INSTITUT DE FRANCE.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

NOTICES NÉCROLOGIQUES

LUES A L'ACADÉMIE.

(1886-1890).

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.
Quai des Grands-Augustins, 55.

1891

J.-C. BOUQUET.

1819-1885.

JEAN-CLAUDE BOUQUET,

né le 7 septembre 1819, à Morteau (Doubs),

décédé le 9 septembre 1885, à Paris.

INSTITUT DE FRANCE.

NOTICE

SUR

J.-C. BOUQUET,

PAR G.-H. HALPHEN.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.
Quai des Augustins, 55.

1886

INSTITUT DE FRANCE.

SÉANCE DU 7 JUIN 1886.

NOTICE

SUR

J.-C. BOUQUET,

PAR G.-H. HALPHEN.

M. Bouquet naquit à Morteau, en Franche-Comté, le 7 septembre 1819. Remarqué, de bonne heure, pour sa vive intelligence, il quitta l'école du village, et de brillantes études le conduisirent bientôt à l'École Normale supérieure. Tour à tour professeur de Lycée et de Faculté, à Marseille et à Lyon, puis à Paris, il a laissé dans l'enseignement des traces profondes, dans le cœur de ses élèves des souvenirs touchants. On ne saurait lire sans émotion la Notice où l'un de ces élèves, M. Jules Tannery [1], a dépeint le dévouement, la générosité, le zèle infatigable, le talent élevé du professeur. L'Académie doit surtout conserver le souvenir du savant. Quoique M. Bouquet « aimât l'enseignement autant que la Science » [2], ne parlons ici que de ses écrits scientifiques.

[1] *Mémorial de l'Association des anciens Élèves de l'École Normale.*

[2] Notice de M. Tannery.

Après une excellente Thèse sur le calcul des variations (n° 1), il composa, en 1846, des *Remarques sur les systèmes de droites dans l'espace* (n° 2); cette œuvre d'un débutant est devenue classique. La même année, sous un titre modeste, *Note sur les surfaces orthogonales* (n° 3), il publia un nouveau travail, qui fut l'origine de recherches importantes, poursuivies successivement par MM. Bonnet, Darboux, Maurice Lévy, Cayley.

C'est maintenant un fait bien établi que la découverte générale des systèmes de coordonnées curvilignes orthogonales dépend de l'intégration d'une équation aux dérivées partielles du troisième ordre; M. Bonnet, puis M. Darboux l'ont prouvé en suivant des voies bien différentes. Il s'en faut de bien peu que M. Bouquet ne parvienne, du premier coup, vingt ans plus tôt, à ce beau théorème; mais, uniquement préoccupé de corriger l'erreur d'un illustre géomètre (1), il se contente d'un cas particulier et semble méconnaître la force de sa propre analyse, si ingénieuse pourtant et si bien appropriée au sujet. L'allure trop réservée, presque timide, de cette simple *Note* a pu, un instant, dissimuler sa grande valeur : ainsi, sans doute, s'explique l'étrange méprise d'un mathématicien célèbre, publiant, quelques mois après, un *Mémoire* (2) sur le même sujet et provoquant une comparaison qui n'est pas à son avantage. Parmi tant d'œuvres si propres à assurer sa renommée, M. Serret a dû regretter de ne pouvoir supprimer ces quelques pages hasardeuses. Ne le regrettons pas trop : si le passé nous dérobait ses faiblesses, nous apprécierions moins bien ses mérites, tant la vérité mathématique, une fois connue, paraît aisée et naturelle!

En voici une preuve éclatante. Est-il, dans l'enseignement d'aujourd'hui, rien de plus clair et de plus simple que le théorème de Cauchy sur la série de Taylor? Si les sources disparaissaient,

---

(1) M. Chasles.

(2) *Mémoire sur les surfaces orthogonales*, par M. J.-A. Serret (*Journal de Mathématiques*, 1re série, t. XII, p. 241; année 1847).

pourrait-on imaginer que, dans cette même année 1846, quatorze ans après avoir trouvé ce théorème, l'un des plus beaux de toute l'Analyse, Cauchy était encore incapable de l'énoncer nettement, et soutenait contre M. Lamarle une interminable polémique, une misérable querelle de mots (¹)?

M. Bouquet aimait la précision; il résolut de la mettre dans la théorie de Cauchy, et cette triste polémique pourrait bien être l'origine des travaux les plus considérables de notre auteur. Ces travaux, il ne les fit pas seul. A Lyon, où il enseignait alors, il retrouva un ancien camarade de l'École Normale, qui devint, pour la vie, son ami et son collaborateur. Dès lors, les noms de Briot et Bouquet sont inséparables.

En 1853, les deux amis publient leur premier Mémoire commun (nos 9, 10). Ils ont su élucider le théorème en litige, ils avancent hardiment sur la terre nouvelle découverte par Cauchy. Dans ce début, la hardiesse est presque téméraire; on tremble de les voir toucher si tôt à tant de points délicats. Mais n'ayons crainte : ils sauront plus tard faire disparaître quelques légères taches et, quand viendra l'œuvre définitive, on n'aura plus qu'à admirer l'enchaînement et la clarté d'une analyse irréprochable. De ce Mémoire on ne parle plus guère; mais on l'enseigne tout entier.

Poursuivant leurs études sur Cauchy, MM. Briot et Bouquet voulurent perfectionner aussi l'analyse si neuve, par laquelle l'illustre géomètre avait, pour la première fois, démontré, dans les équations différentielles, l'*existence de l'intégrale*. Ce but atteint, ils ne s'y bornèrent pas et, en examinant « les diverses particularités que peut présenter l'équation » (²), ils ont ouvert la voie aux recherches d'aujourd'hui, celles qui concernent les points singuliers des équations différentielles. Aussi les géomètres recon-

---

(¹) Dans les t. XI et XII du *Journal de Mathematiques*.
(²) Notice de M. Bouquet; 1870.

naissent-ils, dans leur second Mémoire (nos 11 et 12), avec toutes les qualités qui brillaient dans le premier, une qualité nouvelle, la plus prisée sans doute, l'originalité, la véritable invention.

En écrivant, sur ce Mémoire, un Rapport approbatif, Cauchy ne semble pas avoir pressenti l'avenir réservé à ce genre de recherches. « MM. Briot et Bouquet », dit ce Rapport, « ont ajouté des développements utiles et des perfectionnements nouveaux, dignes de remarque, à la théorie si importante de l'intégration par séries des équations différentielles ». Nous emploierions maintenant d'autres termes; nous dirions qu'ils étudient la nature de la fonction en un point singulier : ce n'est pas un simple changement dans le langage, mais dans les idées. Ce changement, MM. Briot et Bouquet le concevaient parfaitement; ils savaient fort bien que l'étude des points singuliers peut conduire à la connaissance de l'intégrale : ils le montrèrent dans un troisième Mémoire (nos 13, 14), où ils se proposaient de chercher, par ce moyen, dans quel cas l'intégrale est une fonction monodrome. Cauchy comprit enfin ce qui lui avait d'abord échappé. « C'est », dit son nouveau Rapport, « un véritable progrès dans la haute Analyse et le Calcul infinitésimal, que d'être parvenu, comme l'ont fait MM. Briot et Bouquet, à intégrer sous forme finie un grand nombre d'équations du genre de celles que nous venons de mentionner. » Il s'agit d'équations différentielles algébriques où la variable indépendante ne figure pas explicitement, et le problème, en somme, est celui de l'inversion des intégrales elliptiques. Le choix de l'exemple, auquel ils appliquent leur méthode originale, diminue malheureusement la valeur définitive de ce troisième Mémoire, bien propre toutefois à éclairer le précédent, et que nous devons regarder comme une pièce historique d'un haut intérêt.

Le désir de réunir et de développer encore ces belles recherches était bien naturel; mais, pour en accroître l'importance, il fallait en faire quelque grande application.

Depuis quelques années, les leçons orales de Liouville, les travaux de M. Hermite, certains écrits de Cauchy lui-même et un Mémoire célèbre de Riemann, en jetant un jour inattendu sur les fonctions elliptiques, les montraient liées étroitement aux doctrines nouvelles. Ces liens aujourd'hui nous sont familiers; parfois même on se surprend à douter, en dépit de l'histoire, qu'ils n'aient pas existé toujours. Quand, par exemple, M. Hermite imagine d'intégrer le long d'un parallélogramme des périodes, ne semble-t-il pas que, des deux théories, celle des intégrales imaginaires, celle des fonctions doublement périodiques, l'une a été créée pour l'autre? Il n'en est rien cependant : nées séparément, grandies, toutes deux, par leur union, ces deux théories sont aussi, comme MM. Briot et Bouquet, deux collaborateurs qui s'entendent à merveille.

Un Traité des fonctions elliptiques, fondé sur la théorie des imaginaires, c'était, on le voit, l'œuvre qui s'imposait et dont le succès consacra la réputation de MM. Briot et Bouquet. Il parut, en 1859; l'édition fut rapidement épuisée. La seconde édition, de 1875, est vraiment une œuvre nouvelle, dont « la première », a-t-on dit avec justesse, « peut, tout au plus, être considérée comme un abrégé (¹) », œuvre considérable, qui a rendu aux géomètres d'inappréciables services. C'est, avant tout, un monument élevé à la gloire de Cauchy. « Dans quelques Ouvrages », dit avec discrétion la Préface, « on ne rend pas à Cauchy la justice qui lui est » due ». Ne soyons pas moins discrets et contentons-nous de rendre hommage aux sentiments élevés qui inspirent les auteurs. Tout, dans leur œuvre, est calculé pour établir la puissance des nouvelles théories, auxquelles, dans mainte occasion, ils apportent, sans presque le dire, de notables perfectionnements.

(¹) DARBOUX, *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques*, t. VI, p. 65.

Ces procédés de composition, en forme de thèse, ont un défaut : ils sacrifient la vérité historique. En réalité, c'est avec les ressources antérieures de l'Analyse, et sans Cauchy, que les fonctions elliptiques ont été si merveilleusement créées ; et le lecteur ne l'apprend pas dans le Livre de MM. Briot et Bouquet. Mais ce n'est pas seulement comme Traité des fonctions elliptiques qu'il faut juger un tel Ouvrage. A ce point de vue déjà, étant unique dans notre langue, il fut éminemment utile. C'est comme Traité de la théorie des fonctions qu'il prit dès son apparition, et qu'il conserve aujourd'hui, une importance exceptionnelle.

Une suite naturelle, annoncée même par le dernier Livre, était attendue et vivement désirée : nos désirs ne furent pas déçus, et le Traité des fonctions abéliennes vint bientôt répondre à notre attente ; mais c'est M. Briot qui le fit seul. Le collaborateur fidèle n'en est pas absent toutefois, et la seconde Partie de cet Ouvrage débute par la reproduction d'un Mémoire de M. Bouquet (n° 7).

A côté d'une œuvre si importante, l'histoire des Mathématiques enregistrera encore, sous le nom de MM. Briot et Bouquet, des Ouvrages élémentaires qui ont exercé une grande influence sur l'enseignement ; sous le nom de M. Bouquet seul, plusieurs Mémoires sur la théorie géométrique de la réfraction (n° 4), la courbure des surfaces (n° 5), les intégrales ultra-elliptiques (n° 6) et la Cinématique (n° 8), écrits secondaires, mais où se remarquent toujours deux qualités essentielles, la clarté et la sobriété de la pensée et du style.

Élu, le 19 avril 1875, dans la Section de Géométrie, M. Bouquet est mort le 9 septembre 1885, léguant à l'Histoire mathématique de notre siècle, qui compte tant de grandes œuvres, tant de noms illustres, des œuvres et un nom qu'elle n'oubliera pas.

Liste des œuvres de J.-C. Bouquet.

Nos — Années.

1. *Sur la variation des intégrales doubles*.................... 1842
Thèse de doctorat, présentée à la Faculté des Sciences de Paris.

2. *Remarques sur les systèmes de droites dans l'espace*....... 1846
Journal de Mathématiques pures et appliquées, 1re série, t. XI, p. 125.

3. *Note sur les surfaces orthogonales*......................... 1846
Ibid., p. 446.

4. *Mémoire sur les propriétés d'un système de droites*......... 1848
Académie des Sciences et Belles-Lettres de Lyon.

5. *Sur la courbure des surfaces*............................... 1857
Note insérée dans le *Traité de la théorie des fonctions* par M. Cournot; Paris, Hachette, 1857. Ce Traité renferme aussi, en notes annexées, un extrait des Mémoires publiés avec la collaboration de M. Briot.

6. *Mémoire sur la théorie des intégrales ultra-elliptiques* 1868
Publié en extrait dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences* en 1868, ayant donné lieu à un Rapport de M. Serret le 4 juillet 1870, et imprimé *in extenso* dans le *Recueil des Savants étrangers*.

7. *Sur l'intégration d'un système d'équations différentielles totales simultanées du premier ordre*.................... 1872
Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques, t. III, p. 265.

8. *Note sur le calcul des accélérations des divers ordres dans le mouvement d'un point sur une courbe gauche*......... 1874
Annales scientifiques de l'École Normale supérieure. 2e série, t. III.

(En collaboration avec Briot.)

9. *Recherches sur les séries ordonnées suivant les puissances croissantes d'une variable imaginaire* 1853
Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. t. XXXVI, p. 264.

10. *Note sur le développement des fonctions en séries convergentes, ordonnées suivant les puissances croissantes de la variable*.............................. 1853
Ibid., p. 334.

Nos		Années.
11.	*Recherches sur les propriétés des fonctions définies par des équations différentielles*	1854
	Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, t. XXXIX.	
12.	*Addition au Mémoire précédent*	1854
	Ibid.	
	Le Rapport de Cauchy sur ce Mémoire est au t. XL, p. 567.	
13.	*Recherches sur les fonctions doublement périodiques*	1855
	Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, t. XL, p. 342.	
14.	*Mémoire sur l'intégration des équations différentielles au moyen des fonctions elliptiques*	1855
	Ibid., t. LXI, p. 1229.	
	Le Rapport de Cauchy sur ce Mémoire est au t. XLIII, p. 27.	
	Ces Mémoires, partagés en trois Parties distinctes, forment le XXXVIe Cahier du *Journal de l'École Polytechnique* (1856).	
15.	*Théorie des fonctions doublement périodiques et en particulier des fonctions elliptiques*	1859
	Un volume in-8°, Mallet-Bachelier.	
16.	*Théorie des fonctions elliptiques*	1875
	Un volume in-4° de 700 pages, Gauthier-Villars.	
17.	*Leçons de Géométrie analytique.*	
	Un volume in-8°, Dezobry et Magdeleine.	
18.	*Leçons nouvelles de Trigonométrie.*	
	Un volume in-8°, Dezobry et Magdeleine.	

L.-F.-C. BRÉGUET

1804-1883.

LOUIS-FRANÇOIS-CLÉMENT BRÉGUET,

né le 22 décembre 1804, à Paris,

décédé le 27 octobre 1883, à Paris.

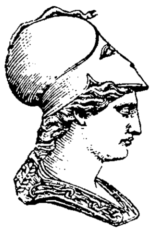
INSTITUT DE FRANCE.

NOTICE

SUR

L.-F.-C. BRÉGUET

Par M. DE JONQUIÈRES.



PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,
Quai des Augustins, 55.

1886

INSTITUT DE FRANCE.

SÉANCE DU 5 JUILLET 1886.

NOTICE

SUR

L.-F.-C. BRÉGUET

PAR M. DE JONQUIÈRES.

