

COMITÉ INTERNATIONAL

DES POIDS ET MESURES.

PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES.

DEUXIÈME SÉRIE. — TOME VIII.

SESSION DE 1920

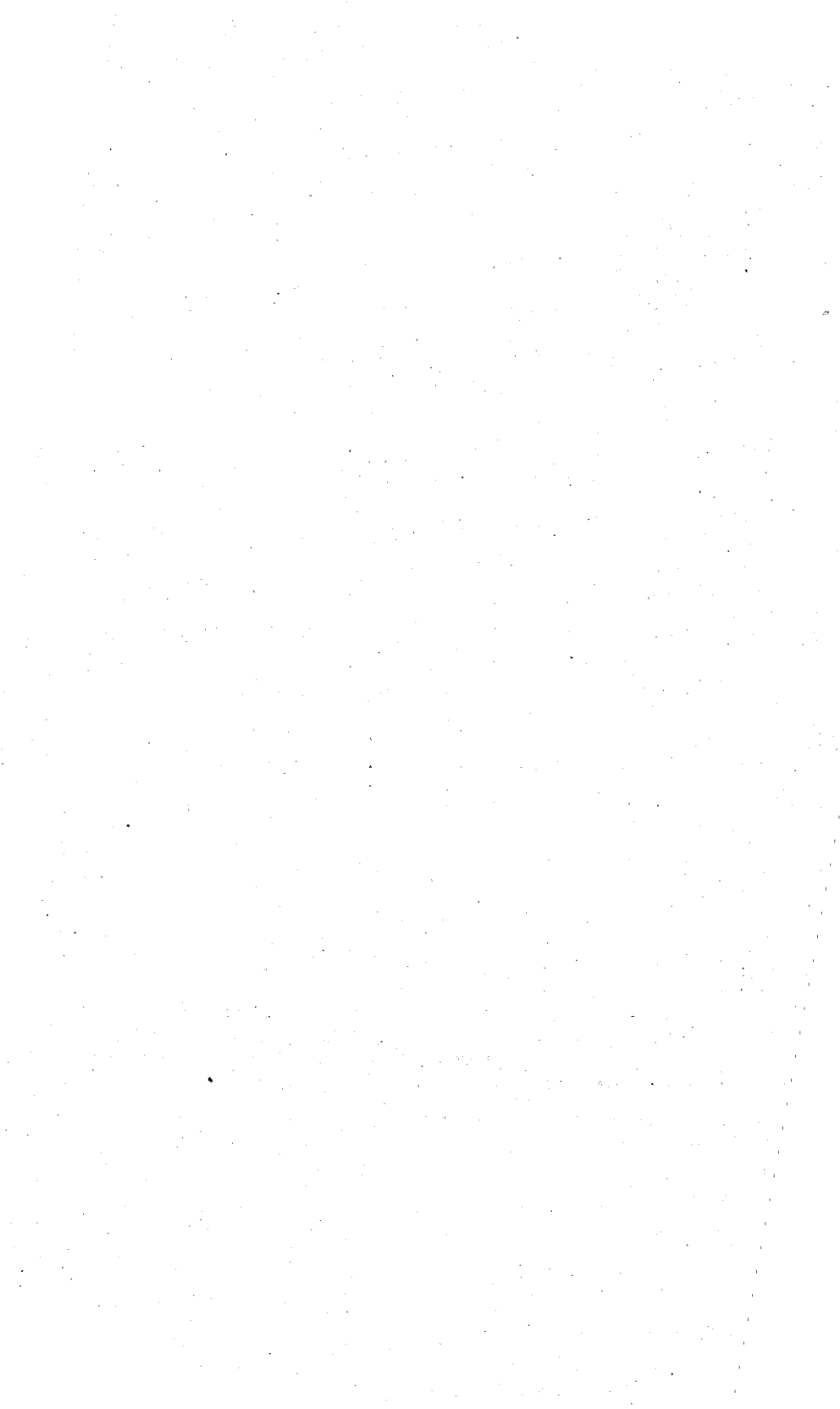


PARIS

GAUTHIER-VILLARS ET Cie, ÉDITEURS

LIBRAIRES DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE
Quai des Grands-Augustins, 55

1920



COMITÉ INTERNATIONALE DES POIDS ET MESURES.

SESSION DE 1920.

PROCÈS-VERBAL

DE LA PREMIÈRE SÉANCE,

TENUE AU BUREAU INTERNATIONAL,

Samedi 2 octobre 1920.

PRÉSIDENCE DE M. R. GAUTIER.

Sont présents :

MM. APPELL, GUILLAUME, HÉPITÉS, MACMAHON, PASQUIER,
STRATTON, TANAKADATE, VOLTERRA.

M. BENOÎT, Directeur honoraire du Bureau, invité, assiste à la séance.

La séance est ouverte à 15 heures.

M. HÉPITÉS, Secrétaire *ad interim*, expose que le Comité avait été primitivement convoqué pour le 28 septembre; mais, la réunion tenue à cette date n'ayant pas réalisé le quorum réglementaire, le Comité s'est ajourné. M. Hépités donnera, dans un instant, lecture de deux lettres qui lui

sont parvenues peu avant la séance, et dont l'une, en apportant au Comité la démission de son président, M. W. Foerster, oblige à désigner l'un de ses membres pour présider la séance de ce jour, et éventuellement les séances suivantes. Il propose de faire appel à la longue expérience de M. R. Gautier, qui vient d'entrer dans la vingtième année de ses fonctions au sein du Comité.

Cette motion est votée par acclamation.

M. GAUTIER, en prenant place au fauteuil de la présidence, remercie ses collègues de lui avoir confié le soin de diriger les débats de cette session en qualité de plus ancien membre du Comité après M. Hépitès, Secrétaire. Il s'efforcera de mériter cette confiance. Il compte, pour cela, sur la bienveillante collaboration de ses collègues.

M. le PRÉSIDENT constate que le quorum réglementaire est atteint, et déclare ouverte la session de 1920.

Il souhaite la bienvenue aux membres nouveaux : MM. Appell, MacMahon, Pasquier et Volterra, dont les trois premiers sont bien connus de leurs collègues par leur présence aux dernières conférences générales, puis à M. Guillaume, Directeur du Bureau depuis 1915. Il est heureux de constater la présence à la séance de notre ancien Directeur devenu Directeur honoraire, M. Benoît, et le remercie encore de tout ce qu'il a fait pour le Bureau durant sa longue et fructueuse activité.

M. le Président rappelle ensuite les pertes subies par le Comité depuis sa dernière séance, tenue le 21 octobre 1913, par le décès de sir David Gill, Gaston Darboux, Pietro Blaserna et F. da P. Arrillaga, dont M. le Secrétaire parlera plus longuement dans son Rapport. Il rappelle également la mort de Pierre Chappuis, Membre honoraire du Bureau, et celle de René Sermantin, calculateur au Bureau, et prie les membres du Comité de se lever pour honorer la mémoire de tous ces disparus.

Au sujet de M. Egoroff, le Bureau est dans l'incertitude. Les dernières nouvelles reçues de Petrograd datent déjà de plus d'une année; M. Egoroff était alors en bonne santé; le Comité tout entier forme des vœux pour son éminent collègue.

M. le Président fait part au Comité des regrets de nos collègues MM. DE BODOLA, HASSELBERG et VON LANG, empêchés, pour raisons de santé, d'assister à cette réunion, puis il donne la parole à M. le Secrétaire pour la lecture de deux lettres qui lui ont été adressées par M. Foerster, et dont la seconde vient de lui parvenir.

Voici la première de ces deux lettres :

Paris, le 1^{er} octobre 1920.

A Monsieur HÉPITÈS, Secrétaire du Comité,

En raison de mon âge, et convaincu qu'on trouvera un moyen pour que, dans l'avenir, l'Allemagne continue à être représentée dans le Comité international des Poids et Mesures, et à prendre une part active à ses travaux, je donnerai ma démission.

Dans le but d'atteindre le quorum réglementaire, afin que le Comité puisse siéger valablement, je prie M. Gautier d'inviter MM. les membres à une prochaine séance, et de bien vouloir la présider.

W. FOERSTER.

La seconde s'exprime dans les termes suivants :

Paris, le 2 octobre 1920.

A Monsieur HÉPITÈS, Secrétaire du Comité,

Je donne ma démission de Président du Comité international des Poids et Mesures; je réserve ma décision sur ma retraite comme membre de ce Comité.

W. FOERSTER.

M. le PRÉSIDENT, en enregistrant, au nom du Comité, la démission de président donnée par M. Foerster, rappelle

les services éminents qu'il a rendus à la cause des Poids et Mesures au cours de sa longue carrière, comme membre de la *Commission internationale du Mètre*, aux délibérations de laquelle il prit, en 1872, une part active, puis comme membre du Comité international, enfin comme président du Comité, quatre fois réélu. Son activité et sa sollicitude ont été constantes et fructueuses durant une période fort étendue, qui n'a pris fin qu'au moment où l'état de guerre a interrompu toutes relations entre le Bureau et lui.

M. APPELL, avant qu'on passe à la suite de l'ordre du jour, tient, tant en son nom qu'au nom de ses collègues nouvellement élus comme lui, à remercier M. le Président de son cordial salut de bienvenue. Tous quatre apporteront au Comité leur concours le plus dévoué en vue de maintenir, à la belle œuvre à laquelle ils sont ainsi appelés à collaborer, le niveau élevé que lui a déjà acquis son grand passé.

M. le PRÉSIDENT donne la parole à M. le Directeur pour présenter son Rapport réglementaire sur la gestion du Bureau pendant la période écoulée entre le 1^{er} octobre 1913 et le 31 août 1920.

M. GUILLAUME résume le document suivant :

RAPPORT AU COMITÉ INTERNATIONAL

SUR LA GESTION DU BUREAU

PENDANT LA PÉRIODE ÉCOULÉE

ENTRE LE 1^{er} OCTOBRE 1913 ET LE 31 AOUT 1920.

La crise sans précédent que le monde a traversée, depuis que le Comité s'est réuni pour la dernière fois en session, a eu ses dures répercussions sur l'existence du Bureau international, dont la vie est demeurée, pendant près de cinq années, comme suspendue aux fluctuations des événements. Le Rapport que j'ai pour la première fois l'honneur de présenter au Comité en portera, dans toutes ses parties, la trace profonde.

I. — PERSONNEL.

Le changement dans la direction du Bureau que préparait la demande formulée par M. Benoît, au cours de la dernière session, de faire valoir ses droits à la retraite à la fin de l'année 1914, s'est effectué à la fin de mai 1915, date à laquelle M. Blaserna m'a régulièrement investi des fonctions que le Comité avait décidé de me confier, et auxquelles, sous sa bienveillante autorité, je continuerai à vouer toutes mes forces.

Pendant les premiers mois de la guerre, nous avons veillé ensemble, M. Benoît et moi, sur les trésors dont nous avions la garde, et il avait attendu que tout danger immédiat fût écarté pour goûter un repos vaillamment conquis par trente-sept années d'un labeur acharné et fructueux au service du Bureau. Mais il ne s'est point désintéressé de l'œuvre à laquelle il avait consacré, pendant une si longue période de sa vie, le meilleur de ses forces, et nous avons encore souvent recours aux conseils de sa grande expérience des choses de la métrologie. Un mémoire qu'il prépare gardera, dans nos publications, la trace de ses derniers travaux.

Un vote unanime du Comité a institué, pour la première fois, en faveur de M. Benoît, le titre de Directeur honoraire du Bureau.

Cette nomination, ainsi que celle dont j'ai été l'objet, a été, conformément aux stipulations de l'Article 7 de la Convention du Mètre, notifiée aux Gouvernements adhérents; connaissance en ayant été donnée, par S. Exc. le Ministre des Affaires étrangères de la République française, à M. le Directeur général de la Caisse des Dépôts et Consignations, j'ai pu effectuer les retraits nécessaires à la vie matérielle du Bureau.

Dès le mois d'août 1914, nos deux adjoints, M. Pérard et M. Maudet, et notre assistant, M. Biehler, étaient appelés par la mobilisation, qui nous enlevait également, en mars 1915, M. Bonhoure, calculateur. En février 1919, MM. Pérard et Maudet ont repris, au Bureau, leurs travaux interrompus pendant les quatre ans et demi au cours desquels ils s'étaient voués tout entiers aux devoirs de leurs grades. Dès leur retour, ils se sont remis au travail avec une ardeur dont on trouvera la marque dans l'exposé des résultats auxquels ils ont été conduits.

M. Bonhoure a rejoint son poste au Bureau en octobre 1919, exécutant dès lors avec la même sûreté qu'autrefois, et avec plus de maturité, les travaux pour lesquels il dépend essentiellement de MM. Pérard et Maudet.

Pendant toute la durée de la guerre, M. Biehler était resté en contact avec le Bureau, où il espérait reprendre sa place dès le retour de la paix. Mais l'impossibilité dans laquelle nous nous sommes trouvés, en raison de l'exiguïté de nos ressources, de lui offrir la situation matérielle que les nouvelles exigences de la vie lui faisaient envisager comme un minimum nécessaire, l'a contraint à nous quitter pour entrer dans l'industrie. Il m'en a exprimé son profond regret, que je partage sincèrement.

En novembre 1914, M. Benoit avait engagé, comme assistant, M. René Paresce, docteur ès sciences de l'Université de Palerme; mais, parti en juillet 1914 pour passer ses vacances en Angleterre, il y demeura, suivant le désir de M. Benoit, et fut autorisé, par sir R.-T. Glazebrook, à travailler au National Physical Laboratory. Appelé par la mobilisation italienne en juin 1915, puis revenu en novembre de la même année, il nous quittait définitivement en janvier 1917. Dans son passage au Bureau, court et intermittent en raison des circonstances, M. Paresce nous a donné maintes preuves d'une intelligence très vive, d'une forte culture, et d'une grande diversité d'aptitudes.

Dès que la direction du Bureau m'eut été confiée, je m'assurai la collaboration de M. Léopold Reverchon, écrivain connu du domaine

de l'horlogerie, auquel je remis tout l'ensemble des fonctions administratives, jusque-là plus ou moins disséminées (comptabilité, caisse, archives, bibliothèque, achats, réception et expédition des instruments, etc.), et qu'il était avantageux de grouper, surtout afin de troubler le moins possible la continuité du travail technique, auquel nous devons consacrer nos plus grands efforts. Sa nomination, conclue d'abord pour la durée de la guerre, est devenue ultérieurement définitive. La sûreté avec laquelle M. Reverchon a rempli ses multiples fonctions, et les avantages qui en sont résultés dans le sens d'une meilleure cohésion des services, a justifié la tentative que j'avais faite, en créant, avec l'approbation de M. le Secrétaire du Comité, cette fonction nouvelle.

En mai 1917, quelques mois après le départ de M. Paresce, j'engageai comme assistant M. Charles Volet, licencié ès sciences de l'Université de Lausanne, qui m'a secondé avec un dévouement de tous les instants dans les années difficiles que nous avons traversées. Il s'est montré très bon observateur, et a entrepris, en plus, de sa propre initiative, des calculs d'ensemble dont il sera question dans la suite de ce Rapport.

En octobre 1913, M^{lle} Renée Huetz est entrée au Bureau comme calculatrice-dactylographe. Elle s'est mariée à la fin de 1918, et nous a quittés au cours de l'été 1919. Elle a apporté dans sa tâche beaucoup de conscience et d'assiduité. Elle a été remplacée par M^{lle} Madeleine Becker, dont le travail nous donne toute satisfaction.

La métrologie tout entière a subi une irréparable perte par la mort de Pierre Chappuis, qu'une maladie de cœur, contractée il y a bien des années, achevait de terrasser le 16 février 1916.

Lors de son départ pour Bâle, au début de 1902, Pierre Chappuis avait reçu, du Comité, le titre de Membre honoraire du Bureau, aux travaux duquel il continuait à collaborer. Sa fructueuse carrière sera retracée dans une notice insérée dans ce volume.

J'ai maintenant le triste devoir de rendre l'hommage de mon souvenir à René Sermantin, qui, parti en novembre 1913 pour accomplir sa période régimentaire, a traversé quatre années de guerre dans des situations toujours périlleuses, et, blessé grièvement par deux fois, a succombé, le 13 septembre 1918, à une attaque de grippe. Il avait vaillamment conquis le grade de lieutenant d'infanterie, et avait été fait chevalier de la Légion d'honneur. Entré au Bureau à l'âge de 16 ans, en 1907, il avait, grâce à une intelligence vive et ouverte, accompli de rapides progrès, et donnait les plus belles espérances ; son heureux caractère, le charme de

toute sa personne lui avaient conquis de chaudes affections, et sa mort a causé d'unanimes regrets.

II. — BATIMENTS.

Depuis bien des années, tant pour des raisons d'économie que pour éviter de déranger le travail, aucune réparation sérieuse n'avait été faite dans les bureaux et dans l'observatoire. J'ai profité de la liberté de la plupart des locaux pour faire procéder, au cours de l'été 1915, à un lessivage ou à la réfection des peintures et à la pose de papiers neufs, suivant l'état des locaux. La salle III, devenue obscure en raison du noircissement très avancé des murs, a été reblanchie par le procédé, à la fois rapide et économique, de la pulvérisation. Le logement demeuré libre dans le grand Pavillon, après le départ de M. Benoit, et qui m'avait été attribué, a été rafraîchi, ainsi que celui du petit Pavillon, où M. Pérard s'est installé à l'automne 1919.

Les toitures ont eu besoin de réfections assez importantes, soit par le fait de l'usure naturelle, soit par les chutes d'éclats d'obus, lors des attaques d'avions sur Paris, qui se sont produites à de très fréquents intervalles, surtout au printemps 1918.

Le mur acrotère de l'observatoire, dont le revêtement en zinc s'était peu à peu affaissé, laissait un intervalle non protégé, par lequel l'eau de pluie s'infiltrait, et arrivait à former des flaques dans les salles d'observation situées dans le bâtiment antérieur ; la réparation, qui semblait devoir être très peu de chose, a été, au contraire, fort importante.

Un affaissement du sol avait brisé et disjoint les marches de l'escalier monumental conduisant au jardin ; elles ont été réparées.

Des murs de soutènement ont été établis dans le parc et au voisinage de l'observatoire, pour empêcher le glissement des terres et la chute des arbres. En même temps, des fosses ont été pratiquées pour le dépôt des ordures ménagères.

Dans les périodes où les moyens de chauffage faisaient défaut, la clôture, déjà vieille, et dont les planches ou lattes cédaient facilement, a été fréquemment endommagée, et a obligé à une surveillance continue et à des réfections partielles sans cesse renouvelées.

Enfin, le chemin creux conduisant de Sèvres au Pavillon de Breteuil était devenu, au cours de l'été 1917, à peu près impraticable.

En effet, par l'affaissement des murs, par la coulée des terres, par l'accumulation des débris, les caniveaux s'étaient complètement obstrués, et, dans les jours d'orage, l'eau qui se précipitait dans le chemin y pratiquait des cavités larges et profondes. Afin d'en obtenir la réparation, j'ai proposé à l'Administration des Forêts, qui l'a accepté, de l'effectuer en compte à demi, en régie et sous ma responsabilité. Les murs ont été en grande partie relevés ; les arbres poussés dans les joints des pierres, et qui avaient grandement contribué à les séparer, ont été abattus, les caniveaux curetés, la viabilité restaurée. Une somme de 5000^{fr} a été consacrée, au total, à cette réfection ; mais un complément devra être prévu pour un avenir peu éloigné.

Parmi les aménagements effectués dans les bâtiments, je signalerai l'installation du téléphone automatique intérieur et celle de l'éclairage électrique. Bien qu'à l'époque où celle-ci fut entreprise, le raccordement avec la canalisation de la ville ne pût être obtenu, j'ai pensé ne pas devoir en différer l'exécution, qui eût entraîné, plus tard, la nécessité de raccords de papier et de peinture. Nous en avons fait un usage très modéré, en nous reliant à la batterie d'accumulateurs.

En 1915, j'ai acquis un matériel d'incendie, réparti dans les divers bâtiments du Bureau, et que l'on peut adapter instantanément aux canalisations. Le Service des eaux nous a autorisés à prévoir une prise extérieure indépendante du compteur. La Compagnie des pompiers de Sèvres est venue faire l'essai du matériel, et se familiariser avec les accès à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments du Bureau.

Je mentionnerai, enfin, l'armature construite, au printemps 1918, autour du coffre-fort du caveau supérieur, abritant nos étalons d'usage et ceux dont la garde nous avait été confiée, comme il sera dit dans un instant. Cette protection, construite avec des troncs d'arbres, n'aurait sans doute pu parer à la destruction par une grosse torpille, mais eût évité tout accident causé par des pierres tombées de la voûte.

III. — MACHINES ET INSTRUMENTS.

Au printemps 1914, la Société Genevoise a livré au Bureau la *Machine à mesurer*, analogue à celle qui a été décrite dans l'Annexe III aux Procès-Verbaux de la session de 1911, mais permettant

la détermination de pièces atteignant jusqu'à 2^m. Avec l'aide de M. Paresce, j'ai procédé, à la fin de l'année 1915, à son installation dans la Salle II. Son étude est maintenant achevée, comme il sera dit au chapitre consacré aux travaux.

En vue de rendre aisées en même temps que très précises les comparaisons d'étalons à bouts plans, il a été fait, à l'atelier du Bureau, sur les dessins de M. Pérard, un appareil consistant essentiellement en un support de glace d'un maniement facile, permettant un réglage rapide des franges d'interférence produites entre la face inférieure de la glace et les faces supérieures de l'étalon à déterminer et de deux étalons de longueurs peu différentes, auxquels on le rapporte.

En vue de permettre la détermination, en longueurs d'ondes lumineuses, des étalons en quartz destinés à servir de témoins du prototype international, de nombreuses modifications ont été apportées à l'appareil Michelson par M. Benoît, et poursuivies par M. Pérard. Ces aménagements sont à peu près terminés, et les travaux préliminaires de mesure viennent de commencer.

En vue de la comparaison des prototypes nationaux, décidée par la Cinquième Conférence générale, j'ai demandé à la *Société d'Optique* de réajuster le microscope de droite du comparateur Brunner, qui n'avait jamais donné de très bonnes images, et qui semblait encore avoir perdu en qualité dans le cours des années. Ce travail, admirablement réussi, nous a permis d'entreprendre les comparaisons dans des conditions excellentes.

En juillet 1914, quatre prototypes nationaux furent apportés au Bureau ; ce sont les n^{os} 2 (Suisse), 3 (Norvège), 17 et 24 (Espagne). En 1919 et 1920, nous sont parvenus les prototypes n^{os} 12 (Belgique), 25 (Mexique), 29 (Suède), en même temps que les kilogrammes 28 et 37, qui, appartenant à la Belgique, pouvaient avoir subi quelques avaries pendant l'occupation de Bruxelles.

En outre, lorsque Paris fut soumis à des bombardements quotidiens, soit par des pièces d'artillerie à longue portée, soit par des avions, MM. les Secrétaires perpétuels de l'Académie des Sciences et M. le Directeur des Archives nationales me demandèrent d'assurer, aux étalons de l'Institut et à ceux des Archives, tant ceux de l'An VII que les prototypes issus du Bureau, un abri dans notre caveau. Les étalons des Archives ont été, ultérieurement, réintégrés dans leur dépôt.

En 1884, l'Académie des Sciences avait mis à la disposition du

Bureau deux réservoirs en platine, construits pour les travaux de Sainte-Claire Deville et Mascart, et dont l'un a été utilisé par P. Chappuis dans ses classiques travaux sur la dilatabilité des gaz et celle de l'eau. En juin 1918, celui des deux réservoirs qui n'avait servi à aucune expérience moderne fut restitué à l'Académie, tandis que l'autre, emporté en 1913 en vue des travaux dont le programme avait été tracé par la Cinquième Conférence générale, a été remis à MM. les Secrétaires perpétuels, sur leur demande, en juillet dernier.

Notre batterie d'accumulateurs, installée en 1901, était déjà très fatiguée en 1914. Dans les années qui ont suivi, l'insuffisance du personnel a obligé à relâcher quelque peu la surveillance qu'impose une telle batterie, en même temps que la pression trop faible du gaz, et même le gel des conduites, ont souvent interdit de procéder aux charges régulières. La batterie a donc achevé de se détériorer, et, après des réparations partielles, destinées à nous permettre de poursuivre sans arrêt les travaux de laboratoire, on a procédé à une réfection plus complète en 1919.

Je dois mentionner la revision minutieuse de tout notre matériel et un nouveau classement systématique des appareils mobiles, que j'ai effectués, en 1915 et 1916, aidé par M. Paresce et par M. Huetz, et auxquels, dans les périodes de travail intense du Bureau, il est assez difficile de procéder; et enfin le démontage et la mise en sécurité, en août 1914 et en mai-juin 1918, de nos instruments les plus aisément transportables. A cette dernière date, des préparatifs avaient été faits pour évacuer, en cas de danger imminent, tous nos étalons, auxquels une place avait été réservée dans un caveau de l'Observatoire de Toulouse. Les circonstances, discutées minutieusement chaque jour, ne m'ont, à aucun moment, semblé de nature à faire préférer les risques d'un transport dans des conditions difficiles, à ceux que couraient, dans nos caveaux à protection renforcée, les précieux étalons confiés à ma garde; et le danger s'est éloigné sans qu'aucun déplacement eût été entrepris.

IV. — TRAVAUX.

Le détail des travaux exécutés au Bureau depuis la dernière session du Comité sera sans doute exposé, conformément aux précédents, au cours des réunions de la *Commission des Instruments*

et des Travaux, et il convient de n'en donner ici que les grandes lignes.

Le dernier Rapport présenté au Comité par M. Benoit mentionnait déjà le travail, commencé alors, et consistant dans l'étude des aciers au nickel ternaires ou quaternaires. J'ai utilisé les années durant lesquelles la direction proprement dite du Bureau me laissait quelques loisirs, pour pousser cette étude aussi loin qu'il a semblé possible. Pour l'action du manganèse, j'ai pu me borner à quelques compléments ; mais, pour le chrome, beaucoup restait à faire, et, pour le carbone et le cuivre, l'étude systématique n'était pas commencée. Je l'ai conduite jusqu'au point où elle pouvait être considérée comme achevée, au moins en ce qui concerne le programme d'action dévolu au Bureau.

Des réseaux représentant les dilatabilités de ces alliages ont été tracés dans un très large intervalle de teneurs en nickel (dans quelques cas, pour le domaine entier des alliages réversibles) et pour des teneurs en additions atteignant les limites au delà desquelles la préparation des alliages devient très difficile. Ce travail étant achevé, j'ai pu apporter, aux résultats concernant les alliages pauvres en additions, les corrections ramenant à des teneurs constantes en manganèse et en carbone, et établir un diagramme des dilatabilités se rapportant aux valeurs de référence.

L'action des traitements thermiques ou mécaniques sur la dilatabilité, dont l'étude, en ce qui concerne l'invar, était déjà avancée en 1913, a été achevée, et suivie d'une recherche plus sommaire pour les alliages d'autres teneurs en nickel.

Mais l'étude de ces singuliers alliages a été poussée dans deux autres directions, où elle s'est montrée particulièrement fructueuse.

D'une part, l'examen de leur instabilité, révélée par les changements passagers ou progressifs de longueur des tiges, a mis en lumière l'action des additions ; de l'autre, une méthode intuitive appliquée à la recherche d'un *élinvar* (alliage à module d'élasticité invariable) a été couronnée d'un plein succès.

L'instabilité est grandement modifiée par la présence du carbone, du chrome et du manganèse, dans le sens positif pour le premier, négatif pour les deux autres. Les courbes tracées en fonction du carbone font pressentir qu'une extrapolation jusqu'au carbone nul conduirait à des alliages parfaitement stables. Et, d'autre part, le chrome, en se combinant au petit reste de carbone dont on ne peut pas débarrasser complètement l'alliage, l'empêche de former, avec

le fer, de la cémentite (Fe^3C), qui semble être le véritable agent de l'instabilité. Partant de ces idées, on a déjà réussi à réaliser des alliages dont l'instabilité est à peine mesurable, tandis que leur dilatabilité reste très faible, et il semble à peine douteux que l'on ne parvienne, par des dosages minutieux, dont les Acieries d'Imphy ont acquis une pratique consommée, à réaliser un invar parfaitement stable.

Les recherches sur l'élinvar, guidées par les idées directrices que m'avait suggérées l'étude des alliages ternaires, ont été effectuées, pour les changements thermiques de l'élasticité de flexion, par les services techniques de la Société des Fabriques de Spiraux réunies, agissant sous mon contrôle, et, pour ceux de l'élasticité de torsion, par M. P. Chevenard, ingénieur aux Acieries d'Imphy, professeur à l'École des Mines de Saint-Etienne.

Le résultat en est le suivant : avec une addition de 12 pour 100 de chrome, ou toute addition équivalente, aux alliages du type invar, on réalise des corps métalliques possédant un module d'élasticité constant dans un large intervalle de température. Ce résultat est d'une grande importance, notamment pour la chronométrie.

J'ai commencé, sur mes travaux relatifs aux aciers au nickel, la rédaction d'un mémoire, dont une dizaine de feuilles sont déjà tirées ; il résumera l'ensemble des recherches commencées en 1896, et poursuivies depuis lors avec les seules interruptions imposées par le travail du programme régulier du Bureau.

Les travaux dont il a été rendu compte au Comité dans sa dernière session avaient mis en lumière l'extrême variabilité des aciers au carbone trempés. La grande importance que prennent ces aciers dans la construction des étalons industriels m'a engagé à rechercher si, dans la série des autres aciers trempants, il ne s'en trouve pas dont les variations puissent être ramenées à des quantités négligeables.

L'étude d'un acier rapide, trempant à l'air, a révélé des phénomènes de même nature que ceux dont les aciers au carbone sont le siège, mais d'une amplitude beaucoup moindre. Les aciers à haute teneur en chrome se sont montrés encore incomparablement moins variables. En poussant la teneur en chrome jusqu'à 16 pour 100, on a même pu réaliser des alliages dont les modifications consécutives à la trempe sont de sens contraire de celles qui ont été trouvées pour les aciers au carbone. Il semblait donc qu'il n'y eût qu'à revenir en arrière, pour obtenir des aciers invariables. Toutefois, le

problème est plus complexe. La teneur en carbone, qui peut approcher de 3 pour 100, constitue un autre facteur de variation, et les conditions de trempe en réalisent un troisième. Ces conditions, mal connues il y a encore peu de temps, ont été minutieusement étudiées aux Aciéries d'Imphy. Cette recherche, qui vient d'être achevée, était, après les premières constatations auxquelles m'a conduit l'étude des changements de dimension, une assise préalable à la poursuite du travail. Celui-ci, momentanément suspendu, sera repris incessamment.

