



MAURICE LEVY

(1838-1910).

---

NOTICE (1)

SUR

MAURICE LEVY

PAR

M. L. LECORNU,

MEMBRE DE L'INSTITUT.

---

Je ne saurais, dans les circonstances actuelles, rédiger cette Notice un peu tardive sur mon éminent prédécesseur Maurice Levy sans rappeler avant tout qu'il était alsacien, et qu'il collabora brillamment, il y a 44 ans, à l'œuvre de la Défense nationale.

Il occupait, au moment de la déclaration de guerre, le poste d'ingénieur des Ponts et Chaussées à Melun. Après avoir fait sauter les ponts à l'approche de l'ennemi, il alla se mettre à la disposition de M. de Freycinet qui, cinq ans auparavant, l'avait connu ingénieur à Montauban. Une magnifique occasion ne tarda pas à s'offrir : le 3 novembre 1870, un décret du Gouvernement de Tours prescrivit que chaque département fournirait une batterie d'artillerie par cent mille habitants, et Maurice Levy, âgé de 32 ans seulement, reçut de Gambetta une délégation spéciale pour assurer l'exécution de ce décret. Le nouveau délégué ne perdit pas de temps : dès le 8 novembre, jour où il prit possession de son service, il invita télégraphiquement le Directeur de l'École des Arts et Métiers d'Angers à envoyer vingt de ses élèves

---

(1) Lue dans la séance du 26 avril 1915.

dans divers établissements militaires, dont on lui donnait la liste, pour y copier des dessins de canons. Ces copies, dûment vérifiées, furent autographiées, et, en 20 jours, 6000 exemplaires étaient répandus dans toute la France et distribués à l'industrie privée, dont le concours était absolument indispensable. D'autre part, il s'occupait de créer les ressources nécessaires, évaluées à 53 millions de francs, de passer les marchés, d'organiser la surveillance locale, de recruter le personnel, d'acquérir et d'exercer les chevaux. Tout marcha aussi bien que le permettait l'état de guerre, et, dans son Rapport final du 1<sup>er</sup> juin 1871, il put, avec une légitime fierté, constater que malgré nos désastres la France se trouvait, au bout du compte, à la tête de l'artillerie la plus puissante et la plus perfectionnée qu'elle eût jamais possédée.

Dans ses *Souvenirs de jeunesse*, Scheurer-Kestner qui, sur la demande de Maurice Levy, avait accepté de diriger l'Établissement pyrotechnique de Cette, rattaché au Service de construction des batteries départementales, a écrit les lignes suivantes : « Maurice Levy, homme d'un caractère droit, d'une puissance de travail extraordinaire, a été l'un des plus utiles organisateurs de la Défense. »

On ne s'étonnera pas, après cela, de voir qu'en 1900, présidant la séance publique de l'Académie des Sciences, Maurice Levy ait consacré un long passage de son discours à l'apologie du canon. Mais, à ce moment, l'heure de la revanche n'avait pas encore sonné. Aussi l'orateur se borna-t-il à montrer que l'arme terrible est en même temps « l'un des laboratoires les plus instructifs que possède la Science », laboratoire à l'aide ou en vue duquel nous avons appris à réaliser les hautes pressions utilisées de plus en plus dans l'industrie moderne, à créer des métaux d'une résistance inespérée, à analyser des phénomènes d'une brièveté inappréciable, à étendre nos connaissances sur la résistance de l'air et sur la propagation des ondes. Il concluait en disant : « Ne souhaitons pas la mort du canon, à charge de réciproque de sa part. »

Le canon n'est pas mort. Notre 75, qui venait à peine de naître en 1900, fait même en ce moment de belle besogne. Malheureusement, s'il ne tue pas les Français, il a des rivaux qui s'en chargent. Les lois de la guerre le veulent ainsi; ce qu'elles réprouvent, ce sont les cruautés inutiles contre lesquelles notre président de 1914, M. Appell, alsacien lui aussi, a protesté sous la Coupole, au nom de l'Institut tout entier, en termes éloquents. Maurice Levy n'aura pas assisté à la libération de l'Alsace; mais il a laissé des descendants dignes de lui, et ses deux petits-fils ont reçu cette année de glorieuses blessures en combattant pour reconquérir la terre de leur aïeul.

En dehors de la période tragique 1870-1871, la vie de Maurice Levy s'est écoulée dans le calme propice aux recherches scientifiques et à leurs applications. Il était né le 28 février 1838 à Ribeauvillé, le dernier d'une famille de neuf enfants. Il connut peu son père, mort assez jeune. Sa mère, femme d'une rare énergie et d'une haute intelligence, exerça sur sa formation morale et intellectuelle une influence considérable. Il commença ses études classiques au collège tenu par des prêtres dans sa ville natale, et conserva toujours un bon souvenir de ces premiers éducateurs. Il entra ensuite au collège de Colmar. Plus tard, sa mère, qui le destinait à devenir ingénieur chimiste dans l'une des usines de la région, le plaça à l'École industrielle de Mulhouse. Là, ses professeurs, frappés de ses aptitudes mathématiques, conseillèrent de le diriger vers l'École Polytechnique. M<sup>me</sup> Levy prit l'avis de son frère, le docteur Germain Sée, et, d'accord avec lui, envoya le jeune homme à Sainte-Barbe, où il eut pour professeur Gerono. Maurice Levy racontait volontiers qu'après lui avoir attribué la note 17, Gerono lui dit un jour : « Je donne 20 au bon Dieu, 19 à Newton, 18 au « père Gerono » et 17 à mon meilleur élève. »