Il est des familles où la science, l'art, le talent haussé parfois à la hauteur du génie, se transmettent de génération en génération, et dont la célébrité, sans cesse alimentée aux sources du travail et de l'honneur qui l'ont créée, survit sans déclin, comme sans défaillances, à celle des ancêtres.

Les Bréguet appartiennent à ces familles-là.

Le premier, Abraham Bréguet, l'aïeul de celui dont je vais retracer la vie et les travaux, était un modeste apprenti horloger à Neuchâtel, en Suisse, lorsqu'à l'âge de quinze ans il devint chef de famille. Peu d'années après, il avait, à force de volonté et de talent, refait son éducation négligée, créé une maison en France (où il était rentré en 1762), et établi sa supériorité dans l'art de construire les chronomètres de haute précision.

Le problème de la détermination des longitudes préoccupait alors, à juste titre, les nations maritimes. On avait d'abord compté sur la Lune. Mais les mouvements compliqués de ce capricieux satellite n'avaient encore révélé aux astronomes et aux géomètres que ses plus faciles secrets; les *coordonnées lunaires* ne pouvaient être prédites à l'avance avec une suffisante exactitude, et les observations de *distances,* que les navigateurs avaient néanmoins coutume de faire, faute de mieux, ne pouvaient, le plus souvent, leur donner que des résultats trop éloignés de la vérité. C'est donc vers le transport exact du temps que, en attendant de nouveaux progrès de la Mécanique céleste et des Tables astronomiques, se tournaient, avec un espoir moins lointain, les encouragements des gouvernements et les efforts des artistes. En France, Leroy et Berthoud étaient entrés avec éclat dans la lice, lorsque Bréguet, leur disciple ou leur élève et bientôt leur émule, y parut à son tour. Il ne tarda pas à s'y faire une telle place, il y décida si franchement la suprématie de la Chronométrie française, que, pendant les deux années qu'il dut s'expatrier au delà de la Manche pour fuir les dangers que les événements politiques lui faisaient courir sur le sol français, l'un des maîtres de l'horlogerie anglaise fit loyalement et ouvertement appel à son concours et lui demanda de lui révéler ses secrets.

A son retour à Paris, il s'établit dans une ancienne maison du quai de l'Horloge, datant de l'époque des Valois, qui est restée depuis lors le siège de la famille. Il y termina sa vie, en 1823, à l'âge de soixante-seize ans, membre de l'Académie des Sciences et du Bureau des Longitudes.

Après lui, son fils Antoine, aussi bien doué, mais apparemment moins persévérant dans la conduite des affaires, ne dirigea que pendant dix années l'établissement renommé et prospère dont il héritait. Un beau jour, il le quitta, disant adieu au monde, sinon à la Science. Du moins, il ne l'avait pas laissé déchoir, et la réputation n'en était pas amoindrie, lorsque son fils Louis, qui, sous ses ordres, y dirigeait l'atelier d'horlogerie, fut appelé subitement à l'honneur et à la charge de le conduire.

S'il faut de rudes épreuves pour bien tremper les caractères, Louis Bréguet n'eut, sous ce rapport, rien à désirer pour se trouver d'emblée à la hauteur de sa tâche. Son père, imbu de certains systèmes philosophiques alors en vogue, ne lui avait ménagé aucune des austérités d'une éducation à la spartiate, comptant sans doute lui en inoculer l'indomptable énergie; sous ce rapport, il n'avait pas fait un faux calcul. Lorsque était arrivé pour son fils l'âge des études sérieuses, il s'était personnellement occupé de son éducation avec une ponctualité et une rigueur qui, cinq ans après, avaient porté leurs fruits. Louis achevait alors sa vingtième année. Un travail opiniâtre, commençant à 4^h du matin pour ne finir qu'à 11^h du soir, sous l'œil jamais distrait de son père, une étude approfondie de son art, la pratique personnelle de tous les détails, soit à Versailles, soit à Genève, n'avaient pas seulement façonné en lui un horloger de premier ordre. Ses vues s'étaient portées au delà de la profession; l'horizon de ses idées s'était agrandi, et, dès son arrivée au pouvoir, il conçut et réalisa, dans ses ateliers, le projet systématique d'adjoindre à la fabrication des chronomètres de précision la construction d'autres instruments appliqués aux Sciences physiques, qui prenaient alors un si puissant essor. Son grand-père Abraham lui avait ouvert cette perspective, en créant, de toutes pièces, le *thermomètre métallique,* qui porte son nom et est resté l'un des plus sensibles et des plus délicats instruments de la thermométrie. Louis le perfectionna en y adaptant, en 1840 (1), l'*aiguille à pointage,* inventée par son grand-père pour les *compteurs astronomiques,* qu'il avait déjà perfectionnée lui-même pour cette première application, et dont il fit usage plus tard pour déterminer, de concert

(1) *Comptes rendus,* t. XI, p. 24; 6 juillet 1840.

avec M. Wertheim, la vitesse du son dans le fer et pour réaliser beaucoup d'autres effets mécaniques (¹).

Ce succès lui valut, en 1843, l'honneur d'être nommé Membre du Bureau des Longitudes et Membre correspondant de l'Université de Kasan. C'était un beau stimulant pour en obtenir de nouveaux.

Son premier travail dans le domaine de la théorie pure eut pour objet l'*induction électrique;* il le fit en collaboration avec M. Masson, professeur au lycée Saint-Louis. Leur but était d'accumuler, sans déperdition, l'électricité statique ou *de tension,* née de la réaction du courant voltaïque; les deux expérimentateurs l'atteignirent. Ils obtinrent de la sorte tous les phénomènes lumineux qui, jusque-là, avaient été le partage exclusif de la machine à plateau de verre et fixèrent, dans ce travail trop oublié, les bases de la machine d'induction, qui allait prendre une place importante parmi les instruments de Physique, par les mains habiles et sous le nom de Ruhmkorff (²).

Louis Bréguet se trouvait dès lors lancé dans les applications de l'Électricité dynamique, science née avec le XIXᵉ siècle, et qui, nourrie par le génie d'Ampère, grandissait en faisant des pas de géant. Il y appliqua toute sa fertilité ingénieuse des combinaisons mécaniques, et devint, dans notre pays, autant par la variété des instruments sortis de ses mains que par l'initiation généreuse et désintéressée que les ingénieurs et les praticiens trouvaient dans ses ateliers, l'un des principaux promoteurs de ce merveilleux agent.

En 1845, sur la demande du colonel Konstantinoff, de l'artillerie russe (³), il imagina et construisit, d'après un principe appartenant, soit à cet officier, soit à Wheatstone, le premier

---

(¹) *Comptes rendus,* t. XIII, p. 426.
(²) *Annales de Chimie et de Physique,* t. IV, p. 129, et *Comptes rendus,* t. XXXII, p. 293.
(³) *Comptes rendus,* t. XX

appareil destiné à mesurer la vitesse d'un projectile en différents points de sa trajectoire. Les beaux instruments réalisés récemment, dans un ordre analogue de recherches, par MM. Marcel Deprez, notre Confrère, et Sébert, ne doivent pas faire oublier la première solution originale d'un problème important et très difficile.

Cette incursion dans le champ des choses militaires n'est pas la seule que Bréguet ait tentée avec succès. Je dirai tout de suite, sans m'astreindre cette fois à l'ordre chronologique, que, vingt-cinq ans plus tard, il imagina, pour le service du Génie, un *exploseur* destiné à enflammer à distance les amorces, dites *d'induction* ou *de tension*, qui avait sur quelques autres, dérivés du même principe, le sérieux avantage d'être plus léger et plus portatif. Sous un petit volume, sa puissance est telle, qu'il a pu enflammer des amorces à la distance de Paris à Bordeaux, qui est de 585^{km}!

Ce petit appareil a rendu de nombreux services dans la guerre de 1870, et son rôle n'est pas fini. Nous en faisions parfois usage à l'École des torpilles de Boyardville, bien que l'électricité de haute *tension*, qui exige un isolement parfait des conducteurs, n'ait pu être généralement adoptée dans le service de la Marine, où leur immersion dans la mer est le plus souvent une condition nécessaire.

Il nous était connu, comme il l'est aussi ailleurs, sous le nom de *coup de poing de Bréguet* : dénomination expressive et juste, puisque l'étincelle s'y produit par la séparation brusque et comme par l'arrachement de deux surfaces métalliques primitivement en contact, d'où résultent, comme dans le *marteau d'eau* des hydrauliciens, une soudaine accumulation de force vive du courant électrique et ce qu'on nomme l'*extra-courant de rupture*.

Je reviens aux années voisines de 1845. Une grande question s'agitait alors entre les physiciens : lequel des deux systèmes, de l'*émission* ou des *ondulations,* fallait-il, après un long débat demeuré sans jugement et sans arrêt, mais non sans plaidoiries violentes, admettre définitivement dans la Science?

Arago, dans un de ses éclairs d'intuition et de génie, avait projeté des expériences qui devaient la trancher sans réplique, si l'on parvenait à déterminer *directement* les vitesses comparatives des rayons lumineux dans l'air et dans les liquides; elles exigeaient avant tout des miroirs tournant sur eux-mêmes avec une extrême vitesse. L'idée du miroir tournant avait été déjà réalisée par Wheatstone; mais il fallait, dans le cas présent, pouvoir apprécier numériquement les vitesses, ce qui semblait imposer l'emploi des engrenages. La solution mécanique de ce problème très difficile fut confiée à Bréguet, qui le résolut en exécutant avec une extrême précision le système de denture dit *de White,* et finalement les appareils désirés.

Dans un de ces appareils, on voit trois miroirs combinés faire chacun, sous l'action d'une force médiocre, plus de *deux mille tours* dans une seconde de temps. En ôtant les miroirs, Bréguet put obtenir pour l'un des axes la vitesse incroyable de *neuf mille tours* par seconde et, chose non moins incroyable, en contrôler le nombre : merveilleux assujettissement du vertige lui-même à la discipline!

C'est avec un instrument semblable, combiné selon les indications de notre Confrère M. Fizeau, que ces deux collaborateurs réalisèrent victorieusement l'expérience demandée par Arago; il en fut rendu compte à l'Académie des Sciences, le 7 juin 1850 (1). Peu de jours auparavant, Foucault, avec la collaboration de Froment, l'avait exécutée de son côté, indépendamment, par une ingénieuse disposition de la turbine à air ou à vapeur.

Cette double épreuve fut décisive pour la Science, et si le débat

(1) *Comptes rendus,* t. XXX, p. 562 et 771.

ne cessa point entièrement entre les belligérants, du moins il n'eut plus de raison d'être pour les neutres impartiaux.

L'historique de cette question, qu'après des maîtres de la Science tels que ceux de nos Secrétaires perpétuels, à qui nous devons les *Éloges historiques* de Foucault ([1]) et d'Arago ([2]), je me garderais d'oser vous raconter de nouveau, est des plus *curieux* (j'emploie le mot le plus doux que je trouve) par l'étonnante persistance des opinions adverses, je devrais dire par la ténacité des partis pris; et si Poinsot, dans une circonstance analogue, put croire à une *Astronomie passionnée,* je ne serai pas téméraire en soupçonnant dans celle-ci une *Physique intransigeante.* « Arago, dit M. Bertrand dans l'un des *Éloges* que je viens de citer (p. 7), sourit à la belle expérience, heureux d'évoquer par ses justes louanges le souvenir des jours glorieux où, vainqueur de Laplace, de Poisson et de Biot, il entraînait l'Académie, qui en remercie sa mémoire, à saluer la première le génie naissant de Fresnel. » Sur la bouche d'Arago, ce sourire était comme l'*amen* qui termine l'*Office des morts.*

Quel triomphe pour les expérimentateurs, que d'avoir apaisé d'un seul coup ce grand litige, élevé, il y avait deux siècles, entre Newton, d'une part, Descartes, Hooke et Huygens, de l'autre, et si souvent agité depuis !

Il restait encore à déterminer avec précision un autre élément, très important aussi, la vitesse de propagation des *ondes lumineuses.* C'est encore au génie de M. Fizeau que la Science doit la première détermination de cette vitesse, rigoureusement obtenue par des moyens *purement terrestres.* Plusieurs années après, la question fut reprise, d'un côté par Foucault et Froment, de l'autre par notre Confrère M. Cornu, à qui Bréguet prêta le concours dé-

---

([1]) Par J. Bertrand, 6 février 1882.
([2]) Par Jamin, 14 septembre 1884.

voué et efficace de son talent. C'est de ses ateliers que sortit l'appareil délicat qui permettait d'apprécier des $\frac{1}{240000}$ de seconde de temps. L'expérience, réalisée par Foucault, de son côté, avec des résultats presque identiques ([1]), réussit au delà de tout ce qu'il était permis d'espérer. Ces déterminations numériques, franchissant le domaine de la Physique, allèrent porter leur enseignement dans l'Astronomie, en y confirmant les prévisions de Le Verrier, fondées sur de profonds calculs, que le chiffre admis jusque-là pour la valeur de la parallaxe solaire devait être accru d'environ $\frac{3}{10}$ de seconde d'arc. Ils rapprochaient tout d'un coup le Soleil de la Terre de près de cinq millions de kilomètres!

Lorsque la *Télégraphie électrique*, théoriquement créée par Ampère et pratiquement réalisée par Wheatstone, fit son entrée dans le monde, Bréguet se jeta avec ardeur dans les applications de cette étonnante découverte.

Désigné, en 1845, pour faire partie de la Commission qui présidait à l'établissement de notre premier télégraphe électrique, entre Paris et Rouen, il en devint, à plusieurs égards, le membre le plus important. Il y appliqua le principe, découvert en 1838 par Steinheil, d'après lequel on peut supprimer le deuxième fil de communication et laisser la terre effectuer elle-même le retour du courant électrique : principe fécond, qui ménage la force motrice ainsi que la quotité du matériel de conduction, et permet de réaliser des économies considérables ([2]).

Le *Traité* publié par Bréguet, à cette occasion, sur la Télégraphie et les services rendus par lui dans la Commission de Rouen lui valurent, en 1845, la croix de chevalier de la Légion d'honneur.

C'est à lui que sont dus, comme conception et exécution, le télégraphe *à lettres*, le télégraphe *à cadran* et le télégraphe

---

([1]) Foucault trouva pour la vitesse de la lumière 298000^{km} par seconde: M. Cornu 300400^{km}.

([2]) *Comptes rendus*, t. XXXIV, p. 291.

mobile (¹), dont le second, particulièrement, adopté par les compagnies de chemins de fer pour le service de la voie, offre une si grande simplicité de manipulation et une telle sûreté de fonctionnement, que l'initiation professionnelle y est à peu près superflue.

Le contact de Bréguet avec le service des voies ferrées lui fournit l'occasion de résoudre de nombreux problèmes intéressant la sécurité dans les mouvements des trains et dans la préservation des appareils de signaux. Je citerai, comme l'un des plus importants perfectionnements qu'il y ait réalisés, l'invention du *parafoudre,* destiné à préserver les électro-aimants des télégraphes contre les ravages du tonnerre, dans les temps d'orage, et les employés contre ses dangers (²).

