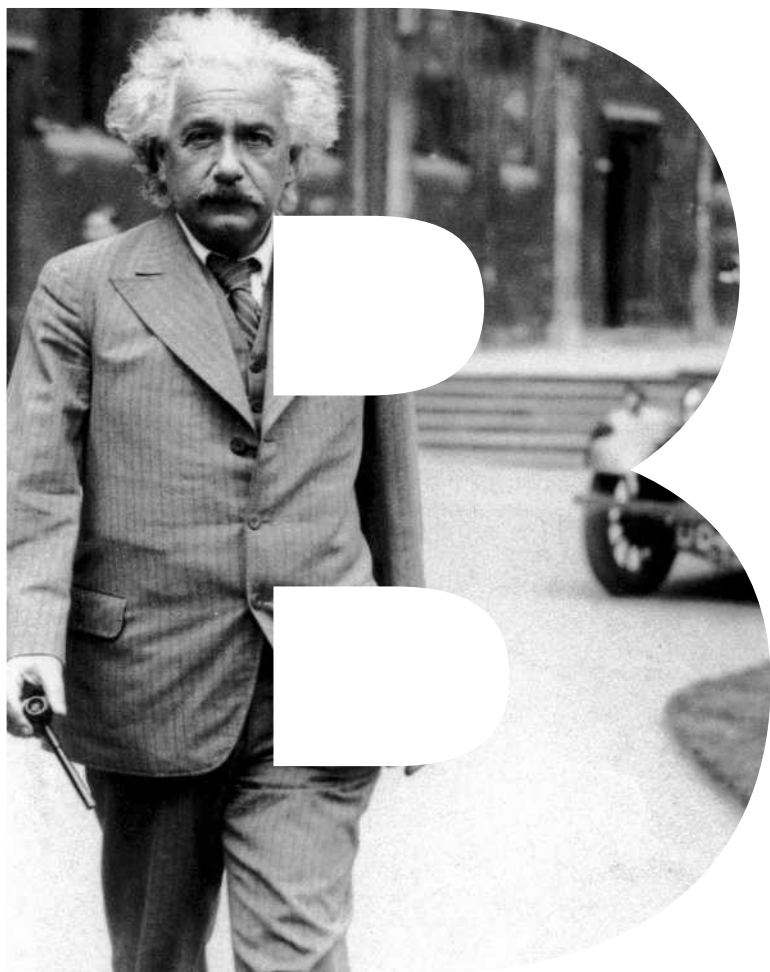


alpha

SILVIO BERGIA

Einstein

Le père du temps moderne



Einstein

Silvio Bergia

EINSTEIN

Le père du temps moderne

Belin:

Cet ouvrage a été publié pour la première fois dans la collection
«Les génies de la Science».

Couverture

Conception graphique : Rampazzo & Associés.

Iconographie : Einstein, le 3 juin 1933, marchant dans la cour
du Christ Church College, à Oxford. © Mirrorpix/Leemage.

Le code de la propriété intellectuelle n'autorise que «les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective» (article L. 122-5) ; il autorise également les courtes citations effectuées dans un but d'exemple et d'illustration. En revanche, «toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle, sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite» (article L. 122-4). La loi 95-4 du 3 janvier 1994 a confié au C.F.C. (Centre français de l'exploitation du droit de copie, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris), l'exclusivité de la gestion du droit de reprographie. Toute photocopie d'œuvres protégées, exécutée sans son accord préalable, constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

© Pour la Science, 2004 pour la première édition

© Éditions Belin/Humensis, 2017

170 bis, boulevard du Montparnasse, 75680 Paris cedex 14

ISBN 978-2-410-01227-9

UN EMBLÈME MÉCONNU

Qui est Albert Einstein? L'image médiatique du personnage oscille entre deux extrêmes, qui ne s'excluent pas pour autant: d'un côté, Einstein est présenté comme le père de toute la physique moderne, de l'astrophysique à la physique atomique et nucléaire; d'un autre il apparaît comme une sorte d'enchanteur, qui, à l'aide de spéculations incompréhensibles, a bouleversé la vision commune des choses d'un coup de baguette magique.