Entré septième en 1856 à l'École Polytechnique, il en sortit en 1858 avec le titre d'élève ingénieur des Ponts et Chaussées. A partir de ce moment, il ne cessa, tout en poursuivant une carrière administrative

qui devait le mener aux plus hauts grades, de cultiver avec passion les Mathématiques, pures et appliquées. Répétiteur à l'École Polytechnique en 1861, docteur ès sciences en 1867, professeur à l'École centrale en 1875, successeur de Bresse à l'Académie des Sciences en 1883, il fut, en 1887, nommé professeur de Mécanique analytique et céleste au Collège de France. Cette chaire remplaçait celle de Mécanique céleste, rendue vacante par la mort de Serret. La transformation eut lieu sur la proposition de Joseph Bertrand, que Maurice Levy suppléait depuis 1874 dans la chaire de Physique mathématique. Inspecteur général de 1<sup>re</sup> classe des Ponts et Chaussées, commandeur de la Légion d'honneur, Maurice Levy s'est éteint le 30 septembre 1910 après une maladie qui lui avait fait perdre, depuis plusieurs mois, l'usage de la main droite.

On reproche parfois aux ingénieurs de l'État de se laisser entièrement absorber par leurs fonctions administratives et d'abandonner par suite toute recherche scientifique. Leur excuse est que les spéculations théoriques demandent une liberté d'esprit, une continuité d'efforts qui sont difficilement conciliables avec les exigences des grands Services publics. Quelques-uns d'entre eux, cependant, parviennent à mener cette existence en partie double, et tel fut notamment le cas de Maurice Levy; il se montra à la fois habile mathématicien et ingénieur de grand mérite. Une forte partie de ses travaux scientifiques avait d'ailleurs, ainsi que nous le verrons, un rapport assez direct avec ses occupations professionnelles. La pratique lui posait des questions auxquelles ses connaissances mathématiques lui permettaient de répondre, résultat profitable à la fois à la Science pure et à l'Art de l'Ingénieur.

Dès le début de sa carrière, il s'était fixé ce programme et ne consentit jamais à s'en écarter. Aussi refusa-t-il, à diverses reprises, de belles situations dans l'industrie. Il résista même aux instances de Gambetta qui, après 1870, voulait lui confier au Ministère de l'Intérieur la direction

de l'Administration départementale et communale avec promesse d'entrée au Conseil d'État.

Ses thèses de doctorat datent, ai-je dit, de 1867. L'une d'elles est intitulée : « Sur une transformation de coordonnées curvilignes orthogonales et sur les coordonnées curvilignes comprenant une famille quelconque de surfaces du second degré. » Chasles, qui présidait le jury, se plut à signaler l'élégance et la nouveauté des résultats.

L'auteur prouve, notamment, qu'une famille de surfaces faisant partie d'un système triplement orthogonal admet nécessairement pour trajectoire orthogonale le lieu des ombilics de ces surfaces. Cet élégant théorème est d'un grand secours pour la détermination des familles de quadriques appartenant à un tel système. Dans un Mémoire sur les coordonnées curvilignes inséré en 1870 au *Journal de l'École Polytechnique*, le même sujet est repris avec plus de développement. On y retrouve ce résultat, donné dès 1866 par M. Darboux, que le paramètre des surfaces faisant partie d'un système orthogonal vérifie une seule équation aux dérivées partielles du troisième ordre <sup>(1)</sup>. Deux ans après, Cayley obtenait effectivement cette équation, sous une forme extrêmement compliquée que M. Darboux a ramenée à un déterminant très symétrique. Maurice Levy à son tour a réussi, en 1873, à simplifier considérablement le résultat par un mode de calcul que M. Hadamard n'a pas hésité à qualifier d'audacieux <sup>(2)</sup>. Ce procédé consiste à troubler entièrement la symétrie en prenant pour fonction inconnue l'une des coordonnées cartésiennes, pour variables indépendantes les deux autres coordonnées et le paramètre qui définit la famille considérée.

Sur les confins de la Géométrie et de la Mécanique analytique se présente le problème des lignes géodésiques, qui a donné lieu à de nom-

---

<sup>(1)</sup> Déjà, en 1862, Ossian Bonnet avait obtenu, par une méthode très différente, la réduction du problème à l'intégration d'une équation du troisième ordre, mais sans établir que cette équation est unique.

<sup>(2)</sup> *Revue générale des Sciences*, 28 février 1911.

breux et remarquables travaux ; Maurice Levy a apporté d'importantes contributions à cette belle théorie. Ses prédécesseurs avaient étudié le cas où le problème admet une intégrale entière par rapport aux composantes de la vitesse : il aborde celui où l'intégrale est une fonction rationnelle de ces composantes et il est conduit à classer les surfaces d'après la nature des intégrales de leurs lignes géodésiques.

La question des lignes géodésiques est intimement liée à celle de la déformation des surfaces. Jadis, en généralisant un théorème d'Ossian Bonnet, Bour avait démontré qu'il existe une série de surfaces hélicoïdales applicables sur une surface donnée de révolution. Maurice Levy obtient un résultat non moins remarquable en substituant aux surfaces hélicoïdales des surfaces nouvelles, appelées par lui « pseudo-mouures logarithmiques », et dénommées ultérieurement « surfaces spirales » par l'illustre Sophus Lie. Maurice Levy montre qu'étant donnée une surface sur laquelle une figure peut, à partir d'une position quelconque, être déplacée en restant semblable à elle-même dans ses parties infinitésimales, il existe une série de surfaces spirales applicables sur ladite surface. Celle-ci constitue évidemment une généralisation des surfaces de révolution, sur lesquelles une figure peut se déplacer sans changer de grandeur. Elle possède un caractère susceptible de la faire reconnaître en toute circonstance, caractère consistant en ce que le carré de l'élément linéaire peut, moyennant l'emploi de variables convenables, être exprimé sous forme homogène par rapport à ces variables.