La dilatabilité des métaux servant à la fabrication des étalons à bouts joue un rôle de premier plan dans l'unification des cotes industrielles. La dilatabilité d'un même acier est beaucoup relevée par la trempe. Dans les aciers à haute teneur en chrome et carbone (aciers CCR), l'écart entre les dilatabilités aux deux états est très faible, et même négligeable pour la pratique des étalons à bouts.

La question est si importante, que des valeurs normales de la dilatabilité ont été définies par des commissions d'unification. La Commission française, par exemple, a adopté le chiffre 11.10^{-6} . Or il se trouve, dans la série des CCR, des alliages dont la dilatabilité se rapproche beaucoup de cette valeur. On peut donc espérer trouver, dans ces nouveaux aciers, tout l'ensemble des qualités que l'on exige maintenant de leur application à la construction des étalons industriels.

Je dois dire qu'il m'aurait été impossible d'accumuler, dans le cours des récentes années, la quantité de résultats dont je viens de donner un bref résumé, si je n'avais trouvé, en M. Volet, l'aide la plus intelligente et la plus dévouée. Il a assumé à lui seul la charge presque entière des calculs de réduction et de compensation, de telle sorte que j'ai pu me vouer entièrement aux observations et à la synthèse des résultats.

Après avoir mentionné, pour mémoire, la mesure que j'ai faite de la dilatation et de l'équation d'une règle d'invar appartenant au Service des Arpentages du Canada, et dont M. Paresce a étudié la division, je m'étendrai longuement sur un travail de grande importance, que nous avons exécuté dans les deux années 1919 et 1920 : l'étude des mètres prototypes nationaux.

Un premier groupe de comparaisons a été exécuté entre les prototypes n^{os} 2, 3, 17 et 24, et nos deux étalons du Bureau, n^o 26 et T₃. J'ai fait, au voisinage de 18°, une comparaison en série fermée, qui

a été répétée, dans des conditions identiques, par M. Pérard et M. Maudet. Nous avons constaté tous trois que nos deux étalons présentaient entre eux, aux erreurs d'observation près, la même équation relative que dans toutes les précédentes comparaisons, tandis que les prototypes nationaux manifestaient tous, par rapport à nos étalons, un raccourcissement, dont la moyenne était voisine de $0^{\mu},5$. L'objectif de droite du comparateur Brunner avait subi, avant ces comparaisons, une petite retouche, mais n'était pas encore tout à fait satisfaisant. Ayant fait procéder au réajustage mentionné ci-dessus, je repris les comparaisons à 15° puis à 8° . Après avoir soumis les mouches à un nettoyage prudent au moyen d'acide chlorhydrique très dilué, je repris les comparaisons à 8° . Une nouvelle série, à la même température, fut exécutée au comparateur à dilatation. Enfin, je terminai par une série à 0° .

Le but de ces comparaisons à diverses températures était de contrôler les valeurs des coefficients de dilatation relatifs, déterminés par M. Benoit et moi en 1887-1888, et dont l'application avait semblé éloigner les résultats plutôt que d'accroître leur concordance.

Enfin, pour obtenir une documentation plus probante au sujet des coefficients de dilatation, nous avons profité de la présence simultanée au Bureau des deux prototypes n^{os} 12 (Belgique) et 29 (Suède), auxquels on avait attribué respectivement l'une des plus faibles et la plus forte dilatabilités, pour déterminer, avec tous les soins possibles, leur dilatation relative.

Le travail a été fait en entier par trois observateurs indépendants ; j'ai exécuté l'une des séries ; M. Maudet et M. Volet en ont fait chacun une. Afin d'éliminer les écarts systématiques possibles de température sur les deux banes du comparateur, nous avons échangé, à chaque température, les positions des deux règles.

Nos trois résultats moyens présentent une concordance satisfaisante ; la conclusion à laquelle ils conduisent est que la différence possible des dilatabilités des deux règles est inférieure à la limite d'incertitude de nos déterminations.

Ce résultat, très gros de conséquences, devra être examiné avec le plus grand soin ; on devra également chercher à le contrôler par d'autres déterminations, faites en profitant de la présence au Bureau des prototypes qui auront présenté entre eux les plus fortes divergences.

La constatation résultant des recherches qui viennent d'être exposées exigeait un contrôle minutieux. C'est pour l'obtenir qu'un nou-

veau groupe de comparaisons a été exécuté, entre nos deux étalons et les sept prototypes nationaux simultanément au Bureau. Le travail a été fait en double; et de façon indépendante, par M. Pérard et M. Maudet. Leurs résultats, obtenus à des températures limitées à un étroit intervalle voisin de 14°, sont très concordants, à une petite exception près, tenant à la façon dont les observateurs ont, l'un et l'autre, interprété la véritable position d'un trait présentant quelques irrégularités. La conclusion est qu'il existe réellement, entre la valeur moyenne de nos étalons et celle des prototypes nationaux qui leur ont été récemment comparés, un écart systématique, de l'ordre d'un demi-micron, dans le sens d'un allongement de nos étalons par rapport à l'ensemble des prototypes nationaux.

La cause de cette divergence devra être recherchée dans des comparaisons faites avec les témoins du Prototype international. En attendant les résultats de ces déterminations, on ne peut qu'émettre des hypothèses.

Les quatre ans et demi d'absence imposés à M. Pérard et à M. Maudet par les circonstances de la guerre ne leur ont laissé qu'un court espace de temps, dans les sept années écoulées, pour l'exécution des travaux qui leur sont dévolus. On verra cependant qu'ils ont obtenu l'un et l'autre des résultats dont la quantité est fort appréciable.

Ce qui précède indique leur participation à la détermination des prototypes nationaux. Pour une part, leurs autres travaux sont demeurés associés. Cette partie de leur activité est exposée dans le *Deuxième Mémoire sur les Étalons à bouts*, dont l'impression s'achève en ce moment.

Ce mémoire se rapporte aux étalons à bouts plans. Deux groupes de méthodes ont été appliqués à leur détermination : emploi direct des microscopes à la mesure d'intervalles limités par des traits tracés sur des étalons auxiliaires accolés à l'étalon à déterminer, et procédés interférentiels par la mesure des franges produites entre deux plans parallèles, soit directement, soit avec l'étalon interposé. La part des auteurs dans la mise en œuvre des deux procédés est indiquée dans le rapport présenté au Comité dans sa dernière session.

Deux annexes au mémoire exposent des résultats d'un intérêt physique général, se rapportant respectivement à la perte de phase dans la réflexion sur verre et sur acier, et à l'examen de la formule e Hertz, qui exprime la grandeur des déformations de deux solides

en contact. Ces deux annexes sont plus particulièrement dues à M. Pérard.

Les résultats peuvent en être brièvement exposés dans les termes suivants : 1° la perte de phase dans le contact verre-verre n'impose aucune correction aux valeurs des étalons déterminées par les procédés interférentiels, tandis que, dans le contact verre-acier, il y a lieu d'apporter, à la position respective des surfaces en contact, une correction égale à $0^{\mu}, 67$; 2° la formule de Hertz est bien vérifiée, en ce qui concerne la forme de la dépendance des déformations aux divers facteurs qui la déterminent, mais la valeur même donnée par cette formule, en ce qui concerne le rapprochement des corps, doit, pour correspondre à la réalité, être multipliée par un facteur légèrement inférieur à l'unité. Ce résultat peut aussi être interprété dans le sens suivant : les constantes élastiques déterminées par un procédé de flexion donnent, introduites dans la formule de Hertz, un facteur de déformation un peu trop élevé.

Une partie importante du temps dont a disposé M. Pérard a été occupée par des modifications à apporter à l'appareil interférentiel, ou à des créations nouvelles, ainsi qu'il a été dit au chapitre consacré aux instruments. Il a conduit, aidé par M. Bonhoure, les comparaisons d'étalons à bouts par le comparateur automatique, s'est familiarisé avec le maniement de la machine à diviser, et s'est occupé, de façon constante, du soin de la batterie d'accumulateurs.

M. Benoit m'avait associé à l'étude des fils géodésiques dès qu'elle avait été attribuée au Bureau; puis, après quelques années, il m'en avait abandonné la direction, et j'avais poursuivi les observations, d'abord avec M. Tarrade, puis avec M. Maudet. Pour les déterminations qui nous furent demandées au cours de la guerre, M. Parresce, puis M. Volet avaient coopéré aux mesures.

Dès son retour au Bureau, M. Maudet a repris ses attributions dans ces déterminations, qui, en raison des travaux de topographie extrêmement nombreux actuellement en cours de préparation, nous imposent un courant de travail technique très abondant, pour une administration dont M. Maudet a la charge.

Nous avons continué, jusqu'en juin dernier, à assurer, M. Maudet et moi, toutes les déterminations principales; M. Pérard a pris ma place depuis le mois de juillet. Pour les déterminations accessoires, M. Volet ou M. Bonhoure ont coopéré avec M. Maudet. Deux déterminations de la base avec la règle de 4^m ont été exécutées dans

les années 1919 et 1920. J'ai participé à la première, M. Pérard à la seconde:

Avant cette dernière mesure de la base, on a revisé les embases des repères, dont quelques saillies obligeaient à maintenir la règle à une distance qui pouvait atteindre deux ou trois dixièmes de millimètre.

La comparaison de notre base avec celle du National Physical Laboratory, qui forme un des éléments de l'intercomparaison des bases d'étalonnage, a été commencée en 1913, et poursuivie en 1915, par l'envoi de nouveaux fils. Elle sera reprise incessamment. Il y aura lieu d'étendre aussitôt que possible cette opération de mutuel contrôle.

Les déterminations de la règle de 4^m, en série fermée avec une autre de nos règles étalons, ont été faites, préalablement à la mesure de la base, une fois par M. Pérard et M. Maudet, l'autre fois par M. Maudet. Sous sa direction, M. Bonhoure, opérant pour la première fois au comparateur, a effectué une détermination analogue, considérée essentiellement comme un exercice.

Les toises n^{os} 9 et 10 du Bureau topographique prussien et la toise n^o 11, appartenant au Service géographique de Belgique, ont joué, dans l'ancienne géodésie, un rôle important. M. Maudet a effectué leur détermination à l'automne 1913. Leurs valeurs, réduites à 16°,25, température à laquelle elles avaient toujours été rapportées, sont les suivantes :

N ^o 9.....	1949,0675 ^{mm}
N ^o 10.....	1949,0545
N ^o 11.....	1949,0597

La valeur de la première de ces toises, arrondie au micron, est identique à celle que M. Benoît avait trouvée il y a trente ans.

Sans sortir du domaine des mesures de longueur, je signalerai la détermination, faite par M. Maudet, d'une règle de 1^m, appartenant à la Commission géodésique brésilienne, et dont la forme est très exactement celle de la règle monométallique en fer, établie pour la première fois par les frères Brunner, sur les plans du général Ibañez. Les célèbres constructeurs parisiens avaient donné cette règle comme égale à 1^m à 18°. Or l'équation ramenée à cette température s'est trouvée de + 186 μ .

Ce résultat rappelle d'une façon curieuse une déclaration faite

par B.-A. Gould à la Première Conférence générale, et suivant laquelle le méridien de New-York correspondrait de très près à la définition initiale du mètre. En effet, suivant Clarke, le quart du méridien terrestre aurait une longueur égale $10\,001\,868^m$, soit très exactement 10 millions de fois la valeur de la règle brésilienne.

Dans le même ordre de travaux, M. Maudet a exécuté l'étude complète de la règle de la machine à mesurer, et fait une nouvelle comparaison de l'étalon n° 16 du National Physical Laboratory, ainsi que la détermination des intervalles voisins de 1^m sur une règle de nickel, divisée en intervalles tels que l'on puisse atteindre les longueurs respectives de 1^m et 1 yard, limitées par des points principaux d'un étalonnage échelonné. La suite du travail sera exécutée par les soins du National Physical Laboratory. Qu'il nous suffise de dire, au sujet de l'étalon n° 16, que les trois déterminations faites jusqu'ici au Bureau conduisent à lui attribuer la même équation, dans les limites du dixième de micron, confirmant ainsi les conclusions que j'avais soumises au Comité en 1892, sur la remarquable stabilité du nickel pur.

M. Maudet a effectué la comparaison, en série fermée avec deux de nos kilogrammes n° 9 et n° 31, des deux kilogrammes n° 28 et n° 31 appartenant au Royaume de Belgique. Ces deux kilogrammes, sur la surface inférieure desquels nous avons constaté l'existence d'un grand nombre de petites stries parallèles, ont perdu l'un et l'autre une quantité de l'ordre d'un centième de milligramme. Il y aura lieu d'examiner la question de savoir si leurs certificats doivent être annulés, et de nouveaux certificats établis, pour être sanctionnés par la prochaine Conférence générale. Pour le moment, on s'est borné à donner communication des nouvelles valeurs au Gouvernement belge.

Divers étalons de masse, appartenant aux Gouvernements français et siamois, ont été également étudiés par M. Maudet ; on en trouvera l'indication dans la liste des certificats.

Nous avons institué depuis longtemps, au Bureau, des recherches relatives aux métaux ou alliages propres à l'établissement de poids de précision, remplaçant, sans trop de désavantage, le platine iridié, mais d'un prix incomparablement moindre.

Des séries de poids en nickel ont été construites, mais les propriétés magnétiques de ce métal ne sont pas sans inspirer des craintes. Un essai fait avec du tantale a donné des résultats très satisfaisants à tous égards, mais il ne nous a pas été possible d'ob-

tenir des pièces de ce métal dont la masse fût supérieure à 100^g. De plus, son prix, comparé à celui du platine, ne constituait pas un avantage tellement considérable, que l'on fût encouragé à surmonter de grosses difficultés techniques pour en assurer l'utilisation.

D'un autre côté, l'alliage de nickel, chrome et manganèse, désigné sous le nom de *baros*, avait semblé devoir donner toute satisfaction. Réalisé aux Aciéries d'Imphy, cet alliage, non magnétique, est dur, se travaille bien, prend un très beau poli, et présente une résistance élevée à l'oxydation. Malheureusement, des déterminations faites à quelques années de distance ont révélé des pertes progressives subies par nos kilogrammes en *baros*, pertes atteignant, au bout d'une dizaine d'années, une quantité de l'ordre du demi-milligramme.

Nous avons formé le projet de soumettre la question à un examen systématique, et nous avons reçu, en août 1914, deux pièces de *baros* susceptibles de fournir des poids de 1^{kg}, et dont l'une n'avait subi aucun traitement particulier, tandis que, par les soins des Aciéries d'Imphy, l'autre avait été recuite dans le vide au voisinage de 800°.

Ces deux pièces ont été ajustées à 1^{kg}, puis ont été soumises à une série de chauffés dans le vide, intercalées entre des pesées précises. Elles ont subi une perte progressive, qui, après une durée totale de chauffe de 135 heures, faite en 4 et 5 opérations, respectivement pour la pièce recuite et la pièce non recuite, atteignait 0^{mg},23 et 0^{mg},32.

Cette perte est due, sans aucun doute, à la libération des gaz occlus dans l'alliage. Il est encore impossible d'évaluer le temps pendant lequel les pertes resteront sensibles, ni de savoir s'il sera possible d'obtenir, dès la fusion, des lingots exempts de gaz. Si cette question était résolue, on aurait, dans le *baros*, une matière excellente pour la construction des poids de précision.

La recherche dont les résultats viennent d'être rapportés a été entièrement faite par M. Maudet.

J'ai eu plusieurs fois, au cours de ce Rapport, l'occasion de mentionner la collaboration donnée par M. Volet à divers travaux. Il a fait l'étude détaillée du micromètre de la machine à mesurer, et s'est familiarisé avec le maniement de cette machine, qu'il possède très parfaitement. Puis, l'incertitude qui règne sur la dilatabilité du marbre m'a engagé à lui confier, après la pratique du comparateur, prise au cours de quelques mesures de dilatation, une nouvelle détermination de cette quantité. Or, dès les premières expériences,

M. Volet a constaté que certaines sortes de marbre sont très hygroscopiques, et que les barres qui en sont faites éprouvent, sous l'action des variations de l'humidité de l'air, des changements de longueur qui rendraient illusoire une mesure de leur dilatation.

A l'occasion de la revision de la comparaison des prototypes, M. Volet a pris l'initiative d'un calcul de compensation des comparaisons fondamentales ayant servi à leur détermination, compensation faite en vue de déduire de ces comparaisons leurs dilatabilités relatives. Ce calcul a été extrêmement laborieux; mais, en raison du faible intervalle de température dans lequel certains groupes d'étalons ont été comparés, il n'a pas conduit à des résultats d'une netteté suffisante pour qu'il y ait lieu d'en faire état.

Un volume de nos *Travaux et Mémoires*, le seizième, a vu le jour depuis la dernière session. Il contient deux importants mémoires de P. Chappuis, relatant les expériences exécutées dans son laboratoire de Bâle, et faisant suite aux beaux travaux qu'il avait effectués autrefois au Bureau sur *La dilatabilité du mercure* et *La température d'ébullition du soufre*; une note de M. Pérard sur *Le calcul des étalonnages*, dans laquelle de nouveaux schémas sont donnés pour l'application de la méthode de Hansen et de celle du calibrage croisé, enfin un mémoire dont M. A. Leduc, professeur à la Sorbonne, a bien voulu se charger à ma demande, et dans lequel sont exposés, avec toute l'autorité que lui assurent ses travaux classiques sur cette question difficile, les résultats relatifs à *La masse du litre d'air*. A ce Volume sont réunis, suivant l'usage, les *Comptes rendus de la Cinquième Conférence générale* et le *Rapport sur les récents progrès du Système métrique*, que j'avais rédigé en vue des délibérations de la Conférence.

Estimant que les progrès dans les méthodes de *Mesure rapide des bases géodésiques* pourraient nécessiter de nouveaux exposés avant même que fût épuisée la dernière édition de l'ouvrage que nous avons, M. Benoit et moi, consacré à cette question, nous avions réservé le tirage des dernières feuilles, de façon à pouvoir, sans pertes, les remettre à jour. J'ai procédé à une rédaction nouvelle de ces chapitres; et l'ouvrage, accru d'une cinquantaine de pages, a pu paraître en 1916.

Je terminerai ce chapitre du Rapport, en donnant, comme de coutume, la liste des certificats délivrés depuis la dernière session, et dont le nombre restreint est suffisamment expliqué par les circonstances. Leurs dates marquent l'arrêt et la reprise du travail régulier.

CERTIFICATS

DÉLIVRÉS DU 1^{er} NOVEMBRE 1913 AU 31 AOUT 1920.

1.	1913 Nov.	5.	Deux toises n ^{os} 9 et 10.....	{	Bureau topographique royal prussien.
2.	»	»	5. Une toise n ^o 11.....	{	Gouvernement royal de Belgique.
3.	»	»	5. Un fil de 24 ^m , n ^o 451.....	{	Institut hydrographique royal italien.
4.	»	»	16. Un ruban de 4 ^m , n ^o 58.....	{	Ministère des Colonies. Lisbonne.
5.	»	»	16. Un ruban de 4 ^m , n ^o 59.....	{	Commission franco-espagnole du Maroc.
6.	»	»	16. Un ruban de 4 ^m , n ^o 4.....	{	Commission géodésique suisse.
7.	»	»	17. Deux kilogrammes en baros, n ^{os} 1 et 2.....	{	Gouvernement royal du Siam.
8.	»	»	19. Deux thermomètres (—10.+50), n ^{os} 18151 et 18152.....	{	Service des Poids et Mesures du Royaume de Bulgarie.
9.	»	»	19. Deux thermomètres (—10.+50), n ^{os} 18149 et 18150.....	{	Service géographique de l'Armée serbe.
10.	»	»	25. Deux fils de 24 ^m , n ^{os} 66 et 72.	{	Service des Arpentages d'Égypte.
11.	»	Déc.	1. Huit fils de 24 ^m , n ^{os} 452 à 459.	{	Commission franco-espagnole du Maroc.
12.	»	»	1. Deux fils de 8 ^m , n ^{os} 469 et 470.		
13.	»	»	2. Un fil de 8 ^m , n ^o 83.....	{	Commission géodésique suisse.
14.	»	»	5. Deux fils de 24 ^m , n ^{os} 98 et 99.		
15.	»	»	20. Deux thermomètres Baudin, n ^{os} 18135 et 18136.....	{	Service des Poids et Mesures du Royaume de Bulgarie.
16.	»	»	20. Règle n ^o 171, destinée à faire partie d'un baromètre.....		
17.	»	»	29. Un calibre à coulisse de 2 ^m	{	Gouvernement royal du Siam.
18.	»	»	29. Compensateur de moyenne précision.....		
19.	»	»	31. Trois fils de 24 ^m , n ^{os} 13, 14 et 15 (addition).....	{	Service géographique de l'Armée française.
20.	1914 Janv.	4.	Deux fils de 24 ^m , F 1904, F 1908.	{	École d'Artillerie, Fontainebleau.
21.	»	»	6. Deux fils de 25 ^m , n ^{os} 476 et 480.		

22.	1914	Janv.	6.	Quatre fils de 24 ^m , n ^{os} 460 à 463.	} Gouvernement portugais.
23.	»	»	6.	Un fil de 8 ^m , n ^o 471.....	
24.	»	»	6.	Un ruban de 4 ^m , n ^o 62.....	
25.	»	»	8.	Deux fils de 24 ^m , n ^{os} 464 et 465.	} Service hydrographique de la Marine, Paris.
26.	»	Fév.	4.	Cinq étalons à bouts sphériques R 1912.....	
27.	»	Mars	10.	Deux fils de 24 ^m , n ^{os} 494 et 495.	} Bureau fédéral des Poids et Mesures, Berne.
28.	»	Avril	15.	Un ruban de 12 ^m , n ^o 18.....	
29.	»	»	15.	Deux fils de 24 ^m , n ^{os} A ₄₁ et A ₄₉ (addition).....	
30.	»	»	25.	Un fil de 24 ^m , n ^o 496.....	} MM. Gundorsen et Loken.
31.	»	Mai	10.	Un kilogramme en bronze blanc.	
32.	»	»	20.	Deux étalons de masse en bronze blanc	} Laboratoire du Ministère des Finances, Paris.
33.	»	»	30.	Trois étalons de masse en bronze blanc	
34.	»	Juin	10.	Deux thermomètres Baudin, n ^{os} 18540 et 18541.....	
35.	»	»	15.	Deux thermomètres Baudin, n ^{os} 18537 et 18538.....	} Section de Chimie, Columbia University
36.	»	»	30.	Un gramme en platine.....	
37.	»	Juill.	12.	Deux fils de 24 ^m , n ^{os} 499 et 500.	} Service du Cadastre de l'Uruguay.
38.	»	»	13.	Quatre fils de 24 ^m , n ^{os} 7, 8, 11 et 12	
39.	»	»	25.	Cinq étalons de masse en baros.	} Gouvernement royal de Siam.
40.	»	Août	2.	Un mètre en acier à 42 % en nickel.....	
41.	»	»	4.	Deux thermomètres Baudin, n ^{os} 18370 et 18371.....	} National Physical Laboratory.
42.	»	»	4.	Deux thermomètres Baudin, n ^{os} 18374 et 17375.....	
43.	»	»	4.	Trois thermomètres Tonnelot, n ^{os} 38057, 38108 et 38109..	
44.	»	»	4.	Quatre thermomètres Baudin, n ^{os} 18533 à 18536.....	} Observatoire central Nicolas, Petrograd.
45.	1915	Juin	6.	Quatre fils de 24 ^m , n ^{os} 524 à 527	
46.	»	»	6.	Quatre rubans n ^{os} 14, 16, 18, 19.	
47.	»	Août	2.	Deux fils de 24 ^m , n ^{os} 512 et 513.	} Service topographique du Danemark.

48.	1916	Oct.		Un comparateur de moyenne précision.....	} Gouvernement portugais.
49.	»	»	25.	Quatre fils de 24 ^m , n ^{os} 127 à 129 et 169.....	
50.	1917	Déc.	3.	Dix fils de 24 ^m , n ^{os} 528 à 537.	} Service géographique de l'Armée française.
51.	»	»	3.	Dix fils de 24 ^m , n ^{os} 538 à 547.	
52.	1919	Mai	2.	Etalon décimétrique n ^o 50.....	} Bureau des Poids et Mesures de Finlande.
53.	»	»	31.	Règle double (mètre et 40 inches)	
54.	»	Août	28.	Deux fils de 24 ^m , n ^{os} 497 et 498.	} Service géographique de Roumanie.
55.	»	»	28.	Sept fils de 24 ^m , n ^{os} 514 à 520.	
56.	»	»	28.	Six fils de 8 ^m , n ^{os} 472 et 503 à 507.....	
57.	»	Oct.	10.	Cinq étalons Johansson.....	
58.	»	»	13.	Cinq étalons cylindriques à bouts plans.....	} Société Yggdrasil, Stockholm.
59.	»	»	20.	Deux fils, n ^{os} 339 et 340 (addition).....	
60.	»	»	21.	Trois fils A ₂₆ , A ₃₉ et 27 (addition).	} Service géographique de l'Armée serbe.
61.	»	»	23.	Quatre fils, n ^{os} 447 à 450 (addition).....	
62.	»	»	25.	Trois fils de 24 ^m , n ^{os} 550 à 552..	} Service géographique de l'Armée serbe.
63.	»	»	30.	Un ruban de 12 ^m , n ^o 17.....	
64.	»	»	30.	Un ruban de 12 ^m , n ^o 19.....	
65.	»	»	30.	Deux fils de 48 ^m , n ^{os} 522 et 523.	
66.	»	Nov.	25.	Quatre fils de 24 ^m , n ^{os} 553 à 556.	} Cadastre de Roumanie.
67.	»	»	26.	Quatre fils de 24 ^m , n ^{os} 110 et 111, 50 et 64 (addition).....	
68.	»	Déc.	28.	Pièce de 100 ^g en bronze blanc (addition).....	} National Physical Laboratory.
69.	»	»	28.	Un fil de 8 ^m , n ^o 87 (addition)..	
70.	»	»	29.	Deux fils de 8 ^m , n ^{os} 60 et 61 ..	} Service des Arpentages d'Égypte.
71.	»	»	30.	Un fil de 8 ^m , n ^o 510.....	
72.	1920	Janv.	25.	Règle divisée en 40 inches....	} National Physical Laboratory.
73.	»	»	27.	Huit fils de 24 ^m , n ^{os} 65 à 112.	
74.	»	Fév.	1.	Quatre fils de 24 ^m , n ^{os} 560 à 563.	} Service des Arpentages d'Égypte.
75.	»	»	10.	Quatre fils de 24 ^m , n ^{os} 548, 557 à 559.....	
76.	»	Mars	10.	Mètre en nickel, n ^o 16.....	} Ministère des Régions libérées, Paris.

77.	1920 Mars 25.	Deux fils de 25 ^m , n ^{os} 481 et 482.	} Société française de stéréotopographie.
78.	» Avril 28.	Règle en fer de Brunner	
79.	» Mai 20.	Ruban de 4 ^m , n ^o 63.....	} Service géographique de l'Armée française.
80.	» » 31.	Huit étalons à bouts sphériques.	
81.	» » 31.	Un cylindre de 10 ^{mm}	} Service géographique de l'Armée française.
82.	» Juin 10.	Cinq fils n ^{os} 306 à 308, 529 et 531 (addition).....	
83.	» » 15.	Un fil n ^o 564	} National Physical Laboratory.
84.	» » 28.	Quatre fils de 24 ^m , n ^{os} 565 à 568, et un de 8 ^m , n ^o 509.....	
85.	» Juill. 18.	Un étalon de masse en quartz (200 ^g).....	} Société Yggdrasil, Stockholm.
86.	» Août 30.	Trois étalons à bouts plans....	
87.	» » 31.	Un étalon Johansson.....	} Société Yggdrasil, Stockholm.
88.	» » 31.	Un étalon à bouts plans.....	

RAPPORTS.

1.	1913 Nov. 5.	Détermination des règles, n ^{os} 16 et 157.....	} National Physical Laboratory.
2.	» » 10.	Note sur l'étude des toises, n ^{os} 9 et 10.....	
3.	1920 Mai	Note sur une règle cuivre et fer.	} Service géographique de l'Armée française.
4.	» Août	Note sur deux règles.....	

En outre, comme suite à la sanction donnée par la Cinquième Conférence générale aux nouvelles équations des kilogrammes prototypes n^{os} 16 et 17, appartenant respectivement aux Gouvernements royaux de Hongrie et de Danemark, des certificats additionnels ont été établis pour ces étalons.

V. — COMPTES.

L'exposé qui suit résume la comptabilité des sept exercices 1913 à 1919. Afin de donner à l'ensemble toute la clarté possible, chacun des comptes séparés sera ramené à son bilan, auquel on se limitera

pour les comptes I et II, qui ne comportent pas de subdivisions. Pour les autres comptes, les opérations seront groupées, année par année, dans des tableaux annexes, qui permettront d'embrasser d'un coup d'œil la marche des recettes et dépenses auxquelles a donné lieu la gestion du Bureau dans la période écoulée depuis la dernière session du Comité.

COMPTE I.

FRAIS D'ÉTABLISSEMENT ET D'AMÉLIORATION DU MATÉRIEL SCIENTIFIQUE.

D'après les *Procès-verbaux* de 1913 (p. 12),
le Compte I possédait, au commencement de
l'exercice 1913, un actif disponible de....

fr
75 079,43

Il s'est augmenté, au cours des exercices
1913-1919, des sommes suivantes, pré-
levées sur les taxes de vérification :

	fr	
En 1913.....	2 770,90	
1914.....	14,00	
1915.....	713,65	
1916.....	70,00	
1917.....	—	
1918.....	112,00	
1919.....	455,00	
	<hr/>	
		4 135,55
Au total.....		<hr/> 79 214,98

Mais il a été porté à son débit :

Au cours de l'exercice 1913 :

Les frais d'installation du self protector..	600,00
Ceux d'installation du téléphone avec l'an- nexe.....	499,45
L'installation du chauffage central dans l'annexe.....	3340,00

Au cours de l'exercice 1915 :

Le prix d'une machine à mesurer à la Société Genevoise.....	4 300,00
----------------------------------------------------------------	----------

Au cours de l'exercice 1917 :

Un acompte à la Société Genevoise sur un comparateur.....	fr 6000,00
	<u>14739,45</u>
Son actif s'élève donc, à la fin de l'exercice 1919, à.....	<u>64475,53</u>

COMPTE II.

FRAIS DES ÉTALONS ET TÉMOINS INTERNATIONAUX.