Les physiciens voient l'homme et son œuvre d'un regard différent. Néanmoins, il leur manque souvent une connaissance précise de l'évolution historique de leur discipline au cours du siècle écoulé et du rôle tenu par Einstein. La vision la plus répandue limite la contribution d'Einstein aux théories de la relativité restreinte et générale. Les physiciens reconnaissent aussi qu'il a énoncé une loi importante sur l'effet photoélectrique, loi en faveur du concept contemporain de la nature duale de la lumière (ondulatoire et corpusculaire). Si ces mêmes physiciens savent également qu'Einstein n'a jamais complètement accepté la mécanique quantique et sa vision probabiliste du monde physique – le monde

physique selon Einstein est réaliste et déterministe –, ils ignorent quelquefois l'historique de ses recherches dans le domaine même de la physique quantique. Einstein est loin d'être le père de toute la physique moderne. Il n'en reste pas moins un géant : en énonçant sa théorie de la relativité restreinte, il fournit aux physiciens des outils fondamentaux. Aujourd'hui encore, ses approches géniales et totalement nouvelles fascinent de par la simplicité des idées initiales contrastant avec les conséquences qu'il en tire.

À l'image du brillant jeune homme qui a consacré sa vie aux théories de la relativité, s'associe celle d'un homme ayant survécu à son génie : un homme qui, en marge de la physique moderne, s'acharne, sans beaucoup de succès, à élaborer une théorie unifiée de la gravitation et de l'électromagnétisme. Son legs sans doute le plus important, la théorie de la relativité générale, sur laquelle s'est bâtie son immense popularité en 1919, tomba ensuite dans l'oubli pendant trente ans. Einstein devra attendre les développements de l'astrophysique et de la cosmologie pour que sa théorie connaisse un regain d'intérêt. Cette deuxième partie de la vie scientifique d'Einstein est injustement estompée par les succès de la première.

La personnalité d'Einstein est elle aussi difficile à appréhender, tant les écrits sur ce sujet sont nombreux et variés. Comment associer, si tant est que cela ait le moindre sens, le cruel persécuteur de sa première femme au personnage plein de sagesse et de bonté qu'il fut à la fin de sa vie ?

Nous tenterons d'esquisser une image fidèle d'Einstein et des répercussions de son œuvre, en le présentant comme un scientifique de son époque

et non comme un mythe. Des générations d'historiens de la physique, grâce à un travail acharné, nous en ont fourni la matière. De ces études émerge un chercheur, dont la subtilité apparaît à la lueur de ses travaux et aussi de ses échanges avec les scientifiques de son temps.

Silvio BERGIA
Ancien professeur de physique
à l'Université de Bologne

NAISSANCE D'UNE VOCATION

Le jeune Einstein affirme très tôt une forte personnalité. À 17 ans, en 1896, il refuse la carrière d'ingénieur que son père lui préconise et décide qu'il sera professeur ou chercheur en physique.

En mai 1905, Einstein, âgé de vingt-six ans, écrit à son ami Conrad Habicht.

Cher Habicht, il règne entre nous un silence solennel, de sorte qu'il me semble sacrilège de le briser ici par mon bavardage insipide. Mais n'en est-il pas toujours ainsi envers les êtres supérieurs de ce monde? Que faites-vous donc, espèce de baleine congelée, morceau d'âme fumé, séché et mis en conserve, ou je ne sais quoi d'autre encore, de ces choses que je voudrais, pris de 70 % de colère et de 30 % de pitié, vous lancer à la figure? Ce n'est qu'aux derniers 30 % que vous devez d'avoir échappé l'autre jour, après votre absence à Pâques sans aucune nouvelle, à l'envoi d'une boîte pleine d'oignon et d'ail hachés. Pourquoi ne m'avez-vous toujours pas fait parvenir votre thèse? Ne savez-vous donc pas que je serais l'un des 1 type 1/2 qui la lirait avec intérêt et plaisir, misérable individu? Je vous promets en échange quatre de mes travaux, dont je pourrai vous envoyer le premier très prochainement, car j'en recevrai les exemplaires gratuits sous peu. Il concerne le rayonnement et les propriétés

énergétiques de la lumière et est très révolutionnaire, comme vous le verrez, si vous m'envoyez auparavant vos travaux. La seconde publication est une détermination de la taille réelle de l'atome à partir de la diffusion et des frottements internes de solutions diluées de substances neutres. La troisième montre que, conformément à la théorie moléculaire de la chaleur, des particules d'une taille de l'ordre du millième de millimètre en suspension dans un liquide sont déjà animées d'un mouvement désordonné perceptible, agitation qui est un mouvement thermique; les physiologistes ont observé en pratique des mouvements de petits corpuscules inanimés en suspension, qu'ils ont appelés «mouvements moléculaires browniens». Le quatrième article est disponible sous forme de brouillon et traite d'une électrodynamique des corps en mouvement, établie à l'aide d'une modification de la théorie de l'espace et du temps; la partie purement cinétique de cette étude vous intéressera sûrement.

