie Orange.

Ces faits s'expliquent, d'après M. Schlœsing (1), par l'hypothèse que la mer est le grand régulateur de la teneur de l'atmosphère en acide carbonique. L'eau de la mer tient en suspension du carbonate de chaux. En présence d'une atmosphère plus ou moins riche en acide carbonique, une certaine quantité de ce gaz est fixée par le carbonate pour former du bicarbonate. Inversement, si l'on dépouille l'atmosphère d'acide carbonique, du carbonate neutre se précipite et de l'acide carbonique se dégage.

M. Schlœsing a montré qu'une loi mathématique préside à ces phénomènes (2). La teneur de l'atmosphère en acide carbonique correspond donc à une richesse déterminée de l'eau de mer en bicarbonate, et inversement, le bicarbonate varie jusqu'à ce que l'acide carbonique atteigne une tension, bien déterminée pour chaque température, qui est la tension de dissociation du bicarbonate pour cette température. M. Schlœsing a calculé que la quantité d'acide carbonique, tenu en réserve par les eaux marines et pouvant s'en exhaler en vertu de la dissociation, est dix fois supérieure à celle qui existe dans l'air. Reprenant la même hypothèse et effectuant des calculs analogues, M. Krogh (3)

(1) *Comptes Rendus*, t. CX, p. 1410

(2) *Ibid.*, t. LXXIV, p. 1552.

(3) *Ibid.*, t. CXXXIX, p. 896.

admet que l'Océan contient $6,55 \times 10^{16}$ kilogrammes d'acide carbonique dissociable, soit 27 fois la quantité contenue dans l'atmosphère, et que, pour une variation de 0,1 p. 10 000 dans la teneur de l'atmosphère en acide carbonique, la mer est capable d'absorber $3,85 \times 10^{12}$ kilogrammes d'acide carbonique en un an, ce qui équivaut à une fois et demie la consommation de charbon actuellement faite par l'industrie. Ces faits expliquent que la mer, secondée par les vents qui brassent constamment l'atmosphère, est capable d'empêcher les variations brusques de la teneur de l'air en acide carbonique sous l'influence de causes momentanées ou locales. Ils rendent compte également de la pauvreté relative de l'hémisphère sud, en raison du grand développement de la surface des mers et de la basse température des eaux, due à l'extension des glaces polaires.

L'Expédition de M. le D^r J. Charcot dans les régions australes nous a fourni l'occasion de vérifier cette hypothèse et d'en contrôler la généralisation. Elle avait l'avantage d'une latitude beaucoup plus élevée, 64° à 70°, au lieu de 58° 31' au cap Horn, de l'absence totale de toute végétation et de toute vie animale qui eussent pu troubler les résultats, et permettait d'espérer des données encore plus accentuées.

M. l'enseigne de vaisseau Godfroy a bien voulu recueillir les échantillons d'air dans les conditions que nous lui avons indiquées.

Il n'a pas été possible de se servir des procédés que MM. Müntz et Aubin avaient adoptés pour leurs recherches antérieures. Cette méthode (1) consistait à faire passer, sur les lieux mêmes, dans des tubes contenant de la pierre ponce mouillée de potasse, de grands volumes d'air, près de 300 litres. De ces tubes, scellés à la lampe et rapportés au laboratoire, on dégageait l'acide carbonique pour en mesurer le volume. Ce mode opératoire aurait exigé l'emploi d'un gazomètre trop encombrant et dont l'eau se serait congelée aux très basses températures que l'Expédition devait affronter.

Dans nos recherches actuelles, nous avons dû adopter un mode différent de prélèvement des échantillons et une autre méthode de dosage, mais reposant sur le même principe.

(1) *Annales de chimie et de physique*, 5^e série, t. XXVI, 1882, p. 222, et t. XXX, 1883, p. 238.

Mode de prélèvement des échantillons.

On a prélevé sur les lieux des échantillons de l'air dans des ampoules de 3 litres environ de capacité, semblables à celle qui est représentée en A par la figure 4. Avant le départ de l'expédition, ces ampoules, soufflées en cristal, ont été soigneusement lavées, pour en détruire toute l'alcalinité, avec de l'acide chlorhydrique concentré qui y a séjourné dix jours ; puis

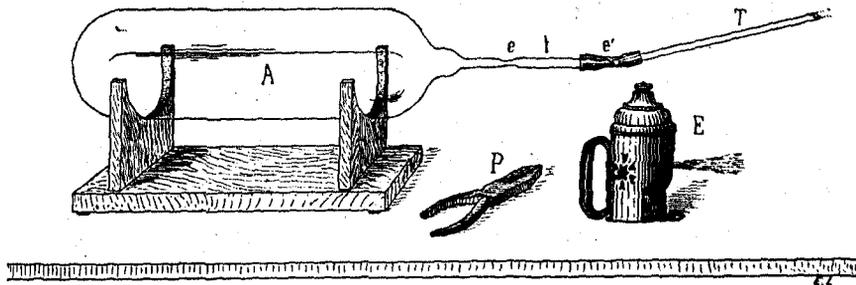


Fig. 4. — Prélèvement des échantillons d'air.

on les a rincées à l'eau distillée et séchées. On a alors soudé sur leur col un tube de sûreté *t*, étiré aux points *e* et *e'*. On a fait le vide au moyen de la pompe à mercure et scellé à la flamme au niveau de l'étirure *e'*.

Pour faire un prélèvement d'air, on plaçait l'ampoule A sur un support en bois démontable et très léger. Après avoir tracé au couteau à verre un trait au voisinage de la pointe *e'*, on coiffait celle-ci d'un tube en caoutchouc épais, portant un tube T formé de quatre cannes de verre de 1 mètre de longueur ajustées bout à bout, en ayant soin de le diriger sous le vent, de façon à éviter l'influence du voisinage de l'opérateur sur la composition de l'air. En prenant sous le caoutchouc, entre les mâchoires de la pince P, la pointe *e'*, on en opérait la rupture. Aussitôt qu'avait cessé le sifflement indiquant que l'ampoule se remplissait d'air, on scellait au niveau de l'étirure *e*, en y portant la flamme de la lampe éolipyle E à alcool. L'ampoule portait une étiquette où l'on inscrivait les conditions de la prise d'échantillon, situation géographique, pression barométrique, température de l'air et de l'eau de la mer, état hygrométrique de l'air, direction et force du vent, nébulosité. Il ne restait plus alors qu'à emballer soigneusement dans une caisse l'échantillon, en attendant le retour.

Au laboratoire, on a utilisé, pour la détermination de l'acide carbonique,

une méthode analogue à celle que MM. Müntz et Aubin avaient établie pour leurs recherches antérieures. Elle est basée sur l'absorption par la potasse de l'acide carbonique, qui, ainsi fixé, est de nouveau dégagé et mesuré en volume. Ce procédé, qui opère la mesure directe des gaz, permet une précision très grande, mais il présentait à l'application des difficultés particulières tenant aux volumes très réduits du gaz sur lesquels il fallait opérer. Le volume d'air voisin de 1 litre duquel on était tenu de partir ne contenait en effet qu'environ 0^{cc},2 de gaz carbonique, qu'il n'était pas possible de mesurer exactement par les méthodes gazométriques courantes. Il nous a donc fallu apporter au mode opératoire primitif d'importantes modifications de détail.

Préparation des tubes à potasse.

L'absorption de l'acide carbonique se fait au moyen de potasse décarbonatée. Quelque soin que l'on apporte à la purification de ce réactif, il est tout à fait impossible de le priver des dernières traces de gaz carbonique. Pour que la correction qui en résulte ne soit pas d'une importance exagérée, il fallait réduire à un très petit volume la potasse employée, et, d'autre part, réaliser la constance de ce volume afin de rendre constante la correction à effectuer.

