

les parties ont été réunies à Tamines (bassin de la Sambre), à Courmunaz en bas, et au Treuil, en haut du Stéphanien; à ces trois endroits, les tiges, branches et feuilles sont tout au moins semblables, tandis que les épis connexes sont génériquement différents, ceux de Tamines se rapprochant beaucoup du *Palaeostachya gracillima* Weiss, et ceux du Treuil étant identiques au *Calamostachya vulgaris* Gr. Les échantillons recueillis seront publiés et envoyés au Muséum.

RAPPORTS.

Rapport présenté au nom de la Commission chargée du contrôle scientifique des opérations géodésiques de l'Équateur.

(Commissaires : MM. les Membres du Bureau; MM. Bouquet de la Grye, Hatt, Bassot, Lœwy; H. Poincaré, rapporteur.)

La Commission chargée du contrôle de l'expédition de l'Équateur s'est, comme les années précédentes, réunie pour entendre le rapport de M. le commandant Bourgeois sur les opérations de l'année 1904. Elle a eu le regret de constater que les conditions climatiques ne se sont pas améliorées et que le retard qui s'était produit dans les années précédentes s'est encore accentué. Il y a 2 ans, nous pouvions espérer qu'on pousserait jusqu'à Cuenca avant la fin de 1903; il y a 1 an, nous comptions encore qu'on atteindrait ce point vers le milieu de 1904. En réalité, c'est seulement en novembre que les stations qui entourent cette ville ont pu être terminées. Depuis, on n'a pas pu marcher plus rapidement, de sorte qu'au mois de janvier on était encore à Tinajillas et Narihuima, à 50^{km} et 80^{km} au sud de Cuenca.

Ces retards sont extrêmement fâcheux et nous devons d'abord en rechercher la cause. Les renseignements fournis par les indigènes avaient fait croire que la contrée au sud de Riobamba était moins brumeuse que celle du nord. Ces renseignements étaient inexacts; les indigènes, en effet, ne s'aventurent pas volontiers dans les hautes régions et n'en connaissent pas bien le climat; en outre, ils n'apprécient pas les conditions météorologiques au même point de vue que les géodésiens et s'inquiètent peu des visibilitées à grandes distances. On a donc été obligé de séjourner

aussi longtemps dans les nouvelles stations que dans les anciennes, les brumes s'opposant aux observations. Ces séjours prolongés à de grandes altitudes étaient d'ailleurs très pénibles pour le personnel. A Soldados, la foudre est tombée deux fois sur le campement. On était presque constamment entouré de nuages, et les officiers équatoriens, qui accompagnaient la mission et n'avaient jamais pénétré dans cette partie du pays, étaient étonnés d'y trouver un temps si constamment mauvais.

En revanche, d'autres incidents, qui avaient contribué à retarder les travaux dans les années précédentes, ne se sont heureusement pas reproduits. Il n'y a plus eu de destruction de signaux. Les efforts faits par le Gouvernement équatorien et le clergé local paraissent enfin avoir produit leurs fruits.

Malheureusement la santé du personnel a laissé à désirer, ce qui a occasionné aussi quelques retards. M. le capitaine Peyronnel, chef de la mission par intérim, a été atteint de fièvre et obligé d'interrompre son travail pendant plusieurs jours; les autres officiers, et en particulier M. le capitaine Lallemand et M. le docteur Rivet, ont été aussi fortement éprouvés. M. l'adjudant Lallemand, frappé par la fièvre jaune, a dû être rapatrié. Le personnel secondaire n'a pas été non plus épargné et plusieurs hommes ont été malades.

Enfin, les travaux ont subi, à la fin de l'année 1904, des retards imprévus par suite de la présence au Pérou de la peste bubonique qui a empêché la marche rapide des opérations de reconnaissance.

M. le capitaine Maurain, malade, a quitté l'Équateur au mois de juin; il a été remplacé, comme chef par intérim de la mission, par M. le capitaine Peyronnel qui était arrivé depuis la fin de janvier 1904. M. le docteur Rivet, qui avait passé en congé les premiers mois de l'année 1904, a repris son poste à la fin de mai; on sait qu'il fournit à la mission un concours actif, non seulement comme médecin et comme naturaliste, mais encore comme observateur. M. Maurain ne devant pas retourner en Amérique, M. le capitaine Massenot qui doit le remplacer est arrivé le 22 février 1905; il a pris le commandement par intérim auquel son ancienneté lui donnait droit. D'autre part, M. le capitaine Perrier est parti en congé au commencement de décembre et il doit retourner en Équateur au mois de mai; il sera accompagné de M. le capitaine Noirel, chargé spécialement des observations de pendule.

