Bulletin de la Sabix

Société des amis de la Bibliothèque et de l'Histoire de
l'École polytechnique

67 | 2021

**La théorie et la pratique dans les travaux et la
correspondance d'Émile Clapeyron et de Gabriel Lamé
(1818-1835)**

Introduction

Évelyne Barbin

Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/sabix/2899>

DOI : 10.4000/sabix.2899

ISSN : 2114-2130

Éditeur

Société des amis de la bibliothèque et de l'histoire de l'École polytechnique (SABIX)

Édition imprimée

Date de publication : 1 août 2021

Pagination : 7-12

ISSN : 0989-30-59

Référence électronique

Évelyne Barbin, « Introduction », *Bulletin de la Sabix* [En ligne], 67 | 2021, mis en ligne le 01 août 2021, consulté le 21 novembre 2021. URL : <http://journals.openedition.org/sabix/2899> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/sabix.2899>

Introduction

Évelyne Barbin

Émile Clapeyron et Gabriel Lamé sont peu associés dans les ouvrages historiques, qui les rattachent surtout, le premier aux chemins de fer et le second à la physique mathématique. Pourtant, de 1823 à 1833, ils ont forgé ensemble des conceptions originales dans des écrits, signés « Lamé et Clapeyron », liant explicitement la théorie et la pratique, tant dans le travail scientifique que dans l'enseignement. Le but de cette étude est de suivre les parcours professionnels et scientifiques des deux polytechniciens, depuis leurs premiers écrits d'élèves ingénieurs de l'École des Mines en 1820, dans les *Annales des Mines*, jusqu'à leurs deux premiers grands mémoires individuels parus dans le même numéro du *Journal de l'École polytechnique* de 1834 et leurs débuts officiels dans la construction du chemin de fer de Paris à Saint-Germain en 1835.

Le travail historique s'appuie sur une analyse de quinze publications et des lettres que Clapeyron adresse à Lamé de 1833 à 1835. Ces lettres abordent des sujets très variés, scientifiques, techniques ou politiques et, adressées à un ami de longue date, elles n'ont pas besoin de beaucoup de mots pour être entendues de lui. Pour comprendre les allusions et les propos, il est nécessaire d'examiner leurs travaux et leurs publications communes à l'Institut de Saint-Petersbourg de 1820 à 1831. L'analyse de onze de leurs articles met en évidence que, derrière l'entité « Lamé et Cla-

peyron », se profile une démarche commune pour traiter les problèmes, des méthodes qui lient la théorie et la pratique. Cette analyse fait l'objet de la première partie de cette étude. En 1832, les deux ingénieurs rentrent à Paris et développent une nouvelle façon de relier des apports théoriques à des applications pratiques avec deux ouvrages traitant d'organisations, des travaux publics et des écoles, et avec le projet de chemin de fer de Paris à Saint-Germain. Beaucoup de lettres se rapportent à cette année parisienne, qui est l'objet de la deuxième partie de l'étude. La troisième partie est constituée de trente-six lettres de Clapeyron, précédées chacune d'une introduction permettant de situer et de comprendre les propos.

La formation et les travaux du « binôme »

Lamé est né à Tours en 1795 dans une famille bourgeoise peu fortunée. Il suit les cours du lycée Louis-le-Grand à Paris avant d'entrer à l'École polytechnique en 1814, avec le rang de troisième. Il fait partie des élèves licenciés en 1816 puis autorisés à passer les examens de sortie l'année suivante. Il est admis à l'École des Mines en 1818. Clapeyron est son cadet, il est né à Paris en 1799 d'un père négociant, il étudie chez les Oratoriens avant d'être admis à l'École polytechnique en 1816,

puis à l'École des Mines en 1818. Clapeyron et Lamé ont donc accompli leurs études ensemble à l'École des Mines.

À leur sortie de l'École des Mines, fin 1820, les deux jeunes ingénieurs sont envoyés à l'Institut du corps des ingénieurs des voies de communication de Saint-Petersbourg. Cet Institut, ouvert en 1809, a pour modèles l'École polytechnique et l'École des ponts et chaussées. Ils sont engagés pour enseigner le premier la mécanique et le second les mathématiques, mais nous savons par Lamé qu'ils préparent ensemble leurs enseignements, ce qui va jouer un rôle important. Ils s'occupent aussi de travaux d'ingénieur et ils font partie de la commission qui examine les projets de construction, de ponts en particulier.