À la lecture de cet extrait, on s'étonne qu'Einstein vouvoie son ami Habicht, alors qu'il l'abreuve d'injures pittoresques; au début du xx^e siècle, le langage formel était la règle en Suisse, même entre jeunes amis.

Faut-il être surpris par un langage aussi libre? Comme nous le verrons, le vocabulaire d'Einstein, toujours percutant, s'exprimait dans divers registres. Le terme «travaux» appartient au jargon scientifique et désigne la rédaction d'articles spécialisés. Jusque-là, rien donc que de très banal: un jeune chercheur a rédigé quatre articles scientifiques et promet à un ami, que l'on suppose intéressé, de lui en envoyer un exemplaire. Une analyse plus précise du contenu de la lettre révèle cependant quelques aspects frappants, du moins inhabituels, de cette correspondance. Il y a d'abord la personnalité du jeune chercheur. À cette époque, comme de nos jours d'ailleurs, les revues spécialisées

publiaient principalement les travaux des universitaires, des chercheurs des Instituts ou Académies, ou des laboratoires de grandes sociétés. Le jeune Einstein n'était rien de tout cela : il travaillait au Bureau des brevets de Berne et était donc un *outsider*.

Le second aspect inhabituel concerne les allusions d'Einstein, d'une part au traitement « très révolutionnaire » du rayonnement et de la lumière et, d'autre part, à une électrodynamique s'appuyant sur une nouvelle formulation de la notion d'espace et de temps. De fait, ces études non seulement introduiront en physique des concepts totalement nouveaux, mais occuperont bon nombre de chercheurs au cours des décennies suivantes.

Nous donnerons dans la suite une description la plus précise possible du contenu de trois de ces publications datées de 1905 (nous laisserons de côté la seconde publication sur la détermination de la taille de l'atome, qui est la moins importante). Nous replacerons en outre ces découvertes dans le contexte scientifique de l'époque, indispensable pour mesurer toute l'importance des apports d'Einstein.

Ce n'est cependant pas l'unique objectif que nous nous sommes fixé dans cette biographie : nous expliquerons également comment trois articles de la plus haute importance ont pu être écrits par un chercheur qui travaillait en marge de la communauté scientifique. Pour répondre à cette question, les hagiographes font souvent référence aux qualités mystérieuses du génie, ce qui revient à reconnaître qu'il n'y a pas d'explication. « Le but de toute activité intellectuelle, dira Einstein des années plus tard, est de réduire tout mystère à quelque chose de compréhensible. » Nous essayerons modestement de débroussailler le mystère Einstein : pour cela, nous suivrons

les différentes étapes qui ont façonné sa personnalité et décrivons son cheminement jusqu'à ses résultats révolutionnaires.

Pour mener à bien cette tâche, nous nous pencherons sur les différentes phases de la vie et de l'activité de chercheur d'Einstein, et les replacerons dans le contexte historique et le développement de la physique en général.

ENFANCE CALME, ADOLESCENCE REBELLE

Albert Einstein naît à Ulm le 14 mars 1879. Son père Hermann et sa mère Pauline Koch sont juifs non pratiquants. Lorsque, en 1880, l'entreprise de son père connaît des difficultés, la famille Einstein déménage à Munich, où Hermann Einstein et son frère ingénieur Jacob fondent une petite usine électrochimique. Le petit Albert ne parle que tardivement. Sa sœur Maja, de deux ans sa cadette, écrira plus tard à son sujet: «Il répétait tout bas, d'un mouvement des lèvres, chacune des phrases qu'il prononçait, même les plus quotidiennes» et ajoutera – ce qui se confirmera par la suite – que «la méticulosité précoce de sa pensée [...] avait trouvé là une expression aussi caractéristique qu'étrange».

