



LA MESURE DE LA TERRE ET LA GÉODÉSIE FRANÇAISE

Par **M. H. POINCARÉ**, Membre de l'Institut, Vice-Président.

MESDAMES, MESSIEURS,

Tout le monde comprend quel intérêt nous avons à connaître la forme et les dimensions de notre globe; mais quelques personnes s'étonneront peut-être de la précision que l'on recherche. Est-ce là un luxe inutile? A quoi servent les efforts qu'y dépensent les géodésiens?

Si l'on posait cette question à un parlementaire, j'imagine qu'il répondrait: « Je suis porté à croire que la géodésie est une des sciences les plus utiles, car c'est une de celles qui nous coûtent le plus cher. » Je voudrais essayer de vous faire une réponse un peu plus précise.

Les grands travaux d'art, ceux de la paix comme ceux de la guerre, ne peuvent être entrepris sans de longues études qui épargnent bien des tâtonnements, des mécomptes et des frais inutiles. Ces études ne peuvent se faire que sur une bonne carte. Mais une carte ne sera qu'une fantaisie sans aucune valeur si on veut la construire sans l'appuyer sur une ossature solide. Autant faire tenir debout un corps humain dont on aurait retiré le squelette.

Or, cette ossature, ce sont les mesures géodésiques qui nous la donnent; donc sans géodésie, pas de bonne carte; sans bonne carte, pas de grands travaux publics.

Ces raisons suffiraient sans doute pour justifier bien des dépenses; mais ce sont des raisons propres à convaincre des parlementaires, des financiers, des hommes pratiques. Ce n'est pas sur celles-là qu'il convient d'insister devant une assemblée comme la nôtre; il y en a de plus hautes et, à tout prendre, de plus importantes.

Nous poserons donc la question autrement: la géodésie peut-elle nous

aider à mieux connaître la nature? Nous en fait-elle comprendre l'unité et l'harmonie? Un fait isolé, en effet, n'a que peu de prix, et les conquêtes de la science n'ont de valeur que si elles en préparent de nouvelles.

Si donc on venait à découvrir une petite bosse sur l'ellipsoïde terrestre, cette découverte serait par elle-même sans grand intérêt. Elle deviendra précieuse, au contraire, si, en recherchant la cause de cette bosse, nous avons l'espoir de pénétrer de nouveaux secrets.

Eh bien! quand, au dix-huitième siècle, Maupertuis et La Condamine affrontaient des climats si divers, ce n'était pas seulement pour connaître la forme de notre planète, il s'agissait du système du monde tout entier.

Si la terre était aplatie, Newton triomphait et avec lui la doctrine de la gravitation et toute la mécanique céleste moderne.

Et aujourd'hui, un siècle et demi après la victoire des newtoniens, croit-on que la géodésie n'ait plus rien à nous apprendre?

Nous ne savons pas ce qu'il y a dans l'intérieur du globe. Les puits de mines et les sondages ont pu nous faire connaître une couche de un ou deux kilomètres d'épaisseur, c'est-à-dire la millième partie de la masse totale; mais qu'y a-t-il dessous?

De tous les voyages extraordinaires rêvés par Jules Verne, c'est peut-être le voyage au centre de la terre qui nous a conduits dans les régions les plus inexplorées.

Mais ces roches profondes, que nous ne pouvons atteindre, exercent au loin leur attraction qui agit sur le pendule et déforme le sphéroïde terrestre. La géodésie peut donc les peser de loin pour ainsi dire et nous renseigner sur leur répartition. Elle nous fera ainsi voir réellement ces mystérieuses régions que Jules Verne ne nous montrait qu'en imagination.

Ce n'est pas là un songe creux. M. Faye, en comparant toutes les mesures, est arrivé à un résultat bien fait pour nous surprendre. Sous les océans, il y a dans les profondeurs, des roches d'une très grande densité; sous les continents, au contraire, il y a des vides.

Des observations nouvelles modifieront peut-être ces conclusions dans les détails.

Notre vénéré doyen nous a, dans tous les cas, montré de quel côté il faut chercher et ce que le géodésien peut apprendre au géologue, curieux de connaître la constitution intérieure de la terre, et même au penseur qui veut spéculer sur le passé et l'origine de cette planète.

Et maintenant, pourquoi ai-je intitulé cette lecture *La Géodésie française*? C'est que, dans chaque pays, cette science a pris, plus que toutes les autres peut-être, un caractère national. Il est aisé d'en apercevoir la raison.