Le tube laveur à potasse est constitué (fig. 5) par un tube *k* presque capillaire de 1^{mm},5 de diamètre intérieur et de 1 mètre de longueur. On a soudé, à chacune de ses extrémités, des tubes de sûreté ordinaires sur lesquels on a soufflé des petites boules *b* et *b'*. A l'une de ses extrémités, le tube capillaire a été courbé deux fois à angle droit au voisinage de la boule *b'*, et le tube de sûreté porte, à 8 ou 10 centimètres de cette boule, un étranglement *e'*. A l'autre extrémité, le tube de sûreté se termine par une étirure fermée à la lampe en pointe fine. Latéralement on a soudé sur la boule *b* un tube de sûreté étranglé en *e* à 2 centimètres de *b*. Cette tubulure est destinée à l'introduction de la potasse. L'examen de la figure 5 fera comprendre les détails de cette opération. Le flacon A contient une lessive de potasse pesant 42° à l'aéromètre Beaumé, qu'on a additionnée de baryte caustique ; après un contact prolongé et décantation, il surnage un liquide parfaitement limpide débarrassé de carbonate et de sulfate.

Le flacon A est fermé par un bouchon de caoutchouc à deux trous traversé par deux tubes. L'un *m* est destiné à amener de l'air purifié par son passage dans un flacon B rempli de ponce potassée. L'autre *M* est un tube capillaire destiné à puiser et à mesurer la potasse. A l'intérieur

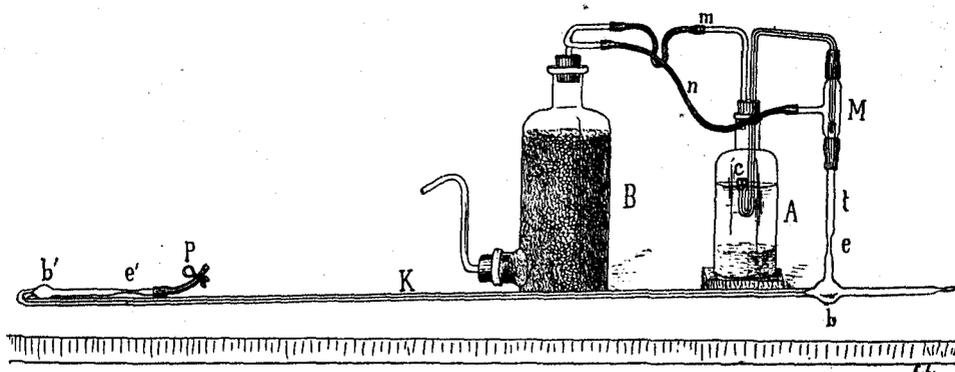


Fig. 5. — Préparation des tubes à potasse.

du flacon, ce tube plonge au sein de la lessive de potasse, puis se recourbe vers le haut et se termine au voisinage de la surface du liquide par une partie élargie formant une sorte de capsule *c* ayant 0^{cc},25 de capacité. A l'autre extrémité, le tube capillaire se termine par une partie effilée et pénètre dans un tube *M* plus large portant une tubulure latérale réunie par le tube de caoutchouc *n* au flacon B à ponce potassée. Le tube *M* est fixé par des caoutchoucs en haut au tube capillaire, en bas à la tubulure latérale du tube à potasse *k*.

L'appareil étant ainsi disposé et la lessive de potasse étant parfaitement limpide, pour remplir une série de tubes absorbants, on ajuste la tubulure latérale *t* de l'un d'eux au tube *M*, de façon à y faire pénétrer l'extrémité effilée du tube capillaire. On fait glisser celui-ci dans son bouchon de caoutchouc de façon à plonger dans la potasse la capsule *c* et à la remplir, puis à la remonter à quelques centimètres au-dessus du liquide. On met en communication l'extrémité *e'* du tube à potasse avec une trompe à eau par un caoutchouc fermé par la pince *p*. On ouvre la pince *p*. Un courant d'air purifié par le passage dans le flacon B traverse *nMt* et balaie le tube *K* en entraînant les traces d'acide carbonique qu'il peut contenir. Au bout d'une ou deux minutes, on pince avec les doigts le tube de caoutchouc *n*. La dépression exerce alors son action sur le

tube capillaire, et la potasse contenue dans la cupule *c* est brusquement déversée dans la tubulure *t* et coule dans la boule *b*. On cesse alors de pincer en *n*; on ferme la pince *p* et on scelle avec une flamme de gaz en mince languette au niveau des étranglements *e* et *e'*. L'opération a demandé au total quatre à cinq minutes, et l'appareil se trouve prêt pour le remplissage d'un nouveau tube. Il est bon de remarquer que la potasse a été transvasée tout en la maintenant rigoureusement à l'abri de l'atmosphère ambiante, et qu'à aucun moment elle n'a été en contact avec aucun joint de caoutchouc. Il est, en effet, très important d'éviter l'action d'une matière organique, quelle qu'elle soit, qui serait partiellement dissoute et ultérieurement décomposée en donnant naissance à de l'acide carbonique.

Le remplissage du tube K étant effectué, on le tient verticalement et on lui imprime de vives secousses. On parvient ainsi à faire descendre la potasse jusqu'à sa partie inférieure. On a eu soin, pour faciliter le mouillage de sa surface intérieure, de remplir le tube capillaire, avant qu'il soit façonné, d'acide fluorhydrique étendu, qui l'a légèrement dépoli. Il a été ensuite mis en digestion, ainsi que les tubes de sûreté qui devaient y être soudés, dans de l'acide sulfurique concentré qui a dissous toute trace de matière organique adhérente, puis rincé à l'eau distillée et séché dans un courant d'air sec.

Toujours dans le but d'éviter le contact de la potasse et des joints de caoutchouc, on a effectué le remplissage par une tubulure latérale spéciale et non par les étirures des extrémités, qui, ultérieurement, doivent être raccordées à des tubes de caoutchouc.

Fixation de l'acide carbonique et mesure de l'air.

Pour la détermination de l'acide carbonique de l'air contenu dans l'ampoule A, on réunit, comme l'indique la figure 6, cette ampoule au tube à potasse K par un joint *e'* de fort caoutchouc à vide, puis le tube à potasse à une trompe à mercure T par l'intermédiaire d'un autre joint de caoutchouc *e* et d'un tube capillaire sur lequel on a soufflé plusieurs boules *a*. Les pointes étirées fermant l'ampoule et le tube à potasse n'ont pas été ouvertes, mais on y a tracé au préalable un trait au couteau à verre

pour les rompre facilement au moment convenable. Le bâti sur lequel est fixée la trompe à mercure supporte en même temps un voluméno-mètre de M. Schlösing. On sait que cet appareil permet de mesurer des volumes gazeux considérables, avec une très grande précision, atteignant le $1/10000^e$. La capacité de l'ampoule du voluméno-mètre dont nous nous sommes servis, déterminée par un jaugeage préalable au mercure, est de $1236^{cc},37$ à la température de 15° . On peut donc y mesurer des volumes gazeux dépassant 1 litre.

On commence par mettre en communication, par un fort tube de caoutchouc à vide C, le tube à dégagement de la trompe avec le voluméno-mètre, la pince P étant desserrée. On fait fonctionner la trompe à mercure qui envoie dans le voluméno-mètre l'air extrait. On fait ainsi le vide jusqu'en *e*. Ce résultat atteint, en s'aidant d'une pince à mâchoires plates, on brise sous les joints de caoutchouc *e* et *e'* les pointes étirées du tube à potasse, les pinces *e* et *e'* étant maintenues desserrées. On obtient rapidement le vide jusqu'en *e'*. Lorsque la trompe à mercure ne fournit plus aucune bulle de gaz, on l'arrête, on ferme la pince P, on ouvre la pince P' et, soulevant le flacon tubulé F, on fait dégager sous la cuve H, par le tube capillaire *c*, tout l'air contenu dans le voluméno-mètre. On laisse s'écouler par *c* quelques gouttes de mercure, qui, en tombant, font entendre le bruit caractéristique du marteau d'eau et montrent ainsi que les dernières traces de gaz sont bien éliminées. On ferme alors la pince P'; on fait descendre le flacon F sur l'étagère mobile qui le supporte jusqu'au bas de sa course. Lorsque le mercure a repris son état d'équilibre, on desserre la pince P; tout se trouve alors en état pour commencer à fixer l'acide carbonique dans le tube K.

