



Comment **EINSTEIN**  
a changé le monde

JEAN-CLAUDE BOUDENOT

Préface de Claude Cohen-Tannoudji

# Comment Einstein a changé le monde





# Comment Einstein a changé le monde

Jean-Claude BOUDENOT

Préface de Claude COHEN-TANNOUDJI



7, avenue du Hoggar  
Parc d'Activités de Courtabœuf, BP 112  
91944 Les Ulis Cedex A, France

Illustration de couverture : Photographie d'A. Einstein.  
© Hulton Archive / Stringer.

ISBN : 2-86883-763-8

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays. La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective », et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (alinéa 1<sup>er</sup> de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du code pénal.

© EDP Sciences 2005



*À la mémoire de mon père*





# Préface

C'est en 1905, son « année miraculeuse », qu'Einstein a publié plusieurs articles qui ont été à l'origine de pratiquement tous les développements de la physique du vingtième siècle. Pour célébrer cet anniversaire, l'année 2005 a été déclarée par l'ONU « année internationale de la physique ». L'œuvre d'Einstein, au cœur des bouleversements scientifiques et technologiques qui marquent l'histoire de l'humanité, sa fascinante personnalité, la haine dont il a été l'objet dans la tourmente des années trente et quarante en font une véritable figure emblématique : les physiciens, les historiens et les philosophes sont loin d'avoir dressé l'inventaire complet de l'immense héritage qu'il nous lègue. Plus modestement, l'intention de cette année internationale de la physique est de prendre appui sur le prestige qui s'attache au père de  $E=mc^2$  pour s'adresser à un large public et l'amener à s'interroger sur les finalités et les enjeux, les difficultés, voire les risques de l'aventure scientifique. L'ouvrage de Jean-Claude Boudenot participe pleinement de cette intention. Après quelques rapides, mais précises indications sur la biographie d'Einstein, il s'attache à faire le point des trois domaines de la physique qui ont été profondément marqués par les contributions du jeune Einstein : la théorie de la relativité, celle des quanta et la conception atomique du monde. Pour chacun de ces domaines, Jean-Claude Boudenot retrace l'histoire des idées et des problématiques qui faisaient débat parmi les physiciens du début du vingtième siècle ; il met en évidence ce qui est la marque distinctive d'Einstein, l'audace avec laquelle il enchaîne ruptures épistémologiques et remises en causes fondamentales et enfin il montre l'immense fécondité de ces avancées,





une fécondité qui encore actuellement est riche de nouveaux développements. Dans le domaine qui est le mien, celui de la manipulation des atomes et des fondements de la théorie des quanta, cet ouvrage m'a permis de prendre la mesure du chemin parcouru, en particulier grâce à l'apport d'Einstein, depuis le temps où des physiciens et philosophes d'inspiration positiviste niaient l'existence même des atomes et où la découverte des quanta d'énergie ressemblait à un défi au bon sens, jusqu'aux perspectives qu'ouvrent aujourd'hui les recherches sur les condensats de Bose-Einstein, sur les lasers à atomes et sur l'information quantique.

Claude Cohen-Tannoudji



# Sommaire

Préface .....	5
Introduction .....	9
<b>1 – Einstein, l’homme du siècle .....</b>	<b>13</b>
Enfance et années d’études .....	13
Premières recherches .....	16
1905 : l’année miraculeuse .....	18
Professeur à Berlin .....	23
Einstein médiatisé .....	26
Einstein, père de la bombe ? .....	28
Dernières années .....	30
<b>2 – 1905 : un tournant décisif .....</b>	<b>33</b>
L’héritage de Newton .....	33
XIX <sup>e</sup> siècle : le siècle de la science .....	38
La physique en révolution .....	41
Les premiers pas d’Einstein en physique .....	42
<b>3 – <math>E = mc^2</math>, déjà un siècle .....</b>	<b>45</b>
L’origine de l’équivalence masse-énergie .....	45
Einstein annonce l’équivalence masse-énergie .....	48
Première vérification de l’équivalence masse-énergie .....	50
Une conséquence surprenante : l’antimatière .....	53
$E = mc^2$ au quotidien : de l’énergie nucléaire à la médecine .....	57
<b>4 – Des atomes à l’infiniment petit .....</b>	<b>63</b>
Les atomes : une bataille de cent ans .....	63
Robert Brown, un botaniste au service de la physique .....	66
Einstein interprète le mouvement brownien .....	69
Vérifications expérimentales .....	73