Une autre application de l'électricité, due aussi à Wheatstone, pour la transmission et la distribution de l'heure à distance, devint pour Bréguet un nouveau sujet de méditations et de succès éclatants. Après avoir installé un premier système à Lyon, en 1856, pour faire marcher 72 cadrans par un courant, inversé à chaque minute, qu'envoyait une horloge centrale, il le perfectionna (1857) en ne donnant au courant que le soin, moins précaire, de remettre périodiquement de véritables horloges à l'heure, une fois par jour, à midi ou à minuit (³). Ce n'était plus, à proprement parler, la *transmission* de l'heure : c'en était la *régularisation.*

Enfin, en 1876, il se trouva, dans la même voie, aux prises avec le problème, bien autrement ardu, posé par Le Verrier, de faire reproduire, *à la seconde près,* l'heure de la pendule-type de l'Observatoire national, par seize horloges, appelées *centres horaires,* réparties dans les divers quartiers de la capitale. Une *synchronisation* si absolue présentait de grandes difficultés, dans les conditions de *certitude constante* qu'exigeait son fonctionnement

---

(¹) *Comptes rendus*, t. XXXIV, p. 649.
(²) *Ibid.*, p. 980.
(³) *Ibid.*, t. XLV, séance du 23 novembre 1857.

régulier et normal. L'idée fondamentale d'une solution pratique avait été donnée par Foucault et appliquée ingénieusement par M. Vérité, de Beauvais. Notre Confrère M. Wolf l'avait réalisée, de son côté, dans l'intérieur de l'Observatoire national. Bréguet, en l'exécutant à son tour, sur une bien plus large échelle, pour la ville de Paris, y acquit un titre de plus à la reconnaissance des savants, des horlogers et du public.

C'est aussi de ses ateliers, où il était secondé par des coadjuteurs habiles, formés sous sa direction vigilante, que sont sortis, à diverses époques :

Le *sphygmographe,* avec cylindre enregistreur, de notre Confrère M. Marey, dont l'imperturbable diagnostic poursuit les secrets de la fièvre jusque dans les moindres variations de ses pulsations ;

Le *régulateur,* continu et isochrone, de notre regretté Confrère M. Yvon Villarceau, qui, appliqué aux *équatoriaux,* arrête le Soleil ou les étoiles pour l'observateur ;

L'*oscillomètre* de M. Bertin, dont la mer, dans ses plus grands caprices, ne déconcerte pas les indications ;

Le *séismographe* de notre Confrère M. Bouquet de la Grye, sentinelle éveillée, dont les mouvements les plus imprévus et les plus cachés de l'écorce terrestre ne surprennent jamais le vigilant contrôle ;

Le *chronographe* du capitaine de vaisseau Fleuriais, qui en a fait, en se servant aussi de beaux instruments dus au talent de Brunner, l'usage que chacun sait, à Pékin et ailleurs, pour ses observations astronomiques, aussi diverses qu'importantes.

J'en passe, ne pouvant les citer tous.

Tous ces travaux et services rendus à la Science marquaient la place de Louis Bréguet dans l'Académie des Sciences. Arago, lors de la mort de Gambey, le pressa d'y présenter sa candidature pour y reprendre la place que son grand-père avait occupée. M. Combes, son concurrent, l'emporta de deux voix sur lui (26 voix contre 24 voix). Une occasion d'entrer dans la Section des Membres libres se présenta en 1873; Bréguet songea à s'y porter candidat, mais, quand il sut que M. de Lesseps le désirait, il s'effaça aussitôt, ne voulant point paraître élever une digue devant celui qui n'avait jamais été arrêté par aucune, et pour qui il professait une sincère admiration. Il fut élu, dans cette Section, l'année suivante, 1874.

Quatre ans après, en 1878, le Gouvernement lui accorda la croix d'officier de la Légion d'honneur.

Inflexible dans ses convictions sur le terrain de la politique, mais antipathique aux préoccupations troublantes qu'elle fait naître, Bréguet concentrait ses affections et son activité dans le cercle de la famille et l'administration des affaires. Son autorité y était douce; son gouvernement, ferme, humain pour les ouvriers, soucieux de leurs intérêts. Homme de bon conseil, conciliant, serviable et même bienfaiteur incorrigible, il était, pour les autres, prodigue de son temps, de son industrie et de sa bourse. Simple d'allures, toujours souriant et de bonne humeur, il savait obliger avec une rondeur et une bonhomie qui doublaient le prix du service rendu et lui créaient des amis.

Toujours prêt à donner sa collaboration dévouée et désintéressée aux savants qui la réclamaient, il a laissé un souvenir reconnaissant chez ses Confrères, et ce n'est point ici que je risque de rencontrer un contradicteur.

Bien qu'il eût atteint un âge assez avancé, la mort l'a frappé de la façon la moins prévue par sa famille et par ses amis. Trois jours auparavant, il prenait part, avec sa régularité habituelle, à l'un de nos banquets annuels. Mais, sous cette apparence de vigueur et d'entrain, qu'il devait à sa robuste constitution, se cachait, pour les autres sinon pour lui-même, l'effort qu'il s'imposait pour dominer l'incurable douleur qui, chaque jour, tarissait en lui les sources de la vie. Frappé dans ses plus chères affections par la perte d'une fille, enlevée dans la force de l'âge, bientôt par celle de son neveu, M. Niaudet-Bréguet, savant aussi aimable que distingué, il lui restait un fils, ancien élève de l'École Polytechnique, déjà connu par d'honorables travaux scientifiques, sur qui reposaient ses plus glorieuses et légitimes espérances. Ce successeur de son nom, conservateur désigné de la gloire de la maison, lui fut, à son tour, enlevé à la fleur de l'âge, mais déjà dans la maturité du talent; il n'avait que 30 ans! Cette catastrophe porta au cœur du père, trois fois cruellement éprouvé, un coup irréparable, et lui seul, sans doute, dut ne pas s'étonner de la rapidité foudroyante avec laquelle s'approchait celui qui allait le frapper lui-même.

C'est le 27 octobre 1883 que, soudainement, sans le plus léger avertissement, au milieu d'une de ses lectures quotidiennes, il s'est éteint, laissant au monde savant des regrets persistants, et à sa veuve, comme à sa fille aînée (Mme Ludovic Halévy), une douleur sur laquelle la discrétion et le respect me défendent d'insister!

Tel fut, Messieurs, l'homme de bien, le travailleur infatigable, le savant modeste, héritier d'une grande tradition, mais fils de ses œuvres, dont je me suis fait, comme ayant eu l'honneur de lui succéder parmi vous, le pieux devoir de vous retracer la carrière. Il y a six mois, sous la coupole de l'Institut, dans une solennité dont il m'est deux fois agréable de rappeler le souvenir, l'un de nos éminents Confrères définissait « la vraie démocratie : celle qui permet à chaque individu de donner son maximum d'efforts dans le monde (1) » ; Louis Bréguet était de cette démocratie-là, et il a usé noblement de la permission.

(1) Réponse de M. Pasteur au discours de réception de M. Bertrand à l'Académie française (10 décembre 1885).

L.-R. TULASNE.

1815-1885.

LOUIS-RENÉ TULASNE,

né le 12 septembre 1815, à Azay-le-Rideau (Indre-et-Loire).

décédé le 22 décembre 1885, à Hyères.

INSTITUT DE FRANCE.

NOTICE

SUR

L.-R. TULASNE

PAR M. ED. BORNET.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

Quai des Augustins, 55.

1887

INSTITUT DE FRANCE.

SÉANCE DU 22 NOVEMBRE 1886.

NOTICE

SUR

L.-R. TULASNE

PAR M. ED. BORNET.

Le 28 décembre 1885, dans la séance où fut annoncée la mort de M. Tulasne, survenue le 22 du même mois, M. Duchartre lut une Notice sur la vie et l'œuvre botanique du savant d'élite que l'Académie venait de perdre. On sait trop ici avec quelle clarté, quelle chaleur communicative l'éminent doyen de la Section de Botanique exprime sa pensée, combien il excelle à mettre en plein jour les points essentiels d'un travail scientifique, pour qu'il soit nécessaire que je m'excuse de ne pas refaire une Notice qu'il a faite avec un talent et une autorité auxquels je ne saurais prétendre. J'ajouterai seulement quelques détails biographiques qui lui sont demeurés inconnus, qui ne sont connus que de très rares amis, tant la vie de M. Tulasne s'est écoulée silencieuse dans le recueillement du travail et des bonnes œuvres.

M. Louis-René Tulasne (¹) est né le 12 septembre 1815, à Azay-le-Rideau (Indre-et-Loire). Venu tout jeune à Poitiers, il suivit comme externe le lycée de cette ville où il fit toutes ses classes. Il étudia ensuite le droit à la Faculté de Poitiers, fut reçu licencié le 13 août 1835 et, pour se conformer au désir de son père, il embrassa la carrière du notariat. Il était deuxième clerc dans une étude de Poitiers lorsqu'il perdit son père en septembre 1839.

Libre alors de suivre ses goûts personnels, possesseur d'une aisance qui lui permettait de s'y livrer tout entier, il se hâta de rejoindre son jeune frère, Charles, qui étudiait en Médecine à Paris, et il se mit à cultiver la Botanique qui l'attirait depuis longtemps. M. Mauduyt, conservateur des Musées de la Ville, Desvaux, qui fut Directeur du Jardin de Botanique d'Angers, Delastre, auteur de la *Flore de la Vienne,* avaient guidé ses premiers pas à Poitiers. Il arrivait si bien préparé à profiter des leçons des Brongniart, des Jussieu, des Léveillé, que, dès 1841, il publiait avec son frère un premier Mémoire sur les Champignons, devenait collaborateur d'Auguste Saint-Hilaire et que, l'année suivante, en avril 1842, après un stage de deux mois, il était nommé aide-naturaliste au Muséum en remplacement de Guillemin. Dès lors, les Mémoires scientifiques se succèdent sans relâche; les faits nouveaux s'y pressent, nombreux, imprévus et si importants que la face de la Mycologie en est renouvelée. L'aide-naturaliste était passé maître. L'Académie ne fut pas la dernière à le reconnaître et, le 9 janvier 1854, elle l'appelait à remplir la vacance produite par le décès d'Adrien de Jussieu. « Me voici donc Membre, indigne » à la vérité, du corps savant le plus illustre de l'Europe », écrit-il à cette occasion à l'un de ses amis d'enfance. « J'espère, Dieu » aidant, que je parviendrai à conserver la bonne opinion qu'on

(¹) M. L.-R. Tulasne était désigné dans sa famille par le prénom d'Edmond: c'est de ce prénom qu'il signait sa correspondance.

» a de moi, et [c'est] à quoi je m'emploierai de tous mes moyens. » Il tint parole et a réussi. Pendant dix ans, son activité scientifique ne s'est pas ralentie; puis, lorsqu'il eut achevé, non sans quelque peine, le troisième volume du *Selecta Fungorum Carpologia* qui, dans le projet primitif, en comportait cinq, affaibli par le travail et la maladie, il quitta Paris pour Hyères et ne revint plus. Ses publications devinrent plus rares et s'arrêtèrent tout à fait en 1872. Enfin il donna son herbier de Champignons au Muséum d'Histoire naturelle, sa bibliothèque à l'Université catholique de Paris, et cessa de s'occuper des choses temporelles pour s'attacher à celles de l'éternité, à ses yeux seules nécessaires. Un tel renoncement répondait à un pli déjà ancien de sa pensée.

Quand nous serons à notre dernière heure, lisons-nous dans une lettre du 8 janvier 1855, ce nous sera une maigre consolation de songer à la vaine gloire dont nous aurons pu jouir à tort ou à raison. Combien nous serions sages si nous nous appliquions à juger tout, dès à présent, comme nous le ferons à ce moment solennel et décisif!

Sur les cinquante-sept publications de diverse importance inscrites au nom de M. L.-R. Tulasne, quinze, parmi lesquelles figurent les splendides Ouvrages intitulés : *Fungi hypogæi* et *Selecta Fungorum Carpologia,* sont également signées par Charles Tulasne. Mais ce ne sont pas les seules auxquelles celui-ci ait donné son concours. Plus jeune que son frère d'un an et quelques jours (1), d'une adresse manuelle extraordinaire, d'une persévérance à toute épreuve, dessinateur élégant et prompt, il s'est fait l'aide assidu, empressé, infatigable, sans lequel un grand nombre des travaux de son aîné n'auraient jamais abouti. Quand la nomination de celui-ci au Muséum l'eut définitivement acquis à la Botanique, Charles lui sacrifia sa carrière médicale, toute

(1) Charles Tulasne, né à Langeais (Indre-et-Loire) en 1817, est mort à Hyères le 28 août 1884.

pensée d'établissement dans le monde, et ne le quitta qu'en mourant. Toute leur vie, les deux frères vécurent ensemble dans la plus parfaite intimité : l'aîné plus sérieux, plus réservé, supérieur par la valeur intellectuelle et la culture littéraire; Charles plus expansif, plus attirant : l'un la pensée, l'autre l'action; tous deux d'une bonté rare, d'une douceur exquise, d'une charité sans mesure. De cette étroite association surgirent, non seulement les œuvres scientifiques qui ont rendu leur nom fameux, mais encore, il n'est pas permis de l'oublier, une série de fondations pieuses et charitables, des écoles, des hospices, des églises que leur main libérale a semées sur divers points de la France. Hommes d'une foi profonde dont les manifestations éclatent presque à chaque page du plus grand de leurs Ouvrages, en même temps qu'ils ont été hommes de science et de labeur opiniâtre, ce serait mutiler leur vie et leur œuvre que de n'en pas laisser entrevoir l'ensemble sous ses divers aspects et dans sa féconde plénitude.

Dans leur premier Mémoire sur les Champignons, MM. Tulasne abordèrent une question d'un intérêt majeur pour la Mycologie d'alors. Malgré diverses observations dont les auteurs ne saisirent pas l'importance ou qu'ils s'efforcèrent, par des explications plus ou moins ingénieuses, de faire rentrer dans la règle commune, on admettait sans contestation que les Champignons se reproduisaient uniformément par des semences contenues dans des thèques. En 1837, Léveillé démontra qu'il n'en est rien et qu'une grande partie des Champignons charnus, parmi lesquels les plus nombreux et les plus connus, comme les Agarics et les Bolets, produisent leurs spores au sommet de petits prolongements qui surmontent des cellules particulières nommées *basides*. Léveillé n'avait étudié que des Champignons dont la fructification est extérieure; M. Berkeley fit voir que les Champignons à fructification intérieure, les Gastéromycètes, présentent aussi les deux types de fructification. Le savant anglais avait examiné quatre genres seulement de ce groupe, lorsque MM. Tulasne s'emparèrent de la question. Celle-ci n'était pas aussi facile qu'il semblerait au premier abord. Un grand nombre de Gastéromycètes vivent sous la terre et sont difficiles à trouver; un mode de vie aussi particulier donne à tous un aspect uniforme qui n'apprend rien sur la structure interne; celle-ci d'ailleurs n'est souvent intacte que dans la première jeunesse du Champignon. Toutes les difficultés furent surmontées; dans dix Mémoires successifs, MM. Tulasne épuisèrent le sujet et les *Fungi hypogæi* qui terminent la série sont devenus sur ce point le code de la Mycologie actuelle.

Aux Gastéromycètes se rattachaient les Urédinées et les Ustilaginées, ces Champignons redoutés des agriculteurs, dont l'origine, la structure, le développement étaient encore à peine connus. En semant leurs spores, MM. Tulasne découvrirent que ces spores ne se développent pas immédiatement en une plante semblable à celle qui leur a donné naissance, mais que le filament germinatif produit des spores secondaires de forme caractéristique pour chacun des groupes : découverte aussi imprévue qu'importante qui ouvrit la voie aux expériences de culture qui ont éclairé d'une si vive lumière la biologie curieuse et complexe de ces végétaux.

