



## Bulletin de la Sabix

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

44 | 2009

Gabriel Lamé (1795-1870) : Les pérégrinations d'un ingénieur au XIX<sup>e</sup> siècle

---

# Gabriel Lamé et l'enseignement des mathématiques : reflet d'une génération de polytechniciens ?

Anne Boyé

---



### Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/sabix/689>

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 octobre 2009

Pagination : 151 - 160

ISBN : ISSN N° 2114-2130

ISSN : 0989-30-59

### Référence électronique

Anne Boyé, « Gabriel Lamé et l'enseignement des mathématiques : reflet d'une génération de polytechniciens ? », *Bulletin de la Sabix* [En ligne], 44 | 2009, mis en ligne le 22 mai 2011, consulté le 21 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/sabix/689>

---

Ce document a été généré automatiquement le 21 avril 2019.

© SABIX

---

# Gabriel Lamé et l'enseignement des mathématiques : reflet d'une génération de polytechniciens ?

Anne Boyé

---

- 1 Le 13 avril 1816, l'École Polytechnique est « congédiée » par Louis XVIII pour indiscipline. La promotion X 1814, où nous trouvons Gabriel Lamé (1795-1870), Jean-Marie Constant Duhamel (1797-1872) et Auguste Comte (1798-1857), se trouve ainsi au chômage, et dans l'obligation de trouver des ressources financières. Gabriel, Jean-Marie et Auguste vont donner des cours de mathématiques, en cours particuliers, ou employés par des institutions privées. Ceci, d'une certaine manière, va probablement motiver leur intérêt pour les questions d'enseignement.
- 2 Autour de Gabriel Lamé, particulièrement avec Jean-Marie Duhamel, mais aussi Auguste Comte, entre autres, nous nous demanderons si les similitudes de pensée, aussi bien sur le choix des mathématiques à enseigner, que sur les programmes et les méthodes, sont le reflet de cette génération de polytechniciens, ou une affaire de mode ou de contexte social, ou probablement un peu tout à la fois.

## La formation et les débuts dans l'enseignement

### Les années polytechniques. Le licenciement

- 3 C'est à la suite d'un chahut, le 13 avril 1816, que l'École est congédiée (et cela concerne particulièrement la promotion 1814) par Louis XVIII, pour indiscipline. Elle sera recréée le 17 janvier 1817, sous le nom d'École royale polytechnique. Les cours reprendront en 1817, pour environ la moitié des élèves, qui seront autorisés à passer les concours des écoles d'application.
- 4 Cet épisode marquera, évidemment, cette génération, et particulièrement nos trois polytechniciens, même si Gabriel Lamé était admis à passer les concours, pendant que

Jean-Marie Duhamel et Auguste Comte ne revenaient pas, de façon plus ou moins délibérée.

- 5 C'est ainsi que, en 1828, dans *l'Histoire de l'École polytechnique*, d'Ambroise Fourcy<sup>1</sup>, Auguste Comte et Jean-Marie Constant Duhamel sont répertoriés comme :
  1817. Retiré-professeur de mathématiques à Paris
- 6 Tandis que pour Gabriel Lamé, nous avons :
  1817. Mines-ing. Ord. - En Russie, Lieut.-Colonel du génie des voies de communication.
- 7 Irina et Dimitri Gouzévitch ont longuement expliqué les circonstances de l'arrivée en Russie de Gabriel Lamé, tout jeune ingénieur des mines, et comment il assura à cette époque une première vraie mission d'enseignement. Ce n'était pas à vrai dire ses débuts, puisque, à l'instar de ses deux condisciples, il avait dû lui aussi, pour des raisons financières, lors du licenciement, vivre de cours particuliers. Et cette première expérience précoce influencera beaucoup sa carrière, comme celle de J. M. Duhamel et A. Comte d'ailleurs.
- 8 Tout enseignant est influencé d'une façon ou d'une autre par son propre apprentissage. Outre le compagnonnage, les idées liées au contexte historique et social, il y a bien sûr ceux qui enseignent. Ainsi, parmi leurs professeurs à l'École polytechnique, nous trouvons : en Analyse appliquée à la géométrie : Arago, en Géométrie descriptive : Louis Lefébure de Fourcy, quant au cours d'Analyse, il avait été temporairement confié à Cauchy, après avoir été fait par Reynaud, qui en était répétiteur et qui remplaçait lui-même Poinsot.

## Les parcours d'enseignants

### Gabriel Lamé

- 9 Ce sont donc les circonstances qui poussent G. Lamé à trouver des ressources financières et le dirigent vers des leçons de mathématiques, comme nous le décrit Albert de Lapparent :
  - Troublé par les graves événements de 1815, son séjour à l'École le fut encore davantage par un licenciement, qu'une révolte d'élèves fit ordonner en 1816. Pendant un an, Lamé demeura dans l'angoisse, donnant pour vivre des leçons, d'ailleurs rapidement appréciées, et qui lui fournirent l'occasion d'un écrit remarquable, intitulé Examen des différentes méthodes employées pour résoudre les problèmes en géométrie<sup>2</sup>.
- 10 après son retour de Russie, il est nommé sur la chaire de physique à l'École polytechnique, en dépit finalement de ses préférences pour les mathématiques. Il transforme totalement cet enseignement :
  - La puissance connue de son esprit offrait une garantie de la hauteur qu'il donnerait à son enseignement. Lamé ne faillit point à cette tâche, et son cours opéra une véritable révolution dans la physique, tout étonnée de voir apporter dans son domaine une pareille rigueur de géomètre<sup>3</sup>.
- 11 Il occupe cette chaire de 1832 à 1845, puis sera examinateur jusqu'en 1862. En 1849 il débute à la Sorbonne, sur la chaire de calcul des probabilités, qu'il obtient bientôt, en 1851, de transformer en chaire de calcul des probabilités et de physique mathématique. Il occupera cette chaire jusqu'à ce que son état de santé lui impose de cesser ses activités, en 1863.