Les atomes aujourd'hui .....	75
Des atomes aux particules fondamentales .....	78
<b>5 – La relativité restreinte dans l'air du temps .....</b>	<b>83</b>
Des faits troublants .....	83
Qu'est ce que la relativité ? .....	88
Le temps relatif ! .....	93
La relativité : Einstein, Lorentz ou Poincaré ? .....	96
De riches applications .....	101
<b>6 – La relativité générale et l'infiniment grand .....</b>	<b>103</b>
Un coup de génie : la généralisation de la relativité .....	103
La relativité générale confirmée .....	108
La relativité générale au service de l'astrophysique .....	116
La relativité au service de la cosmologie .....	122
<b>7 – Un siècle de quanta .....</b>	<b>135</b>
Une constante encombrante .....	135
L'interprétation d'Einstein .....	138
Vers un monde discontinu .....	141
Vers un monde dual .....	143
Des usines à photons, les lasers .....	149
Un nouveau type de laser, le laser à atomes .....	155
Quelques autres conséquences de la mécanique quantique .....	158
<b>8 – 2005, vers une nouvelle ère .....</b>	<b>163</b>
Résumons-nous .....	163
Le modèle standard .....	167
Vers l'unification .....	172
<b>Liste des noms cités .....</b>	<b>177</b>
<b>Prix Nobel de physique (1901-2004) .....</b>	<b>181</b>
<b>Remerciements .....</b>	<b>187</b>



# Introduction

## *Einstein, l'homme du siècle*

Lorsque Albert Einstein rencontra Charlie Chaplin, il s'exclama : « *Vous êtes célèbre car tout le monde vous comprend, je le suis car personne ne me comprend !* » L'immense célébrité d'Einstein est en effet très surprenante en regard de ses travaux, certes fondamentaux, mais réservés a priori à un cercle restreint de physiciens théoriciens. La médiatisation d'Einstein est peut être liée à l'objet même de ses recherches : « *Je veux savoir comment Dieu a créé ce monde, je ne m'intéresse pas à tel ou tel phénomène, au spectre de tel ou tel élément : Je veux connaître Ses pensées, le reste n'est que détail.* » Ainsi peut-on suggérer que la célébrité d'Einstein est plus une affaire de religion que de science. Il s'est posé la question que tout le monde se pose ; pourquoi le monde existe t-il, d'où vient-il, pourquoi sommes-nous là pour poser ces questions ? Le magazine *Time* a fait une longue enquête pour savoir quel est la personne ayant le mieux personnifié le XX<sup>e</sup> siècle ; Freud, Gandhi, Churchill, Hitler, Einstein, Mao, Picasso, Marilyn Monroe, le Ché, Roosevelt, Martin Luther King, mère Térésa, Jean-Paul II, Margaret Thatcher, l'Imam Khomeyni, Gorbatchev, Nelson Mandela, Bill Gates, la Princesse Diana ? Le résultat a été Einstein. Ce magazine s'est ensuite posé la question de savoir quelles auraient pu être les « personnes du siècle » pour chacun des siècles du deuxième millénaire. Il est intéressant d'examiner la liste proposée : William le conquérant (XI<sup>e</sup> siècle) ; Saladin (XII<sup>e</sup> siècle) ; Genghis Khan (XIII<sup>e</sup> siècle) ; Giotto (XIV<sup>e</sup> siècle) ; Gutenberg (XV<sup>e</sup> siècle) ; la Reine Elizabeth I (XVI<sup>e</sup> siècle) ; Newton



(XVII<sup>e</sup> siècle) ; Jefferson (XVIII<sup>e</sup> siècle) ; Edison (XIX<sup>e</sup> siècle). Il est admirable d'y voir apparaître Newton ; ainsi les deux plus grands physiciens de tous les temps (qu'il serait difficile de départager) sont des « hommes du siècle ».