On ferme la pince *e*, la pince *e'* étant maintenue desserrée. On brise sous le joint de caoutchouc *e'* la pointe étirée de l'ampoule. On s'est assuré au préalable que la potasse contenue dans le tube K a bien mouillé le tube K jusqu'à sa partie inférieure *e'*. Elle se rassemble généralement en quelques gouttes réparties le long du tube et maintenues par la capillarité. On desserre doucement la pince *e* pour laisser l'air de l'ampoule A se détendre très lentement, ce que l'on constate par le mouvement des gouttelettes de potasse. Lorsque celles-ci sont

redevvenues immobiles, on ouvre en grand la pince *e*, et on fait fonction-

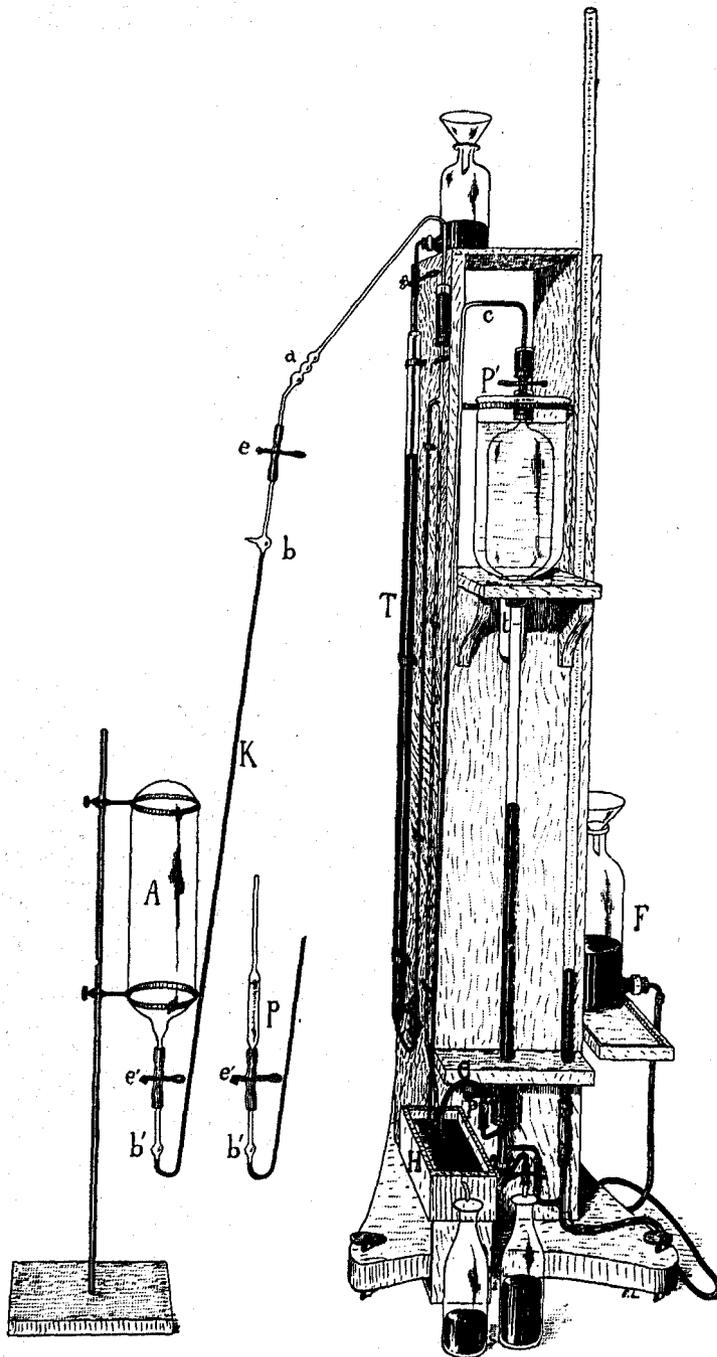


Fig. 6. — Séparation de l'acide carbonique et mesure de l'air.

ner la trompe à mercure ; celle-ci doit être réglée de façon que le mercure tombe goutte à goutte, très régulièrement, et opère un courant de vitesse telle qu'un litre d'air mette au moins une heure et demie pour traverser le tube K.

Le passage de l'air au travers de ce tube n'est pas absolument continu, mais a lieu par petites saccades qui aident à l'absorption de l'acide carbonique. La potasse, réunie en gouttelettes, est remontée jusque dans la boule *b* ; là, les gouttelettes se détruisent, et le liquide alcalin redescend en mouillant les parois du tube capillaire, de sorte que d'autres gouttelettes se reforment conti-

nuellement vers l'extrémité *b'*. Les surfaces absorbantes sont ainsi constamment renouvelées, et aucune trace de gaz carbonique ne peut

échapper à la fixation. Des expériences de contrôle ont d'ailleurs démontré qu'il en était bien ainsi.

Lorsque la pression intérieure du volumétre est presque voisine de la pression atmosphérique, c'est-à-dire lorsqu'il est passé environ 1 litre d'air, on arrête le barbotage. Dans ce but, on ferme la pince e' , et, la trompe à mercure continuant à fonctionner, on fait le vide dans le tube à potasse pour extraire les dernières traces d'air ayant subi son action. Ce résultat atteint, on procède à la mesure du volume d'air traité. On arrête la trompe, on ferme la pince P . On remonte l'étagère supportant le flacon F jusqu'à une hauteur convenable pour obtenir l'affleurement exact du mercure au trait de jauge t qui limite la chambre de mesure du volumétre. Il ne reste plus qu'à lire la dépression du mercure et à faire toutes les corrections d'usage pour déterminer avec précision le volume de l'air sur lequel on a opéré.

Soulevant ensuite le flacon F , on peut recueillir sur la cuve H des échantillons de cet air destinés à d'autres déterminations.

Mise en liberté et mesure de l'acide carbonique.

Le volume de l'acide carbonique contenu dans un litre d'air est voisin de $0^{\text{cc}},2$. Pour le mesurer exactement, nous avons fait usage d'un mesureur spécialement établi pour atteindre ce but et représenté par la figure 7. Il est construit d'après le même principe que celui qui a servi à MM. Th. Schloësing fils et Laurent pour leurs recherches sur la fixation de l'azote libre par les plantes (1). Il rappelle également, mais avec beaucoup plus de simplicité, l'appareil de Leclerc, utilisé par MM. Bonnier et Mangin pour leurs recherches sur la respiration des végétaux (2).

Ce mesureur est constitué par un tube capillaire aussi bien calibré que possible, recourbé comme l'indique la figure 7. Sa partie horizontale oa a 95 centimètres environ de longueur. Elle porte une graduation en millimètres à partir d'un zéro arbitrairement choisi en o

(1) *Annales de l'Institut Pasteur*, 1892, p. 78.

(2) *Annales de la science agronomique*, 1896, t. I, p. 28.

près de l'une des extrémités. Vers celle-ci, il se recourbe verticalement et se termine par une petite chambre-laboratoire *c* ayant une capacité de 7 à 8 centimètres cubes. Cette branche verticale porte également sur la partie capillaire, en *b*, un trait de jauge. A l'autre extrémité, il est réuni par un caoutchouc à vide à une petite allonge *d*, qu'on peut élever ou abaisser à la main.