Vers le même temps, la recherche des organes de la reproduction sexuée chez les Cryptogames inférieures excitait vivement les esprits. La découverte des anthérozoïdes des *Chara,* des Fougères, des *Fucus,* faisait espérer une solution prochaine. Pendant que, dans notre pays, Thuret étudiait les Algues dans cette direction, MM. Tulasne soumettaient les Lichens et les Champignons à un minutieux examen, afin de pénétrer le secret de leur sexualité si bien gardé jusqu'alors. Moins heureux que leur émule, ils ne réussirent pas à prouver que les spermaties sont des organes mâles comme ils l'avaient pensé d'abord, mais ils trouvèrent plus et mieux en démontrant, par des faits nombreux, tirés de groupes très divers, que les Champignons possèdent des organes reproducteurs multiples, très variés de structure et d'aspect. Il en résultait que beaucoup de formes, dispersées dans les différentes familles de Champignons généralement admises, n'étaient que les membres disjoints de diverses entités spécifiques. C'était le bouleversement des idées reçues, mais c'était aussi le début d'une ère nouvelle pour la Mycologie, qui repose tout entière aujourd'hui sur les bases solides établies par MM. Tulasne. La méthode qui les a conduits à ces merveilleux résultats est la pure méthode anatomique : la continuité tissulaire des organes est toujours l'argument probant et irréfutable dont ils appuient leurs démonstrations. Les travaux récents fondés sur des méthodes de culture grâce auxquelles on suit l'évolution d'une espèce depuis la spore jusqu'à la reproduction d'une spore semblable, ce grand desideratum de la Mycologie ancienne [1], n'ont fait qu'étendre, en les confirmant, les résultats obtenus par MM. Tulasne.

La science des végétaux comprend des questions assez diverses, et le plus souvent ses adeptes concentrent leurs efforts sur une seule de ses parties, à l'exclusion des autres; l'usage du microscope comme instrument d'étude habituel établit, en outre, entre les botanistes, une séparation assez tranchée. M. Tulasne n'a pas connu ces distinctions. Il a mené de front des travaux de Botanique descriptive, des recherches d'Anatomie extrêmement délicates, et ses études sur les Champignons. Attaché aux galeries du Muséum, chargé en cette qualité de ranger des herbiers qui s'agrandissent incessamment, il en prit occasion de publier des monographies de familles peu connues, des descriptions de genres nouveaux, des contributions importantes aux flores de la Colom-

[1] *Voyez* Léveillé (*Annales des Sciences naturelles*, 2e série, *Botanique*, 1837, t. VIII, p. 321), cité par Tulasne, *Selecta Fungorum Carpologia*, I, p. 86.

bie, de Madagascar, etc. Dans cet ordre de travaux, il ne fut inférieur à aucun autre ; il fut l'égal des meilleurs dans ces études d'Embryogénie végétale dont les difficultés, à une époque où les procédés techniques qui rendent actuellement ce genre de recherches plus aisément accessibles n'existaient pas encore, ne sauraient être exactement appréciées que par ceux qui les ont abordées et qu'un petit nombre seulement étaient capables de surmonter.

J'ai rapproché tout à l'heure le nom de Thuret de celui de M. Tulasne. Il existe en effet plus d'un point de ressemblance entre ces savants. Nés de même dans des conditions qui les débarrassaient des soucis matériels de l'existence, préparés tous deux à d'autres carrières par l'étude du droit, ils ont appliqué l'un et l'autre aux Sciences naturelles des qualités d'observateur tout à fait éminentes. Ils eurent des goûts semblables pour la retraite, la vie cachée, les mêmes préoccupations de faire le bien sous toutes ses formes. Les belles publications et les belles planches leur plaisaient également, avec quelques différences pourtant dans la manière de les exécuter. Les dessins qui ornent les Ouvrages de M. Tulasne ont plus d'effet pittoresque; plusieurs constituent de véritables paysages cryptogamiques où l'exactitude de la représentation n'exclut pas un certain parti pris; ceux de M. Thuret sont, jusque dans les plus minutieux détails, d'une fidélité incomparable. C'est la reproduction adéquate des objets tels qu'ils se montrent sous le microscope. Le mode d'exposition adopté par les deux auteurs témoigne aussi d'une notable dissemblance. M. Tulasne met dans ses livres toutes les idées, tous les faits, tous les renseignements que ses études et ses lectures ont accumulés dans son esprit. Thuret est plus sobre; il s'applique à condenser sa pensée sous la forme la plus brève et la plus claire possible, élaguant avec soin tout détail qui n'est pas absolument indispensable. *Non multa,* *sed multum,* suivant une formule qu'il répétait volontiers. Enfin, pour achever la ressemblance, tous deux ont vécu leurs derniers jours dans le midi de la France, à Antibes et à Hyères, et leur mort a été un deuil pour les populations qui les entouraient. On sentait que ces morts étaient de ceux que l'on ne remplace pas aisément et qu'avec eux une force était sortie du monde.

Liste des publications scientifiques

DE MM. LOUIS-RENÉ ET CHARLES TULASNE

Nos		Années
1.	Observations sur le genre *Elaphomyces,* par L.-R. et Ch. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles,* 2e série, *Botanique,* t. XVI, p. 5-29, tab. 1-14)........................	1841
2.	De la fructification des *Scleroderma,* comparée à celle des *Lycoperdon* et des *Bovista,* par L.-R. et Ch. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles,* 2e série, *Botanique,* t. XVII, p. 1-18, tab. 1 et 2)..	1842
3.	Revue de la Flore du Brésil méridional, par Auguste Saint-Hilaire et L.-R. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles,* 2e série, *Botanique,* t. XVII, p. 129-143, tab. 6 et 7).......	1842
4.	Sur les genres *Polysaccum* et *Geaster,* par L.-R. et Ch. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles,* 2e série, *Botanique,* t. XVIII, p. 129-241, tab. 5 et 6).........................	1842
5.	Champignons hypogés de la famille des Lycoperdacées, observés dans les environs de Paris et les départements de la Vienne et d'Indre-et-Loire, par L.-R. et Ch. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles,* 2e série, *Botanique,* t. XIX, p. 372-381, tab. 17)..	1843
6.	Nova quædam proponit genera in Leguminosarum classe L.-R. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles,* 2e série, *Botanique,* t. XX, p. 136-144, tab. 2 à 4).......................	1843
7.	Fungi nonnulli hypogæi novi vel minus cogniti; auct. L.-R. et Ch. Tulasne (*Giornale botanico italiano,* t. I, p. 55-63)....	1844
8.	Légumineuses arborescentes de l'Amérique du Sud, par L.-R. Tulasne (*Archives du Muséum,* t. IV, p. 65-196, avec 5 planches)..	1844
9.	Recherches sur le mode de fructification des Champignons de la tribu des Nidulariées, par L.-R. et Ch. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles,* 3e série, *Botanique,* t. I, p. 41-107, tab. 3-8)..	1844

Nos		Années
10.	Note sur l'organisation et le mode de fructification des *Onygena*, par L.-R. et Ch. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles*, 3e série, *Botanique*, t. I, p. 367-372, tab. 17)	1845
11.	De generibus *Choiromycete* et *Picoa* e Tuberacearum familia; auct. L.-R. et Ch. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles*, 3e série, *Botanique*, t. III, p. 348-353)	1845
12.	Description d'une espèce nouvelle du genre *Secotium*, appartenant à la Flore française, par L.-R. et Ch. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles*, 3e série, *Botanique*, t. IV, p. 169-177, tab. 9)	1845
13.	Flore de la Colombie. Plantes nouvelles décrites par L.-R. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles*, 3e série, *Botanique*, t. VI, p. 360-373)	1846
	Suite 2e, *loc. cit.*, t. VII, p. 257-296	1847
	Suite 3e, *loc. cit.*, t. VIII, p. 326-343	1847
14.	Études d'Embryogénie des végétaux, par L.-R. Tulasne (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. XXIV, p. 1060)	1847
15.	Mémoire sur les Ustilaginées comparées aux Urédinées, par L.-R. et Ch. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles*, 3e série, *Botanique*, t. VII, p. 12-127, tab. 2-7)	1847
16.	Sur la phosphorescence spontanée de l'*Agaricus olearius* DC., du *Rhizomorpha subterranea* Pers. et des feuilles du Chêne, par L.-R. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles*, 3e série, *Botanique*, t. IX, p. 338-362, tab. 20)	1848
17.	Podostemacearum Synopsis monographica; auct. L.-R. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles*, 3e série, *Botanique*, t. XI, p. 87-114)	1849
18.	De Aubletianis generibus *Quiina* et *Paraqueiba;* auct. L.-R. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles*, 3e série, *Botanique*, t. XI, p. 152-173)	1849
19.	Études d'Embryogénie végétale, par L.-R. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles*, 3e série, *Botanique*, t. XII, p. 21-137)	1849
20.	Articles divers sur les Champignons dans l'*Exploration scientifique de l'Algérie* pendant les années 1840, 1841 et 1842. Botanique. Acotylédones. — Hymenogastereæ, p. 394-397; — Nidularieæ, p. 424-428; — Tubereæ, p. 429-433; — Clathreæ, p. 433-439, par L.-R. Tulasne	1849

Nos		Années
21.	Physiologie des Lichens, par L.-R. Tulasne (*Bulletin de la Société philomathique* pour l'année 1850, p. 26-27) ou journal *l'Institut,* 18e année, p. 116)........................	1850
22.	Antidesmata et Stilaginellas novum plantarum genus recenset L.-R. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles,* 3e série, *Botanique,* t. XV, p. 180-266)........................	1851
23.	Fungi hypogæi. Histoire et monographie des Champignons hypogés, par L.-R. et Ch. Tulasne. In-folio, de XV et 222 pages, avec 21 planches gravées, dont 9 coloriées. Paris, Klincksieck.	1851
24.	Note sur l'appareil reproducteur dans les Lichens et les Champignons, par L.-R. Tulasne (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences,* t. XXXII, p. 427 et 470; *Annales des Sciences naturelles,* 3e série, *Botanique,* t. XV, p. 370-380)........................	1851
25.	Note sur l'Ergot du Seigle, par L.-R. Tulasne (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences,* t. XXXIII, p. 645).	1851
26.	Mémoire pour servir à l'histoire organographique et physiologique des Lichens, par L.-R. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles,* 3e série, *Botanique,* t. XVII, p. 5-128 et 153-249, tab. 1-16)........................	1852
27.	Nouvelles recherches sur l'appareil reproducteur des Champignons, par L.-R. Tulasne (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences,* t. XXXV, p. 844-846)...........	1852
28.	Podostemacearum Monographia; auct. L.-R. Tulasne (*Archives du Muséum,* t. VI, p. 21-208, 13 planches)................	1852
29.	Nouvelles recherches sur l'appareil reproducteur des Champignons, par L.-R. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles,* 3e série, *Botanique,* t. XIX, p. 129-182)................	1853
30.	Observations sur l'organisation des Trémelles, par L.-R. Tulasne (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences,* t. XXXVI, p. 627)........................	1853
31.	Observations sur l'organisation des Trémellinées, par L.-R. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles,* 3e série, *Botanique,* t. XIX, p. 193-231, tab. 10-13)....................	1853
32.	De organis apud Discomycetes propagini inservientibus, scripsit L.-R. Tulasne (*Botanische Zeitung,* t. XI, p. 49-56).......	1853
33.	Quasdam de *Erysiphis* animadversiones profert L.-R. Tulasne (*Botanische Zeitung,* t. XI, p. 257-267)................	1853

Nos		Années
34.	Note sur la germination des spores des Urédinées, par L.-R. Tulasne (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. XXXVI, p. 1093)	1853
35.	Mémoire sur l'Ergot des Glumacées, par L.-R. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles*, 3e série, *Botanique*, t. XX, p. 5-56, tab. 1-4)	1853
36.	Note sur le Champignon qui cause la maladie de la vigne, par L.-R. Tulasne (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. XXXVII, p. 605-609)	1853
37.	Sur le dimorphisme des Urédinées, par L.-R. Tulasne (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. XXXVIII, p. 761)	1854
38.	Second Mémoire sur les Urédinées et les Ustilaginées, par L.-R. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles*, 4e série, *Botanique*, t. II, p. 76-196, tab. 7-12)	1854
39.	Note sur les Champignons entophytes, tels que celui de la pomme de terre, par L.-R. Tulasne (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. XXXVIII, p. 1101)	1854
40.	Diagnoses nonnullas e Monimiacearum recensione tentata excerptas præmittit L.-R. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles*, 4e série, *Botanique*, t. III, p. 28-46)	1855
41.	Note sur l'appareil reproducteur de quelques Mucédinées fongicoles, par L.-R. Tulasne (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. XLI, p. 615-618)	1855
42.	Nouvelles études d'Embryogénie végétale, par L.-R. Tulasne (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. XLI, p. 790-794)	1855
43.	Nouvelles études d'Embryogénie végétale, par L.-R. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles*, 4e série, *Botanique*, t. IV, p. 64-122, tab. 7-18)	1855
44.	Monographia Monimiacearum primum tentata, scripsit L.-R. Tulasne (*Archives du Muséum*, t. VIII, p. 273-436, avec 10 planches)	1855
45.	Note sur l'appareil reproducteur multiple des Hypoxylées ou Pyrénomycètes (Fries), par L.-R. Tulasne (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. XLII, p. 701)	1856
	(*Annales des Sciences naturelles*, 4e série, *Botanique*, t. V, p. 107-118)	1856

Nos		Années
46.	Floræ madagascariensis fragmenta. Fragm. primum; auct. L.-R. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles*, 4e série, *Botanique*, t. VI, p. 75-138)	1856
47.	Nouvelles observations sur les *Erysiphe*, par L.-R. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles*, 4e série, *Botanique*, t. VI, p. 299-324)	1856
48.	Note sur les *Isaria* et *Sphæria* entomogènes, par L.-R. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles*, 4e série, *Botanique*, t. VIII, p. 35-43)	1857
49.	Floræ madagascariensis fragmenta. Fragm. alterum; auct. L.-R. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles*, 4e série, *Botanique*, t. VIII, p. 136-163)	1857
50.	Gnetaceæ Americæ australis, auct. L.-R. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles*, 4e série, *Botanique*, t. X, p. 110-126) . .	1858
51.	De quelques Sphéries fongicoles, à propos d'un Mémoire de M. A. de Bary sur les *Nyctalis*, par L.-R. et Ch. Tulasne (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. L, p. 16-19; *Annales des Sciences naturelles*, 4e série, *Botanique*, t. XIII, p. 5-19)	1860
52.	Selecta Fungorum Carpologia, junctis studiis ediderunt L.-R. et Ch. Tulasne, 3 vol. in-folio. Vol. I : Erysiphei, XXVIII et 242 pp., 5 tab.; II : Xylariei, Valsei, Sphærici, XIX et 319 pp., 34 tab.; III : Nectriei, Phacidiei, Pezizei, XVI et 221 pp., 22 tab. Paris, Imprimerie impériale 1861-	1865
53.	Note sur le *Ptychogaster albus* Corda, par L.-R. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles*, 5e série, *Botanique*, t. IV, p. 290-296)	1865
54.	Super Friesiano *Taphrinarum* genere et *Acalyptospora* Mazieriana, scripsit L.-R. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles*, 5e série, *Botanique*, t. V, p. 122-136)	1866
55.	Note sur les phénomènes de copulation que présentent quelques Champignons, par L.-R. et Ch. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles*, 5e série, *Botanique*, t. VI, p. 211-220, tab. 11) . .	1866
56.	Floræ madagascariensis fragmenta. Fragmentum tertium; auct. L.-R. Tulasne (*Annales des Sciences naturelles*, 5e série, *Botanique*, t. IX, p. 298-344)	1868

LAGUERRE.

1834-1886.

LAGUERRE,

né le 9 avril 1834, à Bar-le-Duc,

décédé dans la même ville le 14 août 1886.