## Auguste Comte

- 12 Dès septembre 1816, A. Comte donne des leçons particulières de mathématiques. C'est sa première activité, comme Lamé ; elle lui assurera, jusqu'en 1832 ses conditions matérielles d'existence. Comte lui-même nous décrit en 1843 « une très active pratique journalière de l'ensemble de l'enseignement mathématique, individuel ou collectif, continuée sans interruption depuis l'année 1816,<sup>4</sup> ».
- 13 En fait, en 1830, Comte a 32 ans et déjà 14 années d'enseignement des mathématiques, à raison de 6h de cours par jour. Grâce à la protection de Navier et de Dulong, il est nommé, en 1832, au poste de répétiteur d'analyse et de mécanique rationnelle à l'École polytechnique (Après un échec pour devenir professeur).
- 14 Rappelons qu'il a rompu avec Saint-Simon en 1824, et qu'en 1830 est paru le premier tome du *Cours de philosophie positive*, contenant Les préliminaires généraux et la Philosophie mathématique. Lamé en est l'un des souscripteurs.
- 15 En 1834, il commence à enseigner les mathématiques à l'Institution Laville, un établissement d'enseignement supérieur libre. En 1836, il occupe temporairement la chaire d'analyse et de mécanique rationnelle transcendante à l'École polytechnique laissée vacante à la succession d'Henri Navier. Mais il subit un deuxième échec pour obtenir cette chaire. Elle échoit à J. M. C. Duhamel. En 1837, il fait sa première tournée d'examen, à la suite de son élection recommandée par Pierre Louis Dulong, en tant qu'examineur d'admission à l'École Polytechnique. C'est une fonction soumise à réélection annuelle ; il l'occupera pendant sept ans. En 1843, donc, il publie son *Traité élémentaire de géométrie analytique à deux et trois dimensions, contenant toutes les théories générales de géométrie accessibles à l'analyse ordinaire, suivi des programmes des cours d'algèbre supérieure et de calcul différentiel*<sup>5</sup>. En 1851, son poste de répétiteur à l'École polytechnique n'est pas renouvelé, et c'est la fin de sa carrière de « professeur de mathématiques ».

## Jean-Marie Constant Duhamel

- 16 Il est né le 5 février 1797, à Saint-Malo. Sa vie est fortement marquée par l'École Polytechnique. Il y est reçu en 1813 (à 16 ans), mais jugeant son rang trop mauvais, il refuse l'admission et repasse le concours un an plus tard ; il est cette fois reçu second.
- 17 Il en sort en 1816, sans emploi, à la suite du licenciement général. Après avoir suivi momentanément, à Rennes, les cours de l'École de Droit, il vient à Paris, et devient enseignant. D'abord répétiteur à l'institution Massin, il est nommé agrégé pour les sciences, en 1826, et attaché pendant quelque temps, en cette qualité, au collège Louis le Grand ; il fonde en 1829 une école préparatoire pour l'admission à l'École polytechnique, qui est devenue, en 1835, l'école Sainte Barbe.
- 18 En effet, l'Université, fondée par Napoléon, a donné aux lycées le monopole de la préparation aux concours, en particulier celui de l'École polytechnique. Il est cependant possible de suivre des cours supplémentaires privés. Voici comment Duhamel présente son institution :

Ces cours (ceux des lycées, comme Louis le Grand) sont généralement insuffisants pour ceux des élèves qui se destinent aux écoles supérieures. Il importe que ces derniers soient préparés d'avance à l'instruction plus élevée qu'ils doivent recevoir et qu'ils sentent à peine le passage d'une école à l'autre. Pour arriver à ce résultat, j'établirai dans mon institution des cours particuliers destinés à compléter

l'instruction élémentaire et à disposer l'esprit des élèves à celle qui doit suivre, de manière à mettre en harmonie l'ensemble des études, depuis les premiers éléments jusqu'aux parties les plus élevées de l'enseignement public.

- 19 Il devient docteur ès Sciences, épouse Virginie Bertrand, la tante du mathématicien Joseph Bertrand, et occupe, à compter de 1830, la chaire d'Analyse à l'École Polytechnique. Il sera encore, toujours dans cette école, directeur des études de 1848 à 1851, et il succèdera à Poisson à l'Académie des Sciences en 1840, dans la section de physique.
- 20 En 1814, Duhamel entrait comme élève à l'École ; en 1830, il y devenait membre du corps enseignant. Comme Lamé, cependant, il a consacré une grande partie de ses travaux à « la physique mathématique », travaillant en particulier dans le domaine de l'acoustique.
- 21 Quelle que soit l'importance des travaux de Duhamel dans la science, il semble avoir eu une très forte influence dans l'enseignement. Voici quelques commentaires de ses élèves : « Dans les leçons de Duhamel, les difficultés s'évanouissaient ». « Ce fut comme un soulagement tant la clarté devint soudaine et vive ».
- 22 L'influence de ces leçons s'est exercée, non seulement à l'École Polytechnique, mais à l'École Normale, où Duhamel fut maître de conférences, et à la Sorbonne, où il professa l'Algèbre supérieure.
- 23 En 1869, Duhamel quitte, de son plein gré, les chaires qu'il occupait ; mais c'est encore à l'enseignement qu'il consacre ses derniers efforts et ses dernières pensées en achevant un ouvrage Sur les méthodes dans les sciences de raisonnement, qu'il avait projeté depuis longtemps. Ses premières idées sur ce sujet se trouvent exposées dans un recueil, qu'il avait publié quarante ans auparavant, en collaboration avec Reynaud, sous le titre : Problèmes et développements sur différentes parties des Mathématiques, qu'il avait souvent repris et interrompu et qui, terminé, était sûrement, entre toutes ses œuvres, l'objet de sa plus vive prédilection.

