



Bulletin de la Sabix

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

51 | 2012
Henri Poincaré, le centenaire

Discours du Prince Louis de Broglie de l'Académie française, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences

Louis de Broglie



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/sabix/1163>

DOI : 10.4000/sabix.1163

ISSN : 2114-2130

Éditeur

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

Édition imprimée

Date de publication : 15 novembre 2012

Pagination : 73-77

ISSN : 0989-30-59

Référence électronique

Louis de Broglie, « Discours du Prince Louis de Broglie de l'Académie française, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences », *Bulletin de la Sabix* [En ligne], 51 | 2012, mis en ligne le 01 novembre 2014, consulté le 08 septembre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/sabix/1163> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/sabix.1163>

© SABIX

DISCOURS DU PRINCE LOUIS DE BROGLIE
DE L'ACADÉMIE FRANÇAISE,
SECRÉTAIRE PERPÉTUEL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Henri Poincaré et les théories de la Physique

L'œuvre de Henri Poincaré est immense : elle intéresse toutes les branches des sciences physicomathématiques. Analyse supérieure, Géométries non euclidiennes, Arithmétique, *Analysis situs* (ou Topologie), Mécanique, Astronomie. Physique mathématique, il n'est pas une seule de ces sciences diverses à laquelle il n'ait apporté des contributions essentielles et imprimé la marque de son génie. Mort à 58 ans, il a laissé une œuvre qui étonne par son ampleur : il paraît presque impossible d'avoir accompli dans une vie relativement courte tant de travaux divers et d'une telle valeur.

Je parlerai ici seulement de l'œuvre de Poincaré en Physique mathématique, car je l'ai beaucoup étudiée dans ma jeunesse. Tous les jeunes gens de ma génération qui s'intéressaient à la Physique mathématique se sont nourris des livres de Henri Poincaré. L'enseignement de la Physique mathématique à la Sorbonne étant alors un peu vieilli, Paul Langevin n'ayant jamais publié ses beaux cours du Collège de France, c'est dans les livres de Poincaré que nous pouvions trouver, exposées sous une forme parfaite, les récentes théories de la Physique et cette lecture était de celles dont, bien des années plus tard, on ressent encore les bienfaits.

Certains auteurs ont distingué la Physique théorique de la Physique mathématique : c'est là une distinction que Henri Poincaré lui-même dans ses célèbres livres de Philosophie scientifique (*La Science et l'Hypothèse, La Valeur de la Science, Science et Méthode, Dernières pensées*) n'a jamais faite. Je crois cependant qu'elle correspond à quelque chose d'important. La Physique mathématique, c'est l'examen approfondi et critique des théories de la Physique par un esprit entraîné aux spéculations mathématiques afin d'en améliorer, d'en rendre plus rigoureuses, les démonstrations, afin aussi d'y trouver des thèmes pour ses propres recherches mathématiques, la Physique ayant souvent, on le sait, guidé les géomètres dans leurs découvertes. La Physique théorique au contraire, c'est la construction de théories aptes à rendre compte des faits expérimentaux et à guider le travail des hommes de laboratoire : elle nécessite, surtout à l'heure actuelle, des connaissances mathématiques étendues, mais n'est pas ordinairement de véritables mathématiciens : elle exige une grande connaissance des faits expérimentaux et surtout une sorte d'intuition physique que tous les mathématiciens ne possèdent pas.

Poincaré, mathématicien de haute classe, esprit pénétrant et critique, était particulièrement désigné pour s'occuper avec fruit de Physique mathématique au sens que nous venons de définir. Il n'y manqua pas et son œuvre dans ce domaine est considérable. Quelques-uns de ses remarquables Mémoires, plusieurs de ses admirables livres sont, au moins en partie, consacrés à préciser les démonstrations des théories classiques de la Physique et à en affermir les bases par de nouveaux modes de raisonnements. Qu'on se rappelle certaines méthodes nouvelles, notamment la célèbre méthode du balayage qu'il a inventée pour démontrer dans des cas de plus en plus étendus le principe de Dirichlet dans la théorie du potentiel newtonien, ainsi que les belles analyses qu'il a consacrées à la théorie de la propagation de la chaleur de Fourier. C'est uniquement dans son livre sur la théorie de Fourier que les étudiants du temps de mon adolescence pouvaient trouver un exposé complet de la théorie des intégrales de Fourier qui est, et de jour en jour davantage, nécessaire aux physiciens : les intégrales de Fourier, bagage indispensable pour le futur théoricien, étaient alors, comme les fonctions de Bessel et beaucoup d'autres connaissances capitales pour les applications, à peu près complètement ignorées de l'enseignement général des Mathématiques à la Sorbonne. C'est également en étudiant la propagation de la chaleur que Henri Poincaré a réussi par de belles et ingénieuses méthodes à justifier l'existence de ce que nous nommons aujourd'hui les « valeurs propres » d'une équation différentielle pour des conditions aux limites données, ainsi que la validité des développements en série de fonctions propres. Toutes ces questions, apparentées, comme Poincaré a su le montrer par de profondes analyses, à celles relatives au principe de Dirichlet, ont considérablement progressé, peu après les travaux de Poincaré, par la découverte et l'étude des équations intégrales, puis par l'introduction due à Hilbert de l'espace abstrait qui porte son nom. Il est inutile de rappeler le rôle capital que toutes ces questions jouent aujourd'hui en Physique quantique et ceci suffirait à montrer la portée des recherches de Poincaré dans ce domaine.