Pendant leur séjour en Russie, ils commencent à former un binôme qui sera connu sous le nom de « Lamé et Clapeyron ». Ils donnent l'exemple assez rare d'une collaboration étroite qui se manifeste par la publication de nombreux articles cosignés. L'ordre des signatures suit un ordre non alphabétique et nous en donnons une explication. La liste des articles de Clapeyron et de Lamé indique la densité de leur production commune entre 1819 et 1831 (voir le tableau à la fin de cette introduction). De plus, la publicité qu'ils font aux articles cosignés indique l'importance qu'ils leur accordent. Les thèmes des articles du binôme sont variés – voûtes, engrenages, ponts suspendus, polygones funiculaires, problèmes des moindres distances –, certains inspirés de leurs tâches de professeurs. Dans l'introduction de leurs écrits, le binôme ne manque jamais d'indiquer les applications pratiques que pourra en tirer un ingénieur, même et surtout si les méthodes qu'ils mettent en œuvre, ayant une portée scientifiquement générale, les conduisent à des développements théoriques.

Une caractéristique de leurs écrits, relevée pour certains d'entre eux par les rapporteurs de l'Académie des sciences, réside dans la

simplicité des moyens mis en œuvre et des résultats obtenus. Le binôme lui-même insiste dans ses écrits sur le choix des méthodes utilisées et sur la généralité des solutions obtenues, donnant à lire ainsi un « discours sur les méthodes ». Ce trait, présent dès la formation du binôme, peut être mis au crédit de Lamé, auteur en 1818 d'un ouvrage sur les méthodes en géométrie. Ceci nous a engagé à analyser les méthodes utilisées entre 1820 et 1831 dans sept articles du binôme et dans quatre de leurs articles individuels, deux pour chacun d'eux.

Deux méthodes, associant la théorie et la pratique, sont mises en évidence : une méthode que nous appelons mécanico-géométrique, pour faire pendant à l'autre méthode que Lamé nomme physico-mathématique. La première consiste à utiliser un principe mécanique pour interpréter un problème de manière géométrique, puis à résoudre la question géométrique, en général par l'algèbre. Outre celui du levier, deux principes sont utilisés, celui des forces vives et celui des vitesses virtuelles, auxquels les deux professeurs ramènent aussi les applications pratiques du cours de mécanique rationnelle donné à l'Institut. La seconde méthode consiste à étendre un problème pour le ramener à la résolution d'équations différentielles, puis à considérer les cas pratiques où ces équations peuvent être résolues. Les études de ces cas particuliers permettent alors de trouver des procédures qui seront généralisables.

L'année 1832 à Paris

À la fin de l'année 1831, les deux ingénieurs rentrent précipitamment de Russie, et l'année 1832 à Paris sera leur *annus mirabilis*, tandis que la première pandémie de choléra s'abat sur la ville. Leur réseau de sociabilité s'élargit aux ingénieurs de l'Association polytechnique et aux saint-simoniens proches de Prosper Enfantin. Ils écrivent un ouvrage sur les *Vues politiques et pratiques sur les travaux*

publics de France avec les deux demi-frères Eugène et Stéphane Flachat. Dans l'ouvrage intitulé *Plan d'écoles, générale et spéciales*, signé par le binôme, nous trouvons leur souci de lier la théorie et la pratique pour tous les programmes d'enseignement destinés aux formations professionnelles, traditionnels ou nouveaux.

Dans les années 1830 plusieurs ingénieurs s'engagent dans des projets de chemins de fer, en particulier le binôme de polytechniciens François-Noël Mellet et Charles-Joseph Henry. En juillet 1832, Clapeyron et Lamé s'associent aux demi-frères Flachat et au banquier Isaac Pereire pour le projet de chemin de fer de Paris à Saint-Germain.

Cette année-là, Clapeyron écrit aussi un mémoire sur la puissance motrice de la chaleur et Lamé un mémoire sur les surfaces isothermes, deux mémoires qui s'inscrivent dans l'esprit de leurs travaux communs antérieurs mais qui sont orientés vers des préoccupations différentes. Une contingence va les séparer, un « hasard » écrira Clapeyron, Lamé est nommé professeur de physique à l'École polytechnique en mars, tandis que Clapeyron est nommé professeur d'exploitation et de construction à l'École des Mineurs de Saint-Étienne en octobre.

Les lettres de Clapeyron à Lamé

Les deux amis se promettent de s'écrire toutes les semaines, mais ils s'éciront toutes les deux semaines, puis une fois par mois, jusqu'en 1835. La famille de Lamé nous a confiées les lettres de Clapeyron à Lamé à l'occasion du colloque sur Gabriel Lamé⁴ que nous avons organisé à l'Université de Nantes en 2009, et nous en remercions Benoît Jean-son. Ces lettres font depuis partie du Fonds

Gabriel Lamé déposé à la Bibliothèque de l'École polytechnique. Nous avons publié un premier écrit⁵ sur les réseaux présents dans cette correspondance avec René Guitart en 2012.