INSTITUT DE FRANCE.

NOTICE

SUR

LAGUERRE

PAR M. POINCARÉ.

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.
Quai des Grands-Augustins, 55.

1887

INSTITUT DE FRANCE.

SÉANCE DU 13 JUIN 1887.

NOTICE

SUR

LAGUERRE

PAR M. POINCARÉ.

Dans cette Notice sur la vie et les travaux de M. Laguerre, j'aurai plus à parler de ses travaux que de sa vie. Son existence, utile et laborieuse, n'a été ni agitée ni bruyante. Sans ambition, partagé entre ses devoirs professionnels, les joies de l'étude et celles de la famille, les seuls événements de sa vie ont été des découvertes.

Laguerre naquit à Bar-le-Duc, le 9 avril 1834. Dès le début de ses études, son talent naissant fut remarqué de ses maîtres; mais il ne devait pas quitter les bancs du lycée sans avoir montré qu'il était autre chose qu'un bon écolier. En 1853, n'étant encore que candidat à l'École Polytechnique, il se signala par un travail original.

Dans le programme d'admission à cette école, la place d'honneur appartient à la Géométrie analytique. Cette Science se renouvelait alors par une révolution en quelque sorte inverse de la réforme cartésienne. Avant Descartes, le hasard seul, ou le génie, permettait de résoudre une question géométrique; après Descartes, on a pour arriver au résultat des règles infaillibles; pour être géomètre, il suffit d'être patient. Mais une méthode purement mécanique, qui ne demande à l'esprit d'invention aucun effort, ne peut être réellement féconde. Une nouvelle réforme était donc nécessaire : ce furent Poncelet et Chasles qui en furent les initiateurs. Grâce à eux, ce n'est plus ni à un hasard heureux ni à une longue patience que nous devons demander la solution d'un problème, mais à une connaissance approfondie des faits mathématiques et de leurs rapports intimes. Les longs calculs d'autrefois sont devenus inutiles, car on peut le plus souvent en prévoir le résultat.

Laguerre a joué dans cette réforme un rôle très important, que son premier travail de jeunesse permettait déjà de pressentir. La théorie des propriétés projectives de Poncelet, l'une des plus utiles des méthodes modernes, permet de déduire d'une proposition connue une infinité de propositions nouvelles. Mais, en 1853, cette théorie était loin d'être complète; bien des points, et non des moins importants, restaient encore à éclaircir : comment pouvait se faire la transformation des propriétés métriques des figures, et en particulier des relations entre les angles? Le jeune lycéen résolut du premier coup ce problème qui préoccupait les fondateurs de la Géométrie moderne; sa solution, simple et élégante, fut publiée dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques*.

Il entra le quatrième à l'École Polytechnique. Si son rang de sortie fut un peu moins brillant, nous ne devons pas nous en étonner, car il fut à l'École ce qu'il fut dans la vie. Le monde ne lui apparaissait pas comme un champ clos, ni les hommes comme des rivaux qu'il faut devancer à tout prix. Ce qu'il cherchait dans l'étude, ce n'était pas le succès, mais le savoir; malheureusement, le chemin le plus court vers ces premiers rangs si ardemment convoités n'est pas toujours le travail original et libre qui fait perdre de vue le but auquel d'autres pensent sans cesse.

Devenu officier d'artillerie et envoyé à Metz, à Mutzig, puis à Strasbourg, il ne publia rien pendant dix ans. Il remplissait ses devoirs militaires avec une scrupuleuse ponctualité, et ses camarades pouvaient croire que sa profession l'absorbait tout entier. Ils se trompaient. Laguerre poursuivait silencieusement les études qu'il avait si brillamment commencées et accumulait d'importants matériaux.

Quand il revint à Paris, en 1864, pour remplir les fonctions de répétiteur à l'École Polytechnique, il lui eût été facile, en dévoilant les secrets qu'il devait à dix ans de travail, de publier un important volume de Géométrie qui l'eût immédiatement classé hors de pair. Il n'en fit rien; les idées générales n'avaient de prix, à ses yeux, que par les applications particulières où elles pouvaient conduire. Il ne communiqua donc ses résultats qu'un à un, avec sobriété, presque avec avarice.

Difficile à satisfaire, il ne voulait rien livrer que de parfait. Ce n'est qu'en 1870 qu'il fit, à la salle Gerson, un Cours public, où il exposa ses vues d'ensemble sur l'emploi des imaginaires en Géométrie et dont les premières Leçons furent seules publiées.

Aucune des ressources nouvelles de la Géométrie supérieure ne lui fut étrangère; il en créa quelques-unes; il les mania toutes avec habileté et bonheur. Les résultats sont trop nombreux pour que je puisse songer à les analyser ou même à les énumérer tous. Sur cent quarante Mémoires qu'il nous a laissés, plus de la moitié sont des travaux de Géométrie et marquent la place qu'a tenue Laguerre dans ce mouvement dont j'ai parlé plus haut et d'où est sortie la Géométrie moderne.

Il s'occupa d'abord de représenter d'une façon concrète les points imaginaires du plan et de l'espace; c'est ainsi, en particulier, qu'il fut amené à comprendre le premier le rôle important que joue l'aire du triangle sphérique dans la Géométrie de la sphère, et à étendre la théorie des foyers à toutes les courbes algébriques planes et sphériques.

L'étude des courbes et des surfaces algébriques se rattache directement à la théorie des formes homogènes et de leurs invariants; tout théorème sur ces formes est susceptible, en effet, d'autant d'interprétations géométriques qu'on peut imaginer de systèmes nouveaux de coordonnées. Laguerre a créé deux de ces systèmes : le premier est applicable aux courbes tracées sur les surfaces du second ordre; le deuxième est ce qu'il a appelé l'*équation mixte* et met en évidence les tangentes qu'on peut mener à la courbe d'un point extérieur. Sa connaissance approfondie de la théorie des formes, alors naissante, lui permit de tirer de ces deux inventions tout le parti possible. Parmi ces résultats, je citerai seulement l'étude qu'il fit d'une surface du troisième ordre, réciproque de celle de Steiner.

Les courbes et les surfaces anallagmatiques attiraient à cette époque l'attention des géomètres les plus éminents; plusieurs de leurs propriétés les plus importantes ont été découvertes par Laguerre. Il étudiait en même temps toutes les courbes du quatrième ordre, et en particulier l'hypocycloïde à trois rebroussements, la cardioïde, la lemniscate, les cassiniennes planes et sphériques, les biquadratiques gauches; ses résultats élégants, qu'il établissait toujours par une démonstration simple et ingénieuse, font nettement ressortir les rapports qui lient entre elles ces questions différentes.

A côté de la Géométrie algébrique, se développe la Géométrie infinitésimale, à laquelle se rattache l'étude de la courbure des lignes et des surfaces. Cette branche de la Science doit aussi beaucoup à Laguerre. Il y a appliqué tantôt les ressources du

Calcul différentiel, tantôt celles des méthodes algébriques qu'il avait créées. Je citerai seulement ses recherches sur les lignes géodésiques et sur la courbure des surfaces anallagmatiques.

Le célèbre théorème de Poncelet est une interprétation géométrique lumineuse de l'addition des arguments elliptiques. Laguerre l'éclaircit encore, en approfondit les cas particuliers, le rattache aux découvertes de Jacobi, enfin le généralise et l'étend aux fonctions hyperelliptiques. Le théorème d'addition de ces fonctions, si compliqué sous sa forme algébrique, est remarquablement simple et élégant sous son nouveau vêtement géométrique.

Je ne puis que signaler en passant une ingénieuse extension du théorème de Joachimstahl aux surfaces du second ordre, et j'ai hâte d'arriver à un Mémoire trop peu connu et dont la portée philosophique est très grande. Ce Mémoire, qui a pour titre « Sur les systèmes linéaires », a été publié en 1867 dans le *Journal de l'École Polytechnique*.

Les substitutions linéaires ont acquis dans l'Analyse une telle importance qu'il nous semble aujourd'hui difficile de traiter une seule question sans qu'elles s'y introduisent. Laguerre devinait déjà, sans doute, l'avenir réservé à cette théorie et il en développait en quelques pages tous les points essentiels.

Mais il ne se bornait pas là. Depuis le commencement du siècle, de grands efforts ont été faits pour généraliser le concept de grandeur; des quantités réelles, on s'est élevé aux quantités imaginaires, aux nombres complexes, aux idéaux, aux quaternions, aux imaginaires de Gallois. Le domaine de l'Analyse s'agrandissait ainsi sans cesse et de tous côtés; Laguerre s'élève à un point de vue d'où l'on peut embrasser d'un coup d'œil tous ces horizons. Toutes ces notions nouvelles, et en particulier les quaternions, sont ramenées aux substitutions linéaires. Pour faire comprendre la portée de cette vue ingénieuse, qu'il me suffise de rappeler les beaux travaux de M. Sylvester sur ce sujet.

Laguerre applique ces principes à la théorie des formes quadratiques et à celle des fonctions abéliennes, et il retrouve et complète sur divers points les résultats de M. Hermite. Sans doute, il n'y a dans tout cela qu'une notation nouvelle; mais qu'on ne s'y trompe pas : dans les Sciences mathématiques, une bonne notation a la même importance philosophique qu'une bonne classification dans les Sciences naturelles. Le Mémoire que je cite en est d'ailleurs la meilleure preuve. Laguerre touche à toutes les branches de l'Analyse et force, pour ainsi dire, une multitude de faits sans aucun lien apparent à se grouper suivant leurs affinités naturelles.

Depuis 1874, Laguerre faisait partie du Jury d'admission à l'École Polytechnique. Ces délicates fonctions ne pouvaient être confiées à un examinateur plus compétent et plus scrupuleux. Ces juges si redoutés sont jugés à leur tour, et quelquefois sévèrement, par les candidats malheureux ou par leurs professeurs. Jamais un condamné n'a protesté contre un arrêt de Laguerre. Il savait mieux que personne distinguer le vrai savoir, quelquefois moins brillant, de cette érudition superficielle due à une préparation habile. Aussi quelle souffrance pour lui quand un candidat, dont il avait dès l'abord deviné le mérite, se troublait dans la suite de l'examen et restait au-dessous de lui-même!

C'est à ce moment de sa vie que j'ai commencé à le connaître et que j'ai pu apprécier, non seulement son rare talent de géomètre, mais sa conscience, sa droiture et sa grande élévation morale. Je me rappellerai toujours avec reconnaissance la complaisance avec laquelle il mettait au service des débutants toutes les ressources d'une érudition vaste et sûre.

Ses nouvelles fonctions ne détournèrent pas Laguerre de ses recherches géométriques; c'est à cette époque qu'il créa la Géométrie de direction. Il est peu d'exemples qui fassent mieux voir combien l'idée la plus simple peut devenir féconde quand un esprit ingénieux et profond s'en empare. On peut regarder une droite ou un cercle comme la trajectoire d'un point mobile; mais ce point peut parcourir sa trajectoire dans deux sens opposés : c'est ce qui conduit à considérer une droite comme formée de deux semi-droites et un cercle comme formé de deux cycles. De ce point de vue, les autres courbes se répartissent en deux classes : les courbes de direction qui sont susceptibles de se décomposer analytiquement comme la droite en deux trajectoires parcourues en sens contraire, et celles pour lesquelles une semblable décomposition est impossible.

Le parti que Laguerre a su tirer de cette distinction montre qu'elle n'est nullement arbitraire. Elle l'a conduit en particulier à une transformation géométrique nouvelle qui promet de n'être pas moins utile que les transformations déjà connues.

Pour résoudre un problème nouveau, nous cherchons toujours à le simplifier par une série de transformations; mais cette simplification a un terme, car il y a dans tout problème quelque chose d'essentiel, pour ainsi dire, que toute transformation est impuissante à modifier. De là l'importance de la notion générale d'invariant que l'on doit rencontrer dans toute question de Mathématiques; elle devait s'introduire nécessairement dans la théorie des équations différentielles linéaires et fournir le moyen d'amener ces équations, par des opérations convenables, au plus haut degré possible de simplicité.

Cette idée est due aussi à Laguerre, et M. Halphen a montré combien elle était féconde en développant à ce point de vue nouveau sa théorie des invariants différentiels.

J'arrive à la partie la plus remarquable de l'œuvre de Laguerre, je veux parler de ses travaux sur les équations algébriques. Le théorème de Sturm permettait déjà une discussion complète; la méthode de Newton donnait une approximation rapide et indéfinie. La question semblait donc épuisée. Mais ce n'était pas la première fois que Laguerre, abordant un champ où les esprits superficiels ne croyaient plus avoir rien à glaner, en rapportait une moisson nouvelle.

La méthode de Sturm, il faut bien le reconnaître, a été plus admirée qu'appliquée. Pour obtenir le nombre des racines réelles d'une équation, on préfère généralement employer des moyens détournés propres à chaque cas particulier; on ne pouvait donc trouver de nouveau qu'en dehors du cas général.

La démonstration classique de la règle des signes de Descartes est d'une grande simplicité; Laguerre en a trouvé une plus simple encore. Ce n'eût été là qu'un avantage secondaire, mais la démonstration nouvelle s'applique non seulement aux polynômes entiers, mais encore aux séries infinies. Ainsi transformé, le théorème de Descartes devient un instrument d'une flexibilité merveilleuse; manié par Laguerre, il le conduit à des règles élégantes, bien plus simples que celle de Sturm et s'appliquant à des classes très étendues d'équations. Une d'elles, qui, à vrai dire, est aussi compliquée que celle de Sturm, a le même degré de généralité. Laguerre ne s'y arrête pas d'ailleurs, attiré plutôt vers les cas particuliers simples par son instinct scientifique.

La méthode de Newton consiste à remplacer l'équation à résoudre par une équation du premier degré qui en diffère très peu; Laguerre la remplace par une équation du deuxième degré qui en diffère moins encore. L'approximation est plus rapide; de plus, la méthode n'est jamais en défaut, au moins quand toutes les racines sont réelles. Le procédé nouveau est surtout avantageux quand le premier membre de l'équation est un de ces polynômes qui satisfont à une équation linéaire et dont le rôle analytique est si important. Je ne puis non plus passer sous silence une méthode ingénieuse pour séparer et calculer les racines imaginaires, mais dont Laguerre n'a pas eu le temps de tirer toutes les conséquences.

Quelles sont, parmi ces propriétés, celles qui s'étendent aux équations transcendantes? Laguerre s'en préoccupe et est ainsi amené à approfondir la classification en genres des transcendantes entières; personne ne s'est avancé aussi loin que lui dans cette théorie, l'une des plus difficiles de l'Analyse.

L'étude des fractions continues algébriques nous permettra sans doute un jour de représenter les fonctions par des développements beaucoup plus convergents que les séries de puissances; mais peu de géomètres ont osé s'aventurer dans ce domaine inconnu qui nous réserve bien des surprises; Laguerre y fut conduit par ses recherches sur les polynômes qui satisfont à une équation linéaire. De tous les résultats qu'il obtint, je n'en veux citer qu'un, parce que c'est le plus surprenant et le plus suggestif. D'une série divergente, on peut déduire une fraction continue convergente : c'est là un nouveau mode d'emploi légitime des séries divergentes qui est sans doute destiné à un grand avenir.

Tel est ce vaste ensemble de travaux algébriques et analytiques où Laguerre a su, chose rare, s'élever aux aperçus généraux sans perdre jamais de vue les applications particulières et même numériques.