Ses premières expériences scolaires ne sont pas réussies. Albert se console à la maison, où sa mère lui apprend à jouer du violon et où son oncle Jacob lui fait découvrir très tôt l'algèbre; Max Talmey, un étudiant en médecine, lui prête des livres traitant de divers sujets scientifiques. Après l'algèbre, il étudie la géométrie, qui lui fait forte impression: la géométrie est un monde de clarté qui le fascine. À 15 ans, il étudie déjà, en autodidacte, le calcul infinitésimal.

Une belle performance pour un enfant au développement tardif, mais peut-être Maja avait-elle raison ; la personnalité d'Albert arriva vite et tôt à maturité. Sur une photo où il a 17 ans, il dégage une grande confiance en soi. Un aspect qui caractérise les convictions qu'il a déjà acquises est sa rébellion envers toute autorité, Église ou État. De nombreuses années plus tard, Einstein écrira dans son autobiographie scientifique :

La lecture d'ouvrages de vulgarisation scientifique me conduisit bientôt à la conviction que de nombreux points des récits de la Bible ne pouvaient être vrais. La conséquence en fut une libre pensée franchement fanatique, associée au sentiment que l'État mentait sciemment à la jeunesse ; ce fut une révélation bouleversante. Je tirai de cette expérience une méfiance vis-à-vis de toute forme d'autorité, un scepticisme à l'encontre des convictions qui prévalaient dans la société de l'époque, une position qui ne m'a plus jamais quitté, même si elle a par la suite perdu de son acuité grâce à un meilleur discernement des relations causales.

Une remarque en passant : depuis plusieurs années maintenant que je décortique l'œuvre d'Einstein, ses écrits et les divers aspects de sa biographie, j'ai acquis peu à peu la conviction qu'Einstein écrit avec un style extrêmement précis, dont il faut prendre les expressions à la lettre. En examinant sa scolarité, nous verrons que l'extrait précédent n'échappe pas à la règle.

Einstein passe son enfance dans l'Allemagne de Bismarck, alors dans une période d'industrialisation massive et fulgurante, mais en même temps encore sous le joug d'un gouvernement qui pèse sur l'ensemble de la culture sociale. Quand Einstein

entre au lycée, le *Gymnasium*, il s'oppose à la rigidité mentale des professeurs, qui gèrent l'école comme une caserne. Des années plus tard (en 1936), à l'occasion d'une conférence donnée à Albany aux États-Unis, il tire la leçon de ses expériences :

Il me semble que le plus grave est le fait qu'une école ait recours essentiellement à la peur, à la contrainte et à une autorité artificielle. Un tel traitement détruit chez les écoliers le goût de la vie, la sincérité et la confiance en soi. Il engendre des sujets serviles.

« Votre seule présence anéantit le respect dans la classe », dit un professeur à Einstein. Cependant, des événements nouveaux, bien que plutôt défavorables pour sa famille, améliorent la vie d'Einstein. Après quelques années de relative prospérité, l'usine de Munich a des difficultés, et la famille s'installe à Pavie, en Italie, où elle espère trouver meilleure fortune en fondant une usine similaire. Albert reste seul à Munich, mais pour peu de temps : il acquiert alors une maturité telle que les décisions qu'il prend à cette époque influenceront sur sa vie entière. La première décision d'importance est attestée par Einstein lui-même dans un document de 1933 : quand il rejoint sa famille à Pavie, son père, à sa demande, entreprend des démarches afin qu'il puisse renoncer à la nationalité allemande et devenir citoyen suisse.

Durant son séjour en Italie, la famille décide qu'Albert doit s'inscrire à l'École polytechnique de Zurich, l'Université la plus renommée, en dehors de l'Allemagne, pour les disciplines techniques. Ne pouvant présenter de bulletin de fin d'études supérieures, il doit d'abord passer un examen d'entrée.

Albert échoue en raison de trop mauvaises notes dans les matières littéraires, mais le directeur de l'École polytechnique, visiblement impressionné par ses capacités extraordinaires en sciences, lui conseille d'étudier pendant un an dans une école suisse : il y obtiendrait un certificat d'études supérieures qui lui ouvrirait les portes de l'École polytechnique. C'est ainsi qu'Einstein entre, à l'âge de 16 ans, à l'école communale d'Aarau, chef-lieu du canton d'Argovie. L'atmosphère y est totalement différente de celle qu'il combattait à Munich. Plus tard, il se souviendra toujours avec bonheur de ce temps-là.