Il faut bien qu'il y ait des rivalités. Les rivalités scientifiques sont tou-

jours courtoises, ou du moins presque toujours; en tout cas elles sont nécessaires, parce qu'elles sont toujours fécondes.

Eh bien! dans ces entreprises qui exigent de si longs efforts et tant de collaborateurs, l'individu s'efface, malgré lui, bien entendu; nul n'a le droit de dire: Ceci est mon œuvre. Ce n'est donc pas entre les hommes, mais entre les nations que les rivalités s'exercent.

Nous sommes amenés ainsi à chercher quelle a été la part de la France. Cette part, je crois que nous avons le droit d'en être fiers.

Au début du dix-huitième siècle, de longues discussions s'élevèrent entre les newtoniens qui croyaient la terre aplatie, ainsi que l'exige la théorie de la gravitation, et Cassini qui, trompé par des mesures inexactes, croyait notre globe allongé. L'observation directe pouvait seule trancher la question. Ce fut notre Académie des sciences qui entreprit cette tâche, gigantesque pour l'époque.

Pendant que Maupertuis et Clairaut mesuraient un degré du méridien sous le cercle polaire, Bouguer et La Condamine se dirigeaient vers les montagnes des Andes, dans des régions soumises alors à l'Espagne et qui forment aujourd'hui la République de l'Equateur.

Nos missionnaires s'exposaient à de grandes fatigues. Les voyages n'étaient pas aussi faciles qu'aujourd'hui.

Certes, le pays où opérait Maupertuis n'était pas un désert, et même il y goûta, dit-on, parmi les Laponnes, ces douces satisfactions du cœur que les vrais navigateurs arctiques ne connaissent pas. C'était à peu près la région où, de nos jours, de confortables steamers transportent, chaque été, des caravanes de touristes et de jeunes Anglaises. Mais dans ce temps là l'agence Cook n'existait pas et Maupertuis croyait pour de bon avoir fait une expédition polaire.

Peut-être n'avait-il pas tout à fait tort. Les Russes et les Suédois poursuivent aujourd'hui des mesures analogues au Spitzberg, dans un pays où il y a de vraies banquises. Mais ils ont de tout autres ressources, et la différence des temps compense bien celle des latitudes.

Le nom de Maupertuis nous est parvenu fortement égratigné par les griffes du docteur Akakia; le savant avait eu le malheur de déplaire à Voltaire, qui était alors le roi de l'esprit. Il en fut d'abord loué outre mesure; mais les flatteries des rois sont aussi redoutables que la disgrâce, car les lendemains en sont terribles. Voltaire lui-même en a su quelque chose.

Voltaire a appelé Maupertuis « mon aimable maître à penser, marquis du cercle polaire, cher aplatisseur du monde et de Cassini » et même, flatterie **suprême** « sir Isaac Maupertuis »; il lui a écrit: « Il n'y a que le roi de Prusse que je mette de niveau avec vous; il ne lui manque que d'être

géomètre.» Mais bientôt la scène change; il ne parle plus de le diviniser comme autrefois les Argonautes, ou de faire descendre de l'Olympe le conseil des dieux pour contempler ses travaux, mais de l'enchaîner dans un asile d'aliénés. Il ne parle plus de son esprit sublime, mais de son orgueil despotique, doublé de très peu de science et de beaucoup de ridicule.

Je ne veux pas raconter ces luttes héroï-comiques; permettez-moi cependant quelques réflexions sur deux vers de Voltaire. Dans son *Discours sur la modération* (il ne s'agit pas de la modération dans les éloges et dans les critiques), le poète a écrit :

Vous avez confirmé dans des lieux pleins d'ennui
Ce que Newton connut sans sortir de chez lui.

Ces deux vers (qui remplaçaient les hyperboliques louanges de la première édition) sont fort injustes, et, sans nul doute, Voltaire était trop éclairé pour ne pas la comprendre.

Alors on n'estimait que les découvertes que l'on peut faire sans sortir de chez soi.

Aujourd'hui ce serait plutôt de la théorie qu'on ferait peu de cas. C'est là, méconnaître le but de la science.