Des centaines de biographies ont été consacrées à Einstein, ses travaux, sa vie et sa pensée ont été analysés dans les moindres détails. Il faut toutefois savoir qu'une biographie d'Einstein écrite dans les années 60 n'est pas comparable à une biographie publiée dans les cinq dernières années. La raison en est simple ; à la mort d'Einstein ses archives ont été gérées par ses légataires ; Helen Dukas, sa fidèle secrétaire, et Otto Nathan, son ami proche. Les informations filtrées ont permis de construire patiemment une image légendaire et il était hors de question de laisser « transpirer » telle ou telle information qui aurait pu affecter l'aura du grand homme. C'est ainsi qu'il a fallu attendre 1986 pour découvrir, suite à la publication de la correspondance entre Albert Einstein et Mileva Maric (sa future femme), qu'ils avaient eu en janvier 1902 une fille, Lieserl, dont on a ensuite complètement perdu la trace. La dernière mention de Lieserl se trouve dans une lettre qu'Albert écrit à Mileva en septembre 1903 : « *Cela me fait de la peine de voir ce qu'il arrive à Lieserl. La scarlatine peut laisser si facilement des séquelles. Si seulement cela pouvait passer. Sous quel nom l'enfant est-elle enregistrée ? Il nous faut veiller à ce qu'elle ne rencontre pas de difficultés plus tard* ». Plus d'un siècle après, le mystère demeure entier ; aucun certificat, de naissance ou de décès, n'a été retrouvé ; est-elle morte en bas âge, a-t-elle été adoptée, ses parents l'ont-ils revue ? Personne ne le sait.

À la mort des légataires, les archives ont été transférées, suivant les vœux d'Einstein, à l'université hébraïque de Jérusalem. En 1981, plus de vingt-cinq ans après la mort d'Einstein, le travail historique a pu être approfondi ; plus de 50 000 documents sont maintenant rassemblés. Une partie de ce fond est en cours de publication, ce sont les *Collected Papers of Albert Einstein*, huit volumes ont déjà été édités, il en est prévu vingt-neuf au total. Peu de personnages historiques auront fait l'objet d'une analyse aussi détaillée, et une telle entreprise n'est réservée qu'à un homme ayant profondément marqué son siècle.

### *L'année miraculeuse 1905 toujours d'actualité*

L'UNESCO (Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture) a déclaré l'année 2005 « année mondiale de la physique » car elle correspond au centenaire de « l'année miraculeuse » d'Einstein. Albert Einstein a en effet annoncé, en 1905, trois découvertes majeures qui étaient destinées à modifier profondément cette science. Cette année 1905 a marqué une rupture dans notre façon de voir le



monde, c'est la fin d'une période – qui a commencé avec Galilée et Newton – et le début d'une nouvelle ère. En physique lorsque l'on se réfère à l'époque pré 1905 on parle de « physique classique » sans pour autant donner de qualitatif aussi net pour la période suivante (le terme de « physique moderne » vieillit mal). Disons que les trois points majeurs de cette nouvelle physique sont l'abandon de l'espace et du temps absolus, l'abandon de la continuité et la découverte de l'aspect dual de la nature (la nature nous apparaît sous deux aspects antagonistes et complémentaires : l'aspect ondulatoire et l'aspect corpusculaire). L'objectif de ce livre est de présenter cette triple rupture et de montrer comment ces nouvelles idées se prolongent un siècle plus tard.