Les surfaces de révolution ne sont pas les seules sur lesquelles une figure quelconque puisse se déplacer sans déformation : cette propriété appartient à toutes les surfaces qui demeurent superposables à elles-mêmes dans un déplacement continu, c'est-à-dire aux surfaces hélicoïdales, comprenant, comme cas particuliers, les surfaces de révolution et les cylindres. Il est naturel d'étendre ce genre de recherches aux variétés possédant plus de deux dimensions. Mais, pour l'espace euclidien à trois dimensions, la question ne se pose pas : il est partout iden-

tique à lui-même, en sorte qu'une figure quelconque peut y être déplacée d'une façon absolument arbitraire : il constitue, sous ce rapport, la généralisation de la surface sphérique. Il faut donc considérer des espaces non euclidiens. Maurice Levy s'est demandé quels sont les genres d'espaces dans lesquels un système invariable quelconque, placé dans une position quelconque, peut être déplacé d'une certaine façon. La réponse est simple : il faut et il suffit que, moyennant un choix convenable des variables, on puisse faire en sorte que les coefficients entrant dans l'expression du carré de l'élément linéaire perdent l'une de ces variables.

Signalons encore une expression très générale de la variation éprouvée par un élément linéaire dont les extrémités se déplacent, suivant une loi quelconque, dans un espace également quelconque.

Tous ces travaux sont antérieurs à 1880. En 1898, Maurice Levy est revenu sur la question de la déformation des surfaces dans le Rapport par lequel il proposait à l'Académie des Sciences l'insertion, dans le *Recueil des Savants étrangers*, de mon Mémoire sur l'équilibre d'une membrane ellipsoïdale soumise à une pression intérieure uniforme. A cette occasion, il discute avec beaucoup de clarté et de précision les conditions propres à assurer l'indéformabilité d'une surface inextensible.

Dans le domaine de l'Analyse pure, il a soumis à l'Académie des Sciences, en 1872, un important Mémoire sur la théorie des équations aux dérivées partielles du second ordre, à deux variables indépendantes. L'objet principal de ce Mémoire était de trouver, d'une manière générale, toutes les intégrales des équations de ce genre qu'il est possible d'obtenir moyennant l'intégration d'équations à différences ordinaires.

J'ai hâte d'arriver aux recherches mécaniques qui constituent la partie maîtresse de l'œuvre de Maurice Levy. Les plus importantes concernent l'Élasticité et la Théorie de la Résistance des matériaux.

Lui-même en jugeait ainsi, car il les a fait figurer en tête de la Notice qu'il a rédigée en 1883 sur ses travaux scientifiques.

Dès 1861, étant encore élève ingénieur, il se signala à l'attention de Bresse par une simplification importante apportée à l'étude de la résistance d'une poutre droite reposant sur plusieurs appuis. Jusque-là on s'était cru obligé de discuter séparément tous les cas possibles de surcharge. Pour une poutre à sept travées, par exemple, cela faisait 127 cas. Maurice Levy observa que, en vertu du principe de superposition des effets des forces élastiques, il suffisait de prendre successivement le cas d'une charge isolée agissant sur chacune des travées, en sorte que le nombre des cas se trouvait réduit à 7. La remarque était évidente, mais encore fallait-il penser à la faire.

Huit ans plus tard, il s'attaque au problème de l'équilibre des terres et de la stabilité des murs de soutènement. Les ingénieurs admettaient, sur la foi de Coulomb, que les surfaces de rupture d'un massif prismatique de terre sont des plans parallèles aux arêtes du prisme; Maurice Levy s'affranchit de toute hypothèse. Il remarque que, sur chaque élément de section droite tangent à une ligne de rupture, la pression fait avec la normale un angle égal à l'angle de frottement et que cette condition détermine les lignes de rupture de la section. On est ainsi conduit à une équation aux dérivées partielles du second ordre, et l'intégration montre que les surfaces de rupture ne peuvent être planes que si le massif est terminé par un talus plan, indéfini. D'une façon générale, la forme des lignes de rupture dans le plan d'une section droite dépend de la forme supérieure du massif de terre et de l'inclinaison du parement du mur de soutènement.

Dans un ordre d'idées analogues, nous devons citer le « Mémoire sur le mouvement des corps solides ductiles au delà des limites où l'élasticité pourrait les ramener à leur premier état ». Il y a ici 9 inconnues, savoir : les 6 composantes de la pression et les 3 composantes de la vitesse. La grande difficulté consistait à exprimer que la résis-

tance au glissement, sur l'élément superficiel où ce glissement est le plus fort, a une valeur constante. La détermination de cette force dépend en effet de l'équation du troisième degré donnant les pressions principales. La résolution de cette équation a pu être évitée, grâce à un emploi ingénieux de l'équation aux carrés des différences.