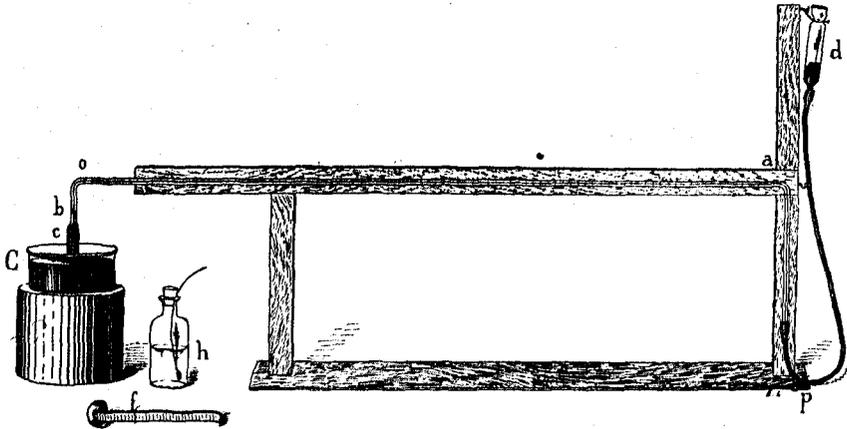


Fig. 7. — Mesure de l'acide carbonique.

On l'a au préalable jaugé avec précision. Dans ce but, on y a introduit une gouttelette de mercure, exactement pesée et capable d'y occuper un volume correspondant à environ 50 divisions. On a promené cet index sur toute la longueur du tube, en lisant, chaque 5 centimètres, le nombre de divisions qu'il occupait, ce qui a permis de calculer exactement le volume de chaque division en ces différents points. Un jaugeage général du tube depuis le 0 de la graduation jusqu'à l'une des dernières divisions a permis de vérifier cette détermination. La capacité de notre mesureur a été ainsi trouvée égale à 1^{cc},2527 depuis la division 0 jusqu'à 877 div. 8.

Pour faire une mesure, on commence par remplir le mesureur de mercure : on fait plonger la chambre-laboratoire dans le mercure contenu dans le cristalliseur C. On fait à la bouche une aspiration par l'allonge *a* que l'on abaisse en même temps. La pesanteur fait couler le mercure dans cette allonge. En l'élevant et en la rabaissant à plusieurs reprises, on s'assure qu'il n'y reste aucune trace d'air. On ferme le caoutchouc au moyen de la pince *p*. En s'aidant de la cuiller en fer *f*, que l'on passe sous la chambre-laboratoire *c*, on transporte le mesureur sur la cuve à mer-

cure H (fig. 6) pour y recueillir l'acide carbonique, qu'il s'agit maintenant de dégager du tube à potasse K.

On sépare le tube de caoutchouc C du tube à dégagement de la trompe. On se rappelle que le vide a été fait dans le tube capillaire K ; au besoin, on le parfait en faisant fonctionner pendant quelques minutes la trompe à mercure. On peut alors coiffer le tube à dégagement de celle-ci du tube-laboratoire du mesureur. D'autre part, on sépare l'ampoule A du joint de caoutchouc *e'*. On introduit dans celui-ci quelques gouttes d'acide sulfurique étendu au cinquième, en chassant l'air qu'il contient au-dessus de la pince; puis on ajuste, au lieu et place de l'ampoule, une pipette *p* de 10 centimètres cubes remplie d'acide sulfurique au cinquième. La trompe à mercure n'ayant pas cessé de fonctionner, on ouvre doucement la pince *e'*. L'acide sulfurique pénètre lentement dans le tube K, décompose le carbonate formé et pousse devant lui l'acide carbonique mis en liberté. La trompe à mercure l'aspire et l'envoie dans le tube mesureur.

Avec quelques précautions, on arrive à introduire l'acide sulfurique sans entraîner d'air. Si cependant on ne pouvait en éviter quelque trace, la précision du dosage n'en serait pas affectée. D'autre part, il reste dans la boule *b* une petite quantité de gaz qui ne peut être enlevée par le jeu de la trompe en raison de la résistance opposée par le liquide contenu dans le tube capillaire K. On le dégage par l'artifice suivant :

Profitant de la flexibilité de raccord de caoutchouc *e*, et tenant le tube K à la main, on soulève celui-ci jusqu'à lui faire prendre une position horizontale. Le petit résidu gazeux qui restait en *b* se détend, pousse l'acide sulfurique jusque dans les boules *a* et se dégage dans la trompe à mercure. Lorsqu'on remet le tube K dans sa position primitive, on voit l'acide descendre et remplir la boule *b*, où il ne reste plus de bulle gazeuse si la manœuvre a été bien effectuée.

Malgré cette précaution, et à cause du volume extrêmement réduit de gaz à extraire, on ne serait pas bien sûr de ne pas avoir laissé subsister dans le tube K quelques traces d'acide carbonique. Pour en entraîner les dernières, il faut procéder à des balayages. La pipette *p* étant séparée du joint de caoutchouc, on introduit dans celui-ci un obturateur en verre que l'on enfonce de façon à emprisonner une petite quantité d'air, environ

0^{cc}, 1. On desserre la pince *e'* un instant, pour faire pénétrer cet air dans le tube K, et, par la manœuvre déjà décrite, on fait passer cet air, aspiré par la trompe à mercure, dans le mesureur. On répète ce lavage trois fois, ce qui est plus que suffisant pour qu'on soit assuré qu'aucune trace de gaz carbonique n'ait été retenue.

L'acide carbonique, mélangé de l'air ayant servi aux lavages, est réuni dans le tube-laboratoire du mesureur. On transporte celui-ci, en s'aidant de la cuiller de fer, sur le cristallisoire C (fig. 7). En manœuvrant l'allonge *d* et la pince *p*, on fait passer le gaz dans la partie capillaire du tube, et on fait affleurer exactement le mercure dans la partie verticale au trait de jauge *b*. On lit alors la division de la graduation horizontale qui limite la colonne gazeuse. On note en même temps la dépression mercurielle entre *b* et le niveau du mercure en C, corrigée de l'erreur due à la capillarité, la température, la pression atmosphérique. On fait passer le gaz dans le tube-laboratoire C. On introduit dans celui-ci une petite balle de terre glaise, pétrie au bout d'un fil de platine, cuite au four, ayant la forme d'une olive et la taille d'un petit pois, et humectée de potasse concentrée. L'acide carbonique est très rapidement absorbé. On attend quelques minutes pour en être bien sûr. On fait passer le résidu gazeux dans la partie graduée et on en mesure le volume. La différence entre les 2 lectures représente le gaz carbonique. On la traduit en centimètres cubes et on fait sur ce volume les corrections d'usage. En particulier, on n'oublie celle qui est due à la présence de la vapeur d'eau. De l'eau se condense en effet sous forme d'une très petite goutte, qui, entraînée par le mercure, mouille le tube capillaire, et qui suffit encore, après le traitement par la potasse, à saturer de vapeur le résidu d'air.

La potasse, décarbonatée avec le plus grand soin au moyen de la baryte, contient encore des traces de gaz carbonique qui se dégagent en même temps que celui qui était réellement contenu dans l'air analysé et qui viennent ainsi fausser les résultats. La proportion de potasse étant constante, cette erreur est également constante. On la détermine en effectuant une opération à blanc sur l'un des tubes. Le tube mesureur permet des mesures très exactes, mais à condition qu'il soit entretenu, ainsi que le mercure qui le garnit, dans un rigoureux état de propreté. Grâce à

sa simplicité extrême, on y arrive très facilement. Après chaque mesure, le mercure est lavé à l'acide sulfurique. Dans le mesureur lui-même, on fait passer de l'acide sulfurique étendu, puis, à de nombreuses reprises, de l'eau distillée, et enfin on le sèche dans un courant d'air chaud.

Prélèvement des échantillons d'air.

M. l'enseigne de vaisseau Godfroy a bien voulu se charger du prélèvement des échantillons d'air. Il a suivi strictement le mode opératoire que nous avons indiqué, en notant le détail des circonstances dans lesquelles s'est effectuée chacune des opérations. Nous reproduisons ci-dessous les notes qu'il a rédigées au cours de l'expédition et qui exposent toutes les conditions dans lesquelles il a opéré pour effectuer les prises.

Notes accompagnant les échantillons.

Les chiffres que nous donnons ont été, pour la plupart, empruntés aux registres d'observations tenus par M. l'enseigne de vaisseau J. Rouch, chargé des études météorologiques.