Le Compte II, n'ayant eu à inscrire aucune recette ni aucune dépense au cours des sept années 1913-1919, reste, à la fin de l'exercice 1919, avec un actif disponible de.....

	<u>10436,85</u>
--	-----------------

COMPTE III.

FRAIS ANNUELS.

Au commencement de l'exercice 1913, le Compte III possédait un actif disponible de.....	259685,56
Pendant les exercices 1913-1919, ses recettes ont été de suivant le détail du Tableau III _a .	609774,27
	<u>869459,83</u>
Les dépenses qui lui ont été imputées au cours des sept exercices précités se sont élevées à.....	664868,24
	<u>204591,59</u>

Cc Compte reste en outre créditeur d'une somme de 124391^{fr},25 sur les États ayant différé le versement de leurs contributions.

COMPTE IV.

CAISSE DE SECOURS ET DE RETRAITES.

La Caisse de secours et de retraites possédait, au commencement de 1913, un actif de (valeur d'achat).....

	67040,80
--	----------

dont 64677^{fr},60 en rente 3 % française, et 2363^{fr},20 en espèces en caisse.

Au cours des exercices 1913-1919, elle a reçu les sommes détaillées au Tableau IV _a , formant un total de	fr 62 049,95
Elle devrait, par suite, posséder.....	129 090,75
Mais il y a lieu de déduire de ce total les sommes payées par elle et détaillées au Tableau IV _b , à l'exception toutefois de celles consacrées à des achats de rente, et qui se montent à 9567 ^{fr} ,10. C'est donc :	
63 482 ^{fr} ,15 — 9567 ^{fr} ,10, soit.....	53 915,05
qu'il convient de retrancher.	
Il résulte de là que, à la fin de l'exercice 1919, la Caisse possède.....	<u>75 175,70</u>
Se décomposant comme suit :	
2309 ^{fr} de rente 3 %/0, représentant, valeur d'achat.....	74 244 ^{fr} ,70
Espèces en caisse.....	931 ^{fr} ,00

COMPTE V.

FONDS DE RÉSERVE.

Le fonds s'accroît chaque année des intérêts de son capital. Jusques et y compris 1918, il a reçu chaque année, suivant une décision du Comité, une somme de 5000^{fr} prélevée sur les recettes du Compte III.

Au commencement de 1913, il possédait 1679 ^{fr} de rente française 3 %/0 représentant, valeur d'achat.....	fr 54 000,50
et un solde d'espèces en caisse de	6 405,60
Soit en tout.....	<u>60 406,10</u>

Il a reçu, au cours des exercices 1913-1919, les sommes détaillées au Tableau V_a, soit.....

	50 607,70
--	-----------

Il possède, en conséquence, à la fin de 1919.....

	<u>111 013,80</u>
--	-------------------

Représentés par 2247^{fr} de rente 3 %/0 ancienne.

1085	de rente 5 %/0,
500	de rente 4 %/0 1917,
490	de rente 4 %/0 1918,
200	en obligations du Crédit National
et 436	en espèces en caisse.

Le détail des acquisitions faites au cours des exercices 1913-1919 est donné au Tableau V_b.

TABLEAU IIIa. — Recettes du Compte III.

	1913.	1914.	1915.	1916.	1917.	1918.	1919.
CONTRIBUTIONS DES ÉTATS :							
	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr
Réglementaires de l'année.....	93536,00	47712,00	73376,00	48843,00	63319,00	61156,00	55961,00
Arriérées.....	3786,00	2589,00	50865,00	13946,75	34482,00	12233,69	13416,31
Anticipées.....	584,00	—	—	—	584,00	10,00	—
INTÉRÊTS BONIFIÉS :							
Par Caisse des Dépôts.....	3371,60	3176,40	3000,10	3143,35	3156,65	3073,97	2712,73
Par Banquiers.....	117,25	67,28	403,30	664,90	1084,85	789,85	962,84
Remboursement de Compte I.....	4439,45	—	—	—	—	—	—
Étalons décimétriques.....	—	—	—	—	—	—	200,00
<i>Totaux.....</i>	105834,30	53544,68	127644,40	66598,00	105626,50	77263,51	73252,88
				609774,27			

TABLEAU III_b. — Dépenses du Compte III.

	1913.	1914.	1915.	1916.	1917.	1918.	1919.
PERSONNEL :							
Directeur, Adjoints, Assistants, Calculateurs, Mécanicien, Personnel auxiliaire.....	fr 55835,00	fr 48412,50	fr 44965,70	fr 35943,00	fr 38335,50	fr 42526,05	fr 75034,80
Avance à la Caisse des retraites...	—	—	6416,70	11000,00	4641,75	8704,00	8708,40
INDEMNITÉ DU SECRÉTAIRE....	6000,00	6000,00	6000,00	6000,00	6000,00	3500,00	6000,00
FRAIS GÉNÉRAUX D'ADMINISTRATION :							
Entretien des bâtiments, dépendances et mobilier.....	14238,56	6860,60	9930,60	12125,15	6771,75	6854,10	11044,15
Machines et instruments, frais d'atelier et de laboratoire.....	4414,90	3009,65	2227,90	2158,60	964,25	1558,75	1885,65
Frais de chauffage et d'éclairage, gaz pour laboratoire et moteur.....	5078,95	4321,05	7843,85	5567,25	4925,95	6241,70	4565,95
Concession d'eau.....	109,60	106,00	90,30	72,90	68,55	69,90	—
Primes d'assurance.....	352,50	352,60	352,60	1683,40	1003,80	1151,95	845,20
Bibliothèque.....	980,75	604,20	553,15	640,40	215,90	215,80	198,45
Frais d'impression et publications..	10236,92	4730,06	—	1064,05	6489,60	5891,25	—
Frais de bureau et de secrétariat...	1943,45	1236,95	1799,00	1224,25	1014,05	870,40	1457,55
Frais divers et imprévus.....	4413,70	3281,00	2531,15	4071,50	4832,30	7090,95	6498,70
Installations nouvelles.....	—	—	5307,50	2933,00	343,95	298,30	3118,00
Réserve.....	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00	—
<i>Totaux.....</i>	108604,33	83914,61	93018,45	89483,50	80607,35	89883,15	119356,85

TABLEAU IV_a.
Recettes du Compte IV.

	1913.	1914.	1915.	1916.	1917.	1918.	1919.
Retenues sur les salaires	fr 1061,20	fr 910,25	fr 777,20	fr 611,30	fr 554,45	fr 570,40	fr 860,80
Intérêts du Capital	2023,20	2130,20	2287,25	2323,00	2297,40	2296,00	2291,60
Part sur les taxes	1000,00	6,00	305,85	30,00	—	48,00	195,00
Avances du Compte III...	—	—	6416,70	11000,00	4641,75	8704,00	8708,40
<i>Totaux..</i>	4084,40	3046,45	9787,00	13964,30	7493,60	11618,40	12055,80
	62049,95						

TABLEAU IV_b.
Dépenses du Compte IV.

	1913.	1914.	1915.	1916.	1917.	1918.	1919.
Achats de Rente..	fr 3644,80	fr 4624,15	fr 1298,15	—	—	—	—
Pensions	—	500,00	6916,70	fr 11500,00	fr 11500,00	fr 11500,00	fr 11500,00
Remboursement de retenues...	—	—	—	142,00	180,25	176,10	—
<i>Totaux..</i>	3644,80	5124,15	8214,85	11642,00	11680,25	11676,10	11500,00
	63482,15						

TABLEAU Va.
Recettes du Compte V.

	1913.	1914.	1915.	1916.	1917.	1918.	1919.
Intérêts du Capital.....	fr 1847,75	fr 1972,75	fr 2352,65	fr 2959,50	fr 3336,45	fr 3828,35	fr 4310,25
Reçu du Compte III...	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00	—
<i>Totaux</i> ..	6847,75	6972,75	7352,65	7959,50	8336,45	8828,35	4310,25
	50607,70						

TABLEAU Vb.
Dépenses du Compte V.

	1913.	1914.	1915.	1916.	1917.	1918.	1919.
	(226 fr 3 ⁰ / ₁₀)	(230 fr 0 ⁰ / ₁₀)	(292 fr 3 ⁰ / ₁₀)	(1085 fr 5 ⁰ / ₁₀)	(500 fr 4 ⁰ / ₁₀)	(490 fr 4 ⁰ / ₁₀)	(200 fr Obl.)
Achats de Rente.	fr 6727,80	fr 6382,10	fr 7149,45	fr 15099,10	fr 8575,00	fr 8677,90	fr 3965,95

Les comptes dont on vient de voir le détail appellent quelques explications.

Ainsi qu'on devait s'y attendre, le début du conflit mondial a eu pour conséquence un brusque fléchissement des recettes du Compte III (Tableau III_a), constitué en presque totalité par les contributions des États signataires de la Convention du Mètre. Dans les années 1915 et 1917, une part importante des contributions arriérées ont été versées. Par contre, les trois années 1916, 1918 et 1919 présentent un déficit moyen d'un tiers environ de la dotation.

Pendant toute la durée de la guerre, on n'a pas fait usage de la disposition autorisant le Comité à répartir, sur l'ensemble des États adhérents, les contributions futures des États demeurés trois années sans effectuer leurs versements.

L'activité réduite du Bureau permettait alors des économies qui dispensaient d'avoir recours à cette disposition, dont l'application se fût heurtée, sans aucun doute, à de sérieuses difficultés. On a donc considéré les créances du Bureau sur les États retardataires comme couvertes par le moratorium, et reporté d'année en année les déficits de contributions. Ceux-ci atteignaient, à la fin de 1919, un total voisin de 125 000^{fr}, sur lequel il n'a été versé, au cours du présent exercice, que des sommes peu importantes.

Les Rapports financiers adressés, à la fin de chaque année, aux Gouvernements des Hautes Parties contractantes, contiennent l'exposé détaillé des faits brièvement esquissés ici. On verra en particulier, dans le dernier de ces Rapports, relatif aux exercices 1919 et 1920, que nous avons définitivement effectué la répartition des contributions de la Russie, considérées comme momentanément irrécouvrables, tandis que celles de l'Allemagne et de la Bulgarie, bien que retardataires de plus de trois années, ont été reportées, en considération de la perspective d'un très prochain versement, résultant des communications reçues des Missions diplomatiques allemande et bulgare en France. Deux annuités ont été effectivement, depuis la distribution du Rapport financier, versées par la Bulgarie.

Des modifications apportées dès l'année 1915 à nos arrangements bancaires ont fait apparaître, depuis cette époque, un montant d'intérêts sensiblement accru par rapport aux périodes antérieures.

Les dépenses inscrites au Compte III (Tableau III_b) montrent de notables fluctuations. Le total des traitements présente, en 1914, un fléchissement, qui s'accroît dans les années suivantes, pour faire place, en 1919, à un brusque relèvement dû au retour de la plupart de nos collaborateurs, et à la dépréciation du numéraire.

Les augmentations de traitements, proposées dans une lettre circulaire adressée à tous les membres du Comité en avril 1919, ont reçu leur unanime approbation. On pouvait espérer voir se produire une baisse prochaine sur les prix des objets essentiels à la vie; malheureusement, la hausse s'est poursuivie, et le Comité devra être appelé à examiner l'éventualité d'une nouvelle révision.

Un nouveau chapitre figure au Tableau, sous la forme d'avances faites à la *Caisse des Retraites*. La dépréciation du cours des rentes, que l'on pouvait croire passager à l'époque où la Caisse se trouva pour la première fois appelée à effectuer des versements importants, commandait de différer la réalisation de nos titres, et de faire, par l'actif du Compte III, les avances nécessaires. La fluctuation entre

1916 et 1917 s'explique par le fait que le détail des versements est effectué par la banque, à laquelle nous remettons une couverture pour plusieurs mois à l'avance.

Malgré l'élévation considérable du prix du charbon, le chapitre *Frais de chauffage* n'a subi que des variations insignifiantes. Il était, en effet, de notre devoir de pratiquer la plus stricte économie, en ne chauffant qu'un petit nombre de locaux, dans lesquels nous travaillions en commun ; et, d'autre part, grâce à la bienveillance du Gouvernement français, nous avons reçu régulièrement le charbon indispensable, aux conditions réduites accordées aux Administrations publiques.

Mais, dans l'avenir, ce chapitre comportera un notable accroissement. La plus large occupation de nos locaux et l'augmentation extraordinaire du prix du charbon, presque décuple de celui qui était pratiqué en 1914, nous imposera une grosse dépense.

L'examen minutieux de nos contrats d'assurance m'a engagé à les élargir et à les renforcer. Les nouveaux contrats ont été établis, en principe pour dix ans, mais ils comportent une clause de renouvellement de deux en deux ans, afin que le Comité puisse se prononcer pour leur maintien ou leur résiliation.

Les *Frais d'impression* sont justifiés par les indications données au chapitre consacré aux Travaux. J'y ajouterai cette seule indication, qu'à la fin de 1917, j'ai profité de la dernière possibilité d'acquérir un approvisionnement de papier, pour faire mettre en réserve la quantité nécessaire à l'impression d'un volume des *Travaux et Mémoires*. Aujourd'hui, un papier de même qualité est introuvable, et l'achat d'un papier de la qualité la plus voisine entraînerait une dépense majorée de plus de 10000^{fr}.

Les autres chapitres du Compte III n'appellent aucune explication.

Les précisions qui viennent d'être données au sujet des avances faites à la *Caisse des Retraites* dispensent d'autres commentaires se rapportant aux Tableaux IV_a et IV_b. Je dirai seulement que les remboursements de retenues sont une conséquence des départs successifs de M. Ligogne et de M. Paresce, ainsi que du décès de M. Sermantin.

Pour le *Fonds de réserve*, une conversion avantageuse s'est offerte en 1916, dans l'échange de 180^{fr} de rente 3 pour 100 contre des titres de l'emprunt 5 pour 100.

Il convient de se rappeler que les chiffres portés aux Comptes IV

et V ne représentent pas l'avoir réel de ces Comptes, mais seulement les valeurs d'achat des titres qui entrent dans leur constitution. En réalité, il y aurait lieu de faire subir à ces chiffres la réduction que leur impose la baisse du cours des valeurs.

En mettant à part ces deux Comptes, dont les fonds sont ainsi séparés, la vérification générale de la comptabilité du Bureau résulte de l'égalité entre la somme des actifs disponibles indiqués pour les trois Comptes I, II, III, et la somme des soldes restant effectivement, au même moment, à la Caisse des Dépôts, chez nos banquiers et dans la caisse du Bureau.

Or, en récapitulant les résultats donnés plus haut, nous trouvons à la fin de 1919 les actifs disponibles suivants :

Compte I.....	64 475,53
» II.....	10 436,85
» III.....	204 591,59
Total.....	<u>279 503,97</u>

D'un autre côté, d'après les relevés officiels qui nous sont fournis par la Caisse des Dépôts, par nos banquiers, et d'après nos livres de comptabilité, nous avons, à la même date :

A la Caisse des Dépôts et Consignations...	229 668,05
Chez MM. Sourmais et C ^{ie}	8 117,10
Au Crédit Commercial de France.....	36 641,80
Chez MM. Guët et C ^{ie}	115,55
Dans la Caisse du Bureau.....	4 961,47
Total égal.....	<u>279 503,97</u>

L'impression générale qui se dégage de l'examen de la situation financière du Bureau est que, grâce à une gestion extrêmement prudente, poursuivie pendant un grand nombre d'années, et à la constitution de réserves importantes, grâce aussi au dévouement de tout le personnel du Bureau, nous avons pu, tant que durait la guerre, le maintenir dans une activité relative, et même, le conflit terminé, le voir reprendre, malgré des exigences notablement accrues, tout son programme d'autrefois.

Mais, déjà pour l'exercice 1919, nous avons sensiblement dépassé le chiffre de la dotation annuelle, et les prévisions pour l'exercice en cours portent sur une dépense de 155 000^{fr.}

L'exercice 1921 suivra sans doute la progression, et verra nos réserves ramenées à un montant au-dessous duquel nous n'aurions plus aucune sécurité. Ce sera donc l'une des tâches essentielles du Comité, au cours de la présente session, de préparer les voies à l'établissement, pour l'année 1922, d'une dotation mise en harmonie avec les circonstances nouvelles créées par la guerre, sous peine de voir le Bureau dans l'impossibilité de remplir la grande tâche qui lui est dévolue, et à laquelle il voudrait ne pas faillir.

M. le PRÉSIDENT remercie M. Guillaume de son rapport si documenté. Il le remercie de la façon dont il a rempli ses fonctions durant une période difficile où il y avait de grosses responsabilités à prendre. Enfin il le remercie, lui et ses collaborateurs, des travaux importants que, malgré tout, ils ont réussi à mener à bien, et dont le détail a fort intéressé les membres du Comité.

M. le PRÉSIDENT constate qu'après une interruption de sept années, le Comité se trouve en présence d'un programme très chargé, notamment en raison de la nécessité de convoquer, pour l'année prochaine, la Sixième Conférence générale. Une foule de problèmes se posent et doivent être résolus durant cette session. Le travail sera donc abondant, et les Commissions et le Comité lui-même devront siéger à de très fréquents intervalles.

M. GUILLAUME exprime sa reconnaissance pour le témoignage de satisfaction adressé à lui-même et à ses collaborateurs. Il est tout particulièrement heureux de pouvoir rappeler également la grande part prise dans ces circonstances par M. Benoît, dans la collaboration duquel il a passé une si grande partie de son existence, et qui a été, en même temps que son ami, son initiateur dans l'œuvre du Bureau.

M. BENOÎT se déclare très touché de ces manifestations de sympathie, qui lui sont une joie dans sa retraite.

M. le SECRÉTAIRE, sur la prière de M. le Président, donne connaissance de son rapport.

RAPPORT

SUR LES FAITS PRINCIPAUX RELEVANT DE LA GESTION
CONFIÉE AU BUREAU DU COMITÉ

POUR LA PÉRIODE COMPRISE
ENTRE LE 1^{er} NOVEMBRE 1913 ET LE 31 AOÛT 1920
ET PRÉVISIONS POUR L'AVENIR.

I.

Dans la période écoulée depuis notre dernière réunion, le Comité a été durement frappé.

Peu après la session, le 24 janvier 1914, sir David Gill nous était enlevé, alors que nous pouvions tant attendre de sa haute intelligence, de sa vigueur et de son dévouement à notre cause.

Puis ce fut, le 25 février 1917, le tour de Gaston Darboux, qui semblait braver les atteintes de l'âge, dans son intelligence toujours aussi clairvoyante.

Le 26 février 1918, Pietro Blaserna était abattu par le chagrin du désastre passager de sa patrie. Parvenu à un âge avancé, il avait conservé une activité et une précision de pensée qui, dans ses fonctions de Secrétaire remplies pendant seize ans, ont rendu les plus grands services à l'œuvre du Comité.

Enfin, cette année, le 10 janvier, nous perdions F. da Paula Arrillaga, qui, pendant près de vingt-six ans, avait siégé au sein du Comité, auquel il apportait l'appui de ses hautes compétences et de son dévouement.

L'œuvre de nos si regrettés collègues sera retracée par ceux d'entre nous qui les ont le mieux connus.

A la fin de l'année 1913, le bureau du Comité avait été informé, par M. Arndsten, qu'il se voyait, en raison de son grand âge, obligé de renoncer aux longs voyages que

lui imposaient les sessions du Comité. Nous nous sommes inclinés avec beaucoup de regret devant sa résolution, exprimant à M. Arndtsen toute la gratitude du Comité pour les grands services rendus pendant les vingt-quatre années au cours desquelles il a rempli, avec une exactitude scrupuleuse, les fonctions toutes de dévouement de rapporteur de la Commission des Comptes (1).

A l'automne 1919, nous avons procédé à l'élection, par correspondance, de nos nouveaux collègues, MM. Paul Appell, Major P.-A. MacMahon, Ernest Pasquier et Vito Volterra, que nous sommes heureux de voir aujourd'hui siéger parmi nous.

Il n'a pas encore été repourvu au siège qu'occupait M. Arrillaga; ce sera l'un des objets de cette session de préparer l'élection de son successeur.

II.

Au cours de la grande guerre, l'ordre normal qui prescrit les relations entre le Comité et le Bureau a dû être en grande partie abandonné. Dès le mois d'août 1914, les communications du Bureau avec le Président du Comité se trouvaient interrompues, et, en juin 1915, la même séparation se produisait entre le Président et le Secrétaire du Comité. Dès cette époque, et en raison de la difficulté de plus en plus grande de la correspondance, le Secrétaire donnait, au nouveau Directeur, certains des pouvoirs réservés, en temps ordinaire, au bureau du Comité; et, entre le décès de M. Bläserna et l'élection d'un Secrétaire intérimaire, tous les pouvoirs du bureau du Comité se trouvèrent concentrés aux mains du Directeur. Je tiens, à ce propos, à témoigner de la constante vigilance qu'il a apportée à résoudre des difficultés sans

(1) La nouvelle de la mort de M. Arndtsen est parvenue au Bureau au cours de l'impression des Procès-Verbaux.

cesse renaissantes, et de l'énergie sans défaillance qu'il a déployée, dans ces années tragiques, afin de maintenir intacts à la fois la fortune matérielle et le patrimoine moral et scientifique du Bureau.

Les mesures prises en raison des événements ont été communiquées aux Gouvernements des États signataires de la Convention du Mètre, dans une lettre-circulaire, signée de M. Blaserna, et dont la teneur est la suivante :

Rome, le 25 août 1915.

Lorsqu'éclata la terrible guerre qui continue à désoler l'Europe, notre institution internationale vit surgir une série de difficultés qui nécessitèrent, de la part du bureau du Comité et de la direction du Bureau, de prompts décisions. L'impossibilité de relations directes entre le Bureau de Sèvres et notre éminent Président, M. Foerster, aggravée, depuis l'entrée en campagne de l'Italie, de l'isolement dans lequel nous nous trouvons l'un par rapport à l'autre, a créé une situation de fait en raison de laquelle j'ai dû prendre seul des décisions qui, en temps normal, auraient été concertées, et résoudre certaines questions dont l'étude était prévue pour la session du Comité qui aurait dû se tenir en avril de cette année.

Avant tout, il fallait assurer l'existence matérielle de notre institution et la sauvegarde des trésors de science qui constituent un bien de communauté entre les États adhérents à la Convention du Mètre. Lorsque la région parisienne fut menacée des horreurs de la guerre, de promptes dispositions furent prises pour mettre en sécurité les instruments et les archives du Bureau. Depuis lors, les installations ont été rétablies dans leur intégrité.

Néanmoins, des changements fort importants sont survenus dans la constitution et les possibilités de travail du Bureau international. Je les exposerai ci-après, en même temps que j'indiquerai les mesures prises en vue d'assurer son avenir et la continuité de son action.

1° Dans la séance de clôture de notre dernière session, le 21 octobre 1913, M. J.-René Benoît annonça qu'il désirait prendre sa retraite, et fixa au 1^{er} janvier 1915 l'expiration de ses fonctions

actives. Mais les circonstances créées par la guerre, et en particulier les difficultés d'un déménagement dans la mauvaise saison, ont fait désirer, de part et d'autre, que le séjour de M. Benoit au Pavillon de Broteuil se prolongeât de quelques mois. Ce n'est donc qu'à la fin de mai qu'il a transmis les pouvoirs à M. Ch.-Éd. Guillaume, que le Comité avait désigné par avance comme devant lui succéder au jour où il abandonnerait ses fonctions.

En raison des longs et éminents services de M. Benoit, entré au Bureau en 1878, et promu au rang de Directeur en 1889, le Comité a décidé, par une mesure exceptionnelle, d'élever à 11 000^{fr} le montant de sa retraite, que le règlement établi par la Troisième Conférence générale limitait à 6000^{fr}.

Nous avons désiré aussi donner à M. Benoit une marque particulière de l'estime du Comité; et, par un vote unanime des suffrages exprimés, nous lui avons conféré le titre de *Directeur honoraire*, afin de lui conserver un lien avec l'Institution à laquelle il a consacré, pendant trente-sept ans, sa rare activité et ses éminentes facultés de métrologiste.

2° La guerre a privé peu à peu le Bureau international de tout son personnel scientifique. En faveur des fonctionnaires appelés par la mobilisation, j'ai pris une mesure qui m'a paru équitable et bienveillante, en fixant l'indemnité spéciale versée pendant la durée de la guerre, à la moitié des appointements réguliers. Ce taux est celui que prévoit la loi italienne, à laquelle je me suis référé, en l'absence, dans la loi française, de toute stipulation applicable au cas présent. Pour les jeunes employés, entrés au service dans les conditions déjà prévues pour le temps de paix, les appointements ont été suspendus, conformément aux précédents.

3° Le Bureau a poursuivi, aussi longtemps qu'il a été possible, les déterminations qui lui ont été demandées par des Gouvernements, des institutions ou des savants. Mais, privé dès maintenant de tout collaborateur scientifique, le Directeur se voit dans l'obligation, à moins de circonstances tout à fait exceptionnelles, de renoncer, jusqu'à la fin des hostilités, à tout travail de cette nature.

La préparation d'un personnel apte à exécuter ces déterminations délicates est, en effet, longue et laborieuse; et, nos collaborateurs réguliers devant reprendre leurs postes après la guerre, nous devrions, à ce moment, nous séparer du personnel provisoire, ce qui rendrait sa situation très incertaine. Pour ces raisons, l'activité du Bureau doit donc se limiter à l'expédition des affaires courantes, à

la mise en ordre des affaires passées, et à la préparation des travaux à venir. C'est à ce programme que s'attache tout particulièrement M. Guillaume.

4° Avant tout, le nouveau Directeur a désiré assurer une distribution des locaux un peu différente de celle qui avait prévalu jusqu'ici, de façon à permettre d'attribuer, aux services du Bureau, resserrés dans des espaces trop étroits, des pièces immobilisées jusqu'à présent, prévoyant même des extensions des services, sans que l'on arrive encore à la limite des espaces disponibles. En même temps qu'il fait aménager ces pièces pour l'usage des bureaux, il s'occupe de l'installation de l'éclairage électrique, qui faisait défaut jusqu'ici, du téléphone d'intercommunication, du matériel d'incendie, etc. J'ai approuvé les diverses dépenses exigées par ces installations, devenues indispensables.

La présente période d'accalmie, interrompant une activité sans cesse en éveil, permettra également la mise en ordre de nombreux dossiers anciens, ainsi que la préparation de publications auxquelles, faute de temps, on avait dû renoncer jusqu'ici. A ce propos, je dirai que l'impression du Tome XVI des *Travaux et Mémoires* suit son cours régulier.

5° Le règlement établit que la Caisse des Dépôts et Consignations ne doit restituer au Bureau les sommes en dépôt que sur l'autorisation du Président du Comité. Or la difficulté des communications avec M. Foerster rendant impossible l'exécution régulière de cette prescription, M. le Directeur général de la Caisse des Dépôts et Consignations a bien voulu, avec une largeur de vues dont nous devons lui être reconnaissants, accorder à M. Benoît d'abord, à M. Guillaume ensuite, toutes facilités pour retirer, sous leur propre signature, les sommes dont le Bureau a eu et aura besoin. Je suis heureux de porter ce fait à la connaissance des Hauts Gouvernements, qui y verront un motif de gratitude à l'égard du Directeur de cette admirable Institution.

6° Dans les années où le Comité ne se réunit pas en session, le Président et le Secrétaire se rendent à Sèvres, à l'automne, pour inspecter le Bureau international, prendre les décisions que la situation comporte, et préparer le Rapport spécial financier aux Hauts Gouvernements des États contractants. Cette visite du Bureau ayant été rendue impossible par les circonstances, j'ai invité MM. Benoît et Guillaume à préparer ce rapport, et à l'envoyer,

sous leur signature collective, aux États de la Convention, accompagné d'une brève circulaire signée par M. Foerster et moi-même. Si le conflit dure encore, la même procédure sera suivie au prochain automne.

Au nom du Comité international des Poids et Mesures :

Le Secrétaire,
P. BLASERNA.

Antérieurement à cette lettre, une circulaire avait été également adressée aux membres du Comité susceptibles d'être atteints, leur faisant connaître, dans les mêmes termes généraux, la situation du Comité et du Bureau, et leur proposant de sanctionner la série des mesures prises, et dont l'essentiel est contenu dans la circulaire aux Gouvernements. En même temps, la situation financière du Bureau était exposée aux membres du Comité.

III.

L'impossibilité, signalée par M. Blaserna, de procéder à l'inspection du Bureau et à l'établissement du Rapport financier, a obligé le Bureau du Comité à en confier le soin, pour les années 1914 et 1915, à MM. Benoît et Guillaume; pour les années suivantes, à M. Guillaume seul. Les rapports ont paru régulièrement, chaque année, dans les premiers jours de décembre, à l'exception du dernier, qui, en raison de l'incertitude régnant sur la population de plusieurs des États contractants, a dû être retardé jusqu'au milieu de la présente année.

Une autre raison s'opposait encore à la distribution du rapport. Plusieurs des États adhérents à la Convention étaient demeurés plus de trois années sans verser leur cotisation, et, conformément au Règlement annexé à la Convention, il aurait dû être procédé à la répartition, entre les autres États, de la contribution pour l'année

courante. Or, une correspondance en cours laissait espérer une prochaine régularisation de la situation, au moins pour une partie des États retardataires. Le rapport a été définitivement clos lorsque tous les États, à l'exception de la Russie, ont, ou effectué des versements rendant inopérante la clause de répartition, ou promis une régularisation très prochaine de la situation.

Chaque Rapport financier a été précédé d'un résumé, fait par les soins du Secrétaire du Comité, de la situation présente du Bureau. Il est intéressant d'en conserver le contenu dans nos *Procès-Verbaux*. En voici le texte :

Rapport 1915 et 1916.

Ainsi que j'ai eu l'honneur de le faire connaître, par la circulaire adressée aux Hauts Gouvernements en date du 25 août dernier, la difficulté croissante des communications m'a conduit à prendre seul, au sujet de la gestion du Bureau international des Poids et Mesures, des décisions qui, en temps de paix, auraient fait l'objet d'une délibération du Comité international en session, ou qui, tout au moins, auraient été concertées avec M. le Président de ce Comité.

L'impossibilité de procéder à l'inspection annuelle du Bureau international, et de rédiger le Rapport spécial financier au vu des pièces de comptabilité, m'a fait une obligation, cette année encore, de prier M. le Directeur du Bureau d'établir ce Rapport, et de rendre compte, sous la forme habituelle, de la situation financière de notre Institution.