Triangulation. — On en était resté, à la fin de l'année précédente, au côté Danas-Sinigallay, à la hauteur du chemin de fer de Guayaquil; on en

était, à la fin de 1904, au côté Tinajillas-Narihuima, à un degré environ plus au sud; on avait donc fait seulement 11 stations, sans parler des opérations astronomiques de Cuenca. Il est probable que les stations de Chilla-Cocha et Fierro-Urcu sont aujourd'hui terminées et que nos observateurs sont actuellement à Guacha-Urcu et Colambo (latitude $4^{\circ} 20'$ environ, latitude de Payta $5^{\circ} 5'$). M. le capitaine Perrier a fait la reconnaissance et la construction des signaux jusqu'à la frontière péruvienne. Les brigades se suivent maintenant parallèlement, de sorte que les opérations sur les deux chaînes est et ouest sont simultanées à la même hauteur. Deux points sont à signaler. Dans les quatre dernières stations, on a employé l'héliostat concurremment d'ailleurs avec les mires, les signaux ayant été préalablement construits par les reconnaissances. On a observé en effet que, dans cette région, malgré la fréquence des brumes, le Soleil brille dès que les nuages sont dissipés, en sorte que, à part les jours où la visibilité est nulle, l'emploi de l'héliostat est possible.

D'ailleurs, comme l'héliostat est doublé par la mire, comme nous venons de l'expliquer, on n'est pas exposé à perdre une journée favorable.

En second lieu, afin de rattraper autant que possible le temps perdu, le capitaine Peyronnel, chef par intérim en 1904, a cru devoir remplacer les triangles de 50^{km} de côté, qui avaient d'abord été prévus, par des triangles beaucoup plus grands de 100^{km} environ: le nombre des stations se trouvera donc considérablement diminué, mais en revanche on peut se demander si le nombre des jours de visibilité suffisante ne va pas diminuer dans la même proportion. Toutefois les officiers ont observé qu'en dehors des jours, malheureusement trop fréquents, où les nuages couvrent les sommets les plus rapprochés et où aucune opération n'est possible, la vue s'étend à de grandes distances. Nous ne pouvons que nous en rapporter à leur expérience du pays.

Nous devons observer que les dimensions de ces triangles devront être progressivement réduites à mesure qu'on approchera de la nouvelle base à mesurer, afin de faciliter le rattachement de cette base. D'un autre côté il y a y avoir une assez brusque inflexion de la chaîne vers l'Ouest afin de rejoindre la côte à Payta et un brusque changement d'altitude au moment où l'on franchira la frontière péruvienne.

- *Astronomie.* — Une station astronomique avait été installée à Cuenca. Les opérations furent terminées au mois d'avril. La longitude fut déterminée par M. Maurain à Cuenca et par M. Perrier à Quito; la latitude et l'azimut l'avaient été antérieurement. Le nombre des déterminations à

Cuenca est surabondant; à Quito le temps a été moins favorable, mais les déterminations sont amplement suffisantes, la marche de la pendule étant bien connue par les observations de M. Gonnessiat.

Une station astronomique avait également été prévue vers le quatrième parallèle.

L'emplacement n'en est pas encore choisi; nous discuterons plus loin l'opportunité de la création de cette station.

La station astronomique principale de Payta doit surtout attirer notre attention; on y a déjà mesuré la latitude, il reste à y faire l'azimut et la longitude. Payta est relié à Cuenca par Machala, Chacras et les lignes péruviennes. On pourra donc mesurer, soit la différence Payta-Cuenca, soit la différence Payta-Quito.

Latitudes du troisième ordre. — On a continué à mesurer les latitudes en chacun des sommets de la triangulation. L'astrolabe Claude-Driencourt qui sert à ces opérations continue à donner toute satisfaction. Les officiers sont maintenant complètement familiarisés avec l'emploi de cet instrument. Il est intéressant de signaler que les latitudes de Souzahim et Yansaï ont été observées au théodolite et à l'astrolabe; les résultats calculés pour Yansaï accusent une différence insignifiante, 0",12 environ. Cette concordance justifie l'emploi exclusif de l'astrolabe dans la plupart des stations.

