

LA VIE ET LES TRAVAUX DE F. TISSERAND

LEÇON D'OUVERTURE DU COURS DE MÉCANIQUE CÉLESTE A LA SORBONNE ¹

Ce n'est pas sans émotion que je m'assieds dans cette chaire où vous avez vu si longtemps un maître éminent, qui fut mon ami.

Vous savez tous ce qu'il a été pour ses élèves. Il leur a toujours témoigné, comme à tous ceux qui l'entouraient, une bienveillante et délicate sollicitude. Il les recevait avec cette tranquille simplicité que le succès, les honneurs, la gloire même n'avaient jamais pu altérer. Aussi était-il un guide qui ne s'imposait à personne, mais que tous acceptaient.

Ses collègues aussi appréciaient la douce constance de son humeur; ils aimaient son influence conciliante et ses conseils, toujours dictés par un jugement droit et ferme. La perte qu'ils ont faite ne sera jamais réparée.

Mais je ne veux pas me laisser aller à vous parler trop longuement de l'homme. C'est de son œuvre que je dois vous entretenir.

I

Tisserand entra à l'École Normale en 1863 à l'âge de 18 ans: il se consacra de bonne heure à l'Astronomie, et entra à l'Observatoire en 1866 au sortir de l'École.

Il ne devait pas tarder à se faire connaître à la fois comme théoricien et comme observateur. La même année, en effet, en 1868, il écrivait une thèse très remarquée, dont nous parlerons plus loin, et il se faisait envoyer dans la presqu'île de Malacca pour observer une éclipse de Soleil.

En 1873, il était nommé directeur de l'Observatoire de Toulouse et professeur d'Astronomie à la Faculté de cette ville.

En 1878, enfin, ses travaux recevaient une triple récompense: il était élu membre de l'Académie des Sciences, membre du Bureau des Longitudes, et il entrait à la Faculté des Sciences de Paris en qualité de professeur suppléant. Bien qu'il n'eût que 33 ans, sa rapide élévation n'étonnait que lui.

Il nous appartenait donc depuis près de 20 ans. Il enseigna d'abord la Mécanique rationnelle

comme suppléant de Liouville; parmi ceux qui sont encore sur ces bancs, il n'est probablement personne qui ait entendu les leçons qu'il professa dans cette chaire; mais je puis vous dire d'un mot ce qu'il y a été: il y a déployé les mêmes qualités que vous appréciez chez le maître qui s'y est assis après lui ¹.

D'ailleurs, il passa bientôt à la chaire de Mécanique Céleste, où l'appelaient sa compétence et ses études de prédilection. Pendant de longues années, trop courtes, hélas! pour l'Astronomie française, il vous y a prodigué les trésors de sa science, et, éclairant votre chemin d'une lumière calme et constante, il vous a facilité l'accès des plus hautes vérités.

Il aimait cet enseignement qu'il n'avait pas voulu quitter quand il avait été appelé à d'autres fonctions. Il allait le reprendre avec joie lorsque la mort l'a surpris, et on a retrouvé dans ses papiers plusieurs leçons toutes préparées.

En 1892, il fut nommé Directeur de l'Observatoire de Paris. Les qualités de son esprit et surtout celles de son caractère lui ont permis de rendre à cet établissement de précieux services.

Ce n'est pas ici le lieu d'en parler; je ne puis cependant passer sous silence l'impulsion qu'il a donnée au travail de la Carte photographique du Ciel, ni ses études, si curieuses et si pénétrantes, sur la marche de la pendule de l'Observatoire.

Il revenait ainsi à l'Astronomie d'observation, dont les circonstances l'avaient détourné depuis quelques années, mais qu'il avait déjà utilement servie au Japon et à la Martinique, lors des deux passages de Vénus.

Mais c'est l'Astronomie théorique qu'il a surtout cultivée, et je suis forcé de m'étendre longuement sur cette partie de son œuvre.