Dans sa session d'octobre 1913, le Comité avait établi le budget pour les deux années 1914 et 1915. Les événements survenus depuis lors ont obligé à s'écarter notablement des prévisions. D'une part, l'absence de la majorité du personnel du Bureau a réduit le montant des appointements; de l'autre, le moment a paru propice pour entreprendre des installations depuis longtemps désirées, mais que l'on avait cru devoir différer, afin de ne pas déranger ou entraver des travaux scientifiques toujours activement poussés. Une partie des dépenses correspondantes seront imputées à l'exercice courant, les autres seront soldées au cours du prochain exercice; un chapitre spécial a été ouvert au budget pour y faire face. En prévision

d'un déficit, envisagé comme probable, dans les versements des contributions, il n'a pas été inscrit au budget d'augmentation du fonds de réserve; s'il reste, en fin d'exercice, un excédent disponible, il pourra en être fait, jusqu'à concurrence de 5000^{fr}, l'attribution à cette caisse spéciale.

Pour les autres chapitres, je me suis borné à sanctionner les propositions que m'a soumises M. le Directeur du Bureau.

Au nom du Comité international des Poids et Mesures :

Le Secrétaire,

P. BLASERNA.

Rapport 1916 et 1917.

Les mesures exceptionnelles arrêtées, en raison des circonstances, pour la gestion du Bureau international, se sont poursuivies pendant l'année qui s'achève : j'ai continué à prendre seul des déterminations qui, en temps ordinaire, auraient été fixées par une délibération du Comité international en session, ou tout au moins concertées avec M. le Président de ce Comité. C'est grâce à cette organisation passagère, dont les événements nous ont fait une obligation, que le fonctionnement régulier du Bureau international a pu être assuré pendant la crise sans précédent que traverse le monde.

Il n'a pas été possible, cette fois encore, de procéder à l'inspection annuelle du Bureau international, non plus qu'à établir, au vu des pièces de comptabilité, les éléments du Rapport financier; j'ai donc, comme pour les deux derniers exercices, prié M. le Directeur du Bureau de rédiger ce Rapport, en rendant compte, sous la forme habituelle, de la situation financière de notre Institution, et en préparant un projet de budget pour l'exercice à venir.

Ce projet présente, par rapport à celui de l'exercice en cours, quelques différences, motivées dans l'exposé que l'on trouvera plus loin; plusieurs chiffres, au contraire, ont pu être maintenus; j'en relèverai un seul, celui qui se rapporte aux impressions et publications, fixé à la somme de 5000^{fr}. J'ai, en effet, la satisfaction de faire connaître aux Hauts Gouvernements que, malgré l'absence de la presque totalité du personnel scientifique, il a été possible de poursuivre l'impression des travaux effectués au Bureau. Une nouvelle édition de *La Mesure rapide des Bases géodésiques* vient

d'être donnée à l'impression, et nous avons le bon espoir de voir s'achever très prochainement celle du Tomé XVI des *Travaux et Mémoires du Bureau*, qui sera mis aussitôt en distribution, dans la mesure où il sera possible d'en assurer l'envoi.

On verra, dans l'exposé ci-après, que la grande majorité des États ayant adhéré à la Convention du Mètre ont tenu, malgré les circonstances tragiques de l'heure présente, à contribuer, par le versement de leurs contributions, à concourir au maintien de notre Institution; au nom du Comité international, je tiens à en exprimer, aux Hauts Gouvernements signataires de la Convention, ma sincère gratitude.

P. BLASERNA.

Rapport 1917 et 1918.

Les circonstances nous ont imposé, cette année encore, l'obligation d'assurer la gestion du Bureau international, en nous conformant aux décisions qui avaient dicté les mesures exceptionnelles prises dès le début du conflit mondial, et grâce auxquelles notre Institution a continué à fonctionner régulièrement, bien qu'avec un personnel restreint et avec une activité forcément réduite.

Pourtant, le Bureau a pu, au cours du présent exercice, affirmer sa vitalité par la poursuite des recherches faites conformément au programme tracé lors de la dernière réunion du Comité, en 1913, et par la publication des résultats de ses travaux, consignés dans les deux volumes dont le précédent Rapport financier faisait prévoir l'apparition au cours du présent exercice. Le premier, *La Mesure rapide des Bases géodésiques*, a été mis en distribution en juillet de cette année, tandis que le second, qui constitue le Tome XVI de l'importante collection des *Travaux et Mémoires*, vient d'être adressé aux Gouvernements des Hautes Parties contractantes.

Au cours de l'année qui s'achève, on a vu se manifester, au sein des nations anglo-saxonnes, des tendances de plus en plus marquées vers l'adoption obligatoire du Système métrique. A cette occasion, la documentation rassemblée au Bureau a été fréquemment mise à profit en vue de la préparation des grandes réformes projetées, et dont les prochaines années verront sans doute l'accomplissement.

Comme pour les trois derniers exercices, il n'a pas été possible au Comité d'établir, au vu des pièces de comptabilité, les éléments

du Rapport financier; j'ai donc, cette fois encore, prié M. le Directeur du Bureau de rédiger ce Rapport, en rendant compte, sous la forme habituelle, de la situation financière de notre Institution, et en préparant un projet de budget pour l'exercice à venir, projet qui a eu ma pleine approbation. Il ne diffère du budget précédent que par quelques éléments pour l'établissement desquels on s'est inspiré des dépenses réelles de l'année courante, en tenant compte de la progression dans le changement des valeurs.

Malgré les circonstances tragiques de l'heure présente, la grande majorité des États ayant adhéré à la Convention du Mètre ont tenu, par le versement de leurs contributions, à concourir au maintien de notre Institution; au nom du Comité international, je tiens à en exprimer, aux Hauts Gouvernements signataires de la Convention, ma sincère gratitude.

P. BLASERNA.

Rapport 1918 et 1919.

Désigné pour remplir les fonctions de Secrétaire du Comité international des Poids et Mesures, devenues vacantes par le décès de son éminent titulaire, M. le Sénateur P. Blaserna, j'ai l'honneur de présenter, aux Gouvernements des Hautes Parties adhérentes à la Convention du Mètre, le Rapport financier relatif à la gestion du Bureau international, rédigé, comme les précédents, par M. le Directeur du Bureau, et qui a eu toute mon approbation.

Le terrible drame qui vient de prendre fin a heureusement épargné le Bureau international, qui a pu, malgré la réduction de son effectif, affirmer sa vitalité par la poursuite de ses publications et l'exécution de déterminations ou de travaux de recherche dont la prochaine mise au jour montrera l'intérêt.

Nous avons lieu d'espérer, maintenant, que le Bureau pourra reprendre, dès les premiers mois de l'année prochaine, toute son activité. Cette perspective obligera, sans doute, à résoudre bientôt la question délicate liée à la dépréciation du numéraire. D'autre part, l'incertitude qui règne encore sur le futur groupement des nationalités ne permet pas d'envisager la base des propositions qui devront être faites aux Hauts Gouvernements, afin que la vie du Bureau continue à être assurée dans des conditions permettant son développement normal; dans la période intérimaire, le Bureau fera appel aux réserves qu'il a pu constituer, grâce à une gestion qui a toujours été inspirée par une stricte économie.

Le programme d'action du Bureau international a suivi, dans le cours des années, une évolution vers les problèmes d'ordre pratique, dont la résolution a notablement accru les services rendus par notre Établissement. Parmi les questions dont les années à venir imposeront au Bureau l'étude attentive, je mentionnerai : la suite de l'examen des procédés de géodésie rapide, et notamment la détermination de nombreux fils géodésiques, en vue des travaux de délimitation qui devront être entrepris dès la conclusion de la paix ; le perfectionnement des étalons industriels de longueur et leur détermination ; l'étude des filetages en vue de leur unification ; la poursuite des recherches sur les matières employées dans la construction des étalons ou instruments de mesure ; la nouvelle comparaison des mètres prototypes, dont le début était prévu pour la deuxième moitié de l'année 1914 ; enfin, la publication de nombreux travaux accumulés dans le cours des années, et que des occupations toujours urgentes ont fait différer jusqu'ici. Nous espérons qu'un nouveau volume des *Travaux et Mémoires*, dont la composition est commencée, pourra paraître vers la fin du prochain exercice.

On verra, dans l'exposé ci-après, que la grande majorité des États adhérents ont tenu, au cours du terrible conflit, à assurer, par le versement de leurs contributions, le maintien de notre Institution. Au nom du Comité international, je tiens à en exprimer, aux Hauts Gouvernements signataires de la Convention, ma profonde gratitude.

Pour le Comité international des Poids et Mesures :

Le Secrétaire ad interim,

St. C. HÉPITÉS.

Rapport 1919 et 1920.

Ainsi que j'en exprimais l'espoir en présentant, en décembre 1918, le Rapport spécial financier aux Gouvernements des Hautes Parties contractantes, le Bureau a pu, dès le printemps suivant, retrouver, grâce au retour de ses principaux collaborateurs, une grande partie de son ancienne activité. Toutefois, il n'a pas encore été reconstitué à son effectif normal ; des vides se sont produits, que l'on n'a pas cru devoir combler pour le moment, afin d'éviter le trop rapide épuisement des réserves, dont la totalité, jointe aux contributions

annuelles des États, doit assurer la vie matérielle du Bureau jusqu'au moment où une décision aura été prise en vue de rétablir la dotation à un chiffre mis en harmonie avec les besoins créés par la dépréciation du numéraire. Dans ces conditions, et pour poursuivre à la fois la solution des multiples tâches qui incombent au Bureau dans la double direction des recherches et des déterminations, le Directeur et ses dévoués collaborateurs sont tenus à un effort continu et positivement épuisant. Le Comité devra donc, dans sa session prévue pour le mois de septembre de cette année, préparer un ensemble de propositions destinées à être soumises à la prochaine Conférence générale, et dont la sanction, par les Hauts Gouvernements, pourra seule rétablir la vie normale du Bureau dans les années à venir.

La Cinquième Conférence générale avait décidé que le Bureau procéderait, à partir de l'année 1914, à la première des comparaisons périodiques des prototypes nationaux prévues par la Convention du Mètre. En exécution de cette décision, plusieurs de ces prototypes étaient parvenus au Bureau en juillet 1914; mais le travail de comparaison, qui exigeait le concours de plusieurs observateurs exercés, n'a pu être entrepris que dans le courant de l'année dernière. Les comparaisons, effectuées avec les soins les plus minutieux, et auxquelles ont été associés successivement les étalons parvenus au Bureau jusqu'à une époque récente, ont été activement poussées, et ont conduit à des conclusions intéressantes, dont le détail sera soumis prochainement au Comité international.

Des demandes d'études diverses, provenant des administrations publiques des États adhérents à la Convention, ont recommencé à créer, pour le Bureau, un courant de travail assez important; des fils géodésiques nombreux ont été envoyés pour leur détermination, ainsi que divers étalons de longueur ou de masse; d'autres sont en cours de construction, pour être adressés au Bureau aussitôt achevés.

Des résultats d'intérêt général ont été obtenus, notamment dans l'étude des alliages propres à l'exécution des étalons de longueur. Enfin, l'impression d'un volume des *Travaux et Mémoires* se poursuit sans arrêt; seules, des difficultés matérielles en ont empêché l'achèvement dans les délais que nous avons espérés.

Dans les années écoulées, on n'avait pas cru devoir faire usage de l'article 20 du Règlement annexé à la Convention du Mètre, autorisant le Comité international à répartir sur l'ensemble des États adhérents les déficits de versements qui se seraient produits pen-

dant trois exercices consécutifs. Mais il n'y avait plus lieu de suspendre les effets de cette disposition, et le présent Rapport a été établi conformément à ses prescriptions, au moins pour celles des contributions dont on ne peut plus espérer le recouvrement dans un délai rapproché.

C'est, en plus grande partie, au désir d'apporter au préalable une solution satisfaisante à cette question qu'est dû le retard inusité dans l'établissement et la présentation de ce Rapport.

St. C. HÉPITÉS.

Pour le corps même des Rapports financiers, l'essentiel, en ce qui concerne la situation des divers comptes, se trouve inséré dans l'exposé que M. le Directeur a présenté au Comité au début de cette séance. Le tableau résumant à la fois le montant des contributions pour les années 1914 à 1919, et celles de 1920, est reproduit ci-après, accompagné de l'indication des dates des versements afférents aux années 1914 à 1919 ⁽¹⁾.

Le renchérissement progressif avait conduit M. Blaserna à autoriser M. le Directeur à joindre, aux petits traitements du personnel du Bureau, une indemnité de cherté de vie qui, au cours de l'année 1915, était de 10 pour 100, et, à la fin de la guerre, atteignait 25 pour 100. Puis, en avril 1919, une proposition de relèvement général des salaires que me soumit M. Guillaume fut, avec mon approbation, présentée à tous les membres du Comité, qui l'approuvèrent sans restriction.

Nous espérions, alors, qu'une diminution générale du coût de la vie commencerait à se dessiner dans un avenir peu éloigné, et nous avons maintenu, pour cette raison, à côté du montant principal du salaire, une indemnité que nous pensions pouvoir réduire ou même abandonner après quelques mois. Or, ainsi qu'il ressort

(1) Ce tableau a été mis à jour à la date de l'impression des *Procès-Verbaux*.

ÉTATS.	CONTRIBUTIONS		1914.	1915.	1916.	1917.	1918.	1919.
	1914 à 1919.	1920.						
Allemagne.....	11 300	13 014	VI 14	IX 20	IX 20	IX 20	IX 20	IX 20
Etats-Unis d'Amérique.....	15 000	17 647	I 15	XI 15	I 17	I 17	I 18	III 19
République Argentine.....	1 239	1 642	X 15	X 15	I 17	VI 19	VI 19	—
Autriche.....	4 973	1 458	VII 15	V 16	IX 16	X 17	VIII 18	—
Belgique.....	1 304	1 576	II 16	I 17	I 18	I 18	IX 19	—
Bulgarie.....	755	903	X 15	IX 16	VIII 20	VIII 20	—	—
Canada.....	1 232	1 741	I 15	I 16	I 16	I 17	II 18	III 19
Chili.....	594	835	X 13	III 15	XI 16	XII 16	II 18	II 19
Danemark.....	500	588	VII 14	II 15	II 16	II 17	III 18	VII 19
Espagne.....	3 413	4 320	II 15	IX 15	XII 16	XII 17	I 19	IV 19
France et Algérie.....	7 861	9 406	IV 14	II 15	III 16	II 17	I 18	II 19
Grande-Bretagne et Irlande.....	7 895	9 599	VII 14	VII 15	VII 16	VII 17	VII 18	VII 19
Hongrie.....	3 635	1 458	VII 15	V 16	IX 16	X 17	VIII 18	—
Italie.....	6 258	7 609	II 14	II 15	II 16	II 17	IV 18	IV 19
Japon.....	9 085	11 842	III 14	III 15	IV 16	IV 17	V 18	IV 19
Mexique.....	2 631	3 148	II 18	II 18	II 18	IV 19	IV 19	—
Norvège.....	500	588	II 15	II 15	II 16	III 17	III 18	IV 19
Pérou.....	794	949	XI 16	XI 16	XI 16	IV 18	IV 18	IX 19
Portugal.....	944	1 240	III 14	VII 15	VIII 16	II 18	II 19	—
Roumanie.....	1 233	3 540	V 14	V 15	VI 16	VIII 17	IV 20	IV 20
Russie.....	15 000	—	IV 15	XII 15	VII 17	—	—	—
Serbie, Croatie, Slovénie.....	515	2 499	XII 14	II 15	V 17	VII 20	—	—
Siam.....	1 218	1 799	IV 15	IV 15	IV 16	IV 17	VII 18	VII 19
Suède.....	968	1 203	III 14	II 15	III 16	VI 17	V 18	VI 19
Suisse.....	653	808	II 14	I 15	I 16	III 17	II 18	IV 19
Uruguay.....	500	588	II 14	III 15	IX 16	V 17	—	—

de l'examen des prix des denrées et objets de première nécessité, le renchérissement n'a cessé de se poursuivre, de telle sorte que les rémunérations attribuées au personnel du Bureau sont devenus manifestement insuffisantes. Le Comité sera donc appelé à examiner un nouveau tableau des appointements, dont l'élaboration pourrait être confiée à la *Commission des Comptes et des Finances*.

Mais déjà, le budget prévu pour l'année courante s'élève à 155 000^{fr}, dépassant de plus de moitié la dotation normale du Bureau; et, dans ce budget, toutes les dépenses ont été comprimées de telle sorte que le développement du Bureau se trouverait complètement arrêté, si l'on ne pouvait pas donner à notre situation financière une beaucoup plus grande élasticité. Le Comité aura donc pour tâche, tout à fait essentielle, d'étudier les propositions qui devront être soumises aux Gouvernements signataires de la Convention du Mètre, tendant à augmenter beaucoup le chiffre de la dotation du Bureau.

V.

Or, une question connexe de l'accroissement de la dotation vient d'être soumise au bureau du Comité, de la part du Gouvernement belge, par notre collègue M. Pasquier, dans une lettre datée du 21 septembre, et dont une copie a été adressée à chacun des membres du Comité. Il s'agit d'un élargissement du programme d'action du Bureau, qui serait, à partir du moment où son organisation le permettrait, chargé de l'étude de tous les étalons servant à la détermination des grandeurs dont les unités sont inscrites dans les lois régissant les mesures.

Cette lettre est conçue dans les termes suivants :

MINISTÈRE
DES
AFFAIRES ÉCONOMIQUES.

Bruxelles, le 21 septembre 1920.

Commission consultative
des
Poids et Mesures.

MONSIEUR ET CHER COLLÈGUE,

J'ai l'honneur de vous faire savoir que le Gouvernement belge m'a chargé de soumettre à l'avis du Comité international des Poids et Mesures la proposition de modifier l'article 12 de la Convention du 20 mai 1875, en vue d'étendre la compétence du Bureau international aux étalons des nouvelles unités dont les lois sur les poids et mesures doivent se préoccuper.

Cette modification de l'article 12 pourrait consister en l'adjonction du texte que voici :

... En particulier, les États décident d'étendre la compétence du Bureau aux étalons d'autres unités de mesures que le mètre et le kilogramme. Par application de ce principe, ils chargent le Bureau, sous la direction du Comité et le contrôle de la Conférence générale, de l'établissement du prototype et des étalons nationaux de l'ohm, de leurs comparaisons mutuelles, et éventuellement de leurs comparaisons avec les étalons qui ont été ou seraient construits sans l'intervention du Bureau.

Si le Comité adhère à cette proposition, celle-ci pourra être transmise aux divers Gouvernements, pour venir en discussion à la prochaine Conférence générale.

Je n'ai pas besoin d'une longue argumentation pour soutenir cette proposition, dont le bien-fondé saute aux yeux de tous ceux qui s'occupent de métrologie pratique. Si le fonctionnement de nos institutions internationales n'avait été suspendu depuis bien des années, on pourrait même s'étonner que la question n'ait pas encore été soulevée et résolue dans le sens préconisé ci-dessus.

Lors de la fondation, en 1875, du Bureau international des Poids et Mesures, les lois, dans les divers pays, ne visaient que les mesures de longueur, de masse, de capacité et de volume, qui n'exigent d'autres étalons que ceux de longueur et de masse.

Aujourd'hui, la législation sur la matière tend de plus en plus à

embrasser toutes les mesures physiques qui interviennent, non seulement dans les transactions commerciales proprement dites, mais encore dans les opérations industrielles. Il paraît logique d'envisager parallèlement l'extension de la compétence du Bureau aux étalons correspondants.

En Belgique, depuis 1903, les unités électriques sont légalisées au même titre que le mètre et le kilogramme, et la loi française du 2 avril 1919, qui nous offre le modèle d'une loi complète sur la matière, eu égard à l'état de la science contemporaine, légalise non seulement ces unités, mais encore celles de la température et de l'intensité lumineuse.

Les étalons nouveaux dont il y aurait lieu de tenir compte actuellement sont donc ceux qui représentent les unités de température, d'électricité et d'intensité lumineuse. Tous, d'ailleurs, peuvent être reproduits dans un laboratoire de physique par des procédés expérimentaux qui font appel aux mêmes méthodes, et n'exigent pas des opérateurs d'aptitudes différentes; je crois utile de signaler la chose, pour répondre par avance à certaines critiques qui pourraient être soulevées dans cette direction.

En ce qui concerne la thermométrie, le Bureau de Breteuil a déjà comblé le desideratum exprimé; il reste donc à décider qu'il sera chargé des travaux relatifs à l'établissement de l'ohm, de l'ampère (ou du volt) et du volt.

C'est, me semble-t-il, s'inspirer de la pensée des créateurs du Bureau international, que de décider le maintien du Bureau comme le *Laboratoire métrologique commun de tous les États civilisés, seul officiellement autorisé à construire et à conserver les étalons fondamentaux de mesure et à en délivrer des copies authentiques.*

Il est bien vrai que quelques grands États possèdent des Instituts physico-techniques de premier ordre, suffisamment outillés pour construire eux-mêmes les étalons nouveaux en partant de leur définition théorique, et que certains d'entre eux ont déjà totalement ou partiellement exécuté ce travail.

L'unification internationale ne sera toutefois pas ainsi assurée avec la même perfection que si ces étalons sortaient d'un même laboratoire.

Ce n'est pas à des métrologistes qu'il faut en effet rappeler que, pour tous les étalons, la précision avec laquelle on peut reproduire les copies est fort supérieure à celle avec laquelle il est possible d'établir le prototype.

Si les divers bureaux nationaux devaient construire leur kilo-

gramme-type d'après la masse du décimètre cube d'eau, quelle serait la concordance des divers kilogrammes? De quelques milligrammes, sinon de quelques centigrammes! tandis que, grâce au Bureau international, l'égalité mondiale est réalisée à moins d'un dixième de milligramme. Cet argument, déjà puissant lorsqu'il s'agit de l'étalon le plus facile à établir avec exactitude, gagne d'autant plus de poids que les étalons à considérer résultent d'opérations plus compliquées. La construction d'un étalon mercuriel de l'ohm, exact à une unité près de la cinquième décimale, représente un travail considérable, tandis qu'on peut aisément reproduire les copies de cet étalon avec une précision de l'ordre immédiatement supérieur.

Il est une autre raison que je puis invoquer pour gagner l'adhésion des États qui, possédant déjà des laboratoires bien organisés, n'ont pas le même intérêt que d'autres à la solution que je préconise. C'est que les États secondaires hésiteront certainement moins à introduire les nouvelles unités dans leur législation, s'il n'en doit pas résulter pour eux de frais nouveaux. Ainsi serait hâtée l'unification internationale dans le domaine de ces unités, ce qui est notre but commun.

La demande que j'introduis ici réglementairement auprès du Comité s'adresse peut-être plus effectivement au Bureau lui-même, car c'est au dévouement de ses membres que nous devons faire appel pour assurer la réalisation de notre projet. Il est peu probable que les États se refusent à la légère majoration de leur part d'intervention qui serait le résultat de l'extension des attributions du Bureau, si ce dernier se déclarait prêt à assumer cette tâche supplémentaire.

Or, je suis persuadé d'être l'interprète de l'opinion générale en exprimant l'avis que le Bureau de Breteuil est seul véritablement qualifié pour résoudre tout problème nouveau que soulève l'unification internationale des mesures.

Le Bureau international est devenu en effet l'autorité par excellence en matière de métrologie; la confiance en ses décisions est absolue, et justifiée par la grande valeur de ses travaux et la haute considération scientifique dont jouissent les savants qui le composent.

Afin d'alléger sa besogne, on pourrait peut-être le décharger de tout ou partie des travaux secondaires prévus au 6^e de l'article 6, qui ne rentrent pas absolument dans sa mission essentielle.

Dans le même but, on pourrait aussi décider de procéder par étapes dans la confection des nouveaux étalons. A ce point de vue,

il serait indiqué de commencer par l'ohm international, dont la matérialisation paraît la plus urgente, et dont MM. les Directeurs Benoit et Guillaume se sont déjà occupés.

J'ose espérer, Monsieur et cher Collègue, que vous voudrez bien accorder votre appui à la proposition que je présente au nom de mon Gouvernement, et je vous prie d'agréer l'assurance de ma considération la plus distinguée.

*Le Président de la Commission
consultative des Poids et Mesures de Belgique,*

Signé : ERN. PASQUIER.

Je rappellerai qu'une semblable proposition était émanée, en ce qui concerne les grandeurs du domaine de l'électricité, des délibérations de la Conférence internationale réunie à Londres en 1908; et, qu'au cours de la dernière session, nos collègues, sir David Gill et M. S.-W. Stratton, avaient saisi le Comité d'un projet d'extension des attributions du Bureau (*Procès-Verbaux*, 1913, page 102). A la suite de la discussion aussitôt engagée, une Commission comprenant, outre le bureau du Comité, MM. Egoroff, sir David Gill, Stratton et Tanakadate, avait été chargée de présenter un rapport au Comité. Seuls les événements survenus depuis lors ont suspendu le travail de la Commission. En raison du décès de sir David Gill et de l'impossibilité passagère de toute communication avec M. Egoroff, on pourrait procéder à sa reconstitution.

Une preuve nouvelle de l'intérêt que l'on attache à cette question dans les cercles scientifiques et techniques, nous est apportée par les résolutions récemment votées aux États-Unis, et dont le texte est reproduit dans le mémorandum ci-après, que notre collègue M. Stratton m'a remis tout récemment.

Au Comité international des Poids et Mesures.

Au cours de la dernière session du Comité, la question d'une extension des attributions du Bureau international avait été discutée, mais non définitivement résolue. On peut rappeler, néanmoins, que, dans le cas particulier de la mesure des températures, il avait été décidé de convoquer une Commission internationale, composée de représentants des principaux laboratoires nationaux intéressés à la question. Cette Commission devait se réunir au Pavillon de Breteuil dans la seconde moitié de 1914.

La question envisagée comme attribuée à cette Commission, ainsi que beaucoup d'autres matières du domaine de la physique ou de la métrologie, demeurent sans solution, et accroît l'impérieuse nécessité de créer un centre pour la fixation des valeurs des constantes fondamentales touchant aux mesures, les définitions uniformes des unités, étalons ou méthodes de mesure, ainsi que la conservation des prototypes internationaux servant à l'établissement de l'uniformité dans la détermination des quantités physiques. La nécessité de la création d'un pareil centre est telle que, s'il n'est pas institué au Bureau international, il le sera en un autre endroit.

En vue de connaître l'opinion des représentants de la science aux États-Unis, la question a été discutée avec un certain nombre de personnes s'occupant de métrologie, et, sans aucune exception, toutes ont été de l'opinion que les fonctions du Bureau international devaient être modifiées, et mises en conformité avec les besoins et les conditions de la métrologie moderne.

Dans le courant d'août dernier, une réunion a été tenue à Washington, à laquelle ont participé les membres de l'Académie nationale des Sciences, du Conseil de recherches, de la Société de Physique, et les principaux spécialistes du *Bureau of Standards*. La question de l'extension des fonctions du Bureau international a été discutée à fond, et les résolutions suivantes ont été adoptées:

Résolutions.

Considérant qu'en principe, toutes les recherches scientifiques et beaucoup de travail technologique exigent l'uniformité dans les étalons de mesure, les valeurs des constantes physiques et des méthodes de mesure;

Considérant qu'il n'existe aujourd'hui aucun moyen de réaliser cette uniformité autrement que par la Convention instituant le Bureau international des Poids et Mesures, lequel est actuellement chargé seulement des études relatives aux longueurs et aux masses;

Il est recommandé que la Convention soit modifiée, de telle sorte que le Bureau international soit désormais chargé :

1° De conserver les étalons, et de leur comparer les prototypes nationaux des pays adhérents à la Convention;

2° De rassembler les données obtenues dans les divers laboratoires scientifiques, se rapportant aux valeurs des constantes fondamentales, telles que la constante de la gravitation, les points de fusion, les points d'ébullition et autres, et de recommander les valeurs internationales basées sur ces données;

3° D'entreprendre telles recherches concernant les étalons, les constantes ou les méthodes de mesure qui, par leur nature, peuvent être poursuivies dans des conditions meilleures, par un travail commun des pays adhérents à la Convention; de rassembler et d'utiliser pour ce travail, autant que possible les recherches des divers laboratoires nationaux ou autres, s'occupant des étalons ou des méthodes de mesure; enfin de publier les résultats;

4° D'obtenir que le nombre des membres du Comité, chargés de la haute direction du Bureau international, soit augmenté, de façon à permettre l'élection au sein du Comité, de spécialistes représentant un plus large ensemble de matières; de faire le nécessaire pour que des comités temporaires de spécialistes soient constitués pour l'étude de chaque domaine particulier.

VI.

Deux questions d'ordre administratif devraient être soumises, de la part du Comité, à un nouvel examen : la première se rapporte au Règlement intérieur du Bureau; la seconde à l'organisation de la Caisse des retraites.

Les raisons qui imposent cette revision sont les suivantes.

Le Règlement intérieur, voté par le Comité en 1876, avait été adapté à la période initiale de l'existence du Bureau; mais, en raison du développement pris par notre institution au delà des prévisions du début, il s'est montré,

dans la suite des années, inapplicable en plusieurs de ses dispositions. Un rapport sur le Règlement actuel a été préparé, établissant les raisons pour lesquelles un remaniement s'impose. Le Comité pourra se rendre compte, par la lecture de ce rapport, que la question exige un examen minutieux, qui excédera peut-être le temps dont nous disposerons au cours de la présente session. Mais, à la condition que des instructions soient données à M. le Directeur en vue de l'application du règlement actuel, l'élaboration et l'acceptation de celui qui devra le remplacer peuvent être remises à la prochaine session.

Pour la Caisse des retraites, en revanche, l'examen ne saurait être différé, car, pour entrer en vigueur, les propositions de modifications devront être ratifiées par la Conférence générale.

Il s'agit essentiellement de la suppression d'une limite absolue au chiffre de la retraite, de la situation des veuves et des orphelins, de la participation du personnel à l'alimentation de la Caisse, enfin du prélèvement à opérer sur les taxes de vérification.

VII.

Les changements survenus dans la constitution de plusieurs États européens, et notamment la création de nouveaux États indépendants, font prévoir des accessions prochaines à la Convention du Mètre. Des pourparlers ont déjà été engagés sur l'initiative des Gouvernements des Républiques finlandaise, esthonienne, polonaise et tchéco-slovaque. Des demandes d'information en vue d'une accession nous sont parvenues également de la part des Gouvernements du Commonwealth of Australia, de la Confédération des États-Unis du Brésil, de la République de Cuba et du Royaume de Grèce.

Pour ces derniers États, la règle de l'accession est fixée tant par la teneur des articles du Règlement annexé à la Convention du Mètre, que par les antécédents, en ce qui

concerne le nombre de contributions annuelles, fixé à six par le Comité, et par le versement desquelles un nouvel État adhérent acquiert le droit de copropriété sur l'avoir du Bureau.

