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)**

Partie III

Correspondance introduite et commentée d'Émile Clapeyron à Gabriel
Lamé (janvier 1833-juin 1835)

Évelyne Barbin

Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/sabix/2913>

DOI : 10.4000/sabix.2913

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 : 71-204

ISSN : 0989-30-59

Référence électronique

Évelyne Barbin, « Partie III », *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/2913> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/sabix.2913>

Partie III

Correspondance introduite et commentée d'Émile Clapeyron à Gabriel Lamé (janvier 1833-juin 1835)

Évelyne Barbin

Présentation de la correspondance

La correspondance est composée de 35 lettres de Clapeyron à Lamé, du 27 janvier 1833 au 31 mai 1835, suivies d'une lettre du 9 juin 1835 de Clapeyron à Émile Pereire. Cette dernière lettre, en possession de la famille de Lamé, arrive à la fin d'une période assez difficile pour son auteur et au début d'une nouvelle vie. Il a été ingénieur des Mines à l'École de Saint-Étienne puis à Arras, et il sera maintenant directeur des travaux du premier chemin de fer parisien.

Clapeyron a pris ses fonctions à l'École des Mineurs de Saint-Étienne en janvier 1833. Du 27 janvier jusqu'au 6 juillet 1834, il écrit 26 lettres depuis Saint-Étienne ou Rive-de-Gier, lieu à 25 km de Saint-Étienne où il est en mission pour un problème d'inondation de mines et où il se rend par le chemin de fer des frères Seguin. Le 13 août 1834, il écrit une lettre depuis Zurich, où il est appelé pour donner des avis sur des constructions de ponts. Puis il prend ses fonctions d'ingénieur des Mines à Arras à la fin de l'année 1834. Du 3 décembre 1834 au 31 mai 1835, il écrit 9 lettres depuis Arras ou Guines, lieu près de Calais où il visite des mines. Il quittera ensuite Arras pour Paris.

Les lettres ont été transcrites par Philippe Mainterot dans le cadre du Contrat État-Région LLSHS Université de Nantes et Région Pays de la Loire. Nous avons modifié l'orthographe de Clapeyron. Chaque lettre est composée de deux pages qui, repliées, servent d'enveloppe, avec l'adresse de Lamé et les cachets de poste au départ et à l'arrivée. Les adresses de Lamé sont successivement le 26 rue des Grands-Augustins et le 3 rue Neuve-Saint-Georges à Paris. Ceci explique que la fin d'une lettre puisse se poursuivre sur la feuille où se trouve l'adresse, Clapeyron écrivant parfois sur les bords d'une feuille quand la place lui manque.

Les lettres sont adressées à la fois à un ami intime et à un « associé » avec lequel il partage des intérêts scientifiques et un projet ferroviaire. Alors que les deux ingénieurs avaient promis de s'écrire toutes les semaines, nous verrons que Clapeyron voit avec déception que la correspondance devient de plus en plus espacée, faute de réponse de son ami. Il prendra en considération cette situation pour proposer un nouveau rythme dans la correspondance : ils s'éciront toutes les deux semaines, comme ils le font déjà, au mieux.

Page de couverture de la lettre d'Émile Clapeyron à Gabriel Lamé en date du 1^{er} avril 1833.

(© Bibliothèque de l'École polytechnique)

La correspondance depuis Saint-Étienne connaît une pause pendant les vacances estivales de 1833. Après celles de 1834, Clapeyron est installé dans son poste d'ingénieur à Arras, qu'il quittera pour prendre ses fonctions de directeur des travaux du chemin de fer de Paris à Saint-Germain. Nous avons divisé la liasse des lettres de Clapeyron en

respectant ce rythme professionnel, donc en trois parties. La première va de janvier 1833 à juin 1833 (13 lettres), la seconde va de novembre 1833 à août 1834 – la dernière écrite de Zurich est en période de vacances – (14 lettres), et la troisième va de décembre 1834 à juin 1835 (9 lettres).

mois	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
1833	1	3	2	3	2	2					1	
1834	1	2	3	2	2	1	1	1				2
1835	1	1	1	1	2	(1)						

La fréquence des lettres de Clapeyron à Lamé

Clapeyron ne mentionne pas le jour de la semaine, mais nous pouvons savoir que, lorsqu’il enseigne à l’École des Mineurs de Saint-Étienne, il écrit à son ami le plus souvent le dimanche et assez souvent le lundi. En revanche, quand il est en poste à Arras, il écrit presque toujours un jour de la semaine, du mardi au samedi. Cette différence peut être liée à celle des fonctions qu’il occupe, mais aussi au fait que, à partir de décembre 1834, il est père du petit Georges Arthur et que son épouse rencontre des problèmes de santé.

Nous avons fourni dans les introductions les éléments permettant de situer et de comprendre les propos de Clapeyron, qui sont parfois allusifs. À partir d’un nom de personne ou de lieu, nous avons trouvé les informations qui concernent le contexte ferroviaire, qu’il s’agisse de projets de chemins de fer, de discussions sur leurs tracés et leurs stations terminus, que de la législation qui se met en place à l’époque. De la même façon, nous avons puisé dans les ouvrages et les journaux contemporains, les connaissances qui contextualisent les événements que mentionne Clapeyron, qu’il s’agisse d’accidents miniers, de révoltes sociales, de spéculations foncières ou même de la vie culturelle parisienne. Les personnes qui sont nommées dans les lettres et celles qui ont un rôle à l’un de ces titres sont présentées, selon le cas, par leurs formations et leurs fonctions administratives ou politiques.

Nous avons voulu éclairer de la même façon les points en relation avec les préoccupations

de Clapeyron touchant sa carrière professionnelle, ses expériences ferroviaires et son mémoire sur la puissance motrice de la chaleur. Concernant le premier point, nous avons trouvé beaucoup d’informations dans les *Annales des Mines*, en particulier pour l’affaire de la promotion des ingénieurs de 1833 qui affecte Clapeyron. Concernant le second point, nous avons eu recours à des écrits scientifiques et techniques de l’époque plutôt qu’à des explications récentes. Concernant le troisième point, nos investigations ont été menées à partir des ouvrages et des articles scientifiques dont le binôme pouvait avoir connaissance, en particulier sur le statut des forces vives. Les différents auteurs auxquels nous nous référons sont présentés à partir de leurs parcours scientifiques jusqu’à la date de la lettre que nous commentons.

Les lettres de Clapeyron ne sont pas destinées à une « sphère d’échange »²⁸⁰ étendue, elles sont adressées à un ami de longue date et pourraient être lues, comme il apparaît parfois, par leurs épouses ou leurs mères. Dans ce cas, il n’est pas besoin de beaucoup de mots pour être compris de l’autre. Il a donc été nécessaire quelquefois d’avancer des suppositions, dont nous avons indiqué le caractère hypothétique. Pour les étayer nous avons eu recours à de nombreuses sources primaires et secondaires. Elles nous ont conduit parfois sur des chemins de traverse, intéressants ou curieux, que nous n’avons pas voulu totalement gommer, pour faire partager aux lectrices et aux lecteurs quelques-unes des saveurs que valent les recherches historiques.

280. [Bakhtine, 1984].

9

St Etienne 1^{er} Avril 1833.

J'écris mon cher Lamé sous l'influence de la plus triste préoccupation, un malheur affreux vient d'arriver, l'un de nos camarades duquel j'ai déjà eu occasion de te parler vient d'être tué par une machine à vapeur qui il venait de faire monter dans l'une des mines qu'il dirige, méchant jeu d'intérêt avec les Seignurs qui avaient en l'idée de faire servir à l'extraction du charbon une vieille machine à vapeur à haute pression et à 3 cylindres travaillant sur un arc courbe qui avait servi sur leurs bateaux à vapeur, on n'établit que deux des trois cylindres qui travaillaient à une distance angulaire de 120° pour faire monter et descendre les tonnes on arrête la machine et on la fait tourner en sens contraire mais il faut pour cela faire marcher à l'arrière les trois, le mécanicien ne fut pas maître d'agir avec assez de vitesse sur les 2 leviers qui leur correspondent, la tonne monta jusqu'au pont, la corde se brisa, la tonne tomba au fond du puits en un tour de chaîne par laquelle elle était attachée à la corde entraine par le mouvement

Page 1 de la lettre d'Émile Clapeyron à Gabriel Lamé en date du 1^{er} avril 1833,
©Collections École polytechnique (Palaiseau).

Première liasse : lettres de Saint-Étienne, de janvier 1833 à juin 1833 (1 à 13)

1. La lettre de Clapeyron à Lamé du dimanche 27 janvier 1833

Introduction

Il y a moins de deux semaines que Clapeyron est arrivé à Saint-Étienne. Il demande des nouvelles de la famille de son ami, de Fortunée née Bertin, que Lamé a épousée en octobre 1824 à Saint-Petersbourg et qui occupait les fonctions d'institutrice, et de Joséphine, la sœur de Fortunée, qui a séjourné à Saint-Petersbourg de 1825 à 1830. Lamé a eu deux enfants²⁸¹ : Marie est née en juillet 1824, Clapeyron en est le parrain, et Léon en août 1826. Il mentionne Picard, comme étant un proche. Serait-ce l'ami d'Enfantin chargé par celui-ci de « couvrir les étincelles saint-simoniennes » du binôme (Partie I) ? Il sera question de ce Picard dans d'autres lettres. Clapeyron raconte qu'il a été reçu à Mulhouse dans la famille de sa fiancée Mélanie Vasseur, la fille aînée de Pierre Dominique Bazaine et de Marie-Madeleine Vasseur. Il l'a rencontrée à Saint-Petersbourg, où elle avait été appelée par son père. Il annonce qu'il espère se marier au cours de l'été 1833.

L'accueil par ses collègues de l'École des mineurs de Saint-Étienne a été cordial, surtout de la part de Pierre-Félix Jabin. Cet ingénieur des Mines enseigne la chimie et la métallurgie, il dirigera aussi une verrerie et la mine de Bérard, qui sera nommée « puits Jabin » (lettre du 1^{er} avril 1833). Jean-Philibert Fénéon enseigne la minéralogie et la géologie, Gilbert Gervoy les préparations mécaniques et les machines²⁸², Jean-Firmin Malinvaud la mécanique²⁸³. Antoine Delsériès est entré à l'École polytechnique en 1808 puis à l'École des Mines, il est directeur-adjoint de

l'École des Mineurs de Saint-Étienne²⁸⁴ en 1830. Le directeur de l'École est Louis-Antoine Beaunier, qui a été l'instigateur de sa création en 1816 (Partie II).

Clapeyron est arrivé par le chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon, qu'il appelle « le chemin de fer des Seguin » car il est, en effet, l'œuvre des frères Seguin, dont il sera question dans les lettres suivantes. La concession a été consentie par adjudication en mars 1826 à la Compagnie du chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon, créée le 7 mars 1827 et formée des frères Seguin, d'Édouard Biot, fils de Jean-Baptiste Biot, et du chimiste et homme politique Louis-Jacques Thénard (Partie II). Au printemps 1828, la Compagnie a acheté deux locomotives d'occasion venant des ateliers Stephenson de Newcastle. Pour pallier la production insuffisante de vapeur de ces locomotives, Marc Seguin a construit une locomotive munie d'une chaudière tubulaire, utilisée d'abord en 1825 sur un bateau sur le Rhône et dont il possède le brevet d'invention. Clapeyron fera la connaissance de Marc Seguin au mois de juin, et nous reviendrons alors sur l'invention de cette chaudière (lettre du 20 juin 1833). La première locomotive manœuvre correctement fin 1829 et la deuxième est achevée en juin 1830, après la prise d'un autre brevet, daté du 25 mars 1830, qui décrit la chaudière tubulaire appliquée aux locomotives. Ces locomotives ne commencent à exécuter un service régulier qu'en janvier 1831.

281. [Jeanson, 1998, 47].

282. [Annales des Mines, 1832, III, 1, 455]

283. [Almanach royal, 1830, 191].

284. [Almanach royal, 1830, 567]

Le chemin a été livré à l'exploitation au fur et à mesure de l'achèvement des travaux, qui ont été réalisés en trois portions²⁸⁵. La portion de Givors à Rive-de-Gier est ouverte le 28 juin 1830 en n'employant que la traction animale, puis celle de Lyon à Givors le 3 avril 1832 et celle de Rive-de-Gier à Saint-Étienne le 1^{er} octobre 1832. Des voyageurs ont été transportés officiellement pour la première fois en France sur le chemin de fer des frères Seguin en 1831. Au commencement, il n'y a pas de matériel ferroviaire conçu spécialement pour les voyageurs, mais des « chariots-diligences » étaient attelés aux convois de charbon. Au moment du voyage de Clapeyron le chemin entier est exploité, mais les chevaux restent employés sur la dure remontée de la section de Rive-de-Gier à Saint-Étienne. La vue de deux chevaux tirant quatre wagons lui a suffi pour se lancer dans des calculs. Clapeyron a pu trouver les données qu'il utilise dans ses calculs dans un écrit des ingénieurs polytechniciens François-Noël Mellet et Charles-Joseph Henry, qui s'occupent activement des chemins de fer depuis la fin des années 1820 (Partie II).

Clapeyron termine sa lettre par deux sujets qui lui tiennent à cœur : le projet de chemin de fer de Paris à Saint-Germain et son

mémoire sur la puissance motrice de la chaleur (Partie II).

Depuis quelques années, plusieurs Compagnies travaillent sur des projets de chemins autour de Paris, considérés comme les premiers tronçons d'un futur « chemin de fer de Paris à la mer » allant vers Rouen et Le Havre ou vers Dieppe. Lamé doit écrire une note à ce sujet. Comme l'indiquent les lettres suivantes, certains de ces projets pourraient accompagner ou contrecarrer le projet du chemin de Paris à Saint-Germain. Ainsi, en 1831, la Compagnie composée du baron Ruiz, de Mellet et de Henry²⁸⁶ a obtenu l'adjudication d'un chemin de fer de Paris à Pontoise avec possibilité de prolongement et elle essaie d'obtenir une soumission pour le trajet de Pontoise à Rouen²⁸⁷. Clapeyron revient sur ceci dans sa lettre du 11 février.

Clapeyron souhaite que son article sur la puissance motrice de la chaleur soit imprimé dans les *Annales des Mines*. Cela ne devrait pas poser de difficulté puisque Clapeyron et Lamé y ont publié plusieurs articles, seuls ou ensemble, quand ils étaient deux jeunes ingénieurs (Partie I). Cependant, la lettre nous apprend que cela ne va pas de soi, puisque Clapeyron demande à Lamé de faire intervenir Arago.

Voiture de voyageurs de Lyon à Saint-Étienne (« Chemin de fer de Lyon à Saint-Étienne », G. Engelmann, 1834-1835, https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:SEt-Lyon_Train_divers.jpg consulté le 12 mai 2021)

285. [Smith, 1837, 169].

286. [Mellet, 1836, 147].

287. [Durbec, 1956, 657].

La lettre

St Étienne, Dimanche 27 janvier

Voilà 12 jours que je t'ai quitté mon cher ami, et je suis tout à fait sans nouvelles de Paris et fort désireux d'en obtenir, nous avons tant de choses en train qu'il me tarde de savoir si la marche de nos affaires est progressive ou rétrograde ; tu m'entretiendras de tout cela, n'est-ce pas, tu me diras aussi où en est l'affaire de notre bon Picard, il m'avait bien promis de venir me dire adieu à la poste, mais il m'a manqué de parole ; au reste, je lui pardonne en faveur de ses mérites, il est encore de ces gens que j'aime avec faiblesse ; tu m'entretiendras aussi de ta femme, de tes enfants, de Joséphine et du reste de la famille ainsi que de nos communs amis ; je serais bien aise aussi que tu me misses en peu de mots au courant de ce qui se fait ou de ce qui doit se retenir, je te fais grâce du reste, ta femme aussi de m'écrire de temps en temps, dans la communication que vous me devez, de ce qui se passe dans le monde, la partie des beaux-arts est de son ressort ; pour lui donner plus sûrement l'impulsion, je me propose de prendre l'un de ces jours l'initiative.

Je suis arrivé Jeudi dernier 24 à St Étienne ; mon voyage a été fort heureux et favorisé par le plus beau temps, j'ai été reçu à Mulhouse par ma bonne et chère Mélanie avec une effusion qui m'a vivement touché quoique je m'attendisse aux marques les plus tendres de son affection pour moi, elle est fort bien là, son frère et sa belle-sœur sont excellents pour elle, mais il faut convenir que rien n'est plus triste que la vie qu'ils mènent à Mulhouse où ils n'ont trouvé encore nulle ressource de société, heureusement qu'ils en ont en eux-mêmes. Je suis toujours dans les mêmes intentions, je compte me marier cet été pendant mon séjour à Paris, ou du moins tout préparer pour me mettre en ménage à mon retour à St Etienne si je ne puis rien faire à Paris.

J'ai été reçu extrêmement bien ici par Jabin qui m'a été très utile pour mille petits arrangements. Fénéon a aussi été fort bien. Gervoy et Malinvaud médiocrement. M. Delsériès est à Paris depuis plusieurs jours, et l'époque de son retour est encore indéterminée, ce qui me contrarie fort car je comptais sur lui pour toucher mes appointements. Combes n'arrive pas, quoique d'après nos conventions, il dut partir de Paris mercredi dernier. Je te [illisible] d'aller le voir ; s'il n'est [illisible] de lui demander quand il compte arriver, si l'arrivée de M. Delsériès a changé quelque chose [ajout : je sais qu'il est parti pour Paris afin de réclamer] aux combinaisons arrêtées, la chose presse, il y a beaucoup de temps perdu et je l'attends pour agir ; s'il est parti, tu m'en informeras seulement je te prie instamment de me répondre courrier pour courrier. J'ai été souffrant ces jours-ci, mais la diète m'a remis, je suis encore à l'auberge et m'installe demain ou après-demain chez moi. J'ai déjà couru les mines et vu le pays. Je suis arrivé par le chemin de fer des Seguin, c'est un fort bel ouvrage. Voici ce que j'ai vu [illisible] Lyon sur une partie horizontale, deux chevaux trainant 4 wagons [cha]rgés chacun de 2800 kilogrammes c'est 5,6 tonnes (poids net) par cheval, 6 fois plus que sur une route ordinaire, ajoutant le poids des [wagons], ce serait 7,6 tonnes par cheval. Selon Mellet un cheval exerce un effort de 100 K, la traction étant 1/1000 du poids trainé, le fardeau serait $100\text{ K} \times 200 = 20\text{ tonnes}$, 3 fois plus que ce qui a lieu sur ce chemin qui dans cette partie est nouvellement exécutée.

Tu me diras aussi s'il y a quelque chose de nouveau relativement à l'affaire du chemin de Paris à Rouen, si tu t'occupes du travail convenu à ce sujet, parle-moi de l'école centrale, vois Arago pour faire imprimer mon mémoire dans les annales, je te prie aussi de relire le message qu'a dû copier ma sœur, de faire les 2 figures et de le remettre à qui de droit pour le faire imprimer dans les annales des Mines.

2. La lettre de Clapeyron à Lamé du dimanche 3 février 1833

Introduction

Des éléments de la lettre indiquent que Lamé a répondu au précédent courrier à propos de la date du mariage de son ami avec Mélanie ou de son projet de la faire venir à Saint-Étienne. Le mariage n'aura lieu qu'en janvier 1834. Il a pu lui écrire à propos de son cours à l'École polytechnique et lui en envoyer quelques pages par la diligence, ce qui est une manière de poursuivre leur collaboration en Russie (Partie I). Ce cours sera publié en 1836.

Lamé a pu aussi donner des nouvelles sur le chemin de Paris à Saint-Germain. Les plans et les projets ont été déposés par le banquier Émile Pereire à la Direction des ponts et chaussées le 7 septembre 1832 et mis ensuite aux enquêtes (Partie II). Les commissions de Paris et de Seine-et-Oise les ont approuvés en décembre²⁸⁸. Pour Clapeyron, il est donc temps de vérifier que le financement suit et il demande à son ami de continuer à fréquenter le banquier Pereire. L'appellation « capitaliste » pour désigner un banquier est aussi utilisée dans les *Vues politiques et pratiques sur les travaux publics* de 1832, écrites avec les demi-frères Eugène et Stéphane Flachet (Partie II). Comme dans la lettre précédente, il prend des nouvelles du projet de chemin de fer de Paris à Rouen et rappelle à son ami qu'il est chargé de rédiger « un petit travail sur la question des tracés », probablement en lien avec leur propre projet.

Clapeyron écrit depuis la ville de Rive-de-Gier, où se trouve une partie du bassin houiller de la Loire car il fait partie d'une équipe et appelée pour une opération de « dessèchement ». Dans les années 1810-1840, le territoire houiller de Rive-de-Gier et de Saint-Étienne

est parmi les plus importants de France, et même d'Europe, comme l'explique Beaunier dans son « Mémoire sur la topographie extérieure et souterraine » de 1817, consacré à ce territoire houiller. Beaunier est alors directeur de l'École des Mineurs de Saint-Étienne depuis un an. L'emplacement de mines près du Rhône présente de nombreux avantages, écrit-il, mais :

Toutefois, si on en excepte un petit nombre de cas particuliers, l'exploitation et surtout l'administration des mines ne présentent peut-être en aucun lieu des vices aussi nombreux que dans le département de la Loire, et il est à remarquer qu'on n'a, jusqu'à cette époque, usé d'aucun moyen efficace de faire cesser les désordres qu'une cupidité mal entendue, une législation longtemps incertaine et des coutumes locales contraires à la prospérité des exploitations, ont introduit, depuis un temps fort reculé, dans les mines de cette contrée²⁸⁹.

Quinze années plus tard, l'exploitation du territoire houiller laisse toujours à désirer selon Clapeyron. À partir des années 1820, l'École a fourni de plus en plus d'ingénieurs aux exploitations et plusieurs propriétaires de concessions ou exploitants sont des anciens élèves. Pourtant, de nombreux accidents caractérisèrent la période 1817-1831 : incendies, explosions de grisou, inondations²⁹⁰. Son collègue Delsériès a écrit un premier relevé²⁹¹ de ces accidents dans les *Annales des Mines* en 1832.

288. [Compagnie du chemin de fer de Paris à Saint-Germain, 1835, 5].

289. [Beaunier, 1817, 4].

290. [Gras, 1922, I, 257-278].

291. [Escudier, 1997].

En 1829, une grande inondation a pris naissance à Rive-de-Gier dans les mines de la Petite-Gappe, puis a envahi plusieurs puits avant de se propager en 1833 aux puits Bourret et Ghâteau et d'inonder les travaux des Verchères²⁹². La mission de dessèchement qui conduit Clapeyron à Rive-de-Gier fait suite à cette dernière inondation. Au début de 1833, Beaunier a chargé une Commission de mener un projet complet d'épuisement du territoire houiller. Elle est composée²⁹³ de Delzériès et de Malinvaud, mentionnés dans la lettre précédente, de Henri de Sénarmont, polytechnicien qui enseigne la minéralogie et de Charles Pierre Combes. Ce dernier²⁹⁴, entré à l'École polytechnique en 1818, enseigne les mathématiques et la mécanique appliquée à Saint-Étienne. En 1832, il a écrit dans les *Annales des Mines*, des « Observations sur le travail utile d'une machine d'épuisement placée sur le puits du château à Rive-de-Gier, et sur les pertes d'eau qui ont lieu dans le jeu des pompes de mines »²⁹⁵.

Puits de mines à Rive-de-Gier

(© Association des amis de la mine de Saint-Étienne).

La noirceur des rues de Rive-de-Gier et la « barbarie » de ses exploitations ont dû provoquer chez Clapeyron un sentiment d'iso-

lement et le souhait de trouver au plus tôt une position à Paris. Trois hypothèses sont évoquées dans la lettre pour partir enseigner dans la capitale : un cours à l'École centrale des arts et manufactures, qui passerait au gouvernement, et l'ouverture d'un cours de construction à l'École des Mines de Paris.

L'École centrale des arts et manufactures a été créée en 1829 pour former les ingénieurs civils dont l'industrie a besoin par Alphonse Lavallée, un industriel proche des saint-simoniens, et trois scientifiques, Jean-Baptiste Dumas, Eugène Péclet et Théodore Olivier (Partie II). Clapeyron sollicite Lamé pour intervenir auprès d'Antoine Louis Cercler et d'Auguste Perdonnet. L'avocat Cercler a été rédacteur en chef du journal saint-simonien *Le producteur* en 1825 et 1826. L'ingénieur des Mines Perdonnet, fondateur de l'Association polytechnique, est un proche du binôme (Partie II). Il est devenu professeur d'exploitation des mines à l'École centrale en 1830, puis secrétaire du conseil de cette École après la crise qu'elle connaît²⁹⁶ en 1832. Clapeyron revient sur la demande auprès de Perdonnet dans la lettre suivante.

Un poste de professeur de construction à l'École des Mines de Paris serait une place de choix pour Clapeyron, qui charge Lamé de contacter Armand Dufrénoy et Léonce Élie de Beaumont à ce sujet, ainsi que Beaunier, comme directeur de l'École de Saint-Étienne. Le premier, polytechnicien et ingénieur des Mines, enseigne la minéralogie à l'École des Mines de Paris depuis 1827 et le second, qui est un proche du premier (Partie I), y enseigne la géologie²⁹⁷. Tout ceci indique que Clapeyron croit Lamé influent et qu'il compte sur lui pour le sortir de Saint-Étienne.

292. [Gras, 1922, 278].

293. [Peyret, 1835, 156].

294. [Bertrand, 1886]

295. [Combes, 1832].

296. [Comberousse, 1879, 61, 74].

297. [Gâteau, 1865, 20].

La lettre

Rive-de-Gier 3 février 1833

Je t'écris comme tu vois mon cher Lamé d'un joli endroit, surtout par le temps qui court, il y a 6 pouces de boue noire dans les rues, jamais je n'ai rien vu de pareil.

Nous nous occupons activement du projet de dessèchement dont nous sommes chargés; Combes s'en occupe avec beaucoup de zèle, et je n'ai autre chose à faire que de suivre ses directions qui sont au reste excellentes; nous sommes descendus dans quelques mines, rien n'est barbare ou irrégulier comme ces singulières exploitations, il sera bien difficile d'y ramener de l'ordre, on ne le pourra même qu'en réunissant entre un petit nombre de mains ces concessions qui sont dépecées entre un très grand nombre d'individus qui ne peuvent songer qu'à l'intérêt du moment. Je suis bien aise de voir que le chemin de Paris à Rouen de la Compagnie Mellet ne soit pas si avancé, cela te donnera le temps de rédiger le petit travail dont nous sommes convenus relativement à la question des tracés. À propos d'Eugène, dis-lui donc quand tu le rencontreras que j'attends le journal qu'il m'a promis; s'il ne peut pas me le faire envoyer, qu'il me le fasse dire parce qu'alors je m'abonnerai à celui-là ou à quelque autre.

Je te prie instamment de voir Pereire assez fréquemment et de soigner l'affaire de St Germain. Il est temps, il me semble, qu'il consulte les capitalistes sur la question de savoir s'il pourra se procurer les fonds. Il faut songer aussi au cautionnement, si l'affaire en est aux ponts-et-chaussées, il est temps d'agir avec énergie.

À propos de ton cours, il est convenu, n'est-ce pas, que tu m'enverras tes nouvelles feuilles, tu peux les expédier par la diligence.

Quant au cours de l'École des arts et manufactures, parle donc à Cercllet au sujet des démarches qu'il voulait faire pour moi, et sache de Perdonnet où en sont leurs démarches pour faire adopter leur école par le gouvernement, car il serait dur que la corvée dont tu te charges pour moi fût peine perdue.

M. Berthier est vraiment insupportable; si l'occasion s'en présente, tu pourras dire ce qui est vrai au sujet de mon départ pour St Etienne, que c'est sur l'invitation de M. Beaunier que j'ai retardé mon voyage au reste, il faut le laisser, il a trop mauvaise langue et il est trop désobligeant pour que ses paroles puissent avoir quelque poids. Puisque tu vois Dufrénoy, tâche de voir dans quelles dispositions il est à mon égard. Il y a une chose à laquelle ces Mrs m'ont fait penser ici, c'est à l'utilité dont serait la création d'un cours de construction à l'École des Mines de Paris. Combes appuierait cette proposition, mais je pense qu'il n'y faudra donner suite qu'autant que M. Beaunier sera disposé à le faire également; va le voir de temps en temps et sonde le là-dessus; s'il est disposé à accepter cette idée, tu pourras en causer avec Élie de Beaumont et Dufrénoy, nous verrions ensuite. Quand tu écriras au comte Romantzoff, tu lui diras que l'exemplaire de notre ouvrage que je lui ai envoyé est accompagné d'une lettre de moi et d'une date fort ancienne.

Je songe à ce que tu me conseilles relativement à mon mariage, je t'en reparlerai, je partage assez tes idées. Adieu, mille choses tendres à ta femme, sa sœur, ses enfants et tous les tiens.

E. Clapeyron

3. La lettre de Clapeyron à Lamé du lundi 11 février 1833

Introduction

Clapeyron revient sur des demandes formulées dans les deux lettres précédentes, auxquelles son ami ne semble pas avoir réagi, bien qu'il ait répondu à sa dernière lettre en le mettant au courant d'une préoccupation personnelle concernant sa femme. Lamé l'a aussi entretenu de sa rencontre avec Schwilgué, un ingénieur engagé dans les projets de chemin de fer dans l'Est de la France dont il sera question plus longuement dans la lettre du 9 juin.

Clapeyron mentionne d'abord la création d'un poste de professeur de construction à l'École des Mines de Paris, qui lui permettrait un retour à Paris. Il argue que, si un tel poste a été considéré comme nécessaire par Beaunier à l'École de Saint-Étienne, alors pourquoi pas à Paris ? Pourtant, un cours de construction²⁹⁸ ne sera créé qu'en 1848. Concernant toujours sa recherche d'une position à Paris, il est question de Perdonnet au sujet d'un projet visant à transformer l'École des arts et manufactures en une école gouvernementale. Il rappelle

aussi le besoin de « relancer » le banquier Pereire pour l'affaire du chemin de fer de Paris à Saint-Germain et le physicien Arago pour la parution de son mémoire, cette fois-ci dans les *Annales de chimie et de physique*.

La lettre aborde un problème important que le binôme aura à traiter lors de la construction du chemin de fer de Paris à Saint-Germain, celui des déblais et des remblais. Les opérations de déblai, pour creuser la terre, et de remblai, pour apporter de la terre ou d'autres matériaux, servent à réaliser des tracés précis et des terrassements bien profilés. Leurs réalisations conjointes, pour minimiser les coûts de transport, est au départ de recherches menées par des mathématiciens comme Gaspard Monge dans un mémoire présenté en 1781 à l'Académie de sciences²⁹⁹. Le cas d'un chemin de fer n'est pas similaire à celui d'une route, à cause de la longueur et du poids des convois et de la rigidité des rails.

Déblai et remblai dans le cas d'un chemin de fer (Encyclopedia Britannica, 1902)³⁰⁰

Clapeyron a « étudié avec soin le chemin de fer des Seguin » car il l'utilise pour se rendre à Rive-de-Gier. Il a la chance d'avoir à proximité

le deuxième chemin de fer construit, après celui de Saint-Étienne à la Loire à l'initiative de Beaunier (Partie II). Tout ce qu'il peut voir et

298. [Grateau, 1865, 21].

299. [Monge, 1781].

300. <https://www.1902encyclopedia.com/R/RAI/railway-12.html>

comprendre pourrait servir le projet ferroviaire du binôme et doit être rapporté à son ami et complice. Ainsi, il rapporte que, quoique les Seguin aient fait d'énormes dépenses, leurs déblais et remblais « sont en mouvement perpétuel », et au moins une des deux voies est toujours en réparation. Ils n'ont peut-être pas suivi le conseil de l'anglais Nicholas Wood, donné dans la seconde édition de son livre sur les chemins de fer. Le livre a été traduit³⁰¹ en français par Charles Joseph Minard en 1833-1834 sous le titre *Traité pratique des chemins de fer*. Ce polytechnicien a donné le premier enseignement sur les chemins de fer à l'École des ponts et chaussées et il publie en 1834 ses *Leçons faites à l'École des ponts et chaussées en 1833-1834* (voir lettre du 11 mars 1835), où il reprend le conseil de Wood sur les remblais :

Si on considère la durée et l'inégalité des grands tassements qu'éprouvent les remblais très élevés, on reconnaîtra que les railways qui suivent ces mouvements ne peuvent être viables sans de fréquentes réfections; elles ne peuvent être exécutées qu'en suspendant le roulage ou en le reportant sur une autre voie. Il paraît donc très utile de donner aux sommets de ces grands remblais la largeur suffisante pour placer des voies auxiliaires à côté des voies principales³⁰².

Pour être suivi, ce conseil suppose un lourd investissement. Cela n'a peut-être pas été le cas pour la construction des remblais sur le chemin des Seguin.

Un remblai à Yzieux sur le chemin des Seguin (Cartes des chemins de fer des départements de la Loire et du Rhône, J. Nublat,

https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:SEt-Lyon_Yzieux.jpg consulté le 12 mai 2021).

Clapeyron reproche à Lamé de ne pas lui avoir parlé de la note dont il a été question dans la lettre du 27 janvier, concernant le tracé du « Chemin de fer de Paris à la mer » jusqu'à Rouen, Le Havre ou Dieppe. Au début des années 1830, des projets de chemins plus courts sont déposés, de Paris vers Pontoise, Saint-Germain et Saint-Denis, qui devraient être prolongés jusqu'à la mer. Un projet de chemin de Paris à Pontoise a été déposé en 1831 (lettre du 19 janvier 1834), qui devrait se poursuivre vers Rouen en suivant un « tra-

jet par les plateaux » sur la rive nord de la Seine. Tandis que le projet du chemin de Paris à Saint-Germain déposé en 1832 anticipe un « trajet par la vallée » vers Rouen sur la rive sud de la Seine. Comme l'écrit Clapeyron, le choix d'un trajet par la vallée avantagerait le projet du chemin de Paris à Saint-Germain. Mais un raccordement de ce chemin, à partir de Colombes, avec un chemin de fer allant de Paris à Dieppe, projeté en 1830 par Picard et Cordier, est aussi à l'étude³⁰³.

301. [*Dictionnaire technologique*, 1839, XI, 466]

302. [Minard, 1834, 23].

303. [Durbec, 1956, 653].

La lettre

St Étienne, 11 février 1833

Je suis, mon cher Lamé, tout à fait installé chez moi à St Étienne, tant bien que mal. On vit ici comme ailleurs, cependant tant de faces nouvelles qui surgissent de tout côté me fatiguent et m'ennuient, aussi je prévois que je vivrai très solitairement.

Combes part pour Paris dans quelques jours, vois-le ou causes avec lui du cours de construction, parles-en avec Beaunier également; puisqu'il a conçu la nécessité de ce cours à l'École des Mineurs de St Étienne, je ne vois pas pourquoi il contesterait son utilité à Paris.

Presse toujours fort l'affaire du chemin de St Germain si celle de Rouen ne parvient pas à s'arranger de suite, raison de plus pour nous presser; tu ne me parles pas de la note sur le chemin de Paris à Rouen, je te conseille de la faire et il faut absolument prendre position relativement au tracé par la vallée.

Vois souvent Pereire et dis-lui que je compte lui écrire dans quelques jours relativement à l'affaire dont il m'a parlé.

J'ai étudié avec soin le chemin de fer des Seguin, c'est un beau travail, mais malgré les énormes dépenses qu'ils ont faites, ils ne sont pas encore au bout de leurs douleurs; leurs déblais et leurs remblais sont en mouvement perpétuel, et de leurs deux voies, il y en a toujours une au moins en réparation. Je suis bien aise que tu aies fait la connaissance de Schwilgué, va le voir de temps à autre, j'espère qu'à l'occasion il se prêtera avec zèle à s'utiliser pour moi.

Tu as dû trouver pour toi, outre un paquet de livres, deux rouleaux à ton adresse, dont l'un contenait des papiers relatifs au chemin de fer de Paris à Rouen et je crois la carte par Cassini de Paris et de ses environs, un autre contenait entre autres chose notre mémoire, je suis certain de ne l'avoir pas emporté et de l'avoir mis dans l'un de ces deux rouleaux. Il y en avait un 3^{ème} pour Eugène, parles-en à Maman. Tout cela était dans la chambre occupée jadis par mon père près de la fenêtre.

Relativement à mon mémoire, prie Arago de le faire insérer dans les annales de Chimie. Il faudrait prendre pour cela l'exemplaire que j'ai remis à l'Académie; si Arago ne l'a pas, prends-le au secrétariat et donnes le lui; quant à celui que ma sœur vient de copier, je te prie de faire les corrections nécessaires, de tracer les 2 figures qui manquent, de le remettre à la commission des annales des Mines.

Tu as bien tort de d'affliger de la sotte histoire que l'on a faite au sujet de ta femme, elle est si facile à effacer.

Parle donc à Perdonnet des chances qu'il y a à ce que l'École des arts et manufactures passe au gouvernement; s'il y a quelque chose d'avancé là-dessus, il faudrait aussi parler à Cerclet qui en dirait un mot à Thiers, il a une note de moi à ce sujet. Ecris-moi donc sur du papier à lettre. Adieu, mille tendresses à ta femme et aux tiens, où en est Picard, dis-lui mille choses aimables.

4. La lettre de Clapeyron à Lamé du mardi 19 février 1833

Introduction

Clapeyron est enchanté de l'annonce « de la rupture officielle de notre association ». Le terme « association » est courant chez les saint-simoniens (Partie II). Il ne s'agit sans doute pas de l'Association polytechnique, dont le compte rendu trimestriel de janvier 1833 indique qu'ils sont membres officiels³⁰⁴. Il pourrait s'agir d'une association avec les promoteurs d'un chemin de Paris à Dieppe en vue d'un raccordement ferroviaire avec le leur (lettre du 11 février).

Clapeyron a accompagné Combes pour une visite du « chemin de fer de Mellet », c'est-à-dire du chemin de fer d'Andrézieux à Roanne, dont la concession a été obtenue par Mellet et Henry en juillet 1828. Il s'agit de la troisième concession de chemin de fer obtenue en France, elle aussi autour de Saint-Étienne, après celle du « chemin de Beaunier », – comme l'appelle Clapeyron car Beaunier en est le promoteur et le directeur –, de Saint-Étienne à Andrézieux au bord de la Loire, puis celle du « chemin de Seguin » de Lyon à Saint-Étienne (Partie II).

Les trois chemins autour de Saint-Étienne dans le Mémoire de Mellet et Henry.

Le chemin de fer de Mellet et Henry est conçu comme un prolongement de celui de Beaunier car la navigation sur la Haute Loire est difficile entre Andrézieux et Roanne et un canal serait plus onéreux³⁰⁵, il est aussi destiné au transport de la houille et de marchandises diverses (Partie II). Les deux ingénieurs ont conçu un tracé qui épouse le terrain et donc les déclivités qui séparent la plaine du Forez de celle de Roanne. Ils ont fait installer à cet effet des « plans inclinés à double versant »³⁰⁶ avec montée mécanique, dont Clapeyron décrit les

« embarras ». Sur un plateau dominant deux versants, une machine à vapeur fixe actionne deux treuils équipés de cordes pour tirer les convois. Les treuils peuvent être commandés séparément ou rendus solidaires, et embrayés pour tourner en sens inverse. Lorsque deux convois ferroviaires abordent les plans inclinés pour s'y croiser, ils sont attachés à l'extrémité des cordes de sorte que celui qui descend serve de contrepoids et facilite la montée de l'autre. L'effort demandé à la machine à vapeur en est d'autant diminué.

304. [Association polytechnique, 1833, 54].

305. [Mellet et Henry, 1828, 7-16].

306. [Smith, 1837, 178].

Ce système de « machine fixe à treuils » fonctionnait outre-Manche, d'où d'ailleurs viennent les deux machines fixes installées par Mellet et Henry, ainsi que les mécaniciens qui les font fonctionner. Leur chemin de fer fut, après celui des Seguin, le deuxième en

France à faire rouler des locomotives. Une machine Stephenson puis une machine Fenton, Murray et Jackson, achetées en Angleterre, y commencent des essais au cours du second semestre 1832.

La lettre

Rive-de-Gier février 19

Je crois, mon cher Lamé, que c'est la faute de la poste si ma lettre t'est arrivée plus tard que de coutume; cette fois-ci il y aura un peu de retard en effet parce que j'ai attendu ta lettre pour prendre la plume moi-même, je l'ai enfin reçue et je me hâte d'y répondre. Je suis enchanté de ce que tu me dis au sujet de la rupture officielle de notre association, la chose est très bien arrangée comme cela.

Combes est parti ces jours-ci, tu l'auras vu sans doute à Paris avant la réception de ma lettre, je suis allé l'accompagner dans la visite qu'il a faite ou voulu faire du chemin de fer de Mellet, et n'est complètement terminé qu'entre [illisible] et la Gouyonnière près du chemin Beaunier. Au-delà, il y a de fréquentes interruptions quoique les travaux principaux soient entièrement terminés; en somme ce travail m'a paru plus soigné que ceux des Seguin, il est vrai que le chemin de Mellet est dans toute la fraîcheur de sa nouveauté, reste à voir quel sera l'effet du mouvement répété des machines locomotives, nous avons vu les principaux plans inclinés, notamment ceux qui avoisinent le point de partage, je suis effrayé des difficultés qu'entraîneront ces longues cordes.

Je suis journellement le chemin de fer de S^t Étienne à Rive-de-Gier, à la descente, le trajet se fait en une heure et demie, y compris des retards pour prendre et descendre des voyageurs. Je suis témoin des embarras qu'occasionne la rencontre des wagons qui remontent sur la petite étendue du chemin qui leur est déjà ouverte et je me demande comment on pourra régulariser le service lorsque le chemin sera ouvert aux charbons de S^t Étienne. Que serait-ce si une partie notable de cette distance était encore encombrée par d'immenses cordages; s'il fallait établir un ordre entre la marche des convois montants et descendants. Somme toute, je persiste plus que jamais dans nos anciennes conclusions. Tâche de voir où en est Mellet avec son chemin de Rouen, a-t-il les capitaux? Parle de cela à Pereire qui doit le savoir à point nommé. Quand l'affaire sera mûre, il y aura bien, il me semble à leur dire, passez par la vallée de la Seine et raccordez-vous avec nous, autrement, comme vous rentrez en Seine dans la vallée de l'Andelle, vous ne pourrez pas nous empêcher, soit nous, soit d'autres, de s'embrancher sur nous à Maison jusqu'à vous, à l'embouchure de l'Andelle, dès que l'expérience aura montré que vous faites bien vos affaires.

Je suis bien aise que tu aies vu Noblet et je te remercie de la manière dont tu suis cette affaire, je pense qu'elle en vaut la peine.

Je me donne une peine terrible avec notre travail sur l'épuisement des mines, une affaire fort délicate et la nature organisée à laquelle nous avons affaire est bien plus rebelle que la nature brute. Je suis sans cesse par monts et par vaux, les mains et les pieds dans l'eau, tout noir de charbon, du reste ma santé ne souffre pas de tout ceci. Je ne reçois rien de la maison, va voir ma mère, ta femme ou toi, si elle ne vient pas te voir et dis-moi par ta 1^{re} lettre quand ma sœur arrive, je l'attends tous les jours, j'ai pris une bonne pour elle que je n'aurais pas retenue sans cela. Adieu mon cher ami, dis mille choses tendres à ta femme, ta belle-sœur et tous les tiens, une poignée de main au bon Picard et à Cerclet, parle-lui de l'espoir de succès qu'on a pour l'achat de l'École des arts et manufactures. Adieu fort à toi, le temps me presse, le courrier part.

5. La lettre de Clapeyron à Lamé du dimanche 3 mars 1833

Introduction

Clapeyron relate un nouvel incident d'inondation : un corroi a été forcé par les eaux et une mine a été très vite remplie d'eau. Le terme de corroi désigne de manière générale un enduit dont on revêt le fond et les parois des canaux et des mines pour en assurer l'étanchéité. Dans une notice de 1829, le polytechnicien et ingénieur des ponts et chaussées Antoine Rémi Polonceau a proposé un enduit à la fois imperméable, consistant et non dispendieux, composé de chaux éteinte, d'argile délayée et de sable ou de gravier³⁰⁹. Malinvaud, un des collègues de Clapeyron, a demandé la fermeture de la mine un peu avant l'incident, peut-être parce qu'il a vu la faiblesse de la paroi. Hommes et chevaux ont été retirés à temps de la mine. En 1821, il n'y avait pas de chevaux pour le traînage dans les galeries des mines de la Loire tandis que, dans les années 1835, il y en a 250 dans les mines de Saint-Étienne et de Rive-de-Gier³¹⁰. Clapeyron a « pioché depuis peu la législation en vigueur » et il a appris qu'il est interdit à l'administration d'une mine d'intervenir quand la vie des ouvriers n'est pas menacée. Cet intérêt pourrait être lié à l'éventualité qu'on lui propose de diriger une mine.

Il semble que Lamé n'ait jamais donné de nouvelle à propos de la parution du mémoire de Clapeyron et que celui-ci interprète ce silence comme une fin de non-recevoir de la part d'Arago. Il est question maintenant de deux exemplaires : un qui serait remis directement à la rédaction des *Annales des Mines* et l'autre destiné aux *Annales de chimie et de physique*, toujours avec l'entremise d'Arago. Peut-être que, pour obtenir enfin une réponse, il interroge son ami : « si tu vois à cela quelque difficulté, fais m'en part ».