Je m'arrête dans cette longue énumération de découvertes; je n'ai pu être court, et je n'ai pas même l'excuse d'avoir été complet, puisque je n'ai signalé ni les applications de la méthode de Monge ni celles du principe du dernier multiplicateur; mais la prodigieuse fécondité de Laguerre rendait ma tâche difficile.

S'il était vrai qu'on ne pût rencontrer la gloire sans la chercher, Laguerre serait resté toujours ignoré; mais, heureusement, ses beaux travaux lui avaient attiré l'estime et bientôt l'admiration des juges les plus compétents, et il ne devait pas attendre en vain qu'on lui rendît justice. L'Institut lui ouvrit ses portes le 11 mai 1885; peu de temps après, M. Bertrand lui confiait la suppléance de la chaire de Physique mathématique au Collège de France.

Il est triste de penser que Laguerre ne put jouir que pendant peu de temps de cette double et légitime récompense. Il eut encore le temps, cependant, dans les quelques Leçons qu'il fit au Collège de France, d'exposer sous un jour tout nouveau cette belle théorie de l'attraction des ellipsoïdes, qu'il avait complétée par ses travaux personnels. Il siéga à peine à l'Académie des Sciences. Les examens d'entrée à l'École Polytechnique l'en éloignèrent d'abord, puis la maladie l'obligea à quitter toutes ses occupations.

Sa santé, qui avait toujours été délicate, usée par un travail incessant et opiniâtre, était irrémédiablement perdue. Malgré les soins pieux dont Laguerre était entouré, le mal fit pendant six mois de continuels progrès. Il mourut, le 14 août 1886, dans sa ville natale, à Bar-le-Duc.

Il sera regretté non seulement de ses amis, mais de tous les hommes qui s'intéressent à la Science et qui savent combien de secrets il a emportés dans la tombe.

G.-H. HALPHEN.

1844-1889.

GEORGES-HENRI HALPHEN,

né le 30 octobre 1844, à Rouen (Seine-Inférieure),
décédé à Versailles le 21 mai 1889.

INSTITUT DE FRANCE.

NOTICE

SUR

G.-H. HALPHEN,

PAR M. É. PICARD.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

INSTITUT DE FRANCE.

SÉANCE DU 10 MARS 1890.

NOTICE

SUR

G.-H. HALPHEN,

PAR M. É. PICARD.

Il semble que l'on puisse aujourd'hui distinguer, chez les mathématiciens, deux tendances d'esprit différentes. Les uns se préoccupent principalement d'élargir le champ des notions connues; sans se soucier toujours des difficultés qu'ils laissent derrière eux, ils ne craignent pas d'aller en avant et recherchent de nouveaux sujets d'études. Les autres préfèrent rester, pour l'approfondir davantage, dans le domaine de notions mieux élaborées; ils veulent en épuiser les conséquences, et s'efforcent de mettre en évidence dans la solution de chaque question les véritables éléments dont elle dépend. Ces deux directions de la pensée mathématique s'observent dans les différentes branches de la Science; on peut dire toutefois, d'une manière générale, que la première tendance se rencontre le plus souvent dans les travaux qui touchent au Calcul intégral et à la théorie des fonctions; les travaux d'Algèbre moderne et de Géométrie analytique relèvent surtout de la seconde. C'est à celle-ci que se rattache principalement l'œuvre d'Halphen; ce profond mathématicien fut avant tout un algébriste. Les problèmes difficiles d'Algèbre et de Géométrie énumérative, par lesquels il débuta dans la Science, et où une solution n'a de prix que si elle est complète et définitive, l'habituèrent à creuser à fond les questions qu'il étudiait. On retrouve dans tous ses écrits le souci constant de ne rien laisser d'inachevé. Mettant à profit, avec un art consommé, le secours que peuvent se prêter les diverses parties des Mathématiques, il a su pousser jusqu'à leur dernier terme les solutions des problèmes qu'il s'est posés. Son œuvre, si parfaite, laissera dans la Science une trace durable.

Georges-Henri Halphen naquit à Rouen, le 30 octobre 1844; il entra à l'École Polytechnique en 1862, et, à sa sortie en 1866 de l'École d'Application de Metz, fut envoyé comme lieutenant d'Artillerie à Auxonne d'abord et ensuite à Strasbourg. Le premier travail mathématique que nous ayons à mentionner date de 1869: il est relatif à la recherche du nombre des droites communes à deux congruences. Halphen avait trouvé sa voie; nous allons le voir bientôt attaquer successivement, et avec plein succès, les problèmes les plus difficiles relatifs à la théorie géométrique de l'élimination et à la théorie des courbes algébriques. Travaillant en silence, il s'était initié, pendant les années précédentes, aux méthodes de l'Algèbre et de la Géométrie modernes. Dès cette époque, il était en possession de résultats de la plus haute importance, concernant les courbes gauches algébriques, et les communiquait très succinctement à l'Académie dans les premiers mois de 1870. Nous reparlerons de ce beau Mémoire, que d'autres productions d'Halphen égalent peut-être, mais certainement ne dépassent pas. Maintenant c'est sur un autre terrain que le lieutenant d'artillerie va déployer son énergie et montrer sa valeur. Il était à Besançon au mois de juillet 1870; après s'être occupé activement de l'armement de cette place, il arriva à Paris, très souffrant encore d'une chute de cheval qu'il venait de faire. Malgré l'avis de son médecin, il partit peu de jours après pour Mézières; employé d'abord à la défense de cette ville, il eut la chance de la quitter avant son investissement complet, et alla retrouver au Nord l'armée du général Faidherbe. Là il prit part à la bataille de Pont-Noyelles, où il fut fait chevalier de la Légion d'honneur, puis aux batailles de Bapaume et de Saint-Quentin. Il était nommé capitaine à la fin de cette campagne, dans laquelle il s'était signalé par des actions d'éclat, qui lui valurent l'honneur d'une citation dans le récit du général Faidherbe sur les opérations de l'armée du Nord.

En 1872, Halphen se fixe à Paris, où il devient répétiteur à l'École Polytechnique et reprend ses études scientifiques. De tous les travaux de cette partie de sa vie, ceux qui lui ont coûté le plus d'efforts sont relatifs à la théorie célèbre des caractéristiques. A la suite des recherches de M. de Jonquières et de Chasles, l'étude des systèmes algébriques de coniques, dépendant d'un paramètre arbitraire, préoccupait vivement les géomètres. Chasles avait, par induction, trouvé une loi générale faisant connaître le nombre des coniques satisfaisant à une condition donnée. Ce nombre se composait d'une somme de deux termes, chacun de ceux-ci étant un produit de deux facteurs, dont l'un dépendait seulement du système et l'autre de la condition. Halphen, en même temps que plusieurs autres géomètres éminents, s'efforça de démontrer la loi de Chasles : il crut même en avoir trouvé une démonstration ; mais, bientôt après, s'apercevant d'une erreur dans ses raisonnements, il fut conduit à soupçonner que la loi était inexacte et reprit l'étude de la question. Après de longues recherches, il eut la satisfaction d'arriver à la solution complète par une méthode dont on ne peut trop louer l'originalité. On peut faire correspondre uniformément les coniques d'un système aux points d'une courbe algébrique convenable ; de même, on fera correspondre à la condition donnée une autre courbe algébrique. C'est la considération de ces deux lignes qui conduit Halphen au résultat cherché. En particulier, pour que l'énoncé de Chasles soit exact, il faut et il suffit que l'une d'elles ne passe pas à l'origine des coordonnées. Il en sera toujours ainsi, si le système de coniques ne présente que des singularités ordinaires, c'est-à-dire des singularités qui existent nécessairement dans l'ensemble d'un système et de son corrélatif. Cette distinction entre les singularités ordinaires ou nécessaires et les singularités extraordinaires avait été pour Halphen, au début de ses études, un trait de lumière. Elle lui était bien familière dans une autre théorie, dont il s'occupait en même temps, celle des courbes algébriques, à laquelle il consacra de nombreux Mémoires.

Les points singuliers jouent dans l'étude des courbes algébriques un rôle considérable. Les principes pour la discussion d'une telle courbe dans le voisinage d'un point avaient été établis définitivement par Puiseux. D'autre part, Riemann, dans sa théorie des fonctions abéliennes, avait introduit la notion capitale du genre des courbes algébriques, et partagé celles-ci en différentes classes, deux courbes étant de la même classe quand elles se correspondent uniformément. L'illustre géomètre, qui aimait les grands horizons, avait peu insisté sur plus d'un point difficile, en particulier sur ce qui concerne les singularités élevées. Halphen donne une formule générale, applicable à tous les cas, pour la détermination du genre d'une courbe algébrique ; puis, passant à l'étude des courbes d'une même classe, il approfondit une proposition remarquable donnée par M. Nœther, d'après laquelle on peut trouver dans toute classe des courbes n'ayant que des singularités ordinaires. Le savant géomètre allemand employait pour cette transformation une succession de substitutions quadratiques ;

Halphen veut trouver une transformée ayant avec la courbe initiale des rapports géométriques simples; il y réussit de deux manières différentes. Dans une première solution, il établit que toute courbe plane algébrique est la perspective d'une courbe gauche n'ayant qu'un point singulier, et telle qu'en ce point toutes les branches aient des tangentes distinctes; faisant alors la perspective de cette courbe gauche d'un point de vue arbitraire, il obtient la transformée cherchée. La seconde solution se rattache à l'étude d'une série de courbes analogues aux développées, dans laquelle apparaissent dans tout leur éclat la science profonde et le remarquable talent de notre auteur. Prenant une conique arbitraire dans le plan de la courbe à transformer, il considère en chaque point de celle-ci sa tangente et la polaire du point par rapport à la conique; le lieu de l'intersection de ces deux droites donne une transformée uniforme de la courbe. Halphen établit qu'après avoir répété un nombre fini de fois cette transformation on arrivera à une courbe n'ayant plus que des points singuliers ordinaires; puis il démontre ce théorème si curieux et si caché, qu'à partir d'un certain rang les degrés et les classes des transformées précédentes forment deux progressions arithmétiques de même raison. Ce beau résultat comprend, comme cas particulier, cette étonnante propriété des développées successives des courbes algébriques, dont les degrés et les classes sont, à partir d'un certain rang, en progression arithmétique.

Ces travaux approfondis sur la théorie des courbes permirent à Halphen de reprendre ses études sur l'élimination. La recherche des points d'une courbe algébrique, qui satisfont à une condition exprimée par une équation différentielle algébrique donnée, se présente en Géométrie dans divers cas particuliers, par exemple dans la recherche des points d'inflexion. La question méritait d'être abordée dans toute sa généralité. Halphen se place au même point de vue que dans la théorie des caractéristiques, c'est-à-dire cherche à mettre en évidence les éléments relatifs à la courbe et les éléments dépendant de la condition, qui est ici l'équation différentielle. Pour les équations du premier ordre, la solution est de même forme que dans le cas classique des caractéristiques; pour celles du second ordre, on a encore une formule analogue, mais renfermant trois termes au lieu de deux. La généralisation semble immédiate, mais l'analogie tromperait étrangement ; pour les équations d'ordre supérieur, on ne peut plus, d'une manière générale, fixer de limite pour le nombre des termes. C'est là un résultat dont l'intérêt philosophique est très grand; il montre, avec la dernière évidence, que les singularités élevées des courbes algébriques ne peuvent avoir pour équivalents, dans toute question, un nombre déterminé de singularités ordinaires indépendant à la fois de cette question et de la courbe que l'on étudie. Bientôt après, ces difficiles recherches sont étendues aux courbes gauches, et, dans quelques cas particuliers, aux surfaces algébriques.

Dans un des Mémoires précédents, Halphen avait rencontré des équations différentielles restant inaltérées par une transformation homographique quelconque. Ce nouveau genre d'invariance excita son intérêt; il réussit à former toutes les équations jouissant de cette propriété et présenta ce travail comme Thèse, en 1878, sous le titre d'*Invariants différentiels*. L'équation différentielle des lignes droites et celle des coniques donnaient immédiatement deux exemples d'invariants. La découverte d'un invariant du septième ordre, amenée par les considérations géométriques les plus ingénieuses, permit à Halphen de développer la théorie générale qu'il étendit ensuite aux courbes gauches.

Ces résultats, si intéressants en eux-mêmes, allaient permettre à leur auteur d'aborder une importante question de Calcul intégral. Dans deux Notes mémorables, Laguerre venait d'appeler l'attention des géomètres sur les invariants des équations différentielles linéaires. Halphen voit de suite le rapport qu'il y a entre ses recherches antérieures et la notion nouvelle introduite par Laguerre; ainsi assuré, en quelque sorte *a priori*, de la possibilité d'édifier une théorie complète des invariants des équations linéaires, il s'attaque à ce nouveau problème et en approfondit tous les détails. Le nombre des invariants absolus distincts d'une équation linéaire est inférieur de deux unités à son ordre; on peut les obtenir d'une manière régulière, en ramenant l'équation à une forme canonique, forme dont l'introduction dans cette question, comme dans certaines théories algébriques parallèles, est bien digne de remarque. Halphen montra l'intérêt de ses recherches au point de vue du Calcul intégral, en apprenant à reconnaître si une équation différentielle linéaire est susceptible d'être ramenée à certains types connus déjà intégrés, au moyen d'un changement de variable et de fonction qui n'altère pas sa forme. On comprend que les relations entre les invariants absolus doivent jouer, dans une telle question, un rôle capital; c'est, en effet, de la nature de ces relations qu'Halphen déduisit la solution du beau problème qu'il s'était posé. L'Académie avait proposé, comme sujet du grand prix des Sciences mathématiques pour 1880, de perfectionner la théorie des équations différentielles linéaires; le prix fut décerné au Mémoire *Sur la réduction des équations linéaires aux formes intégrables*.

Bientôt après, Halphen remportait un nouveau succès académique. L'Académie des Sciences de Berlin avait mis au concours, pour le prix Steiner de 1882, la solution d'une question importante concernant les courbes gauches algébriques. Halphen, nous l'avons dit, possédait, dès 1870, d'importants résultats sur cette théorie; ce lui fut l'occasion de reprendre son travail qui n'avait pas été publié et de le compléter. Il l'envoya au concours et reçut le prix, qui fut doublé, en même temps que M. Nœther. Cet admirable Mémoire me paraît l'œuvre la plus profonde d'Halphen.

Il a réussi à énumérer et à classer en diverses familles les courbes d'un même degré. Dans la théorie si difficile des courbes gauches algébriques, c'est sur l'extension des formules de Plücker qu'avaient d'abord porté les efforts des géomètres; elle fut obtenue, il y a longtemps déjà, par M. Cayley, et complétée par M. Salmon. Dans ces formules s'introduisent, outre le degré, certains nombres entiers relatifs à la courbe considérée; mais ceux-ci ne suffisent pas, en général, à distinguer une famille de courbes. Parmi eux, il en est un d'une importance extrême; c'est le nombre des points doubles apparents. Pour une courbe d'un degré donné, ce nombre a une limite supérieure, facile à obtenir. Bien autrement cachée était la limite inférieure; Halphen réussit à trouver la limite véritable, c'est-à-dire celle qui peut être effectivement atteinte, et démontre ce résultat si saillant que les courbes correspondantes sont situées sur des surfaces du second degré. La classification repose sur la considération de l'ordre minimum d'une surface algébrique passant par la courbe gauche; pour l'obtenir, Halphen introduit différentes fonctions numériques du degré de la courbe, dont les valeurs sont comprises entre le maximum et le minimum que nous venons de signaler, et l'ordre cherché dépend de la place qu'occupe dans cette suite le nombre des points doubles apparents. Les méthodes générales sont appliquées à la classification complète de courbes jusqu'au vingtième degré, et à celle des courbes de degré cent vingt.