Mais, pour les États nouveaux dont les territoires ont fait partie d'États antérieurement adhérents, une procédure particulière semble devoir être instituée.

Les populations de ces États nouveaux ont, en effet, déjà contribué à l'entretien du Bureau, et il est de toute équité de leur en tenir compte, en déduisant, des six annuités réglementaires, celles qui ont été régulièrement versées, comme afférentes aux populations des États en cause. Le Comité aura à se prononcer sur ce point.

VIII.

Enfin, une question importante entre toutes devra être soumise aux délibérations de la Conférence générale. Il s'agit du mode d'établissement des relations que notre organisme tout entier devra entretenir avec la Société des Nations.

Rappelons d'abord que les traités de paix nomment la *Convention du Mètre* au nombre des traités internationaux qui doivent être conservés dans leur intégrité. On lit, en effet, à l'article 282 du *Traité de Versailles* :

« Dès la mise en vigueur du présent Traité et sous réserve des dispositions qui y sont contenues, les traités, conventions et accords plurilatéraux, de caractère économique ou technique, énumérés ci-après et aux articles suivants, seront seuls appliqués entre l'Allemagne et celles des Puissances alliées et associées qui y sont parties :

... Alinéa 20. — « Convention du 20 mai 1875, relative à l'unification et au perfectionnement du système métrique. »

Mais, en outre, le Pacte de la Société des Nations stipule (article 24) :

« Tous les bureaux internationaux antérieurement établis par traités collectifs seront, sous réserve de l'assentiment des Parties, placés sous l'autorité de la Société. Tous autres bureaux internationaux et toutes commissions pour le règlement des affaires d'intérêt international qui seront créés ultérieurement seront placés sous l'autorité de la Société. »

Ainsi, le Pacte établit une distinction entre les bureaux internationaux existants et ceux qui seront créés dans l'avenir; ces derniers sont placés, *ipso facto*, sous l'autorité de la Société des Nations; pour les premiers, l'assentiment des Parties est une condition nécessaire.

C'est au Comité qu'il appartient de formuler le préavis qui sera soumis à la prochaine Conférence générale.

M. le PRÉSIDENT, en remerciant M. Hépitès, fait remarquer que ce rapport si clair et précis, et en même temps si complet, non seulement se réfère au passé, mais suggère, pour l'avenir, de nombreuses et importantes prévisions, sur lesquelles le Comité aura à délibérer au cours de cette session, qui sera ainsi très laborieuse. Naturellement, les commissions qui sont instituées au cours de chaque session en vue de faciliter ces délibérations auront à présenter des rapports sur la plupart de ces questions et sur toutes celles de l'ordre du jour. M. le Président propose donc de procéder à la désignation de ces commissions, et de les composer comme suit :

Commission des Comptes et des Finances :

MM. MACMAHON, PASQUIER, TANAKADATE.

Commission des Instruments et des Travaux :

MM. APPELL, STRATTON, VOLTERRA.

Ces propositions sont adoptées.

M. le PRÉSIDENT pense que, bien qu'on ne puisse, dans la présente séance, prendre des résolutions, un échange de vues sur certains points pourrait être utile, pour guider les commissions dans leurs travaux préparatoires et l'élaboration de leurs rapports. Il ouvre donc la discussion, particulièrement au sujet des questions financières.

Le Tableau des versements (p. 51) ayant été examiné, M. GUILLAUME expose que les retards exceptionnels constatés en 1920 s'expliquent par l'empêchement que les événements, et notamment l'ignorance du chiffre des populations, ont apporté à l'élaboration, pour l'époque ordinaire, du Rapport spécial financier indiquant le montant des contributions pour chaque État. Ce Rapport n'a pu, en effet, être adressé aux Gouvernements qu'en août dernier.

M. MACMAHON s'informe si les sommes que les États contractants pourraient avoir à verser, en se substituant à ceux en retard de plus de trois ans, sont remboursables au cas où ces derniers viendraient à s'acquitter.

M. GUILLAUME répond que les sommes versées en lieu et place des États retardataires sont considérées comme des avances, et doivent être remboursées.

M. APPELL attire l'attention sur les mouvements de population qui se sont produits dans le cours des événements, par exemple par le rattachement de l'Alsace-Lorraine à la France, mouvements qui entraîneront des modifications au Tableau des parts contributives, et M. le Président demande si l'on peut compter avoir les statistiques nécessaires sur le chiffre des populations des États nouvellement constitués.

M. GUILLAUME répond que, pour l'élaboration du dernier Rapport spécial financier, toutes les démarches utiles ont été faites auprès des Gouvernements des États dont les frontières avaient été modifiées par le Traité de Paix. On a utilisé, pour le reste, les documents officiels, et notamment

ceux qui sont insérés dans l'*Annuaire général de la France et de l'Étranger*.

Pour les nouveaux États, le chiffre de la population est toujours demandé au cours des pourparlers en vue de l'admission dans la Convention.

Au sujet de l'élargissement indispensable des ressources du Bureau international, M. APPELL est d'avis qu'il serait bon que la Commission des Finances étudiât en détail les augmentations de dépenses, pour justifier ainsi les nécessités du nouveau budget devant la prochaine Conférence générale. Cette proposition est approuvée par le Comité.

M. GUILLAUMÉ dit que tous les éléments seront remis à la Commission à cet égard. Quant à l'accroissement, en quelque sorte transitoire, commandé par les conditions de vie immédiates, il suggère qu'elle serait grandement facilitée si les États dont le change est élevé consentaient à calculer leurs contributions au taux du change dit *légal*. Les charges que leur imposeraient leurs contributions seraient, en attendant la modification de la dotation, exactement les mêmes qu'avant la guerre. Un échange de vues a lieu sur ce point entre MM. MacMahon, Stratton, Appell et Tanakadate.

La question des retraites du personnel du Bureau est confiée au préavis de la *Commission des Comptes et des Finances*.

Au sujet des modifications au Règlement du Bureau, M. le Président ne croit pas qu'on ait le temps d'aboutir au cours de la présente session; le Comité charge M. le Secrétaire et M. le Directeur d'étudier un avant-projet, qui lui serait présenté à la prochaine session.

En ce qui concerne l'élargissement du programme d'action du Bureau, dont s'occupe le Rapport de M. le Secrétaire, à propos de la lettre de M. Pasquier, le Comité décide que la *Commission des Instruments et des Travaux*,

complétée, pour cet objet spécial, par MM. Pasquier et Tanakadate, sera priée d'étudier la question et de lui faire des propositions.

M. PASQUIER appelle l'attention du Comité sur la situation de la *Convention du Mètre* vis-à-vis de la Société des Nations, en faisant remarquer que la Convention est dans la position prévue d'un organisme existant antérieurement à la formation de la Société des Nations.

M. VOLTERRA désirerait qu'on pût être bien fixé sur le sens de l'expression : « placé sous l'autorité de la Société des Nations. »

M. PASQUIER fait remarquer qu'en effet, la Convention du Mètre est déjà placée sous l'autorité de la Conférence générale.

M. APPELL fait observer qu'il n'y a pas de délais fixés pour prendre une décision; qu'en tout état de cause, la décision appartient à la Conférence générale, et que même celle de l'an prochain pourrait remettre le soin de se prononcer à une nouvelle Conférence.

M. TANAKADATE ajoute que, sur le point spécial de son activité, la Convention du Mètre est déjà une ancienne société entre les nations. Il estime qu'avant de prendre aucune résolution, une enquête doit être faite pour tous renseignements utiles.

M. GUILLAUME indique qu'il a déjà fait des démarches pour réunir une telle documentation; le Comité le charge de les poursuivre à titre officieux.

L'ordre du jour de la séance étant épuisé, M. le Président invite les Commissions à se réunir le plus tôt possible, et il fixe la prochaine séance plénière du Comité à mercredi 6 octobre à 15 heures.

La séance est levée à 17 heures.

PROCÈS-VERBAL

DE LA DEUXIÈME SÉANCE,

Mercredi 6 octobre 1920.

PRÉSIDENTIE DE M. GAUTIER.

Sont présents :

MM. GUILLAUME, HÉPITÉS, MACMAHON, PASQUIER, STRATTON,
TANAKADATE, VOLTERRA.

M. BENOÎT, Directeur honoraire du Bureau, MM. PÉRARD
et MAUDET, Adjointes, invités, assistent à la séance.

La séance est ouverte à 15 heures.

M. le PRÉSIDENT présente les excuses de M. Appell,
empêché d'assister à cette séance.

Le Procès-Verbal de la deuxième séance est lu et
adopté.

M. le PRÉSIDENT informe le Comité que les deux Commis-
sions ont assidûment et efficacement travaillé depuis la
dernière réunion, et sont déjà en mesure de présenter des
rapports. Il propose d'entrer dans l'ordre du jour par la
délibération sur le Rapport de la *Commission des Instru-
ments et des Travaux*; et, en l'absence de M. Appell,
Président de cette Commission, il prie M. Volterra de le
remplacer.

A la prière de M. Volterra, M. Guillaume donne lecture
du rapport suivant :

Rapport de la Commission des Instruments et des Travaux.

La Commission, composée de MM. Appell, Stratton et Volterra, s'est réunie, une première fois, le 2 octobre, au Pavillon de Breteuil pour se constituer. Elle a nommé M. Appell président, et a prié M. Guillaume, directeur du Bureau, de remplir les fonctions de rapporteur.

Elle a tenu, les 4, 5 et 6 octobre, d'autres séances, auxquelles assistaient tous les membres du Comité présents à la session, et en particulier MM. Pasquier et Tanakadate, qui complétaient la Commission pour la question de l'élargissement des attributions du Bureau.

La Commission, tenant compte des documents contenus dans le rapport de M. Guillaume, lu au Comité le 2 octobre, ainsi que des propositions transmises par la *Commission des Comptes et des Finances*, a fait porter ses délibérations sur les points suivants :

1^o *Kilogrammes prototypes*. — La Commission demande que le Comité propose à la Conférence générale de sanctionner les nouvelles équations des deux kilogrammes prototypes n^{os} 28 et 37 appartenant au Royaume de Belgique. Les membres de la Commission ont constaté l'existence, signalée dans le rapport de M. Guillaume, d'un grand nombre de petites stries provenant, très probablement, d'un déplacement sur une surface couverte de poussières dures.

2^o *Mètres prototypes*. — La Commission, reconnaissant toute l'importance des résultats auxquels ont conduit les comparaisons déjà faites entre un groupe de prototypes nationaux et les deux étalons du Bureau, ainsi que la détermination de la dilatabilité relative des prototypes n^{os} 12 et 29, engage le Bureau à poursuivre, par tous les moyens possibles, les études commencées, dans la double direction des dilatations et des équations.

La Commission propose au Comité de mettre à la disposition du Bureau les témoins du Prototype international, afin de permettre la comparaison, à ces témoins, des deux étalons d'usage du Bureau. Elle estime qu'il n'y a pas encore lieu de faire intervenir, dans les comparaisons, le Prototype international, mais elle propose au Comité de donner à son bureau tous pouvoirs à ce sujet, après qu'auront été achevées les comparaisons prévues ci-dessus.

3° *Recherches sur les alliages.* — La Commission a entendu avec le plus vif intérêt l'exposé des recherches effectuées, tant sur les aciers au nickel que sur les aciers trempants; elle engage M. Guillaume à poursuivre ces deux ordres de recherches; les résultats des premières seront insérés dans le mémoire sur les aciers au nickel, actuellement en cours de publication.

4° *Étalons à bouts.* — La Commission, ayant pris connaissance du mémoire de MM. Pérard et Maudet sur les étalons à bouts, en cours d'impression, félicite les auteurs pour les résultats obtenus.

5° *Mesure des étalons en quartz.* — La Commission a été heureuse de constater que les mesures interférentielles des étalons en quartz ont déjà conduit à quelques résultats; elle propose au Comité d'inscrire cette question, par ordre d'urgence, immédiatement à la suite de l'étude des mètres prototypes.

6° *Taxes de vérification.* — Les taxes prévues à l'article 15 du Règlement annexé à la Convention ont été fixées ou révisées à diverses reprises par le Comité.

Une nouvelle revision s'impose; mais, dans l'incertitude qui reste sur l'avenir, la Commission ne pense pas qu'il soit possible de l'établir, en ce moment, sur une base suffisamment stable.

Elle estime, en conséquence, que le directeur du Bureau devra les fixer, dans chaque cas particulier, suivant le coût réel du travail effectué, en prenant comme règle approximative des chiffres compris entre le double et le triple des taxes pratiquées jusqu'à présent.

7° *Proposition d'extension des attributions du Bureau et de modifications de la Convention du Mètre.* — La Commission estime que l'extension des attributions du Bureau, soit sous la forme proposée, au cours de la dernière session, par sir David Gill et M. Stratton, soit sous la forme plus restreinte émanant du Gouvernement belge, et présentée au Comité par M. Pasquier, est éminemment désirable, et, qu'en conséquence, des propositions devront être faites à la prochaine Conférence générale en vue d'apporter, à la Convention du Mètre, les modifications qui permettront de procéder à cette extension.

Le point de départ sera constitué par un article additionnel, qui fera suite à l'article 6, et par la modification des articles, soit de la Convention, soit du Règlement annexé, qui en dépendent plus ou moins directement. Au sujet de l'article destiné à consacrer une

extension des attributions du Bureau, la Commission pense que la meilleure solution serait dans une rédaction laissant, à la Conférence générale et au Comité, une latitude suffisante pour l'établissement du programme d'action du Bureau, sans qu'une modification ultérieure de la Convention soit nécessaire.

La Commission pense qu'à cette occasion, il pourrait être procédé à une révision de la Convention et du Règlement annexé, destinée à les mettre en plus parfait accord avec les circonstances présentes, et à en éliminer les dispositions possédant un caractère transitoire.

Au sujet de l'article 7, notamment, la Commission estime que le premier alinéa ne donne qu'une base insuffisante pour l'établissement de l'effectif du Bureau. Le second alinéa prévoit une réduction de cet effectif au moment où les prototypes auront été distribués. Le troisième spécifie que les nominations du personnel du Bureau seront notifiées aux Gouvernements des Hautes Parties contractantes.

On peut remarquer, à propos du deuxième alinéa, que le Bureau est chargé présentement d'un travail au moins aussi considérable qu'à l'époque de l'étude des prototypes, et que, si les nouvelles extensions projetées deviennent effectives, le programme se trouvera encore considérablement élargi.

Enfin, au sujet du troisième alinéa, on a pensé de tout temps qu'il serait excessif de notifier aux Hauts Gouvernements, les nominations de tout le personnel du Bureau, et l'on s'est borné à annoncer celle du directeur.

La Commission estime, toutefois, que la nomination des adjoints devrait être également notifiée, en raison du fait que l'un ou l'autre d'entre eux est chargé de remplacer le directeur pendant ses absences.

Mais la Commission pense que les stipulations de l'article destinées à être conservées seraient mieux à leur place dans l'article 17 du Règlement. On trouvera, plus loin, la nouvelle rédaction proposée pour celui-ci.

Le nouvel article 7 aurait la teneur suivante :

ART. 7 (1921). — « Le Bureau international est chargé d'assurer, à l'égard d'autres unités que celles de la longueur et de la masse, des fonctions analogues à celles qui sont énumérées dans l'article 6 (§ 1, 2 et 3), savoir : l'établissement et la conservation des étalons prototypes de ces unités, et la comparaison, avec ces prototypes, des étalons nationaux; en outre, la détermination de constantes

physiques et la fixation de leur valeur numérique, en vue d'assurer l'uniformité internationale dans les divers domaines des mesures de précision. »

En conséquence de l'adoption de ce nouvel article 7, les mots « du Mètre et du Kilogramme » devront être supprimés de l'article 8.

Pour le Règlement, l'extension projetée des attributions du Bureau, aussi bien que le seul fait du renchérissement de la vie, oblige à prévoir une augmentation de la dotation. Mais la Commission considère, d'une part, comme impossible, en raison de l'instabilité des valeurs, une fixation définitive du budget du Bureau, et, d'autre part, que, les extensions projetées ne pouvant devenir effectives que dans quelques années, on devrait établir, suivant le principe adopté dans la première rédaction du Règlement, un chiffre minimum et un chiffre maximum de la dotation.

En outre, il a été entendu (et l'article 20 du Règlement en porte l'indication très nette) qu'un État ayant laissé passer trois années sans verser sa contribution est momentanément suspendu à l'égard des avantages résultant de l'adhésion à la Convention du Mètre. Mais cette stipulation n'est relatée nulle part, et il a semblé nécessaire de l'inscrire explicitement dans le Règlement.

En conséquence, l'article 6 prendrait la teneur suivante :

ART. 6. — « La dotation annuelle du Bureau international est composée de deux parties, l'une fixe, l'autre complémentaire. »

« La partie fixe est, en principe, de 250000^{fr}, mais peut, si le Comité le juge nécessaire, être portée à 300000^{fr}. Elle est à la charge de tous les États et des Colonies autonomes qui ont adhéré à la Convention du Mètre avant la Sixième Conférence générale.

« La partie complémentaire est formée des contributions des États et des Colonies autonomes qui sont entrés dans la Convention après ladite Conférence générale.

« Le Comité est chargé d'établir, sur la proposition du directeur, le budget annuel, mais sans dépasser la somme calculée conformément aux stipulations des deux alinéas précédents. Ce budget est porté, chaque année, dans un Rapport spécial financier, à la connaissance des Hautes Parties contractantes.

« Dans le cas où le Comité jugerait nécessaire d'apporter une modification, soit à la dotation annuelle, soit au mode de calcul des contributions déterminé par l'article 20 du présent Règlement, il devrait soumettre ce projet de modification aux Gouvernements, de façon à leur permettre de donner, en temps utile, les instructions

nécessaires à leurs délégués à la Conférence générale suivante, afin que celle-ci puisse délibérer valablement. La décision sera valable seulement dans le cas où aucun des États contractants n'aura exprimé, ou n'exprimera, dans la Conférence, un avis contraire.

« Si un État est demeuré trois années sans effectuer le versement de sa contribution, celle-ci est répartie entre les autres États, au prorata de leurs propres contributions. Les sommes supplémentaires, versées ainsi par les États pour parfaire le montant de la dotation du Bureau, sont considérées comme une avance faite à l'État retardataire, et leur sont remboursées si celui-ci vient à acquitter ses contributions arriérées.

« Les avantages et prérogatives conférés par l'adhésion à la Convention du Mètre sont suspendus à l'égard des États déficitaires de trois années.

« Après trois nouvelles années, l'État déficitaire est définitivement exclu de la Convention, et le calcul des contributions est rétabli conformément aux dispositions de l'article 20 du présent Règlement. »

Aussi bien l'extension des attributions du Bureau que l'accroissement progressif du nombre des États adhérents à la Convention engage la Commission à soumettre au Comité une proposition tendant à élever de quatorze à dix-huit le nombre des Membres du Comité.

Le premier alinéa de l'article 8 serait modifié en conséquence.

Le second alinéa, dont le caractère est transitoire, serait supprimé. Cet article prendrait la forme ci-après :

ART. 8. — « Le Comité international, mentionné à l'article 3 de la Convention, sera composé de dix-huit membres, appartenant tous à des États différents.

« Lors du renouvellement, par moitié, du Comité international, les membres sortants seront d'abord ceux qui, en cas de vacances, auront été élus provisoirement dans l'intervalle compris entre deux sessions de la Conférence; les autres seront désignés par le sort.

« Les membres sortants sont rééligibles. »

Il y a lieu de supprimer, des articles 9 et 11, la mention de « nouveaux prototypes », qui possède également un caractère transitoire. En conséquence, ces deux articles seraient ramenés au texte ci-après :

ART. 9. — « Le Comité international dirige tous les travaux météorologiques que les Hautes Parties contractantes décideront de faire exécuter en commun.

« Il est chargé, en outre, de surveiller la conservation des prototypes internationaux. »

ART. 11. — « Le Comité se réunira au moins une fois tous les deux ans. »

L'accroissement du nombre des membres du Comité pouvant faire craindre que, dans certaines circonstances, le quorum soit plus difficilement atteint, la Commission estime que celui-ci doit subir une légère réduction par rapport aux stipulations de l'article 12. On reporterait à cet article le troisième alinéa de l'article 17. Sa rédaction serait donc la suivante :

ART. 12. — « Les votes du Comité ont lieu à la majorité des voix ; en cas de partage, la voix du président est prépondérante. Les décisions ne sont valables que si le nombre des membres présents égale au moins la moitié des membres élus qui composent le Comité.

« Sous réserve de cette condition, les membres absents ont le droit de déléguer leurs votes aux membres présents, qui devront justifier de cette délégation. Il en est de même pour les nominations au scrutin secret.

« Le directeur a voix délibérative au sein du Comité. »

Au sujet de l'article 13, la Commission propose l'addition suivante *in fine* :

ART. 13. — « Un prélèvement annuel pourra être effectué, en faveur de la caisse des retraites, sur le total des taxes perçues par le Bureau. »

Ainsi qu'il a été dit plus haut, les dispositions conservées dans l'article 7 de la Convention devraient être incorporées à l'article 17 du Règlement qui prendrait, dès lors, la forme suivante :

ART. 17. — « Un règlement, établi par le Comité, fixera l'effectif maximum pour chaque catégorie du personnel du Bureau.

« Le directeur et ses adjoints seront nommés au scrutin secret par le Comité international. Leur nomination sera notifiée aux Gouvernements des Hautes Parties contractantes.

« Le directeur nommera les autres membres du personnel, dans les limites établies par le Règlement. »

Au sujet de l'article 18, les mots « du Mètre et du Kilogramme » devraient être supprimés. En outre, la Commission estime qu'il pourra être souvent difficile de réunir deux membres du Comité au Bureau international, en vue de procéder à l'ouverture du caveau, et que la présence d'un seul membre du Comité avec le directeur du Bureau, suffit à assurer toutes les garanties que l'on a voulu établir pour la conservation des prototypes.

En conséquence, le premier alinéa de l'article 18 prendrait la forme suivante :

ART. 18. — « Le directeur du Bureau n'aura accès au lieu de dépôt des prototypes internationaux qu'en vertu d'une résolution du Comité, et en présence d'au moins un de ses membres. »

L'article 20 devrait être modifié, pour être mis d'accord avec l'article 6. Pour le chiffre du minimum et du maximum, on pourrait, en restant dans l'esprit de l'article 20, maintenir la proportion adoptée entre ces deux limites et la totalité de la dotation.

Le premier alinéa de l'article aurait dès lors la teneur ci-après :

ART. 20. — « L'échelle des contributions, dont il est question à l'article 9 de la Convention, est établie, pour la partie fixe, sur la base de la dotation indiquée par l'article 6 du présent Règlement, et sur celle de la population; la contribution normale de chaque État ne peut être inférieure à 5 pour 1000, ni supérieure à 15 pour 100 de la dotation totale, quel que soit le chiffre de la population. »

Le reste de l'article est maintenu.

Le Rapporteur,
Ch.-Éd. GUILLAUME.

Le Président,
P. APPELL.

M. le PRÉSIDENT remercie la Commission et particulièrement le rapporteur pour le travail si important dont le Comité vient d'entendre la lecture avec un vif intérêt; il adresse également ses remerciements à MM. Pasquier et Tanakadate, qui ont bien voulu s'adjoindre à la Commission pour l'élaboration de ces propositions, et il soumet à la discussion chacun des points de ce rapport.

Sur le premier point, relatif aux kilogrammes prototypes de la Belgique, M. Guillaume fait remarquer que la proposition de la Commission est conforme aux précédents. Mise aux voix, cette proposition est adoptée.

La seconde proposition, concernant les prototypes métriques, est également adoptée. Le Comité donne à son bureau tous pouvoirs au sujet de l'intervention du prototype international dans les comparaisons.

En ce qui concerne les recherches sur les alliages, le Comité, d'accord avec la Commission, félicite M. Guillaume des résultats importants qu'il a obtenus.

Sur le point 4, le Comité s'associe aux félicitations adressées par la Commission à MM. Pérard et Maudet pour leur mémoire sur les étalons à bouts.

Le Comité décide ensuite que la question des mesures interférentielles des étalons en quartz sera inscrite immédiatement à la suite de l'étude des mètres prototypes.

Le Comité adopte également la proposition selon laquelle M. le Directeur du Bureau devra, dans les termes du rapport, fixer le montant des taxes de vérification, approximativement entre le double et le triple de celles en usage jusqu'à présent.

M. le PRÉSIDENT met ensuite en discussion l'importante question de l'extension des attributions du Bureau international.

M. PASQUIER ayant émis la pensée que de petits États comme la Belgique, manquant des moyens d'établir eux-mêmes les nouveaux étalons prévus, la construction pourrait en être confiée au Bureau international, M. Guillaume rappelle les conditions dans lesquelles le Bureau est intervenu jusqu'à présent dans la question de la fixation des unités et dans l'établissement des étalons métriques.

Pour le Mètre et le Kilogramme, la question fut posée, au sein de la Commission de 1872, de savoir si l'on aurait recours aux définitions inscrites dans la loi du 18 germinal

an III, ou si l'on accepterait les valeurs des unités fondamentales telles qu'elles étaient données par les étalons des Archives de France. C'est cette deuxième solution qui a prévalu.

La Section française de la Commission internationale du Mètre entreprit d'assurer la réalisation matérielle des étalons, qui furent exécutés sous son contrôle, et acceptés par le Bureau, après examen de la construction et vérification des tolérances. Pour les thermomètres, le Bureau s'adressa directement à un constructeur, se réservant la faculté de procéder à l'examen de réception.

La question semble se poser, aujourd'hui, pour les unités et les étalons électriques, sous une forme analogue à ce qu'elle était autrefois pour les unités et les étalons de la longueur et de la masse. Le Comité et le Bureau n'auront sans doute pas à s'occuper de la définition des unités légales, ni même de la réalisation des prototypes, dont la valeur sera fournie en exécution des décisions des Assemblées compétentes, et notamment des Conférences électriques internationales. Le Bureau aura, en revanche, à établir la liaison entre ses prototypes et les valeurs des unités représentées par des matérialisations déjà existantes. Ensuite, il aura à s'entendre avec un organisme apte à assurer la réalisation des étalons nationaux, dont la réception sera faite par le Bureau; puis il effectuera les comparaisons.

Naturellement, le Bureau pourra, et devra même, s'occuper de l'établissement des modèles, soit que certaines parties reçoivent leur exécution à son atelier, soit qu'il s'en tienne en contact étroit avec le constructeur qui en sera chargé, comme cela se pratique constamment pour tous les instruments d'un type nouveau dont l'étude lui est demandée. Mais il serait dans l'impossibilité absolue d'assurer lui-même la réalisation d'étalons en série. C'est dans le sens exposé ci-dessus que le mot « établissement », inserit dans le projet de rédaction de l'article 7, devrait être entendu.

M. BENOÎT rappelle qu'il s'est, pendant de longues années, après y avoir été autorisé par le Comité, occupé au Bureau des études de l'ohm. La documentation considérable qui en est résultée appartient au Gouvernement français. Les ohms existent; ils sont au Laboratoire central d'Électricité. D'autre part, dans différents pays, aux États-Unis d'Amérique par exemple, de semblables études ont été faites. On pourra, par suite, comparer les étalons des divers pays, et faire un choix définitif.

En tenant compte de ces explications, le Comité adopte ce point des propositions de la Commission.

M. le PRÉSIDENT met ensuite en délibération les propositions se rapportant aux modifications à apporter à la Convention.

Tous les membres s'étant déclarés d'accord avec les propositions présentées, celles-ci sont adoptées, savoir le texte projeté pour le nouvel article 7 de la Convention, et la suppression des mots « du Mètre et du Kilogramme » à l'article 8.

Au sujet des modifications projetées pour le Règlement annexé à la Convention, aucun membre ne demandant à présenter des observations, M. le Président met aux voix les propositions de la Commission, qui sont adoptées.

M. VOLTERRA, à propos du Règlement, fait connaître qu'en séance de la Commission, et alors qu'on s'entretenait de l'extension des travaux du Bureau, il a émis l'avis qu'il pourrait être utile de faire appel, en certaines occasions, à la compétence de personnalités spécialement qualifiées. La Commission n'a pas pensé que cette suggestion devait entrer dans les propositions de modifications du Règlement; mais M. Volterra estime que cette éventualité de pouvoir inviter de telles personnalités à des séances du Comité devrait être envisagée pour l'avenir.

M. le PRÉSIDENT remercie M. Volterra de son initiative,

et le Comité autorise son Bureau à inviter, le cas échéant, des spécialistes à ses séances.

M. le PRÉSIDENT met ensuite aux voix l'ensemble des propositions du Rapport de la *Commission des Instruments et des Travaux*, qui est adopté à l'unanimité.

Avant d'entrer dans la suite de l'ordre du jour, M. le PRÉSIDENT remercie MM. Appell et Volterra, qui ont déjà pu remettre à M. le Secrétaire leurs notices commémoratives en l'honneur des membres si regrettés du Comité, MM. Darboux et Blaserna. Il remercie également M. MacMahon de vouloir bien adresser prochainement celle qu'il consacrera à sir David Gill.

M. GUILLAUME informe, de son côté, qu'il espère avoir réuni à temps la documentation concernant M. Arrillaga; il rappelle en outre que, quand l'éminent membre honoraire du Bureau, M. Chappuis, est décédé, M. Blaserna avait été d'avis qu'une notice commémorative de sa belle vie, toute de travail, devait prendre place dans le volume des procès-verbaux. M. Guillaume en possède tous les éléments, et se met à la disposition du Comité pour faire le nécessaire.

M. le PRÉSIDENT appuie chaleureusement cette motion, qui est acceptée par le Comité.

Reprenant la suite de l'ordre du jour, M. le PRÉSIDENT invite la *Commission des Comptes et des Finances* à communiquer son premier rapport.

M. MACMAHON, président de cette Commission, prie M. Tanakadate, rapporteur, de faire cette communication.

M. Tanakadate donne lecture du rapport suivant :

**Premier Rapport de la Commission des Comptes
et des Finances.**

La Commission des Comptes et des Finances a examiné les comptes du Bureau, ainsi que les documents originaux, et a trouvé que tout est dans un ordre parfait; elle propose au Comité de donner décharge aux directeurs, MM Benoit et Guillaume, pour leurs gestions.

Pour M. Benoit, la décharge comprend les exercices 1913, 1914 et les cinq premiers mois de 1915; et pour M. Guillaume, elle s'étend depuis cette époque jusqu'à la fin de 1919.

Le Rapporteur,
A. TANAKADATE.

Le Président,
P.-A. MACMAHON.