Le projet du chemin de fer de Paris à Saint-Germain est « l'affaire » d'importance qui unit encore le binôme dans une entreprise commune. Lamé a rendu compte d'une visite chez M. Lamandé, l'inspecteur général des ponts et chaussées chargé de donner son aval au projet. Celui-ci approuvera les plans le 11 mars³¹¹ tandis que le projet de chemin de fer de Paris à Saint-Denis est mis en examen. Clapeyron a écrit à Pereire, sans doute parce que Lamé, auquel il avait demandé de le faire, ne s'y emploie pas. Il s'agit de vérifier auprès du banquier que le cautionnement et les fonds pour leur projet seront obtenus à temps.

Une partie de la lettre est une réponse à Fortunée, l'épouse de Lamé, où Clapeyron s'attendrit sur son sort. Il évoque Saint-Petersbourg avec des souvenirs partagés avec elle. Il compare carrément son « exil » actuel avec son séjour forcé à Wouitegra (Witegra), où il avait été envoyé pour une « mission » fictive parce qu'il aurait parlé trop librement (Partie I). Il commente la vie culturelle à Paris, avec des événements dont elle a dû l'entretenir. Jean Antoine Destrem, qui était à l'Institut de Saint-Petersbourg, est comparé à Alexandre Dumas, sans doute pour leur ressemblance physique. Le drame en prose de Victor Hugo, *Lucrèce Borgia*, est représenté pour la première fois à Paris le 2 février 1833.

Clapeyron écrit à Lamé « avoir lu avec plaisir ton ouvrage sur l'instruction publique », il ne peut être question que du *Plan d'écoles, générale et spéciales* cosigné par le binôme et publié en 1833 (Partie II). Son propos est surprenant car il semble attribuer l'ouvrage entièrement à Lamé et même en découvrir le contenu, puisqu'il critique l'avertissement de

309. [Polonceau, 1829, 38].

310. [Smith, 1837, 187].

311. [Compagnie du chemin de fer de Paris à Saint-Germain, 1835, 6].

l'ouvrage³¹², où Stéphane Flachet est désigné comme le rédacteur presque exclusif du livre sur les *Vues politiques et pratiques sur les travaux publics en France*, publié en 1832 (Partie II). Lamé aurait-il été le seul rédacteur du livre sur les Écoles, le principal concepteur ou même le seul? Clapeyron cite une lettre de Bazaine qui lui a écrit qu'il s'est entretenu de cet ouvrage avec l'Empereur de Russie et qu'il en n'a pas reçu d'exemplaire. Le futur beau-père de Clapeyron est resté à Saint-Pétersbourg³¹³ jusqu'en 1834.

Clapeyron demande à son ami de s'enquérir du paquet qu'il avait envoyé à Bazaine un mois avant de quitter Paris. Il est question de faire un travail pour l'Empereur sur « les chemins de fer appliqués à la Russie », où serait présentée la machine de Mellet et Henry, que Clapeyron a pu voir sur le chemin d'Andrézieux à Roanne.

*Représentation d'une machine du chemin de Saint-Étienne à Roanne
(« Chemin de fer de Lyon à Saint-Étienne, G. Engelmann, 1834-1835,
https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:SEt-Lyon_Train_divers.jpg
consulté le 12 mai 2021)*

312. [Lamé et Clapeyron, 1833, v].

313. [Gouzévich et Gouzévitch, 1993, 351]

La lettre

S^t Étienne, 3 mars 1833

Mon cher Lamé, notre correspondance s'est un peu relâchée depuis quelques temps de sa régularité première, il y a peut-être eu de ma faute, il y a eu aussi je crois de celle de la poste, ainsi je t'ai écrit il y a une quinzaine de jours, as-tu reçu ma lettre, je suis porté à supposer le contraire car tu ne m'en parles pas dans la tienne. J'ai écrit aussi et à la même époque à Pereire, demande-lui s'il a reçu ma lettre, on se plaint de moi de tout côté et je suis pourtant fort innocent. Il paraît que c'est la poste de Rive-de-Gier qui est coupable de tout cela, ou la personne de l'auberge que j'ai chargée de porter mes lettres.

Il vient d'arriver à Rive-de-Gier un triomphe pour le corps des Mines. Malinvaud qui remplit les fonctions d'Ingénieur du département a fait fermer une mine de la montagne du feu [sic] où l'on travaillait à un niveau de 5 mètres au-dessous d'anciens travaux inondés ; l'ordre n'était pas encore exécuté qu'un corroi à l'aide duquel on avait bouché d'anciennes communications a été forcé par les eaux, la mine a été remplie en deux heures, on n'a eu que le temps de retirer les ouvriers et les chevaux. Au reste, notre mission principale n'aura guère qu'une valeur d'enquête ; j'ai pioché depuis peu la législation en vigueur, elle interdit de la manière la plus formelle toute intervention directe et effective de l'administration toutes les fois que la vie des ouvriers n'est pas menacée, il y a bien une espèce d'article 14, mais je doute que l'administration ait assez de toupet pour s'en prévaloir.

On m'a fait quelque ouverture pour me charger de la direction d'une mine de houille à Rive-de-Gier, n'en parle pas, je n'en ai soufflé mot ici, le moment n'est pas encore venu c'est encore dans les nuages, j'accepterai peut-être.

Tu ne me dis pas un mot de mon mémoire, va donc porter à la rédaction des annales des Mines celui que t'a remis ma sœur après avoir ajouté deux petites figures en marge et relu le texte pour corriger les fautes qui auront pu s'y glisser, et prie Arago de faire insérer l'autre exemplaire dans les annales de Chimie ; si tu vois à cela quelque difficulté, fais m'en part. Je suis bien aise de ce que tu me dis de ta visite chez M. Lamandé, tu ne me dis pas quel a été le résultat au sujet des deux affaires de St Germain et de St Denis. Pousse tout cela, vois souvent Pereire et dis-lui de me répondre s'il a reçu ma lettre, dans le cas contraire, je lui réécrirai de nouveau pour quelques renseignements qu'il m'a demandés en secret. Ne faut-il pas quelques démarches pour le cautionnement, il est temps il me semble, ainsi que de tâter les capitalistes sur la question des fonds. Adieu, je te quitte pour répondre un mot à l'aimable lettre de ta femme.

J'ai reçu, chère bonne amie, votre lettre du 24, ma sœur arrivée avant-hier en bonne santé me l'a apportée. Votre écriture m'a rendu quelques souvenirs de Wouitegra mais les seuls qui fussent doux, les marques d'attachement dont j'ai été comblé par mes amis. Je continue à regarder comme un temps d'exil celui que je passe ainsi loin de vous autres, quoique cependant les différences qui existent entre mon séjour ici et le temps passé à Wouitegra soit tout à fait à l'avantage de celui-ci. Voilà déjà l'arrivée de ma sœur qui est un grand adoucissement pour moi. Mes camarades sont parfaits pour moi, mais il y a encore bien de mauvaises faces à tout cela ; je vous remercie bien de ce que vous me dites au sujet de ma pauvre mère, voyez-la et tachez de la distraire, engagez-la quelques fois chez vous.

J'ai reçu plusieurs lettres de St Petersburg qui m'ont fait bien plaisir, je vous adresserai dans peu quelques lettres en réponse que je vous prierai d'expédier par la première occasion. La partie des beaux-arts vous va parfaitement. Je vous continue votre emploi en vous remerciant mille fois de la grâce et de la bonté avec laquelle vous vous en acquittez. La ressemblance de Dumas avec Destrem m'a aussi frappé. J'ai lu dans les journaux une analyse de Lucrèce Borgia, il me tarde bien d'en juger par moi-même après surtout ce que vous me dites.

J'ai lu avec plaisir ton ouvrage sur l'instruction publique. Je suis fâché seulement que tu aies dit que Stéphane avait rédigé en entier le premier ouvrage, ce qui n'est pas tout à fait exact, et nous ôte une part qui nous est due à ce travail. Il eut fallu dire, ... qui l'a rédigé presque en entier.

J'ai reçu une lettre de Bazaine, j'en transcris le passage suivant : dernièrement, étant à travailler avec l'Empereur, la conversation est tombée sur les perfectionnements journaliers que reçoivent toutes les branches industrielles sur les travaux publics en général, sur le mode d'administration le plus favorable à leur exécution. S. M. m'a dit à ce sujet qu'elle avait lu dernièrement une brochure que Lamé et vous avez publiée. Ces Mrs ne me l'ont pas envoyée, mais elle a été adressée de Paris et si je ne l'avais pas prêtée à Menschikoff, je vous la donnerais à lire ; elle vous ferait plaisir. Il me conseille de faire un travail pour l'Empereur, j'ai envie d'en faire un sur les chemins de fer appliqués à la Russie. Je ferai prendre ici une copie de la machine de Mellet et Henry, ce sera du nouveau à Petersburg. Informe toi donc au Ministre des relations étrangères auprès de M. de Lamare s'il a expédié un paquet que j'ai adressé à Bazaine un mois je crois avant mon départ. Il est inutile de lui dire que ce paquet contenait des exemplaires de notre bouquin. Si ce paquet n'était pas parti, presse-le de l'envoyer. Ecris aussi à Bazaine qui s'étonne de n'avoir rien reçu de toi. Adieu, écris-moi vite en souvenir.

6. La lettre de Clapeyron à Lamé du dimanche 24 mars 1833

Introduction

Clapeyron terminait sa lettre précédente en demandant à son ami : « Adieu, écris-moi vite en souvenir ». Trois semaines sont passées sans réponse. Il lui rappelle qu'ils avaient convenu de s'écrire une fois par semaine car il craint que la correspondance se termine en s'espaçant, alors que son ami pourrait répondre à des questions importantes qu'il pose depuis son arrivée à Saint-Étienne, il y a deux mois. Clapeyron les reprend une à une par ordre chronologique.

La publication de son mémoire a déjà été mentionnée trois fois, mais cette fois il aborde ce qui constituerait un obstacle à cette parution, à savoir l'opinion « peu favorable » du physicien académicien Pierre-Louis Dulong lors de l'examen du mémoire à l'Académie des sciences le 31 décembre 1832 (Partie II). Dulong a précédé Lamé dans la chaire de physique de l'École polytechnique et il a travaillé sur la chaleur spécifique des corps avec Alexis Petit. Il n'y a pas de compte rendu dans les procès-verbaux et le « vrai malheur » est de ne pas savoir quelles sont les objections à son travail. En 1832, il est paru un court résumé de 14 lignes dans la rubrique « Sociétés savantes » de la *Revue encyclopédique* qui, après avoir énoncé les deux résultats obtenus (Partie II), indique³¹⁴ :

Ces résultats sont la conséquence de cette loi généralement admise qu'il est impossible de créer de la matière, de la chaleur ou du mouvement.

Il est difficile d'imaginer obtenir ces résultats à partir d'une loi aussi générale sans avoir énoncé des principes qui permettent de mathématiser la situation. Cette phrase laisse donc augurer que la remise en cause

du mémoire concerne les principes. Clapeyron pense qu'il s'agit de son usage du principe des forces vives et il demande à Lamé de rechercher quelles sont les objections de Dulong. Il semble redouter que son ami n'adhère pas à cet usage d'un principe qui était un des fondements de leur enseignement à Saint-Petersbourg (Partie I). Dans ce cas, ils doivent en discuter et Lamé doit « dire la vérité » au nom de leur amitié.

Pour la première fois dans ses lettres, Clapeyron évoque leur travail commun de près de dix ans (Partie I) pour estimer qu'il n'en n'a pas recueilli sa part et que Lamé doit réparer les « injustices du hasard ». Pour lui, ce serait donc par hasard que l'un d'eux est professeur à l'École polytechnique et l'autre à l'École des Mineurs de Saint-Étienne. Contrairement à ce qui a pu être écrit récemment³¹⁵, ce n'est donc pas par choix que Clapeyron a embrassé une carrière industrielle à leur retour en Russie. Le chemin de fer de Paris à Saint-Germain est plutôt un moyen de rentrer à Paris alors qu'aucun poste d'enseignement ne se profile.

Clapeyron redemande donc des nouvelles sur le cautionnement et les capitaux pour ce chemin de fer et sur « l'affaire de Saint-Denis ». Le chemin de fer de Paris à Saint-Denis a fait l'objet de deux projets³¹⁶ : l'un par la Compagnie Noblet et l'autre par la Compagnie Riant et Ardouin. Même s'il a un intérêt local, le projet de Saint-Denis est, comme celui de Saint-Germain, examiné en tant que premier tronçon d'un chemin de fer de Paris à la mer. Didier Nicolas Riant, notaire et membre du Conseil général de la Seine, montera la Compagnie Riant pour travailler sur ce grand projet. Plusieurs tracés vont être imaginés, de Paris à Rouen par la vallée ou par les plateaux, de Paris à Dieppe

314. [*Revue encyclopédique*, 1832, LVI, 770].

315. [Moatti, 2010, 88].

316. [Durbec, 1956, 654].

ou au Havre en passant par la ville industrielle importante de Gisors (lettre du 1^{er} novembre 1833). « L'affaire de Saint-Denis » pourrait consister à embrancher les deux chemins de fer, de Saint-Denis et de Saint-Germain, pour fournir un débouché simple au premier, et cette option a pu être proposée à Noblet.

Clapeyron revient sur l'assèchement des mines à Rive-de-Gier de manière nouvelle. Il demande à Lamé de dire à Beaunier qu'il compte lui écrire sur ce sujet, ce qui paraît un peu compliqué car il pourrait lui écrire directement. Il est possible qu'il veuille indiquer à son ami que le projet de diriger une mine fait son chemin (lettre du 3 mars). En effet, il ne s'agit pas moins que d'entretenir Beaunier au sujet de la création d'une association qui serait soumise au gouvernement. Une partie de la lettre est illisible, mais il apparaît que, pour Clapeyron, seul le gouvernement peut mettre un terme à un libéralisme destructeur. Car, comme dans les *Vues politiques et pratiques sur les travaux publics en France*, il s'oppose au « laissez faire » (Partie II). Dans son mémoire de 1817, Beaunier se plaignait aussi du laisser-aller dans l'exploitation des mines (lettre du 3 février). Un grand nombre d'entreprises houillères s'étaient formées dans le passé au mépris des règlements et étaient dirigées en toute méconnaissance des principes élémentaires et sans les moyens nécessaires. Dans le territoire de Saint-Étienne et de Rive-de-Gier les exploitations étaient bornées aux couches proches de la surface, car faciles à attaquer, et les couches inférieures étaient négligées ou abandonnées au moindre obstacle. Joseph Duplessy, secrétaire général du département de la Loire, écrivait³¹⁷ en 1818 :

L'oubli des précautions indiquées pour la conservation des ouvrages et des ouvriers

y est porté jusqu'à l'excès : des accidents trop fréquents attestent cet oubli, dont les suites sont des éboulements ou des inondations, qui rendent désormais les mines inaccessibles. Ces accidents accusent l'imprévoyance comme l'avidité du spéculateur qui ne craint pas, pour un léger et facile bénéfice, de déshériter l'avenir et de sacrifier jusqu'à la vie de ses semblables.

De fait, les inondations détermineront le vote de la loi du 27 avril 1838 qui donne au gouvernement le moyen légal de contraindre les concessionnaires à exécuter en commun des travaux nécessaires³¹⁸. La formation des premières fédérations de mines dans le bassin de la Loire suivra de près cette loi. L'idée d'association de Clapeyron allait dans ce sens.

Gravure représentant une mine inondée³¹⁹

Dans les derniers mots de sa lettre, Clapeyron remercie son ami pour l'accueil qu'il réserve à sa mère Marie Agathe Clapeyron, née Godde, restée à Paris. La correspondance ultérieure montre que Clapeyron lui écrit régulièrement et lui confie aussi quelques missions.

317. [Duplessy, 1818, 72].

318. [Gras, 1922, I, 270].

319. <http://www.fossiliraptor.be/carbonifereexploitationminiére-5.htm> (consulté le 11 mai 2021).

La lettre

S' Étienne 24 mars 1833

Tu me négliges joliment, mon cher Lamé, et cependant tu dois deviner combien il me tarde de savoir des nouvelles ce qui se passe à Paris pour nos diverses affaires, surtout pour celle du chemin de fer qui est presque la seule qui me présente quelques chances de retour.

Nous étions convenus de nous écrire une fois par semaine, j'y ai peu manqué puisqu'ici ma dernière lettre a dû te parvenir par Camille Picard. Est-ce qu'il ne te l'a pas remise, est-ce pour ce motif que tu ne m'écris pas, ce serait déjà une mauvaise raison, car je n'ai rien de fort intéressant à t'apprendre, tandis que tu as mille réponses à me faire sur mille et quelques questions que je t'ai adressées sur mille et une choses que je t'ai priées de faire pour moi. Si tu devais un jour faire comme bien d'autres, augmenter successivement les intervalles de la correspondance et finir par ne plus m'écrire du tout, je te prierais en grâce de m'en prévenir de suite, car tu sais que j'aime passionnément savoir à point nommé à quoi m'en tenir.

Je te répèterai ici plusieurs choses que je t'ai priées de faire depuis mon départ, et pour commencer par ordre de date, as-tu porté au comité du journal des Mines mon mémoire sur la théorie des gaz ? L'opinion peu favorable qu'a en M. Dulong ne fait qu'ajouter au vif désir d'en appeler à d'autres juges ; indépendamment de l'éloignement qu'a M. Dulong pour les recherches purement théoriques, il peut se faire qu'il ne possède pas assez bien le principe des forces vives pour se rendre compte du principe qui sert de base à mes recherches. Je regarde comme un vrai malheur pour moi la manière dont M. Dulong s'est prononcé à cet égard ; et tu dois sentir de quelle importance il est pour moi que tu connaisses les objections qu'il a à opposer à mon travail. Tu en connais parfaitement les principes, tu es à même de les exposer avec clarté. Si tu ne partages pas mes idées à cet égard, causons-en d'abord ensemble et ne crains pas de me dire la vérité ; mais au nom du ciel ne perds pas de temps, notre vieille amitié me donne, il me semble, le droit de te prier d'agir à cet égard comme tu ferais pour toi, jusqu'ici je n'ai pas recueilli ma part de nos communs travaux, il faut que tu tâches de réparer à cet égard les injustices du hasard.

Je t'ai prié également de demander à Pereire s'il a reçu ma lettre et s'il se propose de me répondre, dis en autant à Combes à qui j'ai écrit il y a 15 jours en lui envoyant par l'administration un paquet qu'il m'a demandé. Je t'ai prié de demander à M. de Lamare s'il a expédié à Bazaine un paquet que je lui ai remis. Réponds-moi au sujet de la lettre que je t'ai écrite l'un de ces jours dans laquelle je te parlais de la conversation qu'a eue Bazaine avec l'Empereur à notre sujet, quelle suite à donner à cela ? Enfin parle-moi longuement de notre affaire de St Germain. Le cautionnement, Pereire l'a-t-il, les capitaux, les aurons-nous, à quand l'adjudication. Vois aussi M. Noblet et demandes-lui s'il compte donner suite à l'affaire de Saint-Denis ; donnes-moi enfin mille détails que tu dois juger m'intéresser. Si tu vois M. Beaunier dis-lui que je compte lui écrire dans peu au sujet de Rive-de-Gier, mon opinion commence à se fixer, entre nous soit dit, l'épuisement des mines ne sauvera pas le bassin, le seul moyen de salut est dans une association générale que le gouvernement devrait déterminer [illisible] pour cela des mesures extralégales.

Je te remercie beaucoup ta femme et toi du bon accueil que vous faites à maman, elle en est elle-même fort reconnaissante. Dis mille choses tendres à ta femme et embrasse tes enfants pour moi. Je te quitte pour aller à une espèce de concert, on est ennuyeux ici et peu empressé de voir les étrangers, pourtant il se forme ici quelques jeunes ménages qui avec le mien pourront former le noyau d'une agréable société. Adieu, j'attends ta réponse avec impatience, il y a près de quinze jours que je n'ai rien reçu de toi.

7. La lettre de Clapeyron à Lamé du lundi 1 avril 1833

Introduction

Dans cette lettre assez longue, Clapeyron détaille les circonstances de l'accident mortel arrivé la veille à Pierre-Félix Jabin, le collègue qui l'avait accueilli si aimablement en janvier. Jabin est son cadet puisqu'il est entré à l'École polytechnique en 1820, avant de rejoindre l'École des Mines puis d'être nommé professeur à Saint-Étienne en 1826. L'accident a eu lieu dans la mine de Bérard, qu'il dirigeait, alors qu'il participait à l'essai d'une machine à vapeur. L'emploi des machines à vapeur dans les mines a pris à cette époque une extension considérable, soit pour l'assèchement, soit pour l'extraction de la houille. En 1835, il y avait 98 machines à vapeur dans le territoire houiller de Saint-Étienne, dont près des trois quarts à Rive-de-Gier³²⁰. Jabin meurt à l'âge de 31 ans et cet événement cause un grand émoi. Dans une notice nécrologique parue dans les comptes rendus de l'Association polytechnique, Perdonnet salue « un homme bon et aimant, plein de dévouement pour tout ce qui était vraiment utile »³²¹. Son nom fut donné à un puits de la mine qui connut par la suite deux grandes catastrophes³²². Clapeyron revient sur la mort de Jabin à la fin de sa lettre avec l'évocation d'une industrie « active, mais cruellement meurtrière ». En effet, de nombreux accidents ont eu lieu dans la période 1817-1831 sur le territoire houiller de Saint-Étienne et de Rive-de Gier : incendies, explosions de grisou, inondations. En quinze ans, dans les mines de la Loire, 358 ouvriers sont tués, 340 blessés grièvement, soit par an 2 % du nombre total des ouvriers. Le 2 janvier 1829, une explosion de grisou à Rive-de-Gier, au puits Sainte-Barbe, a fait 23 morts. En 1832, le nombre des morts accidentelles dans les mines de l'arrondissement s'élève à 23 personnes³²³.

Les courriers précédents se sont croisés, puisque Lamé a écrit le 22 mars, la veille de la date où Clapeyron exprimait dans sa lettre son sentiment d'avoir subi une injustice et d'être délaissé. Dans cette « bonne lettre » du 22 mars, Lamé a pu annoncer que le 11 mars, suite au rapport de l'inspecteur général des ponts et chaussées M. Lamandé, le conseil général des ponts et chaussées a approuvé les plans du projet du chemin de fer de Paris à Saint-Germain. Il l'a informé d'une autre bonne nouvelle, celle de l'échec de la proposition de loi du député Jean-Jacques de Baude sur le « droit de libre parcours ». En France, les promoteurs privés doivent rassembler des fonds, demander des autorisations et obtenir des concessions qui régissent les relations entre l'État et le privé. De même, une compagnie est obligée d'exploiter le chemin de fer qui lui est accordé avec ses propres véhicules et par ses propres moyens en se conformant au cahier des charges et aux règlements de l'administration. Tandis qu'en Angleterre, un « droit de libre parcours » est accordé à toute personne voulant utiliser un chemin de fer et s'en servir, à condition de payer des droits fixés par l'acte de concession et de se conformer aux règlements de la compagnie concessionnaire. Cette question de droit oppose en France les libéraux, partisans de la libre entreprise, et les partisans de l'élaboration de projets par l'État puis exécutés par des entreprises privées. Baude est député de la Loire en 1830 pour la majorité ministérielle et, à l'époque, directeur général des ponts et chaussées et des mines et conseiller d'État. En 1833, lors d'une discussion sur le projet du chemin de fer de Montbrison à Montrond, à la Chambre des députés, il défend le principe du libre parcours. Pour lui, les garanties du public

320. [Gras, 1922, I, 283].

321. [Association polytechnique, 1834, 48].

322. [École polytechnique, 1897, III, 142].

323. [Gras, 1922, I, 257-278].

sont ainsi garanties parce qu'une autre compagnie peut se substituer à une compagnie qui ne répondrait pas à l'intérêt général³²⁴. Clapeyron et Lamé se montrent opposés aux conceptions libérales de Baude, comme les saint-simoniens, ceci dans l'esprit de l'ouvrage sur les travaux publics écrit avec les demi-frères Flachat (Partie II)).

Clapeyron revient sur sa principale préoccupation, celle de rejoindre Paris. Pour lui, « l'affaire des chemins de fer » est la chance la plus probable pour y réussir, mais il évoque le retrait possible de Prony et Navier de leurs postes à l'École polytechnique. Gérard de Prony, qui fut l'un des promoteurs de l'École, y enseigne depuis les débuts et il a maintenant 78 ans, Henri Navier y enseigne depuis 1824 et il n'a que 48 ans. Clapeyron demande à son ami d'intervenir auprès d'Arago, il faudrait que celui-ci et Dulong changent d'opinion sur son mémoire, ou au moins l'ajournent. Ce mémoire apparaît comme un obstacle rédhibitoire : « mon sort dans le monde savant dépend de là ».

Clapeyron a déjà expliqué que la difficulté rencontrée avec le mémoire vient de son usage du « principe des forces vives » (lettre du 23 mars). Pour lui, Dulong et Poisson ne comprennent pas assez ce principe pour pouvoir accepter la démonstration où il l'emploie (Partie II).

Que contiendrait la note en faveur du mémoire que Lamé pense adresser à Dulong et Arago ? Son *Cours de physique à l'École polytechnique*, édité en 1836, peut fournir des indications. Dans la préface à l'ouvrage, il écrit qu'il a essayé de reproduire les leçons données par Petit et Dulong, qui ont occupé la chaire de physique à l'École polytechnique avant lui. Il ne mentionne les forces vives que deux fois dans son *Cours*. Elles sont intro-

duites dans la troisième Leçon, qui porte sur le principe de l'hydrodynamique. Il s'agit de déterminer la vitesse constante d'un liquide s'écoulant dans l'orifice intérieur d'un vase de sorte que le niveau entretenu reste invariable. Lamé écrit que « pour résoudre cette question, on peut s'appuyer sur quelques considérations relatives aux forces vives »³²⁵. Il explique qu'une masse m animée d'une vitesse v possède une force vive $\frac{1}{2}mv^2$. Le niveau restant le même et la vitesse d'écoulement x cherchée étant uniforme, le liquide contenu dans le vase possède toujours la même somme des forces vives. Il en déduit que

$$\frac{1}{2}mx^2 = mgh,$$

avec h la hauteur au-dessus de l'orifice, donc la vitesse d'écoulement x est la même que celle acquise par un corps tombé de la hauteur h , loi qui peut être vérifiée par l'expérience.

Après cette application, le principe de conservation des forces vives est invoqué une seule fois, en conclusion de la dix-huitième Leçon sur les chaleurs spécifiques. Lamé a indiqué un peu plus haut que deux hypothèses ont été imaginées pour expliquer les phénomènes caloriques : la théorie de l'émission et la théorie des ondulations³²⁶. Il explique que l'identité des mesures des chaleurs spécifiques, obtenues par différentes méthodes expérimentales, fournit la preuve de l'existence d'un agent qui ne peut augmenter ou diminuer dans un milieu pondérable, sans diminuer ou augmenter dans d'autres milieux voisins, de telle sorte que sa quantité totale reste constante. Puis il écrit que « ce fait général s'accorde très bien avec les deux hypothèses »³²⁷ :

Dans la théorie de l'émission, le calorique, considéré comme un fluide matériel, ne peut disparaître sur un point sans être

324. [Smith, 1837, 25-26].

325. [Lamé, 1836, 63].

326. [Lamé, 1836, 297].

327. [Lamé, 1836, 428].

refoulé sur un autre; dans la théorie des ondulations, la force vive des mouvements vibratoires ne peut diminuer dans un corps sans augmenter dans d'autres. Ces deux hypothèses s'appuient, sur deux principes incontestables, l'indestructibilité de la matière et la constance de la somme des forces vives, pour expliquer complètement les résultats fournis par les mesures des chaleurs spécifiques. Sous ce point de vue, l'une des deux théories n'a aucun avantage essentiel sur l'autre.

Ainsi, le principe des forces vives est à la théorie ondulatoire ce que l'indestructibilité de la matière est à la théorie corpusculaire de la chaleur. Les deux théories de la chaleur ont les mêmes avantages et le principe des forces vives a sa place dans une théorie de la chaleur.

Clapeyron pense que son usage du principe des forces vives serait mieux compris des ingénieurs que des savants. Aura-t-il l'occasion d'échanger à ce sujet avec son voisin Marc Seguin ? En effet, il est paru dans le *Edinburgh Philosophical Journal* de 1824, sous le titre « Observations on the Effects of Heat and of Motion », une lettre adressée par Seguin le 12 septembre 1822 à Friedrich Wilhelm Herschel. Seguin y présente une « nouvelle méthode » sur laquelle il écrit avoir souvent discuté avec son grand-oncle M. Montgolfier. Il doit s'agir de Joseph de Montgolfier, l'un des deux inventeurs du ballon à air chaud. Le principe de la méthode est que la force vive ne peut être ni créée ni anéantie et donc que la quantité de mouvement sur la Terre a une existence réelle et finie. Seguin applique la « nouvelle théorie » à quatre « faits », dont le deuxième concerne l'effet d'une machine à vapeur, il écrit³²⁸ :

Il n'est pas facile de voir pourquoi on ne pourrait pas produire un nombre indéfini

d'oscillations avec la quantité de calorique nécessaire pour produire la première, si l'on pouvait par quelque moyen que ce soit employer les basses températures qui se perdent, pour renouveler l'effet.

L'existence de ces oscillations en nombre indéfini est purement théorique, elle peut évoquer le cycle de Sadi Carnot de 1824 qui, d'après l'impossibilité d'une « création indéfinie de force motrice », réalise un maximum de puissance motrice.

Les plans que Pierre Arnollet doit présenter à Rive-de-Gier pourraient être ceux de sa « machine d'épuisement portative »³²⁹. Il a été élève de l'École polytechnique en 1794 puis de l'École des ponts et chaussées avant de participer à l'expédition d'Égypte. Devenu ingénieur des ponts en Côte-d'Or, il invente une pompe hydraulique qui est primée en 1817.

Machine d'épuisement portative d'Arnollet (©Archives de la médiathèque de l'École des ponts et chaussées).

Lamé a évoqué, dans sa lettre précédente du 22 mars, une « brochure de Mr Arnollet ». Cette brochure est probablement le mémoire de janvier 1833 d'Arnollet sur la détermination des frottements des wagons et sur la

328. [Seguin, 1824, 282].

329. [Barbier, 1999].

construction d'un wagon destiné à son projet de chemin de Paris à Lyon, car Clapeyron s'intéresse au problème de la résistance des wagons et il s'apprête à faire des expériences à ce sujet (lettre du 8 avril). Dans son ouvrage *Ce que doivent être les chemins de fer en France* de 1835, Arnollet écrira à ce sujet³³⁰ :

Le wagon [...] est disposé de manière que la vitesse des surfaces sur laquelle le frottement s'exerce est la huitième partie de celle qui a lieu sur le wagon ordinaire. [...] On voit que, dans ce wagon modifié, si d'autres causes ne viennent pas détruire les améliorations, la résistance totale ne doit pas être le tiers de celle du wagon ordinaire; c'est ce qui a été obtenu constamment dans un grand nombre d'expériences, telles qu'il m'a été possible de les faire, n'ayant point de chemin de fer à ma disposition.

Clapeyron évoque dans sa lettre un cas particulier de « la théorie des corps élastiques », sur laquelle Lamé et lui ont écrit dans leur « Mémoire sur l'équilibre intérieur des corps solides homogènes » paru en 1833 (Partie I). La première section de ce mémoire établit

des équations différentielles du problème général, et il semble mettre en doute ici le caractère général de leur intégration.

D'après la fin de la lettre, Lamé a appris à son ami que Dulong lui reproche d'avoir soutenu l'inexactitude de la dite « loi de Despretz », et Clapeyron s'en défend en expliquant que cela vient de celle de la « loi de Dalton ». John Dalton a énoncé une loi sur les pressions partielles des mélanges gazeux, parue en 1802 dans un mémoire sur la dilatation des fluides élastiques par la chaleur et César Despretz, prédécesseur de Lamé à l'École polytechnique, a travaillé sur la chaleur latente et l'élasticité des vapeurs. Le reproche concernerait donc le mémoire sur la chaleur de Clapeyron, mais le mémoire publié en 1834 ne fait pas de référence à Despretz. Ceci renforce notre hypothèse que le mémoire adressé à l'Académie en 1832 n'est pas identique à l'article de 1834. Il a pu être modifié sous la pression de Dulong, qui est directeur des études à l'École polytechnique depuis 1830 et qui suivra de près l'impression de l'article dans le *Journal de l'École polytechnique* en 1834 (lettres du 19 janvier et du 2 février 1834).

330. [Arnollet, 1835, 55].

La lettre

S^t Étienne 1 Avril 1833

Je t'écris mon cher Lamé sous l'influence de la plus triste préoccupation. Un malheur affreux vient d'arriver. Jabin l'un des deux camarades duquel j'ai déjà eu l'occasion de te parler vient d'être tué par une machine à vapeur qu'il venait de faire monter dans l'une des mines qu'il dirige. Étant lié d'intérêt avec les Seguin, qui avaient eu l'idée de faire servir à l'extraction du charbon une vieille machine à vapeur à haute pression et à 3 cylindres travaillant sur un axe coudé, qui avait servi sur leurs bateaux à vapeur, on n'établit que deux des trois cylindres qui travaillaient à une distance angulaire de 120° pour faire monter ou descendre des tonnes, on arrête la machine et on la fait tourner en sens contraire mais il faut pour cela faire marcher à la main les tiroirs. Le mécanicien ne fût pas maître d'agir avec assez de vitesse sur les 2 leviers qui leur correspondent, la tonne monta jusqu'aux poulies. La corde se brisa, la tonne tomba au fond du puits et un bout de chaîne par laquelle elle était attachée à la corde, entraîné par le mouvement accéléré du tambour vint frapper, en brisa le crâne de Jabin qui s'était précipité sur un frein destiné à modérer le mouvement de la machine. Ci-joint une figure pour t'expliquer le fait [figure non lisible]. Nous sommes tous dans la consternation, nous l'enterrons demain.

J'ai reçu ta bonne lettre du 22 mars qui m'a un peu remonté. Serait-il donc possible que l'affaire des chemins de fer s'organisât, le ciel en soit béni. C'est encore la chance la plus probable d'un retour qui me reste. Cependant Maman m'écrit que Prony et Navier songent à se retirer et qu'il en résulterait deux places vacantes à l'École, informe-toi de cela et parle à Navier. Pour parler à Arago, il faut auparavant le faire revenir sur l'opinion qu'il a de mon mémoire. Je te remercie vivement de la demande que tu as faite auprès de Dulong, je soupçonne que Dulong ni Poisson ne comprennent assez le principe des forces vives pour concevoir la valeur du mode de démonstration que j'emploie. Je te remercie également de l'idée lumineuse que tu as eue de rédiger une note à ce sujet à l'usage de Dulong et Arago. En tous cas, si tu ne parvenais pas à les convaincre, supplie-les d'ajourner au moins leur opinion jusqu'à mon retour ou je tacherai de les convaincre si tu n'y parviens pas ; agis je t'en prie le plus activement possible. Mon sort dans le monde savant dépend de là. Hâte-toi aussi de faire imprimer ce malencontreux mémoire dans les annales des Mines.

Je serais mieux compris, j'espère, des ingénieurs que des savants qui n'entendent pas comme nous le principe des forces vives. Je tremblais qu'on admit la libre circulation des wagons sur les chemins de fer et j'apprends avec bien du plaisir que la proposition de Baude a été rejetée à la Chambre.

Je connais la brochure de Mr Arnollet, elle m'a été remise ces jours-ci, j'avais l'intention de lui écrire, mais un singulier hasard fait que je le verrai dans une quinzaine de jours ; et il doit venir nous trouver à Rive-de-Gier pour nous présenter les plans d'une machine d'épuisement qu'il a imaginée. Je lui dirai que [effacé] en chevaux d'une machine à vapeur locomotive ne peut se faire que par le nombre de pouces carrés [sic] des pistons, attendu que la consommation du combustible croissant presque indéfiniment, ceci en particulier aux machines dans lesquelles la combustion est activée par l'émission dans la cheminée de la vapeur qui sort des cylindres. D'ailleurs je lui ferai voir qu'il y a contradiction à admettre que nous évaluons trop haut à la fois et les frais de traction et la force des machines locomotives.

Je m'occupe de temps en temps de la Théorie des corps élastiques, voilà un cas simple intéressant que j'avais cherché vainement bien longtemps,

$$u = -8x(my + nx), v = m(4x^2 + y^2 - r^2) + 2nyz, w = n(4x^2 - y^2 + z^2) + rmy:$$

il donne le cas d'une pièce fléchie par une force nulle agissant perpendiculairement à une pièce prismatique à une distance infinie. J'ai repris l'intégration des Équ[ations] différentielles, celle que nous admettons n'est pas je crois assez générale.

Tu peux faire remarquer à M. Dulong que je ne parle pas de la loi de Déprets [sic] que pour montrer en quoi elle pêche, je démontre que son inexactitude est une conséquence de celle de la loi de Dalton.

Ma sœur te fait ainsi qu'à ta femme mille compliments. Je te remercie beaucoup ainsi qu'elle de l'aimable accueil que vous avez fait à ma mère.

Nous nous trouvons ici modérément bien, l'industrie est active ici mais cruellement meurtrière, il y a chaque jour des membres coupés sur le chemin Seguin, chaque jour des mineurs écrasés par les éboulements ou brûlés par le grisou. J'en ai joliment vu dans nos troupes lors de nos visites dans les mines à Rive-de-Gier, ne parle pas de cela, ni de la mort de Jabin à maman. Adieu, mille tendresses pour ta femme ta sœur et toi, bien des choses à Dubois et aussi Cournaud. Adieu, écris-moi et réponds à mes lettres.

8. La lettre de Clapeyron à Lamé du lundi 8 avril 1833

Introduction

Clapeyron a appris qu'une audience a été demandée auprès de Adolphe Thiers par les promoteurs du chemin de fer de Paris à Saint-Germain. En 1833, celui-ci est ministre secrétaire d'État au département du commerce et des travaux publics, il lui revient donc de signer les lois relatives aux concessions accordées pour les chemins de fer³³¹. Clapeyron émet des doutes sur la démarche prévue car si le ministre est approché en vue de l'adjudication de la concession du chemin de fer, il pourrait y avoir concussion. En ce mois d'avril, Thiers joue un rôle important car il doit exposer devant la Chambre les motifs d'un projet de loi visant à attribuer un crédit de 500 000 francs pour mener des études de chemin de fer. Il s'exprimera ainsi³³² le 29 avril :

Je ne viens pas vous proposer de tracer des chemins de fer aux dépens de l'État, non, Messieurs, une telle pensée ne saurait entrer ni dans votre esprit, ni dans le nôtre. Mais je viens vous proposer de lever les difficultés qui, partout en France, en empêchent souvent, et en retardent toujours l'exécution.

Ce qui rend difficile l'entreprise des chemins de fer c'est la dépense des études préparatoires, le délai sous vérification de ces études, et la longueur des enquêtes préalables. Ces études sont fort coûteuses.

Les chemins de fer seront exécutés par l'industrie privée, mais il reviendra au gouvernement la responsabilité de fournir des vues d'ensemble en décidant du financement des études préparatoires. La loi sera votée le 27 juin 1833.

Clapeyron commente les calculs de Lamé en vue de l'adjudication. Ils doivent tenir compte du fait que le chemin de fer de Paris à Saint-Germain est prévu d'emblée pour le transport de voyageurs et des marchandises, alors que les trois premiers chemins autour de Saint-Étienne étaient destinés d'abord au transport de la houille et de marchandises. Ces calculs serviront plus tard à établir le cahier des charges.

Les demi-frères Eugène et Stéphane Flachat sont engagés dans le projet de chemin de fer (Partie II). Clapeyron exprime son soulagement de savoir que leur brouille est terminée et que Stéphane voit ses affaires s'arranger. Celui-ci est un saint-simonien convaincu, il a pu être en difficulté à cause de propos tenus en 1832 dans un article, paru dans la série « Religion saint simonienne », sur l'apparition « si rapide, si inattendue » du choléra à Paris, dans lequel il détaille les travaux nécessaires à l'assainissement de la ville (Partie II). Stéphane écrit³³³ :

Et maintenant qu'on suppose [que] tout ou partie des travaux dont nous venons de parler fût arrêté par l'autorité, et que la nouvelle en fût portée au peuple ; qu'on lui fît comprendre non seulement l'utilité immédiate qu'il en recueillerait, mais encore l'enseignement qui doit en résulter pour toutes les nations [...] ! Que peuvent lui en dire les hommes qui les gouvernent ?

Les deux frères sont très actifs et Clapeyron s'enquiert de leurs projets. Le « grand pont suspendu » pourrait être le pont qui doit relier le bois de Boulogne à Suresnes. En effet, le premier pont de Suresnes fut un pont suspendu formé de 3 travées. Il a été

331. [Smith, 1837, 222-223].

332. [Picard, 1884, 15].

333. [Flachat (Stéphane), 1832, 48-49].

construit de 1841 à 1842 par Eugène Flachat avec l'aide de Jules Petiet, un ingénieur de l'École centrale qui sera aussi impliqué dans les projets de chemins de fer. La suspension du pont était assurée par six câbles seulement, chaque câble était composé de 20 rubans de fer laminé reliés par des joints en fonte³³⁴. Il est parfois attribué aux frères

Seguin. Le pont fut détruit en septembre 1870. L'affaire de Stéphane Flachat pourrait concerner un projet de canal. Il a écrit en 1829 un ouvrage consacré au canal maritime de Paris à Rouen³³⁵ dans lequel il traite aussi des perfectionnements de la navigation intérieure dans plusieurs villes, dont Bordeaux.

Le pont suspendu de Suresnes après destruction du tablier (Photo d'Émile Robert, ©Département des estampes et de la photographie de la Bibliothèque nationale de France)³³⁶.

Dans la suite de la lettre, Clapeyron annonce sans plus d'indications qu'il va demander au directeur de l'École de Saint-Étienne de mener des expériences sur les chemins de fer et sur la résistance de la fonte de fer avec son collègue Fénéon, dont il a déjà été question dans la lettre du 27 janvier 1833. Il revient sur ces expériences dans sa lettre du 9 juin.

Il termine sa lettre en minimisant les propos qu'il a tenus dans la lettre du 24 mars et en reprenant un sujet qui le tourmente, celui de la publication de son mémoire sur la chaleur. Il voudrait, cette fois, que Lamé porte le mémoire à Charles Combes, pour qu'il paraisse dans les *Annales des Mines*. Combes est enseignant à l'École des Mines

de Paris depuis 1832, après avoir enseigné à Saint-Étienne. Il demande aussi à son ami d'écrire la note à l'intention de Dulong et Arago, de convaincre Arago qui lui aussi « ne comprend guère le principe des forces vives » et d'en parler à la Société philomathique de Paris. Cette Société a été créée en 1788 afin de rassembler des scientifiques soucieux de partager leurs connaissances avec les autres et de les cultiver hors de toute contrainte. Dans le premier tiers du XIX^e siècle, elle joue un rôle original et essentiel dans le développement des sciences physico-chimiques en France à cause de la qualité de certains de ses membres, de l'intérêt des débats qu'elle organise et de la diffusion rapide de l'information scientifique qu'assure son *Bulletin*³³⁷.

334. [Flachat (Eugène) et Petiet, 1842, 11-12].

335. [Flachat (Stéphane), 1829].

336. [Le Bas, 1995, 11].

337. [Taton, *nd*]

La lettre

S' Étienne, 8 avril

J'ai reçu, mon cher Lamé, ta lettre dernière et sans date, je ne puis te la désigner autrement. J'attends avec une bien vive impatience le résultat de votre démarche auprès de M. Thiers, c'est là, je crois bien, le seul fil qui me rattache encore à Paris, et s'il venait à me manquer, ce serait à mettre ma tête dans un bonnet de nuit et à m'endormir jusqu'à la résurrection générale, mais j'attends, je te l'avoue, peu de chose de votre audience, si vous n'avez pas quelque motif qui parle vivement à l'intérêt personnel du personnage. Je ne vois pas pourquoi il consentirait à prêter le flanc à une accusation grave de concussion en vous accordant une faveur jusqu'ici sans exemple ; au reste, tentez toujours, il en sortira ce qu'il pourra, il nous restera au pis-aller les chances de l'adjudication.

Les 0,15 t. dont tu me parles correspondent, je suppose à des tonnes à un kilomètre, comment le conseil n'a-t-il pas fait intervenir la fixation du tarif des voyageurs pour l'adjudication, puisqu'il la fait porter sur les marchandises, regarde-t-il comme fort importante la quantité que nous en aurons à transporter ; as-tu été appelé à la discussion qui a eu lieu au conseil ? Je suis enchanté qu'on soit revenu sur la proposition que faisait le conseil de faire porter l'adjudication sur la durée de la concession, c'était à faire manquer l'affaire complètement.

Félicite bien sincèrement Stéphane pour moi de l'heureuse issue que prennent ses affaires à présent qu'elles s'arrangent et qu'il n'est plus brouillé avec Eugène, leur avenir peut s'arranger. À propos, demande à Eugène où en est l'affaire du grand pont suspendu et à Stéphane s'il est question encore de celle de Bordeaux.

Comment la place d'Analyse viendrait-elle à manquer à l'École ? Serait-ce par la démission de Prony ou par celle de Navier. Je vais me remettre à piocher la question de la pièce encastrée, mais je crains bien de ne pas pouvoir arriver à la solution. Si je la trouvais, pourtant, elle avancerait bien mes affaires.