Je ne puis parcourir l'œuvre entière d'Halphen; à côté de ces études de longue haleine, dont nous avons essayé de donner une idée, nous pourrions citer d'autres Mémoires de moindre étendue, où nous retrouverions une pensée originale. Mentionnons au moins un travail sur la théorie des séries, qui renferme des résultats inattendus; une série très générale, procédant suivant certains polynômes entiers, dont chacun est la dérivée du suivant, et qui semble susceptible de représenter des fonctions très variées, ne peut au contraire être employée que pour le développement de fonctions entières, jouissant elles-mêmes d'un caractère très spécial. De tels résultats, si négatifs qu'ils soient, sont d'un grand intérêt; ils nous montrent une fois de plus avec quelle prudence on doit procéder dans l'emploi de nouveaux modes de développement des fonctions. Ces constatations ont d'ailleurs leur mélancolie, car elles peuvent inquiéter pour plus d'un développement, usité dans les applications, et dont la légitimité est pour le moins douteuse.

Ces travaux considérables avaient placé Halphen parmi les géomètres les plus éminents de l'Europe. Le 15 mars 1886, l'Académie des Sciences, dont il avait été trois fois le lauréat, le désignait, à la presque unanimité des suffrages, pour remplir la place vacante, dans la Section de Géométrie, par le décès de M. Bouquet. Halphen était chef d'escadron depuis le 13 juillet 1884, et il avait, peu de temps auparavant, été nommé examinateur d'admission à l'École Polytechnique. Dans ces concours, où sont en présence de si sérieux intérêts, ce n'est pas une tâche facile que d'exprimer, par un nombre, son opinion sur la valeur d'un candidat. Jugeant de ce qu'il sait, on voudrait aussi apprécier l'effort intellectuel dont il sera plus tard capable; difficulté d'autant plus grande qu'une préparation excellente, mais ayant quelquefois cherché à tout prévoir, peut provoquer l'illusion. Dans ses nouvelles fonctions, Halphen montra, dès le début, beaucoup de pénétration. Enchaînant ses questions avec une grande habileté, il parcourait sans effort le cycle entier du programme et il a laissé le souvenir d'un examinateur incomparable.

Tous ceux qui ont approché Halphen ont apprécié ce caractère noble et loyal, que blessait et irritait la moindre injustice. Quand l'intérêt de la Science lui paraissait en jeu, il exprimait sans réserves son opinion. Bienveillant pour les travaux qu'il avait à juger, quand il croyait y trouver une idée, il aimait peu les généralisations faciles qui, disait-il, encombrent la Science.

Au mois d'octobre 1886, Halphen voulut reprendre dans l'armée un service actif, et fut chargé du commandement des batteries au 11e régiment, à Versailles. C'était une lourde tâche qui venait s'ajouter à l'effort considérable que lui demandait en ce moment même la préparation de son *Traité sur les fonctions elliptiques*.

On ne peut parler sans tristesse de cette Œuvre, interrompue par une impitoyable fatalité, où l'auteur s'était proposé de développer la théorie des fonctions elliptiques sous la forme qui lui paraissait la plus avantageuse pour les applications, et en même temps de donner de celles-ci un tableau complet. Halphen était depuis longtemps familier avec cette théorie. Ses recherches sur les équations différentielles linéaires avaient principalement porté autrefois sur les équations à coefficients doublement périodiques; plus récemment un Mémoire sur une courbe élastique l'avait forcé à faire une discussion approfondie des divers cas qui peuvent se présenter dans le problème de l'inversion. Les deux premiers Volumes seuls ont paru : le premier est consacré à la théorie générale, le second traite des applications à la Mécanique, à la Géométrie et au Calcul intégral. Ils exerceront une grande influence sur cette importante branche de la Science. Les questions traitées trouvent là leur solution définitive. Les transcendantes elliptiques y sont maniées avec la même aisance que les fonctions circulaires dans d'autres sujets plus élémentaires; les formules de cette autre Trigonométrie sont certes plus complexes, mais cette complication, tenant à la nature des choses, semble réduite autant qu'il est possible.

Le troisième Volume devait traiter des applications algébriques et arithmétiques; c'eût été, sans aucun doute, la partie maîtresse de ce bel Ouvrage. C'est là que se serait déployé dans tout son éclat le talent d'Halphen, rompu aux problèmes les plus abstraits de l'Algèbre. Après de laborieux efforts, ce puissant esprit avait enfin triomphé des difficultés énormes que présentait un tel sujet, et il allait se mettre à la rédaction définitive. Le temps ne devait pas lui être donné pour achever son œuvre. Le 21 mai dernier, il était enlevé à l'affection des siens, après une courte maladie, à l'âge de quarante-quatre ans. Ce fut un deuil cruel pour la Science française, dont il était un des plus éminents représentants, et aussi pour notre armée, qui perdit en lui un officier supérieur du plus grand avenir. Tous les amis d'Halphen garderont le souvenir de cet homme de cœur, qui mourut avant l'heure en travaillant noblement pour la Science et pour son pays. Sa vie trop courte aura du moins été bien remplie, il laisse un nom et une œuvre qui ne périront point.

16867 Paris. — Imprimerie GAUTHIER-VILLARS ET FILS, quai des Grands-Augustins, 55.

ÉD. PHILLIPS.

1821-1889.

Édouard PHILLIPS,

né le 21 mai 1821, à Paris,

décédé le 14 décembre 1889, à Narmont (Indre).

INSTITUT DE FRANCE.

NOTICE

SUR

ÉD. PHILLIPS,

PAR M. H. LÉAUTÉ.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

Quai des Grands-Augustins, 55.

1891

INSTITUT DE FRANCE.

SÉANCE DU 17 NOVEMBRE 1890.

NOTICE

SUR

Éd. PHILLIPS,

PAR M. H. LÉAUTÉ.

La Mécanique appliquée est intermédiaire entre la Mécanique rationnelle et la Mécanique pratique. La première ne considérant que des êtres fictifs, à propriétés précises et simples, admet l'entière rigueur des considérations mathématiques. La seconde s'occupant des corps naturels, à propriétés souvent mal définies, peu connues et toujours complexes, s'interdit toute conception théorique et ne relève que de l'expérience. Entre elles, participant de l'une et de l'autre, utilisant à la fois les enseignements des deux, appliquant les ressources de l'Analyse en même temps que les résultats expérimentaux, se place la Mécanique appliquée.

Son développement est de date récente et, pour en trouver l'origine, il suffit de remonter à moins d'un siècle. Elle apparaît avec la Physique mathématique, et ces deux sciences, nées au même moment, se constituent simultanément ; leur marche pendant plus de cinquante ans est parallèle et les Mémoires de Prony, de Navier, de Poncelet, de Coriolis et de Clapeyron sont contemporains des Mémoires de Laplace, de Fourier, d'Ampère, de Poisson et de Cauchy.

Ce n'est point là l'effet du hasard; une raison supérieure préside à ce parallélisme; la Mécanique appliquée et la Physique mathématique ont plus d'un point commun. Abordant les questions dans le même esprit, usant des mêmes procédés, chacune d'elles met en œuvre les méthodes des Mathématiques pures après avoir fait des hypothèses simplificatives qui en permettent l'application et chacune d'elles, en raison même de ces hypothèses, doit recourir à l'expérience pour vérifier les résultats obtenus.

La Mécanique appliquée trouve d'ailleurs souvent dans la Physique mathématique un point de départ et un appui ; elles se rencontrent dans de nombreuses questions et ne se séparent guère nettement que par le but poursuivi. La Physique mathématique a pour objectif dernier la recherche de la constitution intime des corps et des lois qui la régissent ; la Mécanique appliquée, au contraire, laisse systématiquement de côté cette constitution et donne simplement aux praticiens des règles rationnelles pour l'édification de leurs constructions ou l'agencement de leurs machines.

Cette différence de but explique la différence d'éclat des deux sciences. La Physique mathématique s'attaque à des questions d'un caractère élevé ; la Mécanique appliquée traite des sujets plus modestes, aussi ardus peut-être, mais qui n'ont pas le prestige des grands problèmes de la philosophie naturelle.

C'est une science difficile, toute de mesure, capable de fournir, en des mains habiles, de précieux résultats, mais exigeant de ceux qui s'y consacrent des qualités toutes spéciales.

Il ne leur suffit pas, en effet, de posséder toutes les connaissances théoriques nécessaires pour établir les équations, les transformer, les discuter ou les résoudre ; il ne leur suffit pas d'être en mesure de diriger les expériences pour obtenir des coefficients, apprécier des grandeurs relatives de termes ou vérifier des conclusions ; il leur faut encore distinguer au préalable dans chaque phénomène le point important et la voie à suivre ; ne jamais perdre de vue, au milieu de la complication des calculs, le but à atteindre ; se rendre compte du champ d'exactitude des formules obtenues ; démêler ce qui est négligeable et ce qui ne l'est pas ; raisonner juste, enfin, tout en cessant de calculer avec rigueur.

Ces qualités si rares, Phillips les avait à un haut degré ; aussi a-t-il laissé une œuvre importante qui préservera son nom de l'oubli.

Édouard Phillips est né à Paris le 21 mai 1821 ; son père était Anglais, sa mère Française ; il voulut être Français et le devint après sa réception à l'École Polytechnique. Dès le premier classement, il obtint le second rang ; ce fut celui qu'il garda. Le major de la promotion était Rivot que de beaux travaux de Docimasie allaient bientôt faire connaître.

Une amitié profonde, que la mort seule devait rompre, unit, dès leur rencontre, les deux jeunes gens ; ils sortirent tous deux de l'École dans le corps des Mines, vécurent pendant plusieurs années dans une grande intimité et publièrent, en 1847, un premier travail que Dufrénoy et Pelouze jugèrent digne d'un rapport à l'Académie.

C'était un Mémoire de Chimie minérale ; il s'agissait de la métallurgie du cuivre. Quelques années auparavant, un industriel anglais avait eu l'idée de griller les pyrites cuivreuses, puis de soumettre la masse, pendant sa fusion même, à l'action d'un courant voltaïque conduit, d'une part, par la sole en graphite et, de l'autre, par une plaque de fonte suspendue à la surface du bain.

Le procédé avait attiré l'attention et de nombreux essais, infructueux d'ailleurs, avaient été faits pour le rendre économique ;

Phillips et Rivot reprennent la question et, après de longues recherches, reconnaissent que, dans ce traitement, le fer seul a une action et que le courant n'y fait rien ; ils sont ainsi conduits à modifier la méthode et parviennent à l'améliorer en adoptant comme réducteurs, le charbon avant ou pendant la fusion, le fer pour la période consécutive.

Ces expériences présentaient de l'intérêt, non seulement par les résultats industriels qu'elles pouvaient fournir, mais surtout par l'étude qui y était faite de l'action d'un courant énergique sur le sulfure et le silicate de cuivre fondus au rouge. Les deux jeunes ingénieurs avaient compris que cette électrolyse par fusion ignée, pour être sans résultat dans le cas actuel, n'en constituait pas moins une idée d'avenir ; les progrès auxquels nous assistons, en ce moment même, dans la métallurgie de l'aluminium, leur donnent raison.

Au cours de leurs essais, ils avaient été conduits à examiner les éléments minéraux dont on garnit les creusets et à rechercher la conductibilité électrique des principales roches à haute température. Les résultats qu'ils obtinrent constituèrent leur second et dernier travail en commun.

Phillips, en effet, venait de trouver sa voie ; il avait été chargé, en 1849, de la surveillance du matériel au chemin de fer de l'Est ; cette nouvelle fonction, en lui offrant de nombreuses questions à traiter, décida de ses goûts ; il laissa Rivot poursuivre sa brillante et trop courte carrière, abandonna sans retour la Chimie et se consacra uniquement à la Mécanique.

Sa première œuvre dans cette direction fut importante ; il parvint à résoudre l'un des problèmes intéressants soulevés par l'exploitation des voies ferrées, le problème des ressorts. Jusqu'alors, les constructeurs ne possédaient, sur ce sujet, aucune règle certaine et précise. Navier avait donné jadis quelques formules relatives à la résistance des poutres superposées ; on avait, plus récemment, publié une application timide du calcul aux ressorts composés de feuilles d'égale épaisseur ; mais, en réalité, pour le cas général, tout était à faire et, dans les diverses circonstances de la pratique, les ingénieurs en étaient réduits, pour ces appareils, aux tâtonnements.

Phillips, à l'aide d'une analyse délicate, soutenue et confirmée par des expériences prolongées, obtient la solution complète ; il établit la théorie générale et montre que les équations différentielles s'intègrent, quel que soit le profil de chacune des feuilles ; puis, se préoccupant des applications, il simplifie les formules auxquelles il est parvenu, les ramène de l'expression très compliquée qu'elles ont tout d'abord à une forme propre au calcul, et arrive ainsi à des règles applicables à tous les cas, qu'il s'agisse de ressorts de suspension, de traction ou de choc.

Cette théorie le conduit à imaginer un type nouveau pour la suspension, le ressort à auxiliaires ; il se compose de deux parties distinctes, savoir d'un dispositif ordinaire à feuilles d'épaisseurs égales qui fonctionne seul dans les charges habituelles et jouit de la flexibilité voulue, puis, au-dessus, d'une ou plusieurs feuilles auxiliaires, d'épaisseur plus grande que les premières, divergeant d'avec celles-ci, ne se mettant en contact avec elles que lorsque la charge dépasse sa limite normale maxima et procurant alors à l'ensemble la résistance absolue demandée.

Ce nouveau système présentait de réels avantages pour les wagons à marchandises et pour les tenders ; il fut immédiatement adopté par toutes les Compagnies. D'ailleurs les règles de Phillips furent acceptées, sans hésitation, dans les ateliers et, un an après son travail, on pouvait dire que tous les ressorts étaient construits d'après les principes qu'il avait donnés.

C'était là un brillant début ; Phillips avait trente ans et son nom était déjà connu dans l'industrie des Chemins de fer ; le Mémoire publié l'année suivante allait encore augmenter cette notoriété.

Il s'agissait cette fois de la coulisse de Stephenson. Cet ingénieux mécanisme qui, permettant de faire varier, dans certaines limites, la position relative du tiroir et du piston, donne ainsi le moyen, soit de modifier l'admission ou la détente selon les besoins, soit même de réaliser le changement de marche, était devenu d'un usage universel pour les locomotives ; mais l'on ignorait les relations qui lient ses divers éléments à la distribution et à l'échappement. Les constructeurs avaient, dans leurs magasins, une série de modèles correspondant aux diverses circonstances de marche et, pour réaliser des conditions données, ils procédaient par approximation, sans méthode, sans règles précises. Certains essais de théorie avaient été faits et n'avaient pas donné de résultats. De fort habiles géomètres avaient reculé devant le nombre des inconnues.

Phillips a l'idée d'utiliser les propriétés bien connues des centres instantanés de rotation et il arrive ainsi, d'une façon presque immédiate, à des équations intégrables, à des formules simples, d'une application facile.

Sa solution est si claire, si lumineuse, elle paraît si peu compliquée, qu'on est tenté de croire qu'il était simple de l'obtenir. Il faut se reporter aux tentatives infructueuses qui l'ont précédée pour en comprendre la difficulté et en apprécier le mérite.

A ce moment de la vie de Phillips, les travaux scientifiques se succèdent sans interruption ; chaque année des Mémoires importants sont publiés, des problèmes intéressants résolus. Préoccupé de plus en plus des questions relatives aux voies ferrées, il va résoudre l'une des plus difficiles d'entre elles et montrer, par une œuvre éclatante, que, chez lui, l'Ingénieur est doublé d'un analyste profond et sagace.