M. le PRÉSIDENT met aux voix les conclusions de la Commission, et *le Comité approuve, à l'unanimité, les comptes du Bureau international pour les exercices 1913 à 1919, et en donne décharge pleine et entière à MM. Benoit et Guillaume.*

M. le PRÉSIDENT tient à exprimer encore une fois ses remerciements à MM. les Directeurs du Bureau pour leur gestion si efficace, et pour le grand dévouement dont ils ont fait preuve dans les circonstances qu'il leur a fallu traverser, et auxquelles ils ont su faire face si remarquablement.

La prochaine séance du Comité est fixée au lendemain jeudi 7 octobre à 10 heures.

La séance est levée à 17 heures.

PROCÈS-VERBAL

DE LA TROISIÈME SÉANCE,

Jeudi 7 octobre 1920.

PRÉSIDENCE DE M. GAUTIER.

Sont présents :

MM. GUILLAUME, HÉPITÉS, MACMAHON, PASQUIER, STRATTON,
TANAKADATE, VOLTERRA.

M. BENOIT, Directeur honoraire du Bureau, invité,
assiste à la séance.

M. le PRÉSIDENT informe que M. Appell, empêché pour l'instant, compte cependant pouvoir venir au cours de la réunion; et, comme le quorum est atteint par les membres présents, il déclare ouverte la séance.

La séance est ouverte à 10 heures.

M. le PRÉSIDENT mentionne que l'établissement du procès-verbal a été rendu impossible par l'intervalle très bref qui s'est écoulé depuis la précédente séance. Conformément à l'usage établi, le Comité confie à son Bureau le soin et le mandat d'approuver et de signer les procès-verbaux qui ne lui auront pas été soumis.

M. le PRÉSIDENT, abordant l'ordre du jour, prie la *Commission des Comptes et des Finances* de présenter son deuxième rapport.

A la prière de M. MACMAHON, président, M. Tanakadate lit le rapport ci-après :

Deuxième Rapport de la Commission des Comptes et des Finances.

1° La Commission propose d'établir le budget de l'exercice 1921 sur les bases suivantes :

A. Personnel :

Directeur, Adjoints, Assistants, Mécanicien, Calculateurs, Garçon de bureau, Personnel auxiliaire.....	124 000	fr.
--------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------	-----

B. Indemnité du Secrétaire.....	6 000	
---------------------------------	-------	--

C. Frais généraux d'administration :

Entretien des bâtiments, dépendances, mobilier.....	12 000	
Machines, instruments, achat et entretien, frais d'atelier et de laboratoire.....	10 000	
Frais de chauffage et d'éclairage, gaz pour le laboratoire et le moteur, eau.....	10 000	
Primes d'assurances.....	1 000	
Bibliothèque.....	500	
Frais d'impressions et de publications.....	20 000	
Frais de bureau et de secrétariat.....	1 500	
Avance à la Caisse des Retraites.....	9 000	
Installations nouvelles.....	6 000	
Frais divers et imprévus.....	10 000	

Total.....	210 000	
------------	---------	--

2° La Commission estime que le Comité pourrait proposer à la prochaine Conférence générale d'apporter au Règlement sur la Caisse des retraites, voté par la Troisième Conférence, les modifications dont l'économie est brièvement indiquée ci-après :

Pour l'article premier, il y aurait lieu de maintenir le maximum du chiffre de la pension de retraite à la moitié de la moyenne du traitement des six dernières années du service effectif, mais sans lui imposer une autre limite.

Pour l'article 3, le montant de la pension de la veuve pourrait être porté à la moitié de la somme attribuée à l'époux défunt; de plus, on pourrait prévoir une allocation spéciale pour les enfants, même s'ils ont encore leur mère.

Au sujet de l'article 4, les taux des contributions annuelles dues

par le personnel du Bureau est anormalement faible. Comme compensation aux avantages qui résulteraient des modifications apportées aux articles précités, on pourrait élever, par exemple, jusqu'à 4 pour 100, la retenue à effectuer sur les appointements.

En second lieu, le prélèvement à effectuer sur les taxes de vérification pourrait être fixé par une proportion indiquée au Règlement, mais sans limitation absolue.

Le Rapporteur,
A. TANAKADATE.

Le Président,
P.-A. MACMAHON.

M. le PRÉSIDENT met d'abord aux voix la proposition concernant les traitements du personnel pour l'exercice 1921, montant à la somme de 124000^{fr}, dans laquelle est comprise une somme de 3000^{fr}, que la Commission estime prudent de prévoir pour des augmentations, dans le cas où les renchérissements poursuivraient leur marche au cours de l'année prochaine. Cette proposition est adoptée à l'unanimité.

Le Comité décide, en outre, que les augmentations de traitements concernant le personnel du Bureau, ainsi établies, partiront du 1^{er} octobre 1920, et charge M. le Directeur de donner connaissance de ce vote à ses collaborateurs.

M. le DIRECTEUR est heureux de pouvoir remercier le Comité, en son nom comme au nom de tous ses collaborateurs, dont la situation se trouve ainsi améliorée, et qui continueront à faire, comme par le passé, preuve du plus entier dévouement dans l'accomplissement de leur tâche.

M. le PRÉSIDENT met ensuite aux voix la deuxième et la troisième partie du budget pour 1921, qui sont également adoptées à l'unanimité, ce qui porte le total du budget pour l'exercice 1921 à la somme de 210000^{fr}.

M. le PRÉSIDENT soumet à la discussion la partie du Rapport concernant les propositions de modifications au Règlement de la Caisse des retraites.

M. GUILLAUME rappelle qu'au sein de la Troisième Conférence générale, MM. Rousseau et Hépitès avaient déclaré qu'ils considéraient comme un minimum les chiffres alors proposés par le Comité, mais qu'ils s'y ralliaient en considération de l'exiguité des ressources dont on disposait.

M. HÉPITÈS remercie M. Guillaume de ce souvenir, et se déclare heureux de pouvoir, aujourd'hui, aider par son vote à la réalisation du vœu de la *Commission des Comptes et des Finances*, tant à l'égard des fonctionnaires et employés du Bureau, qu'à celui des veuves et des orphelins.

MM. PASQUIER et VOLTERRA estiment qu'il y aura lieu de fixer aussi, dans le projet de modifications du Règlement, la situation des enfants, soit qu'ils aient encore, soit qu'ils n'aient plus leur mère

M. HÉPITÈS pense qu'on pourrait fixer à un dixième du chiffre de la retraite de l'ancien fonctionnaire décédé, la part de chaque enfant au-dessous de dix-huit ans, avec limitation au montant de la retraite versée au fonctionnaire de son vivant.

M. le PRÉSIDENT appuie ces différentes propositions, et met aux voix ces projets de modifications aux articles précités. Le Comité les adopte en principe dans leur ensemble, et charge son Bureau de préparer une rédaction définitive.

Sur l'article 4, le Comité adopte également le principe du relèvement de la quote-part de la retenue sur les traitements et du prélèvement sur les taxes de vérification, en laissant à son Bureau le soin d'étudier la proportion de ces augmentations à proposer à la Conférence.

M GUILLAUME note que, comme un vote définitif de la Conférence est nécessaire à ce sujet, le taux actuel des retenues devra rester provisoirement en usage.

M. le PRÉSIDENT constate que la suite de l'ordre du jour

appelle l'élection du bureau du Comité, et rappelle que le vote a lieu au scrutin secret.

MM. PASQUIER et STRATTON sont chargés de remplir les fonctions de scrutateurs.

M. le PRÉSIDENT prie les membres du Comité de voter d'abord pour le Secrétaire.

Le vote a lieu et donne le résultat suivant :

Pour M. HÉPITÉS, sur 8 votants, 7 voix et un bulletin blanc.

M. le PRÉSIDENT proclame M. Hépités définitivement élu comme Secrétaire du Comité international; il est heureux de pouvoir le remercier, au nom du Comité, des services qu'il a déjà rendus comme Secrétaire intérimaire, sachant d'avance l'importance de ceux qu'il rendra encore dans l'avenir.

M. HÉPITÉS est touché de la confiance que veut bien lui témoigner de nouveau le Comité, et fera tout pour y répondre du mieux qu'il le pourra.

Il est ensuite procédé, dans les mêmes formes, au vote pour l'élection du Président du Comité.

Le vote donne le résultat suivant :

Pour M. APPELL, 8 voix sur 8 votants. En conséquence, M. Appell est proclamé Président du Comité.

M. le PRÉSIDENT constate qu'il est temps de se préoccuper de l'époque à laquelle doivent être fixées les prochaines sessions du Comité et de la Conférence générale.

Le Comité décide qu'elles auront lieu dans la seconde moitié de septembre ou au commencement d'octobre 1921, et laisse à son bureau la faculté de fixer définitivement les dates de ces réunions.

La séance est levée à 12^h15^m.

PROCÈS-VERBAL

DE LA QUATRIÈME SÉANCE,

Vendredi 8 octobre 1920.

PRÉSIDENCE DE M. GAUTIER.

Sont présents :

MM. GUILLAUME, HÉPITÉS, MACMAHON, TANAKADATE, VOLTERRA.

M. BENOÎT, Directeur honoraire du Bureau, MM. PÉRARD et MAUDET, Adjoint, invités, assistent à la séance.

La séance est ouverte à 10 heures.

M. le PRÉSIDENT invite MM. les membres du Comité à se rendre d'abord à l'observatoire, afin de pouvoir comparer les tracés des mètres prototypes avec ceux qui ont été faits plus récemment, notamment sur la Règle type II, et de se rendre compte des progrès réalisés dans cette voie. Après cet examen, le Comité décide que l'on procédera à des essais de tracés supplémentaires sur un mètre étalon, et que, si ces essais réussissent, on proposera aux Gouvernements qui le désireraient, de faire exécuter, sur leurs mètres prototypes, des traits supplémentaires, tout en laissant subsister les anciens traits.

Les trois clefs du caveau inférieur se trouvant réunies au Bureau, M. le président prie MM. les membres du Comité et les invités de procéder à la visite de ce caveau, où sont enfermés les prototypes internationaux et leurs témoins.

Le procès-verbal ci-après rend compte de cette visite.

Procès-Verbal.

Le 8 octobre 1920, à 11 heures, en présence des membres du Comité international présents à la séance de ce jour, et des invités, il a été procédé à la visite du Dépôt des prototypes métriques internationaux.

Les deux portes de fer du caveau ayant été ouvertes, ainsi que le coffre-fort qui contient les prototypes, on a constaté, dans ce dernier, la présence des prototypes métriques et de leurs témoins.

Sur les instruments météorologiques enfermés dans le coffre-fort, on a relevé les indications suivantes :

Thermomètre à mercure et alcool maximum et minimum :

Température maximum.....	13°,7
» minimum.....	11°,9

Thermomètre tonnelot à mercure :

Température actuelle.....	12°,6
---------------------------	-------

Hygromètre à cheveu : 97 pour 100.

On a constaté que la pression de l'air, dans le tube de laiton fermé contenant le témoin n° 13, était de 740^{mm} inférieure à la pression atmosphérique de ce jour, c'est-à-dire qu'elle n'a pas sensiblement changé depuis que le témoin n° 13 a été réintégré dans le coffre-fort : on a constaté, en outre, que la boîte en bois contenant le mètre témoin type I se trouvait détériorée par l'action de l'humidité.

Conformément à une résolution prise par le Comité international, les trois témoins n° 13, Règle I₂, Règle type I, ont été extraits du coffre-fort et mis à la disposition de M. le directeur du Bureau, pour servir aux comparaisons décidées par le Comité.

On a alors refermé le coffre-fort ainsi que les portes du caveau, après avoir retiré le thermomètre à maximum et à minimum et l'hygromètre à cheveu, pour procéder à leur examen.

Au cours de la visite au caveau, on a pu constater que quelques faïences constituant son revêtement s'étaient détachées de la voûte ou des murs, sous l'action de la poussée exercée par la couche sous-jacente.

Ainsi qu'il résulte du Procès-Verbal ci-dessus, il est nécessaire de procéder à une réparation du revêtement en faïence du caveau, dont la détérioration, déjà observée lors de la dernière ouverture en 1913, s'est poursuivie, par la chute de quelques faïences supplémentaires. La séance ayant été reprise, il est décidé, afin de donner au directeur la possibilité de faire exécuter la réparation indispensable, que les clefs des portes fermant le caveau lui seront confiées. Mais M. Guillaume exprime le désir que, pour rester dans l'esprit de l'article 18 du Règlement annexé à la Convention, les clefs du coffre-fort soient placées sous la garde d'un membre du Comité pour tout le temps pendant lequel il disposera des clefs du caveau (1).

Le Conseil adopte cette motion, et décide, en outre, de remplacer la boîte en bois renfermant le témoin type I par un étui métallique fermant aussi hermétiquement que possible.

M. MACMAHON demande si l'on a essayé l'emploi du chlorure de calcium pour abaisser l'humidité du caveau des prototypes.

M. BENOÎT rappelle que les moyens tentés dans les salles d'observation, dans un but analogue, n'ont jamais donné de résultats bien satisfaisants.

M. GUILLAUME mentionne que, lors des bombardements de Paris, une partie des archives du Bureau ayant été placée dans le caveau supérieur, il faisait descendre chaque soir au caveau deux couvertures de laine, qui, chaque matin, étaient remontées et exposées au soleil. La quantité d'eau qui était ainsi extraite du caveau dépassait, à certains jours, 1^{kg}, 5. Mais ce système ne pourrait pas être employé pour le caveau des prototypes, dont le directeur n'a pas l'accès en temps ordinaire.

M. le PRÉSIDENT expose qu'à la suite de la dernière

(1) Après la séance, les clefs du coffre-fort ont été effectivement remises à M. Appell.

séance, dans laquelle M. Appell a été élu à l'unanimité Président du Comité, il s'est rendu, accompagné de MM. Hépitès, Secrétaire du Comité, et Guillaume, Directeur du Bureau, auprès de M. Appell, pour l'informer de cette élection. M. Appell a exprimé toute sa gratitude au Comité pour le témoignage de confiance et de sympathie qui lui a été donné; mais il a ajouté qu'en raison des charges que lui impose le Hectorat de l'Académie de Paris, il hésitait à accepter cette nouvelle fonction, et demandait de pouvoir réserver sa réponse jusqu'au lendemain.

Un peu avant la séance, M. le PRÉSIDENT a reçu communication de la lettre ci-après, adressée à M. Hépitès.

ACADÉMIE

DE
PARIS

Paris, le 7 octobre 1920.

—
Mon cher Collègue,

Vous avez bien voulu, en commun avec MM. R. Gautier, président de la session, et Guillaume, directeur du Bureau international, faire, auprès de moi, une démarche qui me fait le plus grand honneur, et à laquelle je suis particulièrement sensible. Vous m'avez offert la présidence du Comité international des Poids et Mesures pour la période comprise entre l'époque actuelle et la prochaine Conférence. Dès le moment de notre entretien, j'ai exprimé la crainte de ne pouvoir accepter cet honneur, et la réflexion n'a fait que confirmer ma première impression. Il n'entre pas dans la conception que j'ai de mes devoirs, d'occuper un poste, si honorifique soit-il, quand je n'ai pas la possibilité de remplir les obligations qu'il m'impose. Or mes occupations de Recteur sont telles, que je ne puis assumer aucune charge nouvelle. Je me vois donc obligé de décliner une proposition que j'aurais été très heureux d'accepter.

Vous voudrez bien, mon cher Secrétaire, remercier pour moi nos collègues, et leur présenter, avec tous mes regrets, l'expression de mes sentiments de haute considération en agréant pour vous-même l'assurance de mon sincère dévouement.

P. APPELL.

—
Tout en comprenant très bien les raisons qui ont imposé

à M. Appell la renonciation à la présidence que le Comité tout entier désirait vivement le voir accepter, M. Gautier est certain d'être le fidèle interprète de la pensée unanime du Comité en exprimant tous ses regrets de cette décision.

A la demande de M. Hérités, les membres présents du Comité, après consultation, prient M. Gautier de continuer à remplir les fonctions de président à titre intérimaire, comme il l'a fait avec tant de clarté et une si grande autorité au cours de la présente session. Le Comité pense que, étant donné le caractère provisoire de la présidence ainsi confiée à M. Gautier, cette mesure, rendue nécessaire par les besoins urgents de la convocation et la préparation de la Sixième Conférence générale, ne peut soulever aucune objection basée sur l'article 10 du Règlement annexé à la Convention.

M. Gautier reconnaît que l'acceptation d'une présidence intérimaire qui, en raison de l'article précité, ne pourra jamais devenir une présidence définitive, lève, en effet, une difficulté pendante. Il remercie ses Collègues pour la confiance qu'ils lui témoignent, et il accepte de continuer à remplir les fonctions de président *ad intérim*.

M. le PRÉSIDENT prie ensuite M. Pérard d'exposer les travaux dont il vient de commencer l'exécution au Bureau.

M. PÉRARD rend compte au Comité des derniers perfectionnements apportés à l'étude des calibres industriels à bouts plans par les interférences lumineuses (*voir* page 10 ci-dessus).

M. Pérard parle ensuite des mesures qu'il a entreprises sur les étalons prototypes en quartz, établis conformément à une décision antérieure du Comité international, et constitués par des prismes dont les arêtes sont dirigées suivant l'axe cristallographique, et dont les bases, très exactement planes et parallèles, définissent, par leur distance, la valeur de chaque pièce. Il compte employer deux méthodes interférentielles permettant l'une et l'autre d'éviter toute argenture des surfaces du quartz, opération qui pourrait risquer d'altérer la valeur des étalons; ces méthodes mettent en œuvre des

phénomènes d'interférence différents, mais elles utilisent un dispositif semblable : appareil Michelson légèrement modifié; étalon à étudier disposé devant l'un des miroirs.

Dans la première méthode, l'étalon est réglé au parallélisme avec le premier miroir, dont il couvre la partie centrale; on observe les anneaux à l'infini par réflexion de trois manières : 1° entre les miroirs directement de part et d'autre de l'étalon; 2° entre les miroirs, l'un des faisceaux traversant l'étalon en un point choisi; 3° entre les deux faces de l'étalon seul, les deux miroirs étant masqués. La détermination de l'ordre d'interférence des trois phénomènes donne trois équations à trois inconnues : D différence de distance des deux miroirs; n indice moyen du quartz au point observé; e épaisseur du quartz en ce point.

Dans la deuxième méthode, la région centrale des deux miroirs interférents de l'appareil est désargentée sur une surface correspondant à la section droite de l'étalon à étudier; celui-ci est disposé très près du premier miroir, dont il couvre la partie désargentée, et réglé de façon à faire avec lui un très petit angle: le deuxième miroir étant réglé au parallélisme avec le premier, on observe, en dehors du quartz, les anneaux à l'infini, qui déterminent la différence de distance de ces deux miroirs, tandis que, dans la région centrale, on peut lire deux phénomènes d'interférence en lames minces : 1° entre la face postérieure de l'étalon et le premier miroir; 2° entre la face antérieure de l'étalon et le deuxième miroir; il est facile de les séparer. Si l'on règle le deuxième miroir au recouvrement optique avec la face antérieure de l'étalon, le second phénomène est seul visible en *lumière blanche*; et, si l'on masque le deuxième miroir, le second phénomène disparaît; on a, par simple différence, l'épaisseur de l'étalon, dont l'inclinaison est d'ailleurs connue. Deux mesures préliminaires de l'étalon en quartz de 10^{mm} ont été déjà exécutées, dans des conditions assez différentes, par la première méthode; elles ont conduit à des résultats dont la concordance est extrêmement satisfaisante (écart : $0^{\mu}, 015$).

M. le PRÉSIDENT remercie M. Pérard pour son intéressante communication, et lui souhaite un bon succès pour les deux méthodes de travail qu'il a entrepris d'appliquer. Il engage MM. les membres du Comité à se rendre à l'observatoire, immédiatement après la séance, afin de

pouvoir observer par eux-mêmes les phénomènes décrits par M. Pérard.

M. TANAKADATE félicite le Bureau pour l'ensemble de ses travaux exposés au Comité.

Comme il n'a pas été possible de rédiger les procès-verbaux des trois dernières séances du Comité, séances qui se sont succédé à de très courts intervalles de temps, le Comité charge son bureau de les approuver en son nom.

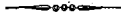
M. le PRÉSIDENT remercie le Comité et particulièrement le Secrétaire pour les nombreux travaux qu'ils ont assumés pendant cette session si chargée, et déclare close la session de 1920.

La séance est levée à 13 heures.

Pour approbation des Procès-Verbaux,

Au nom du Comité :

<i>Le Secrétaire :</i>	<i>Le Président de la Session :</i>
St. C. HÉPITES.	R. GAUTIER.



NOTICES NÉCROLOGIQUES



SIR DAVID GILL

PAR LE MAJOR P.-A. MACMAHON.

I.

David Gill naquit à Aberdeen le 12 juin 1843. Son père, dont il portait le prénom, était juge de paix de Blairythan, dans le comté d'Aberdeen, et s'occupait en même temps d'une fabrique d'horloges d'ancienne réputation.

David Gill suivit d'abord, à Aberdeen, les cours de la Bellevue Academy; à l'âge de 14 ans, il passa à la Dollar Academy, où il se prit d'une grande passion pour les mathématiques, la physique et la chimie. Ses études universitaires commencèrent au Marischal College and University, à Aberdeen, et son goût pour la science y reçut une vive impulsion de l'enseignement qu'y donnait Clerk Maxwell. L'illustre physicien aimait, après chacune de ses leçons, à rester pendant des heures à causer avec ses élèves, et à répondre à leurs questions. Ces entretiens eurent une grande influence sur Gill, et accrurent en lui le désir de consacrer sa vie à la recherche scientifique. Son père, toutefois, avait d'autres projets, car, désirant se retirer des affaires, il aurait voulu que son fils lui succédât. Ce dernier l'accepta, bien qu'à regret, et, pendant quelques années, il assumait la charge tout entière de l'atelier paternel. Aucun de ceux qui l'ont connu plus tard ne sera surpris d'apprendre qu'il devint rapidement le vrai chef de l'entreprise, en même temps qu'un bon horloger praticien. De plus, il trouvait le temps de continuer ses études en physique et en chimie; mais ce ne fut qu'en 1863 que se développa en lui le goût spécial de l'astronomie. Il obtint d'approcher Piazzi Smyth, le célèbre astronome d'Edimbourg, et, lorsqu'il retourna à Aberdeen, il entreprit, avec la collaboration du professeur David Thomson, de reconstituer l'Observatoire de King's College, qui avait été totalement abandonné. A partir de ce moment, il consacra beaucoup de ses loisirs au travail astronomique, fit les plans d'une monture équatoriale, qui fut aussitôt exécutée, construisit, de ses propres mains, le mouvement d'hor-

logerie destiné à l'entraîner, et eut lui-même la satisfaction de ne jamais rencontrer un moteur donnant de meilleurs résultats.

II.

En 1870, David Gill épousa M^{lle} Isobel Black, fille de John Black, de Linhead, Aber-Teenshire, et s'établit près de l'Observatoire. A peu de temps de là, il devint l'ami de Lord Lindsay, qui avait été attiré par ses photographies de la Lune; il se trouva dès lors sur la voie qui devait faire de lui un astronome professionnel. Lord Lindsay, qui était un bon astronome amateur, désirait construire un observatoire privé à Dunecht, et proposa à Gill d'en prendre la direction. Le père de Lord Lindsay, le comte de Crawford et Balcarres, l'y confirma en 1872. Gill remit alors ses affaires, s'installa à Dunecht, et se consacra tout entier à l'édification et à l'organisation du bel observatoire que Lord Lindsay avait en vue. Cette entreprise l'occupait pendant deux ou trois ans, pendant lesquels il observa le passage de Vénus à l'île Maurice (1874), et trouva le temps, au retour, de visiter les plus importants des observatoires européens. C'est dans ce voyage de retour qu'il eut son premier contact avec le travail géodésique. Il avait été invité par le général Stone, chef de l'état-major du Khédive, à rentrer en Angleterre par l'Égypte, et à participer à une mesure de base pour la triangulation alors projetée. Avec l'assistance de l'astronome américain Watson, qui par hasard était au Caire, il établit une base près du Sphinx, en employant l'appareil bimétallique que le gouvernement égyptien avait fait construire chez les frères Brunner, à Paris.

Passant rapidement sur le travail de la parallaxe solaire, que Gill exécuta avec succès dans l'île de l'Ascension en 1877, nous arrivons à l'année 1879, où il fut nommé astronome royal au Cap. Cette haute situation ne pouvait être plus dignement occupée. Gill était un observateur d'habileté sans rivale, n'était jamais satisfait que par le travail le plus précis, et cherchait toujours à éviter des erreurs de nature systématique. Ses aptitudes comme mécanicien constituaient un grand avantage pour l'Observatoire du Cap, dont il assurait l'instrumentation de façon à attaquer un grand nombre de problèmes qui, jusqu'à cette époque, n'avaient pas encore pu être seulement abordés dans l'hémisphère sud. La réduction des observations de Maclear, le perfectionnement des observations méridiennes, les déterminations de la parallaxe solaire, enfin le travail

géodésique, l'occupèrent à partir de ce moment, et, pendant la dernière partie de son séjour au Cap, il fut en étroite connexion avec la révision photographique (Durchmusterung) et avec la Carte photographique internationale du Ciel; il installa aussi une grande lunette, notamment pour le travail spectroscopique.

Dans les dernières années de sa vie, Gill comptait parmi l'élite des astronomes vivants. Sa grande œuvre, comme observateur, a été décrite dans de nombreux écrits, publiés dans les périodiques scientifiques. L'auteur de la présente Notice est heureux de saisir l'occasion qui lui est offerte ici de décrire, avec quelques détails, la contribution que Gill apporta à la géodésie en général et à la triangulation africaine en particulier.

III.

La première ébauche d'une triangulation dans l'Afrique du Sud est due à l'abbé de la Caille, qui mesura, en 1752, un arc de méridien de 1°25', partant de la ville du Cap vers le Nord, dans le but d'examiner la question de la forme de la surface terrestre dans l'hémisphère sud, comparée à l'hémisphère nord. La mesure de de la Caille conduisait à attribuer à l'arc une étendue beaucoup plus grande qu'on n'aurait pu s'y attendre, et la discordance est restée inexpiquée jusqu'au moment où Maclear, astronome royal au Cap, entreprit la vérification et l'extension de l'arc primitif. Il montra que la forme de la Terre était telle qu'on pouvait le supposer, et qu'une perturbation locale dans la direction de la pesanteur suffisait à expliquer l'erreur apparente dans l'œuvre de de la Caille. Les deux extrémités de l'arc de Maclear étaient, au Sud, la pointe même du Cap, et au Nord, la latitude 29°44' S.

Rien de nouveau ne fut exécuté jusqu'en 1859, époque à laquelle le Département hydrographique de l'Amirauté, désirant établir des points de repère en vue de corriger les cartes de la côte, alors peu précises, chargea le capitaine Bailey de la triangulation de la partie sud-est de la Colonie du Cap. Le rapport original sur cette triangulation, qui s'étendait le long de la côte sud de la Colonie du Cap, dans la Cafrerie britannique, fut présenté au Parlement du Cap en 1863 (1).

(1) Une grande partie des documents originaux relatifs à ce travail furent perdus dans le naufrage du caboteur « Waldensian », mais on possède plusieurs copies de la plupart de ces documents.

Telle était la situation, lorsque Gill, en 1879, peu après sa nomination à l'Observatoire du Cap, commença une étude sérieuse de la triangulation sud-africaine. Dans un rapport présenté au Gouverneur et au Haut Commissaire de la Colonie, il insista sur les avantages d'une triangulation précise, de telle sorte que le travail pût être considéré comme définitif. Un plan fut établi pour une chaîne de triangles s'étendant sur la Colonie du Cap, l'État libre d'Orange, le Natal et le Transvaal. Les idées de Gill furent fortement appuyées, et, en octobre 1880, il visita le Natal, en vue de faire des expériences préliminaires pour la détermination télégraphique de la différence de longitude entre Aden et le Cap de Bonne-Espérance; en même temps, il voulait, par une intervention personnelle, obtenir l'appui du Gouvernement du Natal. Il y retourna en 1881, et les projets se trouvèrent tellement avancés, que les ingénieurs du Corps royal furent appelés pour collaborer avec Gill à la préparation des instruments nécessaires à l'opération.

Le travail proprement dit débuta en juin 1883, sous la direction de Gill. On commença par relier la base du Natal avec la limite du territoire du Griqualand oriental. Il s'agissait d'abord d'achever la triangulation du Natal, puis de poursuivre le travail dans la Colonie du Cap.

Lorsque la vérification et les mesures de la base furent terminées, le Gouvernement du Natal voulut presser le travail, même aux dépens de la précision. Gill s'opposa énergiquement à cette tendance, et, après une longue correspondance, réussit à convaincre les fonctionnaires du Natal que l'économie réalisée serait faible et tout à fait insignifiante, comparée aux avantages qui résulteraient de l'exécution complète des plans qu'il avait préparés dès le commencement.

L'étalon employé dans ces opérations était la règle de 10 pieds A', dont, à la demande de Gill, l'équation fut déterminée à Breteuil par M. Benoit. Les services alors rendus par le Bureau furent reçus avec une vive gratitude, car la Colonie du Cap, ne faisant pas partie de la Convention du Mètre, ne pouvait considérer ce travail que comme une grande faveur. Dans les Procès-Verbaux du Comité pour l'année 1886 (p. 197), on trouve ce passage : « L'astronome royal du Cap de Bonne-Espérance, M. Gill, s'étant informé s'il pouvait obtenir la détermination, au Bureau international, de la règle de base qui a servi aux travaux géodésiques du Cap, nous avons répondu que l'exécution d'un pareil travail serait faite avec le plus grand empressement; d'abord à cause de l'importance par-

ticulière, pour la science géodésique, de comparer l'unité des grands travaux exécutés dans l'Afrique australe avec ceux des travaux européens, et ensuite parce que M. Gill avait contribué grandement, par sa haute autorité, à rallier l'Angleterre à l'œuvre de la Convention du Mètre. »

Il convient de dire, dès maintenant, que Gill considéra, depuis le début, la triangulation sud-africaine comme le premier élément d'une opération qui, exécutée très approximativement le long du 30^e méridien de longitude Est, devait s'étendre jusqu'à l'embouchure du Nil. Cet arc, qui devait atteindre 65°, pouvait, par une triangulation à travers le Levant et les îles grecques, être relié avec les arcs roumain et russe, de façon à constituer une chaîne dont l'amplitude serait de 105°, et qui, partant du Cap Agulhas, atteindrait le Nord. Ce plan ressort avec évidence, lorsqu'on suit les étapes successives par lesquelles Gill étendit la triangulation de plus en plus au Nord.