Un Mémoire sur les systèmes de barres articulées présente, au point de vue des applications pratiques, un intérêt particulier. L'auteur recherche les tensions qui se développent quand les barres sont en nombre surabondant, cas dans lequel la Statique rationnelle ne suffit pas pour la détermination complète des inconnues (les systèmes de ce genre ont reçu plus tard le nom de *systèmes hyperstatiques*). Après avoir résolu ce problème général, Maurice Levy montre à quelles conditions on peut faire en sorte que toutes les barres éprouvent la même fatigue. Il fait voir aussi que les systèmes sans barres surabondantes sont préférables aux systèmes hyperstatiques : d'abord parce que, pour eux, les calculs présentent plus de sécurité ; ensuite parce que les tensions de leurs barres ne sont pas sujettes à varier sous l'influence des altérations moléculaires ou sous celle de la température ; et il ajoute qu'on peut toujours constituer un système sans barres surabondantes équivalant, comme poids et comme degré de fatigue, à un système hyperstatique donné. Ces conclusions ont été postérieurement confirmées par l'examen des types de ponts en treillis auxquels une longue pratique a conduit les ingénieurs américains.

Le Mémoire que je viens d'analyser date de 1874 ; il a été reproduit la même année, sous forme de Note annexe, dans le *Traité de Statique graphique*. Au moment de l'apparition de ce Traité, la Statique graphique était à peu près inconnue en France ; elle avait reçu quelques applications en Allemagne et en Italie. L'auteur a réussi, et ce n'est pas en pareil cas un mince mérite, à ne faire emploi que des notions les plus élémentaires. Néanmoins, certaines parties, par exemple la théorie des figures réciproques, ont, à côté de leur utilité pratique, un

sérieux intérêt scientifique. La Statique graphique ne s'était jusqu'alors occupée que des figures planes; Maurice Levy a ouvert la voie à la Statique graphique des figures de l'espace, en construisant une pyramide funiculaire destinée à jouer, dans ce cas, le rôle que joue dans le plan le polygone funiculaire.

Cet important Ouvrage en quatre volumes a eu deux éditions; la mort a empêché l'auteur de mettre la troisième à jour. Il en a introduit la substance dans son enseignement, d'abord au Collège de France, puis à l'École centrale; son exemple a été suivi à l'École des Ponts et Chaussées, à l'École de Fontainebleau et, plus récemment, à l'École Polytechnique.

La question délicate de l'équilibre d'élasticité des plaques minces a été étudiée jadis par Navier et Poisson; Maurice Levy l'a abordée à son tour, en 1877, par une méthode nouvelle. Il considère d'abord un cylindre de hauteur quelconque, pressé latéralement, et cherche à vérifier les équations du problème par des polynomes ordonnés suivant les puissances ascendantes de la distance au plan moyen. La solution à laquelle il parvient contient une constante arbitraire de moins qu'il ne serait nécessaire pour pouvoir vérifier toutes les conditions relatives à la surface latérale. L'auteur y supplée par l'introduction d'une certaine fonction transcendante. Supposant ensuite l'épaisseur de la plaque très petite, il simplifie les formules et retrouve ainsi, pour le cas de la symétrie complète autour d'un axe, les formules données jadis par Poisson, sauf pourtant l'addition de termes provenant de la fonction transcendante. Il y a ainsi un désaccord qui donna lieu à une intéressante controverse entre Maurice Levy et M. Boussinesq. Je me garderai de prendre parti dans le débat, et je me bornerai à citer les conclusions suivantes de Barré de Saint-Venant : « Les réponses et répliques de M. Boussinesq nous paraissent fondées et logiquement motivées. Si M. Levy avait poussé jusqu'aux chiffres les conséquences de sa solution... , il aurait reconnu certainement que ces termes n'ont

qu'une influence négligeable sur la déformation générale des plaques minces et aussi sur leurs vibrations. Nous observerons aussi, en général, qu'une addition, même à quelques égards fondée, faite à une solution trouvée pour un problème de Mécanique physique, de quantités du même ordre de petitesse que celles qu'il a fallu forcément négliger pour en établir les équations, n'augmentera nullement le degré d'approximation de cette solution. En effet, suivant la grandeur et suivant le sens de l'erreur inconnue que la solution trouvée comporte, une pareille addition pourra tantôt diminuer cette erreur, tantôt l'augmenter : il y a autant de chances pour l'un que pour l'autre, vu que son sens est aussi inconnu que sa grandeur (1). »

Quoi qu'il en soit, on ne peut refuser à Maurice Levy le mérite d'avoir donné, dans un cas étendu, la solution du problème de l'équilibre d'élasticité d'un cylindre de hauteur finie. Cette solution s'applique quelles que soient les forces agissant sur la surface latérale, pourvu qu'on fasse abstraction de la partie du cylindre située au voisinage de cette surface. Elle présente donc, pour le cas de ce genre de forces, un degré de généralité équivalent à celui que possède, pour le cas des forces agissant sur les bases du cylindre, la célèbre solution due à Barré de Saint-Venant.