Il nous faut d'abord découvrir Einstein, l'auteur de cette triple révolution. Nous retracerons au premier chapitre les principales étapes de la vie du grand savant en insistant naturellement sur son année miraculeuse. Pour bien comprendre en quoi les idées qu'il a introduit en 1905 sont « révolutionnaires », il nous faut connaître les idées physique de l'époque, fondées sur l'héritage de Newton, ce sera l'objet du second chapitre. Nous commencerons alors notre voyage vers une terre miraculeuse. La première étape (chapitre 3) sera consacrée à la formule la plus connue au monde,  $E = mc^2$  : la fameuse équivalence entre la masse et l'énergie. Nous verrons l'histoire tourmentée de la naissance de cette formule, puis une de ses conséquences les plus étranges : l'existence d'anti-matière, avant de faire découvrir quelques unes des innombrables applications de cette formule mythique, en particulier celle de pouvoir lire ce texte grâce à un éclairage électrique d'origine nucléaire ! Dans le chapitre suivant (chapitre 4) nous découvrirons la lente émergence de la notion d'atome et sa consécration par l'interprétation d'Einstein d'une observation faite trois quart de siècle plus tôt par un botaniste écossais. Nous verrons également que nous sommes aujourd'hui capables non seulement de voir les atomes mais aussi de les manipuler, ce qui ouvre d'immenses horizons pour les nouvelles technologies, justement appelées nanotechnologies. Nous explorerons enfin la matière du côté de l'infiniment petit et ce voyage nous entraînera à la découverte du confin de nos connaissances actuelles dans ce domaine : les particules élémentaires ... un milliard de fois plus petites que l'atome. Il sera alors grand temps d'aborder la fameuse théorie de la relativité. Nous présenterons au chapitre 5 la relativité dite restreinte. Nous verrons que cette théorie était dans l'air du temps : la physique voyait depuis près d'une quarantaine d'années les difficultés s'amonceler, elles étaient liées à ce que l'on appelait « la crise de l'éther ». Nous découvrirons l'apport essentiel de deux autres physiciens : Lorentz et Poincaré, puis nous voguerons vers les flots des conséquences étranges, comme la dilatation du temps, ou pratiques de

cette théorie. À peine la théorie de la relativité restreinte achevée, Einstein s'est mis en quête de sa généralisation qui allait le conduire à l'élaboration de la plus belle des théories de la physique, la relativité générale. Nous la découvrirons au chapitre 6 : d'abord sa naissance, ensuite sa confirmation, qui allait propulser Einstein au sommet de sa gloire, et enfin son utilisation pour comprendre l'infiniment grand, pour essayer de connaître l'Univers dans son entier, sa naissance et bien sûr son avenir. Un autre volet de la physique nous attend, tout aussi riche, mais très différent : celui des quanta, ces petits grains de lumière qui allaient enrayer toute la physique classique d'une manière beaucoup plus profonde et, disons-le, beaucoup plus gênante. Nous plongerons donc au chapitre 7 dans l'univers impitoyable des quantas. Nous découvrirons leur introduction par un autre très grand physicien allemand, Max Planck, leur interprétation par Einstein et leur innombrables conséquences à l'origine, selon le physicien John Wheeler du tiers du produit national brut des États-Unis. Le chapitre 8 est le dernier, il marque la fin du voyage, ou plutôt le début d'un autre. Nous ferons le point sur l'état actuel de la physique, son « modèle standard », le paysage officiel de la physique en quelque sorte, et sur les enjeux de ce nouveau siècle. Ces dernières années ont été très riches avec des découvertes spectaculaires, comme celle de la masse des neutrinos ou de l'accélération de l'expansion de l'Univers qui constituent autant de faille dans ce modèle standard et autant d'espoir pour une nouvelle physique pleine de surprise. Cette physique se construira probablement autour du mariage tant attendu entre les quanta et la relativité générale, ces deux enfants d'Einstein.



# 1

## Einstein, l'homme du siècle

### Enfance et années d'études

---

Les origines et la petite enfance d'Einstein nous sont décrites dans une courte biographie (dont seuls des extraits ont été publiés dans les *Collected Papers*)<sup>1</sup> que Maja Winteler-Einstein a écrite sur son frère : « *Albert Einstein est né de parents juifs allemands, il était donc citoyen allemand, comme tous ses ancêtres connus. La famille Einstein est assez dispersée dans le sud de l'Allemagne, principalement dans le Wurtemberg et la Bavière, et par conséquent, comme c'est bien connu, les israélites se marient souvent avec des parents plus ou moins proches, les Einstein avaient des liens avec d'autres familles israélites du sud de l'Allemagne* ». Albert Einstein naît le 14 mars 1879 à Ulm et sa petite sœur Maja, deux ans plus tard, le 18 novembre 1881. Leur père, Hermann Einstein est décrit comme un homme calme et généreux, passionné de littérature et leur mère, née Pauline Koch, excellente pianiste, donna à ses enfants le goût de la musique ; Albert jouera du violon toute sa vie, et Maja du piano. « *Il régnait dans la famille un climat libéral, tolérant au niveau religieux. Les deux parents avaient eux-mêmes été élevés dans cet esprit. On ne parlait ni de problèmes ni de préceptes religieux* ».