Les positions géographiques sont celles qui ont été fournies par les observations de M. l'enseigne de vaisseau M. Bongrain, hydrographe, et astronome de l'expédition.

Au moment où s'effectuait chaque prise d'air, nous notions :

- 1° L'heure;
- 2° La hauteur barométrique, et la température du baromètre, pour ramener cette hauteur à 0°;
- 3° La température de l'air, mesurée au point de prise à l'aide d'un thermomètre-fronde, le plus généralement;
- 4° La température de l'eau de mer;
- 5° La direction du vent;
- 6° La direction des nuages, leur forme;
- 7° La nébulosité.

Ces chiffres, corrigés ensuite des différentes erreurs instrumentales, étaient complétés par une évaluation, tirée des registres d'observations météorologiques :

8° De l'état hygrométrique;

9° De la vitesse du vent;

10° De la tension de la vapeur d'eau.

Enfin l'altitude du point de prise était mesurée quand elle n'était pas déjà connue.

Les renseignements divers accompagnant chaque observation proviennent des notes que nous prenions pour cet usage.

Indications sur les notations employées.

Heures et dates. — Elles sont exprimées en temps moyen astronomique local (*tmg.*).

Positions géographiques. — Elles sont déterminées par leur latitude et leur longitude, celle-ci toujours rapportée au méridien de Paris.

Altitude. — L'altitude donnée est celle du gaillard d'avant, pour les observations faites à bord; pour les observations faites à terre, elle est calculée aussi exactement que possible.

Pression atmosphérique. — La pression atmosphérique donnée est la pression exacte. La lecture était faite au baromètre marin, puis corrigée de l'erreur instrumentale et de l'erreur due à la dilatation de la colonne de mercure en fonction de la température de la chambre des baromètres, pour être ramenée à 0°. Quand la prise d'air se faisait à terre, la pression atmosphérique était en outre ramenée à l'altitude de la prise.

Température de l'air. — Elle est donnée en degrés centigrades. Nous la prenions au thermomètre-fronde ou au thermomètre de l'abri météorologique.

Température de l'eau de mer. — Elle est notée en degrés centigrades et prise à la surface de l'eau.

État hygrométrique. — Le chiffre donné était fourni par un hygromètre enregistreur étalonné. Il est compté de 0 à 100, exprimant 100 fois la fraction de saturation ou humidité relative.

Tension de la vapeur d'eau. — Le chiffre donné est déduit des tables, où il est inscrit en fonction de l'état hygrométrique et de la température.

État du ciel. — La direction des nuages est donnée en aires de vent vraies. La nébulosité est comptée de 0 à 10, 0 représentant un ciel complètement pur, 10 un ciel complètement couvert.

Vent. — La direction du vent, donnée en aires de vent vraies, est celle d'où venait le vent.

La vitesse du vent est exprimée en mètres à la seconde et prise à l'enregistrement d'un anémomètre étalonné.

PRISE D'AIR N° 1.

Le 28 décembre 1908, à 8 heures 30 du soir, sur l'îlot Goudier par 64° 49' 33" de latitude sud, 65° 49' 16" de longitude ouest.

Altitude. — 10 mètres.

Pression atmosphérique. — 746,8.

Température de l'air. — — 2°.

Température de l'eau de mer. — + 1°.

État hygrométrique. — 78.

Tension de la vapeur d'eau. — 3,6.

État du ciel. — Ciel complètement couvert de stratus épais chassant de l'ouest-sud-ouest à l'est-nord-est.

Nébulosité. — 10.

Vent. — Le vent soufflait de l'ouest-quart-sud-ouest à une vitesse de 3 mètres à la seconde.

La prise d'échantillon d'air a été faite sur le rocher le plus élevé de l'îlot Goudier. Venu seul en embarcation, nous nous y trouvions au vent de tout lieu habité, le mouillage du « Pourquoi Pas? » étant à 600 mètres sous le vent. L'ampoule a été placée sur un rocher, à 1 mètre environ du sol, et toutes les précautions nécessaires ont été prises pour opérer dans de bonnes conditions.

L'îlot Goudier est un petit îlot bas et rocheux, situé entre l'île Doumer et Port-Lockroy, qu'il contribue à fermer du côté du chenal Peltier; de hautes montagnes glacées s'élèvent tout autour de l'horizon, et la côte est formée par une falaise de glace qui est l'aboutissement des glaciers qui en descendent, Il n'y a là naturellement aucune trace de végétation,

20.97

mais on trouve une grande quantité d'oiseaux, pingouins et cormorans, qui sur quelques rochers dénudés en été ont établi leurs colonies. Sur l'îlot Goudier même, nous n'avons pas vu d'oiseau au moment de la prise d'air, mais on y remarquait des traces nombreuses (plumes, déjections) d'un séjour antérieur de ces animaux; les colonies établies à 500 mètres de là étaient sous le vent.

A cette époque de l'année, il n'y a pas de nuit, et la température varie peu, restant près de 0°. Le large est encore occupé par la banquise, et dans les environs de Port-Lockroy on rencontre du pack-ice assez serré.

Le temps, parfaitement beau depuis le 24 décembre, s'est couvert dans la matinée du 27 avec des vents de la partie sud.

PRISE D'AIR N° 2.

Le 16 janvier 1909, à 10 heures du matin en mer, par 68° 20' de latitude sud, 72° 04' de longitude ouest.

Altitude. — 3^m,50 (gaillard d'avant).

Pression barométrique. — 733,8.

Température de l'air. — — 2°,5.

Température de l'eau de mer. — — 1°,3.

État hygrométrique. — 89.

Tension de la vapeur d'eau. — 3°,3.

État du ciel. — Temps clair; cirro-stratus légers et immobiles.

Nébulosité. — 4.

Vent. — Le vent soufflait du sud à une vitesse de 2^m,50 à la seconde.

La prise d'air n° 2 a été faite à bord, sur le gaillard d'avant, le bâtiment ayant une petite vitesse en avant contre la brise; le « Pourquoi Pas? » se trouvait alors en mer, au nord du massif principal de la Terre Alexandre-I^{er}, à une distance d'environ 20 milles des hautes montagnes de cette terre inaccessible; il était entouré de glaces formant un pack serré dans lequel il naviguait depuis la veille au soir, où le temps, après avoir été fort beau, s'était couvert vers cinq heures, amenant une chute abondante de neige jusqu'à minuit. A partir de ce moment, le vent du sud-est a passé au sud et le ciel s'est dégagé.

20.91

Le soleil est resté au-dessus de l'horizon pendant tous ces derniers jours.

PRISE D'AIR N° 3.

Le 22 janvier 1909, à 1 heure 45 du soir, en mer, par 68° 34' de latitude sud, 72° 37' de longitude ouest.

Altitude. — 3^m,50 (gaillard d'avant).

Pression barométrique. — 740,2.

Température de l'air. — + 1° ,9.

Température de l'eau de mer. — — 1° ,2.

État hygrométrique. — 84.

Tension de la vapeur d'eau. — 4,2.

État du ciel. — Temps brumeux, clair dans le nord. Alto-stratus en voile chassant de l'est-sud-est, à travers lesquels on aperçoit le soleil.

Nébulosité. — 6.

Vent. — Le vent soufflait de l'est-sud-est à une vitesse d'environ 3^m,50 à la seconde.

La prise d'air a été faite à bord au vent, le « Pourquoi Pas ? » étant accosté à la banquise côtière de la Terre Alexandre-I^{er}, à environ 3 milles de la falaise de glace qui termine la large calotte glaciaire au milieu de laquelle émergent les hauts sommets de cette terre ; il était entouré d'un pack serré formé de grandes plaques de glace, s'étendant à perte de vue.

Dans la semaine qui a précédé, le temps est resté en partie couvert, le plus souvent avec des vents assez froids de la partie nord. Le soleil s'est couché pendant une demi-heure.

Prises d'air faites à la station d'hivernage.