On doit à Lagrange la détermination de la forme d'équilibre prise par une tige élastique, primitivement rectiligne, aux extrémités de laquelle on applique des forces données. Maurice Levy a étudié le cas, plus général, d'une tige, droite ou circulaire, sollicitée à la fois par des forces agissant aux extrémités et par une pression uniformément répartie sur sa fibre moyenne. Il a trouvé que la courbure de la fibre moyenne déformée doit être une fonction linéaire du carré de la distance à un certain point du plan et il en a déduit que la solution dépend d'intégrales elliptiques de première et de troisième espèce. Il a

---

(1) *Théorie de l'Élasticité de Clebsch*. Traduction française, 1885, p. 731.

ensuite recherché dans quelles conditions peut se produire le flambement d'un anneau circulaire comprimé du dehors au dedans. Cette question, assez délicate, a provoqué quelques observations de la part de M. Boussinesq (1). Elle a été ultérieurement reprise par Halphen (2) qui s'exprime en ces termes au sujet du travail de son prédécesseur :

« Pour un tel problème, l'emploi direct des intégrales offrait bien des difficultés. Cependant, par une très ingénieuse analyse, M. Maurice Levy a réussi à établir une condition suffisante qui diffère peu de la condition précise, à la fois suffisante et nécessaire. Il connaissait d'ailleurs et a indiqué, comme probable, cette condition précise. La solution du problème était donc à compléter. C'est pourquoi j'ai tenté cette solution au moyen des fonctions elliptiques inverses. »

Une étude parue en 1874 dans les *Annales des Mines* concerne la résistance des cloches de gazomètres sous l'effort du vent, calculée en tenant compte de l'élasticité du guidage.

Dans le domaine de l'Hydrodynamique, Maurice Levy a publié trois Mémoires concernant principalement la théorie des courants liquides à filets rectilignes et parallèles. Le premier a obtenu la médaille d'or aux *Annales des Ponts et Chaussées*. Le second a été, en 1867, admis comme seconde thèse pour le doctorat ès sciences. Le troisième a mérité l'insertion au *Rccueil des Savants étrangers*. L'idée originale de l'auteur, inspirée des travaux de Cauchy sur la dispersion de la lumière, consiste à admettre que l'expression générale du frottement entre deux filets parallèles dépend non seulement, comme on l'imagine d'ordinaire, de la vitesse relative, mais encore de la dérivée de cette vitesse par rapport au chemin parcouru normalement aux filets. On retrouve ainsi les formules par lesquelles M. Bazin a traduit ses expériences sur l'écoulement de l'eau dans les canaux découverts. Néan-

---

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. 97, 1883, p. 843 et 1131.

(2) *Journal de l'École Polytechnique*, 53<sup>e</sup> cahier.

moins l'auteur reconnaît lui-même que d'autres interprétations sont possibles et que, d'ailleurs, le cas idéal d'un courant à filets rigoureusement rectilignes, le seul auquel il ait pu appliquer ses formules, ne se réalise jamais.

A l'époque où furent imprimés ces travaux sur l'Hydrodynamique, Maurice Levy admettait, comme Lamé dont il avait suivi les leçons (1), qu'il existe toujours, dans un milieu matériel, trois familles de surfaces orthogonales entre elles, et normales aux pressions qu'elles supportent. Il était ainsi conduit à la conclusion formulée en ces termes dans le premier Mémoire (1867) : « Dans tout courant à filets parallèles, les courbes ou, si l'on veut, les cylindres d'égale vitesse, sont équidistantes. » Depuis lors, M. Boussinesq (2) a fait remarquer que l'existence, en chaque point, d'éléments orthogonaux supportant des pressions normales n'entraîne nullement l'existence des surfaces dont il s'agit. La conclusion précédente n'est donc pas légitime.

Il convient de mentionner encore la belle leçon dans laquelle, en 1890, Maurice Levy exposa à ses auditeurs du Collège de France les grandes lignes de l'Hydrodynamique moderne et l'hypothèse des actions à distance (3).

La Thermodynamique a également occupé ce chercheur infatigable. Dès 1876 il adressait à l'Académie une Note sur le problème du refroidissement des corps solides, eu égard à la chaleur dégagée par la contraction. L'année suivante, il montrait que les deux principes de la théorie mécanique de la chaleur se trouvent simultanément traduits par ce fait géométrique, que les lignes adiabatiques et les lignes isothermes sont susceptibles de diviser le plan en parallélogrammes infiniment

---

(1) Dans son discours de Marseille, dont il sera question plus loin, Maurice Levy parle du « dernier discours d'ouverture des merveilleuses leçons de Physique mathématique de Lamé à la Sorbonne » ; il ajoute que cette œuvre de Lamé a été tirée à 50 exemplaires seulement et qu'il se fait gloire d'en posséder un, avec dédicace du maître.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 22 janvier 1872.

(3) Cette leçon a été publiée en 1890 dans la *Revue générale des Sciences*.

petits de même superficie. Il résolvait en même temps la question suivante : Étant donné un nouveau corps, quels sont, dans l'état actuel de la Science, les éléments strictement nécessaires et suffisants pour pouvoir étudier ce corps au point de vue thermodynamique. La réponse est qu'il faut se procurer expérimentalement : 1° la relation existant entre le volume, la pression et la température ; 2° la chaleur spécifique sous pression constante, observée pour une seule pression, d'ailleurs arbitraire, ou bien la chaleur spécifique à volume constant, correspondant à un volume également arbitraire.

Dans une Note de 1877, Maurice Levy cherchait à établir que, d'une façon générale, le volume spécifique d'un corps varie linéairement en fonction de la température ; il s'appuyait pour cela sur l'hypothèse, dite des *forces centrales*, d'après laquelle l'action mutuelle de deux molécules est dirigée suivant la droite de jonction et dépend uniquement de la distance. Quelque temps après, répondant à diverses objections, il a précisé sa pensée et reconnu que la loi est simplement approchée : elle suppose en effet que, dans toute modification infiniment petite d'un corps, il y a égalité entre le travail dû au changement des positions moyennes des molécules et la valeur moyenne du travail dû aux déplacements véritables, lesquels comportent un mouvement vibratoire. Dans le cas des gaz imparfaits et des vapeurs, les orbites des molécules paraissent avoir des dimensions comparables aux distances moyennes, et alors les écarts observés atteignent une importance non négligeable.