Je vais demander au directeur général conjointement avec Fénéon des fonds pour faire des expériences sur les chemins de fer des environs, peut-être aussi pour faire un travail sur la résistance de la fonte de fer.

Portes mon mémoire à Combes et pries-le instamment de faire imprimer dans les annales des Mines.

J'espère, mon cher Lamé, que ma dernière lettre aura détruit dans ton esprit l'impression fâcheuse qu'avait produite la précédente, je m'étonne qu'elle put contenir quelque chose qui indiquât quelque doute sur ton amitié pour moi. Il y avait de la tristesse et du découragement, la remarque, peut être déplacée, que jusqu'ici tu avais été plus heureux que moi, remarque que tu as souvent faite avec moi, mais rien de plus sérieux. Quant à ma famille, je suis fort surpris que tu aies aperçu dans la manière de quelqu'un de ses membres rien qui ressemblât à de la méfiance ou à des reproches, maman ne s'adresse-t-elle pas à toi pour toutes les démarches qu'elle croit devoir faire ? Au reste, cela serait qu'il te faudrait de l'indulgence pour un sentiment bien respectable qu'on nomme la bêtise maternelle. Occupe-toi, je t'en prie, de faire sur mon mémoire cette note que tu me proposes, et tache de convaincre Arago. Je te préviens qu'Arago ne comprend guère le principe des forces vives, aussi insiste avec lui sur le principe. Je suis vraiment désolé de ne pas avoir été mieux compris. Tu m'avais promis de dire à ce sujet quelque chose à la société polymathique, vois s'il ne serait pas bon de le faire. Adieu donc, mille tendresses à ta femme. Préviens-moi des occasions qui se présentent pour la Russie. J'ai quelques lettres prêtes que je t'enverrai par la poste si elles devaient bientôt partir. Adieu.

9. La lettre de Clapeyron à Lamé du lundi 22 avril 1833

Introduction

Le début de la lettre reformule ce qui a déjà été écrit dans celle du 1^{er} avril : « l'affaire » du chemin de fer de Paris à Saint-Germain est pour Clapeyron le plus grand espoir pour le « tirer de ce trou où il risque de tomber en putréfaction ». Mais il fait bonne figure auprès de ses collègues et il profite de ce séjour forcé pour augmenter ses connaissances sur des questions mécaniques qui seraient utiles.

Il évoque pour la première fois plus précisément ses voisins, les Seguin. Ils constituent une fratrie de cinq frères qui sont petits-neveux de Joseph de Montgolfier et héritiers d'une manufacture à Annonay, où ont été utilisées rapidement les nouvelles machines de l'époque. Marc Seguin l'aîné est né en

1786, il est le concepteur du premier « pont suspendu en fil de fer » réalisé en France en 1822 (Partie I), qu'il présente ainsi³³⁸ dans un mémoire de 1824 :

Tout mon temps se trouve partagé entre la surveillance d'une fabrique de drap et l'application des sciences aux arts utiles, le peu de moment que j'ai pu donner à ce travail n'a pu suffire à faire des recherches exactes sur ce qui avait été fait avant moi à ce sujet. J'espère donc que si, malgré mes soins, il s'y glisse quelques erreurs, le public sera assez indulgent pour les excuser en faveur du désir que j'aurais de pouvoir faire jouir chacun, le plus tôt possible, des avantages de cette utile innovation.

Étude de la courbure du pont dans le mémoire de Marc Seguin³³⁹.

Il invente la chaudière tubulaire brevetée en 1828 (lettre du 20 juin 1833), qui équipera la locomotive utilisée sur le « chemin de fer Seguin » reliant Lyon à Saint-Étienne (lettre du 27 janvier 1833). Alors que Marc poursuit des travaux d'ingénieur et de scientifique, les

autres frères Seguin, nés de 1793 à 1798, – Camille le financier, Jules l'ingénieur, Paul l'organisateur, et Charles le Parisien –, réalisent divers travaux, tels que des constructions de ponts suspendus³⁴⁰. D'après Clapeyron, ils sont très absorbés et peu enclins à faire

338. [Seguin, 1824, 2-3].

339. [Seguin, 1824, 14-16].

340. [Peters, 1987, 77].

leur publicité. Il se trouve chanceux de pouvoir examiner les innovations du « chemin Seguin » qu'il emprunte régulièrement entre Saint-Étienne et Rive-de-Gier, où il est toujours occupé par les travaux d'assèchement des mines. Le chemin des Seguin comporte

plusieurs ponts, les premiers tunnels ferroviaires et des rails en fer fixés sur des traverses en bois. La construction des tunnels a rencontré des oppositions, dont celle d'Arago, mais le tunnel de Terrenoire est le plus long d'Europe à cette époque avec ses 1 500 mètres.

Le tunnel ferroviaire de Terrenoire (« Cartes des chemins de fer des départements de la Loire et du Rhône », J. Nublat, vers 1840, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SEt-Lyon_Terrenoire.jpg, consulté le 12 mai 2021).

La rencontre de Clapeyron avec Arnollet à Rive-de-Gier (lettre du 1 avril) a été l'occasion de discuter d'un « point de dissentiment » de celui-ci avec le binôme. Ceci concerne l'ouvrage publié en 1832 avec les frères Flachet, *Vues politiques et pratiques sur les travaux publics de France*, dans lequel il est question des communications dans le pays, et donc des chemins de fer (Partie II). Arnollet estime que les propos tenus dans l'ouvrage contrarient son projet de chemin de fer de Lyon à Marseille. Dans son ouvrage de 1835, intitulé *Ce que doivent être les chemins de fer en France*, il donnera des tableaux de la locomotion sur les chemins de fer, en particulier pour l'établissement d'un chemin de Marseille au Havre. Un tableau de locomotion sert à calculer, par exemple, les tarifs sur un chemin dans des hypothèses données³⁴¹.

Ces calculs sont utiles pour établir le cahier des charges d'un projet ferroviaire. Clapeyron saisit cette occasion pour demander à Lamé de voir les deux frères Flachet afin de vérifier que ce ne sont pas les deux frères, mais eux, qui prendront la direction du chemin de Paris à Saint-Germain.

Clapeyron félicite son ami du résultat de ses recherches, il s'agit sans doute du mémoire présenté à l'Académie des sciences le 13 mai 1833 (Partie II), et il lui fait part de ses avancées sur l'équilibre des corps solides. Dans sa lettre du 22 mars, Lamé n'a pas évoqué la remise du mémoire à la rédaction des *Annales des Mines*. Supposant que son ami a gardé le mémoire pour écrire la note promise, Clapeyron fait d'une pierre deux coups en lui demandant de s'occuper de cette note.

341. [Arnollet, 1835, 19].

La lettre

S^t Étienne, 22 avril 1833

Mon cher Lamé, notre correspondance est mal emmanchée, ta lettre m'arrive peu après le départ de la mienne, je retarde ma réponse et bien que nous écrivions une fois par semaine, il se passe un long temps entre nos lettres et leur réponse. Je suis dans l'impatience extrême de connaître le résultat de votre démarche auprès de Thiers, quoique je n'augure pas grand résultat de ce côté, mais enfin ce sera cela de fait et rien ne vous empêchera de poursuivre l'affaire quelle que soit sa réponse. Je désire vivement et plus que jamais que cette affaire s'arrange ; si elle en vient là, mon séjour à S^t Étienne n'aura pas été sans fruit ; j'ai couru si souvent le chemin de S^t Étienne à Rive-de-Gier et j'ai tant réfléchi en route sur les phénomènes mécaniques qui y ont lieu, que je serais bien aise d'en faire l'application et de me tirer du trou où je risque de tomber en putréfaction ; du reste ici je n'affecte pas de me plaindre et toi je te conseille de laisser entendre que j'ai très bien pris mon parti.

Je n'ai pas eu l'occasion jusqu'ici de causer avec Seguin l'aîné, je rencontre de temps à autre l'un des frères avec lequel je suis au mieux, il ne m'a jamais dit un mot de l'affaire de S^t Germain, et je pense que si leur intention était d'aller sur nos brisées, ils pourraient bien me sonder de temps à autre pour savoir où nous en sommes ; tous leurs intérêts sont ici et je les crois absorbés entièrement par le soin qu'ils y donnent, ils ont pris pour règle de ne rien imprimer dans les journaux ou ailleurs sur leur entreprise, en sorte que ce n'est pas une proposition à leur faire que de leur proposer l'organe de tel ou tel journal que nous pourrions faire parler.

J'ai vu M. Arnollet, j'ai discuté avec lui sur le point de dissentiment qui existe entre lui et nous, je crois lui avoir prouvé qu'il avait écrit assez légèrement, il n'a rien répliqué, mais il m'a dit que s'occupant du chemin de fer de Lyon à Marseille, notre ouvrage lui mettait des bâtons dans les roues. Je ne le crois nullement disposé à se rétracter, c'est une raison de plus pour persister, il me semble qu'il serait fort bon de faire une réponse à son facteur, soit dans un compte rendu de l'association polytechnique, soit dans le journal du commerce ou tout autre ; parle de cela aux Flachet et dis leur mille choses aimables de ma part ; à cela, je suppose qu'il est toujours bien entendu que dans le cas d'emmanchement définitif de l'affaire, nous nous chargeons tous deux de la direction des travaux d'art.

Comme tu es singulier, mon cher Lamé, de te décourager ainsi, que serait-ce donc si tu étais à ma place, à Paris au milieu de ta famille dans la société de ta femme tu te trouves à plaindre, quelques insuccès dans tes recherches te démontent, des succès te rendent ta vigueur première, vraiment tu es un enfant de t'affecter ainsi, je partage [du] reste avec toi ces caprices d'humeur, mais je [me] domine davantage. Je te félicite sur le résultat de tes recherches, de mon côté, je me suis remis à l'équilibre des corps solides, j'ai résolu complètement dans le cas de deux variables le cas d'une pièce indéfinie dans un sens dans laquelle les forces sont nulles sur les faces latérales et égales à une fonction donnée sur une face perpendiculaire aux deux autres, il me semble que nous n'étions pas encore arrivés là. Je pioche maintenant le cas des 3 dimensions mais c'est bien plus difficile. Occupe-toi, je te prie, comme tu me l'as promis, de mon mémoire.

Il me tarde fort d'être réhabilité auprès de ces Mrs de l'Institut. Tu ne me dis pas si tu as remis mon mémoire au comité de rédaction des annales des Mines. Peut-être en as-tu besoin pour rédiger ta note. Remets-la le plus tôt que tu pourras.

Tu me ferais grand plaisir de prendre l'habitude de répondre à mes lettres en les ayant sous les yeux afin de me satisfaire sur les questions que je te fais. Tu ne m'as pas dit encore si Pereire a reçu ma lettre et pourquoi il ne m'a pas répondu. Il m'avait chargé de prendre des informations au sujet d'une affaire pour laquelle il m'avait recommandé le secret. Faut-il que je continue de m'en occuper ? Adieu, mille choses tendres aux tiens et à tous nos amis. J'ai oublié de te dire que j'ai passé une journée avec Picard à Rive-de-Gier.

10. La lettre de Clapeyron à Lamé du lundi 5 mai 1833

Introduction

Les nouvelles sur « l'affaire » du chemin de fer de Paris à Saint-Germain ne sont pas bonnes : elle est « renvoyée aux calendes grecques ». Le fautif serait Alexis Legrand, qui occupe le poste de directeur général des ponts et chaussées et joue donc un rôle primordial pour l'acceptation des projets ferroviaires (Partie II). La demande d'une concession pour le premier tramway français oblige le gouvernement à légiférer, ce qui va rendre plus complexe la tâche d'écrire des cahiers de charges pour les projets ferroviaires.

En 1832, deux brochures paraissent en faveur d'un chemin de fer de Montbrison à Montrond, qui raccorderait Montbrison au chemin de Saint-Étienne à Roanne. La première vante la facilité d'exécution, car le tracé serait droit et presque horizontal, la seconde précise que le chemin serait établi sur l'accotement de la route existante et occuperait 3 mètres, laissant ainsi 7 mètres de largeur à la route, et que le péage serait de 15 centimes. Le projet de loi en vue de la concession est déposé le 1^{er} février 1833 par le député de la Loire Baude. Il pose beaucoup de difficultés à cause de l'emprunt de la route, de l'emploi de machines, de l'absence d'une enquête et de l'avis défavorable du conseil général des ponts et chaussées parce qu'il y a « usurpation partielle » de la route³⁴². Il fallait légiférer sur tous ces points pour la première fois. Lors de la séance publique du 25 avril, le projet fut défendu par Legrand qui fit valoir qu'une enquête n'était pas nécessaire puisqu'il existait déjà une route, et que l'expérience de l'Angleterre montrait qu'il n'y avait pas de danger à redouter de la juxtaposition des deux modes de transport³⁴³.

Ce fut aussi l'occasion d'une discussion sur le principe de « libre parcours » (lettre du

1^{er} avril 1833). Le texte de la loi votée le 26 avril 1833 fut âprement discuté. Le premier article précise que la durée de la concession ne sera pas perpétuelle et qu'elle ne devra pas excéder 99 ans. Le second article indique les mesures nécessairement prescrites pour le cahier des charges³⁴⁴ :

- 1° Pour que le service de la route et celui du chemin de fer puissent s'effectuer sans gêne mutuelle ;
- 2° Pour assurer les droits d'accession à la route des riverains dont les propriétés en seraient séparées par le chemin de fer ;
- 3° L'administration fera les règlements nécessaires pour assurer la police et la sûreté de la voie publique ;
- 4° Le maximum du droit à percevoir sur le chemin de fer ne pourra excéder 15 centimes par mille kilogrammes de marchandises, et par mille mètres de distance.

Legrand, qui soutient que les chemins de fer doivent être considérés comme des « propriétés privées », a demandé, sans l'obtenir, que « voie publique » soit remplacé par « chemin de fer » dans le troisième alinéa³⁴⁵. Le quatrième alinéa a tranché contre le paiement d'un péage et en faveur de « tarifs différentiels », c'est-à-dire variant avec le poids transporté et la distance parcourue. Legrand a défendu ces tarifs car ils « sont commandés tout à la fois par l'intérêt de l'entrepreneur et par l'intérêt public. [...] Sans tarifs différentiels vous ne trouverez pas de Compagnie qui se charge d'exploiter vos chemins de fer »³⁴⁶. Établir un cahier des charges dans ces conditions n'était pas trop difficile pour un parcours de 16 km, mais il en serait différemment pour le

342. [Gras, 1924, 327-349].

343. [Picard, 1884, 13].

344. [Cerclet, 1845, 115-116]

345. [Smith, 1837, 22].

346. [Perdonnet, 1859, 160-161].

premier chemin parisien. Le cahier des charges pour le chemin de fer de Paris à Saint-Germain ne sera signé que le 20 mars 1835 par Thiers, devenu ministre secrétaire d'état au département de l'Intérieur, Legrand, en tant que directeur général des ponts et chaussées et des mines, et Émile Pereire. Résultat d'une concertation entre Legrand et Pereire, ce cahier des charges servira de « modèle » pour les chemins de fer suivants³⁴⁷.

Legrand a émis des objections à propos des pentes du chemin de Paris à Saint-Germain, et les mots de Clapeyron laissent penser qu'elles ont donné lieu à des discussions entre Legrand, Lamé et probablement Pereire. Le problème des pentes va constituer une importante difficulté, essentiellement entre Le Pecq, village en bord de Seine, et Saint-Germain, situé sur un coteau.

Une autre nouvelle n'est pas bonne: Lamé a renoncé à écrire une note pour présenter le mémoire de Clapeyron à Dulong et Arago. Il a sans doute relu le mémoire puisque, comme nous l'apprend la lettre, il a repéré une erreur dans celui-ci: est-ce cette lecture qui l'a poussé à ne pas écrire la note proposée par lui fin mars? Et il n'a toujours pas remis le mémoire pour parution aux *Annales des Mines*. Clapeyron aimerait trouver des scientifiques qui puissent apprécier son mémoire et surtout qui comprennent son usage du principe des forces vives, aussi demande-t-il à Lamé d'en parler à un « jeune savant », Gustave Coriolis.

Le « jeune » Coriolis, né trois ans avant Lamé, est l'aîné des deux ingénieurs. Il a été élève de l'École polytechnique en 1808 puis de l'École des ponts et chaussées en 1810. Il devient répétiteur de l'École polytechnique en 1816, professeur d'analyse et de mécanique à l'École

centrale des arts et manufactures en 1829 et enseignant à l'École des ponts et chaussées à partir de 1831. Il soumet³⁴⁸ en 1826 à l'Académie des sciences un mémoire qui est repris en 1829 dans *Du calcul de l'effet des machines*, où il introduit la notion de travail³⁴⁹ comme l'intégrale de Pds avec P la composante tangentielle de la force et ds l'élément différentiel d'un arc s . Coriolis appelle « force vive » le produit de la masse par la moitié du carré de la vitesse et il énonce le principe des forces vives à partir de la notion de travail³⁵⁰:

Dans tout système de corps en mouvement, la différence entre la somme des quantités de travail dues aux forces mouvantes, et la somme des quantités de travail dues aux forces résistantes, pendant un certain temps, est égale à la variation de la somme des forces vives de toutes les masses du système pendant le même temps.

La notion figure en 1833 dans une « Addition relative à l'usage du principe des forces vives dans le calcul des machines en mouvement »³⁵¹ d'une nouvelle édition du *Traité de mécanique* de Poisson.

L'avis favorable de Clapeyron vis-à-vis de Coriolis provient peut-être d'une lecture de son « Mémoire sur le principe des forces vives dans les mouvements relatifs des machines », car il a été présenté à l'Académie des sciences en 1831 et il est paru dans le *Journal de l'École polytechnique* en 1832. Dans ce mémoire, Coriolis énonce une proposition générale sur les machines telles que les roues hydrauliques, qu'il commente en prenant l'exemple d'un courant fluide glissant par l'effet de son poids dans un canal pendant que celui-ci est animé d'un mouvement de rotation autour d'un axe vertical³⁵².

347. [Smith, 1837, 225-239].

348. [Moatti, 2011, 60-61].

349. [Moatti, 2011, 67].

350. [Coriolis, 1829, 17].

351. [Poisson, 1833, t. II, 751].

352. [Coriolis, 1832, 268-269].

La lettre

S^r Étienne 5 mai 1833

Mon cher Lamé, je suis comme Pereire, tout découragé de voir notre affaire renvoyée aux calendes grecques, qu'est-ce que M. Legrand a donc de si pressé qui l'empêche de donner quelque temps à notre affaire, que compte-t-il donc faire pour nous quand le moment de nous aider sera venu ; et la visite chez Thiers, tu ne m'en parles plus.

Je te remercie de la suite que tu donnes à l'affaire de Saint-Denis, je crois inutile de t'indiquer les réponses à faire à plusieurs des objections de M. Legrand, d'ailleurs comme tu dis fort bien il a pris soin lui-même d'y répondre lorsqu'il a soutenu devant les Chambres le projet de Montbrison à Montrond. L'objection relative aux pentes se lève par la faible étendue, au reste brisons là-dessus, puisque ta réponse est déjà faite, et d'ailleurs je suis certain que tu n'auras négligé aucun point important.

Tu as raison, c'est effectivement $\sigma - \sigma' = CR \log \frac{p'}{p}$ 1, l'oubli de R est évidemment une faute du copiste et comme tu observes fort bien cela ne change rien aux conséquences que je déduis.

Je suis bien contrarié de voir que tu renonces à parler à ces Messieurs de ce mémoire et de tâcher de les faire revenir de leurs préventions, tu me joues toujours de ces mauvaises farces, tu ne me donnes jamais une mauvaise nouvelle sans y joindre un correctif, je compte là-dessus, et à la lettre suivante tu retires ce que tu disais de consolant dans la précédente ; je te jure que je ne puis souffrir ces ménagements, j'aime bien mieux avaler une médecine tout d'un trait que de la savourer par petite gorgée ; mais alors, si tu renonces à faire la note justificative dont tu m'as parlé, donne donc mon mémoire à la rédaction des annales et hâtes-en l'impression, il y a sans reproche trois mois que je t'en prie instamment. Puisque tu as occasion de voir les jeunes savants, parle leur donc de mon mémoire, notamment à Coriolis qui entend fort bien, et à notre manière, le principe des forces vives, s'ils font des objections auxquelles il n'y ait rien à dire, nous en laisserons là les choses, si non, tu trouveras dans leur approbation un encouragement pour insister. Parles en donc à Coriolis de ma part, dis-lui mille choses aimables pour moi et que je le consulte pour ce travail.

J'ai traité le cas, c'est-à-dire, où les forces sont nulles sur deux faces perpendiculaires aux x et où la force normale est nulle, la force tangentielle parallèle aux y est nulle et la force parallèle aux x est égale à une fonction donnée indépendante de y .

J'espère déduire de là des conséquences remarquables mais il me faudrait pour cela notre mémoire, je te prie de me l'envoyer en plusieurs exemplaires par la diligence aussitôt qu'il aura paru. J'ai perdu beaucoup de temps ces jours-ci à traiter le cas d'un rectangle infini dans un seul sens, je cherche encore.

Notre affaire de Rive-de-Gier sera terminée avant 1 mois, j'y ai beaucoup travaillé ces jours-ci, je compte dans deux mois me trouver à peu près libre, je n'ai plus que 18 leçons du cours d'exploitation à faire, j'ai fini les cours de construction, de géométrie descriptive et de coupe des pierres dont j'avais été chargé. Je te dirai même que pour une affaire indispensable je pourrais prier mes camarades de faire ma besogne et m'absenter un mois par exemple.

Les grandes chaleurs commencent, le temps est magnifique, je fais presque tous les jours des promenades de 2 ou 3 lieues, à cette distance de la ville on trouve des sites délicieux, je mène d'ailleurs une vie fort triste, je ne vois guère outre mes camarades que la famille Beaunier et Delsériès.

Vas donc voir Beaunier demandes-lui s'il a reçu ma lettre écrite depuis 3 semaines environ, et ce que compte décider l'administration sur l'affaire de Rive-de-Gier. Adieu mille tendresses à ta femme, ta sœur et tous les tiens ; ma sœur vous remercie beaucoup de votre souvenir.

11. La lettre de Clapeyron à Lamé du mercredi 22 mai 1833

Introduction

Clapeyron a essayé de connaître le montant des frais d'entretien occasionnés par le chemin de fer de Lyon à Saint-Étienne en s'adressant aux deux Seguin aînés, Marc et Camille. Il a déjà écrit dans ses précédentes lettres qu'ils devaient être importants, vu l'état général du chemin qu'il constate lors de ses allers et venues entre Saint-Étienne et Rived-Gier. Comme, il s'y attendait, il n'a pas reçu de réponse, y compris en essayant de faire intervenir Beaunier. Il fournit donc à son ami des calculs approximatifs. Le but pour Clapeyron est d'estimer à partir de là le montant des frais d'entretien du chemin de Paris à Saint-Germain. Ce montant est nécessaire pour établir le cahier des charges et pour déterminer les tarifs proposés par la Compagnie pour les passagers et pour les transports de marchandises.

Dans le cahier des charges du chemin de Saint-Étienne à Lyon, signé et approuvé le 4 février 1826, deux articles stipulent³⁵³ :

Art. 5 – Le chemin de fer et toutes ses dépendances seront constamment entretenus en bon état ; les frais d'entretien, les réparations, soit ordinaires, soit extraordinaires, demeureront à la charge de la Compagnie.

Art. 6. – Pour indemniser la Compagnie des dépenses qu'elle s'engage à faire par les articles précédents, et de toutes celles qu'exigera l'exploitation du chemin, le Gouvernement lui concède à perpétuité l'autorisation de percevoir, pour tous frais quelconques, le droit qui sera déterminé par l'adjudication. [...] Au moyen du paiement du droit, tel qu'il sera réglé définitivement par l'adjudication, le concessionnaire sera tenu d'exécuter constamment et

avec soin, exactitude et célérité, à ses frais et par ses propres moyens, et sans pouvoir en aucun cas le refuser, le transport des denrées, marchandises et matières quelconques qui lui seront confiées.

Les paiements que la Compagnie peut percevoir sont donc à la mesure d'une estimation des frais d'entretien. Le fait que tous ces frais soient à la charge de la Compagnie va intervenir dans les discussions sur le statut d'un chemin de fer, comme propriété privée ou publique. En effet, à l'ouverture du chemin, la Compagnie des Seguin a refusé de payer le dixième réclamé par les contributions directes, soutenant qu'il n'était dû que par les voitures circulant sur une voie publique dont la confection et l'entretien sont à la charge de l'État, et non sur un chemin de fer qui est une propriété privée. Mais la Compagnie fut condamnée en février 1833 par la cour royale de Lyon, qui considéra « le chemin de fer comme une propriété publique, comme étant un sol consacré pour toujours à un but d'utilité générale »³⁵⁴.

En janvier 1835, une commission d'enquête sera diligentée par le directeur général des ponts et chaussées et des mines pour donner son avis sur les difficultés rencontrées dans l'exécution de l'article 6 du cahier des charges du chemin de Lyon à Saint-Étienne, et en général dans la pratique des chemins de fer du département de la Loire. Les travaux de cette commission ont donné lieu à un rapport rédigé par Valentin-Smith, procureur du roi, qui sera publié en 1837. Le rapport remarque que les exploitations de chemins de fer appellent à de nouvelles relations entre les intérêts sociaux et gouvernementaux et il pose la question de savoir s'ils doivent être

353. [Cerclet, 1845, 16-17].

354. [Smith, 1837, 20].

considérés comme des propriétés privées ou publiques³⁵⁵.

Le rapport est accompagné d'une « Notice historique et statistique des chemins de fer de la Loire », qui s'appuie sur les données fournies par Marc Seguin, Mellet et Combes. Le premier a fourni les frais de construction du chemin de Lyon à Saint-Étienne mais pas

les frais d'entretien. Tandis que Combes, qui a remplacé Beaunier comme directeur du chemin de Saint-Étienne à la Loire en 1833, donne les frais d'entretien pour ce chemin³⁵⁶ entre 1828 et 1836. Alors que les frais de réparation et d'entretien concernant le chemin proprement dit sont relativement stables, ceux du matériel ont augmenté sensiblement et ceux des frais de traction de presque 70 %.

DÉPENSES.	FRAIS	RÉPARATION ET ENTRETIEN	
	De Traction.	Du Chemin.	Du Matériel.
Antérieurement au 30 septembre 1828.	136,718 37	(¹) " "	" "
Exercice 1828/29.	78,115 88	12,209 44	18,458 51
— 1829/30.	100,577 26	12,086 66	22,016 01
— 1830/31.	75,416 02	12,423 41	19,561 45
— 1831/32.	72,410 78	9,326 65	17,373 24
— 1832/33.	80,719 36	9,879 27	18,421 73
— 1833/34.	94,117 97	10,287 25	17,552 63
— 1834/35.	108,096 09	16,801 28	23,530 87
— 1835/36.	132,171 16	12,801 97	26,557 98
TOTAUX.	878,342 89	95,875 93	163,472 42

Les frais de réparation et d'entretien du chemin de Saint-Étienne à la Loire (notice du rapport cité en note 354).

La réglementation pour les frais d'entretien du cahier des charges du chemin de Paris à Saint-Germain, signé par Thiers et Legrand les 19-20 mars 1835, sera assez différente de celle du chemin des Seguin. Elle stipule³⁵⁷ :

Art. 27.— Le chemin de fer et toutes ses dépendances seront constamment entretenus en bon état, et de manière que la circulation soit toujours facile et sûre. L'état du chemin et de ses dépendances sera reconnu annuellement, et plus souvent en cas d'urgence ou d'accidents, par plusieurs commissaires que désignera l'administration. Les frais d'entretien et ceux de réparation, soit ordinaires, soit extraordinaires,

resteront entièrement à la charge de la Compagnie. Pour ce qui concerne cet entretien et ces réparations, la Compagnie demeure soumise au contrôle et à la surveillance de l'administration.

Art. 28.— Les frais de visite, de surveillance et de réception des travaux, seront supportés par la Compagnie.[...]

En 1835, l'administration sera donc chargée de contrôler l'état du chemin et de ses dépendances et elle deviendra, de la sorte, maître dans l'appréciation des entretiens à accomplir.

355. [Smith, 1837, 18].
356. [Smith, 1837, 162].
357. [Cerclet, 1845, 170].

La lettre

St Étienne, 22 mai 1833

J'ai tardé quelque peu à te répondre mon cher Lamé parce que j'ai voulu avoir quelques renseignements à te fournir au sujet des frais d'entretien. J'ai adressé une demande directe au directeur du chemin de fer M. Marc Seguin que je ne connais pas par l'intermédiaire de M. Camille Seguin, l'un des frères que je connais un peu plus, et qui m'avait fait des offres. Je n'ai pas encore de réponse, il est même probable que ces M^{rs} ne m'en donneront pas, ils sont d'une réserve extrême, Mr Beaunier leur avait ouvert ses livres à charge de revanche quand il leur a demandé la communication des leurs, il leur a répondu par des calembredaines. Au reste, ces frais d'entretien doivent être énormes attendu que tout le travail a été mené à la diable, tout a été fait avec une extrême négligence, il est évident qu'on doit payer tout cela en réparation, le nombre d'ouvriers comptés par moi en emploi en réparation de St Étienne à Rive-de-Gier était hier de 40. On peut regarder ce nombre comme un terme moyen, à 2f,25 par jour ce sera 100f par jour, 3 000f par mois, la distance est de 22000m ce sera par an et par kilomètre environ 1636 seulement pour cet article correspondant au titre A plus bas. Ces données sont comme tu vois fort indécises et surtout fort incomplètes. Il y a une partie considérable de ces frais occasionnée par la dégradation de la chaussée travaillée par les pieds des chevaux, il y a outre cela des frais extraordinaires occasionnés par des éboulements qui ont lieu dans les parties en remblais. Ces deux sources de dépenses n'existent pas pour nous. Voici des données précises sur le chemin Beaunier qui quoi qu'on en dise n'est pas si bêtement fait ; il a 22000m. a coûté 1 800 000, les dépenses annuelles d'entretien se partagent ainsi :

entretien du chemin	entretien du matériel	frais divers	travaux extraordinaires en l'année 1832
10 001,63	18 562,65	2 438,65	8 407,71

frais généraux à St Étienne	frais de location	compte des profits et pertes dét. en moins [sic]
17 901,55	5 687	2 204,03

La longueur du chemin y compris les embranchements est de 22 000 m. Le tonnage a été de 55 106 tonnes, n'oubliez pas que l'entretien du matériel est compris largement dans le chiffre de 0f,04 par tonne et par kilomètre pour les marchandises, et de 0f,01 par personne et par kilomètre pour les voyageurs ; quant à l'entretien du chemin, vous pouvez prendre le chiffre cité plus haut 10 001,63 pour 22 kilomètres. Nos travaux de déblais et de remblais ne sont pas beaucoup plus considérables que ceux du chemin Beaunier à cause de la forme bien moins tourmentée du terrain, la chaussée ne sera pas abîmée par les pieds des chevaux, mais le travail des machines locomotives pourra compenser cet avantage ; d'un autre coté nos rails et nos dés sont infiniment plus solides et nos machines locomotives étant faibles et en grand nombre à cause des nombreux départs n'auront pas un poids bien supérieur à 4 tonnes, poids de wagons chargés, lesquels ont une action destruc[trice] dans les courbes d'un petit rayon du chemin Beaunier. Dis tout cela à Stéphane pour la rédaction de sa note et fais-lui mes amitiés ainsi qu'à Eugène et Pereire. Je t'enverrai ce que je pourrai tirer des Seguin mais ne l'attendez pas pour la rédaction de votre note, il est probable qu'ils ne me répondront pas d'une manière satisfaisante d'ailleurs pour mille raisons il m'est évident que nos frais seront inférieurs de beaucoup aux leurs. Il ne me reste plus de place pour te parler de moi. Puisque tu m'offres tes services, fais donc ce que tu m'as promis, une note sur mon mémoire pour les commissaires, comment n'en comprends-tu pas l'importance, comment ne leur en parles-tu pas, je ne te comprends pas je te l'avoue. Adieu mille choses tendres à ta femme et à ta sœur, parle-moi d'eux en détail, donnes-moi aussi des nouvelles de Lucile, quels sont vos projets pour cet été. Adieu ma sœur te dit mille choses. Ton ami. E. Clapeyron.

12. La lettre de Clapeyron à Lamé du lundi 9 juin 1833

Introduction

Clapeyron reproche à son ami de ne pas tenir ses promesses pour son mémoire et de délaisser l'affaire de Saint-Germain au profit des « capitalistes », c'est-à-dire des banquiers qui s'en occupent. Mais il se réjouit qu'il ait entretenu Beaunier des fonds qu'il a sollicités auprès de lui pour « faire des expériences sur les chemins de fer des environs [et] aussi un travail sur la résistance de la fonte de fer », comme annoncé dans sa lettre du 8 avril. Lamé lui a écrit que la somme demandée est trop faible selon Beaunier. À partir de la lettre du 8 avril 1833, il est question d'expériences dans une douzaine de lettres, mais de manière assez allusive. De quelles expériences s'agit-il ? Dans la « Notice sur les travaux » qu'il rédige en 1858 à l'appui de sa candidature à l'Académie des sciences, Clapeyron indique trois travaux qu'il a accomplis sur les chemins de fer proprement dit, hors les constructions d'arches, de ponts et de souterrains.

Il mentionne d'abord des expériences sur la résistance des wagons et la construction d'une « machine à roulette », dont l'idée lui a été fournie par Jean-Victor Poncelet, sans doute lors d'une rencontre avant son départ à Saint-Étienne (lettre du 3 mars 1834). Celui-ci a consacré une partie de son *Cours de mécanique* donné à l'École d'application de Metz au calcul des résistances et aux problèmes de frottements, en particulier dans le cas de « roulettes à axe fixe »³⁵⁸ (lettre du 2 février 1834). Clapeyron écrit³⁵⁹ en 1858 :

Chargé par M. le directeur général des Ponts et Chaussées et des Mines de faire des expériences sur la résistance de wagons en usage sur les chemins de fer, je composai à ce sujet un Mémoire qui

fut envoyé à l'administration des travaux publics. À cette occasion fut construite, pour la première fois et sur mes dessins, la machine à roulette destinée à intégrer les quantités d'actions développées par les moteurs ou absorbées par les résistances, et dont M. Poncelet m'avait fourni l'idée.

Il cite ensuite des expériences occasionnées par un nouveau mode de propulsion des chemins de fer, le système atmosphérique³⁶⁰ :

Vers cette époque, on faisait en Angleterre l'application sur une très grande échelle d'un mode nouveau de propulsion sur les chemins de fer connu sous le nom de *système atmosphérique*. [...] Je fis à cette occasion des expériences très concluantes sur la possibilité de faire fonctionner à grande vitesse les pistons des machines destinées à aspirer l'air, en remplaçant les soupapes, inapplicables dans ce cas, par un jeu de tiroirs.

Il explique enfin que l'exploitation des chemins de fer de Saint-Germain et de Versailles l'a conduit à perfectionner la distribution de la vapeur dans une machine et à produire une « détente fixe » sur une portion de la course du piston.

Les expériences menées à Saint-Étienne pourraient se rapporter aux trois travaux indiqués en 1858. Au début de son séjour, Clapeyron a sûrement mené des expériences sur la résistance des wagons et la construction d'une « machine à roulette ». En effet, Arnollet mentionnera la construction de cet instrument en 1847, à une époque où il veut

358. [Poncelet, 1874, Partie 1, 305-308].

359. [Clapeyron, 1858, 5].

360. [Clapeyron, 1858, 6-7].

faire reconnaître la priorité de ses expériences (lettre du 1 avril 1833)³⁶¹ :

J'avais été plusieurs fois à Saint-Étienne [en 1833], et chaque fois on me disait que M. Clapeyron, membre influent de la Commission, s'occupait de la construction d'un instrument à l'aide duquel on pourrait déterminer les efforts de traction avec une grande précision, et qu'il fallait attendre que cet instrument fût achevé.

La Commission évoquée a été instituée par le ministre du commerce et des travaux publics le 15 septembre 1833, elle est composée de Keirmangaut, un inspecteur des ponts et chaussées, Clapeyron, Fénéon et Garella, un ingénieur des ponts et chaussées, et elle est chargée d'étudier le matériel des chemins de fer du bassin de la Loire³⁶².

Les expériences évoquées dans des lettres ultérieures pourraient être relatives au système de « détente fixe » (lettre du 13 décembre 1834). Mais, dans cette lettre du 9 juin, Clapeyron indique « des expériences complètes sur les plans inclinés à machines fixes ». Comme l'explique Perdonnet en 1859, il y a deux sortes de machines, les « machines fixes » et les « machines locomotives », et il existe deux systèmes pour les machines fixes, le « système funiculaire » et le « système atmosphérique »³⁶³, tous deux sont appropriés quand le chemin de fer doit gravir des pentes. Voulant éviter les « embarras » des « machines fixes à treuils » d'Andrézieux à Roanne (lettre du 9 février), Clapeyron a pu s'intéresser au « système atmosphérique » pour résoudre le problème posé par la pente du Pecq à Saint-Germain. Mais alors, les expériences engagées demanderaient, en effet, beaucoup de fonds.

Ce système sera ainsi décrit en 1844 par l'ingénieur polytechnicien Jules Burat dans *l'Exposition de l'industrie française*³⁶⁴ :

L'appareil atmosphérique consiste en un cylindre, dans lequel est placé un piston de la forme la plus simple, la moins susceptible d'altération par l'usage. Une machine à vapeur pompant incessamment l'air du cylindre par l'une de ses extrémités, tout comme une pompe à feu ordinaire soutire l'eau d'un réservoir, détermine dans cette portion du cylindre une raréfaction de l'air en vertu de laquelle le piston, cédant à la pression atmosphérique qui agit sur son autre face, le précipite du côté par lequel l'air est soustrait. Les voitures sont sur des rails ordinaires posés à droite et à gauche de ce cylindre indéfini. Une tige en fer, invariablement liée au piston, sort par la partie supérieure du cylindre à la faveur d'une ouverture ménagée tout le long, et par laquelle cependant, grâce à un ensemble de dispositions fort ingénieuses, l'air extérieur ne peut s'introduire pour troubler la raréfaction qui a été opérée. Le convoi des voitures s'attache à cette tige en fer.

On se demande naturellement comment on peut maintenir le vide dans le cylindre propulseur, puisque ce cylindre est fendu dans sa partie supérieure. C'est ici la partie délicate de l'appareil.

Le délicat problème de relier le piston et les wagons tout en empêchant l'air de rentrer dans le tube expurgé, sera résolu³⁶⁵ avec le dispositif de l'ingénieur américain Henry Pinkus, breveté en 1834, et celui des ingénieurs anglais Samuel Clegg, Jacob et Joseph Samuda, breveté en 1838. Les « Systèmes de chemins de fer atmosphériques » seront pré-

361. [Arnollet, 1847, 453].

362. [Villedieuil, 1906, 150].

363. [Perdonnet, 1859, 261-263].

364. [Burat, 1844, 32].

365. [Armengaud, 1848, 145-147].

sentés dans un rapport³⁶⁶ de François Arago à la Chambre des députés le 16 juillet 1844.

Clapeyron a pu connaître les deux études anglaises qui présentent le principe du système atmosphérique dans les années 1810. L'ingénieur anglais George Medhurst a proposé d'utiliser l'air comprimé pour déplacer des lettres et des marchandises en 1810, puis il décrit en 1827, dans *A new system of inland conveyance for goods and passengers*, un système utilisant l'air comprimé pour le transport de marchandises et de passagers (notre traduction)³⁶⁷ :

Un tube creux ou une arcade doit être construit sur toute la distance [à parcourir]. Le tube ou le canal aérien doit être rendu étanche à l'air, et avoir mêmes forme et dimension partout ; une paire de rails en fonte ou en pierre sont solidement disposés tout le long du fond, pour que

les roues du chariot puissent rouler ; et le chariot doit être presque de la taille et de la forme du canal, de manière à empêcher toute quantité considérable d'air de le traverser.

Si l'air est forcé dans l'embouchure du canal, derrière le chariot, par une machine d'une puissance suffisante, il sera poussé vers l'avant par la pression de l'air contre lui ; et, si l'air est continuellement entraîné, la pression contre le chariot, et par conséquent son mouvement, sera continuellement maintenu.

Il indique qu'il faut utiliser une machine à vapeur et il fournit quelques schémas et calculs pour expliquer son système. Une des figures représente un tube (non cylindrique) avec son couvercle, soulevé en *m*, et la section *n* du bras en fer tordu, qui doit sortir de l'ouverture à côté de la roue qui le soulève.

Le tube de Medhurst et son ouverture (mémoire cité en note 367).

De manière indépendante, semble-t-il, John Vallance expose une idée similaire en 1825 dans une partie de ses *Considerations on the expedience of sinking capital in railways*,

intitulée « Sur la facilité des rapports »³⁶⁸. Il a montré quelques expériences à un public choisi et son ouvrage est connu en France grâce à Benjamin Delessert, qui le présente

366. [Arago, 1844].

367. [Medhurst, 1827, 4].

368. [Vallance, 1825, 43-94].

à l'Académie des sciences dans un rapport sur un « nouveau moyen de transport » le 26 février 1827. Ce rapport sera aussitôt repris dans plusieurs revues, comme dans les *Annales de chimie et de physique*³⁶⁹ :

M. Vallance, inventeur de ce nouveau moyen propose d'établir, dans tout l'intervalle à parcourir, un grand cylindre de fonte horizontal; ce cylindre serait fermé du côté du point de départ par un piston à la paroi extérieure duquel se trouverait attaché le chariot destiné à porter les voyageurs et les marchandises; on établirait à l'autre bout du tuyau une grande machine à feu pour y faire le vide. À l'instant où le piston cesserait d'être accroché, la pression atmosphérique lui imprimerait une vitesse de translation qui ne différerait de celle dont l'air est doué quand il se précipite dans le vide, qu'à cause du frottement. M. Vallance pense qu'il ne sera pas difficile de donner à ses chariots une vitesse de 30 lieues à l'heure. Il n'a fait jusqu'ici qu'un seul essai de son moyen, dans un cylindre en bois de 9 pieds, de diamètre et de 200 pieds de long; plusieurs personnes, entre autres le duc de Bedford, lord Holland et M. Flahaut, ont parcouru assez rapidement ce tuyau, quoiqu'il fut loin de garder le vide.

Le *Bulletin des sciences technologiques* cite un article paru dans la revue saint-simonienne *Le Globe* (Partie II) du 1 mars 1827, selon lequel « M. Coulin, ingénieur qui a été envoyé en Angleterre par le gouvernement de Russie, vient de faire paraître un rapport extrêmement favorable à cette invention [...] qui coûtera moins cher qu'un canal »³⁷⁰. Les ingénieurs des Mines Perdonnet et Coste le

présentent brièvement dans leur mémoire « Sur les chemins à ornières » (chemins de fer)³⁷¹, paru en 1829 dans les *Annales des Mines* (Partie II). Clapeyron a donc pu connaître le système atmosphérique en Russie. Lamé a pu aussi être informé pendant sa mission en Angleterre en 1830 (Parties I et II).

Le système de Vallance est mentionné le 22 janvier 1834 dans un article sur les chemins de fer du journal *Écho des travailleurs. Journal de la Fabrique de Lyon et du Progrès social*, peut-être inspiré des articles du *Globe*³⁷² :

En 1825, ceux de nos compatriotes qui parcouraient l'Angleterre remarquèrent des routes en fer aux environs de *Newcastle*, sur la rivière de *Ware* et sur la *Severn* [...]. Les ingénieurs, dont l'Angleterre est peuplée, s'occupaient tous à cette même époque de tirer parti de cette importante découverte. [...] John Easton proposait des bandes en fer à crémaillère fixée sur des bâtis en maçonnerie et des roues dentées intérieurement, tandis que Vallance imaginait de faire le vide dans des souterrains pour y faire marcher les voitures par la pression atmosphérique, et que plusieurs autres perfectionnaient les voitures à vapeur.

Entraînés par le mouvement industriel, les journalistes s'occupèrent de donner une grande publicité à des travaux dont ils commençaient à comprendre l'importance.

Un chemin de fer atmosphérique sera construit par Eugène Flachet pour le chemin de fer de Paris à Saint-Germain, il conduira les voyageurs et les marchandises sur le plan incliné depuis le Pecq, en bordure de Seine, jusqu'au plateau de Saint-Germain³⁷³.

369. [*Annales de chimie et de physique*, 1827, 34, 325, 326].

370. [*Bulletin des sciences technologiques*, 1827, VII, 212].

371. [Perdonnet et Coste, 1829, 278].

372. [*L'écho des travailleurs*, 1834, 24, 22 janvier].

373. [Armengaud, 1848, 145-147].

Un wagon directeur du chemin atmosphérique de Saint-Germain avec son tuyau (livre cité en note 373).

Clapeyron informe son ami, qu'après son mariage à Mulhouse avec la fille de Bazaine, il sera disposé à travailler tout l'été et l'automne sur le projet de chemin de fer de Paris à Saint-Germain. Il lui rappelle cependant de voir Schwilgué, qui pourrait le charger d'une étude de chemin de fer. Il peut s'agir de Jean-Baptiste Schwilgué (fils), élève ingénieur des ponts et chaussées³⁷⁴ en 1833, qui sera engagé dans les chemins de fer de l'Est de la France et que les deux amis peuvent connaître par Bazaine. Ce dernier travaille alors sur le projet de chemin de fer destiné à relier Sarrebruck à Strasbourg. L'étude que mentionne Clapeyron à Lamé peut donc être liée à son déplacement à Mulhouse auprès de la famille de sa femme.