Nivellement de précision. — Le nivellement de précision est aujourd'hui terminé, sauf la traversée du Guayas. D'abord dirigé par M. l'adjutant Lallemant, il fut, après la maladie et le départ de ce sous-officier, confié au sergent Lecomte, qui s'est acquitté de sa tâche d'une façon très satisfaisante.

Pendule. — Notre opinion sur l'importance des observations pendulaires n'a pas changé, et il importe d'autant plus de s'en occuper qu'elles ont été presque complètement laissées de côté jusqu'ici. Il aurait été à désirer, tant à ce point de vue que pour d'autres raisons, que M. le commandant Bourgeois pût retourner en Équateur. Mais malheureusement les nécessités du service en France ne le permettent pas. M. le capitaine Noirel doit partir le 26 avril en emportant un appareil Defforges. Cet officier est accoutumé aux mesures de gravité.

Rattachement de Machala. — Dès le début de la mission, on s'était rendu compte de la nécessité de mesurer la déviation de la verticale dans le sens est-ouest. Pour cela il fallait déterminer la différence de longitude géodésique et la différence de longitude astronomique d'un point de la côte et d'un point de la méridienne de Quito. Il fallait donc trouver sur la côte un

point qu'il fût possible de relier à la chaîne, tant télégraphiquement que géodésiquement. On avait d'abord songé à Guayaquil qui est en communication télégraphique avec Quito, et qu'on pouvait joindre géodésiquement à la chaîne par l'intermédiaire de l'île de Puña. Toutefois le passage par l'île de Puna, outre qu'il aurait entraîné un certain nombre de stations supplémentaires, n'était pas sans présenter quelques difficultés.

La situation s'est heureusement modifiée par la construction d'une nouvelle ligne télégraphique. La station de Machala, petit port de mer, vers 4° de latitude Sud, est maintenant reliée au réseau télégraphique; d'autre part elle est visible de deux stations de la chaîne, celle de Narihuina et celle de Chilla Cocha; ces deux stations sont aujourd'hui terminées, la première certainement, la seconde probablement, et les visées ont pu être faites, grâce à la présence du sergent Lecomte qui, après avoir terminé le nivellement, s'est rendu à Machala. Ce sous-officier est d'ailleurs en état de faire lui-même la mesure de l'angle Narihuina-Machala-Chilla Cocha de sorte qu'il ne resterait à faire en cette station que les opérations astronomiques.

Conclusions. — Les lignes précédentes ont montré quelles difficultés ont rencontrées nos officiers, quels efforts ils ont faits pour les surmonter et que la situation actuelle ne peut en aucune façon leur être imputée. Mais il n'en est pas moins vrai que cette situation est fâcheuse et il convient d'examiner les moyens d'y faire face.

Il n'y a, évidemment, que deux partis à prendre, ou bien arrêter le travail au moment où les ressources déjà votées seront épuisées, ou bien le poursuivre jusqu'au bout en se résignant aux sacrifices nécessaires. Ce n'est pas à nous, évidemment, qu'il appartient de décider, puisqu'une question de dépense est soulevée, mais nous pouvons du moins émettre un avis.

Jusqu'où les ressources actuelles nous permettraient-elles d'aller? Un examen minutieux de l'état des crédits a permis au Service géographique de répondre à cette question. Il faudrait :

1° Raccourcir l'arc d'un degré environ, soit du sixième de sa longueur en s'arrêtant au voisinage du côté Guacha-Urcu-Colambo.

2° Renoncer à mesurer la base du Sud avec un appareil de haute précision en se contentant d'un appareil plus léger.

En effet, l'arc n'étant pas poussé jusqu'au bord de la mer, il faudrait prendre l'emplacement de base dans les montagnes où l'emploi de la règle est impossible, d'autant que le transport de la règle dans ces régions entraînerait d'importantes dépenses.

3° Supprimer les observations pendulaires.

4° Renoncer au rattachement de Machala.

Il suffit d'énoncer ces conditions pour montrer qu'une pareille solution est inadmissible. Ce serait une véritable faillite; la France n'aurait fait qu'une œuvre incomplète, qui ne répondrait nullement aux promesses faites à l'Association internationale géodésique, et elle se verrait exposée à voir son travail inachevé repris par d'autres puissances. Nous verrons d'ailleurs que ce programme restreint entraînerait lui-même de grandes difficultés.