## Les idées

### Quelques points forts

- 24 Quelques idées fortes sur l'enseignement et celui des mathématiques en particulier vont réunir nos trois polytechniciens. Ils sont indéniablement influencés, plus ou moins fortement, par le saint-simonisme, comme de nombreux polytechniciens de leur génération.
- 25 Ils ont conscience que les choix faits dans les contenus et méthodes de l'enseignement des sciences, et des mathématiques en particulier, sont liés à des choix politiques et idéologiques. Ils sont donc d'une extrême importance puisque c'est l'avenir de la nation et le progrès des sciences, donc de la société qui sont en jeu.
- 26 Plus particulièrement, on donnera la primauté à l'apprentissage du raisonnement qui aura une valeur universelle et, dans cet apprentissage, on note l'importance de la résolution de problèmes, en faisant apparaître une « méthode ».
- 27 L'analyse y joue un rôle majeur, déclinée sous les mots : méthode analytique, application de l'algèbre à la géométrie, géométrie analytique, mise en équation,

- 28 Il sera mis l'accent sur les liens très forts entre théorie et pratique, tout en faisant varier les contenus et les méthodes : il y a divers moments pour la transmission de la connaissance. En particulier, la marche historique de la construction des mathématiques ne doit pas être négligée.
- 29 Enfin, tous notent l'importance de la formation des professeurs. Nous sommes devant des idées finalement très contemporaines, même si bien sûr cet enseignement est encore réservé à un public privilégié.

## Des problèmes pour apprendre

- 30 Il est très important que les élèves et les étudiants puissent comprendre les raisons de l'invention mathématique, de sorte que les connaissances nouvelles se présentent naturellement, et que leur abstraction relative soit d'un accès plus aisé. Dès ses premières expériences d'enseignement, le jeune Gabriel Lamé, dans son Examen des différentes méthodes employées pour résoudre les problèmes de géométrie<sup>6</sup>, explique ce qui semble être une de ses grandes idées :

Dans l'enseignement des sciences abstraites, la meilleure méthode à prendre ne serait-elle pas de suivre la marche de l'invention ? Après avoir démontré les théorèmes, les rapports principaux qui existent entre les lignes, les surfaces, les solides de la science de l'étendue, on devrait s'étendre sur l'application des règles, des principes démontrés à la solution des problèmes, s'attacher à faire remarquer l'insuffisance de ces connaissances premières, la nécessité d'en créer d'autres ; l'Algèbre, soit pour généraliser l'Arithmétique, soit pour écrire les relations dictées par la géométrie, viendrait ainsi à sa place. [

Lorsqu'en poursuivant l'étude de l'application de l'Algèbre simple à la géométrie, on serait arrivé à considérer les lieux géométriques, à les chercher lorsqu'ils sont inconnus, on imaginerait alors l'application de l'Analyse à la Géométrie de Descartes, qui basée sur les découvertes précédentes, donnerait un plus vaste champ aux idées mathématiques, à la solution complète des problèmes de géométrie. Enfin, après avoir considéré les sections coniques, les surfaces du second ordre, la discussion des lieux géométriques de degrés supérieurs exigerait un moyen général d'étudier les affections d'une courbe en un de ses points particuliers [...]. C'est ainsi que l'étude du calcul infinitésimal viendrait tout naturellement terminer celle de l'Analyse mathématique en général. [...] On ne ferait plus aux sciences abstraites le reproche quelquefois fondé de considérer des choses toujours nouvelles, sans faire apercevoir ni le but vers lequel elles conduisent, ni la liaison naturelle de leurs parties. Cette coordination des diverses branches des Mathématiques en ferait mieux concevoir toute la richesse, toute l'importance.

- 31 Cette manière d'enseigner impose d'attacher une importance au problème, nous aurions presque envie de dire aux « situations problèmes », issues de l'histoire.

Les nombreux problèmes qu'on devrait proposer soit pour exercer les connaissances acquises, soit pour faire sentir la nécessité d'en acquérir de nouvelles, auraient l'immense avantage d'habituer le mathématicien à surmonter les difficultés de son art, à inventer les moyens de l'enrichir, et c'est peut-être à la manière de présenter les découvertes passées, que la postérité devrait d'en voir augmenter le nombre<sup>7</sup>.

- 32 Ceci est repris plus ou moins dans le grand ouvrage de Duhamel, son testament pédagogique, en quelque sorte, que nous avons évoqué : *Des méthodes dans les sciences de raisonnement* par J. M. C. Duhamel, troisième partie, Paris, Gauthier-Villars, 1868

- 33 Il s'agit d'un ouvrage dont la parution s'est échelonnée de 1865 à 1873, en cinq parties, réparties sur trois tomes : 1. Des méthodes communes à toutes les sciences de raisonnement ; 2. Application des méthodes générales à la science des nombres et à la science de l'étendue ; 3. Application de la science des nombres à la science de l'étendue ; 4. Application des méthodes générales à la science des forces ; 5. Essai d'une application des méthodes à la science de l'homme moral.
- 34 Nous mettons en particulier l'accent sur la résolution de problèmes et la progressivité de l'enseignement :

Les problèmes que nous avons résolus ne supposent que la connaissance des premières propositions de la géométrie ; mais nous avons voulu nous occuper de ce genre de questions aussitôt que nous avons été en possession de moyens suffisants pour en résoudre un assez grand nombre, dans des conditions assez variées. Nous nous sommes bornés à quelques uns seulement, parce que nous ne voulons que montrer dans quel esprit un cours doit être conçu.