Le beau-père de Clapeyron présentera devant la Société industrielle de Mulhouse un « Aperçu d'un projet de chemin de fer entre Sarrebruck et Strasbourg » le 16 décembre

1833 et le 29 janvier 1834. Sur le tracé prévu de 130 km, le chemin de fer transportera des voyageurs mais la houille sera la principale source de revenus. Lors de son passage à Mulhouse, Clapeyron a pu s'entretenir avec Bazaine à propos du problème de pentes à gravir que le chemin de fer projeté rencontre, comme celui de Paris à Saint-Germain. En effet, « l'Aperçu » de Bazaine indique : « il faut prévoir le cas où, pour voyageurs comme pour marchandises, on serait obligé, à cause des pentes à quelques endroits, d'employer des machines fixes ou des chevaux »³⁷⁵. Ils ont pu aussi examiner les frais d'entretien puisque Bazaine compare le prix du transport de la houille prévu avec celui de Rive-de-Gier³⁷⁶ (voir lettre du 20 juin 1833).

374. [Annales des ponts et chaussées, 1833, 1, 33]

375. [Bulletin de la Société industrielle de Mulhausen, 1834, 7, 165].

376. [Bulletin de la Société industrielle de Mulhausen, 1834, 7, 169].

La lettre

S^t Étienne, 9 juin 1833

Je t'aime ainsi, mon cher Lamé, je conçois la nécessité de tes occupations, j'aime bien mieux que tu me dises ce que tu ne peux pas pour moi que de m'induire innocemment à faire fausse route en m'offrant de me rendre des services hors de ta puissance. Quand tu me promets une chose j'ai le tort de ne pas faire la part des mécomptes auxquels ta bonne volonté t'expose et je m'en mords les doigts. Il me semble que tu ne suis pas assez l'affaire des chemins de fer, tu devrais être de moitié avec ces Mrs pour toutes les démarches qu'ils font auprès des capitalistes, tu finiras sans cela involontairement par te trouver tout à fait étranger à cette affaire. Il me tarde bien de savoir quelque chose de positif à ce sujet.

Je suis bien aise que tu aies vu Beaunier, soignes [le] bien, c'est le seul homme capable à la tête du corps, cela motive suffisamment son ambition, je crois de plus que c'est un fort brave et excellent homme, sa famille que je vois ici est composée de sa mère, de son frère, d'une fille de celui-ci et de son mari. Ce sont des personnes excellentes et les femmes sont extrêmement distinguées. Elles me plaisent beaucoup et je ferai mon possible pour leur convenir, elles sont, avec la famille de l'Ingénieur des Ponts et Chaussées avec laquelle nous venons de faire connaissance, les seules personnes que nous voyons ici.

À propos de ces chemins de fer, je suis fort vexé d'une chose, Beaunier m'a demandé la somme que je croyais nécessaire, j'ai parlé de 4000 f. en personne discrète, et tu me dis qu'il voudrait qu'on y consacrât 20000 f.; je ne serai pas embarrassé de les dépenser ces 20000 f. et je regrette bien d'avoir été si modeste, vas le voir et dis-lui que je n'ai parlé que des expériences les plus indispensables mais que pour un travail complet, 20000 f. ne seraient pas trop. Par exemple des expériences complètes sur les plans inclinés à machines fixes pourraient nécessiter la dépense de quelques milliers de francs. Au reste, parle-lui dans ce sens et en conséquence de ce qu'il te dira. Dis-lui également que mes occupations à l'École étant terminées le 5 juillet, je compte partir alors pour Paris pour les affaires de mon Mariage et que j'espère l'y voir et le consulter sur plusieurs questions qui intéressent l'École et notre travail sur Rive-de-Gier, que nous allons d'ailleurs expédier dans peu, il ne reste plus qu'un travail de copiste.

Voici donc mes projets, j'arrive à Paris au commencement de Juillet, j'y resterai une quinzaine, j'irai ensuite me marier à Mulhouse, et j'emmènerai ma femme à S^t Étienne, ce qui ne m'empêchera pas de me tenir tout l'été et l'automne à la disposition de notre association pour le chemin de fer de Saint-Germain aussitôt que les choses seront assez avancées pour rendre ma présence indispensable ou même utile.

Je voudrais bien aussi que tu visses Schwilgué pour savoir si l'on ne pourrait pas me charger de quelque étude de chemins de fer, tu m'avais proposé de faire des démarches dans ce sens, je te prie de les faire.

J'ai peu de choses à faire ici, mes camarades depuis plus longtemps que moi dans le pays se sont emparés des choses faisables, je ne connais d'ailleurs personne et les habitants sont peu communicatifs.

Adieu donc mon cher Lamé expédie-moi les envois que tu veux me faire par la diligence et non par la poste, ce serait à me ruiner. Embrasse pour moi et pour ma sœur ta femme, sa sœur et tes enfants, adieu je n'y vois plus, ton ami.

E. Clapeyron.

13. La lettre de Clapeyron à Lamé du jeudi 20 juin 1833

Introduction

Dans cette lettre et jusqu'au mois de janvier 1834, Clapeyron ne mentionnera plus son mémoire sur la chaleur. Il a dû apprendre par Lamé qu'un avis négatif a été donné le 10 juin pour sa parution dans les *Annales des Mines*, mais il ne sait peut-être pas qu'il émane de son collègue Dufrénoy³⁷⁷.

Clapeyron annonce que les frères Seguin ont fini par lui communiquer les frais d'entretien détaillés du chemin de fer de Lyon à Saint-Étienne. Mais il est possible que les frais pour l'entretien d'un wagon indiqués dans sa lettre correspondent aux données fournies par Bazaine pour son propre projet de chemin de fer de Sarrebruck à Strasbourg (lettre du 9 juin 1833). Il a « fait la connaissance » de Marc Seguin, qui a inventé quelques années plus tôt une chaudière tubulaire, pour perfectionner d'abord les bateaux à vapeur³⁷⁸ puis les locomotives. Les locomotives fabriquées par l'ingénieur anglais George Stephenson depuis 1814 n'étaient pas appropriées pour obtenir des locomotives rapides, ni pour emporter des voyageurs et des marchandises. Seguin apporte une modification simple mais déterminante aux chaudières, qu'il décrit ainsi dans le brevet d'invention³⁷⁹ du 29 février 1829:

La vapeur se produisant en raison de la surface de chauffe, on a pensé qu'un moyen simple et tenant le moins d'espace possible, était de faire une chaudière tubulaire. Cette invention se compose donc d'un nombre plus ou moins grand de tubes qui sont traversés par le calorique et ces tubes, entourés d'eau, forment une très grande surface de chauffe.

Dans son rapport du 24 avril 1838 « Sur la nécessité de faire construire des chemins de fer », Arago présente ainsi la nouveauté, devant la Chambre des députés³⁸⁰:

Quand on se rappelle la révolution capitale que notre compatriote, M. Seguin aîné, produisit dans l'art de la locomotion, le jour où s'emparant des chaudières tubulaires de ses devanciers, il imagina de placer l'eau dans la capacité où se jouait la flamme, et de lancer cette flamme, au contraire, dans les tubes destinés d'abord à renfermer l'eau [...], on a toute raison d'espérer de nouvelles découvertes et de compter sur leur simplicité.

L'invention de Seguin fut, à un moment, attribuée à Stephenson. En effet, le 25 avril 1829 le comité des directeurs du *railway* de Liverpool propose un prix, à la suite de quoi Stephenson et Booth construisent la machine Rocket en octobre 1829, avec le même le principe que Seguin. Dans son *Exposition de l'industrie française* de 1844, Burat revendiquera la priorité de Seguin³⁸¹:

Le fait est parfaitement reconnu aujourd'hui; un brevet est d'ailleurs là pour le prouver sans réplique; c'est M. Seguin qui le premier a très ingénieusement trouvé le moyen de construire des chaudières d'un poids et d'une dimension médiocres, à l'aide desquelles cependant on pût fournir à la consommation énorme de vapeur qu'exigent les locomotives rapides. Ce moyen, le voici en deux mots. On avait, avant M. Seguin, imaginé des chaudières tubulaires, des chaudières

377. [Birembaut, 1976].

378. [Seguin, 1828].

379. [Villedieuil, 1903, 100].

380. [Arago, 1855, 261]

381. [Burat, 1844, 29-30].

composées d'un très grand nombre de cylindres remplis d'eau et autour desquels circulait la flamme provenant du foyer. M. Seguin, sans changer matériellement la forme de l'appareil, lui a donné de nouvelles propriétés ; il a placé l'eau où jadis était la flamme, et la flamme dans les tubes qu'occupait l'eau. Tel est l'artifice qui a rendu la locomotion rapide et avantageuse.

Dans son *Traité théorique et pratique des machines locomotives* de 1835, l'officier François-Marie Guyonneau de Pambour, élève de l'École polytechnique de 1813 à 1815, écrit³⁸² :

Il est nécessaire de consigner ici que cette forme de chaudières à tubes, forme

à laquelle on doit sans contredit toute la surprenante puissance des machines locomotives actuelles, est d'invention française. C'est à M. Seguin, ingénieur civil et manufacturier à Annonay, qu'est due cette ingénieuse disposition.

Il décrit en détail la chaudière tubulaire de Seguin. Le corps de la machine est composé de trois compartiments. Le premier à droite est surmonté de la cheminée *C* et il est séparé des deux autres par la cloison *tt*. Les deux autres sont remplis d'eau jusqu'à la hauteur *cd*. Le compartiment arrière contient la boîte à foyer *e*, où se trouve le combustible. L'espace *qq* entre ses parois latérales est rempli d'eau. L'ouverture forme la porte du foyer *e*.

Les trois compartiments de la chaudière tubulaire de Seguin (livre cité en note 382).

382. [Guyonneau de Pambour, 1835, 6-7].

La partie inférieure *nn* du foyer est occupée par une grille, elle est ainsi ouverte à l'extérieur et permet l'arrivée de l'air nécessaire à la combustion. Quand le feu est allumé et la porte du foyer fermée, la flamme du com-

bustible s'échappe par un grand nombre de petits tubes *e'e'*". L'eau monte jusqu'au niveau *cd*. Ainsi, le feu est enfermé dans le foyer et entouré d'eau, de sorte qu'aucune de ses parties calorifiques ne soit perdue.

*La grille et les petits tubes remplis d'air. L'eau monte jusqu'au niveau *cd* (livre cité en note 379).*

La lettre

S' Étienne 20 juin 1833

Décidément, mon cher Lamé, tu me négliges fort, d'abord, c'était toutes les semaines, maintenant, des quinze jours se passent sans que tu m'écrives, c'est la loi générale, mais franchement, c'est trop commun de s'y soumettre. Ta femme n'est pas plus paresseuse avec moi qu'avec tant d'autres, il ne faut pas m'en plaindre, elle trouve qu'on l'aime malgré cela et s'endort dans sa paresse, prenons-la ainsi puisque rien ne peut la changer, au reste j'espère aller dans un mois la gronder de vive voix.

Vas-tu à la campagne cette année-ci, ce serait difficile à arranger avec tes nombreuses occupations. Cette lettre te sera remise par M. de Sénarmont l'un de nos camarades, secrétaire de notre commission, c'est un charmant garçon qui aura la complaisance de te remettre cette lettre, il te donnera de mes nouvelles. Il te remettra un paquet de rubans et une lettre pour maman à qui je te prie de les faire tenir.

Il m'est avis que tu ne t'occupes pas assez de notre affaire de chemins de fer, il me paraît essentiel que tu ne cesses pas d'en tenir les fils autrement, par la force des choses, n'étant plus au courant, tu seras par le fait doucement éliminé. Tu perds ainsi l'occasion de faire d'utiles connaissances parmi les capitalistes, réfléchis-y.

Les Seguin m'ont répondu, voici quelques données relatives à leurs frais d'entretien, ils ne donnent cela que comme des résultats approximatifs et paraissent peu désireux de faire connaître le fond de la boutique.

Ils sont du reste fort polis, j'ai fait la connaissance de l'aîné d'entre eux, Marc, qui est la cheville ouvrière.

Les frais d'entretien annuels montent à 80000 f.; ils comptent que dans six ans, lorsque les tassements seront terminés et que les éboulements auront cessés, ils se réduiront à 30000 f. Les 80000 f. actuels se partagent proportionnellement aux nombres ci-joints.

Redressement des dés :	0.40
Remplacement des rails hors service :	0.10
Réparation des talus et des fossés :	0.45
Réparation des ponts et autres ouvrages d'art :	0.05

	1,00

Un wagon coûte d'entretien et de renouvellement 30 f; je te fais grâce de quelques autres données relatives aux machines locomotives qui comme tu sais ne sont pas des modèles.

Adieu mon cher Lamé, ton ami.

E. Clapeyron.

20

St Etienne 3 Mars 1834

Mon cher Lamé, tu ne te fais pas d'idée de l'état d'agitation dans le quel me mettent les longues incertitudes au sujet de notre affaire de St Germain. Quel insupportable quignon lance sans cesse à la traversée des incidents nouveaux qui éloignent la solution. Je n'ai pas encore vu Serquin, j'ai voulu attendre de la part l'assurance que mes conversations avec lui ne porteraient pas préjudice à nos négociations. Je saisirai la première occasion de le voir, aussi bien il faut que je lui parle au sujet de nos expériences sur les chemins de fer. Il en suit toujours à la construction de l'instrument, c'est une chose longue délicate et difficile que de faire une machine neuve surtout quand on veut à réussir du premier coup, au reste je regarde le succès comme à peu près certain d'après les points que j'ai déjà obtenus. Les ouvriers sont ici d'une mauvaise volonté déplorable, on ne peut compter sur aucune de leurs promesses, ils vont fureur de s'occuper de nos commandes en s'en allant au cabaret, ils sont d'ailleurs bien payés en ceux qui ont de la conduite pensent faire des économies, aussi l'incertitude de l'autre jour ne peut avoir ici aucune

Deuxième liasse : les lettres de Saint-Étienne, de novembre 1833 à août 1834 (14 à 27)

14. La lettre de Clapeyron à Lamé du vendredi 1 novembre 1833

Introduction

La rentrée a commencé depuis quelques semaines quand Clapeyron reprend l’initiative des échanges épistolaires avec son ami. Il est préoccupé par un « grand événement » : l’annonce des promotions au grade d’ingénieur en chef du corps royal des Mines par ordonnance du roi³⁸³ six jours plus tôt, le 25 octobre. Sept ingénieurs ordinaires de 1^{re} classe sont nommés ingénieurs en chef de 2^e classe, dont Delsériès, Dufrénoy, Levallois et Élie de Beaumont. Clapeyron conteste les trois dernières nominations car elles « renversent les règles ordinaires et jusqu’à présent si sacrées ». Ces règles tenaient compte de

l’âge et de la position et il craint que dorénavant les places soient livrées « à l’intrigue et aux protections ». Il demande ce qu’ont fait Levallois, Élie de Beaumont et Dufrénoy pour être ainsi récompensés et il dit la vexation des « victimes » qui ne l’ont pas été, Thirria, Manès, Thibaud et Burdin.

Pour comprendre le sentiment de Clapeyron et de ses collègues de vivre « un coup d’État », nous dressons un tableau donnant les âges, positions et domaines des travaux en 1833 des ingénieurs mis en cause, en ajoutant Clapeyron et Lamé.

Nom et prénom	Né en	Entrée ³⁸⁴ Polytechnique	Entrée Mines	Position en 1833	Domaine des travaux
Claude Burdin	1788	1808	1810	Professeur École des Mineurs	Machines hydrauliques
Armand Dufrénoy	1792	1811	1813	Professeur École des ponts & chaussées	Géologie
Georges Thibaud	1793		1819	Professeur École des Mineurs	Minéralogie
Gabriel Lamé	1795	1814	1818	Professeur École polytechnique	Physique Mathématique
Charles Thirria	1796	1815	1820	Ingénieur des Mines Vesoul	Géologie
Léonce Élie de Beaumont	1798	1819	1820	Professeur au Collège de France	Géologie
Guillaume Manès	1798	1815	1819	Administration	Mémoires sujets divers
Émile Clapeyron	1799	1816	1818	Professeur École des Mineurs	Physique et machines
Joseph Jean- Baptiste Levallois	1799	1816	1820	Directeur de mines de sel	Recherche de Mines

Tableau des âges, positions et domaines.

383. [Annales des Mines, 1833, 3, VI, 602].

384. [Marielle, 1855]

Nous constatons, qu'en effet, les trois promus ne sont pas les plus anciens. Le plus ancien est Burdin, il sera le seul promu l'année suivante³⁸⁵. Dans le but de comprendre le « renversement des règles » qui indigna Clapeyron et d'expliquer les trois promotions, nous rapprochons cet événement d'un autre, à savoir la promulgation de la loi du 23 avril 1833 qui stipule³⁸⁶ :

Il sera publié annuellement un compte rendu des travaux métallurgiques, minéralogiques et géologiques que les ingénieurs des Mines auront exécutés, dirigés ou surveillés. À l'ouverture de chaque session, ces comptes seront distribués, aux membres des deux Chambres.

À partir de 1833, le compte rendu sera publié par la Direction générale des ponts et chaussées et des mines. Le premier en date fournit la liste des travaux qui incombent aux ingénieurs des Mines et il conclut³⁸⁷ :

Les ingénieurs des mines, on le voit, ne sont point uniquement institués pour s'occuper de travaux scientifiques : ils sont, avant tout, les conseillers de l'administration sur une foule de matières que leurs études et leurs connaissances spéciales les mettent en état de bien connaître ; c'est par eux qu'elle exerce une surveillance nécessaire sur une partie importante de la richesse publique.

La table des matières distingue trois types de travaux. D'abord, les travaux pour le « service administratif », divisés en douze chapitres, mines, minières, usines et salines, carrières, machines et appareils à vapeur, avis donnés

aux commissions chargées d'examiner canaux et chemins de fer. Puis, les travaux scientifiques avec la carte géologique de la France, les « voyages » à l'étranger, les recherches expérimentales, les publications, les rapports et mémoires, en particulier à des sociétés savantes, « sur les objets scientifiques ou techniques ». Enfin, l'enseignement à l'École des Mines de Paris et à l'École des mineurs de Saint-Étienne, qui sont distinguées selon leurs missions bien différentes.

Cette mise en ordre des travaux, même si elle n'a pas été élaborée à cet effet, constitue un outil pour comparer les travaux des ingénieurs d'une manière qui peut être considérée comme objective. Examinons de ce point de vue les travaux de Levallois, Élie de Beaumont et Dufrénoy. Le premier a joué un rôle très important pour l'exploitation du sel en Alsace et il écrira en 1834, à la demande de la direction des *Annales des Mines*, une étude pour le département de la Meurthe. Les deux autres, sous la direction de André Brochant de Villiers, travaillent sur la Carte géologique de France³⁸⁸, qui est au premier rang dans la liste des travaux scientifiques. Ils ont accompli plusieurs missions et rédigé des mémoires réunis en 1827 dans *Le voyage métallurgique en Angleterre*³⁸⁹ (Partie I).

En dehors de Delsériès, les sept promus ne sont pas à l'École des Mineurs de Saint-Étienne, créée en 1816 pour « former de bons maîtres mineurs, des chefs d'atelier instruits et même des directeurs d'établissement » comme le stipule le compte rendu de 1833, tandis que l'École des Mines de Paris, « fondée par Louis XVI », est « instituée pour l'instruction des élèves qui, sortant de polytechnique, sont destinés à devenir ingénieurs des Mines »³⁹⁰.

385. [*Annales des Mines*, 1834, 3, VII, 582].

386. [*Compte rendu des travaux des ingénieurs des Mines pendant l'année 1833*, 1834, 5].

387. [*Compte rendu des travaux des ingénieurs des Mines pendant l'année 1833*, 1834, 7].

388. [Gaudant, 1991].

389. [Dufrénoy et Élie de Beaumont, 1827].

390. [*Compte rendu des travaux des ingénieurs des Mines pendant l'année 1833*, 1834, 51-52].

Il semble que ce ne soit pas le nombre de travaux scientifiques qui intervienne dans le choix des promus, mais plutôt leur domaine, en lien avec la « richesse publique » attendue. Les nombreuses publications de « Lamé et Clapeyron », même si ceux-ci en montrent l'utilité pour les ingénieurs (Partie I), ne correspondent pas tout à fait aux travaux de la liste de 1833. Quant à leurs engagements pour les chemins de fer, ils en sont à leurs débuts. Par ailleurs, l'expérience professorale

de Clapeyron et Lamé, qui ont formé des ingénieurs des ponts et chaussées à l'Institut de Saint-Petersbourg, n'entre pas forcément en ligne de compte.

Clapeyron évoque la possibilité d'insérer un article à ce sujet dans les journaux. La mention des Flachat et de Pereire laisse penser à un journal saint-simonien, dont *Le Globe*.

La lettre

S^t Étienne, 1er novembre 1833

Je vois bien, mon cher Lamé, que tu ne m'éciras pas si je ne prends pas l'initiative, ce sera encore tout au plus si tu me répondras parce que tu auras comme excuse tes triples occupations et qu'à en juger par les derniers temps de notre correspondance tu as une forte tendance à la négliger.

Je veux cependant prendre la plume pour t'empêcher de t'habituer à me négliger tout à fait, car ta conscience te reprocherait de laisser mes lettres sans réponse.

Je suis tout préoccupé du grand événement qui s'est passé dans notre corps des Mines, tu sais comme quoi à l'occasion d'une nombreuse promotion d'Ingénieurs en chef on a renversé toutes les règles ordinaires et jusqu'à présent si sacrées de l'avancement dans notre corps, nous sommes dépassés tous deux par Élie de Beaumont et Levallois, Thirria et Manès le sont également, le pauvre Burdin qui remplit depuis nombre d'années les fonctions d'Ingénieur en chef est encore bien plus opprimé puisqu'il est aussi dépassé. Nous avons tous été scandalisés au-delà de toute expression de ce coup d'État et M. Beaunier tout le premier; parmi nos jeunes camarades, ceux qui étaient le plus désintéressés par leur âge et leur position en sont indignés, car on perd toute garantie pour l'avenir et cette carrière où un sort assuré et à l'abri des chances de l'intrigue tenait lieu de forts appointements et des chances d'un avancement rapide se trouve livrée comme les places de l'administration à l'intrigue et aux protections. Levallois est au service d'une compagnie, qu'a-t-il fait d'ailleurs qui justifie cette faveur exorbitante, Élie de Beaumont n'est-il pas assez récompensé comme savant par les places qu'il commence à cumuler. Qu'a fait Dufrénoy au monde pour passer sur les épaules d'une demi-douzaine et plus de ses anciens. Où cela s'arrêtera-t-il? Qui me dit qu'à la première promotion je ne serai pas dépassé par une demi-douzaine de jeunes gens. Prends des renseignements là-dessus et vois s'il n'y aurait pas lieu à insérer à ce sujet quelques articles sévères dans les journaux que tu as à ta disposition par Pereire et les Flachat. Thibaud, Burdin sont particulièrement victimes comme exerçant depuis longtemps les fonctions d'Ingénieur en chef, c'est si vexant que cela ajoute encore au vif désir que j'ai de voir réussir notre affaire de St Germain, je te prie en grâce de voir Pereire régulièrement et de m'instruire de ce qu'il t'aura appris à ce sujet.

Ma sœur va assez bien mais nous sommes inquiets de ma mère qui ne nous écrit pas, Mélanie m'écrit régulièrement mais me disait dans sa dernière lettre qu'elle était fort enrhumée. Donne-moi de ses nouvelles ainsi que des vôtres à toutes et réponds-moi. Je m'occupe activement de monter nos expériences, elles seront j'espère en train avant la fin du mois. M. Beaunier quitte S^t Étienne ces jours-ci, je lui remettrai pour toi un mot à mettre à la petite poste et je te prie d'aller prendre immédiatement chez lui les articles que j'ai promis à M. Rattier et qui doivent lui être remis le 15 novembre, rappelle-toi que tu t'es chargé de l'article Brunel.

Adieu, dix mille choses tendres à ta femme et aux tiens. Ma sœur vous fait de tendres compliments.
Ton ami

E. Clapeyron

15. La lettre de Clapeyron à Lamé du dimanche 19 Janvier 1834

Introduction

Inquiet sans doute de voir s'espacer les lettres, Clapeyron indique la nouvelle forme que doit prendre leur correspondance. Bien qu'amicale, elle devra avoir, à un certain moment, une « couleur scientifique » en traitant de questions qui les concernent tous les deux, où il sera le « disciple » de son ami. Une lettre bi-hebdomadaire servira à cet effet. Il aborde aussitôt la principale de ces questions, le chemin de fer de Paris à Saint-Germain, en mentionnant « l'affaire des capitalistes de la Villette » et l'embarras de l'administration face au choix entre quatre projets de chemins de fer. Mais la fin de sa lettre revient sur la publication de son mémoire et il indique maintenant le nom de Dulong. Ceci signifie qu'il est déjà question de le publier dans le *Journal de l'École polytechnique*, et que Lamé est intervenu avec succès pour défendre le mémoire de son ami au niveau de l'École où il enseigne.

Pendant l'été, deux lois importantes qui affectent tous les projets de chemins de fer ont été votées. D'une part, la loi qui attribue un crédit de 500 000 francs pour mener des études sur les chemins de fer, discutée en avril (lettre du 8 avril), a été votée le 27 juin 1833. D'autre part, la nouvelle loi du 7 juillet 1833 sur l'expropriation publique contient un article qui concerne les chemins de fer³⁹¹ :

Art. 3. Tous grands travaux publics, routes royales, canaux, chemins de fer, canalisation de rivières, bassins et docks, entrepris par l'État ou par compagnies particulières avec ou sans péage, avec ou sans subside du trésor, avec ou sans aliénation du domaine public, ne pourront être exécutés qu'en vertu d'une loi, qui ne sera rendue qu'après une enquête admi-

nistrative. Une ordonnance royale suffira pour autoriser l'exécution des routes, des canaux, et chemins de fer d'embranchement de moins de vingt mille mètres de longueur, des ponts et de tous autres travaux de moindre importance.

Selon cet article, l'expropriation pour cause d'utilité publique doit être légiférée pour tous les travaux exécutés, que ce soit par l'État ou par une industrie privée. Cette modification a pour conséquence importante que des questions relatives aux chemins de fer devront être soumises à l'appréciation des Chambres. La mention spéciale des « chemins de fer d'embranchement » a pour résultat de suspendre quatre projets autour de Paris, car ils sont susceptibles d'être embranchés vers d'autres villes.

Ceci est expliqué dans un article du journal *Le national* du 2 octobre écrit par Émile Pereire, qui contribue régulièrement³⁹² à ce journal ainsi qu'au *Globe*³⁹³ :

Plusieurs entreprises de chemins de fer sont momentanément suspendues, par suite de l'introduction du mot embranchement dans la loi d'expropriation. Les projets dont on s'est le plus occupé dans les derniers temps sont les suivants. Les chemins de fer de Paris à Versailles, de Paris à Saint-Germain, de Paris à Pontoise, de Paris à Saint-Denis. [...] Ces quatre projets sont donc tous indistinctement ajournés jusqu'à la session prochaine, car si la loi peut entraver une entreprise, elle les entrave toutes ; il n'y a pas de tour de faveur possible.

391. [Lalleau de, 1836, xiii].

392. [Pereire, 1920, 42].

393. [Pereire, 1920, 31-32].

L'article fait ensuite un point sur les quatre projets : pour Versailles les études n'ont pas été approuvées par le conseil général des ponts et chaussées et le projet est rejeté, tandis que le projet pour Saint-Germain a été approuvé et les plans sont admis, celui pour Pontoise est en cours de réorganisation à partir d'études qui n'avaient pas eu de suite, celui pour Saint-Denis n'a pas encore passé le cap des enquêtes.

Ces chemins de fer, outre un intérêt local, doivent être conçus comme des premiers tronçons dans la construction de chemins de fer qui les prolongeront vers des villes de province. Un projet de chemin de fer de Paris à Versailles a été présenté en 1827 et il a été suivi de plusieurs autres projets, sur la rive droite ou la rive gauche de la Seine (lettre du 16 février 1834), qui prévoient des prolongements jusqu'à Orléans ou Tours. Le projet du chemin de fer de Paris à Pontoise de la Compagnie Mellet, Henry Ruolz et Cie a d'abord été rejeté en 1831 parce que le cahier des charges ne mentionnait pas le prolongement vers Rouen, en suivant un tracé par les plateaux. Il sera encore repoussé car une autre Compagnie proposait un tracé de Paris à Rouen par la vallée³⁹⁴. Le chemin de Paris à Saint-Denis a fait l'objet de deux projets³⁹⁵ (lettres des 3 mars et 23 mars 1833) et, selon le projet, il pourrait se poursuivre vers Gisors, Rouen et Le Havre, ou bien être embranché avec le chemin de Paris à Saint-Germain.

En juillet 1833, à la suite de la loi de financement du 27 juin 1833, un arrêté a confié l'étude de différents tracés au nord-ouest de Paris à des ingénieurs, parmi lesquels Antoine Joseph Defontaine et Antoine-Rémi Polonceau, deux ingénieurs des ponts et chaussées. Defontaine les examine en

les englobant dans le projet plus vaste d'un « chemin de fer entre Paris et la mer ». Il propose d'abord un trajet passant par La Villette et Saint-Denis, se dirigeant vers Gisors et Le Havre et avec des embranchements pour Dieppe et Rouen³⁹⁶. Le chemin pourrait se raccorder à un chemin de fer de Paris à Saint-Denis, qui fait l'objet de deux projets. Puis il propose deux autres tracés aboutissant à Rouen, l'un sur la rive droite de la Seine par les plateaux via Pontoise et Gisors, et l'autre sur la rive gauche de la Seine par la vallée via Poissy et Mantes. Ces deux tracés sont proches de ceux qui avaient été dessinés en 1831 par Mellet et Henry³⁹⁷.

Dans sa lettre, Clapeyron évoque le problème de l'emplacement des stations terminus des trois projets au nord-ouest de Paris en tranchant : « Le seul moyen d'arranger tout cela est de donner l'ouest à Tivoli, le nord à La Villette et à Saint-Lazare ». Il désigne ainsi des lieux où ces stations seraient situés. Tivoli est un ensemble de jardins et d'établissements d'eaux thermales, entre la rue de Clichy et la rue Saint-Lazare, par où passera le chemin de Paris à Saint-Germain. La Villette est une commune du département de la Seine sur le trajet du chemin de fer vers Gisors. L'enclos Saint-Lazare, lieu d'une ancienne léproserie, est bordé par les rues Saint-Anne, du Paradis, du Faubourg Saint-Denis et du Faubourg Poissonnière. Le « clos Saint-Lazare » est pour Defontaine l'emplacement du terminus, quel que soit le tracé du chemin de fer reliant Paris au Havre, par la vallée ou par les plateaux³⁹⁸. Tandis que, dans le mémoire des ingénieurs des ponts et chaussées Polonceau et Jean-Baptiste Bélanger, écrit pour la Compagnie Riant, deux stations terminus sont prévus selon le tracé, l'un sur la rue Saint-Lazare et l'autre

394. [Mellet et Henry, 1836, 149].

395. [Durbec, 1956, 654].

396. [Durbec, 1956, 658].

397. [Mellet & Henry, 1836].

398. [Defontaine, 1837, 14].

sur la rue Lafayette³⁹⁹. Le chemin de Paris à Saint-Denis pourrait se terminer soit à Tivoli, si le projet est accordé à Noblet, ou poursuivre vers La Villette, si le projet est accordé à Riant.

Les projets pour le chemin de Paris à Versailles le font partir du centre de Paris, près du quai d'Orsay⁴⁰⁰ ou du « port du Louvre »⁴⁰¹, ou le raccordent au chemin de Saint-Germain à Asnières (lettre du 16 février 1834).

Clapeyron s'inquiète des projets de Paris vers la mer, comme ceux de la Compagnie Riant, créée en 1833, car ils peuvent contrecarrer le projet de Paris à Saint-Germain. Ceci est le cas d'un projet d'un chemin de fer de Paris à Poissy car, comme le rapporte⁴⁰² le Journal *Le National* du 11 juillet 1833, le trajet de ce chemin serait proche de celui de Saint-Germain et les terminus seraient très voisins :

La Chambre de commerce de Paris, chargée par l'ordonnance royale sur les enquêtes préalables en matière de travaux publics, d'examiner le projet de chemin de fer de Paris à Poissy, présenté par M. Riant, ancien notaire, vient de déclarer, à l'unanimité, qu'il n'y avait pas utilité publique à ce qu'il fut autorisé. Ce chemin, qui devait passer par les Batignolles, Saint-Denis, Epinay, Argenteuil, Houilles, Maisons et la forêt de Saint-Germain, aurait eu un développement de huit lieues et demie ; le tarif annexé à la soumission aurait porté le prix des places et les frais de transport des marchandises à un taux beaucoup plus élevé qu'ils ne sont actuellement par la route ordinaire et par eau.

*Les jardins du Tivoli*⁴⁰³

*Le clos Saint-Lazare*⁴⁰⁴

La question de savoir jusqu'où prolonger un chemin de fer à l'intérieur de Paris se pose de manière générale⁴⁰⁵, d'autant que, selon le cahier des charges, la station terminus sera

399. [Polonceau & Bélanger, 1837, 23-24].

400. [Devilliers, 1835, 7].

401. [Corréard, 1835, 5].

402. [Villedieuil, 1903, 198]

403. https://www.faget-benard.com/petit_bout_du_monde/textes/chap2/tivoli.html (consulté le 11 mai 2021).

404. <http://hv10.org/articles.php?lng=fr&pg=673&tconfig=0> (consulté le 11 mai 2021).

405. [Perdonnet, 1855, 75]

[Qu'il] n'admet à concourir que les terrains de Tivoli, reliés au port de la Villette par un chemin de fer, et le Clos Saint-Lazare relié à son tour à Saint-Ouen par un chemin de fer et à la Villette par une voie d'eau qui existait déjà sous forme d'aqueduc ouvert. Il donne la préférence au Clos Saint-Lazare.

de la Madeleine. Il a beaucoup défendu ce projet et combattu les détracteurs qui craignaient le bruit, comme le clergé, ou les embarras, comme les propriétaires. Dans un droit de réponse du *Journal des débats* du 12 décembre 1835, il rétorque⁴⁰⁷ :

*Le chemin de Paris à Saint-Germain jusqu'à la place de la Madeleine*⁴⁰⁸

des Batignolles. Il se dirigera ensuite sur
Asnières [...].

Clapeyron mentionne maintenant le nom de Dulong pour l'impression de son mémoire, cela signifie qu'il doit être question de le publier au *Journal de l'École polytechnique*, c'est-à-dire que Lamé s'est décidé ou a pu intervenir au niveau de l'École où il enseigne.

409. [Compagnie du chemin de fer de Paris à Saint-Germain, 1835, 13].

La lettre

S' Étienne, 19 janvier 1834

Je t'écris, Mon cher Lamé, suivant ma promesse, ce n'est pas que j'aie rien de bien intéressant à te transmettre quant à ce qui doit être l'objet ordinaire de notre correspondance, ceci est une simple lettre d'amitié ; notre correspondance sans perdre caractère, prendra ensuite une couleur scientifique dans laquelle ta position te donnera le caractère du maître, je prendrai sans peine celle du disciple, nos antécédents et la tournure diverse de notre esprit nous [ont] lancé dans deux carrières différentes quoique voisines dans lesquelles nous ne nous perdrons pas de vue et où des conseils mutuels nous seront utiles ; indépendamment des faits scientifiques, ta lettre bihebdomadaire me tiendra au courant de ce qui concerne les chemins de fer. Si l'affaire des capitalistes de La Villette devient sérieuse, il y aura un moment où il sera utile et raisonnable de proposer une association ; sur la base dont nous sommes déjà convenus, mais ce projet appuyé d'une dizaine de millions à verser dans ces entreprises et dont parlent les capitalistes de la Villette lui donnerait des chances de succès auxquelles l'administration ne serait pas insensible. Il y aurait alors un moment où il serait convenable de demander une audience à M. Thiers et de lui proposer un moyen de tirer l'administration de l'embarras où la mettent ces quatre projets dont trois manquent de capitaux et le quatrième est dépourvu de sens commun. L'administration est ici entre deux écueils, elle craint d'accorder des concessions à des compagnies qui deviendront rivales, d'une autre part elle est embarrassée par dans le choix des projets dont elle autorisera la concession. Le seul moyen d'arranger tout cela est de donner l'ouest à Tivoli, le nord à La Villette et à St Lazare. Cette idée est assez nette et assez frappante pour qu'il me paraisse utile de demander dès à présent à Thiers une audience pour lui proposer cette solution ; parle à Pereire à ce sujet et fais-lui en même temps mes amitiés.

J'attends avec bien de l'impatience des nouvelles de Paris afin de savoir où en est la santé de ta femme, tu nous a inquiétés à son sujet au moment de notre départ, la veille elle me paraissait fatiguée et maigrie, tranquillise-nous à son sujet, Mélanie et moi la chérissons comme une sœur.

Mélanie a très bien supporté le voyage, ou bien mieux du moins que je ne devais l'augurer de l'état où elle était la veille de son départ, aujourd'hui elle n'a plus qu'un peu de fatigue ; elle est déjà au mieux avec sa belle-sœur et j'espère qu'elle feront en [...] très bon ménage, on va organiser des classes de dessin et d'anglais qui nous aideront à passer le temps. Adieu, mon cher ami, parle à la première occasion à Dulong de l'impression de mon mémoire, vois Pereire samedi avant de m'écrire, Zeller te dira si l'affaire de M. Noblet prend quelque consistance, adieu, ma sœur et Mélanie vous font mille compliments ; tout à toi.

E. Clapeyron.

16. La lettre de Clapeyron à Lamé du dimanche 2 février 1834

Introduction

Comme l'avait projeté Clapeyron, cette lettre suit la précédente de quinze jours. Il mentionne les frères Seguin en prétendant n'avoir rencontré aucun d'eux, contrairement à ce qu'il écrivait le 20 juin. Il compte les voir afin de pouvoir utiliser sa « machine » inspirée par Poncelet (lettre du 9 juin 1833) sur leur chemin de fer. La suite de la lettre indique que Clapeyron et Lamé envisagent de se mettre en affaire avec les Seguin et le contenu de la lettre suivante laisse penser que ce serait en rapport avec un projet de chemin de fer (lettre du 16 février 1834). Il est aussi question dans la lettre du « Procès Galabert » : il pourrait s'agir de Louis Galabert, auteur du projet de « Canal des Pyrénées joignant l'océan à la Méditerranée », pour lequel 3 039 propriétaires avaient cédé leurs terrains et qui ne sera pas réalisé par lui pour des questions de financement⁴¹⁰.

Clapeyron évoque la mort de Jean Nicolas Pierre Hachette, survenue une quinzaine de jours plus tôt, et ses conséquences. Hachette a été l'un des premiers enseignants de l'École des travaux publics, qui deviendra l'École polytechnique. Il a donné un cours de géométrie descriptive, géométrie initiée par son maître Gaspard Monge, qui fut un des créateurs de l'École polytechnique⁴¹¹. Mais Clapeyron le connaît surtout comme auteur du *Traité élémentaire des machines* de 1811, traité dédié à Monge et précédé d'un rapport où Lazare Carnot insiste sur le rôle fondamental du principe des forces vives dans une théorie des machines (Partie I). Des planches du *Traité* sont dessinées en utilisant la géométrie descriptive, par exemple pour la machine de Marly⁴¹². Il comporte trois chapitres sur les

machines simples et hydrauliques, les engrenages et des machines diverses comme le cabestan. Plusieurs de ces machines ont fait l'objet de travaux de « Lamé et Clapeyron » (Partie I). Hachette a été évincé de l'École polytechnique lors de l'accession au pouvoir de Louis XVIII, qui refusera son entrée à l'Académie des sciences. Il n'en devient membre qu'en 1831, après la révolution des « Trois Glorieuses » en juillet 1830.

La machine de Marly dans le *Traité*
de Hachette de 1811.

Clapeyron imagine que Poncelet pourrait lui succéder à l'Académie, et il en a été ainsi. Ce mathématicien, entré à l'École polytechnique en 1807, invente la géométrie projective dans les années 1810. En 1824, il est chargé de créer un cours sur la science des machines à l'École d'application de Metz, charge qu'il accepte sans grand enthousiasme semble-t-il⁴¹³. Son *Cours de mécanique industrielle* à

410. [Galabert, 1831].

411. [Barbin, 2019].

412. [Dupont, 2000].

413. [Chatzis, 1998, 1-2].

Metz est lithographié⁴¹⁴ pour les élèves en 1826 et jusqu'en 1836, puis des versions du cours seront imprimées en Belgique⁴¹⁵ en 1839 et en France en 1874 sous le titre *Cours de mécanique appliquée aux machines*. Il paraît en 1845 à Bruxelles un *Traité de mécanique appliquée aux machines*⁴¹⁶. Dans la troisième partie de son cours lithographié de 1828-1829, Poncelet introduit les notions de travail d'une force⁴¹⁷ et de force vive, puis il énonce le principe des forces vives à partir de la notion de travail⁴¹⁸. Il en est de même dans la première section du cours de 1832, repris en 1874, où Poncelet donne l'équation

$$\sum \int_q^q Q dp = \sum \int_{m'}^m m v dv = \frac{1}{2} \sum (m v^2 - m v'^2)$$

avec v' la vitesse d'une masse m pour la première position d'un système, v la vitesse dans une autre position et où l'intégrale de gauche est la quantité de travail développée par la force Q dans l'intervalle de temps. Elle exprime le principe des forces vives⁴¹⁹ :

Entre deux positions quelconques et données [d'un] système, l'accroissement de la somme des forces vives de différentes masses est égal au double de la somme des quantités de travail positives ou négatives, imprimées dans le même intervalle par toutes les forces distinctes de l'inertie qui ont agi sur le système.

Ce principe est aussitôt appliqué pour obtenir des équations générales du mouvement des machines. La troisième section du cours de 1832, portant sur les calculs dans les pièces à mouvement uniforme, est augmentée de nouveaux sujets, dont celui des résistances des roues et roulettes, qui a pu inspirer Cla-

peyron pour sa « machine à roulette » (lettre du 9 juin 1833). Poncelet montre que si une roulette à axe fixe C porte une charge P posée sur un plateau AB que fait mouvoir horizontalement une force F , alors le frottement est mesuré par :

$$\frac{f}{\sqrt{1+f^2}} \sqrt{(P+p)^2 + F^2} = f(P+p)$$

avec p le poids de la roue et f le coefficient du frottement direct.

Roulette portant une charge dans le Cours de mécanique industrielle de Poncelet (1829).

Quand Clapeyron demande ce qu'il reste de l'héritage de Hachette, il est possible qu'il pense à ses propres travaux mécaniques et à son application générale des forces vives. La parution de son mémoire dans le *Journal de l'École polytechnique* est maintenant en bonne voie, comme le montre l'allusion à Dulong. Il prendra « fort bien patience » pendant les quatre mois avant la parution, mais, dans les lettres suivantes, il continue de mentionner Dulong car il souhaite avoir des nouvelles sur l'avancée de l'impression.

414. [Poncelet, 1874, v-vi].

415. [Poncelet, 1839].

416. [Poncelet, 1845].

417. [Moatti, 2011, 126-131].

418. Poncelet, 1829, 2-4].

419. [Poncelet, 1874, 18].

La lettre

S' Étienne 2 février 1834

Rien d'étonnant, mon cher Lamé, comme notre affaire de St Germain, les actions montent et baissent d'un jour à l'autre, c'est une tempête perpétuelle, espérons que la dernière phase favorable dont tu me parles se soutiendra plus longtemps que les autres.

Je ne vois pas habituellement Mrs Seguin, je n'ai même rencontré aucun d'eux depuis mon arrivée ; je compte pourtant les voir lorsque ma machine sera terminée pour m'entendre avec eux sur les moyens de l'utiliser sur leur chemin. En tout cas, je suivrai le conseil que tu me donnes de me tenir sur la réserve. J'appuie de toutes mes forces l'idée de ne pas laisser aux Seguin plus de la moitié du capital, je tiens fort aussi à ce que nous restions maîtres de l'affaire au moins dans la proportion du nouveau partage des intérêts qui me paraît convenable, c'est un sacrifice fait fort à propos ; il ne devrait être fait bien entendu qu'au cas où la réalisation du capital intégral en serait la conséquence. Où en est l'affaire du procès Galabert ? Il serait difficile pourtant, comme tu sembles me le dire, que les deux parties fussent en danger de perdre le procès.

Je suis bien aise qu'il ait été dit un mot entre M. Dulong et toi au sujet de mon mémoire. Je t'en remercie, je prendrai fort bien patience pour quatre mois.

La mort de M. Hachette laisse un héritage de mécanique pratique, M. Poncelet héritera sans doute du fauteuil Académique ; quel est le reste de son héritage ? Je te remercie de ta visite à M. Billon, quoique tu ne l'aies pas trouvé chez lui, ta carte sera à ses yeux un commencement de l'accomplissement de la promesse que je lui ai faite.