La nature est-elle gouvernée par le caprice, ou l'harmonie y règne-t-elle? voilà la question; c'est quand elle nous révèle cette harmonie que la science est belle et par là digne d'être cultivée. Mais d'où peut nous venir cette révélation, sinon de l'accord d'une théorie avec l'expérience? Chercher si cet accord a lieu ou s'il fait défaut, c'est donc là notre but. Dès lors ces deux termes que nous devons comparer l'un à l'autre sont aussi indispensables l'un que l'autre. Négliger l'un pour l'autre serait un non-sens. Isolées, la théorie serait vide, l'expérience serait myope: toutes deux seraient inutiles et sans intérêt.

Maupertuis a donc droit à sa part de gloire. Certes elle ne vaudra pas celle de Newton qui avait reçu l'étincelle divine, ni même celle de son collaborateur Clairaut. Elle n'est pas à dédaigner pourtant, parce que son œuvre était nécessaire, et si la France, devancée par l'Angleterre au dix-septième siècle, a si bien pris sa revanche au siècle suivant, ce n'est pas seulement au génie des Clairaut, des d'Alembert, des Laplace, qu'elle le doit; c'est aussi à la longue patience des Maupertuis et des La Condamine.

Nous arrivons à ce qu'on peut appeler la seconde période héroïque de la géodésie. La France est déchirée à l'intérieur. Toute l'Europe est armée contre elle; il semblerait que ces luttes gigantesques dussent absorber toutes ses forces. Loin de là, il lui en reste encore pour servir la science. Les hommes de ce temps ne reculaient devant aucune entreprise, c'étaient des hommes de foi.

Delambre et Méchain furent chargés de mesurer un arc allant de Dunkerque à Barcelone. On ne va plus cette fois en Laponie ou au Pérou; les escadres ennemies nous en fermeraient les chemins. Mais, si les expéditions