---

<sup>1</sup> Les « *Collected Papers* » ont été rapidement présentés en introduction, huit volumes ont déjà été édités, il en est prévu vingt-neuf au total.





Le jeune Albert est profondément impressionné par le comportement de l'aiguille aimantée d'une boussole ; il dira plus tard *qu'il vécut un miracle... lorsqu'à quatre ou cinq ans son père lui montra une boussole*. Plus tard, son oncle Caesar Koch lui fait découvrir les mathématiques de façon amusante. Tandis qu'à 12 ans il dévore un vieux livre de géométrie, son séjour au lycée Luitpold, où règne la stricte discipline allemande de cette époque, se termine par un renvoi. Voici comment Einstein, dans une lettre datant de 1940, retrace cet événement : « *En terminale au Luitpold Gymnasium mon professeur de grec me convoqua pour exprimer son désir de me voir quitter le lycée. Comme je lui faisais remarquer que je n'avais rien fait de mal, il se contenta de me répondre « vous altérez le respect de la classe à mon égard par votre seule présence ». Assurément, j'avais moi-même une furieuse envie de quitter le lycée pour suivre mes parents en Italie* ». (Le Luitpold Gymnasium a été détruit pendant la seconde guerre mondiale, puis reconstruit et rebaptisé Albert Einstein Gymnasium !) Les parents du jeune Albert avaient quitté en 1894 l'Allemagne pour l'Italie, à la recherche d'affaires plus florissantes. Einstein décide alors, au printemps 1895, de rejoindre sa famille à Pavie.

À l'automne, il se présente au Polytechnikum (ETH) de Zurich, mais malgré d'excellentes notes en mathématiques et en physique, il échoue à l'examen d'entrée. Il décide alors de passer un an à l'École Cantonale d'Aarau (Suisse) et habite pendant cette période chez l'un de ses professeurs, Jost Winteler. Sa sœur Maja rapporte qu'Albert considérait que son séjour à Aarau avait non seulement été très instructif, mais aussi qu'il avait été une des plus heureuses périodes de sa vie. Einstein y a en effet trouvé un climat intellectuel favorable, ouvert, où les étudiants, contrairement à ce qu'il avait connu en Allemagne, étaient inciter à penser et à travailler par eux-mêmes. De plus c'est à Aarau que le jeune Albert connu sa première idylle amoureuse en la personne de Marie Winteler, la fille de son professeur.

C'est au  
Polytechnicum de  
Zürich qu'Einstein  
fera ses études  
d'octobre 1896 à  
juillet 1900.  
© Image Archive  
ETH-Bibliothek,  
Zurich.



Muni de son diplôme d'Aarau, il entre – sans examen cette fois – au Polytechnikum et s'installe fin octobre 1896 à Zurich. Cette ville accueillait alors une foule cosmopolite d'étudiants, de révolutionnaires émigrés et de jeunes gens qui avaient fui l'oppression nationale ou sociale qui régnait dans leur pays. Citons parmi eux Rosa Luxembourg, Mussolini et Lénine. C'est dans cette ville qu'Einstein rencontrera sa future femme, Mileva Maric, jeune Slave révoltée contre la domination magyare en Hongrie ainsi que Friederich Adler, fils du leader de la « Sociale-Démocratie » à Vienne et d'autres étudiants qui deviendront des amis pour la vie, comme Conrad Habicht et Marcel Grossmann. Einstein est bien sûr content d'entrer à l'ETH, mais il redoute un peu ce qui l'attend. Durant l'été 1896, il se confie à son oncle Caesar Koch : « *Comme tu le sais, je dois maintenant entrer au Polytechnikum de Zurich. Je crains de rencontrer d'énormes difficultés car je devrais avoir au moins deux ans de plus pour cela. Je t'indiquerai dans ma prochaine lettre la façon dont cela se passe* ». Einstein n'apprécie pas son professeur de physique, Heinrich Friedrich Weber, qui le lui rend bien (Einstein écrira plus tard à un ami, sur un ton tout à fait inhabituel chez lui : « *La mort de Weber est un bienfait pour l'ETH.* ») et préférera étudier la physique par lui-même et avec ses amis. Ses professeurs de mathématiques sont des savants reconnus : Adolf Hurwitz et Hermann Minkowski. Ce dernier jouera d'ailleurs plus tard un rôle important en relativité, puisque c'est à lui que l'on doit la notion d'*espace-temps* à quatre dimensions. Mais l'étudiant Einstein ne suit qu'« irrégulièrement » ses cours, et Minkowski le considère à l'époque comme un « je-m'en-foutiste ». Einstein indique lui-même dans ses notes autobiographiques qu'il « *séchant beaucoup et étudiait chez lui, avec un zèle religieux, les maîtres de la physique théorique* ».