En automne 1896, le jeune Albert peut enfin s'inscrire à l'École polytechnique de Zurich en section VI, à l'« École pour professeurs à orientation mathématique et scientifique ». Il prend alors une autre décision importante : il ne sera pas ingénieur, comme le souhaitait son père, mais professeur, et peut-être même chercheur. En outre, il délaisse les mathématiques pour la physique. Voici les raisons qu'il expose dans son autobiographie :

Je constatai que les mathématiques étaient divisées en de nombreux domaines spécialisés, dont chacun pouvait nous dérober le court temps de vie qui nous était imparti, mais j'appris bientôt à percevoir ce qui permettait d'aller au fond des choses et surtout à renoncer à tout le reste, à tout ce qui occupe l'esprit et détourne de l'essentiel.

Selon ses propres termes, Einstein, durant ses études à Zurich, « aurait pu acquérir une formation mathématique approfondie », car il était entouré « d'excellents professeurs » (tel, par exemple, Hermann Minkowski, que nous retrouverons par la suite). Cependant, à cette époque, il s'intéresse plutôt aux aspects pratiques des sciences :

Je travaillais le plus souvent dans le laboratoire de physique, fasciné par le contact direct avec l'expérience. J'employais le reste de mon temps pour étudier à la maison les ouvrages de Kirchhoff, Helmholtz, Hertz, etc..

L'un de ses professeurs, le physicien Heinrich Weber, dira de lui qu'il était intelligent, même très intelligent, mais qu'il avait un défaut: il n'écou-
tait absolument personne! Une expression tout à fait révélatrice de l'un des aspects fondamentaux des recherches d'Einstein et de l'originalité de sa démarche: il avait constamment besoin de tout reconstruire par ses propres moyens et à sa manière.

UN ITINÉRAIRE INTELLECTUEL PERSONNEL

Si Einstein consacre une grande partie de ses années zurichoises à ses études, il en retire néanmoins une foule d'autres expériences. C'est pendant cette période qu'il découvre les œuvres d'auteurs philosophiques, dont la lecture marquera durablement son esprit: Spinoza, Hume, Kant et surtout Mach, auquel l'initie son ami Michele Besso en 1897. Einstein et Besso, un ingénieur italien, entretiendront une correspondance assidue jusqu'à la mort de ce dernier.

À Zurich, Einstein s'impose des restrictions, car il doit économiser les frais de sa naturalisation suisse sur le maigre revenu qui couvre déjà à peine ses dépenses. Sa vie n'a cependant rien d'inconfortable. Zurich est à cette époque une ville vivante, très éloignée de l'image stéréotypée du « confort intellectuel » suisse. Bien au contraire: la Confédération est un carrefour d'idées. À partir de 1897, se tiennent à Bâle les premiers congrès mondiaux du mouvement sioniste.

De futurs révolutionnaires tels Lénine, Trotski ou des femmes émancipées et engagées politiquement comme Rosa Luxembourg, Alexandra Kollontay, ou encore Florence Kelley, séjournent alors à Zurich. Einstein y fait la connaissance de Friedrich Adler, un jeune socialiste autrichien, qui l'intéresse à la politique. Dans un ouvrage très controversé évoquant ce contexte, Lewis Feuer a élaboré la thèse selon laquelle Zurich aurait forgé le caractère d'Einstein, comme Athènes l'avait fait pour Socrate : elle aurait libéré son esprit. Il est légitime de se demander si cette explication est suffisante et il serait plus juste de dire que Zurich a contribué à libérer l'esprit d'Einstein. Il est impossible de prouver une influence directe du vent non conformiste et révolutionnaire zurichois sur les recherches d'Einstein, qu'il s'agisse des thèmes, des questions posées, ou des solutions.