Dans un cours régulier, il faudrait beaucoup les multiplier ; mais ce qui est essentiel, c'est de faire chercher des problèmes par les élèves, et non de leur en donner immédiatement la solution. [ Par ces exemples très simples, et que nous croyons inutiles de multiplier, nous avons voulu montrer comment il faut habituer les élèves à chercher. On ne saurait trop les y exercer, pourvu qu'on ait soin de proportionner la difficulté à leur force, et que l'analyse y joue le plus grand rôle possible. Il ne faut pas leur dissimuler qu'on peut faire des tentatives au hasard ; mais la manière de les suivre est toujours susceptible d'être dirigée, et il n'est pas inutile de leur faire connaître de bonne heure l'insuffisance de nos moyens de recherche, pour les esprits même les plus pénétrants, afin que l'insuccès ne les décourage pas, et ne les empêche pas de reconnaître que des efforts bien dirigés ont toujours un résultat utile pour l'esprit, même lorsqu'ils ne produisent pas celui qu'on avait en vue. [ Seulement, il faut avoir grand soin de n'introduire une difficulté nouvelle que lorsque tout ce qui précède est parfaitement compris, et, par exemple, attendre pour parler des nombres incommensurables et des règles à suivre pour les calculer, que des questions amenées par le progrès naturel de l'enseignement en aient montré la nécessité<sup>8</sup>.

## Les méthodes. La primauté de l'analyse

- 35 Le mot « analyse » qui apparaît dans le texte précédent de Duhamel n'est évidemment pas anodin. Il faut des méthodes pour résoudre des problèmes ; il faut les enseigner. Cependant la méthode reine est sûrement l'analyse. Ceci se décline avec quelques nuances chez Lamé. Nous retrouvons ici son texte de jeunesse, puisque finalement toutes ses grandes idées s'y trouvent déjà. Il s'agit bien sûr ici de géométrie. Duhamel, élargira cette question à tous les domaines des mathématiques.

Il faudrait donner des méthodes générales, en dépit de la variété des questions qui peuvent se poser. Il faudrait s'attacher principalement à donner quelques méthodes générales pour la solution d'un problème, suivant la manière de l'aborder, de la conduire au résultat, et de traduire cette dernière partie dans le langage de l'énoncé. [

C'est ce qu'il y aurait sans doute de plus difficile ; la multiplicité des moyens dont la géométrie, dont l'Algèbre même peuvent se servir pour arriver au but proposé, la variété des questions, tout contribuerait à éloigner les méthodes générales ; mais on pourrait, il me semble, classer les problèmes suivant les ressemblances plus ou moins grandes de leurs moyens de solution, et l'on parviendrait peut-être, sinon à une méthode unique, du moins à un composé fini de moyens différents, que l'on pourrait regarder comme généraux vus leurs nombreuses applications<sup>9</sup>.

36 Suit alors la description de la résolution par la méthode :

La recherche d'un problème de géométrie est en général composée de trois parties : la mise en équations, la résolution des équations, et la vérification de la solution. La géométrie s'occupe de la première et de la dernière de ces parties, l'Algèbre se charge exclusivement de la seconde. » C'est presque toujours en faisant dépendre la solution d'un problème de celle d'un autre plus simple, cette seconde d'une troisième, et ainsi de suite, que l'on parvient à une question dont la réponse est évidente. On réduit ainsi la proposée à une plus simple expression et l'on pourrait comparer cette marche méthodique à celle que l'algèbre emploie pour résoudre une équation à une seule inconnue, où par des transformations successives, elle parvient à isoler l'inconnue. La seule différence, c'est que l'Algèbre donne les moyens généraux de diminuer ainsi la difficulté du problème, que la géométrie va souvent au hasard pour en trouver de très particulier, et qu'il arrive quelquefois qu'elle complique l'énoncé au lieu de le simplifier<sup>10</sup>.

37 Il y a une sorte d'identification du raisonnement à la méthode analytique. Le reste serait lié à une sorte d'intuition, à un heureux hasard de découverte, non à un véritable raisonnement.

Il est constant qu'un problème quel qu'il soit ne peut être trouvé que par une méthode analytique. C'est toujours le raisonnement qui conduit à la découverte, et non la découverte qui conduit au raisonnement<sup>11</sup>.

38 Quoi qu'il en soit, l'efficacité conseille d'abord l'analyse, puisque la synthèse et les constructions géométriques sont assez adaptées aux lignes du premier degré ou du second, mais peu au-delà. Donc mieux vaut évaluer avant de perdre son temps la synthèse pourra servir éventuellement à vérifier :

Quoi qu'il en soit, comme il ne faut pas toujours s'attendre à des découvertes du hasard, lorsqu'un lieu géométrique est proposé, il vaut mieux le chercher d'abord par l'application de l'Algèbre à la géométrie ; et s'il participe de la ligne droite ou du cercle, on pourra ensuite interroger la synthèse pour vérifier la solution<sup>12</sup>.

39 La figure peut cependant être de quelque secours :

Il faut toujours commencer par concevoir, ou tracer l'espèce de figure que l'on cherche à construire rigoureusement ; de la considération de ses éléments, on déduit des relations entre les inconnues et les données, relations qui peuvent déterminer les premières par des constructions supposées prouvées en elles-mêmes<sup>13</sup>.

40 Duhamel ajoutera le grand avantage des notations, assimilant plus ou moins en ce cas, analyse et algèbre, ce qui est finalement légitime, puisque la résolution du problème passe le plus souvent d'abord par sa mise en équation :

Dans le calcul, il faut toujours choisir les notations les plus avantageuses ; soit pour aider la mémoire soit pour abrégé les éliminations. Autant il serait ridicule de faire consister dans de simples conventions la majeure partie des mathématiques, autant il serait exagéré de les en bannir entièrement. Elles détruisent quelquefois l'aridité du calcul, et l'on pourrait dire que la notation est à l'Analyse ce que l'arrangement et le choix des mots est à la clarté du style<sup>14</sup>.