1° Il est clair que le raccourcissement de l'arc diminue sa valeur scientifique. Il avait été question d'abord de le prolonger vers le Nord jusque sur le territoire colombien; ce premier projet ne put être exécuté par suite des événements politiques; on résolut alors de compenser la réduction nécessaire de la partie septentrionale par une prolongation correspondante de la partie méridionale, ce qui offrait en même temps l'avantage de pousser jusqu'à la mer, à Payta, où l'on devait trouver un emplacement très favorable pour la mesure des bases. Il s'agirait aujourd'hui de renoncer à cette prolongation.

2° N'allant plus jusqu'à la mer, on n'aurait plus d'emplacement assez uni pour l'emploi des règles et la base du Sud y perdrait en précision, ce qui serait d'autant plus fâcheux que la base de vérification du Nord n'a pu non plus être mesurée qu'avec les fils. Mais ce n'est pas tout, et l'on peut se demander s'il sera même possible de trouver un emplacement se prêtant à la mesure d'une base par les fils. La région est, en effet, très accidentée et il n'y a rien de comparable à ce qu'on appelle plus au Nord la plaine interandine. De plus, les stations construites forment de grands triangles et, pour passer à une base de longueur raisonnable, il faudrait un assez grand nombre de stations intermédiaires si l'on veut que le rattachement se fasse avec quelque précision.

3° L'abandon des observations pendulaires serait plus déplorable encore. Nous n'avons pas à revenir sur les raisons qui ont été exposées dans les précédents rapports et qui démontrent l'importance des mesures de gravité. Rappelons seulement que jusqu'ici une seule station a été faite, celle de Riobamba.

4° Pour que la mesure de l'arc de méridien conserve toute sa valeur, il faut qu'on soit assuré que cet arc n'est pas altéré par un relèvement anormal du géoïde, dû à l'attraction des Andes. Or ce relèvement ne peut être évalué que de deux manières, ou bien par la comparaison des observations

pendulaires, ou bien par la mesure des différences de longitude tant géodésiques qu'astronomiques entre un point de la côte et un point des Andes.

Si l'on renonce aux observations pendulaires, le premier moyen nous échappe, car la mesure unique effectuée jusqu'ici ne permet aucune comparaison. Si, d'autre part, on renonce au rattachement de Machala, le second moyen nous fait également défaut ; dans le projet primitif la triangulation touchait la côte en deux points seulement, à Payta et à Machala et ces deux points seraient abandonnés.

Telles sont les raisons qui ne nous permettent pas de nous arrêter à la première solution. Il faut maintenant se rendre compte des dépenses supplémentaires qu'entraînerait l'adoption de la seconde. Les évaluations du service géographique les portent à 150 000^{fr.} Fort heureusement l'intervention d'un généreux donateur facilite beaucoup la solution et nous permet d'entrevoir un résultat digne de la France. Le prince Roland Bonaparte met à la disposition du gouvernement de la République, à titre de fond de concours, une somme de 100 000^{fr.}, à la condition que l'œuvre soit poussée jusqu'au bout. Les crédits nouveaux à demander au Parlement se réduiraient ainsi à 50 000^{fr.}

Il semble que, dans ces conditions, l'hésitation ne soit pas permise et qu'il y ait lieu de maintenir le plan primitif, et de rejeter définitivement le programme restreint dont nous avons montré plus haut les inconvénients ; mais on pourrait encore se demander si une solution intermédiaire ne serait pas possible. Nous observerons d'abord qu'on épargnerait ainsi du temps, mais que les charges du budget ne seraient pas diminuées et se trouveraient même accrues, puisque le concours du prince Roland Bonaparte ne nous est offert qu'en vue de l'achèvement de l'arc jusqu'à Payta. D'autre part, si le rattachement de Machala et les observations de pendule sont absolument indispensables pour estimer le relèvement du géoïde, le prolongement de l'arc jusqu'à la mer nous est également imposé par la difficulté de trouver un emplacement de base convenable dans la région montagneuse. D'ailleurs, des observations astronomiques ont déjà été faites en ce point par le capitaine Maurain. Ces considérations ne semblent pas permettre de s'arrêter à une solution intermédiaire.

Si l'on maintient les projets primitifs, il y a lieu de se demander à quel moment on peut espérer que l'exécution en sera achevée. A cet égard, nous devons nous en rapporter aux évaluations de M. le capitaine Perrier qui a fait la reconnaissance des régions où l'on doit opérer, et qui par un long séjour en Équateur a acquis une grande expérience de ces contrées. Cet

officier estime qu'à la date du 1^{er} avril 1905, toutes les stations actuellement construites seront terminées, sauf les deux dernières où l'on ne peut opérer tant que les signaux des stations suivantes ne seront pas établis. Pendant les mois d'avril, mai, juin, juillet deux des officiers opéreraient la reconnaissance du dernier tronçon de l'arc et y construiraient les signaux. Pendant ce temps les autres officiers feraient la station de Machala, y détermineraient la latitude, y feraient les observations de pendule, et mesureraient la différence de longitude Cuenca-Machala.