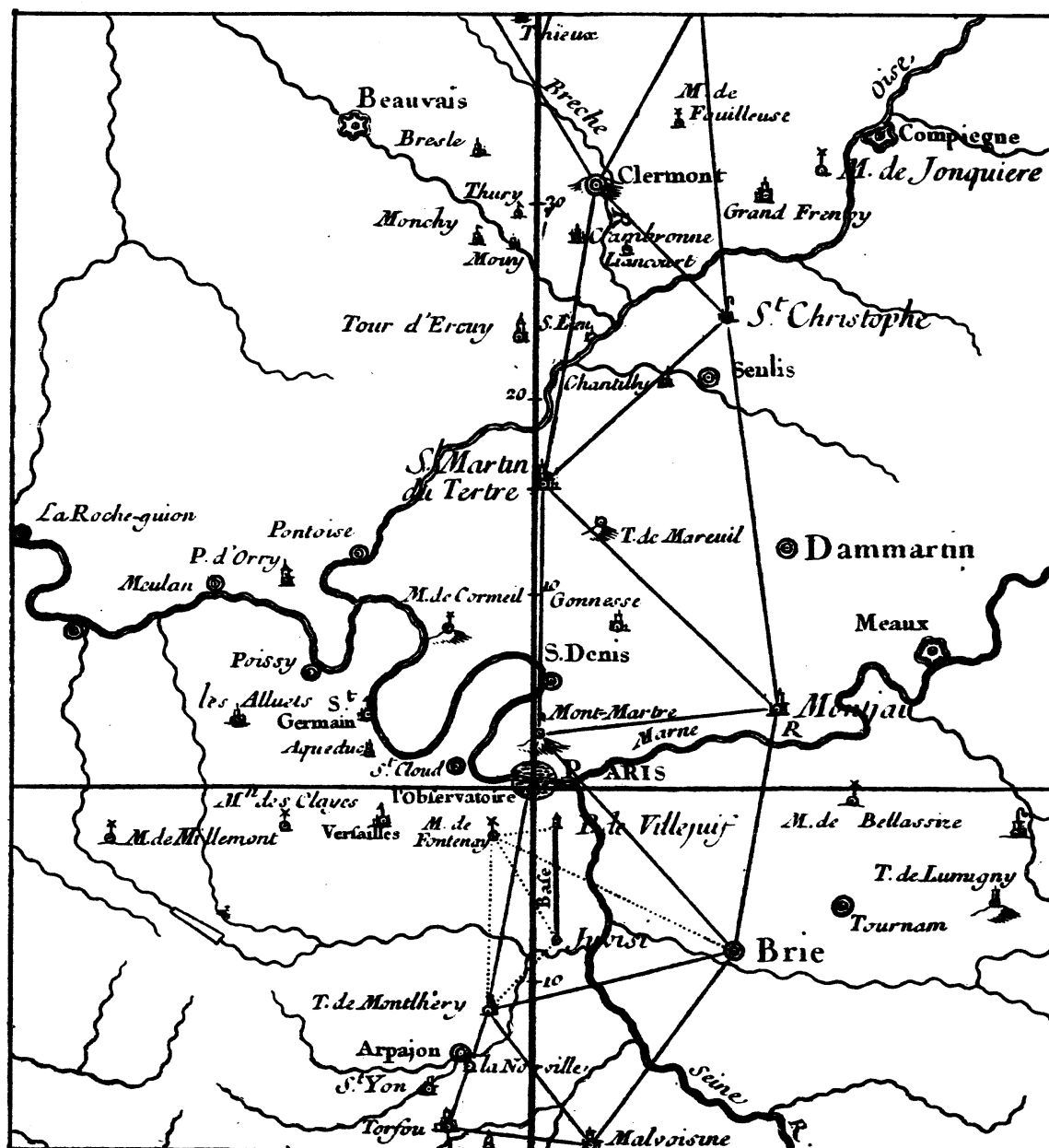


Fig. 182. — Mesure d'un arc du méridien faite en 1739 par Cassini (1)

sont moins lointaines, l'époque est si troublée que les obstacles, les périls même sont tout aussi grands.

(1) Cette figure est extraite de l'ouvrage *La Méridienne de l'Observatoire de Paris*, publiée par l'Académie des Sciences en 1744. (On y remarquera la base mesurée de Villejuif à Juvisy par Picard en 1669); celle qui est en tête de la première page est extraite des *Ouvrages de Mathématique de Picard : La Mesure de la Terre*, volume publié à la Haye en 1731, et rappelle les feux allumés à Malvoisine, Monthéry et Mareuil, en septembre 1669, pour ces mesures de l'abbé Picard et de ses collègues.

En France, Delambre avait à lutter contre le mauvais vouloir de municipalités soupçonneuses. On sait que les clochers, qui se voient de si loin, et qu'on peut viser avec précision, servent souvent de signaux aux géodésiens. Mais dans le pays que Delambre traversait, il n'y avait plus de clochers. Je ne sais quel proconsul avait passé par là, et il se vantait d'avoir fait tomber tous les clochers qui s'élevaient orgueilleusement au-dessus de l'humble demeure des sans-culottes.

On éleva alors des pyramides de planches qu'on recouvrit de toile blanche pour les rendre plus visibles. Ce fut bien autre chose : de la toile blanche ! Quel était ce téméraire qui, sur nos sommets récemment affranchis, osait arborer l'odieux étendard de la contre-révolution ? Force fut de border la toile blanche de bandes bleues et rouges.

Méchain opérait en Espagne ; les difficultés étaient autres, mais elles n'étaient pas moindres. Les paysans espagnols étaient hostiles. Là, on ne manquait pas de clochers ; mais s'y installer avec des instruments mystérieux et peut-être diaboliques, n'était-ce pas un sacrilège ? Les révolutionnaires étaient les alliés de l'Espagne, mais c'étaient des alliés qui sentaient un peu le fagot.

« Sans cesse, écrit Méchain, on menace de venir nous égorger. » Heureusement, grâce aux exhortations des curés, aux lettres pastorales des évêques, ces farouches Espagnols se contentèrent de menacer.

Quelques années après, Méchain fit une seconde expédition en Espagne : il se proposait de prolonger la méridienne de Barcelone jusqu'aux Baléares. C'était la première fois qu'on cherchait à faire franchir aux triangulations un large bras de mer en observant les signaux dressés sur quelque haute montagne d'une île éloignée. L'entreprise était bien conçue et bien préparée ; elle échoua cependant. Le savant français rencontra toutes sortes de difficultés dont il s'est plaint amèrement dans sa correspondance. « L'enfer, écrit-il, peut-être avec quelque exagération, l'enfer et tous les fléaux qu'il vomit sur la terre, les tempêtes, la guerre, la peste et les noires intrigues sont donc déchaînés contre moi ! »

Le fait est qu'il rencontra chez ses collaborateurs plus d'orgueilleux entêtements que de bonne volonté et que mille incidents retardèrent son travail. La peste n'était rien, la crainte de la peste était bien plus redoutable ; toutes ces îles se défiaient des îles voisines et craignaient d'en recevoir le fléau. Méchain n'obtint qu'après de longues semaines la permission de débarquer à la condition de faire vinaigrer tous ses papiers ; c'était l'antisepsie du temps.