41 Dans son *Traité de géométrie analytique*, Auguste Comte se fait le défenseur de cette méthode avant tout dans l'enseignement.

81 - Avant de nous occuper de recherches plus générales, nous allons montrer par quelques exemples très-simples que la méthode analytique, telle que nous l'avons définie dans la première partie de cet ouvrage, est toujours celle qui se présente naturellement, et la seule qui puisse conduire sans tâtonnement à la solution des questions<sup>15</sup>.

- 42 Et c'est en suivant peu ou prou l'histoire, en les conduisant à sentir la nécessité des nouvelles méthodes et des nouvelles notations, qu'ils pourront se les approprier :

96 - La supériorité de cette notation sur l'écriture ordinaire ressort bien évidemment de la comparaison de ces derniers calculs avec les premiers ; et l'avantage serait bien plus grand encore si les expressions étaient plus compliquées. Les commençants ne le sentent pas assez, parce qu'on leur donne trop tôt les procédés de simplification dont ils n'ont pas reconnu l'indispensable nécessité. Il faut leur faire résoudre péniblement des questions à leur portée, et leur faire désirer et pressentir les moyens de simplification. Et lorsqu'ils seront assez avancés pour suivre la lecture des énoncés de certaines propositions d'Archimède, il sera bon de leur montrer qu'un énoncé exprimé par une demi-page en langage ordinaire, peut l'être par une seule ligne, ou deux au plus, en se servant de nos notations. Nous le répétons, il ne faut pas connaître trop tôt les moyens perfectionnés que les hommes ont mis des siècles à découvrir ; en toutes choses le passé donne des enseignements indispensables, sans lesquels on ne comprend pas le présent. Et il ne faut pas croire que l'enseignement sera retardé par ces longueurs apparentes. On a toujours gagné quand on a appris à mieux connaître ce que l'on fait ; et quand on connaît bien les raisons des choses, on est plus apte à en découvrir de nouvelles ; ce qui doit être en grande partie le but de l'enseignement. Car la vie des hommes ne peut être réglée comme les fonctions d'une machine, et ce qu'on doit tâcher de leur donner, ce sont des méthodes pour résoudre le mieux possible les questions prévues.

D'après les indications précédentes, la révolution radicale opérée dans le système des études géométriques par l'avènement de la géométrie analytique doit être regardée comme l'époque la plus décisive pour le développement total de cette science, dont la constitution philosophique était jusqu'alors si insuffisante et si précaire, malgré d'admirables découvertes spéciales. Conformément à la similitude nécessaire qui, pour l'esprit humain, doit évidemment exister, en tous genres, entre la marche essentielle de l'éducation individuelle et celle de l'évolution collective, l'étude de la géométrie analytique doit aussi constituer naturellement la phase la plus décisive, et par suite la plus difficile, de chaque initiation mathématique. [...] Aucune partie de l'enseignement mathématique ne saurait donc mériter autant de sollicitude rationnelle des professeurs et l'active attention des élèves<sup>16</sup>.

- 43 Lamé ne manquera pas d'éloge sur l'ouvrage d'Auguste Comte.

## **Le « programme » de Lamé sur l'enseignement des sciences en général, et des mathématiques en particulier, se dessine**

- 44 Dans les années universitaires de Lamé, nous allons voir progressivement s'élaborer le « programme » de Lamé pour l'enseignement des mathématiques.

### **La physique, complément indispensable des mathématiques**

- 45 L'enseignement des sciences ne peut se résumer à faire connaître des formules, des suites de calculs, il s'agit avant tout de former le raisonnement. Pour que cette faculté devienne active, précise et utile, il faut avoir acquis l'habitude, non seulement de déduire les conséquences nécessaires d'un principe posé, mais encore choisir et d'éprouver les principes fondamentaux.

Les sciences exactes offrent un vaste champ à la gymnastique du raisonnement ; mais étant fondées sur des axiomes évidents, elles n'enseignent rien sur le choix des principes ; l'étude d'une autre science est donc indispensable<sup>17</sup>.

- 46 La physique semble être cet enseignement complémentaire idéal. On pourrait penser à l'astronomie, mais c'est une science trop avancée pour jouer ce rôle.

Or les physiciens, cherchant à grouper les phénomènes dont ils s'occupent en un petit nombre de théories, soumettent à toutes les épreuves de l'observation, de l'expérience et du calcul, les lois et les hypothèses qui peuvent le mieux atteindre ce but scientifique. Aussi n'est-il pas d'étude plus convenable, pour guider l'esprit dans le choix des principes, que de suivre pas à pas, les diverses luttes établies dans la physique entre deux hypothèses plus ou moins contradictoires, et en dernier résultat l'épreuve décisive qui fait rejeter l'une pour adopter l'autre.

- 47 En retour, l'analyse mathématique sera indispensable à la physique, puisque la découverte d'une loi ne peut être que l'œuvre du raisonnement.
- 48 Cette complémentarité de la physique et des sciences exactes demande évidemment que les enseignants soient initiés à ces deux domaines. A son sens, les mathématiques ne peuvent être complètement enseignées que par une personne qui connaît la physique mathématique.

## Un autre domaine complémentaire pour l'apprentissage des mathématiques

- 49 Un autre domaine peut, à l'intérieur même des mathématiques, jouer le rôle de la physique, car il est très lié à l'observation et à l'expérience, c'est le calcul des probabilités. C'est une des raisons pour laquelle Lamé attache une grande importance à cet enseignement. « Le faisceau des sciences exactes, des mathématiques en général, comprend des parties plus voisines des applications qui forment, pour ainsi dire, leur laboratoire d'essais<sup>18</sup> ». Il ajoute :

Voilà ce qu'ont de commun les deux sciences auxquelles on a donné le nom de physique mathématique et de calcul des probabilités.