II

Méthode de Delaunay. — Le premier travail de Tisserand a été une thèse sur la méthode de Delaunay, alors tout à fait nouvelle. Le premier, Delaunay avait rompu avec les traditions anciennes de la Mécanique Céleste et abandonné des procédés qui devenaient impuissants en face des problèmes plus délicats qui restaient à résoudre.

Peut-être, toutefois, n'avait-il pas aperçu toute la portée de sa découverte; en la rattachant aux prin-

¹ Notre illustre collaborateur M. Henri Poincaré, professeur de Physique mathématique à la Faculté des Sciences de Paris, vient, après la mort de F. Tisserand, de permuter de chaire. C'est en prenant possession de l'enseignement de la Mécanique Céleste, dont s'était acquitté avec tant d'éclat le regretté directeur de l'Observatoire de Paris, que M. H. Poincaré a prononcé, le 23 novembre dernier, la remarquable leçon d'ouverture qu'on va lire. Nous le remercions d'en avoir réservé la publication à la *Revue générale des Sciences*.

¹ M. Paul Appell, membre de l'Académie des Sciences. (NOTE DE LA DIRECTION.)

cipes de Jacobi, Tisserand l'éclairait d'un jour nouveau, et il allait en tirer un parti inattendu.

L'inventeur n'avait appliqué sa méthode nouvelle qu'à la théorie de la Lune; la thèse de Tisserand a pour but de l'étendre à la grande inégalité de Jupiter et de Saturne; c'était montrer en même temps, ajouterai-je, qu'elle peut servir au calcul de toutes les grandes inégalités à longue période qui avaient jusque-là arrêté les astronomes.

Une des plus remarquables est celle qui se produit quand le rapport des moyens mouvements est

très voisin de $\frac{j}{j+1}$, j étant entier. C'est ce qui

arrive, par exemple, dans le cas de certaines petites planètes dont le moyen mouvement est à peu près le double de celui de Jupiter; ou bien encore dans le cas de deux des satellites de Saturne, Hypérior et Titan, dont les vitesses angulaires moyennes sont à peu près entre elles comme les nombres 3 et 4.

Ces cas, autrefois inabordables, ont pu être facilement traités par Tisserand, grâce aux moyens nouveaux qu'il avait créés. La solution, remarquable par son élégance, se rattache à la théorie des solutions périodiques.

Il a déterminé de cette façon la masse de Titan et l'orbite de quelques petites planètes; il indiquait ainsi à ses élèves une voie où beaucoup d'entre eux devaient trouver des occasions d'utiles travaux.

Ces cas de commensurabilité approchée présentent un très grand intérêt théorique. Ce sont ceux, en effet, où l'invariabilité des grands axes peut sembler douteuse. Tout au moins n'était-elle pas démontrée jusqu'ici.

Par un heureux emploi de la méthode de Delaunay, Tisserand a triomphé des dernières difficultés: les grands axes peuvent subir, dans certains cas, des variations dont l'amplitude est assez grande; mais ces variations sont périodiques et elles ne compromettent pas la stabilité du système.

C'est dans ce travail qu'on voit apparaître, pour la première fois, des développements procédant, non pas suivant les puissances entières des masses, mais suivant celles des racines carrées des masses.

Si le rapport des moyens mouvements osculateurs est encore plus voisin d'un nombre commensurable, on voit se produire un phénomène bien digne d'intérêt. Ce rapport subit des oscillations périodiques, et de telle façon que ce que l'on peut appeler les moyens mouvements moyens soient *exactement* commensurables entre eux.

On dit alors qu'il y a *libration*; Tisserand discute en détail toutes les circonstances qui peuvent se présenter.

Le mémoire sur la libration des Petites Planètes est un des derniers qu'il ait écrits.

Ainsi, les mêmes recherches qui avaient occupé ses débuts, l'ont intéressé jusqu'à ses derniers moments.