Pour achever le rapide tableau du labeur purement scientifique de Maurice Levy, il reste à parler de ses Leçons sur la théorie des marées professées au Collège de France et dont, malheureusement, la première Partie a seule été publiée. Elle a paru en 1898, avec le sous-titre : « Théories élémentaires ; formules pratiques de prévision des marées. » L'auteur s'appuie sur la théorie statique, qui remonte à Newton et permet, ainsi que l'a montré Lord Kelvin, de faire entrer en ligne de

compte la distribution réelle des mers à la surface du globe. Il étudie la propagation des marées non seulement le long des côtes, mais encore dans les fleuves de largeur constante ou très lentement variable, puis il analyse et applique les beaux travaux de M. Boussinesq sur l'onde solitaire et sur le mascaret. La seconde Partie devait être consacrée à la théorie dynamique des marées, due à Laplace, et à la théorie des marées de l'écorce terrestre.

Ainsi qu'il est dit dans l'Introduction, la théorie des marées était un peu délaissée en France depuis Laplace; Tisserand lui-même ne l'a pas comprise dans sa *Mécanique céleste*. Nous devons cependant rappeler qu'en 1885 M. Hatt a fait paraître, sous le titre modeste « Notions sur le phénomène des marées », un Volume d'une clarté parfaite qui précise et complète à certains égards l'œuvre de Laplace (1). Il était réservé à Poincaré de développer la théorie dynamique.

Le livre de Maurice Levy montre avec quelle souplesse remarquable le talent de l'auteur a su se plier aux méthodes de l'Astronomie, si différentes de celles de la Mécanique terrestre.

Ce que fut Maurice Levy comme professeur, nous pouvons le deviner d'après le témoignage de ceux qui eurent la bonne fortune de l'entendre. Dans le discours qu'il prononça devant sa tombe, M. Émile Picard, alors président de l'Académie des Sciences, disait : « Je le vois encore, malgré les années écoulées, exposant devant quelques auditeurs des Mémoires de Clausius et de Maxwell sur la théorie des gaz et la théorie de la chaleur où interviennent de délicates questions de probabilités. Nous nous rendions compte du travail considérable que notre maître avait à faire, d'une leçon à l'autre, pour arriver à posséder ces Mémoires célèbres dont la clarté n'est pas toujours la qualité maîtresse, et en recréer en quelque sorte la matière. Mais la prodigieuse facilité de Levy et la vivacité de son intelligence

---

(1) Imprimerie nationale : Publications du dépôt des cartes et plans de la marine.

suffisaient à cette tâche, dont peu de maîtres auraient été capables. » Et M. Noël, directeur de l'École centrale, disait à son tour : « Son talent d'exposition fut bien défini par ses élèves qui l'appelaient *le lumineux*, apportant ainsi le plus bel hommage d'une jeunesse studieuse au professeur érudit. »

Il ne faut pas croire, d'ailleurs, que ce cours de l'École centrale ait été, pendant les 34 ans de sa durée, immobilisé dans un cadre inflexible. Les neuf premières années furent consacrées à la Mécanique générale, les suivantes à la Mécanique appliquée, et, dans l'enseignement de cette dernière, Maurice Levy se tenait constamment au courant des derniers progrès. C'est ainsi qu'il exposa la théorie des turbines à vapeur aussitôt que celles-ci reçurent leurs premières applications, et, plus tard, dès 1908, aborda la science naissante de l'Aviation.

Ce double enseignement, joint à une production scientifique ininterrompue, aurait suffi largement pour occuper la vie d'un homme; pourtant nous n'avons encore envisagé qu'une faible partie de l'œuvre de Maurice Levy. Il nous reste à parler de sa carrière technique et administrative. Nommé ingénieur en 1862, Maurice Levy, après quelques années de débuts à Colmar, puis à Montauban, fut attaché à partir de 1868 au Service de la navigation de la Seine où il inventa un nouveau treuil de manœuvre des hausses des barrages de la Seine et aussi un barrage mobile, manœuvrable depuis la rive par la pression de l'eau. Après la guerre, il entra au Service de la Ville de Paris.

Parmi les travaux qu'il eut alors à exécuter, on doit citer les deux siphons faisant passer l'égout collecteur de Bercy par-dessus le canal Saint-Martin. Chacun de ces siphons est formé d'un tuyau courbe de 0<sup>m</sup>,60 de diamètre, 18<sup>m</sup> de corde et 8<sup>m</sup> de hauteur d'aspiration. Ils sont accolés aux deux têtes du pont sur lequel le boulevard Morland franchit le canal. La difficulté était d'assurer et de maintenir l'amorçage. Le problème a été résolu par l'emploi de trompes aspirantes : idée suggérée par Alfred Cornu, mais que Maurice Levy a eu le mérite

de rendre pratique. Vers la même époque, il imagina une balayeuse chasse-neige mécanique et une dragueuse à neige. Ces deux appareils furent essayés avec succès : leur seul inconvénient était de coûter un peu cher eu égard à la rareté de leur emploi.