La première s'occupe spécialement des applications qui concernent la nature inorganique, et dont le caractère principal est la continuité ; ce qui réduit le plus souvent son travail à rechercher certaines fonctions continues qui vérifient des conditions données par des équations différentielles ; c'est-à-dire résoudre des problèmes de pur calcul intégral.

La seconde, appelée calcul des probabilités, ne se borne pas aux faits physiques. Elle étudie et compare les nombres donnés par l'expérience, par l'observation, accumulés par toutes les statistiques. Ses données et ses résultats sont presque toujours discontinus ; ce n'est que par approximation qu'ils peuvent revêtir la forme des fonctions continues. Ses conditions sont plus souvent exprimées par des inégalités que par des équations.

Rien ne fait mieux comprendre l'esprit, le but, la liaison des différentes parties des mathématiques, que d'étudier une science où tous les procédés sont successivement mis en jeu, pour obtenir les solutions d'une multitude de problèmes nouveaux, très variés, qu'il serait difficile de ramener à un petit nombre de types<sup>19</sup>.

## Sciences exactes, sciences d'exploration, enseignement théorique, enseignement pratique

50 En 1852, nous assistons en France à ce que l'on appelle la réforme de la bifurcation qui établit deux filières, l'une scientifique, et l'autre littéraire. Tout en réservant aux sciences une place plus importante, on imagine un enseignement plus utilitaire. Même pour les élèves de la filière scientifique, les programmes s'attachent à ce qui peut servir les applications pratiques, au détriment d'un apprentissage plus théorique. On privilégie la technique, par rapport au raisonnement. Les démonstrations par exemple ne sont plus à l'ordre du jour. Autant du côté des mathématiques que de la physique, où l'on estimera que se borner aux applications nuit au développement du véritable esprit scientifique, le bilan de cette réforme est très négatif. Dès 1860 un changement de cap s'amorcera, sous le ministère Duruy.

51 C'est dans ce contexte que G. Lamé exprime de façon appuyée l'importance qu'il faut accorder à la théorie, tout en ne négligeant pas la pratique.

Depuis longtemps, les personnes qui s'occupent exclusivement de la pratique, font, à celles qui se vouent à l'enseignement des sciences, le reproche de développer trop de théories ; celles-ci répondent que l'on méconnaîtrait le but élevé de l'enseignement, en le réduisant aux règles et aux formules actuellement utilisables. Sujet de discussion qui menace d'être éternel<sup>20</sup>.

52 Et, soulignant sa double compétence de mathématicien, physicien théorique, et d'ingénieur : « J'ai des amis des deux parts ; j'ai vécu et servi dans les deux camps ». Si l'on privilégie l'utilitaire, l'application pratique, cela sera non seulement nocif pour la formation, scientifique, mais aussi pour la formation en général.

Si, sous prétexte de rendre plus complètes les études préliminaires, on introduit des formules empiriques dans les cours de théorie, on détruira d'un côté ce que l'on aura fait de l'autre, car la rigueur du raisonnement en sera relâchée. L'élève verra beaucoup trop tôt qu'en fait de sciences, on peut se contenter d'à peu près ; il en conclura que, chercher mieux, serait se donner des peines inutiles, et les progrès des sciences exactes ne tarderont pas à s'arrêter<sup>21</sup>.

53 L'éternel balancement entre l'utilitaire à court terme, la théorie et la pratique, la considération ou le mépris pour la « science pure », semble une remise en question permanente.

Aujourd'hui, sous prétexte de quelques réformes, peut-être nécessaires, dans l'enseignement des sciences exactes, on s'attaque aux théories et aux savants ; on les déprécie, on les repousse, on restreint de plus en plus l'espace qu'ils occupent, pour faire une plus large place aux applications et aux praticiens. Si cet envahissement continue, la véritable science et ceux qui s'en occupent exclusivement ne tarderont pas à disparaître [

N'est-il pas de la dernière évidence que, durant le demi siècle qui vient de s'écouler, les sciences exactes ont réellement fait, en vue même des applications, beaucoup plus de progrès que dans tous les siècles précédents ?

Et c'est lorsque le travail est si bien préparé, lorsque tant d'efforts s'y concentrent, c'est ce moment que l'on semble choisir

pour arrêter le mouvement scientifique en France, par des réformes au moins inopportunes<sup>22</sup>.

- 54 Les réformes proposées accordent une priorité à l'utilitaire et aux applications immédiates, quand Lamé proposerait lui de compléter les cours théoriques, en les augmentant des dernières découvertes, et en restreignant la part de l'empirisme. Discours un peu outrancier, certes, quand on connaît justement sa formation, mais qui est guidé par son exaspération devant ce qu'il estime du gâchis.