Elles sont condensées dans une série de courtes Notes qui ont paru dans les *Comptes Rendus* ou dans le *Bulletin Astronomique*. Dans l'étroit espace que ces recueils lui réservaient, Tisserand a su tout dire et tout dire clairement.

On dirait qu'il y a exprimé tout le suc de ces nouvelles méthodes dont l'exposition complète remplit de gros volumes. Dédaigneux d'un appareil mathématique inutile, il va droit au point essentiel et néglige ce qui n'est qu'accessoire.

Ce qui est essentiel, c'est la possibilité d'exprimer les coordonnées des astres par des séries dont tous les termes sont des fonctions périodiques de plusieurs arguments.

Mais si Tisserand appréciait ce progrès, auquel il avait si puissamment contribué, il n'en avait pas, pour ainsi dire, la superstition; il l'a bien montré. Il arrive souvent qu'avec les récents procédés un terme unique est remplacé par un très grand nombre de termes nouveaux, dont les périodes sont extrêmement peu différentes. Il arrive plus souvent encore qu'une période est très mal connue. Le progrès est alors apparent et illusoire. Tisserand a souvent insisté sur ce point, nous donnant ainsi, une fois de plus, une leçon utile. Qu'on relise sa Note à propos des recherches de M. Souillart sur les satellites de Jupiter.

III

Critérium de Tisserand. — Souvent l'orbite d'une comète est profondément modifiée par l'action des grosses planètes; en retrouvant cette comète après quelques années, on croit avoir affaire à un astre nouveau.

Quand on soupçonne l'identité de deux comètes, on est contraint, pour s'en assurer, à de pénibles calculs; le résultat est ordinairement négatif. On peut donc s'épargner bien du travail si l'on a un moyen d'éliminer *a priori* de fausses identités.

Ce moyen, Tisserand nous l'a donné: Si l'on néglige l'excentricité de Jupiter, ce que nous pouvons faire, la fonction connue sous le nom d'*intégrale de Jacobi* doit demeurer constante. C'est un véritable invariant, que les perturbations ne peuvent altérer et qui permet de suivre une comète à travers les changements qu'éprouve son orbite.

A cette question se rattache celle de la capture des comètes périodiques; Tisserand l'a traitée dans le *Bulletin Astronomique*.

Perturbations de Pallas. — La recherche des Perturbations exige d'abord le développement de la fonction perturbatrice. Ce développement est très laborieux, surtout quand on a besoin des termes

d'ordre élevé et quand les inclinaisons sont grandes.

Toutes ces circonstances sont réunies dans le cas de Pallas; on sait les calculs gigantesques que Le Verrier a dû entreprendre pour étudier la grande inégalité de cette planète. Ces calculs seront aujourd'hui bien simplifiés. Tisserand a, en effet, rattaché la détermination des termes qui dépendent de l'inclinaison à la théorie des séries hypergéométriques de Gauss. La méthode nouvelle est applicable à une foule de cas, non seulement à Pallas, mais à beaucoup de petites planètes et même aux comètes de courte période.

Équation de Gylden. — Gylden a été conduit, dans ses recherches, à une équation linéaire très simple dans sa forme :

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \alpha + \beta \cos \gamma t x.$$

Les chemins les plus divers et les plus détournés l'y ramènent toujours et, à son exemple, bien des géomètres s'y sont attaqués; l'étude approfondie que Tisserand en a faite a donc beaucoup contribué à faciliter la solution de nombreux problèmes.

Travaux divers. — Je ne puis songer à énumérer ici les sujets si variés que Tisserand a traités, relatifs soit à la détermination des orbites, soit à l'anneau de Saturne, soit à certains points de la théorie de la Lune, soit à l'origine des Comètes.

Son attention a été également attirée par les questions qui se rattachent à la figure des corps célestes, à la rotation de la Terre et à sa constitution interne, aux hypothèses de la nutation diurne et de la variabilité des latitudes, à la libration de la Lune.