Notre ménage à trois continue d'aller fort bien sauf l'envie qui nous travaille tous, et ma sœur surtout, de revenir à Paris. Ma sœur continue de s'occuper plus particulièrement des affaires du ménage, ma femme dessine, me donne des leçons d'anglais, nous accompagne sur le piano, et va en général beaucoup mieux malgré quelques malaises qui la prennent de temps en temps.

Il est possible, mon cher Lamé, qu'il y ait eu quelque chose de vrai dans le refroidissement que tu as cru remarquer dans mes lettres, le fait est que l'année dernière, particulièrement pendant mon séjour à S' Étienne, j'ai eu des doutes sur la persistance de ton affection ; peut-être mes lettres s'en sont-elles ressenties, à mon dernier voyage je t'ai trouvé mieux avec moi et tout à fait selon mon cœur, les douces et tendres manières de ta chère fortunée de l'affection de laquelle je n'ai jamais douté ont remis mon cœur à l'aise. Peut-être, au reste, ces nuages n'existaient-ils que dans mon imagination où l'ennui et le chagrin les avaient fait naître. Adieu mon cher ami, mille choses de ma part et de celle de ma sœur à toi et à tous les tiens. Je ne parle pas de Mélanie qui va prendre la plume pour écrire à ta femme ; tout à toi.

E. Clapeyron

Je veux me rappeler moi-même à votre souvenir, ma chère Madame Lamé, mon cœur est si plein d'amitié pour vous qu'il a besoin de vous en [illisible] quelque chose et de vous demander de vouloir bien me conserver toujours le bienveillant intérêt que vous avez bien voulu me témoigner. Un de mes plus vifs désirs est de mériter une petite part de votre affection et d'établir entre nous la plus étroite intimité, laissez-moi espérer que je pourrai y parvenir. J'ai appris avec bien du plaisir que votre santé était meilleure que lors de mon départ; je désire sincèrement que ce mieux continue. Je ne puis pas vous écrire aussi longuement que je le désirerais parce que l'heure du courrier me presse. Il ne me reste que la place et le temps de vous dire que je suis bien heureuse, ce que vous comprendrez facilement, vous qui connaissez et aimez mon Émile. Je suis déjà toute habituée à ma nouvelle position, elle est un avant-goût des joies éternelles.

Je me suis remise à mon aquarelle, j'ai copié une de Johannot que j'ai emportée de Paris. Quand je l'aurai finie, j'aurai recours à la complaisance de Mr Carrier auprès duquel vous voudrez bien me servir d'interprète en lui disant pour moi mille choses aimables, ainsi qu'à sa femme. Adieu, ma bonne Madame Lamé, veuillez bien penser quelques fois à moi et me compter au nombre des personnes qui vous aiment et vous apprécient profondément.

Serrez pour moi la main à votre mari et embrassez de ma part vos chers enfants. Je vous embrasse en vous offrant mon sincère attachement.

Mélanie Clapeyron

17. La lettre de Clapeyron à Lamé du dimanche 16 février 1834

Introduction

Clapeyron revient de manière allusive sur l'affaire qui pourrait être menée avec les frères Seguin. Deux hypothèses se présentent. D'une part, elle peut être liée à la « machine » sur laquelle travaille Clapeyron, dont les Seguin sont informés puisqu'il a envisagé de faire des expériences sur leur chemin (lettre du 2 février 1834). D'autre part, la mention de Émile Pereire et de Charles Seguin, qui habite à Paris, suggère qu'elle serait liée à un projet de chemin de fer.

Concernant la première hypothèse, les expériences qui ont intéressé Clapeyron concernent une « machine à roulette » pour la résistance des wagons, le « système atmosphérique » et un nouveau « système de détente » (lettre du 9 juin 1833). Lesquelles pourraient susciter l'attention des Seguin ? L'ouvrage de Marc Seguin de 1839, intitulé *De l'influence des chemins de fer et de l'art de les tracer et de les construire*, offre un aperçu des sujets d'intérêt de l'auteur dans les années 1830. À propos de « l'art de tracer les chemins de fer », Seguin mentionne les tergiversations autour du tracé du chemin de fer entre Paris et la mer et il écrit⁴²⁰ :

On connaît toutes les discussions auxquelles a donné lieu le choix de la direction du chemin de fer de Paris au Havre, et l'on peut mettre encore en doute, qu'en abandonnant les bords de la Seine pour suivre la ligne des plateaux, on ait pris le meilleur parti. S'est-on bien demandé si ce tracé serait le plus favorable à l'adoption postérieure de tous les perfectionnements que pourront recevoir la voie, les machines, les wagons, et qui produisent leur effet sur l'économie et sur la rapidité des transports ?

Pour cet ingénieur civil, la comparaison des tracés doit être envisagée en tenant compte des perfectionnements futurs des machines, plus peut-être que pour les ingénieurs des ponts et chaussées chargés d'étudier ces tracés. L'ouvrage traite de manière approfondie de deux perfectionnements proches des intérêts de Clapeyron : la résistance des wagons⁴²¹ et les « machines à détente »⁴²². Mais il n'est pas question de système atmosphérique.

Concernant la seconde hypothèse, il peut s'agir d'un projet de chemin de fer de Paris à Versailles. Ce chemin a fait l'objet de plusieurs projets avec divers tracés pour la sortie de la capitale, passant sur la rive droite ou la rive gauche de la Seine, destinés à se poursuivre vers Tours ou Orléans. Dès 1825, l'ingénieur des ponts et chaussées Édouard de Villiers du Terrage, entré à l'École polytechnique en 1794 et connu pour son *Journal sur l'expédition d'Égypte*, propose un tracé sur la rive gauche partant du pont Louis XI et passant par le quai d'Orsay, Issy, Meudon, Viroflay et Versailles⁴²³. Bien des projets ont été contestés, mais aussi âprement défendus par leurs promoteurs, comme celui du chemin de Paris à Tours passant par la rive droite de la Seine proposé par l'ingénieur des arts et métiers d'Alexandre Corréard⁴²⁴.

Le 27 février 1833, le conseil municipal de Paris a donné son avis sur trois projets en concurrence à la direction des ponts et chaussées. Les deux premiers passent par la rive gauche et le troisième par la rive droite. Dans le projet de Polonceau, le chemin part de la place de la Concorde ou du quai d'Orsay et se dirige vers Issy. Dans celui de Corréard, le chemin part du quai Malaquais et gagne Issy. Dans

420. [Seguin, 1839, 96].

421. [Seguin, 1839, 102-112].

422. [Seguin, 1839, 391-397].

423. [Deville, 1835, 7].

424. [Corréard, 1835].

celui de Defontaine, le chemin part d'Asnières et il emprunte la voie du chemin de Saint-Germain pour sortir de Paris. Le conseil municipal se prononce en faveur du projet de Defontaine, ainsi que le conseil municipal de Versailles, qui demande que la gare de

Tivoli soit reportée à la place de la Madeleine, conformément au projet de la Compagnie du chemin de Saint-Germain (lettre du 19 janvier 1834). Donc, en 1833, les projets de chemins de fer vers Saint-Germain et vers Versailles par la rive droite se trouvent liés.

*Le raccordement des chemins de fer de Saint-Germain et de Versailles rive droite
(Richard Léon cartographe, 1839, © Bibliothèque nationale de France).*

Or, dès le 9 juillet 1830, les frères Seguin ont soumis un projet de chemin de fer de Paris à Versailles à la direction générale des ponts et chaussées et leur demande a été mise à l'enquête en 1831. Ils ont versé un cautionnement de 400 000 francs en 1834. Le projet prévoit un trajet sur la rive gauche avec la construction d'un viaduc à Val Fleury muni d'arches de trente mètres d'élévation sous clef, que « le conseil des ponts et chaussées, toujours timide et routinier comme il convient à une coterie de bonzes, [trouvera] insuffisamment stable et trop audacieux »⁴²⁵. Il est possible que les Seguin aient souhaité s'adjoindre Lamé et Clapeyron pour leur projet ferroviaire, ainsi qu'Émile Pereire, un banquier qui travaille de près avec Legrand, alors directeur des ponts et chaussées et missionné pour donner un avis sur les projets.

Il est question de « l'affaire » avec les Seguin dans quelques lettres suivantes. Mais ceux-ci participeront au projet de Polonceau et leur ouvrage d'art sera exécuté en 1840. Il est toujours emprunté sous le nom de Viaduc de Meudon après une rénovation en 1936.

*Le viaduc du Val Fleury (dit viaduc de Meudon)
(Perdonnet, ouvrage cité en note 405).*

425. [Villedieuil, 1903, 205].

La lettre

S' Étienne, 16 février 1834

Mon cher Lamé,

Ce que demandent les Seguin est fort important et mérite réflexion, entendent-ils par-là prendre l'affaire pour eux et la mener à leur guise ? Ce serait inacceptable, veulent-ils seulement comme conséquence de la confiance qu'ils inspirent à leurs capitalistes exercer sur la direction des travaux une part d'influence, la chose me paraîtrait fort juste et pour ma part, je souscrirais volontiers au principe, mais le mode d'exécution présenterait bien quelques difficultés, car en pareille matière, les pouvoir partagés ne valent rien, quant à ce qui me concerne, je tiens fort à ce que ma position dans la direction des travaux ne soit pas amoindrie au point de n'être pas tenable, car il faudrait alors y renoncer entièrement, ce à quoi je ne souscrirais en aucune façon. Du reste, je crois comme toi les Seguin de bonne foi, l'aîné est un homme capable ; et je ne refuserais pas une coopération active de sa part.

Je désirerais fort que tu voulusses bien éclaircir avec celui de ces Messieurs qui réside à Paris la question dans le sens dont tu parles dans ta lettre. Quant à moi, j'ai l'intention de parler à Seguin l'aîné au sujet de cette affaire, il est la cheville ouvrière dans leur association et il serait ridicule qu'étant ici partie intéressée, je ne lui en parlasse pas, bien entendu que je ne m'avancerais en aucune façon ; mais je reconnaitrais au moins ce que leur proposition a de sérieux. Il faut marcher vite, ou bien nous manquerons la session ; tâche de voir Pereire la veille du jour où tu m'écris afin de me tenir au courant car j'ai la fièvre chaque fois que je songe à cette affaire, et il y a mille chose que j'aurais besoin de savoir comme par exemple le point où en est le chemin de fer de Riant. Je t'en supplie, que tes préoccupations scientifiques ne te détournent pas de poursuivre cette affaire avec l'activité convenable, tu retrouveras toujours ton papier et ton encre et tu peux manquer une occasion de me rappeler à Paris qui ne se représenterait plus.

Je m'occupe beaucoup de la construction de ma machine et de mes cours, et fort peu de science. La seule chose que j'aie à te dire, c'est que nos théorèmes sur les pressions autour d'un point subsistant indépendamment de notre hypothèse et ont lieu dans un milieu quelconque hétérogène et quelle que soit l'origine des forces développées.

Adieu, mon cher Lamé, tu verras à Paris sans doute le frère de Mélanie qui vient en congé après avoir gagné ses épaulettes à l'armée d'Afrique ; c'est un charmant garçon qui nous a surpris fort agréablement l'un de ces jours. Dis mille choses tendres pour moi et pour ma sœur à ta chère femme et à tes enfants et à Joséphine et à tous les tiens. Mélanie va prendre la plume et je lui laisse le champ libre. Tout à toi.

E. Clapeyron

Votre petite lettre, ma bonne madame Lamé, m'a fait un plaisir inexprimable, vous ne sauriez croire combien les assurances que vous voulez bien me donner de votre amitié me comblent de joie et me [illisible] de reconnaissance sans aucun doute. [Quand] nous aurons le bonheur de revenir à Paris, nous fer[ons] tout ce qu'il dépendra de nous pour être près les uns des autres, afin de goûter le plus possible la douceur d'une tendre intimité et de ne faire même qu'une seule famille. Je me suis acquittée de votre commission auprès de ma belle-sœur, elle y a été bien sensible et elle me charge de vous faire ses amitiés. Nous faisons toujours un triumvirat des plus unis, nous nous aimons bien en somme, aussi heureux que peut le permettre notre position. Pour moi, si je désire quelque chose, c'est seulement notre retour à Paris. Espérons qu'un beau jour, nous en viendrons là. J'ai eu ces jours-ci une surprise bien agréable, c'est l'arrivée de mon frère qui était à Bourg-en-Bresse. Il a fait près de nous seulement un séjour de 36 heures, c'est bien court mais enfin j'ai toujours eu le bonheur de le voir. Il va passer trois mois de congé à Paris et il se propose le plaisir d'aller vous voir. S'il avait été moins pressé, je lui aurais donné une lettre pour vous. J'ai encore un peu de place pour vous faire une petite prière que j'ai bien à cœur, que vous serez assez bonne, je suis sûre, pour examiner. C'est celle de ne pas m'appeler par le titre cérémonieux de Madame. Il y a dans ce mot trop de respect et de décorum pour moi. Faites-moi l'amitié, je vous en prie, de m'appeler tout simplement Mélanie. Vous me ferez un sensible plaisir. Adieu ma chère et bonne Madame Lamé, embrassez pour moi ma petite Marie et mon gros Emile et faites mes amitiés à votre mari et aux dames Lamé. Tout à vous.

Mélanie Clapeyron

18. La lettre de Clapeyron à Lamé du lundi 3 mars 1834

Introduction

Clapeyron donne des nouvelles de la construction de son instrument, longue, délicate, difficile et ralentie par la « mauvaise volonté » de ses ouvriers. Il enchaîne avec les mouvements ouvriers qui ont agité Saint-Étienne les jours précédents, une « émeute » qu'il met sur le compte de « manœuvres républicaines ». Pour lui, « c'est la queue » de Gracchus Babeuf⁴²⁶, c'est-à-dire l'héritage du chef politique de « la 1^{re} révolution », bien vivace dans les années 1820-1840 et connu sous le nom de « babouvisme »⁴²⁷. Ces mouvements émanent des ouvriers de la rubanerie, une industrie importante de Saint-Étienne depuis la fin du siècle précédent. Ces ouvriers, appelés passementiers, font fonctionner des métiers à tisser qui permettent de tisser plusieurs rubans à la fois. En 1831 et 1832, ils ont menés des actions pour stopper la baisse de leurs salaires. Ils ne sont pas alors organisés en sociétés, comme les canuts de Lyon, ni défendus par des journaux de Lyon comme *Le Journal de la Fabrique* (lettre du 9 juin 1834) ou *La Glaneuse*, que cite Clapeyron. Mais le procureur du Roi écrivait à l'époque au Ministre de la Justice⁴²⁸ :

Il n'y a qu'une classe d'ouvriers fort nombreuse, les passementiers, contre lesquels nous devons sans cesse nous tenir en garde. S'ils levaient l'étendard de la révolte, ce ne serait que pour se livrer au pillage. Leur misère est fort grande en ce moment, mais ils sont loin d'avoir l'audace et l'esprit d'insubordination qu'on a toujours remarqué chez les ouvriers canonnières.

Machine à tisser les rubans⁴²⁹.

Celui que Clapeyron désigne comme un « farouche républicain » est Marc Caussidière, un dessinateur des fabriques de Lyon et de Saint-Étienne. En 1833, la baisse des salaires s'est accentuée et les passementiers adressent en vain des plaintes à la sous-préfecture. Face à cette situation, ils s'organisent en créant la « Société mutuelle de secours » et la « Société générale des Passementiers », chargée d'obtenir le maintien des salaires. À la suite d'une nouvelle diminution des prix, les chefs d'ateliers nomment des syndicats qui adressent un projet de tarif minimum aux fabricants. Au début de juillet 1833, un ouvrier refuse de livrer les treize aunes (une aune fait environ 1,18 m), au lieu de douze, exigées par le fabricant Collard, premier adjoint au maire de Saint-Étienne. Le procureur du roi réagit en lançant six mandats d'arrêt contre les organisateurs du mouvement et au mois de novembre, une grève est déclarée.

426. [Maillard et al., 1994], [Roza, 2013].

427. [Roza, 2011].

428. [Festy, 1908].

429. <http://fetmode.fr/cvmt/rubannerie.html> (consulté le 11 mai 2021).

Le sous-préfet crée alors une organisation indépendante des passementiers et fait poser une affiche dans laquelle il promet la protection des lois aux ouvriers qui refuseraient de se soumettre aux règlements établis par la Caisse de Secours. Caussidière intervient ici, il publie une réponse à cette affiche, où il dénonce la duplicité des pouvoirs publics qui prennent parti pour les patrons en tentant de diviser les ouvriers⁴³⁰, et il la fait distribuer aux passementiers.

Clapeyron a sans doute lu dans les journaux l'anecdote du républicain reconnaissant mais présomptueux. En effet, la baisse sur les salaires décidée par les chefs de fabrique lyonnais au début de l'année 1834 conduit à une grève générale. Le 14 février, les 30 000 métiers de Lyon cessent de fonctionner sur l'ordre de deux sociétés lyonnaises et, le 19 février, quelques républicains, qui chantent « La Marseillaise », se trouvent aux prises avec la police. Le lendemain, la foule se réunit dans la rue et entonne l'hymne de Rouget de Lisle. La police intervient et des manifestants sont arrêtés pour être incarcérés, mais, devant la prison, leurs camarades tentent de les délivrer. Une violente bagarre éclate, plusieurs manifestants sont blessés à coup de baïonnette et un agent est tué d'un coup de couteau. Une centaine d'arrestation ont lieu par la suite, parmi lesquelles se trouve Caussidière, le chef des républicains stéphanois qui

est rendu responsable du décès de l'agent. Dans une lettre publiée quelques jours après, celui-ci revendique la responsabilité d'avoir organisé la manifestation pour protester contre l'interdiction du chant « La Marseillaise » et il déclare que les manifestants ont eu raison de se défendre contre les brutalités de la police. Les journaux de l'époque ont relaté ces incidents en défendant la royauté contre ceux qu'ils nomment « Le Parti du désordre »⁴³¹.

Clapeyron a appris que Poncelet a lu à l'Institut un mémoire sur les voûtes « d'après une méthode » dont il l'a entretenu juste avant son départ de Paris. Clapeyron et Lamé ont écrit en 1823 un « Mémoire sur la stabilité des voûtes » qui permet d'obtenir géométriquement le point de rupture d'une voûte (Partie I). Présenté à l'Académie des sciences, le mémoire du binôme ne figurera cependant que dans les *Annales des Mines*. Leur méthode avait l'avantage d'être facilement utilisable par les jeunes ingénieurs formés par le binôme à Saint-Petersbourg (Partie I). Clapeyron demande à Lamé de voir Poncelet, pour savoir si celui-ci a repris l'idée développée par le binôme une fois connue de lui, une dizaine d'années plus tard. Le mémoire de Poncelet, intitulé « Solution graphique des principales questions, sur la stabilité des voûtes », sera imprimé en 1835 (lettre du 16 mars 1834).

430. [Bujard, 2015].

431. [Bujard, 2015].

La lettre

St Etienne, 3 mars 1834

Mon cher Lamé, tu ne te fais pas d'idée de l'état d'agitation dans lequel me mettent ces longues incertitudes au sujet de notre affaire de St Germain. Quel insupportable guignon lance sans cesse à la traverse des incidents nouveaux qui éloignent la solution. Je n'ai pas encore vu Seguin, j'ai voulu attendre de ta part l'assurance que mes conversations avec lui ne porteraient pas préjudice à vos négociations. Je saisirai la première occasion de le voir, aussi bien il faut que je lui parle au sujet de nos expérimentations sur les chemins de fer. J'ai toujours la construction de l'instrument, c'est une chose longue, délicate et difficile que de faire une machine neuve surtout quand on tient à réussir du premier coup, au reste je regarde le succès comme à peu près certain d'après les points que j'ai déjà obtenus. Les ouvriers sont ici d'une mauvaise volonté déplorable, on ne peut compter sur aucune de leurs promesses, ils vous jurent de s'occuper de vos commandes et s'en vont au cabaret, ils sont d'ailleurs bien payés et ceux qui ont de [la] conduite peuvent faire des économies, aussi l'émeute de l'autre jour ne peut avoir ici aucune suite, on peut même assurer que le sang versé a fait horreur à l'universalité de la population, je vis assez au milieu des ouvriers pour avoir une opinion à ce sujet. Il est clair que le mouvement de l'autre jour a été le résultat des manœuvres républicaines auxquelles prennent part tous les individus qu'une haute opinion d'eux-mêmes porte à taxer d'injustice tout gouvernement qui ne se hâte pas de les adopter. Au reste, ici comme partout, le parti républicain est divisé et subdivisé à l'infini, et ici comme partout, le mouvement a été fait par la portion la plus républicaine du parti, c'est la queue de Babeuf qui a remué, mais elle a avorté parce que, dit-on, le souvenir de la 1^{re} révolution n'est pas encore éteint et que les vieux disent que c'était une belle chose que le temps où Guillot était maire et Jacques adjoint, mais il y avait la disette. Je ne te donne d'ailleurs aucun détail parce que je n'en ai pas recueilli d'autres que ceux que tu as lus dans le Journal des Débats que je reçois et qui auront sans doute été répétés par tous les autres ; l'opinion est à peu près unanime pour accuser du meurtre de l'officier de police le nommé Caussidière qui a été arrêté et dont j'avais déjà maintes fois entendu parler comme d'un farouche républicain, chef du parti ; on a aussi mis la main sur un des chefs des choristes du parti rédacteur de La Glaneuse qui arrivait à St Etienne avec des dépêches. Ayant demandé au procureur du roi M. Smith d'être transféré dans un cachot moins humide, et celui-ci ayant satisfait à sa requête, il lui dit à son premier interrogatoire que les chances pouvaient tourner et que si jamais leurs positions respectives changeaient, il se rappellerait l'humanité du procureur du roi.

Je n'entends rien dire qui paraisse indiquer que l'industrie des soies soit à Lyon, dans un état aussi déplorable, il paraît qu'elle lutte encore avec avantage contre les industries rivales et l'on m'a assuré que les salaires étaient moyennement au-dessus du taux ordinaire au moment de la fermeture des ateliers ; au reste, le problème que tu me proposes ne perd pas pour cela à mes yeux toute son importance, mais il me semble d'une solution bien difficile.

Voilà Poncelet qui vient de lire à l'Institut un mémoire sur les voûtes d'après une méthode dont je lui ai parlé il y a un an dans une conversation que j'eus avec lui au moment de mon départ pour St Etienne ; je ne lui en souhaitais pas moins de fort bon cœur le succès qu'il mérite bien à mes yeux. Adieu mon cher ami, mille choses tendres à ta femme de la part des miennes et de la mienne propres. Tout à toi.

E. Clapeyron

19. La lettre de Clapeyron à Lamé du dimanche 16 mars 1834

Introduction

Dans sa dernière lettre, Lamé a dû mentionner une démarche en relation avec le chemin de fer de Saint-Germain. Clapeyron répond qu'elle aurait déjà eu être faite auprès de Louis-Jacques Thénard qui s'intéresse aux chemins de fer dès 1827 et qui est membre de la Société anonyme du chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon (lettre du 27 janvier 1833). Ce chimiste⁴³², né en 1777, occupe depuis 1827 plusieurs hautes fonctions politiques⁴³³. Il a été répétiteur à l'École polytechnique, puis professeur de chimie au Collège de France en 1802, à la Faculté des sciences de Paris et à l'École polytechnique en 1810, où il restera jusqu'en 1836. Il est donc collègue de Lamé. Il a été élu à l'Académie des sciences en 1810 et élevé au titre de baron en 1827. Il est président de la « Société pour l'encouragement de l'industrie nationale » depuis 1832, et il est peut-être fait mention de lui ici à ce titre, à moins que ce ne soit comme député.

Clapeyron se montre agacé de la publicité qu'Émile Pereire donne à ses opinions politiques alors que l'affaire de Saint-Germain n'est pas réglée. Sa référence à « l'école américaine » montre qu'il connaît la période révolutionnaire ou qu'il aurait lu l'ouvrage *La Montagne* de l'historien et journaliste au *National* Jean-Barthélémy Hauréau, paru en 1834. Celui-ci écrit que « cette école américaine, constituée des constitutionnels, et prêchant l'anarchie en promettant l'ordre aux travailleurs, balança quelque temps la puissance des égalistes jusqu'au jour où il fallut céder de force ». Hauréau ajoute que le montagnard Jacques-Nicolas Billaud-Varenne défendit cette unité de volonté et d'impulsion⁴³⁴ :

Lorsque la centralisation cesse d'être le pivot du gouvernement, l'édifice manque par sa base et s'écroule infailliblement. [...] Le gouvernement est comme une mécanique : tout ce qui n'est point combiné avec précision, tant pour le nombre que pour l'étendue, n'obtient qu'un jeu embarrassé, et occasionne des brisements à l'infini : les résistances extravagantes et les frottements destructeurs diminuent, à mesure qu'on simplifie le rouage.

Le mécanicien et le politique Clapeyron a peut-être apprécié cette mise en marche du pays.

Clapeyron est en accord avec Pereire au sujet de la loi des douanes. Dans un article paru le 23 janvier 1834 dans le *National*, le banquier estime qu'il faut réformer les tarifs trop lourds des douanes, un système qui ferme l'accès des produits français, naturels ou manufacturés, aux marchés étrangers. Il écrit comment le « grand système de chemin de fer qu'il a en vue doit transformer toute l'activité publique »⁴³⁵ :

Nous n'en croyons pas l'exécution immédiate possible ; car un semblable travail doit être effectué parallèlement avec une réforme dans notre système de banques, dans nos lois de douanes, dans notre régime hypothécaire, dans l'assiette de nos impôts. Tout se tient, tout s'enchaîne : pour réaliser de grandes améliorations dans une des branches de l'activité publique, il ne faut pas laisser les autres stationnaires.

432. [Déré & Emptoz, 2009].

433. [Flourens, 1864, xv-xxix].

434. [Hauréau, 1834, 57-58].

435. [Pereire, 1920, G 40].

Ce propos peut être rapproché de ceux du révolutionnaire montagnard. Il ne pouvait certes rassurer ni les conservateurs, ni les libéraux.

Comme dans la lettre précédente, Clapeyron note la difficulté rencontrée dans la construction de « notre instrument », car « une machine nouvelle n'est pas une chose facile à faire quand on s'interdit les tâtonnements trop coûteux ». Il a mentionné auparavant une « machine à roulette » pour étudier la résistance des matériaux (lettre du 9 juin 1833).

Clapeyron aimerait savoir si la solution graphique sur la stabilité des voûtes de Poncelet a quelque chose à voir avec une conversation qu'il a eue avec le géomètre (lettre du 3 mars 1834). Il n'a probablement pas obtenu de réponse de Lamé qui avait seulement « l'intention » d'en parler à Poncelet. Qu'en est-il ? Le mémoire de Poncelet de 1835, « Solution graphique des principales questions sur la stabilité des voûtes », apporte des éléments de réponse. Poncelet y précise d'abord qu'il propose, non pas de construire géométriquement les formules analytiques obtenues par Audoy en 1820, mais de « montrer comment, en opérant directement sur l'épure de la voûte elle-même, on peut obtenir graphiquement tous les éléments de la question »⁴³⁶. Rappelons que les rapporteurs du « Mémoire sur la stabilité des voûtes » de Lamé et Clapeyron, présenté à l'Académie en 1823, indiquaient la priorité de Audoy et félicitaient les deux ingénieurs pour leur analyse, conduite avec « adresse et élégance » (Partie I).

Poncelet explique que la difficulté du calcul réside presque uniquement dans la détermination des volumes et des centres de gravité des différentes parties de la voûte. Après avoir obtenu les aires des différentes parties et leurs moments par rapport à la verticale de la clé, il donne deux méthodes pour la recherche d'un point de rupture. La

première méthode, « directe et générale », s'obtient par une construction graphique. La seconde passe par la considération des infiniment petits et conduit à une équation qui va aussi mener à une construction géométrique. En effet, en simplifiant cette équation et en négligeant des termes infinitésimaux d'ordre supérieur, Poncelet obtient une équation simple qui se traduit par une construction géométrique du point de rupture. Il remarque alors que cette construction est analogue à celle qu'avait obtenue le binôme en 1823 (Partie I). Il écrit⁴³⁷ :

On voit que le point de rupture i , est tel alors que la tangente [de la portion de voûte] va rencontrer l'horizontale du sommet de l'extrados, au même point que la verticale du centre de gravité de $ii_b d_c d$: théorème analogue à celui qui a été démontré, par MM. Lamé et Clapeyron (*Mémoire sur la stabilité des voûtes*, tom. 8, des *Annales des Mines*, 1823), en se fondant sur l'hypothèse que les différents plans de joints sont verticaux.

La construction partielle dans le mémoire de Poncelet
(cité en note 437).

436. [Poncelet, 1835, 151].

437. [Poncelet, 1835, 174].

Si, comme le pense Clapeyron, Poncelet ne connaissait pas le sujet avant leur rencontre, alors il est possible que le grand géomètre ait été, comme les rapporteurs du mémoire, frappé par la simplicité de la construction du binôme, puis qu'il se soit intéressé au problème, aiguillonné par celle-ci. Même si le résultat de Poncelet est analogue à celui du binôme, il est obtenu dans un cas plus général que celui supposé dans le mémoire de 1823.

La lecture de la fin de la lettre peut laisser dubitatif. Clapeyron apprend à son ami qu'il a été proposé au comité administratif de la Compagnie d'Alais comme directeur de l'établissement et qu'un autre lui a été préféré. Et Clapeyron d'écrire qu'il en est « Gros-Jean comme devant ». Il s'agit sans doute de la Compagnie des mines, fonderies et forges d'Alais. Cette importante société métallurgique, créée à l'initiative du maréchal Soult et

avec l'appui du banquier parisien Bérard, est chargée de recherches minières dans l'arrondissement d'Alès dans le Gard⁴³⁸. Grâce à l'apport de concessions de mines de houille et de fer, deux sociétés sont constituées en 1829, la Société civile des houillères de Rochebelle et de Tréllys, et la Compagnie des fonderies et forges d'Alais. La Compagnie connaît, dès ses débuts, de sérieuses difficultés, et en 1836 elle affermera ses usines pour vingt ans à un groupe parisien formé par le banquier Drouillard et l'homme d'affaires Benoist d'Azy.

Comment Clapeyron, qui rêve de rentrer à Paris et de diriger le chemin de Paris à Saint-Germain, peut-il avoir été déçu de ne pas avoir obtenu la position de directeur à Alais ? Pourquoi demande-t-il à Lamé d'aller voir Beaunier pour le remercier de l'avoir « poussé en cette occasion » ? A-t-il perdu tout espoir ou veut-il exprimer à son ami l'étendue de sa détresse ?

Mines de Rochebelle à Alais dans le Gard⁴³⁹.

438. [Compagnie des mines, fonderies et forges d'Alais, *Archives nationales*, 100AQ]

439. https://www.arts-spectacles.com/Mine-Temoin-d-Ales-une-visite-dans-une-vraie-mine-de-charbon_a4388.html (consulté le 11 mai 2021)

La lettre

S' Étienne, 16 mars

J'entre en ébullition, mon cher Lamé, toutes les fois que je songe à notre chemin de fer, c'est vraiment désespérant, tu diras peut-être qu'ici hors de mesure de rien faire, j'en parle fort à mon aise, mais il me semble que tu aurais déjà dû faire cette démarche auprès de Thénard, elle peut être fort utile, s'il ne t'aide pas personnellement, je ne doute pas au moins qu'il ne te donne d'excellents conseils et c'est toujours quelque chose, faute de mieux. Je trouve aussi que tu aurais dû depuis longtemps voir Seguin, quant à moi je ne suis pas encore parvenu à voir celui de St Étienne, il vient ici une fois tous les huit jours et court pendant tout le temps qu'il passe en ville ; au reste, je ne vois rien d'important dans cette entrevue qu'une chance de satisfaire ma curiosité.

Si la politique vient à la traverse et commence à trop distraire Pereire des choses positives, ce sera encore bien pis ; dis-lui de ma part que je lui conseille en ami de ne pas entrer trop avant dans l'application des théories politiques de son parti, le moment du succès n'est pas encore arrivé pour lui, le parti républicain modéré qui peut avoir un avenir plus ou moins éloigné, ce que l'on appelle je crois l'école américaine, s'est trop encanaillé avec le parti de Robespierre et de St Just qui l'a compromis en le poussant devant lui et l'appelant son ami ; le désir de trouver des alliés l'a lui-même entraîné à d'indignes complaisances, il en portera la peine, il est clair à mes yeux qu'il se prépare une réaction dans l'esprit public contre l'abus qui a été fait de plusieurs de nos libertés, et le gouvernement à cet égard ne fait que suivre une impulsion qui existe en dehors de lui. Je partage l'opinion de Pereire au sujet de la loi des douanes, surtout en ce qui concerne la question des houilles pour laquelle il ne peut y avoir de doute, mais vouloir recourir au refus de l'impôt parce que la majorité repousse une idée vraie, ce serait pousser chaque province à troubler l'État toutes les fois que dans un intérêt général on prendrait une mesure qui pèserait plus particulièrement sur telle ou telle partie du corps social, ce serait renouveler la vieille et rétrograde guerre des membres contre l'estomac. Dis à Pereire que ce qu'il fait est un coup d'épée dans l'eau.

Je déplore comme toi la misère des candidatures académiques, c'est comme tu dis à en dégoûter pour jamais.

Je m'occupe avec un zèle et une persévérance soutenue de la construction de notre instrument, je passe toutes mes journées dans l'atelier où on le construit ; on est ici fort mal monté et j'ai rencontré ici d'énormes difficultés, je t'assure, qu'une machine nouvelle n'est pas une chose facile à faire quand on s'interdit les tâtonnements trop coûteux pour qu'on se les passe ; je suis bien aise de l'intention où tu es de parler à Poncelet de la solution graphique de la théorie des voûtes. Il faudrait lui demander si elle a quelque rapport avec celle dont je lui ai parlé il y a douze – quatorze mois avant mon premier départ pour St Étienne.

Dis mille choses aimables de ma part à M. et M^{me} de Jomini ; donne-moi leur adresse, je me propose d'écrire à M^{me}.

Mille choses tendres de ma part et de celle de mes dames à ta chère Fortunée, à toi et à tous les tiens, dis à ta femme qu'elle ne s'est pas démis de sa charge de rapporteur en ce qui concerne les beaux-arts, ainsi j'attends d'elle une lettre où elle nous parlera peinture et musique. Adieu mon cher Lamé. Tout à toi.

E. Clapeyron

J'ai eu ces jours-ci une vive alerte, j'ai été proposé au comité administratif de la compagnie d'Alais comme directeur de l'établissement, mais un autre m'a été préféré et me voilà Gros-Jean comme devant ; je serai bien aise que tu allasses voir M. Beaunier qui m'a vigoureusement poussé en cette occasion ; tu le remercieras de ma part, tu lui demanderais où en est la question des mines de Rivede-Gier ; tu lui dirais que j'espère terminer l'instrument pour nos expériences la semaine qui vient.

20. La lettre de Clapeyron à Lamé du dimanche 30 mars 1834

Introduction

Lamé n'a pas répondu à la lettre précédente, mais Clapeyron respecte le nouveau rythme de la correspondance. Il a rencontré un des Seguin à propos de ses expériences, sans doute pour faire des essais sur leur chemin de fer. Il ne précise pas lequel des Seguin, mais il ajoute que celui-ci est décidé à quitter les chemins de fer, qu'il est mécontent de sa Compagnie et qu'il va donner sa démission. L'absence de prénom et ces précisions laissent penser qu'il s'agit de Marc, l'aîné. Selon Clapeyron, qui lui a parlé « incidemment de notre chemin de Saint-Germain », il n'est pas informé des « négociations » avec ses frères. L'affaire avec les Seguin concernerait donc bien les chemins de fer parisiens (lettres du 2 et du 16 février).

Le « coup d'État » des promotions des ingénieurs des Mines, dont s'est plaint Clapeyron, revient dans ses préoccupations (lettre du 1^{er} novembre). Il semble qu'une note ait été rédigée à ce sujet, sans doute par les « victimes » de l'École des Mineurs de Saint-Étienne et à l'intention de Beaunier. Elle a été portée à la connaissance de la direction des Mines, qui est mécontente. Clapeyron s'est-il mis en avant ? Est-ce que cette affaire a un lien avec sa nomination à Arras à la rentrée suivante ?

Clapeyron demande un « nouveau service » à son ami, à savoir de lui procurer des livres en langue anglaise sur les chemins de fer ou sur un sujet mécanique à l'ordre du jour. Les ingénieurs anglais ont introduit plusieurs innovations qui peuvent l'intéresser. En particulier, la seconde édition du *Practical treatise on rail-roads* de Nicholas Wood, parue

en 1832, contient un chapitre sur les résistances des wagons. Ce traité sera traduit en français cette année-là par des ingénieurs des Ponts et chaussées⁴⁴⁰. Des ingénieurs anglais ont aussi introduit les « systèmes atmosphériques » (lettre du 9 juin 1833), ils sont appropriés pour gravir des pentes et pourraient servir dans le tronçon du Pecq à Saint-Germain de leur chemin de fer.

Un certain Mallet lui a promis de lui prêter des livres et Lamé pourrait aller le voir. Il existe à l'époque deux ingénieurs des ponts et chaussées nommés Mallet et qui sont souvent confondus : Jacques Mallet et Charles-François Mallet. Le premier, né en 1787, a construit des ponts à Paris dans les années 1810 avant d'être nommé en Loire-Inférieure. Le second, né en 1766, a été chargé de la construction de ponts et de l'organisation du service de la distribution des nouvelles eaux de Paris en 1829. Clapeyron parle sans doute de ce dernier car il travaille à Paris, il a collaboré en même temps qu'eux au *Journal de génie civil* et, surtout, il a visité l'Angleterre et l'Écosse en 1829, pour examiner les travaux de distribution d'eaux⁴⁴¹ et la machine à vapeur à haute pression⁴⁴² de James Renny. Il écrira en 1844 un *Rapport sur le chemin de fer établi suivant le système atmosphérique de Kingstown à Dalkey, en Irlande, et sur l'application de ce système aux chemins de fer en général*⁴⁴³, puis un autre rapport sur le système atmosphérique de Alexis Hallette, avant de proposer⁴⁴⁴ en 1845 un tube propulseur utilisant les principes des systèmes de Clegg et Samuda, Hallette et Pinkus.

440. [Wood, 1834].

441. [*Journal de génie civil*, 1830, VII, 139-140].

442. [*Journal de génie civil*, 1829, V, 190].

443. [Mallet, 1844].

444. [Armengaud, 1848, 104, 129].

Clapeyron termine sa lettre en informant son ami qu'il va « mettre en branle » sa machine dans le courant de la semaine. Il a mentionné ses expériences plusieurs fois depuis la lettre du 8 avril 1833, mais toujours de manière allusive. Comme il ne semble pas que Lamé le questionne à ce sujet, ceci soulève une question : les deux amis se sont-ils mis d'accord avant le départ à Saint-Étienne sur ces expériences ou bien Clapeyron les mène-t-il

de manière indépendante ? Le manque d'indication dans les lettres est surprenant car il pourrait signifier un désintérêt de Lamé à ce sujet. Il est aussi étonnant que cette lettre commence par l'image de Mélanie et d'Émile faisant du dessin et de la musique, et se termine par l'annonce, onze mois après leur début, de travaux prenants et difficiles, mais poursuivis avec zèle.

La lettre

St Étienne 30 mars 1834

Les jours se succèdent, mon cher Lamé, sans rien amener de nouveau dans ma situation. Je vis ici dans un isolement presque absolu faute de rien trouver autour de moi qui éveille le désir de faire de nouvelles liaisons, et toutes nos connaissances se bornent à peu de chose près à la nièce de Mr Beaunier, qui est une femme fort distinguée et qui commence à se lier un peu avec ma femme, mais tu sais qu'à notre âge, il est bien rare qu'on puisse former de bien ardentes amitiés. Cependant depuis mon mariage, l'aspect de notre intérieur a bien changé, nous faisons du dessin, de la musique, de l'anglais et le temps s'écoule; Mélanie a le caractère le plus doux et le plus égal qui soit possible de rencontrer, et elle est toujours au mieux avec ma sœur, dont le caractère est aussi comme tu sais excellent; cependant, je verrais avec un vif chagrin se prolonger mon séjour ici, le climat est stupéfiant et l'entourage encore plus, je crains de me gâter tout à fait si je reste ici encore longtemps. Cette idée est pénible et me poursuit, chaque retard qu'éprouve notre affaire de St Germain me donne la fièvre.

J'ai vu Seguin l'un de ces jours, c'est un homme distingué et doux, j'ai été fort content, j'avais à lui parler au sujet de nos expériences, il est décidé à quitter les chemins de fer et à s'occuper de quelque autre industrie, il paraît qu'il est mécontent de sa compagnie et va donner sa démission. Je lui ai parlé incidemment de notre chemin de fer de St Germain et de vos négociations avec ses frères, il paraît qu'il n'en est pas informé, notre conversation en est restée là.

Je t'ai prié de voir Mr Beaunier, demande-lui je te prie s'il est vrai (comme il nous a été dit) que le directeur général soit fâché contre les professeurs de St Etienne de cette note dont il a eu connaissance au sujet de nouvelles attributions à donner au corps des Mines. Du reste, garde cette affaire pour toi car elle ne devrait pas être publiée, nous en avons parlé avec Mr Beaunier seulement. Je t'avais prié aussi de voir Thénard, de voir Seguin. Je te prie quand tu verras Dulong de lui rappeler l'impression de mon mémoire. Je te prie encore de me rendre un service; tâche de te procurer quelque ouvrage anglais nouveau sur la question des chemins de fer, des routes ordinaires, ou sur quelque sujet de mécanique à l'ordre du jour et de me l'envoyer par la diligence avec promesse de ma part de te le réexpédier au bout de quinze jours ou plus si faire se peut. Eugène pourra me rendre ce service, je commence à lire assez bien l'anglais. Mr Mallet m'a dit aussi qu'il pourrait prêter des livres anglais à cette occasion, vois-le et parle lui de cela. Dis-moi où en est l'affaire des chemins de Paris à St Denis.

J'espère, mon cher Lamé, que ce n'est pas ta santé qui t'a empêché de tenir ta promesse cette semaine; dans cette supposition, je te rappelle que tu es à l'amende de 5 f. J'ajouterai une observation. Je sais que dans ces conventions établies, c'est moi qui suis la personne obligée, aussi je te donne la liberté de les rompre si bon te semble et je te relève de ta parole, mais ce que j'exige de toi, c'est de ne pas m'endormir par de vaines paroles, j'aime la vérité fût-elle dure à entendre, mais les déceptions me découragent et me tuent. Je tiens donc à nos conventions jusqu'à ce que tu m'aies expliqué tes idées actuelles, je te renvoie à ce sujet à ta femme qui en a été témoin.

Dis-lui mille choses tendres à ta chère femme de ma part et de celle de mes dames.

Je m'occupe toujours de ma machine avec un zèle soutenu, je compte la mettre en branle dans le courant de la semaine. Elle m'a donné terriblement de peine.

21. La lettre de Clapeyron à Lamé du dimanche 13 avril 1834

Introduction

Son ami lui a écrit après un mois de silence. Dans cette nouvelle lettre, Clapeyron ne donne pas de nouvelles de sa machine, qui devait être « mise en branle » une semaine plus tôt, mais il aborde les événements qui agitent Lyon et Saint-Étienne. La deuxième révolte des canuts de Lyon a éclaté quelques jours plus tôt, ce que Lamé a pu lire dans les journaux.

La première révolte des canuts a eu lieu en novembre 1831. Sous la Révolution française, les ouvriers avaient obtenu la création d'un tarif que doivent suivre les négociants pour l'achat des productions des ateliers. Ce tarif est maintenu sous le Premier Empire, mais il est supprimé avec le retour de la royauté. Après la révolution de 1830, les salaires s'effondrent et la situation des ouvriers se détériore. Aussi, le 15 octobre 1831, Louis Bouvier-Dumolard, qui est alors préfet du Rhône se doit d'intervenir⁴⁴⁵ :

En conséquence, je réunis le 15, sous ma présidence, la chambre de commerce, et j'invitais MM. Les maires de Lyon et des trois villes faubourgs à assister à la séance. Il y fut établi, sans contestation et à l'unanimité :

- 1° Que les ouvriers de la fabrique de soie étaient dans un état de souffrance réel ;
- 2° Qu'une petite minorité de fabricants abusaient des circonstances pour faire des bénéfices considérables aux dépens de ces malheureux ;
- 3° Qu'il était juste, utile et urgent de venir à leur secours par la publication d'un tarif des prix des façons librement consenti par les fabricants et les ouvriers, et qui pût servir de règle aux

prud'hommes dans le jugement des différends qui leurs seraient soumis ;

- 4° Que cette mesure n'était pas nouvelle, et que, spécialement autorisée par un arrêt du conseil du 29 novembre 1789, on y avait eu recours, avec succès [...].

Une commission, réunissant fabricants et ouvriers, fixa donc un tarif, qui ne fut repoussé que par vingt des 1400 fabricants. Mais ceci fut refusé par le ministre du Commerce⁴⁴⁶ et, le 10 novembre, le pouvoir royal fut confronté à une révolte ouvrière⁴⁴⁷. Le président du Conseil Casimir Périer envoya 20 000 soldats, sous les ordres du maréchal Soult, afin de l'enrayer.