À la Physique mathématique, se rattache aussi le bel exposé, resté classique, que Poincaré a fait de la Thermodynamique. On sait que cette science austère, surtout quand on se prive volontairement des ressources de l'interprétation statistique et moléculaire de Boltzmann et de Gibbs, est difficile à présenter correctement et que son enseignement est plein d'embûches. L'exposé de Henri Poincaré est resté un des modèles du genre et aujourd'hui encore ceux qui enseignent la Thermodynamique ont intérêt à s'y reporter. D'ailleurs, si Poincaré savait à l'occasion s'en tenir au point de vue rigoureux de la Physique des principes, il n'ignorait pas la valeur des théories moléculaires et statistiques dont il a dans plusieurs Mémoires étudié les divers aspects : c'est ainsi qu'on trouve, avec un peu de surprise mais beaucoup de profit, un exposé de la théorie cinétique des gaz dans son beau livre sur *Les Hypothèses cosmogoniques*.

Mais, si Poincaré a apporté comme il était naturel, étant donnée la forme de son esprit, d'éclatantes contributions à la Physique mathématique entendue comme nous l'avons définie plus haut, il a aussi su faire utile et originale en Physique théorique. C'est surtout dans le vaste domaine de l'Optique et de l'Électromagnétisme, alors en pleine période de renouvellement, qu'il a su lui-même accomplir une de théoricien en allant de l'avant et en découvrant des idées et des interprétations nouvelles. Il connaissait admirablement toutes les anciennes théories mécaniques de la lumière qui s'étaient succédé depuis Fresnel et il les avaient analysées dans de beaux Ouvrages. Il avait approfondi la théorie de Maxwell, alors peu étudiée en France, et il savait comment elle englobe et généralise toutes les tentatives précédentes en réalisant une admirable fusion de l'Optique et de l'Électricité. Il avait suivi pas à pas la découverte des ondes hertziennes et de leurs propriétés, remarquables vérifications des conceptions de Maxwell : il avait, dans les débuts de la Radioélectricité, critiqué de près les résultats expérimentaux, développé les interprétations théoriques, tenu les ingénieurs au courant des derniers progrès en la matière dans de savants cours faits à l'École supérieure des Télégraphes ; il avait même fait des exposés plus simples pour le grand public tels que le résumé des premiers principes de la T.S.F. contenu dans un fascicule de la collection *Scientia*. Partout il avait été sur la brèche, sachant évidemment critiquer et préciser, mais sachant aussi, suivant l'esprit de la Physique théorique, s'élancer en avant pour conquérir un terrain nouveau sans trop se préoccuper de rigueur ou de perfection.

Dans de beaux Mémoires et aussi dans son grand Ouvrage *Électricité et Optique*, il avait discuté les diverses formes récentes de la théorie électromagnétique, et en particulier la théorie des électrons de Lorentz dont il appréciait toute la portée. Il avait beaucoup réfléchi à la question du mouvement absolu et du mouvement relatif dont il a souvent parlé dans ses écrits philosophiques : il était convaincu que le mouvement absolu n'avait aucun sens et qu'on ne saurait le mettre en évidence et il ne prenait pas assez au sérieux l'existence de l'éther pour croire qu'on parviendrait à déceler le mouvement relatif d'un observateur par rapport à ce milieu fictif. Aussi n'était-il nullement surpris par le résultat négatif des expériences du genre de celle de Michelson et suivait-il avec intérêt, et sans doute un peu d'ironie secrète, les efforts faits par Lorentz et d'autres théoriciens pour concilier ce résultat négatif avec l'existence de l'éther.