Outre Besso, le cercle des amis d'Einstein compte également Marcel Grossmann, un camarade d'études qui deviendra un grand mathématicien et avec lequel Einstein travaillera plus tard sur un important projet de recherche. Mileva Maric, une étudiante en mathématiques d'origine serbe, est aussi du nombre. Mileva est une intellectuelle, une féministe, une radicale qui a quitté son pays, alors sous domination austro-hongroise, par conviction politique. Les lettres que lui envoie le jeune Albert contiennent de nombreux passages attestant leur passion amoureuse. La famille Einstein s'oppose catégoriquement au mariage : Mileva étudie des matières qui n'ont rien de féminin et, en outre, est plus grande qu'Albert. Elle boite, elle est étrangère et, de surcroît, elle n'est pas juive. Rédhibitoire.

EMPLOYÉ AU BUREAU DES BREVETS DE BERNE

Après l'obtention de son diplôme, Einstein connaît sa première déception : il ne décroche pas le poste d'assistant qu'il espérait. Il essaye de se maintenir financièrement à flot en donnant des cours particuliers de mathématiques et de physique. Sous la pression de ses parents, il s'est momentanément séparé de Mileva, mais, au printemps 1901, Mileva constate qu'elle est enceinte. Suit un épisode sombre qu'un petit livre sur Einstein paru récemment relate en ces termes : « [Mileva] retourna dans sa famille pour mettre au monde une fille dont on perd rapidement la trace et qui est probablement décédée dans son enfance. » Après son retour à Zurich, Mileva échoue à ses examens de fin d'études à l'École Polytechnique et, sans diplôme, ne trouve aucun travail.

L'année 1902 marque un tournant. Hermann Einstein meurt et, de ce fait, l'opposition de la famille Einstein s'estompe. Albert épouse Mileva. La même année, il obtient la nationalité suisse. Enfin, il trouve, grâce à Grossmann, un emploi fixe au Bureau des brevets de Berne, ville où le couple s'installe dans le courant de l'année.

L'union avec Mileva est un mariage d'amour et, de surcroît, le couple peut s'entretenir de mathématiques et de physique. Ce dialogue est attesté par plusieurs lettres d'Einstein adressées à Mileva. Einstein désignant par « notre théorie », dans certaines lettres, les travaux qui deviendront célèbres sous le nom de théorie de la relativité, il sera souvent présumé que Mileva avait peut-être participé de façon décisive aux recherches ; on accusera ainsi Einstein de s'être approprié la théorie au détriment de sa femme. Nous verrons que notre héros ne se tire pas tout à

fait à son avantage de son premier mariage, mais même dans ce contexte, il est difficile de prendre au sérieux les soupçons évoqués. La liste des publications d'Einstein contient bien plus de trois cents titres, alors que celle de Mileva est vide : il semble plus probable qu'Einstein ait utilisé le terme « notre théorie » dans un moment d'exaltation matrimoniale.

À Berne, Einstein fait la connaissance de deux jeunes hommes, un étudiant en philosophie roumain du nom de Maurice Solovine et le mathématicien suisse Conrad Habicht. Tous trois se rencontrent souvent pour discuter des thèmes les plus variés, la plupart du temps de physique et de philosophie. Dans l'enthousiasme de leur jeunesse, ils appellent leur cercle l'« Académie Olympia », parodiant ainsi les prestigieuses académies scientifiques.

Ces discussions et leurs thèmes exercent une influence forte et durable sur Einstein. Le jeune homme expose aussi souvent à son ami Besso, qui travaille avec lui au Bureau des brevets, les problèmes de physique auxquels il est confronté dans son travail ou ailleurs. Ce dernier critique ses idées avec pertinence, lesquelles, au fil de leurs argumentations constructives, gagnent en précision et en clarté. Ainsi, l'activité pratique d'Einstein au Bureau des brevets n'est peut-être pas si éloignée de l'art et de la manière avec lesquels il aborde les problèmes scientifiques.

ÉTHER, ATOMES ET QUANTA

À la fin du XIX^e siècle, plusieurs questions aiguillonnent les physiciens : comment les ondes électromagnétiques se propagent-elles ? Les atomes existent-ils ? Qu'est-ce qu'un rayonnement ? Le jeune Einstein est fasciné.

Durant les années passées à l'École Polytechnique de Zurich, Einstein étudie assidûment les ouvrages de physiciens, tels Boltzmann, Kirchhoff, Helmholtz et Hertz, découvrant ainsi les grandes énigmes de la physique de cette fin du XIX^e siècle.