Pendant le séjour de l'expédition française au Pôle Sud à Port-Circoncision, dans l'île Petermann, où elle hiverna, toutes les prises d'air ont été faites au même point. Le lieu choisi était le sommet de la colline des Mégalestris, élevé de 35 mètres au-dessus du niveau de la mer, où était établi l'observatoire météorologique principal.

20.95

Nous avons percé les quatre faces de la cabane météorologique de trous, par lesquels nous faisons passer du côté du vent le long tube de verre amenant l'air à l'ampoule ; cette disposition nous permet de nous abriter convenablement pendant chaque opération, pouvant ainsi la mener à bien chaque fois sans incident.

L'île Petermann (ou Lund), située par $65^{\circ}10'40''$ de latitude sud, $66^{\circ}34'34''$ de longitude ouest, est la plus sud des îles de l'archipel Kaiser Wilhem, qui s'allonge le long de la Terre de Graham, dont elle n'est séparée que par un chenal de 3 milles de largeur. Cette île est complètement ensevelie sous la glace, et seuls quelques rochers dénudés ou quelquefois couverts de lichens émergent de la croûte de glace qui la couvre ; en hiver tout disparaît sous la neige.

Vers le large, de nombreux îlots et des écueils l'entourent ; du côté de la terre, le chenal de Lemaire la sépare des massifs montagneux et glacés de cette partie de la côte de Graham. Nulle part aucune trace de végétation ; cependant quelques rochers portent en été des mousses et des lichens, mais ils sont fort peu nombreux.

Le « Pourquoi Pas ? » était amarré dans le Port-Circoncision situé sur la côte est de l'île. L'observatoire météorologique, où se faisaient les prises d'air, en était distant d'environ 500 mètres ; cet observatoire, très bien placé, n'était abrité des vents régnants que vers le nord par la colline culminante de l'île qui s'élève à 126 mètres ; l'île elle-même est de peu d'étendue.

L'hiver que subit l'expédition à ce mouillage ne fut pas rigoureux, le minimum de température n'ayant pas dépassé 25° ; mais il fut particulièrement tempétueux, le vent ayant presque constamment soufflé du nord-nord-est ou du nord-est, le plus souvent en coup de vent, atteignant jusqu'à 115 kilomètres à l'heure, avec quelques rares accalmies, tandis que les oscillations barométriques importantes et continuelles faisaient, dans la même semaine, varier le niveau du mercure de 60 millimètres, de 705 à 765.

Dans les rares jours de calme et de beau temps, M. l'enseigne de vaisseau Rouch a constaté quelquefois un phénomène d'inversion de température entre l'observatoire de la colline des Mégalestris et celui du

bord de la mer. Nous avons noté ces différences quand elles ont coïncidé avec une prise d'air.

Il ne nous a été donné d'assister à aucun phénomène d'aurore australe, et les perturbations magnétiques importantes n'ont été qu'au nombre de quatre ou cinq (M. Senouque).

Le jour le plus court de l'hivernage, le soleil se leva à 10 heures 30 pour se coucher à 1 heure 30, n'atteignant pas tout à fait un degré en hauteur au moment de la culmination.

PRISE D'AIR N° 4.

Le 24 mars 1909, à 10 heures 30 du matin, à la station d'hivernage.

Pression atmosphérique. — 727,1.

Température de l'air. — + 4°.

Température de l'eau de mer. — — 1°.

20.98

État hygrométrique. — 79.

Tension de la vapeur d'eau. — 4,5.

État du ciel. — Temps bouché ; des nimbus bas chassent du nord-est.

Nébulosité. — 10.

Vent. — Soufflait en tempête du nord-est-quart-est à la vitesse de 13^m,50 à la seconde.

Au moment de la prise d'air, une colonie de pingouins se trouvait à environ 800 mètres au vent, mais, étant au bord de l'eau, se trouvait en outre à 35 mètres plus bas que le point de prise.

La mer était complètement libre de floes de banquise, mais encombrée de très nombreux icebergs.

Depuis le 25 février, les coups de vent de nord-est se sont succédés pendant un mois presque sans intervalle, amenant quelquefois une forte élévation de température (+ 4°), qui a causé un dégel très prononcé ; en particulier, depuis le 19 mars, la tempête n'a pas cessé, et du ciel toujours couvert tombe souvent de la neige fondue ou de la pluie.

PRISE D'AIR N° 5.

Le 10 juin 1909, à 10 heures du soir, à la station d'hivernage.

Pression atmosphérique. — 728,7.

Température de l'air. — — 9°,5.

Température de l'eau de mer. — — 1°,8.

20.92

État hygrométrique. — 73.

Tension de la vapeur d'eau. — 1,5.

État du ciel. — Très beau temps ; ciel pur et étoilé.

Nébulosité. — 0.

Vent. — Soufflait très peu de l'ouest-sud-ouest, de 0 à 2 mètres à la seconde.

Au moment où nous prenions la température au point de prise (— 9°,5), le thermomètre de l'abri météorologique du bord de la mer marquait — 10°,4, manifestant une inversion de température assez considérable, étant donnée la faible différence d'altitude entre les deux observatoires.

Depuis une semaine, régnaient des vents de nord-est soufflant en tempête violente. Le temps a embelli ce matin ; la brise a passé au sud, a soufflé un moment de cette direction, puis le calme s'est fait.

La mer s'est prise en banquise dès le début d'avril, mais les derniers mauvais temps ont fini par rompre et écarter la glace, qui se déplace maintenant autour de l'île au gré des vents et des courants ; la mer libre est visible à quelques milles dans l'ouest.

Il fait actuellement nuit pendant presque toute la journée ; le soleil ne dépasse pas un degré de hauteur au moment de la culmination, et le ciel, toujours couvert d'épais nuages, ne laisse pas passer ses rayons.

Il n'y a plus trace d'animal sur l'île.

PRISE D'AIR N° 6.

Le 27 août 1909, à une heure du soir, à la station d'hivernage.

Pression atmosphérique. — 742.

Température de l'air. — — 9°.

Température de l'eau de mer. — — 1°,8.

21.00

État hygrométrique. — 86.

Tension de la vapeur d'eau. — 2,5.

État du ciel. — Stratus et alto-stratus.

Nébulosité. — 9.

Vent. — Soufflait du sud-ouest à 2 mètres de vitesse à la seconde.

Depuis la dernière prise d'air, le mauvais temps n'a presque pas cessé ; ces derniers jours, nous avons eu un temps troublé et mal établi avec brises alternant du nord-est au sud-ouest.

L'île est complètement prise dans les glaces, qui s'étendent au large à perte de vue. Du sommet de l'île, on n'aperçoit la mer nulle part, ce qui indique que la banquise a une largeur minima de 30 milles ; étant donné que la houle ne se fait plus sentir jusqu'à nous, il est vraisemblable que la glace s'étend à peu près au double de cette distance.

Le soleil s'est levé à 7 h. 30 du matin et s'est couché à 4 h. 30 du soir.

PRISE D'AIR N° 7.

Le 4 novembre 1909, à deux heures du soir, à la station d'hivernage.

Pression atmosphérique. — 731,8.

Température de l'air. — + 0°,8.

Température de l'eau de mer. — — 1°,3.

20.93

État hygrométrique. — 91.

Tension de la vapeur d'eau. — 4,3.

État du ciel. — Couvert, pluvieux et brumeux ; nimbus bas venant de l'ouest.

Nébulosité. — 10.

Vent. — Soufflait très faiblement de l'ouest à environ 1 mètre à la seconde.

Le vent s'est calmé ce matin, après avoir soufflé du nord-est violemment depuis trois jours ; des rafales, tourbillonnant sans direction fixe, lui ont succédé qui durent encore.

La banquise s'étend vers le large à perte de vue ; la glace du chenal de Lemaire est fragmentée.

Les oiseaux sont revenus en assez grand nombre depuis une dizaine de jours.

Prises d'air faites pendant la seconde campagne d'été.

PRISE D'AIR N° 8.

Le 2 décembre 1909, à 2 heures du soir, à Port-Foster, île Déception, par 63° de latitude sud, 62° 53' de longitude ouest.