Au début de l'année 1834, la deuxième révolte des canuts fait suite à une nouvelle baisse sur les salaires décidée par les fabricants lyonnais. Dans sa lettre du 3 mars, Clapeyron a raconté les événements qui ont eu lieu à Saint-Étienne en février, suite également à une baisse des salaires des passementiers. Une grève générale des tisseurs est décidée à Lyon le 14 février, qui s'arrête au bout d'une dizaine de jours sans que les canuts aient obtenu satisfaction. Mais une nouvelle grève débute le 9 avril, quand commence, devant les tribunaux, le procès des chefs d'ateliers et des ouvriers poursuivis à la suite de la grève de février. Cette grève se transforme en une insurrection qui va durer six jours et se terminer par la défaite des ouvriers et des républicains. Clapeyron décrit les positions respectives des soldats et des « insurgés ». Les premiers occupent l'hôtel de ville, les quartiers de Bellecour, Perrache, La Guillotière, la Croix-Rousse et les quais, tandis que les canuts occupent la vieille ville.

445. [Bouvier-Dumolard, 1832, 11-12].

446. [Bouvier-Dumolard, 1832, 26].

447. [Agulhon, 1971]

Soldats et canuts à Lyon (Source : Gallica).

Le 11 avril à Saint-Étienne, près de 4000 passementiers appellent à cesser le travail et se dirigent vers la manufacture d'armes de Villeboeuf. Le lendemain, la ville est en état de siège⁴⁴⁸. Clapeyron explique que tous les ouvriers sont en grève, aussi bien ceux des filatures et des manufactures d'armes que les mineurs. Il décrit une véritable guerre civile et il assimile les agissements des révoltés à une « guerre d'assassinat ». Cette opinion sur les ouvriers est assez différente de celle du préfet du Rhône et des édiles lyonnais, qui cherchent à éviter une trop grande misère chez les tisseurs, par crainte de l'affaiblissement d'une élite ouvrière ou de ses réactions. Il ne les côtoie sans doute pas ou peu, mais il peut éprouver un sentiment d'inquiétude à leur égard. En effet, la Restauration a connu une insurrection révolutionnaire en 1830 et les débuts de la société industrielle sont marqués par son caractère relativement impré-

visible, avec la naissance d'une population ouvrière qui semble menacer l'ordre social. En 1840, Honoré Antoine Frégier, chef de bureau à la préfecture de la Seine, proposera d'établir des statistiques sur cette population dans son ouvrage *Des classes dangereuses de la population dans les grandes villes et des moyens de les rendre meilleures* car ⁴⁴⁹ :

La partie pauvre et vicieuse des classes ouvrières étant sans contredit l'élément de la population qui contribue le plus au recrutement de la classe des malfaiteurs, il importe d'évaluer par catégories les ouvriers, ouvrières, apprentis et chiffonniers, qui dans la capitale composent le fond de la population industrielle, [afin de juger] des précautions et des moyens répressifs employés par l'autorité publique pour garantir l'ordre intérieur de cette grande cité [Paris].

448. [Fournial, 1990, p. 24].

449. [Frégier, 1840, 19].

La lettre

S^t Étienne, 13 avril 1834

Mon cher Lamé,

Malgré les motifs que tu me donnes pour expliquer ton silence de quatre semaines, je n'en reste pas moins fort affligé de ta négligence, je sais que pour ma part, je ne me serais pas payé de ces demi-raisons, au reste, c'est un marché libre que nous avons conclu et sur lequel tu peux revenir si tu le préfères, mais en voilà assez là-dessus. Vous devez être fort inquiets à Paris de ce qui se passe de nos côtés, tu seras bien aise sans doute de connaître à cet égard la pure vérité que je vais te transmettre. Depuis le commencement des troubles de Lyon au courant desquels vous êtes sans aucun doute, et à la suite de succès variés, voici quelles sont les positions respectives, les troupes occupent l'hôtel de ville, Bellecour, Perrache, la Guillotière, peut-être une partie de la Croix-Rousse et tous les quais ; les insurgés occupent la vieille ville et Fourvière, quand on fait feu d'une maison, on tire à boulet sur le rez-de-chaussée et des obus sur les toits et on y met le feu ; quand trois personnes sont réunies, on tire dessus sans dire gare ; d'après les dernières nouvelles, le feu semblait avoir entièrement cessé. Les villes voisines se tiennent tranquilles à l'exception de St Etienne, il y a 18.000 hommes et 60 pièces de canon, ces renseignements que je regarde comme assez positifs me viennent de M. Seguin que je quitte à l'instant.

À S^t Étienne, le bruit a commencé par une cessation forcée de tous les travaux de soie, de fusils et de mines, tous les ouvriers se sont réunis et se sont proménés au nombre de plusieurs milliers, les uns fort paisibles, d'autres criant vive la République, à bas les feignants, à l'entrée de la mine ou à faire une tentative sur la manufacture d'armes. Elle a été vigoureusement repoussée, on a élevé quelques barricades qui ont été enlevées aussitôt. Ceci s'est passé à l'extrémité de la ville opposée à celle où nous demeurons ; hier soir, l'affaire a été moins sérieuse et s'est bornée à quelques coups de feu dirigés contre le derrière de l'hôtel de ville.

Les tapageurs s'approchaient des sentinelles à la faveur de l'obscurité, les ajustaient et s'enfuyaient après avoir fait feu, un soldat a été tué, le nombre des assaillants était insignifiant. Cela se borne jusqu'ici à S^t Étienne à une guerre d'assassinat qui exaspère fortement les soldats, mais la masse de la population paraît étrangère aux troubles, la garde nationale de S^t Etienne se montre à peine par crainte des vengeances particulières. [On] vient de publier l'ordonnance de désarmement. Il y a environ 2.000 h. de troupes de ligne, il arrive des gardes nationaux des environs au nombre de 200 hommes, on attend des renforts de troupes de lignes et de gardes nationaux du Puy. Mes dames vont bien et sont fort raisonnables, elles te disent mille choses aimables ainsi qu'à ta femme que j'embrasse de tout mon cœur.

Adieu, mon cher Lamé, tachez d'être sages à Paris, et tout se calmera bien vite, ici nous n'avons rien à craindre quel que soit le succès. Communique ma lettre à ma mère aussitôt que tu l'auras reçue afin qu'elle se calme, dans le cas où les bavardages des journaux lui auraient mis martel en tête. Ton vieil ami.

E. Clapeyron

22. La lettre de Clapeyron à Lamé du jeudi 24 avril 1834

Introduction

En début de lettre, Clapeyron se montre très ennuyé par une signature apposée à une note écrite en compagnie des Flachet. Il reviendra sur cette question dans la lettre suivante avec encore plus de détails.

En fin de lettre, il revient sur Seguin, qui serait prêt à laisser la place de directeur du chemin de fer de Lyon à Saint-Étienne qu'il occupe depuis 1827. Il serait lassé des chemins de fer et il ne serait pas informé des « négociations » sur les chemins de fer qui ont lieu avec ses frères (lettre du 30 mars 1834). Dans cette nouvelle lettre, il se montre assuré de sa démission et il affirme que cette fonction l'intéresse. Clapeyron propose que Thénard soit consulté car il est membre de la Compagnie (lettre du 27 janvier 1833) et il demande à Lamé de s'en charger.

Marc Seguin a rencontré bien des obstacles avant la réalisation du chemin et l'hostilité du public a continué après le début de son

exploitation. Son gendre, René de Prandières écrira⁴⁵⁰ :

Les difficultés furent telles que Marc Seguin a souvent avoué qu'il aurait probablement échoué, sans l'intervention providentielle du célèbre ministre de la « Restauration », le Comte de Villèle [...]. L'exploitation de la première voie ferrée commença sans aucun enthousiasme de la part de personne et sans inauguration officielle.

Ces propos peuvent expliquer que Seguin ait souhaité se livrer à d'autres occupations, et aussi que ses frères ne l'aient pas tenu informé de discussions sur des projets ferroviaires. Cependant, les frères Seguin, en compagnie de Polonceau, lanceront en 1836 le projet d'un chemin de fer de Paris à Versailles par la rive gauche (lettre du 16 février 1834).

450. [Prandières, 1926, 20-21].

La lettre

24 avril 1834 (cachet de la poste)

Mon cher Lamé, de toutes les démarches dont tu me parles au sujet de cette consultation, il n'y en a qu'une seule importante à faire, c'est de faire désavouer nos signatures. Il y a plusieurs manières d'arriver là, nous pouvons écrire à la commission de la chambre des Pairs que c'est par erreur que nos noms figurent parmi les signataires mais il serait, je crois, moins désagréable pour Eugène de le charger lui-même de cette rectification, à laquelle je déclare tenir formellement; je désire de plus qu'elle soit immédiate; une fois la chose arrêtée avec Flachat, on va voir M^r Legrand et on lui annonce que l'erreur va être réparée par l'auteur lui-même, et que si elle ne l'est pas dans un délai déterminé, nous la rectifierons nous-mêmes par une lettre adressée à la commission de la chambre des Pairs; Eugène va dire à cela que nous étions tous d'accord sur la rédaction de Stéphane; je répondrai que, quant à moi, j'avais demandé des modifications; que de plus je me réservais après lecture faite de signer, ou de rédiger une opinion à part ou de me retirer tout à fait; mais que n'ayant pas même lu cette opinion modifiée ou non, mon intention formelle est de refuser ma signature ou de la faire désavouer si elle figure parmi celles des autres ingénieurs. C'est là un parti définitif sur lequel je suis arrêté à n'en pas revenir, parle à Eugène dans ce sens et donne-lui la lettre ci-jointe, dont tu peux prendre lecture, s'il ne te regarde pas comme suffisamment autorisé.

Je n'ai pas reçu ta lettre bi-hebdomadaire, si ton intention est de rompre nos conventions, c'est bien, mais pour Dieu, fais le moi savoir catégoriquement, tu sais que j'aime à savoir à quoi m'en tenir.

Je vais encore te donner une commission: Seguin veut quitter la direction du chemin de fer de S^t Étienne à Lyon; va voir Thénard et demande-lui si cette place ne pourrait pas m'être donnée, et que mon intention sera de me mettre sur les rangs dans le cas où j'aurais quelque chance; que dans ce cas, je me recommanderai à ses bons offices. Adieu mon cher Lamé, mille choses tendres à tes dames.

23. La lettre de Clapeyron à Lamé du vendredi 2 mai 1834

Introduction

Clapeyron revient sur la préoccupation exprimée dans la lettre du 24 avril, elle concerne les frères Flachat, Émile Pereire, Lamé et Clapeyron, c'est-à-dire les cinq protagonistes de l'affaire du chemin de fer de Paris à Saint-Germain. Il y a un différend avec les frères Flachat au sujet de la rédaction et de la signature d'une « consultation ». Tout indique que ce document a été rédigé dans ses grandes lignes à Paris il y a plusieurs mois, en 1833 ou même en 1832, car Clapeyron n'en n'a pas un souvenir très précis. La rédaction définitive avec sa propre signature, qui est maintenant entre les mains de la « chambre des Pairs » et de Legrand, ne le satisfait pas du tout.

Nous n'avons pas trouvé trace du document incriminé, mais le terme de « consultation » figure dans un document de 1836 concernant le projet de chemin de fer de Paris à Rouen au Havre et à Dieppe par la vallée de la Seine, il s'agit d'une *Consultation sur les attributions des commissions d'enquête*, qui émane de la Compagnie Riant et qui est signée par Ph. Dupin et Delangle⁴⁵¹. Ce document fait suite à un document de 1835, intitulé *Opposition au chemin de fer de Paris à la mer par Gisors, formée par la Comp. Soumissionnaire du chemin de fer par la vallée de la Seine, Rouen, Le Havre et Dieppe*, émanant de la même Compagnie Riant. Il est suivi de plusieurs autres documents de 1836, dont l'un est relatif aux commissions d'enquête

des départements de l'Eure, de Seine et Oise, de Seine-Inférieure et de la Seine⁴⁵².

La « consultation » dont il est question dans les lettres de Clapeyron concerne donc très probablement les attributions des différentes commissions d'enquête chargées de donner un avis sur le chemin de fer de Paris à Saint-Germain. Il paraît douteux que ce soit aux promoteurs d'un chemin de fer de donner un avis sur ces attributions. Ceci explique donc que Clapeyron demande dans sa lettre du 24 avril « de faire désavouer nos signatures » en indiquant qu'il s'agit d'une erreur, qui sera rectifiée par Eugène Flachat, puis en annonçant à Legrand que l'erreur va être réparée par celui-ci. Clapeyron craignait un refus de cette procédure de la part d'Eugène Flachat, et cela semble bien avoir été le cas dans la lettre « fort impertinente » que lui a envoyée celui-ci. D'où les demandes adressées à son ami Lamé.

Cette lettre montre que les rapports entre Clapeyron et Eugène Flachat sont tendus, et surtout que le premier est défiant envers le second, car il se dit « convaincu que l'article cité et plusieurs autres ont été ajoutés ou modifiés » contre son gré mais avec sa signature. En revanche, elle indique que Clapeyron accorde une grande confiance à Émile Pereire et nous verrons que ce sentiment est partagé (lettre du 9 juin 1835).

451. [Villedieuil, 1903, 212].

452. [Frère, 1858, 228].

La lettre

2 mai 1834 (cachet de la poste)

Il est inconcevable, mon cher Lamé, que tu ne m'écrives pas, je reçois à l'instant d'Eugène une lettre fort impertinente à laquelle je réponds convenablement. Il prétend qu'il m'a fait lire chez Pereire une rédaction de la consultation à laquelle j'aurais adhéré sauf deux passages qui, selon lui, auraient été supprimés.

Je crois me rappeler en effet que j'ai eu avec lui cette conférence chez Pereire, je puis fort bien avoir adhéré à ma manière de voir manifestée formellement à cette époque.

Ceci va commencer une guerre des Flachat contre moi, c'est à toi de parer les coups qu'il peut me porter à mon insu, je te charge notamment de prévenir Pereire contre les influences dont il pourra être entouré de ce côté, je tiens à son opinion parce qu'il est honnête homme.

Informe moi donc de ce que tu fais, je ne dormirai pas tranquille tant que tout cela restera en suspens ; raconte-moi qui tu as vu, ce qu'on t'a dit, et ce que tu comptes faire.

Entre nous soit dit, voilà ce qui me semble le mieux, c'est de prier Mr Beaunier de parler à Mr Legrand et de lui dire la vérité, à mon égard, c'est ce que j'ai écrit dans la lettre à ma mère, on peut ajouter si l'on veut que j'ai peut-être approuvé effectivement au crayon quelques passages de la consultation, mais jamais la rédaction telle que tu me l'envoie à quelques parties de la consultation qui m'auront été présentées à cette réunion, mais je nie formellement l'avoir autorisé à signer pour moi, je ne l'aurais jamais fait avant lecture de la rédaction définitive, ensuite il est évident que plusieurs passages, notamment celui de la page 9 à 10, sont trop opposés à l'opinion que j'ai toujours soutenue avec obstination pour qu'ils se soient trouvés parmi les parties auxquelles j'aurais pu donner mon assentiment.

J'en appelle à cet égard à ton souvenir. Il prétend que si j'écris à Mr Legrand, il ira chez lui avec le manuscrit portant les mots, approuvé sauf tel et tel article, écrit de ma main au crayon ; ceci serait bon et je me regarderais comme engagé si aucune modification, aucune addition n'avaient été apportées à cette rédaction approuvée par moi. Mais je suis convaincu que l'article cité et plusieurs autres ont été ajoutés ou modifiés car je ne les aurais certainement pas approuvés car ils sont diamétralement opposés, et qu'en tout cas, je n'ai rien signé, ni rien promis de signer, ni rien permis de signer pour moi.

Si Mr Legrand n'était pas satisfait de ces explications et qu'il voulait un désaveu formel, je lui adresserais, mais il vaudrait mieux ne pas amuser le public de ces dissensions intestines.

Adieu mon cher Lamé, je te remercie des brochures que tu m'envoies, tu me diras dans ta lettre combien de temps je les puis garder. Ecris-moi exactement ou dis-moi franchement si cela t'importe, je te donne toute licence et absolution que tu pourras désirer pour que tu me dises la vraie et sincère vérité. Adieu. Tout à toi. Mille tendresses à ta femme.

E. Clapeyron

24. La lettre de Clapeyron à Lamé du dimanche 11 mai 1834

Introduction

Clapeyron continue sur l'affaire de la « consultation » et le différend avec Eugène Flachat. La mère de Clapeyron a transmis le 5 mai à Lamé copie d'une lettre, écrite par son fils, qui reprend les termes de la lettre du 24 avril et qui précise la position de Lamé sur cette affaire :

Si je n'étais retenue au lit depuis le commencement de la semaine, mon cher Monsieur, j'aurais eu le plaisir d'aller savoir des nouvelles de Madame votre mère, dont je vous prie de me dire tout ce qui intéresse sa santé, j'aurais présenté ma bonne et franche amitié à Madame et à vous et aurais embrassé vos chers enfants ; mais il m'a fallu répondre à tout cela. Je vous aurais aussi communiqué une lettre de notre cher Émile, je vais copier ce qu'il désire que je vous communique pour remédier à l'un des inconvénients dont j'ai tenu à me plain[dre].

« Maintenant que je sais que c'est de son autorisation privée qu'Eugène Flachat m'a compris ainsi que Lamé parmi les signataires de la consultation, il n'y a qu'une chose à faire c'est de dire à Eugène d'écrire à la commission de la chambre des pairs que c'est par erreur que notre nom s'est trouvé réuni à celui des autres signataires [...] J'ai reçu la lettre de Lamé dans laquelle j'ai à relever un passage où il parle de « l'inconvenance de mettre notre signature après l'opinion particulière d'Eugène au lieu de la mettre après l'opinion modifiée qui nous a été lue par Stéphane » [souligné par l'auteur].

La lettre citée entre guillemets a été envoyée par Clapeyron à sa mère et celle-ci compte la montrer à Legrand lors d'une visite qu'elle doit lui faire en compagnie de Beaunier. Cette visite indique que la mère de Clapeyron a de l'entregent, elle est née Marie-Agathe Godde

et elle est fille de Marc Antoine Godde, écuyer, seigneur de Monthières et conseiller du Roi. Elle habite Paris mais elle n'a pas pu se déplacer pour rendre visite aux Lamé, dont elle est une proche. Elle termine sa lettre à Lamé en lui disant qu'elle compte sur son « zèle » et sur son « exactitude » pour accomplir toutes les démarches nécessaires.

Depuis sa lettre précédente, Clapeyron a reçu une réponse convenable d'Eugène. Mais il n'en reste pas moins que son opinion envers lui reste sévère, car il lui reproche de s'être arrogé le droit de supprimer les deux articles du document qui étaient en litige et de le compter au nombre des signataires de ce document. Un dernier élément de la lettre indique que son animosité s'étend au frère, Stéphane Flachat.

Dans la lettre du 24 avril 1834, Clapeyron avait demandé à son ami de se rapprocher de Thénard pour connaître les intentions de Seguin concernant la direction du chemin de fer. Lamé s'est exécuté et la suite semble prometteuse, mais sans plus, puisqu'il lui demande de continuer à entretenir Thénard à ce sujet. Nous pouvons nous interroger sur cette insistance, alors que l'affaire de Saint-Germain avance, même si ce n'est que lentement. D'ailleurs, il redemande à nouveau des nouvelles du projet de la Compagnie Riant pour le chemin de fer de la gare de Tivoli à Gisors. De plus, il a repris ses expériences, pour lesquelles il a relevé les « principaux obstacles ». Il avait mentionné qu'il allait mettre en branle sa machine dans la semaine du 14 avril : nous pouvons penser que le fonctionnement n'a pas donné entièrement satisfaction, mais, encore une fois, il reste allusif à ce sujet.

Lamé a pu entretenir son ami de ses travaux en cours sur « les mouvements vibratoires du fluide éthéré sans changement de densité », qui ont fait l'objet d'un mémoire présenté le

28 avril 1834 à l'Académie des sciences⁴⁵³. Selon Fresnel, les ondes lumineuses se propagent dans un fluide et Lamé recherche les lois qui régissent l'équilibre de ce « fluide éthéré », afin d'obtenir l'expression analytique générale des phénomènes lumineux. En s'appuyant sur les expériences d'Arago et de Fresnel et sur les calculs de Poisson, il prend pour principe général que « la lumière est due à des vibrations de l'éther sans changement de densité »⁴⁵⁴. Il s'agit donc de trouver les équations générales aux différentielles

partielles de ce mouvement vibratoire particulier, pour trouver les formules représentant les petits mouvements intérieurs des milieux élastiques. Il montre que l'équation d'équilibre du fluide éthéré est :

$$\frac{d^2 \log \rho}{dx^2} + \frac{d^2 \log \rho}{dy^2} + \frac{d^2 \log \rho}{dz^2} = 0.$$

et que les équations de la lumière sont⁴⁵⁵ :

$$\begin{aligned} \epsilon \left(\frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 u}{dy^2} + \frac{d^2 u}{dz^2} \right) + 2 \left(\frac{d\epsilon}{dx} \frac{du}{dx} + \frac{d\epsilon}{dy} \frac{du}{dy} + \frac{d\epsilon}{dz} \frac{du}{dz} \right) - 2 \left(u \frac{d^2 \epsilon}{dx^2} + v \frac{d^2 \epsilon}{dx dy} + w \frac{d^2 \epsilon}{dx dz} \right) &= \frac{1}{\Lambda} \frac{d^2 u}{dt^2}, \\ \epsilon \left(\frac{d^2 v}{dx^2} + \frac{d^2 v}{dy^2} + \frac{d^2 v}{dz^2} \right) + 2 \left(\frac{d\epsilon}{dx} \frac{dv}{dx} + \frac{d\epsilon}{dy} \frac{dv}{dy} + \frac{d\epsilon}{dz} \frac{dv}{dz} \right) - 2 \left(u \frac{d^2 \epsilon}{dy dx} + v \frac{d^2 \epsilon}{dy^2} + w \frac{d^2 \epsilon}{dy dz} \right) &= \frac{1}{\Lambda} \frac{d^2 v}{dt^2}, \\ \epsilon \left(\frac{d^2 w}{dx^2} + \frac{d^2 w}{dy^2} + \frac{d^2 w}{dz^2} \right) + 2 \left(\frac{d\epsilon}{dx} \frac{dw}{dx} + \frac{d\epsilon}{dy} \frac{dw}{dy} + \frac{d\epsilon}{dz} \frac{dw}{dz} \right) - 2 \left(u \frac{d^2 \epsilon}{dz dx} + v \frac{d^2 \epsilon}{dz dy} + w \frac{d^2 \epsilon}{dz^2} \right) &= \frac{1}{\Lambda} \frac{d^2 w}{dt^2}, \\ u \frac{d\epsilon}{dx} + v \frac{d\epsilon}{dy} + w \frac{d\epsilon}{dz} &= 0, \\ \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz} &= 0, \\ \log \frac{\epsilon}{\epsilon_0} &= \frac{1}{\alpha} \sum M \frac{k}{r}. \end{aligned}$$

Dans la seconde partie du mémoire, Lamé introduit la notion générale de « surfaces orthogonales conjuguées » et il généralise le cas traité dans son article « Sur la propagation de la chaleur dans les polyèdre », présenté en 1829 à l'Académie des sciences et publié en 1833 dans le *Journal de l'École polytechnique* (Partie I). Dans la troisième partie, il utilise cet outil pour reformuler les équations obtenues dans la première partie et intégrer ces équations en quatrième partie. À la suite de ce mémoire, Lamé publiera

en 1834 un article important dans le *Journal de l'École polytechnique*, intitulé « Mémoire sur les lois de l'équilibre du fluide éthéré », en continuité avec ses premiers travaux de « physique mathématique »⁴⁵⁶. Clapeyron sait sans doute que son « Mémoire sur la puissance motrice de la chaleur »⁴⁵⁷ paraîtra dans le même numéro du *Journal de l'École polytechnique* que celui de son ami et, dans cette lettre, il s'inquiète de son impression.

453. [Académie des sciences, 1932, t. X, 510].

454. [Lamé, 1834, 194].

455. [Lamé, 1834, 212].

456. [Lamé, 1834].

457. [Clapeyron, 1834].

La lettre

S^t Étienne 11 mai 1834

Mon cher Lamé,

Tu m'as bien fait attendre ta dernière lettre ; comment ne concevais-tu pas avec quelle impatience j'attendais de toi des données qui m'étaient nécessaires pour agir avec justice et prudence dans l'affaire où j'étais engagé ; dans l'incertitude où j'étais, j'ai poussé la circonspection jusqu'à t'envoyer ouverte la lettre que j'adressais à Eugène, parce que tu pouvais mieux juger que moi de l'opportunité de cette démarche, je t'ai laissé libre de la lui remettre ou de la retenir ; tu l'as remise, je ne l'ai appris que par une lettre d'Eugène écrite dans les termes les plus inconvenants, j'y ai répondu avec politesse mais fermeté et je dois convenir que sa réponse a été fort convenable. J'ai laissé là cette correspondance parce que je ne sais plus que dire, faute de renseignements. Le point de la discussion est celui-ci ; il prétend qu'ayant approuvé la rédaction, sauf deux paragraphes, il s'est cru en droit de supprimer les deux articles en litige et me compter au nombre des signataires. Quant à moi, j'attendais la correction de ces deux paragraphes pour prendre un parti. Ensuite, tous mes souvenirs concourent à me faire croire que de nombreuses modifications ont été apportées au manuscrit depuis ma dernière lecture, car il y a quantités de passages dont je t'ai cité et qui sont tout à fait contraires à l'opinion que tu m'as entendue soutenir et à laquelle je tiens encore.

Tu me rendrais un service véritable en écoutant et en me donnant ton avis sur les preuves que donne Eugène pour appuyer son assertion. Y a-t-il eu une dernière conférence à laquelle je n'aurais pas assisté ? Au reste, mon intention est de rester coi, mais je te préviens que M. Beaunier conduit demain ma mère chez M. Legrand ; elle a l'intention de lui montrer une lettre que je lui ai écrite dès la première fois que j'ai eu connaissance de cette affaire et dans laquelle j'ai fait le simple historique de ce qui s'est passé.

Il te remercie beaucoup de la démarche que tu as faite pour moi auprès de M. Thénard, je te prie de revenir de temps en temps là-dessus avec lui, et de l'entretenir dans ses bonnes dispositions.

Je n'ai pas répondu au passage de l'une de tes lettres où tu me parles d'un voyage à S^t Étienne, il est inutile de te dire le plaisir que cela me ferait mais franchement, j'ai regardé ce projet comme l'une de ces pensées qui traversent souvent ta tête sans s'y arrêter.

Dis-moi où en est l'affaire du chemin de fer de Riant de Tivoli à S^t Denis, s'il est ajourné, cela me consolera de l'ajournement du nôtre. Dis mille choses aimables à Pereire de ma part, je suis en train de mes expériences, elles iront bien, j'ai levé les principaux obstacles.

Je te remercie des détails que tu me donnes sur ton beau et important travail, si tu venais ici, tu me mettrais au courant et j'en serais charmé. Je te félicite sincèrement des beaux résultats que tu as obtenus et je t'engage fort à pousser en avant. Et mon mémoire, Dulong le fait-il imprimer ? Le budget étant voté, la question doit être décidée, réponds-moi aussi à ce sujet et sois désormais plus exact dans ta correspondance.

Dis à Stéphane Flachet de ma part qu'il a fait figurer mon nom parmi ceux de ses collaborateurs, c'est fort bien, mais qu'ayant fait inscrire dans le Journal des débats les noms de l'élite d'entre eux mon nom ne s'y trouve pas ; c'est me marquer d'un cachet d'infériorité auquel j'aurais préféré une complète obscurité.

Dis à tes dames [formule d'amitié masquée par le paragraphe précédent]. Ton ami

E. Clapeyron

25. La lettre de Clapeyron à Lamé du mardi 10 juin 1834

Introduction

Clapeyron a attendu longtemps une réponse à sa lettre précédente et il se décide à reprendre la plume pour évoquer les trois opportunités qui lui permettraient de quitter sa condition actuelle. Il commence par l'idée récente, qui semble lui tenir à cœur, de remplacer Seguin à la direction du chemin de fer de Lyon à Saint-Étienne. Puis il évoque deux espoirs de retrouver Paris, d'abord l'obtention d'un poste de professeur, car la place de Durand à l'École polytechnique devrait se libérer, puis un avenir dans le projet du chemin de fer de Paris à Saint-Germain. Les perspectives sont bien différentes, mais il demande un appui à son ami pour chacune d'elles.

Jean Nicolas Louis Durand est professeur d'architecture à l'École polytechnique⁴⁵⁸ depuis 1797 et il cessera d'y enseigner en 1834. Clapeyron imagine que le cours d'architecture de l'École polytechnique pourrait être remplacé par un cours « d'art des constructions civiles ». Il « pourrait se faire » que l'on songe à cette idée, fort raisonnable selon lui. Mais sa mise en place demanderait beaucoup d'énergie car le cours a été créé dans les débuts de l'École et un tel changement supposerait des demandes et bien des négociations au niveau du Conseil de perfectionnement⁴⁵⁹ de l'École. Clapeyron voit juste dans la destinée du poste occupé par Durand car ce sera Léonce Reynaud qui prendra sa suite⁴⁶⁰ en 1837. Celui-ci a été élève de l'École polytechnique en 1820, d'où il est exclu l'année suivante, avant de mener des études d'architecture et d'entrer en 1831 à l'École des ponts et chaussées. Il est bien connu comme constructeur de phares, mais il s'est occupé aussi de la construction de gares, comme la gare du Nord à Paris,

dont la façade a été remontée pour la gare actuelle de Lille.

L'espoir d'un poste à l'École polytechnique lui est sans doute nécessaire à caresser à un moment où l'affaire de Saint-Germain stagne, affaire qu'il a considérée auparavant comme sa seule véritable opportunité pour quitter Saint-Étienne. Son pessimisme va jusqu'à envisager de détourner, d'une certaine façon, ses expériences: destinées d'abord pour le chemin de fer de Saint-Germain, elles sont devenues des faire-valoir auprès de Thénard pour obtenir la direction du chemin de fer de Seguin. Clapeyron écrit de ses expériences que son travail « marche fort bien » et il en précise le contour plus que de coutume, en indiquant que l'influence du graissage et des courbes empruntées sont très importantes pour la marche des wagons. Il a numérisé ces influences, mais « tout cela est extrêmement pénible et fatigant ». Il écrira⁴⁶¹ en 1858:

Je constatai un fait que j'ai eu l'occasion de vérifier depuis fréquemment, que dans des wagons bien montés, bien graissés, et en service depuis un temps prolongé, les coefficients de frottement sur les fusées s'abaissent beaucoup au-dessous des chiffres que l'on donne dans les ouvrages de physique.

La fin de la lettre mentionne la présence de Louise Fleury à Paris. L'absence du « Madame » devant le nom laisse penser qu'il s'agirait de l'actrice célèbre Louise Fleury, dite Louise Fusil. Celle-ci a séjourné en 1806 à Saint-Pétersbourg, puis à Moscou jusqu'en 1812. L'amour que l'actrice portait à la ville

458. [Picon, 1992, 531-535], [Szambien & Talenti, 1996] [Thibault, 2011].

459. [Belhoste, 1989].

460. [Guigueno et Picon, 1996].

461. [Clapeyron, 1858, 5].

russe a pu être l'occasion de rencontrer le binôme à Paris, avant ou après leur départ. Elle, qui a visité bien des villes, écrit⁴⁶² dans ses *Souvenirs d'une actrice* de 1841 :

Cette ville renferme les plus beaux monuments et, [...] les ponts jetés sur la Néva, le palais de marbre, la grille du jardin d'été, sont si remarquables que je ne pourrais me lasser de parcourir cette

superbe ville, la plus extraordinaire et la plus belle que j'ai rencontrée dans les pays étrangers.

L'évocation de l'actrice peut refléter l'état d'esprit nostalgique de Clapeyron, qui se dit si malheureux à Saint-Étienne.

462. [Fusil, 1841, t.2, 174].

La lettre

S^t Étienne 10 juin 1834

Mon cher Lamé, comme tu as par le fait rompu notre traité, je suppose que tu ne t'étonneras pas de recevoir cette lettre un peu tard, à présent je tâcherai de ne pas faire de mauvais sang et de te répondre uniment quand tu m'éciras.

J'ai reçu la bonne visite de notre cher Picard et de sa très charmante femme que nous avons tous beaucoup goûtée; j'aurais bien envie d'aller leur faire une visite avec mes femmes, mais il y a mille obstacles; si tu venais me voir, ce serait presque une raison déterminante, mais je ne me fie guère à tes protestations, car tu m'as trop souvent attrapé.

Voici encore une occasion que je t'offre de me rendre service. L'assemblée des actionnaires du chemin de fer de St Étienne à Lyon va avoir lieu, je te prie de voir Thénard et de savoir de lui si Seguin songe effectivement à les quitter, et dans ce cas, ce que j'aurais à faire pour lui succéder; parle lui à ce sujet du travail dont je m'occupe sur les chemins de fer; il est actuellement en pleine activité et marche fort bien, je te dirai chemin faisant qu'il y a des différences énormes de wagon à wagon, que l'influence du graissage dépasse toute prévision, que l'influence des courbes est aussi très forte, j'ai la valeur numérique de toutes ces influences déduites de premières expériences, il ne reste plus qu'à poursuivre, mais tout cela est extrêmement pénible et fatigant, et j'en ai là encore pour longtemps.

Tu dois savoir mieux que d'autres si effectivement M. Durand demande sa démission de professeur à l'École polytechnique, et en ce cas comment on se propose de le remplacer, il pourrait se faire que l'on songeât à une idée que j'ai entendue mettre en avant, de remplacer le cours d'Architecture par un cours sur l'art des constructions civiles qui, avec le cours de machines, compléterait les éléments de l'art de l'Ingénieur pris dans le sens le plus étendu, et mettrait les élèves dans le cas de choisir en connaissance de cause moins imparfaite la carrière qu'ils voudraient parcourir. Dans le cas où l'on adopterait ce système dans lequel l'architecture occuperait la place convenable, il faudrait me proposer. Prends, je te prie, des informations sur ces différents points et rends moi réponse.

Je crains au sujet de nos chemins de fer que l'administration après ces interminables délais n'en vienne à refuser la concession des entreprises secondaires afin de donner un aliment aux entreprises plus étendues.

M. Legrand ayant proposé une promesse ministérielle, il fallait prendre la balle au bond, parles-en à Pereire; je crains qu'il ne s'endorme à cause de la fin de la session; il est évident que c'est le moment de se mettre en campagne pour être prêt à l'ouverture de la session prochaine. Parle-lui de tout cela et réponds-moi enfin à une question à laquelle tu t'obstines à rester muet: qu'est devenue l'affaire du chemin de Riant et de Bartoloni? Qu'est devenue l'affaire du chemin de Pontoise?

Je croyais que tu savais, et de reste, comme quoi ma femme est enceinte de 3 mois, sa santé est assez médiocre, elle a subi des insomnies dont elle souffre cruellement. Je crois que le climat variable et sévère de nos montagnes qui ressemble à celui de la Russie ne lui soit funeste.

Est-il vrai que Louise Fleury soit à Paris? Si cela est, comment se fait-il que ni elle, ni vous ne m'en souffliez le mot? Que fait son frère? Si j'ai le temps ce soir, je mettrai dans ta lettre un mot pour elle. Adieu, mille choses tendres à ta femme et tes autres dames et mes compliments pour ton beau travail.

26. La lettre de Clapeyron à Lamé du dimanche 6 juillet 1834

Introduction

D'après le début de la lettre, Lamé a visité un pays étranger et en a donné un compte rendu plaisant à son ami, mais nous n'avons pas trace de ce déplacement, professionnel ou non, puisque nous sommes en été. Clapeyron est à Saint-Étienne sous les orages. Sa femme a une « grossesse douloureuse », tandis qu'il poursuit ses expériences, fatigantes et difficiles. Il annonce, de manière assez légère, qu'il pourrait être « nommé à Arras » d'ici l'accouchement de sa femme. Cette nomination, obtenue en 1834 d'après un tableau figurant dans les *Annales des Mines*⁴⁶³, paraît abrupte. Elle peut être liée à l'affaire de la promotion à la 1^{re} classe des ingénieurs des Mines (lettre du 1^{er} novembre 1833) ou anticiper une occupation à plein temps dans le futur chemin de fer de Paris à Saint-Germain. Il n'y a pas à l'époque d'École des Mineurs à Arras, et le professeur d'exploitation et de constructions de Saint-Étienne devra donc exécuter des tâches administratives et des visites minières.

Les premières recherches de houille dans l'Artois datent de 1736, après une découverte du minerai à Anzin, près de Valenciennes, et des travaux sont exécutés dans les années 1750 à 1780. Dans son histoire du bassin houiller du Pas-de-Calais, publiée de 1880 à 1883, Émile Vuillemin, ingénieur et administrateur de la Compagnie des mines d'Aniche raconte que les événements qui accompagnèrent la Révolution française firent abandonner les recherches jusqu'en 1806, lorsque Bonnaux de St-Mesmes et Cie, reprirent des explorations importantes en perçant le puits de Monchy-le-Preux. Il écrit⁴⁶⁴ :

L'insuccès de ce puits, sur lequel on avait fondé les plus grandes espérances, amena

le découragement parmi les chercheurs de houille, et aucune entreprise nouvelle, sérieuse, ne se produisit jusqu'en 1834.

Fièvre de recherches à partir de 1834. – A cette époque, il se manifesta en France comme à l'étranger, un grand élan pour les entreprises industrielles de toute nature, et particulièrement pour les mines de houille.

Les anciennes exploitations abandonnées furent reprises ; des recherches nouvelles furent tentées partout, et notamment dans le Nord et le Pas-de-Calais. Ces deux départements furent fouillés dans tous les sens.

Il indique que cet engouement pour les recherches de houille était suscité dans le Nord de la France par le « succès inouï obtenu par les mines de Douchy », dont le sol, qui se vendait à peine 2.230 francs en février 1833, atteignait le prix extraordinaire de 300.000 francs en janvier 1834. Cette hausse fut au départ d'une grande fièvre de spéculation. Les actions des nouvelles sociétés de recherches qui se formaient à cette époque, lorsque les travaux étaient à peine commencés, se négociaient avec 100, 200 % de prime, du jour au lendemain, « sans autre motif que le jeu »⁴⁶⁵.

Clapeyron se trouve donc dans une ambiance de fièvre de la houille, assez étrangère aux passions qui l'ont animé jusqu'ici à Saint-Petersbourg ou à Saint-Étienne. Ses lettres suivantes indiquent la part qu'il va y prendre, face à des « capitalistes » d'un nouvel acabit.

463. [*Annales des Mines*, 1834, 3, V, 734].

464. [Vuillemin, 1883, 62].

465. [Vuillemin, 1883, 63].

La lettre

St Étienne 6 juillet 1834

Ta dernière lettre, mon cher Lamé, est fort amusante et j'attends avec impatience le 2^e numéro que tu me promets, ils sont fous dans ce pays-là. Je n'ai rien d'aussi plaisant à t'écrire, ce pays-ci est un pays de démocratie où tout est arrangé pour le plus grand nombre et malheureusement les plaisirs du peuple ne sont pas de mon genre.

Mélanie a une grossesse douloureuse ; une légère imprudence, un peu de fatigue, peut-être un peu de froid l'ont rendue malade pendant huit jours, elle se rétablit très lentement ; elle a ce qu'on appelle la fibre molle, la réaction vitale paraît chez elle lente et peu énergique. Au reste, presque tout le monde est malade ici, et les orages perpétuels qui nous inondent et nous foudroient contribuent peut-être à retarder son rétablissement. Quant à moi, à part quelques fatigues que me donnent mes expériences et mille ennuis qu'elles entraînent, je me porte fort bien, je ne crois pas devoir attribuer à cette cause le ton mécontent que tu trouves dans quelques-unes de mes lettres. Tu as un tort en amitié auquel un caractère comme le mien a celui d'être trop sensible ; tu as des moments d'exaltation où tu es tout feu tout dévouement, tu te fais illusion à toi-même, je la partage, je m'attends à des prodiges et comme mon attente finit par être trompée, j'en souffre et je m'en plains.

Ma sœur va partir bientôt pour Paris, je conçois le vif désir, je dirais même le besoin, qu'elle a de revoir sa fille, malheureusement elle me quitte au moment où je commence à avoir besoin d'elle. Mille circonstances, d'ici à quelques mois, me forceront de m'éloigner souvent de la maison, et si la santé de ma femme n'est pas meilleure, je ne pourrai le faire sans de vives inquiétudes, ce sera bien autre chose quand le moment de ses couches viendra. D'ici là, je puis être nommé à Arras, je serai peut-être forcé d'y faire un voyage et de laisser ici Mélanie seule pour venir la reprendre ensuite. Au reste, que je sois nommé d'abord, nous verrons ensuite.

Adieu, mon cher Lamé, tu ne me parles plus de venir ici, j'aurais maintenant une chambre à t'offrir chez moi, et nous irions faire une visite à Picard qui insiste fort là-dessus dans sa correspondance avec moi. Réponds-moi un mot là-dessus. Adieu, mille choses tendres à tes dames, je te quitte pour écrire un mot d'amitié à Louise Fleury.

27. La lettre de Clapeyron à Lamé du mercredi 13 août 1834

Introduction

Le « Mémoire sur la puissance motrice de la chaleur » de Clapeyron va enfin paraître dans le *Journal de l'École polytechnique*, dans le numéro où Lamé publie également son mémoire sur l'équilibre du fluide éthéré. Clapeyron a souvent sollicité son ami pour l'aider à le publier et il était désespéré par le peu d'empressement que celui-ci mettait à lui répondre. Mais cette parution est redevable à Lamé et il le remercie. Le mémoire s'appuie sur les *Réflexions sur la puissance motrice du feu* de Sadi Carnot, publiées en 1824, il contient en particulier le diagramme reliant pression et volume, connu aujourd'hui sous le nom de « diagramme de Clapeyron » (Partie II). Il sera traduit en anglais en 1890 et en allemand en 1926. Ses calculs seront repris par Rudolf Clausius en 1850, qui en tirera un énoncé du second principe de la thermodynamique. En ce mois d'août, l'important est de déterminer les personnes auxquelles faire envoyer un exemplaire du mémoire, à ceux qui ont pu donner un avis mitigé, à ceux qui seraient intéressés et pourraient le faire connaître – les Poisson, Navier et Poinsot –, ainsi qu'aux collègues de Saint-Étienne – comme Dufrénoy ou Combes.

Clapeyron écrit de Zurich, sans avoir averti Lamé de son voyage en Suisse. Même s'il ne veut pas que cela s'ébruite dans son milieu professionnel, cela peut surprendre. Il est difficile d'avancer des raisons tant les relations entre les deux amis ont été tendues ces derniers mois. En tous les cas, le ton de cette nouvelle lettre semble plus léger et optimiste. Son mémoire est paru et les résultats qu'il a obtenus dans ses expériences doivent lui convenir puisqu'il a envoyé un rapport. Mais il interroge son ami : « Comment arranges-tu cela ? »

La personne qui a invité Clapeyron est l'ingénieur suisse Rudolf Eduard Schinz, né à Zurich en 1812. Il a été élève étranger de l'École polytechnique de 1831 à 1833 et il a donc pu rencontrer les deux amis à leur retour de Saint-Pétersbourg. En 1834, il encourage par ses écrits la construction d'un deuxième pont sur la Limmat à Zurich. Il reviendra à Paris à l'occasion de la construction du chemin de fer de Paris à Saint-Germain. La compagnie, même courte, de Clapeyron à l'été 1834 a pu l'inciter à passer de la construction des ponts à celle des chemins de fer. Au service de l'État prussien dès 1844, il participera jusqu'en 1849 à la construction du chemin de fer de Cologne à Minden, puis à celle du chemin de fer de Prusse orientale⁴⁶⁶. Il inventera aussi un manomètre pour locomotives, présenté en 1849.

Nous n'avons pas trouvé trace d'un pont construit à Zurich après le séjour de Clapeyron. Mais, le jour même où Clapeyron écrit, le 13 août 1834, se termine la fixation des câbles en fil de fer du pont suspendu de Fribourg qui est le plus grand pont suspendu du monde lors de son inauguration en octobre. Commencé en 1832, il est l'œuvre de l'ingénieur des ponts et chaussées français Joseph Chaley⁴⁶⁷. Il est probable que Schinz lui ait parlé de ce pont dans son invitation et que Clapeyron ait fait le détour à Fribourg pendant son séjour pour voir ce pont en cours de finition.

466. [Füchs, 2011].

467. [Chaley, 1835].

Les portiques du pont de Fribourg⁴⁶⁸.

Le pont suspendu de Fribourg.
(© Musée d'art et d'histoire de Genève)

Clapeyron invite son ami à venir le voir pendant les vacances. Il a précisé qu'il doit être revenu à Saint-Étienne au début de sep-

tembre et il n'est pas question de la nomination à Arras. L'affaire de Saint-Germain lui semble assoupie.

468. [Chaley, 1835].

La lettre

Zurich, 13 août 1834

Je te remercie beaucoup, mon cher Lamé, de la peine que tu t'es donnée avec mon mémoire, tu me demandes ce que tu aurais à faire avec les exemplaires qui appartiennent à l'auteur; je te prierai de m'en expédier cinq exemplaires par la diligence ou une occasion, et de distribuer le reste entre nos connaissances telles que Poisson, Navier, Poinot, Libri, Coriolis – enfin à peu près entre les personnes auxquelles tu envoies tes mémoires, qu'en penses-tu? Seulement tu pourras en donner à Dufresnoy, Brochant, Élie de Beaumont, Combes.

Ma mère ne t'a-t-elle pas donné des détails sur mon voyage en Suisse? Voilà ce qui en est.