Après que le travail, dans la Colonie du Cap, eut été achevé, Gill entreprit la délimitation d'une partie de la frontière entre les possessions allemandes et britanniques de l'Afrique du Sud, fixées par le traité de 1890. Le travail s'étendait le long du 20^e méridien, de la Rivière d'Orange, sous la latitude 28°,5 jusqu'à la latitude de 22°. Cette partie de l'entreprise, qui partait de Rietfontein, en évitant le désert, était reliée, à ses extrémités est et ouest, avec la triangulation du Cap et du Natal, et fut achevée en 1899. Dans l'intervalle, Gill prit contact avec Cecil Rhodes, et, grâce à son influence, il obtint, de l'administrateur de la Rhodesia, l'autorisation de commencer le long du 30^e méridien, une chaîne des triangles qui, en 1901, avait atteint la rivière Zambèze, et, en 1906, était à 110^{km} du lac Tanganyika.

Pendant cette période, peu après l'achèvement de la guerre sud-africaine, les triangulations géodésiques du Transvaal et de l'Orange furent entreprises, Gill étant, comme d'habitude, le conseiller des colonies intéressées, de telle sorte que toutes les triangulations constituassent un ensemble harmonieux. En 1906, la chaîne des triangles atteignait la rivière de Limpopo, et avait été reliée à la chaîne de la Rhodesia du Sud.

Un matériel Jäderin avait été commandé en avril 1897, et employé dans la triangulation de ce dernier territoire. Une étude préliminaire de l'appareil fut exécutée sur une base en terrain plat, près de l'Observatoire du Cap, et trois paires de fils de 80 pieds et une de 160 pieds furent comparées en différentes combinaisons sur

cette base, dont la valeur avait été déterminée par l'appareil appartenant au Gouvernement du Cap, et dont les constantes étaient dérivées des étalons du Bureau international. L'expérience acquise dans ces opérations conduisit à une augmentation notable de la précision atteinte au moyen de cet appareil. Gill remarqua que la vraie difficulté de l'emploi de la méthode de Jäderin réside dans le fait que les fils en acier ou en laiton ordinaire sont susceptibles de changer de longueur par des phénomènes moléculaires internes. Ainsi, tout fil étiré possède, pendant un certain temps, une tendance à la contraction, marquée au début, mais qui diminue graduellement, dans le cours du temps. Gill considéra que la vraie méthode d'emploi des fils Jäderin consiste à les comparer à un étalon, à des intervalles très fréquents pendant la mesure de la base, par exemple, avant et après la mesure de chaque section. Tout le matériel d'alors a été considérablement dépassé par celui qu'a établi le Bureau international, et qui, minutieusement décrit par MM. Benoit et Guillaume, utilise la découverte, faite par ce dernier, des propriétés inappréciables des fils d'invar, qui, convenablement étuvés, et soumis à un traitement mécanique bien déterminé, offrent des garanties élevées. Ces découvertes et inventions du Bureau arrivèrent malheureusement trop tard pour être appliquées dans les triangulations africaines, mais l'opinion de Gill est que la méthode originale de Jäderin est capable de donner des résultats précis, si la longueur des fils est connue.

IV.

Gill possédait une grande puissance d'organisation pour les entreprises étendues, et aucune preuve meilleure ne saurait en être donnée que l'exécution de la triangulation de l'Afrique du Sud. Sa persévérance et sa volonté à surmonter les obstacles étaient tout à fait remarquables. On peut en donner un autre exemple dans la visite de l'Association britannique pour l'Avancement de la Science dans l'Afrique du Sud, à l'automne 1905. Le succès de cette réunion est dû presque en entier au don d'organisation de Gill, alors secrétaire général local de l'Association.

La vie de Gill au Cap pendant vingt-huit ans fut très heureuse. Beaucoup de ses amis, notamment d'astronomes, vieux ou jeunes, de bien des pays européens, ont été ses hôtes et ceux de Lady Gill à l'Observatoire. Ces fréquentes réunions semblent avoir été pour

beaucoup dans la préparation des futurs travaux astronomiques.

Son *Histoire de l'Observatoire du Cap* a relaté en détail l'œuvre qu'il y accomplit. Il projetait un ouvrage plus technique sur les principes de la construction des instruments astronomiques, lorsque la mort vint le surprendre.

En octobre 1906, Gill résigna ses fonctions, et quitta l'Afrique du Sud. Il s'établit à Londres, et s'occupa avec intensité des cercles scientifiques. Le Congrès de Leicester de l'Association britannique, en 1907, le vit dans le fauteuil présidentiel, exposant la théorie, émise par Kapteyn, des courants d'étoiles. Il fut, d'une façon permanente, membre du Conseil de la Société Royale astronomique, et, à diverses reprises, des Conseils de la Société Royale de Londres et de la Société Royale géographique. Il fut président de la Société astronomique en 1910-1912, et succéda à Huggins comme secrétaire étranger en 1912.

En l'année 1900, il fut créé chevalier.

En février 1907, après la mort de M. Chaney, sir David Gill fut élu membre du Comité international des Poids et Mesures. Aucun choix ne pouvait être plus heureux, et les Procès-Verbaux du Comité portent la trace de l'enthousiasme avec lequel il collabora à son œuvre. Il prit part aux sessions de 1907 à 1913, et aux quatrième et cinquième Conférences. Il prenait un intérêt tout spécial à la détermination précise des longueurs d'ondes lumineuses de radiations variées, et à l'étude des circonstances susceptibles de les modifier, de telle sorte que l'on pût, le moment venu, considérer les longueurs d'ondes elles-mêmes comme les témoins invariables de l'unité métrique. Il était favorable à l'extension de la sphère d'activité du Comité et du Bureau international, par une agglomération graduelle des unités fondamentales de l'électricité, de la chaleur et de la lumière. Les décisions prises dans la présente session lui auraient causé une joie profonde.

V.

Les honneurs vinrent nombreux affirmer les mérites de sir David Gill. Il était Commandeur de la Légion d'honneur (1908), décoré de l'ordre *Pour le mérite* (1910), Docteur honoraire des Universités d'Aberdeen, d'Edinburgh, d'Oxford, de Cambridge, de Dublin et du Cap, et membre correspondant de la plupart des Académies scientifiques d'Europe et des Etats-Unis. La médaille d'or de la

Société Royale astronomique lui fut décernée deux fois (1882 et 1908); il reçut la médaille royale de la Société Royale en 1903, le prix Valz de l'Institut de France en 1882, et, en 1900, deux médailles de la Société astronomique du Pacifique et de la National Academy des États-Unis.

David Gill était une figure très populaire dans les cercles scientifiques de tous les pays; sa bonne humeur, son enthousiasme communicatif et l'amour pour la science, qu'il savait éveiller chez les autres, assurèrent à son œuvre de précieuses collaborations, en même temps que sa ténacité surmontait tous les obstacles; ceux qui furent sous ses ordres lui vouaient une respectueuse affection.

En décembre 1913, il fut atteint par une pneumonie, et, après une maladie qui dura six semaines, il fut enlevé le 14 janvier 1914, à l'âge de 70 ans.

Son corps repose dans le cimetière qui s'étend au pied de la Cathédrale de Old Aberdeen.



JEAN-GASTON DARBOUX

PAR M. PAUL APPELL.

Jean-Gaston Darboux naquit à Nîmes, le 13 août 1842, dans une maison qui avait été autrefois une chapelle de la cathédrale. Son père, commerçant en mercerie, homme instruit, mourut en 1849. Sa mère prit avec courage la suite des affaires, et, voyant que ses deux fils avaient d'heureuses dispositions pour les travaux intellectuels, sacrifia tout pour leur permettre de continuer leurs études.

Reçu bachelier ès sciences, le 22 juillet 1859, Gaston Darboux entra en octobre dans la classe de Mathématiques spéciales du lycée de Montpellier. Après une seule année de travail, Darboux se présenta, pour faire plaisir à son professeur, aux examens de l'École Polytechnique. Déclaré admissible, il ne voulut pas subir l'examen du second degré, car il avait déjà la vocation de l'enseignement. Après une nouvelle année de spéciales, il fut, en 1861, admis premier à la fois à l'École Polytechnique et à l'École Normale supérieure. Il choisit l'École Normale. Cette résolution eut un grand retentissement, dont J.-J. Weiss s'est fait l'écho dans le *Journal des Débats* du 20 novembre 1861.

Il fallait alors une véritable vocation d'enseignement et de recherche, pour préférer, à l'École Polytechnique, assurant aux premiers de ses élèves les plus belles situations d'ingénieurs de l'État, l'École Normale qui conduisait à des postes d'enseignement secondaire, où le professeur était loin d'avoir la liberté et l'indépendance de l'ingénieur. La mère de Darboux vint elle-même à Paris le présenter à Pasteur, directeur des études scientifiques à l'École. Celui-ci fut particulièrement heureux du choix du jeune homme, qui ouvrait véritablement une ère nouvelle dans l'étude des hautes mathématiques. Aussi Darboux fut-il autorisé par le Ministre à suivre, en dehors de l'École, les cours qui lui plairaient. Il put ainsi assister, au Collège de France, aux leçons de Joseph Bertrand, qui

le prit en profonde amitié. Plus tard, il conquiert l'estime et la bienveillance des grands mathématiciens de l'époque, Chasles, Hermite, Serret, Bouquet, Briot.

Dès cette époque, pendant son séjour même à l'École Normale, Darboux s'orienta vers les belles questions géométriques qu'avaient traitées Monge, Gauss, Poncelet, Dupin, Lamé, Jacobi.

Son premier mémoire, relatif à la théorie des surfaces orthogonales, fut présenté par Serret à l'Académie des Sciences en août 1864. Peu après, le 20 septembre 1864, Darboux était reçu premier au concours d'agrégation de mathématiques. Désireux de le conserver à Paris pour lui permettre la continuation de ses travaux, reconnaissant l'utilité nationale qu'il y avait à permettre à de jeunes agrégés de rester en contact avec les maîtres de la science qui les initieraient aux méthodes de recherche, Pasteur fit créer, par le Ministère, des postes d'agrégés préparateurs, donnés pour quelques années aux meilleurs sujets sortant de l'École Normale. Gaston Darboux inaugura cette fonction avec éclat. Il composa, sur les surfaces orthogonales, un mémoire qui contenait un grand nombre de résultats nouveaux, et qui lui valut en Sorbonne le titre de docteur, le 14 juillet 1866.

Suppléant de Joseph Bertrand au Collège de France, suppléant de Bouquet dans la chaire de mathématiques spéciales au Lycée impérial Louis-le-Grand, il fut successivement professeur titulaire de spéciales au Lycée Louis-le-Grand en 1868 et au Lycée Descartes en 1870.

Sur le travail de Darboux à l'École Normale, M. Lavisse, Directeur de l'École, a découvert un document signé « Pasteur » et tiré des registres de l'École. Ce document fait prévoir la belle carrière du savant. « Élève hors ligne, travail, conduite, distinction d'esprit, » de caractère, de tenue, rien ne laisse à désirer. Ce jeune homme » se placera rapidement au nombre de nos mathématiciens les plus » éminents. L'esprit d'invention était la seule qualité dont on pou- » vait attendre la réalisation chez ce jeune maître. Or, il en a » témoigné récemment, par un travail très remarquable présenté » à l'Académie des Sciences et par diverses notes qu'il a remises » à Messieurs les Maîtres de Conférence, dans le courant de l'année, » sur divers sujets à l'étude desquels il a pu se livrer sans cesser » de tenir le premier rang dans sa division, malgré les préoccupations de la préparation au concours de l'agrégation. » Il faut absolument que ce jeune homme reste à Paris. »

Sur l'enseignement de Darboux en mathématiques spéciales, nous avons le témoignage de Lucien Lévy, examinateur des élèves à l'École Polytechnique.

« C'est en 1871, dit Lucien Lévy, que j'ai été élève de Darboux » au Lycée Louis-le-Grand, et je me rappelle encore, comme si » c'était hier, le plaisir avec lequel mes camarades et moi, allions » en classe. Gaston Darboux savait, comme en se jouant, obtenir » de nous une dose énorme de travail.

» La clarté, la netteté de son élocution, le caractère personnel » de ses démonstrations, provoquaient notre admiration, et nous » travaillions avec entrain, sans même nous rappeler que nous » avions des examens à préparer et sans même savoir les noms de » nos examinateurs... Darboux développait ainsi notre sens critique » et notre puissance de raisonnement au lieu de charger notre » mémoire. »

En 1872, Darboux fut chargé de conférences de calcul différentiel et intégral à l'École Normale supérieure. Il devint titulaire le 18 septembre 1873. Il fut, en même temps, professeur suppléant de Liouville, dans la chaire de mécanique à la Sorbonne, de 1873 à 1878. C'est là que j'ai eu le plaisir de l'avoir comme examinateur d'entrée, comme maître de conférences et comme professeur de mécanique. Il paraissait alors extrêmement jeune, au point qu'un des candidats à l'École, le prenant pour un élève de troisième année, qui essayait, comme cela se passait quelquefois, de lui faire passer un faux examen, refusa au premier moment de lui répondre; en lui disant que « cela ne prenait pas avec lui ».

« A l'École, il cherchait non seulement à développer notre esprit » critique et notre initiative, mais il s'occupait particulièrement de » nous, donnant à chacun des devoirs proportionnés à ses forces et » les corrigeant avec soin. Tannery a écrit à ce sujet : — Je ne veux » pas parler de ceux qui sont trop près de nous. Comment ne pas » rappeler, pourtant, que la Section mathématique de l'École a » brillé d'un éclat incomparable pendant que Darboux la diri- » geait. »

A la Sorbonne, où les élèves de l'École Normale suivaient son cours, il inaugura l'enseignement de la mécanique rationnelle, alliant les méthodes intuitives basées sur le raisonnement géométrique et la vue directe des choses, aux méthodes analytiques les plus élevées, fondées sur les équations de Lagrange, les équations canoniques d'Hamilton, les méthodes d'intégration de Jacobi. Mais sa véritable vocation était la géométrie supérieure. Suppléant de

Charles de 1878 à 1881, il devint professeur de géométrie supérieure, le 8 avril 1881, dans la chaire qu'il devait conserver jusqu'à sa mort.

Cette chaire avait été créée pour permettre à Charles d'exposer ses beaux Travaux de Géométrie projective, dont les résultats, fondés sur des méthodes intuitives ne nécessitant aucun emprunt à l'analyse mathématique, étaient devenus rapidement classiques. Darboux développa alors l'enseignement dans la voie nouvelle où Bonnet l'avait déjà engagé, la voie de la Géométrie générale, considérée comme application de l'analyse, dont les fondateurs furent Euler, Monge et Gauss; c'est dans cette chaire, où il a professé pendant 37 ans, qu'il a fondé cette brillante École de Géométrie, dont les disciples sont maintenant répandus dans tous les pays, et qu'il a développé les méthodes et les résultats qui font de lui un créateur, et qui préserveront son nom de l'oubli.

Le 18 novembre 1889, l'Assemblée de la Faculté des Sciences de l'Académie de Paris présenta Darboux pour les fonctions triennales de Doyen. L'Assemblée renouvela régulièrement ses pouvoirs à la presque unanimité des suffrages, et Darboux serait resté Doyen jusqu'à sa mort, s'il n'avait donné sa démission un an avant l'expiration de la cinquième période, pour se consacrer entièrement à ses nouvelles fonctions de Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. Le rôle de doyen, dans les anciennes Facultés avant 1870, était très paisible, d'un caractère tout paternel : il se bornait à présider quelques séances du Conseil, à désigner les jurys d'examens, à veiller aux maigres dépenses des rares laboratoires; mais, depuis une quarantaine d'années, à partir surtout de la nomination de Darboux, grâce à son initiative et à son activité, ces fonctions sont devenues très lourdes. C'est sous le décanat de Darboux qu'a été créée la nouvelle Université de Paris, que la Sorbonne a été reconstruite sur place, sous la direction de M. Liard et par l'architecte Nénot. Je crois bien que, quand Darboux est devenu doyen, les plans étaient faits et adoptés, la question de reconstruction déjà décidée. Si elle ne l'avait pas été, Darboux était d'avis, au lieu d'aménager la Sorbonne à la manière d'un paquebot où nulle place n'est perdue, d'essaimer au dehors. C'est ce que la Faculté a fait sous la direction de Darboux, en créant l'enseignement du P. C. N. rue Cuvier, l'Institut de Chimie appliquée rue Michelet, le laboratoire d'évolution des êtres organisés rue d'Ulm, le laboratoire de Biologie végétale à Fontainebleau, les laboratoires de

Zoologie maritime à Roscoff, à Banyuls, à Wimereux, et l'Observatoire de Nice, fondé par la générosité de M. Raphaël Bischoffsheim.

Darboux avait été nommé membre de l'Institut le 3 mars 1884. Il devint Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences le 21 mai 1900, comme successeur de Joseph Bertrand. Son activité infatigable, son dévouement éclairé ont aidé l'Académie dans sa tâche et lui ont facilité l'accomplissement de ses multiples missions : missions scientifiques, missions administratives, gérance des revenus, des capitaux, des immeubles, des héritages.

En qualité de Secrétaire perpétuel, Darboux a prononcé des éloges académiques fort remarquables, et a publié des livres importants sur *l'Association internationale des Académies, la Carte du Ciel, l'Unité de la Science, Fulton et l'Académie des Sciences, l'Esprit de Géométrie et l'Esprit de finesse, l'École de Sévres, le rôle des Sociétés savantes*, etc.

Darboux a été délégué par le Gouvernement français près de l'Association géodésique internationale, en 1903. Il a été nommé membre du Bureau des Longitudes en 1907. Enfin, il a été nommé membre du Comité international des Poids et Mesures en 1908. Il y a rendu d'importants services par sa longue expérience de l'administration et par ses hautes qualités scientifiques. Il a, notamment, retracé le rôle de l'Académie des Sciences dans ses rapports avec le Bureau à propos de la définition de l'étalon de longueur (*Le Temps*, 1916).

Quant à l'activité scientifique de Darboux, je ne puis mieux faire que de renvoyer à l'allocution de Henri Poincaré, prononcée au nom de la Section de Géométrie de l'Académie des Sciences, au jubilé scientifique de Darboux, en 1912.

« Les mathématiques, dit Poincaré, en s'adressant à Darboux, » ont une secrète harmonie qui est une source de beauté, et qui » assurent, à ceux qui vivent dans leur intime commerce, des » joies incomparables; mais il n'est pas toujours facile, dans un » court et rapide exposé, de les faire goûter d'un nombreux auditoire, ainsi qu'il conviendrait. Je ne puis même promettre d'être » bref; mais ce n'est pas ma faute, c'est la vôtre si vous avez » fait trop de découvertes qu'il est impossible de passer sous » silence. »

Poincaré passe alors en revue les Travaux de Darboux sur l'analyse mathématique, sur les équations aux dérivées partielles, sur l'intégration algébrique des équations différentielles du premier

ordre, sur les solutions singulières, sur la géométrie analytique et sur la géométrie infinitésimale.

Darboux est mort en 1916, en pleine guerre, avant d'avoir vu la victoire de son pays qu'il a contribué à préparer, et dans laquelle il avait une foi profonde.

Pour des renseignements plus complets concernant Gaston Darboux, on pourra consulter :

1° L'opuscule intitulé *Savants du Jour : Gaston Darboux*, par Ernest Lebon; Gauthier-Villars, janvier 1910.

2° *Éloges académiques et discours*. Volume publié par le Comité du jubilé scientifique de M. Gaston Darboux; librairie Hermann, 1912.

3° L'éloge académique de Darboux, prononcé par M. le Secrétaire perpétuel, Émile Picard, à la séance solennelle de l'Académie des Sciences, en décembre 1916.

4° Une Notice sur Gaston Darboux, publiée par Émile Picard, dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, pour 1918.

PIETRO BLASERNA

PAR M. VITO VOLTERRA.

En acceptant l'invitation de M. le Secrétaire du Comité, j'ai pris l'engagement d'accomplir une tâche dont je suis très honoré. Je retracerai sommairement la vie de mon illustre prédécesseur, Pietro Blaserna, et les services qu'il a rendus à la science.

Il a appartenu à notre Comité depuis l'année 1897 jusqu'au jour de sa mort, et il en est devenu le Secrétaire en 1901.

Le général Ricci, le père Secchi, Govi, Brioschi, Ferraris, l'avaient précédé, soit comme délégués italiens à la Commission internationale du Mètre, à partir de l'année 1870, soit comme membres du Comité à partir de sa constitution en 1875.

Puisque l'occasion s'en présente, qu'il me soit permis d'ajouter que les Italiens avaient pris une part active aux opérations sur les unités de mesures bien des années auparavant.

En septembre 1798, lorsque le Directoire invita les pays étrangers à collaborer dans la question du Mètre, et lorsque le premier congrès siégea à Paris, 5 délégués parmi les 10 étrangers appartenaient aux diverses régions de l'Italie. Je suis fier de rappeler ce souvenir, qui montre l'intérêt provoqué chez nous dès les premiers jours par le problème des mesures, et qui ne s'est jamais démenti depuis lors. Les travaux des savants que j'ai rappelés, et spécialement le zèle du dernier Secrétaire du Comité, P. Blaserna, en sont la preuve la plus évidente.

Lorsque Blaserna fut nommé membre du Comité international des Poids et Mesures, sa réputation était déjà grande dans le monde scientifique.

Il était né le 29 février 1836, à Fiumicello, petit village italien situé dans un territoire qui faisait, jusqu'à ces derniers temps, partie de l'Autriche. Il fit ses premières études à Gorizia, d'où il passa à Vienne comme élève de la Faculté philosophique. En 1859, il se rendit à Paris, où il fréquenta, pendant deux années, le labo-

ratoire de physique du Collège de France, qui était alors dirigé par Regnault.

Ce n'est qu'en 1861 qu'il revint en Italie. Il fut chargé d'un cours de physique à Florence, et deux ans après, devint professeur ordinaire à Palerme.

En 1870, après que Rome fut occupée par le Gouvernement italien, le Président du Conseil, Quintino Sella, voulut réorganiser tous les établissements scientifiques de la capitale. Aidé par Brioschi, commissaire pour l'Instruction publique, il chercha à attirer à Rome les savants les plus distingués de la Péninsule. C'est ainsi que Cremona et Cannizaro y devinrent professeurs de mathématiques et de chimie. Blaserna y fut appelé, en 1872, pour la physique.

Tout était à faire et organiser dans la nouvelle Université en ce qui concernait les études de physique. Il fallait d'abord construire un nouveau laboratoire et, ensuite, instituer des cours pratiques élémentaires et supérieurs, ainsi que des cours théoriques. Cette tâche fut accomplie par Blaserna avec succès. L'Institut de Physique, bâti à Panisperna, sous sa direction et suivant les plans qu'il avait conçus, devint un centre d'études très important et très fréquenté.

Pendant les cinquante dernières années, l'Institut de Physique de Rome joua un rôle de jour en jour plus grand dans la vie scientifique italienne. Blaserna, qui était très bon professeur, se réserva l'enseignement de la Physique générale, confiant les exercices pratiques à ses assistants. Il institua, en outre, un cours de physique complémentaire, qui fut professé d'abord par Alfonso Sella et, après sa mort, par M. Corbino. Beltrami, dont le nom est universellement connu, enseigna dans l'Institut de Physique pendant dix années la physique mathématique. J'ai eu l'honneur de remplacer Beltrami lorsqu'il mourut en 1900.

L'Institut de Physique de Rome fut toujours ouvert par Blaserna avec la plus large hospitalité à tous les savants italiens et étrangers. Il devint le centre des réunions de la Société italienne de Physique et du séminaire mathématique. Blaserna s'intéressa jusqu'à ses derniers jours à ces institutions scientifiques. Il les aidait de toutes ses forces, et il prenait une part active à leurs séances et aux discussions qu'on y tenait. Dans sa longue carrière, Blaserna eut un grand nombre d'élèves qui ont occupé et qui occupent à présent les chaires de nos Universités : Macaluso, Cantone, Grimaldi, Cardani, Sella, Palazzo, Mengarini, Maiorana, Blanc, Pochettino sont des noms assez connus, qui donnent de l'éclat à son école.

La constitution d'une grande Université n'était pas le seul but que Quintino Sella s'était proposé de poursuivre à Rome pour le progrès intellectuel du pays.

L'Italie, tout en ayant un grand nombre d'académies locales, n'avait pas une Académie nationale. Sella comprit la nécessité d'en créer une dans la capitale, pour donner une nouvelle impulsion au mouvement scientifique, afin d'honorer et récompenser les savants les plus distingués. C'est pourquoi il rétablit l'ancienne Académie des Lincei, fondée en 1603. Elle avait un passé illustre, pouvant compter Galilée parmi ses premiers associés.

En l'élevant au rang d'Académie nationale, Sella obtint un résultat de grande conséquence pour l'avancement des sciences en Italie.

Blaserna fut parmi ceux qui contribuèrent le plus à réaliser la conception de Sella, et l'on peut affirmer qu'il consacra toute sa vie à consolider et perfectionner cette noble institution.

D'abord Secrétaire de l'Académie, il en devint Vice-Président en 1900 et Président en 1904. Deux fois, l'Académie le confirma dans cette charge.

Les premières recherches de Blaserna se rapportent aux courants d'induction et aux extra-courants. Il se proposait de vérifier la théorie par l'expérience. Mais, à cette époque, les idées n'étaient pas suffisamment avancées. Il rencontra de grandes difficultés, qui ne lui permirent pas d'arriver à des résultats définitifs. Et, en effet, ils ne furent obtenus que beaucoup plus tard, lorsque les conceptions de Maxwell se furent répandues et après les expériences de Hertz.

Blaserna avait une oreille musicale exquise. Mais il ne se limita pas à être amateur de musique, il employa aussi cette qualité exceptionnelle pour ses recherches d'acoustique. L'Ouvrage : *Théorie du son dans ses rapports avec la musique*, fut le fruit de ses études sur ce sujet.

En outre, il s'occupa très activement, avec la collaboration des meilleurs musiciens, de la question du diapason normal. Il institua dans son laboratoire de Rome un bureau international, consacré aux recherches se rapportant à ce problème.

Une question pratique, celle de la construction des amphithéâtres, l'occupa beaucoup, et l'amena à approfondir l'étude arithmétique de certaines fonctions qui se rattachent aux fonctions eulériennes. Il consacra plusieurs travaux au développement complet de ses recherches.

Les questions d'astrophysique, de géophysique et de météorologie appelèrent plusieurs fois l'attention de Blaserna.

Pendant son séjour à Palerme, il examina, à l'occasion de l'éclipse du 22 décembre 1870, la polarisation de la couronne solaire. En 1879, il étudia l'éruption de l'Etna. Il s'occupa des glaces polaires, des glaciers des Alpes et de la période glaciaire.

La sismologie lui est redevable de plusieurs travaux. Il dirigea l'organisation des laboratoires géodynamiques en Italie, et fit de longues études sur les constructions antisismiques.

Enfin, il organisa une étude systématique, qui fut poursuivie pendant plusieurs années, sur l'efficacité des tirs des canons contre la grêle. Le résultat complètement négatif qu'il assura fit abandonner une méthode sur laquelle on avait fondé de vaines espérances.

Blaserna fut nommé sénateur relativement jeune, et pendant les longues années dans lesquelles il siégea à la Haute Chambre italienne, il prit une part active aux discussions, particulièrement à celles consacrées aux questions scientifiques, à l'enseignement, aux finances et à l'organisation militaire, dans laquelle il avait une compétence spéciale.

Lorsqu'il fut question de l'emploi du télégraphe sans fil, il joua un rôle important dans les débats parlementaires.

M. Marconi, qui était très jeune au moment où il fit paraître ses premières inventions, rappelle toujours avec quel enthousiasme le vieux Blaserna l'encouragea dans ses recherches, dont il reconnut l'importance bien avant que la plupart des autres physiciens y donnassent leur attention.

Blaserna était en effet l'ami des jeunes gens qui avaient des idées nouvelles. Et avec une précieuse intuition, il savait démêler les bonnes idées des idées fausses. Doué de beaucoup de bon sens et d'une extraordinaire finesse d'esprit, il jugeait avec justesse les hommes et les choses.

Il sut s'attirer ainsi d'habiles collaborateurs. Il leur rendait justice. Il ne convoitait pas les découvertes qu'ils faisaient. Il n'éprouva jamais de sentiments de jalousie.

Quoique dans une haute position, il n'eut pas d'ennemis, et jusqu'aux derniers jours de sa vie, il fut entouré de la sympathie, du respect et du dévouement universels.

F. DA PAULA ARRILLAGA Y GARRO

PAR M. CH.-ÉD. GUILLAUME.

De ceux que la mort a enlevés au Comité international depuis sa dernière session, Francesco da Paula Arrillaga y Garro était le plus ancien. Il était l'un des dépositaires d'une lointaine tradition, qui constitue, au milieu de la diversité apportée par les années à un organisme qui veut rester vivant, la continuité grâce à laquelle son œuvre brave l'action du temps.

I.

C'est à Pampelune que, le 2 avril 1846, naquit Francesco da Paula Arrillaga. Il put y demeurer jusqu'en 1861, année où, muni du diplôme de bachelier ès arts, il se rendit à Madrid, pour y suivre l'École des Ingénieurs forestiers; premier de sa promotion, à l'entrée comme à la sortie, il fut admis dans le Corps des Forêts le 30 octobre 1865, avec le grade d'adjudant en second. Bientôt adjudant chef, il fut envoyé dans les Pyrénées, où, déjà, il put se familiariser avec la technique à laquelle il devait plus tard se consacrer complètement; ce n'était pas encore de la géodésie proprement dite dont il apprenait les méthodes, mais seulement le lever des plans, avec les difficultés ordinairement rencontrées en montagne. Puis, devenu ingénieur en second, et ingénieur chef un mois après, il fut attaché, dès l'année 1868, à la Commission de la Carte forestière d'Espagne, et chargé de la Province de Tarragone.

Déjà en 1869, il se faisait remarquer en fondant, avec quelques-uns de ses collègues, la *Revue forestière, économique et agricole*, puis en publiant seul des *Études forestières dans le Royaume de Prusse*, auxquelles vint bientôt se joindre la traduction du *Traité de la mise en valeur des forêts*, de Gustave Heyer. Cet aspect de son activité fut clos par la publication, faite en 1875, d'un ouvrage

étendu : la *Production forestière*, dont il avait rassemblé les documents à l'Exposition universelle de Vienne, en 1873. Il était, depuis 1870, professeur à l'École des Ingénieurs forestiers, à peine âgé de vingt-quatre ans. L'objet de ses cours était essentiellement l'organisation et la mise en valeur des forêts; mais aussi, occasionnellement, il enseigna la minéralogie appliquée.