En 1904, à la veille des travaux décisifs d'Albert Einstein sur ce sujet, Henri Poincaré possédait tous les éléments de la théorie de la Relativité. Il avait approfondi toutes les difficultés de l'Électrodynamique des corps en mouvement et il connaissait les artifices introduits successivement sous le nom de temps local de Lorentz et de contraction de Fitzgerald pour tenir compte de l'invariance des équations de l'Électromagnétisme et des résultats de l'expérience de Michelson. Il voyait clairement que ces hypothèses fragmentaires introduites arbitrairement l'une après l'autre devaient faire place à une théorie générale dont elles ne seraient que des conséquences particulières. La dynamique de l'électron à masse variable avec la vitesse, déjà étudiée par Lorentz, lui était bien connue : sachant qu'elle entraîne pour les corps matériels l'existence d'une limite supérieure de la vitesse égale à la vitesse de la lumière dans le vide, il en apercevait tout de suite les conséquences quand il écrivait (*Science et Méthode*, p. 252) : « On pourrait être tenté de raisonner comme il suit : un observateur peut atteindre une vitesse de 200 000 km/s, un corps dans son mouvement relatif par rapport à l'observateur peut atteindre la même vitesse : sa vitesse serait alors de 400 000 km. ce qui serait impossible puisque c'est un chiffre supérieur à la vitesse de la lumière. Ce n'est là qu'une apparence qui s'évanouit quand on tient compte de la façon dont Lorentz évalue les temps locaux ». Ce texte montre que Poincaré connaissait, avant Einstein, les formules de composition relativiste des vitesses et d'ailleurs, dans un remarquable Mémoire écrit avant les travaux d'Einstein et paru dans les *Rendiconti del Circolo matematico di Palermo*, où il a étudié la dynamique de l'électron d'une façon approfondie, il a donné les formules de la Cinématique relativiste.

Il s'en est donc fallu de peu que ce soit Henri Poincaré et non Einstein, qui, le premier, développe la théorie de la Relativité dans toute sa généralité, procurant ainsi à la Science française la gloire de cette découverte. N'écrivait-il pas, en effet, dans *Science et Méthode* (p. 240), résumant toute son expérience de la question : « Quoi qu'il en soit, il est impossible d'échapper à cette impression que le principe de relativité est une loi générale de la Nature, qu'on ne pourra jamais, par aucun moyen imaginable, mettre en évidence que des vitesses relatives, et j'entends par là non seulement les vitesses des corps par rapport à l'éther, mais les vitesses des corps les uns par rapport aux autres. Trop d'expériences diverses ont donné des résultats concordants pour qu'on ne se sente pas tenté d'attribuer à ce principe de relativité une valeur comparable à celle du principe d'équivalence par exemple. Il convient en tout cas de voir à quelles conséquences nous conduirait cette façon de voir et de soumettre ensuite ces conséquences au contrôle de l'expérience ». Il est impossible d'être plus près de la pensée d'Einstein.

Et cependant Poincaré n'a pas franchi le pas décisif; il a laissé à Einstein la gloire d'apercevoir toutes les conséquences du principe de relativité et, en particulier, d'établir, par une profonde critique des mesures de longueurs et de durées, le véritable caractère physique de la liaison que le principe de la relativité établit entre l'espace et le temps. Pourquoi Poincaré n'a-t-il pas été jusqu'au bout de sa pensée? C'est sans doute la tournure un peu trop hypercritique de son esprit, due peut-être à sa formation de mathématicien pur, qui en est la cause. Comme on le rappellera tout à l'heure, il avait une altitude un peu sceptique vis-à-vis des théories physiques, considérant qu'il existe en général une infinité de points de vue différents, d'images variées, qui sont logiquement équivalents et entre lesquels le savant ne choisit que pour des raisons de commodité. Ce nominalisme semble lui avoir parfois fait méconnaître le fait que, parmi les théories logiquement possibles, il en est cependant qui sont plus près de la réalité physique, mieux adaptées en tout cas à l'intuition du physicien et par là plus aptes à seconder ses efforts. C'est pourquoi le jeune Albert Einstein âgé alors seulement de 25 ans et dont l'instruction mathématique était rudimentaire en comparaison de celle du profond et génial savant français est cependant arrivé avant lui à la vue synthétique qui, utilisant et justifiant toutes les tentatives partielles de ses devanciers, a balayé d'un seul coup toutes les difficultés. Coup de maître d'un esprit vigoureux guidé par une intuition profonde des réalités physiques!