Dégouté et malade, il venait de demander son rappel, quand il mourut.

Ce furent Arago et Biot qui eurent l'honneur de reprendre l'œuvre inachevée et de la mener à bonne fin.

Grâce à l'appui du gouvernement espagnol, à la protection de plusieurs évêques et surtout à celle d'un célèbre chef de brigands, les opérations avancèrent assez vite. Elles étaient heureusement terminées, et Biot était rentré en France, quand la tempête éclata.

C'était le moment où l'Espagne entière prenait les armes pour défendre contre nous son indépendance. Pourquoi cet étranger montait-il sur les montagnes pour faire des signaux? C'était évidemment pour appeler l'armée française. Arago ne put échapper à la populace qu'en se constituant prisonnier. Dans sa prison, il n'avait d'autre distraction que de lire dans les journaux espagnols le récit de sa propre exécution. Les journaux de ce temps-là donnaient quelquefois des nouvelles prématurées. Il eut du moins la consolation d'apprendre qu'il était mort avec courage et chrétiennement.

La prison elle-même n'était plus sûre, il dut s'évader et gagner Alger. Là, il s'embarque pour Marseille sur un navire algérien. Ce navire est capturé par un corsaire espagnol et voilà Arago ramené en Espagne et traîné de cachot en cachot, au milieu de la vermine et dans la plus affreuse misère.

S'il ne s'était agi que de ses sujets et de ses hôtes, le dey n'aurait rien dit. Mais il y avait à bord deux lions, présent que le souverain africain envoyait à Napoléon. Le dey menaça de la guerre.

Le navire et les prisonniers furent relâchés. Le point aurait dû être correctement fait, puisqu'il y avait un astronome à bord; mais l'astronome avait le mal de mer, et les marins algériens, qui voulaient aller à Marseille, abordèrent à Bougie. De là, Arago se rendit à Alger, traversant à pied la Kabylie au milieu de mille périls. Longtemps il fut retenu en Afrique et menacé du bague. Enfin il put retourner en France; ses observations qu'il avait conservées sous sa chemise, et, ce qui est plus extraordinaire, ses instruments avaient traversé sans dommage ces terribles aventures.

Jusqu'ici, non seulement la France a occupé la première place, mais elle a tenu la scène presque seule. Dans les années qui suivirent, les méthodes nouvelles d'observation et de calcul nous vinrent surtout d'Allemagne et d'Angleterre. C'est seulement depuis une quarantaine d'années que la France a repris son rang.

Elle le doit à notre regretté confrère, le général Perrier, qui a exécuté avec succès une entreprise vraiment audacieuse, la jonction de l'Espagne et de l'Afrique. Des stations furent installées sur quatre sommets sur les deux rives de la Méditerranée. Pendant de longs mois, on attendit une atmosphère calme et limpide. Enfin on aperçut ce mince filet de lumière qui avait parcouru 300 kilomètres au-dessus des mers. L'opération avait réussi.

Aujourd'hui on a conçu des projets plus hardis encore. D'une montagne voisine de Nice, on enverra des signaux en Corse, non plus en vue de

déterminations géodésiques, mais pour mesurer la vitesse de la lumière. La distance n'est que de 200 kilomètres; mais le rayon lumineux devra faire le voyage aller et retour, après s'être réfléchi sur un miroir placé en Corse. Et il ne faudra pas qu'il s'égare en route; car il doit revenir exactement au point de départ.

Depuis, l'activité de la géodésie française ne s'est pas ralentie. Nous n'avons plus à raconter d'aussi étonnantes aventures; mais l'œuvre scientifique accomplie est immense. Le territoire de la France d'outre-mer, comme celui de la métropole, se couvre de triangles mesurés avec précision.

On est devenu de plus en plus exigeant, et ce que nos pères admiraient ne nous suffit plus aujourd'hui. Mais, à mesure qu'on recherche plus d'exactitude, les difficultés s'accroissent considérablement; nous sommes environnés de pièges et nous devons nous défier de mille causes d'erreur insoupçonnées. Il faut donc créer des instruments de plus en plus impeccables.