Alors que leurs interrelations personnelles et scientifiques restent assez opaques jusqu'en 1832, ces lettres permettent de les entrevoir et d'assister à la divergence progressive de leurs intérêts, surtout à partir du moment où Clapeyron renonce à obtenir un poste de professeur à Paris et voit dans le projet de chemin de fer de Paris à Saint-Germain son unique chance de retrouver la capitale. Sa dernière lettre à Lamé de mai 1835 nous apprend dans quelles circonstances il remet en cause leur « association industrielle et scientifique ». Nous avons divisé cette correspondance, composée de 36 lettres, en trois liasses, afin de prendre en compte le rythme professionnel dans lequel travaillent les deux ingénieurs.

Les lettres sont précédées d'introductions qui fournissent des éléments pour cerner les propos de Clapeyron, parfois très allusifs. Parfois, à partir d'un simple nom de personne ou de lieu, nous avons trouvé dans les revues et les journaux des informations sur les événements professionnels, académiques, ferroviaires, miniers, sociaux ou politiques que mentionne Clapeyron. Une certaine sérendipité a conduit à quelques découvertes intéressantes. Les préoccupations de Clapeyron, sur sa carrière professionnelle, ses expériences ferroviaires et son mémoire sur la puissance motrice de la chaleur, sont éclairées à partir de journaux destinés aux ingénieurs, de traités et d'articles que le binôme pouvait connaître. Le recours à des sources primaires de l'époque permet de comprendre les propos et les travaux dans leur contexte. Ces investigations renouvellent des réflexions épistémologiques et mettent à jour des faits historiques peu connus.

4. [Barbin, 2009a].

5. [Barbin et Guitart, 2012].

Deux sujets dominant dans le contenu des lettres, le mémoire de Clapeyron sur la puissance motrice de la chaleur et « l'affaire du chemin de fer », qui deviennent de plus en plus leurs uniques intérêts communs.

Le mémoire de Clapeyron, présenté à l'Académie des sciences fin décembre 1832, s'appuie sur l'ouvrage de Sadi Carnot de 1824 sur la puissance motrice du feu. Le rapport de la séance ne figure pas dans les comptes rendus, mais Clapeyron sait que les trois rapporteurs, Arago, Poisson et Dulong, ont eu un avis négatif. Un compte rendu de la séance, paru par ailleurs, indique qu'une de leurs objections serait la démonstration par l'absurde reprise de Carnot, mais Clapeyron ne semble pas l'avoir lu. Il pense que les rapporteurs réfutent son usage du principe des forces vives et il interroge Lamé à ce sujet. Le rôle du principe des forces vives dans l'élaboration d'une théorie générale des machines, promu par Lazare Carnot et repris par Alexis Petit, interroge les liens entre la théorie et la pratique, comme l'indiquent les propos de Clapeyron, par exemple quand il demande à son ami de faire lire son mémoire à Gustave Coriolis ou quand il écrit qu'il serait mieux compris des ingénieurs que des académiciens.

Le projet du chemin de fer de Paris à Saint-Germain a été déposé en septembre 1832 mais la loi de concession ne sera votée à la Chambre des députés qu'en juin 1835, car ses nouveautés demandent de légiférer. Une question sous-jacente aux débats à la Chambre est le statut des chemins de fer, comme propriété publique ou privée, qui oppose les libéraux à des adversaires du « Laissez aller », comme le sont le binôme et les saint-simoniens. Les deux amis échangent sur les projets de chemins de fer au nord-ouest de Paris et sur leurs prolongements vers Rouen et Le Havre, sur la loi de libre parcours ou sur l'emplacement des terminus dans Paris. Les lettres mentionnent des ingénieurs engagés dans les chemins de fer, dont Pierre-Dominique Bazaine devenu son beau-

père, les « capitalistes » qui accompagnent les projets, les politiques qui prennent parti.

Clapeyron utilise le chemin de fer de Lyon à Saint-Étienne des frères Seguin quand il se rend à la mine de Rive-de-Gier. Il entretient Lamé de ses observations sur l'état de ce chemin et sur ses relations avec certains frères Seguin. Il fréquentera aussi Alexis Hallette, un des premiers fabricants de machines à vapeur français, son voisin quand il sera muté à Arras en décembre 1834. Il aborde des sujets touchant à la vie d'un ingénieur des Mines, inondations et accidents, promotions, fièvre de la houille dans le Pas-de-Calais et spéculations minières. Il écrit aussi sur la mort de Jean Nicolas Pierre Hachette et sur son remplacement à l'Académie. Il est question aussi de la révolte des passementiers de Saint-Étienne en avril 1834.