Cependant l'éblouissant succès d'Einstein ne doit pas nous faire oublier combien le problème avait été profondément analysé avant lui par l'esprit lumineux de Poincaré et combien celui-ci avait apporté de contributions essentielles à sa future solution. Sans Lorentz et sans Poincaré, Einstein n'eut pu aboutir.

Et puisque nous avons été amené à citer le beau Mémoire de Poincaré dans les *Comptes rendus du Cercle mathématique de Palerme*, n'oublions pas de rappeler que, étudiant la stabilité de l'électron, l'éminent géomètre montrait qu'elle ne peut être assurée que si, aux forces électromagnétiques connues, s'ajoutait une force de nature inconnue « la pression de Poincaré » : cette force contrebalançant l'effet de la répulsion mutuelle des diverses parties de l'électron lui permet de subsister malgré cette répulsion. Ce fut là une découverte essentielle et aujourd'hui encore, bien que la théorie de l'existence et de la structure des particules élémentaires ait beaucoup évolué, sans parvenir d'ailleurs à un stade vraiment satisfaisant, on entend de nouveau souvent parler de la pression de Poincaré.

Si l'on ajoute à tous ces travaux sur l'Électromagnétisme et les électrons ceux où Poincaré a étudié les ondes hertziennes, leur production, leur propagation et leurs propriétés, on voit à quel point il fut à un moment donné à l'extrême pointe de l'avant-garde des théoriciens de la Physique dans leur marche conquérante.

Une question qui présente une grande importance à la fois pour la Physique théorique et pour la Philosophie naturelle tout entière et sur laquelle Henri Poincaré est bien des fois revenu est celle du déterminisme et corrélativement celle de la conception du hasard que la croyance au déterminisme entraîne. Aujourd'hui où ces questions ont été considérées sous des jours nouveaux, il est très intéressant de relire, les textes de Poincaré. Comme tous les savants ses contemporains, Poincaré ne paraît jamais avoir mis en doute que tous les phénomènes physiques jusqu'aux plus élémentaires sont régis par des lois rigoureuses, par un déterminisme inflexible qu'expriment des équations différentielles dont les solutions sont entièrement déterminées quand on connaît un nombre suffisant de données initiales. Cette foi dans le déterminisme l'amenait nécessairement à prendre en face du problème du hasard l'attitude qui avait été celle du grand Laplace dans ses Ouvrages fondamentaux sur le Calcul des probabilités. Pour Poincaré comme pour Laplace, le hasard véritable n'existe pas : s'il y a un hasard apparent dans certains phénomènes de la Nature, cette apparence est due soit à notre impuissance de résoudre un problème trop ardu pour les forces de notre esprit, soit à notre ignorance des données nécessaires à sa solution.

Or, l'on sait qu'à la suite du développement de nos connaissances sur les phénomènes de l'échelle atomique où les quanta interviennent d'une manière essentielle, l'opinion de la plupart des physiciens sur cette question est devenue tout à fait différente. Pour eux, à l'échelle atomique, les phénomènes sont purement aléatoires et si, à l'échelle microscopique, il nous semble y avoir des lois rigoureuses, c'est parce que les phénomènes macroscopiques sont le résultat statistique d'un nombre immense de phénomènes élémentaires. Ce point de vue est exactement l'inverse du point de vue classique encore soutenu par Poincaré : ce ne serait pas la loi rigoureuse qui serait la réalité profonde, la loi statistique n'étant qu'une apparence macroscopique ; ce serait au contraire la loi statistique qui serait à la base, la loi rigoureuse n'étant qu'une apparence macroscopique. Avec cette conception et, bien que la loi rigoureuse perde sa place privilégiée, on ne peut cependant pas dire que la Nature n'obéit qu'au caprice puisqu'il y a encore des lois statistiques.

Ces idées nouvelles et subtiles, généralement admises par les physiciens quantistes d'aujourd'hui, ont été suggérées par des développements théoriques que Poincaré n'a pas connus. Elles ne pouvaient donc lui être accessibles. Aussi paraît-il être resté toute sa vie partisan intransigeant du déterminisme conçu à la façon classique et de la conception du hasard qu'il entraîne. Adeptes convaincus de l'interprétation purement probabiliste de la Mécanique ondulatoire, la plupart des physiciens théoriciens affirmeraient donc à l'heure actuelle que Poincaré s'était trompé.