## Les propositions de Gabriel Lamé

- 55 Nous trouvons ses propositions dans un petit opuscule de vingt pages : Résumé de plusieurs discours préliminaires sur les programmes des sciences exactes<sup>23</sup>, publié en 1862 par la faculté des sciences de Paris, qui deviendra, Esquisse d'une réforme de l'enseignement des sciences<sup>24</sup>. Nous y retrouvons, bien sûr, toutes les idées qu'il a défendues depuis 1818, et plus récemment dans les années 1850, tant du point de vue des contenus que des méthodes.
- 56 Il définit en préalable trois buts à l'enseignement des mathématiques : le premier but, le but rationnel ; Le second but, le but pratique ; le troisième but, le but « progressif ».
- 57 Le but rationnel est celui d'exercer et nourrir la faculté du raisonnement.
- 58 Le but pratique est celui de faire connaître les règles et les formules, qui se présentent dans les sciences d'application.
- 59 Enfin, le but progressif propose de passer en revue les questions qui ont été résolues, mais aussi celles qu'il faudrait chercher ; de faire connaître tous les instruments tant anciens que nouveaux, les perfectionnements que réclament ces instruments, en vue des découvertes nouvelles ; d'inspirer le goût de la recherche au plus grand nombre, pour faire accélérer les progrès. Si ces trois enseignements demeuraient séparés, leurs programmes ne poseraient aucune peine. Ce n'est plus le cas pour un enseignement « hybride », dans lequel les trois buts, si différents sont mélangés et confondus.
- 60 Comment choisir, s'il y a un choix à faire, comment équilibrer ces trois aspects de l'enseignement ?
- 61 Il faut, en premier lieu, chercher les relations à établir entre l'enseignement et les aptitudes, variables avec l'âge, pour les différentes branches des mathématiques.
- « On est alors conduit à des questions souvent agitées, mais qu'il faudrait résoudre complètement ». Mais « il est d'abord évident, d'après la loi de succession des facultés mathématiques qui vient d'être établie, que les trois enseignements simples ne peuvent être introduits qu'à des époques différentes. »
- 62 On pourra faire au début le choix de l'enseignement pratique qui pourrait commencer seul, avec le calcul numérique et le « dessin linéaire ». Puis, l'enseignement rationnel se superposerait au premier avec l'étude de la géométrie « ordinaire », de la géométrie descriptive, de l'algèbre, de son application à la géométrie, de calcul infinitésimal, de la mécanique analytique.
- 63 Pendant ce temps, l'enseignement pratique continuerait avec l'étude des machines et l'astronomie. Enfin, l'enseignement progressif devrait se superposer aux deux premiers, après le calcul différentiel, et à partir du calcul intégral. En fin de parcours, il subsisterait seul, au delà de l'astronomie, dans l'étude de la théorie des nombres, de la géométrie

supérieure, de la « haute » analyse, du calcul des probabilités, de la physique mathématique.

- 64 Si l'on entre dans le détail de ce beau programme, les choses ne sont pas aussi simples.
- 65 Comment, par exemple, accorder les méthodes longues et minutieusement rigoureuses de l'enseignement rationnel avec les méthodes courtes et mnémoniques de l'enseignement pratique ?
- 66 Comment accorder l'enseignement rationnel et l'enseignement progressif ?
- « Le premier considérant chaque science comme parfaite la replie en quelque sorte sur elle-même. »
  - « Le second, regardant chaque science comme incomplète la répartit sur plusieurs routes divergentes qui attendent leur continuation, et ne conserve que les méthodes d'invention. »
- 67 Et si l'on y regarde de plus près « Quoi qu'on fasse, dans les programmes, l'un des trois enseignements simples dominera nécessairement. Naguère, du temps de Poisson, c'était l'enseignement rationnel; aujourd'hui, c'est l'enseignement pratique. Quant à l'enseignement progressif, il a toujours été méconnu ou sacrifié ». Cette dernière appréciation montre bien les préférences de Lamé, ce qui s'accorde au demeurant avec tous ses écrits et sa pratique. Il met cependant l'accent sur l'importance des programmes pour l'avenir de la nation. L'école forme les citoyens de demain.

Il faut se faire une idée exacte et complète de l'énorme influence que peuvent voir les programmes officiels de l'enseignement des sciences sur les actes et même sur les destinées d'une nation. [ En un mot, l'influence de l'École polytechnique, caractérisée par son programme primitif, s'est infiltrée partout en France, à l'Académie des sciences, dans toutes les carrières, dans toutes les assemblées. [

Voilà jusqu'où peut aller l'influence d'un programme d'enseignement. C'est un levier dont les gouvernements peuvent se servir pour transformer, jusqu'à un certain point, l'esprit et les allures d'une nation. Par le seul enseignement rationnel, cette nation deviendra raisonneuse, sans activité. Par l'enseignement pratique, elle sera active, mais routinière. Par l'enseignement progressif, son activité sera constamment créatrice<sup>25</sup>.

- 68 Les temps ont changé depuis la bifurcation qui a été supprimée en 1864. Victor Duruy insiste alors sur la nécessité d'un enseignement des sciences qui soit organisé suivant un ordre logique, accordant une place privilégiée aux mathématiques qui sont la clé de tout apprentissage scientifique. Une bonne éducation aux sciences est difficilement conciliable, à son avis, avec une habitude qui serait donnée aux élèves de se contenter de l'à peu près.
- 69 On serait plutôt du côté de l'enseignement rationnel, mais Gabriel Lamé est tout à fait en phase, alors, avec son temps.
- 70 Cependant, si tout était pour le mieux dans le meilleur des mondes, les programmes ne devraient-ils pas être élaborés par un jury indépendant, qui pourrait être par exemple l'Académie des sciences, « à qui l'on adjoindrait des praticiens éclairés et actifs » ?
- Avec un pareil régulateur, la mobilité des programmes serait sagement opérée; l'enseignement progressif ne serait jamais dépassé, et son régime persisterait. Maintenant toutes les difficultés sont levées, et nous pouvons dire, en style d'ingénieur, que notre projet est complet et visible<sup>26</sup>.

71 En cette fin du XIX<sup>e</sup> siècle, Duhamel et son testament pédagogique, Gabriel Lamé, et même Auguste Comte apparaissent tout à fait d'actualité. Si l'on prend le cas de Lamé, nous ne pouvons nous empêcher de remarquer que c'est son œuvre de jeunesse, les « méthodes » de 1818 qu'il n'a cessé de reprendre, adapter et approfondir, tout au long de ses diverses expériences d'enseignement, qu'il a nourrie des mathématiques et de la physique mathématique qu'il construisait. Est-ce le fruit d'une formation polytechnicienne ? Est-ce l'aboutissement d'un long siècle riche en progrès scientifiques certes, mais témoin de profonds changements politiques et sociaux ? Comme l'a si bien fait sentir G. Lamé, l'éducation forme les citoyens. Nos trois héros, au minimum, sont bien assis dans leur siècle, et ont indéniablement influencé l'enseignement mathématique d'une façon ou d'une autre. Les discours de Lamé ont un accent très contemporain en ce début du XXI<sup>e</sup> siècle. Laissons lui cependant, pour la défense de son enseignement progressif, une conclusion de son temps :

Conséquence d'autant plus légitime que cette recherche est faite en vue de la nation actuellement la plus progressive entre toutes, et si bien placée sur le globe terrestre à l'opposite de la Chine et du Japon<sup>27</sup>.