Parmi ses condisciples se trouvent Marcel Grossmann (qui deviendra mathématicien et qui, des années plus tard, aidera Einstein dans la formalisation de la relativité générale) et Mileva Maric. Mileva est l'une des premières femmes à être admises au Polytechnicum<sup>2</sup> ; étrangère de surcroît, elle doit à son excellent parcours scolaire et à sa ténacité cette réussite exemplaire. Née en 1875 à Titel (au sud de la Hongrie), elle obtient une dispense spéciale pour assister aux cours de mathématiques et de physique dans un lycée de garçons de Zagreb, puis commence son cursus universitaire par des études médicales à Heidelberg avant de rejoindre la Suisse. Mileva souffre d'un handicap ; elle claudique et en souffre. Elle parle de son *insatisfaction que lui inspire son apparence, qui suscite tantôt une pitié blessante, tantôt la raillerie*. Son visage doux, son sourire énigmatique, son intelligence et sa passion pour les mathématiques, séduisent Einstein. En 1899, la complicité

---

<sup>2</sup> La cinquième.



intellectuelle se transforme en liaison amoureuse. C'est également à cette époque qu'Einstein rencontre Michele Besso (la seule personne qui sera citée par Einstein dans l'article fondateur de la relativité). Leur amitié durera toute leur vie. La correspondance d'Einstein avec Mileva d'une part, Michele Besso d'autre part se révélera précieuse car elle a permis de reconstruire partiellement le cheminement intellectuel qui a conduit Einstein à son année miraculeuse de 1905, nous y reviendrons plus bas ainsi qu'au chapitre 2.

Einstein obtient son diplôme de l'ETH en 1900, mais malgré ses excellentes notes et ses efforts, il n'obtient pas de poste d'assistant (contrairement à ses autres camarades), il semble que son professeur de physique Weber y ait été pour quelque chose. Mileva, quant à elle, échoue de peu en 1900 à son concours de fin d'études. Quand Einstein revient chez ses parents, sa mère lui demande : *Bon et Dockerl* (le surnom de Mileva) *que devient-elle ?* Albert répond du tac au tac : *ma femme*. Einstein subit alors une « scène » à laquelle il s'attendait, car depuis le début, ses parents voyaient d'un très mauvais œil sa liaison avec cette jeune progressiste serbe, qui boitait et qui, de surcroît, n'était pas juive. Sa mère ajoute : « *Si elle a un enfant, tu seras dans de beaux draps* ». Mais Albert ne se laisse pas impressionné, il écrit à Mileva : « *Comme je suis heureux d'avoir trouvé en toi mon égal, aussi forte et indépendante que moi !* » L'année suivante, Mileva repasse l'examen, mais c'est de nouveau l'échec, elle ne sera jamais diplômée. Pourquoi un tel échec pour cette jeune fille brillante et déterminée ? Il faut, sans doute, en rechercher la cause dans le fait qu'elle s'aperçoit, peu avant ses examens, en mai 1901, qu'elle attend un enfant.