Mais s'est-il réellement trompé sur ce point ?

Sans vouloir entrer ici dans des explications qui m'entraîneraient trop loin, je rappellerai cependant que des savants aussi éminents que MM. Planck, Einstein et Schrödinger, qui furent parmi les fondateurs et les pionniers de la théorie des quanta lors de son éclosion, n'ont jamais admis l'interprétation purement probabiliste qu'on a ensuite donnée de la Physique quantique. Je rappellerai aussi qu'une tentative fut faite en 1927 pour donner de la Mécanique ondulatoire, encore toute jeune, une interprétation causale et déterministe conforme aux conceptions classiques : cette tentative, la théorie de la double solution, j'en fus moi-même l'auteur, trois ans après avoir énoncé les premières idées de la Mécanique ondulatoire. Mais, découragé par le peu d'attention qu'avaient accordée à ma conception la plupart des autres physiciens théoriciens dès lors séduits par l'interprétation purement probabiliste de MM. Born, Bohr et Heisenberg, effrayé aussi des difficultés mathématiques considérables que soulevait le développement de la théorie de la double solution, je renonçai à ma tentative et pendant des années je me suis rallié à l'interprétation couramment admise. À ce moment je pensais donc et j'ai écrit que Henri Poincaré avait fait fausse route en s'obstinant dans l'opinion traditionnelle que la probabilité, quand elle s'introduit à la place du déterminisme dans les théories de la Physique, provient toujours de l'ignorance ou de la méconnaissance d'un déterminisme caché. À l'heure actuelle, je suis sur ce point moins affirmatif qu'il y a quelques années. Depuis environ deux ans, en effet, à la suite des travaux de jeunes physiciens, je suis revenu à une étude plus approfondie de, mes idées d'il y a 25 ans sur la double solution. Je n'oserais certes pas affirmer que l'on puisse parvenir à justifier entièrement l'interprétation déterministe de la Mécanique ondulatoire proposée par la théorie de la double solution, mais je crois cependant pouvoir dire que quelques pas ont été faits dans cette direction. Si l'on parvenait à aboutir dans cette voie, alors on aurait obtenu une image causale des phénomènes décrits par la Mécanique ondulatoire, et les lois de probabilité, qui sont aujourd'hui classiques en Physique quantique et qui sont certainement exactes, apparaîtraient, au même titre que dans la théorie cinétique des gaz ancienne, comme résultant de notre incapacité à suivre dans son détail un déterminisme caché. Nous obtiendrions ainsi une image assurément beaucoup plus claire des phénomènes de l'échelle corpusculaire que celle qui est aujourd'hui considérée comme orthodoxe par la presque unanimité des physiciens quantiques. Sans retrouver intégralement toutes les conceptions de la Physique classique (car une révolution aussi considérable que celle de l'apparition des quanta en Physique laisse toujours des traces profondes), nous nous serions cependant beaucoup rapprochés d'elle et l'ardeur de Poincaré à maintenir intangibles les conceptions traditionnelles dans la Science sur le déterminisme et le sens de l'intervention des probabilités en Physique nous apparaîtrait à nouveau comme entièrement justifiée.

Terminons par quelques mots sur les derniers travaux de Poincaré relatifs à la théorie des quanta. Il ne semble pas que l'illustre savant, absorbé par tant de travaux et soumis aux nombreuses obligations que sa célébrité lui imposait, ait suivi avec attention les premiers débuts de la théorie des quanta. Les textes qu'il a écrits avant 1910 n'en font jamais explicitement mention bien qu'alors les premiers travaux de Planck fussent déjà vieux de plusieurs années. Sa participation au Conseil de Physique Solvay en octobre 1911, réunion où furent discutés tous les aspects encore fragmentaires de la nouvelle théorie, attira vivement son attention sur l'importance des idées de Planck. Il écrivit un beau Mémoire pour montrer que, si l'on voulait rendre compte des résultats expérimentaux, il était impossible d'éviter d'adopter avec Planck l'hypothèse des

quanta. Dans le volume posthume *Dernières pensées*, on trouve résumées en langage ordinaire quelques-unes des remarques et des conclusions auxquelles l'avait amené l'étude de la théorie des quanta. Il avait dû d'ailleurs laisser la plupart des questions sans réponse bien nette et les progrès de la Science dans ce domaine ont depuis lors été tels que les considérations développées à cette époque n'ont plus aujourd'hui un grand intérêt. Cependant on peut noter que Henri Poincaré avait très bien vu qu'un quantum de lumière ne peut interférer qu'avec lui-même, fait essentiel qui aujourd'hui sert de base à l'interprétation statistique de la théorie quantique de la lumière et plus généralement de la Mécanique ondulatoire.