Là encore, la France ne s'est pas laissé distancer. Nos appareils pour la mesure des bases et des angles ne laissent rien à désirer, et je citerai aussi le pendule de M. le colonel Defforges, qui permet de déterminer la pesanteur avec une précision inconnue jusqu'ici.

L'avenir de la géodésie française est actuellement entre les mains du service géographique de l'armée, dirigé par notre confrère, le général Bassot. On ne saurait trop s'en féliciter. Pour faire de la géodésie, les aptitudes scientifiques ne suffisent pas; il faut être capable de supporter de longues fatigues sous tous les climats; il faut que le chef sache obtenir l'obéissance de ses collaborateurs et l'imposer à ses auxiliaires indigènes. Ce sont là des qualités militaires. Du reste, on sait que, dans notre armée, la science a toujours marché de pair avec le courage.

J'ajoute qu'une organisation militaire assure l'unité d'action indispensable. Il serait plus difficile de concilier les prétentions rivales de savants jaloux de leur indépendance, soucieux de ce qu'ils appellent leur gloire, et qui devraient cependant opérer de concert quoique séparés par de grandes distances. Entre les géodésiens d'autrefois, il y eut souvent des discussions dont quelques-unes soulevèrent de longs échos. L'Académie a longtemps retenti de la querelle de Bouguer et de La Condamine. Je ne veux pas dire que les militaires soient exempts de passions, mais la discipline impose silence aux amours-propres trop sensibles.

Plusieurs gouvernements étrangers ont fait appel à nos officiers pour organiser leur service géodésique, c'est la preuve que l'influence scientifique de la France au dehors ne s'est pas affaiblie.

Nos ingénieurs hydrographes apportent aussi à l'œuvre commune un glorieux contingent. Le lever de nos côtes, de nos colonies, l'étude des ma-

rées leur offrent un vaste champ de recherches. Je citerai enfin le nivellement général de la France qui s'exécute par les méthodes ingénieuses et précises de M. Lallemant.

Avec de tels hommes, nous sommes sûrs de l'avenir. Le travail ne leur manquera pas, du reste; notre empire colonial leur ouvre d'immenses espaces mal explorés. Ce n'est pas tout: l'Association géodésique internationale a reconnu la nécessité d'une mesure nouvelle de l'arc de Quito, déterminé jadis par La Condamine. C'est la France qui sera chargée de cette opération; elle y avait tous les droits, puisque nos ancêtres avaient fait, pour ainsi dire, la conquête scientifique des Cordillères. Ces droits n'ont pas été contestés et notre gouvernement est prêt à les exercer.

Déjà MM. les capitaines Maurain et Lacombe ont exécuté une première reconnaissance, et la rapidité avec laquelle ils ont accompli leur mission, en traversant des pays difficiles et en gravissant les sommets les plus escarpés, mérite tous les éloges. Elle a fait l'admiration de M. le général Alfaro, président de la République de l'Equateur, qui les a surnommés *los hombres de hierro*, les hommes de fer.

Bientôt la mission définitive va partir, et tout nous fait espérer que, dans quatre ans, la géodésie française comptera une victoire de plus.

SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DE FRANCE

Séance du 7 Novembre 1900.

Présidence de M. CALLANDREAU, de l'Institut, Président.

La séance, après une réunion du Conseil, est ouverte à 8^h 45^m.

M. FLAMMARION annonce que les Léonides ne paraîtront pas plus cette année que l'année dernière et que tous les journaux font à ce sujet une grossière erreur. Les calculs de MM. Downing et Johnstone Stoney prouvent, qu'outre la dissémination annoncée dans l'*Annuaire Astronomique*, les perturbations ressenties depuis 1866 sur ce qui reste du gros de l'essaim ont déplacé le point de rencontre avec l'orbite terrestre. Le courant des météores perce le plan de l'écliptique à une distance de 2.694.000 kil. à l'intérieur de la route de la Terre. Il n'est donc pas étonnant qu'à une telle distance, la rencontre n'ait pas lieu. Nous aurons là, sans doute, au lieu de l'averse de la période de 33 ans, simplement quelques météores retardataires.

M. CALLANDREAU fait remarquer que peut-être, néanmoins, les Léonides ne feront pas défaut cette année, étant donné les surprises que peuvent toujours réserver les étoiles filantes.

M. FLAMMARION répond qu'il serait heureux lui-même de ce retour improbable — et que c'est une raison de plus pour inviter à les chercher.