IV

Aplatissement de Neptune et d'Algol. — La planète Neptune est trop éloignée pour que le télescope puisse déceler son aplatissement; mais le mouvement de son satellite peut nous permettre de le mettre en évidence et même d'en déterminer les limites.

C'est le résultat qu'a obtenu Tisserand; mais il a fait plus encore: Algol n'apparaît dans les lunettes que comme un point lumineux; son satellite n'est même pas visible et son mouvement ne nous est dévoilé que par ses variations d'éclat et les déplacements de ses raies spectrales. Ces données ont suffi à Tisserand pour calculer l'aplatissement de cette étoile.

Loi de Weber. — On s'est souvent demandé si les progrès de la science ne nous amèneront pas un jour à substituer à la loi de Newton une autre loi peu différente, mais plus approchée. Tisserand est revenu sur cette question à plusieurs reprises et

il a, en particulier, fait porter son enquête sur les points suivants :

1° Les astres se meuvent-ils dans un milieu résistant?

2° La propagation de l'attraction est-elle instantanée?

3° Comment les planètes se comporteraient-elles, si elles obéissaient à la loi électrodynamique de Weber?

4° La loi de Newton est-elle encore vraie hors du système solaire, ou les mouvements des étoiles doubles peuvent-ils comporter une autre explication?

Cette enquête, d'ailleurs, a toujours abouti au même résultat: nous n'avons jusqu'ici aucune raison d'abandonner la loi de Newton.

Traité de mécanique céleste. — Quand, au commencement de ce siècle, Laplace écrivait son traité de Mécanique Céleste, il réunissait dans un tableau d'ensemble les travaux de ses devanciers et les siens. En lisant son livre, on avait sous les yeux un résumé fidèle et complet de l'état de l'Astronomie mathématique.

Les progrès de la science ont été d'abord assez lents et le monument élevé par Laplace n'a longtemps reçu que de légères additions qui n'en rompaient pas l'ordonnance.

Il y a quinze ans, il n'en était déjà plus de même, et la Mécanique Céleste attendait, pour ainsi dire, un nouveau Laplace qui sût, non certes faire oublier le premier, ni dispenser de le lire, mais le compléter et continuer son œuvre.

Tisserand m'en voudrait certainement si je disais qu'il a égalé son modèle; mais sa modestie aurait peut-être tort. Si Laplace a des qualités propres qui ne seront jamais surpassées, par exemple je ne sais quelle ampleur de pensée et de style, Tisserand ne le rappelle-t-il pas par la concision et l'élégance? ne l'emporte-t-il pas même sur lui par la clarté de son exposition, que le lecteur suit sans fatigue?

Les quatre volumes de la Mécanique Céleste de Tisserand ont paru de 1889 à 1896.

Dans le tome premier, nous retrouvons le calcul des perturbations planétaires par les procédés anciens; c'est l'Analyse de Laplace avec tous les perfectionnements qu'y ont introduits Lagrange, Poisson, Cauchy. Le Verrier et qui en ont accru la puissance sans en altérer les caractères essentiels.

Le tome II a pour objet la figure des corps célestes et la rotation des planètes.

Le tome III est entièrement consacré à la Lune. C'est peut-être celui qu'on lira avec le plus de fruit et d'intérêt. C'est dans cet historique si complet qu'on verra comment les nouvelles méthodes

sont devenues nécessaires et se sont développées.

Dans le tome IV, le mouvement des satellites est étudié en détail et toutes les questions relatives aux méthodes de Hansen et de Gylden sont passées en revue.

Telle est cette œuvre colossale. En lisant cet exposé de l'état actuel de la science, on voit la place considérable qu'y tiennent les travaux personnels de Tisserand.

Cet ouvrage, Messieurs, vous en avez eu la primeur : les leçons que vous avez entendues ici vous en ont fait connaître, avant l'impression, les parties les plus intéressantes.