Altitude. — 1 mètre.

Pression atmosphérique. — 738,2.

Température de l'air. — + 3°,2.

H₂O₂

Température de l'eau de mer. — 0°.

État hygrométrique. — 78.

Tension de la vapeur d'eau. — 4,9.

État du ciel. — Couvert de nuages bas, stratus et nimbus, cirro-cumulus du nord-ouest.

Nébulosité. — 9.

Vent. — Vent léger du nord, soufflant à 2 mètres à la seconde.

Le Port-Foster occupe tout l'intérieur de l'île Déception, qui l'entoure d'une bande de terre ne laissant de communication entre lui et la mer que par un passage étroit ouvrant au sud-est. L'île est un ancien volcan, et sa côte est en majeure partie formée de cendres agglomérées recouvertes presque partout de neige ou de glace; elle culmine à 500 mètres environ. En différentes places, des fumerolles nombreuses sortent du sol à une température très élevée.

Le port était occupé, au moment de notre passage, par plusieurs compagnies de baleiniers qui viennent en été y installer leurs usines flottantes. Cinq grands vapeurs occupaient la rade, et trois baleiniers à vapeur s'y trouvaient également au moment de la prise d'air; les autres chassaient autour de l'île. De nombreux cadavres dépecés de baleines étaient échoués sur les plages où flottaient encore sur l'eau du port, attirant des bandes d'oiseaux qui vivent en très grand nombre sur l'île.

Pour effectuer la prise d'air, nous sommes allés en embarcation nous placer à environ un mille et demi dans l'ouest-sud-ouest de la station des baleiniers, afin de ne pas nous trouver sous leur vent.

Le temps est assez beau depuis quelques jours. Il n'y a pas de glace en vue au large de l'île.

PRISE D'AIR N° 9.

Le 13 janvier 1910, à 4 heures du soir, en mer, par $69^{\circ}30'$ de latitude sud; $87^{\circ}22'$ de longitude ouest.

Altitude. — $3^m,50$.

Pression atmosphérique. — $741,5$.

Température de l'air. — $+ 2^{\circ},2$.

20 9 9

Température de l'eau de mer. $+ 0^{\circ},9$.

État hygrométrique. — 92.

Tension de la vapeur d'eau. — 5.

État du ciel. — Couvert de nimbus épais, chassant du nord.

Nébulosité. — 10. Neige et brume.

Vent. — Du nord-est, soufflant à 2 mètres à la seconde.

Au moment de la prise d'air, le « Pourquoi Pas ? » suivait sous peu de voiles la lisière de la banquise, qui s'étendait dans le sud depuis l'ouest jusqu'à l'est, tout à fait compacte. Depuis plusieurs jours, le temps était couvert et neigeux; la brume était par moments très dense et ne se dissipait jamais complètement.

La température de l'eau de mer venait de passer brusquement, une heure avant l'opération, de $- 1^{\circ},2$ à $+ 0^{\circ},9$. La prise a été faite au vent dans d'excellentes conditions.

PRISE D'AIR N° 10.

Le 21 janvier 1910, à 2 heures 30 du soir, à bord en mer par $70^{\circ}05'$ de latitude sud, $121^{\circ}20'$ de longitude ouest.

Altitude. — 5 mètres.

Pression atmosphérique. — $742,2$.

Température de l'air. — $- 1^{\circ},2$.

20 9 8

Température de l'eau de mer. — $- 1^{\circ},2$.

État hygrométrique. — 96.

Tension de la vapeur d'eau. — $4,2$.

État du ciel. — Nimbus bas, venant du sud-sud-ouest.

Nébulosité. — 10.

Vent. — De 4 mètres à la seconde, soufflant du sud-quart-sud-ouest.

La prise d'air a été faite à bord sur la passerelle, du côté du vent, dans de très bonnes conditions, le « Pourquoi Pas ? » étant à la lisière d'une épaisse banquise qui occupait l'horizon du nord-est au nord-ouest en passant par le sud. Le temps était brumeux, et il neigeait par intervalles.

Outre la banquise, un grand nombre d'icebergs occupaient la partie libre de la mer.

A cette époque, le soleil est toujours au-dessus de l'horizon.

PRISE D'AIR N° 11.

Le 23 janvier 1910, à midi, à bord en mer, par 66° 22' de latitude sud, 121° 47' de longitude ouest.

Altitude. — 3 mètres.

Pression atmosphérique. — 739,7.

Température de l'air. — — 0°,1.

Température de l'eau de mer. — + 0°,5.

État hygrométrique. — 87.

Tension de la vapeur d'eau. — 4,2.

État du ciel. — Nimbus venant de l'ouest-sud-ouest; couche supérieure de cirro-cumulus immobiles.

Nébulosité. — 8.

Vent. — De 5 mètres de vitesse à la seconde soufflant de l'ouest-sud-ouest.

Le vent venant de l'arrière, la prise d'air a été faite à l'extrémité arrière du bateau. Un embrun ayant atteint le verre pendant la fermeture de l'ampoule, la partie amincie du col de celle-ci s'est cassée un instant avant que la fermeture soit achevée; il se peut, par suite, qu'il y ait eu contact entre la flamme de la lampe à souder et l'air recueilli dans l'ampoule.

Résultat de l'analyse des échantillons d'air.

M. Godfroy avait emporté 12 ampoules, et il a pu réussir à prélever dans d'excellentes conditions 11 échantillons d'air. De notre côté, nous

20.94

avons, par suite d'une fausse manœuvre, perdu l'un d'eux, mais nous avons réussi à mener à bien l'analyse des 10 autres échantillons. Nous avons obtenu les résultats suivants :

Numéros des échantillons.	Volume d'air traité ramené à 0 et 760.	Acide carbonique extrait ramené à 0 et 760.	Acide carbonique pour 10 000 volumes d'air.
1.....	1 075 ^{cc} ,80	0 ^{cc} ,1972	1,833
2.....	1 002 ^{cc} ,27	0 ^{cc} ,2502	2,291
3.....	1 081 ^{cc} ,21	0 ^{cc} ,2390	2,210
4.....	1 028 ^{cc} ,83	0 ^{cc} ,1968	1,913
5.....	1 058 ^{cc} ,91	0 ^{cc} ,2320	2,191
6.....	1 127 ^{cc} ,37	0 ^{cc} ,2350	2,084
7.....	1 021 ^{cc} ,91	0 ^{cc} ,2350	2,300
9.....	1 055 ^{cc} ,59	0 ^{cc} ,1528	1,447
10.....	1 032 ^{cc} ,65	0 ^{cc} ,1758	1,702
11.....	981 ^{cc} ,33	0 ^{cc} ,2505	2,553

L'échantillon d'air n° 11 a donné un résultat un peu plus élevé que les autres : peut-être a-t-il été légèrement altéré par la flamme de la lampe à souder, comme M. Godfroy l'a pressenti ?

Ces dix échantillons se répartissent en latitude de la façon suivante :

Latitude Sud.	Numéro d'ordre.	Date de la prise.	Saison.	CO ² p. 10 000.
64°50'	1	28 décembre 1908.	Été.	1,833
	4	24 mars 1909.	Commencement automne.	1,913
65°10'	5	19 juin 1910.	Commencement hiver.	2,191
	6	27 août 1909.	Mi-hiver.	2,084
	7	4 novembre 1909.	Mi-printemps.	2,300
66°22'	11	23 janvier 1910.	Été.	2,553
68°20'	2	16 janvier 1909.	Été.	2,291
68°34'	3	22 janvier 1909.	Été.	2,210
69°30'	9	13 janvier 1910.	Été.	1,447
70°05'	10	21 janvier 1910.	Été.	1,702

Ces chiffres conduisent à une moyenne de 2^{vol},0524 d'acide carbonique pour 10 000 volumes d'air. Il y aurait peut-être lieu d'éliminer l'échantillon n° 11, qui, ainsi que nous avons vu, a peut-être été accidentellement souillé. Dans ce cas, la moyenne serait de 1^{vol},997 d'acide carbonique pour 10 000 volumes d'air.