Einstein est particulièrement fasciné par la théorie de l'électromagnétisme de Maxwell qui, à l'époque, ne fait pas partie du programme d'enseignement traditionnel des universités. Elle apporte d'importantes innovations telles que, selon les termes d'Einstein, « le choix, comme grandeurs fondamentales, des champs à la place des forces exercées à distance » ou « l'introduction de l'optique dans la théorie de l'électromagnétisme ». Cependant, la prévision principale de la théorie électromagnétique de Maxwell – la lumière se propage sous la forme d'ondes électromagnétiques – pose un problème : si ces ondes ont été mises en évidence par Heinrich Hertz en 1886, leur mode de propagation n'est pas élucidé. D'après Maxwell,

cette propagation se fait dans un milieu qui remplit tout l'espace, même les régions interstellaires. Ce milieu est nommé «*éther*».

Le concept d'*éther*, fort ancien, est imposé ici par une exigence : les phénomènes électromagnétiques doivent avoir une nature fondamentalement mécanique et, par conséquent, les ondes électromagnétiques se propageraient dans l'*éther* comme les vagues sur l'eau ou les ondes sonores dans l'air.

L'on sait, à cette époque, que la vitesse des ondes acoustiques est déterminée par le milieu où elles se propagent et qu'elle dépend de certaines de ses caractéristiques physiques. Ainsi, l'intensité et la direction de la vitesse de propagation du son dans l'air dépendent de la vitesse du vent, c'est-à-dire du mouvement du milieu par rapport à l'observateur : si v est la vitesse du son que perçoit un observateur en absence de vent et w la vitesse du vent, alors la vitesse du son est égale à $v + w$ ou $v - w$, selon que le son se propage dans le sens du vent ou en sens contraire. En revanche, elle ne dépend pas du mouvement éventuel de la source sonore : la vitesse de propagation du son dans l'air est indépendante de la vitesse de sa source.

Où mène cette considération ? S'il existe un *éther* qui remplit tout l'Univers, l'hypothèse la plus simple est que ses différentes parties sont au repos les unes par rapport aux autres. L'*éther* serait ainsi un référentiel absolu pour la vitesse de propagation de toutes les ondes électromagnétiques. Cette supposition semble en total accord avec les équations de Maxwell : lorsque l'on déduit des équations de Maxwell les équations de propagation des ondes dans le vide, il apparaît un paramètre qui possède la dimension physique d'une vitesse. Ce paramètre, une constante universelle exprimée à l'aide de deux

constantes caractéristiques du vide, est la vitesse de propagation des ondes électromagnétiques, et sa valeur coïncide avec celle de la vitesse de la lumière dans le vide. Ainsi, les équations de Maxwell dévoilent non seulement la nature électromagnétique de la lumière, mais aussi le caractère fondamental de la vitesse de la lumière (c'est-à-dire des ondes électromagnétiques) dans le vide. Toute vitesse étant définie par rapport à un référentiel, il paraît légitime de penser, devant l'omniprésence de l'éther, que la vitesse des ondes électromagnétiques dans le vide est donnée par rapport au référentiel de l'éther.

L'ÉNIGME DE L'ÉETHER

Après l'abandon, depuis des siècles, de la représentation d'une Terre immobile au milieu de l'Univers, il faut désormais imaginer notre planète en mouvement dans l'éther : la Terre, en se déplaçant autour du Soleil, pourrait traverser l'éther sans le perturber. Voyons où cette hypothèse nous mène : si la Terre se trouve à un instant donné en mouvement dans l'éther à une vitesse v , il souffle alors dans tout laboratoire ce que l'on pourrait appeler un « vent d'éther », qui a précisément cette vitesse v et le sens opposé. Ainsi, puisque la vitesse de la lumière est définie par rapport à l'éther – de même que celle du son par rapport au milieu dans lequel il se propage –, chaque détermination de la vitesse de la lumière faite sur Terre devrait être modifiée par ce « vent d'éther ». Comme dans l'exemple emprunté à l'acoustique, si l'on désigne par c la vitesse de la lumière par rapport au référentiel de l'éther et par v celle du « vent d'éther », la vitesse de la lumière varierait entre $c - v$ et $c + v$ selon sa direction