V

Mais ce n'est pas seulement par ses travaux et par ses cours que Tisserand se rendait utile à la Science et à l'Enseignement. Il les servait encore indirectement de mille manières.

C'est lui qui a fondé le *Bulletin Astronomique*. Grâce à son habile direction, ce recueil avait acquis une grande autorité dans le monde scientifique, et les jeunes savants qu'il savait accueillir et attirer, étaient liers d'y voir imprimer leur nom.

Cette œuvre, aussi, lui survivra et conservera le caractère élevé qu'il avait su lui donner.

Les exercices d'Analyse, qu'il a publiés il y a plus de vingt ans et qui viennent d'être réédités, ont été lus et relus par bien des générations d'étudiants. Dans aucun ouvrage de ce genre, on n'a aussi bien compris les besoins des débutants ; jamais on n'a mieux su assouplir leur esprit par une gymnastique judicieusement progressive.

Dans les dernières années de sa vie, Tisserand a encore collaboré à un livre pédagogique, modeste, mais utile comme celui dont nous venons de parler ; dans ce traité de *Cosmographie à l'usage des classes de Mathématiques élémentaires*, il a mis, au service des élèves de nos lycées, l'agrément

de son style et la limpidité de son exposition.

On y remarquera le chapitre consacré à l'histoire de l'Astronomie, et on y retrouvera avec plaisir les Notices qu'il avait publiées dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*.

Ce n'était pas chose facile que de présenter sous une forme accessible au grand public, et en les dépouillant de tout appareil mathématique, les théories des plus abstraites de la Mécanique Céleste. C'est pourtant ce que font ces Notices où sont traitées d'une main légère les questions les plus délicates et les plus actuelles : la découverte de Neptune, la détermination des masses, l'accélération séculaire de la Lune, les Planètes intra-mercurielles.

J'ajouterai encore un mot :

C'est aussi par son influence sur ses élèves que Tisserand a rendu d'incalculables services. Beaucoup d'entre vous qui ont soutenu leur thèse, ou qui la préparent, savent ce qu'ils doivent à ses conseils ; ils se rappellent qu'ils ont été encouragés par son accueil bienveillant, soutenus par son constant appui.

Ce serait trop peu faire pour la Science que de s'absorber dans ses travaux personnels, sans regarder autour de soi. Il faut préparer des recrues pour l'armée du travail en vue des combats de l'avenir. Sans cette prévoyance, qui de nous pourrait se flatter d'achever son œuvre ? La mort ne va-t-elle pas bientôt l'interrompre, et si nous l'oublions, le coup si inattendu qui vient de nous frapper tous en enlevant Tisserand, ne serait-il pas un cruel avertissement ?

Lui, du moins, n'a pas été pris au dépourvu : le grain qu'il a semé germera et nous promet une riche moisson.

Henri Poincaré,

Membre de l'Académie des Sciences,
et du Bureau des Longitudes,
Professeur de Mécanique Céleste
à la Faculté des Sciences de Paris.

UNE NOUVELLE MÉTHODE THÉRAPEUTIQUE : L'OPOTHÉRAPIE

L'idée de traiter les maladies par l'ingestion de certains organes ou tissus animaux est déjà ancienne. Il s'agissait là d'une thérapeutique instinctive, sans autre base scientifique que des observations très confuses, transmises par la tradition. C'est ainsi que les toreros mangeaient les testicules des taureaux sacrifiés « pour se donner des muscles et du sang froid » ; que les chasseurs, pour augmenter leur résistance à la fatigue, recherchaient les organes mâles du san-

glier ; que les personnes affectées de toux opiniâtre étaient traitées par le sirop de *mou* poumon de veau ; que les anémiques se régénéraient en buvant, aux abattoirs, le sang encore chaud des animaux... On pourrait multiplier ces exemples et montrer combien l'âme populaire avait foi en des remèdes dont quelques faits heureux lui avaient révélé la puissance. Mais ces croyances étaient demeurées sans écho dans les milieux scientifiques.