Les résultats les plus faibles, 1^{vol},447 et 1^{vol},702 ont été obtenus aux latitudes les plus élevées 69° 30' et 70° 05'.

Il ressort de ces chiffres, de la manière la plus frappante, que les quan-

tités d'acide carbonique qui existent dans l'air des régions australes sont très notablement inférieures à celles qui existent en Europe. Ils nous conduisent en effet à une moyenne de 2,05, alors que les déterminations de MM. Müntz et Aubin effectuées dans l'hémisphère nord, dans des stations très éloignées, leur donnaient un chiffre de 2,82.

Leurs anciennes études, faites au cap Horn, à la latitude de $55^{\circ} 31' 24''$, leur avaient déjà fourni une moyenne de 2,56, très nettement inférieure à celle de l'hémisphère nord. Elles se trouvent donc vérifiées et singulièrement accentuées.

L'ensemble de ces recherches apporte une confirmation éclatante aux théories de M. Th. Schloësing sur les échanges d'acide carbonique entre les eaux marines et l'air. Elles montrent aussi que le brassage de l'air n'est pas assez énergique pour amener une répartition uniforme de ce gaz dans l'atmosphère terrestre, comme le pensaient Gay-Lussac (1) et Reiset (2), et que des causes locales ont une influence très grande sur la proportion qui en existe et qui peut varier du simple au double.

La surface du globe se divise en zones où les courants atmosphériques sont relativement constants. On comprend que, dans chacune de ces zones, la teneur en acide carbonique reste aussi relativement constante et que le mélange des masses d'air n'est pas aussi rapide et aussi intime que le pensaient Gay-Lussac et Reiset.

Si l'on faisait entrer dans le calcul les quantités obtenues dans les régions antarctiques, la moyenne générale de la teneur de l'air en acide carbonique se trouverait sensiblement abaissée.

Détermination des quantités d'oxygène contenues dans l'air.

Étant en possession d'échantillons d'air prélevés dans les régions antarctiques explorées par la Mission Charcot, il nous a semblé intéressant d'y déterminer la proportion d'oxygène qu'ils contenaient. On sait que les mémorables travaux de Regnault ont établi que les variations de la teneur de l'air en oxygène, pour les nombreux pays où il fit prélever des échantillons, ne dépassaient pas quelques dix-millièmes, c'est-à-dire qu'elles

(1) *Annales de chimie et de physique*, t. II, p. 200.

(2) *Comptes Rendus*, t. XC, p. 1114.

étaient à peu près de l'ordre des erreurs d'expérience (1). Le fait a été confirmé par d'autres observateurs. Cependant M. Leduc (2) a constaté que ces variations étaient réelles et qu'elles résultaient de « l'influence de la saison, de l'altitude, du voisinage de la mer et peut-être aussi de la latitude ».

Nous avons utilisé l'air privé d'acide carbonique provenant du dosage de ce dernier gaz. Nous avons employé l'eudiomètre de Regnault, avec les modifications qu'y a apportées M. Schlœsing et qui rendent cet appareil d'un maniement plus facile, sans rien enlever à la précision du procédé.

Nous introduisons l'air purifié dans l'eudiomètre, nous l'additionnons de la quantité convenable d'hydrogène pur, et nous calculons l'oxygène en prenant le tiers du volume disparu par la combustion.

Voici les résultats de nos analyses, faites sur les échantillons d'air dont les conditions de prélèvement ont été détaillées précédemment :

Numéros.	Latitude.	Longitude.	Localité.	Oxygène pour 100 volumes d'air.
1	64° 49'	65° 49'	Ilot Goudier.	20,97
2	68° 20'	72° 04'	En mer.	20,91
3	68° 34'	72° 37'	En mer.	20,95
4	65° 11'	66° 35'	Port-Circoncision.	20,98
5	»	»	»	20,92
6	»	»	»	21,00
7	»	»	»	20,93
<u>9</u>	69° 30'	87° 22'	En mer.	20,99
10	70° 05'	121° 20'	»	20,98
11	66° 22'	121° 47'	»	20,94

La moyenne de tous ces résultats est 20,957.

Ils varient entre un minimum qui est 20,91 et un maximum qui est 21,00. Ils sont donc comparables à ceux que Regnault a obtenus à Paris, où la moyenne a été de 20,960, avec un minimum de 20,913 et un maximum de 20,990.

Nous devons donc conclure que l'air des régions antarctiques contient une proportion d'oxygène semblable à celle qui existe sous le climat de la France.

(1) *Annales de chimie et de physique*, 1853.

(2) *Comptes Rendus*, t. CXXVI, p. 413.

DEUXIÈME EXPÉDITION ANTARCTIQUE FRANÇAISE (1908-1910)

Fascicules publiés

- CARTES..... Onze cartes en couleurs dressées par M. BONGRAIN
et R.-E. GODFROY, pliées et réunies..... 34 fr.
- RHIZOPODES D'EAU DOUCE, par E. PÉNARD.
1 fascicule de 16 pages..... 2 fr.
- ÉCHINODERMES.. *Astéries, Ophiures et Échinides*, par R. KOEHLER.
1 fascicule de 270 pages (16 planches doubles). 34 fr.
- VERS..... *Polyclades et Triclades maricoles*, par P. HALLEZ ; *Ptéro-
branches*, par CH. GRAVIER ; *Chétognathes*, par L. GERMAIN ;
Rotifères, par P. DE BEAUCHAMP.
1 fascicule de 116 pages (9 planches)..... 15 fr.
Annélides Polychètes, par CH. GRAVIER.
1 fascicule de 165 pages (12 planches)..... 24 fr.
- CRUSTACÉS *Crustacés isopodes*, par H. RICHARDSON ; *Crustacés parasites*,
par CH. GRAVIER ; *Amphipodes*, par Ed. CHEVREUX ; *Mallo-
phaga et ixodidæ*, par L.-G. NEUMANN ; *Collemboles*, par
IVANOF.
1 fascicule de 204 pages 16 fr.
- PYCNOGONIDES.. Par E.-L. BOUVIER ; *Ostracodes marins*, par E. DADAY DE
DÉES ; *PhyllopoDES anostracés*, par E. DADAY DE DÉES ;
Infusoires nouveaux, par E. DADAY DE DÉES ; *Copépodes
parasites*, par A. QUIDOR ; *Diptères*, par KEILIN.
1 fascicule de 232 pages avec fig. (6 planches). 18 fr.
- MOLLUSQUES..... *Gastropodes prosobranches, Scaphopodes et Pélécy-podes*,
par Ed. LAMY ; *Amphineures*, par JOH. THIELE.
1 fascicule de 34 pages (1 planche) 4 fr.
- POISSONS..... Par L. ROULE, avec la collaboration de MM. ANGEL et R. DESPAX.
1 fascicule de 32 pages (4 planches en noir et
en couleurs)..... 8 fr.
- BOTANIQUE..... *Flore algologique antarctique et subantarctique*, par
L. GAIN.
1 fascicule de 218 pages (8 planches) 24 fr.
Révision des Mélobésiées antarctiques, par M^{me} PAUL
LEMOINE.
1 fascicule de 72 pages (2 planches)..... 7 fr.
- OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES, par J. ROUCH.
1 fascicule de 260 pages (16 planches)..... 34 fr.
- ÉTUDE SUR LES MARÉES, par R.-E. GODFROY.
1 fascicule de 74 pages (11 planches)..... 16 fr.
- OBSERVATIONS D'ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE, par J. ROUCH.
1 fascicule de 40 pages (7 planches) 9 fr.
- OcéANOGRAPHIE PHYSIQUE, par J. ROUCH.
1 fascicule de 46 pages (2 planches)..... 8 fr.
- EAUX MÉTÉORIQUES, SOL ET ATMOSPHÈRE, par A. MUNTZ et E. LAINÉ.
1 fascicule de 47 pages avec figures 6 fr.