Arrillaga avait été désigné en 1869 pour être attaché à la Direction générale de la Statistique; et, en 1872, un ordre royal le nomma dans l'*Institut géographique et statistique*.

De ce jour, la vie d'Arrillaga porte une marque nouvelle; il s'éloigne des forêts, pour se rapprocher graduellement de la géographie et de la géodésie. Ses deux ouvrages, de 1879 et 1882 : *Géographie physique de la Mer* et *Rapport sur le Congrès et l'Exposition de Géographie de Venise*, indiquent cette future orientation de son travail.

II.

A l'époque où Arrillaga entra à l'Institut géographique et statistique d'Espagne, celui-ci était dirigé par le général Ibañez, son fondateur, qui lui avait donné, dès le début, un très grand éclat. L'œuvre d'Ibañez était surtout géodésique. Sa double présidence, de l'Association géodésique internationale et du Comité international des Poids et Mesures, dans une période de création dans laquelle, secondé par Ad. Hirsch, il organisa beaucoup, ne l'empêchait pas de poursuivre des travaux personnels, qui marquèrent une époque de la géodésie, et restèrent pendant longtemps des modèles.

Depuis l'immortel travail de Delambre et Méchain, la mesure des bases n'avait fait que peu de progrès. Ibañez voulut d'abord perfectionner le procédé des règles bimétalliques, de Borda et Lavoisier, employées, sous une forme encore un peu fruste, dans la mesure de la Méridienne de France, et fit construire, par les frères Brunner, un appareil qui passa pendant un temps pour le plus parfait qui eût été réalisé; des répliques en furent construites pour plusieurs des grands États de l'Europe, ainsi que pour l'Égypte. Le Bureau international en a fait une étude minutieuse.

Mais le maniement de la règle bimétallique était délicat, et la mesure des bases trop coûteuse, en rapport avec l'ensemble du travail. Ibañez revint donc à la règle monométallique en fer, accompagnée de thermomètres, dont la donnée subsista jusqu'à l'introduction des règles en invar, bientôt remplacées à leur tour par

la méthode de Jäderin, qui, transformée par l'emploi des fils d'invar, put prendre rang dans la géodésie de précision, sous une forme incomparablement plus économique que tous les anciens procédés.

Arrillaga suivit de près cette évolution; il fut, avec Frutos Saavedra, l'un des plus constants collaborateurs d'Ibañez. Et, lorsqu'on projeta de réunir l'Europe à l'Afrique par d'immenses triangles, c'est à Arrillaga que revint la charge de préparer le matériel, dont firent usage les observateurs installés sur le Mont Mulhacen. L'opération reste classique dans la grande géodésie. Les ingénieurs espagnols y avaient pour partenaires les officiers du Service géographique de l'armée française, sous la conduite du commandant, plus tard général Perrier.

III.

Une fonction précise dans un grand Institut tel que celui auquel sont rattachées, en Espagne, les études géographiques et statistiques, oblige à une foule de travaux de détail qu'impose le programme quotidien, et auxquels il faut suffire. La conscience dans le labeur apporte avec elle l'intime satisfaction du devoir accompli, et celle de pouvoir se rendre à soi-même ce témoignage, d'assurer la bonne marche d'un service; mais cette conscience n'est pas toujours propre à mettre un homme en vedette. Les travaux qu'Arrillaga exécuta dans l'Institut sont peu connus au loin. Pourtant, l'estime dans laquelle ils étaient tenus dans son pays et au dehors est marquée par les nombreuses distinctions qui lui parvinrent bien avant sa quarantième année, et par son rapide avancement, jusqu'à la nomination, en 1888, au grade d'ingénieur en chef de première classe. A cette époque, il enseignait la géodésie et la topographie à l'École des Ingénieurs et des Architectes de Madrid, et fut, occasionnellement, chargé de la direction de l'École.

Au début de l'année 1890, le général Ibañez, dont la santé était fort altérée, quitta la direction de l'Institut géographique. Il devait, peu après, mourir à Nice, où se trouve son tombeau. Arrillaga, d'abord chargé de l'intérim, fut désigné pour lui succéder, et occupa, jusqu'en 1895, ce poste éminent.

Mais les diverses obligations que lui imposaient ses situations officielles, ne suffisaient pas à épuiser l'activité d'Arrillaga. C'est au cours de ses fonctions dans l'Institut géographique et statistique, que la question de l'introduction du Système métrique en Espagne entra dans sa phase active.

Une loi du 19 juillet 1849 avait préparé l'adoption des nouvelles mesures, prévue, pour le 1^{er} janvier 1853, dans tous les actes officiels; mais, ajourné d'année en année pour l'usage courant, son emploi ne devint obligatoire qu'à partir du 1^{er} juillet 1880.

On sait que la loi ne suffit pas, dans le domaine des mesures, pour changer des habitudes enracinées dans l'esprit populaire. Il faut que les Pouvoirs publics en assurent l'exécution, et que les actions privées apportent, avec la connaissance des nouveaux systèmes, la conviction de leurs avantages.

Arrillaga agit puissamment dans l'un et l'autre de ces deux ordres d'idées. Par l'Institut géographique et statistique, il put occuper, dans la création du matériel, une fonction officielle de premier plan. Et, par son action privée, par la parole et par l'écrit, il apporta une contribution très efficace à la diffusion du nouveau système, aujourd'hui d'un emploi exclusif en Espagne.

Les honneurs et les charges jalonnent la carrière si laborieuse d'Arrillaga. Élu membre de l'Académie Royale des Sciences de Madrid le 22 décembre 1888, il en devint en 1905 le Secrétaire perpétuel, et fit, chaque année, jusqu'en 1919, le résumé des travaux de cette illustre Compagnie.

Ses compétences étendues et la clarté de ses vues conduisirent le Gouvernement espagnol à lui confier de hautes situations administratives, dont la dernière fut celle de Directeur général des Postes et Télégraphes; il l'abandonna en 1918, âgé de 72 ans, dans la plénitude d'une activité qui n'avait pas connu une défaillance.

IV.

Dans sa longue collaboration avec le général Ibañez, Arrillaga avait eu de fréquents contacts avec le Comité international. Son action en faveur du Système métrique, sa connaissance approfondie de la géodésie, à une époque où l'étude des étalons employés à la mesure de la Terre constituait, pour le Bureau international, une occupation suivie et variée, enfin les hautes situations qu'il occupait, le désignaient tout particulièrement pour succéder à l'homme éminent qui avait présidé, dans toute la période d'organisation, aux destinées de l'organisme créé par la Convention du Mètre.

La première session à laquelle Arrillaga assista fut celle de 1895, particulièrement importante, en raison de sa coïncidence avec une

Conférence générale. En 1901, il remplaça Joseph Bertrand comme membre et président de la *Commission des Comptes et des Finances*, fonction délicate, et qui exige, de la part de celui qui l'exerce, beaucoup de clairvoyance et de dévouement.

Mais il ne s'en est pas tenu là, et les volumes des Procès-Verbaux du Comité international portent, en bien des endroits, la marque de son esprit.

Aucun de ceux à qui il a été donné de siéger au sein du Comité avec F. da Paula Arrillaga, n'oubliera le constant intérêt qu'il témoigna à son œuvre, la précision et la hauteur de ses vues, le charme de son commerce, sa parfaite courtoisie, faite d'une aménité qui n'excluait pas la fermeté. C'est pour l'auteur de cette Notice, un pieux devoir de rappeler que, pendant les dures années où, séparé par les circonstances de la plupart des membres du Comité, il cherchait un appui moral auprès du petit nombre de ceux avec lesquels il avait pu rester en contact, il ne s'est jamais adressé à Arrillaga sans recevoir de lui un puissant réconfort.



PIERRE CHAPPUIS

PAR M. CH.-ÉD. GUILLAUME.

La mort prématurée de Pierre Chappuis, subitement enlevé le 16 février 1916 dans le court intervalle de repos qu'il aimait à prendre entre deux expériences, a privé la science métrologique d'un de ses meilleurs adeptes. Il était demeuré, aux soixante ans qu'il venait d'atteindre, dans la pleine possession d'une habileté que nous avons souvent admirée; et l'on ne sait qui pourra mener à bien les recherches pour lesquelles nous comptons sur lui, parce que nul n'y était mieux préparé, ni mieux adapté.

I.

Pierre Chappuis naquit le 9 octobre 1855 à Bremblens, petit village de la plaine vaudoise, où il passa ses premières années. Son père, qui avait exercé pendant longtemps la vocation pastorale, avait résolu de cultiver lui-même son bien de famille, trouvant une grande satisfaction dans le partage de son temps entre les travaux de la campagne, les lectures choisies et l'éducation de ses trois enfants. C'est dans ce milieu d'une belle santé morale que grandit Pierre Chappuis; c'est là aussi que naquirent les goûts élevés qu'il conserva jusqu'à son dernier jour, la lecture, le travail manuel, la contemplation de la nature, la recherche de la perfection.

Du collège de Morges, que dirigeait le remarquable naturaliste Charles Dufour, et où il fit ses premières études, Pierre Chappuis passa à l'Université de Bâle, puis à celle de Leipzig, où il soutint sa thèse; et, en 1881, il entra au Bureau international comme assistant volontaire de J. Pernet.

Le Bureau sortait à peine alors de ses premiers débuts. Aux appareils qu'une métrologie trop rudimentaire avait d'abord conduit à installer, on substituait peu à peu des instruments plus parfaits, issus de l'école métrologique du Bureau, qui, déjà, se dessinait.

Mais il fallait assurer mieux encore les bases à partir desquelles

on devait s'élever vers les questions que posait la Convention du Mètre. La mesure de la température était le problème partout rencontré, et pour la solution duquel les travaux antérieurs n'offraient que des données insuffisantes.

La dernière grande œuvre dans la mesure précise était alors celle de Regnault. Le maître de la métrologie ramenait la mesure des températures à l'emploi nécessaire et direct du thermomètre à gaz. Savoir si le jugement était sans appel, telle était la question qui se posait alors, et dont le Bureau cherchait la solution.

Le gros défaut du thermomètre à mercure réside dans les déplacements de son point zéro. Regnault y avait vu des caprices insurmontables; pourtant, une étude minutieuse des lois de son mouvement avait conduit Pernet à formuler une règle d'emploi permettant d'espérer qu'un thermomètre à mercure donné peut être conséquent avec lui-même, et que plusieurs thermomètres faits du même verre sont susceptibles de concorder entre eux.

Dans des époques de beaucoup antérieures, on n'avait pas considéré les mouvements du zéro comme enlevant toute précision au thermomètre à mercure. L'opinion contraire était née non seulement des exigences accrues, mais aussi du fait que, pour faciliter le travail, on avait employé des verres de plus en plus fusibles.

Il fallait revenir à de plus saines pratiques. L'adoption du verre dur, en 1883, dans une commande que fit O.-J. Broch pour la série des thermomètres destinés à accompagner les mètres prototypes, jointe à une plus grande perfection dans la construction, amena d'un coup le thermomètre à mercure à une sûreté et à une précision qui n'ont été que peu dépassées.

Au thermomètre à mercure, tout le monde, au Bureau, a travaillé. Mais le plus dur restait à faire : ramener son échelle, tout arbitraire, à celle d'un thermomètre à gaz.

II.

Pour l'unification de l'échelle thermométrique, Gay-Lussac avait donné la première impulsion. Ayant pensé établir, par l'expérience, l'égalité des coefficients de dilatation pour divers gaz, il avait jugé indifférent de prendre l'un ou l'autre pour en faire un corps thermométrique; l'échelle des températures était définie et matérialisée par la dilatation ou le changement de force élastique d'un gaz quelconque. Regnault avait déjà restreint cet énoncé trop vaste, et montré que, pour les gaz aisément liquéfiables, des divergences

bien nettes se produisent. L'échelle était donc limitée aux *bons* gaz. Pour mettre en évidence des divergences entre ces derniers, il fallait pousser plus loin la précision des mesures.

Pernet avait commencé le travail; mais, dans un désir peut-être exagéré de perfection, il tardait à conclure. Le Comité international chargea Chappuis, en 1884, de conduire parallèlement une recherche pour laquelle il entrevit immédiatement d'importantes simplifications instrumentales. Il put ainsi faire apparaître, entre des gaz tels que l'azote et l'hydrogène, des divergences bien mesurables, et qui imposaient, pour réaliser l'unification, le choix d'un gaz thermométrique particulier. Telle était la nouvelle étape de la question. En 1887, le Comité international fixa son choix sur l'hydrogène, définissant ainsi l'*échelle normale*, que sanctionna, en 1889, la Première Conférence générale. Les indications du thermomètre à mercure lui étaient rapportées à l'aide des tables que Chappuis avait données; l'unification qui en résulta mit beaucoup d'ordre dans des résultats jusqu'alors disparates.

Le choix de l'hydrogène était assurément arbitraire; mais il était rationnel, car, de tous les gaz étudiés, il était le plus parfait, et l'on pouvait dès lors affirmer que, lorsqu'on adopterait l'échelle définitive, celle qu'institue la thermodynamique elle-même, on n'aurait à s'écarter que très peu de l'échelle de normale. Effectivement, suivant les calculs de M. Daniel Berthelot, le plus grand écart, entre 0° et 100° , atteint seulement un demi-millième de degré; et ce n'est que dans le domaine des très basses températures, auquel le Comité n'avait pas à songer, que les divergences deviennent bien mesurables.

Le temps approche où l'échelle normale devra être abandonnée. Pour passer à l'échelle absolue, le meilleur procédé consiste à apporter, au thermomètre à gaz, les corrections que permet de calculer la connaissance des propriétés du gaz qu'il renferme. C'est à l'étude des propriétés des gaz que Chappuis consacra plusieurs années, réussissant, grâce à des dispositions qu'il imagina, à déterminer avec précision les changements du volume, comme ceux de la force élastique d'un gaz partant de pressions initiales diverses, et amenés à une série de températures échelonnées le long de l'intervalle fondamental.

Les données ainsi rassemblées constituent la base la plus solide que l'on possède pour la connaissance précise des propriétés des gaz aux températures ordinaires et dans l'intervalle des pressions aisément mesurables. Il forme ce qu'on pourrait appeler le

noyau central du groupe des travaux consacrés aux gaz, dont Amaga a élucidé les propriétés aux pressions élevées, tandis que M. Kamerlingh Onnes et son école ont exploré le domaine des basses températures. C'est tout cet ensemble, dont l'examen synthétique conduira à établir les corrections du thermomètre à gaz et à créer l'échelle thermométrique définitive ; tâche dévolue à un groupement qui devait se constituer sous les auspices du Comité international, dans le courant de l'année 1914 ; les événements en ont retardé la création.

Sur les travaux fondamentaux qui viennent d'être décrits s'en greffèrent d'autres, que j'énumérerai brièvement : l'étude, aux basses températures, du thermomètre à toluène, substitué avec grand avantage au thermomètre à alcool ; celle, à des températures élevées, du thermomètre à résistance de platine, pour laquelle Chappuis eut comme collaborateur M. J.-A. Harker, alors à l'Observatoire de Kew, et qui conduisit à une détermination de la température d'ébullition du soufre, troisième point thermométrique auquel une grande attention est donnée, parce que, par sa position au seuil des températures élevées, ainsi que par la constance avec laquelle il s'établit de lui-même, il constitue un départ très sûr vers le domaine pyrométrique. C'est à la suite de cette première incursion dans le domaine pyrométrique, que Chappuis eut l'idée d'utiliser un réservoir en silice. Avec une habileté et une patience merveilleuses, il aggloméra, au chalumeau, des fragments de quartz, et construisit une ampoule d'un tiers de litre, prolongée par un tube capillaire. Il fut ainsi un précurseur de l'industrie, importante aujourd'hui, des objets ou quartz fondu.

III.

En métrologie, le gain d'une décimale est lié au labeur soutenu d'une, et, bientôt, de deux générations de chercheurs. Il ne suffit pas, en effet, pour y parvenir, de créer une méthode, et de réaliser des appareils plus parfaits. Partout, les réductions interviennent, et, pour les maintenir toujours au degré de précision de la détermination principale, il faut revoir, de temps à autre, une constante naturelle ou l'allure d'un phénomène accessoire. C'est ainsi, par exemple, que la connaissance de la dilatabilité de l'eau et du mercure est préalable à celle d'un grand nombre de recherches métrologiques. On s'appuie constamment sur la seconde dans le calcul des pressions réelles exercées par une colonne de mercure, tandis

que la première est nécessaire à connaître en relation avec des questions telles que celle du volume du kilogramme d'eau, qui établit le lien entre les volumes et les masses, d'où sont déduites les capacités.

Les expériences de Regnault sur la dilatabilité du mercure avaient médiocrement marché, et, avec son robuste bon sens, le grand métrologiste avait annoncé un degré de précision peu élevé; la répétition de ses recherches était, au surplus, si difficile, que, plutôt que de les refaire, on avait repris la discussion serrée de ses nombres, et, leur appliquant des méthodes de calcul dont la technique s'était développée entre temps, on avait publié des tables restées classiques, et auxquelles sont attachés les noms de Bosscha, de Broch, de Wüllner. La limite possible d'erreur de ces dernières dépassait néanmoins ce que les métrologistes pouvaient désormais admettre. Chappuis reprit alors la question, et détermina, conjointement, la dilatabilité de l'eau et celle du mercure, en se servant du thermomètre à poids, avec l'artifice nouveau d'un tube terminal gradué, permettant de faire très exactement le jaugeage correspondant à la quantité de mercure (l'eau, pour la mesure de sa dilatation, était enfermée sous du mercure) écoulée et soumise à la pesée. Ce simple artifice levait l'objection fondamentale que l'on fait ordinairement au thermomètre à poids, de l'incertitude sur la dernière goutte tombée, et élevait considérablement la précision des mesures.

Pour l'eau, les expériences faites à la Reichsanstalt par MM. Thiesen, Scheel et Diesselhorst, utilisant la méthode absolue ou de l'équilibre des colonnes, vinrent, quelques années plus tard, confirmer de très près les résultats de Chappuis, avec lesquels ils concordent, au millionième près, dans l'intervalle le plus utile.

Pour le mercure, le résultat fut inattendu, en ce qu'il montra les résultats de Regnault beaucoup plus voisins de la vérité que lui-même ne l'avait pensé. La concordance avec les habiles métrologistes de Charlottenbourg fut aussi très bonne, tandis qu'une recherche, plus récente encore, de MM. Callendar et Moss, vint jeter le doute sur des tables devenues déjà classiques. Ces derniers avaient opéré par la méthode absolue, inaugurée par Regnault, et trouvaient la cause de la divergence dans une insécurité de la méthode relative ou du thermomètre à poids, due à l'anisotropie du réservoir.

La question nécessitait une étude nouvelle. C'est la dernière à laquelle Chappuis se soit consacré. Reprenant les dispositifs ingé-

nieux de Callendar et Moss, et les perfectionnant, il poussa avec un soin extrême les mesures, qui ramènèrent très-près de ses premiers résultats. Le mémoire, décrivant ses appareils et ses opérations, a été inséré dans le Tome XVI des *Travaux et Mémoires*; lorsque la mort vint le surprendre, il en corrigéait les épreuves.

IV.

Ces travaux de Chappuis, pour divers qu'ils fussent, procédaient cependant du même groupe d'idées; ils étaient tous relatifs à la thermométrie. Cependant, comme nous venons de le voir, l'étude de la dilatabilité de l'eau constituait déjà l'un des éléments de la détermination du volume du kilogramme d'eau.

Les recherches faites en vue de déterminer la relation entre l'unité de volume et celle de la masse d'eau qu'il contient ont été nombreuses. Les premières des temps modernes sont dues à Roëmer, qui chercha à réaliser la livre scandinave par la condition qu'elle était égale à la soixante-deuxième partie de la masse du pied cube d'eau. En vue de la construction du kilogramme, Lavoisier et Haüy avaient déjà poussé très loin le travail, que vint interrompre la mort tragique de l'immortel fondateur de la chimie moderne, et que reprit Lefèvre-Gineau, aidé, pendant un temps, par Fabbroni.

Quelque défaveur plana, pendant tout le XIX^e siècle, sur le travail qui avait conduit à la construction du kilogramme, surtout pour cette raison, que tous les opérateurs qui cherchèrent à vérifier cette œuvre fondamentale, arrivèrent à des résultats fort divergents; mais ils le furent en plus et en moins, symptôme plutôt rassurant, et qui, heureusement, décida la Commission du Mètre à déduire directement l'unité de masse de celle du Kilogramme des Archives.

C'est vers 1895 que le Bureau, un peu allégé des travaux de comparaison des étalons, put envisager l'exécution de ce travail, déjà inscrit dans le programme élaboré par la Commission de 1872.

J'avais été chargé de l'entreprendre, en utilisant, pour la mesure des volumes, les méthodes classiques de contact ou de visée des surfaces. Mais, déjà dix ans auparavant, Macé de Lépinay avait montré comment on peut établir une relation entre le volume d'un corps déterminé par une poussée, et ses dimensions, exprimées en longueurs d'onde d'une lumière monochromatique.

A l'époque où Macé de Lépinay inaugura cette détermination, on

pouvait raisonnablement admettre que les longueurs d'onde étaient sensiblement moins bien connues que la relation entre les volumes et les masses. C'étaient donc les longueurs d'onde qu'il en voulut déduire.

Mais, entre temps, M. A.-A. Michelson était venu au Bureau pour mettre en œuvre son admirable méthode de détermination des longueurs d'onde, travail qui fut exécuté avec la coopération de M. J.-R. Benoît. Les longueurs d'onde étaient désormais connues au millionième près, et les termes du problème posé par Macé de Lépinay se trouvaient inversés. L'habile physicien de Marseille reprit alors ses déterminations qui, après sa mort, furent achevées par M. H. Buisson; tandis que les mesures des poussées étaient faites au Bureau par M. Benoît.

Les corps étudiés étaient des cubes de quartz; on déterminait leurs dimensions linéaires en observant les interférences de deux faisceaux, dont l'un traversait le cube, tandis que l'autre le côtoyait. On obtenait ainsi les phénomènes d'interférence dans les lames minces. Dans une autre opération, on faisait interférer les faisceaux réfléchis sur la face antérieure et la face postérieure : phénomène des lames épaisses. Les deux équations obtenues donnaient l'épaisseur et l'indice.

Chappuis, de son côté, utilisa des cubes de crown. Un miroir étant placé à une petite distance de la face postérieure, on déterminait sa distance au cube au moyen des franges de Fizeau, tandis que les franges circulaires de Michelson servaient à mesurer la distance entre le miroir et la face antérieure du cube. L'indice de celui-ci n'intervenait pas.

L'accord des trois mesures fut tout à fait remarquable; les résultats se suivent de millionième en millionième. Le premier se fonde sur l'emploi direct d'un étalon matériel, les deux autres s'appuient sur la connaissance des longueurs d'onde; c'est là un très beau triomphe de la métrologie, une preuve convaincante de la perfection où elle atteint aujourd'hui.

Certaines mesures ont montré, en plus, que l'erreur soupçonnée dans la réalisation du kilogramme, est d'un ordre de grandeur tel qu'il faut, pour expliquer sa petitesse, admettre, dans les opérations de Lefèvre-Gineau et Fabbroni, avec une très grande habileté, une part d'heureuse chance. Et cela apparaît avec d'autant plus de force, si l'on considère le fait que la presque totalité de leur erreur est due à l'insuffisante connaissance de la dilatabilité de l'eau, intervenant dans la réduction des poussées entre le voisinage de sa

température de congélation et celle de son maximum de densité, preuve historique de ce fait, que la métrologie ne peut avancer qu'avec tout un ensemble de connaissances dont le renouvellement constitue, à toute époque, une grande part du travail du métrologiste.

V.

En 1902, Pierre Chappuis quitta le Bureau international, pour aller se fixer à Bâle, où l'attiraient des relations de famille, nées de son mariage avec M^{lle} Esther Sarasin. Une large aisance lui avait permis d'édifier et d'outiller un laboratoire, réplique de celui qui avait connu vingt années de son fructueux labeur. Ainsi, sa vie de chercheur se prolongeait, dans la ligne que le Bureau international lui avait imprimée, et dont il voulait maintenir l'unité. Nous avons vu quels y furent certains de ses travaux. Mais il lui restait à réaliser un projet étendu, connexe du programme d'ensemble dévolu à la Conférence thermométrique internationale. Il demeure comme un beau rêve inachevé. Un jour viendra où il devra être repris; et, sans nul doute, les méthodes dont Chappuis eut la première idée aideront à son succès.

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
Procès-verbaux des séances de l'année 1920.....	1-88
<i>Procès-verbal de la première séance, du 2 octobre 1920.....</i>	1-64
Ouverture de la Session.....	1
Souhaits de bienvenue à MM. Appell, MacMahon, Pasquier, Volterra, nouvellement élus, et à M. Guillaume, nommé Directeur.....	2
Hommage à Sir David Gill, Gaston Darboux, Pietro Blaserna, F. da Paula Arrillaga, membres du Comité, à P. Chappuis, membre honoraire du Bureau, et René Sermantin, calculateur, décédés depuis la dernière session.....	2
Regrets de MM. de Bodolà, Hasselberg et von Lang.....	3
Démission de M. Förster.....	3
<i>Rapport au Comité international sur la gestion du Bureau pendant la période comprise entre le 1^{er} novembre 1913 et le 31 août 1920.....</i>	5-36
I. — <i>Personnel</i>	5-8
Retraite de M. Benoît, nomination de M. Guillaume. Personnel mobilisé et revenu au Bureau. Démission de M. Biehler, de M. Paresce, de M ^{lle} Huetz. Nomination de MM. Reverchon et Volet, de M ^{lle} Becker. Décès de P. Chappuis et R. Sermantin.	
II. — <i>Bâtiments</i>	8-9
Réparations diverses. Mise en état du chemin conduisant au Pavillon de Breteuil. Installation du téléphone automatique, acquisition d'un matériel d'incendie, protection du coffre-fort.	

	Pages.
III. — <i>Machines et Instruments</i>	9-11
Installation d'une machine à mesurer, construction d'un appareil destiné à mesurer les étalons à bouts, aménagement de l'appareil Michelson pour la mesure des étalons en quartz, réparation d'un microscope. Arrivée de sept prototypes nationaux; transport au Bureau des étalons de l'Académie des Sciences et des Archives de France. Restitution, à l'Académie des Sciences, de deux réservoirs de platine. Accumulateurs. Révision du matériel.	
IV. — <i>Travaux</i>	11-35
Étude des aciers au nickel ternaires ou quaternaires; étude de l'instabilité des aciers au nickel; recherche d'un alliage à module d'élasticité invariable; publication des résultats. Étude des aciers trempés; aciers au chrome et carbone.....	12-14
Étude d'une règle destinée au Canada.....	12
Comparaison des prototypes nationaux n ^{os} 2, 3, 12, 17, 24, 25, 29. Dilatation relative des prototypes n ^{os} 12 et 19.....	14-16
Étalons à bouts; publication d'un mémoire...	16-17
Fils géodésiques. Toises n ^{os} 9, 10 et 11. Règle de la Commission géodésique brésilienne...	18-19
Détermination des kilogrammes prototypes n ^{os} 28 et 37.....	19
Suite des études sur le baros.....	19-20
Étude préliminaire des propriétés du marbre. Publication du Tome XVI des <i>Travaux et Mémoires</i> , nouvelle édition de <i>La mesure rapide des bases géodésiques</i>	21
Certificats délivrés du 1 ^{er} novembre 1913 au 31 août 1920.....	22-25
V. — <i>Comptes</i>	25-36
1. — Frais d'établissement et d'amélioration du matériel scientifique.....	26-27
2. — Frais des étalons et témoins internationaux.....	27
3. — Frais annuels.....	27
4. — Caisse de Secours et de Retraites.....	27-28
5. — Fonds de réserve.....	28

	Pages.
Tableaux résumant les divers comptes.....	29-32
Étude des données contenues dans les tableaux.	32-36
<i>Rapport sur les faits principaux relevant de la gestion confiée au bureau du Comité pour la période comprise entre le 1^{er} novembre 1913 et le 31 août 1920, et prévisions pour l'avenir.....</i>	37-61
Hommage aux membres du Comité décédés depuis la dernière session.....	37
Élections.....	38
Organisation du Bureau pendant la guerre....	39-42
Rapports financiers.....	42-51
Proposition d'extension des attributions du Bureau, présentée par M. Pasquier au nom du Gouvernement belge et résolutions prises à Washington.....	51-57
Révision du Règlement intérieur et du Règlement de la Caisse des Retraites....	57-58
Établissement des parts contributives des États nouvellement adhérents.....	58-59
Traités de paix et relations avec la Société des Nations.....	59-60
Nomination de deux Commissions.....	60
Discussion préliminaire sur le Rapport précédent.....	61-63
<i>Procès-verbal de la deuxième séance, du 6 octobre 1920.....</i>	64-76
Rapport de la Commission des Instruments et des Travaux.....	65-71
Kilogrammes prototypes. Mètres prototypes. Recherches sur les alliages. Étalons à bouts. Mesure des étalons en quartz. Taxes de vérification. Proposition d'extension des attributions du Bureau et de modification de la Convention du Mètre.	
Discussion du Rapport.....	71-75
Premier Rapport de la Commission des Comptes et des Finances.....	76
<i>Procès-verbal de la troisième séance, du 7 octobre 1920.....</i>	77-81
Deuxième Rapport de la Commission des Comptes et des Finances.....	78-79

	Pages.
Budget. Proposition de modification au Règlement de la Caisse des Retraites. Discussion. M. Hépites est élu Secrétaire, M. Appell est élu Président du Comité.....	79-80 81
<i>Procès-verbal de la quatrième séance, du 8 octobre 1920</i>	82-88
Examen des tracés des mètres prototypes....	82
Procès-verbal de la visite au caveau des prototypes.....	83
Nécessité d'une réparation au caveau. Asséschement.....	84
Lettre de M. Appell informant le Comité qu'il a le regret de ne pas pouvoir accepter la présidence.....	85
Confirmation de M. Gautier dans la présidence intérimaire.....	86
Mesure des étalons en quartz.....	86-87
Clôture de la session.....	88

Notices nécrologiques.

SIR DAVID GILL,	par le Major P.-A. MacMahon.	91
GASTON DARBOUX,	par M. Paul Appell.....	99
PIETRO BIASERNA,	par M. Vito Volterra.....	105
F. DA PAULA ARRILLAGA		
Y GARRO,	par M. Ch.-Éd. Guillaume ..	109
P. CHAPPUIS,	par M. Ch.-Éd. Guillaume ..	114

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.