Lamé tient son ami au courant de ses travaux en lui envoyant ses cours ou son mémoire présenté à l'Académie des sciences en 1833. Clapeyron ne les commente pas, non par manque d'intérêt car il serait content de se remettre au « x », comme il appelle les calculs de Lamé, mais par manque de temps, surtout après avoir commencé des expériences ferroviaires. Celles-ci ne sont pas détaillées dans les lettres, sans que nous sachions si Lamé en sait plus par ailleurs ou s'il s'en désintéresse. Il travaille en particulier sur une « machine à roulette » qui lui a été inspirée par Jean-Victor Poncelet, lors d'une rencontre avec lui avant son départ pour Saint-Étienne, où il a été aussi question de la stabilité des voûtes.

La persistante du lien entre la théorie et la pratique

La diversité des intérêts des deux polytechniciens témoigne de la grande variété des travaux entrepris par les polytechniciens de leur génération, sur le versant théorique ou sur le versant pratique de leur formation poly-

technicienne. En 1820, Clapeyron écrit sur les bateaux à vapeur et Lamé sur la forme géométrique des cristaux. Mais, dans la période d'une dizaine d'années qui suit, le binôme a associé la théorie et la pratique dans ses travaux et dans ses enseignements. Selon Lamé, nous devons y voir « l'influence de Polytechnique » qui écrit en 1851, dans son « Résumé de plusieurs discours préliminaires sur les programmes des sciences exactes »⁶ :

Voilà jusqu'où peut aller l'influence d'un programme d'enseignement. C'est un levier dont les gouvernements peuvent se servir pour transformer, jusqu'à un certain point, l'esprit et les allures d'une nation. Par le seul enseignement rationnel, cette nation deviendra raisonneuse, sans activité. Par l'enseignement pratique, elle sera active, mais routinière. Par l'enseignement progressif, son activité sera constamment créatrice.

Depuis son *Examen* de 1818 jusque dans ses « discours préliminaires » des années 1850 et 1860, en passant par le *Plan d'écoles, générale et spéciales* de 1833, Lamé défend et illustre un archétype d'enseignement qui relie la théorie et la pratique. Dans le « Discours prononcé lors de la reprise du cours de calcul des probabilités à la Faculté des sciences de Paris » du 26 avril 1851, dont nous donnons des extraits en épilogue, il défend la théorie, menacée par les réformes sur l'enseignement des sciences en cours, et il « emprunte à sa propre biographie » en revenant sur l'enseignement à l'Institut de Saint-Pétersbourg préparé avec Clapeyron. L'alliance entre la théorie et la pratique chez Clapeyron et Lamé consiste à la fois à pratiquer les théories (à les exercer) et à fournir des applications utiles des théories (à les rendre fécondes).

6. [Lamé, 1866, 19].

Sujets des articles de Clapeyron et de Lamé publiés entre 1819 et 1834

Sujet	Auteur	Annales des Mines	Journal de l'Institut	Journal du génie civil	Autres
Angles des cristaux	L	1819			
Inclinaison couche minérale	L	1819			
Bateaux à vapeur	C	1820			
Engrenages (1)	C	1820			
Course dans le pays de Hartz	L & C	1822			
Machine soufflante	C	1822			
Stabilité des voûtes	L & C	1823	1826	1829	
Ciment russe	C	1823			
Lampe à hydrogène	L	1823			
Engrenages (2)	L & C	1824			
Ponts suspendus (1)	L	1825	1826	1828	
Ponts suspendus (2)	L & C	1825			
Cabestan de Bétancourt	L & C	1826			
Polygone funiculaire (1 & 2)	L & C		1826	1828	
Problèmes du 3 ^e et 4 ^e degrés	L		1826	1828	
Moindres distances	L & C		1827		
Fils de fer de Russie	L		1828		
Séries de Taylor et Maclaurin	L & C				1830
Séries trigonométriques	L & C				1830
Équilibre intérieur	L & C				1831
Travaux à Ékatéringof	C		1826	1828	
Propagation de la chaleur	L				1833
Solidification d'un globe liquide	L & C				1831
Un théorème de mécanique	C	1833			
Propagation de la chaleur	L				1833
Puissance motrice de la chaleur	C				1834
Équilibre du fluide éthéré	L				1834