## Premières recherches

---

Début 1901, Einstein est sans emploi, mais malgré la situation très précaire du jeune couple officieux, Albert et Mileva se passionnent pour la physique. C'est à cette époque qu'Einstein publie son premier article (sur la capillarité) et devient citoyen Suisse – nationalité qu'il gardera toute sa vie – il parlera toujours de la Suisse comme « *du plus beau coin qu'il connaisse sur terre* ». En physique, son intérêt se tourne rapidement vers la physique statistique<sup>3</sup>. Il écrira lui-même plus tard, au sujet de ses

---

<sup>3</sup> Le but de la physique statistique est d'expliquer les propriétés macroscopiques (i.e. à grande échelle) de la matière à partir des lois de la physique appliquées à l'échelle des atomes et des molécules. Compte tenu des nombres énormes qui entrent en jeu (il y a environ mille milliards de milliards de molécules dans un gramme d'eau), il faut avoir recours à des techniques statistiques, d'où le nom de cette branche de la physique.



premières recherches (celles d'avant 1905) : « *Ne connaissant pas les recherches de Boltzmann et de Gibbs, qui avaient été effectuées plus tôt et avaient littéralement épuisé le sujet, j'entrepris de développer la mécanique statistique et, à partir d'elle, la théorie cinétique moléculaire de la thermodynamique. Mon but principal était de trouver des faits prouvant autant que possible l'existence d'atomes de dimension précise et finie* » (cette quête de la notion d'atomes est au cœur de l'actualité physique du début du XX<sup>e</sup> siècle, nous reviendrons sur les contributions essentielles d'Einstein dans ce domaine au chapitre 4). Toujours à la recherche d'un poste, Einstein écrit en avril 1901 au physicien hollandais Heike Kamerlingh Onnes à Leyde (c'est lui qui réussira à liquéfier l'hélium – le dernier des gaz rares – et qui découvrira la supraconduction), mais n'obtient pas de réponse. Einstein n'a que vingt deux ans et profite de son temps libre pour poser les premières pierres aux travaux qui feront sa gloire. Il écrit à la fin de l'année 1901 à Mileva (qui était retournée chez ses parents) qu'il lui « *est venu une autre idée, d'une grande importance scientifique, sur les forces moléculaires* ». Ses réflexions sur ce qui allait devenir la théorie de la relativité date également de cette époque ; il indique à Mileva – toujours en 1901 – qu'il « *travaille d'arrache-pied à une électrodynamique des corps en mouvement qui promet de devenir un article capital et qu'il a maintenant l'intention d'étudier ce que Lorentz et Drude ont écrit sur ce sujet* ».

En janvier 1902, Mileva donne naissance à la petite Lieserl. Einstein qui est à Berne a hâte de prendre sa fille dans ses bras et confie à Mileva : « *Je l'aime tant et je ne la connais pas encore !* » La situation est précaire, Albert vit de quelques suppléances dans des lycées. Finalement, grâce au père de son camarade Marcel Grossmann, il obtient en juin 1902 un poste à l'Office Fédéral des Brevets à Berne et, le 6 janvier 1903, malgré la forte opposition des parents respectifs, Albert Einstein épouse Mileva Maric. À Berne, le jeune couple parle physique et philosophie lors de dîners avec leurs amis : Michelle Besso et sa femme, Maurice Solovine et Conrad Habicht. Mileva participe aux travaux scientifiques, et à l'un des frères Habicht qui lui demande pourquoi elle n'a pas mentionné son nom à une demande de brevet, elle répond : « *A quoi bon ? nous ne faisons plus, tous les deux, qu'une seule pierre (« Ein Stein »).* » Le trio formé par Albert Einstein, Maurice Solovine et Conrad Habicht baptise par dérision leurs réunions *Académie Olympia*. Cinquante ans plus tard, Einstein dira de cette Académie Olympia : « *Vos membres vous ont créée pour moquer vos sœurs bien assises. Combien cette moquerie visait juste, c'est ce que de longues années d'observation attentive m'ont permis d'apprécier pleinement !* » Le travail d'Einstein au bureau des brevets ne le détourne pas de ses préoccupations scientifiques, il écrit au début 1904 une lettre à son ami Grossmann : « *Il y a entre nous une étrange ressemblance. Nous aussi nous*