Revenu en 1880, comme ingénieur en chef, au Service de la navigation de la Seine, puis chargé de celui de la navigation de la Marne, il obtint en 1894 le grade d'inspecteur général de seconde classe. La première classe lui fut attribuée en 1902, et, dès lors, il eut à présider de nombreuses assemblées : Commission des distributions d'électricité (1904), Section de navigation du Conseil général des Ponts et Chaussées (1905), Comité d'électricité (1907), etc.

Cette longue suite de services a donné naturellement à Maurice Levy l'occasion de produire d'innombrables Rapports, dont la plupart dorment maintenant dans les cartons ministériels. Quelques-uns, cependant, ont été publiés et manifestent la haute compétence, la sûreté de vues de leur auteur.

En 1896, il a été l'un des trois rapporteurs de la Commission interministérielle du Canal des deux mers, et comme tel il a été chargé d'établir un avant-projet, puis d'en faire l'estimation dans diverses hypothèses militaires ou commerciales. La conclusion n'est pas encourageante : en se contentant même d'un canal à voie unique de 8<sup>m</sup> de profondeur, les dépenses de construction s'élèveraient à près de 2 milliards et les dépenses annuelles d'exploitation atteindraient au moins 15 millions. Le rapporteur ajoute que, suivant toute vraisemblance, ces chiffres seraient considérablement dépassés.

La même année, il est appelé à donner son avis sur les projets du pont Alexandre III, et à cette occasion il suggère un nouveau principe de construction, qui a été intégralement appliqué à la passerelle établie entre les ponts d'Iéna et de l'Alma. Voici en quels termes il explique lui-même ce principe :

« Les poutres longitudinales qui supportent les trottoirs sont, contrairement à ce qui se fait toujours, entièrement indépendantes de l'arc central qu'elles croisent sans lui être reliées et, par leurs deux extrémités, vont s'articuler aux deux demi-arcs de rive. Grâce au grand surbaissement de ceux-ci, leur charge, quoique faible, produit sur ces poutres longitudinales une énergique traction laquelle fait naître une contre-poussée sur les piles. Cette contre-poussée détruit la poussée de l'arc central, en sorte que tout se passe comme si celui-ci était bandé par un tirant reliant ses deux extrémités. »

A la suite de la rupture de la digue du réservoir de Bouzey, Maurice Levy avait, en août 1895, communiqué à l'Académie des Sciences un travail contenant une méthode nouvelle de calcul de ce genre d'ouvrages et un moyen pratique d'éviter leur rupture. La méthode de calcul tenait compte, ce qui n'avait pas été fait jusque-là, des sous-pressions d'infiltration. Le moyen pratique consistait à établir des puits de dégagement et un mur de masque permettant de visiter en tout temps le parement amont; il a reçu depuis lors diverses applications. Cet accident de Bouzey ayant donné naissance à un procès devant le tribunal d'Épinal, Maurice Levy prit la défense du Corps des Ponts et Chaussées ainsi mis en cause. Après avoir rédigé un volumineux *Mémoire*, il alla pendant trois audiences soutenir sa manière de voir et réussit à la faire triompher.

Au cours du procès d'Épinal, le directeur de la navigation au Ministère des Travaux publics déclara que la méthode nouvelle de calcul, due à Maurice Levy, avait conduit à renforcer un certain nombre d'ouvrages : si donc pareille catastrophe ne s'est pas reproduite, c'est peut-être à cette savante initiative qu'on le doit.

Vers la même époque, Maurice Levy fut consulté par le Ministère sur les conditions de stabilité et de résistance des grands ponts à transbordeurs, tels que ceux qui existent actuellement à Rouen, à

Nantes, etc. Une Commission constituée sous sa présidence formula des règles précises, tirées en grande partie du *Traité de Statique graphique*.

Signalons encore divers rapports concernant la reconstruction du pont de Laroche-Bernard, sur la Charente; les ponts suspendus de Bonny, sur la Loire, de Valence, sur le Rhône; la réfection, après rupture, du tunnel de Montmédy, etc.

La traction mécanique sur les canaux devait naturellement solliciter l'attention de Maurice Levy, pendant qu'il était chargé d'un service de navigation. En 1888, il donna aux *Comptes rendus de l'Académie* une Note intitulée : « Sur la traction des bateaux par câble télodynamique ». La principale difficulté d'application consistait dans les oscillations du câble, dues à l'obliquité de la traction et au déplacement du point d'appui. L'auteur de la Note avait réussi à surmonter ces difficultés; pour empêcher le décâblage il adjoignait à chaque poulie de support une roulette barrant le sommet de la gorge, de façon à emprisonner le câble comme dans un laminoir. Mais il fallait, en temps utile, livrer passage à l'amarre du bateau : Maurice Levy y parvenait à l'aide de crans à développantes de cercles pratiqués dans la poulie. Je ne puis insister ici sur les détails, mais j'ajoute que le système a été appliqué avec succès, depuis 1896, au souterrain du mont de Billy (canal de l'Aisne à la Marne) et sur une rivière belge.

Mais, naturellement, la solution définitive du problème devait, tôt ou tard, être demandée à la transmission électrique de la force.

Dans le domaine de l'Électricité, Maurice Levy sut, l'heure venue, se tailler également une large place. On peut dire qu'il était, après Mascart, le doyen des électriciens de France. Il avait été, avec lui, délégué au premier Congrès d'Électricité, tenu à Paris en 1881 : il devait cet honneur aux fonctions, qu'il occupait alors, de professeur suppléant de Physique générale et mathématique au Collège de France.