Peu de temps après avoir effectué ces recherches sur la théorie des quanta, Henri Poincaré mourait subitement au début de juillet 1912, à la suite d'une opération, à l'âge de 58 ans. Il est infiniment regrettable que ce puissant cerveau n'ait pas pu suivre le développement rapide des nouvelles théories relativistes et quantiques et appliquer à leur étude les ressources de son génie mathématique, de ses immenses connaissances et de son esprit si finement critique. Sans doute, il n'aurait pas vu sans étonnement la Physique renoncer à quelques-unes des idées qui lui étaient les plus chères, comme celle du déterminisme des phénomènes. Mais il était trop perspicace pour ne pas s'adapter rapidement à des idées nouvelles, en comprendre l'intérêt ou en discuter l'exactitude. Quels services il eût pu rendre à la jeune théorie des quanta encore si incertaine dans ses démarches, à la future Mécanique ondulatoire aux débuts si difficiles !

Qu'on me permette de terminer par un souvenir personnel. Agé en 1912 de 19 ans, je suivais avec passion le développement de la Physique nouvelle et je relisais, sans me lasser, les cours de Physique mathématique et les Ouvrages de Philosophie des Sciences de Henri Poincaré. Partant pour la campagne au début des grandes vacances, j'appris dans le train en lisant le journal la mort subite de ce grand penseur : j'eus l'impression d'une catastrophe qui décapitait brutalement la Science française au moment où la grande révolution que je sentais se préparer en Physique rendait sa présence si nécessaire. J'ai souvent pensé depuis que je ne m'étais pas trompé en ressentant si vivement la perte irréparable que la Science venait de subir.



ÉTUDE DE M. GASTON JULIA

POUR L'ASSOCIATION DES ANCIENS ÉLÈVES DU LYCÉE DE NANCY

Henri Poincaré, sa vie et son œuvre

La Lorraine célèbre aujourd'hui la naissance d'un de ses plus illustres fils. Henri Poincaré naît à Nancy le 29 avril 1854, d'une famille qui a donné à la France plusieurs hommes éminents. Son père, neurologue et professeur à la Faculté de Médecine, et son grand-père, pharmacien, ont laissé tous deux le souvenir d'esprits très distingués. La souche maternelle est, elle aussi, purement lorraine et Henri Poincaré reconnaissait en sa grand-mère maternelle un don réel pour les Mathématiques. Et l'on sait que l'oncle Antoni Poincaré, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, eut deux fils : Raymond, Président de la République et Président du Conseil ; Lucien, physicien très connu qui fut Recteur de l'Université de Paris.

Henri Poincaré fut un enfant précoce et docile. Doué d'une vive intelligence, et devenu grand lecteur après une diphtérie grave qui l'immobilisa longtemps, il n'oubliait rien de ce qu'il lisait ou entendait, dans le cercle de savants, d'universitaires, de polytechniciens qui entourait sa famille.

Il entre en neuvième au lycée de Nancy au mois d'octobre 1862, après avoir appris le rudiment de l'Inspecteur primaire Hinzelin. Il y restera jusqu'en 1873, l'année de son admission à l'École polytechnique, et il passera régulièrement ses vacances à Arrancy chez ses grands-parents maternels. Il sera constamment un élève exceptionnel et dominant son travail. Enfant, il fait ses devoirs dans le salon où sa mère reçoit, et tantôt participe à la conversation, tantôt s'isole pour rédiger ses réflexions. D'un caractère très doux, il partage volontiers les jeux de ses camarades, mais ne réussit brillamment que dans ceux où prime l'intelligence. À 11 ans, au cours d'une excursion, il explique à ses camarades l'écho de Ramberchamps. Il aime les charades, les petites saynètes, la danse. Sa vocation mathématique se dessine en quatrième et devient bientôt impérieuse, sans nuire à ses études classiques au dire de son professeur de Rhétorique. Le 5 août 1871, il est bachelier ès lettres avec mention *bien* ; en novembre 1871, il est bachelier ès sciences avec mention *assez bien*, après avoir failli échouer à l'écrit pour sa composition de Mathématiques.