## Bibliographie

- 72 Belhoste, Bruno, *Les Sciences dans l'enseignement secondaire français*. Textes officiels 1789-1914, Paris, INRP et Economica, 1995.
- 73 Comte, Auguste, *Traité élémentaire de géométrie analytique à deux et à trois dimensions*, Paris, Carilian-Goeury et Dalmont, 1843.
- 74 De Lapparent, Albert, « Notice sur Gabriel Lamé », *Livre du centenaire de l'École polytechnique*, tome 1, Paris, Gauthier-Villars, 1897, pp. 120-124.
- 75 Duhamel, Jean-Marie Constant, *Des méthodes dans les sciences de raisonnement*, troisième partie, vol. 2, Paris, Gauthier-Villars, 1868.
- 76 Fourcy, Ambroise, *Histoire de l'École polytechnique*, Paris, Chez l'Auteur à l'École polytechnique, 1828 Lamé, Gabriel, « Discours prononcé dans la séance d'ouverture du cours de calcul des probabilités à la faculté des sciences le 23 novembre 1850, par M. Lamé, membre de l'Institut », *Nouvelles Annales de mathématiques*, Paris, Mallet-Bachelier, 1850.
- 77 Lamé, Gabriel, *Cours de physique de l'École polytechnique, tome premier*, Paris, Bachelier, 1840.
- 78 Lamé, Gabriel, *Esquisse d'une réforme de l'enseignement des sciences*, Paris, Gauthier Villars, 1867.
- 79 Lamé, Gabriel, *Examen des différentes méthodes employées pour résoudre les problèmes de géométrie*, Paris, Bachelier, 1818.
- 80 Lamé, Gabriel, *Résumé de plusieurs discours préliminaires sur les programmes des sciences exactes*, Paris, faculté des sciences de Paris, 1866.

---

## NOTES

1. Fourcy, Ambroise, *Histoire de l'École polytechnique*, Paris, Chez l'Auteur à l'École polytechnique, 1828.
2. De Lapparent, Albert, « Notice sur Gabriel Lamé », *Livre du centenaire de l'École polytechnique*, tome 1, Paris, Gauthier-Villars, 1897, pp. 120-124.
3. Ibid.
4. Comte, Auguste, *Traité élémentaire de géométrie analytique à deux et à trois dimensions*, Paris, Carilian-Goeury et Dalmont, 1843, p. I.
5. Voir plus haut.
6. Lamé, Gabriel, *Examen des différentes méthodes employées pour résoudre les problèmes de géométrie*, Paris, Bachelier, 1818, pp. 1-12
7. Ibid.
8. Duhamel, Jean-Marie Constant, *Des méthodes dans les sciences de raisonnement*, troisième partie, vol. 2, Paris, Gauthier-Villars, 1868, pp. 367-380
9. Lamé, Gabriel, *Examen des différentes méthodes employées pour résoudre les problèmes de géométrie*, Paris, Bachelier, 1818, pp. 1-12
10. Ibid.
11. Ibid.
12. Ibid.
13. Ibid.
14. Duhamel, Jean-Marie Constant, *Des méthodes dans les sciences de raisonnement*, troisième partie, vol. 2, Paris, Gauthier-Villars, 1868, pp. 367-380
15. Comte, Auguste, *Traité élémentaire de géométrie analytique à deux et à trois dimensions*, Paris, Carilian-Goeury et Dalmont, 1843, pp. 2-5
16. Ibid.
17. Lamé, Gabriel, *Cours de physique de l'École polytechnique, tome premier*, Paris, Bachelier, 1840.
18. Lamé, Gabriel, « Discours prononcé dans la séance d'ouverture du cours de calcul des probabilités à la faculté des sciences le 23 novembre 1850, par M. Lamé, membre de l'Institut », *Nouvelles Annales de mathématiques*, Paris, Mallet-Bachelier, 1850, pp. 5-13.
19. Ibid.
20. Lamé, Gabriel, « Discours prononcé lors de la reprise du cours de calcul des probabilités à la faculté des sciences le 26 avril 1851, par M. Lamé, membre de l'Institut », *Nouvelles Annales de mathématiques*, Paris, Mallet-Bachelier, 1851, pp. 214-238.
21. Ibid.
22. Ibid.
23. Lamé, Gabriel, *Résumé de plusieurs discours préliminaires sur les programmes des sciences exactes*, Paris, faculté des sciences de Paris, 1866
24. Lamé, Gabriel, *Esquisse d'une réforme de l'enseignement des sciences*, Paris, Gauthier Villars, 1867.
25. Lamé, Gabriel, *Résumé de plusieurs discours préliminaires sur les programmes des sciences exactes*, Paris, faculté des sciences de Paris, 1866
26. Lamé, Gabriel, *Résumé de plusieurs discours préliminaires sur les programmes des sciences exactes*, Paris, faculté des sciences de Paris, 1866
27. Lamé, Gabriel, *Résumé de plusieurs discours préliminaires sur les programmes des sciences exactes*, Paris, faculté des sciences de Paris, 1866

---

AUTEUR

**ANNE BOYÉ**

Centre François Viète - Université de Nantes