Vers la même époque, il publiait des Notes sur le rendement

maximum des dynamos employées au transport de la force, sur la relation entre la force électromotrice et la vitesse de rotation d'une dynamo; il faisait à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale une conférence sur les unités électriques, dans laquelle il montrait qu'outre les deux systèmes classiques d'unités, électrostatiques et électromagnétiques, il en existe un troisième jouissant comme eux de la propriété de laisser exprimer les grandeurs électriques à l'aide d'un seul coefficient. En 1886, il lut à l'Académie un magistral rapport sur les célèbres expériences de transport de la force exécutées entre Paris et Creil par M. Marcel Deprez. Dix ans plus tard, en vue de la discussion, devant le Parlement, du projet d'installation de câbles sous-marins entre la France, l'Algérie et la Tunisie, il fut chargé d'une mission officielle en Angleterre : cette mission avait pour but d'étudier les conditions de résistance ohmique et de capacité électrique des câbles sous-marins.

Membre du Comité permanent d'Électricité institué au Ministère des Travaux publics, il prit une part active à la réglementation, si nouvelle alors, des distributions d'énergie électrique, et quand en 1907 la mort de Mascart laissa vacante la présidence de ce Comité, il fut tout naturellement appelé à le remplacer. En 1908, présidant à Marseille le Congrès international des applications de l'Électricité, il fit un remarquable exposé de cette science, dont les progrès semblent maintenant battre en brèche les principes admis depuis deux siècles et conclut dans les termes suivants :

« Quel sera le Messie de cette nouvelle Mécanique, plus complexe que celle qui nous a été léguée par Newton et ses grands successeurs? Se fera-t-il attendre pendant des années ou des siècles? C'est ce qu'il est difficile de prévoir. Ce qu'on peut pronostiquer, c'est qu'il viendra quand tout sera prêt pour le recevoir, quand les faits nouveaux accumulés par la science expérimentale seront assez nombreux pour lui permettre d'établir une synthèse nouvelle. »

L'un des derniers rapports administratifs de Maurice Levy concerne la difficile question du béton armé. Ainsi qu'il est dit dans ce rapport : « Si le béton armé est de plus en plus apprécié dans ses effets, il est encore bien imparfaitement connu dans ses causes. Plus on y réfléchit, plus on sent qu'il y a là nombre de phénomènes qui demeurent obscurs ». Aussi l'auteur, après une discussion serrée, se borne-t-il prudemment à formuler des instructions générales, qui laissent aux ingénieurs une grande liberté pour le choix des méthodes de calcul.

En 1865, le chef direct du jeune ingénieur Maurice Levy formulait sur lui l'appréciation suivante : « Si les circonstances le favorisent, M. Levy deviendra une lumière du Corps des Ponts et Chaussées. » Ce que nous avons dit suffit à montrer que rarement horoscope fut plus exact. Ce jugement, comme le faisait remarquer, 45 ans plus tard, le jour des obsèques, le vice-président du Conseil général des Ponts et chaussées, M. de Préaudeau, honore à la fois la perspicacité de son auteur et la valeur de celui qui en avait alors été l'objet.

Maurice Levy ne se rendait pas tellement esclave de ses travaux scientifiques ou techniques qu'il ne pût s'intéresser à d'autres questions. Curieux au contraire de toutes les manifestations de l'esprit humain, il s'éprenait volontiers des idées nouvelles. Dans sa jeunesse, il avait étudié avec enthousiasme la doctrine d'Auguste Comte, et, par la suite, la Sociologie, l'Économie politique, l'Évolution des individus et des collections d'individus continuèrent à le préoccuper. Aussi la Philosophie et l'Histoire formaient-elles la substance de ses lectures préférées. Les Pensées de Pascal étaient son livre de chevet. Les campagnes de Napoléon lui étaient familières dans leurs plus petits détails, et il se plaisait à les commenter.

Doué d'un vif sentiment artistique, il n'était pas de ces ingénieurs qui ne tiennent pas à la beauté de la forme, pourvu que leurs constructions soient solides. L'architecture n'avait pas pour lui de secrets. Il aimait également la peinture et connaissait à fond les grands musées

européens. Il avait même rédigé des Notes fort intéressantes sur l'ancienne Pinacothèque de Munich et sur les chefs-d'œuvre disséminés dans les palais vénitiens. Son admiration allait surtout à Léonard de Vinci, génie universel; il n'eut pas à déplorer la fugue de la Joconde, cet événement sensationnel n'étant survenu que plusieurs mois après sa mort.

Au-dessus de l'Art, il plaçait la Nature, qu'il ne se lassait pas de contempler. Les montagnes exerçaient sur lui une sorte de fascination, et il avait gravi les principales cimes des Alpes, des Pyrénées, de l'Auvergne, de l'Écosse. Il faisait souvent des séjours prolongés sur les rives enchanteuses des lacs italiens.

A Paris, il ne cherchait guère le bonheur ou les distractions en dehors de l'intimité familiale. Il surveillait avec un vif intérêt la formation scientifique de ses deux petits-fils Raymond et Maxime Berr, frères jumeaux, dont j'ai dit plus haut le rôle actuel: l'une de ses plus grandes joies fut de les voir reçus tous les deux, en 1907, à l'École Polytechnique, d'où l'un est sorti élève ingénieur des Mines et l'autre officier d'Artillerie.

Si la vie publique de Maurice Levy fut celle d'un savant ingénieur, sa vie privée fut celle d'un sage.