Je suis resté en correspondance avec Schinz, on se dispute à Zurich sur l'emplacement d'un nouveau pont à construire, et parmi les éléments de décision, on doit compter les éléments et les détails des projets en concurrence, je suis appelé pour les donner. On désire également que je me prononce pour telle ou telle localité comme étant, par ma qualité d'étranger, impartial et sans intérêt dans la décision de la question; je resterai quinze jours ou trois semaines et l'on me paye mon voyage à peu près ce qu'il me coûtera, c'est-à-dire 1.000 ou 1.200 f. J'ai aussi la perspective d'être chargé de la construction, ce qui pourrait me convenir à certaines conditions.

Ma sœur qui mourait d'envie de voir la Suisse a voulu retarder son retour à Paris pour profiter de cette occasion, et ma femme qui était depuis quelque temps souffrante, et dont le moral était à bas, a voulu être du voyage. J'étais fort inquiet sur les suites de cette grande entreprise en quittant St Étienne; ma femme était si faible que depuis un mois elle n'avait pu descendre les escaliers pour se promener dans le jardin, et elle partait pour un voyage. Enfin, après maintes consultations, nous nous sommes décidés à partir, nous nous sommes reposés plusieurs jours à Lyon et à Genève, et nous avons gagné Lausanne où j'ai laissé ma femme chez M^{me} Vautier, où elle est à merveille. Cette secousse lui a fait beaucoup de bien, d'après ce qu'elle m'écrit. Quant à moi, j'ai continué ma route avec ma sœur jusqu'à Zurich où elle est retenue par des difficultés de passeport. Quant à moi, je travaille fort car il faut que je sois de retour à St Étienne dans les premiers jours de septembre. Je te prie, au reste, de ne pas ébruiter cette affaire car je me suis donné cette vacance sans permission autre que celle de mes chefs directs; j'en avais besoin car mes affaires de chemin de fer m'avaient brisé la tête. J'ai envoyé un premier rapport au directeur général. Le fait le plus saillant est qu'un wagon de la Compagnie Seguin m'a donné pour coefficient de résistance 0,0021 si le rapport des diamètres de l'essieu et de la roue était 1/12, les coefficients de Morin donneraient $f/12 = 0,08/12 = 0,006$, au moins comment arranges-tu cela?

Je voudrais bien que tu fisses quelque voyage, viens me voir ces vacances, je puis à présent te loger chez moi, nous irons peut-être voir Picard; dans ton état de santé, une distraction semblable me paraît indispensable, retarde plutôt d'un mois l'édition de ton mémoire. Je suis bien aise de savoir Bouquet à Paris, dis-lui mille choses de ma part, ainsi qu'à Bordier, je ne te dis rien pour la bonne Louise qui ne sera plus là sans doute pour recevoir mes amitiés. Adieu, embrasse bien ta femme et Joséphine pour moi. Ton ami.

E. Clapeyron.

Il me paraît important que tu réveilles un peu les chemins de fer endormis ; donne-moi des nouvelles de ce qui se passe à ce sujet.

Donne, je te prie, à ma mère le petit mot ci-joint pour lui expliquer le nouveau retard qu'éprouve le voyage de sa fille.

M^{me} d'Isneauville fait mille compliments affectueux à Mr et Mad. Lamé et à sa famille, elle est chargé par M. Schinz de beaucoup de choses aimables pour Mr Lamé qu'il désirerait bien voir à Zurich.

Arras 3 10^{bre} 1834

Mon cher Lamé, voilà bien des événements survenus depuis que nous nous sommes quittés, cette année a été féconde, la perte de mon pauvre père et la naissance d'un enfant, avant cela un mariage, un changement dans ma position de longs et pénibles voyages, des émotions fortes de toute nature. Sans cesse sous l'empire de nouveaux faits, je n'ai vraiment pas encore eu le temps de me recueillir d'apprécier ma position et de faire l'inventaire du bien et du mal, aussi bien ne saurais-je pas autant vivre au jour le jour préparer l'avenir pour le mieux et ne pas recriminer le passé.

Je veux pourtant te parler un peu de ma nouvelle situation. Je suis installé dans un assez joli logement, quoiqu'un peu trop voisin de mon ami M^r Hallette qui m'enferme et m'étourdit, cependant il faut convenir

Troisième liasse : les lettres d'Arras, de décembre 1834 à juin 1835 (28 à 36)

28. La lettre de Clapeyron à Lamé du mercredi 3 décembre 1834

Introduction

Les Clapeyron sont maintenant installés à Arras après quelques mois riches en émotions, en particulier avec la mort du père de Clapeyron. Ils résident au 77 rue Baudimont, à quelques pas des ateliers Hallette, qui se trouvent au 74 de la rue. Mélanie a donné naissance à Georges Arthur le 1^{er} décembre à Arras, dont le parrain est Alexis Hallette. Clapeyron écrit que « M. Hallette m'enfume

et m'étourdit » car les fonderies sont munies d'une grande cheminée toute proche de son domicile. Après avoir été voisin du fameux Marc Seguin, le voilà devenu celui de son « ami » Hallette, un concepteur et constructeur de machines à vapeur, important mais peut-être moins connu aujourd'hui. De plus, les parcours de Seguin et d'Hallette ne sont pas sans points communs.

Acte de naissance de Georges Arthur Clapeyron portant signature d'Alexis Hallette
(©Archives du Pas-de-Calais).

Alexis Hallette est né à Lille en 1788, fils d'un fabricant de tresses en fil pour passementeries et lacets. À douze ans, il commence un dur apprentissage dans les ateliers de son père, aussi préfère-t-il continuer comme dessinateur à la Manufacture royale de porcelaine de Sèvres, avant de retrouver les ateliers de son père et de se passionner pour la mécanique⁴⁶⁹. Le jour, il dirige les ateliers et exécute des travaux de forge, de tour et d'ajustage, mais la nuit, il étudie la géométrie, la mécanique, la statique et le dessin. Il installe ses propres ateliers à Arras et il visite

l'Angleterre en 1814. Il conçoit alors des machines pour fabriquer le sucre de betterave en perfectionnant des chaudières à vapeur, pour lesquelles il prend un brevet en 1828. En 1820, il déménage ses ateliers à Arras, au numéro 74 de la rue Baudimont, où il emploie plus de 50 ouvriers. Il s'associe avec Casimir Tournelle et il se lance dans la construction de nombreuses machines, comme des moulins à huile ou de farine⁴⁷⁰. En 1826, la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale lui décerne un prix de 2 000 francs pour ses presses hydrauliques. Ses ateliers utilisent des

469. [Jarry de Mancy, 1837-1838, 271-274].
470. [Callite, 1991].

machines à vapeur anglaises jusqu'en 1829, puis ils seront équipés de machines Hallette. En 1836, il sera l'un des quatre principaux constructeurs de machines à vapeur français.

savoir que ces machines seront exécutées dans les ateliers français [...]. Vous avez des constructeurs d'un talent reconnu [...]. Parmi eux, je citerai MM. Hallette, Saulnier et Cavé qui ont déjà travaillé pour la Marine et avec un grand succès

Fonderies et ateliers de construction de machines d'Hallette et Tournelle (©Archives du Pas-de-Calais).

Lorsqu'en 1828 Marc Seguin a fait venir deux machines anglaises Stephenson d'occasion, l'une des deux a été confiée aux ateliers d'Arras. Les deux constructeurs échangent et ont pu se rencontrer à Arras cette année-là. Même si Hallette n'introduira pas une innovation comme celle de Seguin, il en apprendra assez pour construire des locomotives dans ses ateliers dix ans plus tard. Le premier navire à vapeur français fut construit en 1829 avec une machine Fawcett de Liverpool et Hallette fut le premier à reproduire celle-ci dans ses ateliers⁴⁷¹. Aussi, quand il fut question d'attribuer un million de francs pour des machines à vapeur maritimes, Arago plaida pour qu'elles soient construites en France en s'exclamant à la Chambre des députés⁴⁷² le 7 mai 1834 :

Messieurs, je viens appuyer cette demande de mon vote, mais avec une condition : à

Hallette livrera cinq machines à vapeur maritimes de 160 chevaux à l'État, dont celle qui équipera le navire Météore, construit en 1833 à Rochefort.

Le navire à vapeur Météore équipé d'une machine Hallette (©Musée de la Marine à Rochefort).

Les deux voisins et amis, Clapeyron et Hallette, ont pu s'entretenir sur les chemins de fer atmosphériques (lettre du 9 juin 1833). En tous les cas, Hallette déposera un brevet le 6 mars 1844 pour un « système de tube propulseur à fermeture hermétique », dont la fermeture horizontale consiste en deux boyaux gonflés d'air, appelés « lèvres », qui sont logés dans les cavités supérieures du tube de propulsion et qui permettent à la tige de connexion de franchir l'étendue du tube sans laisser passer l'air⁴⁷³. Ses ateliers étaient assez vastes⁴⁷⁴ pour construire un spécimen muni d'un tube de 26,85 m sur des rails de 122,43 m, mais ceci restait insuffisant pour expérimenter valablement le système.

471. [Callite, 1991].

472. [Abeguilé-Petit, 2007].

473. [Armengaud, 1848, 125].

474. [Armengaud, 1848, 129].

*L'appareil de propulsion atmosphérique de Hallette
(dans l'ouvrage cité en note 473).*

En août 1844, un projet de loi attribua 1 800 000 francs pour financer un essai de chemin de fer atmosphérique, ce qui pouvait intéresser le chemin de Saint-Germain. Parmi les systèmes proposés à l'époque⁴⁷⁵, le choix devait finalement se porter sur celui des anglais Samuel Clegg et Samuda frères ou bien sur celui de Hallette. Les discussions à la Chambre des députés furent compliquées car les deux systèmes ne jouaient pas à égalité, le second étant expérimenté sur une longueur de rail fort courte par rapport au premier⁴⁷⁶. Hallette devait exécuter certaines expériences à ses frais, et la Compagnie de Saint-Germain proposa d'aider en expérimentant son système à condition « qu'il soit digne d'expérimentation ». Face à ce cercle vicieux, le système anglais fut choisi et construit par Eugène Flachet⁴⁷⁷. Mais les ateliers d'Hallette construisirent les machines à vapeur horizontales servant de moteur aux pompes pneumatiques du chemin de Saint-Germain conçues par Eugène Flachet⁴⁷⁸. Hallette ne fut pas témoin de toute la gloire de son ami Clapeyron car il meurt en 1846.

À Arras, Clapeyron bénéficie des réseaux de sociabilité de son voisin et ami, qui est membre du conseil municipal, du conseil général du Pas-de-Calais et de l'Académie des sciences, lettres et art d'Arras depuis 1817. Clapeyron sera élu à dans cette Académie en 1835, où il a pu rencontrer Ernest Lamarle, qu'il mentionne dans la lettre. Né en 1806 à Calais, Lamarle est entré à l'École polytechnique en 1825 puis à l'École des ponts et chaussées en 1827 avant d'être nommé ingénieur de 2^e classe à Arras en 1832. Clapeyron écrit « qu'il est du mouvement », en référence au mouvement saint-simonien car il est correspondant du *Globe* dans le Pas-de-Calais. Lamarle sera appelé comme professeur à l'université de Gand⁴⁷⁹ en 1838. Il reste connu pour ses écrits sur le calcul différentiel et son enseignement, ainsi que sur la métaphysique, deux sujets très discutés à l'époque⁴⁸⁰.

Clapeyron est pris par de nombreuses tâches domestiques, mais il a le temps de « s'occuper du travail de Didot ». De quoi peut-il s'agir ? Le nom de Didot n'évoque pas celui

475. [Armengaud, 1848, 70-194].

476. [Pereire, 1920, 471-669]

477. [Armengaud, 1848, 145-153].

478. [Armengaud, 1848, 169-194].

479. [Mansion, 1913, 87].

480. [Renaud, 2017, 256-257].

d'un auteur ayant écrit sur les machines à vapeur, mais celui d'un éditeur d'ouvrages scientifiques. Nous avons donc recherché un ouvrage sur ce sujet publié chez cet éditeur à cette époque. Nous en avons trouvé trois, tous chez Jules Didot l'aîné, dont l'auteur unique est Jozef Maria Hoëné-Wronski. Le plus récent, publié en 1834, est *Nouveaux systèmes de machines à vapeur fondés sur la découverte des vraies lois des forces mécaniques*. Wronski est un mathématicien et philosophe d'origine polonaise et naturalisé français. Arrivé à Paris en 1810, il se fait connaître par la publication de son *Introduction à la philosophie mathématique et technie de l'algorithmie* en 1811, qui reçoit un accueil mitigé, par sa critique contre Lagrange et par ses disputes avec l'Académie des sciences. Il séjourne trois ans en Angleterre de 1819 à 1822, où il a pu se préoccuper de l'industrie naissante. Clapeyron et Lamé se sont-ils intéressés à des écrits guère académiques qu'ils désignent par leur éditeur plutôt que par leur auteur ? Ses premiers écrits pouvaient leur être connus, comme ce fut le cas pour le saint-simonien Hippolyte Margerin, entré à l'École polytechnique un an après Clapeyron, qui a trouvé dans deux ouvrages de Wronski une inspiration pour sa

« Dissertation philosophique sur les mathématiques »⁴⁸¹. Deux propos de Wronski pouvaient plaire au binôme, la recherche de principes généraux et l'alliance entre la science et la technique. Clapeyron a pu lire⁴⁸² dans l'ouvrage de 1834 :

Ce peu de mots suffiront sans doute pour que l'on n'oppose plus la pratique à la théorie, comme on l'a fait jusqu'à ce jour, dans l'ignorance où l'on est demeuré de la vraie philosophie des sciences. [...] On voit, de plus, par le peu que nous venons de dire, que cette nouvelle branche des sciences, leur *TECHNIE*, est proprement la science de la pratique, ou du moins la direction scientifique de l'art, sans laquelle, comme nous l'avons remarqué, l'art demeure aveugle, c'est-à-dire incapable d'aucun progrès méthodique et réel, comme nous en avons un exemple dans l'art des machines à vapeur, qui nous occupe ici spécialement.

Clapeyron indique qu'il en est aux bateaux à vapeur, auxquels il s'est intéressé dès 1820 (Partie I) et dont il est en effet question dans l'ouvrage de Wronski.

481. [Picon, 2002, 185-186].

482. [Wronski, 1834, 3].

La lettre

Arras, 3 décembre 1834

Mon cher Lamé, voilà bien des événements survenus depuis que nous nous sommes quittés. Cette année a été féconde, la perte de mon pauvre père et la naissance d'un enfant; avant cela, un mariage, un changement dans ma position, de longs et pénibles voyages, des émotions fortes de toute nature.

Sans cesse, sous l'empire de nouveaux faits, je n'ai pas vraiment eu le temps de me recueillir, d'apprécier ma position et de faire l'inventaire du bien et du mal, aussi bien ne vaut-il pas autant vivre au jour le jour, préparer l'avenir pour le mieux et ne pas récriminer le passé?

Je veux pourtant te parler un peu de ma nouvelle situation. Je suis installé dans un assez joli logement, quoiqu'un peu trop voisin de mon ami M. Hallette qui m'enfume et m'étourdit; cependant, il faut convenir qu'on se fait au bruit peu à peu et que pendant l'hiver, au moins en se calfeutrante assez bien, la fumée a quelque peine à pénétrer.

J'ai fait encore peu de connaissances au moment où j'allais faire des visites, la nouvelle de la mort de mon pauvre père est venue me confiner chez moi, je vois cependant quelque peu un petit nombre de personnes, entre autres M. Hallette, le fabricant de machines à vapeur, homme fort intéressant, plein d'activité et d'invention, et le préfet du département, avec lequel, sans être lié, j'entretiens au moins des relations agréables.

Lamarle, l'ingénieur ordinaire des ponts et chaussées, et un capitaine du génie sont encore des personnes que je vois de temps en temps; l'un est du mouvement, l'autre est légitimiste; je me suis trouvé l'autre jour entre eux lors d'une discussion politique; il y a longtemps que j'en avais perdu l'habitude.

Ma mère aura dû t'apprendre la naissance de mon premier né. Mélanie était mieux depuis quelques jours après avoir payé par quelques jours de souffrance l'imprudent mais nécessaire voyage que nous venions d'entreprendre. Depuis huit jours, elle mangeait et dormait fort bien; enfin, le 30 novembre, à 5 heures du matin, elle éprouva les premières douleurs; à huit heures du soir, le travail définitif commençait, il ne se termina qu'à 1 heure 1/2, elle me donna un gros et énorme garçon, les yeux grands ouverts et la tête couverte d'une épaisse perruque, c'est une espèce de Gargantua. Mélanie a beaucoup souffert hier de sa fièvre; de là, elle a battu la campagne et était aigre comme verjus après avoir été pendant son accouchement douce comme un mouton; quoiqu'un peu timorée, elle est actuellement très calme, quoiqu'encore fiévreuse et ayant des crampes de temps à autre. Quant à moi, je passe mon temps à la soigner et surtout à maintenir l'ordre entre une cuisinière, une nourrice et un garde-malade. Pendant mes temps perdus, je commence à m'occuper du travail de Didot. J'en suis pour le moment aux bateaux à vapeur dont la théorie admise jusqu'ici cloche sur un point que je tâche à réformer. Adieu mon cher ami, tous ces longs détails que je t'écris sont aussi pour ta chère Fortunée et pour Joséphine que j'embrasse toutes deux de toute mon âme. Je vous remercie tous et toutes de la part que vous avez prise dans notre deuil. Va voir Pereire et dis-moi, je te prie en grâce, où en est notre affaire de S^t Germain. Tout à toi. Ma sœur vous dit mille choses.

E. Clapeyron

29. La lettre de Clapeyron à Lamé du samedi 13 décembre 1834

Introduction

Clapeyron a reçu « le complément du sacrement du mariage », sans doute à la suite de la naissance de son fils. Mélanie qui a été reconnue tardivement par son père Bazaine a pu souhaiter ce complément, ou bien l'état grave de sa santé a pu l'inciter.

Il revient sur ses expériences effectuées à Saint-Étienne dans les derniers temps de son séjour en demandant à Lamé s'il conviendrait qu'il « fasse un mémoire à l'Institut sur mes expériences au sujet des chemins de fer ». En 1842, il présentera un « Mémoire sur le règlement des tiroirs dans les machines à vapeur », examiné par Poncelet et Coriolis, où il expose ce qui est appelé aujourd'hui le « système de détente Clapeyron ». Il explique que l'idée de produire une « détente » dans la distribution de la vapeur est reconnue « depuis longtemps », mais qu'elle était produite dans une faible proportion⁴⁸³ :

Le but de l'auteur est de développer l'importance de cette dernière circonstance, regardée, jusque ces derniers temps, comme tout à fait secondaire, et dont on n'avait tiré aucun parti faute de pousser assez loin l'expansion de la vapeur; il fait voir que, par de simples modifications de l'appareil ordinaire, on peut satisfaire aux trois conditions suivantes :

- 1°. Que l'introduction de la vapeur précède la fin de la course du piston d'une quantité donnée;
- 2°. Que l'évacuation de la vapeur précède la fin de la course du piston d'une quantité plus grande aussi déterminée;
- 3°. Que la détente de la vapeur commence en un point donné de la course du piston.

Il indique une construction géométrique à l'aide de laquelle on détermine d'une

manière très-simple les dimensions du tiroir et la position de l'excentrique qui satisfont à cette triple condition.

Les « simples modifications » à apporter concernent à la fois la théorie de la dilatation des gaz et la technique.

Dans un « appareil ordinaire », la vapeur agit alternativement dans un cylindre sur une face et sur l'autre d'un piston mobile pour provoquer un mouvement de va-et-vient de ce piston. La vapeur agit d'abord sur l'une des faces du piston, qui se trouve poussé vers l'extrémité opposée. À ce moment, la vapeur doit pénétrer de l'autre côté et exercer son action sur l'autre face du piston. Pour que cette action soit possible, il est nécessaire de se débarrasser de la vapeur qui vient d'agir en sens inverse, en faisant sortir cette vapeur à l'extérieur du cylindre. L'espace dans lequel elle pénètre est l'air libre ou un vase maintenu à une basse température par un jet continu d'eau froide. Sur la figure⁴⁸⁴, a et a' sont les deux « lumières d'admission », c'est-à-dire les deux ouvertures par lesquelles la vapeur arrive alternativement et agit sur l'une et l'autre faces du piston. Une troisième ouverture E , appelée « lumière d'échappement », sert à faire échapper la vapeur quand elle a produit son effet. La vapeur se répand à l'extérieur par le tuyau C .

La distribution de la vapeur s'opère grâce au fonctionnement dans la « boîte à vapeur » BB d'une boîte ouverte par une face qu'on nomme le « tiroir ». Ce tiroir s'applique par sa face ouverte contre le plan où débouchent extérieurement les trois lumières. La vapeur amenée de la chaudière par le tuyau V afflue librement dans l'espace BB , alors que la

483. [Clapeyron, 1842, 632-633].

484. [Guillemin, 1874, 421]

cavité interne du tiroir, est toujours fermée à la vapeur affluente, tandis qu'elle communique constamment avec le tuyau d'échappement, et aussi avec l'un puis avec l'autre des conduits d'admission du cylindre. Le mouvement alternatif du tiroir, produit par la machine par l'intermédiaire d'une tige, passe par quatre phases successives⁴⁸⁵. Dans les allées et venues du piston, les deux lumières du cylindre sont supposées avoir la même largeur que les bandes pleines du tiroir, de sorte que ces lumières se trouvent tantôt entièrement recouvertes, tantôt entièrement libres. Par conséquent, la vapeur de la chaudière afflue à pleine pression sur chaque face du piston pendant toute la durée de la course de celui-ci: la vapeur « travaille à pleine pression ».

*Coupe avec à droite le cylindre et le piston et à gauche la boîte à vapeur et le tiroir
(dans l'ouvrage cité en note 484).*

Les quatre phases successives du piston et du tiroir (dans l'ouvrage cité en note 484).

James Watt, avait indiqué qu'il y aurait un double avantage à ne donner accès à la vapeur de chaque côté du cylindre que pendant une partie seulement de la course du piston, en obtenant, d'une part, une plus grande régularité dans le mouvement et, d'autre part, une notable économie de vapeur, et donc de combustible. La vapeur, introduite, par exemple pendant le premier tiers seulement de la course du piston, continue d'agir sur

celui-ci; mais comme l'espace qu'elle occupe ensuite va en augmentant jusqu'à la fin, elle agit en se dilatant comme un ressort qui se détend, de sorte que sa force diminue jusqu'à la fin de la course du piston. On dit que « la vapeur travaille avec détente ».

Clapeyron est parvenu à obtenir un système de détente à l'aide d'une simple modification du tiroir, celle de la largeur des bandes pleines

485. [Guillemin, 1874, 422]

du tiroir qui recouvrent les lumières. Au lieu de donner à cette largeur la même dimension que celle de chaque lumière, il la fait plus grande en introduisant les rebords *ab*, *a'b'*, *cd*, *c'd'*, extérieurs et intérieurs, qui servent à diminuer la durée de l'admission de la vapeur dans le cylindre par chacune des deux lumières qu'ils doivent alternativement recouvrir.

*Le système de détente de Clapeyron
(dans l'ouvrage cité en note 484).*

Sans rentrer dans les détails techniques, Amédée Guillemin explique le mouvement du tiroir à détente de Clapeyron et le mode d'action de la vapeur en expliquant que chaque introduction de la vapeur dans le cylindre donne lieu à quatre périodes successives⁴⁸⁶:

Dans la première période, il y a admission de la vapeur, qui travaille pendant ce temps à pleine pression, c'est-à-dire avec la pression de la chaudière; après quoi la lumière d'admission se ferme.

Dans la seconde période, il y a détente de la vapeur admise, qui alors travaille avec une force décroissante jusqu'au moment où la lumière s'ouvre à l'échappement.

L'échappement caractérise donc la troisième période; mais comme, par le fait du recouvrement, l'échappement cesse avant que le piston ait atteint le fond du cylindre, il y reste une certaine quantité de vapeur que le piston refoule et comprime un peu avant le début de la période nouvelle d'admission.

De là, la *période de compression*, qui termine le cycle des mouvements alternatifs du tiroir, et ramène le piston à la même position initiale.

Ce système sera utilisé dans le matériel des chemins de fer de Saint-Germain et de Versailles (rive droite), le nombre des locomotives ainsi modifiées sera de treize en 1844. Avant ce perfectionnement, les locomotives du chemin de fer de Versailles (rive droite) ne pouvaient franchir la rampe de 1/200 de 18 km du parcours total qu'avec un convoi de huit wagons. Mais, les mêmes machines modifiées, sans consommer une plus grande quantité de vapeur, conservaient la vitesse normale de 40 km à l'heure, en tête d'un convoi de douze wagons, soit un poids total de 75 tonnes, et cela sur une rampe ascendante que son inclinaison et surtout sa longueur rendaient très difficile⁴⁸⁷. À partir de 1842, le système de « détente fixe » de Clapeyron sera introduit dans la plupart des ateliers de construction ou de réparation de locomotives.

La recherche d'un bon système de détente est l'un des propos de Wronski dans l'ouvrage de 1834, dont nous avons fait l'hypothèse que Clapeyron l'avait étudié à cette époque (lettre du 3 décembre 1834). En effet, cet auteur insiste sur l'importance de concevoir ce qu'il appelle des « machines à vapeur par réaction », qui utilisent la force expansive des fluides élastiques⁴⁸⁸:

Ces puissantes machines à réaction, en ayant égard surtout à leurs résultats immenses et incomparables avec tout ce que l'on a pu obtenir jusqu'à ce jour par des machines à vapeur, constituent incontestablement une grande réforme dans l'art de ces modernes machines, réforme dont les conséquences industrielles sont incalculables.

486. [Guillemin, 1874, 426].

487. [Burat, 1844, 35].

488. [Wronski, 1834, 8].

La lettre

Arras, 13 Décembre 1834

J'ai reçu ces jours-ci, mon cher Lamé, le complément du sacrement du mariage, me voilà père d'un gros garçon, la cuisine de tout cela n'est pas toute couleur de rose ; je t'ai écrit dans un moment de joie, j'ai eu depuis de vives angoisses. Mélanie a été à la mort, elle a éprouvé d'horribles souffrances ; elle paraît actuellement hors de danger, et le médecin ne prévoit aucune circonstance qui puisse venir anéantir les espérances qu'il nous permet de concevoir. Mme Bazaine vous racontera tout cela. Elle m'a rendu un service d'amie.

Ma femme n'a plus qu'une excessive faiblesse, elle peut à peine se mouvoir dans son lit, sa maigreur est extrême et ses pauvres membres gisant depuis si longtemps dans son lit de douleur sont en quelques endroits meurtris et écorchés. Du reste, elle a été soignée comme une reine et elle surnage enfin.

Quant au petit polisson, c'est une espèce de Pantagruel qui est venu les yeux ouverts avec une perruque bien fournie et qui serait capable un de ces jours d'en compter à sa nourrice.

Je te félicite bien sincèrement, mon cher ami, de cette bonne aubaine, te voilà de nouveau sur ta bête, la voilà au petit trot ; avec le temps, elle ira bon train.

Tiens-moi au courant de l'affaire du chemin de fer, prends connaissance du cahier des charges, et dis à ces Messieurs de ne pas prendre de décision importante avant de m'avoir prévenu. Envoie-moi par exemple les clauses principales, ainsi que le tarif, tant pour les marchandises que pour les voyageurs.

Quel est donc l'ouvrage dont Pereire a rendu compte dans ce N° du National, je n'en ai pas eu connaissance.

Donne-moi un conseil sur un point : convient-il que je fasse un mémoire à l'Institut sur mes expériences au sujet des chemins de fer ? Cause de cela avec Navier comme venant de toi quand [effacé] verras aux machines à vapeur. Donne-lui un exemplaire de mon mémoire sur la force mécanique de la chaleur, ainsi qu'à Combes, à Coriolis, aux Flachats, et à d'autres que tu imagineras, à Liouville, etc. Adieu mon cher ami, mille choses tendres à ta femme et à ta belle-sœur et à toutes vos dames.

Ton dévoué *E. Clapeyron*

30. La lettre de Clapeyron à Lamé du mardi 20 janvier 1835

Introduction

La vie familiale de Clapeyron connaissant des moments difficiles, il ne répond que deux semaines après la réception de la lettre de son ami. Ses mots vont d'abord à « l'affaire de Saint-Germain ». Il orthographe mal le nom du banquier, mais, en effet, Louis d'Eichthal s'est engagé dans le financement du chemin de fer. Il est question de la recherche de fonds dès les lettres du 3 février et du 3 mars 1833, mais aucun nom d'actionnaire n'a été indiqué jusque-là. Clapeyron en saura plus seulement au mois de mai.

La lettre mentionne un demi-traitement que devrait recevoir Lamé. S'agit-il de la demi-solde perçue par Lamé comme ingénieur des Mines, qui n'aurait pas été versée ? S'agit-il d'une rétribution correspondant à une fonction de codirection du chemin de fer de

Saint-Germain, puisque les choses sont prévues ainsi par les deux amis dans la correspondance antérieure ?

Clapeyron indique qu'il prépare deux mémoires : l'un sur ses expériences (lettre du 13 décembre 1834) et l'autre sur la théorie des bateaux à vapeur (lettre du 3 décembre 1834). Plus que ces deux mémoires consacrés à des machines, la lecture du mémoire de Lamé sur le fluide éthéré lui permettrait de « se remettre à l'*x* qu'il a fort négligé ». La lettre *x* désigne les calculs de l'analyse mathématique, sur laquelle repose le travail actuel de son ami (lettre du 11 mai 1834). Cette expression amusante, triste ou ironique, dit l'écart qui s'est installé dans leurs préoccupations scientifiques.

La lettre

Arras, 20 Janvier 1835

J'ai bien tardé, mon cher Lamé, à répondre à ta lettre du 2 Janvier, j'espérais pouvoir toujours t'annoncer quelque chose de nouveau sur la santé de ma femme, malheureusement les jours, les mois se passent et ses souffrances semblent s'accroître sans cesse, une tumeur s'est déclarée au bras, elle a été percée, la douleur a beaucoup diminué et les mouvements sont devenus plus libres, mais depuis 3 semaines, il reste encore des grosseurs, des duretés, une espèce d'érysipèle. Une seconde tumeur s'est formée à la jambe, celle-ci est énorme, elle occupe tout le mollet, elle n'est pas encore mûre et elle lui fait déjà souffrir d'atroces douleurs ; chaque mouvement qu'elle fait ou qu'on fait autour d'elle répond à ce foyer d'irritation et lui fait jeter les hauts cris.

Juge d'après cela de la vie que nous menons tous ici, c'est à se désespérer.

Faut-il décidément renoncer à nos chemins de fer ? Donne-moi quelques détails, qu'est ce qui a fait changer d'avis Dechthal [sic] ? Je ne comprends pas que Pereire, depuis si longtemps, n'ait encore rien pu fonder de stable lorsque d'autres paraissent avoir réussi auprès des hommes à argent.

Tu peux penser qu'au milieu de toutes ces douleurs, j'ai bien peu l'esprit au travail, cependant je vais préparer deux mémoires ; le premier selon ton conseil relatif aux expériences sur les chemins de fer, le second sur la théorie de bateaux à vapeur qui était absurde et que je crois avoir réformée.

Quand comptes-tu venir à Arras ? Il faudrait que ce fût avant le mois d'avril, époque à laquelle je dois me mettre en tournée pour deux mois environ. En attendant, il paraît probable que j'irai d'ici à quelque temps faire une apparition à Paris pour régler quelques affaires.

Je suis bien aise de ce que tu me dis de Combes, à propos de tout ceci, lui as-tu donné un exemplaire de mon travail sur la puissance motrice de la chaleur, en as-tu donné aux autres personnes que je t'avais indiquées. J'attends avec impatience ton mémoire sur l'éther, j'en aurai besoin pour me remettre un peu à l'x que j'ai [fort] négligé depuis quelque temps.

J'oubliais de te dire que quand tu viendras à Arras, j'aurai à ta disposition une chambre et un lit chez moi. Tu m'affliges avec tes cris de misère, il est bien évident cependant que quand ton demi-traitement t'arriveras, tu seras de nouveau à flot ; d'ailleurs l'idée d'un avenir meilleur qui me paraît assuré pour toi doit te donner courage. Adieu, mon cher ami, dis mille choses tendres de nos parts à tous à ta bonne Fortunée, à tes enfants et à Joséphine, enfin à tous les amis. Tout à toi.

E. Clapeyron

31. La lettre de Clapeyron à Lamé du vendredi 20 février 1835

Introduction

Clapeyron, maintenant rassuré sur l'état de santé de sa femme, entretient son ami sur la vie sociale à Arras, qu'il apprécie beaucoup après celle moins agréable de Saint-Étienne. Il ne fréquente pas les bals et les fêtes car il porte le deuil de son père. Il doit sans doute à son ami et voisin Hallette, que l'on soit « fort bon » pour lui « dans la maison du préfet ». Celui-ci est membre de la Chambre de commerce, élu au conseil municipal dès 1828 et membre du Conseil général du Pas-de-Calais⁴⁸⁹ depuis 1833 (lettre du 3 décembre 1833).

Du côté professionnel, les tâches administratives sont ennuyeuses, mais Clapeyron aura à accomplir quatre mois de tournées dans les mines. L'occasion de travailler sur une entreprise particulière va se présenter à lui, probablement par l'entremise de Hallette. En effet,

celui-ci s'intéresse à l'exploitation des mines et, dès 1826, il s'occupe d'un terrain proche d'Arras, à Monchy-le-Preux, où du minerai de fer a été découvert⁴⁹⁰. D'après un rapport de 1835 au préfet du Conseil général du Pas-de-Calais, Clapeyron est chargé d'établir l'utilité d'entreprendre des recherches minières dans le département en vue de créer des exploitations de houille. Il propose de reprendre la fosse de Monchy-le-Preux, qui avait été ouverte en 1806, et où, d'après lui, on arriverait à des résultats avec une dépense de 250 000 Fr. Il propose donc au Conseil général de voter une faible somme pour frais de publication et d'organisation d'une souscription⁴⁹¹. Vuillemin écrira en 1883 que « le conseil de l'ingénieur des Mines du département exerça sans doute une grande influence sur l'idée qu'eurent des capitalistes qui constituèrent la Compagnie d'Artois »⁴⁹².

Un ingénieur dans une mine (au milieu) dessin de J. Férat⁴⁹³.

489. [Callite, 1991, 615].

490. [Callite, 1991, 616].

491. [Vuillemin, 1883, 73-74].

492. [Vuillemin, 1883, 83].

493. [Zola, 1885, 41].

En 1899, Léonce Alayrac, ancien élève de l'École des Mineurs de Saint-Étienne et ingénieur civil narre la suite dans les *Mémoires de l'Académie des sciences, lettres et arts d'Arras*⁴⁹⁴ :

La fosse de Monchy-le-Preux fut reprise en 1837 par la Compagnie de l'Artois sur les invitations de M. l'ingénieur des Mines Clapeyron. Après l'installation des engins on put pénétrer dans les travaux et faire l'étude minéralogique des échantillons. À ce moment on vit les opinions se contredire : si celle plus ancienne des ingénieurs de Bonnard et Garnier était favorable à la poursuite des entreprises, MM. les ingénieurs Fournet, d'Aniche et Du Souich d'Arras, déclarèrent que les couches rencontrées – si elles avaient l'apparence de terrain houiller – ne pouvaient en tous cas se rapporter qu'à l'enveloppe inférieure de ce terrain ! Sans plus attendre, la Société entra en liquidation après avoir dépensé 350,000 Fr.

Ajoutons que Hallette participera à la fondation de la Société départementale des mines de houille dans le Pas-de-Calais en 1837 et il sera alors désigné membre d'un jury spécial, chargé de régler les indemnités en matière d'expropriation pour cause d'utilité publique.

Du côté de l'affaire de Saint-Germain, Clapeyron est inquiet d'apprendre que, contrairement à ce qui avait été prévu par eux, les deux amis ne seront pas avec Pereire dans la liste des concessionnaires du chemin de fer de Paris à Saint-Germain. Une raison donnée est que, sinon, il faudrait encore y ajouter les Flachet, mais pour Clapeyron, elle ne tient pas. Une autre raison donnée est qu'ils seront par ailleurs salariés de la Compagnie, mais elle ne tient pas non plus pour lui, car Beaunier était à la fois concessionnaire et salarié du chemin de fer d'Andrézieux. Clapeyron craint, encore une fois, que l'on veuille les « éliminer » (lettre du 20 juin 1833). Il trouve étrange que Pereire ne lui écrive pas à ce sujet. Nous reviendrons sur la question des concessionnaires une fois que Clapeyron aura reçu un courrier de Pereire (lettre du 11 mars 1835).

494. [Alayrac, 1899, 126].

La lettre

Arras, 20 février 1835

La santé de ma femme, mon cher Lamé, commence à se consolider, j'ai même lieu d'espérer que cette longue crise par laquelle elle a passé aura pour effet de fortifier son tempérament, ces deux dépôts au bras et à la jambe renfermaient sans doute quelque principe morbide dont la nature se sera ainsi débarrassée; pendant longtemps, mon inquiétude a été cruelle; j'ai pu craindre qu'elle ne fut privée de l'usage de sa jambe pour le reste de ses jours; cette appréhension n'a plus de motif aujourd'hui quoiqu'elle ne puisse faire encore usage de sa jambe. Mon petit garçon est charmant et très bon enfant, maintenant que sa nourrice est guérie d'un mal au sein qu'elle a gardé deux mois; le marmot qui n'a jamais été bruyant ne crie plus du tout, il boit, mange de tout et pousse comme un champignon.

Arras est une bonne et ordinaire ville de province, j'y ai déjà quelques relations agréables. On est fort bon pour moi dans la maison du préfet, ma sœur dit pis que pendre de la ville, mais j'ai lieu de croire qu'elle finira par s'humaniser, je lui [ai] déjà fait faire quelques connaissances agréables. Ce n'est dans la ville que bals et fêtes auxquels je prends modérément part, en raison de mon état de deuil.

Mes occupations administratives n'ont rien de bien difficiles, mais elles sont ennuyeuses et assujettissantes, j'aurai à faire chaque année près de 4 mois de tournées. Quant à des entreprises particulières, il peut se faire que quelque occasion se présente à cet égard, mais je suis depuis trop peu de temps dans le pays pour qu'il me soit permis d'avoir à cet égard une opinion fondée. Je tâche actuellement d'organiser une distribution d'eau à domicile dans la ville d'Arras.

Tu me donnes des nouvelles fort importantes au sujet de notre chemin de fer de St Germain, cependant c'est, je t'avoue avec quelque répugnance, que je vois qu'on veut rendre nos noms tout à fait étrangers à l'acte de concession; dire que c'est afin que le nom Flachat ne s'y trouve pas est une mauvaise raison puisque, dans les actes consommés jusqu'ici, il ne se trouve pas davantage, quoique les nôtres y soient. Quant à notre qualité de salariés qui nous rendaient impropres à être nommés concessionnaires, comment se fait-il que ce soit aujourd'hui seulement qu'on élève cette objection? Ceci ressemble vraiment à un plan arrêté de nous éliminer de l'affaire. Je trouve singulier que Pereire ne m'écrive pas à ce sujet. Il me paraît assez important pour que tu demandes une audience à M. Legrand pour savoir de lui si effectivement il tient à ce que nous soyons, au moins officiellement, étrangers à l'acte de concession, et par quel motif puisque jusqu'ici aucune objection n'a été levée à [cet] égard. M. Beaunier n'était-il pas concessionnaire du chemin de fer d'Andrésieux. Quant à la direction des travaux, je suis l'avis de ces Messieurs, il est indispensable que la direction s'occupe exclusivement de l'affaire et soit constamment sur les lieux, parle dans ce sens à Pereire. Si tu ne veux pas aller chez M. Legrand, dis-le moi, je lui écrirai plus tôt. Je te prie instamment de me tenir au courant de ce qui se fait et de ne laisser faire aucun acte vis-à-vis de l'administration auquel tu ne prennes part. Les enquêtes ont été faites en nos trois noms; il faut que le reste de l'affaire au moins vis-à-vis de l'administration se fasse aussi en nos trois noms, à moins qu'il n'intervienne un acte officiel de notre renonciation qui figure dans le dossier; et dans ce cas, il serait nécessaire de faire un acte particulier rétablissant nos droits. Soigne cette affaire je te prie et pour toi et pour moi, et réponds-moi vite à ce sujet. Quant à la direction des travaux, je demanderai un congé et à être remplacé provisoirement seulement à Arras. Adieu, mon cher ami, fais mes amitiés à ta femme, ta belle-sœur, et tous les tiens. Ton ami

E. Clapeyron

32. La lettre de Clapeyron à Lamé du mercredi 11 mars 1835

Introduction

Lamé a gardé en sa possession, sans la transmettre, une lettre de Pereire à Clapeyron, et ce dernier l'apprend par Pereire, après s'être adressé directement à celui-ci. Il est difficile d'interpréter la négligence de Lamé, surtout face à l'impatience de son ami et à l'urgence de l'affaire. En effet, les différents points qui doivent être abordés dans le cahier des charges sont à discuter entre les trois protagonistes, sans compter les deux frères Flachet. L'un de ces points concerne la désignation du concessionnaire du chemin de fer. Dans sa lettre précédente, à laquelle Lamé n'a pas répondu, Clapeyron s'est montré très inquiet après avoir appris que ni lui ni Lamé ne pourrait y prétendre (lettre du 20 février 1835).

La concession du chemin de fer de Paris à Saint-Germain est la septième qui sera consentie⁴⁹⁵. Nous donnons dans le tableau ci-dessous, les dates et les caractéristiques des chemins de fer précédents, pour relever que le contexte du nouveau chemin de fer est bien différent de ceux relatifs aux précédentes concessions attribuées. Les précédents chemins de fer ont été d'abord prévus pour le transport de minerais et ils ne sont pas urbains, à l'exception du chemin de Montbrison à Montrond, dont le projet a nécessité de légiférer (lettre du 5 mai 1833) et de préciser les données du cahier des charges. Pour la première fois aussi, la concession n'était pas été accordée de manière perpétuelle, mais pour 99 ans (lettre du 5 mai 1833).

Chemin de fer	Date de la concession	Mode de traction initial	Transport initial prévu	Date de l'ouverture
Saint-Étienne à Andrézieux	1823	Traction par chevaux	Minerais	1827
Saint-Étienne à Lyon	1826	Machines à vapeur et traction par chevaux	Minerais	1830-1832
Montbrison à Montrond	1833	Traction par chevaux et chemin sur route	Voyageurs	
Andrézieux à Roanne	1828	Machines fixes à treuils et machines à vapeur	Minerais	1832-1834
Mines d'Épinac au canal de Bourgogne	1830	Machines fixes à treuils et traction par chevaux	Charbons	après 1835
Alès à Beaucaire	1833	Machines fixes à treuils et machines à vapeur	Charbons	après 1835

Le projet de chemin de Paris à Saint-Germain est nouveau parce qu'il concerne la capitale, qu'il est destiné d'abord au transport de voyageurs et qu'il doit fonctionner uniquement avec des machines à vapeur. Les pouvoirs, représentés par Thiers, se doivent de légiférer pour ces raisons et parce que le protocole mis en place à cette occasion servira, d'une certaine façon, de modèle pour les chemins de fer parisiens suivants. Pour Legrand et pour Émile Pereire, avec lequel il coopère,

ce chemin peut être considéré comme « un essai, une école, un exemple didactique »⁴⁹⁶. La nouvelle mesure qui inquiète Clapeyron, celle de l'impossibilité d'être à la fois concessionnaire et salarié de la Compagnie du chemin de fer, peut s'expliquer par les difficultés techniques à résoudre, car il n'est pas question d'utiliser des chevaux ni des machines fixes à treuils équipés de cordes pour tirer les convois (lettre du 19 février 1833).

495. [Pereire, 1920, 68-69]

496. [Pereire, 1920, 3].

La lenteur des procédures administratives pour l'acceptation du projet, qui exaspère Clapeyron, s'explique par la nouveauté du projet. Elle est aussi liée aux problèmes de concurrence (lettre du 19 janvier 1834) et, tout simplement, au refus de voir se mettre en place un chemin de fer partant de la capitale, de la part de pouvoirs politiques et administratifs. Isaac Pereire évoquera cette période⁴⁹⁷ dans *La question des chemins de fer* en 1879 :

Les préjugés qui s'opposaient à l'application des machines étaient aussi vivaces en France qu'en Angleterre. En 1834, à l'École même des Ponts et Chaussées, dans un Cours de chemins de fer, on préconisait l'emploi des chevaux comme moteur, et on n'y traitait nullement des locomotives. [...]

Ce projet, qu'on voulait frapper en quelque sorte de ridicule à son origine et que l'on considérait comme n'ayant aucune chance de réussite, n'a dû sa réalisation qu'à l'indomptable énergie de son principal fondateur, M. Émile Pereire, au dévouement d'un petit nombre d'amis particuliers et à la bienveillance de M. Legrand, alors directeur des travaux publics.