Les ponts métalliques, exposés aux vibrations que produisent les passages rapides et répétés de trains d'un poids considérable, avaient donné lieu à de nombreux accidents; calculés pour supporter, dans de bonnes conditions, des charges à l'état statique, ils avaient présenté souvent une résistance insuffisante pour les charges en mouvement; la vitesse du convoi semblait, par les forces dues à l'inertie qui y correspondent, jouer un rôle capital.

Le Gouvernement anglais, justement ému par l'intérêt pratique de ce vaste sujet d'études, avait constitué une Commission spéciale qui, pendant les années 1848 et 1849, avait accumulé, sous la direction de Willis, des expériences nombreuses. Malheureusement, ces expériences, exécutées dans des conditions différentes de celles des applications ordinaires, sur des barres de masses trop faibles par rapport aux corps en mouvement, avaient été plus curieuses qu'utiles et avaient plutôt servi à mettre en lumière des influences nouvelles qu'à en permettre la mesure. D'autre part, les recherches théoriques n'avaient pas été très loin. Willis, tenant compte uniquement de l'inertie du poids mobile, avait trouvé l'équation différentielle de la trajectoire de ce poids ; Stokes avait intégré cette équation et calculé, dans ces conditions, les flèches aux divers points ; puis, ayant ainsi traité le cas fictif où la masse du pont est négligeable vis-à-vis de celle de la charge roulante, il avait examiné le cas opposé où le convoi est supposé de masse très faible par rapport à celle de la poutre. Ces circonstances extrêmes comprennent celles que l'on veut étudier, mais leur étude, pour si intéressante qu'elle soit, ne saurait conduire à des conclusions pratiques suffisamment motivées. Phillips aborde le problème directement et sans faire d'autre hypothèse que de supposer la masse mobile concentrée en un point.

Dans tous les cas, aussi bien pour la poutre reposant librement sur deux appuis que pour la poutre encastrée aux extrémités, il obtient une équation aux différences partielles du quatrième ordre tout à fait analogue à celle qui régit les vibrations transversales des verges élastiques. Puis, employant une méthode approchée qui lui est propre, il satisfait à cette équation en exprimant l'inconnue par une série ordonnée, suivant les puissances entières de l'abscisse et dont les coefficients sont fonctions du temps. Cette solution, disait de Saint-Venant, se distingue par la hardiesse des expédients, et le savant géomètre n'admettait pas qu'elle fût justifiée. La critique a sa raison d'être. Il n'est ni évident, ni même vrai que l'inconnue puisse se représenter ainsi, et Phillips, sans en être effrayé, s'en aperçut bien. Quand il voulut écrire la condition initiale de l'immobilité de la poutre, il ne le put pas ; toutes les constantes étaient déterminées avant d'en arriver là ; il dût se contenter de prouver, ce qui lui suffisait d'ailleurs, que les mouvements vibratoires résultant d'ébranlements initiaux étaient, dans les limites des applications, sans influence sensible.

Cette objection ne diminue pas la valeur de ce beau Mémoire; elle ne touche même en rien au degré d'exactitude pratique de ses conclusions. Au point de vue mathématique, de Saint-Venant avait raison; au point de vue de la Mécanique appliquée, Phillips etait dans son droit; il n'étudiait pas la question théorique des vibrations dues à une masse mobile, mais bien le problème du passage d'un train sur un pont. La différence de but explique et fait disparaître la contradiction.

D'ailleurs, à trente-cinq ans de distance, ce travail reste le dernier mot de la question; on n'a pas été plus avant. Les recherches de M. Renaudot, dans lesquelles la charge roulante occupe une certaine longueur de la poutre, reproduisent l'analyse de Phillips, et celles de Bresse, sur le convoi indéfini qui entre par un bout du pont et sort par l'autre, présentaient beaucoup moins de difficulté en raison de l'état permanent qui s'établit.

Les résultats de Phillips ne passèrent pas inaperçus et Combes, dans un rapport très développé, en fit ressortir, devant l'Académie, l'importance et le mérite.

Quelques années après, dans le même ordre d'idées, un Mémoire fort intéressant, mais à conséquences pratiques plus éloignées, devait avoir moins de bonheur et, pendant vingt ans, rester peu connu. C'était cependant une œuvre de valeur.

Il traitait des problèmes de Mécanique dans lesquels les conditions imposées aux extrémités des corps sont des fonctions données du temps. La question était vaste : la théorie de la chaleur, celle de l'élasticité, la Mécanique pratique elle-même en fournissent de nombreux exemples.

Certains cas particuliers avaient, du reste, été déjà étudiés. Duhamel, dans deux beaux Mémoires, avait appliqué le principe de la superposition des petits mouvements, pour des cas analogues, soit à la détermination de la propagation calorifique dans les corps, soit aux vibrations d'un système de points matériels. Phillips indique deux nouveaux procédés. Le premier est une extension de la solution sous forme finie, due à d'Alembert, du problème des cordes vibrantes ; il s'applique aux questions dans lesquelles l'équation aux différences partielles est du même type. Le deuxième consiste à ramener la question au cas bien connu où les conditions aux extrémités sont fixes au lieu d'être fonctions du temps ; il suppose que ces fonctions sont d'une certaine forme, mais cette forme est, heureusement, celle que l'on rencontre le plus souvent dans les machines.

Ce Mémoire, digne d'attention, resta presque ignoré ; il le serait peut-être encore si, en 1882, une circonstance heureuse ne l'avait tiré de l'oubli. MM. Sebert et Hugoniot étudiant, pour les bouches à feu, les effets du tir sur les affûts et voulant appliquer le calcul à certains mouvements ondulatoires que leurs appareils enregistreurs leur avaient révélés, furent amenés, sans connaître les conclusions de Phillips, à une solution très voisine de la sienne ; la rectification que, mieux informés, ils firent ensuite mit en lumière ce travail trop oublié et en fit apprécier l'intérêt.

Ce n'est pas d'ailleurs le seul des écrits de Phillips que sa modestie laissa trop dans l'ombre; il parlait quelquefois, dans l'intimité, de deux Notes, peu connues, sur l'équilibre et le mouvement des solides élastiques semblables; ces Notes, auxquelles il attachait du prix, contenaient, en effet, une idée ingénieuse. Pour déterminer, dans un grand nombre de cas, à l'aide d'expériences faites sur des modèles en petit, les résultats relatifs à la résistance et à la déformation de corps semblables mais à dimensions plus fortes, il proposait de suspendre ces modèles de façon convenable, de leur communiquer une rotation uniforme à vitesse déterminée et de remplacer ainsi l'action de la pesanteur par celle de la force centrifuge.

Nous ne pouvons songer à parler ici de tous les travaux qui, dans l'œuvre de Phillips, mériteraient d'être cités; le nombre en est grand: ceux qu'il a publiés sur le choc des corps solides en tenant compte du frottement, sur le principe de la moindre action et le principe de d'Alembert dans le mouvement relatif, sur la théorie mécanique de la chaleur, etc., portent tous la marque de cet esprit ingénieux et clair; mais il nous reste à exposer les recherches qui ont à peu près rempli la dernière partie de sa vie, celles qui, devenues classiques, ayant donné lieu à d'innombrables applications, ont rendu son nom célèbre dans le monde industriel, celles enfin qui constituent son œuvre capitale : ses recherches de Chronométrie.

C'est en 1858 que Phillips fit la connaissance de l'horloger Jacob, bien connu dans la chronométrie de précision. Celui-ci lui parla du spiral réglant, lui montra l'importance pratique que présentait son étude et lui suggéra l'idée d'y appliquer le calcul.

Une question fondamentale se présentait en effet. Réaliser dans les appareils portatifs qui servent à mesurer le temps une précision comparable à celle des horloges fixes. Or, pour ces dernières, l'exactitude obtenue tient à l'emploi du pendule et à l'isochronisme des petites oscillations. Pour les montres, où le spiral imaginé par Huygens remplace le pendule, il fallait trouver un moyen d'assurer l'isochronisme.

On savait déjà par des expériences de Pierre Le Roy que dans tout ressort plié en hélice il existe une certaine longueur correspondant à des durées égales pour les grandes et les petites oscillations; on connaissait un Mémoire fort intéressant de Ferdinand Berthoud, remontant à près d'un siècle, dans lequel il était arrivé à formuler quelques règles généralement admises; on avait essayé enfin, à de nombreuses reprises, de résoudre la question en donnant aux extrémités du spiral une forme notablement différente de la forme hélicoïdale, mais on ne possédait pas de procédé certain pour atteindre le but cherché.

L'extrême complication de forme du ressort spiral semblait d'ailleurs rendre son étude fort difficile ; Phillips cependant l'aborde par la théorie de l'élasticité. Il part de ce principe que si l'on construit le spiral de telle sorte que le moment de son action soit, à tout instant, proportionnel à l'angle d'écart du balancier, les oscillations sont certainement isochrones ; puis il démontre que ce résultat peut être produit de deux façons, soit en annulant les pressions latérales exercées sur l'axe du balancier, soit en plaçant le centre de gravité du spiral sur cet axe et l'y maintenant pendant la durée du mouvement. Le premier procédé n'exige des courbes terminales qu'une condition très simple relative à leur centre de gravité et il se trouve qu'alors le second est vérifié. Ainsi ces deux manières d'assurer l'isochronisme, si différentes en apparence, rentrent l'une dans l'autre et se réalisent en même temps, d'une infinité de manières, par la forme des courbes terminales.

La théorie de Phillips fut immédiatement appliquée de tous côtés et l'horlogerie adopta ses tracés mis par lui à la portée des praticiens dans un manuel élémentaire. Rarement succès scientifique fut plus rapide et plus éclatant. Tous les concours de chronomètres mirent en évidence l'incontestable supériorité des courbes indiquées et l'on peut dire que de cette découverte datent les progrès les plus décisifs de l'horlogerie de précision.

Phillips étend son analyse aux diverses formes de spiraux et montre, dans une longue série de Mémoires, que pour tous, pour les ressorts sphériques comme pour les coniques, pour ceux qui sont en double cône aussi bien que pour ceux qui sont enroulés sur une surface de révolution, ses conclusions sont applicables. Une fois entré ainsi dans la voie des recherches chronométriques, les questions se succèdent nombreuses et variées ; nous ne pouvons mentionner que les plus importantes.

On sait en quoi consistent les deux épreuves que les horlogers appellent le réglage en position et l'observation de la différence du plat au pendu. Cette dernière a pour effet de faire varier les amplitudes : c'est un essai d'isochronisme du spiral ; l'autre est une vérification de l'équilibrage du balancier. Il ne suffit pas, pour la régularité de marche, que le spiral soit isochrone, il faut encore que le balancier lui-même soit bien centré et qu'ainsi son mouvement soit indépendant de la pesanteur. On parvenait approximativement au résultat, dans la pratique, en ôtant du poids au balancier du côté qui, placé vers le bas, donnait de l'avance ; mais ce procédé n'était applicable qu'aux arcs d'amplitude modérée. Phillips traite la question par le calcul et en donne la solution complète. Il retrouve, pour les oscillations moyennes, la règle des constructeurs, et montre que, pour les grandes, cette règle doit être appliquée en sens inverse. Son travail est d'un haut intérêt analytique. L'intégration par les séries ne lui ayant rien donné, en raison de la divergence des séries qu'il rencontre, il emploie, pour la première fois en Mécanique appliquée, la méthode de variation des constantes si féconde en

Mécanique céleste. Bientôt après d'ailleurs, il a l'occasion de l'appliquer à un autre problème. La théorie de l'isochronisme suppose invariable le moment d'inertie du balancier ; or, pour parer à l'influence des changements de température, les horlogers compensent les dilatations du balancier, celles du spiral et les variations d'élasticité de ce dernier par l'emploi des lames bimétalliques ; mais ces dernières, pour être sensibles, doivent être minces ; de là, aux grandes vitesses angulaires, des déformations qui altèrent d'autant plus le moment d'inertie que les amplitudes sont plus considérables. Phillips calcule la grandeur de ces déformations, détermine leur influence sur la durée des oscillations, établit que le spiral théoriquement isochrone ne l'est, en fait, qu'avec des balanciers légers et de petites dimensions ; la pratique confirma complètement ses résultats.

Il fut alors conduit à étudier la compensation des températures. Les horlogers, procédant par tâtonnements, réalisent l'égalité de marche aux températures extrêmes ; mais l'expérience a prouvé que cette égalité ne s'étend pas aux températures intermédiaires ; il reste ce qu'on a appelé l'*erreur secondaire*. Yvon Villarceau avait établi une théorie de la compensation ; malheureusement, la complication de ses formules avait découragé les praticiens. Phillips reprend la question au point de vue spécial de la correction de l'erreur secondaire ; il arrive ainsi à montrer l'influence prépondérante de la nature des métaux qui forment le balancier et, surtout, le spiral ; il appelle l'attention à ce point de vue sur les propriétés de l'alliage de palladium et voit ses prévisions justifiées par les essais nombreux qui sont faits de toutes parts.

La théorie du spiral réglant établit une relation très simple entre la durée des oscillations, le moment d'inertie du balancier, la longueur et le moment élastique du spiral ; cette relation permet donc de calculer le coefficient d'élasticité d'une substance quelconque pourvu qu'on puisse l'étirer en fil et la façonner en hélice à courbes théoriques. D'autre part, on a aussi une équation entre le moment élastique du spiral et le moment de la force nécessaire pour le maintenir à un écart donné de sa position d'équilibre. De là deux procédés pour la détermination des coefficients d'élasticité, procédés très pratiques, susceptibles d'être employés dans les recherches les plus délicates, car ils donnent une grande précision et n'exigent qu'une petite quantité de matière.

Pendant les trente dernières années de sa vie et au milieu d'autres travaux, Phillips poursuivit, sans jamais les perdre de vue, ses recherches de chronométrie; en 1886, il avait entrepris à l'Observatoire des expériences prolongées sur un système propre à rendre isochrones les oscillations du pendule pour des angles variant de 1° à 5°; le Mémoire contenant les résultats obtenus était fait, il n'a pas été publié.

Phillips est mort le 14 décembre 1889, alors que rien ne faisait prévoir cette fin si rapide ; peut-être les fatigues excessives qui lui furent imposées durant les six derniers mois par les examens de sortie à l'École Polytechnique et par les présidences successives du Jury de la Mécanique à l'Exposition universelle, du Congrès de Chronométrie, du Congrès de la Mécanique appliquée, peuvent-elles expliquer cette catastrophe.

C'est que Phillips ne savait pas remplir une fonction sans s'y consacrer avec ardeur; toute sa vie, en toutes circonstances, il a été un homme de devoir. Dans les diverses places qu'il a occupées, dans ses travaux d'ingénieur, dans ses écrits scientifiques, dans ses cours, dans ses examens, il a montré toujours la plus scrupuleuse conscience: ses recherches en témoignent; il ne les publiait d'ordinaire qu'après avoir, pendant une longue période, réuni des expériences pour en vérifier les résultats; jamais satisfait de lui-même et toujours disposé à l'être des autres, incapable d'appeler l'attention sur ses travaux, mais prêt en toute occasion à mettre en lumière ceux de ses élèves, il a été le type parfait du savant sincère, bienveillant et modeste ; il laisse, avec une œuvre considérable, dont certaines parties sont de premier ordre, le souvenir d'un esprit éminent, d'un professeur remarquable et d'un homme de bien.

FIN.

16773 Paris. — Imprimerie GAUTHIER-VILLARS ET FILS, quai des Grands-Augustins, 55.