Les stations à construire seraient vraisemblablement au nombre de 10, y compris les termes de la base. M. Perrier estime à 7 mois la durée des opérations géodésiques dans ces stations (avec deux brigades), de telle sorte que ces opérations seraient terminées en février 1906.

Pendant ce temps, deux autres officiers se rendraient à Guacha-Urcu et Colambo, les deux dernières stations actuellement construites; ils y feraient la géodésie et deux latitudes au cercle méridien, ce qui les mènerait à la fin d'octobre. Ils feraient ensuite la différence de longitude Colambo-Cuenca qui serait terminée à la fin de l'année 1905.

On aurait pu se demander si l'on n'aurait pas pu supprimer cette station astronomique de Colambo; mais on doit observer d'une part que ce point est à une altitude très différente de celles de Machala et Payta, et qu'il importe d'avoir une détermination astronomique d'un point situé à la fois dans la partie sud de l'arc et dans la région montagneuse, et d'autre part que les opérations ne s'en trouveront pas retardées, puisque, d'après l'exposé qui précède, les officiers qui procéderont à cette détermination ne pourraient pas facilement être utilisés ailleurs à ce moment.

De fin décembre à fin mars, on installera la station de Payta et l'on fera la différence de longitude Payta-Machala.

Enfin, de fin mars au milieu de mai, on mesure la base de Payta, d'une part avec trois fils Jäderin en métal invar avec réglettes en invar et poids tenseurs, d'autre part avec la règle bimétallique Brunner ou mieux avec la nouvelle règle en métal invar.

Pendant ce temps M. le capitaine Noirel, opérant indépendamment, ferait les déterminations pendulaires.

Si ce plan pouvait être exécuté, tout serait terminé au mois de mai 1906. M. le capitaine Perrier, instruit par l'expérience, a fait les évaluations de temps d'une façon aussi large que possible. Néanmoins nous avons déjà été si souvent déçus que l'on pourrait conserver quelques craintes de voir ce délai dépassé. Ce qui toutefois doit nous rassurer, c'est que l'on va décidé-

ment sortir de la Cordillère pour entrer dans la région péruvienne où les conditions climatériques sont très différentes. Le retard, s'il s'en produit un, ne serait que de quelques semaines. Le calcul des crédits a d'ailleurs été fait dans l'hypothèse où les opérations dureraient jusqu'à la fin du premier semestre 1906, et les officiers croient pouvoir nous garantir que cette date ne sera pas dépassée.

Quoi qu'il en soit, il nous semble qu'il y a lieu d'approuver le plan qui nous est proposé. En terminant, adressons nos remerciements aux vaillants Français dont le courage et la persévérance ne se sont jamais démentis, et aussi au prince Roland Bonaparte dont la généreuse intervention nous aidera à atteindre le résultat désiré.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de l'année 1905.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

MATHÉMATIQUES : *Prix Francœur*. — MM. Jordan, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert, Maurice Levy, Darboux, Boussinesq.

MÉCANIQUE : *Prix Montyon, Fourneyron, Poncelet*. — MM. Maurice Levy, Boussinesq, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Haton de la Goupillièrre, Schläsing, Poincaré.

NAVIGATION : *Prix extraordinaire de la Marine, Plumey*. — MM. Maurice Levy, Bouquet de la Grye, Grandidier, Boussinesq, Deprez, Léauté, Bassot, Guyou, Sebert, Hatt, Bertin, Vieille.

ASTRONOMIE : *Prix Pierre Guzman, Lalande, Valz, G. de Pontécoulant, Damoiseau*. — MM. Janssen, Lœwy, Wolf, Radau, Deslandres, Bigourdan, Poincaré, Lippmann, Darboux.

Cette Commission est également chargée de présenter une *question* pour le *Prix Damoiseau* qui sera décerné en 1908.

GÉOGRAPHIE : *Prix Gay, Tchihatchef*. — MM. Bouquet de la Grye, Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, de Lapparent, Perrier, Van Tieghem.

Cette Commission est également chargée de présenter une *question* pour le *Prix Gay* qui sera décerné en 1908.