Isaac Pereire vise les *Leçons faites sur les chemins de fer à l'École des ponts et chaussées en 1833-1834* de Charles-Joseph Minard (lettre du 11 février 1833). La sixième leçon

aborde les différents modes de traction en traitant en détail la traction par chevaux. La leçon suivante concerne la traction sur les plans inclinés par machines fixes à treuils, puis vient la traction par locomotive, mais les machines à vapeur ne sont pas traitées. L'auteur compare la traction par chevaux et par locomotives dans la neuvième leçon en expliquant que l'une ou l'autre doit être préférée selon qu'il s'agisse de transporter des marchandises ou des voyageurs⁴⁹⁸ :

Plusieurs ingénieurs anglais pensent que lorsque la vitesse ne dépasse pas 4 lieues à l'heure, l'emploi des chevaux est plus économique. Au-delà de cette vitesse les opinions sont divergentes, et la question sera sans doute indécise tant qu'on ne sera pas éclairé sur les véritables dépenses des locomotives de grande vitesse. [...]

C'est ce qui nous semble justifier la distinction que nous avons faite, au commencement de ces leçons, des chemins de fer destinés aux marchandises de ceux destinés aux voyageurs ; car il est évident que la vitesse utile et désirée n'est pas la même dans les deux cas ; et il paraît abusif de transporter les marchandises aussi vite que les voyageurs.

Cependant, à l'inverse de l'Anglais Babbage en 1832, Minard ne semble pas croire que l'avenir des chevaux dans les chemins de fer soit garanti (Partie II).

497. [Pereire (Isaac), 1879, 69-70].

498. [Minard, 1834, 69-70]

La lettre

Arras 11 Mars

Mon cher Lamé, tu dois avoir entre les mains depuis le 8 mars dernier une lettre de Pereire qu'il t'a envoyée pour me la faire remettre; je le sais parce qu'impatienté de ne rien recevoir de lui, ni de toi, j'ai pris le parti de lui écrire, il m'a répondu sans délai et satisfait à plusieurs des questions que je lui faisais, et ajoutait que la lettre qu'il t'avait fait remettre pour moi répondait d'avance aux autres. Si comme je n'en puis douter, tu as effectivement cette lettre, je ne puis m'expliquer le retard que tu mets à me l'envoyer, non plus que celui que tu as mis à répondre à ma dernière lettre qui traitait plusieurs points nécessitant de ta part des démarches promptes ou une réponse immédiate.

Il est probable que d'ici à quelques jours, j'irai faire à Paris un voyage incognito; j'attendais avec impatience de Pereire ou de toi les éléments d'une décision de ma part à ce sujet, il est inconcevable que tu la fasses attendre depuis un mois. Adieu, mon cher Lamé, on va assez bien ici, mille choses tendres à ta femme et aux tiens. Ton ami.

E. Clapeyron.

33. La lettre de Clapeyron à Lamé du vendredi 3 avril 1835

Introduction

Presqu'un mois s'est écoulé depuis la dernière lettre du 11 mars et Clapeyron n'a pas reçu de nouvelles du chemin de fer de Saint-Germain, à un moment où les événements se précipitent⁴⁹⁹. Clapeyron semble avoir peu d'informations. Sait-il que le cahier des charges a été signé le 20 mars par Adolphe Thiers, le ministre de l'Intérieur, Alexis Legrand, le directeur général des ponts et chaussées, Charles Dupin, comme président de la chambre des députés et Émile Pereire. En connaît-il le contenu ? Sait-il que le projet de loi de concession a été présenté à la Chambre des députés le 2 avril, c'est-à-dire la veille de cette lettre, au nom de Pereire ? Il est possible qu'il l'ait appris par les journaux, sans que son ami le lui annonce pour se réjouir avec lui des avancées du projet.

Il est aussi possible que Lamé, lui-même, ne soit pas tenu au courant des tractations entre Émile Pereire et les autres « capitalistes » et qu'il en ait moins le souci que son ami, qui n'arrive pas à « chasser l'affaire de sa pensée ». En dehors de l'annonce que d'Eichthal est entré dans l'affaire, Clapeyron ne semble pas avoir reçu de nouvelles à propos des fonds financiers attendus. Il a écrit cinq fois à ce sujet entre février et juin 1833. Maintenant, cette question devient primordiale et

la solution ne va pas de soi. Comme l'expliquera⁵⁰⁰ Isaac Pereire en 1879, les banquiers ne se décideront qu'après que le projet de loi a été voté par la chambre des députés le 6 juin 1835, peu enclins qu'ils étaient à financer « une montagne russe » :

On ne sait pas les efforts qu'il a fallu déployer pour réunir les 6 millions qui formaient le capital primitif de cette entreprise, dont l'approbation par les Chambres eut lieu en 1835. [...]

Les banquiers ne sont venus y prendre part qu'après le vote des Chambres. L'opinion publique commençait à peine à en entrevoir l'importance, et M. Thiers lui-même, ministre des Travaux publics à cette époque, ne voyait dans sa réalisation qu'une sorte de montagne russe destinée à l'amusement du public parisien.

Clapeyron brûle de venir à Paris pour les « voir tous ». Accaparé par sa vie familiale et professionnelle, il n'a pas eu le temps d'entreprendre de travaux scientifiques, dont il pourrait entretenir son ami. Il cède donc la plume à Mélanie.

499. [Compagnie du chemin de fer de Paris à Saint-Germain, 1835, 6].

500. [Pereire (Isaac), 1879, 69].

La lettre

Arras, 3 avril 1835

Il est très probable, mon cher Lamé, que nous nous verrons plutôt à Paris qu'à Arras; il y a longtemps que tu ne me parles plus de venir me voir, aussi bien il serait un peu tard, car d'ici à deux mois, je vais être dans un état complet d'agitation, je pars lundi prochain pour ma tournée que je pousserai peut-être jusqu'à Paris où je vous verrai tous; à mon retour, tu trouveras peut-être le moment de me venir voir, tu seras toujours le bienvenu.

Je suis désolé de laisser seule ma pauvre Mélanie, sans qu'elle soit complètement sur pied, ma sœur qui me quitte aujourd'hui et qui t'apportera cette lettre achèvera de rendre l'isolement complet. Elle a eu ces jours-ci sa première alerte maternelle. Arthur était maussade depuis deux jours, le 3^e il s'est réveillé de fort belle humeur avec des taches rouges sur le corps, on dit que c'est la rougeole, c'est possible mais jamais il ne s'est mieux porté, le 4^{ème} jour tout avait disparu.

Je t'en veux beaucoup de me laisser si fort dans l'ignorance de ce qui se trame pour notre chemin de fer, mais il est convenu que tu es incorrigible sur ce point, je me préoccupe beaucoup de [cette] affaire, malgré tous mes efforts pour la chasser de ma pensée.

Je n'ai presque rien fait cet hiver pour la science, mes préoccupations maritales et mes nouveaux devoirs m'ont trop absorbé pour cela. Adieu, mon cher ami, mille choses à ta femme, je cède la plume à Mélanie qui lui veut écrire. Adieu, ton ami.

E. Clapeyron.

Il y a un siècle, ma bonne Madame Lamé, que je voulais vous écrire quelques mots, non pas pour vous parler de toutes mes douleurs, car vous en avez été instruite, mais pour vous remercier de l'intérêt que vous y avez pris. Je sais que vous m'avez écrit quelques lignes à une époque où je n'avais pas d'yeux pour les lire, ni de mains pour y répondre, mais si je n'ai pu vous en remercier plus tôt, je ne vous en ai pas moins su gré dans mon cœur car j'ai bien souvent pensé à vous.

Que de choses me sont arrivées depuis que nous ne nous sommes vues, chère Madame, que de joies et que de peines. J'ai acheté un peu cher le bonheur d'être mère, mais j'en suis bien dédommagée par mon petit garçon qui est charmant et qui jusqu'alors a joui d'une excellente santé.

Il vient de me causer ma première inquiétude maternelle, il a eu une petite rougeole; aujourd'hui elle est effacée et il a repris toute sa belle humeur. Ce cher enfant sera ma consolation pendant l'absence de son père qui va me quitter pour peut-être longtemps. Vous comprenez sans que je vous dise toute la peine que va me causer cette séparation. J'en ai en le cœur d'avance horriblement appréhété. Je ne suis pas encore délivrée de toutes douleurs, je souffre à présent beaucoup des dents et des maux d'oreille; plus que toute autre vous pourrez me plaindre, car vous avez fait une dure expérience avec ces sortes de misère. Adieu, chère bonne Dame, rappelez-vous que je vous aime et veuillez en retour me donner une petite part de votre bonne amitié à laquelle j'attache tant de prix. Votre toute dévouée.

Mélanie Clapeyron

Je vous embrasse ainsi que votre bonne Marie.

34. La lettre de Clapeyron à Lamé du vendredi 22 mai 1835

Introduction

Dans les années 1830-1840, le département du Pas-de-Calais est pris d'une fièvre houillère et les recherches sont nombreuses (lettre du 6 juillet 1834). Clapeyron, en tant qu'ingénieur des Mines, est appelé ici et là pour approuver ou non les demandes de concession⁵⁰¹ :

À l'époque de la fièvre houillère, diverses autres demandes de concession sont adressées au gouvernement. [...]

Ainsi, en 1834, l'Ingénieur des Mines envoie au Préfet du Nord un projet d'affiches pour une demande de concession dans le canton de Saint-Amand, formée par les sieurs Champon, Bris, Bracuet et Cie.

Sa lettre a été écrite à Guines, près de Calais, où il a pu trouver *Le National* et obtenir des nouvelles de l'affaire du chemin de fer de Paris à Saint-Germain. Le numéro daté du 3 avril rapportait⁵⁰² :

Le ministre [Thiers] a proposé un projet de loi de concession directe d'un chemin de fer de Paris à Saint-Germain, qui doit être exécuté sans subvention de l'État, aux frais d'une Compagnie particulière et conformément aux plans qu'elle a présentés et fait approuver par l'administration des ponts et chaussées.

En effet, après que le dépôt du projet de loi de concession, déposé au nom de Pereire, a été présenté à la chambre des députés le 2 avril, une commission composée de dix membres a été chargée de présenter un rapport. Parmi ces membres figurent le banquier et homme politique François Delessert et le colonel Lamy (orthographié Lami par Clapeyron). Armand-François Lamy a

été élève de l'École polytechnique en 1798, puis de l'École du génie militaire. Élu député en 1832, il est chargé de présenter un rapport sur un projet de loi relatif aux travaux de défense de Paris. Dans sa présentation du rapport approubatif pour le chemin de fer de Saint-Germain, il revient sur le fait, souligné par Thiers, que le chemin sera exécuté sans subvention de l'État, puisque la Compagnie prendra à sa charge les travaux, moyennant la concession d'un péage. Il affirme : « Nous ne sommes plus comme au temps de Louis XIV, contraints de tout attendre de l'intervention exclusive du Trésor »⁵⁰³. Il insiste sur la limitation de la durée de la concession à 99 ans et il vante les dispositions rigoureuses du cahier des charges au profit de l'État.

Ces propos, éminemment politiques, sont « bienveillants », mais ils ne soulignent pas assez, pour Clapeyron, les autres aspects novateurs du projet. Lamy écrira en 1838 des *Observations sur les concessions de chemin de fer*, puis en 1839 des *Observations sur les entreprises de chemin de fer*.

Une partie de la lettre concerne spécifiquement la direction des travaux du chemin de fer de Saint-Germain. Jusque-là, il était prévu une codirection des deux amis, mais ici il est indiqué que seul Clapeyron assurera la direction. Lamé doit le savoir puisque son ami lui conseille de voir Pereire et Flachet afin d'améliorer sa position ou ses appointements dans l'affaire : « il me paraît indispensable que tu le fasses, puisque bientôt tu vas être appointé, s'il y a quelque chance que tu le sois d'avantage, c'est en te montrant plus souvent que tu les feras valoir ». Dans nombre de ses lettres, il lui a demandé de se rapprocher de Pereire et nous avons vu que, désespérant de Lamé, il s'est adressé directement au banquier

501. [Vuillemin, 1883, 108].

502. [Pereire, 1920, 41].

503. [Villedieuil, 1903, 182].

La lettre

Guines 22 Mai 1835

Je t'écris, mon cher Lamé, d'une petite ville aux environs de Calais où j'ai installé depuis deux jours mon quartier général au milieu des tourbières; je le quitte demain matin pour me rapprocher de Boulogne et commencer des reconnaissances géologiques relatives à des recherches de charbon de terre qu'il serait convenable de faire dans le Nord de l'Arrondissement de Boulogne.

Ce Pays-ci n'est pas tellement perdu que je ne suis passablement au courant de ce qui se passe à Paris: il me paraît que notre projet de loi marche à souhait; j'ai craint un moment qu'il ne fut renvoyé après le budget, c'est-à-dire aux calendes grecques. J'ai lu hier dans le National le rapport du Colonel Lami, il est bon et bienveillant mais ce n'est pas tout ce que je voudrais.

T'es-tu tenu au courant de l'affaire, as-tu vu Pereire et Stéphane, il me paraît indispensable que tu le fasses, puisque bientôt tu vas être appointé, s'il y a quelque chance que tu le sois davantage, c'est en te montrant plus souvent que tu les feras valoir.

Il est très important aussi que tu me tiennes au courant, ma présence peut être utile ou indispensable d'un jour à l'autre, fais-moi un signe et j'accours à l'instant; mes affaires indispensables seront terminées dans trois jours et je serai à Arras selon toute probabilité le 27 ou le 28 Mai. Cette conférence avec Arago a-t-elle eu lieu? Dis bien des choses de ma part à Pereire et à Stéphane. Comment se règlent définitivement entre nous les affaires d'intérêt? Tiens-moi au courant de tout ceci. Il est bon aussi que je sache quand la compagnie sera définitivement constituée et qu'elle jugera utile de faire officiellement à M. Legrand la démarche de me charger de la direction des travaux; il faudra qu'alors, de mon côté, j'écrive quelques lettres, et pour cet effet que je sois prévenu d'avance; je te prierai sans doute à cette occasion de faire pour moi quelques démarches.

Adieu, mon cher Lamé, dix-mille choses tendres de ma part à ta femme et à tous les tiens, mon court séjour chez toi m'a laissé de doux souvenirs et m'en a rappelé de non moins agréables, je t'en remercie sincèrement.

Ton vieil ami *E. Clapeyron*.

35. La lettre de Clapeyron à Lamé du dimanche 31 mai 1835

Introduction

Clapeyron a enfin reçu de Lamé des « faits importants » concernant le financement du projet de chemin de fer de Paris à Saint-Germain. Le banquier Adolphe d'Eichthal s'était engagé (lettre du 20 janvier) et il est maintenant question du banquier James de Rothschild. En effet, les deux banquiers seront administrateurs de la « Société anonyme du chemin de fer de Paris à Saint-Germain », autorisée le 2 novembre 1835.

Clapeyron discute le taux de 5 %, mais il estime que le partage des actions est bien fait. Selon la loi qui sera approuvée le 9 juillet 1835, le fonds social se compose des droits concédés à Émile Pereire, ainsi que d'une somme de six millions de francs, représentée par 12 000 actions de 5 000 fr. chacune. L'article 4 de cette loi indique que 10 000 actions sont souscrites avec la répartition que nous donnons ci-dessous⁵⁰⁴ :

MM. de Rothschild frères	2 350	Actions montant à	1 175 000 fr
Louis d'Eichthal et fils	2 350		1 175 000 fr
J.-Ch. Davillier et Cie	2 350		1 175 000 fr
Thurneyssen et Cie	2 350		1 175 000 fr
Émile Pereire	600		300 000 fr
	10 000		5 000 000 fr

Il reste 2 000 actions qui seront émises par le conseil d'administration pour le compte de la société, au fur et à mesure des besoins. Elles ne pourront être émises que par l'intermédiaire d'un agent de change et dans aucun cas pour une valeur inférieure à 500 francs. L'article 9 précise qu'il sera délivré à Émile

Pereire un titre de fondation divisé en 2 000 coupons. L'article 12 stipule que les bénéfices nets seront distribués entre les actionnaires jusqu'à concurrence de 25 francs par actions et que, cette distribution étant opérée, l'excédent des bénéfices nets sera réparti pour moitié aux actionnaires, pour un quart aux 2 000 coupons de fondations et pour un dernier quart au compte de la réserve.

Lamé a fait montre de mécontentement dans sa dernière lettre, probablement au sujet de la direction du chemin de Saint-Germain et du sort inégal qui leur est réservé. Effectivement, trois ingénieurs sont nommés par la Compagnie, selon l'ordre suivant : Émile Clapeyron, Stéphane Mony (Flachat), Gabriel Lamé. Cet ordre, qui rompt avec celui du binôme « Lamé et Clapeyron », correspond à la précision donnée⁵⁰⁵ dans l'article 27 :

Le conseil d'administration confie l'exécution des travaux d'art et des machines à MM. Émile Clapeyron, ingénieur des Mines, et Stéphane Mony, ingénieur civil. Il leur adjoint, spécialement pour la partie des machines, M. Gabriel Lamé, professeur à l'École polytechnique.

L'arrêté du ministre de l'intérieur du 7 août 1835, portant les nominations annuelles des ingénieurs des Mines, indiquera que « M. Clapeyron, ingénieur ordinaire, est autorisé à prendre la direction des travaux du chemin de fer de Paris à Saint-Germain »⁵⁰⁶. Les travaux nécessaires pour la construction du chemin de fer sont tels qu'il a été jugé nécessaire de nommer un « directeur des travaux » distinct du concessionnaire, qui est Émile Pereire. Il peut paraître étonnant que Lamé soit affecté aux constructions des machines. Clapeyron,

504. [Compagnie du chemin de fer de Paris à Saint-Germain, 1835, 35].

505. [Compagnie du Chemin de fer de Paris à Saint-Germain, 1835, 42].

506. [Annales des Mines, 1835, 3, VIII, 631].

de son côté, a conçu et effectué beaucoup d'expériences, difficiles et fatigantes, qui semblait laisser son ami indifférent (lettre du 30 mars 1834).

Face à l'irritation de son ami, qui lui semble injustifiée, Clapeyron revient sur leur association depuis ses débuts, c'est-à-dire depuis 1822. Il explique que cette association était « à la fois industrielle et scientifique », que la partie industrielle a été assurée par lui seul tandis que la partie scientifique est le résultat de leur collaboration. En effet, jusqu'en 1831, ils ont publié sous leurs deux noms la plupart de leurs travaux (Partie I). Pour lui, cette « association scientifique » a obtenu comme seul résultat la demi-solde de Lamé comme ingénieur des Mines et son poste à l'École polytechnique :

Tu dois te parler que notre association avait été à la fois industrielle et scientifique, tu m'as abandonné en Russie presque exclusivement la partie industrielle par le refus que tu as fait de prendre part aux constructions dont j'ai été chargé, quoiqu'à plusieurs reprises, je t'ai conseillé de rechercher l'occasion d'en diriger. De retour en France, tu as été seul à recueillir les fruits de notre association scientifique et il est certain que si nos travaux passés ont été pour quelque chose dans la position que tu as trouvée en France, ta part comme à demi-solde dans le corps des Mines et comme professeur à l'École Polytechnique a été jusqu'ici le résultat unique de notre association scientifique, l'avenir que cette position te promet est encore ta part exclusive.

Les lettres précédentes de Clapeyron indiquent qu'il aurait aimé obtenir une position de professeur et que, pour lui, l'affaire de Saint-Germain représentait d'abord un pis-aller pour rejoindre la capitale. Mais il en a été autrement, et il s'est de plus en plus consacré à ses expériences sur des machines. Les travaux communs du binôme, associant l'art de l'ingénieur et les mathématiques, se sont taris tout au long de la période que clôt cette lettre, tandis qu'à son terme une amitié de seize années se trouve à rude épreuve. Clapeyron a souffert avec une certaine abnégation des réponses jamais apportées et des promesses pas toujours tenues, mais il ne peut supporter les mots qu'il estime injustes de son ami au moment de la délivrance. Il lui semble équitable qu'il recueille à son tour le bénéfice de la partie industrielle :

Voici maintenant qu'une affaire industrielle se présente à laquelle j'ai consacré tout le temps que j'ai pu et une partie de mon argent à une époque où le succès était fort incertain, pour laquelle tu as, à ma connaissance, peu fait, peu écrit, peu combiné et rien ou presque dépensé. Eh bien, je trouve très juste que dans cette affaire ta part soit moindre que la mienne et cela dans le rapport convenu, de même que dans l'association scientifique ta part a été le lot entier, et que je n'ai rien eu.

Une nouvelle vie commence et il ne l'imagine pas sans Lamé : « penses-tu que je ne serais pas bien aise de t'avoir comme associé dans quelque autre affaire quand depuis 16 ans je t'ai associé à ma vie et à mes pensées les plus intimes ? ».

La lettre

Arras 31 Mai 1835

Ta lettre, mon cher Lamé, ne m'est parvenue que très tard, j'étais en courses dans le département quand elle y est arrivée et j'y ai joué avec elle à cache-cache, elle ne m'a trouvé qu'à Arras où j'arrive; je regrette bien de ne pas l'avoir reçue plus tôt, car elle contenait beaucoup de faits importants à l'égard desquels je suis resté assez longtemps dans une incertitude qui m'est toujours, sinon pénible, au moins ennuyeuse et agaçante.

L'adjonction de Rothschild est belle et glorieuse; malgré cela, en ce qui concerne nos intérêts, elle est achetée un peu cher par la surélévation des intérêts au taux des 5 %.

Le capital social étant de 5 000 000, il est fort probable que la totalité ne sera pas émise; je suppose qu'il est bien entendu que la part afférente à l'industrie est à tout point égale à 2 200 actions de jouissance. Cette circonstance constitue pour nous un puissant intérêt, de ne pas même atteindre la totalité des 4 500 000 auxquels je m'étais tenu dans ma dernière estimation.

Le partage entre nous des actions d'industrie me paraît bien fait, j'en suis pour ma part, et heureusement, satisfait, je trouve que nos associés se sont conduits d'une manière délicate et conforme en tout point à ce que j'attendais d'eux, quoique toute autre distribution m'est parue peu conforme à l'équité. Quant à ce qui concerne la dernière partie de ta lettre, je t'assure que tu me parais injuste. Tu dois te parler que notre association avait été à la fois industrielle et scientifique, tu m'as abandonné en Russie presque exclusivement la partie industrielle par le refus que tu as fait de prendre part aux constructions dont j'ai été chargé, quoiqu'à plusieurs reprises, je t'ai conseillé de rechercher l'occasion d'en diriger. De retour en France, tu as été seul à recueillir les fruits de notre association scientifique et il est certain que si nos travaux passés ont été pour quelque chose dans la position que tu as trouvée en France, ta part comme à demi-solde dans le corps des Mines et comme professeur à l'École Polytechnique a été jusqu'ici le résultat unique de notre association scientifique, l'avenir que cette position te promet est encore ta part exclusive. Notre association scientifique ne m'a apporté jusqu'ici aucun fruit. M'en suis-je jamais plaint, non parce que tes besoins étaient plus [illisible] et parce que la partie scientifique avait été [illisible] exclusivement ton lot. Voici maintenant qu'une affaire industrielle se présente à laquelle j'ai consacré tout le temps que j'ai pu et une partie de mon argent à une époque où le succès était fort incertain, pour laquelle tu as, à ma connaissance, peu fait, peu écrit, peu combiné et rien ou presque dépensé. Eh bien, je trouve très juste que dans cette affaire ta part soit moindre que la mienne et cela dans le rapport convenu, de même que dans l'association scientifique ta part a été le lot entier, et que je n'ai rien eu. Quant à l'avenir, il est entre tes mains; voici encore une occasion où tu es mis en demeure de t'occuper de constructions; si tu le fais avec le zèle et l'activité que tu mets à autres choses, pourquoi l'avenir que tu crois brillant pour moi, te serait-il fermé? M'as-tu vu bien exclusif du bien des autres et frappé en toute circonstance de l'esprit d'accaparement, penses-tu que je ne serais pas bien aise de t'avoir comme associé dans quelque autre affaire quand depuis 16 ans je t'ai associé à ma vie et à mes pensées les plus intimes?

Adieu, mon cher ami, j'espère que l'impression qui t'a dicté ta lettre est dissipée depuis longtemps. Dis mille choses tendres à ta femme pour moi et crois-moi toujours.

Ton ami *E. Clapeyron*.

36. La lettre de Clapeyron à Émile Pereire du mardi 9 Juin 1835

Introduction

En ce début de juin, Clapeyron est encore pris par ses occupations professionnelles, et il est prévu qu'il visite un terrain près d'Arras, probablement celui de Monchy-le Preux (lettre du 6 juillet 1834) avant de partir pour Paris.

Dans la liasse de la correspondance de Clapeyron à Lamé, conservée dans les archives familiales de Gabriel Lamé, se trouve une lettre de Clapeyron à Émile Pereire datée du 9 juin 1835. Cette lettre porte l'adresse de Pereire. Donc, pour comprendre sa présence dans la liasse, nous devons faire l'hypothèse qu'elle ait pu être envoyée ou donnée par le banquier à Lamé. Émile Pereire est la personne la plus citée dans la correspondance (dans 22 lettres). Certaines lettres indiquent que celui-ci s'est adressé à lui directement, en particulier quand son ami ne lui apportait pas les réponses qu'il attendait du banquier. La présence de cette lettre est un peu mystérieuse et, en même temps bienvenue, car elle répond, au terme des échanges, à la question du type de relation qui existait alors entre les deux hommes et futurs collaborateurs, l'ingénieur et le banquier.

La loi de concession a été votée trois jours auparavant à la Chambre des députés. L'ingénieur ressent « l'immense responsabilité » qui pèse sur lui, car il sait qu'il ne s'agit pas seulement de construire un nouveau chemin, mais d'assurer « le succès d'un nouveau genre de communication [qui] décidera de son avenir en France ». Lors des préparatifs de la loi, Legrand et Pereire ont pu éprouver le même sentiment (lettre du 11 mars 1835), mais il en est différemment pour certains députés qui avaient à voter la loi. Dans son récit de la séance à la Chambre des députés du 6 juin, figurant dans sa *Biographie des chemins de*

fer de 1903, Villedeuil écrit⁵⁰⁷ que lors de la présentation de la loi le 2 avril 1835 :

M. Thiers traitait l'affaire avec une certaine légèreté et ne semblait pas, à l'encontre du directeur général des ponts et chaussées, M. Legrand, se rendre compte de la transcendance de cette ligne qui allait tirer les chemins de fer de l'obscurité des mines et des trajets départementaux, pour y donner droit de cité dans Paris et faire servir en même temps ce tronçon d'école financière, commerciale et technique [...].

Clapeyron estime que le discours de Legrand lors du débat du 6 juin pour le vote de la loi à la Chambre des députés a été « l'évènement décisif de la discussion ». En effet, Legrand a eu à défendre le chemin contre une proposition d'ajournement sous le prétexte qu'une affaire « qui attend déjà depuis longtemps peut encore attendre ». Il a rappelé que le projet présenté par Pereire était le résultat d'une sélection entre trois projets et qu'il était sorti triomphalement de quatorze épreuves ou formalités imposées par les départements de la Seine et de la Seine et Oise. À l'encontre d'une critique contre le tunnel des Batignolles, qui le prétend inutile, assortie de la proposition d'un trajet concurrent présenté par l'ingénieur des ponts et chaussées Polonceau, Legrand déclare cet autre trajet inacceptable⁵⁰⁸. Rappelons que Polonceau a proposé des gares dans Paris pour des projets concurrents de chemins de fer de Paris à la mer (lettre du 19 janvier 1834). Finalement, la loi est adoptée⁵⁰⁹ par 224 voix contre 42.

507. [Villedeuil, 1903, 182].

508. [Villedeuil, 1903, 182].

509. [Compagnie du chemin de fer de Paris à Saint-Germain, 1835, 6].

Le tunnel des Batignolles⁵¹⁰

Le ton de la lettre de Clapeyron est très amical, ce que ne laissaient pas anticiper ses propos dans ses premières lettres, parfois froids ou méfiants envers le « capitaliste ». À l'inverse, il semble que Pereire le consultait et lui accordait confiance depuis leur rencontre en 1832 (Partie II), car à la mort de l'ingénieur, le banquier écrira⁵¹¹ :

Depuis 1832, il ne m'a jamais quitté. Je n'ai jamais fait une affaire importante sans le consulter, je n'ai jamais trouvé un

jugement plus sûr et plus droit. Sa modestie était si grande et son caractère si bon que je ne lui jamais connu un ennemi.

Cette appréciation sur la personne de Clapeyron, même si elle est prononcée à l'occasion d'un éloge funèbre, apporte un éclairage intéressant par celui que nous pouvons considérer comme le « troisième homme de la correspondance ».

510. http://paris1900.lartnouveau.com/paris08/places/place_de_l_europe.htm, consulté le 11 mai 2021

511. [École polytechnique, 1895, t. I, 198].

La lettre

Arras 9 Mai [Juin] 1835

Mon cher Pereire,

Je reçois à l'instant votre lettre, demain je pars à 4h du matin pour reconnaître à 8 lieues d'ici un terrain houiller qu'on prétend avoir découvert et sur lequel on me demande un rapport ; je serai de retour le soir même, je consacrerai le jeudi à expédier quelques affaires et partirai le soir même ; je serai à Paris vendredi au soir, sauf empêchement que je ne puis prévoir.

Me voici, mon cher ami, dans la situation la plus grave où je me suis jamais trouvé ; à part mes intérêts engagés dans le secret de l'affaire que nous entreprenons, une immense responsabilité pèse sur moi, car le succès de ce genre nouveau de communications que nous allons montrer aux Parisiens décidera de son avenir en France. Je l'accepte pourtant de grand cœur sans en être trop effrayé.

J'ai lu dans le Moniteur avec tout l'intérêt que vous pouvez imaginer les détails de la séance vraiment mémorable du 6 Juin.

Le discours de M. Legrand me semble avoir été l'évènement décisif de la discussion. Reste l'opposition et l'incertitude de M. Arago qui sont pour moi un mystère.

Adieu, mon cher ami, dites à Lamé que je répondrai de vive voix à ses deux lettres, mon arrivée est trop prochaine et j'ai trop de choses à terminer pour pouvoir lui écrire ce soir.

Adieu, mon cher ami. Tout à toi.

Émile Clapeyron

Présentez mes hommages et mes remerciements à Messieurs Dechthall [sic].

Thèmes et réseaux dans la correspondance

Les différents sujets abordés dans les lettres de Clapeyron peuvent être regroupés en quatre thématiques : les chemins de fer en général, la vie professionnelle, la vie scientifique et la vie politique et sociale. Comme l'indique le Tableau I, les thématiques les plus abordées sont les chemins de fer en général et la vie professionnelle, mais cela ne signifie pas que les sujets concernés soient toujours traités avec beaucoup de détail. Ceci est le cas pour les expériences de Clapeyron, qui

n'indique pas en quoi elles consistent et qui tient son ami brièvement au courant de leurs difficultés de mise en place ou de leurs avancées. Certains sujets sont connexes aux préoccupations du binôme, comme les projets de chemins de fer dans le nord-ouest parisien car ils peuvent contrecarrer ou favoriser leur projet. Nous détaillons les sujets scientifiques abordés dans des tableaux dévolus aux quatre thématiques.

Tableau I. Thèmes et sujets abordés dans la correspondance			
Thèmes	Sujets	Nombre de lettres	Total
Chemins de fer	Le chemin de fer de Paris à Saint-Germain	30	44
	Projets de chemins de fer et législation ferroviaire	14	
Vie professionnelle	Expériences de Clapeyron	13	32
	Occupations professionnelles de Clapeyron	10	
	Carrière professionnelle de Clapeyron	9	
Vie scientifique	Le mémoire sur la chaleur de Clapeyron	17	29
	Sujets scientifiques divers	10	
	Vie académique	2	
Vie politique et sociale	Réflexions politiques	4	6

Le Tableau II indique la principale occupation des personnes citées qui leur vaut d'être citée. L'avocat Riant dirige l'une Compagnies de chemin de fer qui pourrait concurrencer le chemin de fer de Saint-Germain au nord-ouest de Paris. La plupart des personnes sont des ingénieurs ou des scientifiques qui peuvent être mentionnés à plusieurs titres. Par exemple, Arago est à la fois un des rapporteurs du mémoire sur la chaleur de Clapeyron, celui qui pourrait l'aider à faire insérer ce mémoire dans les *Annales de chimie et de physique* et un homme politique chargé de questions ferroviaires. Mellet est cité comme

auteur d'un livre sur les chemins de fer, puis comme directeur du chemin de fer d'Andrézieux à Roanne et enfin comme membre d'une Compagnie proposant un projet de chemin autour de Paris.

Les personnes les plus citées dans la correspondance sont Émile Pereire, le banquier avec lequel a été organisé le projet de chemin de fer de Paris à Saint-Germain et Beaunier, le directeur de l'École des Mineurs de Saint-Étienne. Les deux demi-frères Flachet sont cités 14 fois à tous les deux, en tant qu'associés dans le projet ferroviaire.

Tableau II. Principaux noms cités dans les lettres de Clapeyron					
Émile Pereire	Banquier	22	Gustave Coriolis	Scientifique	3
Louis-Antoine Beaunier	Ingénieur	17	Armand Dufrénoy	Ingénieur	3
Eugène Flachat	Ingénieur	15	François-Noël Mellet	Ingénieur	3
Charles Combes	Ingénieur	10	Jean-Victor Poncelet	Scientifique	3
Marc Seguin	Ingénieur	10	Didier-Nicolas Riant	Avocat	3
Baptiste Legrand	Ingénieur	9	Pierre Arnollet	Ingénieur	2
François Arago	Scientifique	7	Antoine-Louis Cerclet	Politique	2
Pierre-Louis Dulong	Scientifique	6	Antoine Delsériès	Ingénieur	2
Stéphane Flachat	Ingénieur	5	Jean-Philibert Fénéon	Ingénieur	2
Louis Navier	Ingénieur	5	Les Flachat	Ingénieurs	2
Louis Thénard	Scientifique	5	Pierre Hachette	Scientifique	2
Les Seguin		5	Jean-Firmin Malinvaud	Ingénieur	2
Adolphe Thiers	Politique	5	Jean Perdonnet	Ingénieur	2
Pierre-Dominique Bazaine	Ingénieur	3	Siméon-Denis Poisson	Scientifique	2

Nous précisons les sujets relatifs aux trois premières thématiques dans les tableaux III, IV et V en indiquant les dates des lettres concernées. La colonne de droite contient les principaux noms cités par Clapeyron et la colonne qui la précède à gauche détaille le propos abordé ou le cite. Nous indiquons en italiques

les noms des politiques, des banquiers ou des directeurs de Compagnies de chemins de fers citées.

Dans le Tableau III, les sujets sont classés dans l'ordre chronologique de leur apparition dans la correspondance.

Tableau III. Les chemins de fer en général dans la correspondance			
3 février 1833 11 février 1833 19 février 1833 11 mai 1834 10 juin 1834	Les projets de chemins de fer de Paris à Rouen	Projet d'un travail sur les tracés Prolongement du chemin de Paris à Saint-Germain Le chemin de Paris à Saint-Denis Le Chemin de Paris à Pontoise	Mellet E. Flachat <i>É. Pereire</i> <i>Riant</i> <i>Bartoloni</i>
3 février 1833 3 mars 1833 19 janvier 1834 2 février 1834 20 janvier 1835 31 mai 1835	Le financement du chemin de Saint-Germain	Le cautionnement « Tâter les capitalistes » Demande d'audience à Thiers Calcul du capital et des actions Partage des actions	<i>É. Pereire</i> <i>Thiers</i> <i>D'Eichthal</i> <i>Rothschild</i>
11 février 1833 22 mai 1833 9 juin 1833 20 juin 1833	Calcul des frais d'entretien pour le projet de Saint-Germain	Le chemin de fer des Seguin : dégradations de la chaussée. Projet du chemin de Bazaine Entretien des machines	M. Seguin C. Seguin Bazaine Beaunier
11 février 1833 19 février 1833 5 mai 1833	Le tracé du chemin de Paris à Saint-Germain	Problème de déblais et remblais Machines fixes à treuils. L'objection pour les pentes	<i>É. Pereire</i> Mellet Legrand

Tableau III. Les chemins de fer en général dans la correspondance			
3 mars 1833	Projet d'un chemin de fer pour la Russie		Bazaine
24 mars 1833 5 mai 1833 30 mars 1834	L'affaire du chemin de fer de Paris à Saint-Denis	Raccordement au chemin de Paris à Saint-Germain	<i>Noblet De Baude</i>
24 mars 1833 5 mai 1833 20 juin 1833 1 nov. 1833 16 mars 1834 3 déc. 1834	Demandes de nouvelles de l'affaire de Saint-Germain	« Tu ne t'occupes pas assez de notre affaire » « Tu seras par le fait doucement éliminé » « L'arrière-boutique » « J'entre en ébullition »	<i>É. Pereire</i> Legrand Beunier Thénard
1 avril 1833 5 mai 1833	Lois sur les chemins de fer	Projet de « libre parcours » Tarifs différentiels	<i>de Baude</i> Legrand
1 avril 1833 16 février 1834 20 février 1835 22 mai 1835	La place de Clapeyron dans le projet de chemin de Saint-Germain	« Une chance de retour » La position dans la direction des travaux Constitution de la Compagnie	<i>É. Pereire</i> Beunier Legrand Les Flachat
16 février 1834 24 avril 1834	Les affaires avec les Seguin	Une autre affaire de chemin de fer La direction du chemin Seguin	Les Seguin M. Seguin
13 déc. 1835 22 mai 1835	Le cahier des charges et le projet de loi	Clauses principales : marchandises et tarifs Vote de la loi	<i>É. Pereire</i> <i>Col. Lamy</i> Legrand

Les allusions aux expériences de Clapeyron à Saint-Étienne en lien avec les chemins de fer sont nombreuses, quoique allusives. Au début au moins, elles sont menées avec son collègue Fénéon. Elles ont été autorisées par Beaunier, le directeur de l'École des Mineurs, qui a aussi été sollicité, par l'entremise de Lamé, pour les financer. Clapeyron demandera aux frères Seguin d'effectuer des expériences sur leur chemin de fer.

Presque dès son arrivée à Saint-Étienne, Clapeyron entretient son ami sur son avenir professionnel, au début pour qu'il puisse l'aider à trouver un poste à Paris, comme professeur

à l'Écoles des Mines ou à l'École centrale des arts et manufactures. Ayant renoncé, il se tournera vers le projet du chemin de fer de Saint-Germain car il lui permettrait de retrouver la capitale. Mais l'affaire stagnant à ses yeux, il envisagera ensuite un poste de directeur d'une mine ou même de directeur du chemin de fer des Seguin.

En poste à Saint-Étienne, Clapeyron évoque souvent ses occupations professionnelles, assez longuement à propos d'accidents dans les mines ou rapidement sur le contenu de ses cours. Il est beaucoup moins disert sur ses tâches administratives à Arras.

Tableau IV. La vie professionnelle dans la correspondance			
3 avril 1833 3 mars 1833 9 juin 1833	Projet de mener des expériences	Travail sur la résistance des wagons Demande de financement pour des expériences	Beunier Fénéon
2 février 1834 16 fév. 1834 3 mars 1834 26 mars 1834 30 mars 1834	Construction d'une machine à roulette	« Chose longue délicate et difficile que de faire une machine neuve » « J'ai rencontré d'énormes difficultés » Mise en branle de la machine	Beunier Arnollet
11 mai 1834 10 juin 1834 6 juillet 1834	Les expériences à Saint-Étienne	Expériences fatigantes Expériences de graissage et courbes Calcul d'un coefficient de résistance	Les Seguin
13 déc.1834 20 janv.1835	Écriture de deux mémoires	Mémoires sur les expériences sur les chemins de fer et sur les bateaux à vapeur	Navier
1 avril 1833 3 février 1833 3 mars 1833 24 mars 1833 1 avril 1833 22 avril 1833 5 mai 1833	Le travail dans les mines : accidents, inondations et travaux d'assèchement	Mort de Jabin dans un accident avec une machine à vapeur Inondation et assèchement à Rive-de-Gier Plan d'une machine d'épuisement Nécessité d'une <i>association générale</i> et de mesures extra-légales	Jabin, Delsériès Combes, Malinvaud Arnollet Beunier
5 mai 1833	Les cours à l'École des Mines	Projet de Cours d'exploitation et de géométrie descriptive	Combes Beunier
13 août 1834 22 mai 1835	Autres travaux	Expertise à Zurich pour la construction d'un pont Visites dans des mines à Guines	Schinz
3 fév. 1833 11 fév. 1833 1 avril 1833 3 avril 1833	Positions à Paris	Position à l'École des Arts et Manufactures Position à l'École des Mines	Prony, Arago Navier Cerclet Perdonnet
16 mars 1834 30 mars 1834 24 avril 1834	Autres positions	Direction d'une mine à Alais Direction du chemin de fer de Lyon à Saint-Étienne	Beunier Seguin Thénard
1 nov.1833 30 mars 1834	Promotion dans le Corps des Mines	Changement des règles Interventions dans des journaux	Levallois, Dufrénoy, Élie de Beaumont Beunier

Le Tableau V sur la vie scientifique dans la correspondance commence avec les sujets relatifs au mémoire de Clapeyron sur la puissance motrice du feu, depuis les recherches pour faire publier le mémoire jusqu'à la parution dans le *Journal de l'École polytechnique*. Dans plusieurs lettres, Clapeyron interroge Lamé sur les objections des académiciens à ce

mémoire, en lien avec son usage du principe des forces vives. Il évoque aussi des thèmes scientifiques, au sujet des travaux antérieurs du binôme ou de ceux actuels de Lamé. Il nomme à deux occasions Poncelet, à propos de son mémoire sur la stabilité des voûtes et en lien avec la mort d'Hachette et de son remplacement à l'Académie des sciences.

Tableau V. La vie scientifique dans la correspondance			
11 février 1833 19 février 1833 3 mars 1833 1 avril 1833 22 avril 1833 5 mai 1833 22 mai 1833	La publication du mémoire sur la puissance motrice de la chaleur	Demande d'insertion dans les <i>Annales des mines</i> Demande d'insertion dans les <i>Annales de chimie et de physique</i>	Arago Dulong Poisson
1 avril 1833 24 mars 1833 3 avril 1833 5 mai 1833	L'utilisation du principe des forces vives dans le mémoire	« Dulong ni Poisson ne comprennent pas assez le principe » « Arago ne le comprend guère » « Coriolis l'entend bien »	Arago Dulong Poisson Coriolis
19 janvier 1834 2 février 1834 30 mars 1834 11 mai 1834	La surveillance de l'impression du mémoire	Insertion dans le <i>Journal de l'École polytechnique</i>	Dulong
13 août 1834 13 oct. 1834 13 déc. 1834 20 janv. 1835	La distribution du mémoire		Poisson, Navier, Libri Coriolis, Dufrénoy, Brochant, de Beaumont Combes Liouville
1 avril 1833 22 avril 1833 5 mai 1833 16 février 1834 13 août 1834 20 janvier 1835	Thèmes scientifiques divers	Théorie des corps élastiques Équilibre des corps solides Les mouvements du fluide éthéré Pressions autour d'un point « Me remettre à l'x que j'ai négligé depuis quelques temps »	
3 mars 1834 16 mars 1834	Le mémoire de Poncelet sur les voûtes	L'utilisation de la méthode de Clapeyron	Poncelet
1 avril 1833 2 fév. 1834 16 mars 1834	Vie académique	Poste vacant à l'École polytechnique Remplacement de Hachette à l'Académie	Navier de Prony Hachette Poncelet

Les Tableaux consacrés aux trois thèmes les relient à différents noms. Dans le graphe ci-dessous, nous indiquons ces liens pour les principaux noms cités, en distinguant visuellement ceux des ingénieurs polytechniciens, des scientifiques, des ingénieurs civils et des autres, politique ou banquier, et en indiquant aussi visuellement la fréquence plus ou moins

grande avec laquelle ils sont cités. Le sujet du mémoire de Clapeyron occupant une grande place dans ses lettres, nous l'avons pris comme quatrième sommet du graphe. Ce graphe fait apparaître ainsi quatre réseaux de noms dont les intersections contiennent que quelques noms.

Les quatre réseaux et les principaux noms dans la correspondance.

Ce graphe met encore en évidence l'importance de l'affaire du chemin de fer de Saint-Germain et du mémoire sur la puissance motrice de la chaleur dans les préoccupations de Clapeyron. D'après les lettres de son ami, Lamé ne répond que parcimonieusement aux questions ferroviaires, pour différentes raisons indiquées dans les introductions aux lettres. En revanche, il doit se situer vis-à-vis de la question scientifique posée par Clapeyron sur l'usage du principe des forces vives dans le mémoire, comme celui-ci le lui écrit avec insistance.

Cette question est présente dans les travaux des deux ingénieurs et enseignants depuis une quinzaine d'années, avec le mémoire de 1820 sur les bateaux à vapeur. Comme nous l'avons vu, en nous reportant aux écrits contemporains, ce principe a été considéré comme un moyen de fonder une théorie des

machines par Lazare Carnot ou par Alexis Petit. Il faut pour cela un élargissement du principe avec, en premier lieu, la difficulté de donner un énoncé adéquat. Clapeyron en écrivant qu'il sera mieux compris des ingénieurs que des scientifiques, demande à son ami de trancher dans une situation où la théorie et la pratique ne s'accorderaient pas. Il demande à son ami d'en parler avec un « jeune savant », Coriolis, qui a énoncé en 1829 le principe des forces vives à l'aide de la notion de « quantité de travail ». Nous n'avons pas la réaction de Lamé à cette proposition, et la dernière discussion scientifique du binôme se termine avec la parution du mémoire que Lamé a réussi à défendre auprès sans doute de Dulong.